المحاضرة السادسة عشر

تصميم الخلطات الخرسانية

تصميم الخلطات الخرسانية : Conceret Mix Design

- وهو عملية تحديد نسب خلط مكونات الخرسانة الرئيسة بما يتفق مع الخواص المرغوب بها في حالتي الخرسانة الطرية والمتصلبة وكمثال على ذلك تحديد مقدار الهطول المطلوب في الحالة الطرية ومقدار المقاومة المطلوبة في الحالة المتصلبة. يتم ذلك من خلال الخبرة او باستخدام العلاقات التجريبية السابقة لغرض الحصول على تصميم مناسب ومن ثم اجراء الخلطات التجريبية للوصول الى التصميم الامثل.

- المطلوب في تصميم الخلطات الخرسانية :

1- تحديد نسب الخلط الوزنية او الحجمية Mix proportions : (الاسمنت: الركام الناعم: الركام الخشن) كأن تكون 1:2:3.

2- تحديد كمية الماء المستخدم Water Content : من خلال اختيار نسبة الماء الى الاسمنت w/c ratio.

3- تحديد كمية او محتوى الاسمنت المطلوب Cement Centent.

4- تحديد كمية المضافات المستخدمة في حالة استخدامها Admixture Content.

الاعتبارات الاساسية في التصميم :

1- الكلفة : يجب ان تكون الكلفة اقل ما يمكن (كيف؟)

2- المواصفات المطلوبة : مثل - الحد الادنى للهطول المطلوب لاغراض الخلط والنقل والصب.

- الحد الادنى للمقاومة المطلوبة لاغراض التصميم الانشائي (تحديد كميات الحديد)

- الحد الاعلى لنسبة الماء الى الاسمنت لاغراض الحصول على خرسانة ذات ديمومة عالية مثلا او الحد الادنى لمحتوى الاسمنت لغرض تجنب الانكماش الناتج من زيادة حجم عجينة الاسمنت.

خطوات التصميم حسب المواصفة الامريكية ACI 211-1-91 :

1- اختيار مقدار الهطول المطلوب ويعتمد على ظروف منطقة الصب وطرق نقل وصب الخرسانة وكذلك على كميات حديد التسليح المستخدمة ونوعية الخرسانة المستخدمة ونوع العضو الانشائي كما في الجدول التالي:

TABLE A1.5.3.1 — RECOMMENDED SLUMPS FOR VARIOUS TYPES OF CONSTRUCTION (SI)

Types of construction	Slump, mm	
	Maximum*	Minimum
Reinforced foundation walls and footings	75	25
Plain footings, caissons, and substructure walls	75	25
Beams and reinforced walls	100	25
Building columns	100	25
Pavements and slabs	75	25
Mass concrete	75	25

2- اختيار المقاس الاقصى للركام : يفضل عادة استخدام المقاسات الكبيرة للركام من ناحية اقتصادية ويمكن استخدام أي مقاس متوفر لغرض التصميم. هناك محددات كثيرة لاستخدام المقاسات الكبيرة مثل:

- ابعاد وجه قالب الصب اذ يجب ان يتجاوز ثلاثة اضعاف المقاس الاقصى وهذا ينطبق على المسافات بين قضبان حديد التسليح ايضا وكذلك عمق الصب.
- المقاسات الكبيرة قد تسبب في زيادة احتمال حصول الانعزال في الخرسانة اثناء الصب.

3- تحديد محتوى الماء المطلوب وكمية الهواء اعتمادا على الهطول المطلوب ، المقاس الاقصى المتوفر ونوعية الخرسانة هل هي غير حاوية على هواء مقصود ام لا وكما في الجدول التالي:

TABLE A1.533 — APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERENT SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)

	Water, Kg/m³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
Slump, mm	9.5*	12.5*	19*	25*	37.5*	50†*	75†‡	150†‡
	Non-air-entrained concrete							
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Air-entrained concrete							
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average§otal air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5**††	1.0**††
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5**††	3.0**††
Extreme exposure‡‡	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5**††	4.0**††

3- تحديد نسبة الماء الى الاسمنت حسب كل من المقاومة المطلوبة وظروف التعرض من الجدولين ادناه:

TABLE A1.5.3.4(a) — RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)

Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

TABLE A1.5.3.4(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE WATER-CEMENT RATIOS FOR CONCRETE IN SEVERE EXPOSURES (SI)*

Type of structure	Structure wet continuously or frequently and exposed to freezing and thawing†	Structure exposed to sea water or sulfates
Thin sections (railings, curbs, sills, ledges, ornamental work) and sections with less than 5 mm cover over stee	0.45	0.40‡
All other structures	0.50	0.45‡

4- حساب محتوى الاسمنت من خلال معرفة كل من كمية الماء ونسبة الماء الى الاسمنت.

5- حساب كمية الركام الخشن معرفة حجم الركام المستخدم اعتمادا على المقاس الاقصى ومعامل النعومة للركام الناعم وكما في الجدول التالي:

TABLE A1.5.3.6 — VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)

Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate* per unit volume of concrete for different fineness moduli† of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

كمية الركام = الحجم من الجدول × الكثافة (مقاسة للركام الخشن)

6- حساب كمية الركام الناعم من خلال معرفة وزن الخرسانة الطرية (كثافة الخرسانة) كما في الجدول التالي:

TABLE A1.5.3.7.1 — FIRST ESTIMATE OF MASS OF FRESH CONCRETE (SI)

Nominal maximum size of aggregate, mm	First estimate of concrete unit mass, kg/m³*	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

كمية الركام الناعم = وزن الخرسانة (من الجدول) – وزن الماء – محتوى الاسمنت – وزن الركام الخشن

او باستخدام طريقة لاحجم المطلق :

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

ويحسب الحجم من خلال معرفة الوزن النوعي لمكونات الخرسانة: الوزن النوعي للاسمنت= 3.15 وللماء =؟

وللركام الناعم = 2.65 والركام الخشن = 2.6.

7- تعديل محتوى الماء تبعا تبعا لمحتوى الرطوبة للركام الخشن والناعم المستخدم.

كمية الماء الفائض للركام الخشن = (المحتوى الكلي للرطوبة (0.02)– الامتصاص) × كمية الركام الخشن

كمية الماء الفائض للركام الناعم = (المحتوى الكلي للرطوبة(0.06) – الامتصاص) × كمية الركام الناعم

8- اجراء الخلطات التجريبية وتعديل التصميم لاعطاء الهطول المطلوب والمقاومة المطلوبة (**يتم تعريف الطالب بكيفية حساب كميات المواد المطلوبة لاجراء الخلطات التجريبية لكل من فحص الهطول ومقاومة الانضغاط والانواع الاخرى من القوالب**). في بعض الاحيان نضطر الى استخدام المضافات هنا لتحقيق ذلك. (يستخدم الطالب المعلومات المعطاة في فصل المضافات)