المحاضرة السابعة عشر

امثلة لتصميم الخلطات الخرسانية

مثال رقم (1) : صمم خلطة خرسانية حسب المواصفة الامريكية ACI 211-1-91 لصب اساس خرساني تحت مستوى الارض في موقع لايتعرض الى ظروف قاشية او هجوم املاح الكبريتات على ان يفي التصميم بالمتطلبات التالية:

1- معدل مقاومة الانضغاط المطلوبة بعمر 28 يوم هو **25 MPa**
2- مقدار الهطول المطلوب **8-10 cm**
3- خواص الركام المستخدم موضحة في الجدول التالي:

الخاصية	الركام الخشن	الركام الناعم
الوزن النوعي	2.68	2.64
المقاس الاقصى	19 mm	---
الكثافة المرصوصة	1700 kg/m^3	---
الامتصاص	0.5%	0.7%
محتوى الرطوبة الكلي	2%	6%
معامل النعومة	---	2.8

الحل:

1- ايجاد كمية الماء اللازمة من جدول A1.533 للمواصفة ولخرسانة اعتيادية ولا تتعرض لهجوم املاح الكبريتات (اي انها غير حاوية على الهواء المقصود)

من خلال معرفة الهطول اللازم والمقاس الاقصى للركام فان كمية الماء اللازمة = 175 kg/m^3

2- تحديد نسبة الماء الى الاسمنت المطلوبة w/c من خلال معرفة المقاومة المطلوبة بعمر 28 يوم ومن جدول A1.5.3a لذا فان نسبة الماء الى الاسمنت = 0.61 (خرسانة اعتيادية)

3- تحديد كمية الاسمنت المطلوبة من خلال نقطة 1 و2 اي معرفة كمية الماء ونسبة الماء الى الاسمنت.:

W = 175 kg/m^3

w/c = 0.61

175/c = 0.61

C = 175 ÷ 0.61 = 286,9 kg/m^3 = 285 kg/m^3 (بالتقريب الى اقرب 5 كغم)

4- تحديد كمية الركام الخشن والناعم

- بداية تحدد الكثافة المتوقعة للخرسانة للخرسانة (D) من جدول A1.5.3.7.1 ولخرسانة اعتيادية =

2345 kg/m^3

D = W+ C + FA + CA

D: Fresh density C: Cement W: water FA: Fine aggregate CA: Coarse aggregate

2345 = 175 + 285 +FA +CA

FA+CA = 1885 kg/m^3

- تحدد كمية الركام الخشن من خلال معرفة كثافته وحجمه

كثافة الركام المستخدم =1600 kg/m^3

من جدول A1.5.3.6 فان حجم الركام الخشن = 0.62 (المقاس الاقصى 19 mm ومعامل النعومة 2.8)

CA= 1700 kg/m^3 × 0.62 = 1054 = 1055 kg/m^3 (اقرب الى 5 كغم)

FA = 1885- 1055 = 830 kg/m^3

C : FA : CA

285 : 830 : 1055 (بالقسمة على 285)

Mix proportion: 1: 2.91 : 3.7

5- تصحيح نسبة الماء الى الاسمنت

- كمية الماء الاضافي الموجود في الركام الخشن

W in CA = (2% - 0.5 %) × 1055 = 15.81 kg/m^3

- كمية الماء الاضافي الموجود في الركام الخشن

W in FA = (6%- 0.7%) × 830 = 44 kg/m^3

W after correction = 175 – 15.81 - 44 = 115.2 kg/m^3

w/c after correction = 115/ 285 = 0.4

Mix proportion: 1:2.9:3.7
w/c = 0.4
C= 285

6- الخلطات التجريبية تاخذ هذه النسب لاجراء الخلطات التجريبية والتحقق من صحة التصميم لاعطاء هطول مقداره 5-8 cm ومقاومة مقدارها 25 MPa . اذا لم تحقق المطلوي نلجا الى اجراء بعض التعديلات للحصول على ما هو مطلوب. وذلك لان الهدف من التصميم هو الاقتراب من ما هو مطلوب وليس بالضرورة تحقيقه من دون اجراء تعديلات بسيطة بعد التصميم.

(يستفاد الطالب من اجراءه لفحصي الهطول ومقاومة الانضغاط في المختبر لاجراءات التحقق من صحة التصميم)

ملاحظة : يمكن استخدام الطريقة الحجمية في الحل بعد النقطة 4 من خلال استخدام المعادلة التالية ولكن يجب ان ياخذ حجم الهواء بنظر الاعتبار هنا في الطريقة الحجمية على عكس الطريقة الوزنية فوزن الهواء يكون مهملا:

1 م^3 من الخرسانة = حجم الاسمنت + حجم الماء + حجم الركام الخشن + حجم الركام الناعم + حجم الهواء

ومن خلال القسمة على الوزن النوزعي للتحويل الى وحدة الحجوم :

$$1 = 285/1000 \times 3.15 + 175/1000 + 1055/2.68\times1000 + FA/2.64\times1000 + 0.035$$

$$1 = 0.09 + 0.175 + 0.39 + FA/2640 + 0.035$$

$$FA/2640 = 818\ kg/m^3$$

- حجم الهواء تم تحديده من جدول A1.533 (تعرض بسيط +)

مثال رقم (2) : صمم خلطة خرسانية حسب المواصفة الامريكية ACI 211-1-91 لصب رباط اساس نفذ في تربة معرضة للانجماد الشديد ومحتوى عالي من الاملاح الكبريتية في التربة بحيث يفي التصميم بالمتطلبات التالية:

1- المقاومة المطلوبة بعمر 28 يوم **25 MPa**
2- الهطول المطلوب **100 mm**
3- خواص الركام المستخدم موضحة في الجدول التالي:

الخاصية	الركام الخشن	الركام الناعم
الوزن النوعي	2.7	2.6
المقاس الاقصى	19 mm	---
الكثافة المرصوصة	1670 kg/m^3	---
الامتصاص	0.75 %	1%
محتوى الرطوبة الكلي	2 %	4 %
معامل النعومة	---	2.6

الحل:

1- ايجاد كمية الماء اللازمة من جدول A1.533 للمواصفة ولخرسانة تتعرض لهجوم املاح الكبريتات والانجماد (اي انها حاوية على الهواء المقصود)

من خلال معرفة الهطول اللازم والمقاس الاقصى للركام فان كمية الماء اللازمة = 184 kg/m^3

2- تحديد نسبة الماء الى الاسمنت المطلوبة w/c من خلال معرفة المقاومة المطلوبة بعمر 28 يوم ومن جدول A1.5.3a لذا فان نسبة الماء الى الاسمنت = 0.52 (خرسانة حاوية على الهواء المقصود لغرض التقليل من تاثير الانجماد واملاح الكبريتات)

3- تحديد كمية الاسمنت المطلوبة من خلال نقطة 1 و2 اي معرفة كمية الماء ونسبة الماء الى الاسمنت.:

W = 184 = 185 kg/m^3 (بالتقريب الى اقرب 5 كغم)

w/c = 0.52

185/c = 0.52

C = 185 ÷ 0.51 = 355.7 kg/m^3 = 355 kg/m^3 (بالتقريب الى اقرب 5 كغم)

- **ماهو الفرق عن المثال السابق في محتوى الاسمنت ولماذا؟** -

4- تحديد كمية الركام الخشن والناعم

- بداية تحدد الكثافة المتوقعة للخرسانة (D) من جدول A1.5.3.7.1 ولخرسانة حاوية على الهواء المقصود =

2275 kg/m^3

D = W+ C + FA + CA

D: Fresh density C: Cement W: water FA: Fine aggregate CA: Coarse aggregate

2275 = 185 + 355 +FA +CA

FA+CA = 1735 kg/m^3

- تحدد كمية الركام الخشن من خلال معرفة كثافته وحجمه

كثافة الركام المستخدم= 1600 kg/m^3

من جدول A1.5.3.6 فان حجم الركام الخشن = 0.64 (المقاس الاقصى 19 mm ومعامل النعومة 2.6)

CA= 1670 kg/m^3 × 0.64 = 1054 = 1069 = 1070 kg/m^3 (اقرب الى 5 كغم)

FA = 1735- 1070 = 665 kg/m^3

C : FA : CA

355 : 665 : 1070 (بالقسمة على 285)

Mix proportion: 1: 1.87 : 3..01

5- تصحيح نسبة الماء الى الاسمنت

- كمية الماء الاضافي الموجود في الركام الخشن

W in CA = (2% - 0.75 %) × 1055 = 13.9 kg/m^3

- كمية الماء الاضافي الموجود في الركام الخشن

W in FA = (4%- 1%) × 665 = 19.65 kg/m^3

W after correction = 185 – 13.9 – 19.7 = 151.4 kg/m^3

w/c after correction = 151/ 355 = 0.425

Mix proportion: 1:1.9:3
w/c = 0.43
C= 355

6- الخلطات التجريبية تاخذ هذه النسب لاجراء الخلطات التجريبية والتحقق من صحة التصميم لاعطاء هطول مقداره 10 cm ومقاومة مقدارها 25 MPa . اذا لم تحقق المطلوي نلجا الى اجراء بعض التعديلات للحصول على ما هو مطلوب. وذلك لان الهدف من التصميم هو الاقتراب من ما هو مطلوب وليس بالضرورة تحقيقه من دون اجراء تعديلات بسيطة بعد التصميم.

(يستفاد الطالب من اجراءه لفحصي الهطول ومقاومة الانضغاط في المختبر لاجراءات التحقق من صحة التصميم)

ملاحظة : يمكن استخدام الطريقة الحجمية في الحل بعد النقطة 4 من خلال استخدام المعادلة التالية :

1 م^3 من الخرسانة = حجم الاسمنت + حجم الماء + حجم الركام الخشن + حجم الركام الناعم + حجم الهواء

ومن خلال القسمة على الوزن النوزعي للتحويل الى وحدة الحجوم :

1 = 355/1000 ×3.15 +185/1000 + 1070/ 2.7×1000 + FA/2.6×1000 + 0.06

1= 0.113 + 0.185 + 0.396 + FA/2600 + 0 .06

FA/2600 = 840 kg/m^3

- حجم الهواء تم تحديده من جدول A1.533 (تعرض عالي ++++)

ملاحظات :

1- الهدف الرئيس من تصميم الخلطات الخرسانية هو الوصول الى المطلوب باسرع طريقة وليس بالضرورة ان يحقق التصميم المطلوب من اول محاولة لذلك نلجا الى اجراء الخلطات التجريبية دائما للوصول الى المطلوب بعد الانتهاء من التصميم. اي اجراء عملية التحليل ان صح التعبير واختبار الخلطة المصممة وهنا يستفاد الطالب من اجراءه لفحوصات الخرسانة في المختبر لاجراء هذا التحقق.

2- دائما ما نختار الخرسانة الحاوية على الهواء المقصود عند تعرض الخرسانة الى هجوم املاح الكبريتات او الانجماد والذوبان ويوضح للطالب هنا ماهو الهواء المقصود في الخرسانة وفرقه عن الخرسانة المهواة.

3- في حالة ان المعطى لا يتوافق مع جداول المواصفة لاختيار المطلوب يلجأ الطالب الى عملية التقريب الرياضي (interpolation) فمثلا اذا كانت المقاومة المطلوبة بين قيمتين في الجدول مثلا 28 MPa فان هذا يتطلب لختيار نسبة ماء الى اسمنت بين قيمتين. هنا يوضح للطالب ما المقصود بالتقريب الرياضي وانواعه (linear and non linear). ولاجل السهولة يوضح للطالب النوع الخطي وكيف يستخدمه في ايجاد القيم المطلوبة.

4- في حالة وجود اي تحديد من قبل طالب التصميم يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار ويقدم على القيم المستخرجة خلال التصميم فمثلا اذا استخرجنا قيمة نسبة ماء الى اسمنت او محتوى اسمنت وتعارضت مع الحدود الدنيا او العليا المعطاة او المراد لها ان تكون وفق نوعية العضو الانشائي فيجب اهمال القيم المستخرجة والتقيد بهذه الحدود.