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

# "ESTIMATION & SPECIFICATIONS & CONTRACTS" 4th Stage

## ((القناطر الانبوبية الخرسانية))

**Prepared by Dr. Abdulhadi Meteab Hasan**

## الفصل الثامن : القناطر الانبوبية الخرسانية Concrete Pipe Culvert

الأنابيب الخرسانية المسلحة وغير المسلحة بدون ضغط داخلي (م.ق.ع 1432 لسنة 1989)

Reinforced and Unreinforced Concrete Pipes without internal Pressure

الصورة رقم (16): نقل وتنصيب قطع القنطرة الانبوبية

### 1-8 التصنيف

أ- الأنابيب غير المسلحة ( أ)

ب- الأنابيب المسلحة : تقسم إلى أربع درجات تبعاً لمقدار تحملها تصاعدياً وهي م1، م2 ، م3 ، م4 (لاحظ الجدول )

### 2-8 المتطلبات

1-2-8 الغطاء الخرساني كما في الجدول رقم (80) اللاحق

| القطر الداخلي التصميمي (مم) | الحد الأدنى للغطاء الصافي (مم) |
|---|---|
| 25 فما دون | 6 |
| اكبر من 25 | 10 |
| عند تدرجات السدادة | 6 |

2-2-8 الأبعاد والتفاوتات

- الأقطار : يوضح الجدول رقم (81) اللاحق التفاوت المسموح في الأقطار

| القطر الداخلي التصميمي (مم) | التفاوت المسموح (مم) حد أقصى |
|---|---|
| 300 فما دون | ± 3 |
| 600-301 | ± 5 |
| 1200-601 | ± 7 |
| 1201 فما فوق | ± 10 |

- سمك الجدار: يوضح الجدول رقم (82) أدناه التفاوت المسموح في سمك الجدار

| سمك الجدار التصميمي (مم) | التفاوت المسموح (مم) حد أقصى |
|---|---|
| 30 فما دون | ± 2 |
| 50 - 31 | ± 3 |
| 65 - 51 | ± 4 |
| 75 – 66 | ± 5 |
| 95 -76 | ± 6 |
| 96 فما فوق | ± 7 |

- ألاستقامة أ- لا يسمح بانحراف يزيد على 3 مم لكل متر من طول الأنبوب عند فحصه حسب المواصفة الخاصة بطرق فحص الأنابيب الخرسانية (1232 )

.

ب- لا يسمح بزيادة الانحراف الكلي للطول الكامل للأنبوب على 12 مم .

- تعامد النهايات: أ- تكون نهايات الأنبوب قائمة ولا يزيد انحرافها على ضلع زاوية الضبط على 1 مم لكل 200 مم من القطر التصميمي أو ضمن 10 مم أيهما أقل .

ب- فـــي حالـة الأنابيب التي يقل قطرها عن 400 مم يكون التفاوت

الأقصى المســموح به 2 مم عند فحصـــه حسب المواصفة الخاصة

لفحص الأنابيب الخرسانية (1232) .

- إتقان الصنع والإنهاء كما في الجدول رقم (83) اللاحق

| | |
|---|---|
| **التصدعات والشقوق** | **لا يزيد عرضها على 0.1 مم** |
| **النتوءات** | **لا يزيد ارتفاعها على 3 مم** |
| **الحفر** | **لا يزيد عمقها على 3 مم** |

**3-8** فحص التحميل: يجري فحص التحميل الملائم بإحدى الطرق الواردة في المواصفة الخاصة بفحص الأنابيب الخرسانية (1232 )

1-3-8 الأنابيب غير المسلحة ( أ ) جدول رقم (84) الاحق

| المقاس الاسمي * للأنبوب ( مم) | حمل الفحص كيلو نيوتن \ م |
|---|---|
| **100** | **16** |
| **150** | **16** |
| **225** | **17** |
| **300** | **18** |
| **375** | **20** |
| **450** | **22** |

*المقاس ألاسمي هو رقم تقريبي مساوي تقريباً إلى قطر الأنبوب

2-3-8 الأنابيب المسلحة (م$^1$،م$^2$،م$^3$،م$^4$):لاحظ الجدول الخاص بأحمال الفحص لأصناف الأنابيب المسلحة الجدول رقم ( 88 )

**4-8 فحص ضغط الماء الساكن**

أ- يشترط بالأنابيب أن تقاوم ضغط مائي ساكن مقداره (90) كيلو باسكال دون ظهور علامة للنضوح أو أي عيب آخر .

ب- إجراء الفحص بموجب ( م.ق.ع 1232 )

**5-8 فحص الامتصاص**

أ- يشترط أن لا تزيد نسبة الامتصاص لكل عينـــة حصراً عنها كنســبة مئويـــة للكتلــة الجافة للعينة جدول رقم (85) :

| | |
|---|---|
| أنابيب تصريف مياه المجاري | ٪6.5 |
| أنابيب لإغراض أخرى | ٪ 8 |

ب- إذا كان عدد العينات لا يقل عن 80 ٪ مطابقة لمتطلبات الفحص فتقطع بدل عينة فاشلة عينة أخرى من نفس الأنبوب وتفحص وتستبدل النتيجة بالنتيجة الجديدة.

ج- إذا زاد بعـد ذلك عـــدد العينات المطابقة لمتطلبات الفحص على 80٪ فتعتبر الأنابيب الممثلة بهذه العينات مطابقة للفحص.

إتقان الصنع والإنهاء كما في الجدول رقم (86) اللاتي:

| | |
|---|---|
| التصدعات والشقوق | لا يزيد عرضها على 0.1مم |
| النتوءات | لا يزيد ارتفاعها على 3 مم |
| الحفر | لا يزيد عمقها على 3 مم |

الجدول (87) : الأقطار الداخلية الحقيقية للأنابيب المنتجة

| المقاس الاسمي للأنبوب(مم) | القطر الداخلي الأقصى لجميع أصناف الأنابيب(مم) | القطر الداخلي للأنبوب (مم) حد أدنى | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الأنابيب غير المسلحة أ | صنف م$^1$ | صنف م$^2$ | صنف م$^3$ | صنف م$^4$ |
| 100 | 105 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 150 | 155 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 225 | 230 | 225 | 225 | 225 | 225 | 225 |
| 300 | 310 | 300 | 300 | 300 | 300 | 290 |
| 275 | 385 | 375 | 375 | 375 | 375 | 365 |
| 450 | 460 | 450 | 450 | 450 | 445 | 440 |
| 525 | 540 | - | 525 | 525 | 520 | 510 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 580 | 590 | 600 | 600 | - | 615 | 600 |
| 720 | 740 | 750 | 750 | - | 770 | 750 |
| 865 | 885 | 900 | 900 | - | 920 | 900 |
| 1000 | 1030 | 1050 | 1050 | - | 1080 | 1050 |
| 1145 | 1175 | 1200 | 1200 | - | 1230 | 1200 |
| 1290 | 1320 | 1350 | 1350 | - | 1380 | 1350 |
| 1440 | 1470 | 1500 | 1500 | - | 1530 | 1500 |
| 1580 | 1610 | 1650 | 1650 | - | 1680 | 1650 |
| 1730 | 1760 | 1800 | 1800 | - | 1830 | 1800 |
| 1870 | 1900 | 1950 | 1950 | - | 1990 | 1950 |
| 2010 | 2050 | 2100 | 2100 | - | 2140 | 2100 |

**ملاحظة :** على المنتج عند الطلب أن يعلم المشتري بالقطر التصميمي الحقيقي للأنبوب الذي يمكن تجهيزه لأي قطر داخلي اسمي في طلب ما بشرط إن يكون ضمن مدى الأقطار المبينة في الجدول أعلاه .

الجدول (88) : أحمال الفحص لأصناف الأنابيب م$^1$ ، م$^2$ ، م$^3$ ، م$^4$

| المقاس الاسمي (ملاحظ 2) مم | حمل الفحص ( ملاحظة 1 ) كيلومتر \ متر$^2$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | أنابيب صنف م$^1$ | | أنابيب صنف م$^2$ | | أنابيب صنف م$^3$ | | أنابيب صنف م$^4$ | |
| | حمل التشقق | الحمل | حمل التشقق | الحمل | حمل التشقق | الحمل | حمل التشقق | الحمل |
| 100 | 10.0 | 15.0 | 13.0 | 19.5 | 19.5 | 29.5 | 26.0 | 39.0 |
| 150 | 10.0 | 15.0 | 13.0 | 19.5 | 19.5 | 29.5 | 26.0 | 39.0 |
| 225 | 11.0 | 16.5 | 14.0 | 22.5 | 21.0 | 71.5 | 28.0 | 42.0 |
| 300 | 12.0 | 18.0 | 15.0 | 22.5 | 22.5 | 34.5 | 30.0 | 45.0 |
| 375 | 13.0 | 19.5 | 17.0 | 25.5 | 25.5 | 38.5 | 34.0 | 51.0 |
| 450 | 15.0 | 22.5 | 20.0 | 30.0 | 30.0 | 45.0 | 40.0 | 60.0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69.0 | 46.0 | 52.0 | 34.5 | 34.5 | 23.0 | 25.5 | 17.0 | 525 |
| 78.0 | 52.0 | 58.5 | 39.0 | 39.0 | 26.0 | 28.5 | 19.0 | 600 |
| 96.0 | 64.0 | 72.0 | 48.0 | 48.0 | 32.0 | 31.5 | 21.0 | 750 |
| 111.0 | 74.0 | 83.5 | 55.5 | 55.5 | 37.0 | 34.5 | 22.0 | 900 |
| 126.0 | 84.0 | 94.5 | 63.0 | 63.0 | 42.0 | 37.5 | 25.0 | 1050 |
| 138.0 | 92.0 | 103.5 | 69.0 | 69.0 | 46.0 | 40.5 | 27.0 | 1200 |
| 150.0 | 100.0 | 112.5 | 75.0 | 75.0 | 50.0 | 43.5 | 29.0 | 1350 |
| 112.0 | 108.0 | 121.5 | 81.0 | 81.0 | 54.0 | 46.5 | 31.0 | 1500 |
| 14.0 | 116.0 | 130.5 | 87.0 | 87.0 | 58.0 | 49.5 | 33.0 | 1650 |
| 86.0 | 114.0 | 139.5 | 93.0 | 93.0 | 63.0 | 52.5 | 35.0 | 1800 |
| 198.0 | 122.0 | 148.5 | 99.0 | 99.0 | 66.0 | 55.5 | 37.0 | 1950 |
| 21.0 | 140.0 | 157.5 | 105.0 | 105.0 | 70.0 | 58.5 | 39.0 | 2100 |

المقاس الاسمي : هو رقم تقريبي مساوي تقريباً إلى قطر الأنبوب

**ملاحظات :**

1- يمكن تحديد حمل فحص الأنبوب ذو المقاس المتوسط بأتباع طريقة التقريب الخطي المستقيم بين القيمتين .

2- يتضمن الجدول (80) الأقطار الداخلية الحقيقية للأنابيب ذات المقاسات الاسمية الواردة في الجدول آنفا .

3-

| الحد الأدنى للغطاء الصافي (مم) | سمك مقياس الشق (مم) |
|---|---|
| 10 | 0.15 |
| أكثر من 10-20 داخل | 0.20 |
| أكثر من 20 | 0.25 |

عند إجراء الفحص يقتضي عدم نشوء شق في أي أنبوب أكبر مما محدد أعلاه وفي حالة رفع الحمل عن الأنبوب.

6-8 دور أنابيب الخرسانة المسلحة في تعزيز البيئة

أنابيب من الخرسانة المسلحة هو دور أساسي في حماية المياه الجوفية الثمينة من خلال نقل مياه الصرف الصحي وتصريف مياه الأمطار من خلال أنظمة البنية التحتية تحت الأرض (بحيث لا تستطيع رؤية العمل)، ولكن أنابيب الخرسانة الجاهزة تلعب دورا رئيسيا في الحفاظ على نوعية

المياه الجوفية وضمان بيئة صحية. الأنابيب مسبقة الصنع هي متاحة في مجموعة متنوعة ضخمة من الأشكال والأحجام. المرونة والنمطية من الأنابيب الجاهزة تجعل من الممكن تلبية احتياجات أي مشروع مياه الصرف الصحي أو مجاري مياه الامطار. مع تاريخها الطويل من قوة لم يسبق لها مثيل والأداء والخرسانة الجاهزة هي المادة المفضلة لمشاريع الأنابيب.

الصورة رقم (17): تنصيب القنطرة الانبوبية

7-8 متطلبات التنفيذ والمواصفات المواد المستخدمة في صناعة القناطر الانبوبية

1- هناك معلومات يجب أن يتاكد المهندس المقيم توفرها على وجبة القطع للقنطرة ويجب ان تكتب بشكل واضح على وجه وباطن الانبوب وهي:

- حجم الانبوب وتصنيفه.
- تاريخ الانتاج للقطعة.
- قطر الانبوب ويعنى به القطر الداخلي للانبوب.

2- سمك جدار الانبوب وتفاصيله الانشائية ويكون متوافقا مع المواصفة الامريكية ASTM C76 للانابيب غير المتعرضة للضغط الداخلي و ASTM C361 للانابيب ذات الضغط الواطئ و ASTM C507 للانبوب ذو المقطع والشكل غير الدائري.

الوصلات الخاصة والمواد المستخدمة لهذه الوصلات يجب أن تتطابق مع نوعية الخرسانة المستخدمة في انتاج الانبوب.

3- نوعيه الاسمنت المستخدم في صناعة القنطرة الانبوبية هي النوع الثاني Type II وهو الاسمنت المقاوم لهجوم الكبريتات حتى تستطيع القنطرة من الاحتفاظ بديمومتها والخدمة الطويلة الواجب قضائها تحت الارض والذي يكون متوافقا مع المواصفة الامريكية ASTM C-150 ،

أما بخصوص الركام فان مواصفاته وتدرجاته مشابهة تماما لما تم ذكره للقناطر الصندوقية ونوعية الخرسانة من نفاذية وديمومة ومقاومة أنضغاط تتطابق مع ماذكر في الفصل السابق وعلى أية حال يمكن أعتماد مقاوكة انضغاط للخرسانة تعادل 21 ميكاباسكال لنسب خلط 1:2:4 ومن المفضل اعتماد مقاومة تعادل 6000 باوند / أنج$^2$ أي مايعادل 28 ميكاباسكال.

4- المفاصل : غالبا ماتكون المفاصل من نوع اللسان والاخدود ويجب تراكبها بشكل حرفي لمنع التسرب وأعاقة أستمرارية الجريان الداخلي وتعالج بمواد مطاطية خاصة غالبا ماتوصي بها الشركة المصنعة مع تفاصيل العمل والتركيب لذا يجب ان يحرص المهندس المقيم على تنفيذه من قبل المقاول بشكل دقيق يضمن الانسياب للسوائل بشكل سلس وتوفير سطح داخلي ناعم لايؤثر على التصميم الهايدروليكي للقناة. وبالنسبة لقنوات المجاري التي تزيد في اقطارها عن 90 سم يتطلب العناية الفائقة للمفاصل واستخدام مقاطع المطاط المسماة (rubber gaskets) وتلتقي المادة مع المواصفة الامريكية ASTM C1619 وللاقطار الاقل من 90 سم من الممكن استخدام نفس المادة المطاطية أو مادة (flexible plastic sealing compound) وتلتقي المادة مع المواصفة الامريكية ASTM C990 أما الانابيب المستخدمة للتصاريف الصحية فمن الممكن استعمال مقاطع المطاط للمفاصل.

5- الاعمال الترابية: يجب إزالة التربة السطحية على عمق ثمانية (200) ملم أو عمق الكامل للتربة السطحية، أيهما أقل. يجب إزالة التربة السطحية من المنطقة لتكون سهلة في أعمال الحفريات ، أو المقاول قد يختار استيراد التربة السطحية لاستبدال التربة التي فقدت أثناء الحفر. ويتعين على المقاول سحب المياة الجوفية باستمرار من الخندق أثناء الحفريات والتنصيب للانبوب ويجب أن يمتلك الانبوب الحماية الكاملة من دفن الطبقات السفلية وحدلها بشكل جيد لضمان عدم طوفان الانبوب بسبب توقف سحب المياه لاي سبب كان.

6- تنصيب الانبوب: يجب وضع خطوط الأنابيب إلى الدرجات والمواءمة التي تظهر على المخططات الانشائية أو التوجيهات الصادرة من قبل المهندس المشرف. يجوز الاختلاف من الصف المحدد والمحاذاة بما لا يتجاوز 30 ملم، ومعدل الخروج أو العودة إلى الصف أو الانحياز يكون ليس أكثر من واحد 25 ملم لكل 33 م ، إلا إذا وافق عليها المهندس المشرف. أن أي انحراف عن الصف يسبب الارباك في قلب المجاري والتي يمكن الاحتفاظ بالسوائل أو المواد الصلبة متراكمة داخل المجرى.

## الفصل التاسع : الاختبارات المتلفة وغير المتلفة للخرسانة

## Destructive and Non-Destructive Jesting of Concrete tests

### 9-1 فحص المكعبات الخرسانية Cubes Test (فحص اتلافي)

تستعمل لهذا الغرض عادة قوالب حديدية او بلاستيكية بالأبعاد التالية:

- قوالب بابعاد 100 *100*100 مم
- قوالب بابعاد 150 *150*150 مم شائعة الاستخدام في المشاريع.
- قوالب بابعاد 200 *200*200 مم تستخدم لمقاسات الركام الكبيرة المستخدمة في الخرسانة.

الصورة رقم (18): قالب لمكعب خرساني

الصورة رقم (19):المكعب خرساني

وهي من التجارب المطبقة على الخرسانة ، وهذا الفحص يمتلك مستوى اللأهمية القصوى والتي تعطي فكرة عن كل خصائص الخرسانة لان الخرسانة تصمم لتحمل الانضغاط ،إذا كان قد تم القيام به بشكل صحيح .لمكعب اختبار نوعين من العينات إما مكعبات من ( 15 سم × 15 سم × 15سم ) أو ( 10× 10 سم × 10 سم ) تبعا لحجم الركام الذي يتم استخدامه .بالنسبة لمشاريع العراق تستعمل القوالب المكعبة من حجم 15 سم ، يتم صب الخرسانة في هذا القالب بشكل صحيح حتى لا يكون لديك أي فراغات ويتم الاهتمام بترقيم المكعبات وتثبيت موعد الصب عليها ورمز العضو الانشائي التي تمثله النماذج .بعد 24 ساعة يتم إزالة هذه القوالب ويتم وضع عينات الاختبار في الماء للعلاج وتستخدم أحواض معالجة خاصة للمكعبات متوفرة في موقع العمل ويراعى عدم ترك المكعبات جافة أو استخدام مياه غير نظيفة أو تعاني انخفاض أو ارتفاع غير مقبول في درجات الحرارة مابين (24 – 30 م$^0$ ) وينبغي تسوية السطح العلوي من هذه العينة ويتم اختبار هذه العينات بواسطة آلة اختبار الضغط بعد 7 أيام أو 28 يوما وتحتسب المدة من لحظة أضافه ماء الخلط للمزيج وينبغي تطبيق الحمل تدريجيا بمعدل 140 kg/cm$^2$ في الدقيقة

الواحدة حتى فشل العينات .الحمل في فشل مقسوما على مساحة عينة يعطي قوة الضغط من الخرسانة ويسجل الحمل الاقصى وملاحظة أي سمات غير عادية لنوع الفشل للمكعب.المكائن الحديثة تعطي المقاومة مباشرة دون الحاجة للجوء للحسابات اليدوية ومن الضروري أن يهتم مدير المختبر بمعايرة جهاز فحص الانضغاط كل ثلاثة أشهر عن طريق جهاز السيطرة النوعية ولا يتم الفحص على أي جهاز لا يمتلك شهادة معايرة أصولية مثبتة كتابيا على بنية الجهاز.

الصورة (20): رص الخرسانة داخل المكعبات

نسبة القوة للانضغاط الملموسة على مختلف الأعمار: قوة الخرسانة تزداد مع تقدم العمر .ويبين الجدول رقم (89) قوة الخرسانة في أعمار مختلفة بالمقارنة مع القوة في 28 يوما بعد الصب.

| القوة في المائة | العمر |
|---|---|
| 16٪ | 1يوم |
| 40٪ | 3أيام |
| 65٪ | 7أيام |
| 90٪ | 14يوما |
| 99٪ | 28يوما |

قوة الضغط من درجات مختلفة من الخرسانة في 7 و 28 أيام الجدول رقم (90):

| تحديد قوة الضغط المميزة نيوتن / مم $^2$ في 28 يوما | الحد الأدنى من قوة الضغط نيوتن / مم $^2$ في 7 أيام | الصف الخرسانة |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| M15 | 10 | 15 |
| M20 | 13.5 | 20 |
| M25 | 17 | 25 |
| M30 | 20 | 30 |
| M35 | 23.5 | 35 |
| M40 | 27 | 40 |
| M45 | 30 | 45 |

والتقرير الناتج من المختبر يجب أن يحتوي على الاقل على المعلومات التالية :

| أسم المشروع | أسم الشركة المنفذة | الرمز المختبري | الموقع للخرسانة المفحوصة | معلومات عن الجهة الطالبة للفحص | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | العدد للكتاب | تاريخه | الجهة الطالبة للفحص وغالبا ما تكون الجهة المستفيدة |
| - | - | - | - | - | - | - |

| ت | تاريخ الصب | تاريخ الفحص | رمز المجموعة (كل مجموعة تمثل 3 مكعبات) | معدل مقاومة الانضغاط للمجموعة MPa | معدل النتائج MPa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | |
| 3 | - | - | - | - | |
| 4 | - | - | - | - | |

- يجب ان لا تزيد ولا تقل معدل المقاومة للمكعبات المفحوصة عن القيمة المستهدفة للمقاومة ب ( ± 3 ) ميكاباسكال.

- تم معادلة النتائج لفحص بعمر 28 يوم.
- قيمة المقاومة المستهدفة المذكورة في المخططات أو جداول الكميات.

في نهاية الكتاب يوجد تقارير فحص من المكتب الاستشاري الهندسي يوضح التفاصيل أعلاه.

---

ملاحظة : البلدان التي تستخدم فحص الانضغاط للخرسانة باستخدام المكعبات بريطانيا و وألمانيا وأجزاء من أوربا وكذلك العراق تستحصل نتائج متطابقة مع الطريقة البريطانية وهي الاصل في اعتماد نموذج المكعب الخرساني ولكن الكثير يعتمد في التصميم على المدونة الامريكية ACI CODE في اعداد التصاميم والأمريكان يستخدمون الاسطوانة بابعاد شائعة (30 × 15 ) سم لذا يجب تحويل معدل المقاومة الى النظام الامريكي للمقارنة وبصورة عامة يكون معامل التحويل بين المكعب الى الاسطوانة في قيمة المقاومة للأبعاد الشائعة المذكورة للنموذج بنسبة حسب مقاومة الانضغاط الجدول رقم (91) كما يلي :

| **Compressive Strength N/mm$^2$** | **7** | **15.5** | **20** | **24.5** | **27** | **34.5** | **37** | **41.5** | **45 -** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Strength of ratio of cylinder to cube** | **0.77** | **0.76** | **0.81** | **0.87** | **0.91** | **0.93** | **0.94** | **0.95** | **0.96** |

- ماذا تفعل اذا فشلت المكعبات الخرسانية ؟ عند صب الخرسانة نقوم بأخذ مكعبات خرسانية من نفس الصبة المستخدمة وذلك للتأكد من مقاومة الخرسانة للانضغاط المطلوب والتى صمم من أجلة العنصر الخرساني المراد صبة وتختلف المواصفات القياسية وكود كل دولة في تحديد حجم المكعبات (أحياناً تكون 15*15*15 أو 10*10*10) أو عدد هذه المكعبات (أحيانا تكون 12 أو 6 وأحيانا 3) بل إنها ذهبت إلى أبعد من ذلك حيث حدثت اختلافات في عدد هذه المكعبات في داخل الدولة الواحدة وهنا نورد لكم باختصار شديد وبشرح موجز خطوات التأكد من قوة الخرسانة والإحتياطات الازمة والإجراءات المتبعة وذلك منذ بداية عملية الصب مروراً بمرحلة الشك الابتدائي والنهائي وحتى بعد ذلك. حجم المكعب 15*15*15 سم وعددها 12 المعتمدة في العراق أثناء مرحلة الصب للخرسانة الطرية داخل القوالب.

1- نقوم بأخذ عدد 12 مكعبات خرسانية بمعدل مكعب واحد كل 100 م$^3$ أو وجبة عمل وتكون أبعاد المكعب 15*15*15 سم ويتم دهن قالب المكعب الحديدي جيداً قبل وضع الخرسانة فيه

كما يقوم فني المختبر الانشائي الذي تم التعاقد معه لأجراء الفحوصات والذي يجب ان يكون متواجد أثناء الصب لأخذ العينات بوضع الخرسانة داخل المكعب على ثلاث طبقات بمعدل 5 سم تقريباً لكل طبقة ويجب أن يقوم برصها بقضيب معدني طوله 60 سم وبقطر 16 مم بمعدل 35 ضربة لكل طبقة و عدد الطبقات 3 طبقات و يجب الرص جيدا بحيث يخترق القضيب المعد للرص الطبقات لتحسين المكعب .

2- نقوم بفحص عدد 6 مكعب بعد مرور 7 أيام لأغراض تتعلق بالنواحي الاقتصادية وفي حال لم تعطينا القراءة المطلوبة لا يأمر المهندس المقيم أو الاستشاري بإزالة العنصر الخرساني ومعاملته على أنها خرسانة غير صالحة ولكن ننتظر حتى مرور 28 يوم ونقوم بفحص المكعبات الاخرى وننتظر النتيجة وفي حال لم تعطينا أيضا القراءة المطلوبة . هنا يجب أن نستعين بالحلول الاتية حيث كان من المحتمل هناك خطأ في الفحص أو في عملية نقل المكعبات إذ لا يجب أن نستعجل بإزالة الخرسانة التي تم صبها وتكبد المقاول أو المالك خسائر مالية دون التأكد من فشل الخرسانة تماماً أما في حال فشلهما أيضاً وإعطائنا قراءة أقل من المطلوب.

3- نقوم بعمل اختبار المطرقة (hammer test) رغم أن هذا الاختبار لا يعتبر دقيق وغير معتمد حاليا في الفحوصات الرسمية التي يترتب على نتائجها أثر مادي ولكن لا بأس باللجوء إلية في مثل هذه الحالات كنوع من طرق التأكد من نوعية الخرسانة المتصلبة. وللتأكد من نتيجة هذا الفحص ننتقل إلى رقم 4 أو 5.

4- فحص الموجات الصوتية للأعضاء الانشائية (الفحوصات غير المتلفة للخرسانة).

5- نقوم بعمل اختبار (core test) وهو عبارة عن أخذ جزء من الخرسانة الموجودة فالموقع ونقلها إلى المختبر وعمل اختبارات عليها ربما كان الخطأ من فني المختبر الذي كان متواجد أثناء الصب ولم يلتزم بالتعليمات الصحيحة أو في أغلب الاحيان بسبب برودة الجو التي تسبب عدم انضاج الخرسانة بالوقت المطلوب لضعف عملية الاماهة للاسمنت واستكمال تفاعله أما في حال فشل هذا الاختبار فيجب علينا إزالة العنصر الخرساني إزالة كاملة وصبة من جديد مع أخذ الحيطة في عملية الإزالة بحيث لا تأثر على قوة الأساسات أو العناصر الإنشائية الأخرى. واذا بقي الشك في جودة الخرسانة بعد اجراء الاختبارات في الفقرة 4 و 5 يلجا الى الفقرة 6 بشكل نهائي .

6- يجرى اختبار التحميل ( loading test ) و قياس مدى الترخيم للمنشأ و الانفعالات علية و مقدار تحمل المنشأ.

7- اذا كانت قيمة مقاومة الخرسانة للاختبارات في اعلاه قريبة جدا من المقاومة التصميمية لخرسانة المنشأ الاختبارات السابقة فلا سبيل امامك (كمهندس مقيم للمشروع) ألا اعتماد احد الاجراءات التالية (*):

- يمكن قبولها مع اجراءات الخصم لقيمة الفقرة المثبتة في جدول الكميات مع مراعاة اعداد الخصم على الكلفة المباشرة للفقرة.
- ربما يلجا المهندس الاستشاري (ربما يكون مكتب استشاري معتمد) الى اجبار الشركة المنفذة على عمل تعزيزات ومعالجات إنشائية فنية على حساب المقاول إذا تولدت لديه قناعة كاملة بضرورة تعزيز بعض الاعضاء الانشائية المهمة ومنها استخدام التقميص للأعمدة الخرسانية وزيادة مقاطعها الانشائية او تدعيمها بهياكل حديدية أو استخدام شرائط الكاربون فايبر و مادة الايبوكسي مع مراعاة الوظيفية والجمالية للمنشأ بالتنسيق مع المهندس المعماري الذي اعد التصميم.
- هيكلة المنشأ بمعنى حساب قيمة مقاومة الخرسانة المستحصلة من الفحوصات (الحقيقية) و أعادة تحليل المنشأ من جديد بواسطة برامج محاكاة تحليلية بحيث يتحملها القطاعات الخرسانية و يكون امن فى نفس الوقت وإذا لم تكن كل هذه الاجراءات كافية يتم التوجه الى إزالة الاعمال المعيبة.

---

(*) هذه الاجراءات تستند لقناعة هندسية بوجود سماحات أمان موجودة عند تصميم المنشأ وذلك لاستخدام المصمم الانشائي معاملات امان على المواد والأحمال أثناء التصميم.

### 2-9 اختبار القلب الخرسانى ( Core Test)

يعتبر هذا الاختبار اختبار نصف متلف و يستخدم لتعيين مقاومة الضغط للخرسانة بصورة حقيقية وواقعية و يكون ذلك بواسطة اختبار عينة منتزعة (القلب الخرسانى) من بعض الأعضاء الإنشائية الأساسية ( عادة الأعمدة-السقوف).

الجهاز عبارة عن مثقاب به آلة ثقب اسطوانية من الماس و يعمل بالضغط الهيدروليكى .

حجم العينة Size of Core: يعتبر قطر العينة 150مم هو القياسى إذا كانت الخرسانة من القوة بحيث لا تتأثر بالكسر أثناء انتزاع العينة من الخرسانة. وقطر 100مم هو الشائع الاستخدام.

وطول العينة لا يقل عن 95% من قطرها.

استخراج العينة Drilling : يجب أن تستخرج العينة عمودية على السطح الموجود فيه و يدون رقم العينة ومكانها و اتجاه أخذها مباشرة.

فحص العينة Examination : تفحص العينات لتحديد الآتى :

_ وصف الركام بالعينة (الحجم و النوع وحالة السطح و الشكل ).

_ حجم الفراغات و التعشيش و أماكن وجودها واتجاهها و تحديد أسبابها وهل نقص فى المونة أو نقص فى الرص أو انفصال حبيبى.

_درجة رص الخرسانة.

_توزيع الحبيبات الخرسانية.

_تركيز الركام بالنسبة للمونة.

قياس العينة Measurement:

- القطر المتوسط : يؤخذ القطر عبارة عن متوسط لعدد 6 قراءات كل قراءتين عند مستوى واحد ومتعامدتين. إحدى القراءتين فى المنتصف وواحدة عند 4/1 الارتفاع من الناحتين.

- الطول: يقاس أكبر و أقل طول للعينه بعد استخراجها و يقاس الطول بعد وضع الغطاء Cap على نهايتى العينه إلى أقرب 5مم.

- التسليح Reinforcement يقاس موضع أى حديد تسليح من منتصف السيخ حتى نهاية العينه حتى أقرب 2مم. وتحدد المسافات بين أسياخ حديد التسليح.

*تجهيز سطح العينة ( نهايتى القلب) End Preparation

يتم تجهيز السطح حتى يكون مستويا تماما وأفقيا لاستخدامه فى ماكينة الاختبار ويتم ذلك أما بنشر النهايات أو عمل غطاء بأقل سمك ممكن.

*** مونة الأسمنت الألومينى و الرمل القياسى بنسبة 3 إلى 1

-تصب هذه المونة بوضع حلقة مستوية و أفقية حول العينة ثم تصب المونة ويسوى سطحها و يوضع فوقها قطعة مسلحة من الحديد بعد دهانها بالزيت و فى اليوم الثانى تكرر العملية للطرف الآخر من العينة.

- مونة الكبريت و الرمل بنسبة 1 إلى 1 مع نسبة من الكربون الأسود مقدارها 1 : 2 %

- يسخن الخليط لدرجة حرارة 230-350 م$^0$ ثم تترك لتبرد ببطء مع التقليب المستمر.

- يصب الخليط على مستوى أفقى من الحديد الأملس المدهون سطحه بزيت البرافين.

-توضع العينة فوق المونة رأسيا تماما بعد عدة ثوان يزال الجزء الزائد حول العينة من المونة ثم ترفع العينة و تكرر العملية بسرعة للطرف الآخر.

**إجراء الاختبار

- يتم إجراء الاختبار مباشرة بعد استخراج العينات من الماء ( أى بعد وضعها فى الماء لمدة لا تقل عن 48 ساعة ) وهى مبللة .

- ينظف مكان العينة بالماكينة و أسطح العينة من أى أتربة أو عوالق.

- توضع العينة رأسيا تماما فى محور الماكينة.

- لا توضع أى قطع مساعدة أعلى العينة.

- يوضع الحمل على العينة بمعدل بطىء و يستمر حتى حدوث الكسر.

- يتم عمل وصف لحالة الانهيار.

الحساب Calculations

Fc=P/A

حيث A هى المساحة المحسوبة من القطر المتوسط ، P هى حمل الكسر.

- الناتج عبارة عن مقاومة الضغط للاسطوانة الفعلية قبل التصحيح.

- يتم عمل تصحيح على أساس نسبة ( الطول/القطر) وذلك من المنحنى.

- يتم عمل التصحيح المناسب الذى يحول القلب الخرسانى إلى اسطوانة قياسية (15 x 30) سم

.

- لإيجاد القيمة المناظرة للمكعب يضرب الناتج x 1,25 .

يجب أن يشتمل التقرير الخاص بنتائج القلب الخرسانى على الآتى :

- تاريخ أخذ العينة. -عمر الخرسانة (إذا أمكن).

- القطر المتوسط للعينة. - أكبر و أقل طول للعينة المستخرجة.

- الطول بعد عمل الغطاء. - طريقة عمل الغطاء.

- مقاومة الضغط المقاسة. - معامل التصحيح للعينات الاسطوانية.

- مقاومة الضغط المقدرة للمكعب. -شكل الخرسانة و شكل الكسر الناتج.

- وصف نوع الركام. - توزيع المواد بالخلطة الخرسانية.

- درجة دمك الخرسانة. - صورة أو صور للعينات ترفق مع التقرير.

- حجم و مقاس حديد التسليح و موضعه إن وجد.

*حدود القبول

- أولا يتم عمل ثلاث عينات للخرسانة المراد اختبارها.

- تعتبر العينة مقبولة إذا كانت مقاومة الضغط لا تقل عن 75% من المقاومة المطلوبة.

- لا يزيد الفرق فى نتائج القلوب عن 30% من المتوسط.

إذا لم يتحقق ذلك يجرى اختبار تحميل.

---

A nondestructive test method, such as probe penetration, impact hammer or ultrasonic pulse velocity may be useful in surveying structural members for areas of lower

strength concrete. From this preliminary view point use ASTM C823-00 "**Standard Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Construction**" to formulate specific areas of investigation. The selected areas then can be specified for investigation for concrete strength according to ASTM C42-04 "**Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete**". Section 3.2 states "Generally, test specimens are obtained when doubt exists about the in-place concrete quality" and "use of this method is to provide strength information on older structures."

الصورة رقم (21 ) :أخذ العينة من الخرسانة المتصلبة لعتبة من الخرسانة المسلحة

الصورة رقم (22): فحص العينة في جهاز فحص الانضغاط للخرسانة