Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
Al-Mustaqbal University College
Department of Building & Construction Engineering

# "TRANSPORTATION ENGINEERING" 3rd Stage

## ((Aggregate الركام))

**Prepared by Senior Lecturer:** Mr. Tameem Mohammed Al Musawi

# Aggregate

**Types:**

Natural

- Igneous (Granite)

- Sedimentary (sand, gravel, sandstone, and limestone)

- Metamorphic (Marble)

Industrial product → Slag (مخلفات أفران الحديد)

→ Clinker (مخلفات أفران الفحم)

**Main desirable properties of aggregate:**

1) *Inter particle friction (Mechanism of load transfer)*:

ميكانيكية انتقال الأحمال (الاحتكاك الداخلي)، ويمكن السيطرة عليه من خلال:

a. Surface texture (rough or smooth): Resistance to displacement

Smooth

Rough

b. Particle shape (angularity) التزوّي (round, fractured, & cubical)

يقيم عن طريق:

Angularity No. (0-10%) = % voids in round (≈33%) - % voids in any shape

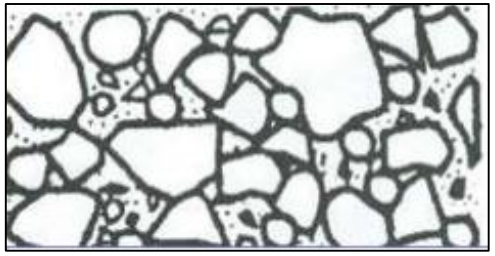
وكلما اقتربت القيمة من (10%) كلما كان الركام أفضل

Rounded

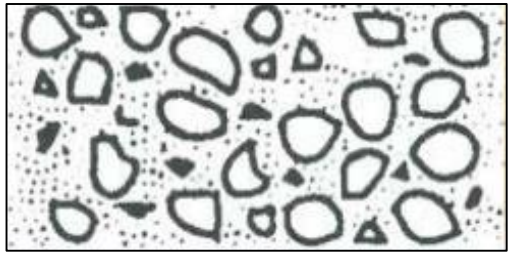
Fractured

Cubical

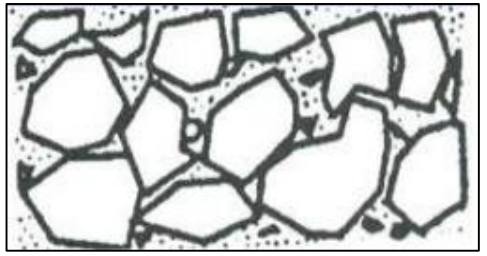
c. Gradation التوزيع الحبيبي (dense, gap, & open graded)



Dense graded



Gap graded



Open graded

يقيم عن طريق:

$$\text{By Fuller (dense gradation)} = \frac{P}{100} = \left[\frac{d}{D}\right]^{1/2}$$

Where:

D = diameter of max. size particle → (passing 100%); inch

d = size of opening for any sieve, inch

P = percent passing of that sieve.

**Example:** if the designed mixture contains aggregate with maximum size 1" , determine the rest of the percentages.

Sol:

1" → 100%

1/2" →

$$P = \left[\frac{1/2"}{1"}\right]^{0.5} * 100 = 70\%$$

3/8" →

$$P = \left[\frac{3/8"}{1"}\right]^{0.5} * 100 = 61\%$$

الخ من المناخل...

2) Durability :( الديمومة) The resistance to:

a. Crashing (الطحن أو السحق):

$$\text{Crashing Value} = \frac{\text{wt. of mat. passing No.7}}{\text{Original wt.}} \leq 12\% \ (\approx 8\%)$$

b. Degradation (التكسر بسبب التأثير الميكانيكي):

% of wear by L. A. Operation, (طريقة لوس أنجلس)

2.5kg (3/4"-1/2") + 2.5kg (1/2"-3/8") & Spheres (500 revolution)

$$\text{Degradation} = \frac{\text{wt. of mat. passing No.12}}{\text{Original wt.}} \leq 30\%$$

c. Disintegration (التكسر بسبب التأثير الكيميائي):

| | |
|---|---|
| 670 gm | (3/4" – 1/2") |
| 330 gm | (1/2" – 3/8") |
| 300 gm | (3/8" – No.4) |
| 1300 gm | |

* Soundness for 16-18 hours & drying Cycle

- By $Na_2SO_4$ (كبريتات الصوديوم) ≤ 12%
- By $MgSO_4$ (كبريتات المغنيسيوم) ≤ 18 %

3) *Wet ability* (قابلية الترطيب): adhesion with asphalt, or resistance to stripping of asphalt film from aggregate in the presence of water.

a. Mechanical interlock: (التأثير الميكانيكي)

- Rough surface texture. (سطح خشن)
- Porous aggregate.

(مسامية سطحية عالية ولكن غير مؤثرة على القوة، لضمان تداخل الإسفلت وعدم انفصاله بالماء)

- No surface coating. (إزالة الأتربة المحيطة بالركام)

b. Chemical reactivity: (التأثير الكيميائي)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Basic minerals (of aggregate) | + | Acidic portion (of asphalt) | → | Compound not soluble in water |
| المواد الأولية (الركام) | | مواد حامضية (في الإسفلت) | | مركب غير ذائب في الماء |

c. Interfacial tension: (الشد السطحي بسبب الشحنات)

- Hydrophobic aggregate (water-hating) (غير مألوف للماء)
- Hydrophilic aggregate (water-loving) (يألف الماء)

والمفضل منها غير المألوف للماء. أغلب الركام العراقي من النوع الثاني (أليف للماء) لذلك يجب مراعاة ذلك.

## Aggregate combination (blending) & separation to meet Job Mix requirement:

الركام الطبيعي غالباً لا يكون ضمن المواصفات الخاصة بالتدرج، لذلك نحتاج إلى عملية دمج و/أو فصل لتدرجات الركام للحصول على تدرج مقارب لمعادلة الخلط:

1. Discarding the over size.

(إبعاد الحجوم الأكبر من الحجم الأقصى للركام)

2. Separating into two or more portions on selected proper sieve.

(فصل الركام إلى جزئين أو أكثر في منطقة الخلل)

3. Recombining using proper percentage for recombination with specification requirement (mid-specification limits).

(إعادة دمج الأجزاء بنسب مئوية مناسبة لتتلائم ومواصفات التدرج) (منتصف المواصفة)

4. Addition of fine materials (& Filler) if necessary.

(إضافة ركام ناعم (مواد مالئة) عند الحاجة)

**Ex.:**

| Sieve size | (% passing) Natural grading | Specifications |
|---|---|---|
| 1" | 100 | 100 |
| 3/4" | 90 | 100 |
| 1/2" | 80 | 95 – 65 |
| 3/8" | 60 | 60 – 40 |
| No.4 | 40 | 40 – 24 |
| No.10 | 30 | 30 – 20 |
| No.40 | 20 | 20 – 10 |
| No.80 | 10 | 10 – 5 |
| No.200 | 5 | 5 – 3 |

**Sol.:**

طريقة الحل:

1. إزالة الحجم فوق الحجم الأقصى (Discard Oversize): نلاحظ أن الحجم الأقصى للركام ضمن المواصفات ("3/4) لذلك يجب إزالة الحجوم بين ("3/4-"1) أي جعل المار من المنخل ("3/4) (100%) وتصحيح تدرج باقي المناخل.
2. بعد المرحلة الأولى نحدد بداية الخلل في أي من المناخل، ونلاحظ أن منطقة الخلل مع المواصفات هي عند المنخل ("3/8) وكمية المار (67) وهي متجاوزة للمواصفة (60-40)، لذلك يتم فصل المقادير عند المنخل ("3/8) والذي فيه الخلل إلى مجموعتين ثم يتم المزج بنسب بمحاولة وخطأ للوصول للنسب المناسبة لتصحيح التدرج.

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sieve size | (% passing) Natural grading | Specifications | Step (1) Portion passing 3/4" | (A) Step (2) Portion Passing 3/8" | Percent retained (5)-(4) | (B) Portion passing 3/8" | (C) 50% A + 50% B |
| 1" | 100 | 100 | 100 | - | 0 – 0 | 100 | 100 |
| 3/4" | 90 | 100 | 100 | - | 0 – 0 | 100 | 100 |
| 1/2" | 80 | 95 – 65 | (100/90)*80=89 | - | 11 – 33 | 67 | 83 |
| 3/8" | 60 | 60 – 40 | (100/90)*60=67 | 100 | 33 – 100 | 0 | 50 |
| No.4 | 40 | 40 – 24 | (100/90)*40=45 | (100/67)*45=67 | | 0 | 33 |
| No.10 | 30 | 30 – 20 | (100/90)*30=34 | (100/67)*34=51 | | 0 | 26 |
| No.40 | 20 | 20 – 10 | (100/90)*20=22 | (100/67)*22=33 | | 0 | 16 |
| No.80 | 10 | 10 – 5 | (100/90)*10=11 | (100/67)*11=16 | | 0 | 8 |
| No.200 | 5 | 5 – 3 | (100/90)*5=6 | (100/67)*6=9 | | 0 | 4.5 |

إذا كانت نسبة المالئ (4.5) =(1) مثلاً أي ان الركام لا يحويعلى مواد ناعمة من البداية ولا يمكن تصحيحه بإعادة التوزيع بل بإضافة (filler).

| (1) Sieve size | (2) Specifications | (3) (C) | (4) (D) Filler | (5) 97% C + 3% D |
|---|---|---|---|---|
| 1" | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/4" | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1/2" | 95 – 65 | 83 | 100 | 83.5 |
| 3/8" | 60 – 40 | 50 | 100 | 51.5 |
| No.4 | 40 – 24 | 33 | 100 | 35 |
| No.10 | 30 – 20 | 26 | 100 | 22.25 |
| No.40 | 20 – 10 | 16 | 100 | 18.5 |
| No.80 | 10 – 5 | 8 | 100 | 10.75 |
| No.200 | 5 – 3 | 1 | 100 | 4 |

**Ex.:**

| Sieve | Stock (A) Passing | Stock (B) Passing | Stock (C) Passing | Specification |
|---|---|---|---|---|
| 1" | 100 | | | 100 |
| 1/2" | 63 | | | 70 – 85 |
| No.4 | 19 | 100 | | 40 – 55 |
| No.10 | 8 | 92 | | 30 – 42 |
| No.40 | 5 | 55 | 100 | 20 – 30 |
| No.80 | 3 | 36 | 97 | 12 – 22 |
| No.200 | 2 | 3 | 88 | 5 – 10 |

**Sol.:**

طريقة الحل:

تكون طريقة الحل بطريقة المحاولة والخطأ بفرض نسب مزج ومقارنتها مع منتصف المواصفة، وغالباً نبدأ بالنخل (No.200) ونفرض له نسبة صغيرة للكومة ذا المحتوى العالي من (Passing)، أي بما أن للكومة (C) نسبة المار من المنخل (No.200) يساوي (88) والمواصفة (5-10) فيجب إعطاءها نسبة قليلة وإعطاء نسب أكبر للكومتين (A, B)

| Sieve | Stock (A) Passing | Stock (B) Passing | Stock (C) Passing | Specification | Mid Specification | Passing % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1" | 100 | | | 100 | 100 | 100 |
| 1/2" | 63 | | | 70 – 85 | 77.5 | 76 |
| No.4 | 19 | 100 | | 40 – 55 | 47.5 | 47 |
| No.10 | 8 | 92 | | 30 – 42 | 36 | 38 |
| No.40 | 5 | 55 | 100 | 20 – 30 | 25 | 25 |
| No.80 | 3 | 36 | 97 | 12 – 22 | 17 | 18 |
| No.200 | 2 | 3 | 88 | 5 – 10 | 7.5 | 7 |
| نسب المزج | 65% | 30% | 5% | | | |