التحليل الحبي للحصويات الخشنة والناعمة
Sieve Analysis of Fine &Coarse Aggregates
ASTM C136—Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

العمل المخبري رقم (1):

تعيين التدرج الحبي للحصويات الناعمة (الرمل)

الغاية من التجربة:

تحديد توزع قياسات حبيبات الرمل، عن طريق تمريرها وهي جافة، عبر مجموعة من المهزات النظامية الخاصة بالرمل.

الأدوات والتجهيزات المستخدمة:

- ميزان حساس يقيس بدقة 0.1 g
- مجموعة مهزات نظامية
- هزاز كهربائي
- فرن تجفيف بدرجة حرارة 110±5 °c

طريقة العمل:

1- يتم أخذ كمية 1Kgمن الرمل، ووضعه في الفرن بدرجة حرارة 110±5 °c حتى الوزن الثابت، ثم تخرج من الفرن وتترك في جو المخبر لتبرد.

2- تؤخذ المهزات الخاصة بتدرج الرمل، والمبينة في الجدول (1)، وترتب من الأعلى إلى الأسفل، من الأكبر إلى الأصغر.

3- توضع عينة الرمل في أعلى مهزة، ومن ثم يتم هز مجموعة المهزات إما يدوياً، أو كهربائياً لفترة كافية من الزمن (بضعة دقائق).

4- يوزن المحجوز الجزئي بالغرام (a_i) على كل مهزة على حدى.

5- يحسب المحجوز الكلي (التراكمي) بالغرام(Ai g)) لكل مهزة على حدى، وذلك بأخذ مجموع أوزان المحاجيز الجزئية (ai) على المهزة المدروسة وعلى كافة المهزات التي تقع فوقها، كما في العلاقة التالية:

$$A_i = a_i + a_{i-1} + \dots$$

6- تحسب النسبة المئوية للمحجوز التراكمي (Ai%) لكل مهزة على حدى، كنسبة مئوية من وزن العينة بعد الاختبارW، وذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$A_i\% = \frac{A_i}{W} \times 100$$

7- تحسب النسبة المئوية للمار الكلي لكل مهزة على حدى، وذلك باستخدام العلاقة التالية:

المار الكلي % = (100 - المحجوزالتراكمي)%

8- يرسم منحني التدرج الحبي على مخطط بحيث يمثل المحور الأفقي فتحة المهزة بالـ mm، ويمثل المحور العمودي النسبة المئوية للمار الكلي.

ملاحظات:

1- يؤخذ المحجوز الجزئي على القاعدة (الصينية) بعين الاعتبار.
2- تسجل الأوزان بدقة رقم واحد بعد الفاصلة، بينما تقرّب النسب المئوية لأقرب رقم صحيح.
3- في حال عدم وقوع المنحني ضمن المجال النظامي للرمل، يتم دمج نوعين من الرمل بنسب مدروسة، بحيث يقع الخليط الناتج ضمن المجال النظامي.

جدول (1):المجال النظامي للرمل وفق الكود الأمريكي:

فتحة المهزة	النسبة المئوية للمار الكلي
9.5 mm = (3/8'')	100
4.75 mm = (No.4)	95-100
2.36 mm = (No.8)	80-100
1.18 mm = (No.16)	50-85
0.60 mm = (No.30)	25-60
0.30 mm = (No.50)	5-30
0.15 mm = (No.100)	0-10

مثال:

أجري اختبار التدرج الحبي لعينة رمل وزنها (508.5)g، فكانت قيم المحاجيز الجزئية بالغرامات كما هو مبين في الجدول التالي. المطلوب ارسم منحني التدرج الحبي لهذه العينة، وتحقق منه.

الحل:

التدرج الحبي لعينة الرمل المدروسة:

فتحة المهزة	المحجوزالجزئي a_i (g)	المحجوزالتراكمي Ai (g)	نسبة المحجوزالكلي A_i %	نسبة المار الكلي $(100-A_i)$ %
9.5 mm = (3/8'')	0.0	0.0	0	100
4.75 mm = (No.4)	9.2	9.2	1.8=2	98
2.36 mm = (No.8)	67.6	76.8	15.1=15	85
1.18 mm = (No.16)		● 178	375	65

		101.2 ● 102.2 ● 12.5" 40 ●		
45	55.1=55	280.2		0.60 mm = (No.30)
21	78.8=79	400.7		0.30 mm = (No.50)
3	97.1=97	493.8	93.1	0.15 mm = (No.100)
1	99.1=99	504	10.2	0.075 mm = (No.200)
0	100	508.5	4.5	القاعدة
-	-	100	508.5	المجموع

عامل النعومة(**Fineness Modulus) FM:**

وهو دليل رقمي يعبر عن مدى نعومة حبيبات الحصويات، وهو يحسب بقسمة مجموع النسب المئوية للمحاجيز الكلية (التراكمية) على سلسلة معينة من المهزات مقسوماً على 100.

يحسبعامل نعومة الرمل باستخدام سلسلة مهزات الرمل النظامية ذاتها المستخدمة في تعيين المجال النظامي للرمل، المبينة في الجدول (1)وهي:

$$FM = (A_{9.5}+A_{4.75}+A_{2.36}+A_{1.18}+A_{0.6}+A_{0.3}+A_{0.15}) / 100$$

ويشترط أن تقع قيمته ضمن المجال [3.1-2.3] ϵ FM، فإذا كانت FM أدنى من هذا المجال يعتبر الرمل أنعم من المطلوب، وبالتالي يتطلب البيتون نسبة ماء أعلى مما يؤدي إلى مقاومة أضعف، وإذا كانت FM أعلى من هذا المجال يعتبر الرمل أخشن من المطلوب، مما يؤدي إلى بيتون قاسي.

ملاحظات:

- تحسب قيمة العامل FM بدقة 0.01.

- المهزةNo.200 والقاعدة لا تدخلان في الحساب.

- يمكن حساب عامل نعومة البحص باستخدام سلسلة مهزات البحص، عندها يشترط أن تقع قيمته ضمن المجال [5-8]، ولكن عند تصميم الخلطات البيتونية يلزمنا فقط حساب عامل نعومة الرمل لذا تم التركيز عليه هنا.

وظيفة:

يطلب إيجاد قيمة FM لعينة الرمل المذكورة في المثال (1).

.....

العمل المخبري رقم (2):

تعيين التدرج الحبي للحصويات الخشنة (البحص)

الغاية من التجربة:

رسم منحني التدرج الحبي للبحص المدروس،والتحقق من وقوعه ضمن أحد المجالات النظامية للبحص المستخدمة في أعمال الخرسانة، والمبينة في الجدول (2) المرافق.

تعاريف:

القطر الأعظمي للحصويات (: **D_{max}) (Maximum Aggregate Size)**

هو أصغر فتحة مهزة تمرر100% من وزن العينة المدروسة.

القطر الاسمي الأعظمي ((**Nominal Maximum Aggregate Size) : ($D_{n.max}$)**

هو أكبر فتحة مهزة تحجز عليها أصغر أو يساوي 10% من وزن العينة المدروسة.

الأدوات والتجهيزات المستخدمة:

- ميزان حساس يقيس بدقة 0.1 g
- مجموعة مهزات نظامية
- هزاز كهربائي
- فرن تجفيف بدرجة حرارة 5±110 °c

طريقة العمل:

1- يتم أخذ كمية(Kg5) من البحص المدروس.
2- تجرى نفس الخطوات المتبعة في اختبار التدرج الحبي للرمل، مع استخدام مهزات البحص بدلاً من مهزات الرمل.
3- يتم تحديد المجال النظامي لعينة البحص المدروسة، وذلك بعد تحديد قيمة $D_{n.max}$، وذلك باستخدام الجدول رقم (2) المرافق.

ملاحظات:

1- تؤخذ الأوزان بدقة رقم واحد بعد الفاصلة.

2- في حال وجود مجالين نظاميين لهما قيمة $D_{n.max}$ ذاتها، عندئذ نختار المجال الذي يشمل كافة مهزات عينة البحص المدروسة.
3- في حال عدم وقوع منحني التدرج الحبي للعينة المدروسة ضمن المجال النظامي، يتم دمج نوعين من البحص بنسب مدروسة، بحيث يقع التدرج الحبي للخليط الناتج ضمن المجال النظامي.

مثال:

إذا كان معلوماً لديك التدرج الحبي لعينتين من البحص كما هو مبين في الجدول التالي، المطلوب تحديد كلاً من D_{max}, D_{nmax}، والمجال النظامي لكل منهما باستخدام الجدول (2) المرافق.

التدرج الحبي لعينة البحص المدروسة:

فتحة المهزة **mm (in)**	المار الكلي % (عينة 1)	المار الكلي % (عينة 2)
25 (1'')	100	100
19 (3/4'')	100	95
12.5 (1/2'')	100	60
9.5 (3/8'')	90	30
4.75 (No.4)	85	5
2.36 (No.8)	10	0
القاعدة	0	0

الحل:

1- من الجدول السابق نجد أن:

$D_{1n.max}$ = 9.5 mm (3/8''), D_{1max}=12.5 mm (1/2")

$D_{2n.max}$ = 19 mm = (3/4''), D_{2max}=25 mm (1")

2- بالعودة إلى الجدول (2) نجد أن المجال النظامي للعينة الأولى هو المجموعة رقم 8، وللعينة الثانية هو المجموعة رقم 67 ، وليس 6لأن عينة البحص المدروسة تحتوي على حبيبات أصغر من 9.5 mm.

Coarse-Aggregate Grading

Size no.	Nominal size, sieves with square openings	Amounts finer than each laboratory sieve, mass percent passing												
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (⅜ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	—	25 to 60	—	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	—	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—	—
3	50 to 25 mm (2 to 1 in.)	—	—	—	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—	—
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	—	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	—	0 to 5	—	—
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	—	0 to 5	—	—	—
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	—	—	—	—	100	95 to 100	—	35 to 70	—	10 to 30	0 to 5	—	—
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	—	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	—	—	—
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ⅜ in.)	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	—	—
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	—	—	—	—	—	100	95 to 100	—	25 to 60	—	0 to 10	0 to 5	—
6	19.0 to 9.75 mm (¾ to ⅜ in.)	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	—	—
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	—	20 to 55	0 to 10	0 to 5	—
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	—
8	9.5 to 2.36 mm (⅜ in. to No. 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5
89	9.5 to 1.18 mm (⅜ in. to No. 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5