

المقدمة

أنواع خاصة من الشدات

تطلق تسمية الشدات الخاصة على الشدات المعدنية أو الخشبية المستخدمة في تشييد بعض المنشآت الخاصة غير المألوفة مثل:

العقود (Archs) - المداخن - الصوامع - القباب - خزانات المياه العاليه (Elevated Tanks) - الخ.
وعموما - يجب التنويه الى ضرورة أن يكون المهندس المصمم لمثل هذه النوعيه من الشدات الخاصه متحررا وغير مقيد بشكل محدد أو بأسلوب معين للشدات وذلك حتى يبدع فى أخراج وتحديد الشكل والأسلوب المناسب لتنفيذ مثل هذه الشدات ، على أن يراعى عدة اعتبارات هامة مثل الوقت المحدد لتنفيذ المنشأ ، والمقاسات الخاصه بهذه الشدات كالارتفاعات ، والبحور - وقيمة الانحناءات ، وسمك خرسانة الأسقف وبالتالى الأحمال الواقعه على الشده المراد تصميمها سواء أكانت أحمال حيه (Live Id) أو أحمال ميتة (Dead Id)
وفيما يلي تصنيف لبعض أنواع من الشدات الخاصة والتي صممت لتفادى مشاكل تنفيذية صعبه أثناء الانشاء -
حيث تم تنفيذها بنجاح

أولا : الشدات الخاصه بالعقود .

ثانيا : الشدات الخاصه بالصوامع .

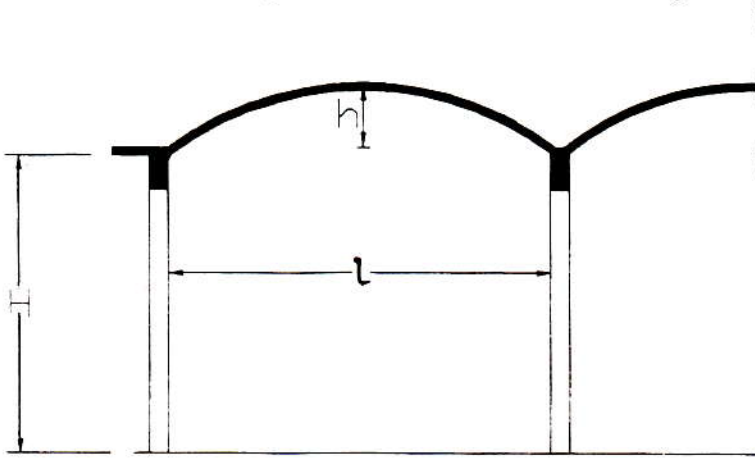
ثالثا : الشدات الخاصه بالمداخن .

رابعا: الشدات الخاصه بالقباب .

أولا : الشدات الخاصة بالعقود Archs

يتم تحديد نوعية العناصر المكونة لشدات العقود - وأيضا الأسلوب المستخدم طبقا لارتفاع المنشأ (H) والجر (l) وارتفاع العقد (h)

أولا الشدات الخاصة بالعقود ARCHES



وفيما يلي شرح تفصيلي لطريقة تنفيذ الشدة الخاصة لمنشأ خرساني يسقف على شكل عقود

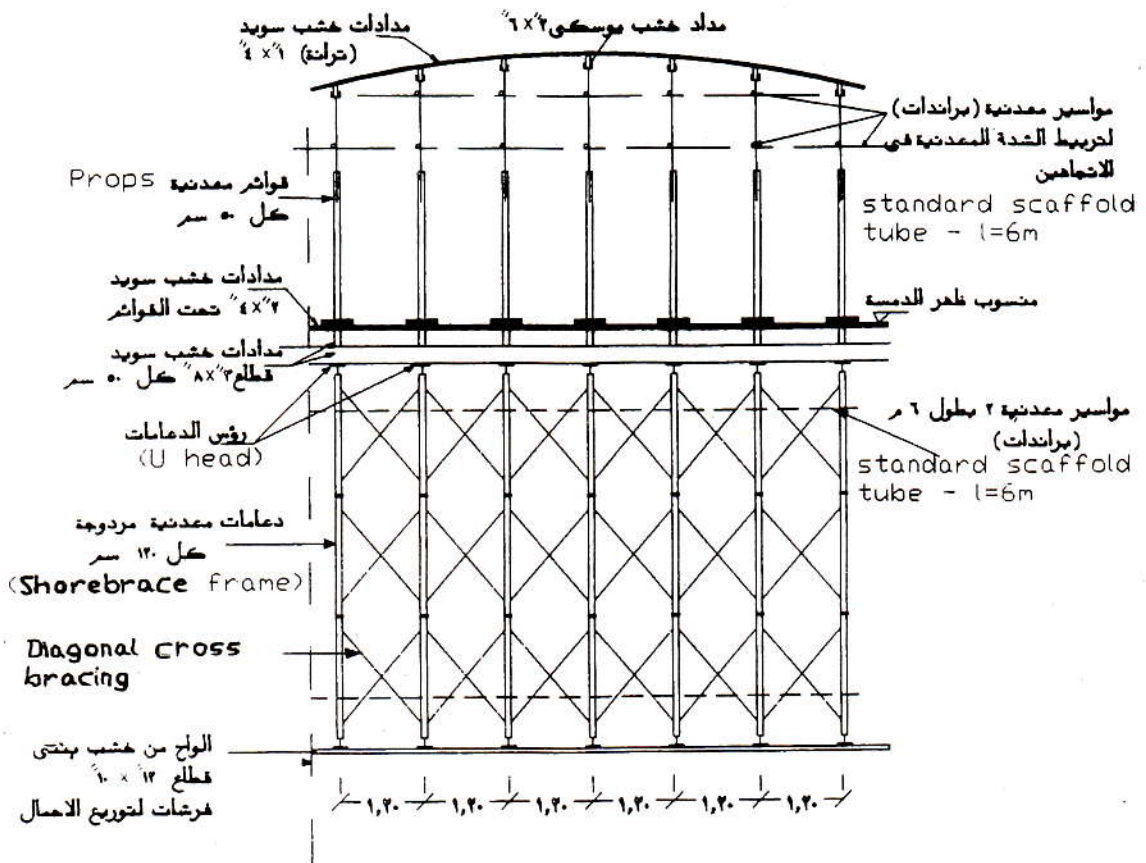
يتم أولا عمل دمسة على أرتفاع مناسب وذلك بأستخدام الشده المعدنية نظام الدعامات المزدوجة (Shore brace system) . كما بالشكل رقم (١) حيث يستخدم هذا النظام من الشدات عند تنفيذ الأسقف أو الدمسات التي يزيد ارتفاعها عن ٥ متر) - حيث يتم تركيب مدادات من خشب (الموسكى) قطاع ٣×٨ " على رؤوس الدعامات المزدوجة (U - Head) على أن يحمل على هذه المدادات - مدادات مماثلة متعامده عليها بحيث يكون الضلع ٨ " فى الاتجاه الرأسى (على سيفها) - على أن تكون مسافة التقسيط ٥٠ سم تقريبا - أى أسفل كل صف من الدعامات المفرد.

ويجب وضع فرشاة من مدادات الخشب السويد (موسكى) قطاع ٢×٤ " بحيث توضع على بطنها تحت قواعد القوائم المعدنية ويتم تثبيت هذه الفرشاة بالمسمار فى مدادات الخشب المذكورة .

كما يجب ايضا وضع فروشات من خشب البونتي قطاع 2×10 " أسفل قواعد الدعامات المزروجه
(Shore brace system)

ومن المعلوم أن هذه الفرشات من خشب البونتي تعمل على توزيع الأحمال الواقعة عليها بانتظام
وتساوى على التربة (Uniform Load Distribution)

يبدأ بعد ذلك في تنفيذ الشده الخاصه بالعقود وذلك بأستخدام الشده المعدنيه نظام الدعامات
المفرد (Props' System) على أن تكون مسافات تقسيط القوائم كل ٥٠ سم تقريبا في الاتجاه العرضي
- ومن ١٥ - ١٧٥ متر في الاتجاه الطولي طبقاً للتصميم.

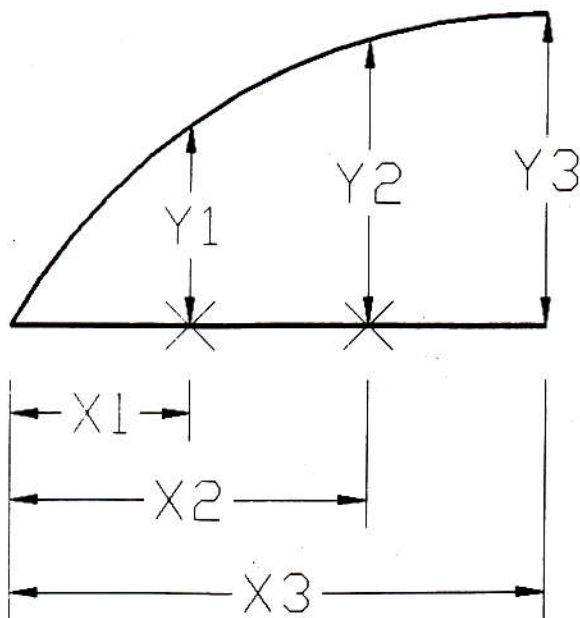


(شكل رقم ١)

ويراعى قياس مقدار الانحناء (البوكار) الخاص بالعقد وذلك بعمل جمالونين أحدهما فى بداية الشده مقاساتها (x, Y) الموضحة بالرسم الموضح أدناه .

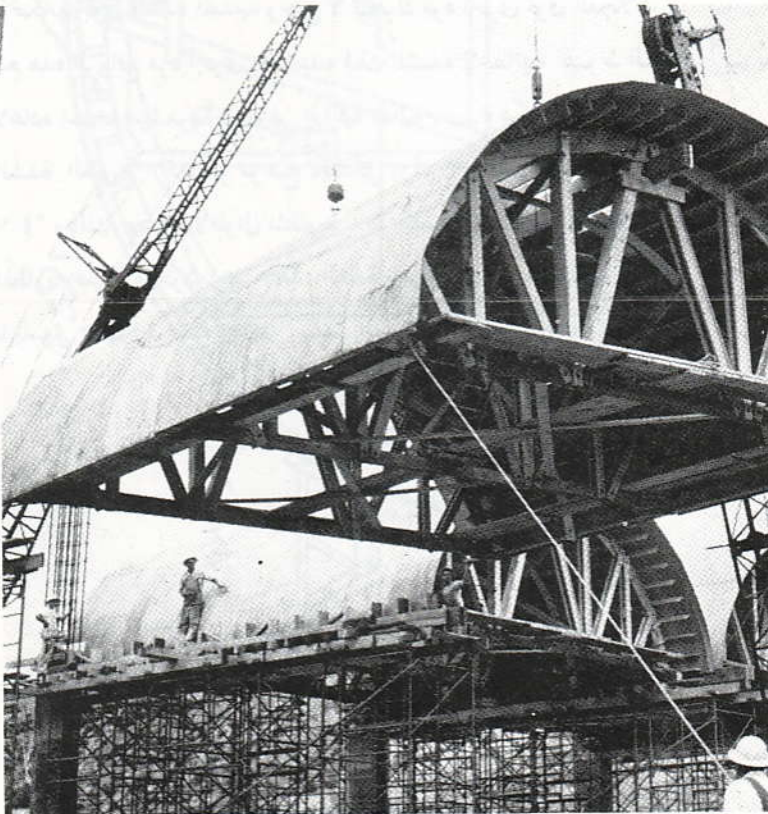
والآخر فى نهاية الشده - حيث يشد خيوط أفقيه على مسافات متساويه فيما بين الجمالونين - وتستخدم هذه الخيوط كدليل للنجارين عند تقسيط باقى قوائم الشده وأستنتاج الارتفاعات فى كل صف من القوائم (فى الاتجاه الطولى) تثبت مدادات من خشب الموسكى مقاس 2×6 - على رؤوس الدعامات المعدنية .

ثم يتم تطبيق السقف بأستخدام الواح من مدادات خشب السويد (لتزانه) بقطاع 1×3 أو 1×4 - مع مراعاة تشكيلها بهيئة الانحناء المطلوب وذلك بتثبيتها بالمسمار طول (6 سم) فى مدادات الموسكى .



أما في حالة العقود ذات البحور الصغيره نسبيا فإنه يمكن استخدام الطريقة التالية بالنسبة للشدادات الخاصة بهذه العقود :

- ١- تنفيذ الشده المعدنيه بأستخدام طريقة الدعائم المزروجة (Shore brace) على أن يكون توزيع هذه الدعائم (Spacing) طبقا لحسابات التصميم الخاصه بهذا النوع من الشدات والتي تأخذ في اعتبارها الأحوال الواقعه عليها من أحمال حيه (L.L) وأحمال ميتة (D.L) .
على أن يؤخذ في الإعتبار إحتساب وزن الشده الخشبيه للعقد ضمن الأحمال الميتة (D.L) .
- ٢- توضع مدادات من خشب الموسكى بحيث يوضع مدادين قطاع ٣"×٨" على كل رأس دعامة (U - head) - ثم تثبت قطع من الموسكى بطول ١٧٥ م تقريبا وقطاع ٣"×٦" على مسافات تتراوح بين ٣٠ - ٤٠ سم وذلك طبقا للأحوال الواقعه عليها .
- ٣- يمكن تثبيت مجارى حديدية (Steel Channel) - كما هو موضح بالرسم - لاستقبال الشده الخشبيه المجمعه والخاصه بالعقد والتي سيتم نقلها برافعة خاصة (ونش) حتى منسوب المجارى الحديدية (كما هو موضح بالشكل رقم ٢)



٤- تتكون الشدة الخشبية المجمعة للعقد من الأجزاء الآتية :-

أ- جمالون خشبي يتم تجميعه - بالورشة الخاصة بموقع العمل - من عروق خشب الموسيقى بقطاع 2×4 " بحيث تكون مجهزه طبقا للانحناء الخاص بالعقد -الذى يتكون منها الجزء العلوى من الجمالون (Upper

Chord) ، ثم باقى الأعضاء (members)

على أن يكون الجمالون من خشب الموسيقى بنفس القطاع حيث تثبت جيدا بالمسمار وتوضع الجمالونات على مسافات متساوية تحدد بناء على مقاس كل من بحر العقد (l) والارتفاع (h) .

ب- تثبت مدادات من خشب السويد (الموسيقى) تعمل كتطاريح قطاع 3×6 " على السطح العلوى للجمالون على مسافات متساوية كل ٤٠ سم .

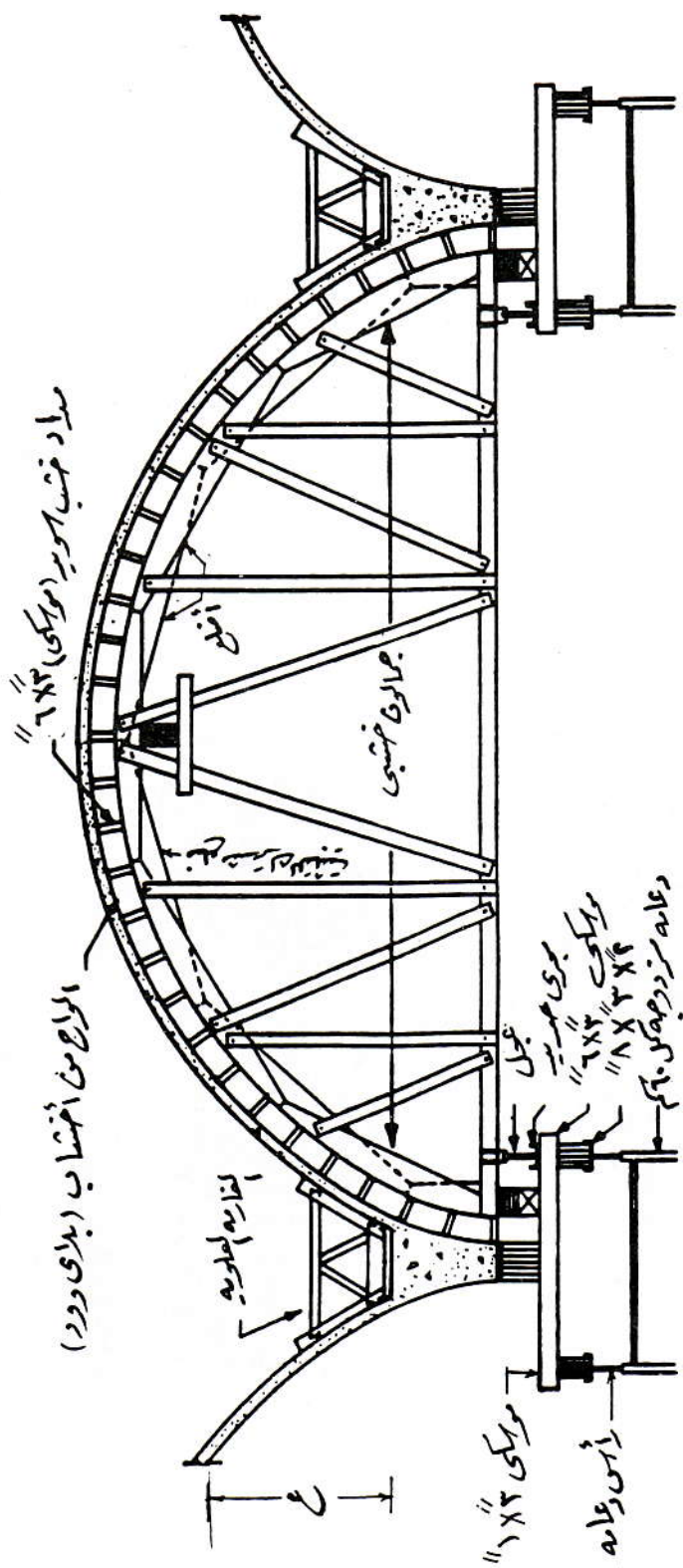
ج- يستخدم فى تطبيق سطح شدة العقد ألواح من خشب البلاى وود (ply wood) بعد اعطائها الانحناء الخاص بالعقد مع تثبيتها جيدا بالمسمار أعلى تطاريح الموسيقى .

د- تتركب فى أسفل الجمالونات الخشبية - مجموعه من العجلات الخاصة والتي تساعد على سهوله تحريك الشدة على القضبان المعدنية (Steel channel) .

٥- توضع روافع خاصة أسفل الجمالونات الخشبية - بجوار العجلات لتستخدم فى رفع الشدة الخشبية المجمعة عند انتهاء تحديد مكانها فوق الشدة المعدنية وحتى لا تتحرك مره أخرى فوق العجلات .

كما تستخدم هذه الروافع مره أخرى عند بدء فك الشدة لاعطائها الهبوط اللازم - ثم يعاد دفعها على العجلات لاعاد استخدامها مره أخرى فى الباكيه التاليه وهكذا .

٦- يتم تجهيز الشدة العلويه - كما هو موضح بالشكل (رقم ٣) - من الأطوال المناسبه عن خشب الموسيقى قطاع 2×4 " وذلك حسب الأطوال المطلوبه - ثم يبدأ فى تجليد هذه الشدة من خشب البلاى وود أيضا بالمقاسات المطلوبه على أن يكون ارتفاع هذه الشدة العلويه (ع) طبقا لقيمه الانحناء (curvature) الخاص بالعقد - مما يسهل صب الخرسانة الخاصه بسقف العقد .



١٣٩

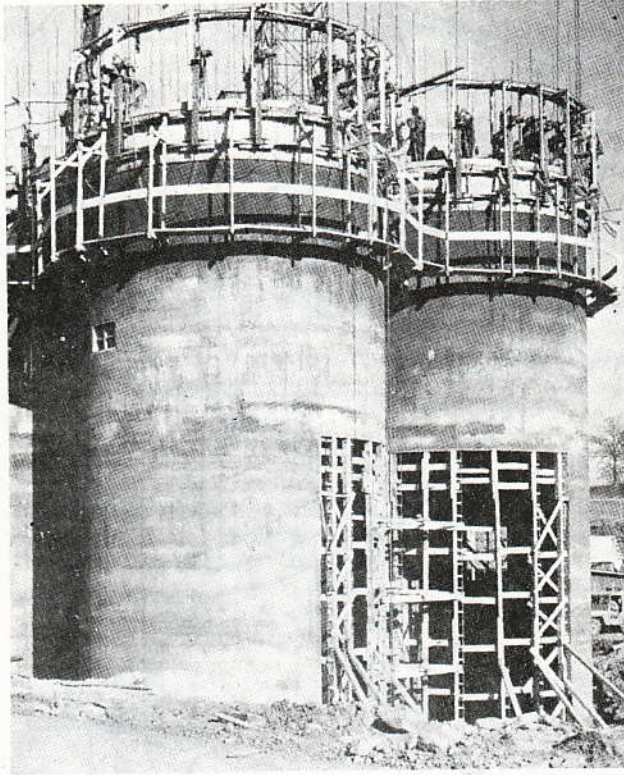
ثانيا : الشدات الخاصة بالصوامع :

يعتبر عنصر الوقت من العناصر الهامة فى اختيار الأسلوب المستخدم فى تنفيذ الحوائط والأسقف للصوامع باختلاف أنواعها .

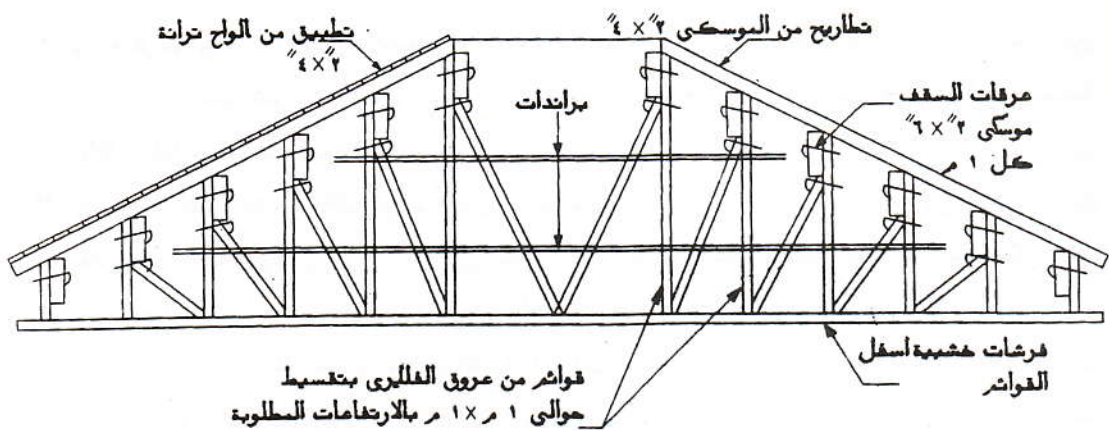
فهناك أسلوب الشدات المنزلقة (Slip Form) وهى من الأساليب التى تسرع فى تنفيذ حوائط الصوامع (كما بالشكل رقم ٤)

الذى يوضح طريقة العمل باستخدام الشدة المنزلقة للصوامع .

- كما أن سقف الصومعه يمكن تنفيذه عن طريق عمل الشدة الخشبية على سطح الأرض (كما بالشكل رقم ٥) وذلك طبقا لما يلى :-



شكل رقم (٤)



(شكل رقم ٥)



صورة توضح صوامع مصنع الاسمنت القوميه حيث تم تنفيذ الحوائط بأسلوب الشدات المنزلقه
والسقف باستخدام أسلوب (Lift Slab)

١- يتم رص فرشات من خشب البونى تحت القوائم بعد التأكد من تحمل التربة للاجهادات الواقعة عليها بعد صب سقف الصومعة .

٢- توضع قوائم من عروق الفللىرى قطاع 4×3 " - أو 4×4 " وعلى مسافات تتراوح من بين ٨٠ - ١٠٠ سم . على أن يكون توزيع هذه القوائم بحيث تكون على محاور مستقيمة وتغطى كامل المسقط الأفقى الدائرى لسقف الصومعة .

٣- يتم تربيط القوائم بشدات أفقيه فى الاتجاهين (براندات) ويتم أيضا تدعيم الشده بواسطه عروق فى الاتجاه المائل لنقل مركبة القوه فى هذا الاتجاه - ثم تثبت مكونات الشده بأستخدام القمط المعدنية (كما بشكل ٥) .

٤ - تثبت مدادات من خشب السويد (الموسكى) قطاع 2×5 " أو 2×6 " (وتسمى عرقات) - على أن يتم تحديد مناسب المدادات طبقا لميل سقف الصومعة - ثم توضع عليها التطاريج وهى من مدادات خشب السويد (الموسكى) قطاع 2×4 " - وتثبت التطاريج بالمسمار . على المدادات بحيث توزع على شكل أشعه من مركز الصومعه وعلى مسافات لا تزيد عن ٥٠ سم .

٥- تثبت ألواح التطبيق وهى من الخشب الأبيض سمك ١ بوصة وعرض ٤ بوصة أو أقل بحيث يتم تشكيلها وإعطائها الانحناء اللازم ثم تثبيتها بالمسمار .

٦- يرص أسياخ حديد التسليح طبقا لتفاصيل الرسومات - مع ضرورة مراجعة التقويات أسفل الشده جيدا - وفى حاله إستخدام وصلات للقوائم فإنه يتم استخدام عروق خشبية بالأطوال المناسبه - حيث تثبت مع القوائم الموصوله وبذلك يكون القائم مزدوج مع أستخدام القمط فى التثبيت والقوية .

٧- تصب خرسانة السقف - وبعد الانتهاء من المعالجه اللازمة للخرسانة وبعد مرور الوقت الكافى والتأكد من وصول مقاومة خرسانة السقف للاجهاد المطلوب - يتم فك الشده الخشبيه - ثم يرفع السقف بنفس طريقة السقف المنزلق (Lift Slab) - حتى المنسوب المطلوب لهذا السقف الخرسانى .

ثالثا : الشدات الخاصة بالمداخن :

كما سبق ذكره بالنسبة لتنفيذ شدات الصوامع من حيث اعتبار عنصر الوقت من الأهمية التي تتحكم فى اختيار أسلوب تنفيذ الشده المستخدمه فى تنفيذ المداخن .

فهناك أسلوب استخدام الشدات المنزلقه (Slip Form) للإسراع فى تنفيذ المداخن ذات الارتفاعات الشاهقه علما بأن تكاليف هذا الأسلوب تعتبر مرتفعه بالنسبه للأسلوب التقليدى فى شدة المداخن .
وفيما يلى تفاصيل الخطوات المتبعه فى تنفيذ المداخن بأستخدام الشده التقليديه :-

١- بعد صب الخرسانة المسلحة لأساسات المدخنه - يترك الفراغ اللازم والخاص بالرافعة الداخليه حول مركز المدخنه - والذي سيستخدم فى صب خرسانة حوائط المدخنه - وأيضا لرفع أية مستلزمات خاصه بالشده .

٢- تنفذ الشده الخشبيه الداخليه للمدخنه والتي تتكون من عروق الفللىرى بحيث يتم تقسيطها كل ٥٠ سم - ويتكون كل قائم من عرقين مزدوجين وتوزع هذه القوائم بحيث تغطى مساحة كامل المسقط الأفقى الدائرى للمدخنه.

٣- يرفع مركز المدخنه (بواسطة خيط الشاغول المناسب) الى مستوى الحطه.

٤- يتم عمل التجليد الخارجى أولا بأستخدام القالب (الفرم) (كما بشكل ٦) والجهازه مسبقا فى ورشة النجاره - على أن يتم تثبيتها فى الشده الداخليه للمدخنه على أن يكون كامل التجليد الخارجى على مسافه ثابتة من مركز المدخنه (نصف القطر المحسوب طبقا لارتفاع الحطه) .

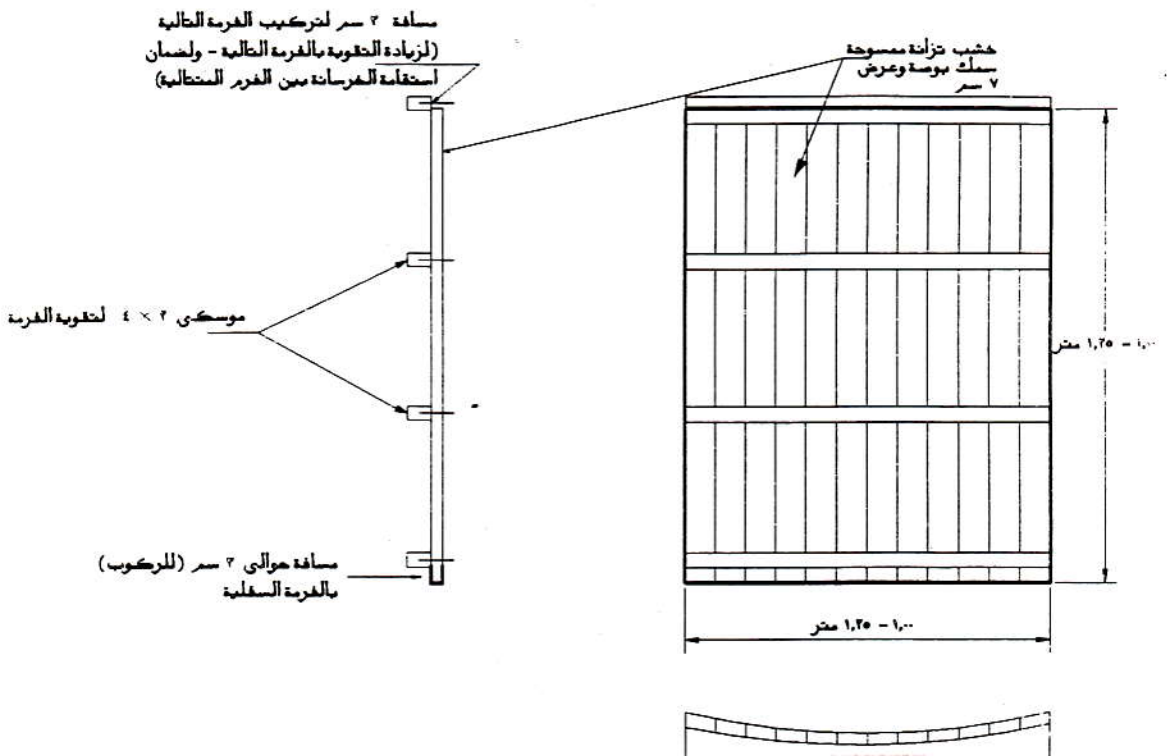
٥- يرض أسياخ حديد التسليح - حيث يقف الحدادين على الشده الخشبيه الداخليه (يراعى إنشاء سلم خشبى داخلى لصعود ونزول العمال) .

٦- بعد استلام ومراجعة أسياخ حديد التسليح يتم تقفيل النجاره بأسطه الفرمة الداخليه والجهازه بورشة النجاره - وتستخدم الزراجين اللازمه لهذا الغرض - كما تستخدم أحزمة أمان مخصصه لمثل هذه الأغراض - حيث يستخدمها النجارين أثناء عمله تقفيل حطه النجاره من الخارج .

٧- يجب مراجعة واستلام كل حطه قبل صب الخرسانة - مع التأكد من ثبات نصف القطر - طبقا لارتفاع الحطه - وذلك بكامل محيط الحطه .

٨- تصب خرسانة الحطه بالاستعانة بالرافعة الداخليه (الونش الداخلى) مع استمرار الصب فى بقية الحطط .

ملاحظة : من الجدير بالذكر أن هذه الطريقة قد استخدمت بنجاح كبير في تنفيذ بعض المداخل بأرتفاع ١٢٠ متر (مائة وعشرون متراً) .



(شكل رقم ٦) يبين الفرمة (الخارجية) المستخدمة في المداخل

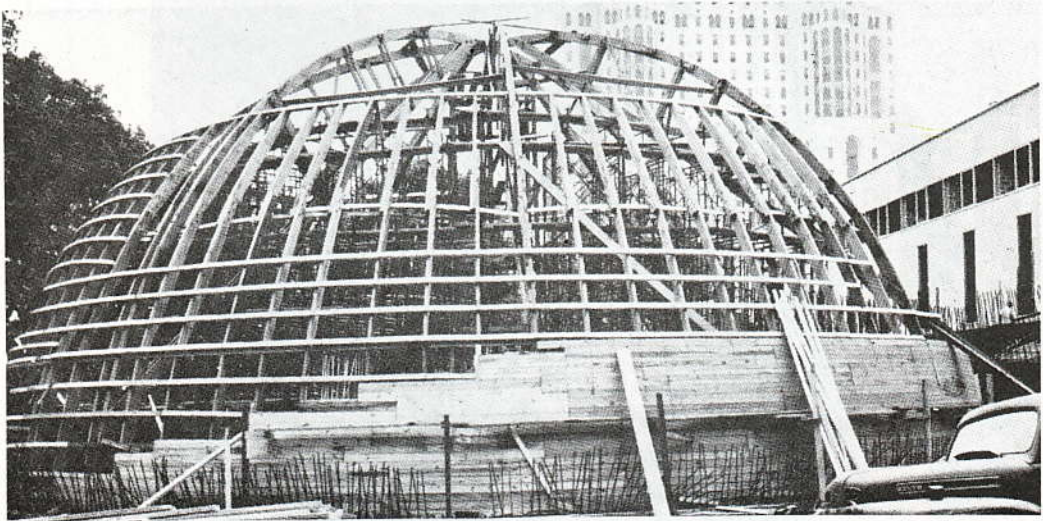


صور فتوغرافية توضح المداخن

رابعاً : الشدات الخاصة بالقباب (Domes) :-

تختلف الطرق المستخدمة في تنفيذ الشدات الخاصة بالقباب ، باختلاف حجم وشكل القباب المطلوب إنشاؤها .
فيمكن مثلاً - في حالة القباب ذات البحور الكبيره - تجنب التكلفة العاليه للشدات وبخاصة تكلفة الفرغ المنحنية بعناصرها المختلفة ، وذلك بأستخدام أسلوب تشكيل التربة المدموكة جيداً بحيث تأخذ في النهايه شكل القبة المراد تنفيذها .

ويجب أن يغطى السطح النهائي للتربة بطبقة من المونة الاسمنتية مضافا اليها مواد خاصة تعمل على زيادة تماسكها (bond) ثم تغطى بعد ذلك بماده عازله (مثل لفات المشمع) ، أو بدهانها بماده عازله وبعد الإنتهاء من صب ومعالجة الخرسانة - والتأكد من وصول الخرسانة المسلحة الى الاجهادات المطلوبة (Max strength) يتم ازالة التربة المائلة للقبة - ثم ترفع القبة الى مكانها النهائي على الأعمدة والكمرة الحاملة لها بأستخدام طريقة (Lift Slab) .



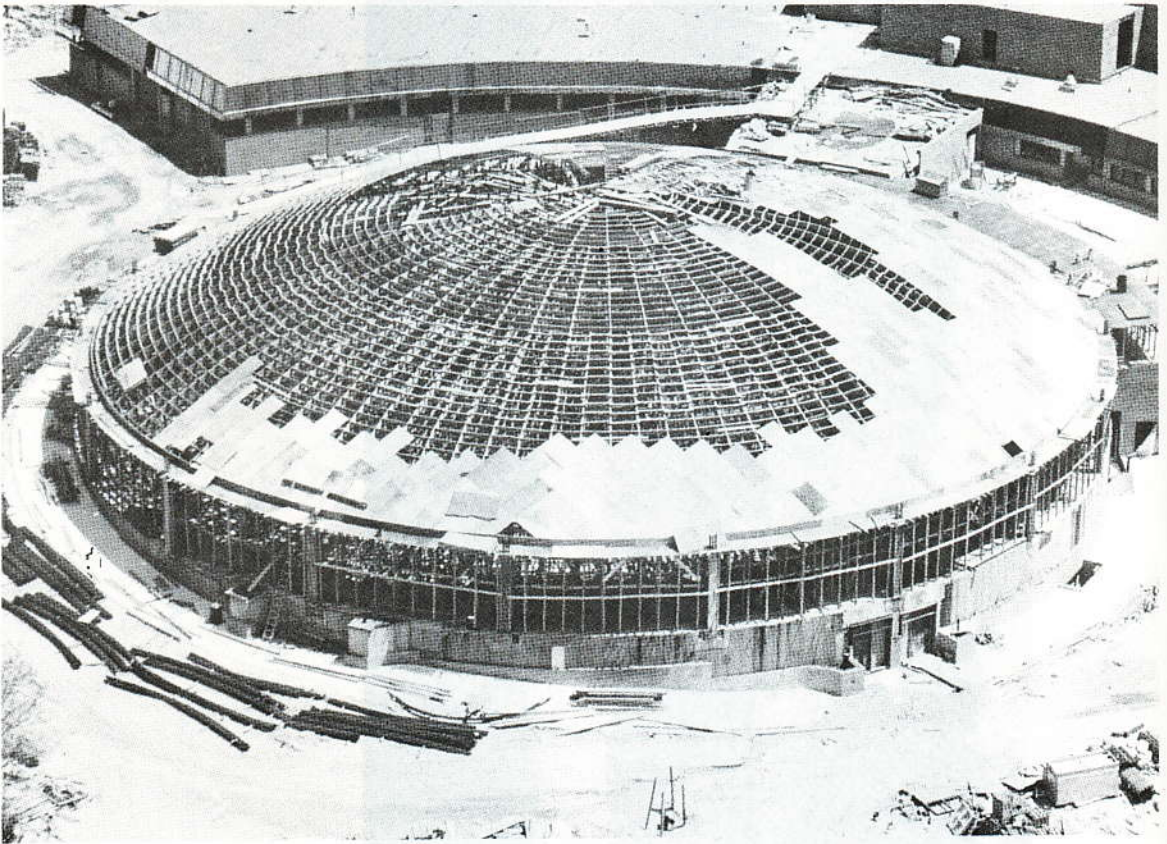
شكل رقم (٧)

أما فى حالة القباب ذات البحور الأصغر نسبيا فإنه يمكن استخدام الشدات المعدنية بواسطة الدعامات المزدوجة (shore brace system) فى الارتفاعات العاليه - أو الشدات الخشبيه بعناصرها المختلفه (عروق فلليرى وقمط ... الخ) ثم يتم تحميل قوائم الشده بالعرقاات السابق تصنيهاها من خشب السويد (الموسكى) قطاع ٢"×٦ - والتي بتجميعها مع بعضها تعطى العرقاات الانحناء المطلوب .

على أن تثبت على العرقاات السابقة - تطاريح من أضلع الموسكى قطاع ٢"×٦ والتي عند تجميعها مع بعضها تعطى الانحناء اللازم فى الاتجاه المتعامد . (كما بشكل رقم ٧) .

أما عند تطبيق سطح الشده الخاصه بالقباب ، فيمكن إستخدام ألواح من أخشاب السويد (لتزانه) وذلك فى حالة القباب ذات البحور المتوسطه والصغيره نسبيا (شكل رقم ٧) .

كما يمكن استخدام ألواح سليمة (غير مقطعة) من خشب (بلاى وود) (Ply wood) فى تطبيق سطح شدة القباب ذات البحور الكبيره (كما بشكل رقم ٨) .



شكل رقم (٨)



صوره فتوغرافية توضح رفع سقف على شكل قبة على عدد ٣٦ عامود بقطر ٨٢ م
ووزن ١٣٢٠ طن واتخاذ الارض بعد ردمها كشدده لصب القبة