

"الاساليب الحديثة في الانشاءات الخرسانية"

الدكتور / يوسف محمد يوسف

بسم الله الرحمن الرحيم

الاقتصاد في المنشآت الحديثة

يتتحقق الاقتصاد في المنشآت الخرسانية بما يلى :-

- ١ - الاستخدام الجيد للمواد التقليدية مثل الحديد العالى المقاومة وكذلك الخرسانة.
- ٢ - يصمم الشكل الهندسى للمنشأ بحيث يقاوم الاحمال الواقعه عليه.
- ٣ - الاستخدام الكامل لطرق الانشاء الحديثة التي تلائم المنشأ المطلوب.

امثلة على البند الاول :-

ثمن الحديد العالى المقاومة (٥٢ كجم / م^٢ ضمان) يزيد بمقدار ١٢ % عن
ثمن الحديد العادى (٣٧ كجم / م^٢)

الوفر في الخرسانة حوالى ٤ / بالنسبة للبلاطات
خرسانة ٢٥٠ كجم / م^٢ " " "

الوفر في الحديد حوالى ٣١ /

حديد ٣٧ كجم / م^٢

خضوع ٤٢ كجم / م^٢

حديد ٥٢ كجم / م^٢

الوفر في الخرسانة حوالى ٦ / بالنسبة للكمرات

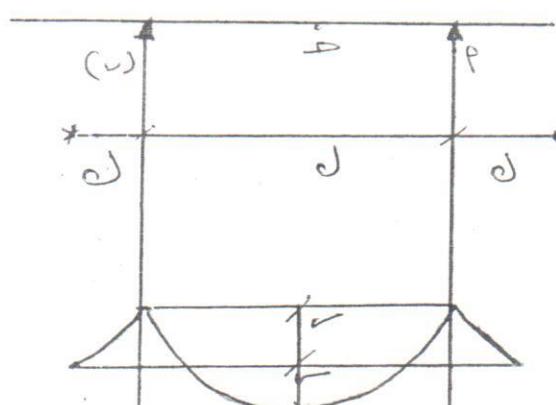
ضمان ٣٦ كجم / م^٢

الوفر في الحديد حوالى ٣١ /

وقد وجد ان ثمن الحديد العالى المقاومة فى السوق المحلى (جمهورية مصر
العربية) يزيد بمقدار ١٢ % عن مثيله من الحديد العادى وبذلك يتضح ان هناك وفر
يبلغ ١٩ % علاوة على الوفر مصنعيه الحديد بمقدار ٣١ /

امثلة على البند الثاني :-

(over hanging beams) الكمرات المعلقة (



لتحقيق اكبر فائدة يكون العزم عند ج = العزم عند كل من A و B

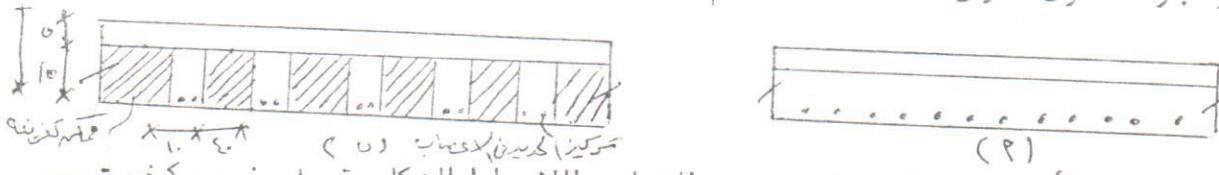
$$= \frac{2xL}{2x8} = \frac{2xL}{8}$$

$$\therefore L = \frac{8x}{2x} = 4x$$

ونظرية الكبارى المعلقة التي تعطى بحورا كبيرة جدا شكل رقم ٢ (Suspension bridge)

وقد استغلت هذه النظرية في تصميم حظيرة الطائرات شكل رقم ٣ حيث أنها تحتاج إلى فتحات كبيرة لدخول الطائرات وقد استخدمت الخرسانة المسلحة وال الحديد في ناطحات السحاب ولو ان ارتفاعها لم يبلغ ارتفاع الناطحات من الحديد اذا بلغ ارتفاع الاولى حوالي ٢٥٠ م بينما بلغ ارتفاع الاخرى حوالي ٤٦٠ والشكل رقم ٤ يبين ان المنشأ مكون من قلب خرسانى داخلى واطار حديد خارجى وبذلك يقاوم القلب الخرسانى القوى الافقية مثل ضغط الريح وحركة الزلازل بينما يقاوم الاطار الحديدى الخارجى القوى الرئيسية الواقعة عليه نقطاً فيكون نحيفاً يد طى شكلًا معماريًا افضل وشكل رقم ٥ يبين كيف استغلت العقود (Ribs) والجمالونات (Arches) في المباني القديمة أما شكل رقم ٦ فقد استغل ذلك في عمل عقود من الخرسانة المسلحة سابقة الصنع في انشاء مصنع شركة النصر لصناعة السيارات بواطن حوف اذا امكن تغطية مساحة كبيرة في وقت قصير نسبياً .

اما شكل رقم ٧ (Ribbed Slab) فيبين البلاطات المعصبة في اتجاه واحد وفي اتجاهين ونظرية ذلك ان الجزء السفلي للخرسانة معرض للشد الذي يقاوم بحديد التسلیح والجزء العلوي معرض للضغط الذي يقاوم بالخرسانة .



(٧)

شكل رقم ٨ يبين بلاطة مصممة بحديد التسلیح اللازم اما الشكل رقم ٩ فيبين كيف يتم تكوين الاعصاب وتركيز الحديد بها وتغريغ جزء من المنطقة المعرضة للشد ويمكن تركه فارغاً او ملأه بالطوب المفرغ وذلك يمكن تخفيف السقف بحيث يمكن بسهولة حمله في حالات الأسقف المروفة كما سيأتي فيما بعد علاوة على تقليل الحمل على الأعمدة والأساسات والشكل رقم ٩ يبين كيفية تغطية مساحات كبيرة بواسطة البلاطات المطلوبة (Folded Plate) وشكل رقم ١٠ يبين كيفية تطوير هذه البلاطات المطلوبة جمالياً (polygonal folded plate)

وظيفياً في صلالات الاحفلاط شكل رقم ١١ (Folded Plate Dome) صالة وايـن
(Auditorium) بقطر حوالي ٣٠ م داخله حوالي ٩٠٠ مقعد وغرف الملابس
والحوائط قد جمعت حول الصالة كما هو مبين في الشكل رقم ١٢ وتكونت الفرمة من خشب
ابلakash ٢٠ م مركبة فوق شدة خشبية غيره (تحمل نفسها فقط) محمولة فوق سقالة حديدية
تصل بين طوق الشد العلوي والارض وقد تم عمل الشدة في ١٩ يوماً فقط (ثم المنشآت في ربيع
١٩٥٨) انظر شكل رقم ١٢

امثلة على البند الثالث

من الصعب في هذه العجالة الالام بكل الاستايب الحديثة في الانشاءات
الخرسانية نظراً للتقدم الهائل في الخرسانة وطرق انشائها وسنقتصر على لمحات سريعة
تمس بعض النقاط لقليل من المنشآت مع ترك كثير ذي اهمية والعرض المهم هو التركيز على
بعض المشاكل التي ظهرت أثناء البناء لهذه المشاريع وكيفية التغلب عليها خصوصاً وان
هذه الاساليب كانت على اسس تقليدية وحديثة في تنفيذها .

١ - الاسقف المرفوعة (Lift-Slab Contracting)

نشأت الحاجة في عمل هذا النوع من الاسقف بسبب مشاكل استخدام الطريقة
التقليدية في عمل الاسقف (خصوصاً وان الاسقف تمثل من ٥٠% من الخرسانة في المبانى
السكنية) والتي تستلزم عمل منشآتين احد هما عالباً من الخشب تستعمل كفرمة لصلب
الخرسانة ليتتج منشأ واحد هو السقف الخرساني بعد إزالة المنشآت الاول (فكها) وهو الشدة
من دعامات والواح بعد مرور الزمن اللازم لتصلب الخرسانة وهذا ينعكس على استهلاك في مواد
الشدة والزمن القابل لعمل الشدة وفكها .

وستتكلم عن مبنيين تم استخدام هذه الطريقة فيما الاول مكون من ١٢ دور في كندا
حوالى سنة ١٩٥٨ والثانى مكون من ١٢ دوراً مبني كلية الهندسة في كوبا حوالي سنة
١٩٦٣ وعمارات الميرلاند ١٩٧٥ وسنلاحظ ان الاول انشئ من بلاطات مصمته واعمدة
حديدية والثانى من بلاطة معصية في اتجاه واحد واعصاب حول العمود في الاتجاه الآخر
واعمدة خرسانية سابقة الصب شكل ٤ اما عناصر تكوين السقف فاختللت في المواد وطريقة
الانشاء ولكنها لم تختلف في الوظيفة .

ميزات الاسقف المروعة :

- (١) السرعة الملحوظة في البناء
- (٢) سهولة الصب حيث يتم تفريباً في أرضية الدور الأرضي أو البدروم
- (٣) الاستغناء عن الشدة إلا من بعض الفرم اللازمة لجوانب والتي تتكرر في كل سقف
- (٤) السطح السفلي يكون ناعماً ومستوياً بذلك يستغني عن التلليس (البياض) ويمكن دهان السقف بالبلاستيك .
- (٥) عدم وجود كعرات الأمر الذي يعطي المعماري حرية أوسع في التخطيط
- (٦) الوفر في التكاليف إذ بلغ في المنشأ الأول حوالي ٣٠٪ من التكاليف المعتادة في المبانى في كندا .

عيوب

- ١ - كون الطريقة حديثة يحتاج إلى تغيير جذري في التفكير والبت بالنسبة للمعماري والمالك .
 - ٢ - تحتاج هذه الطريقة إلى دواسة وتعاون كامل بين كل من المعماري والأنشائي والمقاول للوصول إلى الحد الأقصى للاقتصاد في الوقت والنفقات .
 - ٣ - يتلزم عمل رفرفة في البلاطات خارج الأعمدة بعمردار ٦٠ - ١٠٠ سم (يمكن الاستفادة بها كبلكونات)
 - ٤ - الارتفاع الحر للأعمدة يجب أن لا يزيد عن حد معين ولذلك يجب رفع الأعمدة على خطوات وثبتتها مؤقتاً .
 - ٥ - يتلزم لسهولة الرفع استخدام من ١٢ - ١٨ رافعة فقط حتى يمكن التحكم في رفعها في آن واحد وفي المبني الأول يمكن رفع نصف المنشأ .
- وستتكلم عن طريقة وعناصر البناء في كل من المبنيين على حدة

المبني الأول

طريقة البناء

تضم الاسقف بلاطات مسطحة على اعمدة بدون رووس بدون اي زيادة في تخانة

البلاطة تحت او في شريحة الاعمدة وتعبيرا اخر ليس هناك اى بوز في ظهر او بطن البلاطة وسمك البلاطة في هذا المشروع ٢٠ سم والاعمدة حديدية مربعة بضلع ٢٠ - ٢٥ سم مكونة من زاويتين 25×200 م ملحومتين مع بعضهما بالطول .

تقام الاعمدة على قواعد مناسبة ولتقليل الطول الحر (انظر تأثير الطول الحر شكل رقم (١٤) Buckling) تم تكتيف اعلا الاعمدة فقط مؤقتا بزوايا حديدية .
و حول كل عمود وضعت اطواق لكل صدق طوق توضع قبل اقامة العمود ويدمج كل طوق مع السقف اثناء صبه .

و سقف الدور الارضي يصب مباشرة فوق ارضية البدروم المخدومة ومساواه ومنعه ويد هن سطح ارضية البدروم بسائل شمعي ثم يرش بتراكم المسبك ويجهز حديد التسلیح وتوضع وصلات الكهرباء والغاز والتكييف وغيرها ثم تصب الخرسانة بعد ذلك ويسمى وينعم سطحه استعدادا لصب سقف الدور الاول كما تم في صب سقف الدور الارضي وتحتاج خرسانة كل دور الى يومين فقط للمعالجة والتصدید اما السقف الاخير هو الذي يحتاج الى وقت لا تتساوى المقاومة المطلوبة اللازمة لرفعه وقد كان الزمن اللازم لذلك هو ١٠ ايام بعد ذلك توضع الزوافع فوق كل عمود وخلال قضبان مقلوبة مثبتة في طوق كل عمود وفي الروافع ايضا يتم رفع السقف الى الارتفاع المطلوب لكل سقف كما سيوضح بعد .

والاطواق انواعها واشكالها كثيرة وانواع المستخدم في هذا المنشآت مكون من زوايا حديدية تكون صندوق مجوف ينزلق رأسيا بخلوص حوالي ٥ سم حول العمود ورجل الزاوية الافقية تكون للخارج ومدعمة بالواح حديدية ومركب في الطوق قضبين متقابلين للرفع بقطار ٥٠ - ١٠٠ سم (استعمل في المشروع ١٠٠ سم وبعد بين مركزى القضبين ٣٨٥ ملم اى ان بعد الداخلي لهما ٢٨٥ سم اى انه لا يجوز ان يكون ضلع العمود اكبر من ٢٨٠ سم حيث ان التصميم لا يتاثر بالروافع وقضبانها وادوات التثبيت فسوف لا ينافي ذلك حيث تعرضت لتعديلات مستمرة نتيجة للتطبيق .

لم تستخدم اعمدة حديدية على شكل Λ حيث معامل النحافة (Slenderness) هو الذي يتحكم في مدى الارتفاع الذي يمكن رفع السقف اليه ووجد ان الصندوق المستعمل لتكون الاعمدة في المشروع ارخص من مثيله في حالة تساويهما في مقاومة الحمل مع اخذ تأثير الـ Λ الذي نجا من ذلك .

وقد وجد ان اربع اسياح قطر ٢٢ م مجنثة بطول ٦٠ سم في الخرسانة كافية لكل عمود بفرض ان القواعد الخرسانية مصممة بطريقة كافية لمقاومة الاحمال من العمود وشكل ١٥ (شكل ٧) يبين تسلسل رفع الاسقف ومراحلها وقد اخذت الاعتبار مايلي :-

(١) النقطة التي يمكن بعدها ازالة مقاسى العمود

$$(٢) \text{ الارتفاع الذي يمكن الوصول اليه باستخدام معادلة اولير} \\ k = \frac{(ط) ٢ \times i}{Lj}$$

k = جهد التحميل بدون معامل امن

i = معامل المرونة للمادة

$$Lj = \text{الطول المؤثر في الانبعاج} \\ نقي = اونى نصف قطر للفصوص الذاتي \frac{\text{القصور الذاتي}}{\text{المساحة}}$$

(٣) الارتفاع الذي يمكن تثبيت اكبر عدد من الاسقف السفلية بصفة مؤقتة تمثيلاً للمرحلة القادمة من الرفع .

وقبل رفع اي سقف من الرصدة الموضوع عليها يجب تشغيل روافع الاركان اي عدم تشغيل الروافع الداخلية الاخرى بحيث ترفع الاركان بمقدار ٣ - ٦ م بيتغلب على الالتصاق الناتج عن تفريغ الهواء بين اسطح الاسقف والارقام التالية تبين نسب الوفر فقط نتيجة استعمال هذه الطريقة حيث ان الارقام تمثل الاسعار في زمن البناء .

* الوفر نتيجة استعمال الشدات هو ٥ دولار / م٢ والزيادة في التكلفة نتيجة للرفع ٣

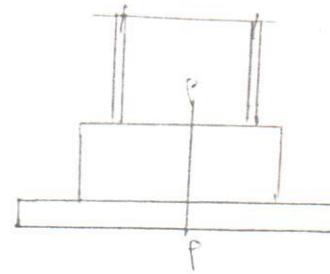
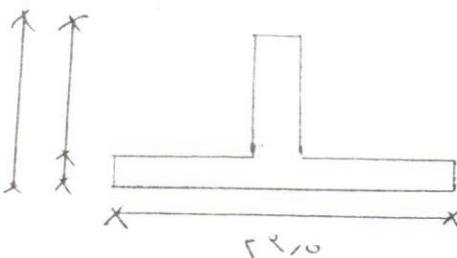
دولار فيصبح الوفر ٢ دولار / م٢

* الوفر نتيجة صب الخرسانة مباشرة حوالى ٢ دولار / م٢

* الوفر بسبب عدم التيس حوالى ٣ دولار / م٢

* الوفر الناتج عن سرعة البناء يعتمد على السرعة الفعلية التي يتم بها المنشآت بالنسبة للسرعة بالطريقة التقليدية .

الاساسات



الاساسات متعلقة بين العمودين المكونين للطار على هيئة حرف مقلوب كما هو مبين بالدروكى اعلاه فوقها ركيزة مجوفة يوضع فيها العمود الساق الصب في وضعه الصحيح ثم يملأ الجوز الفارغ بخرسانة مصبوحة فى الموقع شكل ١٦، ١٢ و بذلك نأخذ هذه الركيزة القوى الافقية الناتجة عن الرياح (الاعاصير) (حوالى ٤٠ كجم / م² من المبني) والقوى الأساسية الناتجة عن الحمل الحى والميت على انها مصممة بذلك يصم الاطار على انه مثبت تماما (Fixe).

الاعمدة

من الخرسانة المسلحة والسبب فى استعمالها هو رخص هذه الاعمدة عن مثيلتها من الحديد حيث ان جميع مواد الخرسانة من ركام واسمنت متوفرة محليا (في كوبا) وحديد التسليح هو المستورد فقط علاوة على تجانس عناصر البناء ومقاومتها الكبيرة للحرق وقلة تكاليف صيانتها وزيادة جسانتها العالية (High stiffness) في مقاومة القوى الافقية الناتجة عن الريح واخيرا حسن منظرها وقد روئى ان لا يزيد عرض العمود عن ٤٥ سم بسبب حدود طول زراع الرافعة الميدروكلية وبعد الاخر للعمود وحديد التسليح الطولى والعرض وكذلك مقاومة الخرسانة فقد حددوا طبقا لحسابات التصميم تحت تأثير الحمل الميت والحمل الحى علاوة على تأثير ضغط الريح وذلك تحددت ابعاد العمود ٤٥ × ٨٠ سم وكانت مقلوبة الخرسانة في ركيزة العمود المجوفة واجزاء الدور الاول هي ٥٦٠ كجم / س٢ اما في اجزاء الثالثة ادوار التالية فهى ٤٢٠ كجم / س٢ وفي اجزاء الادوار الباقيه كانت ٢٨٠ كجم / س٢

تراوح الحديد الرأسى الاعمدة بين ٢٠ - ٢٥ م والعمود مكون من جزئين وهو من خرسانة سابقة الصب تمت فى مصنع يبعد حوالي ١٢ كم عن موقع العمل - حدد الجزء الاكبر بطول ٢٠ م بسبب صعوبات النقل ومعدات الماكينات والجزء الباقي حوالي ٨ م وقد تم تدقيق الجهد الناتجة عن النقل والتركيب فوجد ان حديد التسلیح الاصلی كاف لمقاومة هذه الجهود .

السقف الشبكي المصبع

وقد اتى استخدام سقف مصمم كما هي العادة غير اقتصادى بسبب الزيادة في وزنهخصوصا وان الاعمدة تكون اطارات بحرها حوالي ١١ م وعلى ابعاد حوالي ٥٩ م ولا نقاء وزن هذه الاسقف فكري استخدام خرسانة سابقة الاجهاد لتكون بلاطات مسطحة مفرغة باستعمال مواسير كرتون داخل هذه الاسقف .

وبعد الدراسة استخدمت اسقف معصبة مكونة من كرات خرسانة مسلحة عادية - شكل ١٣ - بارتفاع حوالي ٨٠ سم وعرض كل كرة حوالي ٢٥ سم ليقاوم الشد القطرى في الخرسانة وقد سهل هذا العرض ايضا وضع حديد التسلیح اللازم وكذلك صب الخرسانة واختيار الارتفاع ٨٠ سم قلل حديد التسلیح علاوة على اعطاء السقف جسامه كافية تقلل الترخيم الرأسى للسقف وتكون مع الاعمدة اطارات يقل فيها نصيب الاعمدة من العزوم وذلك يقل حديد التسلیح الطولى في هذه الاعمدة ولا تمام السقف تم ملأ الفراغات بصب خرسانة بسمك ٦ سم سطحها العلوى بسمك ٢ سم من الترازو .

كتلة التحميل وتفاصيل التحميل

كتلة التحميل عبارة عن المنطقة الشبكية حول العمود المكونة من تقاطع الكرات (الاعصاب) الطولية والعرضية . ويجب ان تكون هذه الكتلة الخرسانية الكثيفة التسلیح قادرة على مقاومة الجهود الناتجة خلال عملية الرفع وزن السقف وكذلك تسمح بالارتباط بين العمود والسقف لاستمرار العزوم (Moment Continuity) وهذه المتطلبات تمت مراعاتها في تصميم كتلة التحميل (Bearing block) ومبين هذا في الاشكال

وتسد (تيلة) التحميل

استخدم من كرتين جديدين رقم ٢٠٠ مع لوحين سمك كل منها ٦ م ملحوظة في الجزء () انظر شكل ١٩ ، ٢٠ وقد صممت ليأخذ كل الاحمال الرأسية من السقف وتسد التحميل كان سهل التناول والوضع وبذلك سهل الحطاط للسقف خلال عملية الرفع وحيث ان هذا ا هو العنصر الحديدى الوحيد في المنشأ فقد تم دهانه بدهان مخصوص بحيث لا يحتاج الا لصيانة سنوية قليلة .

الخوابير

الخوابير ازواج من الالواح الحديدية كل منها 200×150 مم وسمك الزوج ٢٥ مم وهو يساوى الخلوص بين العمود وكتلة التحميل - انظر شكل ١٨ - والخوابير تكون الاستمرار بين السقف والعمود وهذا ضروري لمقاومة تاثير الضغط الكبير للرياح وخلال عملية الرفع تفید الخوابير في عمل حطاط مؤقتة للسقف بحيث تقلل الطول الحر للعمود وبذلك يقاوم العمود تاثير الانبعاج والخوابير تكون قوية احتكاك تقاوم الاحمال الرأسية ونظراً لأن الجزء الذي يتم فيه وضع الخوابير من كل من كتلة التحميل والعمود تكون من الحديد انظر شكل ١٨ فان نقل الاحمال الرأسية من الكتلة الى العمود يتم بصورة جيدة علاوة على الرابط القوي بين اجزاء المنشأ .

جهاز الرفع

يتكون جهاز الرفع من سياج بقطر ٢٣ مم لكل منها خطاف على شكل نصف دائرة مثبتة في كتلة التحميل بجوار الاعمدة وقد تم اختبار هذه الاسياخ وقد اثبت الاختيار قيادة تمسكها وقد شحم الجزء الناتئ من السقف من هذه الاسياخ علاوة على تغطية بمواشير من الكرتون حتى لا تحصل تمسك بينها وبين السقف الذي سيصب فوقها .

تفاصيل المنشأ

بعد الانتهاء من وضع الاساسات رفعت الاعمدة سابقة الصب - شكل ٢٢ ووضعت في أماكنها انظر شكل ١٦ ، ١٧ ، ١٢ ويتم راستيتها باستخدام عدد ٢ تيود وليت في سطحين متعمدين للعمود (اقترح ٣ تيود وليت)

ويثبت العمود بعد ذلك في الركيزة المجوفة من الاساس بواسطة الخوابير مع التأكيد من راسيته ثم تصب الخرسانة لتملأ الفراغ بين الركيزة والعمود . تصب بلاطة خرسانية بسمك ٨ سم واسياج ١٠ م على ابعاد ٤٤ سم ويسمى وينعم سطح البلاطة حتى يمكن صب بلاطته سقف الدور الأرضي عليها وتم صب خرسانة الدور الأرضي أولاً بعد الدمل بواسطة المهازات وكذلك المعالجة بالطريقة المعتادة ثم سوى ونعم السطح ثم شحم لمنع الالتصاق بين الاسقف تمهداً للتكرار بهذه العملية حتى سقف الدور الاخير (شكل ٢٣) وقد استغل الوقت بين بلوغ خرسانة السقف العلوى المقاومة المطلوبة اللازمة للرفع ومقاومة الاحمال الرأسية في وضع الروافع فوق الاعمدة وماكينة التشغيل وصندوق التحكم فوق السقف الاخير حتى يمكن عمل مركز دائم للرفع .

ويتم رفع كل سقف على حدة بسبب وزنه ٥٥ طن على كل عمود وقدرة كل رافع ٩٢ طن والرفع يتم بمعدل ٢ سم لكل دورة للرافع وبذلك تكون سرعة الرفع ١٢٠ سم / ساعة ولم يختلف الرفع عند اي من الاعمدة وقد تم رفع كل بلاطة حوالي ٢٧ م اى دوريتين في الرفع الواحدة ثم تستقر مؤقتاً او كلها طبقاً للضرورة ويلزم لعمل الحطاطات المؤقتة للسقف ما يلى :-

(١) يضع طقم العمل وتد (تيلة) التحميل في موضعها (يلزم ٣ رجال / الساعة)

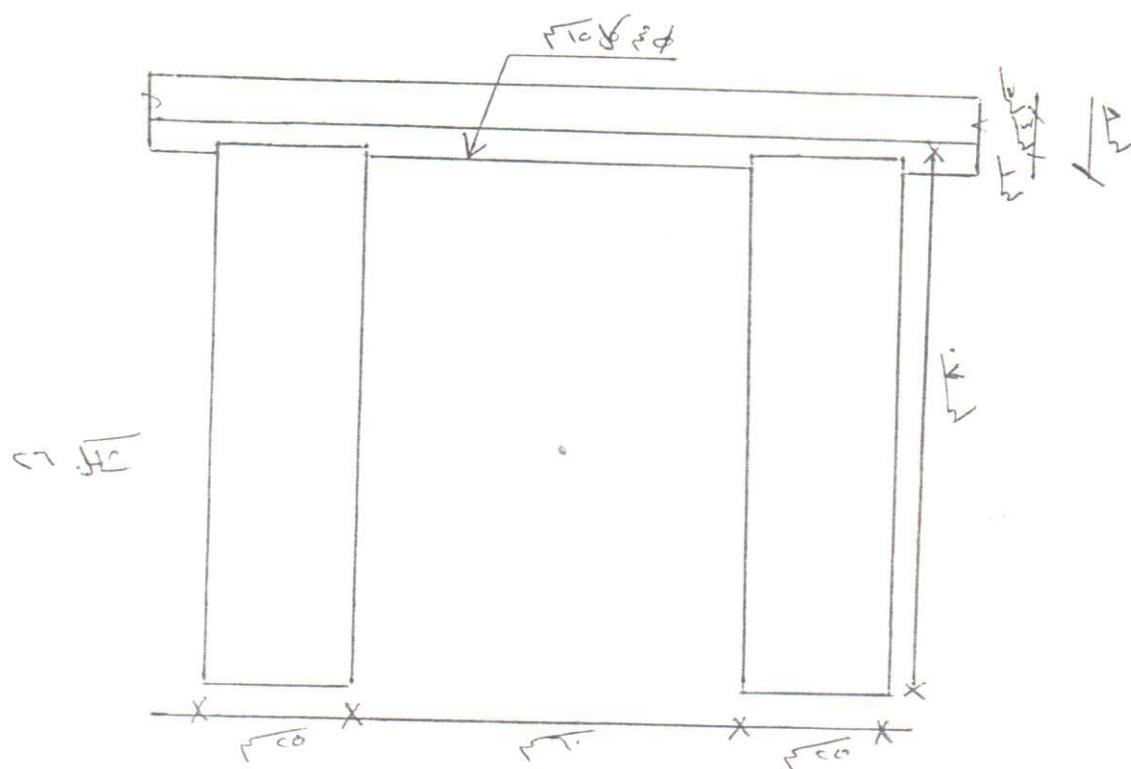
(٢) توصل اسياخ التعليق (يلزم لذلك ٦ رجال / الساعة + انزل اسياخ التعليق وثبتتها ليتمكن رفعها)

(٣) توضع الخوابير (يلزم لذلك ٦ رجال / الساعة لكل عمود ووضعها في مكانها النهائي اما اذا كان الوضع مؤقتاً فيلزم نصف هذا الوقت)

والحد الاقصى لطول اسياخ التعليق هو وبذلك يلزم عمل حطاطات مؤقتة للاسقف وعملية الرفع النصف بعد رفع ثلاثة من الاسقف العلوية - شكل ٤ والتوقف بسبب اقامة الجزء العلوى من العمود - شكل ٢٥ حيث تم الوصلة في منسوب الدور الخامس وسمك هذه الوصلة هو سمي السقف ولا يلزم حمايتها من التأكيل حيث أنها تغطي بالخرسانة التي تملأ الفراغ بين السقف والعمود وهذه الثلاثة اسقف العلوية تكون في وضع مؤقت إلى أن تم الوصلة ثم ترفع كالعادة إلى مكانها ويتم في الوضع النهائي للاسقف ما يلى :

(١) تلحيم الخوابير الحديدية مع الإطار ان الحديد يدان للعمود وكتلة التحميل .

- (٢) يحقن الفراغ بين العمود وكتلة التحميل (انظر شكل ١٨)
- (٣) يملأ الجزء الفارغ من العمود حيث وضع وتد (تيلة) التحميل بالخرسانة .
- وتم تجهيز فرم لصب بلاطة خرسانية سمك ٧ سم فوق الاعصاب في السقف بحيث تكون سطحها السفلي أو طى من السطح العلوي للعصب بمقدار ١ سم ويترك ٢ سم لتغطيتها بالتراتزو بعد بعض الشك المبدئي للخرسانة حتى تكون البلاطة كلها متألفة وثم اختبأر هذه البلاطة وأثبتت كفاءتها .



ويمكن فك هذه الفرمة بعد يومين وبهذه التقنية امكن فك ونقلها راسيا وبدون احتياج الى وضع دعامات وقد امكن استرداد الفرمة في الدور الأرضي وبذلك امكن تقليل النقل وتكلفة وبعد الانتهاء من صب البلاطات جميتها ويتم تركيب السلالم يدويا حيث انها خفيفة ويكون كل منها كمرين بعرض ٨ سم وارتفاع ٤٠ سم مخلق بهما . شكل الدارة لتحمل درجات خرسانية سابقة الصب مشطب بالتراتزو وتوضع في الواجهة توأم تعطى الازان للحوائط الخفيفة السوزن وبعضاها يحمل اطارات النوافذ - شكل ٢٢ وبذلك نجد ان هذه القوائم ليست لها قيمة وظيفية فقط بل قيمة جمالية ايضا .

والطريقة التي اتبعت في التصميم والانشاء تتحقق منها منشأ اقتصادي ثم في وقت قصير نسبياً .

وقد تم العمل بطاقيمين احدهما اختص باقامة ٢٠٠ عضو رأسى والطقم الآخر رفع مئات الامتار المسطحة من الا سقف بدون اي مشاكل غير متوقعة للنجاح في اتمام اقامة المبنى وهذا يشجع على تطبيق هذه الطريقة على اتساع البلاد التي غافر الى العمالة المهرة

المباني العالية من الخرسانة المسلحة

يمكن في المباني المتعددة الطوابق تنفيذها بطريقة الانتاج الصناعي وذلك بتخصيصها بحيث تكون جميع ابعاد العناصر فيها متساوية في جميع الادوار المتكررة اي ان يكون سماكة السقف وابعاد الاعمدة متساوية ويمكن الحصول على وفر ملحوظ في تكاليفها اذا تبع المقاول طريقة تنظيم جيدة .

في سنة ١٩٢٠ م كان هناك تحديد لارتفاع المباني في شيكاغو ثم سمح بالارتفاع بحيث لا تزيد نسبة الارتفاع إلى المساحة عن حد معين فإذا كانت مساحة المبنى كبيرة بدرجة كافية وابعاد الادوار المتكررة متوسطة فإنه لا حدود لارتفاع الا طبقاً لظروف المنطقة التي سينشأ فيها المبنى .

وفي سنة ١٩٣٠ م تم انشاء عدد من المباني بارتفاع ٢٠ دور وبعض هذه المباني لم يأخذ في تصميمه تأثير ضغط الريح ولم يسبب ذلك اضرار تذكر لأن ابعاد تلك المباني كانت كبيرة بالنسبة لذلك الارتفاع وكذلك فإن القواطع كانت من الطوب المصمم بسمك ٣٠ سم علاوة على أن الخرسانة كانت مقاومتها ٢٨٠ كجم / سم^٢ فقط الأمر الذي أدى إلى أن تكون ابعاد الاعمدة كبيرة وهذه المقاومة جعلت من العسير الارتفاع إلى أكثر من ٢٠ طابقاً .

التقنية الحديثة في الانشاء

ان الوصول إلى مقاومة للخرسانة ٤٢٠ كجم / سم^٢ عموماً وكذلك إلى ٥٥٢٥ كجم / سم^٢ تستعمل في الاعمدة مكتن من الارتفاع في المباني إلى أكبر من ٦٠ طابقاً وإذا كانت ابعاد الوحيدة المتكررة ٦٠ طابقاً أو أقل فإنه يمكن الوصول إلى ٢٠ طابقاً مع الاحتفاظ بابعاد الاعمدة في الحدود المرصدة للمعماري .

واستعمال الخرسانة الخفيفة في الا سقف يمكن من زيادة الارتفاع في المباني علاوة على

انه يكون اقتصاديا اذا زاد المبني عن ٢٠ طابقا في حالة البحور المعتادة وهذا الامر يتغير في البحور الكبيرة .

وقد تدرج الارتفاع في المبني من ٢٢ الى ٦٠ ، ٤٠ ، ٣٣ ، ٢٨ - شكل ٢٨

٢٩ دورة - شكل ٢٩

ويجب دراسة زيادة اي دور اقتصاديا فمن المعروف ان اي زيادة يتبعها زيادة في مواد اعضاء المنشآء علاوة زيادة الاحمال على الاساسات خصوصا الناتجة من القوى الافقية (ضغط الريح) ولكن في حالة ارتفاع عن الارض الانتفاع فان بالارتفاع يمكن ان يعوض الزيادة في تكلفة المبني .

وكما ذكر سا بقا فان تصميم الادوار المتكررة بحيث يكون لها نفس التخطيط وتساوي كل من سمك الاسقف وبعاء الاعمدية يكون مبدأ مؤثرا في اقتصادي المبني وفي حالة التنظيم الجيد للعمل بواسطة المقاول يزيد الوفر في تكلفة المبني وتكون اقامة المنشآء تماشياً تماشياً مع اقامة خيمة السيرك كل عامل له عمل محدد في وقت معين وقد مكنت هذه الطريقة من اتمام الدور الواحد في ٣ ايام عملة او اقل .

التصميم بدون كمرات

ويوجد عامل آخر للوفر وهو عمل الاسقف في الادوار المتكررة بدون كمرات وذلك يعطى ايضا حرية لكل من المعماري والميكانيكي علاوة على تجنب كثير من التعقيدات وللحصول على اتزان لمقاومة القوى الافقية تعمل حواطط قص الى الارتفاع المطلوبة وقد تم الاتفاق بين المعماري الانشائي على عمل بعض حواطط القواطع من الخرسانة رسميا معايير للسمك المعتاد وهو ٢٠ سم تستخد بحسب حواطط قص ويتحدد سمك الحواطط طبقاً لمكانة الدور الموجود فيه .

وعادة يستثنى عن حواطط القص من ١٢ - ١٥ دور الاخرية في المبني وفي مبنى مكون من ٢٨ دور بحور الاعمدة كبيرة فيه الامر الذي ادى الى زيادة سمك الاسقف وجد ان ٢٦ دور الاخرية لا تحتاج الى حواطط قص وتزيد حواطط القص مع الاعمدية لمقاومة المنشآء لضغط الريح بدون زيادة تذكر في التكلفة بعمل هذه الحواطط ويمكن الانتفاع بها ايضا في مقاومة الاحمال الرأسية شكل ٣٠

التنافس بين الحديد والخرسانة

في المباني العادمة ذات الارتفاع حوالي ٢٠ م للدور والبحور العادمة التي لا تزيد عن ٦ م يكون الريح دائماً في جانب الخرسانة المسلحة خصوصاً إذا اتبعت الملاحظات المذكورة سا بقا بشأن تماثل التخطيط والمساواه في سمك الأسقف وبعد الأعمدة وعمل الأسقف بدون كمرات مع العناية بتسوية وتنعيم سطحها السفلي.

حديد التسلیح

استخدم حديد عالي المقاومة جهد الضمان ٤٢ كجم / سم^٢ وخرسانة مقاومتها بعد يوماً ٥٢ كجم / سم^٢ (اسطوانة المكعب ٥٠ كجم / سم^٢) وقطر الأسياخ في الأعمدة ٢٨ مم أو أقل وفي حالة زيادة عدد الأسياخ استخدمت طريقة التلاصق (bonding) وذلك لم يكن هناك حاجة لاستخدام أسياخ بقطر أكبر وكان من المقترن عمل حديد التسلیح الطولي للأعمدة لدورين حتى يمكن توفير الركوب ولكن وجد أن ذلك يعوق في التنفيذ وقد استعيض عن ذلك بعمل حديد التسلیح لكل دور على حدة مع تغيير حديد التسلیح في كل دور الأمر الذي يوفر عن استخدام حديد واحد للدورين.

ضغط الريح

تم التصميم على اعتبار ضغط الريح ١٠٠ كجم / م^٢ إلى ارتفاع ٩٠ م تزداد بمقدار ٥ كجم / م^٢ لكل ١٢ متر زيادة في الارتفاع وقد تم حساب التحرك الأفقي في أعلى المبنى فوجد أنه يتراوح بين ١٠ سم^٢ وبين ٢٥ سم^٢.

سلوك المباني العالية :

كما ذكر سا بقا فإن نسبة العرض إلى الارتفاع المبني هي المؤشرة وقد تم ملاحظة المباني القائمة التالية : -

٤٠ دور ١٥ م عرض و ٥٠ م طول و ارتفاع حوالي ١٢٠ م نسبة العرض إلى الارتفاع ١٠:٨

٦٠ دور ٢٧ م × ٢٢ م الارتفاع حوالي ١٨٠ م النسبة ١٦٢:١

وحيث أنه لم يعرف السلوك الحقيقي لهذه المباني من حيث التحرك الأفقي العلوى

وهل هو مطابق لما حسب ام لا وكذلك معدل الاهتزازات لذلك قامت جمعية ابحاث الخرسانة في شيكاغو بتركيب اجهزة لقياس وتسجيل كل هذه الظواهر فوق بعض المباني العالية حتى يمكن تحليل قراءات هذه الاجهزة خصوصاً بالنسبة للمباني العالية القديمة واعطاء التوصيات اللازمة التي تويد طريقة التصميم الحالية او تغدوها والتحذيرات الواجبة . كما يجب ايضاً دراسة المباني العالية في الشاطئ الغربي للولايات المتحدة والتي تتعرض للزلزال .

والخلاصة انه لا توجد حدود ثابتة لارتفاع المباني من الخرسانة المسلحة اذا كانت نسبة معقوله .

ويمكن اضافة ان عمل الشدات التجميعية السهلة التركيب المكونة من اطارات معدنية مع الخشب لتكون الشكل اللازم وكلما كانت المباني متكررة سواءً كانت هذه المباني عالية او متوسطة الارتفاع يؤدي ذلك الى الاقتصاد والسرعة في البناء وقد انتشرت هذه الطريقة وساهمت كثيراً في فك ازمة الاسكان في المملكة العربية السعودية وفي جمهورية مصر العربية وغيرها .

ويتكون الoinي من حوائط من الخرسانة المسلحة في جانبيين متقابلين او ثلاثة حوائط وتكون الشدة اما من شدات منفصلة للحوائط وطولات السقف (Wall and Table)

شكل ٣١ بين شدات الحوائط يعطي هذه الحالة يشير فك شدة الحوائط بعد يوم واحد من صبها وفك شدة السقف بعد اربعة ايام من صبها .

ويبيّن الجدول التالي طريقة حساب الشدة اللازمة لعمل ٢٠ عماره سكنية كل منها

٦ أدوار ويلزم للامتناء منها ٣٥ يوماً .

الحوائط

٢ يوم / الدور

عدد الأدوار $6 \times 20 = 120$ دور

زمن البناء لكل الأدوار $= 120 \times 2 = 240$ يوماً اقل من ٣٥ يوماً

وذلك يمكن اخذ مجموعة واحدة من الفرم تمكن من عمل الدور في يومين

الجدول الزمني للأسقف

العدد القلى = ٦ (أصف للكمبي) \times ٢٠ (مبني) = ١٢٠ سقف

الدور ٤ أيام معالجة

٢ يوم تجميع وفك

١ يوم تسلیح وصب

٧ يوم للأسقف

المجموعة = ١٢٠ (سقف) \times ٧ (أيام / للأسقف) = ٤٨٠ يوماً

عدد المجموعات = $\frac{٨٤٠}{٣٥٠}$ حوالي ٢٥ مجموعة

اما في الشدات النافية الكاملة شكل ٣٢ - فيمكن فكها بعد يومين فقط مع ترك

دعامات في السقف موجودة في نظام الشدة النافية نفسها .

اما المباني الجاهزة او المكونة من وحدات سابقة التجهيز فلم تنجح كثيرا في شرقنا

العربي خصوصا ان مصانع هذه الاجهزة قد استوردت من بلاد تختلف ظروفها والعملة فيها

عن العملة المتوفرة في بلادنا علاوة على قدم المصانع التي وردت حيث أنها اكلها قد صعمت في

فترة تعميرا ورورا بعد الحرب العالمية الثانية واعتقد انه لو درست كل المصانع والمباني التي

عملت والعيوب التي ظهرت فيها يمكن الخروج بطريقة سليمة للانشاء وخصوصا بعد نقص

العملة الماهرة وارتفاع الاجور اصبحت الحاجة ماسة الى الانشاءات عموما والمباني السكنية

خصوصا بطريقة المصنع

الفرم المنزلقة

ومن المبتكري التي استخدمت فيها طرق حديثة للانشاء مبني تعاوني سكني في ملواكي

(Milwaukee) مكون من ٢٥ دور تم انشاؤه في ٣٥ يوما اي حوالي دور في اليوم

كنتيجة لاستخدام الفرم المنزلقة في صب حوائط حاملة مشطبة بطريقة البثق مع كمرات من

الخرسانة سابقة الصب سابقة الاجهاد .

تقنية الفرم المنزلقة

يمكن وصف الفرم المنزلقة كما يلى :

الإنشاء التقليدى لحوائط خرسانة مسلحة يبنى متعدد الطوابق تقام وتسمى وتدعم الفرم الى الارتفاع المطلوب ثم تصب الخرسانة وتعالج ثم تفك الفرمة بعد بلوغ الحائط المقاومة المطلوبة ويكرر ذلك اما في الشدات المنزلقة فانها تستخدم زوجين من الفرم تبعد عن بعضها بسمك الحائط المطلوب وهذه الفرم محكمة الربط بواسطة رافعة وهذه الرافعة معايره لترتفع الى اعلى بمعدل صغير وتدفع الفرم معها وتصب الخرسانة الطازجة من اعلى الفرم واثناء ارتفاع الفرم رأسيا ينتج حائط خرسانى مشطب بطريقة البثق

تفاصيل انشائية تتأثر بالفرم المنزلقة

بعض التفاصيل الانشائية موضحة بشكل ٣٤

طريقة الأرضيات

مكونة من كمرات سابقة الصنع سابقة الاجهاد وبلاطة من الخرسانة مصبوبة في الموقع وجود كرات بارزة في الكرات يكون اتصال بين البلاطات والكرات . وتوضع صناديق حديدية بوضع كرة مجرى (channel) اثناء انزال الفرمة يلتحم فيها الكرات سابقة الصب سابقة الاجهاد شكل ٣٤ وهذا اللحام يوفر الدعائم ويسهل وضع الكرات في الحوائط .

الواجهة الخارجية

تم عمل فرم من البلاستيك للواجهة الخارجية - شكل ٣٥ ووضعت في مكانها في الشدة المنزلقة لكل دور وبذلك تم عمل الواجهة الخارجية متالفة (Monolithic) مع الحوائط من الفرمة البلاستيك لم يكن عاليًا حيث أنها استخدمت عدة مرات وهذه الطريقة تغلبت على مشاكل التثبيت (فيما إذا كانت هذا الجزء من الوجهات ثم من وحدات سابقة الصب) ولم تأخذ وقتاً إضافياً في المسار الحرج - والمشكلة الوحيدة في التنفيذ الواقع هو أن خرسانة القوائم الرفيعة كانت غير جيدة التشطيب .

جدول الانشاء

وضع جدول مؤقت لانهاء حائط الدورى يوم ثم وقف العمل عند كل دور لوضع اللمرات سابقة الصب سابقة الاجهاد قبل البدء في رفع الغرم وقد وجد ان الوقت اللازم لهذه الطريقة غير مرضي وبذلك تم رفع الغرم بعد الدور ولو ان هذا خلق مشاكل حيث انه وجد ان المنشآت يفتقر مؤقتا الى الاتزان ضد ضغط الريح خلال انشاء المبني وقد وضع حديد رأسى او جبالونات من القصبان كما تم زيادة تسلیح الحوائط عن التسلیح اللازم لمقاومة الحمل الحى والميت ومن ذلك من انزلاق الغرم الى ارتفاع حوالى ٩ م فوق اقرب دور .

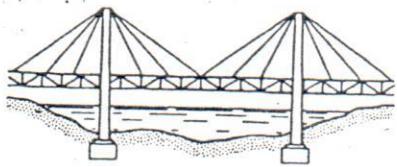
وبذلك تم تعديل الجدول الزمني للمشروع بحيث يتم الانتهاء من دور كامل في اليوم وقد تم العمل بثلاث ورديات في اليوم كل منها ٨ ساعات ورديتان لا انزلاق الغرم ورديّة الصباح الباكر وورديّة المساء اما الورديّة الثالثة خلال النهار فقط خصصت لوضع اللمرات السابقة الصب وكذلك صب خرسانة الارضيات وبذلك امكن الارتفاع ببطء الجو خلال الصباح الباكر والليل في عمل الحوائط اما الارضيات وكماتها فوق النهار خلال الحرير من داخل المبني وقد اثبتت هذه الطريقة اقتصاديتها بواسطة طريقة المسار الحرج .

والونش المستعمل وزنه ٢٥ طن بما فيها اوزان الاتزان وله قدرة ٥٢ طن بزراع قطرة ٣٠ والونش مدعم ب١٦ رافعة قدرة ٦ طن متزامنة مع رافعات الغرم وبذلك فان الونش يرتفع مع الغرم والكسوة واخطر مشكلة هي في الفروم الناتجة عن احمال الانقلاب على قطر ٣٠ والعنز الناتج عن ضغط الريح . ولمنع اي قوى افقية لغرم الانزلاق فان الونش قد علق من الروافع الموجودة في منسوب الغرم .

وقد استعمل ١٤٢ رافعة هيدروليكية قدرة ٣ طن متزامنة لرفع الغرم وثم صب الخرسانة باستعمال ٣ طلبيات وتركت فتحات كبيرة في السطح تمكن من انزال اللمرات سابقة الصب في اماكنها ولزم جسور حديدية لحمل السطح (Deck) والرافعات - شكل ٣٧ - ضواغت وفي الاحيان احتاج الى ٣ امثالها والا رتفاع كان بمعدل ٢٠ سم ك ساعة . وكان التعاون المثمر بين المعماري والاشائعي والمقاول هو عامل هام في الانتهاء من

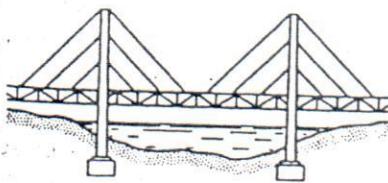
هذا المبني في ٣٥ يوم . وقد حاولت في محاضرتى هذه ان ابين اولا الاسس الالزمة لاقامة المنشآت بطريقة

افتراضية مع اعطاء أمثلة تبين المشاكل التي تعترض هذه الاسس واطرقة اتي اتبعت في
حل هذه المشاكل وهي ان يكون العمل بالفرق وليس بالفرد لأن سبب تقدم هذه الدول علينا
هو عملها بطريقة الفريق وسبب تأخرنا هو عملنا بطريقة الفرد رغم اننا كأفراد نساوهم بـ
وهي بعض الاحيان نفوقهم والله يوفقنا الى الخير لا مثلاً .



Fan type

(a)

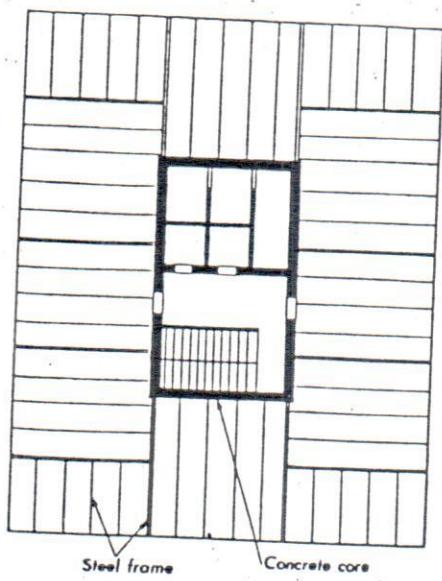


Harp type

(b)

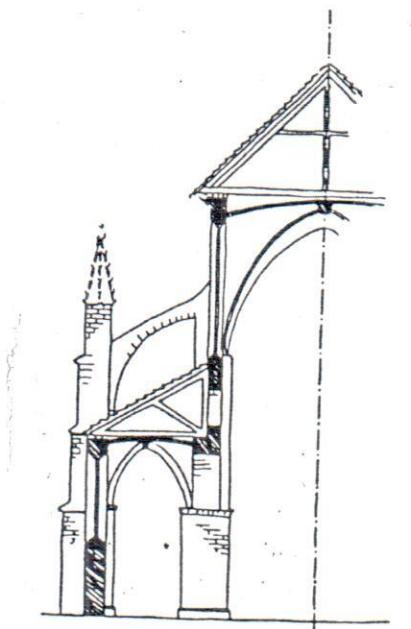
(c) A hand-drawn sketch of a bridge tower. The tower has a rectangular base and a triangular top. A horizontal line extends from the left side of the base, labeled "125 ft". Above the tower, there are "Hinged sliding doors" on the left and "Cables" extending from the top right. The base is labeled "Anchorage".

(d) A hand-drawn sketch of a bridge tower, similar to the one in diagram (c). It shows a rectangular base, a triangular top, and "Hinged sliding doors" on the left side. The base is labeled "Anchorage".

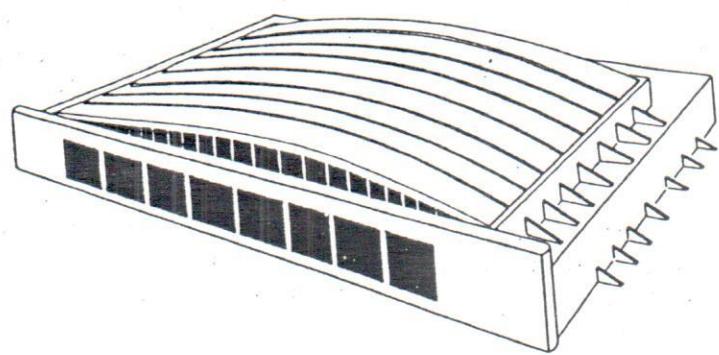


8.22 Steel frame with concrete core.

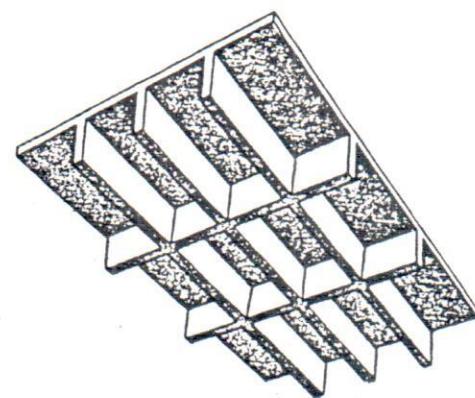
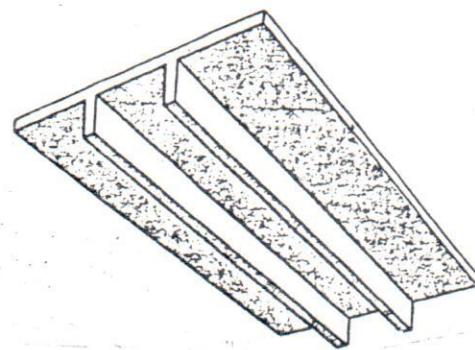
(e) JL



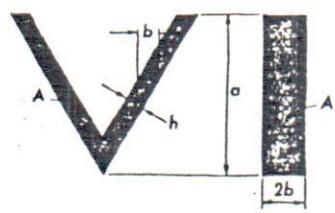
(o) JL



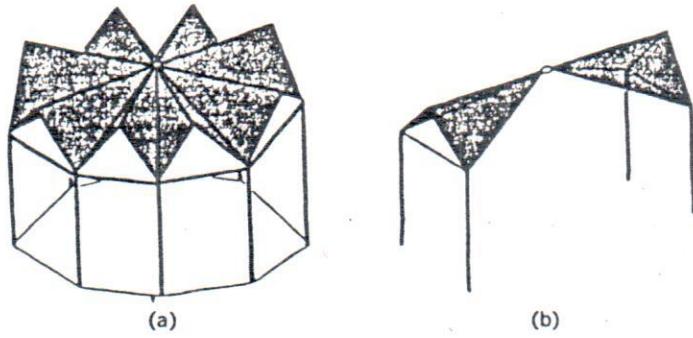
(v) س



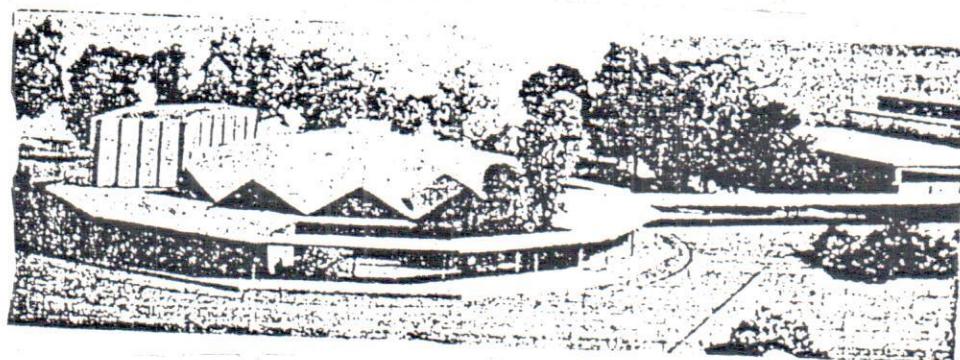
(vi) س



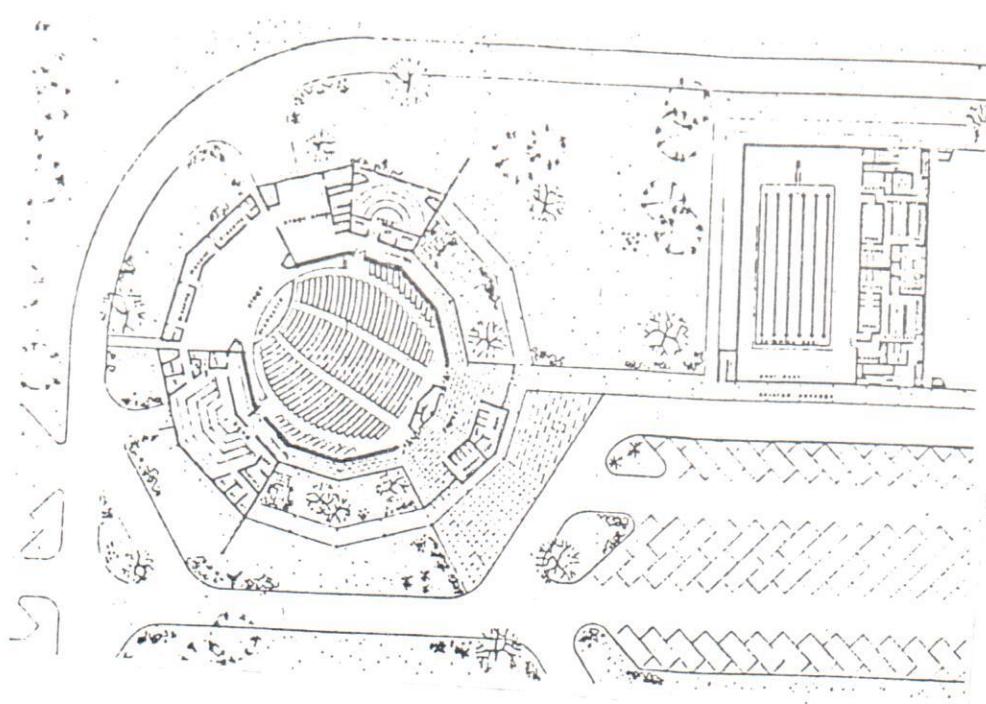
(9) Jc



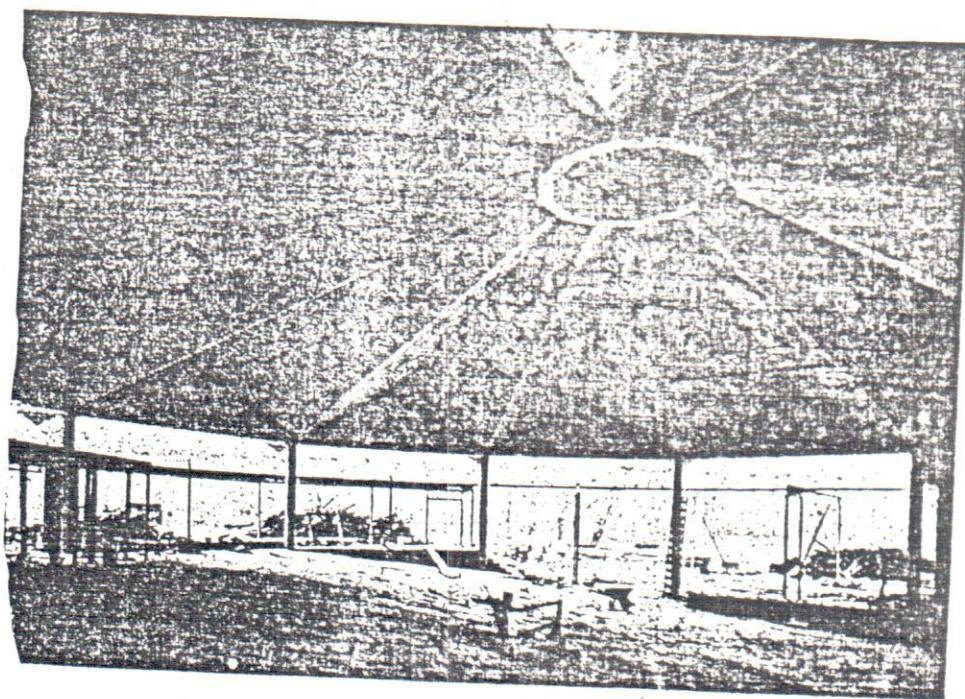
(11) Jc



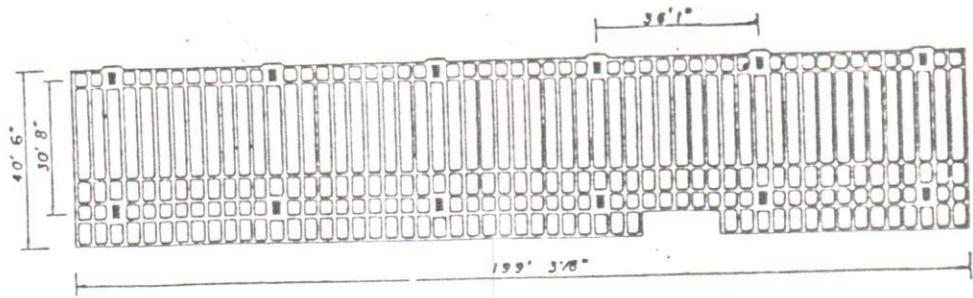
(11) Jc



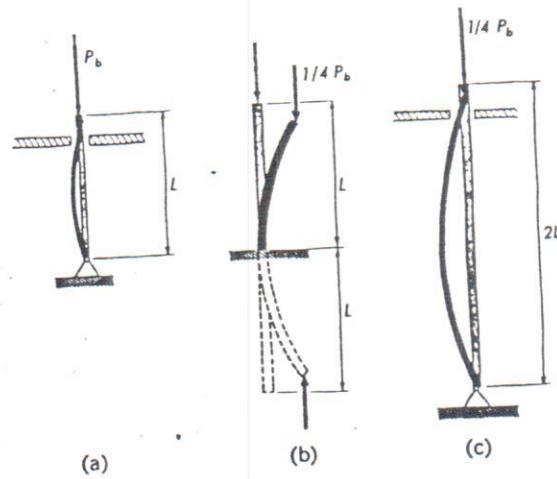
(12) 55



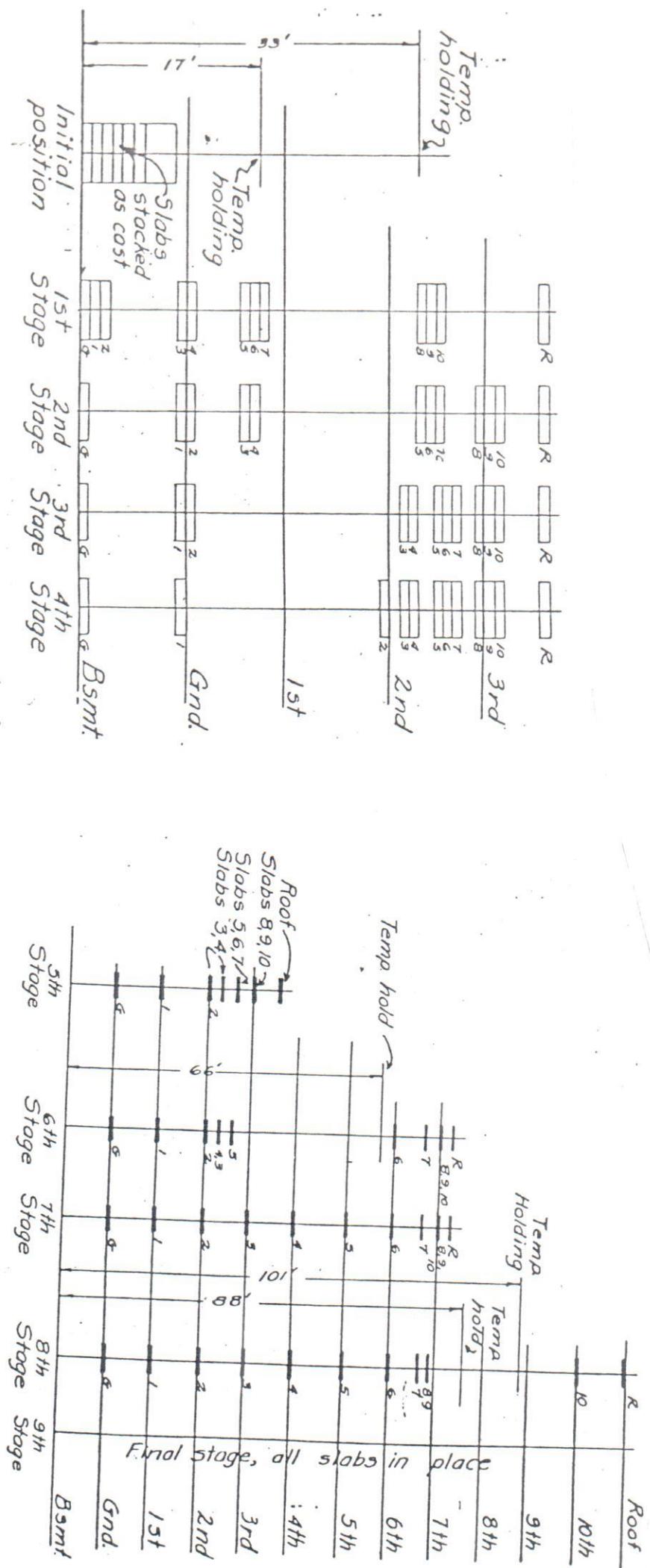
(12) 55



(١٢) ملخص

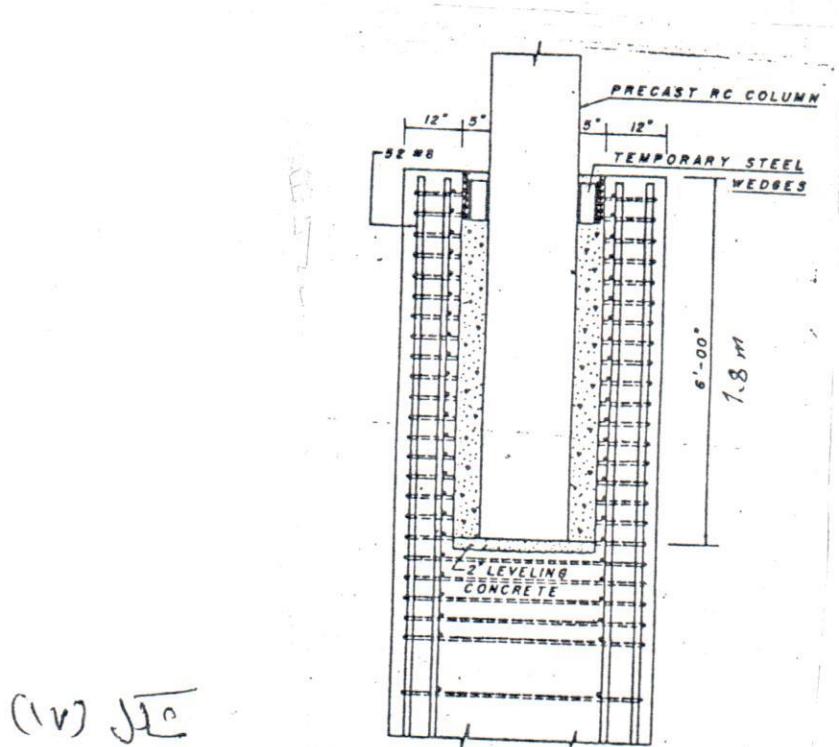
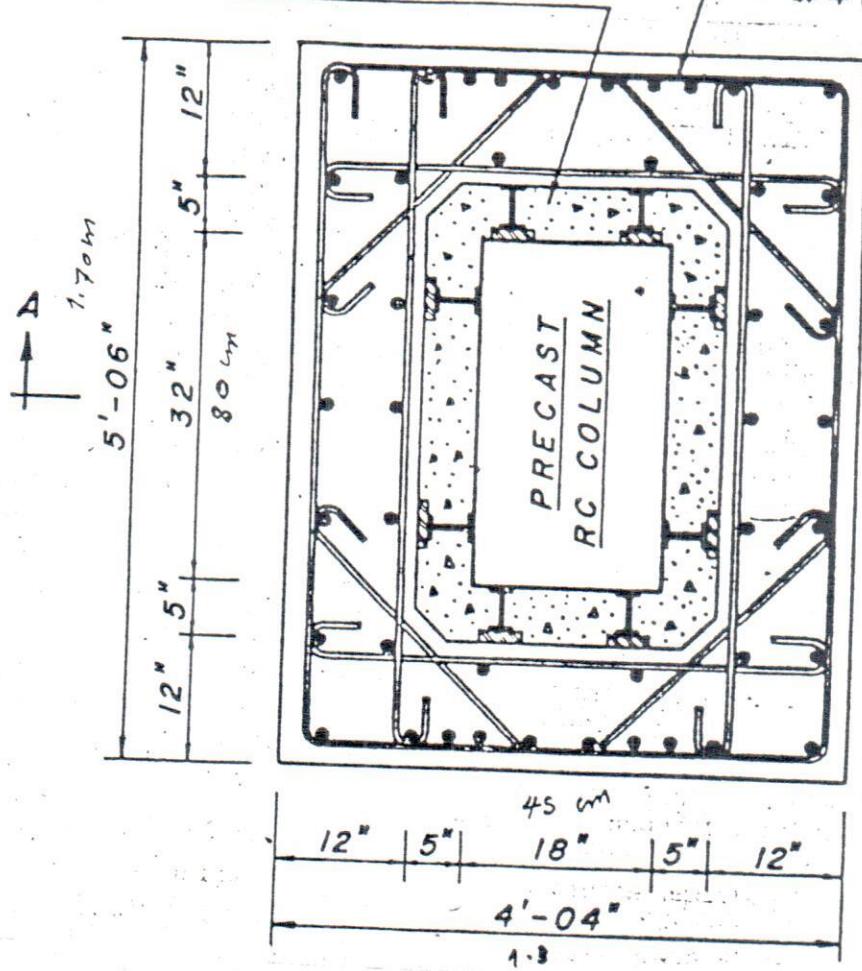


(١٣) ملخص

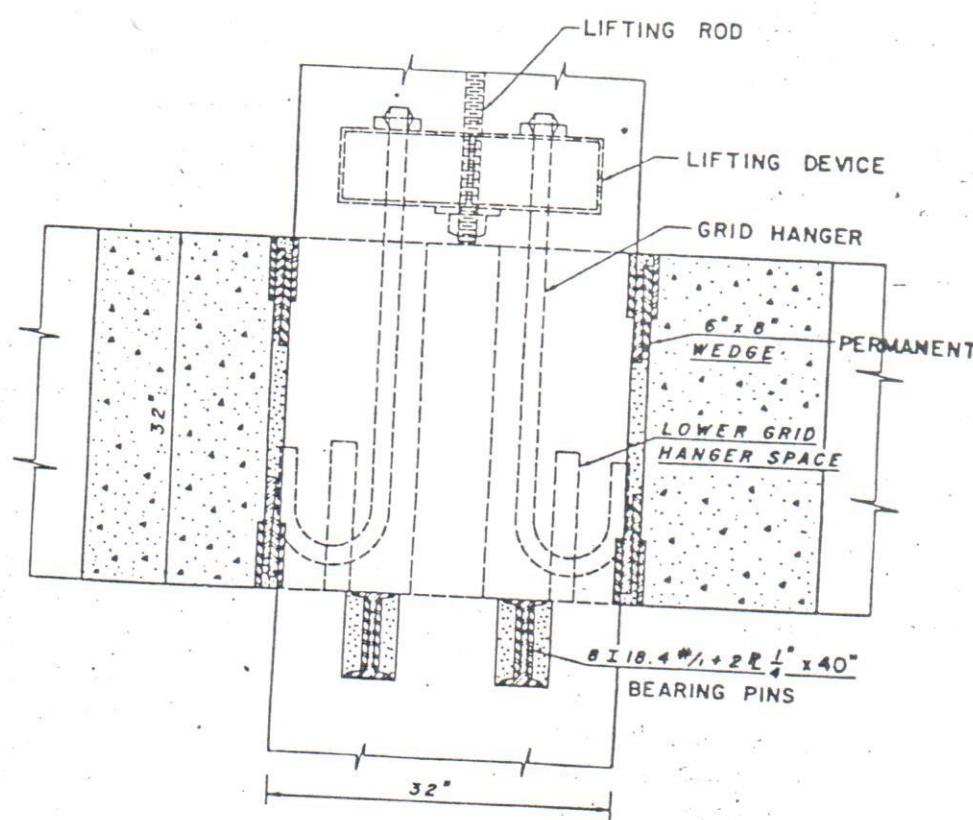
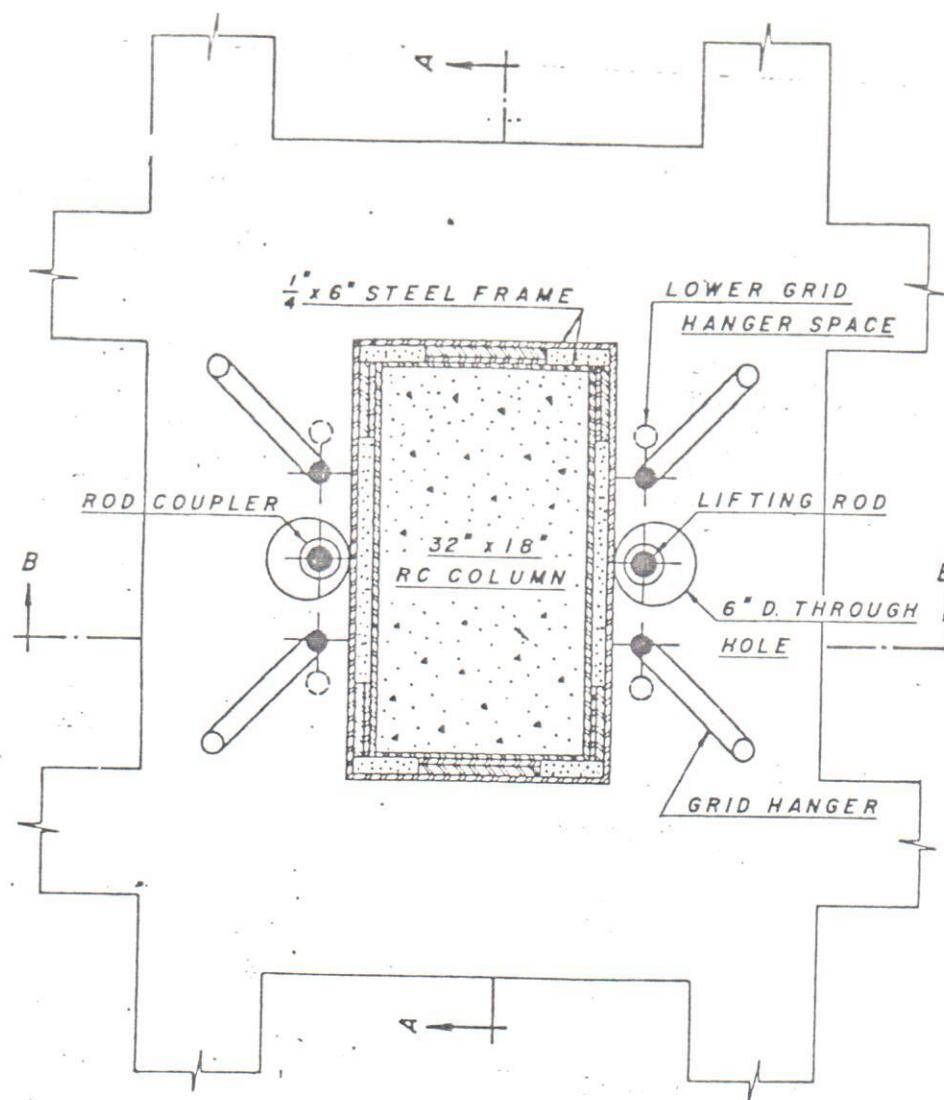


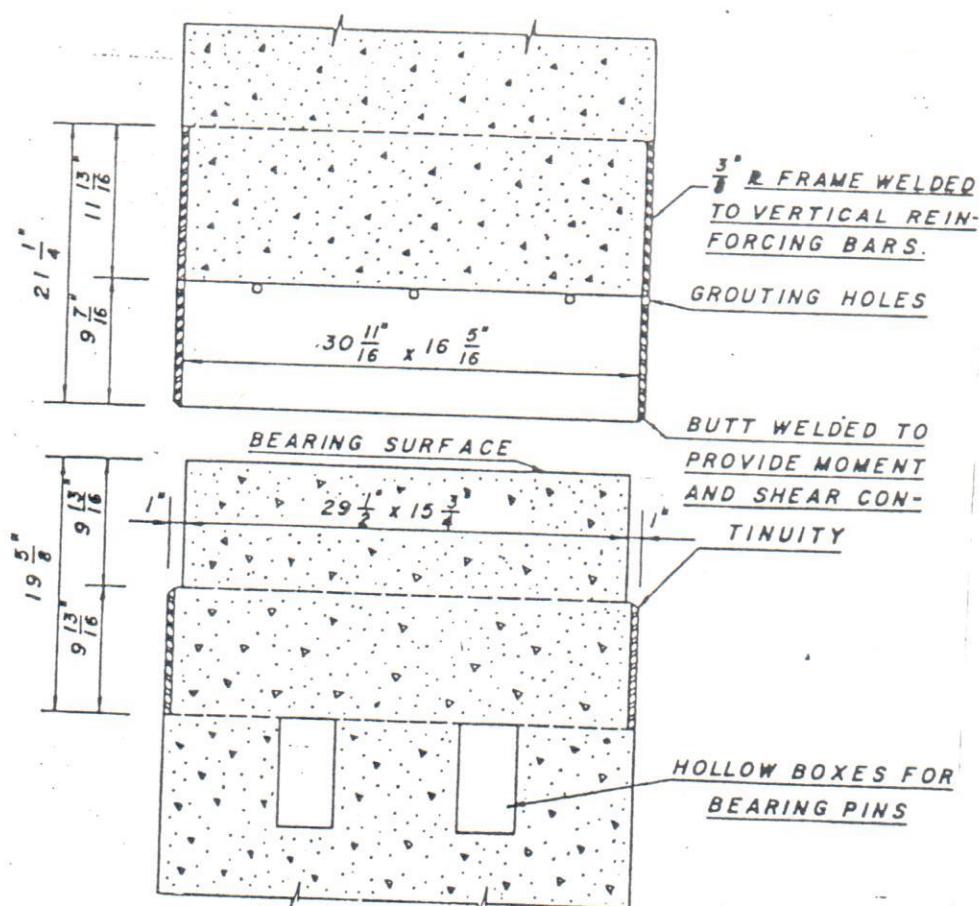
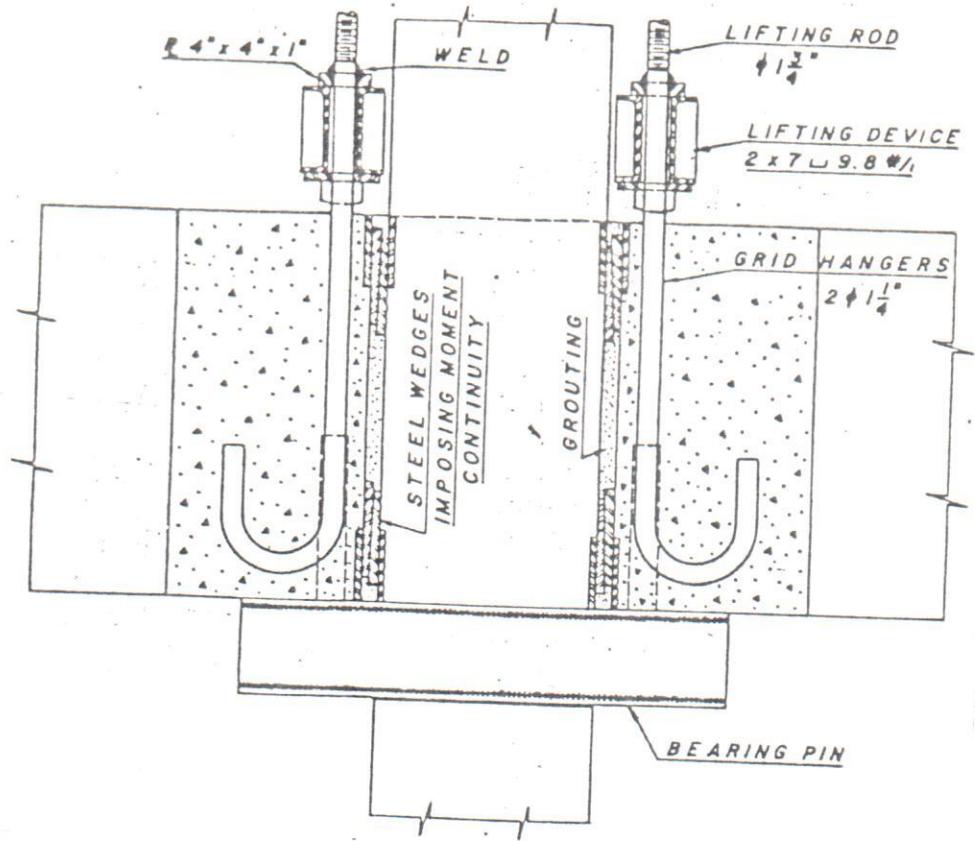
CAST-IN-PLACE CONCRETE
FIXING COLUMN END

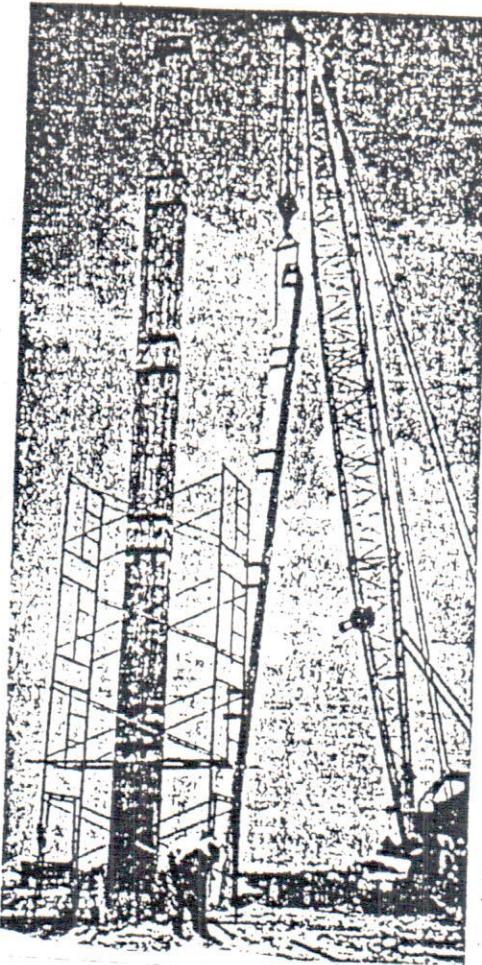
#4C4



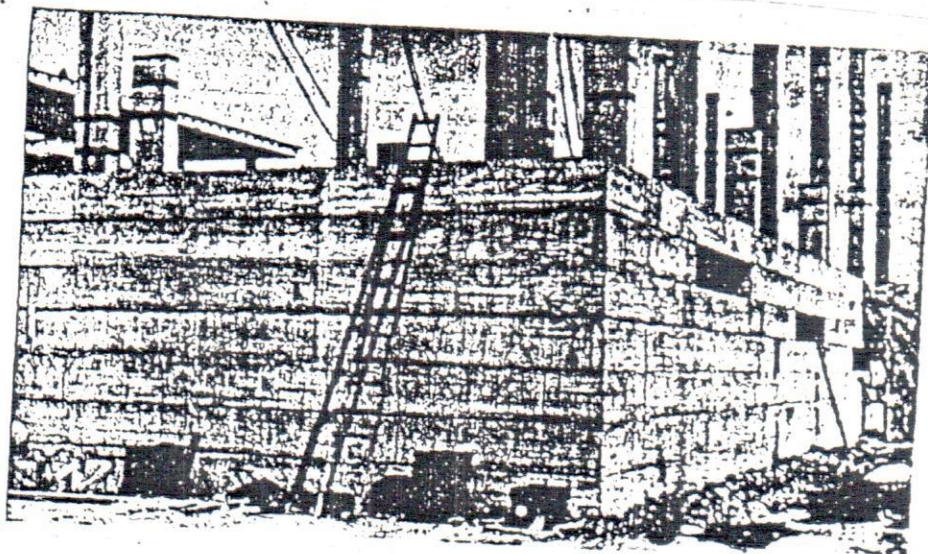
(iv) JE



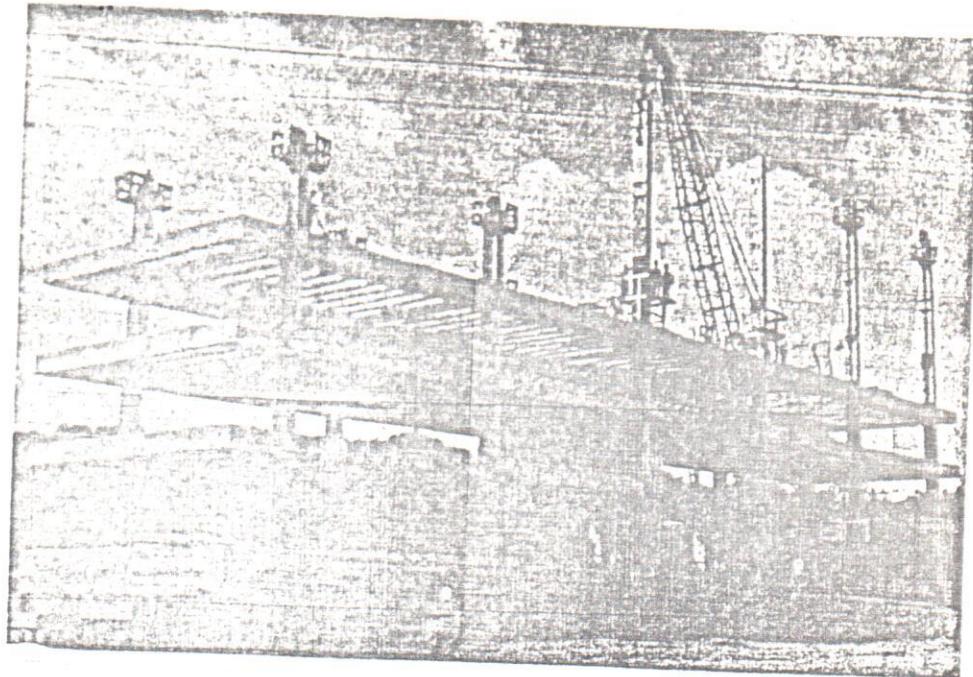




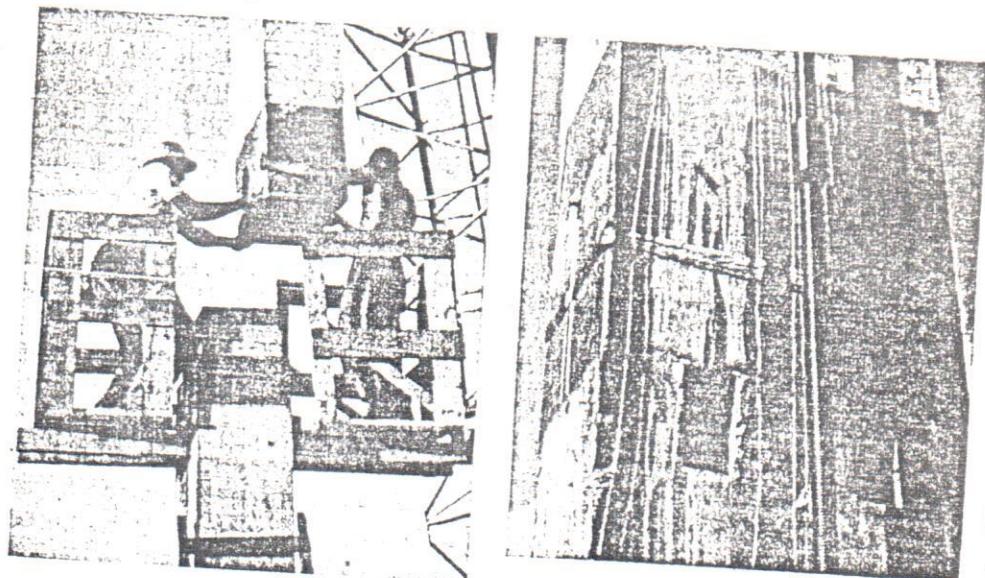
(CC) JL



(CC) JL

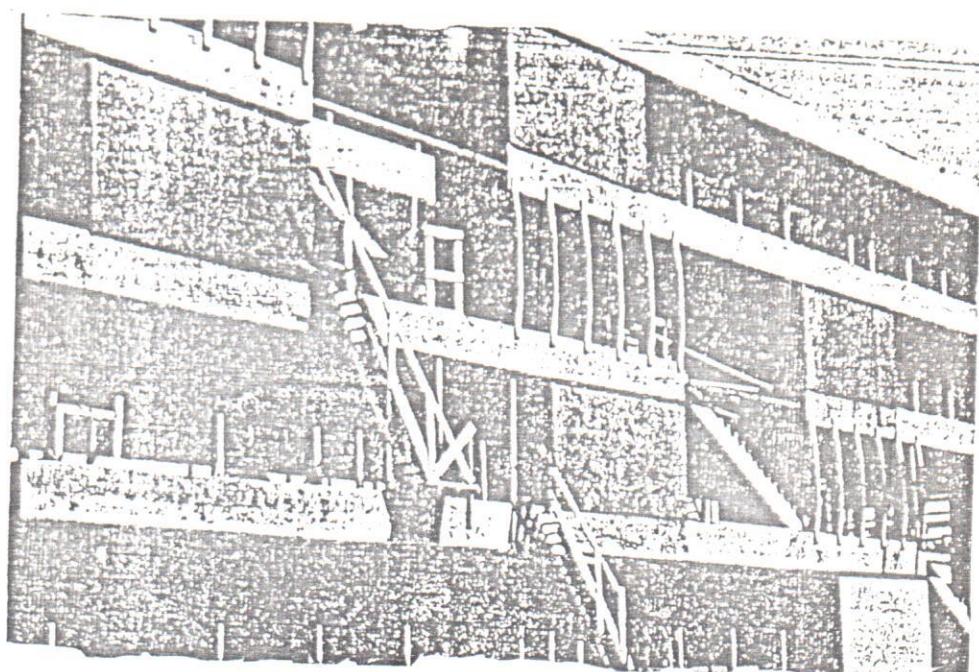


(C8) JAC

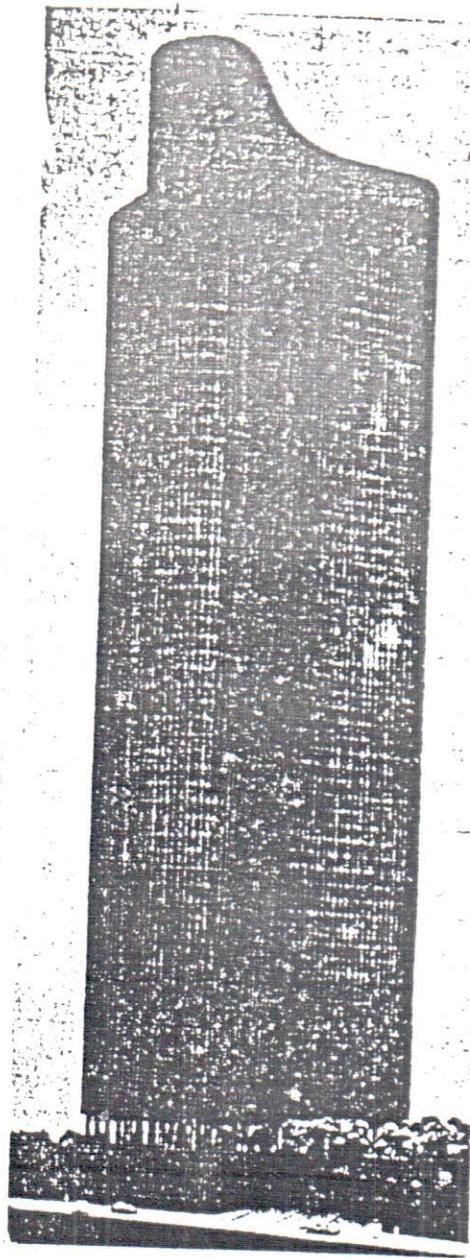


(C9) JAC

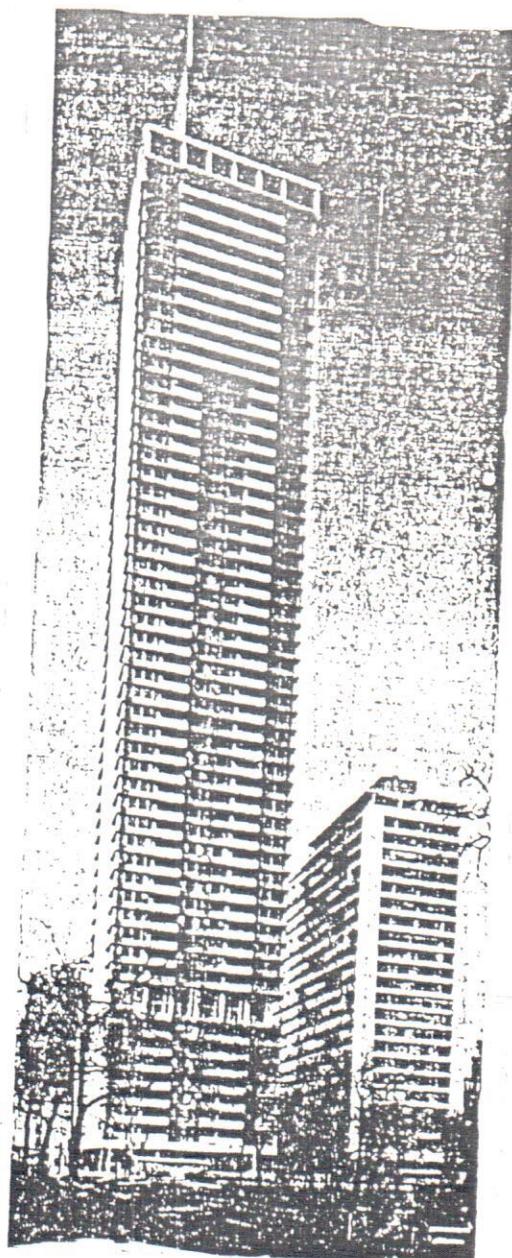
(CV) JC

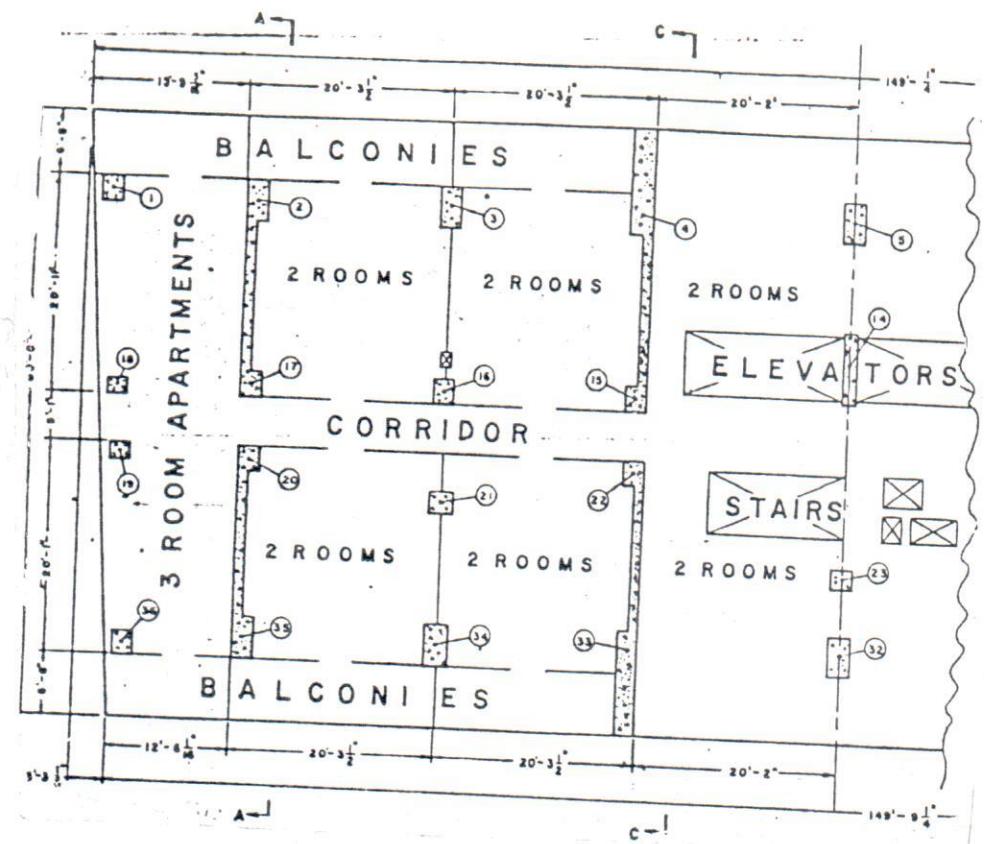


(CV) JC

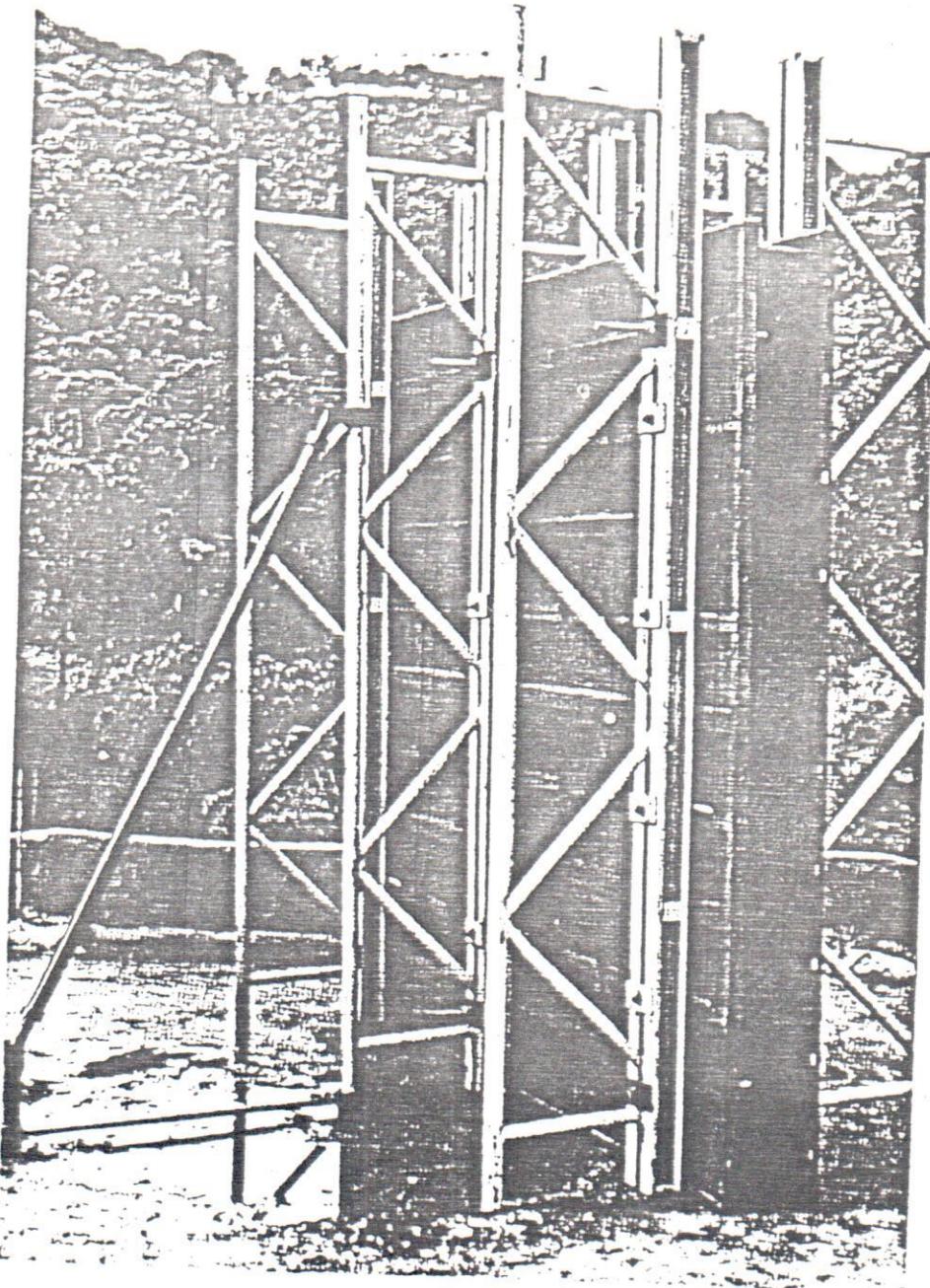


(CN) JT

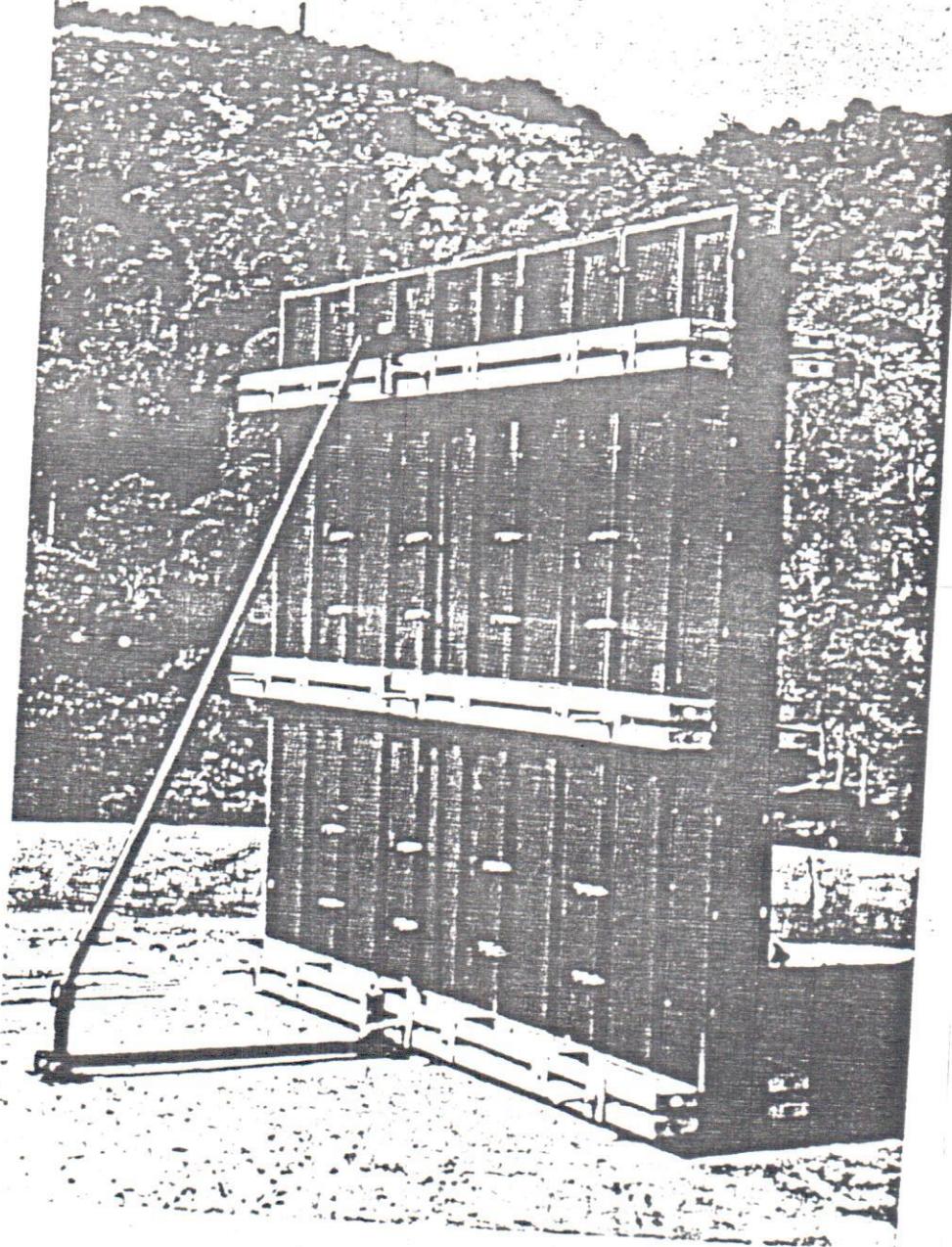




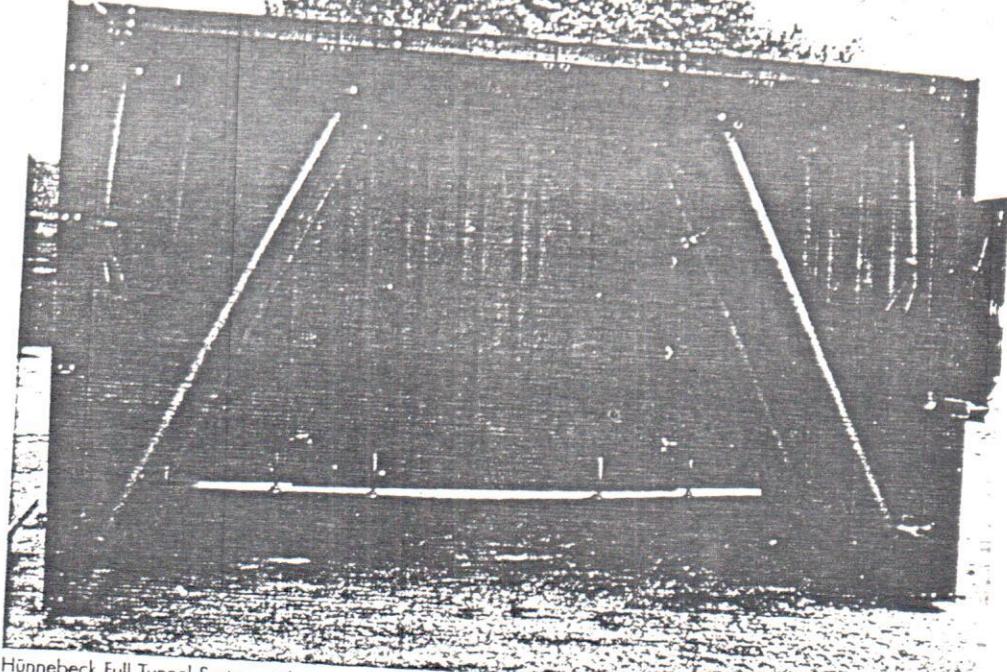
(4.) 510



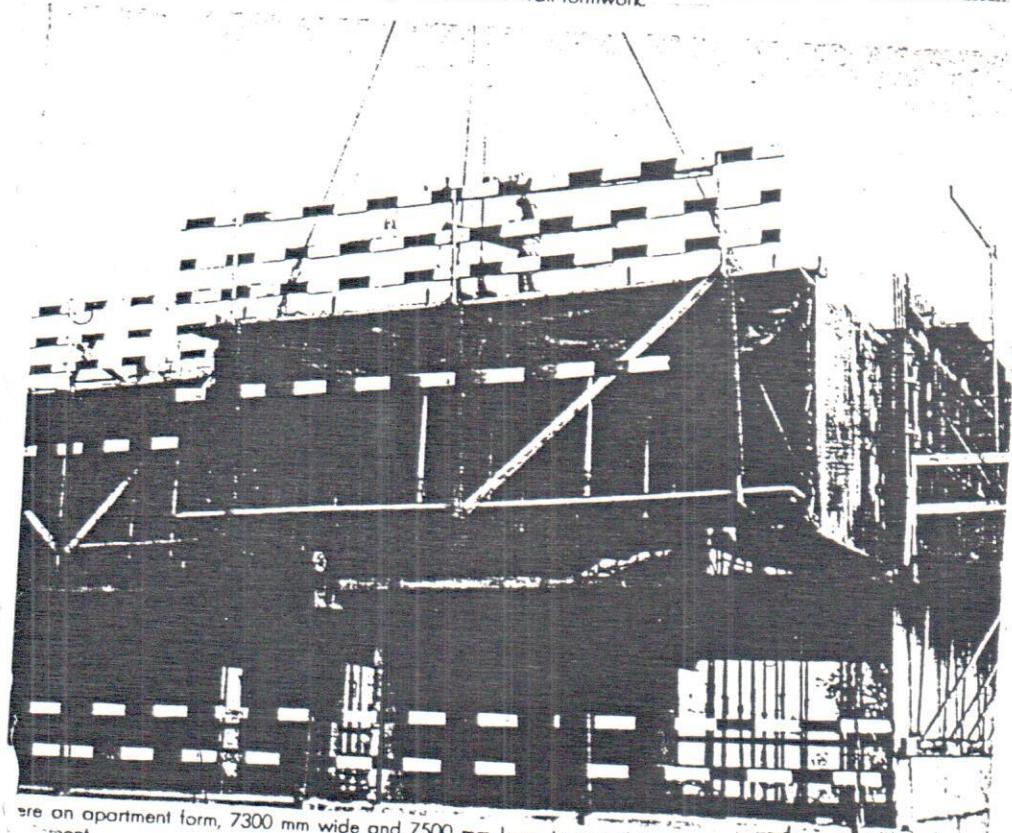
(21) JE



(४०)

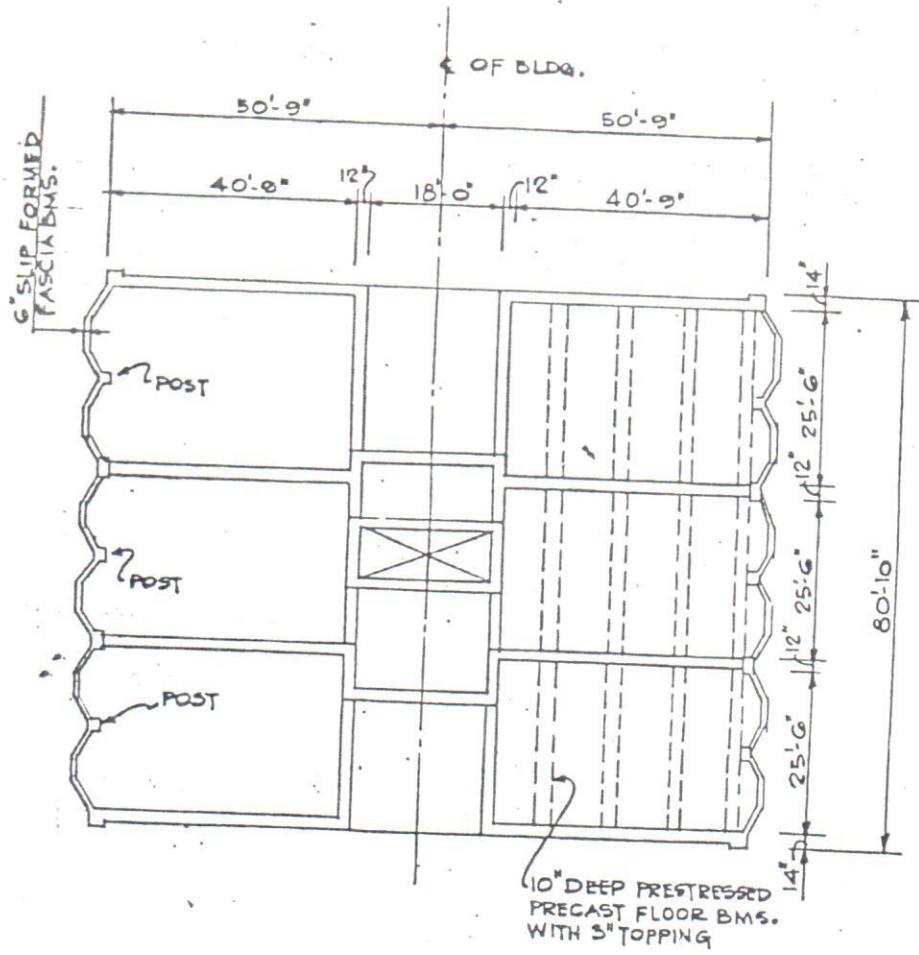


Hünnebeck Full Tunnel System with integral transverse wall formwork.

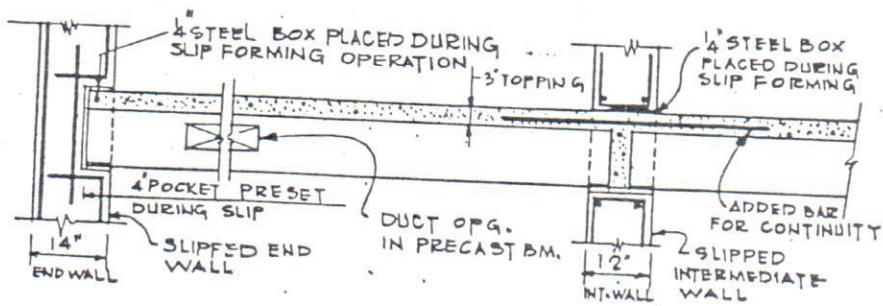
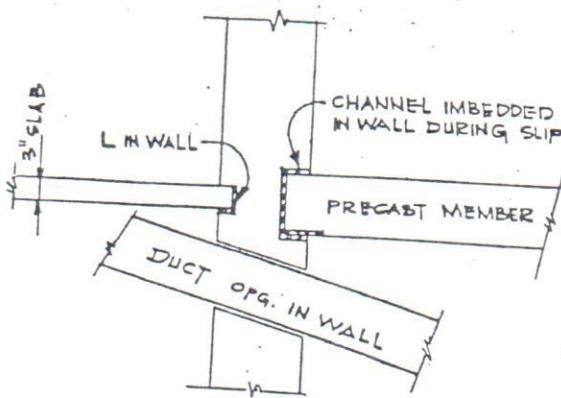
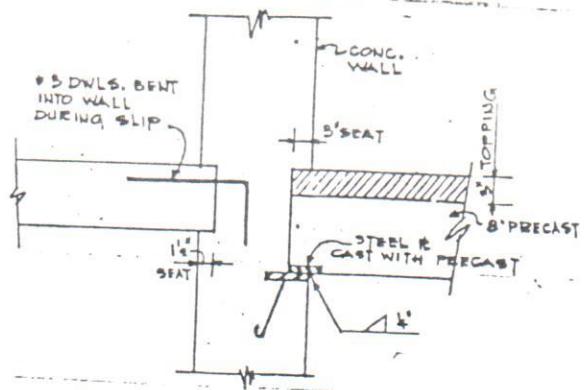


Panel on apartment form, 7300 mm wide and 7500 mm long, is moved in one crane lift without other handling

(RE) JH

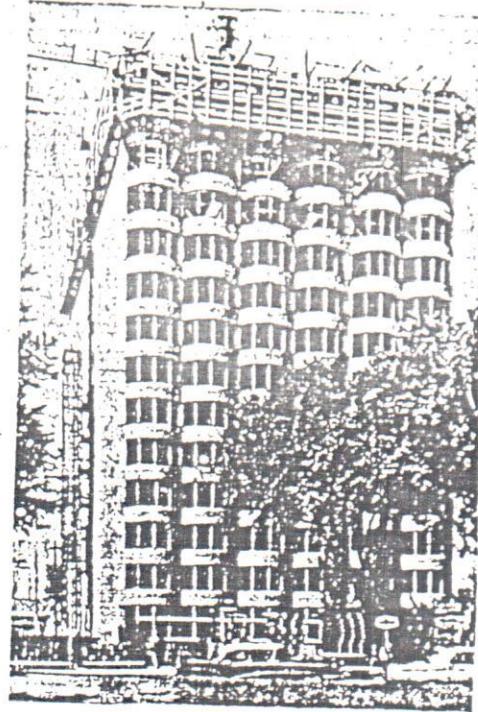


(۲۲) جع



(K&) JC

(x0) HC



(x7) HC

