

CUADERNOS DE INVESTIGACION

NUMERO

7

AGOSTO, 1994

PRACTICA DE DISEÑO Y
CONSTRUCCION EN EL JAPON

COMENTARIOS SOBRE
LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS
DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA
EL CONCRETO

CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES

MEXICO

Secretario de Gobernación
Dr. Jorge Carpizo

Subsecretaria de Protección Civil, Prevención
y Readaptación Social
Lic. Socorro Díaz

Director General del CENAPRED
Arq. Vicente Pérez Carabias

Jefe del Equipo Japonés en el CENAPRED
Dr. Tatsuo Murota

Coordinador de Investigación del CENAPRED
Dr. Roberto Meli

Coordinador de Difusión del CENAPRED
Lic. Ricardo Cícero Betancourt

PUBLICADO POR EL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES DE LA SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Distribución en México: Coordinación de Enlace
Nacional

Distribución en el Exterior: Coordinación de Asuntos
Internacionales

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS
AUTORES

Agosto - 1994, No. 7

Sistema Nacional de Protección Civil

DIRECTORIO DEL CENAPRED

DIRECCION GENERAL Arq. Vicente Pérez Carabias; COORDINACION DE INVESTIGACION Dr. Roberto Meli Piralla; COORDINACION DE CAPACITACION Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel; COORDINACION DE DIFUSION Lic. Ricardo Cícero Betancourt; COORDINACION DE ENLACE NACIONAL Lic. Alberto Ruiz de la Peña; COORDINACION DE ASUNTOS INTERNACIONALES Lic. Enrique Solórzano Mier; COORDINACION DE PROGRAMAS Y NORMAS Lic. Federico Miguel Vázquez Juárez; COORDINACION ADMINISTRATIVA C. P. Alfonso Macías Flores.

SISTEMA NACIONAL DE PROTECCION CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES

PRACTICA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION EN EL JAPON

COMENTARIOS SOBRE
LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS
DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA
EL CONCRETO

EDITADOS POR
Motoji Saito
Hideaki Kitajima

TRADUCIDOS POR
Keiko Suzuki

REVISADOS POR
Sergio M. Alcocer



COORDINACION DE INVESTIGACION

AREA DE ENSAYES SISMICOS

CLASIF.: CENAPRED/TA439/C4518
ADQUIR.: 001802
FECHA: 18-07-2003
PROCED.: Donación

CUADERNOS DE INVESTIGACION

Práctica de Diseño y Construcción en el Japón

PRESENTACION

Uno de los objetivos del Convenio de Cooperación Técnica entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres es la difusión en México de tecnologías y metodologías de diseño y construcción de estructuras en el Japón.

Estas prácticas y experiencias son descritas en conferencias o seminarios dictados, o bien mediante la traducción al castellano de los textos originales del japonés, por los expertos japoneses de corto y largo plazo que colaboran en las actividades de investigación del CENAPRED.

Para lograr una difusión más amplia de las tecnologías y metodologías del Japón, el CENAPRED ha emprendido la publicación de esta serie como parte de los Cuadernos de Investigación.

INDICE

	PAGINA
PROLOGO.	
Capítulo 1 Prueba de clasificación por mallas, peso volumétrico, y tasa real volumétrica por forma granular de agregados. . . .	1
Capítulo 2 Prueba de lavado de agregados y prueba de salinidad de agregados finos	13
Capítulo 3 Prueba de desgaste de agregados y prueba de estabilidad de agregados.	21
Capítulo 4 Porcentaje de partículas blandas en el agregado grueso y prueba de valor de trituración	30
Capítulo 5 Prueba del contenido de arcilla en el agregado	39
Capítulo 6 Prueba de impurezas orgánicas en agregados finos y prueba de partículas que flotan en el líquido con 1.95 de peso específico . 44	44
Capítulo 7 Prueba de reacción alcalina de agregados.	51
 Apéndices: Normas Industriales Japonesas en los agregados para concreto	
(A 1) JIS A 1102-1989 Method of test for sieve analysis of aggregates. . . .	75
(A 2) JIS A 1103-1989 Method of test for amount of material passing standard sieve 75 mm in aggregates.	79
(A 3) JIS A 1104-1976 Method of test for unit weight of aggregate and solid content in aggregate	83
(A 4) JIS A 1105-1976 Method of test for organic impurities in fine aggregate.	87
(A 5) JIS A 1109-1976 Method of test for specific gravity and absorption of fine aggregate	89
(A 6) JIS A 1110-1989 Method of test for specific gravity and absorption of coarse aggregates	93
(A 7) JIS A 1111-1976 Method of test for surface moisture in fine aggregate	97
(A 8) JIS A 1120-1976 Method of test for abrasion of coarse aggregate by use of the Deval machine	101

(A 9)	JIS A 1121-1989 Method of test for abrasion of coarse aggregates by use of the Los Angeles machine	105
(A 10)	JIS A 1122-1989 Method of test for soundness of aggregates by use of sodium sulfate	111
(A 11)	JIS A 1126-1989 Method of test for soft particles in coarse aggregates by use of scratch tester	119
(A 12)	JIS A 1134-1989 Methods of test for bulk specific gravity and absorption of light weight fine aggregates for structural concrete .	123
(A 13)	JIS A 1135-1989 Methods of test for bulk specific gravity and absorption of light weight coarse aggregates for structural concrete	129
(A 14)	JIS A 1137-1989 Method of test for clay contained in aggregates . . .	133
(A 15)	JIS A 5002-1978 Light weight aggregates for structural concrete . .	137
(A 16)	JIS A 5005-1987 Crushed stone for concrete	147

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA EL CONCRETO

Editados por:

Motoji Saito y Hideaki Kitajima

Asesores Japoneses del Proyecto de Prevención de Desastres Sísmicos

Traducidos del Japonés al Español por Keiko Suzuki

PROLOGO

Al ejecutar una obra de construcción de concreto reforzado, el director responsable de la obra debe controlar las propiedades del concreto, de manera que éstas cumplan con las especificaciones del diseño. El concreto es una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos; de estos elementos, los agregados son un factor muy importante que influye grandemente en la resistencia y la durabilidad del concreto. Por lo tanto, para controlar la calidad del concreto, es necesario realizar un adecuado control de calidad de los agregados mediante pruebas. En Japón, los métodos para estas pruebas están establecidos en las normas JIS (Normas Industriales Japonesas). Las normas JIS relacionadas con las características de los agregados son 16, mismas que se incluyen en el anexo de esta publicación.

En esta publicación se explican, de manera resumida, los procedimientos de ejecución de algunas de las pruebas principales. Los autores de los textos son: Ing. Kenzou Kishi, Ing. Kouji Mano, Ing. Susumu Kumahara e Ing. Kouichi Suzuki. Todos los autores trabajan con la Sección de Pruebas de Materiales no Orgánicos, del Laboratorio Central del Centro de Pruebas de Materiales de Construcción, y son verdaderos expertos en estas técnicas.

Los textos fueron elaborados para la revista de difusión que tiene el centro: Información sobre Pruebas de Materiales de Construcción. Los Capítulos 1,2,4, en 1985, el 3, en 1984, el 5 en 1986, y el 6 y 7, en 1988. Redactados originalmente en japonés, los textos fueron traducidos al español por Keiko Suzuki y revisados posteriormente por el Dr. Sergio Alcocer del Area de Ensayes Sísmicos de la Coordinación de Investigación del CENAPRED. Agradecemos especialmente la valiosa colaboración que recibimos del Dr. Alcocer.

CAPITULO 1

Prueba de clasificación por mallas, peso volumétrico, y tasa real volumétrica por forma granular de agregados

por
Kenzou Kishi

1. Introducción

Las pruebas presentadas a continuación, (clasificación por mallas peso volumétrico unitario y tasa real volumétrica por forma granular), no son para conocer la calidad del material del agregado, sino para determinar las características del agregado relacionadas con la trabajabilidad del concreto premezclado.

Estas características pueden ser mejoradas al controlar la finura de los agregados por trituración, por lo que son consideradas como uno de los principales parámetros para el control de calidad en las plantas. Por otra parte, estas características tienen una relación estrecha con el volumen unitario de agua y de agregados gruesos en la dosificación del concreto, y son factores muy importantes para elaborar concretos de buena calidad.

2. Prueba de clasificación por mallas

2.1 *Objetivo de la prueba*

La prueba de clasificación por mallas se realiza para saber la distribución de los tamaños del agregado (distribución granulométrica) y los tamaños de los granos más grandes. Cuando la distribución se inclina hacia tamaños grandes se tiende a producir la separación u oquedades, presentando un mal aspecto en el acabado. Si la distribución se inclina hacia tamaños pequeños, la calidad del concreto "cacarizo" se deteriora porque contiene excesiva agua por volumen unitario. Por lo tanto, el JIS (Japan Industrial Standards), el Colegio de Ingenieros Civiles y el Colegio de Arquitectos definen el módulo de finura del agregado, para que se utilicen agregados cuya distribución granulométrica esté dentro de un cierto límite. Mientras más grande sea el tamaño máximo de los granos, se puede reducir la cantidad de agua por volumen unitario; sin embargo, los tamaños de los granos tienen cierto límite dependiendo del colado del concreto.

El tamaño máximo de los agregados gruesos se define por la abertura mínima de mallas por las que pasa más de un 90% de la masa de estos agregados.

2.2 *Puntos de observación*

Los resultados de la prueba se expresan por el porcentaje del agregado que pasa por ciertas mallas, por la curva de distribución granulométrica, por el módulo de finura, etc. Un material se considera apropiado cuando su distribución granulométrica está dentro de los criterios de evaluación, y no apropiado cuando está fuera de éstos. La finura del agregado se puede modificar mediante control granulométrico o la forma de trituración, por lo que es necesario realizar periódicamente esta prueba para fines de control interno.

2.3 Método de prueba

Es necesario, en primer lugar, conseguir muestras representativas. Generalmente, las muestras se obtienen del material colocado a la intemperie, del material que pasa por el transportador o del que se encuentra en la tolva. Es necesario muestrear con cuidado, ya que la distribución y el flujo del material cambia dependiendo del tamaño de los granos. Cuando se realiza la clasificación por mallas, es muy importante controlar las mallas utilizadas. No se pueden hacer pruebas precisas utilizando mallas con aberturas disparrajas; hay que eliminar el material atrapado entre las mallas, que puede ser detectado revisando el peso de ellas antes y después de la prueba. (Ver cuadro 1 al cuadro 11).

Cuadro 1

1.	Nombre de la prueba	Clasificación por mallas.										
2.	Objetivo de la prueba	Conocer la distribución granulométrica del agregado para obtener los valores necesarios para dosificación del concreto.										
3.	Muestras	<p>1) Tipos: agregados finos y gruesos que se utilizan para elaborar concreto (arena y gravas de río, arena triturada, grava, agregados ligeros, etc).</p> <p>2) Medidas: de unos 100mm a unos 0.15 mm.</p> <p>3) Cantidad:</p> <p>Agregado fino: el que pasa por una malla de 1.2 mm en más de un 95% (en peso)----100 g</p> <p>el que queda en una malla de 1.2 mm en más de un 5% (en peso) -----500 g.</p> <p>Agregado grueso: tamaño granular máximo alrededor de</p> <table data-bbox="618 1182 1047 1340"> <tr> <td>10 mm -----1 kg</td> <td>50 mm -----20 kg</td> </tr> <tr> <td>15mm ----- 2.5 kg</td> <td>60 mm -----25 kg</td> </tr> <tr> <td>20 mm -----5 kg</td> <td>80 mm -----30 kg</td> </tr> <tr> <td>25 mm -----10 kg</td> <td>100 mm-----35 kg</td> </tr> <tr> <td>40 mm -----15 kg</td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Nota: Cuando se trata de agregado fino, se utiliza la mitad de las cantidades arriba mencionadas.</i></p>	10 mm -----1 kg	50 mm -----20 kg	15mm ----- 2.5 kg	60 mm -----25 kg	20 mm -----5 kg	80 mm -----30 kg	25 mm -----10 kg	100 mm-----35 kg	40 mm -----15 kg	
10 mm -----1 kg	50 mm -----20 kg											
15mm ----- 2.5 kg	60 mm -----25 kg											
20 mm -----5 kg	80 mm -----30 kg											
25 mm -----10 kg	100 mm-----35 kg											
40 mm -----15 kg												
4. Método de prueba	Resumen	Se pasan por mallas las muestras secadas a 100-110°C hasta obtener los pesos especificados, para calcular la distribución granulométrica y el módulo de finura.										
	Normas aplicables	JIS A 1102 (Método de clasificación por mallas del agregado).										
	Instrumentos de prueba y dispositivos de medición	Báscula: con una precisión mayor al 0.1% del peso de las muestras (ver pesos especificados).										

4. Método de prueba	Instrumento de prueba y dispositivos de material	Mallas: de 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 80 y 100 mm.
	Condiciones en el momento de la prueba	Las muestras deben estar secas.
	Detalles de la prueba	<p>1. Se toman muestras representativas, que se dividen y se reducen hasta la cantidad especificada (ver inciso 3, muestras) por método de cuarteo o por separador de muestras. Posteriormente se secan a 100-110 EC hasta que registren pesos constantes.</p> <p>2. Se pasa por una combinación de mallas que estén de acuerdo con el propósito de la prueba de clasificación por mallas del agregado.</p> <p>3. La clasificación se realiza aplicándole al cedazo movimientos verticales y horizontales, meciendo la muestra en forma tal que se mueva constante y equitativamente por la superficie de la malla. Esta maniobra se realiza hasta que la cantidad que pasa por la malla en un minuto sea no más de 1% de la cantidad que queda en el tamiz.</p> <p>Cuando se utiliza alguna máquina para la clasificación, al final se hace la maniobra manualmente para constatar que la cantidad que pasa en un minuto por las mallas sea menor a la arriba mencionada.</p> <p>4. El agregado que queda entre las mallas debe ser empujado cuidadosamente hacia adentro del cedazo para que no se rompa, y se considera como material que no pasó por la malla.</p> <p>5. Después del tamizado, se mide el peso de la muestra que quedó en cada una de las mallas.</p> <p>6. Se hace el cálculo de acuerdo con la siguiente fórmula:</p> $\text{Porcentaje del agregado que queda en una serie de mallas con aberturas graduadas} = \frac{\text{Peso del agregado que queda en cada una de las mallas}}{\text{Peso total de la muestra.}} \times 100$ <p>Porcentaje del agregado que queda en cada una de las mallas=Suma de porcentajes del agregado que quedó en la serie de mallas con aberturas más grandes</p>

5. Método de evaluación	Detalles de prueba	<p>Porcentaje del material que pasa por cada una de las mallas= 100 – Porcentaje del agregado que queda en cada una de las mallas</p> <p>Módulo de finura= Suma de porcentajes del agregado que queda en cada una de las mallas abajo mencionadas</p> <p>Apertura de las mallas: 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5, 10, 20, 40 y 80 mm</p>
	Normas aplicables	JIS A 5002 (agregado fino para concreto de uso estructural), JIS A 5005 (grava para concreto), JASS 5 (normas del Colegio de Ingenieros Civiles), JIS A 5004 (arena triturada para concreto), JIS A 5308 (concreto premezclado).
	Criterio de juicio	<p>(1) JIS A 5002: cuadro 2 y 3 (4) JIS A 5308: cuadro 6 - 8</p> <p>(2) JIS A 5004: cuadro 4 (5) JASS 5: cuadro 9</p> <p>(3) JIS A 5005: cuadro 5 (6) Normas de CIC: cuadro 10 y 11</p>
6.	Expresión de los resultados	Los porcentajes del agregado que queda en una serie de mallas con aberturas graduadas, del agregado que queda en cada una de las mallas, y del agregado que pasa por cada una de las mallas se expresan en números enteros. El módulo de finura se expresa con tres cifras significativas.

Cuadro 2
JIS A 5002 Rango de finura del agregado fino ligero para concreto de uso estructural (en por ciento)

Tipo de agregado	Medida nominal de la malla(mm)							porcentaje perdido o en prueba de lavado
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
Agregado fino artificial	100	90-100	75-100	50-90	25-65	15-40	5-20	0-10
Agregado fino natural y de subproducto	100	90-100	-	-	-	15-40	-	0-10

Cuadro 3
JIS A 5002 Rango de finura del agregado grueso ligero
para concreto de uso estructural (en por ciento)

Tipo de agregado	Medida del agregado (mm)	Medida nominal de las mallas(mm)				
		25	20	15	10	5
Agregado ligero artificial	20 - 5	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10
	15 - 5	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15
Agregado ligero natural y de subproducto	20 - 5	100	90 - 100	-	20 - 75	0 - 15

Cuadro 4
JIS A 5004 Rango de finura de la arena trituraada para concreto

Medidas nominales de la malla (mm)	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
Porcentaje de la masa que pasa por la malla(%)	100	100 - 90	100 - 80	90 - 50	65 - 25	35 - 10	15 - 2

Cuadro 5
JIS A 5005 Rango de finura de la grava para concreto

Medidas nominales de la malla Rango del tamaño de los granos (mm)			% de la masa que pasa por la malla										
			100	80	60	50	40	25	20	15	10	5	2.5
Grava	5005	50 - 5	-	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0 - 5	-
	4005	40 - 5	-	-	-	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
	2505	25 - 5	-	-	-	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
	2005	20 - 5	-	-	-	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
	1505	15 - 5	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 15
	8040	80 - 40	100	90 - 100	45 - 70	-	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-
	6040	60 - 40	-	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-
	5025	50 - 25	-	-	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-
	4020	40 - 20	-	-	-	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	-	0 - 5	-	-

Cuadro 6
JIS A 5308 Rango de finura del agregado fino
para obras de ingeniería civil

Medida nominal de la malla (mm)	Porcentaje de la masa que pasa por la malla	Medida nominal de la malla (mm)	Porcentaje de la masa que pasa por la malla
10	100	0.6	25 - 65
5	90 - 100	0.3	10 - 35
2.5	80 - 100	0.15	2 - 10
1.2	50 - 90	-	-

Cuadro 7
JIS A 5308 Rango de finura del agregado grueso
para obras de ingeniería civil

Medida nominal de la malla Tamaño del agregado grueso (mm)	Porcentaje de la masa que pasa por la malla								
	50	40	30	25	20	15	10	5	2.5
40 - 5	100	95 - 100	-	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
25 - 5	-	-	100	95 - 100	-	30 - 70	-	0 - 10	0 - 5
20 - 5	-	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5

Cuadro 8
JIS A 5308 Rango de finura del agregado normal para construcción

Medida nominal de la malla (mm)		Porcentaje de la masa que pasa por la malla												
		50	40	30	25	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
Tipo de agregado														
Agregado fino		-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	80 - 100	50 - 90	25 - 65	10 - 35	2 - 10
Agregado grueso	Máximo	40	100	95 - 100	-	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-	-	-	-
		25	-	-	100	90 - 100	60 - 90	-	20 - 50	0 - 10	0 - 5	-	-	-
		20	-	-	-	100	90 - 100	(55 - 88)	20 - 55	0 - 10	0 - 5	-	-	-

Nota: Las cifras entre paréntesis () son de referencia

Cuadro 9
JASS 5 Rango de finura de la grava y de la arena.

Medida nominal de la malla (mm)	Categoría de especificación del material	Medida máxima (mm)	Tipo	Porcentaje en peso del material que pasa por la malla											
				50	40	30	25	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3
Grava	40	I	100	95 - 100	-	-	40 - 65	-	10 - 30	0 - 5	-	-	-	-	-
		II	100	95 - 100	-	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-	-	-	-	-
		III	100	90 - 100	-	-	25 - 75	-	5 - 40	0 - 10	-	-	-	-	-
	25	I	-	-	100	95 - 100	65 - 85	-	25 - 45	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-
		II	-	-	100	90 - 100	60 - 90	-	20 - 50	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-
		III	-	-	100	90 - 100	50 - 90	-	10 - 60	0 - 15	-	-	-	-	-
	20	I	-	-	-	100	90 - 100	(55 - 80)	25 - 50	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-
		II	-	-	-	100	90 - 100	(55 - 80)	20 - 55	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-
		III	-	-	-	100	90 - 100	(40 - 85)	10 - 60	0 - 15	-	-	-	-	-
Arena	I	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	80 - 100	55 - 85	30 - 55	15 - 30	2 - 10	
	II	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	80 - 100	50 - 90	25 - 65	10 - 35	2 - 10	
	III	-	-	-	-	-	-	100	-	-	30 - 100	20 - 70	-	0 - 20	

Nota: Las cifras entre paréntesis () son de referencia.

Cuadro 10
Rango de finura del agregado fino de acuerdo con las normas del Colegio de Ingenieros Civiles

Medida nominal de la malla (mm)	Porcentaje en peso del material que pasa por la malla	Medida nominal de la malla (mm)	Porcentaje en peso del material que pasa por la malla
10	100	0.6	25 - 65
5	90 - 100	0.3	10 - 35
2.5	80 - 100	0.15	2 - 10
1.2	50 - 90	-	-

Cuadro 11
Rango de finura del agregado grueso de acuerdo
con las normas del Colegio de Ingenieros Civiles

Medida nominal de la malla (mm) Tamaño del agregado grueso (mm)	Porcentaje en peso del material que pasa por la malla											
	100	80	60	50	40	30	25	20	15	10	5	2.5
50 - 5	-	-	100	95 - 100	-	-	35 - 70	-	10 - 35	-	0 - 5	-
40 - 5	-	-	-	100	95 - 100	-	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
30 - 5	-	-	-	-	100	95 - 100	-	40 - 75	-	10 - 35	0 - 10	0 - 5
25 - 5	-	-	-	-	-	100	95 - 100	-	30 - 70	-	0 - 10	0 - 5
20 - 5	-	-	-	-	-	-	100	95 - 00	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
15 - 5	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5
10 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	0 - 40	0 - 10
80 - 40	100	90 - 100	45 - 70	-	0 - 15	-	-	0 - 5	-	-	-	-
60 - 40	-	100	90 - 100	35 - 70	0 - 15	-	-	0 - 5	-	-	-	-
50 - 25	-	-	100	90 - 100	35 - 70	-	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-
40 - 20	-	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 15	-	0 - 5	-	-
30 - 15	-	-	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 15	0 - 10	-	-

3. Prueba del peso volumétrico unitario y de la tasa real volumétrica por forma granular

3.1 Objetivo de la prueba

La prueba del peso volumétrico se hace para determinar el peso (la masa) del agregado que puede ser contenido en un cierto volumen. La relación volumétrica se obtiene dividiendo el peso volumétrico entre el peso específico máximo (peso volumétrico seco absoluto), y expresa, en porcentaje, la masa máxima del agregado que puede ser contenido en un volumen. Para saber si la forma de los granos del agregado es apropiada o no, se uniforma la finura del agregado y se saca el peso volumétrico del agregado, y con esto se calcula relación volumétrica correspondiente, para obtener la relación volumétrica por forma granular.

El concreto se compone de agregados cemento, agua y aire. Imagínese que se coloca primero el agregado en un recipiente con una cierta capacidad, y se cubre (o rellena) el espacio restante con la pasta de cemento. Si la relación volumétrica del agregado es pequeña, se hace grande el espacio restante y se requiere de una mayor cantidad de pasta de cemento para rellenarlo. Consecuentemente, es un factor importante utilizar agregados que tengan formas granulares apropiadas y que tengan una alta relación volumétrica para lograr concretos de buena calidad.

3.2 Puntos de observación

Los puntos que tienen que observarse con cuidado respecto a los resultados de la prueba son los siguientes: mientras más alto sea el valor de la relación volumétrica por forma granular, se piensa que son mejores las formas granulares que tiene un agrega-

do. Se utiliza el criterio de que un agregado es aprobado cuando tiene el valor de la relación volumétrica superior a la norma establecida, y en caso contrario, no es aprobado. El peso volumétrico se incrementa a medida que aumentan el peso específico y el tamaño granular máximo. Ahora, el peso específico se determina por la calidad del material y el tamaño granular máximo, por las medidas del espacio o de la pieza a que se destina el concreto, y que no son modificables. Sin embargo, cuando la distribución granulométrica del agregado es adecuada, el peso volumétrico unitario aumenta; cuando las formas granulares son buenas (no muy angulosas o planas, sino redondas) también. Por lo tanto, el peso volumétrico unitario se puede cambiar con relativa facilidad dentro de cierto rango, regulando la finura de los granos (cambiando el método de trituración).

3.3 Método de prueba

Hay que tener cuidado con la capacidad volumétrica del recipiente que se utiliza. Se debe determinar su capacidad con precisión llenándolo de agua, pero es necesario revisarla periódicamente, ya que se puede deformar a causa de manejo poco cuidadoso. También es necesario que la persona que haga la prueba ejercite muchas veces la maniobra de llenado del recipiente, para que el llenado sea siempre homogéneo. Las muestras que se utilizan deben contener siempre menos del 1% de humedad. Por otra parte, la relación volumétrica se mide en estado de seco absoluto (Cuadro 12).

Cuadro 12

1. Nombre de la prueba	Peso volumétrico unitario y tasa real volumétrica por forma granular del agregado.	
2. Objetivo de la prueba	Conocer el peso volumétrico unitario del agregado y calcular la relación volumétrica para obtener otros valores necesarios para la dosificación del concreto.	
3. Especímenes	<p>1) Tipo: agregados finos y gruesos que se utilizan para la elaboración de concreto (arena de río, grava de río, arena triturada, balastro de piedra, agregado ligero, etc).</p> <p>2) Medidas: de 100 mm a 0.15 mm aproximadamente.</p> <p>3) Cantidad:</p> <p>agregado cuyo tamaño máximo es menor a 10 mm más de 4 litros mayor a 10 mm y menor a 40 mm más de 20 litros mayor a 40 mm más de 60 litros</p>	
4. Método de prueba	Resumen	Determinar la masa por volumen unitario de la muestra secada al aire o en estado de sequedad absoluta y calcular su tasa real volumétrica.
	Normas aplicables	JIS A 1104 (método de prueba del peso unitario volumétrico y de la tasa real volumétrica del agregado).

4. Método de prueba	Instrumentos de la prueba y dispositivos de medición	<p>Báscula: con una precisión mayor al 0.2% del peso de la muestra.</p> <p>Recipiente: cilindros metálicos maquinados en su cara interior, impermeables y suficientemente sólidos. Con capacidades aproximadas de 2, 10 y 30 litros.</p> <p>Varilla compactadora: una varilla de acero de 16 mm de diámetro y 50 cm de largo, con la punta redondeada (o de bala).</p>
	Condiciones en el momento de la prueba	La muestra debe estar secada al aire o en estado de sequedad absoluta.
	Detalles del método	<p>1. Se recolectan muestras representativas, se dividen y se reducen por el método de cuarteo o con distribuidor de muestras para que queden en las cantidades señaladas. Estas cantidades se dividen en dos a su vez, cada una de estas porciones se utiliza como muestra en la prueba.</p> <p>2. Las muestras se depositan en el recipiente como se describe a continuación:</p> <p>a. En el caso del agregado normal con el tamaño máximo menor a 40 mm, se coloca el material hasta un tercio de la altura del recipiente, se aplana la superficie con los dedos, y se golpea con la varilla compactadora 25 veces de manera uniforme. Luego se agrega material hasta llegar a un nivel de dos tercios de la altura del recipiente, golpeado 25 veces con la varilla de la misma manera. Finalmente, se coloca el agregado hasta que se desborde del recipiente, golpeando igualmente 25 veces.</p> <p>b. Cuando se trata del agregado cuyo grano máximo tenga un tamaño mayor a 40 mm o del agregado ligero, se coloca el recipiente sobre un piso sólido y horizontal, depositando la muestra en tres capas iguales. Después de depositar cada una de las capas, hay que levantar un lado del recipiente unos 5 cm dejándolo caer enseguida, para que el fondo del recipiente golpee el piso. Se hace la misma maniobra con el otro lado del recipiente. Esta maniobra se repite 25 veces por lado totalizando 50 veces de caída por capa entre los dos lados.</p> <p>3. Se aplana el agregado de la siguiente forma:</p> <p>a. El agregado fino se aplana reduciendo la cantidad sobrante de la muestra con la varilla compactadora, utilizándola como una regla.</p> <p>b. El agregado grueso se aplana con una regla o con los dedos, tratando de igualar el volumen de los granos que</p>

4. Método de prueba	<p>Detalles del método</p>	<p>salgan del nivel superior del recipiente con el volumen de los huecos que queden por debajo del nivel.</p> <p>4. Medir la masa de la muestra que queda en el recipiente.</p> <p>5. Para sacar la tasa real volumétrica por forma granular, se hacen las maniobras que se enumeran entre 2 y 4, utilizando las muestras compuestas de la siguiente forma:</p> <table border="1" data-bbox="501 401 1065 515"> <tr> <td>Arena triturada</td> <td>2.5 - 1.2 mm</td> <td>Aprox. 8 kilos</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grava de piedra</td> <td>20 - 10 mm</td> <td>24 kilos</td> </tr> <tr> <td>10 - 5 mm</td> <td>16 kilos</td> </tr> </table> <p>6. Medir el peso específico, el factor de absorción y el contenido de agua de la muestra (de acuerdo con las normas JIS al respecto). Cuando la muestra se encuentra en estado de sequedad absoluta, se puede eliminar la medición del contenido de agua.</p> <p>7. En este cálculo, se utilizan las siguientes fórmulas:</p> $\text{Peso volumétrico unitario (kg/l)} = \frac{\text{Peso de la muestra en el recipiente (kg)}}{\text{Capacidad del recipiente (l)}} \times \frac{\text{La masa después del secado de la muestra para medir el contenido de agua(g)}}{\text{La masa de la misma muestra antes del}}$ $\text{Tasa real volumétrica (\%)} = \frac{\text{Peso volumétrico unitario (kg/l)}}{\text{Peso específico con secado superficial (kg/l)}} \times \{100 + \text{factor de absorción (\%)}\}$ <p>8. Las pruebas se hacen dos veces con las muestras recolectadas al mismo tiempo; se saca el promedio de los resultados.</p>	Arena triturada	2.5 - 1.2 mm	Aprox. 8 kilos	Grava de piedra	20 - 10 mm	24 kilos	10 - 5 mm	16 kilos
Arena triturada	2.5 - 1.2 mm	Aprox. 8 kilos								
Grava de piedra	20 - 10 mm	24 kilos								
	10 - 5 mm	16 kilos								
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p>	<p>JIS A 5004 (arena triturada para elaborar concreto)</p> <p>JIS A 5005 (grava para elaborar concreto)</p> <p>Las dos normas están expresadas en la relación volumétrica por forma granular.</p>								
	<p>Criterios de evaluación</p>	<p>1) Arena triturada: tasa real volumétrica por forma granular de más del 53%.</p> <p>2) Grava: más del 55%.</p>								

<p>6. Expresión de resultados</p>	<p>Redondear en tres cifras efectivas el peso volumétrico unitario, la tasa real volumétrica, el peso específico y el factor de absorción.</p> <p>Cuando las pruebas se hacen en estado seco al aire, el factor de absorción debe expresarse hasta el segundo decimal.</p>
-----------------------------------	--

CAPITULO 2

Prueba de lavado de agregados y prueba de salinidad de agregados finos

por
Kouji Mano

1. Introducción

Las pruebas de lavado y de salinidad de agregados que se presentan en este texto son pruebas muy importantes, ya que se trata de conceptos que influyen grandemente sobre la durabilidad del concreto, por lo tanto, son pruebas indispensables para lograr un concreto de alta calidad. Estas pruebas generalmente se realizan para evaluar la calidad de los agregados mismos, también como un parámetro de control de calidad de los agregados. El material descalificado en estas pruebas, puede ser mejorado en su calidad por medio de lavados o mezclándolo con agregados lavados con bajo contenido de arcilla y salinidad, para utilizarlo como material para la elaboración del concreto.

2. Prueba de lavado

2.1 *Objetivo de la prueba*

Cuando un agregado contiene una gran cantidad de granos muy finos, como arcilla, limo o greda, aumenta el contenido de agua en el concreto, lo cual puede afectar su resistencia y su durabilidad, o provocar fisuras por el aumento de la contracción por secado. Por lo tanto, es necesario determinar los contenidos de arcilla, limo y greda en los agregados que se utilizan para la elaboración del concreto; la prueba de lavado se realiza para este fin. Generalmente, las partículas de arcilla tienen un tamaño igual o menor a 0.002 mm, y las de limo tienen una dimensión que va de 0.062 a 0.004 mm; la prueba consiste en determinar partículas superfinas que pasan por la malla de 0.074 mm.

2.2 *Puntos de cuidado, puntos de observación*

Los resultados de la prueba se comparan con los criterios señalados en el cuadro 1. Si los valores medidos son inferiores a los criterios, la muestra se considera aceptable, si los valores medidos son superiores, la muestra se califica como inaceptable. Los agregados calificados como inaceptables no se deben utilizar sin que se tomen medidas correctivas. Por otra parte, los criterios son diferentes según el método y lugar de aplicación del concreto, por lo que los resultados de la prueba deben compararse con los criterios establecidos según el método y lugar de aplicación del caso. Cuando se aplica la prueba de lavado a grava o arena triturada, los valores de criterio difieren si el material que se pierde por lavado es, o no, polvo de roca.

Cuando un agregado es descalificado, no se puede utilizar tal como está, pero es utilizable si se toman las medidas ya mencionadas para reducir partículas finas iguales o menores a 0.074 mm.

Uno de los puntos que hay que cuidar en la prueba es no dejar que se dispersen las partículas finas contenidas en la muestra en el momento de la reducción y división (por el método de cuarteo o con un divisor), y recolectar una muestra homogénea. Para este fin, se recomienda que la muestra tenga un poco de agua en la superficie en el momento de la división. También es necesario tener cuidado para que las partículas finas iguales o menores a 0.074 mm, no salgan del recipiente en el lavado, o que no caigan fuera de la malla cuando se le vierte agua encima. Cuando se prueban agregados gruesos, hay que utilizar una malla de 1.2 mm superpuesta a la malla de 0.074 mm, para evitar que la malla de 0.074 mm se dañe por estar en contacto directo con el material grueso. La muestra que quede en la malla de 1.2 mm no hay que tirarla por equivocación.

3. Prueba de salinidad

3.1 Objetivo de la prueba

En los años recientes, la reducción de durabilidad del concreto originada por la corrosión del acero se ha convertido en un gran problema. Las causas son variadas, pero una de ellas es el uso de arena de playa en la elaboración del concreto. Por lo general, el acero en el concreto es difícil que se corroa, ya que su superficie se protege por una película pasiva formada por la reacción con el contenido alcalino del cemento.

Sin embargo, la arena de playa tiene adheridos iones de cloruro, y estos iones destruyen localmente la película pasiva, perforan la superficie y provocan la corrosión del acero. La arena de playa es comúnmente utilizada como agregado para la elaboración del concreto en las regiones al oeste de Kansai (Japón). Para proteger el acero de la corrosión y asegurar la durabilidad del concreto armado, es necesario controlar la salinidad adherida a la arena de playa; la prueba de salinidad se realiza para determinar su volumen.

3.2 Puntos de observación, puntos de cuidado

En la prueba de salinidad, hay que observar, igual que en el caso de la prueba de lavado, que los resultados se comparen con los valores de determinación establecidos según el objetivo de utilización del concreto, ya que los valores son diferentes de acuerdo con el lugar de aplicación y las especificaciones del concreto.

Los iones de cloruro están adheridos no sólo a la arena de playa sino también a arenas de río de suelos cercanos a la desembocadura al mar (algunas partes de la tierra estaban debajo del mar en épocas antiguas). Por otra parte, es necesario tener suficiente cuidado, ya que los agregados ligeros también pueden contener iones de cloruro.

Al realizar la prueba, no hay que utilizar agua de llave para lavar instrumentos o para disolver los iones de cloruro contenidos en los agregados; siempre debe utilizarse agua purificada para evitar que se detecten iones existentes en el agua de llave como resultado. En el momento del secado, los iones de cloruro se pegan al recipiente, por lo que se debe colocar la muestra directamente en el mismo frasco que se utiliza para disolver los cloruros, para ponerla a secar allí mismo. La reacción entre nitrato de plata y ácido crómico ocurre en el estado neutral o en el área ácida, y el volumen de reacción puede variar según la temperatura. Por lo tanto, es importante realizar este proce-

dimiento siempre bajo las mismas condiciones. También es necesario realizar una prueba en blanco del agua utilizada. Para la titulación es conveniente tener cierta habilidad, por lo que se recomienda que la realice una persona experimentada.

La salinidad de los agregados se puede eliminar con relativa facilidad si se lavan con agua dulce, como se puede ver en la prueba de lavado. Los agregados que presenten mayor salinidad que el valor de la norma establecida, pueden ser utilizados eliminándoles la sal hasta que queden dentro del valor establecido, o mezclándolos con otros agregados que contengan poca salinidad.

Cuando se utilizan agregados que señalen una alta salinidad en el concreto, a veces se tienen que tomar algunas medidas para neutralizar los efectos negativos, como aumentar el recubrimiento del concreto que cubre las varillas de refuerzo o utilizar aditivos anticorrosivos.

Cuadro 1

1.	Nombre de la prueba	Prueba de lavado de agregados.
2.	Objetivo de la prueba	Conocer el volumen de partículas finas que contienen agregados utilizados para la elaboración de concreto.
3.	Muestra	<p>1) Agregados finos ----- 1,000 g.</p> <p>2) Agregados gruesos con tamaños máximos de alrededor de 10 mm ----- 2 kg.</p> <p>3) Agregados gruesos con tamaños máximos de alrededor de 20 mm ----- 5 kg.</p> <p>4) Agregados gruesos con tamaños máximos de alrededor de 40 mm o más -----10 kg.</p>
4. Método de prueba	Resumen	Conocer el volumen total de partículas finas (arcilla, limo) que contiene el agregado para determinar si es apto o no para la elaboración del concreto.
	Norma aplicable	JIS A 1103 (Método de la prueba de lavado).
	Instrumentos para la prueba	<p>1) Balanza o báscula: con precisión igual o mayor al 0.1% del peso de la muestra.</p> <p>2) Mallas: de 74 μm y de 1190 μm determinadas en JIS Z 8801.</p> <p>3) Recipiente: suficientemente grande para que la muestra no salte fuera cuando se lava violentamente con agua.</p>
	Detalles del método	1) La muestra se seca a una temperatura de 100 - 110°C hasta que llegue al peso constante; se divide en dos por el divisor de muestra. Para una prueba se utiliza la mitad.

4. Método de prueba	<p>Detalles del método</p>	<p>2) Se mide el peso de la muestra (W d₁) con precisión de hasta un 0.1%.</p> <p>3) Se mete la muestra en el recipiente, se le agrega agua hasta que la muestra quede cubierta. Se mezcla la muestra violentamente con el agua, para que las partículas finas se separen de las partículas gruesas y queden suspendidas en el agua.</p> <p>El agua de lavado se vierte inmediatamente sobre las dos mallas superpuestas, la de 1.2 mm sobre la de 0.074 mm, evitando, hasta donde sea posible, que las partículas grandes salgan del recipiente.</p> <p>4) Se vuelve a agregar agua a la muestra en el recipiente, se mezcla y se vierte el agua de lavado sobre las dos mallas superpuestas. Se repite esta maniobra hasta que el agua de lavado se haga transparente.</p> <p>5) Las partículas que quedaron sobre las dos mallas superpuestas se regresan al recipiente.</p> <p>La muestra se seca a una temperatura de 100-100°C, hasta llegar al peso constante, y se mide con precisión de hasta un 0.1% (W d₂).</p> <p>6) Cálculo del resultado:</p> <p>Se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula, y el resultado se redondea en dos dígitos significativos.</p> $A = \frac{W_{d1} - W_{d2}}{W_{d1}} \times 100$ <p>A: Porcentaje de la masa que pasa por la malla de 0.074 mm</p>
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables:</p>	<p>JIS A 5004 (Arena triturada para la elaboración del concreto).</p> <p>JIS A 5308 (Concreto premezclado).</p> <p>JIS A 5005 (grava para la elaboración del concreto).</p> <p>Manual del Colegio de Ingenieros Civiles</p> <p>Colegio de Arquitectos de Japón (JASS 5)</p>

5. Método de evaluación Criterios de determinación		JIS A 5004	JIS A 5005	JIS A 5308		
	Agregados finos	7.0	-	Civil	Construc.	
				3.0(5.0) 5.0(7.0)	3.0	
	Agregados gruesos	-	1.0	1.0		
	Manual del Colegio de Ingenieros Civiles			JASS 5		
	No reforzado / Reforzado	Pavimentación	Presas	Clase I	Clase II	Clase III
	3.0(5.0) 5.0(7.0)	3.0(5.0)	3.0(5.0) 5.0(7.0)	2.0	3.0	5.0
	1.0(1.5)			Clases I y II 1.0(1.5)		
	<p><i>Los valores entre paréntesis () se dan cuando se pierde únicamente polvo de roca y no de arcilla ni limo en la prueba de lavado de arena y de grava.</i></p>					
	6. Expresión del resultado	Se redondea en dos dígitos significativos, según JIS Z 8401 (Método de redondeo de cifras).				

Cuadro 2

4. Método de prueba	1. Nombre de las pruebas	Prueba de salinidad de agregados normales; prueba de salinidad de agregados para la elaboración del concreto ligero de uso estructural.
	2. Objetivo de la prueba	Averiguar el contenido de sales en agregados.
	3. Muestras	1) Agregados normales 1,000 g 2) Agregados ligeros 500 g
	Resumen	Identificar el volumen de sales contenidas en los agregados utilizando el indicador de cromato de potasio y solución de nitrato de plata, para determinar su aptitud como agregados para la elaboración del concreto.
Normas aplicables	JASS 5T - 202 (Prueba de salinidad de los agregados normales). JIS A 5002 (Agregados para la elaboración del concreto ligero de uso estructural).	
Instrumentos para la prueba y reactivos	Frasco de boca ancha (1 litro), pipetas (1 ml y 5 ml), bureta (25 ml), matraz (300 ml) balanza (con capacidad de pesado de 2 kg y precisión de 1 g), indicador de cromato	

4. Método de prueba	Instrumentos para la prueba y reactivos	do de potasio (5W/V%), solución de nitrato de plata de N/10.
	Detalles de la prueba	<p>1) Se pesa 1,000 g de muestras (500 g en el caso de agregados ligeros), se mete en el frasco, se seca a una temperatura de 105 - 110°C hasta llegar al peso constante, y se mide el peso seco absoluto.</p> <p>2) Se agrega 500 ml de agua purificada a la muestra, se tapa el frasco y se deja reposar durante 24 h. Después de 24 h, se sacude el frasco colocándolo boca abajo, tres veces con un intervalo de 5 min, para extraer sales. Se deja reposar un rato, después del cual se saca 50 ml del líquido superior con una pipeta y se traslada a un matraz.</p> <p>3) Se le agrega 1 ml del indicador de cromato de potasio, y se hace la titulación con la solución de nitrato de plata de N/10. Se considera como el fin de la titulación cuando el color rojo no se extinga al mezclar el líquido con vibración, y se registra el consumo A (ml) de la solución de nitrato de plata de N/10.</p> <p>4) Por separado, se mide 50 ml de agua purificada, y se hace una prueba en blanco con el método mencionado en 3. Se registra el consumo B (ml) de la solución de nitrato de plata de N/10.</p> <p>5) Cálculo del resultado: La salinidad se expresa en porcentaje del peso, convertido en NaCl, de acuerdo con la siguiente fórmula:</p> $\text{Salinidad (convertida en NaCl)} = \frac{0.0058 * (A - B) * 10}{W} = 100(\%)$ <p>*Se utiliza el valor de 0.00584 en JIS A 5002.</p> <p>6) La prueba debe ser repetida más de dos veces y se toma como resultado el valor promedio.</p>
5.	Método de evaluación	Se señala en el cuadro 3.
6.	Expresión del resultado	Se redondea en el tercer decimal según JIS Z 8401.

Cuadro 3
Criterios de determinación de salinidad

Normas y especificaciones	Salinidad por especificación	Valor máximo permisible por indicación escrita	Consideraciones (Medidas de anticorrosión).
Comunicado del Ministerio de Construcción 759 (24-x-77)		Igual o menor al 0.2% en NaCl	Se establecen diferentes medidas por combinación de condiciones en dos casos: $0.04 < \text{NaCl} \leq 0.1$ y $0.1 < \text{NaCl} \leq 0.2$.
Colegio de Arquitectos de Japón (JASS 5). Especificación estándar para obras de concreto reforzado	Igual o menor al 0.1% en NaCl		Tomar medidas necesarias cuando el valor supera al 0.02%.
JIS A 5002 (Agregados para concreto ligero de uso estructural)		Agregados ligeros artificiales: $\leq 0.01\%$ Naturales y de subproducto: $\leq 0.01\%$	
JIS A 5308 (Concreto premezclado) Anexo agregado		Igual o menor al 0.1% en NaCl	En el caso de agregados destinados a la construcción, pedir el acuerdo del comprador si contienen más de 0.04%.
Colegio de Ingenieros Civiles. Manual de estándares de concreto	A juicio del ingeniero responsable		En la aplicación del valor de 0.1% como el nivel máximo permisible.
Corporación Pública de Vivienda y Ordenamiento Urbano. Especificaciones comunes para obras	Igual o menor al 0.04% de agregados en NaCl	Igual o menor al 0.1% en NaCl	Cuando supera al 0.04% (1) mantener relación agua-cemento < 55%, (2) revenimiento < 18cm, (3) utilizar aireante reductor de agua, (4) respetar rigurosamente el grosor del recubrimiento.

Corporación Pública de Carreteras. Especificaciones comunes para las obras de construcción	Igual o menor al 0.04% de agregados en NaCl		
Ministerio de Correos. Especificaciones estándares de obras de construcción	Igual o menor al 0.01% de agregados en NaCl	Igual o menor al 0.2% excepto Okinawa, donde se permite hasta 0.3%	Agregación de agentes anticorrosivos: (0.04-0.1% : 1 litro/m ³ igual o mayor al 0.1%: 3 litro/m ³).
Ministerio de Educación. Especificaciones estándares de obras de construcción	Igual o menor al 0.02% NaCl	Igual o menor al 0.1% NaCl	(1) Relación agua-cemento <55%, (2) revenimiento <18 cm, (3) aumentar un centímetro el grosor mínimo de recubrimiento
Agencia de Instalaciones para Defensa. Especificaciones comunes para obras de construcción	Igual o menor al 0.1% NaCl		Si no hay anotaciones específicas, a juicio del inspector de la obra.
Corporación Pública de Telégrafos. Especificaciones comunes para las instalaciones y edificios	Igual o menor al 0.1% de agregado en NaCl	Igual o menor al 0.3% en NaCl	Agregación de 3 litro/m ³ de agente anticorrosivo; revenimiento igual o menor a 18 cm.
Ministerio de Construcción. Especificaciones comunes para las obras de construcción.	Igual o menor al 0.04% NaCl	Igual o menor al 0.1% en NaCl	(1) Relación agua cemento igual o menor al 50%, (2) aumentar 1 cm el grosor mínimo del recubrimiento.

CAPITULO 3

Prueba de desgaste de agregados y prueba de estabilidad de agregados

por
Kenzou Kishi

1. Introducción

Las pruebas de desgaste y de estabilidad que se mencionan en este texto son pruebas que se realizan para conocer la calidad de los agregados para la elaboración de concretos que se utilizan bajo condiciones especiales o con objetivos especiales. Por lo tanto, estas pruebas no se ejecutan con tanta frecuencia como otras pruebas más comunes, como la prueba de peso específico o de factor de absorción, o de clasificación por mallas. Sin embargo, no por eso son menos importantes, ya que son conceptos estipulados en las normas JIS, para conocer la calidad de los agregados utilizados para el concreto premezclado y para otros concretos especiales.

2. Prueba de desgaste

2.1 *Objetivo de la prueba*

Los concretos que se usan para carreteras o para obras de protección se desgastan en la superficie de mortero por la abrasión de llantas y olas, y exponen los agregados gruesos paulatinamente. Después de este proceso, el volumen de desgaste posterior depende mucho de las propiedades que tienen los agregados gruesos mezclados en el concreto. Para conocer estas propiedades, se realiza esta prueba.

2.2 *Puntos de observación, puntos de cuidado*

Hay que observar si los resultados de la prueba están de acuerdo con los criterios de determinación señalados en el cuadro 1, y si los resultados no están de acuerdo con estos criterios, los agregados tienen que ser sustituidos. Si no se consiguen agregados que cumplan con los criterios establecidos, se tendrá que mejorar la resistencia al desgaste del concreto, para lo cual se requiere de una alta tecnología.

Como puntos de cuidado en la ejecución de la prueba, hay que mencionar los referentes a la muestra y los referentes al dispositivo. Cuando la muestra contiene una gran cantidad de granos planos o blandos, el volumen de desgaste aumenta, por lo que es muy importante observar cuidadosamente la muestra antes de realizar la prueba, previendo la necesidad de análisis y de identificación de causas del resultado. En cuanto al dispositivo, hay que tener cuidado en el cálculo de la masa total de bolas de acero, ya que sus masas no son uniformes y, por tanto, no es suficiente tener la cantidad establecida de bolas, ya que no siempre coincide con el método establecido en la masa total. Si existe una fisura entre el cuerpo principal del dispositivo y la tapa de entrada de la muestra, por esa fisura se dispersan partículas finas durante la rotación. Esto hace que el resultado sea incorrecto. Es necesario poner atención al orden de atornillado de la tapa, para que ésta quede fijamente cerrada.

3. Prueba de estabilidad

3.1 Objetivo de la prueba

El concreto, sometido al congelamiento y deshielo, presenta fisuras o el fenómeno de formación de laminillas que provoca la exfoliación en el estrato superficial. La resistencia al congelamiento del concreto se define principalmente por la pasta de cemento, pero los agregados también influyen en ella. En forma ideal, la resistencia al congelamiento de los agregados debe ser examinada como concreto ya aplicado y en uso, pero la prueba correspondiente es muy complicada. Por esta razón, en esta prueba de estabilidad se utilizan cristales de sulfato de sodio que presentan una presión similar a la de expansión por congelamiento, para simular la resistencia de agregados frente a los efectos negativos del congelamiento.

3.2 Puntos de observación, puntos de cuidado

Primero hay que observar si el resultado de la prueba está dentro de los criterios establecidos de determinación que aparecen en el cuadro 2. Si el resultado está fuera de los criterios, es necesario identificar las causas. El estado de destrucción de los agregados sometidos a la prueba de estabilidad se puede dividir en dos tipos: desintegración y desgarre. La desintegración se debe, mayoritariamente, a las características del material del agregado; se observa, generalmente, en los agregados ligeros de peso específico; reducido y factor de absorción grande y, sobre todo, en los agregados que absorben agua rápidamente. El desgarre se presenta muchas veces por causas que no tienen su origen en el material mismo, como las fisuras o grietas existentes en los agregados. Sobre todo, en el caso de los agregados producidos por la trituración, como grava, que son rocas trituradas, es necesario tener cuidado ya que las fisuras que se encuentran en los agregados provocan un resultado negativo en esta prueba.

Como se puede deducir de lo arriba mencionado, cuando la causa de un resultado no satisfactorio es la integración, que se origina en el material mismo, es necesario desechar los agregados y sustituirlos por otros, pero si la causa está en las fisuras ocasionadas por la trituración del material, a veces se puede modificar el resultado por el mejoramiento de los procesos de fabricación que reducen las fisuras en los agregados.

Con relación al dispositivo de la prueba, hay que aclarar que a los agregados ligeros artificiales no se puede aplicar este método, ya que el sulfato de sodio puede ser acumulado en los agregados y la masa de la muestra resulta ser mayor después de la prueba que antes.

La pérdida en masa de estabilidad se calcula por la diferencia entre la muestra que queda en la misma malla antes y después de la prueba. Aunque se trata de mallas del mismo número, si son dos mallas diferentes, la dimensión real de las mallas puede variar, y así afectar el resultado de la prueba. Consecuentemente, se recomienda utilizar la misma malla que se utilizó antes para la maniobra después de la misma. Cuando no se lleva a cabo con suficiente cuidado el proceso de clasificación de granos por mallas, se toma como material destruido en proceso de la prueba algo que no se ha destruido en este proceso. En este sentido, es muy importante hacer la clasificación de muestra por mallas con sumo cuidado.

Cuadro 1

1.	Nombre de la prueba	Prueba de desgaste de agregados.
2.	Objetivo de la prueba	Conocer la resistencia al desgaste de los agregados que se utilizan para la elaboración del concreto.
3.	Muestra	<p>(1) Tipo: gravas de río, grava, etc.</p> <p>(2) Medidas: 2.5 - 80mm (Existen clasificaciones granulométricas de A a G).</p> <p>(3) Masa: 5,000 g o 10,000 g.</p> <p>(4) Tratamiento previo: Se clasifica por mallas, se lava con agua y se seca a una temperatura de 100 - 110°C.</p>
4. Método de prueba	Resumen	Determinar si los agregados son aptos o no como material para concretos utilizados en lugares sujetos a desgaste, por medio del volumen de desgaste de los agregados mismos.
	Norma aplicable	JIS A 1121 (Método de desgaste de agregados gruesos por la Máquina de Los Angeles).
	Dispositivos de prueba, dispositivos de medición	Máquina de Los Angeles, mallas estándares, balanza o báscula.
	Condiciones en el momento de la prueba	Ninguna especial.
	Detalles de la prueba	<p>Preparación de la muestra: La muestra se clasifica según JIS A 1102 (método de la prueba de clasificación por mallas de agregados). El resultado se compara con la distribución granulométrica A - E señalada en el cuadro 1.1, y se escoge la distribución más cercana. Se prepara la masa de la muestra de acuerdo con la distribución granulométrica escogida, se lava con agua y se seca a una temperatura de 100 - 110°C.</p> <p>Método de prueba: Se mide la masa de la muestra W_1 correspondiente a la distribución granulométrica establecida, se coloca en la Máquina de Los Angeles junto con el número de bolas de acero que aparecen en el cuadro 1.2. Se cierra la tapa de la máquina. Se pone a funcionar la máquina y después del número establecido de vueltas, se saca la muestra y se clasifica con una malla de 1.7mm.</p> <p>Después se lava la muestra con agua, se seca a una temperatura de 100-110°C, se deja enfriar hasta la temperatura ambiental para medir la masa W_2. Cálculo del resultado: Se calcula el volumen de reducción R de acuerdo con la siguiente fórmula:</p>



Detalles de la prueba

$$R = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100 \%$$

Cuadro 1.1

Clasificación granulométrica	Rangos de diámetro cde partículas expresados en la dimención nominal de las mallas (mm)	Peso de la muestra (g)	Peso total de la muestra (g)
A	10 - 15	1,250 ± 10	5,000 ± 10
	15 - 20	1,250 ± 10	
	20 - 25	1,250 ± 25	
	25 - 40	1,250 ± 25	
B	15 - 20	2,500 ± 10	5,000 ± 10
	20 - 25	2,500 ± 10	
C	5 - 10	2,500 ± 10	5,000 ± 10
	10 - 15	2,500 ± 10	
D	2.5 - 5	5,000 ± 10	5,000 ± 10
E	40 - 50	5,000 ± 50	10,000 ± 100
	50 - 60	2,500 ± 50	
	60 - 80	2,500 ± 50	
F	25 - 40	5,000 ± 25	10,000 ± 75
	40 - 50	5,000 ± 25	
G	20 - 25	5,000 ± 25	10,000 ± 25
	25 - 40	5,000 ± 25	

Cuadro 1.2

Clasificación granulométrica	Número de bolas	Peso total e las bolas (g)
A	12	5,000 ± 25
B	11	4,580 ± 25
C	8	3,330 ± 20
D	6	2,500 ± 15
E	12	5,000 ± 25
F	12	5,000 ± 25
G	12	5,000 ± 25

Nota 1) En esta norma, el peso significa la masa.

Nota 2) Se combinan bolas de diámetro de 4.6cm, 4.68cm y 4.76cm para lograr los pesos especificados en el cuadro 1.1 Estas bolas son las bolas de acero especificadas en JIS B 1501 (Bolas de acero para cojinetes), 1 13/16, 1 27/32 y 1 7/8.

5. Método de evaluación	Normas aplicables	(1) JIS A 5005 (Grava para la elaboración del concreto). (2) JIS A 5308 (Concreto premezclado)
	Criterios de la determinación	(1) Igual o menor al 40%. (2) Igual o menor al 35% (únicamente para obras civiles).
6.	Expresión del resultado	Se expresa en porcentaje la diferencia entre la masa de la muestra antes de la prueba y la masa de la muestra que quedó en la malla de 1.7 mm después de la prueba, y se redondea al primer decimal.

Cuadro 2

1.	Nombre de la prueba	Prueba de estabilidad de agregados.
2.	Objetivo de la prueba	Se revisa la resistencia al congelamiento de agregados utilizados para la elaboración del concreto.
3.	Muestra	(1) Tipo: Agregados para concreto, excepto los agregados ligeros artificiales. (2) Medidas: 80mm - 0.3mm (3) Volumen: Agregados finos (menos de 10mm) : 2 kg Tamaño máximo alrededor de 10mm: 1 kg 15mm: 2.5kg 20mm: 5 kg 25mm: 10 kg 40mm: 15 kg 60mm: 25 kg 80mm: 30 kg <i>Nota: Cuando se trata de agregados ligeros, hay que considerar la mitad del volumen arriba mencionado.</i>
4. Método de prueba	Resumen	Los agregados se sumergen en una solución saturada de sulfato de sodio y luego se secan. Esta maniobra se repite cinco veces, después de lo cual se mide la pérdida en peso de los agregados, para calcular el valor porcentual del peso perdido.
	Norma aplicable	JIS A 1122 (Método de la prueba de estabilidad de agregados por sulfato de sodio).
	Dispositivos de la prueba, dispositivos de medición	Mallas: las que se utilizan en la prueba de clasificación por mallas. Canasta de malla metálica: de material resistente a la solución de la prueba, suficientemente tupida para que no

4. Método de prueba	Dispositivos de la prueba, dispositivos de medición	<p>salgan las partículas de la muestra y que permita que escurra bien el líquido.</p> <p>Balanza: Para agregados finos una balanza con capacidad de 500 g y sensibilidad igual o mayor a 0.1 g. Para agregados gruesos, una balanza con capacidad de 5 kg y sensibilidad igual o mayor a 1 g.</p> <p>Secador: con capacidad para mantener una temperatura de 100 - 110°C.</p>
	Condiciones en el momento de la prueba	<p>Solución para la prueba: solución saturada de sulfato de sodio. {A un litro de agua limpia a una temperatura de 25 a 30°C se le agrega unos 350 g de sulfato de sodio (anhidro) o unos 750 g de cristales de sulfato de sodio, se bate para que se mezcle bien y después se deja enfriar hasta 20°C.}</p> <p>Solución para revisar si existen remanentes de la solución de sulfato de sodio en los agregados: solución de cloruro de bario de 5 - 10%.</p>
	Detalles de la prueba	<p>Prueba de agregados finos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se recolecta una muestra representativa de unos 2 kg. 2) Se aplica la clasificación por mallas a una parte de la muestra, para conocer el porcentaje de cada tamaño de partículas. 3) El resto de la muestra se lava bien y se recolectan las partículas que quedan en la malla de 0.3mm. Estas partículas se secan a una temperatura de 100 - 110°C, hasta llegar al peso constante. Después se vuelven a pasar por una serie de mallas y se toma 100 g de cada rango superior a 0.3 mm. Se omiten los rangos que tienen una proporción menor al 5% en el procedimiento 2. 4) La muestra se coloca en la canasta de malla metálica y se sumerge en la solución de sulfato de sodio durante 16 - 18 h. La superficie de la solución debe quedar más de 15 mm por arriba de la superficie superior de la muestra. La temperatura de la solución debe mantenerse a $20 \pm 1^\circ\text{C}$. 5) La muestra se saca de la solución, se escurre y se seca en un secador durante 4 - 6 h. La temperatura del secador aumenta 40°C por h. 6) La muestra secada se deja enfriar hasta la temperatura ambiente. Se repiten cinco veces las maniobras 4 y 5.

Detalles de la prueba

- 7) La muestra que ha pasado cinco veces las maniobras arriba mencionadas se lava bien con agua limpia, hasta que no se presente el color blancuzco al agregarle la solución de cloruro de bario.
- 8) La muestra bien lavada se seca a una temperatura de 100 - 110°C hasta llegar al peso constante.
- 9) La muestra seca se pasa por la misma malla que se utilizó previamente a la prueba, y se mide el peso de la muestra que queda en ella.

Agregados gruesos:

- 1) Se recolecta la muestra representativa en las cantidades señaladas en el cuadro 2.1.
- 2) Se le aplica la prueba de clasificación por mallas igual que a los agregados finos para saber el porcentaje de cada rango de los tamaños.
- 3) Se le aplican los mismos procedimientos aplicados a los agregados finos y se recolectan las cantidades mencionadas en el cuadro 2.2. Se cuentan las partículas que tengan tamaños iguales o mayores a 20mm.
- 4)-8) Igual que en la prueba de agregados finos.
- 9) Se realizan las mismas maniobras que en el caso de los agregados finos. Las partículas iguales o mayores a 20 mm, deben ser observadas cuidadosamente en su estado de destrucción.

Calculo del resultado:

- 1) Se calcula el porcentaje de la pérdida de peso de la muestra de cada grupo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P_1 = \left(1 - \frac{W_2}{W_1} \right) \times 100$$

Donde P_1 : Porcentaje de la pérdida de peso de los agregados (%).

W_1 : Peso de la muestra antes de la prueba (g).

W_2 : Peso de la muestra después de la prueba (g).

4. Método de prueba	<p>Detalles de la prueba</p>	<p>2) El porcentaje de la pérdida de peso de los agregados es la suma total de los productos de la proporción porcentual de cada grupo de agregados y del porcentaje de la pérdida de peso de cada grupo. El grupo cuyo porcentaje de participación es igual o menor al 5%, se calcula con el valor promedio de los porcentajes de pérdida de peso de los dos grupos más cercanos. Cuando falta alguno de los dos valores, se toma como valor de ese grupo el porcentaje de pérdida de peso del grupo cuyo valor existe. Se estima como cero la pérdida de peso del grupo de tamaño igual o menor a 0.3 mm.</p> <p style="text-align: center;">Cuadro 2.1</p> <table border="1" data-bbox="564 620 1135 978"> <thead> <tr> <th>Tamaño máximo de los agregados (mm)</th> <th>Peso de la muestra recolectada (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>1</td></tr> <tr><td>15</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>20</td><td>5</td></tr> <tr><td>25</td><td>10</td></tr> <tr><td>40</td><td>15</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>30</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Cuadro 2.2</p> <table border="1" data-bbox="564 1064 1135 1456"> <thead> <tr> <th>Rango de diámetro máximo de las partículas clasificadas por la dimensión nominal de las mallas (mm)</th> <th>Peso mínimo de la muestra (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Pasan por 10 y quedan en 5</td><td>300</td></tr> <tr><td>Pasan por 15 y quedan en 10</td><td>500</td></tr> <tr><td>Pasan por 20 y quedan en 15</td><td>750</td></tr> <tr><td>Pasan por 25 y quedan en 20</td><td>1,000</td></tr> <tr><td>Pasan por 40 y quedan en 25</td><td>1,500</td></tr> <tr><td>Pasan por 60 y quedan en 40</td><td>3,000</td></tr> <tr><td>Pasan por 80 y quedan en 60</td><td>3,000</td></tr> </tbody> </table>	Tamaño máximo de los agregados (mm)	Peso de la muestra recolectada (kg)	10	1	15	2.5	20	5	25	10	40	15	60	25	80	30	Rango de diámetro máximo de las partículas clasificadas por la dimensión nominal de las mallas (mm)	Peso mínimo de la muestra (g)	Pasan por 10 y quedan en 5	300	Pasan por 15 y quedan en 10	500	Pasan por 20 y quedan en 15	750	Pasan por 25 y quedan en 20	1,000	Pasan por 40 y quedan en 25	1,500	Pasan por 60 y quedan en 40	3,000	Pasan por 80 y quedan en 60	3,000
Tamaño máximo de los agregados (mm)	Peso de la muestra recolectada (kg)																																	
10	1																																	
15	2.5																																	
20	5																																	
25	10																																	
40	15																																	
60	25																																	
80	30																																	
Rango de diámetro máximo de las partículas clasificadas por la dimensión nominal de las mallas (mm)	Peso mínimo de la muestra (g)																																	
Pasan por 10 y quedan en 5	300																																	
Pasan por 15 y quedan en 10	500																																	
Pasan por 20 y quedan en 15	750																																	
Pasan por 25 y quedan en 20	1,000																																	
Pasan por 40 y quedan en 25	1,500																																	
Pasan por 60 y quedan en 40	3,000																																	
Pasan por 80 y quedan en 60	3,000																																	
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p>	<p>JIS A 5002 (Agregados para el concreto ligero de uso estructural),</p> <p>JIS A 5004 (Arena triturada para la elaboración del concreto),</p> <p>JIS A 5005 (grava para la elaboración del concreto),</p>																																

5. Método de evaluación	Normas aplicables	JIS A 5308 (Concreto premezclado).																	
	Criterios de determinación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>JIS A 5002</th> <th>JIS A 5004</th> <th>JIS A 5005</th> <th>JIS A 5308</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>≤2%</td> <td>≤10%</td> <td>————</td> <td rowspan="2">Se siguen los criterios de las otras normas JIS</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>normales y subproducto</td> <td>————</td> <td>≤12%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	JIS A 5002	JIS A 5004	JIS A 5005	JIS A 5308	Agregado fino	≤2%	≤10%	————	Se siguen los criterios de las otras normas JIS	Agregado grueso	normales y subproducto	————	≤12%			
Tipo	JIS A 5002	JIS A 5004	JIS A 5005	JIS A 5308															
Agregado fino	≤2%	≤10%	————	Se siguen los criterios de las otras normas JIS															
Agregado grueso	normales y subproducto	————	≤12%																
6.	Expresión del resultado	<p>El porcentaje de la pérdida de peso se redondea al primer decimal.</p> <p>Se anota el número de partículas igual o mayor a 20 mm antes de la prueba, el número de partículas en las que se notó alguna anomalía después de la prueba y su estado de destrucción.</p>																	
7.	Anotaciones especiales	<p>Cuando se aplica esta prueba a rocas: Se tritura la roca en partículas de unos 100g. Se recolecta una muestra de 5,000 ± 100g, y se calcula el porcentaje de la pérdida de peso según la siguiente fórmula:</p> $P_2 = \left(1 - \frac{W_4}{W_3}\right) \times 100$ <p>Donde P₂: Porcentaje de la pérdida de peso de la roca.</p> <p>W₃: El peso de la muestra antes de la prueba (g).</p> <p>W₄: El peso de la muestra excluyendo las partículas que se partieron en tres o más pedazos (g).</p>																	

CAPITULO 4

Porcentaje de partículas blandas en el agregado grueso y prueba de valor de trituración _____

por
Kei Yanagi

1. Introducción

Las pruebas en el agregado se realizan para conocer o confirmar las características del agregado que se va a utilizar. Desde el punto de vista de la selección del material, estas características se dividen en dos grupos: las características propias no modificables del material, como el porcentaje de absorción de agua por peso, la hidratación y resistencia a la abrasión, y las modificables, como el porcentaje de polvo fino, de material orgánico o de cloruro, y el tamaño de las partículas, que pueden ser eliminadas o mejoradas. El porcentaje de material blando y el valor de trituración que se presenta aquí, son dos de las pruebas que expresan las características propias del agregado, en el sentido arriba mencionado.

2. Porcentaje de partículas blandas

2.1. *Objetivo de la prueba*

Se le llama material blando a la toba, a la arenisca blanda o a las partículas blandas de los minerales arcillosos producidos por erosión. De acuerdo con la norma JIS A 5003 (cantera), se considera material blando cuando su resistencia a la compresión es menor que 100 kgf/cm^2 , pero para los agregados de concreto existen otras definiciones en JIS A 1126 (prueba de partículas blandas en el agregado grueso usando un raspador que lo define como "material blando", o como "partículas frágiles").

Cuando el agregado contiene una gran cantidad de material blando, su peso específico es pequeño y su porcentaje de absorción de agua es grande. El concreto elaborado con este tipo de agregados tiene una menor resistencia a la compresión, su módulo de Young se hace pequeño y las resistencias en general se reducen, empezando por la resistencia al congelamiento y deshielo. Esta prueba tiene el objetivo de medir el contenido de material blando en el agregado grueso, y para tener datos y poder evaluar su idoneidad para la elaboración de concreto.

2.2 *Puntos de cuidado para la realización de la prueba de contenido de partículas blandas*

Como se señala en el Cuadro 1, esta prueba consiste en raspar cada una de las muestras con una barra de latón, con una fuerza aproximada de 1 kgf, y clasificar como partículas blandas a aquéllas que exhiben huellas sin color de latón o a las que se rompieron en una parte. Los puntos que se tienen que cuidar al realizar esta prueba son los siguientes:

1) Aun cuando se supone que es una sola pieza de piedra, no siempre constituye una masa homogénea, por lo que cuando se raspa con la barra de latón, a veces ocurre

que en algunas partes se observa el color y en algunas otras no. Es este caso, la pieza se considera como material blando.

2) En algunos casos, por las características de la piedra, no se distingue claramente el color del latón. Sin embargo, si se hace la prueba sobre un papel negro, invariablemente cae polvo de piedra después del raspado, cuando se trata de una pieza blanda, por lo que se puede llegar a un juicio correcto.

Cuadro 1

1.	Nombre de la prueba	Método para prueba de partículas blandas mediante un raspador.
2.	Objetivo de la prueba	Determinar el volumen del material blando (partículas blandas y frágiles) en el agregado.
3.	Muestra	<p>1) Tamaño máximo del agregado de 15 mm aprox. 2.5 kg.</p> <p>2) " 20 mm 5 kg.</p> <p>3) " 25 mm 10 kg.</p> <p>4) " 40 mm 15 kg.</p> <p>5) " 60 mm 30 kg.</p> <p><i>Nota: Peso después del secado.</i></p>
4. Método de prueba	Resumen	Saber el contenido de material blando en el agregado, y evaluar si el agregado es apto o no para la elaboración del concreto.
	Normas aplicables	JIS A 1126 (Método de prueba por esclerómetro para partículas blandas en el agregado).
	Aparatos necesarios para la prueba	<p>1) Barra de latón de 1.6 mm de diámetro, con una dureza Rockwell (JIS Z 2245) de HrB 65 - 75.</p> <p>2) Malla: Mallas estándar de 10, 15, 20, 25 y 60 mm.</p> <p>3) Balanza o báscula: Una que tenga una precisión mayor del 0.1% del peso total de la muestra.</p>
	Detalles de la prueba	<p>1) A la muestra se le practica un análisis granulométrico especificado en el JIS A 1102 (Método de análisis por mallas del agregado).</p> <p>2) Se calcula el porcentaje de cada uno de los grupos por diámetro de partículas, y se aplica la prueba de dureza por raspado únicamente a los grupos que tengan más del 10% del total. Los pesos de la muestra de cada uno de los grupos se indican en el cuadro.</p>

Detalles de la prueba

Grupo		Peso de la masa
Pasa por la malla de 15 mm	y queda en la de 10 mm	más de 220 g
20 mm	15 mm	700 g
25 mm	20 mm	1.5 kg
40 mm	25 mm	3 kg
60 mm	40 mm	6 kg

3) Con una barra de latón se raspan las piezas de muestra de cada uno de los grupos, aplicando una fuerza aproximada de 1 kgf (9.8N). Se juzga como material blando a las piezas que no toman el color del latón; se mide el peso de las mismas por grupo.

4) Cálculo del resultado.

Se calcula con las siguientes fórmulas.

$$P_W = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

$$P_N = \frac{N_2}{N_1} \times 100$$

$$P_2 = \Sigma \frac{P_1 \times P_W}{100}$$

Donde: P_w: Peso del material blando de cada grupo en por ciento.

W₁: Peso de cada grupo (g).

W₂: Peso del material blando de cada grupo (g).

P_N: Número de piezas blandas en cada uno de los grupos en por ciento.

N₁: Número de piezas probadas por grupo.

N₂: Número de piezas blandas por grupo.

P₁: Peso de cada grupo en el total de la muestra en por ciento.

P₂: Peso de material blando en el agregado grueso en por ciento.

Nota: A los grupos que no llegan a ocupar un 10% del total de la muestra, no se les aplica la prueba de dureza por raspado, y se considera el valor de este grupo como el promedio de los valores de los grupos contiguos. Cuando no existe el valor correspondiente a alguno de los grupos contiguos, se le considera como valor del grupo contiguo existente.

5. Método de evaluación	Normas aplicables	Manual de estándares para el concreto, Colegio de Ingenieros Civiles de Japón.
	Criterios de juicio	Valor máximo menor que el 5.0%.
6.	Indicación del resultado	Redondear el resultado a un dígito menor a cero de acuerdo con el JIS Z 8401 (Reglas para el redondeo de las cifras).

Cuadro 2

1.	Nombre de la prueba	Valor de trituración del agregado.
2.	Objetivo de la prueba	Definir la resistencia a la trituración del agregado bajo cargas a compresión creciente.
3.	Muestra	El agregado que pasa por la malla de prueba B.S. de 14 mm (o la malla estándar JIS 15 mm) y queda en la de 10 mm..... 7 - 8 kg. (En caso del agregado ligero, 4 - 5 kg).
4. Método de prueba	Resumen	Definir la resistencia a la trituración del agregado, para tener datos y poder juzgar si el agregado tiene o no suficiente resistencia para ser utilizado para la elaboración de concreto.
	Norma aplicable	B.S. 812 (Método de prueba del valor de trituración del agregado)
	Aparatos necesarios para la prueba, equipos para medición	1) Recipiente de acero para medición: un recipiente cilíndrico sólido y resistente de 115 mm de diámetro interior y 178 mm de altura interior. 2) Recipiente de acero para prueba: un recipiente cilíndrico sólido y resistente de 154 mm de diámetro interior y 140 mm de altura interior. El fondo debe ser de lámina plana de acero con un espesor mayor que 6 mm y la del lado de más de 16 mm. 3) Embolo de acero de 152 mm de diámetro, con superficie templada y con un mango desmontable. 4) Varilla compactadora: una varilla de acero de 16 mm de diámetro y 60 mm de largo, con punta roma. 5) Mallas: 15 mm, 10 mm y 2.5 mm. 6) Probador de compresión que tenga una capacidad de pesado mayor que 400 kN .

<p>Aparatos necesarios para la prueba, equipos para medición</p>	<p>7) Balanza con una capacidad de pesado de 3 kg, y precisión de 1 g.</p>
<p>Detalles del método de prueba</p>	<p>1) Se coloca la muestra en tres capas en el recipiente de medición, varillando cada una de las capas 25 veces desde una altura de 50 mm con la varilla.</p> <p>2) Se comprime con una regla la superficie del agregado, para que las irregularidades de la superficie del agregado queden parejas desde el nivel superior del recipiente.</p> <p>3) La muestra se traslada a un recipiente menos profundo, y se seca durante 4 horas a una temperatura de 100 a 110°C.</p> <p>4) Se enfría la muestra hasta la temperatura ambiente y se pesa con precisión hasta de 1 g.</p> <p>5) Se coloca la muestra en el recipiente para la prueba en tres capas, varillando 25 veces cada estrato y luego se comprime la superficie.</p> <p>6) Se mete el émbolo en el recipiente de prueba horizontalmente, y se quita el mango del émbolo.</p> <p>7) Con el émbolo adentro, el recipiente para la prueba se coloca en la máquina de ensaye para la resistencia a la compresión, y se le aplica una carga continua de 40 kN por minuto.</p> <p>8) Después de haberla aumentado hasta 400 kN, retirar la carga.</p> <p>9) La muestra en el recipiente se pasa por la malla de 2.5 mm, pesando con precisión el material que pasa por esta malla, con una precisión de 1 g.</p> <p>10) Se repiten dos veces los procedimientos arriba mencionados.</p> <p>11) Resultado de la prueba:</p> <p>Por cada prueba, se calcula el valor de trituración hasta un 0.1%, de acuerdo con la siguiente fórmula.</p> $\text{Valor de trituración (\%)} = \frac{\text{Peso del material que pasó por la malla de 2.5 mm (g)}}{\text{Peso total de la muestra (g)}} \times 100$ <p><i>El resultado final de la prueba será el promedio de los valores obtenidos en las dos pruebas.</i></p>

5. Métodos de evaluación	Normas aplicables	_____
	Criterios de juicio	_____
6.	Indicación del resultado	Redondear al primer decimal.

Cuadro 3

1.	Nombre de la prueba	Método de prueba del valor del 10% de partículas finas.
2.	Objetivo de la prueba	Definir el valor estándar de resistencia a la trituración del agregado cuyo valor de trituración sea mayor que el 30%.
3.	Muestra	Agregado que pase por la malla 15 mm y quede en la de 10 mm..... 7 - 8 kg.
4. Método de prueba	Resumen	Definir la resistencia a la trituración del agregado, para saber si tiene suficiente resistencia para ser utilizado para la elaboración del concreto.
	Norma aplicable	B.S. 812 (Método de prueba del valor de trituración del agregado).
	Aparatos necesarios para la prueba y equipos de medición	<p>1) Recipiente de acero para medición</p> <p>2) Recipiente de acero para prueba</p> <p>3) Embolo de acero</p> <p>4) Varilla compactadora</p> <p>5) Mallas</p> <p>6) Probador de resistencia a la compresión</p> <p>7) Balanza.</p> <p>8) Deformímetro: el que pueda medir hasta 1 mm la reducción de la distancia entre las placas con carga (calibrador de carátula, etc).</p>
	Detalles de la prueba	<p>1), 2), 3), 4) y 5)..... los que aparecen en el cuadro 2.</p> <p>6) Se coloca el émbolo en el recipiente para prueba horizontalmente, y se le quita el mango.</p>

(los que aparecen en el cuadro 2)

4. Método de prueba	Detalles de la prueba	<p>Se ejerce la presión, calculando una velocidad uniforme que llegue aproximadamente al estado que se menciona a continuación en 10 min.</p> <p>a. 15 mm para agregados redondos o parcialmente redondos.</p> <p>b. 20 mm para canteras trituradas normales.</p> <p>c. 24 mm para agregados de forma de panal.</p> <p>7) Se registra la presión máxima necesaria para lograr las inserciones arriba mencionadas.</p> <p>8) El material en el recipiente para prueba se pasa por la malla de 2.5 mm, y se mide con precisión hasta de 1g.</p> <p>9) La prueba se repite dos veces.</p> <p>10) Cálculo del resultado: la carga de trituración del 10% se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.</p> $\text{Resistencia a la trituración en 10\%} = \frac{14x}{y + 4}$ <p>donde x = Carga máxima(kN) y = Porcentaje en promedio de finos bajo la carga x (kN)</p>
	5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p> <p>_____</p> <p>Criterios de juicio</p> <p>_____</p>
	6.	Indicación del resultado

3. Prueba de valor de trituración

3.1. Objetivo de la prueba

Generalmente, se considera que la resistencia del concreto depende de la resistencia de la pasta, porque se piensa, hipotéticamente, que la resistencia del agregado es mayor que la de la pasta. La influencia que tiene la resistencia del agregado en la del concreto se considera pequeña comúnmente; sin embargo, no se puede ignorar cuando se pretende tener un concreto que tenga una resistencia mayor a 1000kgf /cm², o un concreto de alta resistencia con agregados ligeros.

Se puede estimar, generalmente, si un agregado tiene o no una resistencia suficiente para utilizarlo, en la elaboración de concreto por el tipo de roca, grado de erosión, peso específico y absorción de agua en porcentaje. Sin embargo, sacar una muestra del agregado cortando una parte de una roca grande y aplicarle las pruebas correspondientes para conocer su resistencia como cantera no es práctico, y además, es muy difícil estimar la resistencia del agregado, al igual que el caso de la pasta de cemento, por lo que actualmente no existe un método definitivo para conocer esta resistencia. La prueba del valor de trituración es una de las pruebas con que se mide la resistencia del agregado en sí, y consiste en saber la resistencia del agregado a la compresión.

3.2 Puntos de cuidado de la prueba de valor de trituración

Esta prueba, como se puede apreciar en el Cuadro 2, mide la fuerza de trituración del agregado bajo carga de compresión que se aumenta gradualmente.

Como nota, se utiliza un agregado que pasa por la malla de 14 mm y queda en otra de 10 mm.

El método de prueba consiste en lo siguiente: se coloca la muestra en un medidor cilíndrico de 115 mm de diámetro interior y de 118 mm de altura interior y se mide su volumen compactándola bien. Se saca y se pone en un recipiente cilíndrico de 154 mm de diámetro interior y 140 mm de alto, que se muestra en la Figura 1. Se compacta otra vez. Se inserta en el recipiente un émbolo y se aplica una carga de 400kN. Se saca la muestra y se pasa por una malla de 2.5 mm de abertura.

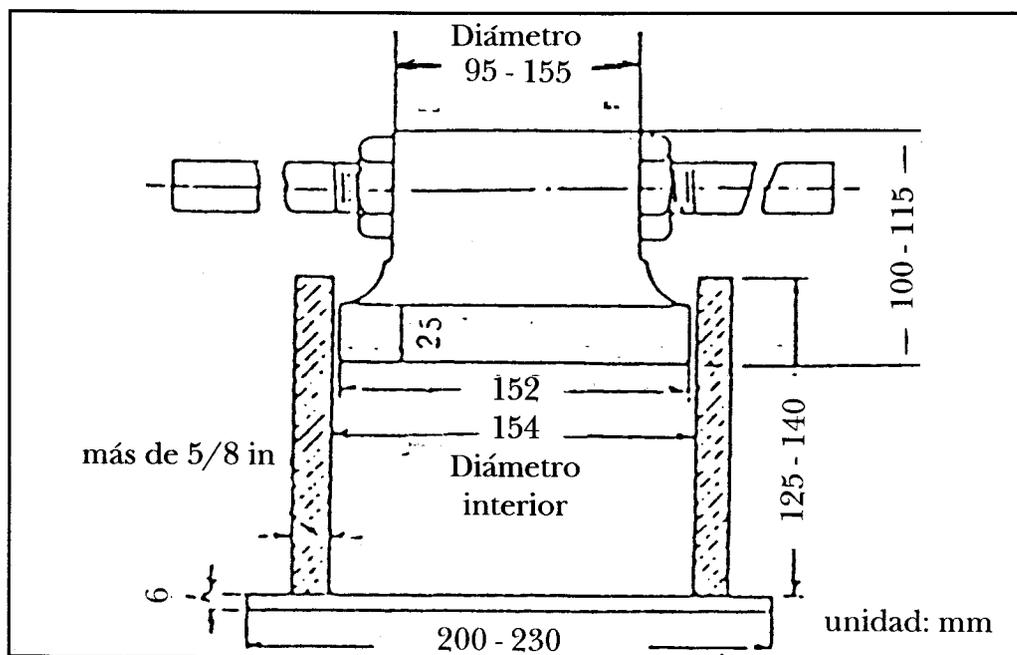


Figura 1. Recipiente para la prueba de valor de trituración

El valor de trituración es el porcentaje del material que pasó por la malla de 2.5 mm respecto del peso total de la muestra. Al realizar esta prueba, se deben cuidar los siguientes puntos:

1) Cuando se aplica la carga a compresión, cuidar que la columna no se haga oblicua, quitando las arandelas esféricas del equipo .

2) Para medir el peso del material que pasa por la malla de 2.5 mm, es mejor pesar el material que queda en la malla de 2.5 mm y restarlo del peso total de la muestra, para minimizar el error por pérdida de las partículas más finas.

3) Cuando se trata de un material muy blando, cuyo valor de trituración sobrepasa el 30%, los resultados de la prueba tienden a ser muy irregulares. En casos como éste, se debe realizar la prueba del 10% de valor de trituración, que se indica en el Cuadro 3.

4) Se puede realizar la prueba del valor de trituración utilizando el recipiente que se describe en el Cuadro 4 cuando se trata de un agregado que no cumple con el estándar (14-10 mm).

Cuadro 4
Métodos de la prueba de valor de trituración de agregados no estándar
(14 - 10 mm)

Tamaño de las partículas del material* (mm)	Ciámetro del recipiente para la prueba (mm)	Carga (t)	Malla que se utiliza para el material triturado
50-40	305	160	10
40-25	305	160	6.4
25-20	305	160	5
20-14(15)	152	40	3.2
14(15)-10 Estándar	152	40	2.5
10-6.4	152	40	1.7
6.4-5	76	10	1.2
5-3.2	76	10	0.9
3.2-2.41	76	10	0.6

** Se puede sustituir con el número que aparece entre paréntesis.*

CAPITULO 5

Prueba del contenido de arcilla en el agregado

por
Kouji Mano

1. Introducción

La prueba del contenido de arcilla en el agregado es muy importante puesto que influye en la resistencia a la compresión, e incluso en la vida útil del concreto.

Los terrones de arcilla que contiene el agregado fácilmente absorben el agua, y tienen la característica de ablandarse y desmoronarse con el agua. Por lo tanto, el concreto que se elabora con agregados con grandes cantidades de terrones de arcilla tiene poca resistencia a la compresión, y su contracción al secarse es grande.

Por medio de esta prueba, se verifica si el agregado contiene o no un volumen dañino de arcilla para elaborar concreto.

2. Objetivo de la prueba

Las influencias que ejercen las partículas finas de arcilla, limo y margas en el agregado ya fueron explicados en "la prueba del monto del material que pasa por el cedazo estándar de 75 μm en el agregado" en mayo de 1985. De estas materias no convenientes, la arcilla, en forma de terrones, con frecuencia, está en los agregados naturales como piedras de río, arena de río, grava de cantera y arena de cantera. Por lo tanto, saber el contenido de arcilla en los agregados de origen natural es muy importante para juzgar la calidad de estas materias como materiales para la elaboración del concreto, y por ende para seleccionar agregados de buena calidad.

3. Los puntos que hay que ver y cuidar

Se juzgan los resultados de las mediciones en comparación con los criterios señalados en el Cuadro 1; si los resultados son menores que las cifras señaladas, el material pasa la prueba, y si los resultados son mayores que las cifras mencionadas, el material se considera no apto, por lo que no se utilizará en el estado en que se encuentra en el momento.

El material considerado no apto es utilizable después de haberse eliminado el volumen apropiado de arcilla o haberse mezclado con otro material con menor contenido de arcilla, de tal forma que como conjunto de agregados no sobrepase los valores señalados en el Cuadro 1.

Lo más importante de esta prueba es no destruir terrones de arcilla existentes en el agregado cuando se toma la muestra (por el método de cuarteado o por muestreador-distribuidor), cribar muy suavemente la muestra para no romper los terrones y tratar como terrones de arcilla la muestra desmoronada cuando se seca. Cuando se usa la

criba de malla, hay que eliminar cuidadosamente las partículas que quedan entre las mallas o en las esquinas de la criba, para minimizar el error.

Cuando se realiza la prueba, es muy importante romper con las yemas de los dedos todo el agregado. Cuando se trata del agregado grueso es mejor dividirlo por tamaño de partículas. El agregado fino, que no puede ser triturado grano por grano, se rompe aplastándolo con la palma de la mano, durante bastante tiempo. El agregado que se pega a las manos en este maniobra, debe ser devuelto a la muestra. Por otra parte, si se tira el agregado junto con el agua que se le agregó, esto puede ocasionar un error en el resultado, por lo que el agua debe ser vertida lentamente sobre una malla de 2.5 mm cuando se trata del agregado grueso y de 0.6 mm cuando se trata del agregado fino, y si se observa material sobre la malla, debe ser devuelto a la muestra.

Ahora, de acuerdo con el anexo del JIS A 5308 (para el concreto premezclado), esta prueba se aplica al material de agregado después de aplicarle la prueba del material que pasa por el cedazo estándar de 75 μm . Esta medida es para evitar el defecto del método mencionado en el JIS A 1137, que mide como terrones de arcilla las partículas pegadas en la superficie del agregado, aunque éste no contenga arcilla en realidad, y que como resultado evalúa que el material contiene una pequeña cantidad de terrones de arcilla.

O sea, existen dos formas de preparación del preparativo de muestra para realizar la prueba para medir el contenido de arcilla: una, de acuerdo con las indicaciones del JIS A 1137 y otra con las del JIS A 5308, pero es más recomendable utilizar la muestra después de la prueba del material que pasa por el cedazo estándar de 75 μm , como se indica en el JIS A 5308, para medir con más exactitud el contenido de arcilla del agregado. En este caso, debe cuidarse para que no se lave demasiado y no se rompan los terrones de arcilla.

En el Cuadro 2 se muestra un ejemplo de los resultados de la prueba del contenido de arcilla que realizamos en nuestro Centro, por tipo de agregados. Servirán como referencia para comparar con los resultados que se obtengan en las pruebas.

Cuadro 1

1. Nombre de la prueba	Prueba de arcilla contenida en agregados.
2. Objetivo de la prueba	Determinar el contenido de arcilla en agregados.
3. Muestra	Se toma la muestra de los agregados por el método de cuarteado o por el muestreador-distribuidor, y se seca gradualmente a temperatura ambiente hasta que quede en el estado seco al aire. La muestra del agregado fino será lo que queda en la malla de 1.2 mm, mientras la del agregado grueso será lo que queda en la malla de 5 mm.

	<p>3. Muestra</p>	<p>La cantidad de la muestra debe ser no menor que la masa que se indica a continuación, la muestra se divide en dos partes iguales y cada mitad se utiliza para una prueba.*</p> <p>1) Agregado fino -----1,000g.</p> <p>2) Tamaño máximo del agregado grueso: 10 ó 15 mm--2 kg</p> <p>3) Tamaño máximo del agregado grueso: 20 ó 25 mm --6 kg</p> <p>4) Tamaño máximo del agregado grueso: 30 ó 40 mm--10 kg</p> <p>5) Tamaño máximo del agregado grueso: más de 40 mm -----20 kg</p>
<p>4. Método de prueba</p>	<p>Resumen</p>	<p>Saber la cantidad de terrones de arcilla contenida en el agregado para juzgar si el material es apto o no para ser utilizado para la elaboración del concreto.</p>
	<p>Norma aplicable</p>	<p>JIS A 1137 (Método de la prueba para arcilla contenida en el agregado).</p>
	<p>Aparatos necesarios para la prueba</p>	<p>1) Balanza o báscula: Una que tenga una precisión mayor a un 0.1% de la masa total de la muestra.</p> <p>2) Malla: Mallas estandarizadas indicadas en el JIS Z 8801: 590 μm, 1190 μm, 2380 μm y 4760 μm.</p>
	<p>Detalles de la prueba</p>	<p>1) Se coloca la muestra en un recipiente, se seca a una temperatura de 100 - 110°C hasta llegar a la masa constante. Se mide su masa (W_{D1}) con precisión, hasta de un 0.1%.**</p> <p>2) Se extiende la muestra en una capa delgada sobre el fondo del recipiente y se le agrega el agua hasta que la cubra totalmente.</p> <p>3) Se deja reposar durante 24 horas para que la muestra absorba el agua.</p> <p>Se elimina el agua, y se revisan los terrones de arcilla apretándolos con los dedos. Se considera como de arcilla todos los terrones que se desmenuzan con la presión de los dedos.***</p> <p>4) Después de que todos los terrones se hayan aplastado, el agregado fino se lava con agua arriba de la malla de 0.6 mm, y el grueso, de la malla de 2.5 mm.</p> <p>5) Los granos que quedaron arriba de las mallas se secan a una temperatura de 100-110°C hasta lograr una masa</p>

4. Método de prueba	<p>Detalles de la prueba</p>	<p>constante, y se mide con precisión hasta el intervalo de 0.1% (W_{D2}).</p> <p>6) Cálculo de resultados:</p> $C = \frac{W_{D1} - W_{D2}}{W_{D1}} \times 100$ <p>Donde C: Contenido de arcilla (%)</p> <p>W_{D1}: Masa seca de la muestra antes de la prueba (g)</p> <p>W_{D2}: Masa seca de la muestra después de la prueba (g)</p> <p>7) Se repite dos veces la prueba, y se toma el promedio.</p> <p>8) La desviación del valor medio debe estar dentro de un 0.2%.</p>											
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p>	<p>JIS A 5308 (concreto premezclado)</p> <p>Manual del Colegio de Ingenieros Civiles</p> <p>Colegio de Arquitectos de Japón (JASS 5)</p>											
	<p>Criterios de juicio</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>JIS A 5308</th> <th>Manual de CIC</th> <th>JASS 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>Menos de 1.0%</td> <td>Menos de 1.0%</td> <td>Menos de 1.0%</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>Menos de 0.25%</td> <td>Menos de 0.25%</td> <td>Menos de 0.25%</td> </tr> </tbody> </table>		JIS A 5308	Manual de CIC	JASS 5	Agregado fino	Menos de 1.0%	Menos de 1.0%	Menos de 1.0%	Agregado grueso	Menos de 0.25%	Menos de 0.25%
	JIS A 5308	Manual de CIC	JASS 5										
Agregado fino	Menos de 1.0%	Menos de 1.0%	Menos de 1.0%										
Agregado grueso	Menos de 0.25%	Menos de 0.25%	Menos de 0.25%										
6.	<p>Expresión del resultado</p>	<p>Redondear al decimal de acuerdo con el JIS Z 8401 (reglas para el redondeo de las cifras).</p>											

* Se debe cuidar de no romper los terrones de arcilla cuando se toma la muestra.

** La masa se mide incluyendo las partículas finas o el polvo producidos en el proceso del secado.

*** Para aplastar los terrones en el agregado grueso, es más fácil de trabajar si se clasifican en grupos por el tamaño máximo del material.

Cuadro 2

Un ejemplo de los resultados de la prueba del contenido de arcilla

Tipo de Agregado			Contenido de Arcilla
Agregado fino	arena de río	n	14
		x max	0.9%
		s min	0.0%
		\bar{x}	0.2%
	arena cantera (arena de suelo)	n	14
x max		1.5%	
x min		0.0%	
\bar{x}	0.5%		
arena triturada	n	2	
	x max	0.7%	
	x min	0.4%	
\bar{x}	0.6%		
otro	n	6	
	x max	5.8%	
	x min	0.3%	
\bar{x}	1.8%		
Agregado grueso	grava de río	n	11
		x max	0.3%
		x min	0.0%
	\bar{x}	0.1%	
	grava de cantera	n	6
		x max	0.6%
	grava de suelo	x min	0.0%
\bar{x}		0.2%	
balasto de piedra	n	9	
	x max	0.2%	
	x min	0.0%	
\bar{x}	0.1%		

CAPITULO 6

Prueba de impurezas orgánicas en agregados finos y prueba de partículas que flotan en el líquido con 1.95 de peso específico

por
Hideo Numazawa

1. Introducción

Entre las impurezas encontradas en agregados, se incluyen las partículas muy finas de polvo de piedra o de lodo, adheridas a la superficie de los agregados, impurezas contenidas en las rocas mismas de las que están hechos los agregados, y materias extrañas que se mezclan con los agregados (carbón de piedra, lignito, conchas, pedazos de madera, etc). Para cada uno de estos tipos de impurezas se han establecido métodos de prueba.

Como pruebas de calidad de los agregados, existen, en relación a las impurezas: JIS A 1103 (Método de prueba de lavado de agregados), JIS A 1126 (Método de prueba de material blando en agregados gruesos por resistencia al rasgado), JIS A 1137 (Método de prueba de terrones de arcilla en los agregados), JIS A 5308 (Concreto premezclado) Anexo 2: Método de prueba de partículas que flotan en el líquido con 1.95 de peso específico, y Anexo 7 y 8: Método de prueba de la reactividad álcali-sílice, JIS A 1105 (Método de prueba de impurezas orgánicas en agregados finos), y el volumen de salinidad establecido en JIS A 5002 (Agregados para la elaboración del concreto ligero de uso estructural).

En este texto, voy a mencionar los puntos de observación y de cuidado en la ejecución de la prueba de impurezas orgánicas en agregados finos y la de partículas que flotan en un líquido con 1.95 de peso específico, que son las últimas en una serie de pruebas para agregados.

2. Impurezas orgánicas

2.1 Objetivo de la prueba

Cuando se mezclan en el concreto tierra orgánica que contiene ácido húmico y ácido tánico por medio de agregados, estas sustancias se combinan con los componentes cálcicos del cemento, y forman sales calcáreas de ácido orgánico, lo cual produce efectos nocivos en la resistencia y durabilidad del concreto. Por lo tanto, los agregados que se utilizan para la elaboración del concreto, deben estar sujetos a prueba, según JIS A 1103 (Método de prueba de impurezas orgánicas), para comprobar que no contienen un volumen demasiado alto de estas impurezas orgánicas.

2.2 Contenido de la prueba

Como procedimiento de la prueba, primero se coloca la muestra de agregados en un recipiente de vidrio grueso y con graduación (cilindro graduado o vaso graduado

de 300 - 400 ml de capacidad) hasta llegar al nivel del 125 ml. Se le agrega la solución de hidróxido de sodio al 3% hasta que el volumen total sea de 200 ml. Se tapa el recipiente y se agita bien. Se deja reposar durante 24 h, junto con la solución de color estándar elaborada paralelamente. Después de 24 h se compara el color. En esta prueba, hay que tener cuidado de utilizar la muestra lo más cercana posible al estado natural y evitar la utilización del horno para el secado, por ejemplo.

Cuadro 1

1.	Nombre de la prueba	Prueba de impurezas orgánicas en agregados finos.
2.	Objetivo de la prueba	Determinar el volumen nocivo de impurezas orgánicas contenidas en agregados finos.
3.	Muestra	Agregados finos en estado natural, aproximadamente 125 ml.
4. Método de prueba	Resumen	Obtener el volumen nocivo de las impurezas orgánicas contenidas en agregados finos, para determinar si son aptos para ser utilizados para la elaboración del concreto.
	Norma aplicable	JIS A 1105 (Método de prueba de impurezas orgánicas en agregados finos).
	Instrumentos utilizados y reactivos	1) Recipiente de vidrio grueso con una capacidad de 400 - 500 ml (sin color y transparente, graduado, si es posible). 2) Alcohol etílico estipulado en JIS K 8101 (Clase especial). 3) Hidróxido de sodio estipulado en JIS K 8576 (Clase especial). 4) Acido tánico.
	Detalles de la prueba	1) Ajuste de la solución al color estándar: Con una solución del 10% de alcohol, se prepara una solución de ácido tánico al 2%. Se saca 2.5 ml de esta solución, y se le agrega 97.5 ml de la solución de hidróxido de sodio al 3%. Se agita para que se mezcle bien. 2) Se coloca la muestra en el recipiente de vidrio hasta llegar al nivel de 125 ml. Se le agrega la solución de hidróxido de sodio al 3%, hasta que llegue al nivel de 200 ml. Se tapa el recipiente, se agita para que se mezcle. 3) Se dejan reposar durante 24 horas las dos soluciones (1) y (2). Luego se compara visualmente el color de la parte superior de la solución de la muestra (2) con el color de la solución estándar (1).

4. Método de prueba	Detalles de la prueba	4) Cuando el color de la solución-muestra resulta más intenso que el color de la solución estándar, se puede realizar la prueba de arena por resistencia a la compresión de mortero establecida en el Anexo 3 de JIS A 5308, si se considera necesario.					
5. Método de evaluación	Normas aplicables	JIS A 5308 (Concreto premezclado). Manual de especificaciones del concreto del Colegio de Ingenieros Civiles. Colegio de Arquitectos de Japón (JASS 5)					
	Criterios de determinación	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="546 529 887 620">JIS A 5308</th> <th data-bbox="887 529 1015 620">Colegio de Ingenieros Civiles.</th> <th data-bbox="1015 529 1165 620">JASS 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="546 620 887 1062">1) El color de la solución de la muestra tiene que ser más claro que el de la solución estándar. 2) Si el color de la solución de la muestra es más intenso que el de la solución estándar, se le debe aplicar el "Método de prueba de arena por resistencia a la compresión de mortero" estipulado en el JIS A 5308. Si la relación de resistencia a la compresión resultante es igual o mayor al 90%, los agregados pueden ser utilizados para la elaboración del concreto.</td> <td data-bbox="887 620 1015 1062">Igual a JIS A 5308.</td> <td data-bbox="1015 620 1165 1062">El color de la solución de la muestra debe ser más claro que el de la solución estándar.</td> </tr> </tbody> </table>	JIS A 5308	Colegio de Ingenieros Civiles.	JASS 5	1) El color de la solución de la muestra tiene que ser más claro que el de la solución estándar. 2) Si el color de la solución de la muestra es más intenso que el de la solución estándar, se le debe aplicar el "Método de prueba de arena por resistencia a la compresión de mortero" estipulado en el JIS A 5308. Si la relación de resistencia a la compresión resultante es igual o mayor al 90%, los agregados pueden ser utilizados para la elaboración del concreto.	Igual a JIS A 5308.
JIS A 5308	Colegio de Ingenieros Civiles.	JASS 5					
1) El color de la solución de la muestra tiene que ser más claro que el de la solución estándar. 2) Si el color de la solución de la muestra es más intenso que el de la solución estándar, se le debe aplicar el "Método de prueba de arena por resistencia a la compresión de mortero" estipulado en el JIS A 5308. Si la relación de resistencia a la compresión resultante es igual o mayor al 90%, los agregados pueden ser utilizados para la elaboración del concreto.	Igual a JIS A 5308.	El color de la solución de la muestra debe ser más claro que el de la solución estándar.					
6.	Expresión del resultado	Más claro o más tenue que el color de la solución estándar.					

Cuadro 2

1. Nombre de la prueba	Partículas que flotan en el líquido con 1.95 de peso específico mezcladas en agregados.
2. Objetivo de la prueba	Medir granos o partículas livianas que tengan menos de 1.95 de peso específico.
3. Muestra	<p>Se recolectan las porciones necesarias de las muestras representativas por el método de cuarteado o con un divisor de muestra, se secan, se clasifican con las mallas correspondientes para conseguir la muestra para la prueba.</p> <p>Agregados finos.....los que quedan en la malla de 0.6 mm, 100-200 g.</p> <p>Agregados gruesos.....2,500 g.</p>

Resumen	Conocer el volumen de partículas que tengan menos de 1.95 de peso específico mezcladas en agregados, para determinar si los agregados son adecuados o no para la elaboración del concreto.
Norma aplicable	JIS A 5308 (Concreto premezclado) Anexo 2
Instrumentos para la prueba y soluciones	<p>1) Balanza o báscula: con una precisión igual o mayor que el 0.01% de la masa total de la muestra.</p> <p>2) Mallas: mallas estándar de 0.6 mm y de 2.5 mm.</p> <p>3) Recipiente: 3 vasos de un litro para agregados finos, un tanque de hierro esmaltado de 25 litros para agregados gruesos.</p> <p>4) Malla-filtro: 2 ó 3 filtros de malla que estén hechos de una malla metálica igual o menor que 0.6 mm. Pueden ser sustituidos por coladores de té que se venden comercialmente.</p> <p>5) Mezclador: una cuchara o una barra metálica de tamaño adecuado.</p> <p>6) Solución que se utiliza para la prueba: solución de cloruro de zinc con un peso específico de 1.95 ± 0.02 a una temperatura de agua de 21 a 27°C. (Por ejemplo, se mezclan 27 kg de cloruro de zinc en 10 litros de agua).</p>
Detalles de la prueba	<p>Agregados finos:</p> <p>1) Se seca la muestra a una temperatura de 105 - 110°C y se clasifica en una malla de 0.6 mm. Se recolecta 100 - 200 g de partículas que quedan en la malla y se mide hasta 0.1 g.</p> <p>2) En un vaso de un litro de capacidad se coloca la solución con el peso específico ajustado a 1.95; se agrega la muestra mezclándola con la solución con un mezclador.</p> <p>3) Cuando toda la muestra se encuentre suspendida en la solución, se deja de mezclar y se deja reposar durante 30 s.</p> <p>4) Se recolectan las partículas flotantes con un filtro de malla, o se trasladan estos granos flotantes a otro recipiente, tratando de no dejar salir el material precipitado que se encuentra en el vaso.</p> <p>5) Los granos atrapados por el filtro se lavan con agua limpia, para quitar la solución de cloruro de zinc. Después se seca a una temperatura de 105 - 110°C hasta llegar al peso constante, y se mide hasta 0.1g.</p>

4. Método de prueba	<p>Detalles de la prueba</p>	<p>6) Cálculo:</p> $\% \text{ de granos ligeros} = \frac{\text{Masa de los granos atrapados en el filtro}}{\text{Masa de la muestra en estado seco}} \times 100$ <p>7) La prueba se repite dos veces, y el resultado se expresa por el valor promedio.</p> <p>Agregados gruesos:</p> <p>1) La muestra (aprox. 2,500 g) se seca a una temperatura de 105 - 110°C hasta llegar a la masa constante y se mide hasta 0.5 g.</p> <p>2) La solución se mezcla con una barra metálica o con una cuchara luego se deja reposar y se confirma su peso específico.</p> <p>3) La muestra se coloca en una canasta de malla metálica y se sumerge en la solución. La muestra de la canasta se mezcla violentamente durante un minuto, con una barra metálica o con una cuchara de un tamaño adecuado.</p> <p>4) No más de un minuto después del mezclado, se capturan las partículas flotantes con un filtro de malla.</p> <p>5) Las partículas recolectadas se lavan bien con agua limpia, se les pone a secar a una temperatura de 105 - 110°C hasta llegar al peso constante, y se les mide con una aproximación de hasta 0.5 g.</p> <p>6) Resultado del cálculo:</p> $\% \text{ de partículas ligeras} = \frac{\text{Masa de partículas recolectadas en el filtro}}{\text{Masa de la muestra en estado seco}} \times 100$ <p>7) La prueba se repite dos veces, y el resultado se expresa por el valor promedio.</p>
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p>	<p>JIS A 5308 (Concretos premezclados)</p> <p>Manual de especificaciones del Colegio de Ingenieros Civiles.</p>

5. Método de evaluación	Criterios de determinación			JIS A 5308	Colegio
		Agregados finos	importante la vista exterior del concreto	0.5	0.5
			No importante	1.0	1.0
		Agregados gruesos	Importante la vista exterior del concreto	0.5	0.5
			No importante	1.0	1.0
6.	Expresión del resultado	Se redondea al primer decimal según JIS Z 8401 (Método de redondeo de cifras).			

Cuando se realiza el secado en un horno, a veces se dispersa el material impuro por el secado, o se observa un retardo en la presentación del color. Cuando se comparan los colores, esto se debe hacer atendiendo únicamente la densidad del color en la parte superior de la solución de la muestra, y no la densidad del color de toda la solución.

Si no se elaboró la solución de color estándar por olvido, se puede tomar como referencia el color de una botella de cerveza. Este es un método simplificado; pero si el color de la solución de la muestra es igual o ligeramente más claro que el color de la botella de cerveza, hay que tomarlo como más oscuro que la solución estándar, o volver a repetir la prueba. Si en esta prueba de comparación de colores, el color de la solución de la muestra resulta más intenso que el color de la solución estándar, se le debe aplicar a la muestra el "Método de prueba de arena por la resistencia a la compresión de mortero" establecido en JIS A 5308 Anexo 3, y el agregado se considera utilizable si la relación resultante de la resistencia a la compresión es igual o mayor al 90%.

3. Partículas que flotan en el líquido con un peso específico de 1.95

3.1. Objetivo de la prueba

En los agregados provenientes de canteras, ríos y playas, a veces se mezclan materias extrañas, como carbón de piedra o lignito, conchas o piedras erosionadas. Los agregados que contienen estas materias extrañas generalmente tienen poca resistencia, y además tienden a expandirse al absorber el agua, lo cual puede ocasionar una reducción en la resistencia y la exfoliación superficial por congelamiento y deshielo cuando se utilizan para la elaboración del concreto.

Por otra parte, el contenido de azufre y de ácido húmico de carbón de piedra y de lignito afectan la reacción química del cemento e impiden su endurecimiento. Por esta razón, se considera necesario aplicar la prueba de acuerdo con JIS A 5308, Anexo 2, a los agregados, para confirmar que estas materias extrañas no estén mezcladas en un volumen nocivo, antes de utilizarlos para la elaboración del concreto.

3.2. Contenido de la prueba

Se secan las muestras representativas de agregados gruesos y finos hasta lograr la masa constante. Se miden 100-200 g de partículas que quedan en la malla de 0.6 mm y 2,500 g de agregados gruesos. Se ponen en inmersión en el líquido preparado, con un peso específico de 1.95. Las partículas que quedan flotando se les captura con un filtro de malla, se les lava con agua y se ponen a secar para medir su masa.

El líquido se prepara de la siguiente forma: se disuelve en agua una cantidad apropiada de cloruro de zinc (para un litro de agua, 2,700 g de cloruro de zinc, aproximadamente), y se ajusta el peso específico hasta llegar al 1.95 ± 0.02 , utilizando un hidrómetro (hidrómetro de Baumé), tal como se estipula en JIS Z 8804 (Método de medición del peso específico de líquidos). En el ajuste de la solución, se recomienda elaborar una solución de alta concentración con poca agua primero, para diluirla paulatinamente con agua. De esta manera, se puede llegar rápidamente al valor establecido sin desperdiciar materiales. Cuando se aplica esta prueba a una muestra que contenga agregados gruesos, se agrega 27 kg de cloruro de zinc a 10 litros de agua, logrando una solución de alta concentración primero, después se le va agregando agua para ajustar en la concentración establecida, que tendrá finalmente un volumen de alrededor de 20 litros. La solución de cloruro de zinc puede llegar a una temperatura muy alta por reacción exotérmica, y su contacto con la piel humana produce quemaduras o irritación, por lo que es necesario protegerse con guantes de hule y lentes protectores y manejar el líquido con sumo cuidado.

Si alguna parte de la piel tuvo contacto con la solución, es necesario lavar la parte correspondiente con mucha agua.

CAPITULO 7

PRUEBA DE REACCION ALCALINA DE AGREGADOS

por

Masamitsu Arai, Kouji Mano,
Susumu Kumahara, Kouichi Suzuki

1. Introducción

Se le llama "reacción alcalina" de agregados al conjunto de fenómenos de degradación del concreto ocasionados por la reacción química entre algunos minerales contenidos en los agregados y las sustancias alcalinas del concreto, cuyo producto absorbe agua y genera expansión. En este momento, en Japón se considera un problema la reacción que ocurre entre minerales silíceos y la alcalinidad del concreto, que se denomina "reacción álcali - sílice" (RAS). Hay que tener claro que en este caso, los álcalis son sodio y potasio, y no hidróxido de calcio $\{Ca(OH)_2\}$, que se forma con la hidratación del cemento.

En este texto, se presenta "las pruebas de reactividad entre álcali y sílice (el método químico y el método de barra de mortero)", basándose en los métodos determinados en el Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción y en JIS, dando énfasis a los puntos de observación y de cuidado.

2. Resumen de los métodos de la prueba

Como métodos de prueba de RAS, tanto el Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción como las JIS, establecen dos: el método químico y el método de barra de mortero. El método químico pretende identificar la reactividad potencial de los agregados rápidamente por el análisis químico, mientras que el método de barra de mortero intenta fabricar barras de mortero con los agregados, para conocer la reactividad potencial de los agregados midiendo su tasa de expansión.

3. Partición, trituración y formulación de la muestra

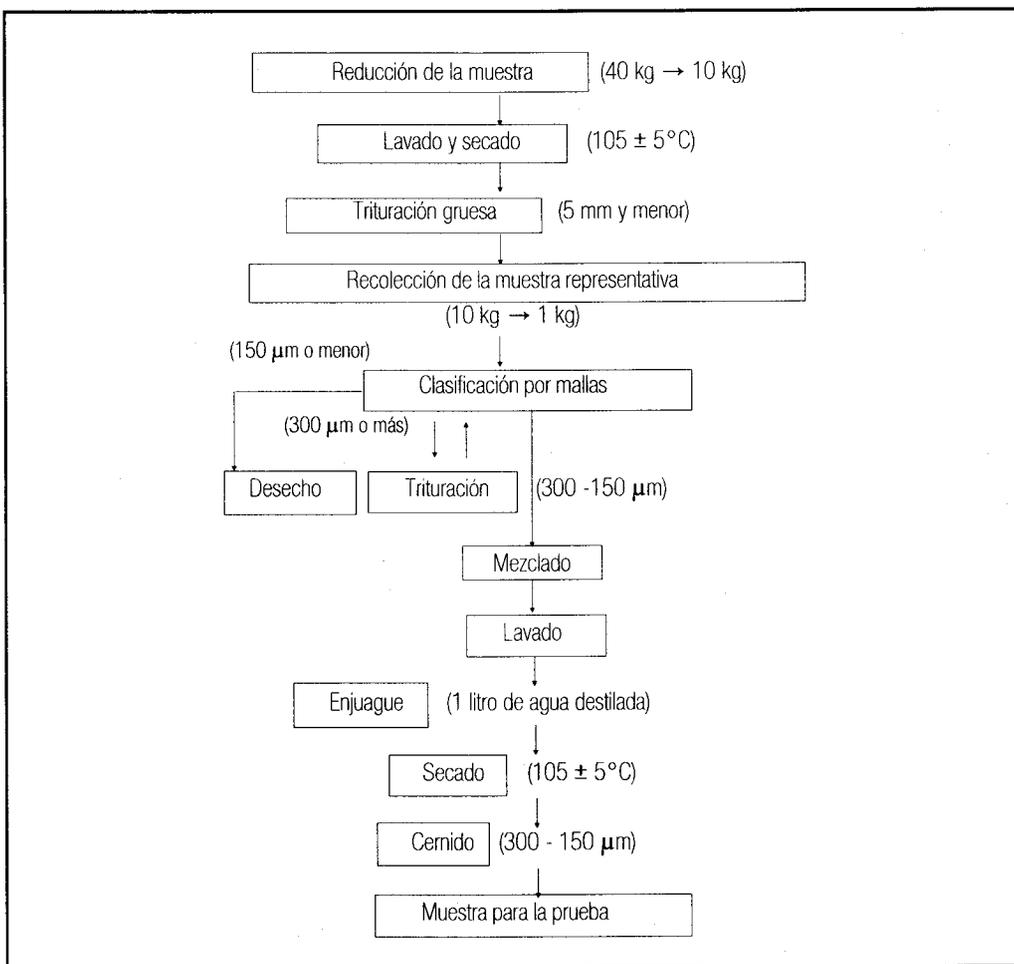
1) Método químico

Las muestras de agregados que se utilizan para la prueba deben ser compuestas de agregados no utilizados previamente o de los agregados en el concreto no fraguado. Se recolectan aproximadamente 40 kg de agregado grueso, y 40 kg de agregado fino. Cuando se pretende probar grava y arena triturada que se sacaron de una misma cantera, se prueba la arena triturada según el Proyecto del Ministerio de Construcción, mientras que JIS establece que la grava se prueba en su finura típica, o sea con el agregado grueso de 20 mm a 5 mm, y que el resultado es aplicable a la arena. Aunque las expresiones difieren entre el Proyecto del Ministerio y JIS, los dos textos dicen que en caso de utilizar las mismas rocas originales, no es necesario probar la grava y la arena, sino uno de estos dos.

En el diagrama 1 se muestran los procedimientos de partición, trituración y ajuste de la muestra.

En este caso, una muestra de 40 kg aproximadamente se reduce a 10 kg por el método de cuarteo o por un divisor de muestras, y luego se le aplica una trituración primaria hasta que los granos tengan un tamaño igual o menor que 5 mm. Se mezcla bien y se reduce otra vez hasta 1 kg. Las partículas gruesas de 300 μm o más, se colocan repetidas veces en el molino de discos, para que toda la muestra tenga una finura de 300 μm o menor. Luego, la finura de partículas se ajusta entre 300 y 150 μm , para tener la muestra lista para la prueba.

Diagrama 1



Lo esencial es recolectar una muestra original de unos 40 kg, que se va a dividir posteriormente, de tal manera que represente fielmente el total de agregados. La reducción de la muestra se realiza con relativa facilidad, si se utiliza el método de cuarteo cuando se reduce de 40 a 10 kg, y un divisor cuando se reduce de 10 a 1 kg, logrando así una muestra representativa.

Cuando se trata de agregados naturales, como grava y arena de río, grava y arena de suelo o grava y arena de cantera, como estos materiales naturales contienen una gran variedad de minerales de rocas, es necesario tener un cuidado especial para que la proporción de diferentes rocas en la muestra coincidan con la proporción que tiene la totalidad de los agregados.

Cuando se trituran agregados naturales que contienen una gran variedad de rocas, es importante reducir el diámetro de granos en forma gradual, ya que las distintas rocas significan diferentes grados de dificultad para triturar. Es necesario evitar, hasta donde sea posible, las partículas demasiado pequeñas de menos de 150 μm , para que la proporción de la mezcla de diferentes especies de rocas no varíe antes y después de la trituración.

2) Método de barra de mortero

En cuanto a la muestra de agregados que se utiliza para la prueba, se recolectan unos 40 kg de muestra representativa, igual que en el caso del método químico. Cuando se hace la prueba por el método de barra de mortero, después del método químico, hay que utilizar la misma muestra, por lo que se usa el sobrante de la misma (alrededor de 30 kg). El procedimiento de partición, trituración y ajuste de la muestra para el método de barra de mortero se describe en el diagrama 2.

Este procedimiento se puede resumir de la siguiente manera: primero se recolectan unos 40 kg de agregado fino o grueso, se divide y se hace 10 kg, se coloca en una serie de molinos para triturar y se clasifica en 5 categorías por el tamaño de partículas que va de 4.75 mm a 150 μm . Para tener la muestra para la prueba se mezclan agregados de cada una de las categorías granulares de acuerdo con el porcentaje en peso que aparece en el cuadro 1.

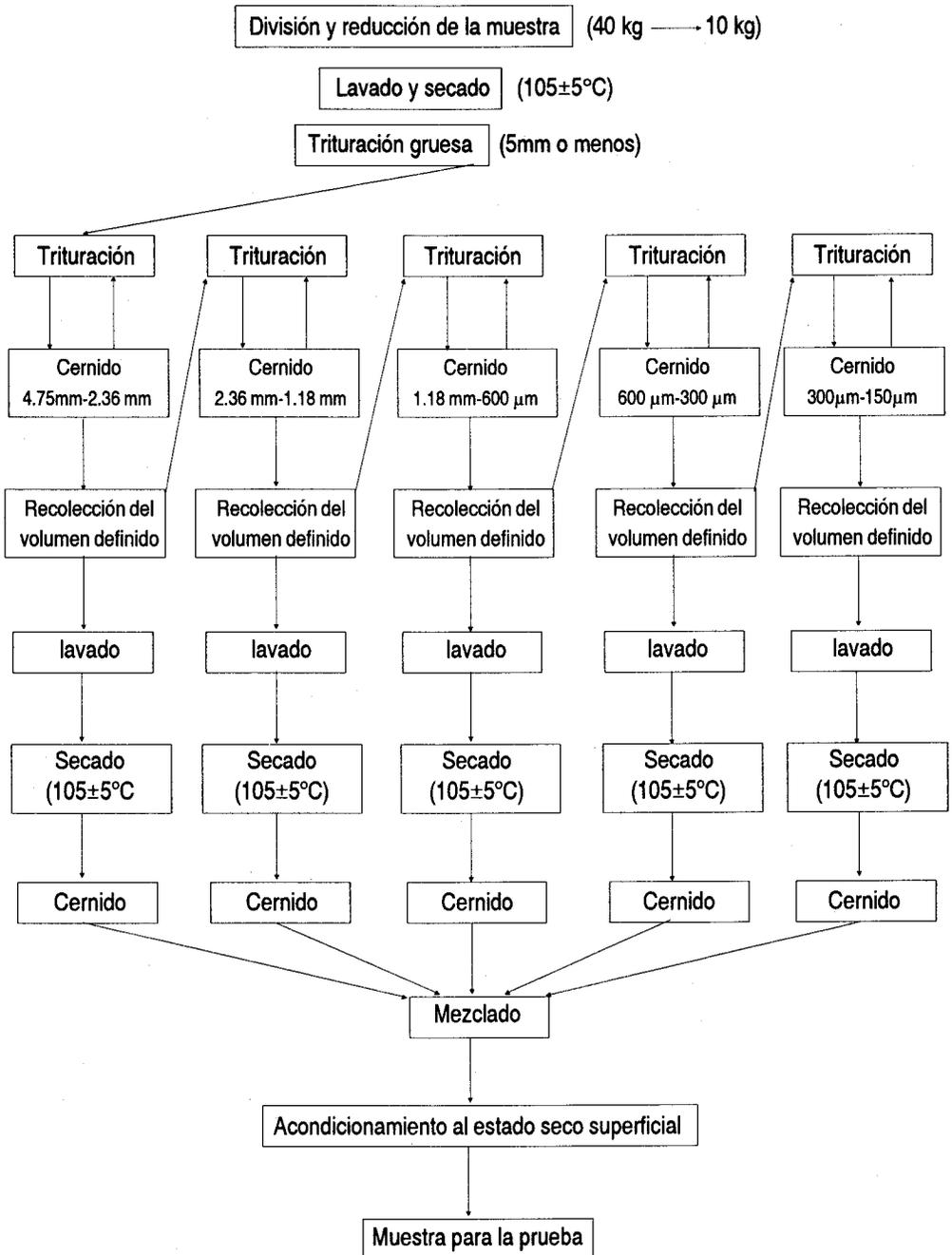
Aquí lo importante es no tratar de reducir el diámetro de partículas en una vez sino gradualmente, repitiendo la trituración y clasificación por cribado. Sobre todo, cuando se manejan agregados naturales, es muy importante triturar gradualmente, para mezclar materiales típicos en cada categoría de finura.

Se considera que existe un punto pésimo de RAS por la finura y la proporción de la mezcla de agregados reactivos, por lo que es muy importante tomar todas las precauciones posibles sobre los puntos arriba mencionados para que la muestra triturada represente fielmente la totalidad de los agregados.

Cuadro 1
Finura de la muestra para el método de barra de mortero

Medida nominal de mallas		Porcentaje de la masa
Pasando por	Quedando en	
4.75 mm	2.36 mm	10
2.36 mm	1.18 mm	25
1.18 mm	600 μm	25
600 μm	300 μm	25
300 μm	150 μm	15

Diagrama 2
Procedimientos para la elaboración de la muestra para
el método de barra de mortero

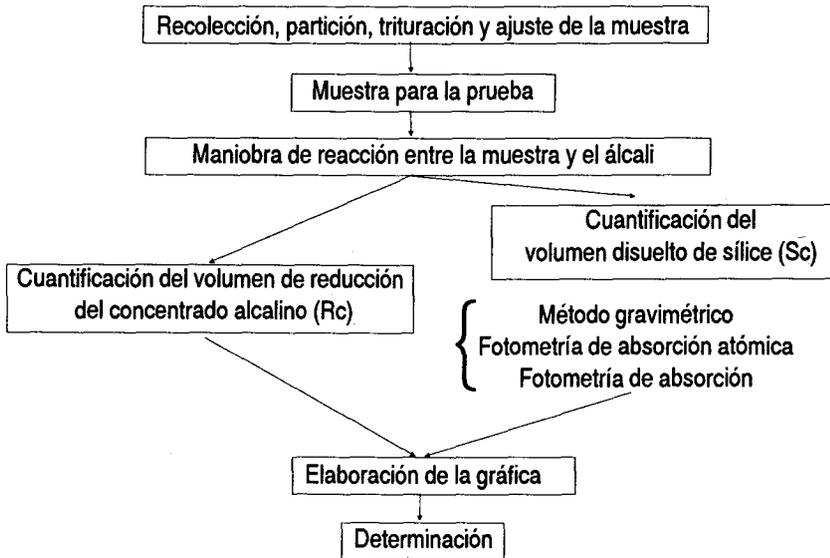


4. Método químico

La prueba por el método químico se realiza según los procedimientos mostrados en el diagrama 3. En una gráfica se marca la relación entre la reducción del concentrado alcalino (Rc) y el volumen del sílice disuelto (Sc) en la solución original, y por el área en que caen estos puntos se juzga su inocuidad, nocividad potencial o nocividad.

El agregado juzgado como inocuo en esta prueba no tiene problemas para ser utilizado en la elaboración del concreto. El agregado juzgado nocivo o potencialmente nocivo, debe ser sometido a prueba por el método de barra de mortero que se menciona en 5., para juzgar su aptitud como material para el concreto, o hay que tomar algunas medidas de control establecidas para inhibir la reacción antes de utilizarlo.

Diagrama 3
Procedimiento de la prueba por método químico



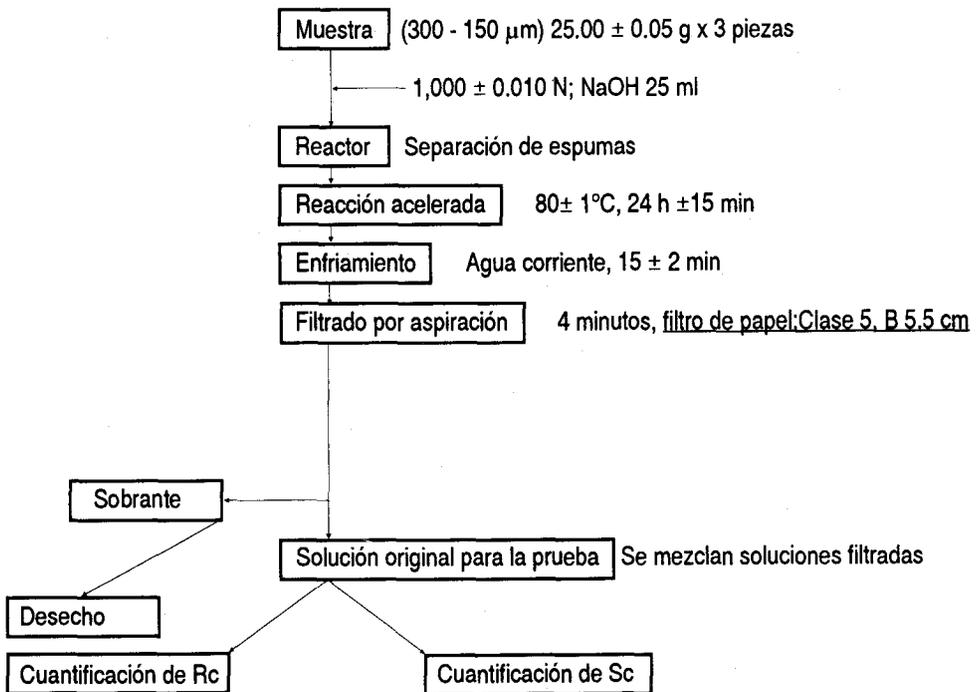
Es inconveniente aplicar el método químico a la caliza o a las rocas que contienen cal, por lo que es necesario realizar un estudio mineralógico antes de aplicar este método. En general, la caliza o las rocas calizas no producen la reacción álcali - sílice, ya que contienen muy pocos minerales silíceos. Sin embargo, se dice que a veces provocan la reacción de rocas de carbonato alcalino que se considera como una de las reacciones alcalinas de agregados. Esta reacción consiste en la producción de carbonato alcalino como resultado de la reacción entre la dolomita contenida en la caliza y la sustancia alcalina contenida en el cemento. Este carbonato alcalino reacciona con hidróxido de calcio, produciendo sulfo-aluminato de calcio, que expande el concreto generando fisu-

ras. Para conocer esta reactividad de las rocas de carbonato alcalino, existe la prueba mencionada en ASTM C-586 (método de cilindro de roca).

1) *Maniobra de la reacción del álcali con la muestra*

El diagrama 4 muestra los procedimientos de maniobra de la reacción entre el álcali y la muestra. El punto más importante que hay que cuidar en esta maniobra de reacción es el tiempo y la temperatura en el momento de la reacción acelerada, los cuales deben ser controlados estrictamente según la norma. El grado de reacción entre el álcali y la muestra varía grandemente de acuerdo con el tiempo y la temperatura de reacción, e influye sobre la reducción del contenido alcalino (Rc) y el volumen disuelto de sílice (Sc). Por lo tanto es necesario mantener las condiciones dentro de los rangos estipulados, y sin fluctuaciones hasta donde sea posible. En el cuadro 2 se muestra un ejemplo de las variaciones provocadas en el resultado por el cambio de la temperatura de la reacción.

Diagrama 4
Maniobra de la reacción entre el álcali y la muestra



Cuadro 2. Un ejemplo de los impactos de la temperatura de la reacción sobre el resultado de la prueba. (m mol/l)

Muestra Temperatura de la tina (°C)	A		B		C		D	
	Rc	Sc	Rc	Sc	Rc	Sc	Rc	Sc
79.2	120	428	121	479	50	97	65	775
80.0	123	459	119	515	52	105	64	785
80.8	141	450	139	512	63	109	89	786

Nota: Texto para las conferencias sobre el método de prueba de reactividad potencial de los agregados (método químico). Noviembre, 1985, Asociación de Cementeros.

2) Método de cuantificación del volumen de reducción del contenido alcalino (Rc)

El procedimiento de cuantificación del volumen de reducción del contenido alcalino se muestra en el diagrama 5. En este procedimiento de cuantificación de Rc, lo más importante es evitar, hasta donde sea posible, que entre en la solución el dióxido de carbono existente en el aire. Para esto es necesario terminar en un corto tiempo la maniobra de neutralización por titulación con ácido clorhídrico.

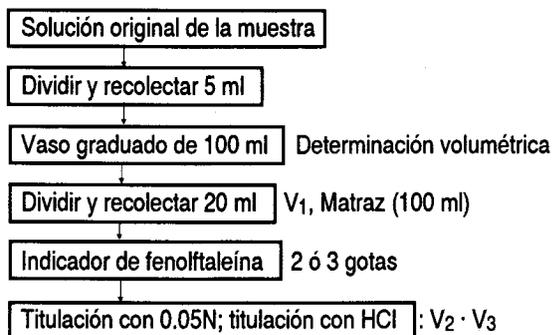
En otras palabras, si la titulación tarda mucho por pretender cuidar la precisión, el valor de Rc va a aumentar por la carbonatación de la solución de la muestra por el dióxido de carbono que existe en el aire. Por lo tanto, para acortar el tiempo necesario para una serie de maniobras, es conveniente hacer una neutralización preliminar. Esta para saber el valor cercano para llegar al consumo final, para que en la titulación formal pueda agregar el ácido clorhídrico rápidamente hasta el valor aproximado, para concentrar el cuidado en la etapa final de precisión.

Unos cinco minutos después de la terminación del procedimiento, a veces la solución vuelve a tomar el color rojo; esto se debe a la hidrólisis del silicato de sodio, por lo que se puede ignorar.

3) Método de cuantificación del sílice disuelto (Sc)

Para la cuantificación del sílice disuelto, existen tres métodos establecidos: el método gravimétrico, el método fotométrico de absorción atómica y el método fotométrico de absorción. En este texto, se explicará el método gravimétrico y el método fotométrico de absorción atómica, que son los métodos que utilizamos en este laboratorio.

Diagrama 5
Método de cuantificación del volumen de reducción
de la concentración alcalina (Rc)



$$Rc = \frac{20 \times 0.05 \times F}{V_1} \times (V_3 - V_2) \times 1000$$

F: Factor de 0.05N y de HCl

V₃: volumen de HCl necesario para la titulación de la prueba de control (ml)

a. Método gravimétrico

En el diagrama 6, se indican los procedimientos del método gravimétrico.

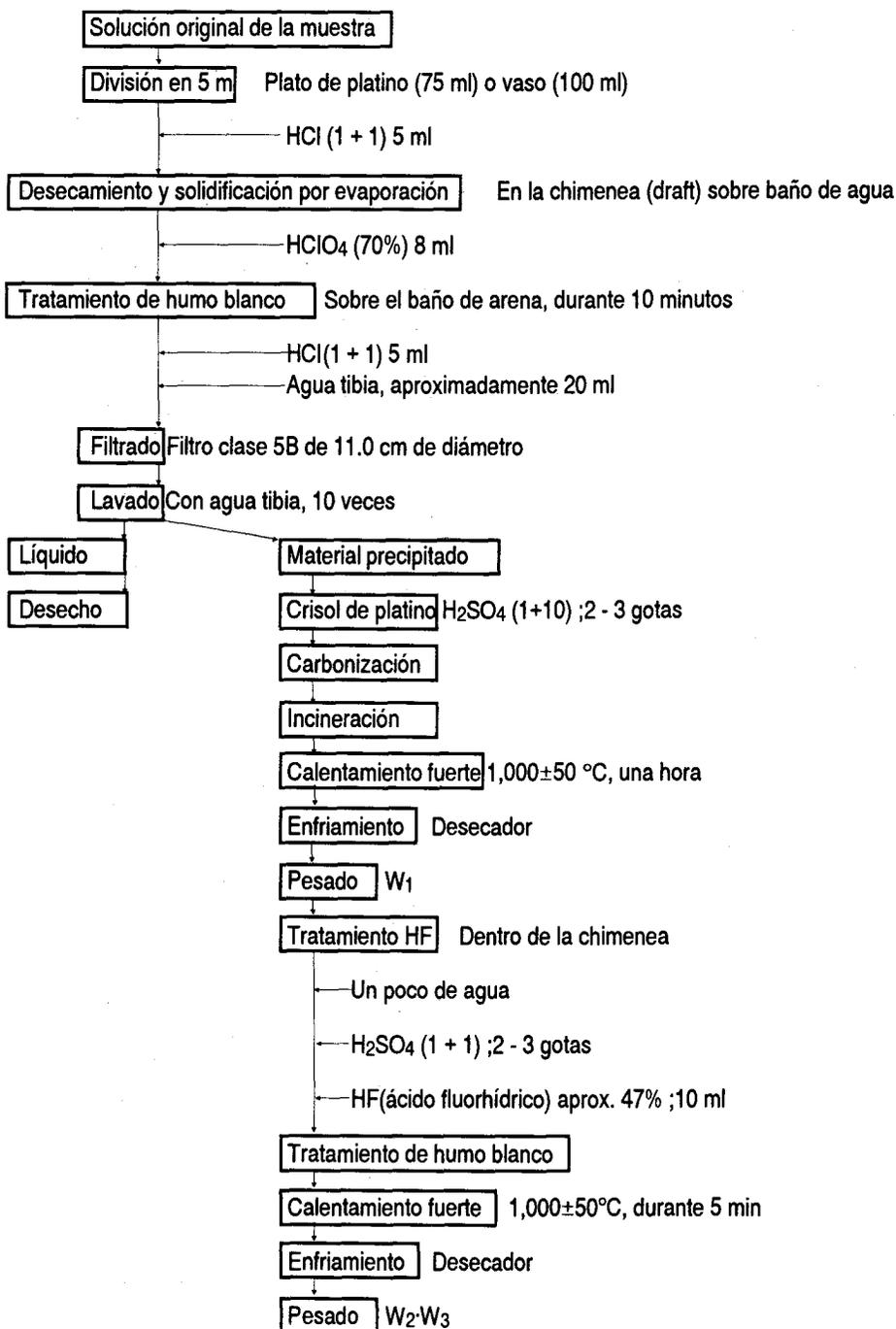
Uno de los puntos de mayor cuidado en este método es lavar suficientemente el filtro con agua tibia. Si este lavado es insuficiente y queda ácido perclórico sobre el papel del filtro y se puede dispersar el material precipitado en el proceso de incineración por calentamiento, afectando el valor de Sc y generando resultados incorrectos.

Por lo tanto, hay que aplastar muy bien las masas gelatinosas que están en el plato de platino o en el vaso con una barra de vidrio antes de filtrar. El sílice en estado gelatinoso es relativamente fácil de disolver en el agua; si se lava con agua tibia las veces establecidas (10 veces), se diluirá sin grandes problemas.

El segundo punto de cuidado es incinerar el filtro lentamente, durante bastante tiempo. Si se calienta con fuego fuerte apresuradamente antes de que la incineración del filtro sea completa, se producen carburos de color negro que aumentan la masa del material precipitado, e imposibilitan que se logre el valor correcto de Sc. Por lo tanto, cuando se calienta a fuego fuerte, hay que aumentar el calor lentamente y aplicarlo al conjunto del filtro y el material precipitado, carbonizándolos sin que se generen flamas. Se sigue aumentando el calor hasta que el conjunto se incinere, y finalmente se le aplica una temperatura de 1,000±50°C durante una hora. El precipitado de sílice fuertemente calentado absorbe la humedad, por lo que es necesario pesarlo en corto tiempo. Para meter y sacar el desecador, hay que tener cuidado para que no se disperse por el movimiento del aire. También es importante mantener a un mismo nivel el tiempo de enfriamiento en el desecador, desde el punto de vista de la repetitividad de la prueba. Cuando se traslada al crisol de platino, es conveniente utilizar alicates con puntas cubiertas de platino, para no rayar el crisol.

Diagrama 6

Método de cuantificación del volumen de sílice disuelto (Sc) (Método gravimétrico)



$$Sc = 3,330 \times (W_1 - (W_2 - W_3))$$

W₃: Masa que se compensará por el resultado de la prueba en blanco. (g)

b. Método fotométrico de absorción atómica.

El principio del método fotométrico de absorción atómica es el siguiente:

Por las flamas de alta temperatura, los elementos objeto de análisis contenidos en la solución se convierten en átomos flotantes. Cuando por esta flama pasa la luz, los átomos excitados absorben luces de cierta frecuencia. Al medir el grado de absorción y de las frecuencias de las luces absorbidas, se puede saber la concentración de los elementos objeto de análisis contenidos en la solución. En este método, es importantes manejar con cuidado el espectrofotómetro de absorción atómica.

En primer lugar, hay que conocer muy bien las características de la curva de trabajo del silicio para cuantificarlo con precisión. Por lo general, las curvas de trabajo del fotómetro de absorción atómica son rectas en las densidades bajas, y tienden a curvarse en las densidades altas por diversas causas. Por lo tanto, hay que medir dentro del rango de línea recta en la práctica; se debe diluir la solución, si es necesario, para que la concentración correspondiente quede dentro del rango de la línea recta.

Por otra parte, las condiciones óptimas establecidas al inicio del análisis pueden ir cambiando paulatinamente por el uso continuo del fotómetro durante largo tiempo. Cuando se trata de analizar muchas muestras, es necesario revisar de vez en cuando las curvas de trabajo, mientras se realice el análisis.

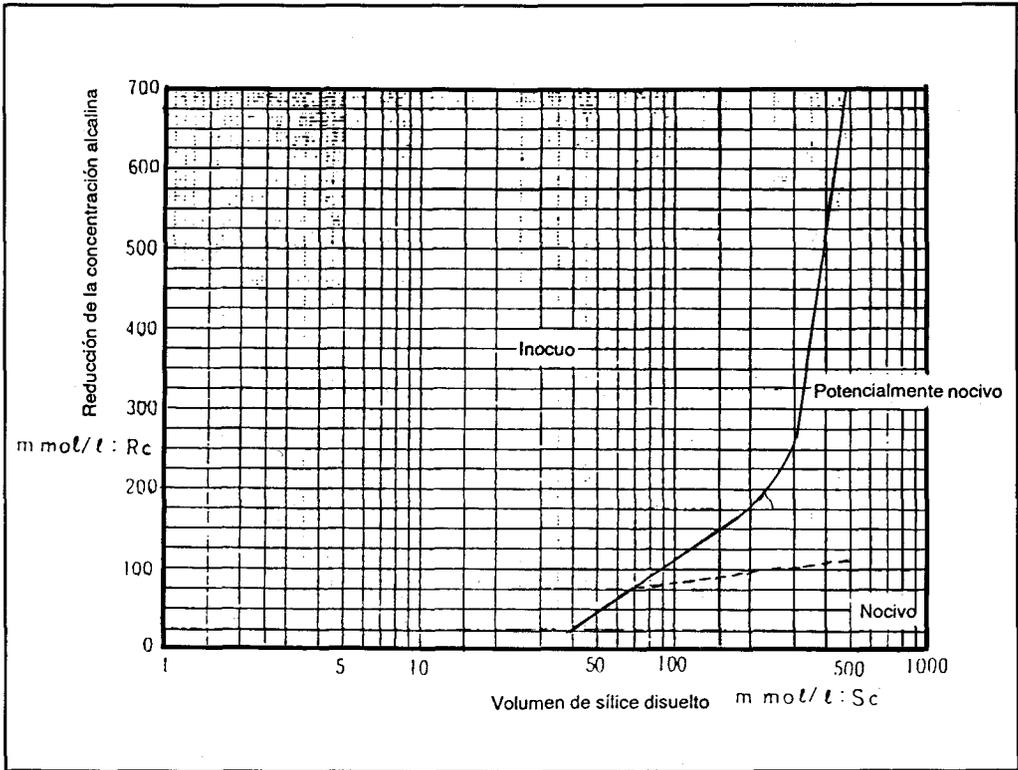
Para la medición se utilizan gases de acetileno y de dióxido de nitrógeno, por lo que a veces se acumulan carburos alrededor de las ranuras impidiendo que se logren los valores precisos de S_c . Es necesario eliminar bien los carburos pegados a los accesorios.

4) Determinación

Los resultados de la prueba de reactividad álcali-sílice se demuestran con los puntos de la gráfica de determinación 7, correspondiente a los valores promedios de R_c y S_c . Se juzga si un agregado es inocuo, potencialmente dañino o dañino, dependiendo del área en que se sitúan los puntos.

Si alguno de los tres valores medidos cae en una área diferente a otros, se recomienda repetir la prueba. Cuando el punto graficado cae sobre la línea divisoria entre un área y otra, se juzga sobre la base del sentido de mayor seguridad (por ejemplo, si queda sobre la línea divisoria entre el área inocua y la dañina, se interpretará como dañino).

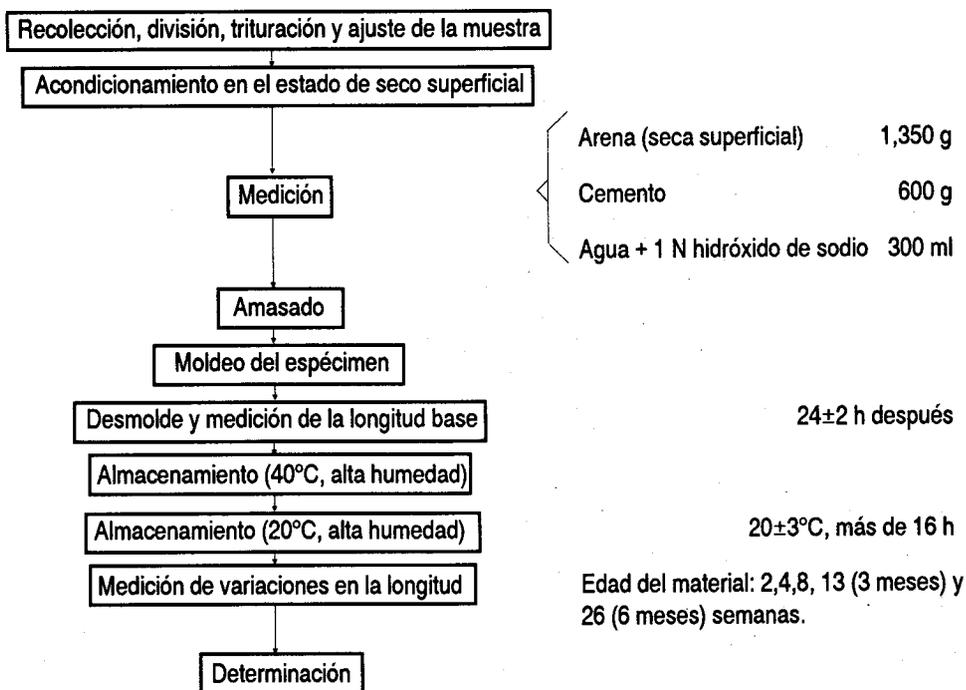
Gráfica 7
Gráfica de determinación del grado de nocividad de los agregados



5. Método de barra de mortero

Se elaboran barras de mortero siguiendo los procedimientos señalados en el diagrama 8. Se conservan en condiciones de reacción aceleradas de alta temperatura y de alta humedad, para medir luego la tasa de expansión de las barras para juzgar la reactividad potencial de agregados-muestra. Los agregados determinados dañinos en esta prueba tienen una reactividad potencial, por lo que es necesario tomar las medidas de inhibición previstas en el Proyecto Provincial del Ministerio de Construcción o en JIS.

Diagrama 8
Procedimiento de la prueba por el método de barra de mortero



Los puntos de cuidado para cada procedimiento son los siguientes:

1) *Medición*

La formulación del mortero se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3
Formulación del mortero

	Cantidad	Relación (en masa)
Arena (seca superficial)	1,350 g	Arena: cemento=1:2.25
Cemento	600 g	Relación agua-cemento=50%
Agua + solución en Agua de NaOH	300 ml	Contenido alcalino 1.2%

En este procedimiento, lo más importante es utilizar cemento con poco contenido alcalino, y lo ajusta al nivel de 1.2% de contenido alcalino (R₂O) agregándole la solución acuática de 1N-NaOH en cantidades calculadas por la siguiente fórmula:

i. Para ajustar 600 g de cemento con $R_2O=0.5\%$ y convertirlo en cemento con $R_2O=1.2\%$

$$600 \times \frac{(1.2 - 0.5)}{100} = 4.20 \text{g} \text{ Se requiere } 4.20 \text{g de } Na_2O$$

ii. Para calcular el volumen equivalente de NaOH al 4.20 g de Na_2O ;

$$4.20 \times \frac{NaOH}{(Na_2O/2)} = 4.20 \times \frac{40.0}{31.0} = 5.42 \text{ g}$$

iii. Para convertir 5.42 g de NaOH en 1N-NaOH (40.0 g NaOH/litro):

$$\frac{5.42}{40.0} = 0.136 \text{ litros} \quad 5.42 \text{ g de NaOH corresponde a } 0.136 \text{ litros de } 1N\text{-NaOH}$$

Por lo tanto, 136 ml de agua de amasado debe ser sustituida por 1N-NaOH.

El segundo punto es cuidar de que los agregados finos (en el estado de seco superficial) no se sequen en el momento de la medición. Esto es muy importante para mantener constante la relación agua-cemento del mortero amasado; cuando se quiere utilizar arena que no esté en estado de seco superficial, se debe medir su contenido de agua para calcular la diferencia con el factor de absorción, con el objeto de compensar el volumen de agua.

Antes de la medición, es conveniente mantener todos los materiales en una cámara de temperatura constante, de 20°C , por lo menos durante 24 horas, para homogeneizar la temperatura de los materiales utilizados.

2) Preparación del molde

En la preparación de los moldes, es importantes confirmar la longitud efectiva entre los discos para el deformímetro mecánico. Cuando se colocan los discos al molde, si los orificios del molde están llenos de polvo o si existe aire atrapado adentro, los discos no entran completamente y la longitud efectiva varía, ocasionando que la tasa de expansión de barra de mortero no se calcule correctamente. En el cuadro 4 se muestra la relación entre la longitud efectiva entre discos y la tasa de expansión. De acuerdo con este cuadro, si la longitud efectiva de calibre es de 139.4 a 140.7 mm no va a haber diferencias en el resultado del cálculo de la tasa de expansión.

En nuestro laboratorio, determinamos la profundidad de los orificios del molde según el disco utilizado, para que la longitud efectiva entre discos quede en 140 mm.

Los discos que se venden en el mercado difieren en su longitud dependiendo de su tipo, por lo que es importante utilizar la longitud efectiva real entre discos en el cálculo de la tasa de expansión.

Cuadro 4
Relación entre la longitud efectiva entre discos y la tasa de expansión.

Longitud efectiva (mm)	Tasa de expansión en % cuando la variación de longitud es de 0.140 mm
139.3	0.100502 → 0.101
139.4	0.1004 → 0.100
139.5	0.1004 → 0.100
140.0	0.100
140.5	0.0996 → 0.100
140.6	0.0996 → 0.100
140.7	0.099502 → 0.100
140.8	0.0994 → 0.099

3) Amasado

En el proceso de mezclado es importante mantener la relación agua-cemento del mortero amasado, por lo que hay que utilizar los instrumentos de prueba como cuchara y recipiente de amasado, sin agua, quitándoles el agua previamente con tela seca.

La solución acuosa de IN-NaOH debe estar mezclada totalmente antes de utilizarla. Es conveniente medir el valor de flujo del mortero siguiendo los procedimientos de JIS R 5201 (Método de pruebas físicas del cemento) para tenerlo como una referencia, para comprobar el tipo de agregados utilizados.

4) Moldeo del espécimen

Hay que cuidar que el molde se llene totalmente de mortero amasado; se tiende a acumular burbujas de aire alrededor de los discos por lo tanto, hay que cuidar que el mortero se distribuya bien en estas partes, sobre todo, utilizando un cuchillo de cemento o una varilla compactadora de diámetro reducido.

Cuatro a cinco horas después de la colocación, se quita la parte sobrante del mortero con una cuchara de albañil, y se aplana la superficie superior cuidando que no se dañe el espécimen. Si este acabado de la superficie superior se realiza antes de tiempo, a veces se presenta una sedimentación del mortero posteriormente. Por otra parte, si transcurre demasiado tiempo antes del acabado, se daña el espécimen frecuentemente y no se aplana bien la superficie.

En el método especificado en JIS, se menciona que se puede reducir el agua del amasado ligeramente cuando existe la posibilidad de separación de materiales en el

proceso de moldeo por el mortero demasiado blando, pero en realidad no se presentan estos casos.

5) *Desmolde y longitud de base*

El desmolde se realiza después de 24 ± 2 h de la colocación del mortero en el molde. Hay que tener cuidado de que el espécimen no reciba impactos en el momento de desmolde, sobre todo no hay que ejercer presión sobre los discos. Cuando se ejercen fuerzas sobre los discos, se afecta la adherencia de éstos con el mortero, lo que puede causar errores en la medición. Es conveniente utilizar desmoldadores comerciales (para moldes de tres series), ya que posibilitan un desmolde muy fácil sin que se fuercen los discos. Para evitar que se seque el espécimen, hasta donde sea posible, el desmolde y la medición de la longitud base deben ser realizados en el tiempo más corto posible, y terminada la medición, inmediatamente guardar el espécimen en el contenedor de almacenamiento.

En nuestro laboratorio, los especímenes se colocan en el contenedor de almacenamiento que se mantiene a 20°C , inmediatamente después del desmolde, y se sacan uno por uno para la medición, regresándolos inmediatamente al contenedor después de la medición. En el momento de la medición, es necesario comprobar que las puntas de los discos estén totalmente limpias y sin adherencias.

6) *Almacenamiento y medición*

El primer cuidado que se debe tener en el proceso de almacenamiento es controlar suficientemente la humedad y la temperatura del contenedor. La expansión de barras de mortero es vulnerable a las condiciones del almacenamiento (temperatura y humedad); cuando se presentan fluctuaciones en la humedad en el contenedor, se pueden producir variaciones en la tasa de expansión de cada uno de los especímenes, causando problemas de precisión en el resultado de la prueba. Por lo tanto, es necesario medir de antemano la distribución de la temperatura y la humedad dentro del contenedor, y se debe modificar el contenedor si se observan variaciones considerables. No se deben almacenar especímenes con diferentes fechas de moldeo en un mismo contenedor.

En segundo lugar, hay que tener cuidado para que los especímenes no tengan contacto con agua dentro del contenedor. En nuestro laboratorio, se utiliza una caja de cloruro de vinilo con una gasa con agua pegada en la pared interior; para evitar que caigan gotas del techo de la caja sobre los especímenes por el exceso de agua, se le agrega con atomizador, una cantidad muy pequeña de agua a la gasa, en el momento de iniciar el almacenamiento. En el fondo de la caja se coloca el agua, pero cuidamos que no sea excesivo su volumen porque si hay demasiada agua, los especímenes se mojan al inclinarse ligeramente la caja. Si el espécimen se pone en contacto directo con el agua, los iones de Na, K y Si pueden diluirse en el agua por presión osmótica, afectando la precisión de la tasa de expansión.

El tercer punto está en relación con los hongos que se generan dentro del contenedor. Los hongos, dependiendo de su especie, pueden ocasionar enfermedades graves, como asma u otros tipos de alergia, por lo que hay que tener mucho cuidado para que no se generen hongos en el contenedor. Por lo general, la producción de hongos tiene

relación con cinco condiciones: a) temperatura: 20 - 40°C, b) humedad, c) oxígeno, d) valor PH: 4 - 8, e) nutrientes. Si eliminamos una de estas cinco condiciones, podemos evitar que se generen hongos. En nuestro laboratorio, anteriormente se utilizaba fieltro pegado en la pared interior, pero se observaba la producción de hongos por ricos nutrientes que contenía el fieltro; sustituimos el fieltro por gasa, tela de menor contenido de nutrientes (e), y ya no se observa la generación de hongos en el contenedor.

En el momento de la medición de variaciones de longitud, hay que cuidar los siguientes tres puntos:

- i) que se mida en el tiempo más corto posible, para evitar que se seque el espécimen;
- ii) que se mida siempre a un lado determinado para abajo y el otro lado para arriba;
- iii) que se invierta la dirección longitudinal y el lugar de colocación del espécimen en el momento de cada almacenamiento.

En el momento de la medición de variaciones de longitud, se registran también las anomalías observadas, como la flexión de la barra, la existencia de burbujas, fisuras en la superficie y los lixiviados gelatinosos o manchas.

Cuadro 5

1.	Nombre de la prueba	Prueba de reactividad álcali-silice de agregados (Método químico).
2.	Objetivo de la prueba	Probar la reactividad álcali-silice de los agregados utilizados para la elaboración del concreto.
3.	Muestra	Muestra para la prueba de alrededor de 500 g de 300 a 150 μm , recolectada de una muestra original de aprox. 40 kg, después de la división, reducción, trituración y ajuste.
4. Método de prueba	Resumen	Se pone a reaccionar la muestra con el álcali, y se mide el volumen de reducción en la densidad alcalina (R_c) y el volumen del sílice disuelto (S_c) de la solución original de la muestra. Los resultados de la medición se registran en una gráfica de determinación, para determinar químicamente la reactividad álcali-silice del agregado en un corto tiempo.
	Normas aplicables	1) Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción [Prueba de reactividad álcali-silice de agregados (Método químico)]. 2) JIS A 5308, Anexo 7 [Método de prueba de reactividad álcali-silice de agregados (Método químico)].

	Instrumentos de la prueba	<p>a) <i>Dispositivos e instrumentos para el ajuste de la muestra:</i></p> <p>Un juego de trituradores gruesos y finos, mallas, secadores.</p> <p>b) <i>Dispositivos e instrumentos para la prueba de reactividad álcali-sílice:</i></p> <p>Balanza química, reactor, tina de temperatura constante, baño de agua, baño de arena, espectrofotómetro fotoeléctrico, fotómetro de absorción atómica, horno eléctrico, un juego de aparatos para análisis crisol de platino, desecador y filtro de succión.</p> <p>c) <i>Reactivos:</i></p> <p>Solución estándar de 1N hidróxido de sodio, solución estándar de 0.05N ácido clorhídrico, ácido perclórico (70%), ácido fluorhídrico (aprox. 47%), ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, indicador de fenolftaleína (solución con un 1% de etanol), solución estándar de sílice (Si 1,000 ppm) o solución original de sílice (10 m mol SiO₂ /l).</p>
4. Método de prueba	Detalles del método	<p>1) Procedimiento de reacción de álcali y la muestra: ver el diagrama 4.</p> <p>2) Método de cuantificación del volumen de reducción de la densidad alcalina: ver el diagrama 5.</p> <p>i) Cálculo del resultado:</p> $R_c = \frac{20 \times 0.05 \times F}{V_1} \times (V_3 - V_2) \times 1,000$ <p>Donde Rc: Volumen de reducción de la densidad alcalina (m mol/l)</p> <p>V₁: Volumen recolectado de la solución diluida de la muestra que se utilizó en la titulación (ml)</p> <p>V₂: Volumen de la solución estándar de ácido clorhídrico de 0.05N requerido para la titulación de la solución diluida de la muestra (ml)</p> <p>V₃: Volumen de la solución estándar de ácido clorhídrico de 0.05N requerido para la titulación de la solución diluida para la prueba en blanco (blank test) (ml).</p> <p>F: Factor de la solución estándar de ácido clorhídrico de 0.05N.</p>

4. Método de prueba	<p>Detalles del método</p>	<p>Generalmente, V_1 es 20 ml, por lo que podemos simplificar la fórmula anterior:</p> $R_c = 50 \times F \times (V_3 - V_2)$ <p>3) Método de cuantificación del volumen disuelto de sílice (S_c):</p> <p>a. Método gravimétrico: ver diagrama 6</p> <p>i) Cálculo del resultado:</p> $S_c = 3,330 \times \{W_1 - (W_2 - W_3)\}$ <p>Donde S_c: Volumen disuelto de sílice (m mol/l)</p> <p>W_1: masa medida por primera vez(g)</p> <p>W_2: Masa medida por segunda vez (g)</p> <p>W_3: Masa por complementarse mediante la prueba en blanco (g)</p> <p>b. Método de fotómetro de absorción atómica.</p> <p>i) Elaboración de la solución estándar: Se dividen y se diluyen las cantidades necesarias de la solución estándar de sílice.</p> <p>ii) Elaboración de la curva de trabajo: establecer las condiciones óptimas del fotómetro de absorción atómica con las flamas de alta temperatura de gas de acetileno y dióxido de nitrógeno. Medir la absorción de cada solución estándar a una frecuencia de 251.6nm, para elaborar la curva de trabajo.</p> <p>iii) Medición: Medir la absorción de las soluciones de muestra apropiadamente diluidas en las mismas condiciones utilizadas para la elaboración de la curva de trabajo.</p> <p>iv). Cálculo de los resultados: los resultados se calculan de acuerdo con la fórmula (1) cuando se utiliza la solución estándar original de sílice (10 m mol SiO_2/l), y de acuerdo con la fórmula (2) cuando se utiliza la solución estándar de sílice comercial (Si 1,000 ppm).</p> $S_c = 20 \times n \times c \quad (1)$ $S_c = 20 \times n \times A \times \frac{1}{28.00} \quad (2)$
---------------------	----------------------------	--

4. Método de prueba	Detalles del método	<p>Donde Sc: Volumen disuelto de sílice (m mol/l)</p> <p>n: Tasa de dilución</p> <p>c: Contenido de sílice obtenido de la curva de trabajo (SiO₂ m mol/l)</p> <p>A: Contenido de sílice obtenido de la curva de trabajo (Si mg/l)</p>
5. Método de evaluación	Normas aplicables	<p>1) Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción [Prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método químico)].</p> <p>2) JIS A 5308 Anexo 7 [Método de prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método químico)].</p>
	Criterios de determinación	<p>En la gráfica de determinación (gráfica 7), se grafican los valores promedios del Rc y Sc. Se determina si los agregados son inocuos, potencialmente nocivos o nocivos, de acuerdo con el área donde se encuentran los puntos graficados.</p>
6.	Expresión de resultados	<p>1) Tipo de tamaño y lugar de procedencia de los agregados.</p> <p>2) Los resultados de la medición de Rc y Sc y los valores medios correspondientes.</p> <p>3) Determinación de los resultados y gráfica de determinación con los puntos graficados.</p>
7.	Consideración	<p>Los materiales juzgados como potencialmente nocivos o nocivos, serán sometidos a la prueba por el método de barra de mortero para llegar a la conclusión final.</p>

Cuadro 6

1. Nombre de la prueba	Prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método de barra de mortero)
2. Objetivo de la prueba	Conocer la reactividad álcali-sílice potencial de los agregados utilizados para la elaboración del concreto.
3. Especímenes	<p>1) Medidas: 4 x 4 x 16 cm</p> <p>2) Cantidad: tres especímenes.</p>

4. Método de prueba	Resumen	Determinar la reactividad álcali-sílice de los agregados, por medio de la medición de las variaciones en la longitud de las barras de mortero.
	Normas aplicables	1) Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción [Prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método de barra mortero)]. 2) JIS A 5308, Anexo 8 [Método de la prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método de barra mortero)].
	Instrumentos para la prueba y dispositivos de medición	Molino, mallas, balanza o báscula, mezclador de mortero, instrumentos para medir las variaciones de longitud, cámara de temperatura constante (20°C y 40°C), contenedor de almacenamiento.
	Condiciones en el momento de la prueba	Moldeo de mortero y medición de variaciones de longitud: 20±3°C de temperatura. Condiciones de almacenamiento de las barras de mortero: 40±2°C de temperatura, humedad igual o mayor al 95%.
	Detalles de la prueba	1) División, trituración y ajuste de la muestra. 2) Acondicionamiento en el estado de seco superficial. 3) Medición: arena (seca superficial) 1,350 g, cemento (con bajo contenido alcalino) 600 g, solución acuosa de agua + NaOH 300 ml. 4) Amasado: Cemento + arena, 30 segundos → agua+NaOH, 30 segundos → se amasa durante 120 segundos batiendo el material del fondo del recipiente hacia arriba con una cuchara. 5) Moldeo: Se coloca el mortero en el molde en dos capas. Después de cinco horas, se aplanan la superficie superior. 6) Curado inicial: El molde se coloca en una caja húmeda y se cubre con una tela mojada. 7) Desmolde: Deben transcurrir 24 ± 2 h desde la colocación del mortero hasta el desmolde. 8) Medición de la longitud base: Se mide la longitud base en el cuarto de medición (20°C). 9) Almacenamiento: Se coloca en un contenedor de almacenamiento, a una temperatura de 40 ± 2°C y una humedad igual o mayor al 95%.

4. Método de prueba	<p>Detalles de la prueba</p>	<p>El día anterior a que se cumpla la edad determinada, el espécimen se traslada al cuarto de medición (20°C), para tenerlo en el cuarto durante más de 16 h.</p> <p>10) Medición de variaciones en la longitud: a la edad determinada (de 2, 4, 8, 13 (3 meses) y 26 semanas (6 meses)).</p> <p>11) Observación del aspecto exterior: En el momento de la medición, se observan las anomalías del espécimen, como la flexión, burbujas, fisuras, lixiviados gelatinosos o manchas.</p> <p>12) Cálculo de la tasa de expansión:</p> $\text{Tasa de expansión} = \frac{(\text{Longitud a la edad determinada}) - (\text{Longitud base})}{(\text{Longitud efectiva de calibre})} \times 100$
5. Método de evaluación	<p>Normas aplicables</p> <p>Criterio de determinación</p>	<p>1) Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción [Prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método de barra de mortero)].</p> <p>2) JIS A 5308 Anexo 8 [Método de la prueba de reactividad álcali-sílice de agregados (Método de barra mortero)].</p> <p>El agregado se determina como nocivo cuando el valor promedio de las tres barras sea igual o mayor al 0.1% después de 6 meses.</p> <p>Puede ser considerado nocivo el agregado que haya mostrado una expansión igual o mayor al 0.05% a los 3 meses.</p>
6.	<p>Expresión del resultado</p>	<p>1) Lugar de procedencia y tipo del agregado.</p> <p>2) Tipo y marca del cemento.</p> <p>3) Porcentaje de contenido alcalino del cemento (Óxido de potasio (K₂O), Óxido de sodio (Na₂O) y el contenido alcalino total (R₂O)).</p> <p>4) Tasa de expansión medida en cada edad y su promedio.</p> <p>5) Otros aspectos importantes observados en el espécimen en el momento de la prueba o después.</p>
7.	<p>Consideraciones</p>	<p>Cuando se utilice material considerado nocivo para la elaboración del concreto, se tomarán las medidas inhibitorias establecidas por separado.</p>

7) Cálculo de la tasa de expansión

La tasa de expansión se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de expansión (\%)} = \frac{(X_i - sX_i) - (X_{ini} - sX_{ini})}{L} \times 100$$

donde X_i : lectura del deformímetro de carátula (dial gauge) del espécimen a la edad i .

sX_i : lectura del deformímetro de carátula de escala estándar del espécimen a la edad i .

X_{ini} : lectura del deformímetro de carátula del espécimen en el momento del desmolde.

sX_{ini} : lectura del deformímetro de carátula de escala estándar del espécimen en el momento del desmolde.

L : longitud efectiva del calibre (distancia entre la punta interior de los discos).

(X_i , sX_i , X_{ini} , sX_{ini} y L deben estar expresados en la misma unidad).

Si fijamos en forma constante la lectura del deformímetro de carátula de escala estándar en un valor determinado (en cero), la fórmula anterior será:

$$\text{Tasa de expansión \%} = \frac{(\text{longitud a la edad determinada } X_i) - (\text{longitud de base } X_{ini})}{(\text{longitud efectiva del calibre } L)} \times 100$$

Con esto, se simplifica mucho el cálculo y se reducen las posibilidades del error.

8) Determinación

El Proyecto Provisional del Ministerio de Construcción y JIS determina como nocivo el agregado que muestra una tasa de expansión igual o menor al 0.1% con un periodo de almacenamiento de seis meses. Por lo consiguiente, la determinación de la reactividad de la muestra se debe realizar después de seis meses, en principio, pero si se observa una expansión igual o mayor a 0.05% a los tres meses, se puede determinar como nociva la reactividad de la muestra.

Como una información de referencia, en la gráfica 9 se señalan los resultados de la prueba aplicada a los tres tipos de agregados: A, B y C.

El agregado A presentó una expansión superior al 0.10% después de 13 y 26 semanas, por lo que se determina nocivo.

El agregado B mostró más del 0.05% de expansión después de 13 semanas, pero a las 26 semanas presentó una expansión menor al 0.1%, por lo que se considera inocuo.

El agregado C muestra una expansión menor al 0.1% después de 13 semanas y 26 semanas, por lo que se juzga como inocuo.

Como hemos visto, se registran muchos casos de muestras que presentan una expansión superior al 0.05% después de 3 meses, pero que muestran una expansión inferior al 0.1% después de seis meses, por lo que se consideran inocuas. De acuerdo con el registro que tuvimos en las pruebas de barra de mortero realizadas en nuestro laboratorio desde el año pasado hasta el mes de septiembre de este año, la relación observada entre la expansión a los tres meses (X) y a los seis (Y) es la siguiente:

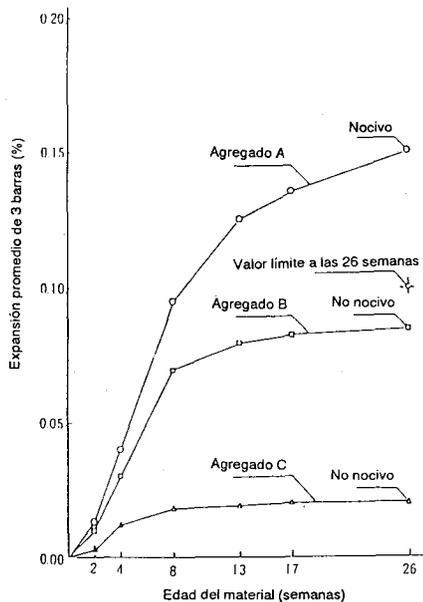
$$Y = 1.068X + 0.829 \quad (N = 424, r = 0.995)$$

Esto quiere decir que la expansión registrada entre tres y seis meses es únicamente del 7%, por lo que se recomienda no sacar conclusiones a los tres meses, sino seguir con las mediciones hasta completar los seis meses. Las relaciones entre la edad del material y la tasa de expansión varían mucho de acuerdo con la composición de las rocas y la especie de minerales reactivos; por eso, los datos referentes a este aspecto se usarán siempre como valores de referencia.

Si un espécimen presenta una tasa de expansión igual o mayor al 0.1% a los tres meses o antes, puede ser determinado como nocivo para terminar la prueba.

Gráfica 9

Un ejemplo del resultado de la prueba por el método de barra de mortero.



6. Para terminar

Los agregados, como arena y grava de río, de suelo y de cantera, son una mezcla de diferentes rocas, y sus características pueden variar dependiendo del lugar de extracción (por ejemplo, por la profundidad y el sitio exacto de la extracción en una misma mina). Aunque los agregados procedan de una misma cantera, sus características pueden ser diferentes por el estrato de las rocas trituradas, por lo que hay que tener mucho cuidado al recolectar las muestras, para obtener muestras representativas. Antes de la prueba, es necesario dividir, reducir y ajustar la muestra para conservar la representatividad original.

Apéndices:
Normas Industriales Japonesas
en los agregados para Concreto

(A 1)

UDC 666.972.12:691.332:
620.16:621.928.2

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Sieve
Analysis of Aggregates

A 1102-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the test method for sieve analysis of aggregates ⁽¹⁾ to be used for concrete.

Note ⁽¹⁾ The aggregates here include lightweight aggregates for structure.

2. Testing Apparatus

2.1 The balance shall be sensitive to within 0.1 % of the mass of the sample.

2.2 The sieves to serve shall be 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 and 100 mm wire sieves (2).

Note ⁽²⁾ These sieves are the standard wire sieves of 150, 300, 600 μm and 1.18, 2.36, 4.75, 9.5, 16, 19, 26.5, 31.5, 37.5, 53, 63, 75 and 106 mm specified in JIS Z 8801.

Applicable Standards:

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3. Samples

3.1 Representative samples of aggregates shall be taken and reduced nearly to the specified quantities by the quartering method or with a sample splitter. The quantities in mass after drying shall, as a rule, be as specified below. In the case of lightweight aggregates for structural use, half the value of the mass specified below shall be sampled as a rule.

Fine aggregates, not less than 95 % (by mass) passing 1.2 mm sieve	100 g
Fine aggregates, not less than 5 % (by mass) retained on 1.2 mm sieve . . .	500 g
Coarse aggregates, max. size approx. 10 mm	1 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 15 mm	2.5 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 20 mm	5 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 25 mm	10 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 40 mm	15 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 50 mm	20 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 60 mm	25 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 80 mm	30 kg
Coarse aggregates, max. size approx. 100 mm	35 kg

3.2 The samples specified in 3.1 shall be dried to a constant mass at temperatures of 100 to 110°C.

4. Test Method

4.1 The samples shall be sifted into a series of sizes using such sieves specified in 2.2 as are suitable for the purpose of test for sieve analysis of aggregates.

4.2 The sieving operation shall be conducted by applying to the sieve a vertical and lateral motion, accompanied by a jarring action so as to keep the sample moving continuously all over the surface of the sieve. Sieving shall be continued until not less than 1 % of the remaining sample can not pass the sieve in one minute.

When mechanical sieving is used ⁽³⁾, it shall be consummated by the final manual sieving to ensure that the amount of material passing the sieve in one minute is less than the value given above.

Note ⁽³⁾ The aggregates likely to be pulverized in the sieving operation shall not be consigned to mechanical sieving.

4.3 The grain of the sample caught in the meshes of the sieve shall be pushed back carefully so as not to crumble and shall be regarded as having remained on the sieve.

4.4 After completion of the sieving operation, the mass of the sample remaining on each sieve shall be weighed with a balance.

5. Calculation of Test Results

The results of the sieving analysis shall be expressed in terms of percentage of total mass of the sample, and the values shall be calculated to the first decimal place and rounded off to a whole number by the method specified in JIS Z 8401.

6. Report

The following items deemed necessary shall be included in the report.

- (1) Class, size, appearance and place of production of aggregates, and in the case of artificial lightweight aggregates, name (*).
- (2) Sampled position and date
- (3) Test results expressed in any of the following:
 - (a) Percentage passing each sieve
 - (b) Percentage retained on each sieve
 - (c) Percentage retained among consecutive sieves

Note (*) Trade name may be used.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Amount
of Material
Passing Standard Sieve
75 μm in Aggregates

A 1103-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the test method for determining the total quantity of those particles contained in aggregates ⁽¹⁾ which pass through the 0.075 mm sieve ⁽²⁾.

Notes ⁽¹⁾ These include lightweight aggregates for structural concrete.

⁽²⁾ This means the 75 μm standard sieve specified in JIS Z 8801.

2. Test Apparatus

2.1 The balance used shall have a precision within 0.1 % of the mass of the sample.

2.2 The sieves to serve shall be 0.075 mm and 1.2 mm ⁽³⁾ wire sieves.

Note ⁽³⁾ This latter sieve means the 1.18 mm standard sieve specified in JIS Z 8801.

2.3 The container used shall be sufficiently large to prevent the sample from flying out when it is vigorously washed.

3. Sample

3.1 The sample shall be taken so that it represents the original aggregates ⁽⁴⁾ and reduced to approximately the quantity required for the test by the quartering method or with a sample splitter. The quantity of the sample after drying shall be the following as the standard.

Fine aggregate	1000 g
Coarse aggregate about 10 mm in maximum size	2 kg
Coarse aggregate about 20 mm in maximum size	5 kg
Coarse aggregate about 40 mm or larger in maximum size	10 kg

Note ⁽⁴⁾ The aggregate sufficient to hold them together are required to have a moisture during the sampling operation.

Applicable Standards:

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3.2 The sample of 3.1 shall be dried at 100 to 110°C until a constant weight is obtained.

3.3 The sample of 3.2 shall be further divided into two equal parts with a sample splitter and each part shall be used as the sample for each test.

4. Test Method

4.1 The mass (m_{D1}) of the sample of 3.3 shall be accurately measured to the nearest 0.1 %.

4.2 Add water to the sample of 4.1 placed in a container until it is totally immersed in water. By violently stirring the sample in water, separate fine particles from coarse particles and allow to be suspended in the washing water. Taking care to prevent coarse particles from flowing out, immediately pour the washing water onto two overlapping sieves, a 1.2 mm wire sieve laid on top of a 0.075 mm wire sieve.

4.3 Again add water to the sample left in the container, stir and pour the washing water onto the two overlapping sieves ⁽⁵⁾. Repeat this operation until the washing water becomes clear.

Note ⁽⁵⁾ In this case, the particles remaining on the 0.075 mm sieve may still contain particles which can pass this sieve, so that it is necessary to additionally pour water or shake the sieve with its lower part dipped in the water or perform a similar operation.

4.4 Return the particles remaining on the two overlapping sieves to the sample which has been washed. Dry the sample thus obtained at 100 to 110°C until a constant mass reached, when its mass (m_{D2}) shall be measured accurately to the nearest 0.1 %.

5. Calculation of Result

5.1 The test result shall be calculated from the following formula and rounded to 2 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$A = \frac{m_{D1} - m_{D2}}{m_{D1}} \times 100$$

where A: weight percentage of particles passing 0.075 mm sieve (%)

m_{D1} : dry mass of sample before washing (g)

m_{D2} : dry mass of sample after washing (g)

5.2 The test shall be conducted two times on the samples taken at the same time and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The disparity from the mean value shall be within 0.5 for fine aggregate and within 0.3 for coarse aggregate.

7. Report

Information items selected from the following as necessary shall be carried in the report:

- (1) Kind, size, appearance, and locality of production. However, in the case of artificial lightweight aggregates, the product name (6).
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Weight percentage of particles passing the 0.075 mm sieve

Note (6) The product name may be a trade name.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Unit
Weight of Aggregate and Solid
Content in AggregateA 1104-1976
(Reaffirmed: 1986)1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for unit weight ⁽²⁾ and solid content in aggregates ⁽¹⁾ used for concrete.

Notes ⁽¹⁾ These include lightweight aggregates for structural concrete.

⁽²⁾ The weight referred to in this standard means the mass.

2. Test Appliances

2.1 The balance used shall have a precision of within 0.2 % of the total quantity of the sample.

2.2 The container used shall be a metal cylinder with its inner surface finished by machining and be watertight and sufficiently rigid. The container shall be provided with handles to facilitate handling.

The container shall be selected from those shown in the following table according to the maximum size of the aggregate:

Maximum size of aggregate mm	Container		Approximate volume ℓ
	Inner diameter cm	Internal height cm	
10 or smaller	14	13	2
Over 10 to 40 incl.	24	22	10
Over 40	35	31	30

The volume of the container shall be calculated by accurately measuring the weight of water required to fill the container.

2.3 The tamping rod used shall be a round steel rod of 16 mm in diameter and 50 cm in length with a hemispherical end.

3. Sample

3.1 The sample shall be taken so as to represent the aggregate to be tested and be reduced to about the required quantity by the method of quartering or by use of a sample splitter. The reduced quantity shall be not smaller than 2 times the volume of the container. The sample shall be in the air-dried condition or absolute dry condition.

Applicable Standards: See page 4.

3.2 The sample of 3.1 shall be divided into two equal parts and each part shall be used as the sample for one test.

4. Test Methods

4.1 Measurement of Weight per Unit Volume

(1) Method of Packing Sample

(a) In the Case of Rodding Test

The aggregates of 40 mm or smaller in maximum size shall be subjected to the rodding test. The method of packing the sample in this case shall be as follows: Introduce the sample up to 1/3 of the capacity of the container, level the upper surface with fingers, and pick uniformly with a tamping rod 25 times. Then introduce the sample up to 2/3 of the volume of the container and pick 25 times in the same manner. Lastly, introduce the sample until it overflows from the container and pick 25 times in the same manner as before.

(b) In the Case of Jigging Test

Where the maximum size of the aggregate exceeds 40 mm or where the aggregate is a lightweight aggregate, the jigging test shall be carried out. The method of packing the sample in this case shall be as follows:

Place the container on a rigid and horizontal floor such as a concrete floor and pack the sample in the container in three layers of almost equal quantities. For each layer of sample, raise one side of the container by about 5 cm and let it fall so as to hit the floor. Then raise the opposite side of the container by about 5 cm and let it fall. In this manner, let each side of the container fall 25 times alternately, 50 times in total, thereby shaking and compacting the sample.

(2) Method of Levelling Aggregate Surface

In the case of fine aggregate, the excess amount of sample shall be scraped off by using a tamping rod as a measuring rule and the surface of the aggregate shall be levelled to make it flush with the upper edge of the container.

In the case of coarse aggregate, the surface of the aggregate shall be levelled with fingers or a measuring rule so as to make the height of the projections of the coarse aggregate particles above the upper edge of the container almost equal to the depth of the indentations.

(3) The weight of the sample in the container shall be measured.

4.2 Measurement of Specific Gravity, Percentage of Water Absorption and Water Content (3)

- (1) The sample for measuring the specific gravity, percentage of water absorption, and water content shall be taken by the method of quartering or by use of a sample splitter from the sample which has been subjected to the measurement of weight.

- (2) The specific gravity, percentage of water absorption, and water content shall be measured in accordance with JIS A 1109, JIS A 1110, JIS A 1134, JIS A 1135 and JIS A 1125.

Note (3) The measurement of water content may be omitted where a sample in absolute dry condition is used or where the estimated water content of the sample is 1.0 % or less.

5. Calculation of Results

5.1 The weight per unit volume (T) of the aggregate shall be calculated from the following formula and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$T = \frac{W_1}{V} \times \frac{W_D^{(4)}}{W_2}$$

where

- T : weight per unit volume of aggregate (kg/ℓ)
- V : volume of container (ℓ)
- W_1 : weight of sample in container (kg)
- W_2 : weight of sample for water content measurement before drying (g)
- W_D : weight of sample for water content measurement after drying (g)

Note (4) The following formula shall be used where a sample in absolute dry condition is used or where the measurement of water content is not performed:

$$T = \frac{W_1}{V}$$

5.2 The solid content (G) of the aggregate shall be calculated from the following formula and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$G = T \times \frac{100 + Q}{D_s}$$

where

- G : solid content of aggregate (%)
- Q : percentage of water absorption of aggregate (%)
- D_s : specific gravity in saturated surface dry condition of aggregate

5.3 The test shall be conducted two times with the samples taken at the same time and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The deviations (percentage) from the mean values of the weight per unit volume and solid content shall be not more than 0.5 %.

7. Report

Those information items required among the following shall be written in the report:

- (1) Kind, size, appearance, and locality of occurrence, but in the case of an artificial lightweight aggregate, product name ⁽⁵⁾
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Condition of sample, air dried or absolute dry
- (4) In the case of air dried condition, whether or not water content is measured, and the measured value of water content where it is measured.
- (5) Specific gravity and percentage of water absorption
- (6) Weight per unit volume
- (7) Solid content and particle size of sample

Note ⁽⁵⁾ The product name may be the trade name.

Applicable Standards:

- JIS A 1109-Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate
- JIS A 1110-Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
- JIS A 1125-Method of Test for Total Moisture Content and Surface Moisture of Aggregate by Drying
- JIS A 1134-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of Light Weight Fine Aggregate for Structural Concrete
- JIS A 1135-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of Light Weight Coarse Aggregate for Structural concrete
- JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Organic
Impurities in Fine AggregateA 1105-1976
(Reaffirmed: 1986)1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies method of test for an approximate determination of the presence of injurious organic impurities in fine aggregate which are to be used in cement mortar or concrete.

2. Testing Apparatus

2.1 A balance shall be of capacity not less than 1 kg.

2.2 Two glass bottles shall be prepared. These bottles shall be transparent, 400 ml capacity with stopper, and both approximately same diameter and thickness. And at least one bottle shall be graduated at 125 ml and 200 ml.

Applicable Standards:

JIS K 8101-Ethyl Alcohol (99.5 v/v %) (Reagent)

JIS K 8576-Sodium Hydroxide (Reagent)

3. Sample

A representative sample shall be sampled and reduced to approx. 500 g ⁽¹⁾ by the quartering method or by the use of a split sampler.

Note ⁽¹⁾ In the case of light weight aggregate, sample shall be taken about 300 g.

4. Method of Testing

4.1 A standard colour solution shall be prepared by adding 2.5 ml of a 2 % solution of tannic acid in 10 % alcohol ⁽²⁾ to 97.5 ml of a 3 % sodium hydroxide ⁽³⁾ solution. This shall be placed in a glass bottle, stoppered, and shaken vigorously.

Notes ⁽²⁾ Special Grade specified in JIS K 8101 shall be used.

⁽³⁾ Special Grade specified in JIS K 8576 shall be used.

4.2 A graduated glass bottle shall be filled with the sample to the 125 ml mark, and a 3 % solution of sodium hydroxide shall be added until the total volume of the fine aggregate and liquid is 200 ml. And immediately, the bottle shall be stoppered, and shaken vigorously.

4.3 The glass bottle filled with the sample added with solution of sodium hydroxide and glass bottle filled with the standard colour solution shall be exposed for 24 h. And then the supernatant liquid above the fine aggregate shall be compared with the standard colour solution for their shades of colour, visually.

Reference: Test solution darker in colour than the reference standard colour solution indicates the necessity of conducting other tests for aggregate before use of the fine aggregate.

5. Report

The necessary items of the following shall be included in the report.

- (1) Class, appearance and place of production of fine aggregate, in the case of artificial light weight aggregate, however, name ⁽⁴⁾
- (2) Sampled position and date
- (3) Test result for organic impurities in fine aggregate (dark or light in colour compared with standard colour solution)

Note ⁽⁴⁾ Trade name may be used.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for specific Gravity and
Absorption of Fine AggregateA 1109:1976
(Reaffirmed: 1986)

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the specific gravity and percentage of water absorption of fine aggregates ⁽¹⁾.

Note ⁽¹⁾ In the case of artificial lightweight aggregates, the test shall be performed in accordance with JIS A 1134.

2. Test Appliances

2.1 The balance used shall be one having a weighing capacity of 1 kg or larger and a reciprocal sensibility of within 0.1 g.

2.2 The flask used shall have a capacity of 500 ml and be verified to 0.15 ml at 20°C.

2.3 The metal flow cone used for testing the saturated surface-dry condition of fine aggregates shall be 38 mm in upper surface inner diameter, 89 mm in bottom surface inner diameter, 74 mm in height, and 4 mm or larger in thickness.

2.4 The tamping rod used shall have a weight of 340±15 g and one of its ends shall have a circular cross-section of 25±3 mm in diameter.

3. Sample

3.1 The sample taken shall be able to represent the original fine aggregate, and be reduced to almost the required quantity by the method of quartering or by use of a sample splitter and then made absorb water for 24 h. The required quantity shall be about 1000 g.

3.2 The sample of 3.1 shall be spread in a thin, flat layer on a flat surface and stirred at times, with a warm wind gently applied to dry it uniformly.

Applicable Standards:

JIS A 1134-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of
Light Weight Fine Aggregate for Structural Concrete

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

3.3 When the fine aggregate still appears to have some surface water, it shall be packed loosely in the flow cone, and after the upper surface is levelled, picked lightly with a tamping rod 25 times, and then the flow cone shall be quietly raised vertically. The above procedure shall be repeated while drying the sample little by little, and the condition reached when the cone of the fine aggregate has slumped at the first time when the flow cone is raised shall be taken as the saturated surface-dry condition ⁽²⁾.

Note ⁽²⁾ If the cone of the fine aggregate slumps when the flow cone is removed at the first time, it means that the saturated surface-dry condition has already been passed, so that in such a case, the above operation shall be performed after adding a small amount of water to the fine aggregate, mixing it well, and then leaving it standing with a covering for 30 min.

3.4 The sample of 3.3 shall be divided into two equal parts and each part shall be used as the sample for one test.

4. Test Methods

4.1 Test for Specific Gravity

- (1) After measuring the weight ⁽³⁾(W_s) of the sample of 3.4 to the nearest 0.1 g, the sample shall be placed in a flask and added with water up to the scale mark of about 500 ml ⁽⁴⁾.

Notes ⁽³⁾ The weight referred to in this standard means the mass.

⁽⁴⁾ The danger of breakage of the flask can be avoided by placing a small amount of water in the flask before introducing the sample into the flask.

- (2) After expelling air bubbles by rolling the flask on a flat plate, the flask shall be soaked in a water bath at a constant temperature of $20 \pm 2^\circ\text{C}$.
- (3) After the flask is soaked in the water bath for about 1 h, water shall further be added up to the scale mark of 500 ml.
- (4) The total weight (W_1) of water added to the flask in (1) and (3) shall be measured to the nearest 0.1 g.
- (5) The sample shall be dried by the method shown in 4.2 and its weight (W_{d1}) shall be measured.

4.2 Test for Percentage of Water Absorption After measuring the weight (W_{s2}) of the sample remaining in test of 4.1 to the nearest 0.1 g, the sample shall be dried at 100 to 110°C until a constant weight is obtained and cooled to room temperature in a desiccator, and its weight (W_{d2}) shall be measured to the nearest 0.1 g.

5. Calculation of Results

5.1 The specific gravity (D_s ⁽⁵⁾ and D_D ⁽⁶⁾) and percentage of water absorption (Q) of the fine aggregate shall be calculated from the following formulae and expressed in 3 significant figures by rounding off the 4th significant figure according to JIS Z 8401.

$$D_s = \frac{W_{s_1}}{500 - W_1}$$

where D_s : specific gravity in saturated surface-dry condition

W_{s_1} : weight of sample (g)

W_1 : total amount of water added to flask (ml)

$$D_D = \frac{W_{D_1}}{500 - W_1}$$

where D_D : specific gravity in absolute dry condition

W_{D_1} : weight of sample after drying (g)

$$Q = \frac{W_{s_1} - W_{D_1}}{W_{D_1}} \times 100$$

where Q : percentage of water absorption (%)

W_{s_1} : weight of sample (g)

W_{D_1} : weight of sample after drying (g)

Notes ⁽⁵⁾ This specific gravity is the specific gravity in saturated surface-dry condition.

⁽⁶⁾ This specific gravity is the specific gravity in absolute dry condition.

5.2 The test shall be conducted two times with the samples taken at the same time and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The deviation from the mean value shall be not larger than 0.01 in the specific gravity test, and not larger than 0.03 % in the percentage of water absorption test.

4.
A 1109-1976

7. Report

Those required information items among the following shall be written in the report:

- (1) Kind, size, appearance and locality of occurrence of aggregate
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Specific gravity
- (4) Percentage of water absorption

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Specific
Gravity and Absorption of
Coarse Aggregates

A 1110-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the specific gravity and the percentage of water absorption of coarse aggregates ⁽¹⁾.

Note ⁽¹⁾ Artificial lightweight aggregates shall be tested in accordance with JIS A 1135.

2. Test Apparatus

2.1 The balance used shall have a weighing capacity of 5 kg or larger and a reciprocal sensibility of within 0.5 g.

2.2 The balance shall be so constructed that a cage can be suspended from the center of its weighing pan by means of a metallic wire 3 mm or smaller in diameter and be immersed in water.

2.3 The cage for holding the coarse aggregate shall be made of wire netting not larger than 3 mm in aperture size and have a diameter of about 20 cm and a height of about 20 cm.

3. Sample

3.1 The sample taken shall be representative of the original coarse aggregate and be prepared as its part of the aggregate remaining on a 10 mm wire sieve ⁽²⁾ is reduced to about the specified quantity by the method of quartering. The weight of the sample shall be about 2 kg for coarse aggregates of the maximum size of 25 mm or under, and about 5 kg for aggregates of the maximum size exceeding 25 mm. Where the stone quality of the coarse aggregate is almost uniform, those particles remaining on a 25 mm wire sieve ⁽²⁾ shall be taken as the sample.

Note ⁽²⁾ These wire sieves shall conform to the 9.5 mm and the 26.5 mm standard sieves specified in JIS Z 8801.

Applicable Standards:

JIS A 1135-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of
Light Weight Coarse Aggregate for Structural Concrete

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3.2 Thoroughly wash the sample of 3.1 with water, remove dust and other foreign matters from the particle surfaces and then allow to absorb water as it is immersed in water kept at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ for 24 h.

3.3 Take the sample out of the water, swish off the water and allow to roll about on a water absorbing cloth ⁽³⁾ to be removed of visible water films. Where the particles are large, wipe each particle ⁽⁴⁾.

Notes ⁽³⁾ Because there is a possibility of overdrying when dry cloth is used, adequate care shall be exercised in performing this operation.

⁽⁴⁾ The surfaces of the particles still give a wet appearance in the saturated surface-dry condition. Where each particle is wiped, care shall be taken against excessive local drying that might occur.

3.4 The sample of 3.3 shall be divided into two equal parts and each part shall be used as the sample for one test run.

4. Test Method

4.1 The mass (m_s) of the sample of 3.4 shall be measured to the nearest 0.5 g.

4.2 The sample placed in the cage shall be immersed in clean water kept at $20 \pm 2^\circ\text{C}$, removed of air bubbles adhering to the particle surfaces and between particles, and the mass in water (m_w) of the sample shall be measured.

4.3 The sample withdrawn from the water shall be dried at 100 to 110°C until a constant weight is reached and cooled to room temperature, and then its mass (m_d) shall be measured to the nearest 0.5 g.

5. Calculation of Result

5.1 The specific gravity values (D_s and D_d) and the percentage of water absorption (Q) of the coarse aggregates shall be calculated from the following formulas and expressed in 3 significant figures by rounding off the 4th significant figure in accordance with JIS Z 8401:

$$D_s = \frac{m_s}{m_s - m_w}$$

where D_s : specific gravity in saturated surface-dry condition ⁽⁵⁾

m_s : mass of sample (g)

m_w : virtual mass of sample in water (g)

$$D_D = \frac{m_D}{m_S - m_W}$$

where D_D : specific gravity in absolute-dry condition ⁽⁶⁾

m_D : mass of sample after drying (g)

$$Q = \frac{m_S - m_D}{m_D} \times 100$$

where Q : percentage of water absorption (%)

Notes ⁽⁵⁾ This specific gravity means the specific gravity in the saturated surface-dry condition.

⁽⁶⁾ This specific gravity means the specific gravity in the absolute dry condition.

5.2 The test shall be conducted each once on two samples taken at the same time and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The deviation from the mean value shall be not larger than 0.01 in the specific gravity test, and not larger than 0.03 % in the percentage of water absorption test.

7. Report

Information items chosen from the following as required shall be carried in the report:

- (1) Kind, size, appearance, and place of production or name
- (2) Specific gravity
- (3) Percentage of water absorption

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

JIS

Method of Test for Surface Moisture in
Fine AggregateA 1111-1976
(Reaffirmed: 1986)1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies method of test for surface moisture in fine aggregate (1).

Note (1) Including light weight fine aggregate for structural concrete.

2. Testing Apparatus

2.1 Balance with a weighing capacity of 2 kg or more and discrimination of 0.5 g or better.

2.2 For container, either one of the followings shall be used.

(1) Glass container with a mark showing a given capacity

(2) Graduated volumetric glass container

(3) Pycnometer

(4) Container made of glass or non-corrosive metal, finished upper face by fitting, whose capacity is 2 to 3 times the loose volume of the sample. In the case the container is graduated or marked the scale shall be approved to 0.5 ml or less at 20°C.

3. Sample

3.1 As to the sample the representative one shall be sampled. And its weight (2) shall be 400 g (3) or more.

Notes (2) In this standard, weight shall mean mass.

(3) The larger the amount of the sample, the more accurate will be the result obtained.

3.2 In the case of handling the sample, the variation of the moisture content shall be kept as small as possible.

Applicable Standards:

JIS A 1109-Methods of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate

JIS A 1134-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of Light Weight Fine Aggregate for Structural Concrete

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

3.3 The sample of 3.1 shall be divided into 2 parts, and be made the sample for one test each (4).

Note (4) For the sample to be used for the second test, care should be taken so that the moisture content will not vary until the commencement of the test.

4. Method of Testing

The test may be conducted by either the gravimetric method or volume method. During the test, the temperature of the container and its contents shall be kept constant as far as possible, within the range of 15 to 25°C.

4.1 Gravimetric Method In the case of gravimetric method, the container may be used any one of the containers shown in 2.2.

- (1) The weight of the sample (W_1) of 3.3 shall be weighed.
- (2) The container shall be filled with water to the mark or suitable graduation in the case of using glass container with a mark or graduated volumetric glass container. And the container shall be filled with water by the use of cap or flat glass in the case of using the pycnometer or the container finished upper face by fitting (5). The weight (W_2) of the container filled with water in this way, shall be measured.

Note (5) In the case of using pycnometer or container finished upper face by fitting, it shall be weighed with cap or flat glass intact.

- (3) The container shall be emptied, and an amount of water sufficient to cover the sample shall be poured in it. The sample shall next be placed in the container, and the sample and water shaken or stirred in order to thoroughly eliminate entrapped air. Further, water shall be added to the mark or the same graduation, or the container to be filled by the use of cap or flat glass similarly to (2), and the total weight (W_3) of container, sample and water shall be weighed.
- (4) The amount of water (W) displaced by the sample shall be calculated by the following formula:

$$W = W_3 + W_1 - W_2$$

where, W : amount of water displaced by sample (g)
 W_1 : amount of sample (g)
 W_2 : amount of container and water (g)
 W_3 : amount of container, sample and water (g)

4.2 Volume Method In the case of volume method, among the containers of 2.2, a glass container with a mark showing a given capacity or graduated volumetric glass container shall be used.

- (1) The weight of the sample (W_1) shall be weighed.
- (2) An amount of water (V_1) sufficient to cover the sample shall be poured in the container after measuring the amount.

- (3) The sample shall be placed in the container and the sample and water shaken or stirred in order to thoroughly eliminate entrapped air.
- (4) The combined volume of the sample and the water shall be determined by direct reading of scale in the case of using the graduated volumetric glass container. When a glass container with a mark is used, the combined volume (V_2) of the sample and the water shall be obtained by filling with water of already-known volume to the mark and deducting this volume from that of the container.
- (5) The amount of water (V) displaced by the sample shall be calculated from the following formula:

$$V = V_2 - V_1$$

where, V : amount of water displaced by the sample (ml)
 V_2 : combined volume of the sample and water (ml)
 V_1 : amount of water poured to cover the sample (ml)

5. Result of Calculation

5.1 The percentage of surface moisture (H) of the fine aggregate shall be obtained to two places of decimals from the following formula and shall be rounded off to one place of decimal by JIS Z 8401.

$$H = \frac{W - W_s}{W_1 - W} \times 100$$

provided that, $W_s = \frac{W_1}{D_s}$ (g)

where, H : percentage of surface moisture of the fine aggregate to saturated surface-dry condition (%)

W : amount of water displaced by sample (g), in the case of conforming to volume method, taking the density of the water as 1 g/ml approximately

$$W = 1 \times V \text{ (g)}$$

is used.

D_s : Surface-dry specific gravity of fine aggregate obtained by JIS A 1109 or JIS A 1134.

In the case of light weight fine aggregate, however, it shall be the value measured at the condition that the moisture absorbing condition is as similar as possible to that of the sample.

4.
A 1111-1976

5.2 The test shall be conducted twice on the sample sampled at the same time, and the mean value shall be taken.

6. Accuracy

The deviation from the mean value shall be not more than 0.3 %.

7. Report

For the report, among the following items, necessary ones shall be mentioned.

- (1) Class, appearance and place of production of aggregate, in the case of artificial light weight aggregate, however, the nomenclature (6)
- (2) Sampled position and date of the sampling
- (3) Surface moisture

Note (6) The nomenclature may be the trade name.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Abrasion of
Coarse Aggregate by Use
of the Deval MachineA 1120-1976
(Reaffirmed: 1986)**1. Scope**

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the abrasion of coarse aggregate ⁽¹⁾ by use of the Deval machine.

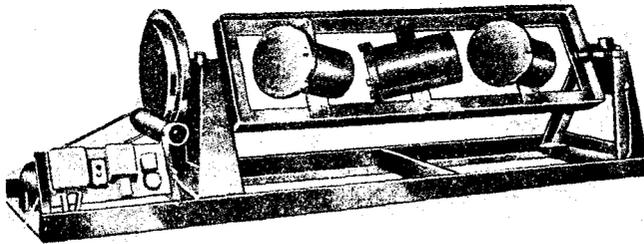
Note ⁽¹⁾ Lightweight aggregates for structural concrete are excluded.

Remark: The units and numerical values given in { } in this standard are in accordance with the International System of Units (SI), and are appended for reference.

2. Test Apparatus and Appliances

2.1 The Deval machine shall be 20 cm in inner diameter and 34 cm in depth and consist of bottomed cast iron cylinders attached to horizontal rotating axes at an angle of 30 degrees, as shown in Figure. The cylinders shall respectively be attached with an iron cover which can be tightly fastened so as to leave no space.

Figure



(The number of cylinders may be suitably decided.)

Applicable Standards:

JIS B 1501-Steel Balls for Ball Bearings

JIS Z 8801-Test Sieves

2.2 The balls used shall be steel balls each having an average diameter ⁽²⁾ of about 4.68 cm and a weight ⁽³⁾ of 390 to 445 g. The total weight of 6 balls used for the testing machine shall be 2500±15 g.

Notes ⁽²⁾ The balls shall consist of balls of 4.6 cm, 4.68 cm and 4.76 cm in diameter, respectively, so as to make the total weight 2500±15 g. These balls shall respectively conform to the 1 13/16, 1 27/32 and 1 7/8 balls specified in JIS B 1501.

⁽³⁾ The weight referred to in this standard means the mass.

2.3 The balance used shall have a precision of within 0.1 % of the total weight of the sample.

2.4 The sieves used shall be wire sieves of 1.7 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm and 50 mm in size ⁽⁴⁾.

Note ⁽⁴⁾ These wire sieves shall respectively conform to the standard sieves 1680 μm, 4760 μm, 9.52 mm, 19.1 mm, 25.4 mm, 38.1 mm and 50.8 mm in size specified in JIS Z 8801.

3. Sample

3.1 The coarse aggregate shall be screened with 5 mm, 10 mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm, and 50 mm wire sieves.

3.2 The sample shall be taken from the screened coarse aggregate made so that its grading agrees with either of the four gradings shown in Table 1. The grading selected shall be that closest to the grading of the coarse aggregate to be tested.

Table 1

Grading division	Ranges of particle diameters divided by nominal size of sieve mm	Weight percentage %
A	10 to 20	25
	20 to 25	25
	25 to 40	25
	40 to 50	25
B	10 to 20	25
	20 to 25	25
	25 to 40	50
C	10 to 20	50
	20 to 25	50
D	5 to 10	50
	10 to 20	50

3.3 The total weight of the sample after drying shall have the value shown in Table 2 according to the specific gravity of the coarse aggregate as standard.

Table 2

Specific gravity of coarse aggregate	Total weight of sample g
Under 2.2	4000
2.2 to 2.4 excl.	4500
2.4 to 2.8 incl.	5000
Over 2.8	5500

3.4 Where the coarse aggregate to be tested contains particles smaller than 10 mm by 25 % or more but from the viewpoint of the grading either of the gradings A, B and C in Table 1 is considered suitable as the sample, the test shall be conducted by using either of the gradings A, B and C. In the case, where the hardness value of the particles smaller than 10 mm and that of the particles 10 mm or larger are judged to be different, a test shall additionally be conducted by using a sample of the grading D.

3.5 The sample shall be washed with water and then dried at 100 to 110°C until a constant weight is reached.

4. Test Method

4.1 The dried sample shall be weighed to the nearest 1 g.

4.2 The sample and 6 balls shall be placed in the cylinders, and the cylinders shall be rotated with cover on at a rate of 30 to 33 rpm {30 to 33 min⁻¹} for 10000 turns.

4.3 The sample shall be taken out of the cylinders and screened with a 1.7 mm wire sieve.

4.4 The part of the sample remaining on the sieve shall be washed with water, dried at 100 to 110°C until a constant weight is reached, and then weighed to the nearest 1 g.

5. Calculation of Result

The test result shall be calculated from the following formula:

$$R = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

where

- R : abrasion loss (%)
- W₁ : weight of sample before test (g)
- W₂ : weight of sample remaining on 1.7 mm sieve after test (g)

6. Report

Those information item required among the following shall be written in the report:

- (1) Kind, appearance and locality of occurrence of aggregate
- (2) Grading division and weight of sample before test
- (3) Abrasion loss (%)
- (4) Weights of gravel and crushed stone (⁵) in sample before test
- (5) Other information required

Note (⁵) In this standard, crushed gravel shall be regarded as crushed stone.

Reference

In the specification (the Standard Specification by the Japan Society of Civil Engineers) of aggregate, the permissible abrasion loss of coarse aggregate is specified respectively for gravel and crushed stone, and the permissible abrasion loss in the case of testing an aggregate consisting of a mixture of both shall be obtained from the following formula:

$$W = \frac{AL + (100 - A)L'}{100}$$

- where
- W: permissible abrasion loss (%)
 - A: weight percentage of gravel in coarse aggregate (%)
 - 100 - A: weight percentage of crushed stone in coarse aggregate (%)
 - L: permissible abrasion loss of gravel (%)
 - L': permissible abrasion loss of crushed stone (%)

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Abrasion of
Coarse Aggregates by Use of
the Los Angeles Machine

A 1121-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the abrasion of coarse aggregates ⁽¹⁾ by use of the Los Angeles machine.

Note ⁽¹⁾ These do not include the lightweight aggregates for structural use.

Remarks 1. This Standard is also applicable to aggregates of particle sizes ranging from 2.5 mm to 5 mm (refer to 3.3).

2. The units and numerical values given in { } in this Standard are based on the International System of Units (SI) (and units which may be used in combination with the system) and are appended for informative reference.

2. Test Apparatus and Appliances

2.1 The los Angeles machine shall have such a construction that the axis of a steel cylinder 710 ± 5 mm in bore and 510 ± 5 mm in internal length which is closed at both ends is attached to a horizontal rotating axis (not extending to the inside of the cylinder), as shown in Figure. The cylinder shall be provided with a material-introducing opening on one side and with a steel cover which can be fastened tightly to leave no space. The attaching of the cover shall be so adjusted that its inner surface and the inner surface of the cylinder may form the same curved surface.

The cylinder shall have in its inside a detachable shelf having the same length as the cylinder and to be installed as protruding by 89 ± 2 mm in the radial direction of the cylinder. The shelf shall be apart from the material-introducing opening by not less than 1270 mm along the outer periphery of the cylinder in the rotating direction.

Applicable Standards:

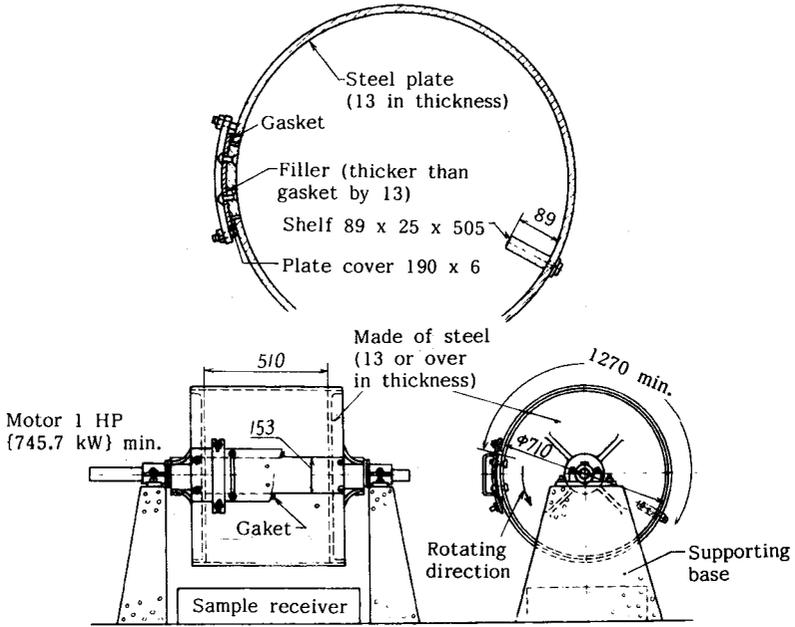
JIS B 1501-Steel Balls for Ball Bearings

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

Figure. Los Angeles Machine

Unit: mm



2.2 The balls shall be steel balls and their number and total mass shall be as specified in Table 1 classified according to the grading division shown in Table 2. The average diameter (²) of the balls shall be about 4.68 cm and the mass of each ball shall be 390 to 445 g.

Table 1

Grading division	Number of balls	Total mass of balls g
A	12	5000 ± 25
B	11	4580 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15
E	12	5000 ± 25
F	12	5000 ± 25
G	12	5000 ± 25

Note (2) The balls 4.6 cm, 4.68 cm and 4.76 cm in diameter shall be combined into a set so that the total mass given in Table 1 is obtained. These balls shall be the $1\frac{13}{16}$, $1\frac{27}{32}$ and $1\frac{7}{8}$ steel balls specified in JIS B 1501.

2.3 The balance shall have a precision of within 0.1 % of the total mass of the sample.

2.4 The sieves to serve shall be the wire sieves 1.7, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 60 and 80 mm in size (3).

Note (3) These wire sieves shall respectively the standard sieves 1.7, 2.36, 4.75, 9.5, 16, 19, 26.5, 37.5, 53, 63 and 75 mm.

3. Sample

3.1 The coarse aggregates shall be screened on 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 60 and 80 mm wire sieves.

3.2 The aggregates of the grading division closest to that of the aggregates to be tested shall be selected from among the grading divisions shown in Table 2.

3.3 The aggregates to be tested shall be washed with water, dried at 100 to 110°C until a constant mass is reached, and a sample matching the particle size desired shall be taken from the aggregates.

The mass of the sample taken shall have the value shown in Table 2 after drying.

Table 2

Division of particle size grade	Ranges of particle sizes classified by nominal size of sieve mm	Mass of sample g	Total mass of sample g
A	10 to 15	1250 ± 10	5000 ± 10
	15 to 20	1250 ± 10	
	20 to 25	1250 ± 25	
	25 to 40	1250 ± 25	
B	15 to 20	2500 ± 10	5000 ± 10
	20 to 25	2500 ± 10	
C	5 to 10	2500 ± 10	5000 ± 10
	10 to 15	2500 ± 10	
D	2.5 to 5	5000 ± 10	5000 ± 10
E	40 to 50	5000 ± 50	10000 ± 100
	50 to 60	2500 ± 50	
	60 to 80	2500 ± 50	
F	25 to 40	5000 ± 25	10000 ± 75
	40 to 50	5000 ± 50	
G	20 to 25	5000 ± 25	10000 ± 50
	25 to 40	5000 ± 25	

4. Test Method

4.1 Samples through with drying shall be weighed to determine the mass (m_1) as given in Table 2.

4.2 Select the number of balls from Table 1 according to the particle size division of the sample, place so many balls in the cylinder together with the sample, put on the lid, and rotate the cylinder at a rate of 30 to 33 rpm {30 to 33 min⁻¹} by 500 turns in the case of particle size grades A, B and C, and by 1000 turns in the case of E, F and G.

4.3 Take the sample out of the testing machine and screen on a 1.7 mm wire sieve.

4.4 Wash the sample remaining on the sieve with water, dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained and measure its mass (m_2).

5. Calculation of Result

The test result shall be calculated from the following formula and rounded to the first decimal place in accordance with JIS Z 8401.

$$R = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

where R : abrasion loss (%)

m_1 : mass of sample before test (g)

m_2 : mass of sample remaining on 1.7 mm wire sieve after test (g)

6. Report

Information items in the following shall be recorded in the report.

- (1) Kind, appearance and locality of the occurrence of the aggregates
- (2) Particle size grade of sample before test
- (3) Abrasion loss (%)
- (4) Other information required

For reference The abrasion loss obtained by this method of testing a rock manually crushed into approximately cubic particles is about 85 % of the abrasion loss obtained from mechanically crushed stone taken from the same rock.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Soundness
of Aggregates by Use of
Sodium Sulfate

A 1122-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the soundness of aggregates based on their resistance to the breaking action through crystallization pressures of sodium sulfate. However, artificial lightweight aggregates shall be excluded.

2. Test Appliances

2.1 The sieves to serve shall be as follows.

In the test of fine aggregates: Wire sieves of 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5 and 10 mm in size ⁽¹⁾.

In the test of coarse aggregates: Wire sieves of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 and 80 mm in size ⁽²⁾.

Notes ⁽¹⁾ These wire sieves shall be respectively the standard sieves 150, 300 and 600 μ m, 1.18, 2.36, 4.75 and 9.5 mm in size specified in JIS Z 8801.

⁽²⁾ These wire sieves shall be respectively the standard sieves 4.75, 9.5, 16, 19, 26.5, 31.5, 37.5, 53, 63 and 75 mm in size specified in JIS Z 8801.

Applicable Standards:

JIS A 1102-Method of Test for Sieve Analysis of Aggregate

JIS K 8155-Barium Chloride

JIS K 8986-Sodium Sulfate

JIS K 8987-Sodium Sulfate, Anhydrous

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

Reference Standards:

JIS A 5002-Light Weight Aggregates for Structural concrete

JIS A 5005-Crushed Stone for Concrete

2.2 The wire net cage (3) to hold the aggregates in shall not be corroded by the test solution specified in 3. and its aperture size shall be sufficiently small to prevent the aggregate particles from passing through.

Note (3) As an alternative, a container having holes drilled on the side, bottom, or the like for draining the test solution adhering to the aggregates may be used.

2.3 The container used for immersing the aggregates in the test solution shall not be corroded by the solution and capable of the operation of 5.2.

2.4 The balance used for testing fine aggregates shall have a weighing capacity of not less than 500 g and a reciprocal sensibility of within 0.1 g, and the balance for testing coarse aggregates shall have a weighing capacity of not less than 5 kg and a reciprocal sensibility of within 1 g.

2.5 The drier to serve shall be capable of maintaining the temperature at 100 to 110°C (4).

Note (4) Use of a drier equipped with an air stirrer and a ventilator is preferable.

3. Test Solution

3.1 The test solution shall be a saturated sodium sulfate solution prepared as follows: add about 350 g of sodium sulfate (anhydrous) (5) (Na_2SO_4) or about 750 g of sodium sulfate (crystalline) (6) ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) to 1 l of clean water kept at 25 to 30°C, dissolve by stirring well and cool to about 20°C. Maintain the solution at $20 \pm 1^\circ\text{C}$ for 48 h or longer before it is used for the test. When it is to be used for the test, there shall be formed crystals present on the container bottom (7).

Notes (5) Guaranteed grade sodium sulfate (anhydrous) specified in JIS K 8987 shall be used.

(6) Guaranteed grade sodium sulfate (reagent) specified in JIS K 8986 shall be used.

(7) The specific gravity of the solution when used for the test shall be 1.151 to 1.174 (Baumé degree, 18.9 to 21.4)

3.2 The concentration of barium chloride (8) (BaCl_2) solution for examining whether or not the test solution remains on the aggregates shall be 5 to 10 %.

Note (8) Guaranteed grade barium chloride (reagent) specified in JIS K 8155 shall be used.

4. Sample

4.1 For Test of Fine Aggregates (9)

(1) Take about 2 kg of sample which is representative of the aggregates.

- (2) Perform a sieve analysis test using part of the sample in accordance with JIS A 1102. Divide the sample into the groups based on the particle size shown in Table 1, obtain the percentages of the individual groups, and then carry out the soundness test for only the groups whose percentages are 5 % or more.

Tale 1

Particle size ranges of groups classified by nominal sieve size mm	
To pass	0.6 and remain on 0.3
To pass	1.2 and remain on 0.6
To pass	2.5 and remain on 1.2
To pass	5 and remain on 2.5
To pass	10 and remain on 5.

- (3) While adequately washing with water the remainder of the sample after the sample for the sieve analysis test is taken, screen with the 0.3 mm wire sieve, take the particles remaining on the wire sieve, dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained, further sift them out, weigh out a quantity of 100 g ⁽¹⁰⁾ from each of the groups specified in (2) and reserve separately for use as the sample of each group ⁽¹¹⁾.

Notes ⁽⁹⁾ Those particles remaining on the 10 mm sieve shall not be treated as fine aggregates.

⁽¹⁰⁾ It is recommended to take at first about 110 g by rough screening, further screen it elaborately, and weigh out 100 g of sample.

⁽¹¹⁾ The particles caught in the apertures shall not be mixed with the sample.

4.2 For Test of Coarse Aggregates

- (1) The sample taken shall be representative of the coarse aggregates and its mass shall have the value specified in Table 2 as the standard according to the maximum size of the aggregates. However, in the case of lightweight aggregates, 1/2 of the above mass shall be taken as standard.

Table 2

Maximum size of aggregates mm	Mass of sample taken (¹²) kg
10	1
15	2.5
20	5
25	10
40	15
60	25
80	30

Note (¹²) Where this quantity cannot be taken, it shall be confirmed that the sample taken is representative of the aggregates.

- (2) Screen the sample with a 5 mm wire sieve, perform a sieve analysis test in accordance with JIS A 1102 for the particles remaining on the sieve, divide the particles into the groups by the particle sizes shown in Table 3, calculate the percentages of the respective groups and then perform the soundness test for the groups whose percentages are 5 % or more.
- (3) Adequately wash the coarse aggregates with water, dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained, weigh out the quantities specified in Table 3 from the respective groups and reserve separately as the samples of the respective groups (¹¹). The number of particles 20 mm or over shall be ascertained for each group.

Table 3

Particle size ranges of groups classified by nominal sieve size mm	Minimum mass of sample (¹³) g
To pass 10 and remain on 5	300
To pass 15 and remain on 10	500
To pass 20 and remain on 15	750
To pass 25 and remain on 20	1000
To pass 40 and remain on 25	1500
To pass 60 and remain on 40	3000
To pass 80 and remain on 60	3000

Note (¹³) In the case of lightweight aggregates, 1/2 of the mass shown in the table shall be adopted.

4.3 For Test of Rock When testing a rock, preferably crush a rock into particles of the same shape and size each with a mass of about 100 g. Wash the crushed particles, dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained, and then take 5000 ± 100 g of the particles as the sample.

5. Test Method

5.1 The test solution shall be stirred frequently before used for the test.

5.2 Place the sample in a wire net cage and immerse in the test solution ⁽¹⁴⁾. In this operation, the surface of the solution shall be positioned 15 mm or more above the upper surface of the sample ⁽¹⁵⁾.

A suitable cover shall be attached to prevent the evaporation of the solution and the admixing of foreign matters. The temperature of the solution shall be maintained at $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

The time duration of immersing the sample in the solution shall be 16 to 18 h.

Notes ⁽¹⁴⁾ Care should be taken not to spill the sample during these operations.

⁽¹⁵⁾ In the case of lightweight aggregates for structural use, it is recommended to place a metal sieve of suitable mass on top of the sample.

5.3 After withdrawing the sample from the solution and confirming that the solution has stopped dripping ⁽¹⁶⁾, place the sample in the drier and, raising the temperature in the drier at a rate of about 40°C per hour, dry ⁽¹⁵⁾ the sample at 100 to 110°C for 4 to 6 h ⁽¹⁷⁾.

Notes ⁽¹⁶⁾ Particles 20 mm or larger shall then be closely observed for their breaking condition.

⁽¹⁷⁾ It is not proper to continue drying the sample for a longer time than required.

5.4 Cool the dried sample to room temperature.

5.5 The operations of 5.2 to 5.4 shall be repeated ⁽¹⁹⁾ the specified number of times ⁽¹⁸⁾.

Notes ⁽¹⁸⁾ Refer to Informative Reference.

⁽¹⁹⁾ The solution shall not be reused 10 or more times.

5.6 Wash with clean water ⁽²⁰⁾ the sample through with the specified number of operations. Continue the washing until the washing water is no more clouded when a small amount of barium chloride (BaCl_2) solution is added to it. Dry the washed sample at 100 to 110°C until a constant weight is obtained.

Notes ⁽²⁰⁾ The sample may be boiled where required.

5.7 In the case of fine aggregates or coarse aggregates, prior to the test, screen the dried sample of each group with the sieve on which the sample has remained, and weigh the mass of the sample remaining on the sieve. The particles 20 mm or over in size shall be closely observed for the condition of breakage (crumbling, cracking, scaling off, crazing and the like).

5.8 In the case of rock, lightly press the sample with fingers and ascertain the number of sample particles broken into 3 or more pieces.

In addition, closely observe the particles for the condition of breakage (crumbling, cracking, scaling off, crazing and the like.)

6. Calculation of Result

6.1 The mass loss percentage (P_1) of the sample of each group shall be calculated from the following formula and rounded to the first decimal place in accordance with JIS Z 8401.

$$P_1 = \left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right) \times 100$$

where P_1 : mass loss percentage of aggregates (%)

m_1 : mass of sample before test (g)

m_2 : mass of sample remaining after test on the sieve on which the sample has remained before test (g)

6.2 The mass loss percentage of the aggregates is the total sum of the products of the mass percentage of particles in the respective groups of the tested aggregates and the mass loss percentage in the respective groups. In this calculation, the mass loss percentages in the groups of the mass percentage of particles less than 5 % shall be represented by the average of those of the immediately preceding and succeeding groups obtained. Where the test value of either the immediately preceding or the succeeding group is lacking, the mass loss percentage furnished shall be adopted.

The calculation shall be made on the assumption that the mass loss percentage of the particles passing the 0.3 mm wire sieve is zero.

6.3 The mass loss percentage (P_2) in the case of rock shall be calculated from the following formula and rounded off to the first decimal place in accordance with JIS Z 8401.

$$P_2 = \left(1 - \frac{m_4}{m_3}\right) \times 100$$

where P_2 : mass loss percentage of rock (%)

m_3 : mass of sample before test (g)

m_4 : mass of particles with those broken into 3 or more pieces excluded (g)

7. Report

Information items required from among the following shall be included in the report:

- (1) Kind, size, appearance, and locality of occurrence of aggregates or rock
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Results of sieve analysis test of sample
- (4) Mass of samples in respective groups before test
- (5) Mass loss percentages of samples in respective groups
- (6) Mass loss percentage of aggregates
- (7) The number of particles larger than 20 mm before test, the number of particles in which abnormalities were observed, and conditions of their breakage.
- (8) In the case of rock, the number of particles broken into 3 or more pieces, mass loss percentage, and conditions of breakage of particles

Informative References

- (1) The results of this test will serve as a material for judging the soundness of aggregates against meteorological effects, especially as a useful reference where it is impossible to make survey on a suitable practical example.
- (2) There are several prescriptions for the number of tests as listed below.

JIS A 5002:	5 times
JIS A 5005:	5 times
Standard Specification on Concrete by the Japan Society of Civil Engineers:	5 times
Japanese Architectural Standard Specification for Reinforced Concrete Work (JASS 5):	5 times
- (3) Calculation examples of the mass loss percentage of samples from test results are shown as follows.

Examples for Reference

Sieve not passed mm	Sieve passed mm	Mass percentage of each group %	Mass of each group before test g	Mass loss percentage of each group %	Mass loss percentage of aggregates %
Soundness test for fine aggregates					
-	0.15	5.0	-	- ⁽¹⁾	-
0.15	0.3	11.4	-	- ⁽¹⁾	-
0.3	0.6	26.0	100	4.2	1.1 ⁽⁴⁾
0.6	1.2	25.2	100	4.8	1.2 ⁽⁴⁾
1.2	2.5	17.0	100	8.0	1.4 ⁽⁴⁾
2.5	5	10.8	100	11.2	1.2 ⁽⁴⁾
5	10	4.6	-	11.2 ⁽²⁾	0.5 ⁽⁴⁾
Total		100.0	400		5.4
Soundness test for coarse aggregates					
5	10	22.0	300 ⁽³⁾	11.2	2.5 ⁽⁴⁾
10	15	23.0	500 ⁽³⁾	9.6	2.2 ⁽⁴⁾
15	20	35.0	750 ⁽³⁾	8.0	2.8 ⁽⁴⁾
20	25	20.0	1000 ⁽³⁾	4.8	1.0 ⁽⁴⁾
Total		100.0	2550		8.5

Notes ⁽¹⁾ For particles smaller than 0.3 mm, the mass loss percentage is regarded as zero.

⁽²⁾ The mass loss percentage of the group having the next smaller particle diameter is adopted.

⁽³⁾ Although in this case the minimum quantity is taken, a larger quantity of sample may be taken.

⁽⁴⁾ These values are calculated from the following formula:

$$\frac{\text{Mass percentage of each group} \times \text{Mass loss percentage of each group}}{100}$$

(A 11)

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Soft Particles
in Coarse Aggregates by Use of
Scratch Tester

A 1126-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the test method for determining by means of scratch hardness the quantity of soft particles contained in coarse aggregates.

- Remarks 1. The soft particles herein referred to means soft particles and fragile particles.
2. The units and numerical values given in { } in this Standard are based on the International System of Units (SI) and are appended for informative reference.

2. Test Appliances

2.1 The brass rod used for the scratch hardness test shall have a hardness of HRB 65 to 75 when measured in accordance with JIS Z 2245 and a diameter of 1.6 mm ⁽¹⁾.

Note ⁽¹⁾ The brass rod can be used conveniently for the test when it is gripped in a thin pencil-like rod. The tip of the brass rod shall not particularly be sharpened.

2.2 The sieves to serve shall be 10, 15, 20, 25, 40 and 60 mm wire sieves ⁽²⁾.

Note ⁽²⁾ These sieves should respectively correspond to the standard sieves 9.5, 16, 19, 26.5, 37.5 and 63 mm in size specified in JIS Z 8801.

2.3 The balance used shall have a precision within 0.1 % of the mass of the sample.

Applicable Standards:

JIS A 1102-Method of Test for Sieve Analysis of Aggregate

JIS Z 2245-Method of Rockwell and Rockwell Superficial Hardness Test

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3. Sample

The sample to serve shall be representative of the coarse aggregates, reduced either by the method of quartering or by the use of a sample splitter to the dry mass given in Table 1, and then removed of particles 10 mm or smaller in size.

Table 1

Maximum size of aggregates mm	Mass of sample to be taken kg
About 15	2.5
About 20	5
About 25	10
About 40	15
About 60	30

4. Test Method

4.1 The sample shall be subjected to a sieve analysis test specified in JIS A 1102 and divided into groups classified by the particle diameter as shown in Table 2. The percentages of the respective groups shall be obtained and only the groups of percentage 10 % or over shall be subjected to the scratch test.

The mass of the aggregates of respective groups to be tested shall be as specified in Table 2.

Table 2

Group	Mass of sample
Pass 15 mm and remain on 10 mm	200 g min.
Pass 20 mm and remain on 15 mm	700 g min.
Pass 25 mm and remain on 20 mm	1.5 kg min.
Pass 40 mm and remain on 25 mm	3 kg min.
Pass 60 mm and remain on 40 mm	6 kg min.

4.2 Scratch the sample particles of each group one by one with the brass rod by applying a force of about 1 kgf {9.8 N}. In this operation, single out the particles given scratch marks not accompanied by the color of brass and the particles with a portion chipped off ⁽³⁾ classifying them as the soft particles, and then obtain the total mass and the number of the soft particles for each group.

Note ⁽³⁾ In some sandstone-base aggregates, part of the sand particles scales off with the color of brass left on the remainder. Such particles shall be regarded as the soft particles.

5. Calculation of Results

5.1 The test results shall be calculated from the following formulas and rounded off to the first decimal place in accordance with JIS Z 8401.

$$P_w = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

$$P_n = \frac{N_2}{N_1} \times 100$$

$$P_2 = \sum \frac{P_1 \times P_w}{100}$$

where P_w : mass percentage of soft particles in individual group (%)

m_1 : mass of individual group tested (g)

m_2 : mass of soft particles in individual group (g)

P_1 : mass percentage of individual group in sample (%)

P_2 : mass percentage of soft particles in coarse aggregates (%)

P_n : number percentage of soft particles in individual group (%)

N_1 : number of particles in individual group tested

N_2 : number of soft particles in individual group

5.2 The test of 4. shall not be applied to the groups whose mass is less than 10 % of the total mass of the sample, and the averages of the values obtained for the preceding and succeeding groups shall be regarded as the values for such groups. Where either the preceding or the succeeding group is lacking, the values of the existing group shall be regarded as the values for the group whose mass is less than 10 % of the total mass.

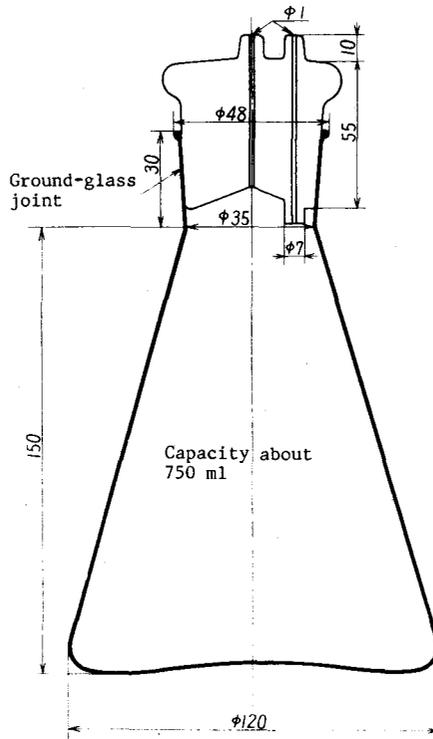
4.
A 1126-1989

6. Report

Information items in the following as considered necessary shall be included in the report.

- (1) Kind, appearance, and locality of occurrence or name of the aggregates
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Mass percentage of individual group tested
- (4) Mass and number of particles of individual group tested
- (5) Mass and number of soft particles in individual group
- (6) Mass percentage and number percentage of soft particles in individual group
- (7) Mass percentage of soft particles in coarse aggregates

Figure



3. Sample

3.1 A representative sample of fine aggregates shall be taken in air-dried condition and reduced to about the required quantity by the method of quartering or by the use of a sample splitter. The required quantity shall be about 1600 g ⁽¹⁾. This quantity shall further be divided into two equal parts of about 800 g with a sample splitter.

Note ⁽¹⁾ This is the sum of the weights of sample needed for two test runs of either the specific gravity test or the water absorption percentage test.

3.2 Dry the sample of 3.1 at 100 to 100°C until a constant weight is obtained.

3.3 Cool the sample ⁽²⁾ of 3.2 to room temperature, allow to absorb water for 24 h or longer in still water at 15 to 25°C, and dry uniformly. When the surface of the fine aggregates still appears to retain some surface water, pack the fine aggregates loosely in the flow cone ⁽³⁾, and level the upper surface of the fine aggregates by lightly tapping ⁽⁴⁾ the flow cone at about 1/3 of its height with the end of a tamping rod 10 times each from 4 directions. Then, remove the flow cone by quietly pulling it up vertically.

The above operation shall be repeated while the sample is gradually dried, and when the fine aggregates in the form of a cone slump for the first time as the flow cone is pulled up, the condition of the sample at this moment shall be regarded as the saturated surface-dry condition.

Notes (2) The operation of 3.3 may be difficult in some cases due to the particle form or grading. In such cases, the fine aggregates remaining after the particles smaller than 0.15 mm (particles which pass the standard sieve of 150 μm specified in JIS Z 8801) are screend off may be used as the sample. In that case, the use of such a sample shall be supplementarily stated in the report.

(3) The fine aggregates shall be packed in the flow cone flowing gradually and uniformly. In addition, an excess amount of the sample shall be packed in such a degree as to eliminate the necessity of adding the sample during or after the subsequent compacting operation.

(4) The flow cone shall be lightly tapped with the tip of a tamping rod from positions about 10 mm apart from the surface of the flow cone. The time required for tapping 10 times shall preferably be about 5 sec.

3.4 About 300 g each of the sample in the saturated surface-dry condition shall be taken to serve as the sample for one test run of the specific gravity test and the water absorption test.

4. Test Method for Specific Gravity

4.1 The mass (m_{st}) of the sample of 3.4 shall be measured.

4.2 Water shall be introduced into the pycnometer to overflowing and the mass (m_1) shall be measured with the cover on.

4.3 Empty the pycnometer and introduce water in a quantity sufficient to cover the sample (m_{st}) of 4.1, then place the sample (m_{st}) of 4.1, apply the cover, and expel the air existing between the particles by sufficiently shaking the sample and water. Additionally introduce water to fill the pycnometer (5) and then measure the mass (m_2).

Note (5) The temperature of the water which has filled the pycnometer shall not have a temperature variance of 5°C or more from that of the water in 4.2.

5. Test Method for Water Absorption Ratio

Measure the mass (m_{sd}) of the sample of 3.4, dry this sample at 100 to 110°C until a constant mass is obtained, cool in a desiccator to room temperature, and measure its mass (m_{st}).

6. Calculation of Results

6.1 The bulk specific gravity values shall be calculated (6) from the following formulas and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$D_{s1} = \frac{m_{s1}}{m_1 + m_{s1} - m_2}$$

$$D_{d1} = \frac{m_{s1} \frac{100}{(100 + Q_1)}}{m_1 + m_{s1} - m_2}$$

- where, D_{s1} : specific gravity in saturated surface-dry condition
 D_{d1} : specific gravity in absolute dry condition
 Q_1 : water absorption (mass percentage) (%)
 m_{s1} : mass of sample in saturated surface-dry condition (g)
 m_1 : total mass of pycnometer filled with water (g)
 m_2 : total mass of pycnometer filled with sample and water (g)

Note (6) When the test is performed for only particles of fine aggregates 0.15 mm or larger in size (particles remaining on the 150 μ m standard sieve), the specific gravity in absolute dry condition shall be calculated from the following formula and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$D_{d2} = \frac{m_{d2}}{\frac{m_{d3}}{D_{d3}} + \frac{m_{d4}}{D_{d4}}}$$

- where, D_{d2} : specific gravity in absolute dry condition
 m_{d2} : total dry mass of fine aggregates (g)
 m_{d3} : dry mass of particles of fine aggregates smaller than 0.15 mm (g)
 D_{d3} : specific gravity in absolute dry condition of particles of fine aggregates smaller than 0.15 mm
 m_{d4} : dry mass of particles of fine aggregates not smaller than 0.15 mm (g)
 D_{d4} : specific gravity in absolute dry condition of particles of fine aggregates not smaller than 0.15 mm.

Determine the specific gravity in absolute dry condition of particles smaller than 0.15 mm by drying the sample at 100 to 100°C until a constant mass is obtained and performing a test by the testing method for the specific gravity of cement specified in 5 of JIS R 5201, as appropriate. In this operation, use water in place of mineral oil and about 80 g of sample.

The specific gravity in saturated surface-dry condition of fine aggregates in this case shall be calculated from the following formula by using the water absorption percentage calculated according to Note (7) to 6.2 and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401.

$$D_{s2} = D_{D2} \times \left(\frac{100 + Q_2}{100} \right)$$

where, D_{s2} : specific gravity in saturated surface-dry condition

D_{D2} : specific gravity in absolute dry condition

Q_2 : water absorption (mass percentage) (%).

6.2 The water absorption percentage shall be calculated to the nearest 0.1 from the following formula (7):

$$Q_1 = \frac{m_{s2} - m_{D1}}{m_{D1}} \times 100$$

where, Q_1 : water absorption (mass percentage) (%)

m_{s2} : mass of sample in saturated surface-dry condition (g)

m_{D1} : mass of sample after drying (g)

Note (7) Where the test is performed for only particles of fine aggregates 0.15 mm or larger, the water absorption percentage shall be calculated to the nearest 0.1 by disregarding the water absorption ratio of particles smaller than 0.15 mm and by considering only the particles not smaller than 0.15 mm for the water absorption percentage of the fine aggregates.

$$Q_2 = \frac{1}{100} Q_3 \cdot P$$

where, Q_3 : water absorption of particles 0.15 mm or larger (mass percentage) (%)

P : mass percentage of particles 0.15 mm or larger in fine aggregates.

6.3 The tests for specific gravity and water absorption percentage shall be performed each two times with the sample taken at the same time and the measured values shall be averaged.

7. Accuracy

The deviation from the mean value shall be within 0.02 in the case of the specific gravity test and within 0.1 % in the case of the water absorption test.

8. Report

The following information items shall be included in the report as required.

- (1) Kind, appearance, and name of lightweight aggregates
- (2) Sampling position, date and time
- (3) Time duration of water absorption of aggregates in the test
- (4) Bulk specific gravity
- (5) Water absorption percentage
- (6) In the case where the test has been conducted with aggregate particles smaller than 0.15 mm removed, the fact shall be noted in the report.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Methods of Test for Bulk Specific Gravity
and Absorption of Light Weight Coarse
Aggregates for Structural Concrete

A 1135-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for bulk specific gravity and water absorption percentage of lightweight coarse aggregates for structural concrete.

2. Test Appliances

2.1 The balance to serve shall have a weighing capacity not smaller than 5 kg and a reciprocal sensibility within 0.5 g.

2.2 The cage for holding the coarse aggregates shall be made of a wire screen 3 mm or smaller in aperture size, about 20 cm in diameter, about 20 cm in height and fitted with a cover where required.

2.3 The water tank used shall have a size suitable for the cage to be immersed in the water.

2.4 The balance shall be provided with a suitable device for suspending the cage from the center of the pan.

3. Sample

3.1 Take a representative sample of the coarse aggregates whose particles remain on a wire sieve 5 mm in size ⁽¹⁾ in the air-dried condition and reduce it to about the specified quantity by the method of quartering or by the use of a sample splitter. The required mass shall be about 4 kg ⁽²⁾. Further divide this into two equal parts of about 2 kg by the use of a sample splitter.

Notes ⁽¹⁾ The sieve shall be the 4.75 mm standard sieve specified in JIS Z 8801.

⁽²⁾ This quantity is for two test runs of the specific gravity and water absorption percentage. Where the maximum size of the coarse aggregates exceeds 25 mm, this weight shall be made about 8 kg.

Applicable Standards:

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3.2 Wash the sample of 3.1 thoroughly with water removing dust and the like from the particle surfaces, and dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained.

3.3 Cool the sample of 3.2 to room temperature, immerse in still water at 15 to 25°C allowing to absorb water for at least 24 h, roll on a cloth with a strong water absorbing property to divest of visible water films, and take the condition of the sample thus obtained as the saturated surface-dry condition.

3.4 Divide the sample of 3.3 into two equal parts and use each part as the sample for one test run of bulk specific gravity and water absorption percentage.

4. Test Method

4.1 Measure the mass (m_s) of the sample of 3.4.

4.2 Put the sample of 4.1 in the cage and immerse in water, apply the cover in the case where particles float on the water surface, and promptly measure the virtual mass in water (m_w) of the sample.

4.3 Take the sample out of the water, dry at 100 to 110°C until a constant mass is obtained, then cool to room temperature in a desiccator, and measure its mass (m_D).

5. Calculation of Results

5.1 The results of the test shall be calculated from the following formulas and rounded off to 3 significant figures in accordance with JIS Z 8401. However, the water absorption percentage shall be rounded off to the nearest 0.1.

$$D_s = \frac{m_s}{m_s - m_w}$$

$$D_o = \frac{m_s \left(\frac{100}{100 + Q} \right)}{m_s - m_w}$$

$$Q = \frac{m_s - m_D}{m_D} \times 100$$

where, D_s : specific gravity in saturated surface-dry condition

D_o : specific gravity in absolute dry condition

Q : water absorption (mass percentage) (%)

m_s : mass of sample in saturated surface-dry condition (g)

m_w : virtual mass in water of sample (g)

m_D : mass of sample after drying (g).

5.2 The test for specific gravity and water absorption percentage shall be performed each two times with the sample taken at the same time and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The deviation from the mean value shall be within 0.02 in the case of the specific gravity test, and within 0.1 % in the case of the water absorption test.

7. Report

The following information items shall be included in the report as required.

- (1) Kind, particle size, appearance, and name of lightweight aggregates
- (2) Sampling position and date and time
- (3) Time duration of water absorption of aggregates in the test
- (4) Specific gravity
- (5) Water absorption percentage.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Method of Test for Clay
Contained in Aggregates

A 1137-1989

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the method of test for the clay contained in aggregates.

2. Test Appliances

2.1 The balance used shall have a precision within 0.1 % of the total mass of the sample.

2.2 The sieves used shall be wire sieves 0.6 mm, 1.2 mm, 2.5 mm and 5 mm in size, respectively⁽¹⁾.

Note ⁽¹⁾ These sieves shall respectively correspond to the standard sieves 600 μ m, 1.18 mm, 2.36 mm and 4.75 mm in size specified in JIS Z 8801.

3. Sample

3.1 Take a sample of the aggregates representative of lot to be tested and from each sample separately take a quantity not smaller than the mass shown in 3.3 by the method of quartering or by means of a sample splitter. In this operation, care shall be taken not to crush the clay lumps contained in the aggregates.

3.2 The aggregates taken separately shall be dried gradually at room temperature to an air-dried condition.

3.3 Use as the sample the particles remaining on the 1.2 mm wire sieve in the case of fine aggregates, and on the 5 mm wire sieve in the case of coarse aggregates. The quantity of the sample of fine aggregates shall be not less than 1000 g, and that of the sample of coarse aggregates shall be not less than the quantity shown in Table according to the maximum size.

Table

Maximum size of coarse aggregates mm	Mass of sample kg
10 or 15	2
20 or 25	6
30 or 40	10
Over 40	20

Applicable Standards:

JIS Z 8401-Rules for Rounding off of Numerical Values

JIS Z 8801-Test Sieves

3.4 The sample of 3.3 shall be divided into two equal parts and each part shall be used as the sample for one test run.

4. Test Method

4.1 Place the sample of 3.4 in a container, dry at 100 to 110° C to a constant mass, and accurately measure its mass (m_{D2})⁽²⁾ to the nearest 0.1 %.

Note (2) The mass in this operation shall include the mass of fine particles and powder of clay lumps broken loose by drying.

4.2 Spread the sample over the container bottom in a thin layer and add water so that it covers the thin layer.

4.3 After the sample has absorbed water for 24 h, drain the remaining water, and examine the aggregate particles by pressing with fingers⁽³⁾. The pieces which can be crushed into fine pieces by pressing with fingers shall be duly taken as clay lumps.

Note (3) The operation of crushing the clay lumps in the coarse aggregates can be facilitated by preliminarily screening the coarse aggregates into several particle groups according to the maximum size of the aggregates.

4.4 After crushing all the clay lumps, wash the sample with water on a 0.6 mm wire sieve in the case of fine aggregates, and on a 2.5 mm wire sieve in the case of coarse aggregates.

4.5 Dry the particles remaining on the sieve at 100 to 110° C until a constant mass is obtained, and measure their mass (m_{D2}) accurately to the nearest 0.1 %.

5. Calculation of Result

5.1 The clay content shall be calculated from the following formula and rounded off to one decimal place in accordance with JIS Z 8401.

$$C = \frac{m_{D1} - m_{D2}}{m_{D1}} \times 100$$

where, C : clay content (%)

m_{D1} : dry mass of sample before test (g)

m_{D2} : dry mass of sample after test (g).

5.2 The test shall be conducted two times and the measured values shall be averaged.

6. Precision

The deviation from the mean value shall be within 0.2 %.

7. Report

Items of information in the following as considered necessary shall be written in the report.

- (1) Kind, size, appearance, and locality of occurrence of the aggregates.
In the case of artificial lightweight aggregates, the name of product⁽⁴⁾.
- (2) Date of test
- (3) Clay content (%)
- (4) Information on the conditions of aggregates related to the test⁽⁵⁾

Note ⁽⁴⁾ The name of the product may be a trade name.

- ⁽⁵⁾ For example, there are cases in which the clay lumps scattered in fine aggregates are not always contained in the sample taken. In addition, clay or the like adhering to the surfaces of coarse aggregate particles will influence the test values. such conditions shall be included in the test report.

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

J I S

Light Weight Aggregates for
Structural Concrete

A 5002-1978
(Reaffirmed: 1988)

1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the light-weight aggregates for structural light-weight concrete. The structural light-weight concretes mentioned here mean the concretes to be used in structurally principal places and these are the concretes to be used for reinforced light-weight concrete structures, pre-stressed light-weight concrete structures, steel-framed reinforced light-weight concrete structures, pre-cast light-weight concrete products, etc.

Remark: In this standard, units and numerical values given in { } are in accordance with the International System of Units (SI), and are given for reference.

2. Classification and Designation

2.1 The light-weight aggregates are classified as shown in Tables 1 to 5.

Table 1. Classification by Materials

Classification	Description
Artificial light-weight aggregates	Expanded shale, expanded clay, expanded slate sintered fly ash, etc.
Natural light-weight aggregates	Lapilli and processed products thereof
By-product light-weight aggregates	By-product light-weight aggregates of expanded slag and the like and processed products thereof

Table 2. Classification of Aggregates by Absolute Dry Specific Gravity

Classification	Absolute dry specific gravities (refer to 4.10)	
	Fine aggregates	Coarse aggregates
L	Less than 1.3	Less than 1.0
M	1.3 to 1.8 excl.	1.0 to 1.5 excl.
H	1.8 to 2.3 excl.	1.5 to 2.0 excl.

Applicable Standards: See page 9.

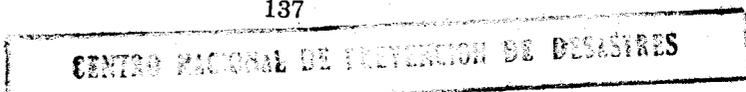


Table 3. Classification of Aggregates by Solid Content

Unit : %		
Classification	Solid content of fine aggregates in mortar (refer to 4.11)	Solid content of coarse aggregates (refer to 4.12)
A	50.0 or more	60.0 or more
B	45.0 to 50.0 excl.	50.0 to 60.0 excl.

Table 4. Classification by Compressive Strength as Concrete
Unit : kgf/cm² (MPa)

Classification	Compressive strength (refer to 4.13)
400	400 { 39.2 } or over
300	300 { 29.4 } to 400 { 39.2 } excl.
200	200 { 19.6 } to 300 { 29.4 } excl.
100	100 { 9.8 } to 200 { 19.6 } excl.

Table 5. Classification by Mass of Unit Volume of Concrete
Unit : kg/l

Classification	Mass of unit volume (refer to 4.13)
15	Less than 1.6
17	1.6 to 1.8 excl.
19	1.8 to 2.0 excl.
21	2.0 or more

2.2 Designation The light-weight aggregates are designated as following examples:

Examples: Artificial light-weight fine aggregates MA-417; artificial light-weight coarse aggregates MA-419 (river sands) ⁽¹⁾; natural light-weight coarse aggregates HB-121; by-product light-weight coarse aggregates LB-219.

Note ⁽¹⁾ Type of fine aggregates used is to be added, if required.

3. Qualities

3.1 The light-weight aggregates shall be clean, durable and fire-resisting.

3.2 The light-weight aggregates shall not contain any substance infectious to the concrete and steel.

3.3 The light-weight aggregates shall be subjected to each test shown in 4. 1 to 4. 8, and the results shall conform to the requirements of Table 6.

Table 6. Qualities

Test item	Artificial light-weight aggregates	Natural light-weight aggregates By-product light-weight aggregates
Ignition loss	1% max.	5% max.
Sulfur trioxide (as SO ₃)	0.5% max.	0.5% max.
Chlorides (as NaCl)	0.01% max.	0.01% max.
Calcium oxide (as CaO) (2)	-	50% max.
Organic impurities	Colour of test solution shall not be darker than that of the standard colour solution.	
Stability (3)	-	20% max.
Clay lumps	1% max.	2% max.

Notes (2) This is applied only to the expanded slags and processed products thereof.

(3) In the case when the aggregates are used for a concrete which is particularly required of resistivity to freezing and melting, the resistivity to freezing and melting of the concrete in which the aggregates are used shall be confirmed.

3.4 Grain Sizes

3.4.1 Grain Sizes The grain sizes of light-weight aggregates shall be subjected to the test shown in 4. 9, and the size ranges shall be in the ranges of Table 7 for the coarse aggregates and of Table 8 for the fine aggregates.

Table 7. Percentages in Mass of Coarse Aggregates
Passing through Sieves

Classification of aggregates	Size of aggregates (mm)	Nominal size of sieve (4) (mm)					Unit: %
		25	20	15	10	5	
Artificial light-weight aggregates	20 to 5	100	90 to 100	-	20 to 55	0 to 10	
	15 to 5	-	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	
Natural light-weight aggregates and by-product light-weight aggregates	20 to 5	100	90 to 100	-	20 to 75	0 to 15	

Table 8. Percentage in Mass of Fine Aggregates
Passing through Sieves

Classification of aggregates	Nominal sizes of sieves (4) (mm)							Unit: %
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	Percentage of loss in washing analysis (5)
Artificial light-weight aggregates	100	90 to 100	75 to 100	50 to 90	25 to 65	15 to 40	5 to 20	0 to 10
Natural light-weight aggregates and by-product light-weight aggregates	100	90 to 100	-	-	-	15 to 40	-	0 to 10

Notes (4) Every sieve of 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm, 5 mm, 2.5 mm, 1.2 mm, 0.6 mm, 0.3 mm and 0.15 mm corresponds respectively to 25.4 mm, 19.1 mm, 15.9 mm, 9.52 mm, 4760 μ m, 2380 μ m, 1190 μ m, 590 μ m, 297 μ m and 149 μ m of the standard wire sieves specified in JIS Z 8801.

(5) The washing analyses are carried out in accordance with JIS A 1103.

3.4.2 Fineness Modulus The fineness modulus of artificial light-weight aggregates shall not deviate by ± 0.3 or more for coarse aggregates and by ± 0.15 or more for fine aggregates from fineness modulus obtained from the testings on the samples presented by the producer at the time of purchase.

4. Tests

4.1 Sampling Method As the samples, those which are representative shall be taken.

4.2 Ignition Loss About 500g of sample which has been dried until its mass becomes constant at 100 to 110°C is pulverized, and is adjusted for use. The testing method shall be in accordance with 6.1 of JIS R 5202.

4.3 Sulfur Trioxide About 500g of sample which has been dried until its mass becomes constant at 100 to 110°C is pulverized, and is adjusted for use. The testing method shall be in accordance with 6.8 of JIS R 5202.

4.4 Calcium Oxide About 500g of sample which has been dried until its mass becomes constant at 100 to 110°C is pulverized, and is adjusted for use. The testing method shall be in accordance with 6.6 of JIS R 5202.

4.5 Chlorides

4.5.1 Apparatus The apparatus to be used for analyses shall consist of a wide-mouthed bottle with ground stopper, 2 pipettes (each of 1 ml and 5 ml), a burette (25 ml), a Erlenmeyer flask (300 ml) and one set of balance (measurable to lg for weighing capacity of 2 kg).

4.5.2 Reagents As the reagents, potassium chromate indicator (5 w/v%) and N/10 silver nitrate solution shall be used.

4.5.3 Procedures Weigh out a sample of 500g and put it into a wide-mouthed bottle; dry it until its mass becomes constant at 100 to 110°C and obtain the absolute dry mass W (g) of the sample. Pour 500 ml of purified water (6) as it stands onto the sample in the wide-mouthed bottle and leave them standing for 24 hours while being covered. Thereafter, repeat three times of upside-down shaking at about five minute interval to extract chlorides. Leave it standing for a while and take 50 ml of supernatant liquid (7) into the Erlenmeyer flask by the pipette. Add 1 ml of potassium chromate indicator to it and carry out titration with N/10 silver nitrate solution. Regard the time when its red colour becomes unextinguishable, even if it has been mixed by shaking as the end point; assume the consumption at that time as A (ml).

Notes (6) Distilled water or purified water with ion exchange resin.

(7) The supernatant liquid is filtrated using the filter paper of Class 5-B of JIS P 3801, if necessary.

4.5.4 Calculation of Results The chlorides shall be expressed by percentage in mass as NaCl, and be given from the following equation:

$$\text{Chlorides (as NaCl) (\%)} = \frac{0.00584 \times A \times 10}{W} \times 100$$

4.6 Organic Impurities The organic impurities shall be tested by the method in accordance with JIS A 1105.

In the testing of the coarse aggregates, the sample shall all be so pulverized as to pass through 5 mm sieve.

4.7 Stability The stability shall be tested by the method in accordance with JIS A 1122. The procedure shall be made five times in this test.

4.8 Clay Lumps The clay lumps shall be tested by the method in accordance with JIS A 1137.

Minimum mass of the sample shall be 1/2 the mass of sample designated in JIS A 1137.

4.9 Grain Sizes The grain sizes shall be tested by the methods in accordance with JIS A 1102 and JIS A 1103.

Minimum mass of the sample to be used in the washing test of the aggregates shall be 1/2 the standard mass of sample designated in JIS A 1103.

4.10 Absolute Dry Specific Gravities The absolute dry specific gravities shall be tested by the methods in accordance with JIS A 1134 and JIS A 1135.

4.11 Solid Content of Fine Aggregates in Mortar

4.11.1 Samples The samples to be used in one testing shall generally be 0.200l of Portland cement in absolute volume and 0.600l of fine aggregates with surface dry condition.

(24-hour absorption). In order to make the fine aggregates present surface dry condition (24-hour absorption), 3.1, 3.2 and 3.3 of JIS A 1134 shall be applied.

4.11.2 Test Apparatus A vessel of metallic cylinder, 82 mm inside diameter and 95 mm height, shall be used. Inside volume of the vessel shall be measured correctly to 1 ml. The stamping bar shall be of round steel bar, 9 mm in diameter and 25 cm in length, and its end be made hemispherical shape.

4.11.3 Mixing of Mortar and Determination of Amount of Water Correctly measure the cement and fine aggregates designated in 4.11.1 to 1g and put them into a bowl; after two minutes of mixing, add water again and mix for three minutes.

Immediately measure the flows two times in order to determine the amount of water so as to make the average of two times as 180 ± 5 .

The bowl and spoon to be used for mixing shall be in accordance with 7.1.2 of JIS R 5201. The flow test shall be in accordance with 9.7 of JIS R 5201.

4.11.4 Measurements for Mass of Unit Volume of Mortar Mix the mortar by the method of 4.11.3 and immediately pack it in a vessel. Calculate the mass of unit volume from 4.11.5, measuring the mass of mortar in the vessel correctly to 1g. At the same time, measure, one time, the flow.

Pack the mortar, separating into two layers, in the vessel. Lightly tap the side face of the vessel after stamping 25 times each layer by the stamping bar.

Complete the mixing and measurement within 10 minutes. Carry out the above measurements on three batches of mortar.

4.11.5 Calculation of Results The calculation of the results shall be made separately on each batch measured in accordance with 4.11.4 as follows:

Mass of unit volume w of mortar is calculated to 0.001 kg/l from the following equation:

$$w \text{ (kg/l)} = \frac{\text{Mass of mortar in the vessel (g)}}{\text{Inside volume of the vessel (ml)}}$$

Mixed up volume v of mortar in one batch is calculated to 1 ml from the following equation:

$$v \text{ (ml)} = \frac{\text{Sum of measured masses of cement, fine aggregates and water (g)}}{w \text{ (kg/l)}} \times 100$$

Solid content D of fine aggregates in mortar is calculated to 0.1% from the following equation:

$$D \text{ (\%)} = \frac{600 \text{ (ml)}}{v \text{ (ml)}} \times 100$$

Mass of unit volume of mortar and solid content of fine aggregates are given by the mean value of three tests.

Reference Unit amount of water W in mortar can be calculated from the following equation:

$$W \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Measured amount of water (g)}}{v \text{ (ml)}} \times 1000$$

4.11.6 Accuracy The difference between the maximum value and minimum value of solid content (%) of the fine aggregates given from three batches of mortar shall be not more than 0.5.

4.12 Solid Contents of Coarse Aggregates

4.12.1 The coarse aggregates shall be screened by the sieves of 5 mm, 10 mm and 20 mm and be dried at 100 to 110°C until these become constant in mass. Representative samples of 10 to 5 mm and 20 to 10 mm, of which amounts are shown in Table 9, are taken and these shall be mixed thoroughly and be served as the test samples for one test.

Table 9

Size of aggregates mm	Mass of samples for one test g	
	Test for specific gravity	Test for mass of unit volume
10 to 5	1000	6000
20 to 10	1000	6000

4.12.2 The absolute dry specific gravity of the coarse aggregates shall be given in accordance with JIS A 1135.

4.12.3 The mass of unit volume of the coarse aggregates shall be given in accordance with JIS A 1104.

4.12.4 Calculation of the solid content of the coarse aggregates shall be carried out from the following equation:

$$\text{Solid content (\%)} = \frac{\text{Mass of unit volume (kg/l)}}{\text{Absolute dry specific gravity}} \times 100$$

4.13 Compressive Strength and Mass of Unit Volume as Concrete

4.13.1 The compressive strength of the light-weight aggregates as concrete shall be designated by the compressive strength of 28-day age concrete of which materials and mix proportion are as shown in the following. The mass of unit volume shall be designated by that of the fresh concrete of the same mix proportion.

4.13.2 In testing the artificial light-weight coarse aggregates, the artificial light-weight fine aggregates or river sands shall be used as fine aggregates; in testing the natural light-weight coarse aggregates and by-product light-weight coarse aggregates, the river sands shall be used as fine aggregates.

In testing the artificial light-weight fine aggregates, the artificial light-weight coarse aggregates shall be used as coarse aggregates; in testing the natural light-weight fine aggregates and by-product light-weight fine aggregates, the natural light-weight coarse aggregates and by-product light-weight coarse aggregates shall be used respectively.

4.13.3 Mix proportion of the concrete shall be taken as the water-cement ratio 40% and the slump 8 ± 1 cm. The sand percentage shall be so determined as to secure the plasticity of concrete (8). Neither AE agent nor dispersing agent shall be used for the concrete.

Note (8) In general, the sand percentage may be taken as 40%

4.13.4 The cement to be used shall conform to the requirements of JIS R 5210 and shall be of ordinary Portland cement providing 400 ± 30 kgf/cm² (39.2 ± 2.9 MPa) of four-week compressive strength in accordance with 9. of JIS R 5201.

4.13.5 The light-weight aggregates used shall be of the dry surface condition (24-hour absorption).

4.13.6 In using the river sands as the fine aggregates, these shall be clean, tough and durable and the grain sizes shall be those which fall in the ranges of Table 10.

The fine aggregates used shall be those which are in saturated surface-dried condition.

Table 10

Nominal size of sieve mm	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
Mass percentage of fine aggregates that passes through sieve	100	90 to 100	80 to 100	50 to 90	25 to 65	10 to 35	2 to 10

4.13.7 The compressive strength test of the concrete shall be carried out in accordance with JIS A 1132 and JIS A 1108.

4.13.8 The test for mass of unit volume of the concrete shall be carried out in accordance with JIS A 1116.

5. Marking

The invoice or test result table of the light-weight aggregates shall be marked with the following information:

- (1) Classification shown in 2. (9)
- (2) Place of production or manufacturer's name

Note (9) Mix proportion of the concrete, combination of fine and coarse aggregates and strength of cement used therein when the compressive strength as concrete and classification by mass of unit volume are determined, are additionally described.

Applicable Standards:

- JIS A 1102-Method of Test for Sieve Analysis of Aggregate
- JIS A 1103-Method of Test for Amount of Material Passing Standard Sieve
74 μ m in Aggregates
- JIS A 1104-Method of Test for Unit Weight of Aggregate and Solid Content
in Aggregate
- JIS A 1105-Method of Test for Organic Impurities in Fine Aggregate
- JIS A 1108-Method of Test for Compressive Strength of Concrete
- JIS A 1116-Method of Test for Unit Weight and Air Content (Gravimetric) of
Fresh Concrete
- JIS A 1122-Method of Test for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulfate
- JIS A 1132-Method of Making and Curing Concrete Specimens
- JIS A 1134-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of Light
Weight Fine Aggregate for Structural Concrete
- JIS A 1135-Method of Test for Bulk Specific Gravity and Absorption of Light
Weight Coarse Aggregate for Structural Concrete
- JIS A 1137-Method of Test for Clay Contained in Aggregate
- JIS P 3801-Filter Paper (for Chemical Analysis)
- JIS R 5201-Physical Testing Methods of Cement
- JIS R 5202-Method for Chemical Analysis of Portland Cement
- JIS R 5210-Portland Cement
- JIS Z 8801-Sieves for Testing Purposes



1. Scope

This Japanese Industrial Standard specifies the crushed stone for concrete produced in a factory, hereinafter referred to as the "crushed stone".

2. Manufacture

2.1 The raw stone of crushed stone shall be basalt, andesite, hard sand stone, hard limestone or rock having a stone quality similar to these.

2.2 The following raw stones shall not be used: the raw stones producing flat form when crushed, such as schist, gneiss, clay stone, etc., weak raw stones, such as soft sand stone, soft tuff, weathered rock, etc., and raw stones liable to incur intercrystalline to cracks when crushed.

3. Classification

Classification of the crushed stone according to grain size shall be as given Table 1 and according to alkali-silica reaction as given in Table 2.

Table 1. Class According to Grain Size

Class	Range of grain size mm
Crushed stone 5005	50 to 5
Crushed stone 4005	40 to 5
Crushed stone 2505	25 to 5
Crushed stone 2005	20 to 5
Crushed stone 1505	15 to 5
Crushed stone 8040	80 to 40
Crushed stone 6040	60 to 40
Crushed stone 5025	50 to 25
Crushed stone 4020	40 to 20

Table 2. Class According to Alkali-Silica Reaction

Class	Remark
A	Judged as harmless by the result on alkali-silica reaction test.
B	Not judged as harmless by the result of alkali-silica reaction test or not tested yet.

4. Quality

4.1 The crushed stone shall be clean, rigid and durable, and be free from a harmful amount of dust, mud, organic impurities, etc.

4.2 The quality of crushed stone shall be tested in accordance with 5.2 to 5.5, and the results shall comply with the requirements of Table 3.

Table 3. Quality

Test item	Standardized value
Absolute dry specific gravity	2.5 min.
Percentage of water absorption	3 % max.
Soundness	12 % max.
Abraded quantity	40 % max.
Amount lost in washing test	1.0 % max.

4.3 The crushed stone classified as Class A shall be that judged as harmless by the result of alkali-silica reaction test in accordance with 5.8.

4.4 Grain size of the crushed stone shall come within the range given in Table 4 when tested according to 5.6.

Table 4. Grain Size

Class	Nominal size of sieve (1) mm	Mass percentage (%) of undersizes										
		100	80	60	50	40	25	20	15	10	5	2.5
Crushed stone 5005	5005	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	—	0 to 5	—
Crushed stone 4005	4005	—	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	0 to 5	—
Crushed stone 2505	2505	—	—	—	—	100	95 to 100	—	30 to 70	—	0 to 10	0 to 5
Crushed stone 2005	2005	—	—	—	—	—	100	90 to 100	—	20 to 55	0 to 10	0 to 5
Crushed stone 1505	1505	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 15
Crushed stone 8040	8040	100	90 to 100	45 to 70	—	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—
Crushed stone 6040	6040	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—
Crushed stone 5025	5025	—	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—
Crushed stone 4020	4020	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	—	0 to 5	—	—

Note (1) These sieves respectively correspond to 106 mm, 75 mm, 63 mm, 53mm, 37.5 mm, 26.5 mm, 19 mm, 16 mm, 9.5 mm, 4.75 mm and 2.36 mm of standard sieves specified in JIS Z 8801.

4.5 Grain Form

4.5.1 The crushed stone shall be free from a harmful amount of thin or slender stone pieces.

4.5.2 As for the crushed stone 2005, it shall be tested in accordance with 5.7 to have a value not less than 55 %.

5. Test Method

5.1 Sampling A sample representative of the product shall be taken from a stock in a transporting conveyer and a store bin, or from a stock pile while the stone is manufactured under crushing process, and then it shall be rationally reduced.

5.2 Absolute Dry Specific Gravity and Water Absorption Percentage Absolute dry specific gravity and water absorption percentage shall be tested in accordance with JIS A 1110.

5.3 Soundness Test Soundness test shall be carried out in accordance with JIS A 1122. The number of tests should be five.

5.4 Abrasion Test Abrasion test shall be carried out in accordance with JIS A 1121.

5.5 Washing Test The amount lost in washing test shall be tested in accordance with JIS A 1103.

5.6 Grain Size Test The grain size test shall be carried out in accordance with JIS A 1102.

5.7 Test for Absolute Volume Percentage for Assessment of Grain Shape The test for percentage of absolute volume for judgment of grain form shall be as follows:

- (1) The method preparing of sample shall be as follows: screen the crushed stone, which has been dried in absolutely-dried state, into 24 kg of grains with size of 20 mm to 10 mm and 16 kg of grains with size of 10 mm to 5 mm, and mix them sufficiently.
- (2) Obtain the unit weight T (kg/l) of sample in accordance with the method specified in JIS A 1104.
- (3) As density D_v (absolute dry specific gravity) of the sample, use the value obtained at 5.2.
- (4) Obtain the percentage of absolute volume for judgment of grain form from the following formula:

$$\text{Percentage of absolute volume for judgment of grain form } (\%) = \frac{T}{D_v} \times 100$$

5.8 Alkali-Silica Reaction Test Carry out the alkali-silica reaction test in accordance with the description in Appendix 7 [Alkali-silica reaction test method on aggregate (chemical method)] or Appendix 8 [Alkali-silica reaction test method on aggregate (mortar bar method)] of JIS A 5308. Provided the stopes are common, however, the test result for crushed stone 2005 shall be used for other classes of crushed stone.

6. Inspection

Inspection shall be carried out as follows: determine the lot size in accordance with JIS Z 9001 or agreement between the parties concerned, take out the sample in accordance with a reasonable sampling inspection method and put it to a test in accordance with 5.; and if the sample taken from the lot has satisfied the specification of 4., the lot shall be judged as acceptable.

7. Marking

On the invoice of the crushed stone for concrete, the following items shall be marked.

- (1) Name and class (Example: Crushed stone for concrete 2005 A)
- (2) Name of manufacturer and name and number of digging site
- (3) Year, month, and day of shipping
- (4) Mass or volume
- (5) Name of recipient factory

8. Report

Manufacturer should submit a test report to the purchaser when required. Standard form of the test report shall conform to Table 5.

Table 5. Standard Form of Test Report
Test Report of Crushed Stone for Concrete

Class		Kind of raw stone																												
Name of manufacturer		Name and number of digging site																												
Name of factory		Date of test	Physical test:																											
			Alkali-silica reaction test:																											
Test items (Physical test)	Standardized value	Test value	Remark																											
Absolute dry specific gravity (JIS A 1110)	2.5 min.		Specific gravity in saturated surface () dry condition																											
Water absorption test (JIS A 1110)	3 % max.																													
Soundness test (JIS A 1122)	12 % max.																													
Abraded quantity (JIS A 1121)	40 % max.																													
Amount lost in washing test (JIS A 1103)	10 % max.																													
Absolute volume percentage for assessment of grain shape (JIS A 5005)	55 % min.		For only crushed stone 2005																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="10" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Sieve analysis test</td> <td>Nominal size of sieve</td> <td>Mass percentage of particles passing through each sieve (%)</td> </tr> <tr><td>100</td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td></td></tr> <tr><td>60</td><td></td></tr> <tr><td>50</td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>2.5</td><td></td></tr> <tr><td>f.m.</td><td></td></tr> </table> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> </div>				Sieve analysis test	Nominal size of sieve	Mass percentage of particles passing through each sieve (%)	100		80		60		50		40		25		20		15		10		5		2.5		f.m.	
Sieve analysis test	Nominal size of sieve	Mass percentage of particles passing through each sieve (%)																												
	100																													
	80																													
	60																													
	50																													
	40																													
	25																													
	20																													
	15																													
	10																													
5																														
2.5																														
f.m.																														
Alkali-silica reaction test (JIS A 5308)	Test result*																													
	Test method																													
* A: Judged as harmless B: Not judged as harmless or not tested yet.																														
Name of testing organization	Physical test:																													
	Alkali-silica reaction test:																													
Transferer from original text	Name of manufacturer:																													
	Name of person in charge:																													

Applicable Standards:

- JIS A 1102-Method of Test for Sieve Analysis of Aggregate
- JIS A 1103-Method of Test for Amount of Material Passing Standard Sieve 74 μm in Aggregates
- JIS A 1104-Method of Test for Unit Weight of Aggregate and Solid Content in Aggregate
- JIS A 1110-Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
- JIS A 1121-Method of Test for Abrasion of Coarse Aggregate by Use of the Los Angeles Machine
- JIS A 1122-Method of Test for Soundness of Aggregate by Use of Sodium Sulfate
- JIS A 5308-Ready-Mixed Concrete
- JIS Z 8801-Test Sieves
- JIS Z 9001-General Rules for Sampling Inspection Procedures

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS
INDUSTRIALES JAPONESAS
DE LA CALIDAD DE AGREGADOS
PARA EL CONCRETO

se terminó de imprimir
en noviembre de 1994
en los talleres de

impretei

Almería 17, Col. Postal
C.P. 03410, México, D.F.

Se imprimieron 400 ejemplares
más sobrantes para reposición.

TITULOS PUBLICADOS

BASES DE DATOS PARA LA ESTIMACION DE RIESGO SISMICO EN LA CIUDAD DE MEXICO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; M. Ordaz, R. Meli, C. Montoya-Dulché, L. Sánchez y L.E. Pérez-Rocha.

TRANSPORTE, DESTINO Y TOXICIDAD DE CONSTITUYENTES QUE HACEN PELIGROSO A UN RESIDUO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Químicos; Ma. E. Arcos, J. Becerril, M. Espindola, G. Fernández y Ma. E. Navarrete.

PROCESOS FISICOQUIMICOS PARA ESTABILIZACION DE RESIDUOS PELIGROSOS; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Químicos; M. Y. Espíndola y G. Fernández.

REFLEXIONES SOBRE LAS INUNDACIONES EN MEXICO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Hidrometeorológicos; R. Domínguez, M. Jiménez, F. García y M.A. Salas.

MODELO LLUVIA-ESCURRIMIENTO; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Hidrometeorológicos; R. Domínguez, M. Jiménez, F. García y M.A. Salas

REPORT ON THE JANUARY 17, 1994 NORTHRIGDE EARTHQUAKE. SEISMOLOGICAL AND ENGINEERING ASPECTS; Coordinación de Investigación; Areas de Riesgos Geológicos y de Ensayes Sísmicos; T. Mikumo, C. Gutiérrez, K. Kikuchi, S. M. Alcocer y T. A. Sánchez.

APPLICATION OF FEM (FINITE ELEMENT METHOD) TO RC (REINFORCED CONCRETE) STRUCTURES; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos, H. Noguchi.

DEVELOPMENT OF ADVANCED REINFORCED CONCRETE BUILDINGS USING HIGH-STRENGTH CONCRETE AND REINFORCEMENT -NEW CONSTRUCTION TECHNOLOGY IN JAPAN-; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; S. Otani.

A STUDY ON NONLINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CONFINED MASONRY WALLS; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; K. Ishibashi; H. Kastumata; K. Naganuma; M. Ohkubo.

SEGURIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA ECONOMICA; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; R. Meli; S.M. Alcocer; L.A. Díaz Infante; T.A. Sánchez; L.E. Flores; R. Vázquez del Mercado; R.R. Díaz.

DETERMINISTIC INVERSE APPROACHES FOR NEAR-SOURCE HIGH-FRECUENCY STRONG MOTION; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; M. Iida.

SISMICIDAD Y MOVIMIENTOS FUERTES EN MEXICO: UNA VISION ACTUAL; Coordinación de Investigación; Area de Riesgos Geológicos; S. K. Singh, M. Ordaz.

JAPANESE PRESSS DESIGN GUIDELINES FOR REINFORCED CONCRETE BUILDINGS; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos, S. Otani.

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS DE LA CALIDAD DE AGREGADOS PARA EL CONCRETO; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; M. Saito, H. Kitajima, K. Suzuki, S. M. Alcocer.

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS INDUSTRIALES JAPONESAS DE LA CALIDAD DEL CONCRETO; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; M. Saito, H. Kitajima, K. Suzuki, S. M. Alcocer.

NORMAS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA DEL INSTITUTO DE ARQUITECTURA DEL JAPON; Coordinación de Investigación; Area de Ensayes Sísmicos; K. Yoshimura, K. Kikuchi, T. A. Sánchez.

CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES

AV. DELFIN MADRIGAL N° 665, COL. PEDREGAL SANTO DOMINGO
DELEGACION COYOACAN, MEXICO D.F., C.P. 04360

TELEFONOS: 606-98-37, 606-97-39, 606-99-82
FAX: 606-16-08