كوفراج الأسقف (المحاضرة الثانية والثالثة)

أعمال الكوفراج

١. كوفراج البلاطة العادية المصمته

٢. كوفراج بلاطات الهوردي

٣. كوفراج البلاطات المعصبة بإتجاهين

٤. كوفراج الأقواس

٥. كوفراج القباب

٧ــ١١ــ أعمال الكوفراج الخشبي الخاص بالبلاطات والقباب :

٧ــ١١ــ١ــ كوفراج البلاطة العادية المصمته :

يتم بداية عمل **كوفراج الجوائز** ثم عمل كوفراج البلاطة :

١ــ يؤخذ منسوب ثابت على الأعمدة المصبوبة، بعد فك كوفراجها، أقل من منسوب أسفل الجوائز المعطى بواسطة خرطوم الشقلة، وتعمل أساور على محيط الأعمدة، ثم ترفع إلى منسوب أسفل الجائز المحدد وتقل عنه مسافة ٢,٥سم سماكة خشب العتبة .

٢ــ يركب الجنب الداخلي للجائز مع العتبة كما هو الحال بالنسبة لكوفراج جوانب الشيناج، بفرق واحد هو أن القاعدة العليا لكعب المورين المركب على الجنب يجب أن تقع في مستوى واحد مع حرف لوح الدف الأعلى من الجنب الداخلي، وذلك لأن دف السقف سينفذ بنفس ارتفاعها، ويُركب هذين الجزئين على الاساورتين الموجودتين على العموديين الحاملين لهذا الجائز، وفي حال استناد الجائز على جدار فلا حاجة لوجود العتبة، ويؤجل تركيب الجنب الخارجي حتى الانتهاء من تركيب كوفراج البلاطة . الشكل (٧-٣٧)

٣ــ يدعم هذا القسم بالدعمات، ويؤخذ ارتفاعها أقل من المسافة بين الجائز والأرض، ويتم وضع طبشات أو كعب مورين أو بلوك تحتها لزيادة سطح الاستناد وتلافي ظاهرة الثقب بعد صب البيتون . الشكل (٧-٣٧)

عمل كوفراج البلاطات :

١ــ نبدأ بتركيب القشاط على جنبين داخلين متقابلين، بحيث يكون هذين الجنبين متعامدين مع الاتجاه الأمثل لفرش الدف بالطول الكامل (٤م)، وإذا كان البعد أكبر من ٤م، عندها يجري وصل المورين الحامل لدف السقف (**الفرس**) بواسطة طبشات على المستوى الأفقي، ودعمة مجهزة بلسان شاقولي يثبت بالمسامير على جانبي الوصلة .

٢ــ بعد تثبيت القشاطات يتم فرش مورين الفرس بتباعدات في حدود ٥٠-٦٠سم، وتدعم بالدعمات مع الأرض .

٣ــ يتم مد مورين **الفرشة أو الصلي** باتجاه متعامد مع مورين الفرس .

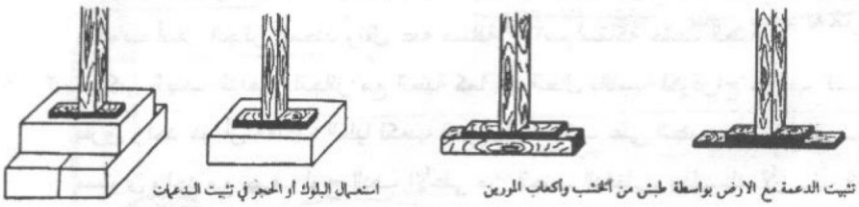
٤- يفرش الدف بشكل عمودي على مورين الصلي ويثبت بالمسامير، ويمكن الاستعاضة عن الدف بألواح من خشب اللاتيه أو ألواح معدنية .

https://manara.edu.sy/

٥- تركب الجوانب الخارجية الخاصة بالجوائز، والتي يكون ارتفاعها مساوياً لارتفاع الجلتز مع البلاطة مضافاً إليه ٢,٥سم سماكة التراكب مع خشب العتبة .

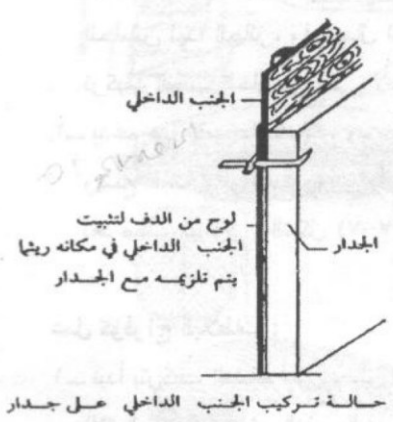
٦- بعد تركيب الجنب في مكانه يدق في منطقة التراكب بالمسامير، ثم يثبت بواسطة القضبان، ويمكن أن تربط الجوانب الخارجية مع سطح كوفراج البلاطة بواسطة أسلاك معدنية حتى لا تفتح أثناء الصب، أو نقوم بتثبيتها مع المورينة الأفقية للعتبة .

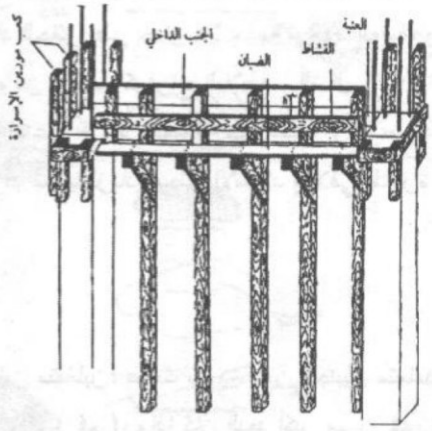
الشكل (٧-٣٨)



تثبيت الدعمة مع الارض بواسطة طبش من الخشب وأكعاب المورين

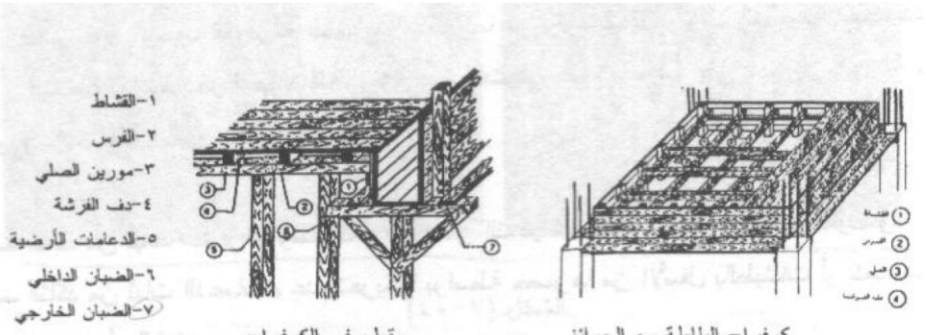
استعمال البلوك أو الحجر في تثبيت الدعمات





تركيب الجنب الداخلي والعتبة على الأسوارتين

https://manara.edu.sy/



مقطع في الكوفراج

كوفراج البلاطة مع الجوائز

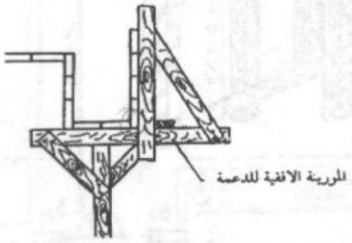
-تثبت الجنب الخارجي بالأسلاك

-تثبت الجنب الخارجي بالمورين

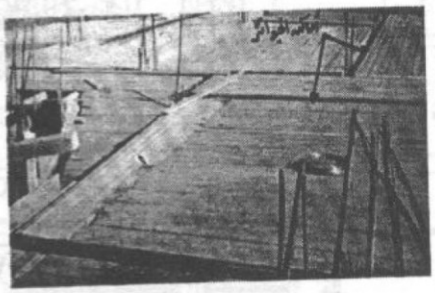
تراكب مورين الفرشة

تثبيت الدعمة على الفرس

وصل مورين الفرس



ربط الجنب الخارجي مع المورينة الأفقية في الدعمة



كوفراج السقف

https://manara.edu.sy/

٧ــ في حالة البلاطة المصمتة التي ترتكز مباشرة على الجدران الحمالة (لاوجود لجوائـــز)، فإننا نقوم بتركيب الكوفراج الخشبي للسقف كما هو وارد سابقاً، ويؤخذ المنسوب المحـــدد للبلاطة بواسطة **خرطوم الشقلة**، وتدق مورينات في هذا المنسوب على الجدران الحمالة .

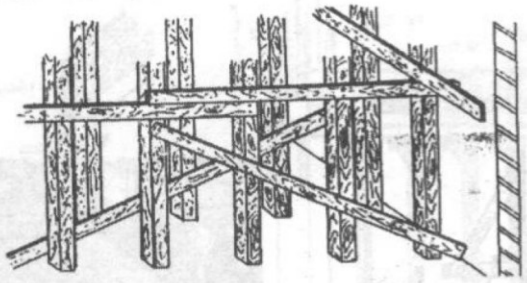
ويجب ملاحظة الأمور التالية قبل الصب:

ــ التأكد من ثبات الكوفراج وتماسكه والتأكد من التدعيمات خاصة تحت الأفراس الموصولة.

ــ التأكد من ثبات الدعمات وعدم تحريكها بواسطة حصرها من الأسفل بالطبشات أو كعـــب المورين أو البلوك .

ــ التأكد من ربط الدعمات على المستوى الأفقي والمائل بواسطة ألواح خشبية مثبتة عليـــها بالمسامير والأربطة المائلة، وتثبت بالأرض أو على الجدران وتحصر بشكل جيد .

الشكل (٧-٣٩)

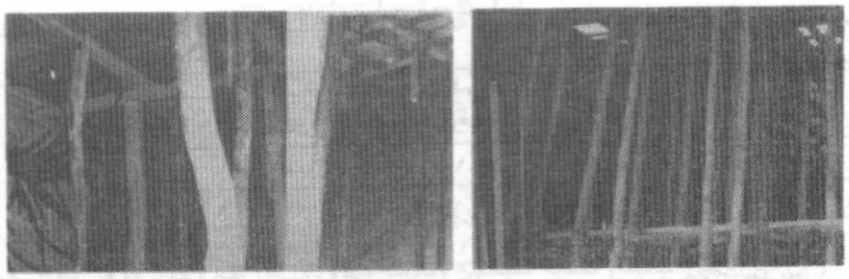


تدعيم البلاطة من الأسفل

الشكل (٧-٣٩)

ــ يمكن أن يتم التدعيم بجذوع الأشجار المستقيمة والمتينة (الحور مثلاً)، على أن لا يقـــل قطر الجذع في أرفع منطقة عن ٨سم، أو بواسطة عناصر معدنية شـــاقولية عبـــارة عـــن قساطل حديدية . الشكل (٧-٤٠)

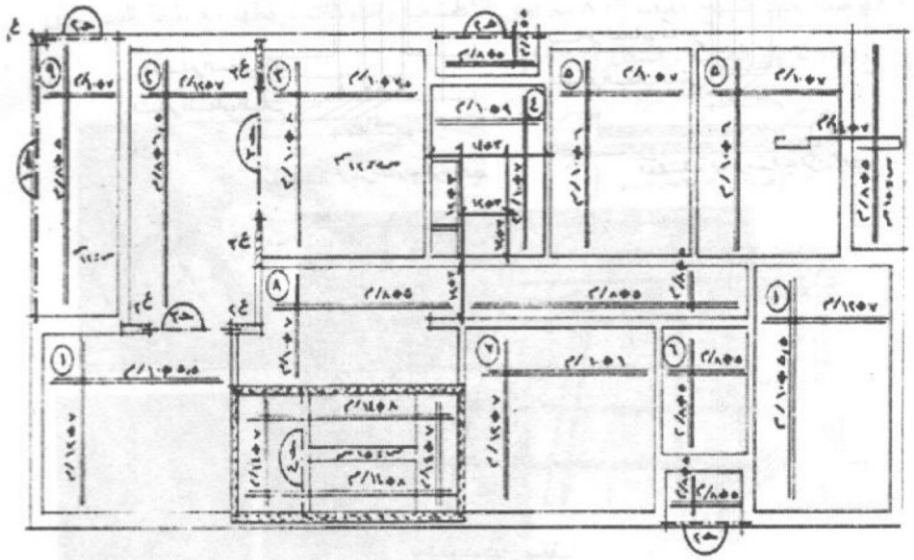
https://manara.edu.sy/



الشكل (٧-٤٠)

ـ التأكد من تنفيذ حديد تسليح البلاطة والجوائز كما هو وارد في المخططات .

الشكل (٧-٤١)

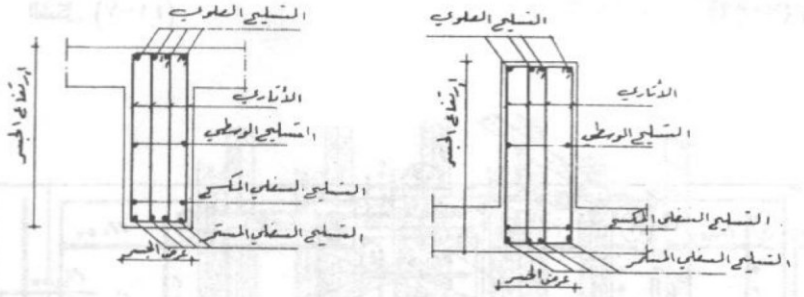


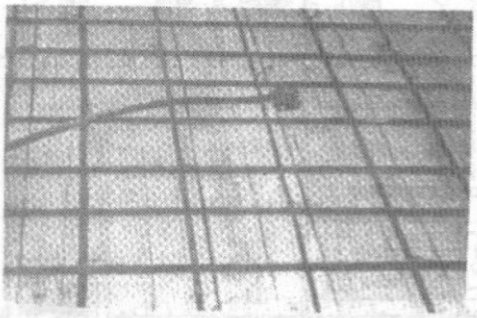
تفريد الحديد لسقف

https://manara.edu.sy/

جدول تسليح الجوائز لمبنى

رقم الجسر	أبعاد الجسر		التسليح السفلي		التسليح العلوي	التسليح الوسطي	الأساور	ملاحظات
	عرض	ارتفاع	مستمر	مكسح				
ح١	١٥	٦٠	١٨ ⌀ ٢	١٦ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	⌀٨/٢٠ سم	مقلوب
ح٢	١٥	٦٠	١٢ ⌀ ٣	-	١٠ ⌀ ٣	١٠ ⌀ ٣	⌀٦/٢٠ سم	"
ح٣	٢٠	٧٠	١٤ ⌀ ٢	١٢ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	⌀٨/٢٠ سم	مستطيل
ح٤	٤٠	٢٠	١٨ ⌀ ٣	١٦ ⌀ ٢	١٦ ⌀ ٣	-	⌀٨/١٠-١٥ سم	مقلوب
ح٥	١٥	٦٠	١٢ ⌀ ٢	١٢ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	⌀٦/٢٠ سم	"
ح٦	٢٠	٥٠	١٨ ⌀ ٢	١٦ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	-	⌀٨/١٥-٢٠ سم	مستطيل
ح٧	٢٠	٣٠	١٤ ⌀ ٢	١٢ ⌀ ٢	١٠ ⌀ ٢	-	⌀٨/٢٠ سم	"
ح٨	٢٠	٨٥	٢٠ ⌀ ٦	-	١٤ ⌀ ٣	١٠ ⌀ ٤	⌀٨/١٥-٢٠ سم	مقلوب





حديد تسليح سقف

https://manara.edu.sy/

ـ من أجل الأسقف ذات الحمولات الذاتية الكبيرة والارتفاعات العالية، فإنه يمكن عمل سقف خشبي وسطي يستند على دعامات سفلية، تستند الدعامات العليا عليه، لكن من المفضل استخدام الدعامات المعدنية المرتبطة بجوائز معدنية شبكية مصنوعة من قساطل مفرغة .

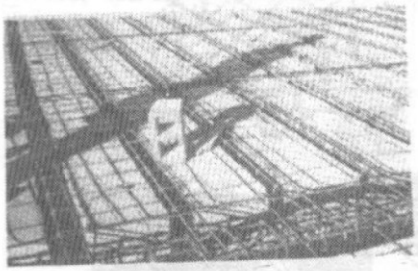
٧ـ١١ـ٢ـ كوفراج بلاطات الهوردي :

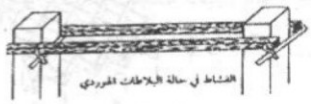
(إن الفرق بين البلاطة العادية المصمته وبلاطة الهوردي هو عدم وجود جوائز متدلية، واستخدام البلوك المفرغ في السقف) .

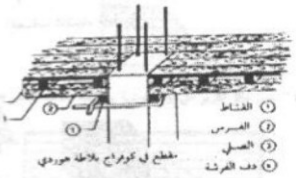
١- يتم تحديد منسوب أسفل البلاطة بواسطة مورين يثبت على كل عمودين متجاورين ومتقابلين، وينفذ الكوفراج كما هو الحال سابقاً .

٢- يتم تحديد مساقط خطوط البلوك والأعصاب على الكوفراج، وبعدها يصف البلوك ويجهز حديد التسليح الخاص بالأعصاب وينزل في مكانه، والوجه المفرغ من البلاطة الهوردي يسد بأكياس الورق أو كسر البلوك .

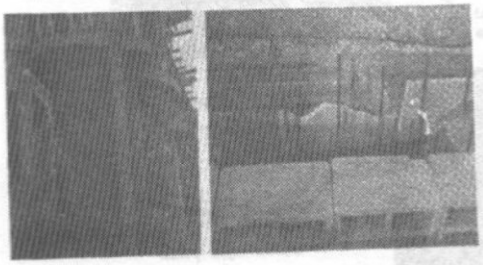
٣- يوضع حديد تسليح خفيف ٦-٨ مم فوق الأعصاب والبلوكات لربطها مع طبقة البيتون فوقها، ثم يتم الصب . الشكل (٧-٤٢)

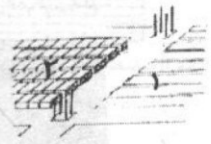






مقطع في كوفراج بلاطة هوردي





١-خطوط تعليم أماكن البلوك
٢-بلوك هوردي مصفوف

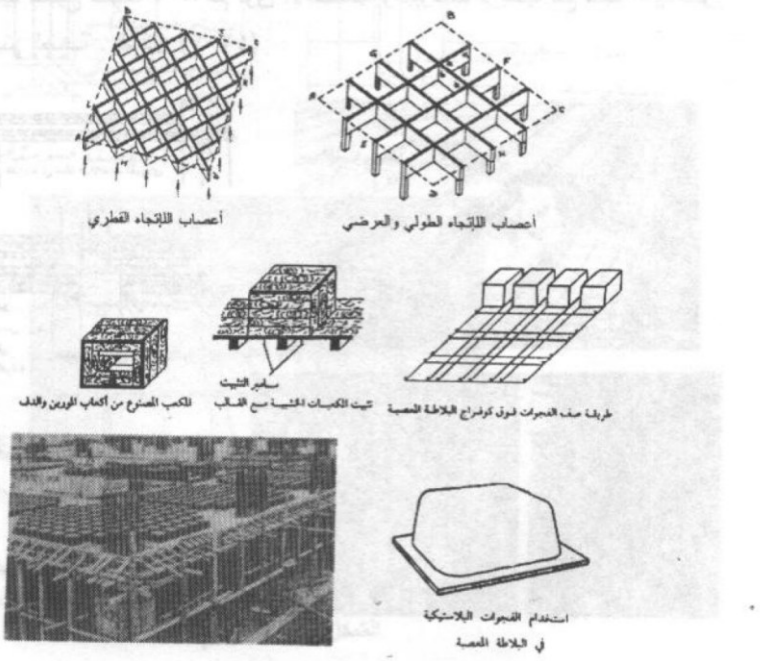
٧ـ١١ـ٣ـ كوفراج البلاطات المعصبة باتجاهين :

١- يتم بداية تنفيذ الكوفراج الخشبي بنفس طريقة كوفراج بلاطة الـــهوردي، حيـث يكـون سطحه مساوياً لمنسوب أسفل جوائز البلاطة المعصبة .

٢- اعتماداً على المخططات الإنشائية، يتم تحديد أماكن وأبعاد الجوائز والفجوات المتعاقبـــة بين عمودين بدق مسمار في كل نقطة، ويشد خيط بين كل مسمارين متقابلين، نقوم بنفـس العمل في الاتجاه الأخر ونحصل على شبكة من الخطوط تحدد أماكن الجوائـــز وأمـــاكن الفجوات .

٣- اعتماداً على مكعبات مسبقة الصنع من البلاستيك أو المعدن، وتساوي أبعاد الفجوة، نقـوم بوضعها في مكانها المخصص، أو بواسطة مكعبات من الخشب المجهزة في الورشة، ثـم نقوم بوضع حديد التسليح في المكان المخصص، في حال استخدام مكعبات البلاســـتيك أو المعدن فلا حاجة لوجود كوفراج على كامل السقف، بل يُكتفى بوضعه تحت المكعبات .

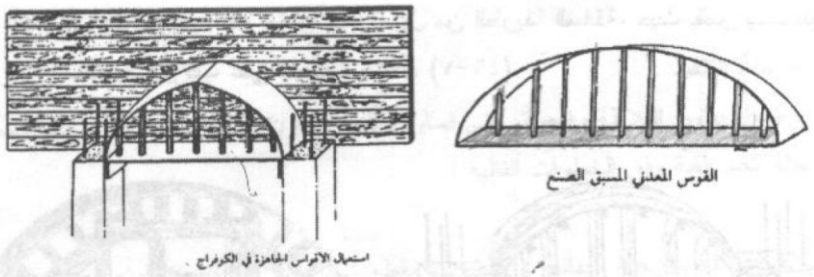
٤- تركب الجوانب الخارجية ويصبح الكوفراج جاهزاً للصب . الشكل (٧-٤٣)



https://manara.edu.sy/

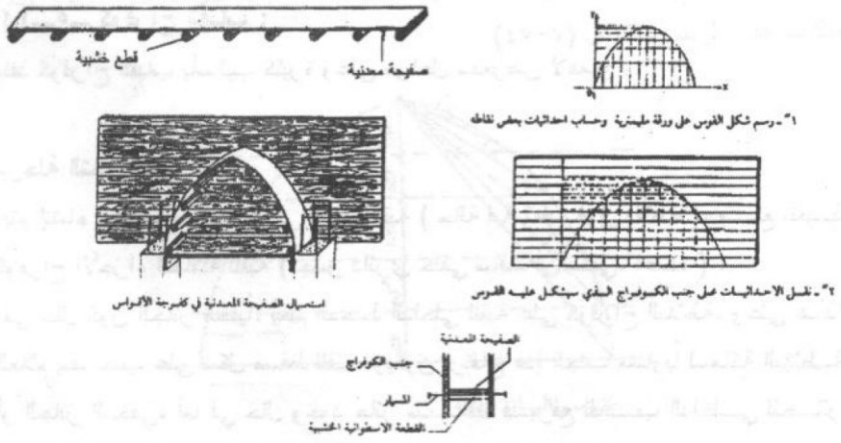
٧ــ١١ــ٤ــ كوفراج الأقواس :

ويتم تشكيل كوفراجها من المعدن مسبقاً وحسب عرض القوس وارتفاعه، ثم يركب في مكانه ويثبت مع الجنب المركب سابقاً، و بعد تنفيذ حديد التسليح يركب الجنب الأخر ويصب البيتون . الشكل (٧-٤٤)



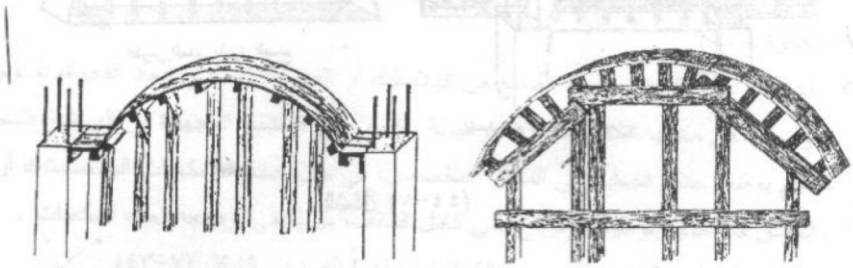
الشكل (٧-٤٤)

ويمكن تجهيز الكوفراج في الورشة بواسطة لوح من الصاج مدعم بقطع خشبية أسطوانية، حيث نقوم برسم القوس على الجنب المركب سابقاً ثم نطابقه مع لوح الصاج، وعند المطابقة يتم تثبيت الخشب المثبت على الصاج مع خشب الجنب، ثم ينفذ حديد التسليح ويصب البيتون . الشكل (٧-٤٥)



https://manara.edu.sy/

أما إذا كان الكوفراج من الخشب، فيتم رسم القوس على الجنب، وتقسيمه إلى قطاعات صغيرة يمكن تشكيلها من قطع الخشب المنقوع بالماء لمدة ٢٤ساعة، ليصبح الخشب أكثر طواعية في التشكيل، بعد رسم القوس مرة أخرى على الأرض وتقسيمه إلى قطاعات لها نفس الشكل والأبعاد المرسومة على الجنب، نقسم الخشب وفق هذه القطاعات ويربط مع بعضه على الأرض ثم ينقل إلى مكانه ويركب على الجنب . وقد يستعمل أيضاً الخشب المعاكس بعد نقعه بالماء ويجري تقويته بقطع خشبية وهو أسهل من الطريقة السابقة، حيث يقص بالطول والعرض المطلوبين ويركب على الجنب . الشكل (٧-٤٦)



الكوفراج الخشبي العادي للأقواس

الشكل (٧-٤٦)

٧ــ١١ــ٥ــ كوفراج القباب :

ينفذ كوفراج القباب بأساليب كثيرة وعلى مراحل سنعرض لأهمها :

مرحلة التحضير :

١ــ يتم إنشاء الكوفراج للبلاطة التي تحمل القبة (حالة قبة منفذة فوق بلاطة)، مع تنفيذ كوفراج الأجزاء الحاملة للقبة (جسر دائري حلقي ساقط أو مخفي، أعمدة) .

٢ــ في حال كون الجائز مخفياً، يُعلم المحيط الداخلي للقبة على كوفراج البلاطة، وعلى هذا العلام ينفذ جنب على شكل مسقط للقبة، ويكون ارتفاع هذا الجنب مساوياً لسماكة البلاطة أو الجائز المخفي، أما في حال وجود جائز ساقط فيرفع الجنب الداخلي للجائز (الجنب المقابل للسطح الداخلي للقبة) بمقدار سماكة البلاطة .

https://manara.edu.sy/

٣ــ ينفذ حديد تسليح البلاطة والجوائز، ويجب رفع حديد تسليح القبة المشترك مع البلاطة والجوائز نحو الأعلى، بطول لا يقل عن طول التماسك المطلوب والملحوظ في المخططات .

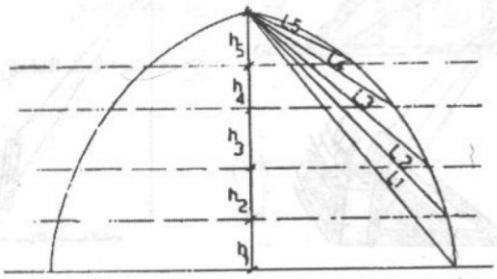
٤ــ يجري صب البلاطة والجوائز وفق الطرق المعروفة، ويجب ترك المنطقة المشتركة بين البلاطة والقبة بخشونة مناسبة حتى يتم التلاصق مع بيتون القبة بشكل جيد .

مرحلة التنفيذ :

بعد وصول بيتون البلاطة والجوائز إلى قساوة مناسبة (أربعة أيام على الأقل)، يبدأ العمل بمرحلة تنفيذ القبة وفق الخطوات التالية :

١ــ على ورقة خارجية (بيانية)، يتم رسم مقطع شاقولي للقبة مار من قمتها بمقياس معين، وعلى هذا المقطع يتم تقسيم سهم القبة (ارتفاعها) إلى أقسام تصغر كلما اقتربنا من القمة ($h_1, h_2, \ldots$)، والعوامل التي تحدد أبعاد هذه الأقسام هي : حجم القبة، الدقة المطلوبة، المواد المستعملة (حجر ــ بيتون مسلح ــ آجر)، فقط القسم الأخير يكون ارتفاعه محدداً مسبقاً، مساوياً لارتفاع القطعة الخشبية أو المعدنية المسبقة الصنع، والتي تستعمل لكفرجة ما يدعى بالقفل أي قمة القبة .

من نهاية هذه الأقسام تنشأ مستقيمات أفقية تتقاطع مع المنحني المحدد لمقطع القبة الشاقولي، وتقاس المسافة ما بين قمة القبة ونقطة التقاطع (الأطوال $L_1 - L_2 - L_3 \ldots$) وتكتب على الرسم . الشكل (٧-٤٧)



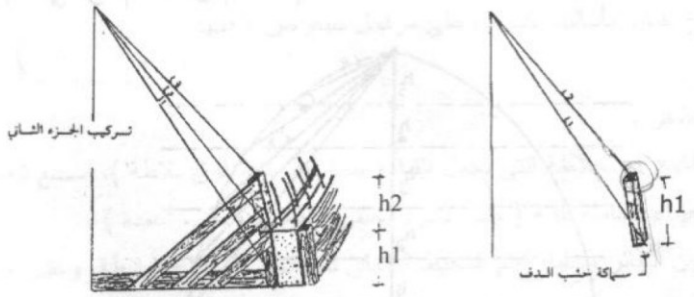
الرسم البياني للقبة

https://manara.edu.sy/

٢ــ ننتقل إلى مكان العمل، وننصب مورينة مكان محور القبية بشكل شاقولي وبطول يساوي الارتفاع الداخلي للقبة، ونركز في رأسها مسمار يربط بها خيط (تدعى المورنية بالدليل)، وبواسطة هذا الخيط، وبعد تحديد الطول L_1 عليه وتدويره حول المسمار، نحصل على منحني يمثل مسقط القبة الأفقي (المحيط الذي يحدده الطول L_1) .

٣ــ على المحيط نقوم بتركيز أكعاب مورين طولها يساوي الارتفاع h_1 (أو أكبر)، الحرف السفلي للوجه الخارجي لكل كعب (الوجه الملامس للسطح الداخلي للقبة) يتوضع على بعد يساوي سماكة خشب الدف من المحيط الذي يحدده الطول L_1 ، أما على الارتفاع h_1 من أسفل هذا الوجه فيكون متوضع على المحيط الذي يحدده الطول L_2 (يحدد هذا المحيط بقياس طول L_2 على الخيط وتدويره حول المسمار)، أيضاً يكون حرف كعب المورين على بعد يساوي سماكة خشب الدف المستعمل . تثبت الأكعاب على هذا الشكل بالطرق المعروفة (مثلاً الثقالات والدفشارات)، ثم وبمقابل كل كعب وعلى بعد يساوي سماكة جدران القبة يثبت كعب مورين آخر يوازي كعب المورين الأول (إذا كانت سماكة القبة ثابتة)، هذا الكعب يستعمل بتشكيل الجنب الخارجي لجدار القبة .

٤ــ تؤخذ ألواح الخشب المستعملة في تشكيل الجوانب بسماكة صغيرة (١سم) على الأكثر، وتنقع بالماء بمدة لا تقل عن ٢٤ساعة لتحصل على ليونة كافية، تؤخذ بعدها وتثبت على مورين الجنب الداخلي والخارجي، بحيث ينتج لدينا في النهاية كوفراج يميل عن الشاقول قليلاً . الشكل (٧-٤٨)



تركيب الجزء الثاني　　تركيب الجزء الأول

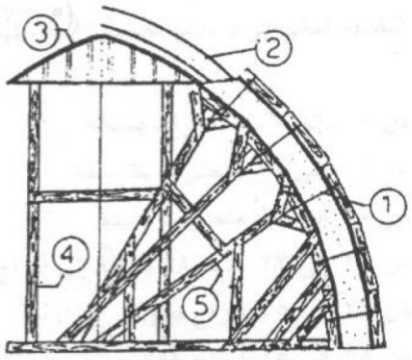
https://manara.edu.sy/

٥ــ بعد تنفيذ شبكة التسليح المطلوبة يجري صب هذا القسم، ويجب رفع حديد التسليح المشترك مع الأقسام العلوية للأعلى .

٦ــ ينفذ كوفراج الارتفاع الثاني h_2 بعد الجزء h_1 وبدون فكه، وأما طريقة التنفيذ فتبقى نفسها كما هي في الجزء h_1 . يثبت الحرف السفلي للوجه الداخلي لكعب المورين على المحيط L_2، وعلى بعد يساوي سماكة الخشب وعلى الارتفاع h_2 ، يكون هذا الوجه متوضع على المحيط الذي يحدده L_3 وعلى بعد منه يساوي سماكة الخشب أيضاً، كما ينفذ جنب خارجي موازٍ له وعلى بعد يساوي سماكة القبة .

٧ــ تكرر العملية على الأجزاء h_3 ــ h_5 ــ h_4 .... بنفس الطريقة حتى نصل إلى القسم الأخير (القفل)، ويجب الانتباه إلى عدم فك الكوفراج الداخلي لهذه الأقسام .

٨ــ ينفذ القفل بتثبيت كوفراجه الجاهز في مكانه بشكل جيد، وتنفذ شبكة حديد التسليح ثم تجري عملية الصب بدون استعمال جنب خارجي، وذلك بالاعتماد على بيتون ذو سيولة قليلة. الشكل (٧-٤٩)



① قضبان (6mm) لربط الجنبين مع بعضهما
② قضبان تسليح القبة
③ كوفراج قمة القبة المجهز مسبقاً «القفل»
④ دعائم القفل
⑤ دعائم الجنب الداخلي

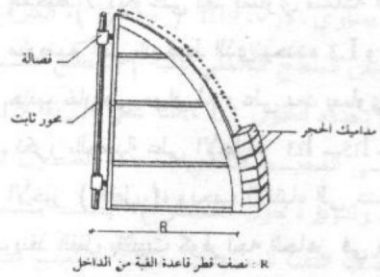
الشكل (٧-٤٩)

ملاحظة :

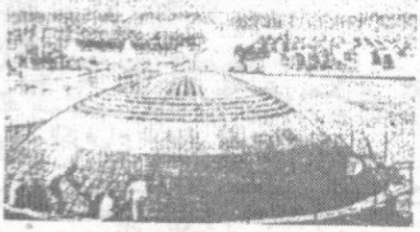
من الممكن تنفيذ الجنب الداخلي للقبة دفعة واحدة بنفس الطريقة المعروضة سابقاً، أما الجنب الخارجي فيُجزأ على مراحل للصب، وتصب المرحلة الأخيرة دفعة واحدة، حيث ليس هناك من داعٍ لتنفيذ جنب خارجي .

https://manara.edu.sy/

وهناك أساليب أخرى، كأن يكون الكوفراج مؤلفاً من قطع خشبية منحنية ودائرية، وتركب كما هو الحال في كوفراج البلاطات، أو استخدام أسلوب نصف المنحني المتمفصل .. إلـــخ . الشكل (٧-٥٠)



كوفراج معدني متمفصل مع محور ثابت



كوفراج مؤلف من قطع خشبية منحنية

الشكل (٧-٥٠)

https://manara.edu.sy/