المعهد العالي للتكنولوجيا — 22 يناير 2011

قســـم الهندســـة المدنية — الزمن: 3 ساعات

الفرقة الثالثة مدني — **إجابة إمتحان تكنولوجـــيا الخرســـــانة**

إجابة السؤال الأول: (12 درجة)

اختر الاجابة الصحيحة بين القوسين –تُلغى الدرجة في حالة اختيار أكثر من إجابة– لكل من الحالات التالية:

١ – نضح الخرسانة هو عدم قدرتها على الإحتفاظ بـــ (الهواء – الأسمنت – **الماء** – الرمل).

٢ – يستخدم اختبار (كرة كيللي – الإنسياب – **في بي V.B.** – عامل الدمك) في تعيين درجة قابلية الخرسانة للتشغيل للخلطات ذات القوام الجاف.

٣ – يحدث إنكماش الجفاف للخرسانة (الطازجة – الخضراء – **المتصلدة** – المعبأة).

٤ – تتناسب قيمة معاير المرونة للخرسانة عكسياً مع (المقاومة – معاير الجساءة – **نسبة بواسون** – معدل التحميل).

٥ – (معاير الكسر – النسبة المعيارية – **نسبة بواسون** – معاير الجساءة) هي النسبة بين معاير المرونة للصلب إلى معاير المرونة للخرسانة.

٦ – يعمل زحف الخرسانة على (تقليل الإجهادات بالخرسانة الكتلية – **تقليل تركيز الإجهادات** – زيادة النضح – تقليل مقاومة الضغط).

٧ – من عيوب الخرسانة خفيفة الوزن بالمقارنة زيادة قيمة (النضح – الإنفصال الحبيبي – **الإنكماش** – الزحف) لها.

٨ – من مميزات الخرسانة المعبأة قلة قيمة (**الزحف** – النفاذية – النضح – التوصيل الحراري) لها.

٩ – يتم ضبط كمية الأسمنت في محطات الخلط المركزية بواسطة (أوعية معلومة الحجم – عدد الشكائر – سرعة السيور الناقلة – **معيرء خاص**).

١٠ يفيد إختبار الإنفلاق في تحديد مقاومة (الضغط – **الشد** – القص – الإنحناء) للخرسانة.

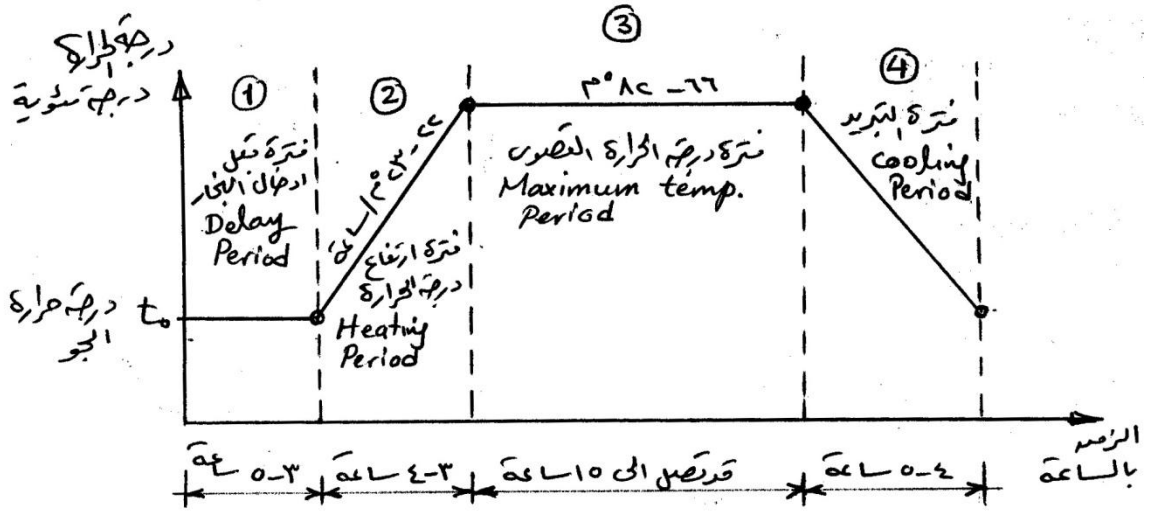
١١ تستخدم أسياخ جانبية في الكمرات التي يزيد عمقها عن 60 سم لمقاومة الإجهادات الناتجة عن (الإنحناء – **الإنكماش** – الزحف – التغيرات الحرارية).

١٢ يفضل استخدام الأسمنت البورتلاندي (المقاوم للكبريتات – **منخفض الحرارة** – سريع التصلد – الألومينى) في صناعة الخرسانة في الأجواء الحارة.

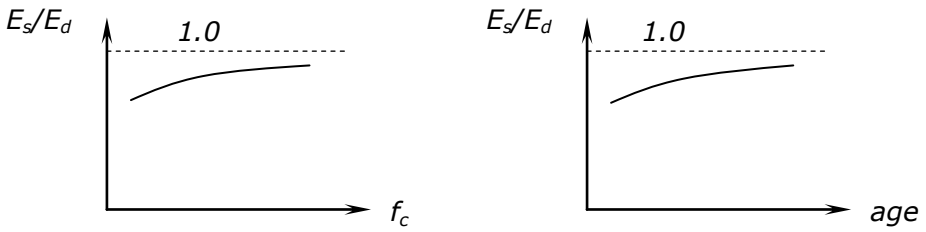
إجابة السؤال الثاني: (12 درجة)

وضح بالرسومات فقط كل مما يلي:

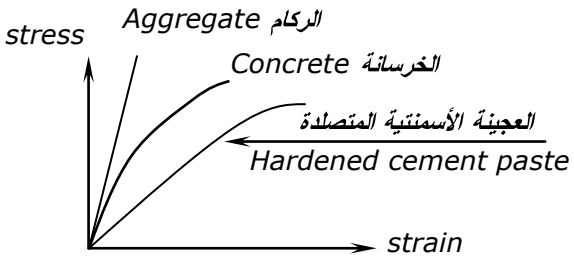
١ –مراحل دورة المعالجة بالبخار للوحدات الخرسانة سابقة التصنيع.



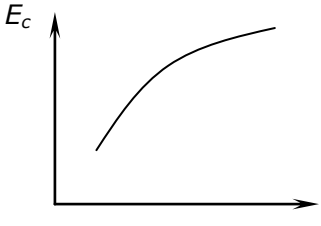
٢ –العلاقة بين نسبة معاير المرونة الإستاتيكي إلى معاير المرونة الديناميكي مع كل من عمر الخرسانة ومقاومتها في الضغط.



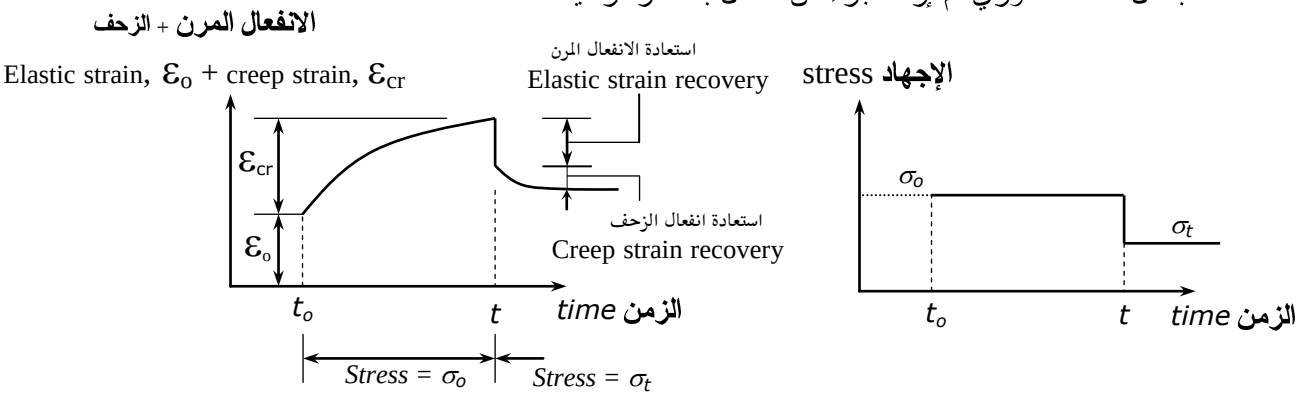
٣ –العلاقة بين الإجهاد والإنفعال لكل من الركام والعجينة الأسمنتية المتصلدة والخرسانة الناتجة مرسومة على نفس المحاور.



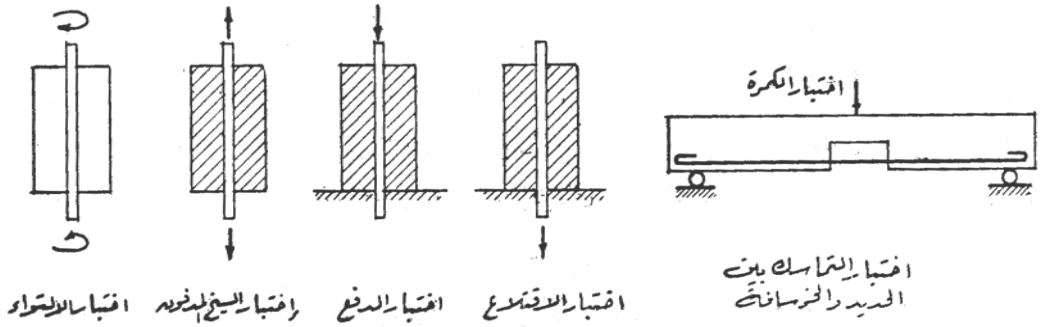
٤ –العلاقة بين مقاومة الضغط ومعاير المرونة الإستاتيكي لها.



٥ –العلاقة بين الإنفعالات الناتجة عن كل من التشكلات المرنة والزحف والزمن وذلك عند تحميل عينة خرسانية بحمل ضغط محوري ثم إزالة جزء من الحمل بعد فترة زمنية.



٦ –الأشكال المختلفة لتحميل العينات الخرسانية لتحيد مقاومة التماسك.



إجابة السؤال الثالث: (12 درجة)

أذكر كافة الاحتياطات الواجب مراعاتها من حيث التحكم في مكونات الخلطة وتنفيذ الخرسانة لكل من الحالات التالية:

1 – لإنتاج خرسانة ذات مقاومة عالية للبري:

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

تقليل نسبة الماء إلى الأسمنت – استخدام ركام عالي الصلادة – زيادة محتوى الأسمنت – تقليل نسبة الركام الصغير (الرمل) – استخدام إضافات الهواء المحبوس

من حيث التحكم في التنفيذ:

العناية الخاصة بعمليتي دمك ومعالجة الخرسانة.

2- لتقليل قيمة الزحف بالخرسانة:

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

تقليل نسبة الماء إلى الأسمنت – استخدام كسر الحجر الجيري (الدولوميت) كركام كبير للخرسانة – زيادة نسبة الركام للعجينة الأسمنتية المتصلدة – استخدام الأسمنت البورتلاندي سريع التصلد.

من حيث التحكم في التنفيذ:

العناية الخاصة بعمليتي دمك ومعالجة الخرسانة.

3 – لصناعة الخرسانة في الأجواء الحارة.

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

تقليل محتوى الأسمنت بقدر الإمكان – استخدام أسمنت منخفض الحرارة – استخدام ثلج مجروش أو ماء مبرد كماء للخلط – استخدام إضافات تأخير زمن الشك.

من حيث التحكم في التنفيذ:

تقليل الفترة الزمنية بين بدء الخلط والإنتهاء من دمك وتسوية سطح الخرسانة – دهان خلاط الخرسانة وصوامع تخزين المواد بدهانات عاكسة – تشوين الركام والمواد المكونة في أماكن مظللة – الصب ليلاً – العناية الخاصة بعملية المعالجة مثل المعالجة بالغمر أو التغطية برمال مبللة أو بالخيش المبلل.

4- لخرسانة حائط واقي لنفاذ الإشعاعات النووية:

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

استخدام ركام عالي الكثافة مثل قطع الحديد أو كسر خام الحديد (ماجنيتيت – هيماتيت – الليمونيت) أو كسر حجر البايريت – زيادة محتوى الهيدروجين – زيادة محتوى الأسمنت – تقليل نسبة الماء إلى الأسمنت.

من حيث التحكم في التنفيذ:

زيادة سمك القطاع الخرساني – العناية الخاصة بعمليتي دمك ومعالجة الخرسانة.

5 – لإنتاج خرسانة مقاومة لظاهرة الصقيع:

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

تقليل نسبة الماء إلى الأسمنت – زيادة محتوى الأسمنت – استخدام إضافات الهواء المحبوس – استخدام ركام مصمت وجيد التدرج.

من حيث التحكم في التنفيذ:

العناية الخاصة بعمليتي دمك ومعالجة الخرسانة – استخدام إضافات صادة للماء – استخدام الإضافات المعجلة.

٦ -لخرسانة منشآت الصرف الصحي:

من حيث التحكم في مكونات الخلطة الخرسانية:

استخدام أسمنت مقاوم للكبريتات أو الأسمنت الألوميني – تقليل نسبة الماء إلى الأسمنت – زيادة محتوى الأسمنت – استخدام ركام سيليسي خالي من المركبات الجيرية.

من حيث التحكم في التنفيذ:

العناية الخاصة بعمليتي دمك ومعالجة الخرسانة – عمل عزل مائي مناسب للخرسانة المعرضة لمياه الصرف.

إجابة السؤال الرابع: (8 درجات)

إقترح نوع الإضافة المناسب (نوع واحد أو أكثر من نوع حسب كل حالة) مع ذكر الأسباب والمادة الأساسية المستخدمة في صناعتها ، وذلك لكل من الحالات التالية:

1 – خرسانة خزان مياه:

نوع الإضافة: إضافات تقليل منفذية الخرسانة.

الأسباب: تقليل تسرب الماء خلال القطاع الخرساني وخاصة تحت تأثير الضغط العالي.

المادة الأساسية: سيليكات الصوديوم.

2- خرسانة رصف طرق معرضة للأجواء الباردة:

نوع الإضافة: إضافات الهواء المحبوس.

الأسباب: لإنتاج خرسانة ذات سطح خارجي صلد وقليل المسام ليقاوم التآكل بالإحتكاك وكذلك لمقاومة تأثير ظاهرة الصقيع.

المادة الأساسية: مسحوق الزنك أو الألومنيوم.

3 – خرسانة جاهزة تنقل بالمضخات وتستغرق وقتاً طويلاً:

نوع الإضافة: مخفضات الماء فائقة الكفاءة (الملدنات) + إضافات تأخير زمن الشك (المؤخرات).

الأسباب:

– بالنسبة للملدنات: لزيادة قابلية الخرسانة للتشغيل بدون زيادة نسبة الماء للأسمنت التي تؤدي إلى ضعف المقاومة وقد تؤدي كذلك إلى الإنفصال الحبيبي.

– بالنسبة للمؤخرات: لتفادي الشك الإبتدائي للأسمنت نظراً لزيادة الفترة الزمنية اللازمة لنقل وصب ودمك وتسوية سطح الخرسانة.

المادة الأساسية:

– بالنسبة للملدنات: فورمالدهيد الميلامين المسلفن *Sulfonated melamine-formaldehyde* .

– بالنسبة للمؤخرات: كبريتات الزنك أو الميثانول

4- خرسانة ترميم ممر للطائرات:

نوع الإضافة: الإضافات المعجلة (المعجلات).

الأسباب: لسرعة حصول الخرسانة على المقاومة اللازمة للتشغيل.

المادة الأساسية: نيتريت الكالسيوم أو نيترات الكالسيوم.

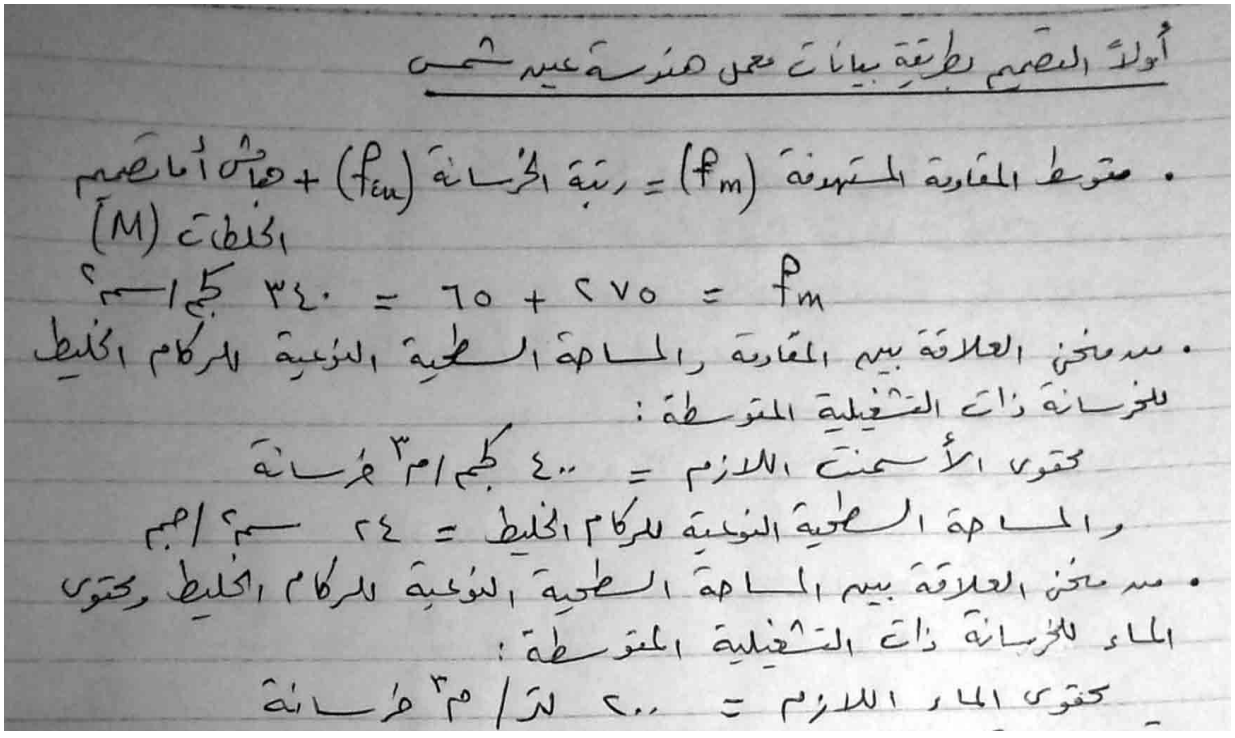
إجابة السؤال الخامس: (16 درجة)

أ – (**11 درجة**) صمم خلطة خرسانية (بدون هواء محبوس) باستخدام كل من بيانات معمل هندسة عين شمس وبيانات معهد الخرسانة الأمريكي *ACI* إذا علمت البيانات التالية:

- رتبة الخرسانة المطلوبة (f_{cu}) = 275 كجم/سم2
- هامش أمان تصميم الخلطات (M) = 65 كجم/سم2
- الخلطة الخرسانية ذات تشغيلية متوسطة أو ذات قيمة هبوط = 50 مم
- أعتبر أن أقصى قيمة لنسبة م/س وأدنى محتوى أسمنت (بورتلاندي عادي) لضمان تحمل هذه الخرسانة مع الزمن هما 0.5 و 350 كجم/م3 على الترتيب ، مع إهمال القيم المناظرة في كل من الكود المصري وبيانات معهد الخرسانة الأمريكي.
- الوزن النوعي للرمل والزلط = 2.6 ، معامل الشكل للرمل والزلط = 1.3
- الوزن النوعي للأسمنت = 3.15
- الوزن الحجمي للزلط = 1700 كجم/م3
- التدرج الحبيبي لكل من الرمل والزلط كما يلي:

فتحة المنخل (مم)		20	10	5	2.5	1.25	0.62	0.31	0.16
النسبة المئوية للمار (%)	زلط	100	35	10	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	رمل	100	100	100	95	75	50	20	صفر

الإجابة



• التحقق من تحمل الخرسانة ع الزحف (التحملة)

محتوى الاسمنت المختار > ٣٥٠ كجم/م٣ (الحد الأدنى)

نسبة الماء إلى الأسمنت = ٢٠٠/٤٠٠ = ٠,٥ < ٠,٥ (الحد الأقصى)

⇦ محتوى الأسمنت ونسبة الماء للأسمنت المختارة تضمن تحمل الخرسانة ع الزحف.

• حساب المساحة السطحية النوعية للركام

أولاً الرمل

$$S.S.A._{sand} = \frac{6\times1.3}{2.6}\left[\frac{(100-95)}{0.375}+\frac{(95-75)}{0.1875}+\frac{(75-50)}{0.0935}+\frac{(50-20)}{0.0465}+\frac{(20-0)}{0.0235}\right]/100$$

$$= 3\,(13.3+106.7+267.4+645.2+851.1)/100$$

$$= \underline{56.5}\ cm^2/gr.$$

ثانياً الزلط

$$S.S.A_{gravel} = \frac{6\times1.3}{2.6}\left[\frac{(100-35)}{1.5}+\frac{(35-10)}{0.75}+\frac{(10-0)}{0.375}\right]/100$$

$$S.S.A._{gravel} = 3\times(43.3+33.3+26.7)/100$$

$$= \underline{3.1}\ cm^2/gr.$$

بفرض ان نسبة الرمل = س ⇦ نسبة الزلط = ١ - س

المساحة السطحية النوعية للركام الخليط =

المساحة السطحية النوعية للرمل * س + المساحة السطحية النوعية للزلط * (١ - س)

٥٦,٠ * س + ٣,١ (١ - س) = س٢/جم

⇦ نسبة الرمل س = ٠,٣٩

ونسبة الزلط = ١ - س = ٠,٦١

• بتطبيق نظرية الحجم المطلق

$$\frac{C}{g_c}+\frac{S}{g_s}+\frac{G}{g_g}+\frac{W}{1}=1000\ lit.$$

$$S:G = 0.39:0.61 \Rightarrow G = 1.56\,S$$

$$\frac{400}{3.15}+\frac{S}{2.6}+\frac{1.56\,S}{2.6}+200=1000$$

$0.98\,S = 673 \Rightarrow S = 686.7\ kg/m^3$

$\Rightarrow G = 1.56 \times 686.7 = 1071.3\ kg/m^3$

∴ نسب الخلطة الخرسانية طبقاً لبيانات معمل هندسة عين شمس

اسمنت : رمل : زلط : ماء

٤٠٠ كجم : ٦٨٦,٧ كجم : ١٠٧١,٣ كجم : ٢٠٠ لتر/م٣ خرسانة

ثانياً التصميم طبقاً لبيانات معهد الخرسانة الأمريكي ACI

قيمة الهبوط = ٥٠ مم

المقاس الإعتباري الأكبر = ٢٠ مم

من جدول A1.5.2.3 كمية الماء = ١٨٥ كجم/م٣

المقاومة المستهدفة (f_m) = ٣٤٠ كجم/سم٢ (على أساس مكعب ١٥×١٥)

المقاومة المستهدفة على أساس عينة أسطوانية ١٥×٣٠ ارتفع

= ٠,٨ × ٣٤٠ = ٢٧٢ كجم/سم٢

من جدول A1.5.24 (a)

نسبة الماء إلى الاسمنت = ٠,٥٩ > ٠,٥ (الحد الأقصى)

نؤخذ نسبة الماء إلى الاسمنت = ٠,٥

⇐ محتوى الاسمنت = $\frac{\text{محتوى الماء}}{\text{نسبة الماء إلى الاسمنت}} = \frac{١٨٥}{٠,٥} = ٣٧٠$ كجم/م٣ خرسانة

محتوى الاسمنت المحسوب أكبر من ٣٥٠ كجم (الحد الأدنى)

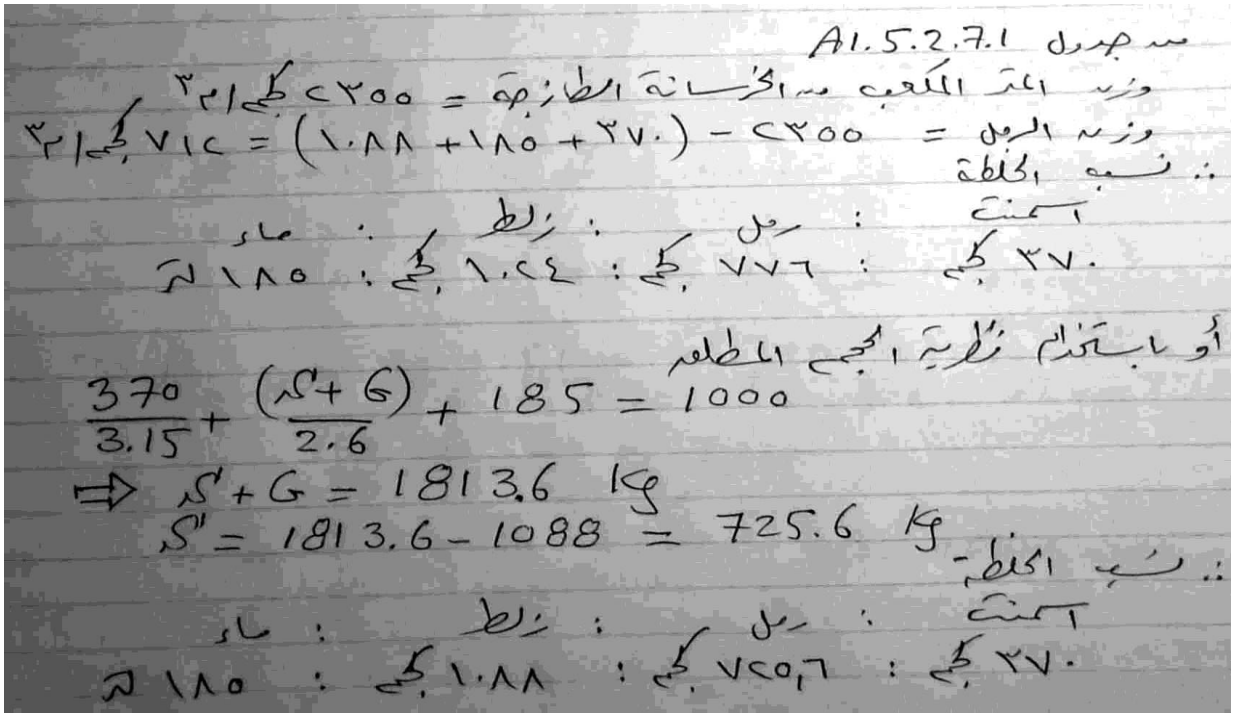
∴ محتوى الاسمنت المحسوب يضمن تحمل الخرسانة مع الزمن (التحملية)

معايير النعومة للرمل = $\frac{٥ + ٢٥ + ٥٠ + ٨٠ + ١٠٠}{١٠٠} = ٢,٦$

من جدول A1.5.2.6

حجم الركام الكبير المكعب خرسانة = ٠,٦٢ م٣

وزنة الركام الكبير " " " = ١٧٠٠ × ٠,٦٢ = ١٠٥٤ كجم



ب -**(5 درجات)** تم صب حوائط خرسانية مسلحة لأحد المشاريع باستخدام خلطة خرسانية بالمكونات والنسب التالية:

أسمنت مقاوم للكبريتات : ركام كبير (كسر حجر الدولوميت) : رمل : ماء

350 كجم : **1217** كجم : **609** كجم : **200** كجم / م3 خرسانة.

أستنتج بالإستعانة ببيانات المواصفات البريطانية رتبة الخرسانة (f_{cu}) المتوقعة لخرسانة هذه الحوائط بفرض أن هامش أمان تصميم الخلطات في هذه الحالة = 80 كجم/سم2.

الإجابة