بحث التخرج

لدرجة البكالوريوس فى الهندسة المدنية

عنوان البحث :

المنشآت الخرسانية عيوب التنفيذ ومعالجتها

إعداد الطالب :

ناصر الرشيد محمد الامين صالح

فَهْرَس المُحتَوِيَات

إهداء 2

مُقدِمة 3

الفصل الأول : ماهى الخرسانة وانواعها واستعمالاتها 6

تعريف الخرسانة 6

خصائِص الخرسانة 7

انواعها واستعمالاتها 8

الفصل الثانى : عيوب التنفيذ 12

1. العيوب قبل التنفيذ 13
2. العيوب اثناء التنفيذ 14
3. العيوب بعد التنفيذ 29

الفصل الثالث : مُعالجة العيوب الخرسانية 31

مُعالجة التشققات السطحية او الشعريةالشعرية 31

مُعالجة التسوس 32

مُعالجة التعشيش 35

مُعالجة التقفات الشبكية او السرطانية 36

مُعالجة الفقاعات او الثقوب 37

الفصل الرابع : الصعوبات والتحديات 38

مرحلة إعداد الموقع 38

مرحلة صب القاعدة 40

مرحلة صب الجدارين 43

مرحلة صب السقف 44

مرحلة التشطيب ومعالجة العيوب 45

الفصل الخامس : النتائج والفوائد المُستخلصة 46

الخاتمة 49

المراجع 50

إهداء

إلى مَنْ حَمَلَتْ ثُمَّ صَبَرَتْ فَوَضَعَتْ فَأَرْضَعَتْ وتَابَعَتْ وسَهِرَتْ،

إلى مَنْ قال اللهُ جلَّ جلالُه فِيْها (أنِ اشكُر لى ولِوالدَيْك)،

إلى أُمِّىْ ثم أُمِّىْ ثم أُمِّىْ ثم أَبِىْ رَحِمَهُمَا الله

مقدمة

لا يكاد اى منشأ الا وتكون الخرسانة عنصر اصيل واساسى فى تكوينه وصناعته, و ذلك لخصائص الخرسانة الفريدة والتى منها مثلا لا حصرا :-

- المرونة اذ تتشكل الخرسانة حسب العنصر المراد انشأوه عمود, قاعدة, كمرة, سقف الى أخره.
- أعمال الصيانة حيث نجد ان المنشأت الخرسانية لا تحتاج الى صيانة دورية مكلفة كالمنشآت المعدنية من اعمال الطلاء الدورى وخلافه.
- مقاومتها للحريق وذلك بسبب معامل التمدد الحرارى المنخفض.
- قدرتها العالية فى استيعاب وزنها الذاتى والاحمال الميتة والحية.
- امكانية تنفيذ القطع الخرسانية مسبقة الصنع (Pre-cast) في المعمل، ثم تجميعها في موقع العمل.
- وكذلك الميزة المذهلة فى كونها تزداد متانة وصلابة مع مرور الزمن.

تم تقسيم هذا البحث الى خمسة فصول, اولها يُعرِّف بالخرسانة وانواعها وخصائصها واستعمالاتها.

ويأتى الفصل الثانى والثالث في مشكلة البحث وهى عيوب التنفيذ وقسمتها الى ثلاث مراحل :-

- عيوب قبل التنفيذ وتشمل عدم اجراء فحوصات التربة من نوع التربة ومستوى المياه الجوفية وقدرة تحمل التربة (Peering Capacity) والمسح الطبوغرافى و العوامل المناخية من درجة الحرارة والبرودة ورياح وزلازل وغيرها من الفحوصات والتحقيقات اللازمة قبل البدء فى المشروع. وكذلك تجاهل اواخطاء فى عمل تصميم للخلطة الخرسانية بما يتناسب مع العنصر المراد صبه من محتوى الماء والاسمنت فى الخلطة وكذلك عدم الغسل الجيد بالماء للركام مما يسبب تكون شوائب واتربة فى الخلطة تعوق التجانس الجيد وتفصل المكونات عن

بعضها البعض.

- عيوب اثناء التنفيذ وتتمثل فى الاعداد غير الجيد للموقع من نظافة وازالة المواد غير المرغوب فيها وعدم رش الماء على القوالب الخشبية (Form Work) قبل صب الخرسانة حتى لا يمتص الخشب ماء الخرسانة وكذلك عدم التقفيل الجيد للفورم وترك فتحات تتسرب من خلالها المونة الاسمنتية وينتج التسوس وايضا عدم التدعيم الجيد للفورم ينتج عنه انهيار عند وضع الخرسانة, كذلك عدم استعمال الهزازات اثناء الصب لتوزيع الخرسانة وتفريغ الهواء.
- عيوب بعد التنفيذ ونجدها فى انعدام او تأخيرمعالجة الخرسانة بعد الصب مباشرة بالماء او المواد الكيميائية (Compound) والاستمرار فى المعالجة لمدة لا تقل عن سبعة ايام حتى تحتفظ الخرسانة بالرطوبة لاتمام عملية الاماهة وهى عملية التفاعل لطرد الحرارة وكذلك من العيوب بعد الصب عدم دهن القواعد والاساسات وكل ما هو مغمور تحت الارض بطبقتين من البيوتمين الساخن لعزل الخرسانة من الرطوبة (المياه الجوفية) والاملاح (مياه الصرف الصحى).

اما الفصل الرابع فجاء موضحا ادوات هذ البحث من زيارات مكثفة لمواقع الانشاء ومصانع الخرسانة.
الجاهزة ومعامل فحص الخرسانة, وشبكة الانترنت وكثير من المراجع والكتب العربية والانجليزية.

كذلك فى هذا الفصل تطرقت للصعوبات التى واجهتنى مثل حضور عمليات الصب والتي تمتد الي ست ساعات من بداية تجهيز الموقع واستلام سيارات الخرسانة ومعرفة زمن خروجها ووصولها للموقع

وعمل اختبار لقوام الخرسانة ودرجة الحرارة ثم اخذ عينات من الخرسانة لفحصها في المعمل

وانتظار نتائج الفحص بعد سبعة ايام و ثمانية وعشرون يوما.

وكان الفصل الخامس مختص بنتائج و اهمية البحث والفوائد المسخلصة منه.

وقد دعمت هذا البحث بالصور المباشرة من المواقع وبعض الصور المقتبسة من الكتب وشبكة الانترنت.

وهناك خاتمة تعرضت فيها للعناية بالخرسانة هذه المادة الحساسة و بذل الجهود فى المحافظة على خصائصها المذهلة حتى تنتج لنا منشأت متينة وصلبة خالية من العيوب تعيش الى اطول فترة ممكنة.

وتضمن البحث اهداء ومقدمة و خمسة فصول وخاتمة وفهرس وقائمة بالمراجع والكتب وصفحات الانترنت.

الفصل الأول

ماهى الخرسانة وماهى خَصَائِصَها و أنواعِها وإستِعمالاتِها

الخرسانةُ هي عبارة عن خليط متنوع من الركام (الحصمة او كسر الحجر) و الأسمنت والماء فالأسمنت هو مادة ناعمة داكنة لها خواص تماسك و تلاصق بوجود الماء مما يجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح. ويتكون الأسمنت من مواد خام أساسية هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي والسيليكا الموجودة في الطين والرمل والألومنيا فى (أكسيد الألمنيوم). انواع الاسمنت متعددة واكثرها شيوعا واستمالا هو الاسمنت البورتلاندى العادى. اما الركام بشقيه الركام الناعم (الرمل) والركام الخشن فهو يشغل حوالي (70-75%) من الحجم الكلي للكتلة الخرسانية و تدرج ركام الخرسانة و تحديد نسبته مهم للغاية فى متانة وهيكل الخرسانة. واما الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيماوي بين الاسمنت والماء وهو ضروري أيضا لكي يمتصه الركام المستعمل في الخرسانة، وبوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الحصمة بنفس الكمية من الأسمنت، وكذلك الماء يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15-20% يضيع جزء منه في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر، وهناك النسبة المائية الاسمنتية وهي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (عدا عن الماء الذي يمتصه الركام) إلى وزن الأسمنت في الخلطة ولضبط نسبة الماء في الخلطة أهمية بالغة وعليها تتوقف قوة الخلطة ومساميتها وانفصالها ونزفها ومقدرتها على مقاومة العوامل الجوية من برودة وحرارة وتآكل حيث ان كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتدميع والمسامية، و يعتبر الماء الصافي الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة و يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب في حالة عدم توفر الماء الصالح لشرب على أن لا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسب معينة تحددها المواصفات. (شكل 1)

هناك مايسمى بالاضافات وهي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط

لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية، واهمها استعمالا ثلاث :-

- إضافات مسرعة للتفاعل وهذه تسخدم لتعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير.
- إضافات مبطئة للتفاعل وهذه تسخدم لتقليل الحرارة المتولدة وتقليل النضح أو النزف (Bleeding).
- إضافات مقللة للماء وهى لتحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب و منع صدأ الحديد.

(شكل 1) يبين شكل الخرسانة النهائى قبل الصب

خصائص الخرسانة :-

تتميز الخرسانة بخصائص مذهلة جعلتها فى مقدمة خيارات صناع المنشأت.

اولا : قدرتها على تحمل الضغط وذلك بوجود الركام وترابط جزيئاه بواسطة الاسمنت فى المحتوى المائى.

ثانيا : قدرتها على تحمل قوة الشد وذلك باضافة حديد التسليح اليها.

ثالثا : المرونة اذ تتشكل الخرسانة حسب القالب (WORK FORM) العنصر المراد انشأوه عمود, قاعدة, كمرة, سقف الى أخره.

رابعا : مقاومتها للحريق وذلك بسبب معامل تمددها الحرارى المنخفض (0000055.فهرنهايت/ وحدة طول) وكذلك مقاومتها العالية للزلازل.

خامسا : أعمال الصيانة حيث نجد ان المنشأت الخرسانية لا تحتاج الى صيانة دورية مكلفة كالمنشآت المعدنية من اعمال الطلاء الدورى وخلافه.

سادسا : امكانية تنفيذ القطع الخرسانية مسبقة الصنع (Pre-cast) في المعمل، ثم تجميعها في موقع العمل.

سابعا : الميزة المذهلة فى كونها تزداد متانة وصلابة مع مرور الزمن.

استعمالات الخرسانة:-

فى عصرنا الحالى انتشر استخدام الخرسانة كمادة انشائية فنجدها تدخل فى صناعة البنايات، الجسور، الأبراج، خزانات المياه، الطُرُق، الهياكل العائمة، الأساسات، الهياكل البحرية، المواسير والأنابيب، أعمال مسبقة الصب. المداخن، الصوامع والجدران الاستنادية و غيرها. (اشكال 2، 3، 4، 5، 6)

(شكل رقم 2) فنادق سياحية مُشيدة داخل البحر

(شكل رقم 3) صوامع

(شکل 3 و 4) کباری ومبانی

(شکل 5) سدود

(شكل 6) خزانات مياه

الفصل الثانى

عيوب التنفيذ

تم تقسيم عيوب التنفيذ الى ثلاث مراحل :-

1. عيوب قبل التنفيذ :-

المقصود بالعيوب قبل التنفيذ هى عدم اجراء اوتجاهل فحوصات التربة التى تشمل :-

- نوع التربة (التربة البنيّة، الصلصال، التربة الرسوبيّة، التربة الجيريّة، التربة العضويّة، تربة المستنقعات و التربة الكلسيّة) ومعرفة قدرة تحمل التربة (Peering Capacity)

فنجد عند إنشاء مبنى على أرض دون إجراء اختبار تحمل التربة، وتكون حمولة المبنى أكبر من تحمل التربة ينتج الهبوط وذلك بظهور الشروخ والتشققات العميقة لذلك من الضروري دراسة واختبار قوة تحمل التربة قبل الشروع بالبناء عن طريق المكاتب الهندسية والمختبرات المرخصة. (شكل 7)

(شكل (7) هبوط المبنى نتيجة عدم تحمل التربة للمبنى

- مستوى المياه الجوفية اذ تؤثر المياه الجوفية فى تمليح الارضيات والجدران الخاصة بالمبنى، وذلك بسبب الكلوريد والكبريت المتواجد في المياه الجوفية المتسربة إلى المباني من التربة وهبوط في الأساسات والإنشاءات الخاصة بالمباني وكذلك عدم تماسك الطبقة النهائية في تشطيب الحوائط والجدران. (شكل رقم 8)

(شكل رقم 8) هبوط جزئى فى القواعد ادى الى ميلان فى برج ايفل المائل

- المسح الطبوغرافى و العوامل المناخية من درجة الحرارة والبرودة ورياح وزلازل وغيرها من الفحوصات والتحقيقات اللازمة قبل البدء فى المشروع.

- وكذلك من العيوب اخطاء فى عمل التصميم للخلطة الخرسانية بما يتناسب مع العنصر المراد صبه من محتوى الماء والاسمنت وتدرج الركام فى الخلطة وكذلك فى مصانع الخرسانة عدم الغسل الجيد بالماء للركام مما يسبب تكون شوائب واتربة فى الخلطة

تعوق التجانس الجيد وتفصل المكونات عن بعضها البعض وبالتالى انتاج خرسانة ضعيفة غيرمتماسكة وايضا استعمال الماء التى تزيد فيه نسبة الشوائب عن غير المسموح به فى المواصفات.

- هناك ايضا المواد المستخدمة مثل الحديد والخشب ومواد العزل غير مطابقة للمواصفات المطلوبة.
- التخزين السيئى للمواد الانشائية مثل الاسمنت بتعرضع للشمس او الرطوبة وايضا
- الحديد بوضعه على الارض مباشرة

2. عيوب اثناء التنفيذ :-

تم تقسيم العيوب اثناء التنفيذ الى a/ انشائية و b/ غير انشائية.

ونبدأ بالعيوب غيرالانشائية وتتمثل فى الاعداد غير الجيد للموقع من :-

- نظافة وازالة المواد غير المرغوب فيها وتسوية الارض ورشها بالماء ودمكها.
- رش الارض بعد الدمك وقبل صبة النظافة بمبيد النمل الابيض (Anti-Termite) حيث ان النمل الأبيض هو واحد من الآفات الأكثر تدميرا في المناطق المدارية.

(شكل رقم 8) و (شكل رقم 9)

(شكل رقم 8) مبيد النمل الابيض (Anti-Termite)

شكل رقم 9 يوضح رش مبيد النمل الابيض بعد النظافة وقبل وضع عازل الماء POLYSHEET

- صبة النظافة وهى خرسانة عادية ضغط 20 (200كجم/سم2) بسمك 10 سم وهى تمنع التربة من امتصاص مياه المونة الأسمنتية للخرسانة المسلحة والحفاظ على جودتها وكذلك جعل السطح مستوي و ذلك لسهولة تثبيت الجوانب الخشبية فوقه، وايضا تعمل على تشكيل سطح صلب قابل

لوضع عازل للماء (Polysheet) اسفل الخرسانة المسلحة. (شكل رقم 10)

شكل رقم 10 يوضح صب خرسانة النظافة بعد وضع عازل الماء

- كذلك عدم دهن صبة النظافة بطبقتين من البيتومين الحار وعمل طبقة سكريد (Screed) وهى خرسانة من الاسمنت والرمل (الركام الناعم) فقط لحماية البيتومين من الضرر الذى ينتج اثناء مرورالعمال. (شكل 11 و 12)

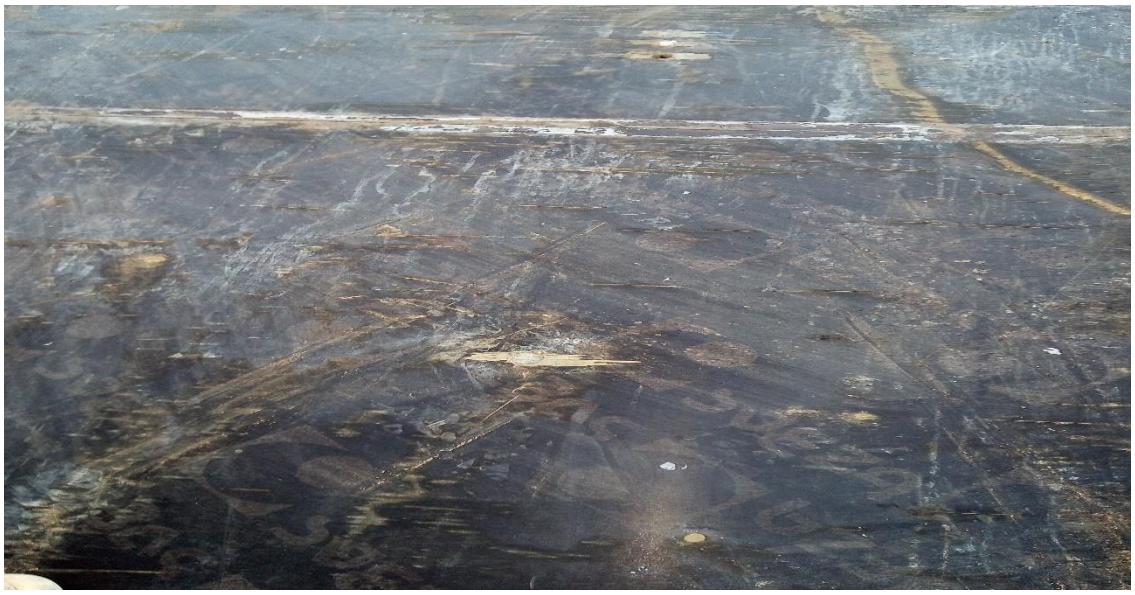
(شكل 11) يبين طبقتى البيتومين بعد صبة النظافة ويلاحظ عمل مستويات على ارتفاع 5 سم (بقج) استعدادا لصبة السكريد

(شكل رقم 12) صب خرسانة السكريد بعد طبقتين من البيتومين

- عدم رش الماء على القوالب الخشبية (Formwork) قبل صب الخرسانة، حيث ان رش الفورم بالماء حتى يتشبع يجعله لا يمتص ماء الخرسانة. وايضا الرش بالماء اهميته تشمل نظافة الفورم من الاوساخ والتراب والاشياء العالقة. (شكل رقم 13)

(شكل رقم 13) يبين رش الفورم بالماء قبل الصب

- وكذلك اعادة استخدام خشب الفورم مثل (Plywood وهوالافضل) المتهالك مرات عديدة. (شكل رقم 14)



(شكل رقم 14) خشب فورم متهالك

- عدم التقفيل المحكم للفورم وترك فتحات تتسرب من خلالها المونة الاسمنتية وينتج

التسوس وايضا عدم التدعيم الجيد للفورم ينتج عنه انهيار عند وضع الخرسانة. (شكل رقم 15 و16)

(شكل رقم 15) يلاحظ خشب جديد ولكن تسرب مونة الخرسانة من اسفل الفورم بسبب عدم التقفيل المحكم

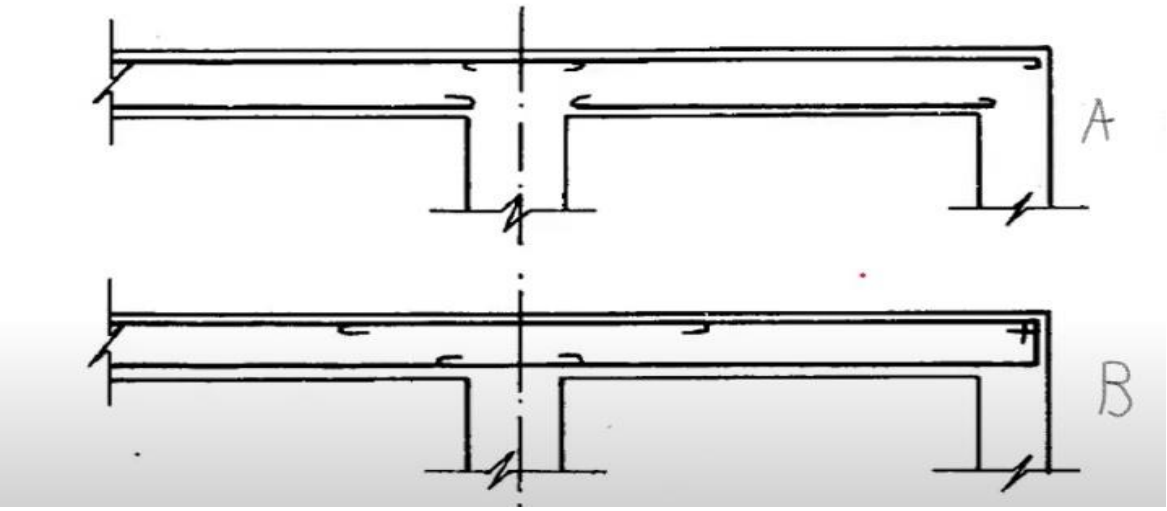
(شكل رقم 16) يوضح التدعيم الجيد للفورم وتقفيل الفتحات بالسلكون حتى لا تتسرب المونة الاسمنتية

- كذلك عدم استعمال الهزازات اثناء الصب لتوزيع الخرسانة وتفريغ الهواء. (شكل رقم 17)

(شكل رقم 17) يلاحظ استعمال الهزازات اثناء الصب

b/ العيوب الانشائية

- من العيوب الإنشائية المهمة أخطاء في التصميم الإنشائي فمثلا خطأ فى تقديرحساب الاحمال المطبقة على المنشأ سواء كانت احمال راسية (الاحمال الحية والميتة) او احمال افقية (احمال الرياح والزلازل) وبالتالى تحدث هبوطات او تشققات فى الاسقف وانبعاجات او شروخ للاعمدة و تشققات وتصدعات للقواعد.
- اخطاء فى توزيع واشكال واطوال واقطار ورباط الحديد والمسافات بين الاسياخ
- (Spaces). (شكل رقم 18و19)



(شكل رقم 18) يلاحظ فى A خطأ فى قص الحديد اما فى B اكمال الحديد وهو الصحيح

شكل 19) يبين قياس المسافات بين اسياخ الحديد(Spaces)

- اخطاء فى تحديد الغطاء الخرسانى حيث ان الغطاء الخرسانى يلعب دورا هاما فى حماية حديد التسليح من الصدأ الذى بدوره يؤدى الى انتفاخ الحديد مما يسبب الشروخ والتشققات.

(شكل رقم 20)

(شكل رقم 20) يوضح مقدار الغطاء الخرسانى الداخلى والخارجى لجدار بواسطة (البسكوت)

- عدم الاخذ فى الحسبان اماكن واعداد فواصل التمدد و الفواصل الانشائية و فواصل الهبوط.
- عدم فحص واجراء اختبارات الخرسانة عند وصول سيارات الخرسانة (Mixers) الى الموقع وهى درجة الحرارة واختبار القوام (Slump Test)، درجة الحرارة تتراوح بين (20 - 32 درجة مئوية) و قوام الخرسانة بين (110 – 190 ملم) و ذلك حسب المواصفات فى كل منطقة. (اشكال رقم 21، 22، 23)

(شكل رقم 21) يبين اختبار القوام للخرسانة

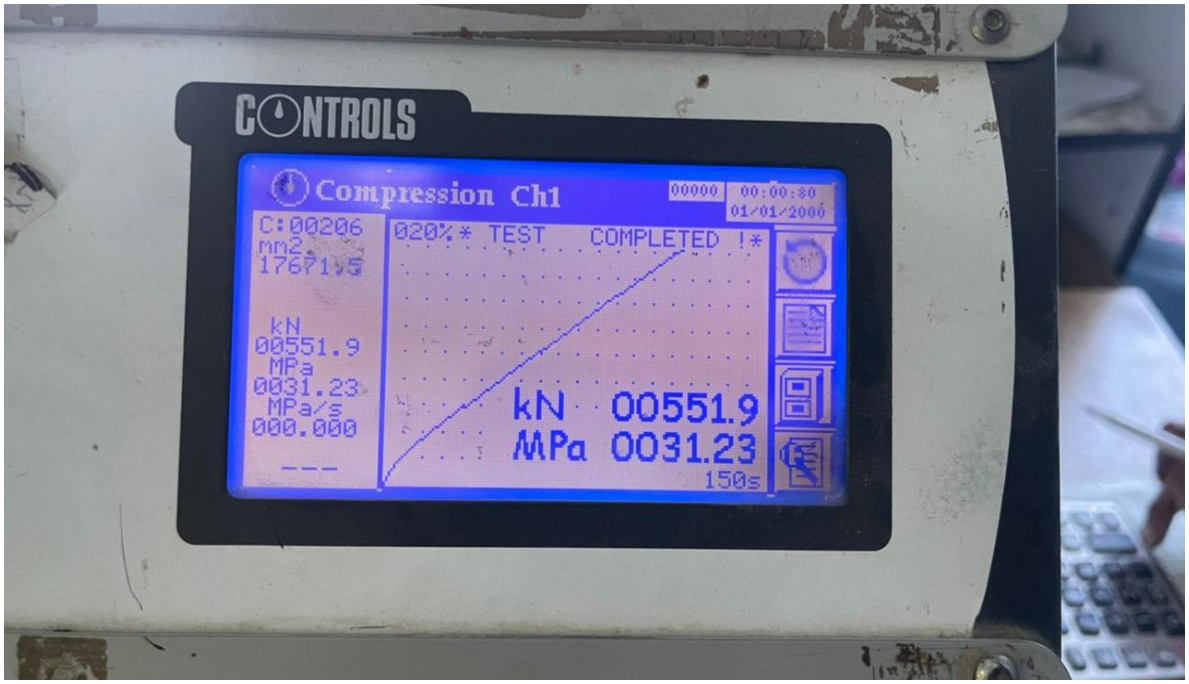
(شكل رقم 22) يوضح اختبار درجة الحرارة

(شكل رقم 23) يبين المضخة (Pump) و الخلاط (Mixer) فى الموقع

- عدم أخذ عينات (مكعبات او اسطوانات) من الخرسانة الطازجة من سيارات الخرسانة لتكسيرها فيما بعد لمعرفة وتاكيد قوة الخرسانة بعد التصلب فترة 7 ايام وفترة 28 يوم. (شكل رقم 24، 25، 26)

(شكل رقم 24) يبين عمل عينات (Cylinders) من الخرسانة الطازجة لكسرها بعد التصلد لفترة 7 ايام وفترة 28 يوم

(شكل رقم 25) يوضح وضع العينة بعد 28 يوم على جهاز التكسير



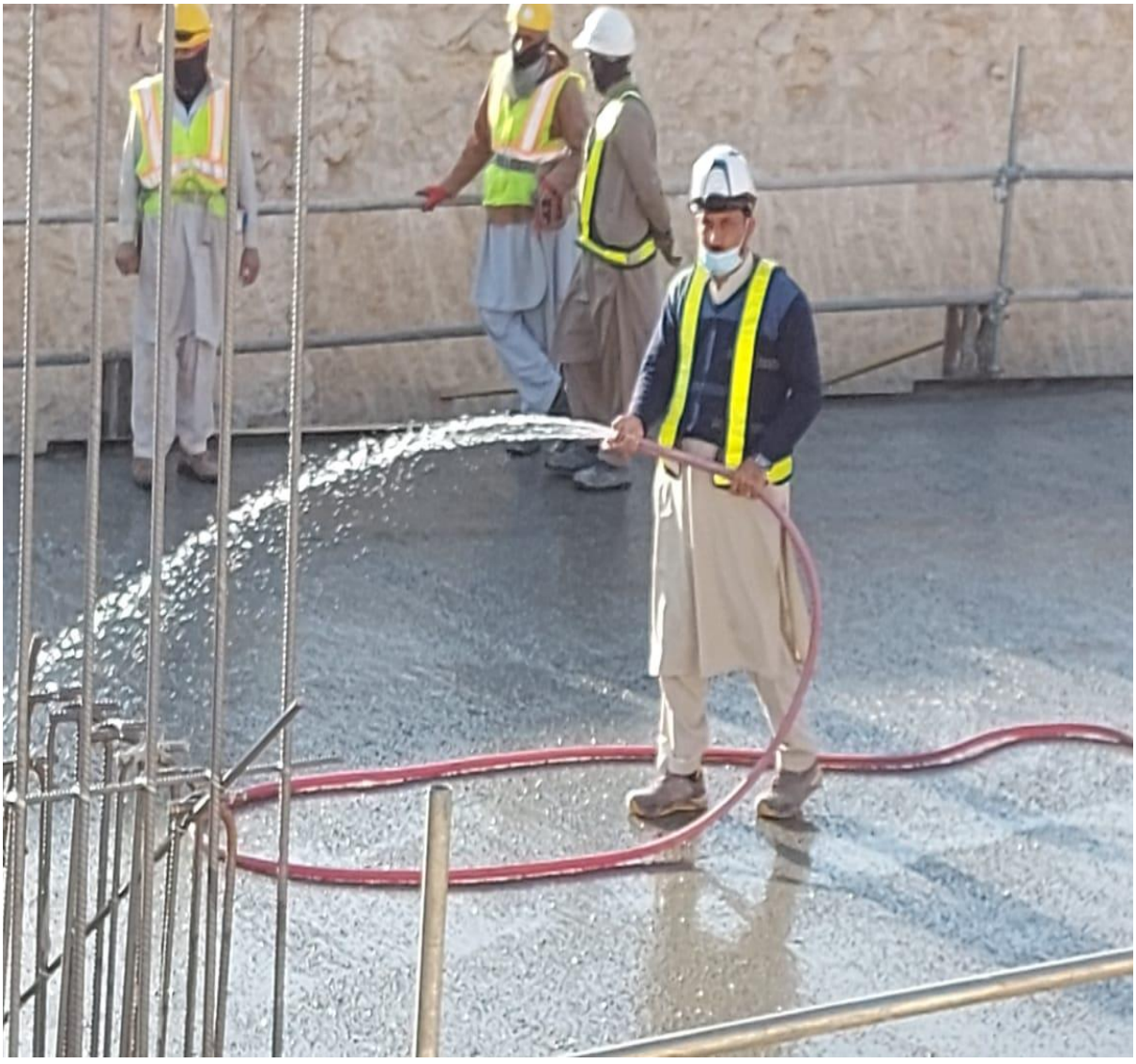
(شكل رقم 26) جهاز التكسير وفيه نتيجة قوة الخرسانة

- من العيوب اثناء الصب هو الصب من مكان مرتفع بحيث يكون خرطوم المضخة يبعد من مكان الصب باكثر من 1.5 متر، وهذا بدوره يسبب فصل للخرسانة وهذا يؤدى تكون التعشيش. (شكل رقم 27)

(شكل رقم 27) يوضح قرب خرطوم المضخة من مكان الصب حتى لا تنفصل مكونات الخرسانة بعضها عن بعض

3. العيوب بعد التنفيذ :-

- عدم معالجة الخرسانة بعد الصب بالغمر بالماء او التغطيه بالخيش او البلاستيك او المعالجة بفرد لفات من الخيش المبلل و طبقة من البلاستيك لمنع تبخّر مياه المعالجة المستمر اوالرش الدائم حيت يتم معالجة الخرسانة بالرش بالمياة لمدة لاتقل عن أسبوع االمعالجة بالمواد الكيمائية : استخدام المواد الكيميائية concrete curing compound التي تعمل على تغليف الخرسانة بطبقة شمعية. (اشكال 28، 29)



(شكل رقم 28) يلاحظ غمر الخرسانة بالماء بعد الصب

(شكل رقم 29) معالجة الخرسانة بالمواد الكيميائية (compound

- فك القوالب الخشبية (Formwork) قبل الوقت المحدد و ذلك حسب العنصر المصبوب بالنسبة للأعمدة والجدران للشدات الجانبية يمكن فكها بعد 24 ساعة في الجو المعتدل وبعد 3 أيام في الجو البارد أما بالنسبة لقالب الأسقف فيجب ألايقل عن21 يوم.

الفصل الثالث

معالجة العيوب الخرسانية

فى هذا البحث تم التركيز على معالجة العيوب السطحية غير الانشائية.

- معالجة التشققات السطحية او الشعرية (Hair cracking) :-

تحدث هذه التشققات نتيجة لتبخر ماء الخرسانة اثناء الصب وهى ليست انشائية خطيرة حيث يتم معالجتها بالجراوت وهي مادة ذات كثافة منخفضة جدا بحيث يمكن حقنها في الشروخ الصغيرة او اماكن تسرب المياه لذا تستخدم في اصلاح الشروخ وعيوب الخرسانة ومن مميزاتها قوه التلاصق والعزل ضد المياه و سرعة الشك ويمكن تعريفه ايضا على انه خليط أسمنتي يحتاج لخلطه بالماء لانتاج مونة عالية القوة غير قابلة للإنكماش وطريقة المعالجة كالأتى :

اولا / تكسير وازالة اى عيوب او اجزاء ضعيفة على سطح الخرسانة للوصول الى الاجزاء السليمة.

ثانيا / تنظيف الفتحات والثقوب بالهواء المضغوط جيدا.

ثالثا / تعالج الأجزاء بالماء ويجب أن يكون السطح الأساسي خاليا من الزيوت والشحوم والشوائب الأخرى

رابعا / تصب الكمية المحددة من الجراوت ببطء مع الخلط المستمر. (شكل رقم 30)

(شكل رقم 30) يلاحظ تشققات سطحية او شعرية (Hair cracks) على سطح الخرسانة

.

- معالجة التسوس (Segregation) :-

التسوس فى الخرسانة هو ظهور الركام على الوجه الخارجى للخرسانة واسبابه كالأتى :-

1/ وجود فتحات فى الفور (Formwork) مما يسبب خروج المونة الاسمنتية.

2/ زيادة استخدام الهزاز او الاستخدام الخاطئ للهزاز يؤدى لخروج المونة الاسمنتية.

3/ الحد الاعلى لسقوط الخرسانة من المضخة يزيز على 1.5 متر.

4/ عدم وجود البسكوت الذى يعطى الغطاء الخرسانى المطلوب.

5/ قوام الخرسانة جاف او الخرسانة منفصلة.

وطريقة معالجته تتمثل فى :

a/ توسيع منطقة التسوس وتعميقها بزاوية 45 درجة مئوية.

b/ تنظيف الفتحات والثقوب بالهواء المضغوط جيدا.

c/ استخدام سيكا لاتكس مع الاسمنت والرمل بنسبة 1 : 1 او باستخدام مواد ايبوكسية اخرى.

(شكل رقم 31، 32، 33)

(شكل رقم 31) يبين التسوس فى الخرسانة (Segregation)

(شكل رقم 32) توسيع مكان التسوس وتعميقها حتى الوصول للجزء السليم

(شكل رقم 33) معالجة التسوس بمادة الجروت

- معالجة التعشيش (Honeycombing) :-

التعشيش هو عدم وصول الخرسانة فى بعض المناطق فى الصبة واسبابه كالتالى :-

- ❖ عدم استعمال الهزاز اثناء الصب او استعماله بشكل ضعيف.
- ❖ زيادة نسبة الماء فى الخرسانة مما يؤدى الى فصل مكونات الخرسانة.
- ❖ كثافة حديد التسليح وقرب المسافات بين حديد التسليح.
- ❖ وجود بعض العوائق فى القالب الخشبى تؤدى الى وقوف بعض قطع الركام بمنطقة ما وعدم وصول الخرسانة حولها.

وطريقة علاجه كالتالى :-

- ➢ توسيع منطقة التعشيش وتعميقها بزاوية 45 درجة مئوية.
- ➢ تنظيف الفتحات والثقوب بالهواء المضغوط جيدا.
- ➢ اذا كان عمق التعشيش 3 سم او اقل فيتم الحقن بخلطة اسمنتية غنية بالاسمنت مع ركام صغير (سيكا جراوت 214). (شكل رقم 34)

(شكل رقم 34) يلاحظ التعشيش و ظهور حديد التسليح

- معالجة التشققات الشبكية اوالسرطانية (Craze cracking):-

التشققات السرطانية تنتج عن إجهادات الشد التي يتعرض لها السطح وذلك نتيجة الفروق الواضحة في كمية الماء السطحية عن تلك المتوفرة في الطبقة الأدنى منها (الداخلية) وهي لا ترتبط بالزمن وإنما بالظروف المناخية القاسية كانخفاض الرطوبة النسبية، وكمية الاسمنت في الخلطة، وطريقة الهز للخرسانة مما يؤدي أحياناً إلى طبقة سطحية ناعمة وغنية بالماء. (شكل رقم 35)

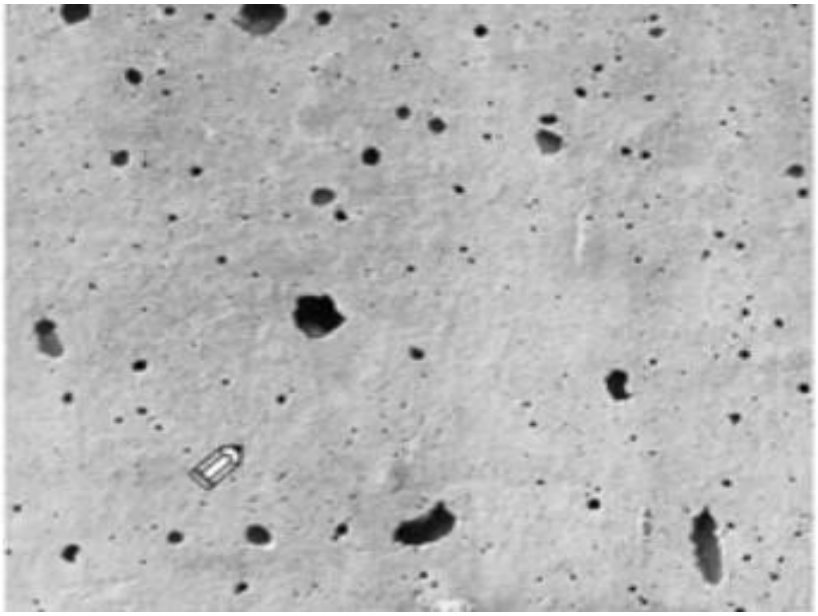
وطريقة علاجه هى تنظيف الشروخ من الغبار والاتربة ثم وضع خلطة لبانى من الاسمنت

(شكل رقم 35) يبين التشققات السرطانية

- معالجة الفقاعات او الثقوب (Bugholes) :-

تجدث نتيجة عدم الدمك الجيد للخرسانة بواسطة الهزاز الذى من وظائفه اخراج فقاعات الهواء الموجودة فى الخرسانة، وهى من العيوب السطحية الشكلية غير الانشائية.

وتمم معالجتها بتوسيع الثقوب وتنظيفا بالهواء المضغوط ومن ثم وضع الجراوت. (شكل رقم 36)



(شكل رقم 36) يوضح الفقاعات غلى سطح الخرسانة

الفصل الرابع

الصعوبات والتحديات

تركز هذا البحث فى مشروع انشاء نفق وكبرى بمدينة مسك غرب الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية (MISK CITY TUNNEL & BRIDGE PROJECT).

هذا المشروع قيد الانشاء وهو عبارة عن نفق خرسانى بطول 3 كيلومترات مقسوم الى 94 وحدة (Segments)، كل وحدة طولها 33 متر وبعرض 9.90 مترواارتفاع 5.60 متر وكذلك كبرى خرسانى بطول 80 متر وعرض 19 متر وارتفاع 6 متر.

ولأن النفق مقسوم الى وحدات، كانت هناك فرص جيدة لمتابعة انشاء بعض الوحدات من مرحلة اعداد الموقع وحتى صب الخرسانة.

فى هذا المشروع يوجد المالك (مدينة مسك) والمصمم والاستشارى والمقاول الرئيس ومقاولين من الباطن، وقد تمت متابعة انشاء بعض الوحدات فى كل المراحل الانشائية :-

- ملاحظة هامة : المنطقة المُقام عليها المشروع صخرية حيث لاتحتاج الى عمليات تسوية التربة من الردم (Backfilling) على طبقات والدك (Compaction) مع الماء.

❖ مرحلة اعداد الموقع :-

جدول عمل المقاول هو كامل الاسبوع ماعدا يوم الجمعة، يبدأ المقاول العمل من الساعة السابعة صباحاً فينتشر العمال والمراقب (Forman) و بعد ان تم الحفر والوصول للمنسوب المطلوب يبدأون فى اعمال تنظيف الموقع من الاتربة والاوساخ، بعدها تثبيت الشدة الخشبية لصبة خرسانة النظافة ثم يأتى المساح لعمل القياسات والمناسيب، بعد ذلك يتم ارسال طلب فحص (Request) من المقاول الى الاستشارى لاستلام النظافة والشدة الخشبية واعمال المساحة.

(شكل رقم 37 و38)

(شكل رقم 37) يوضح اعمال الحفر لإحدى الوحدات

(شكل رقم 38) يبين اعداد الموقع من اعمال النظافة والشدات الخشبية لصبة النظافة

بعدها يأتى المساح الاستشارى ويقوم بفحص وتأكيد القياسات والمناسيب والنظافة ثم يوقع على طلب الفحص ويعتمد الطلب حسب المخطط ثم يبدأ المقاول برش مبيد النمل (Anti-Termite) حسب المواصفات المطلوبة ثم يتم عمل طبقة بلاستيكية بعدها يطلب المقاول من المقاول إذن بصب الخرسانة (Blinding Concrete). (شكل رقم 8 و9 الفصل الثانى)

- ملاحظة هامة : اى نشاط يقوم به المقاول يسبقه طلب فحص (Request) يُقدم للاستشارى.

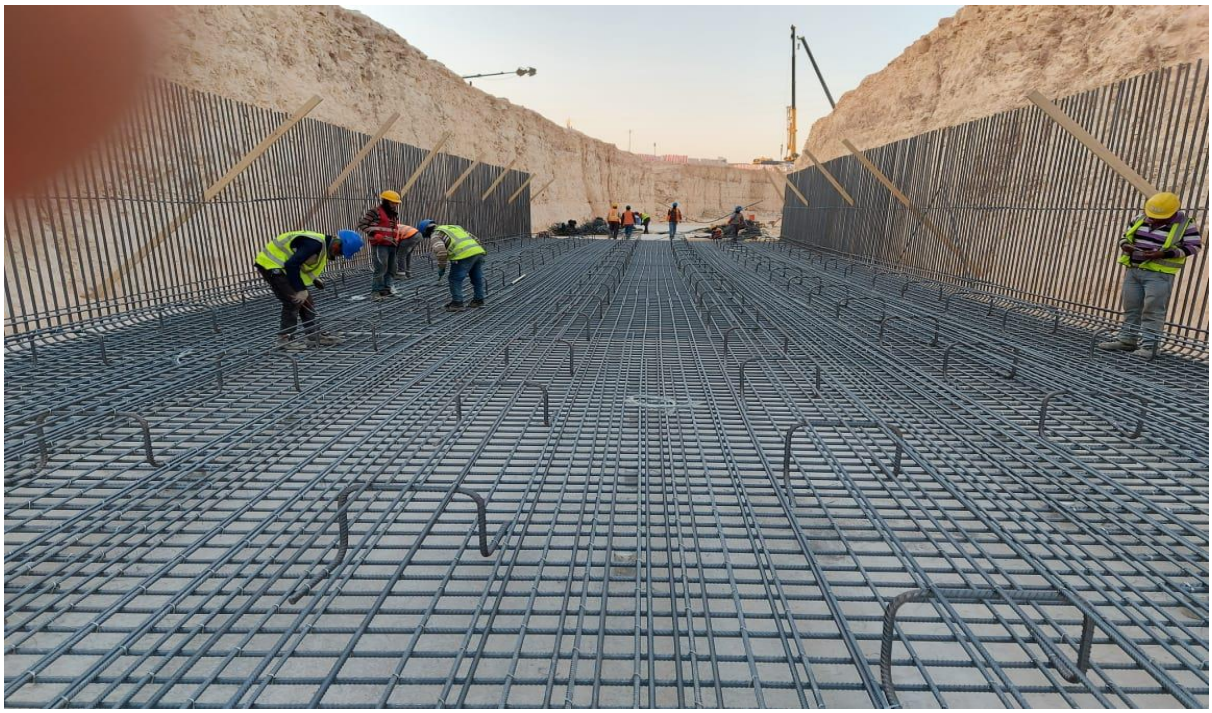
فى اليوم التالى بعد صب خرسانة النظافة، يتم عمل طبقة من البيتومين الحار أعلى الخرسانة تليها بعد مُضى ساعتين طبقة أُخرى ويستلم الاستشارى طبقة تلو الاخرى، بعد ان تجف الطبقة الثانية يتم عمل مناسيب 5 سم (بؤج) استعداداً لعمل طبقة حماية للبيتومين من اقدام العمال تسمى سكريد (Screed). (شكل رقم 10 الفصل الثانى) و (شكل رقم 39)

(شكل رقم 39) ويلاحظ اكتمال بعض الوحدات و إحدى الوحدات فى مرحلة الاعداد فرد طبقتى البيوتمين اعلى الطبقة البلاستيكية

❖ مرحلة صب القاعدة :-

بعد عمل طبقة السكريد يبدا المقاول برص الحديد وتقسيطه ووضع الكراسى والكانات والتربيط ثم يأتى الاستشارى ويفحص اشكال واقطار وعدد ونظافة الحديد والمسافات والتقسيط والغطاء الخرسانى (البسكوت) والتأكد من مواضع الكراسى وعددها حسب المخطط، وبعد اعتماد الاستشارى للحديد وعمل (Release) تبدأ اعمال الشدات الخشبية للقاعدة الخرسانية بعدها يتم الفحص لها والتأكد من جودة الخشب (Plywood) ومتانة التدعيم وتقفيل الفتحات ان وجدت.

(شكل رقم 40)



(شكل رقم 40) يبين اعمال الحديد و الشدات الخشبية

بعد استلام الاستشارى للفورم والحديد يطلب المقاول إذن صب القاعدة ويبدأ فى تنظيف الموقع من الاتربة وبقايا الاسلاك وكل الشوائب و رش الفورم بالماء استعداداً للصب.

يطلب المقاول من مصنع الخرسانة الجاهزة المعتمد بارسال الخرسانة، فتأتى اولا المضخة (Pump) ويتم تنصيبها فى المكان المناسب.

الآن نترك الموقع قليلاً ونذهب الى مكان فحص الخرسانة (Check Point) حيث تأتى سيارات الخرسانة (الخلاطات Mixers) لفحصها.

هذا المكان تم تجهيزه بادوات الاختبار وغرفة لعمل العينات ومكتب لتدوين النتائج وهو مخصص لفنى المختبرالمعتمد، فعند وصول اول خلاط يقوم الفنى وبحضور الاستشارى بفحص تذكرة الخلاط والتأكد من نوع الخرسانة وكميتها ووقت التحميل ووقت الخروج والوصول للموقع واسم السائق ورقم الخلاط.

بعد ذلك يتم تنزيل جزء من الخرسانة وقياس الحرارة وعمل اختبار القوام ، اذا كانت درجة الحرارة اكثر من ٣٢ فلا تعتمد واذا كان قوام الخرسانة اكثر من ١٩٠ ملم او اقل من ١١٠ملم فلا تعتمد الخرسانة ويتم إرجاع الخلاط الي المصنع.

كل خلاط يحمل تقريبا 9 متر مكعب من الخرسانة تزيد او تنقص حسب حجم الخلاط، اول 50 متر من الخرسانة يتم اخذ عينات بغرض التكسير بواسطة فنى المختبر وبحضور الاستشارى، ست عينات كل ٥٠ مترمكعب من الخرسانة الطازجة استعدادا لتكسيرها بعد ٧ ايام وبعد ٢٨ يوم.

نرجع مرة أخرى الى الموقع وقد تم ارسال الخلاطات المعتمدة من المختبر والاستشارى ويدأت بإفراغ الخرسانة داخل المضخة وبدأت عملية الصب. (شكل رقم 41)

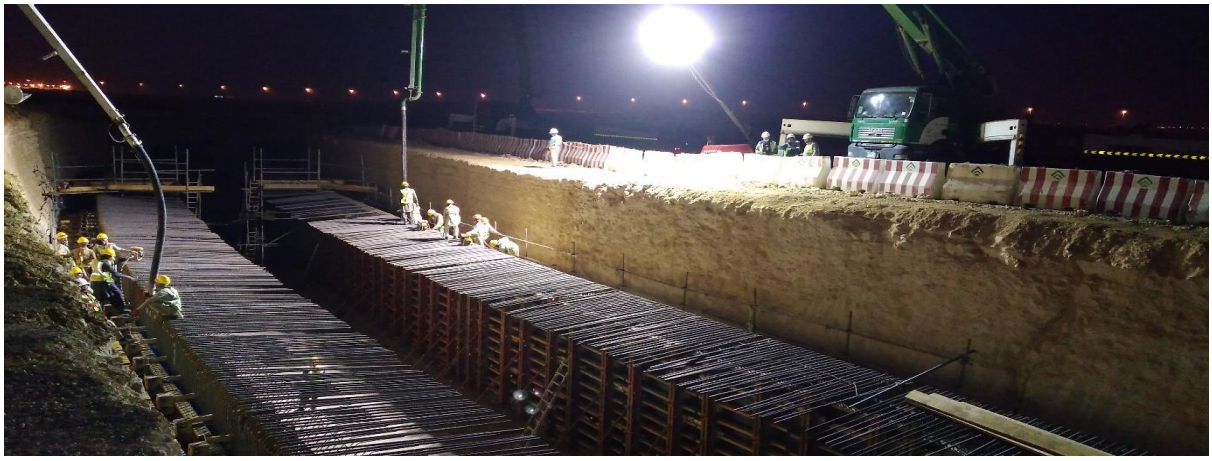
(شكل رقم 41) عملية صب خرسانة إحدى القواعد ويلاحظ اصطفاف الخلاطات وإفراغ الخرسانة داخل المضخة

❖ مرحلة صب الجدارين :-

بعد صب القاعدة والمعالجة وفك الشدات الخشبية يتم تجهيز حديد الجدران والفورم واستلام الاستشارى. (شكل رقم 42)

(شكل رقم 42) يلاحظ تجهيز الجدران والشدات الخشبية

بعدها يتم صب الخرسانة وعمل المعالجة. (شكل رقم 43)



(شكل رقم 43) عملية صب الجدارين بمضختين اثناء الليل

❖ مرحلة صب السقف :-

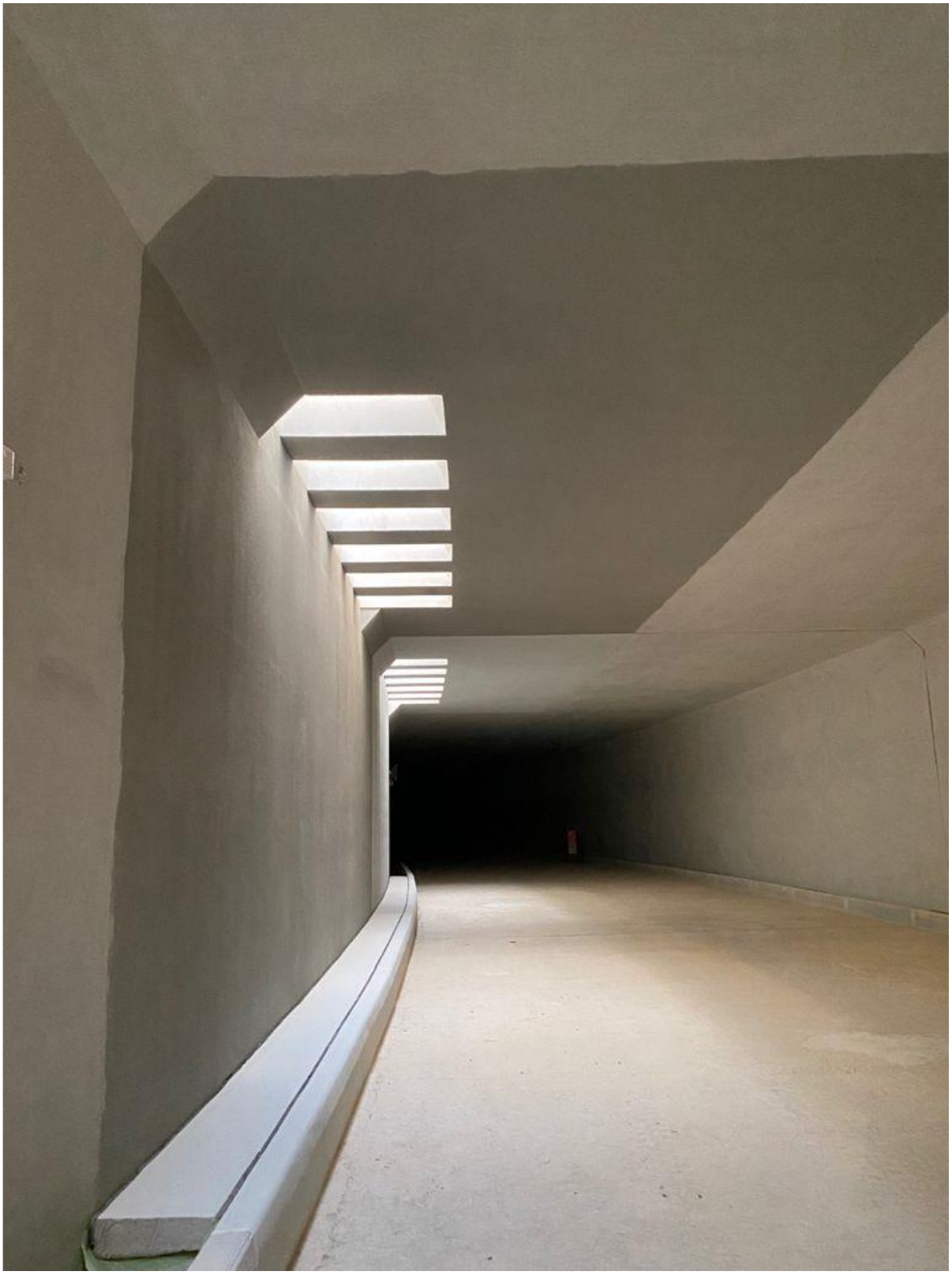
بعد مرور 7 ايام من صب الجدارين يبدأ المقاول فى عمل الشدة الخشبية للسقف وفرد الحديد حسب المخطط وبتابعة ومراقبة الاستشارى، ثم تبدأ عملية الصب. (شكل رقم 42)

(شكل رقم 42) عملية صب السقف

❖ مرحلة التشطيب ومعالجة العيوب :-

بعد صب السقف تكون الوحدة قد اكتملت، وبدأت عمليات معالجة التشققات والشروخ كما تبين فى الفصل الثالث. (شكل رقم 44 و 45)

(شكل رقم 44) وقد تم اكتمال الوحدة وصب القاعدة والجدارين والسقف وفك الشدات الخشبية



(شكل رقم 45) شكل النفق من الداخل وقد تمت عملبات الاصلاح (Repair)

الفصل الخامس

النتائج والفوائد المستخلصة

لماذا لا يوجد فى هذا المشروع محل البحث عيوب إنشائية خطيرة مطلقاً ؟

الجواب يأتى فى شقين، الشق الاول ماقبل التنفيذ والشق الثانى من بدء التنفيذ وحتى اكتمال المشروع :-

- ما قبل التنفيذ :-

لأن مالك المشروع عَيَّن مصمم معتمد للمشروع يمتاز بسابقات اعمال وخبرات ابعدته من الوقوع فى الاخطاء التصميمية، حيث بنى تصميمه على تقرير التربة ومعتمدا على قدرة تحمل التربة فصمم الاساسات فالقواعد فالجدران ثم السقف فكانت النتيجة منشأ آمن.

- من بدء التنفيذ حتى اكتمال المشروع :-

لأن مالك المشروع عَيَّن استشارى معتمد للمشروع صاحب سيرة ذاتية غزيرة بالخبرات والاحترافية العالية مكنته من متابعة ومراقبة المشروع ونصح وارشاد للمقاول حسب المخطط والمواصفات المطلوبة حتى وصل بالمشروع الى بر الأمان.

مما سبق نستنتج ونستخلص الفوائد التالية :-

- ✓ يُنصح بل يجب على مُلَّاك المشاريع العامة أو الخاصة تعيين مصمم معتمد وكذلك استشارى معتمد.

- ✓ عمل الفحوصات والاختبارات للتربة قبل البدء فى تنفيذ المشروع، فقد عرفنا كيف أنَّ المصمم المُعتمد يعتمد اعتماداً كاملاً على تقارير فحوصات واختبارات التربة وكيف ان معرفة قدرة تحمل التربة هى أُس التصميم.

- ✓ التربة الصخرية هى من افضل انواع التربة فهى تمتاز بقدرة تحمُل عالية وكذلك لا تحتاج لعمليات التسوية والردم والرش والدمك.

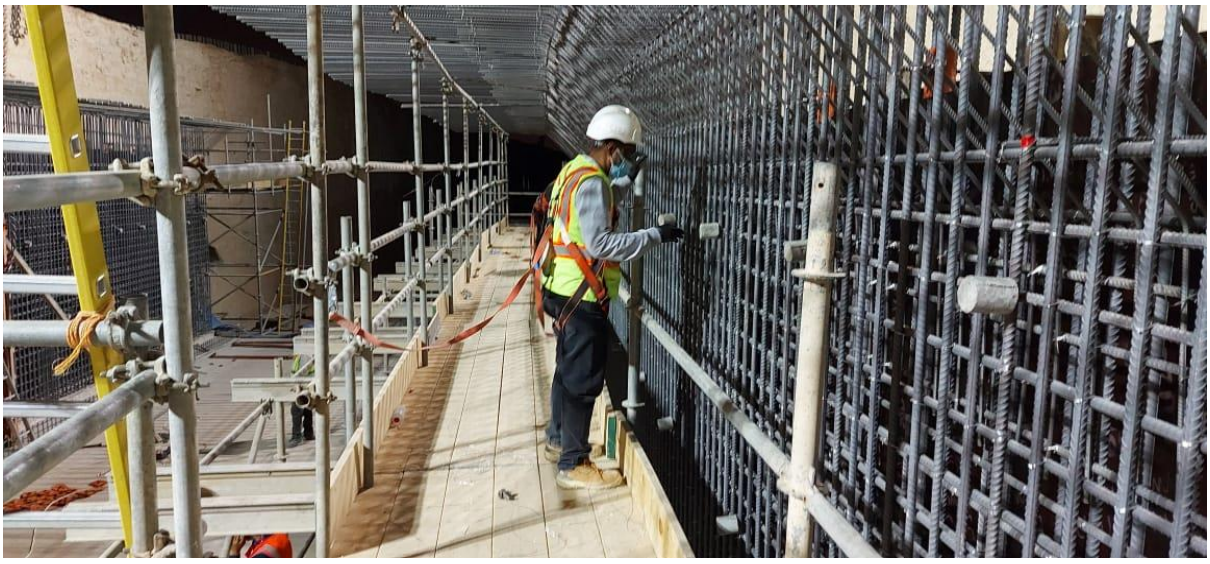
- ✓ الالتزام بتطبيق الكود المعروف فى المنطقة، إذ أنَّ الكود يهدف إلى وضع الحد الأدنى من المتطلبات والاشتراطات التي تحقق السلامة والصحة العامة من خلال متانة واستقرار وثبات المباني والمنشآت وتسهيل سبل الوصول إليها وتوفير البيئة الصحية والإضاءة والتهوية الكافية، وترشيد المياه والطاقة وحماية الأرواح والممتلكات من أخطار الحريق والزلازل وغيرها من المخاطر المرتبطة بالمباني، ويحظر تطبيق أي كود آخر يتعارض معه على جميع أعمال البناء والتشييد في القطاعين العام والخاص حسب تصنيف المباني، بما في ذلك تصميم البناء وتنفيذه وتشغيله وصيانته وتعديله.

- ✓ يجب الإلتزام التام بإجراءات وتعليمات الامن والسلامة فى بيئة المشروع،

فكل من يعمل فى الموقع من عمال ومراقبين ومشرفين ومهندسين واستشاريين عليهم لبس احذية السلامة (Safety Shoes) وخوذة الرأس (Helmet) و السترة العاكسة للضوء (Vest) والقفازات (Gloves) وكذلك حزام الأمان (Harness) فى الاماكن المُرتفعة. (شكل رقم 46)

كذلك تأمين الطرق والممرات داخل المشروع وإزالة كل ما يعوق الحركة ورش الماء عند تصاعد الاتربة والغبار و توفير الاضاءة الكافية والمستمرة اثناء العمل الليلى.

ايضاً متابعة ومراقبة معدات الرفع عند التحميل والرفع والتنزيل وكذلك الشاحنات الثقيلة عند تفريغ المواد الانشائية مثل الحديد والركام وصبات السلامة (Barriers).



(شكل رقم 46) يبين الالتزام بتعليمات الامن والسلامة

الخاتمة

المنشآت الخرسانية اصبحت من المنتجات الأكثر طلباً فى سوق الإنشاءات فى عصرنا الحالى الذى اتسم بالتكنولوجيا والتطور المتسارع، وذلك بسبب متانة المُنتج وإستدامته وتكاليفه الإقتصادية مقارنة بالمُنتجات الأخرى، و لذلك نجد الاهتمام المتزايد بتطوير البناء الخرسانى فى جميع مراحله، بداية من معرفة المناخ والتضاريس وطبوغرافية الارض والزلازل والرياح ومستوى المياه الجوفية ونوع وشكل وتحمُل التربة، ثم الطفرة العالية فى مصانع الحديد وعمل الاختبارات المكثفة وتأكيد الجودة، وكذلك مصانع الخرسانة الجاهزة والرقابة على مراحل الانتاج ومصانع مواد العزل الحرارى والمائى والصوتى ومصانع البوية والجبس وحتى الوصول الى منشأ متين وآمن.

وهذا الاهتمام والتطور فى صناعة المنشآت الخرسانية صاحبه بالتوازى الاهتمام والتطور فى معالجة العيوب الإنشائية وغير الإنشائية، فنجد التطور فى إنتاج مواد التقوية والاصلاح مثل البوليميرات المسلحة بالألياف (Fibre Polymers Reinforced) ، الإيبوكسي، اليوريتان، السليكون، البولي سلفيد، المونة الأسفلتية والبوليمرية.

المراجع

1- كتاب (اصلاح وتقوية الاعضاء الخرسانية) تأليف أ.د/ شريف ابو المجد

2- مادة علمية (الشروخ فى المنشأت الخرسانية) اعداد م.سلوى عبد الكريم حلمى عبدالله

3- مادة علمية (تكنولوجيا الخرسانة) اعداد محمد حمود مهنا

4- كتاب (هندسة الأساسات 2) تأليف الأستاذ الدكتور عبد الفتاح القصبى

5- (تقييم وتهيئة المنشآت الخرسانية) قناة المهندس محمد التِلبانى على اليوتيوب

6- برنامج مراقبة جودة الانتاج فى مصانع الخرسانة الجاهزة فى مدينة الرياض اعداد امانة الرياض

7- كتاب (أضواء على البحث والمصادر) تأليف الدكتور عَبد الرحمن عمَيرة