دليل المهندس

في أعمال التشييد والبناء

د. الخرسانة الطازجة

عادل

المقاولون العرب

المعهد التدريبي

دليل المهندس
في أعمال التشييد والبناء
ـ الخرسانة الطازجة

* اعـداد
المهندس/ محمد أبو الفتوح السيد حجاج
* مراجعة
المهندس/ مرتضى على عبد الله
معهد تدريب الهرم

طبعة ثانية ـ ديسمبر ١٩٨٩

سادسا : الخرسانة الطازجة

الفهرست :

- مقدمة :

أولا : القـــوام :

(أ) التعريف

(ب) تحديد قوام الخرسانة

(جـ) العوامل المؤثرة على قوام الخرسانة

ثانيا : القابلية للتشغيل :

(أ) التعريـــف

(ب) تحديد القابلية للتشغيل

١ - التقييم الحسابى

٢ - القياس التجريبى

(جـ) العوامل المؤثرة على قابلية التشغيل

ثالثا : الانفصال الحبيبى :

(أ) التعريـــف

(ب) نوعية الانفصال الحبيبى

(جـ) الظروف المسببة للانفصال الحبيبى

رابعا : النضـــح :

(أ) التعريـــف

(ب) آثار النضح

(جـ) التحكم فى النضح

الخرسانة الطازجة

مقدمـــة :

مراحل الخرسانة بعد عملية الخلط لمكوناتها من ركام وأسمنت وماء واضافات «ان وجدت»

١ ـ خرسانة طازجة (Fresh Concrete) وهى خرسانة حديثة الخلط لم تشك بعد .

٢ ـ خرسانة خضراء (Green Concrete) وهى خرسانة تامة الشك ولم تتصلد بعد .

٣ ـ خرسانة متصلدة (Hardened Concrete) وهى خرسانة تامة الشك واكتسبت صلادة تعطيها مقاومة مناسبة للأحمال .

ويمكن القول بأن خواص وتشغيل الخرسانة الطازجة تتوقف على عاملين وهما :

(أ) السهولة التى يمكن بها تحريك حبيبات الركام والأجزاء الاخرى من الخرسانة بالنسبة لبعضها .

(ب) التماسك خلال الكتلة الخرسانية أثناء عمليات النقل والصب والدمك .

مثال ذلك اذا كانت لدونة عجينة الأسمنت بالخرسانة الطازجة مناسبة فان تحريك جزئيات الخلطة الخرسانية تكون سهلة كما يزيد من تماسكها أما اذا زادت فان ذلك يزيد من سهولة التحريك ولكن يصاحب ذلك نقص كبير فى تماسك الجزئيات وحدوث انفصال حبيبى فى مكونات الخلطة أى ينتج خرسانة طازجة غير متجانسة . .

الخواص الرئيسية للخرسانة الطازجة :

١ ـ القوام ٢ ـ القابلية للتشغيل ٣ ـ الانفصال الحبيبى ٤ ـ النضح

أولا : القــوام

(أ) تعريفــه :

يعبر قوام الخرسانة الطازجة عن درجة بلل الخرسانـة Deyree of Wwtness ويمكن القول بـأن قوام الخرسانة يعبر عن السيولة النسبية للخرسانة والنسبة بين كمية ماء الخلط وكمية المواد الجافة بالخرسانة .

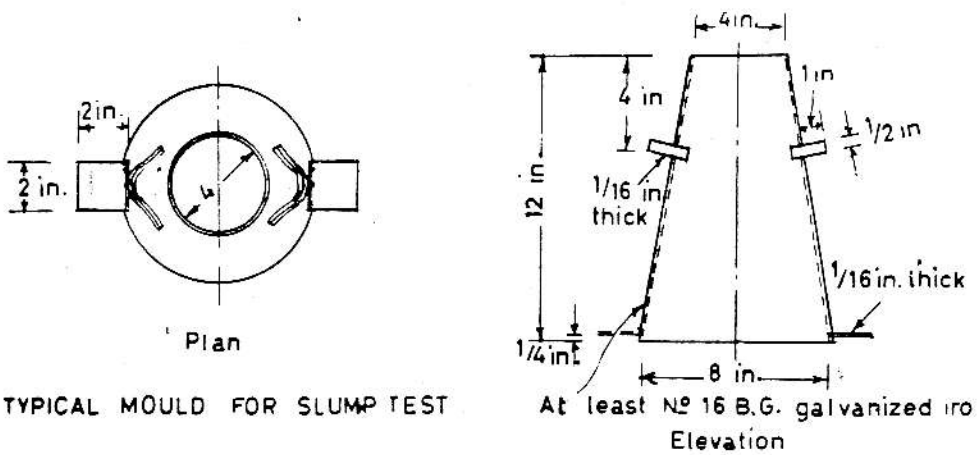
أهميته :

والغرض من تحديد قوام الخلطة الخرسانية هو ضمان الحصول على خرسانة ذات قابلية للتشغيل تتناسب مع مختلف الأعمال الخرسانية .

تحديد قوام الخرسانة :

هناك طرق متعددة لتعيين حالة القوام للخرسانة وهى ترتكز على احدى الأسس الآتية :

١ ـ هبوط الخرسانة الطازجة بعد ازالة قالب التشكيل عقب ملئه مباشرة حيث تعبر قيمة الهبوط عن القوام . ويجرى اختبار الهبوط Slump Test باستخدام مخروط ناقص معدنى وبابعاد قياس كما فى الشكل رقم «١»

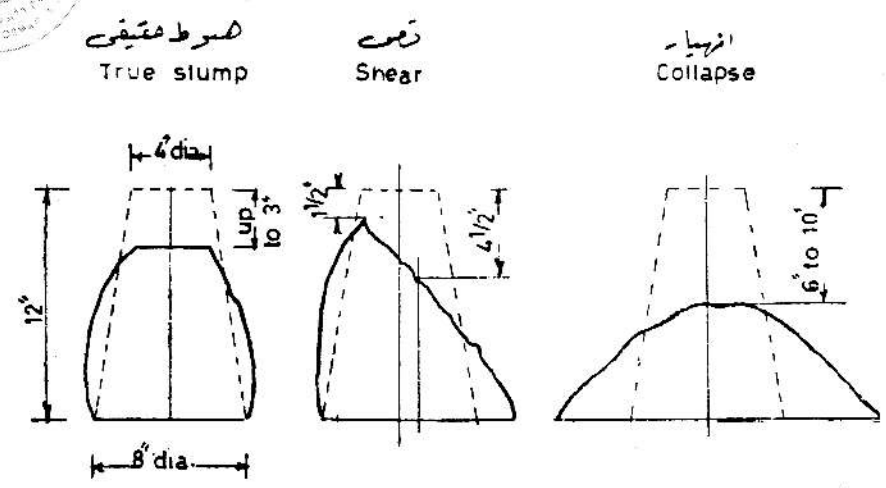


TYPICAL MOULD FOR SLUMP TEST

قالب مطابق لاختبار الهبوط للخرسانة

شكل رقم (١)

ويملأ بالخرسانة الطازجة عقب الخلط مباشرة ثم يرفع القالب المعدنى رأسيا فتهبط الخرسانة بأشكال مختلفة كما وهو مبين بالشكل رقم «٢» ويقاس مقدار الهبوط بالمليمتر .



TYPES OF SLUMP

طراز الهبوط

شكل رقم (٢)

وتعبر القيمة المقاسة للهبوط عن درجة قوام الخرسانة الطازجة كما هو مبين بالجدول رقم «١»

جدول رقم (١) ـ درجات قوام الخرسانة الطازجة

قوام الخرسانة	الهبوط ـ مم
جاف ـ Dry	صفر ـ ٢٠
صلب ـ Stiff	١٠ ـ ٤٠
لدن ـ Plastic	٣٠ ـ ١٢٠
مبتل ـ Wet	١٠٠ ـ ٢٠٠
رخو ـ Sloppy	١٨٠ ـ ٢٢٠

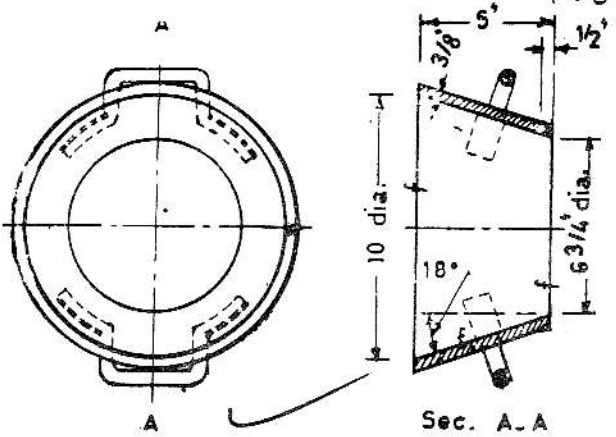
جدول رقم (٢)
القوام المناسب (الهبوط) لخرسانة المنشآت المختلفة

نوع المنشأ	قيمة الهبوط ـ مم
الوحدات الخرسانية جاهزة الصب (الدمك بالاهتزاز)	١٠
الطرق الخرسانية والأساسات (الدمك بالاهتزاز)	٢٥
الأعمال الخرسانية المسلحة (الدمك بالاهتزاز)	٥٠
الطرق الخرسانية (الدمك من غير اهتزاز)	٦٠
الأعمال الخرسانية المسلحة والعادية (الدمك من غير اهتزاز)	٧٥
الخرسانة المسلحة متشابكة حديد التسليح (الدمك من غير اهتزاز)	١٠٠

ويمكن بواسطة اختبار الهبوط الحصول على خرسانة ذان قوام معين ثابت لجميع الخلطات الخرسانية المطلوبة للعمل وذلك باجراء اختبار هبوط فى بداية العمل وأثنائه للخلطات المختلفة ومراعاة تساوى قيمة الهبوط فى كل حالة ويضمن ذلك الحصول على خرسانة منتظمة متجانسة ذات قابلية تشغيل واحدة لجميع الخلطات الخرسانية .

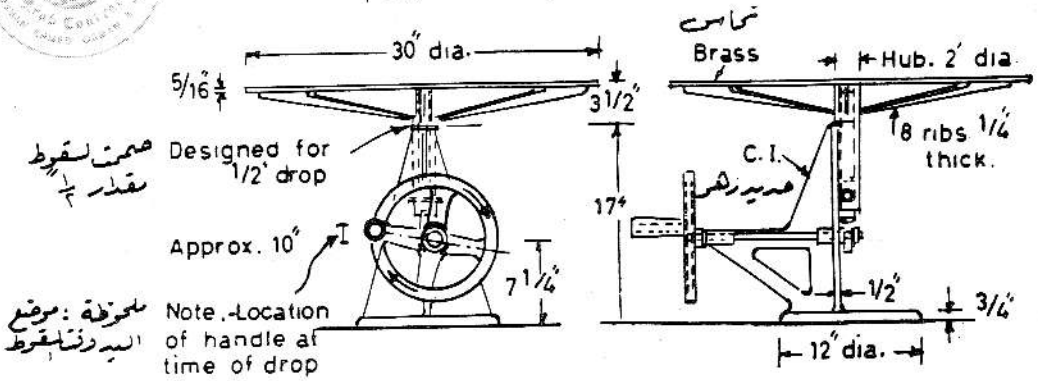
٢ ـ انسياب الخرسانة الطازجة بعد تعريضها للاهتزازات ترددية معينة حيث تعبر النسبة المئوية للأنسياب عن القوام حيث أن زيادة الانسياب متناسب مع زيادة درجة البلل للخرسانة الطازجة .

ويتم اختبار الانسياب Fiow Test بوضع الخرسانة الطازجة عقب الخلط مباشرة داخل مخروط ناقص بأبعاد قياسية كما فى الشكل رقم «٣»



شكل رقم (٣) قالب اختبار الانسياب للخرسانة الطازجة

ويوضع المخروط الناقص فوق قرص جهاز الانسياب المبين بالشكل رقم «٤»



FLOW_ TABLE APPARATUS .

جهاز قرص الانسياب للخرسانة

شكل رقم (٤)

يرفع قالب الاختبار ثم تعرض الخرسانة لاهتزازات ترددية معينة (وذلك برفع قرص الجهاز وخفضه لمسافة معينة عدة مرات محددة) فان الخرسانة تنساب على القرص حيث يقل الانسياب اذا كان القوام جافا ويزداد اذا كان متبلل ويقاس قطر الخرسانة المنسابة ثم يحسب مقدار الانسياب عن طريق حساب النسبة المئوية للزيادة التى حدثت لقطر القالب الخرسانى عند قاعدته (قيمة القطر قبل حدوث الانسياب تساوى ١٠ بوصة)

أى أن ٪ للانسياب = قطر الخرسانة المنسابة بالبوصة - ١٠ × ١٠٠ / ١٠

وتعتبر النسبة المئوية للانسياب عن درجة قوام الخرسانة الطازجة كما تبين من الجدول رقم «٣»

جدول رقم (٣) - درجات قوام الخرسانة الطازجة

قوام الخرسانة	النسبة المئوية للانسياب
جاف	صفر - ٢٠ ٪
صلب	١٥ - ٦٠ ٪
لدن	٥٠ - ١٠٠ ٪
مبتل	٩٠ - ١٢٠ ٪
رخو	١١٠ - ١٥٠ ٪

٣ ـ اختراق جسم معدنى محدد للخرسانة الطازجة من مسافة معينة تحت تأثير وزنه الذاتى فقط ويعبر مدى تغلغل الجسم المعدنى داخل الخرسانة الطازجة عن حالة قوام الخرسانة .

جـ العوامل المؤثرة على قوام الخرسانة الطازجة :

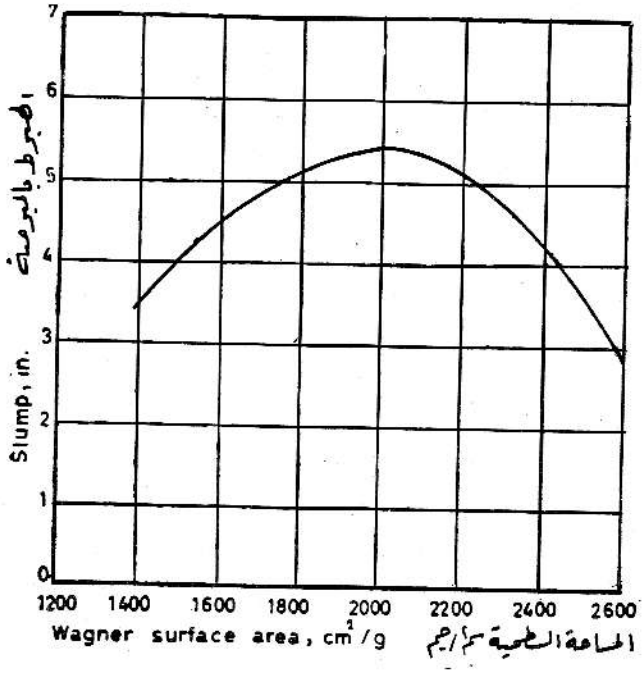
يتغير قوام الخرسانة بتغير العوامل الآتية :

١ ـ نسبة مكونات الخرسانة من ماء وأسمنت ورمل وزلط

يزداد هبوط الخرسانة الطازجة بزيادة محتوى الماء بالخلطة أو بزيادة محتوى الأسمنت أو لصغر نسبة الرمل : الزلط

٢ ـ نعومة الأسمنت :

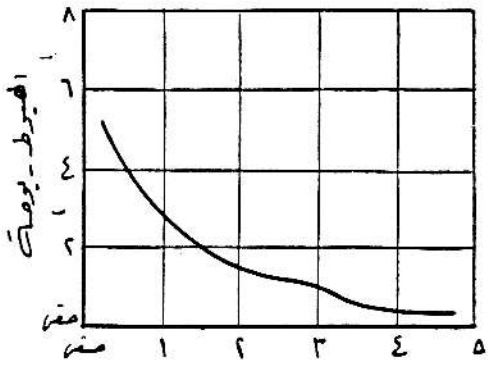
يزداد الهبوط بزيادة المساحة السطحية للأسمنت حتى حوالى ٢٠٠٠ سم^2/ جم ثم تقل بعد ذلك بشرط ثبوت جميع العوامل الاخرى بالخلطة الخرسانية كما هو مبين بالشكل رقم «٥»



شكل رقم (٥)

العلاقة بين هبوط الخرسانة والمساحة السطحية للأسمنت

٣ ـ الزمن بين الانتهاء من خلط الخرسانة وبين اجراء اختبار الهبوط وكما هو مبين بالشكل رقم «٦» يقل الهبوط بزيادة ذلك الزمن



شكل رقم (٦) العلاقة بين هبوط الخرسانة الطازجة والزمن

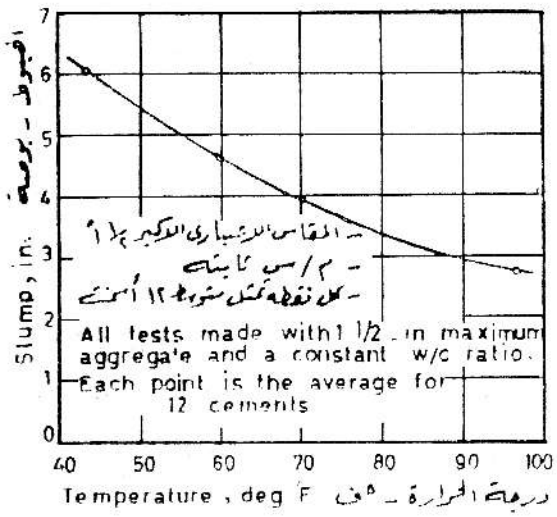
٤ - المقاس الاعتبارى الأكبر للركام

حيث يزداد الهبوط بزيادة ذلك المقاس ويقل الهبوط كلما صغر حجم حبيبات الركام . ويتضح ذلك من النتائج الآتية للاختبارات المعملية باستخدام ركام كبير مقاسه ١٠مم ، ٢٠مم ، ٤٠مم

المقاس الاعتبارى للركام - مم	١٠	٢٠	٤٠
الهبوط التقريبى - مم	٢ - ١٢	٢٠ - ٢٥	٦٠ - ١٠٠

٥ - حرارة الجو

والهبوط يقل كلما زادت درجة الحرارة كما هو مبين من الشكل رقم «٧»



شكل رقم (٧) تأثير ارتفاع درجة الحرارة على قوام الخرسانة الطازجة

ثانيا : القابلية للتشغيل

(أ) تعريف :

هى خاصية للخرسانة الطازجة التى تعطى خلطة متجانسة سهلة المناولة

(ب) تحديد القابلية للتشغيل :

تم عمل دراسات كثيرة لتحديد قابلية التشغيل للخرسانة بعضها يعتمد على أسس حسابية واخرى يعتمد على نتائج تجارب معملية .

١ ـ التقييم الحسابى :

ان الطرق الحسابية لتقييم القابلية للتشغيل غالبا ماتعتمد على افتراضات معينة يصاحبها اهمال لبعض العوامل مثل الحجم والشكل والمساحة السطحية لمكونات الخرسانة وهذا الاهمال قد يجعل التقييم بعيدا عن الحقيقة .

ولذلك ـ فان تحديد القابلية للتشغيل بالقياس التجريبى أكثر تفضيلا عن التقييم الحسابى وأقرب تصويرا لظروف التشغيل فى موقع العمل ونتعرض لشرح احدى أهم الطرق الحسابية لتحديد القابلية للتشغيل وهى :

ـ طريقة ينج YOUNG

ووضع ينج معادلته على فرض أن كمية الماء الكافى لاعطاء خرسانة ذات قوام قابل للتشغيل تتوقف على الكمية اللازمة لجعل الأسمنت عجينة مضافا اليها الكمية اللازمة لبلل سطح حبيبات الركام .

وتستند هذه المعادلة الى معرفة المساحة السطحية للركام

$$W = C.\ W/C + K.\ (S.A)$$

حيث :

W = الكمية الكلية للماء بالقدم المكعب

C = الكمية الكلية للأسمنت بالقدم المكعب

W/C = عامل الماء للأسمنت أى حجم الماء بالقدم المكعب اللازم لجعل قدم مكعب من الأسمنت يتحول الى عجينة .

S.A = المساحة السطحية للركام بالقدم المربع مقسومة على ١٠٠

K = عامل الماء للركام أى حجم الماء بالقدم المكعب اللازم لبلل ١٠٠ قدم مربع من المساحة السطحية للركام .

وهناك طرق اخرى مثل طريقة ابرامز وطريقة بولومى وطريقة سيتوارت .

٢ ـ القياس التجريبى :

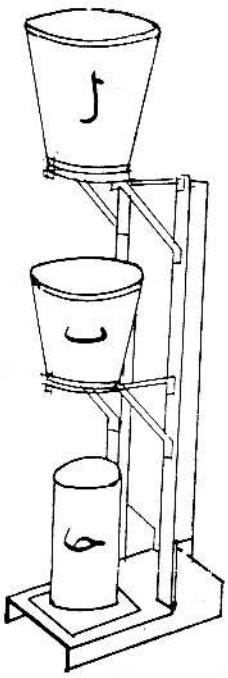
تقاس القابلية للتشغيل للخرسانة تجريبيا بطرق ثبت نجاح تطبيقها فى مقارنة الخلطات الخرسانية بعضها بالبعض الآخر وهى :

(أ) طريقة عامل الدمك (Compacting Factor)

أساس هذه الطريقة هى أن درجة الدمك «عامل الدمك» تعبر عن درجة القابلية للتشغيل

* تجربة معمل الأبحاث بانجلترا لتعيين عامل الدمك تجريبيا :

توضع الخرسانة فى الاناء المعدنى فى الجزء (أ) ثم تترك لتسقط تحت تأثر وزنها الى المخروط الناقص (ب) ثم جعلها تسقط مرة ثانية بتأثير وزنها الى الاسطوانة (جـ) حيث يعين وزن الخرسانة المالئة للاسطوانة (جـ) والمدموكة جزئيا بتأثير سقوط وزنها من ارتفاعات وأبعاد محددة كما فى الشكل رقم «٨» .



ثم يعاد ملء الاسطوانة «جـ» بخرسانة تدمك دمكا تاما اما بقضيب الدمك أو بالهزاز الميكانيكى ثم يعين وزنها .

$$\text{عامل الدمك} = \frac{\text{وزن الخرسانة المدموكة جزئيا لتملاء حجم معين}}{\text{وزن الخرسانة المدموكة كليا لتملاء نفس الحجم}}$$

وبمعرفة عامل الدمك يمكن تحديد درجة التشغيل كما فى الجدول رقم «٤» وبالتالى مدى ملاءمتها للاستعمالات الخرسانية المختلفة .

شكل رقم (٨) جهاز عامل الدمك

جدول رقم (٤) درجات القابلية للتشغيل وعامل الدمك المقابل لها

درجة القابلية للتشغيل	الهبوط (مم)	عامل الدمك	استعمالات الخرسانة
منخفضة جدا Very Low	صفر ـ ٢٠	,٧٨ ـ ,٨٥	خرسانة الطرق مدموكة بالاهتزاز الكمرات سابقة الصب ـ فلنكات السكة الحديد .
منخفضة Low	٢٠ ـ ٥٠	,٨٥ ـ ,٩٢	خرسانة الطرق مدموكة بمكنات التسوية أو الأجهزة اليدوية ـ الخرسانة الكتلية للأساسات من غير اهتزازات للدمك ـ الخرسانة المسلحة ذات المقاطع البسيطة مدموكة بالاهتزازات .
متوسط Medium	٥٠ ـ ٧٥	,٩٢ ـ ,٩٥	خرسانة مسلحة عادية مدموكة من غير الاهتزاز والمقاطع الخرسانية المسلحة الثقيلة والمدموكة بدون الاهتزاز .
عالية High	٧٥ ـ ١٠٠	أكثر من ,٩٥	خرسانة مسلحة ذات التسليح المتشابك الأعمال الخرسانية حيث توجد صعوبة فى الصب ولا تستخدم أبدا اذا كان دمك الخرسانة بالاهتزاز .

(ب) طريقة اعادة التشكيل بالرج «طريقة باورز» :

وفيها تقاس القابلية للتشغيل فى هذه الطريقة بالجهد النسبى اللازم لتغير كتلة خرسانية من شكل معين الى شكل آخر بواسطة الرج الترددى وقيمة الجهد = عدد الرجات الترددية اللازمة لاتمام تغير تشكيل الخرسانة وتستخدم هذه الطريقة لقياس قابلية التشغيل معمليا .

(جـ) طريقة اعادة التشكيل بالاهتزاز الترددى (طريقة فى . بى) (V.B. Test)

وهى من أحسن الطرق المعملية وخصوصا للخلطات الجافة حيث لا تصلح الطرق الاخرى مثل طريقة عامل الدمك كما أن هذه الطريقة تعبر عن القابلية للتشغيل للخرسانة التى سيتم دمكها بالهزازات الميكانيكية .

شرح الطريقة :

وتقاس القابلية للتشغيل بالجهد اللازم لاعادة تشكيل الخرسانة من مخروط ناقص الى اسطوانة ويسمى عامل (V.B) ويتم دمك الخرسانة بواسطة اهتزازات ترددية .

$$V.B. = T. \quad V_2 / V_1$$

حيث :

T = الزمن اللازم لتغير شكل الخرسانة من مخروط ناقص الى اسطوانة بسطح مستوى تحت ظروف اهتزاز قياسية وهذا الزمن مقدرا بالثانية .

V_1 V_2= حجم الخرسانة قبل وبعد اجراء الاهتزاز .

ج ـ العوامل المؤثرة على قابلية الخرسانة للتشغيل

يمكن تلخيص العوامل الرئيسية المؤثرة على قابلية الخرسانة للتشغيل فيما يلى :

١ ـ الركام :

يشمل : (أ) التدريج الحبيبى (حجم الحبيبات ـ توزيع الحبيبات)

(ب) طبيعة الحبيبات (الشكل ـ حالة السطح ـ المساحة السطحية ـ المقاس الاعتبارى الأكبر)

٢ ـ ماء الخلـــط

٣ ـ الأسمنـــت

٤ ـ الاضافـــات

٥ ـ الهواء المحبوس

٦ ـ عوامل متنوعة اخرى

وفيما يلى موجز لتأثير كل من هذه العوامل :

١ ـ الركـــام :

(أ) التدرج الحبيبى :

تتأثر القابلية للتشغيل بتغير التدرج الحبيبى للركام الخليط وقد وضعت الهيئة الأمريكية (P.C.A.) بعض الملاحظات فى هذا المجال :

- كلما صغرت حبيبات الركام كلما كانت الخلطة الخرسانية أكثر صلابة
- يمكن الحصول على خلطات ذات تشغيل حسن بتغير نسب الخلط
- تعتبر النسبة بين الركام الكبير والصغير لكل تدرج حبيبى ذات أهمية بالغة على درجة التشغيل ولذلك يجب تعيينها بدقة بعمل خلطات تجريبية .

وللمحافظة على هذه النسبة لكل الخلطات فانه من الضرورى تشوين ونقل ومناولة الركام بطريقة تمنع الانفصال .

(ب) طبيعة الحبيبات :

ويقصد بها شكل الركام ـ حالة سطحها ـ مساميتها ـ تحملها مع مرور الزمن وخواص فيزيائية اخرى .

وتأثير طبيعة الحبيبات على درجة التشغيل للخرسانة يشمل مجال واسع ويمكن تلخيص خطواتها كما يلى :

ـ شكل الحبيبات : كما هو مبين بالجدول التالى :

شكل الحبيبات	تأثيرها على درجة التشغيل
المدورة	أكثر قابلية للضغط والدمك وتحتاج الى كمية أقل من الأسمنت لقلة مساحتها السطحية وهى سهلة التشغيل
غير المنتظمة	تعطى خرسانة صعبة التشغيل بالاضافة الى زيادة مساحتها السطحية .
مزوية	صعبة التشغيل
المفلطحة	تعطى نتائج غير مرضية فى الأعمال الخرسانية حيث يؤدى استخدامها الى دمك وضغط مفكك وغير تام وبالتالى صعوبة فى التشغيل .

جدول رقم (٥) تأثير شكل الحبيبات على درجات تشغيل الخرسانة

- حالة السطح :

تقل درجة التشغيل نتيجة لخشونة السطح بسبب الزيادة فى الفراغات وبالتالى النقص فى كمية المونة اللازمة للحصول على درجة التشغيل كما تسبب خشونة السطح قوى احتكاك داخلية وهذا يقلل درجة التشغيل .

- المساحة السطحية :

زيادة المساحة السطحية تتطلب زيادة فى كمية الأسمنت اللازمة لعملية تشحيم الحبيبات وبالتالى لزيادة درجة التشغيل .

- المسامية :

زيادة المسامية تؤدى الى قلة درجة التشغيل .

- المقاس الاعتبارى الأكبر :

يزيد الركام صغير الحجم من درجة التشغيل والخرسانات الناتجة من استخدام هذا النوع من الركام تزيد فيها كمية المونة وبالتالى يزيد من درجة التشغيل وعلى هذا فزيادة حجم الحبيبات يقلل من درجة التشغيل .

٢ - ماء الخلط :

ان التغير فى درجة التشغيل نتيجة لتغير كمية الماء الخلط يكون مداه محدود فى مدى ضيق الا فى حالة الخلطات الغنية بالأسمنت .

وهناك اعتقاد سائد أن زيادة نسبة الماء (مع ثبات العوامل الاخرى) يزيد من درجة التشغيل ولكن هذا اعتقاد خاطىء ففى الخلطات ذات كمية الأسمنت القليلة تكون الزيادة فى درجة التشغيل ضئيلة .

أما فى الخلطات الغنية بالأسمنت فان مدى الزيادة فى ماء الخلط تقابلها زيادة فى درجة التشغيل المناظرة ولكن بصفة عامة الكسب فى درجة التشغيل يكون أقل بكثير من المساوىء الناتجة عن زيادة نسبة المياه حيث تقل المقاومة .

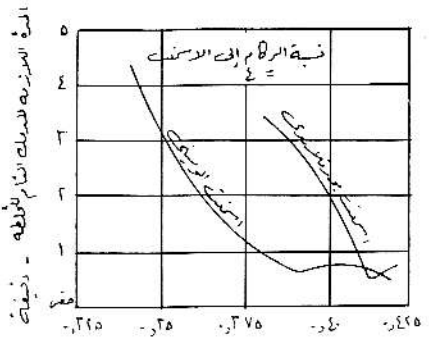
٣ - الأسمنت :

تتحكم عوامل كثيرة فى تأثير الأسمنت على درجة التشغيل كنوع الأسمنت نعومة الأسمنت (نسبة الركام / الأسمنت - نسبة الماء / الأسمنت) ويمكن تلخيصها فيما يلى :

(أ) نوع الأسمنت :

تأثير هذا العامل واضح من اختلاف طرق صناعة الأسمنت وتأثير ذلك على درجة التشحيم ولم تتناول

الأبحاث هذه الخاصة نتيجة لأن جميع أنواع الأسمنت تصنع طبقا لمواصفات موحدة لذلك فهناك تشابه كبير بينهما ويتضح تأثير هذا العامل كما فى الشكل رقم (٩) .



نسبة الماء الى الأسمنت بالوزن

شكل رقم (٩)

(ب) تأثير نعومة الأسمنت :

زيادة نعومة الأسمنت يزيد من درجة التشغيل الى حد معين ولكن تكاليف زيادة النعومة تكون كبيرة بحيث لا تتفق مع الزيادة فى درجة التشغيل والزيادة فى درجة النعومة تؤدى الى زيادة مؤكدة فى مقاومة الخرسانة الناتجة .

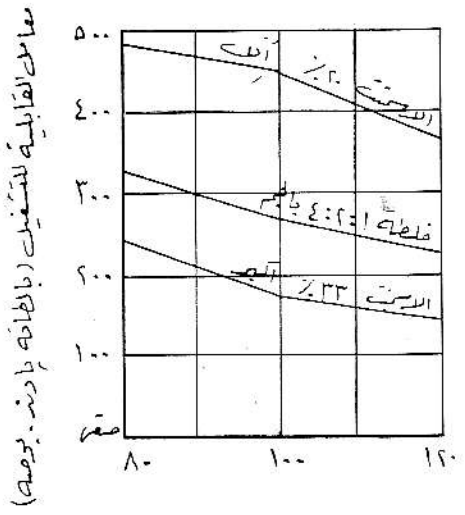
(جـ) تأثير نسبة الركام الى الأسمنت (A/C)

اذا زاد الركام الكبير مع الاحتفاظ بنفس نسبة (A/C) يقلل من المساحة السطحية الكلية للركام الشامل وبالتالى تقل درجة التشغيل .

(د) تأثير نسبة الماء الى الأسمنت (W/C)

اذا احتفظ بنسبة W/C ثابتة فان كمية الماء اللازمة للسنتيمتر المربع من سطح الركام سوف تزداد وبالتالى يزيد درجة التشغيل .

ومن المعروف أن الزيادة فى كمية الأسمنت تؤدى الى الحصول على درجة تشغيل عالية ولقد وجد (C.A. Smith) شكل رقم (١٠) أن كمية الأسمنت لو نقصت بمقدار ٢٠٪ من القيمة المفروض للخلطة لقلت درجة تشغيلها الى النصف لنفس الخلطة التى لها نفس درجة القوام .



النسبة المئوية للانسياب

شكل رقم (١٠) تأثير زيادة محتوى الأسمنت على قابلية التشغيل للخرسانة الطازجة

٤ ـ الاضافات :

هناك أنواع عديدة من الاضافات لتحسين درجة التشغيل ولكنها تستخدم تحت ظروف خاصة ويجب ألا تستخدم الا تحت التحكم الدقيق .

وهناك أربعة أنواع من الاضافات يمكنها أن تحسن درجة تشغيل الخرسانة :

١ ـ المواد الخاملة (التى ليس لها أى نشاط كيميائى) فى الخلطة وهذه تعمل أساسا كعامل تشحيم ومن أمثلتها الركام الناعم جدا كالسليكا الناعمة وتراب الحجر الجيرى .

٢ ـ مواد مثل الحجر المطفى وخبث الأفران العالية والأسمنت الطبيعى التى تضاف لزيادة درجة التشحيم ولها القدرة على أن تتفاعل فى الخلطة .

٣ ـ مواد لها خاصية أسفنجية لها القدرة على الاحتفاظ بالماء مثل الدياتوميت والمواد ذات النفاذية وهى تساعد على ملء الفراغات وتعمل كالزيت فى الخلطة لتعطى أنسياب أفضل .

٤ ـ مواد تكون طبقة جيلاتينية فى الخلطة والغرض منها منع انفصال محتويات الخلطة تساعد على انسيابية الخلطة تزيد من مقاومة الخرسانة الناتجة .

٥ ـ الهواء المحبوس :

يعمل الهواء المحبوس على تحسين درجة تشغيل الخرسانة اذا كان فى حدود من ٣ ـ ٧٪ من حجم الخرسانة الطازجة .

٦ - عوامل اخرى :

هناك عوامل اخرى لها تأثير على القابلية للتشغيل مثل طريقة ومدة الخلط وطريقة النقل والزمن بين الخلط والصب .

ويلاحظ أنه يمكن التحكم فى تقليل أو ازالة الأثر الضار الناتج من هذه العوامل على القابلية للتشغيل وذلك بواسطة الملاحظة الجيدة أثناء صناعة الخرسانة واختيار الطرق الصحيحة المناسبة لخلط ونقل وصب الخرسانة .

ثالثا : الانفصال الحبيبى (Segregation)

(أ) تعريفه :

هو انفصال مكونات أى خليط غير متجانس ومتغاير التركيب بحيث تصبح توزيع هذه المكونات غير منتظم .

(ب) نوعية الانفصال الحبيبى :

فى حالة الخلطات الخرسانية فان السبب الرئيسى لحدوث الانفصال الحبيبى هو الاختلاف فى الحجم الحبيبى وفى الوزن النوعى لمكوناتها ولذلك فانه يمكن التحكم فى مدى الانفصال الحبيبى باختيار التدرج المناسب للركام والنسب المناسبة لخلط الركام الصغير والكبير وأيضا الكميات المناسبة من الماء والأسمنت وكذلك يحتاج الأمر الى العناية بعمليات نقل وصب ودمك الخرسانة الطازجة .

ويوجد نوعان من الانفصال الحبيبى :

١ - انفصال الحبيبات الكبيرة من الركام عن باقى مكونات الخلطة نتيجة مرورها على سطح مائل أو كونها أكثر ترسبا من الحبيبات الصغيرة ويحدث ذلك لبعض تدرجات الركام الحبيبية فى الخلطات الفقيرة فى الأسمنت اذا كانت الخلطة جافة جدا .

٢ - انفصال الأسمنت اللبانى (Grout) من الخلطة ويحدث ذلك غالبا فى الخلطات المبتلة جدا .

ويلاحظ أن الانفصال المبين فى النوع الأول يمكن معالجته باضافة الماء لتحسين خاصة التماسك (Cohe-sion) ولكن اذا زادت كمية الماء الى الحد الذى يجعل الخلطة مبتلة جدا فيحدث النوع الثانى من الانفصال الحبيبى .

(جـ) الظروف المسببة للانفصال الحبيبى :

بالرغم من أن الخلطة الخرسانية حسنة التصميم ذات النسبة المنخفضة للماء الى الأسمنت تعتبر ذات مناعة ضد الانفصال الحبيبى أكثر من الخلطات المبتلة فانه يجب أخذ جميع الاحتياطات لمنع وجود الظروف التى تتسبب فى حدوث انفصال حبيبى فمثلا :

اذا تحركت الخلطة بسرعة ملحوظة أعقبها تغير مفاجىء فى السرعة فانه يحدث انفصال بين الحبيبات الكبيرة والصغيرة ويحدث ذلك فى الظروف الآتية :

١ - عند تفريغ الخلاط :

يحدث الانفصال الحبيبى اذا أسقطت الخرسانة من مسافة كبيرة فى أوعية النقل التى تكون ذات حجم كبير بالنسبة الى كمية الخرسانة المنقولة وقد يحدث سوء توزيع لمكونات الخرسانة اذا نقلت الخلطة من الخلاطة الى موضع الصب على ثلاث أو أربع مرات .

٢ - أثناء نقل الخرسانة من الخلاطة الى موضع الصب :

يحدث الانفصال نتيجة للرج أو التأرجح لعربات النقل التى تكون عادة مملوءة جزئيا حيث يتوقف مدى الانفصال على طول وصعوبة مشوار النقل .

٣ - عند موضع الصب :

يلزم عند صب الخرسانة أن تكون على هيئة كتلة ولا يسمح لها بالانزلاق طولا وعرضا على مستوى مائل ويراعى استخدام ماسورة أو قمع عند ملىء الأعمدة العميقة .

رابعا : النضح (Bleeding)

(أ) تعريفـــه :

هو تكون طبقة من الماء على سطح الخرسانة الطازجة المصبوبة حديثا بعد دمكها وتسويتها لذلك يطلق عليه أيضا ظاهرة اكتساب الماء (Watergdin) وينتج النضح من عدم قدرة المواد المكونة للخرسانة من الاحتفاظ بجميع ماء الخلط المنتشر بالخلطة .

(ب) آثار النضـــح :

نتيجة لحدوث النضح للخرسانة فان الطبقة العليا لها تكون زائدة البلل وتحوى نسبة عالية من الماء الى الأسمنت الأمر الذى يسبب وجود فراغات بتلك الطبقة وبالتالى ضعف للخرسانة فى التحمل وضعف فى مقاومتها للبرى كما أن صعود الماء الى سطح الخرسانة مكونة للنضح فانها تحمل معها جزئيات ناعمة من الأسمنت تظهر على السطح على هيئة زبد ويسمى زبد الأسمنت (Laitance) الذى يكون طبقة هشة على سطح الخرسانة بعد جفاف الماء وهذه الطبقة من زبد الأسمنت تمنع تماسك الطبقة العليا بما تحتها لذلك يلزم ازالتها قبل الاستمرار فى صب الخرسانة باستخدام فرشة من السلك أو النقر (Picking) متبوعا بالغسيل .

وغالبا يصاحب وجود النضح حدوث الانفصال الحبيبى والانكماش للخرسانة ويرجع النضح غالبا الى استخدام كمية كبيرة من ماء الخلط أو نتيجة استخدام أسمنت خشن الطحن الذى يترسب بسرعة أكثر من الأسمنت الناعم مما يجعل الماء يظهر على سطح الخرسانة أى يحدث النضح عندما تكون الخلطات مبتلة جدا أو بها نقص واضح فى المواد كبيرة النعومة مثل الأسمنت المطحون ناعما أو الرمل الناعم .

(جـ) التحكم فى النضح :

للتحكم فى النضح على الأقل جزئيا يجب مراعاة الآتى :

١ ـ بعمل تصميم مناسب لخلطة خرسانية حسنة الفاعلية للتشغيل .

٢ ـ استخدام محتوى ماء منخفض للخلطات الخرسانية ـ ما أمكن .

٣ ـ استخدام رمال ناعمة وأسمنت ناعم أيضا .

اذا احتاج الأمر يمكن استخدام مواد خاملة مسحوقة ناعمة كاضافات (A dmix tures) للخرسانة وفى بعض الأحوال الخاصة يستخدم مسحوق الألومنيوم ليحدث تمددا بسيطا لعجينة الأسمنت ليلاقى تأثير الانكماش الحادث نتيجة النضح كما قد تضاف المواد البوزولانية لتقليل أثر النضح وقد لوحظ من التجارب أن الهواء المحبوس بالخرسانة يساعد فى تقليل النضح الأمر الذى يسهل من تشطيب الخرسانة دون تأخير بعد صبها مباشرة .

❀❀❀❀❀

ماتم اصداره من سلسلة دليل المهندس

١ ـ الأسمنت	نوفمبر عام ١٩٨٧ م
٢ ـ الركام	ديسمبر عام ١٩٨٧ م
٣ ـ حديد التسليح	مارس عام ١٩٨٨ م
٤ ـ ماء الخلط	سبتمبر عام ١٩٨٨ م
٥ ـ تصميم الخلطة الخرسانية (طبعة أولى)	مارس عام ١٩٨٩ م
٦ ـ الخرسانة الطازجة	أكتوبر عام ١٩٨٩

فى الطريق اليك :

- الاضافات الخرسانية
- المواد العازلة