الباب الثانى

وسائل ميكنة تشييد الهيكل الإنشائى للمبنى

مقدمة

تنتج شخصية المبنى من تفاعل فكر المهندس المصمم ورغبات المالك مع الأخذ فى الاعتبار الإمكانيات الإنشائية لتحقيق التصميم.ويمكن أن يؤدى التخطيط السليم واشتراك المعمارى والإنشائى فى التفكير إلى وصول المقاول إلى أرخص الطرق وأسرعها فى التنفيذ مع المحافظة على القيم المعمارية المطلوبة.

ففى المبانى التى يكون بها عدد كبير متشابه من الأعمدة والحوائط وما إلى ذلك، يمكن أن يكون هناك وفر كبير فى جلب هذه العناصر جاهزة من المصنع فى الموقع ثم رفعها إلى مكانها فى المنشأ، وفى أحوال كثيرة يمكن أن تؤدى تغييرات طفيفة فى التصميم إلى إمكانية تحويل عملية التنفيذ من الطريقة التقليدية (البطيئة) إلى الميكنة وما يتبع ذلك من مزايا، على أنه لا يجوز تعميم هذا المبدأ حيث أن لكل حالة الظروف الخاصة بها، لذلك يجب عند اتخاذ مثل هذا القرار اجراء دراسة مقارنة للتكاليف.

ويعالج هذا الجزء من الكتاب وسائل ميكنة العمليات التى تتم داخل موقع التنفيذ لتشييد المبنى سواء استجلبت العناصر الإنشائية كلها أو بعضها من المصنع.

أولاً: تشييد المنشأ من عناصر سابقة الصنع

(منقولة من خارج الموقع)

تم التوصل إلى هذا النظام كنتيجة لمحاولات الجمع بين مزايا هيكل الصلب، واقتصادية الهيكل الخرسانى. وقد اقتصر التفكير فى البداية فى سبق تصنيع الخرسانة على أسقف الأدوار وسطح المبنى، لكنه امتد ليشمل كل عناصر المبنى بما فيها الأعمدة والكمرات وبلاطات السقف والحوائط الخارجية والقواطيع الداخلية والسلالم.

وأهم مزايا هذا الأسلوب هى:

- سرعة وبساطة التشييد التى يمكن مقارنتها بسهولة تشييد المنشآت الحديدية، ومع رخص الخرسانة المسلحة عن الحديد يصبح هذا النظام ذا قيمة كبيرة.
- التوفير الملحوظ فى زمن التشييد يضاف إل ذلك أن تصنيع الوحدات الإنشائية فى المصنع يسمح بتحكم أكبر فى نوعية الخرسانة وإنهاء الأسطح عما هو ممكن فى الموقع، كما يؤدى إلى توفير فى مواد البناء، وخاصة الهالك منها مع تحسين نوعية العنصر المنتج وتلافى الصعوبات الناتجة عن انكماش الخرسانة حيث لا تستعمل فى مكانها بالمبنى إلاّ بعد تمام نضجها.
- نتيجة لاستخدام هذا الأسلوب تقل كمية الشدات والمعدات بدرجة عالية ويصبح الموقع غير مزدحم وتسهل الحركة فيه.

أما عيوب هذا النظام فهى:

- يصعب الوصول إلى الإستمرارية والصلابة فى العناصر الإنشائية للمبنى حيث يأخذ هذا الأمر اهتماماً خاصاً فى مرحلة التصميم.
- ضرورة أن يكون التصميم مبسطاً ، وذا عناصر متكررة كثيرة مما يساعد من حرية المصمم.
- بالنسبة للتكلفة فإن الخرسانة سابقة التجهيز فى حد ذاتها أعلى سعراً من الخرسانة المصبوبة فى الموقع، وذلك بسبب مصاريف المصنع وتكاليف النقل، ويجب فى مقابل ذلك أن يتم التوفير فى العمالة وزمن التشييد بحيث تتقارب التكاليف، وهذا يصعب الوصول إليه فى حالة وجود المصنع فى موقع يبعد كثيراً عن المبنى.

وتتضمن عملية تشييد المنشأ من العناصر سابقة الصنع مراحل تمهيدية وهى:

النقل والتخزين والتجميع المرحلى، بينما تتمثل المراحل الأساسية فى الإعداد للرفع، ثم الرفع ذاته والضبط والتثبيت المؤقت، ثم معالجة الوصلات والمعالجة ضد الرطوبة. وهناك احتمالان لتنسيق عملية التشييد بهذا الأسلوب:

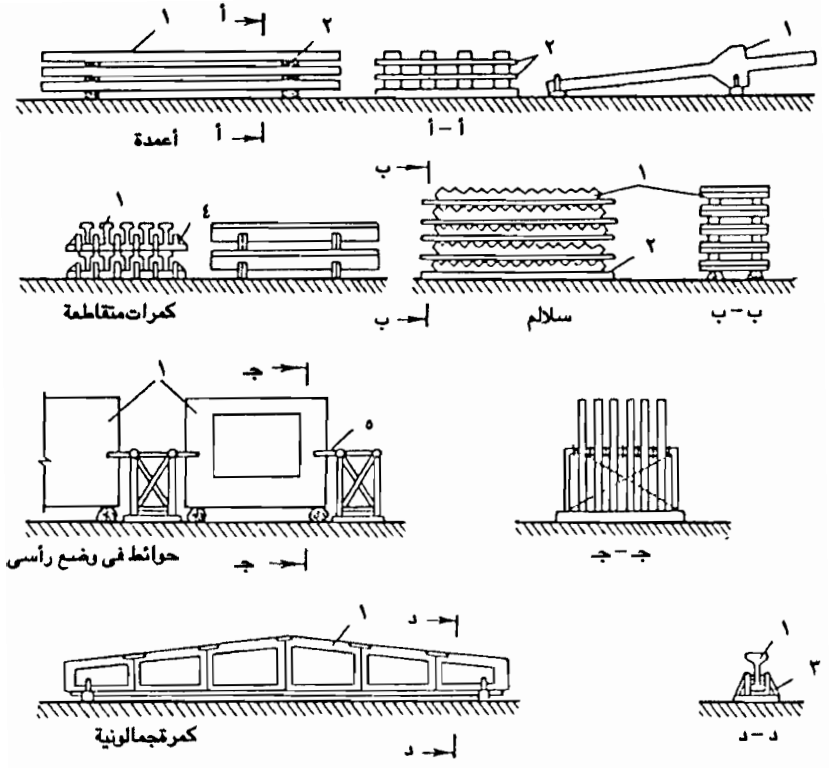
١- أن يتم تسليم أجزاء المنشأ مجمعة مرحلياً، وتنقل مباشرة من وسيلة النقل إلى مكانها فى المنشأ؛ ومثال على ذلك الوحدات الصندوقية "Box units" ويتطلب ذلك دقة متناهية فى جميع مراحل نقل العنصر وتثبيته، وهى مناسبة للمواقع التى يصعب التخزين بها لصغر مساحتها، أو لأى أسباب أخرى.

٢- التخزين المرحلى للعناصر الإنشائية، حيث يتم تجميعها فى أماكن مخصوصة ثم تنقل إلى مكانها فى المنشأ بوساطة أوناش. وهذا الاحتمال صالح فى حالة المواقع الكبيرة أو حينمايكون من المستحيل نقل أجزاء المنشأ من وسيلة النقل مباشرة إلى موضعها النهائى بالمبنى.

وتشمل منطقة التخزين المسطح التى تشغله العناصر الإنشائية علاوة على مناطق التشغيل مثل الممرات والطرق، وأماكن تفريغ الشاحنات. ويكون حساب مسطح منطقة التخزين على أساس وجود الحد الأدنى لعدد العناصر اللازمة لإستمرارية عملية التشييد ويتوقف هذا على عدة عوامل، أهمها معدل سرعة التنفيذ وبعد المصنع عن الموقع وبالتالى مواعيد تسليم العناصر. وشكل (١١١) يوضح بعض الطرق لتخزين عناصر خرسانية ومصنوعة من الصلب سابقة الصنع.

ويمكن للأوناش المستخدمة هنا أن تأخذ عدة مواضع؛ فإما أن توضع بحيث تغطى مسطح التخزين ومكان وضع العناصر، أو تكون متحركة لتغطية عمليات الرفع المطلوبة فى الموقع.

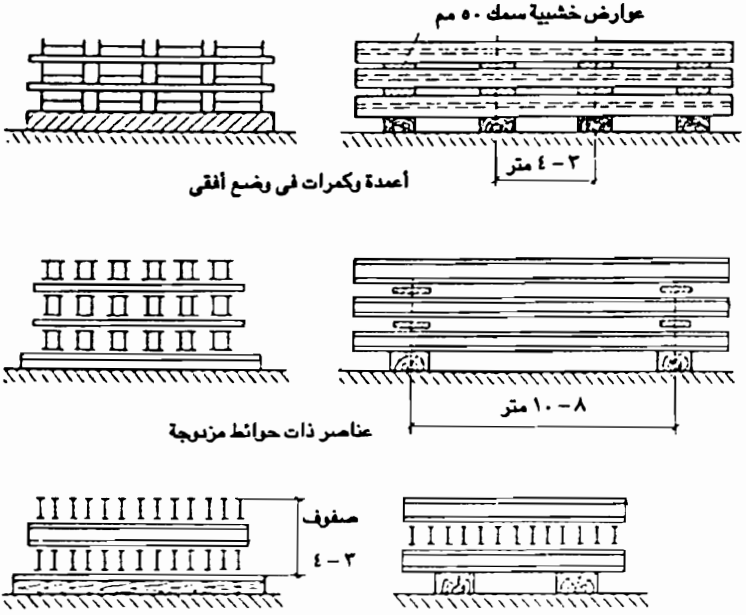
وفى حالة استخدام أكثر من ونش فى نفس الموقع يراعى تلافى وجود مناطق



عناصر من الخرسانة المسلحة

١- المنشأ المطلوب تخزينه
٢- عوارض خشبية
٣- مساند للحواجز الرأسية
٤- حواجز رأسية
٥-مصدات

شكل (١١١) - يتبع - بعض أساليب تخزين عناصر سابقة الصنع بالموقع



شكل (١١١) - تابع - بعض أساليب تخزين عناصر سابقة الصنع بالموقع

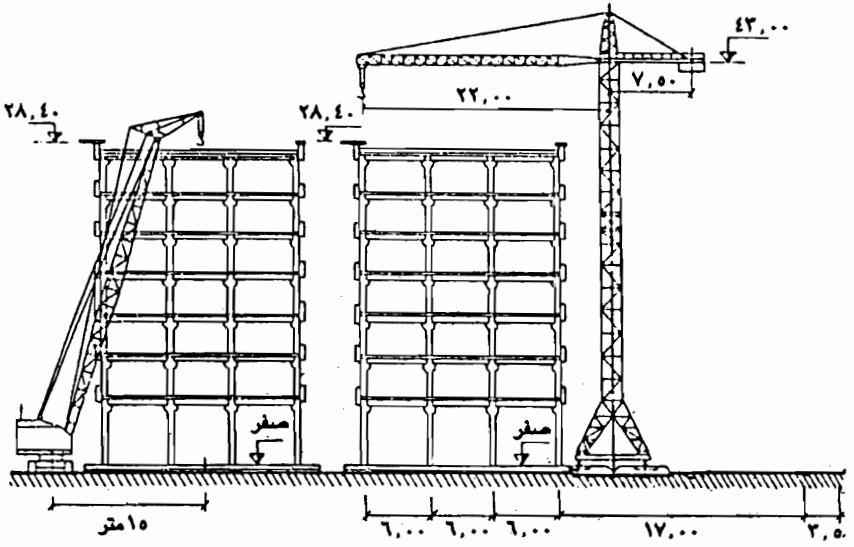
«ميتة» dead areas وهى المناطق التى لا يخدمها أى من الأوناش الموجودة، كما يجب الأخذ فى الحسبان عدم تداخل مجال عمل أذرع الأوناش ويكون ذلك إما بوضعها على بعد كاف أو بعدم استخدامها فى نفس الوقت. والأشكال من (١١١إلى١١٥)، توضح بعض الأساليب المتبعة فى إقامة الهيكل الإنشائى لبعض أنواع المنشآت.

ثانياً: ميكنة تشييد المنشأ بالموقع

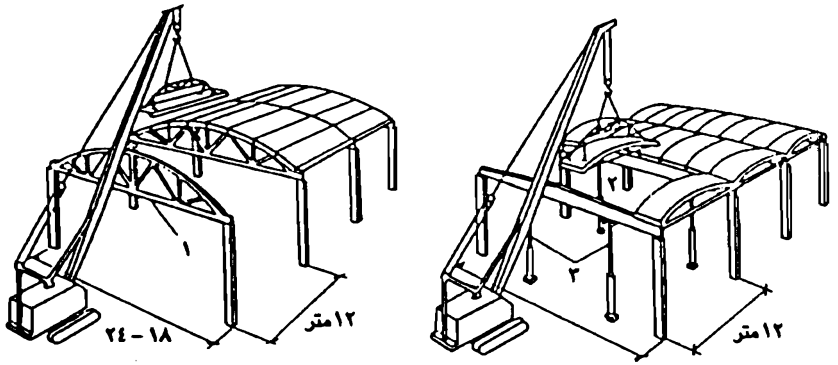
ويكون ذلك إما بسبق صب العناصر الإنشائية كلها أو بعضها فى مكان خاص بالموقع ثم رفعها إلى مكانها النهائى بالمنشأ أو صبها منذ البداية فى موضعها النهائى بالمنشأ.

وتشمل العناصر سابقة الصب فى الموقع : In Site precast Elements

١- *الكمرات سابقة الصب Precast Concrete beams* وهى إما كمرات مسلحة تسليحاً عادياً أو سابقة الإجهاد. والخرسانة سابقة الإجهاد هى أن تُشد أسياخ



شكل (١١٢) وضع الونش بالنسبة للمنشآت العالية

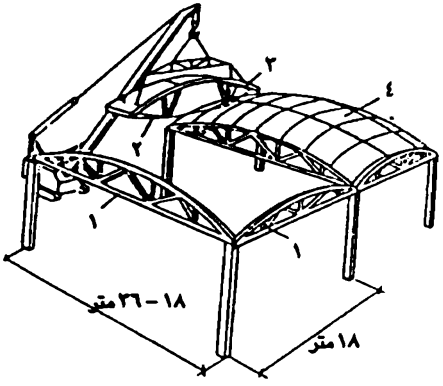


سقف مكون من وحدات مستقيمة

سقف مكون من وحدات منحنية

أ - رسم توضيحي لوضع عناصر المنشأ القشرى

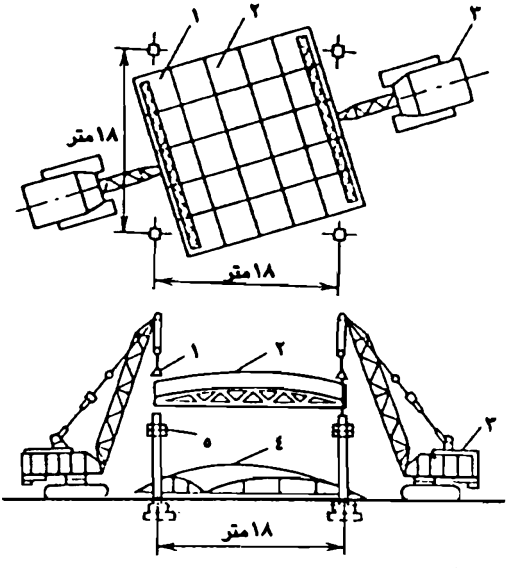
١- جمالون ٢- قضبان جعلت للربط المؤقت ٣- دعامات حاملة مؤقتة



ب - قشرة ذات انحناءة مزدوجة

١- الجمالون المحيطى ٢- قضيب ربط مؤقت

٣- العنصر سابق التجميع ٤- الجزء المنتهى من المنشأ



جـ - منشأ قشرى

بأبعاد ١٨ × ١٨ متر

١-قضيب التوزيع

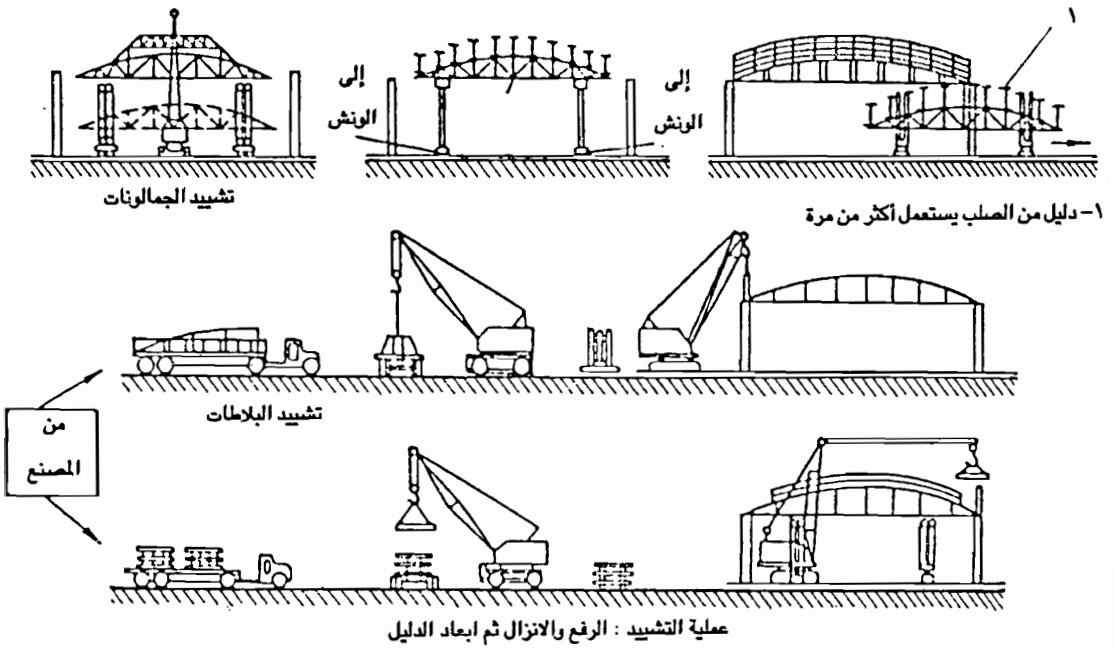
٢-القشرة

٣- الونش

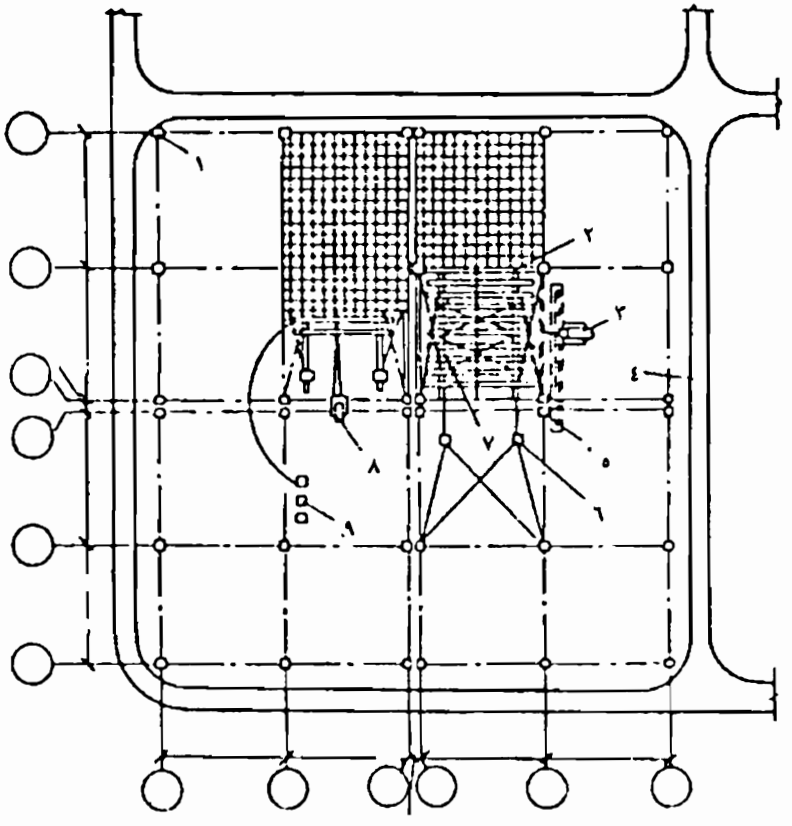
٤- دليل لتشييد القشرة

٥-سقالات

شكل (١١٣) تشييد بعض المنشآت القشرية المكونة من عناصر سابقة الصنع



شكل (١١٤) - يتبع - مراحل تشييد قشرة خرسانية من عناصر سابقة الصنع بأسلوب الميكنة



موضع معدات التشييد

١- عامود ٢- الجمالون المحيطى ٣- ونش على جنزير ٤- طريق الخدمة

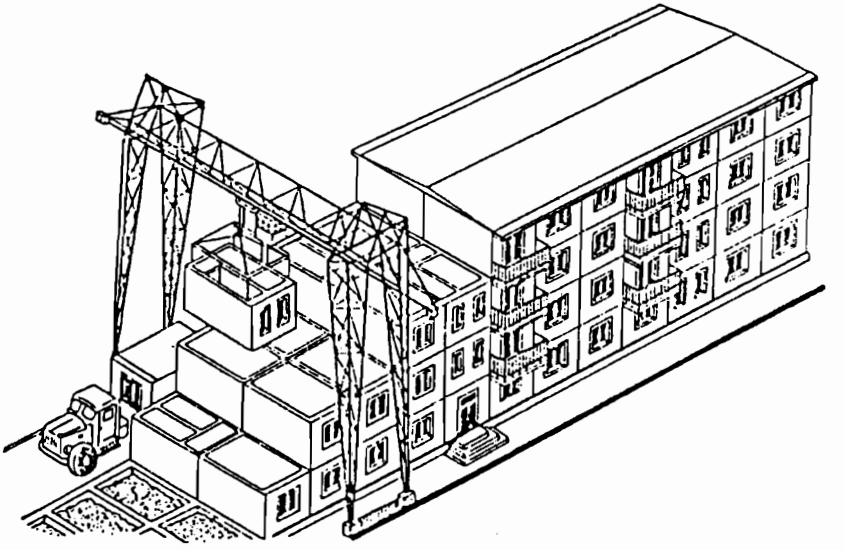
٥- مكان تجميع الجمالون على الأرض ٦- أوناش ٧ - دليل من الصلب يستعمل أكثر من مرة

٨- ونش على جنزير ٩- الوحدات القشرية

شكل (١١٤) - تابع - مراحل تشييد قشرة خرسانية من عناصر سابقة الصنع بأسلوب الميكنة

الحديد من الطرفين حتى يصل الحديد إلى نقطة اللدونة Elasticity وهى نقطة يمكن للحديد عند تركه بهاأن يعود إلى حالته الأولى ثم يربط بين الجهتين قبل فك ماكينات الشد. وعند عودة حديد التسليح لحالته الأولى يضغط على الخرسانة فيعطيها قوة أكبر حتى أنها تتحمل الشد بعكس الخرسانة فى حالة التسليح العادى التى لا تتحمل سوى الضغط ونسبة قليلة جداً من الشد.

وفى جميع الأنواع لا يختلف أسلوب الإنتاج إلاّ اختلافاً طفيفاً. فعادة ما تكون الفرم متكررة الاستخدام فى صب الكمرات وتكون ذات جانب متحرك على مفصلات أو



شكل (١١٥) استخدام الونش العبارى فى تشييد منشأ بالوحدات الصندوقية

يمكن فصله. وفى حالة التسليح الخفيف، يوضع هيكل حديد التسليح سابق التجميع كوحدة كاملة فى الفورمة ثم تصب الخرسانة ، أما فى الخرسانة سابقة الشد فيتم شد التسليح فى الفورمة أولاً ثم تصب عليها الخرسانة.

وبعد أن تبلغ الخرسانة درجة كافية من الشك والتصلد يرفع الجانب المتحرك من الفورمة وتسحب الكمرة خارج الفورمة ويتم تخزينها حتى تصل إلى القوة المطلوبة.

وفى جميع الأحوال يتم تنظيف الشدة أو الفورمة بعد عملية الصب مباشرة وإعادة تزييتها وذلك استعداداً لعملية الصب التالية.

٢- *عناصر بلاطات السقف سابقة الإجهاد والصب*

Precast Prestressed Floor slab Elements

وهى تشكل مع الكمرات أسقف المنشأ ويصب عليه طبقة خرسانة عادية من ٥إلى٧ سم . ووجود مثل هذه العناصر يوفر مرونة كبيرة فى التنفيذ كما أنه يمكن تقليل الأحمال على المنشأ باستخدام خرسانة خفيفة الوزن عالية الإجهاد.

٣- الحوائط سابقة الصب

غالباً ما تكون الحوائط فى المبانى العالية مجرد «حوائط ساترة» وقواطيع غير إنشائية، وغالباً ما تكون جوانب الفورمة الخاصة بالحوائط من الخشب، أما الفرم الخاصة بالشبابيك والفتحات فيفضل أن تكون معدنية وذلك لأن انتفاخ الفرم الخشبية بسبب الماء يجعل من الصعوبة رفعها بدون تشريخ الخرسانة. أما حديد التسليح فيمكن تجميعه فى الموقع خارج الفورمة، كما يمكن استعمال شبكات ثقيلة من الحديد جاهزة اللحام وذلك حسب التصميم. وقبل الصب يتم تثبيت حلقات معدنية فى الأماكن التى يحددها التصميم لكى يتم رفع الحائط منها بوساطة الونش.

ويمكن اضافة مواد إنهاء للحائط مثل الزلط الظاهر والكرانيش وأية تفاصيل معمارية أخرى، وذلك قبل أن تتصلد الخرسانة.

وكما هو الحال فى العناصر القادمة من المصنع يتم تخزين العناصر المصبوبة فى الموقع حتى وقت التشغيل حيث تعامل بنفس الأسلوب لوضعها فى مكانها النهائى بالمنشأ.

بعض أساليب تشييد المبنى وتركيب العناصر فى مواضعها بالمنشأ:

ولا تتوقف ميكنة تشييد الهيكل الإنشائى للمبنى على مجرد صب عناصر على الأرض ثم رفعها بالونش إلى موضعها، وإنما تمتد لتشمل عملية تنظيم صب العناصر فى مواضعها مباشرة مثلما يحدث فى الطرق التقليدية لكن مع الفارق التقنى. وحسب نوع المنشأ المصمم يكون اختيار طريقة التشييد؛ وأهم تلك الطرق هى:

١- طريقة الرفع المائل	Tilting up system
٢- طريقة الشدات المنزلقة	Slipform system
٣- طريقة البلاطات المرفوعة	Lift slab system
٤- طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى	Push up system
٥- طريقة الشدات النفقية	Tunnel form ststem
٦- طريقة مركبة	Combined system

أولاً: طريقة الرفع المائل *Tilting up system*

وهى تستخدم فى حالة تشييد الحوائط أو القواطيع الرأسية التى تصب فى وضع أفقى ثم يتم تحريكها بعد الشك لتأخذ وضعها الرأسى فى المبنى. ويمكن أن تكون القواطيع مفردة أو مزدوجة Sandwich type حيث تكون الطبقتان الخارجيتان من الخرسانة عالية الجودة وبينهما طبقة عازلة للصوت أو الحرارة.

وعادة ما يتم صب الحوائط التى ترفع بتلك الطريقة على بلاطة السقف مباشرة، وإذا لم يسمح مسطح الفراغ بصب الحوائط المحيطة كلها فى وقت واحد فإنه يتم صبها الواحدة فوق الأخرى مع مراعاة هذه الأحمال عند تصميم بلاطات الأسقف؛ كما يجب مراعاة الأحمال التى قد تنشأ عن الأوناش المتسلقة أو خلاطات الخرسانة التى ترتفع مع أدوار المبنى لذلك وجب مع بداية التصميم التفكير فى طريقة التنفيذ لأخذ كل هذه العوامل فى الاعتبار حتى لا تنتج مشاكل عند التشغيل. ويجب أن يكون سطح البلاطة التى يتم الصب عليها أملس ومستوياً لأن أية عيوب سموف تظهر بالتالى فى إنهاء الحائط المصبوب. ويمكن معالجة تلك العيوب أن وجدت بتسوية الأرضية بمونة صلبة، وذلك بعد تنظيفها تماماً من كل الشوائب.

خطوات عمليتى الصب والرفع :

١- تبدأ عملية الصب بفرش الأرضية بمادة تمنع التحام خرسانة الحائط بالأرضية، وهى إما أن تكون شمعاً أو أنواع معينة من السوائل أو ألواح أبلكاج أو معدن أو حتى ورق. وإذا استعملت السوائل فإنها تدهن على طبقتين الثانية منهما قبل صب الخرسانة بقليل ويجب الاهتمام بتوزيع المادة العازلة على سطح الصب بانتظام.

٢- توضع الفورمات الخاصة بالشبابيك والأبواب التى يستحسن أن تكون معدنية، كذلك خوابير التثبيت مع الأعمدة التى يتم صبها بعد تثبيت الحوائط فى مكانها، كذلك العناصر التى يرفع الونش الحائط منها.

٣- توضع شبكات حديد التسليح.

٤- يتم صب الحوائط مع اعتبار أن السطح العلوى هو الذى يتم الرفع من جهته فإذا كان رفع الحائط يتم من داخل الفراغ مثلاً، كان السطح الداخلى للحائط فى وضعه الأفقى هو العلوى.

٥- يتم رفع البلاطات بوساطة ونش ذى موتور، وترتكز البلاطات التى تصل إلى الوضع الرأسى على طبقة من المونة، وتصلب مؤقتاً حتى يتم إنشاء العمود. ويتم الصلب بوساطة مواسير تثبت إلى حلقات موضوعة فى الحائط مثل الصب، ثم يتم ربط هذه المواسير بالأرض، بعد أن يأخذ الحائط وضعه (شكل ١١٦، ١١٧). ويجب الحرص عند تصميم مواضع نقط الرفع حتى لا توجد إجهادات عالية حولها عند رفع الحائط، تؤدى إلى تشقق الخرسانة. ويقوم المهندس الإنشائى بهذا التصميم. وعموماً فإن الوضع المناسب المتعارف عليه لها هو الاتجاه البعيد عن الونش شكل (١١٨).

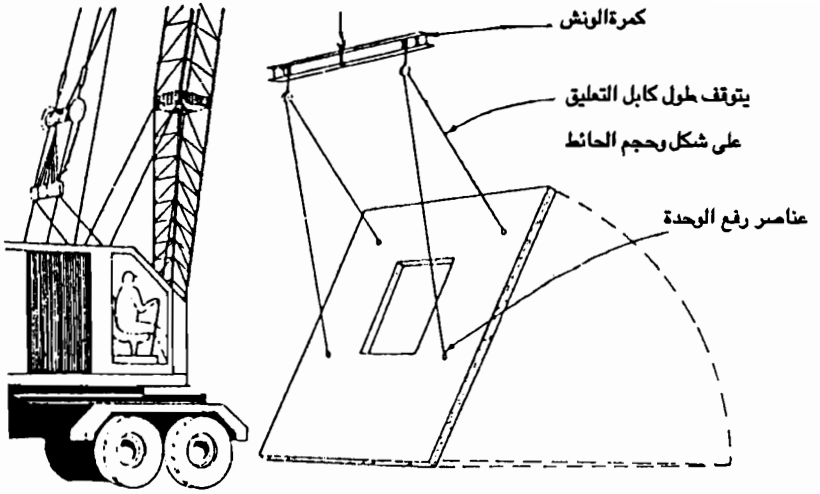
٦- عادة ما ينشأ تلاحم خفيف بين محيط الحائط والأرض وهذا يحتاج إلى قوة أكبر لرفعه، لذلك إنه من الأوفق تحريك الحائط أفقياً بمقدار حوالى بوصة قبل رفعه، وذلك لكسر هذا اللحام وتسهيل عملية الرفع، ويتم ذلك بوساطة روافع تعمل بضغط الزيت Jacks تأخذ وضعاً أفقياً.

٧- بعد تثبيت الحوائط فى مواضعها وصلبها يتم عمل شدة العمود ثم صبه. وفى حالة الشدات سابقة الصنع ينتج سطح خالٍ من أى نوع من العلامات. وقد يتم صب الأعمدة فى وضع أفقى مثل الحوائط ثم ترفع بعد الحائط بنفس الأسلوب مع معالجة الوصلات الرأسية بينهم. وأحياناً يكون رفع العمود وتركيبه أسبق، لكن تمتاز الحالة الأولى بأن العمود يمكن أن يغطى بعض عيوب الحائط وخاصة فى الحواف. وقد يكون مقطع العمود أكبر من سمك الحائط أو مساوياً له.

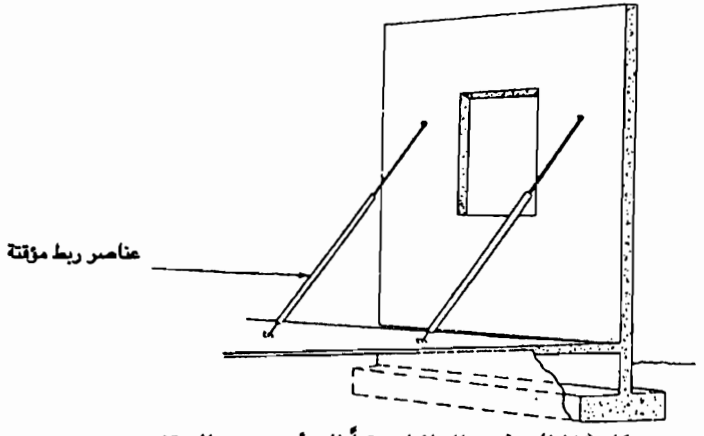
ومن مميزات هذا النظام التوفير فى استخدام الفرم الخشبية حيث تستعمل بلاطة السقف بدلاً منها، ومن عيوبه صعوبة استخدامه فى المبانى التى يصل ارتفاعها لأكثرمن ثمانية أدوار.

ثانياً طريقة الشدات المنزلقة *Slipform System*

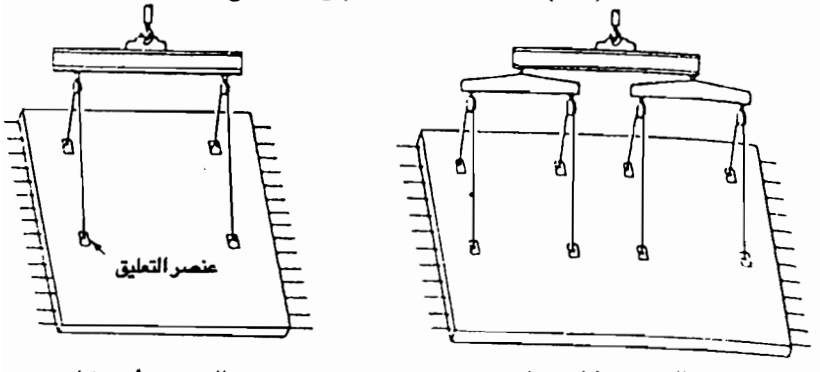
بدأ استخدام الشدات المنزلقة منذ زمن ليس ببعيد - بداية الخمسينات - وارتبطت هذه الطريقة ف التنفيذ بمنشآت التخزين والصوامع والمداخن شاهقة الارتفاع؛ ثم امتد استخدامها لتشييد قلب الخدمات Core فى مبانى الجراجات وأبنية المكاتب متعددة الطوابق والحوائط الرأسية المستمرة فى تلك الأبنية. أما أفقياً فيستخدم هذا



شكل (١١٦) رفع حائط تم صبه أفقياً إلى الوضع الرأسى



شكل (١١٧) تثبيت الحائط مؤقتاً إلى أن يوضع السقف



رفع الوحدة من أربع نقط

رفع الوحدة من ثمانى نقط

شكل (١١٨) يتوقف عدد نقط التعليق على حجم الوحدة

الأسلوب فى تنفيذ تبطين قنوات المياه والأنفاق والطرق السريعة.

ويمتاز نظام الشدات المنزلقة بالسرعة والاقتصاد بالإضافة إلى الحصول على منشأ قوى نتيجة الصب كقطعة إنشائية واحدة مستمرة. واستعمال هذا النظام اقتصادى بسبب السرعة العالية التى يتم بها تنفيذ المنشآت على أن الأمر يحتاج إل عمالة فنية مدربة، كذلك يجب ألاّ يقل ارتفاع المنشأ المنفذ عن ١٢ متراً كحد أدنى حتى يتحقق الاقتصاد المطلوب.

ويتناول هذا الجزء بالشرح أسلوب الشدات المنزلقة رأسياً وهو مبنى أساساً على فكرة استمرارية عملية صب الخرسانة داخل شدات متحركة تأخذ شكل قطاع الخرسانة المطلوب. ويرتبط معدل سرعة تحرك الشدة بزمن شك الخرسانة الذى يسمح لها بأن تحافظ على تشكيلها تحت وزن ثقلها الذاتى بعد تحريك الشدة.

ومن مزايا هذا النظام إمكانية تركيب المصاعد فى مرحلة مبكرة جداً من التنفيذ بمجرد الانتهاء من أبراج المصاعد؛ ويؤدى ذلك إلى المساعدة فى عملية نقل المواد والعمال إلى الأدوار العلوية، وفى هذا اختصار وتوفير فى معدات الرفع Hoisting التى يمكن عندئذ الاستغناء عن جزء لا بأس به منها.

ولتحقيق الكفاءة المطلوبة من هذا النظام التنفيذى، يستحسن أن يبدأ التفكير فى استخدامه مع المراحل الأولى من التصميم ليسهل تنفيذ المنشأ بالأسلوب المطلوب. ويتطلب نظام الشدات المنزلقة مراعاة النقط الآتية :

١- يفضل أن تكون جميع الأدوار متماثلة حتى لا يتطلب الأمر تعديلاً فى نظام الشدات من دور إلى آخر مما يعطل انزلاق الشدة ويرفع التكاليف.

٢- أن تبقى الحوائط ثابتة السمك ما أمكن - وإن كان من الممكن تقليل سمك الحائط بوساطة وضع لوح أو حشوة داخل الشدة. وتكون الموازنة هنا بين ثمن الخرسانة التى يتم توفيرها وبين تكاليف العمالة اللازمة لتحوير الشدة.

٣- لا يقل سمك الحائط عن ١٧,٥سم (٧بوصة) ويراعى نوعية الخرسانة المستعملة إذا ما تطلب الأمر حوائط ذات سمك أقل من ذلك.

٤- يجب أن يكون التسليح مصمماً على أبسط صورة ممكنة حتى يسهل

عملية وضع شبكات التسليح حيث يكون من الصعب إذا لم يكن من المستحيل وضع الحديد فى حالة التسليح المعقد المركز.

٥- لتحقيق منتج على مستوى جيد من الإنهاء يجب أن توضع جميع العناصر المكملة للحائط التى تتصل بالشدة المنزلقة أو توضع بداخلها بحيث يكون هناك خلوص Tolerance مناسب، وذلك لإمكان إحكام وضعها فى مكانها.

وصف الشدة المنزلقة شكل (١١٩ ، ١٢٠ب)

ا- جسم الشدة ويتكون من الأجزاء الآتية :

١- الأربطة الأفقية wales وهى من المراين الخشبية أو الحديديةالتى يمكنها أن تقاوم الضغوط الناتجة عن صب الخرسانة. وفى حالة زيادة المسافات بين الروافع أو زيادة ضغط الخرسانة توضع دعامات Bracing بين الأربطة.

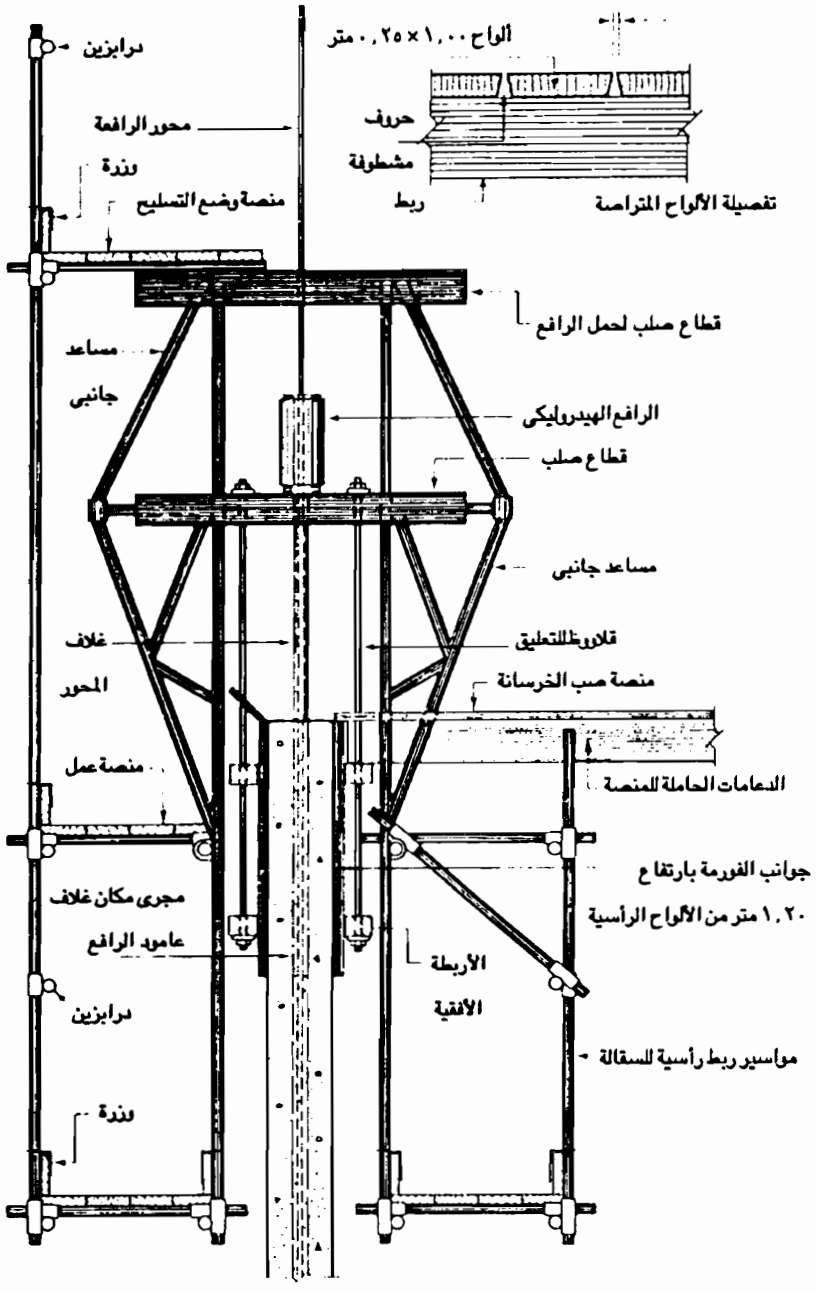
٢- جوانب الفورمة Sheathing وتصنع إما من الألواح الخشبية سمك $\frac{٣}{٤}$ إلى ١ بوصة أو من ألواح الصلب سمك ١سم. وتوضع هذ الألواح التى يصل إرتفاعها إلى ١,٢٠ متر و٢متر فى الوضع الرأسى لتسهيل عملية انزلاق الفورمة على سطح الخرسانة أثناء رفعها، ولنفس الغرض يراعى ميل قطاع الشدة إلى الخارج، وإلى أسفل بنسبة من ١:٨ إلى ١:٣٢ حسب عمق الشدة. وغالباً مايكون الجانب الخارجى للشدة أعلى من الداخلى بحوالى ١٥ سم، وذلك لمنع الطرطشة وسقوط المواد خارج الفورمة.

٣- مساعدان جانبيان Yokes من الحديد مرتطبان بالرافع الهيدروليكى المثبت فوقهما وبالأربطة الأفقية. وفى حالة ازدياد المسافات بين الروافع، وبالتالى بين المساعدين المتصلة بها يمكن تقوية الأربطة الأفقية عن طريق وضع مساعدين دون روافع لتقليل المسافات غير المربوطة .

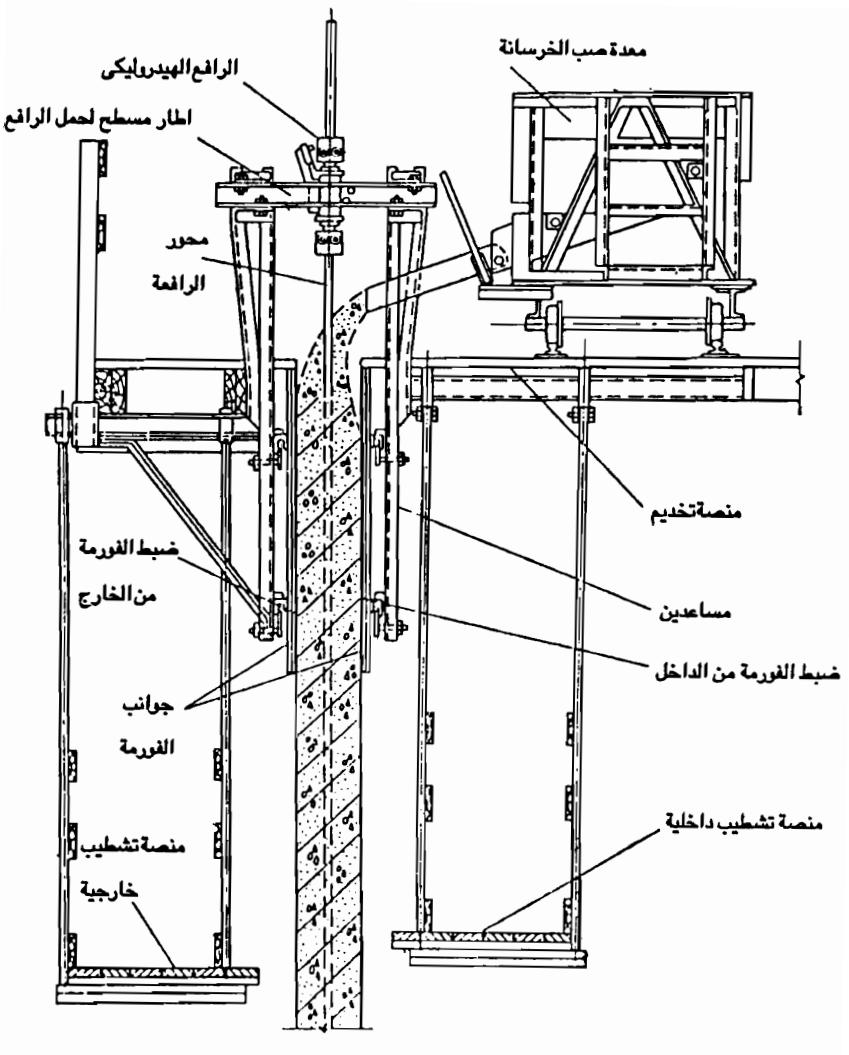
٤- تحمل الشدة اثنتين أو أكثر من منصات العمل working platforms حيث تستعمل العليا لإنجاز الأعمال والسفلى للتشطيب.

ب- الروافع ومحاور تثبيتها :

يقوم برفع الشدة المنزلقة روافع هيدروليكية Hydraulic Jacks تنزلق على



شكل (١١٩) - يتبع - نماذج من الشدة المنزلقة لأعلى



شكل (١١٩) - تابع - نماذج من الشدة المنزلقة لأعلى

محاور رأسية وتحمل جسم الشدة ومنصات العمل. وتتكون تلك المحاور من قضبان من الحديد مستديرة المقطع يتراوح قطرها من ٢,٥إلى٥ سم وذلك حسب حجم الشدة. ويتم تثبيت المحاور الرأسية فى جسم الخرسانة التى يتم صبها بحيث يمكن أن تمثل بعد انتهاء العمل جزء من حديد تسليح المنشأ. وغالباً ما تصمم الشدة بحيث تغلف القضبان بأنبوبة معدنية Sleeve بطول ٩٠ إلى ١٠٠سم ومثبتة بالرافعة وتتحرك معها على طول محور الحركة فتمنع التصاق الخرسانة الطازجة بالقضبان التى يتم سحبها بعد إتمام عملية الصب.

ويصل الحد الأقصى للمسافة بين محاور الحركة إلى ٣أمتار لأنه كلما زادت تلك المسافة أدى ذلك إلى اتخاذ الاحتياطات الخاصة عند تصميم الشدة ذاتها. وشكل (١٢٠-أ) يبين موضع الروافع بالنسبة للحوائط المطلوب صبها.

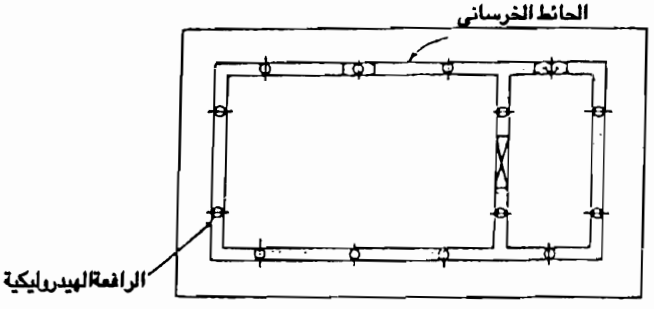
ويتم رفع الشدة بمعدل يتراوح بين ١٥إلى٣٠ سم فى الساعة الواحدة. وتحدد سرعة رفع الشدة بدقة حتى لا تؤدى إلى سقوط الخرسانة إذا تمت عملية الرفع قبل تصلدها بالقدر الكافى، أو إلى التصاق الخرسانة بالشدة إذا كان معدل الرفع أبطأ من اللازم.

تشكيل الفتحات والبروزات شكل (١٢٠- جـ- هـ)

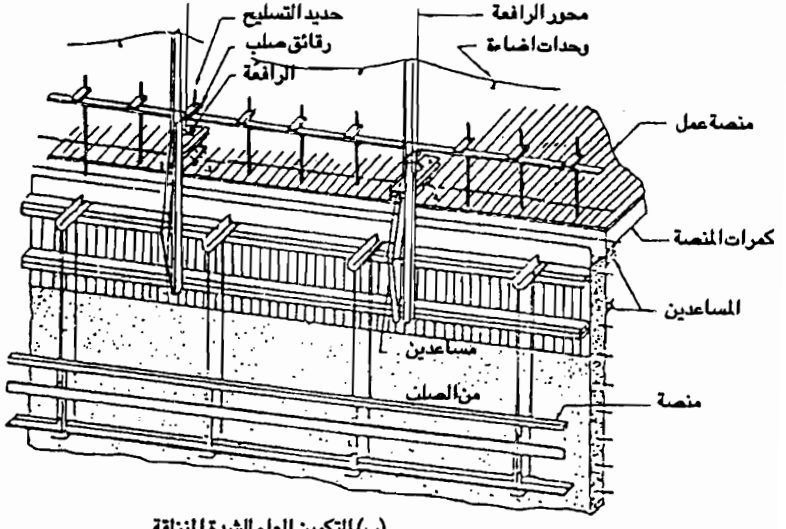
يمكن تشكيل الفتحات بطريقتين:

- الطريقة الأولى فى حالة استخدام حلوق شبابيك معدنية وتتلخص فى وضع الحلق فى موضعه النهائى وصب الخرسانة من حوله كما يحدث فى الطريقة التقليدية. وفى هذه الحالة يجب تثبيت الحلق جيداً باللحام فى حديد التسليح، وذلك لمنع حركته مع حركة الشدة.
- أما الطريقة الثانية فتكون بوضع فورمة مكان الفتحة تكون أكبر قليلاً من الحلق المطلوب تثبيته، ثم تنزع بعد انزلاق الشدة ويثبت الحلق مكانها.

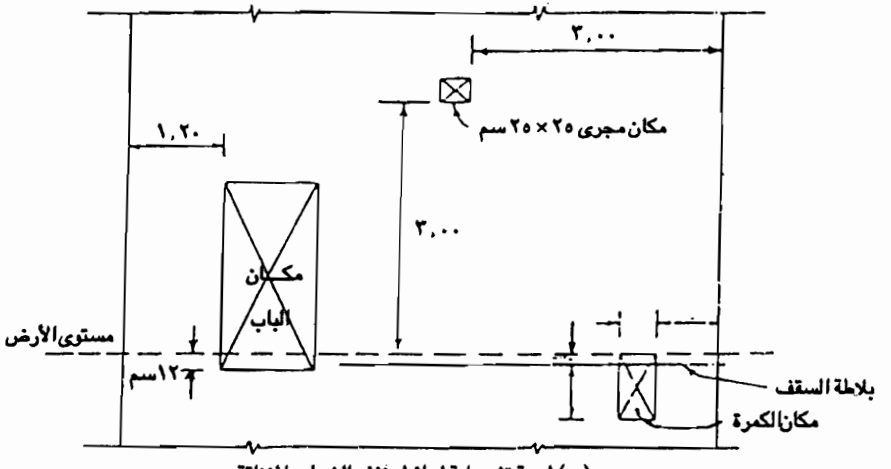
وعلاوة على تشكيل الفتحات فإنه يمكن وضع الدفائن المعدنية التى تعطى التجاويف اللازمة لتركيب الكمرات والأجزاء البارزة. وعادة ما يكون حديد التسليح مثبتاً ومثنياً داخل هذه الدفائن حيث يمكن بعد فرده لحامه أو ربطه بتسليح البلاطات أو الكمرات أو أية أجزاء أخرى. ويتم داخل حيز الفتحات عمل الاحتياطات اللازمة لتدعيمها وتدعيم محاور الحركة الرأسية التى قد



(أ) موضع الروافع بالنسبة للحوائط - مسقط أفقي

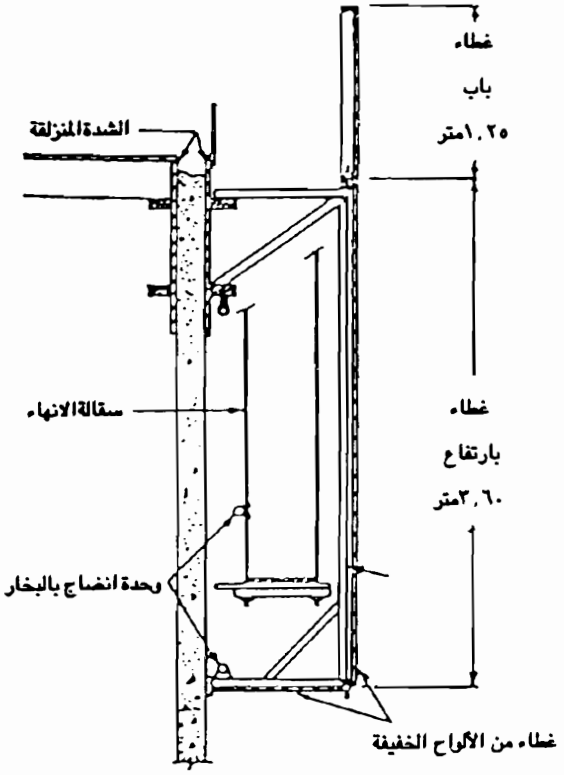


(ب) التكوين العام للشدة المنزلقة

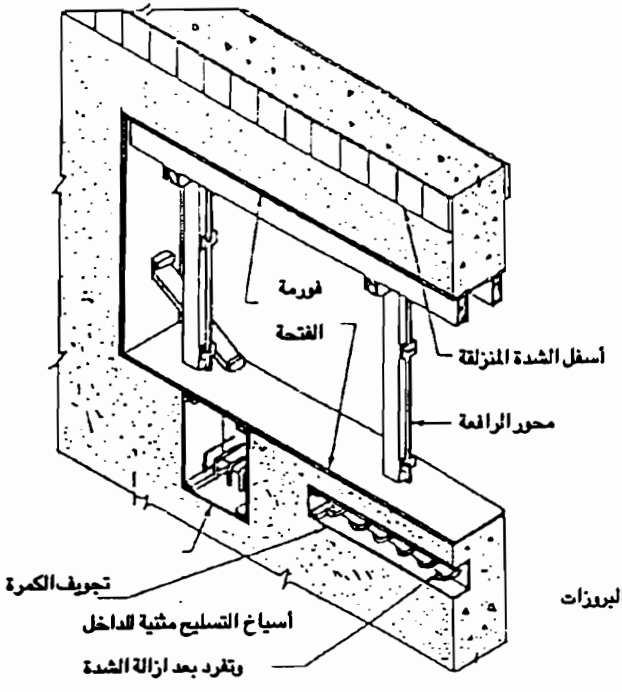


(جـ) لوحة تفصيلية لحائط ينفذ بالشدات المنزلقة

شكل (١٢٠) - يتبع - تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزلقة



(د) معالجة الخرسانة فى الشدة



(هـ) تشكيل الفتحات والبروزات

شكل (١٢٠) – تابع – تفاصيل لتنفيذ الشدة المنزلقة

تكون ظاهرة داخل حيز الفتحة.

احتياطات لازمة عند تنفيذ منشأ بالشدات المنزلقة :

١- لتلافى التشوهات فى المنشأ المصبوب ينبغى التأكد من تركيب وتدعيم جسم الشدة بشكل يضمن عدم التوائه. ويتم الكشف على الشدة ذاتها قبل بداية أى مرحلة تنفيذية مهما تعددت المراحل.

٢- الكشف الدورى على سير العمل كل ٤إلى٨ ساعات للتأكد من سلامته، وذلك إما بوضع علامات ثابتة على محاور الحركة لتحدد المنسوب الذى تقف عنده الروافع والذى يجب أن يكون واحداً، أو بعمل قياس مساحى لمناسيب الشدة والروافع من نقطة ثابتة بالموقع.

٣- وعندما تكون عملية الصب فى الشتاء فإن انخفاض درجة الحرارة يؤدى إلى بطء شك الخرسانة وبالتالى إلى إبطاء معدل انزلاق الشدة. ولتلافى ذلك يتم تزويد الشدة بجسم واق من الهواء البارد كما يمكن إضافة مواسير للبخار تعمل على تعجيل تصلب الخرسانة، مع مراعاة توازن درجة الحرارة على كل من السطح الداخلى والخارجى للحائط المصبوب حتى لاتحدث شقوق داخلية بالخرسانة شكل(١٢٠د)

الإنهاء Finishing

تتم عملية الإنهاء بطريقتين :

- الأولى بعد انزلاق الشدة مباشرة يقوم العمال بدهان السطح الخرسانى وذلك من مكانهم على المنصة السفلية الملحقة بالشدة وهذا لا يتطلب إقامة شدات إضافية.
- وفى الطريقة الثانية لا تتم عملية الإنهاء إلاّ بعد الانتهاء من صب المنشأ تماماً بكامل ارتفاعه، وتتم عملية الإنهاء « الجافة » بإقامة سقالات منفصلة تغطى المسطح المراد إنهاؤه.

٣- طريقة البلاطات المرفوعة *Lift slab system*

الفكرة الأساسية

تقوم هذه الطريقة أساساً على صب البلاطات المسلحة حول الأعمدة عند منسوب

سطح الأرض بالتتابع واحدة فوق الأخرى مع استعمال مادة فاصلة ثم رفعها بعد تصلدها إلى وضعها النهائى فى المبنى بوساطة روافع هيدروليكية أو أوناش وتثبيتها عند مستوى كل طابق. وقد استخدم هذا الأسلوب فى الإنشاء بداية فى الولايات المتحدة الأمريكية مع نهاية الأربعينيات في جميع أنواع المبانى السكنية ومبانى المكاتب والمصانع وهناجر الطائرات والجراجات متعددة الطوابق. وقد وصل عدد الطوابق فى مبانى أنشئت بهذا الأسلوب إلى ٢٣ طابقاً حيث لا توجد موانع فنية تحدد الارتفاع بالمبانى. ويصل مسطح البلاطات التى يمكن أن يتم تنفيذها باستخدام هذا النظام إلى أكثر من ٢٥,٠٠٠ قدم^{٢} على أن يراعى الآتى فى التصميم :

١- ألاّ تكون البلاطات محملة على كمرات flat slab

٢- يكون التسليح مناسباً لوضع القواطيع والحوائط فى أى مكان.

٣- غالباً ما ينفذ هذا النظام على شبكية أعمدة ٦×٦ متر.

وبتطبيق نفس فكرة البلاطات المرفوعة يمكن أن يتم رفع أجزاء فراغية كالقباب أو خزانات المياه الموجودة أعلى أبراج المياه، كما يمكن استبدال أسقف قائمة فعلاً لمصانع أو مخازن كبرى بأخرى . ويمكن تطبيق هذه الطريقة فى الدول النامية التى لم يتم فيها استكمال سبل تصنيع المبانى على نطاق واسع، حيث تستعمل الوسائل التقليدية فى صب الأساسات والأعمدة وإنشاء الحوائط والقواطيع بالمبنى، كذلك فى أعمال التشطيب والإنهاء.

ومن مزايا أسلوب البلاطات الموفوعة :

١- سهولة عملية صب البلاطات وسبق إجهادها عند سطح الأرض بل وإمكانية إنهاء الأرضيات.

٢- سهولة عمل جميع التركيبات الفنية والوصلات الكهربائية قبل صب الخرسانة عند سطح الأرض مما يؤدى إلى اختصار عمليات الرفع سواء للمواد الأولية أو العمالة، كذلك اختصار الوقت اللازم لعملية التركيب نفسها.

٣- توفير الجزء الأفقى من الشدة حيث تقوم أرضية الدور الأرضى أو أسطح البلاطات المصبوبة بهذه الوظيفة وبالتالى اختصارالوقت اللازم لعمل الشدة.

٤- عمليات معالجة الخرسانة لا تتم إلاّ على مستوى سطح الأرض حيث تتم عملية الصب مما يؤدى إلى الوفر فى الوقت والتكاليف.

٥- لا تحتاج إلى أوناش عملاقة لرفع الخرسانة أو حديد التسليح.

٦- إتاحة مرونة كبيرة فى التصميم حيث يمكن أن يكون المسقط غير منتظم.

٧- إمكانية البدء فى أعمال التشطيب فى الأدوار التى يتم رفعها دون التقيد بالإنتهاء من عملية رفع الأسقف كلها لأماكنها.

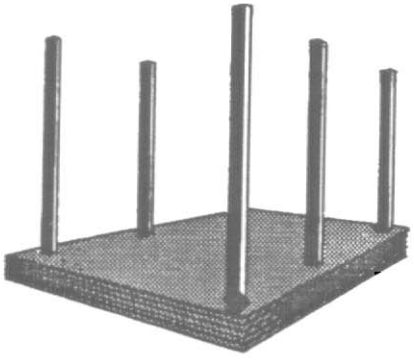
٨- إمكانية تقفيل جوانب المبنى بمادة مؤقتة حتى يتم عزل تنفيذ باقى الأعمال الداخلية بالمنشأ عن التقلبات الجوية اليومية.

خطوات الإنشاء بطريقة البلاطات المرفوعة : شكل (١٢١، ١٢٣)

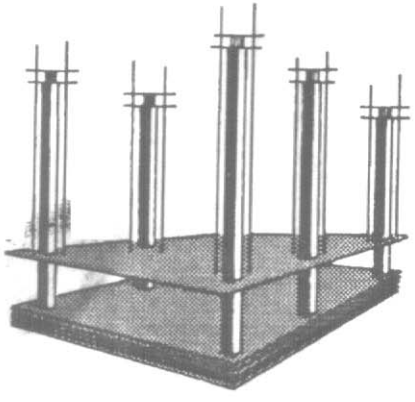
١- يتم عمل الأساسات وقواعد الأعمدة والميد بالطريقة التقليدية.

٢- يتم إنشاء أعمدة المبنى وهى إما أن تكون سابقة الصب وتركب مع عمل الإحتياطات اللازمة أو تصب بالطريقة التقليدية أو تكون من الصلب (الولايات المتحدة الأمريكية)، ثم تسقط بها الياقات المصنوعة من الصلب Steel collars شكل (١٢٢) وهى أجزاء معدنية تثبت فى البلاطة عند صبها فى الفتحات حول الأعمدة، وذلك من أجل ربط البلاطة مع العمود كما تستخدم كنقط ترفع منها البلاطات وتعمل كدليل لتوجيه البلاطة عند رفعها؛ وإنشائياً تقاوم الياقات قوى القص بوساطة أجزاء صلب ملحومة Shear blocks. وعادة ما تنشأ الأعمدة مجزأة حيث تستكمل الأجزاء العلوية بعد بداية عملية الرفع، وذلك لتلافى الانبعاج Buckling الذى قد يحدث مع الارتفاع بالعمود. وشكل (١٢٣) يوضح أماكن تجزئ الأعمدة. ويتم ربط الأعمدة مؤقتاً من أعلى Bracing إلى أن ترفع البلاطة العلوية إلى مكانها.

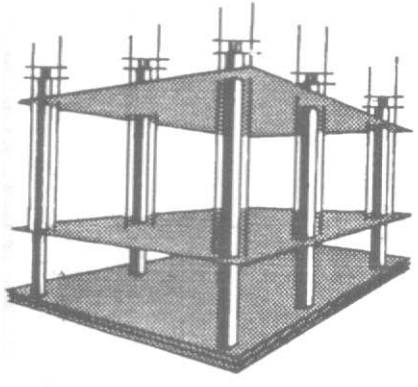
٣- يتم تصليح الأرضية وتصب عليها طبقة من الخرسانة العادية وتخدم جيداً حيث تستعمل بدلاً من الشدة ثم يتم إفراد ألواح المادة الفاصلة ويوضع حديد التسليح وكافة التوصيلات المطلوبة بالبلاطة، كذلك الشدة الساندة لجوانب البلاطة. ويتم حشو الفراغ بين الياقات والأعمدة مؤقتاً وذلك لمنع دخول الخرسانة.



١- بعد عمل الأساسات والأعمدة وتسقيط الياقات تصب البلاطات فوق بعضها البعض

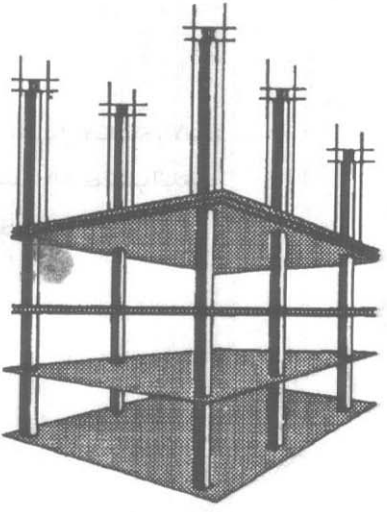


٢- توضع الروافع وترفع بلاطة الدور الأخير

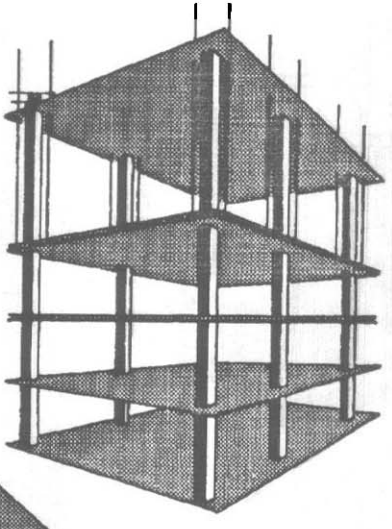


٣- ترفع بلاطة السطح لأعلى الأعمدة ويبدأ فى رفع البلاطة التالية

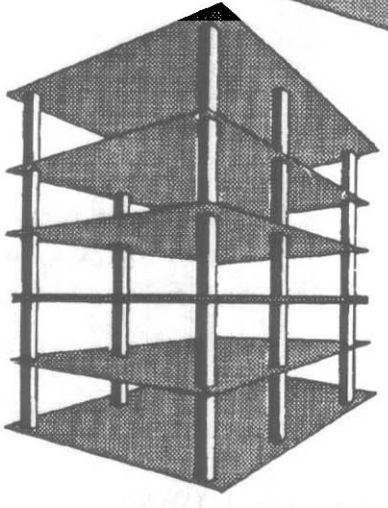
شكل (١٢١) - يتبع - خطوات الانشاء بطريقة البلاطات المرفوعة



٤- يستكمل إنشاء الأعمدة وتوضع الروافع أعلاها ثم ترفع البلاطات الواحدة بعد الأخرى

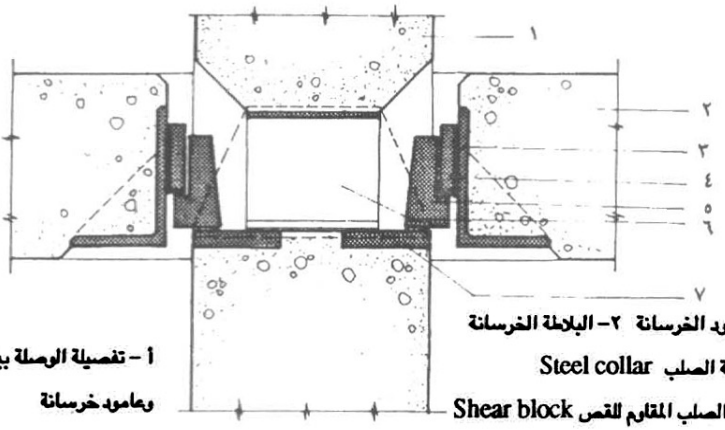


٥- يتم اتباع نفس المراحل بعد الارتفاع بالأعمدة



٦- بعد وضع كل البلاطات فى موضعها تثبت وتزال الروافع

شكل (١٢١) - تابع - خطوات الانشاء بطريقة البلاطات المرفوعة



١- العامود الخرسانة ٢- البلاطة الخرسانة

٣- الياقة الصلب Steel collar

٤- جزء الصلب المقاوم للقص Shear block

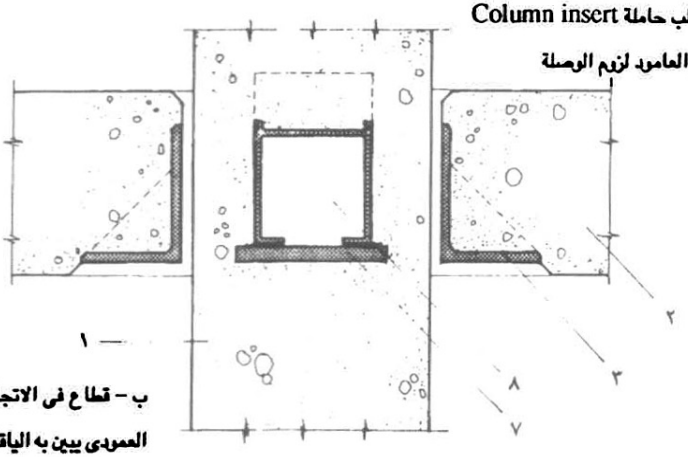
٥- قطعة ارتكاز من الصلب المطروق Steel connector

٦- Column insert

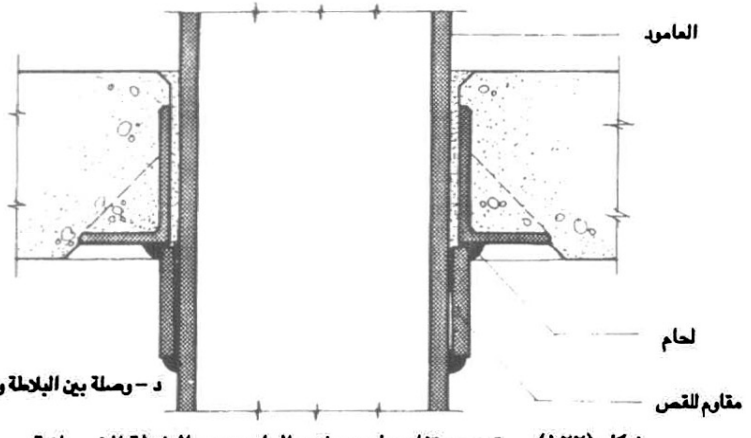
٧- رقيقة صلب حاملة Column insert

٨- فراغ فى العامود لزوم الوصلة

أ - تفصيلة الوصلة بين البلاطة وعامود خرسانة

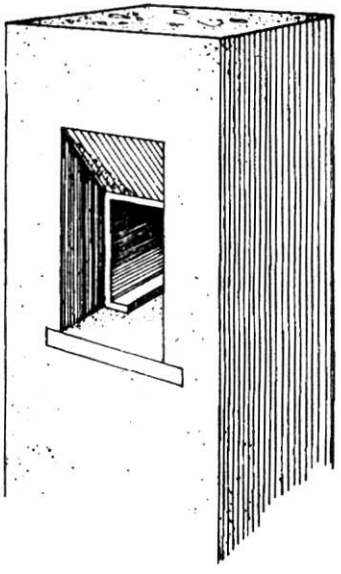


ب - قطاع فى الاتجاه العمودى يبين به الياقات والأجزاء المصبوبة مع العامود

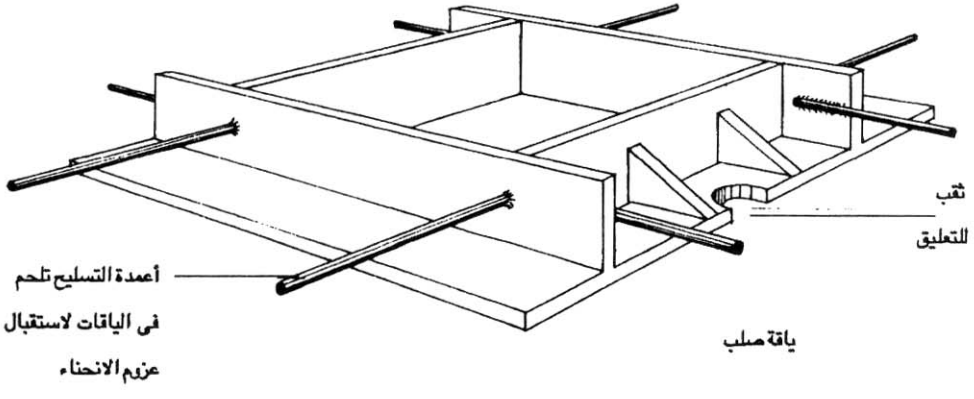


د - وصلة بين البلاطة وعامود صلب

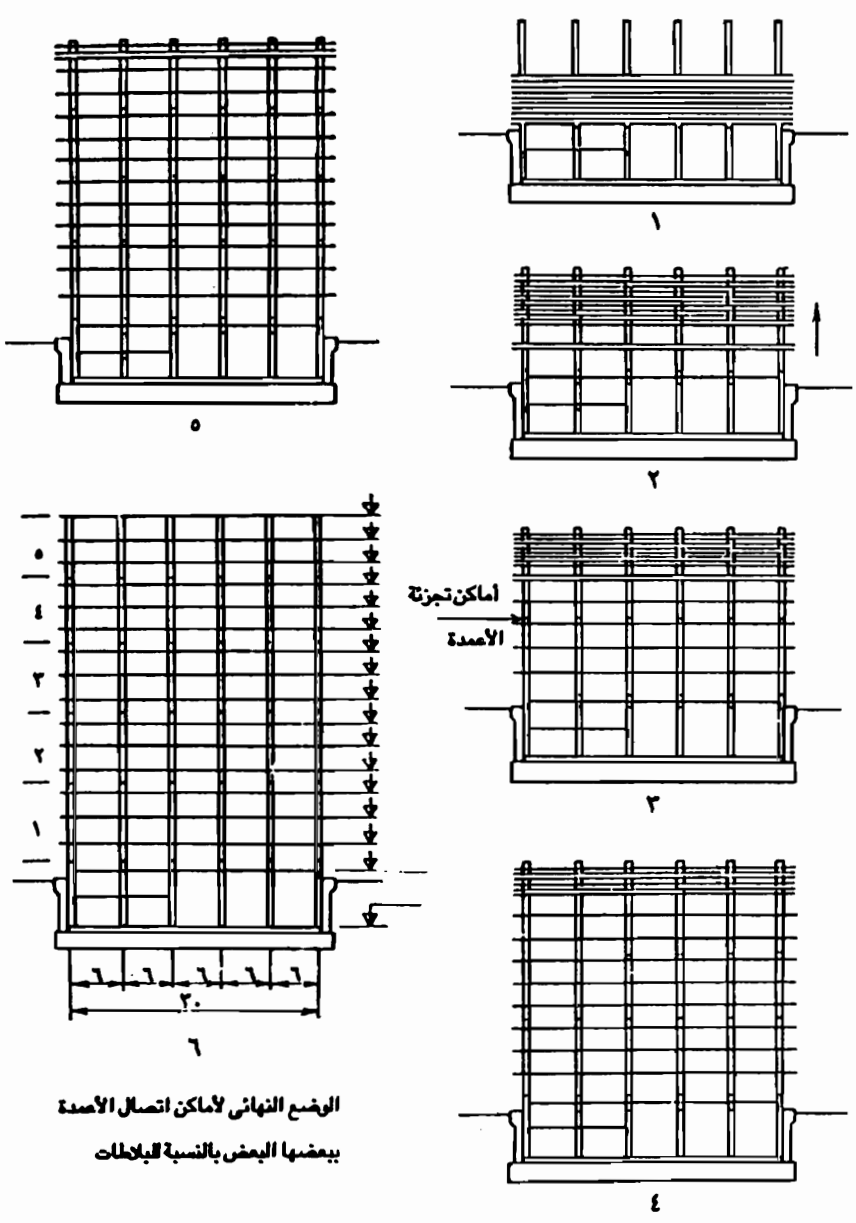
شكل (١٢٢) - يتبع - تفاصيل وصلات العامود مع البلاطة الخرسانية



جـ – منظور للجزء المصبوب من العامود



شكل (١٢٢) – تابع – تفاصيل وصلات العامود مع البلاطة الخرسانية



شكل (١٢٣) خطوات رفع البلاطات وأماكن تجزئة الأعمدة

٤- يتم صب البلاطة مع سبق إجهادها إذا لزم الأمر.

٥- بعد تصلب الخرسانة خلال يومين يغطى سطح البلاطة بالمادة الفاصلة ويكرر العمل حتى يتم الإنتهاء من صب جميع البلاطات المطلوبة حيث تكون بلاطة السطح هى العلوية.

٦- يوضع فوق كل عمود رافع هيدروليكى تصل قدرته إلى ٥٠-٧٠طناً، يدلى منه قضيبان من الصلب لرفع البلاطة. وتكون عملية الرفع متزامنة عند جميع الأعمدة لعدم تشرخ الخرسانة، ويتم التحكم فى ذلك مركزياً .

٧- عندما تأخذ البلاطة القوة الكافية وتكون جاهزة للرفع تثبت قضبان الرافع بالياقات ويتم الرفع دفعة واحدة بسرعة تتراوح من متر إلى ثلاثة أمتار فى الساعة.

٨- ترفع بلاطة الدور الأخير إلى مكانها فى حالة صب الأعمدة حتى نهايتها وتتبعها بقية البلاطات؛ أما فى حالة صب الأعمدة على أجزاء فترفع البلاطة وتبقى معلقة حتى استكمال بقية الأعمدة ثم تنقل الروافع الهيدروليكية أعلى الأعمدة بوساطة ونش خفيف، بعد ذلك ترفع البلاطات بالتتابع إلى أماكنها النهائية وتثبت بالأعمدة حسب تفاصيل التصميم الذى يراعى مقاومة قوى القص. وفى حالة المبانى صغيرة المساحة يمكن رفع عدة بلاطات مرة واحدة.

٩- يترك فراغ بين كل بلاطتين متجاورتين يتم ملؤه بالخرسانة الخفيفة ليغطى نهايات حديد التسليح البارزة من البلاطات، كما يتم ملء الوصلات حول الأعمدة بالخرسانة الناعمة أو بالمونة الخفيفة، وذلك بعد تثبيت البلاطات فى وضعها النهائى. ولا يتم تثبيت الوصلات بين الحوائط والبلاطة إلاّ بعد ٣٠يوماً من صب البلاطة، ووضعها فى مكانها وذلك لتلافى إمكانية حدوث حركة أفقية للحوائط.

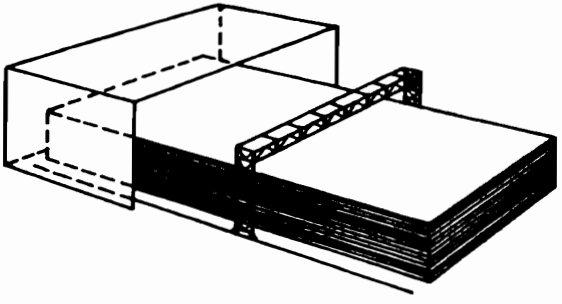
وهناك طريقة أخرى للرفع ويطلق عليها Multi leveling component system شكل (١٢٤) وتتلخص خطواتها فى الآتى :

١- تبدأ بنفس الخطوات السابقة فى صب مجموعة من البلاطات فوق بعضها.

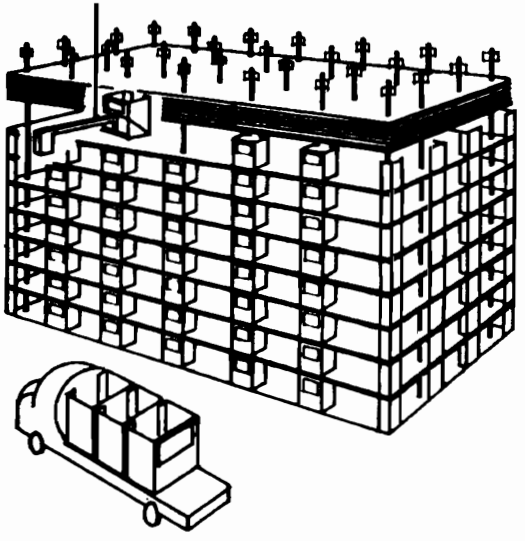
٢- يتم إنشاء أعمدة مؤقتة يزود كل منها برافعين هيدروليكيين يتسلقان جانبى العمود ويدلى منهما قضيبان حديديان لتعليق البلاطات.

٣- يتم رفع جميع البلاطات فى نفس الوقت حتى تكون البلاطة السفلية فى وضع أعلى بحوالى ١٢-١٥سم من وضعها النهائى فتنفصل عن بقية البلاطات لترتكز على دعامات مؤقتة على شكل كابولى.

٤- توضع الأعمدة والعناصر سابقة الصب فى مكانها وتنزل البلاطة إلى وضعها وتثبت مع الأعمدة.



أ - تصب البلاطات متراصة فوق بعضها البعض



ب - عند رفع البلاطات ترفع بحوالى ١٢ - ١٥سم عن منسوبها النهائى حتى يتم وضع العناصر الرأسية

شكل (١٢٤) خطوات الصب بطريقة ال Multi levelling component system

وأهم مميزات هذا الأسلوب هو إمكانية وضع جميع عناصر المبنى التى يصل ارتفاعها إلى ارتفاع نظيف الدور قبل تنزيل البلاطة وعمل الوصلات بين الأعمدة والبلاطات.

أولاً : الأعمدة الخرسانية شكل (١٢٢ا- ب - جـ)

١- عند صب الأعمدة يترك فى كل عمود فتحة أو ثقب بقطاع مستطيل لوضع قطاعات حديد عالية الأجهاد لتحمل البلاطة وتسمى Coloumn insert وترتكز على رقائق صلب مصبوبة مع العمود Steel bearing plates.

٢- بعد رفع البلاطة يتم إدخال عنصر الوصل وهو من الصلب المطروق Forged steel connector ليرتكز على رقائق الصلب الحاملة bearing plates وترتكز عليه بدورها القطع مقاومة لقوى القص shear blocks الملحومة بالياقات، وبذلك يتم نقل الأحمال الرأسية من البلاطات إلى الـ shear blocks ثم الـ bearing plates ثم إلى الأعمدة. ويجب مراعاة الدقة فى التنفيذ حتى يتحقق الاتزان فى توزيع الإجهادات بين الأجزاء المختلفة للوصلة.

٣- يتم ملء الفراغات بالمونة أو الخرسانة الناعمة أو أى مادة حسب التصميم.

ثانياً : الأعمدة الصلب شكل (١٢٢د)

فى حالة الأعمدة الصلب يتم لحام الـ shear blocks مباشرة فى العمود لترتكز عليها الياقات.

وفى حالة استخدام الأعمدة الصلب يمكن المحافظة على مقطعها ثابتاً، وذلك بالتحكم فى سمك رقائق التغطية حيث يمكن أن يقل قطاع الـ I ويزداد سمك الكسوة وبالعكس.

وقد طورت هذه الطريقة فى الاتحاد السوفيتى لتصبح طريقة «الدور المرفوع» Lift Storey وهى تتلخص فى وضع جميع مكونات الدور من حوائط وحمامات

وخلافه فوق البلاطة المصبوبة وهى ما تزال على الأرض، ذلك بالطبع بعد رفع بلاطة السطح النهائية إلى مكانها، ثم يرفع الدور بأكمله إلى مكانه النهائى بالمبنى.

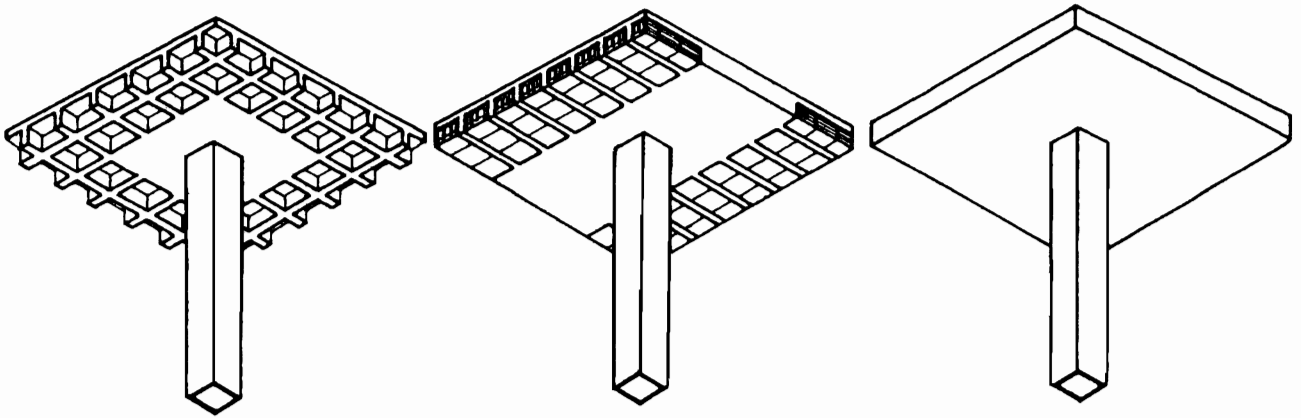
وعموماً يحقق النظام البلاطات المرفوعة أقصى استغلال له إذا اتخذ القرار باستعماله فى مرحلة مبكرة من التصميم. ويعتبر المربع هو الشكل المثالى اقتصادياً للبلاطات المرفوعة ويتراوح سمك البلاطة الخرسانية بين ١٦و٢٥سم كما أنه يمكن تشكيل بطنية البلاطة المسلحة بأشكال مختلفة مثل الحصول على بلاطات مفرغة باستعمال فرم بلاستيك أو صوف زجاجى شكل (١٢٥)؛ كذلك يمكن الحصول فى بروفيلات متنوعة بوضع خوص بالشكل المطلوب فى جوانب الفورمة قبل عملية الصب.

٤- طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى *Push up system*

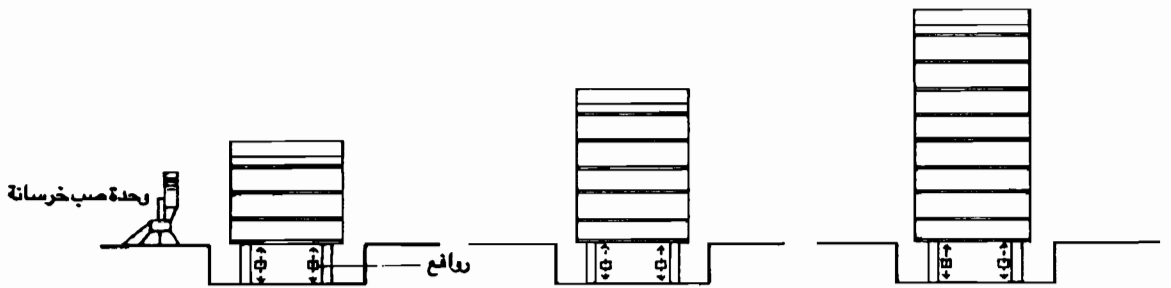
شكل (١٢٦)

وهى نفس فكرة البلاطات المرفوعة مع إختلاف أسلوب التنفيذ. ففى نظام البلاطات المرفوعة يُبدأ بصب بلاطة سقف الدور الأرضى على الأعمدة الحاملة، وهذا يكون أسرع فى التشغيل ويقلل من الخلوص Tolerance المطلوب فى الحالة الأولى.

ويتم العكس فى حالة البلاطات المدفوعة لأعلى حيث تكون أول بلاطة تصب هى بلاطة سطح الدور العلوى ثم يتم رفعها لأعلى لصب بلاطة الدور السابق، وتستمر عملية الصب والرفع على التوالى حتى تستكمل الأدوار كلها. ويقوم بعملية الرفع روافع ضخمة Jacks يمكنها تحمل وزن المنشأ بالكامل عند الانتهاء من صب جميع البلاطات، وهذا يشكل العيب الرئيسى لهذا الأسلوب الذى يعوق تطبيقه تجارياً على نطاق واسع. أما مزاياه فهو مثل البلاطات المرفوعة حيث يتم الانتهاد من معظم الأعمال على مستوى الأرض.



شكل (١٢٥) أشكال البلاطات الممكنة باستخدام فرم صوف زجاجى وبدون استخدامها



شكل (١٢٦) طريقة البلاطات المدفوعة لأعلى

المواد الفاصلة بين البلاطات:

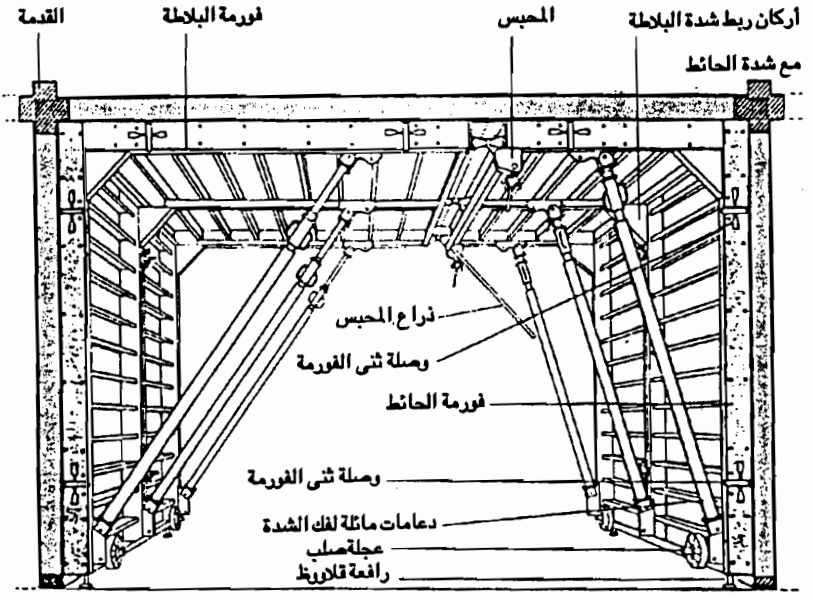
يتم الفصل بين البلاطات إما بدهان الأسطح بمحلول شمعى أو باستخدام ألواح من المواد البتروكيماوية أو الأبلكاج أو حتى الورق. ويمتاز النوع الثانى عن النوع الأول بسرعة تنفيذه، كما أنه ينتج عن استعماله تموجات بسيطة فى الأسطح السفلية للبلاطات يساعد على تثبيت طبقة البياض. ويجب أن تكون تلك المواد لا تلتحم تحت أى ظرف بالخرسانة عند صبها وأن تكون صلبة بدرجة تكفى لمقاومة ظروف التشغيل، ولا تؤدى إلى أى تفاعل مع الخرسانة أو تغيير فى خواصها، والنوع السائل منها سريع الجفاف، سهل الانتشار والتشغيل.

٥- طريقة الشدات النفقية *Tunnel form System*

تتلخص هذه الطريقة فى إمكانية صب الحوائط وبلاطة السطح فى نفس المكان وخلال عملية واحدة بوساطة قوالب سهلة التنقل، وتمتاز بسرعة وسهولة الاستعمال. وفى هذا النظام تقوم الحوائط بوظيفة إنشائية فهى حوائط حاملة وبناظر المنشأ الناتج المبانى بالوحدات الصندوقية Box units type فى المبانى سابقة التجهيز.

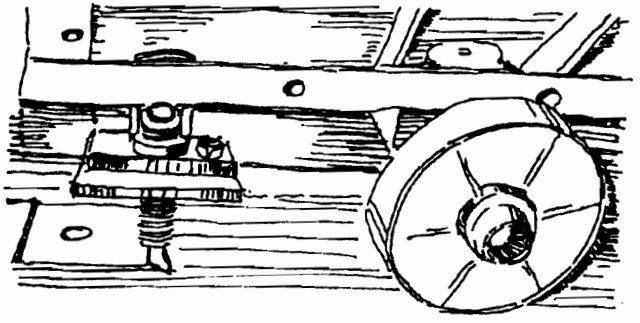
الشدة النفقية

تتكون من قالب من الصاج أو من الصلب على شكل حرف U مقلوبة مقوى من الخارج بأعصاب من الصلب. وزيادة فى المرونة قد تأخذ الشدة شكل حرف L المقلوب حيث يمكن تكوين الفراغ الداخلى باستعمال وحدتين متقابلتين ⌐ ¬. أما الألواح الخاصة بنهايات الحوائط وسمك البلاطة فهى تشكل جزءاً مكملاً ومتكاملاً مع أجزاء الشدة شكل (١٢٧). وأبعاد الشدة النفقية أو النفق قياسية وتختلف باختلاف الشركة المصنعة وطبقاً للتصميم. وتتحرك الأنفاق على عجل مثبت فى أسفلها شكل (١٢٨، ١٢٩)، وهى مزودة بروافع رأسية من القلاووظ، وذلك لعملية الضبط الأفقى كما توجد بها أذرع مائلة للمحافظة على تعامد السقف مع الحائط. وعادة ما يقل ارتفاع الشدة عن ارتفاع السقف النظيف بحوالى ٧-١٠ سم وذلك لتسهيل عملية



شكل (١٢٧) تفاصيل شدة نفقية

شكل (١٢٨) الروافع التى ترتكز عليها الشدة



شكل (١٢٩) العجل وارتكاز الشدة على الرافعة القلاووظ

سحب الشدة بعد تصلد الخرسانة.

خطوات التنفيذ :

١- بعد تنفيذ الأساس الذى غالباً ما يتم بالطريقة التقليدية تصب الفرشة الخرسانية.

٢- تحدد أبعاد الشدة المنزلقة على الأرض طبقاً للتصميم الموضوع.

٣- تصب أو تثبت قدمة خرسانة مسلحة بارتفاع ١٥ سم حول محيط كل شدة على محاور الحوائط فيما عدا على المسافات المخصصة للأبواب والفتحات، وتترك أشاير التسليح بارزة لتحقيق الترابط مع الحائط الذى يعلوها. وهذه القدمة تعمل كدليل guide لتوجيه الشدة عند انزلاقها كما تقوم بمنع حركة النفق من مكانه عند رفعه للمستوى المطلوب بعد إدخاله فى مكانه.

٤- وضع الشدات النفقية ورفعها ثم تثبيتها بوساطة الروافع القلاووظ مع إضافة جميع المواسير والأنابيب والعلب الخاصة بالتركيبات الفنية فى الحوائط والأسقف، وذلك فى نفس الوقت مع حديد التسليح الذى يأخذ شكل شبكة مكونة من أسياخ ملحومة، كما توضع الإطارات والفرم اللازمة للفتحات الرأسية وأماكن السلالم مع الأخذ فى الاعتبار نقط التثبيت للسلالم والحلوق. ويلاحظ وضع الأنفاق بطريقة تبادلية شكل (١٣١) حتى يمكن وضع حديد التسليح والعناصر السابق ذكرها فى الحوائط.

٥- إضافة الشدات الإضافية للأسقف التى لا تنفذ بالشدات النفقية كذلك إضافة جوانب شدات الحوائط الخارجية.

٦- ربط الشدات المتجاورة ببعضها البعض أفقياً وضبط الشدات.

٧- بعد الضبط النهائى للشدات تصب الخرسانة رأسياً وأفقياً بمعدل ١٠م٣ فى الساعة حيث تدك بوساطة الهزاز الميكانيكى ويسوى السطح بوساطة ماكينة خاصة.

٨- تعمل القدمة الخاصة بالدور التالى.

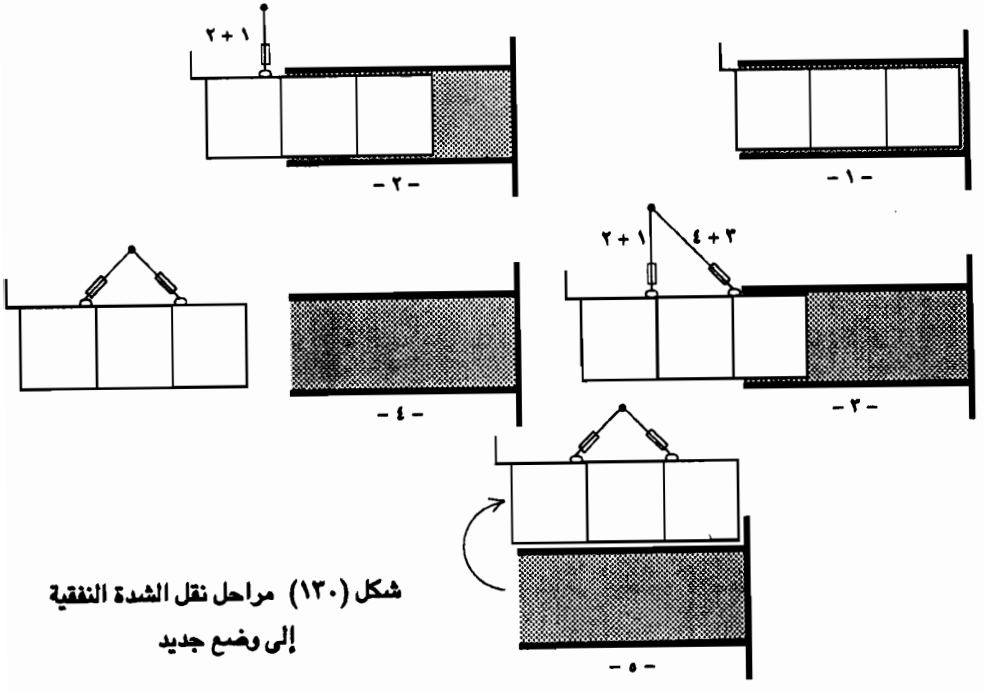
٩- تترك الخرسانة إلى أن تتصلد ويختلف الزمن اللازم لذلك باختلاف نوع الأسمنت المستخدم كما يمكن معالجة الخرسانة بوساطة البخار لتعجيل عملية الشك.

١٠- تفك الشدة وتنقل إلى مكان آخر. ويبين شكل (١٣٠, ١٣٥) خطوات *عملية نقل الشدة وهى تتلخص فى الآتى :-*

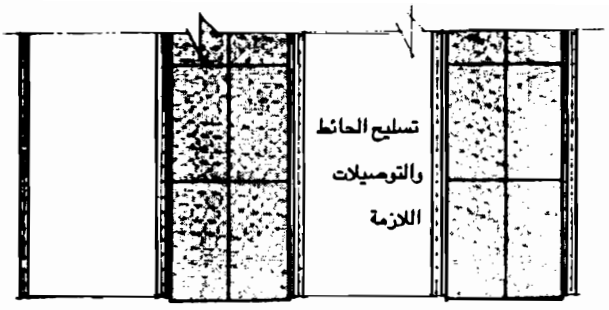
ا- إنزال الروافع القلاووظ حتى ترتكز الوحدة النفقية عل العجلات وتصبح حرة الحركة فى الاتجاه المطلوب.

ب- جر الوحدة النفقية حتى تظهر نقط الرفع الخارجية من تحت البلاطة المصبوبة حيث يثبت بها حبال الرفع ١+٢.

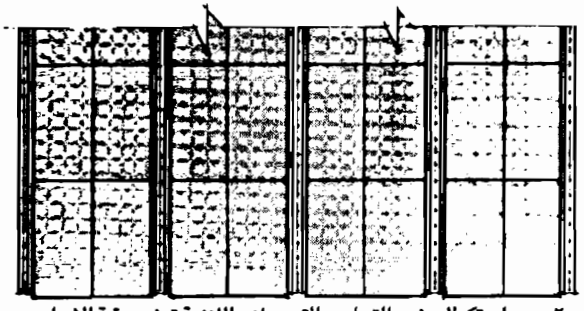
جـ- الاستمرار فى سحب الوحدة النفقية حتى ظهور نقط الرفع الخلفية ثم تثبيت حبال الرفع ٣+٤.



شكل (١٣٠) مراحل نقل الشدة النفقية إلى وضع جديد

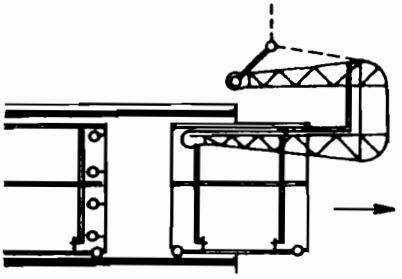


١- توضع الشدات النفقية بطريقة تبادلية

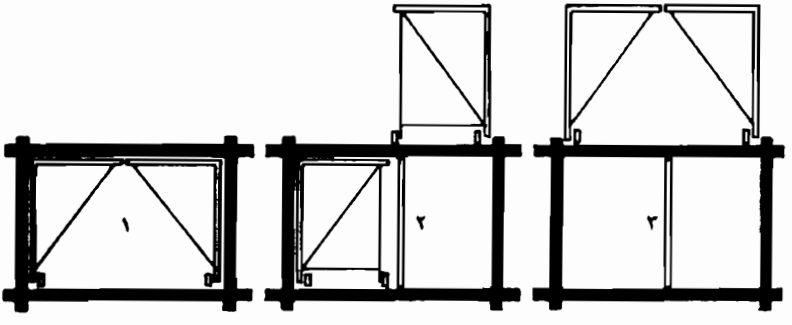


٢- بعد استكمال وضع التسليح والتوصيلات اللازمة توضع بقية الشدات

شكل (١٣١) أسلوب وضع الشدات النفقية



شكل (١٣٢) احدى طرق سحب الشدة النفقية بعد انتهاء صب الخرسانة وبداية شكها



شكل (١٣٣) خطوات فك واعادة تركيب الشدات النصف نفقية مع وضع دعامة فى منتصف الباكية

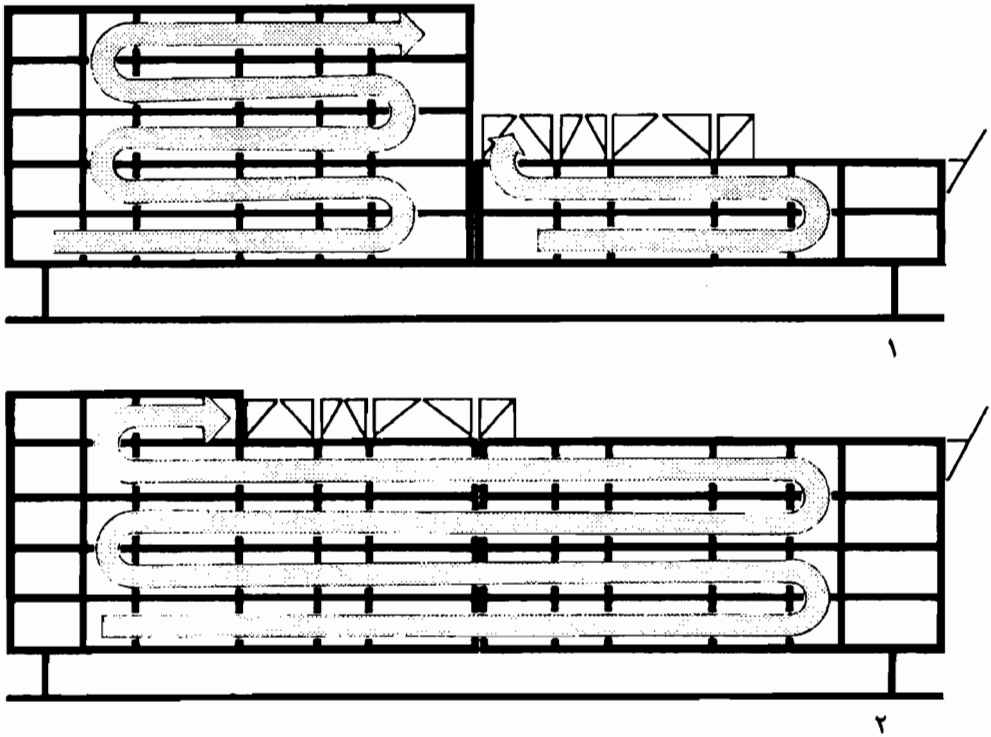
د- نقل الوحدة بوساطة الونش إلى المكان المطلوب سواء فى نفس المستوى أو فى المستوى الأعلى.

١١- تكرر عملية الصب .

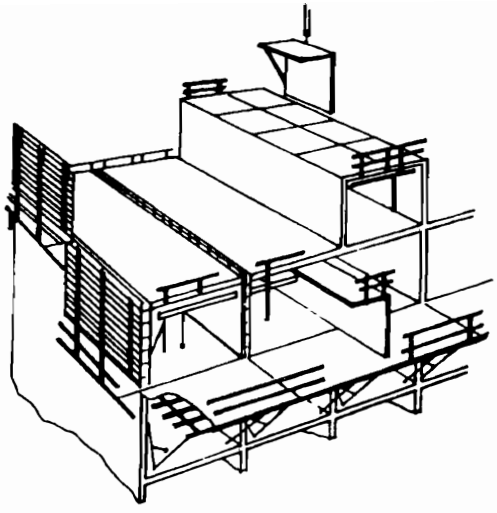
١٢- فى الأدوارالمنتهية يمكن البدء فى بناء القواطيع الداخلية والحوائط الخارجية إن لم يتم تنفيذها أثناء صب الشدة مثلما يحدث فى بعض الطرق المستحدثة؛ كما يمكن استخدام حوائط سابقة التجهيز فى الموقع أو المصنع.

وعندما تكون درجة الحرارة عالية أو طبيعية يمكن بعد الشك المبدئى للخرسانة بعد حوالى ١٥ساعة سحب الشدات النفقية مع وضع عمود ساند للبلاطة يوفر عملية تجفيف الخرسانة صناعياً كما يبين شكل (١٣٣) ويوضح شكل (١٣٤, ١٣٦) تتابع تنفيذ هيكل البناء بطريقة الشدات النفقية رأسياً أو أفقياً حسب نوعية البناء.

وتتحدد طاقة الرافعات المستعملة فى عملية البناء تبعاً لكميات المواد

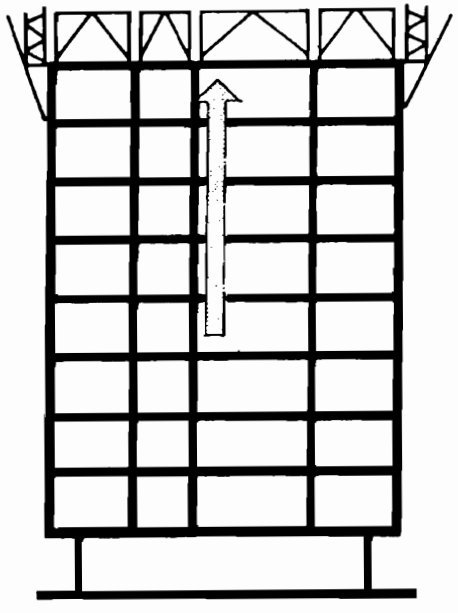


شكل (١٣٤) تتابع تنفيذ المنشأ بنقل الأنفاق أفقياً



شكل (١٣٥) رفع وحدة شدة نصف نفقية

ويظهر فى الشكل الكويستات والمشايات المؤقتة لتسهيل أعمال الرفع والانهاء



شكل (١٣٦) نقل الأنفاق فى الاتجاه الرأسى بالمبانى المرتفعة

المستخدمة وثقل العناصر سابقة التجهيز المستخدمة وأخيراً أنواع الشدات. لذلك فإنه فى حالة استخدام روافع صغيرة نسبياً يتم رفع القوالب مفردة حيث يصل وزن كل منها من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ كجم. أما إذا زادت قدرة الروافع فتتم عملية الرفع لكل نفقين أو ثلاثة حسب حجم العملية شكل (١٣٧)

مميزات استخدام الشدات النفقية :-

١- سرعة التنفيذ مع قلة العمالة .

٢- الكفاءة العالية فى التشطيب حيث تمكن الحوائط الناعمة الناتجة من الاستغناء عن البياض واستخدام الدهان مباشرة.

٣- يكون المبنى عبارة عن كتلة خرسانية واحدة مكونة من الحوائط والأسقف المتماسكة.

٤- عند تخطيط عملية التنفيذ تخطيطاً سليماً يمكن أن يقارب زمن إنشاء بهذه الطريقة مثيلتها سابقة التصنيع.

٥- يمكن إعادة استخدام القوالب فى عدة مشاريع لها نفس الوحدة القياسية.

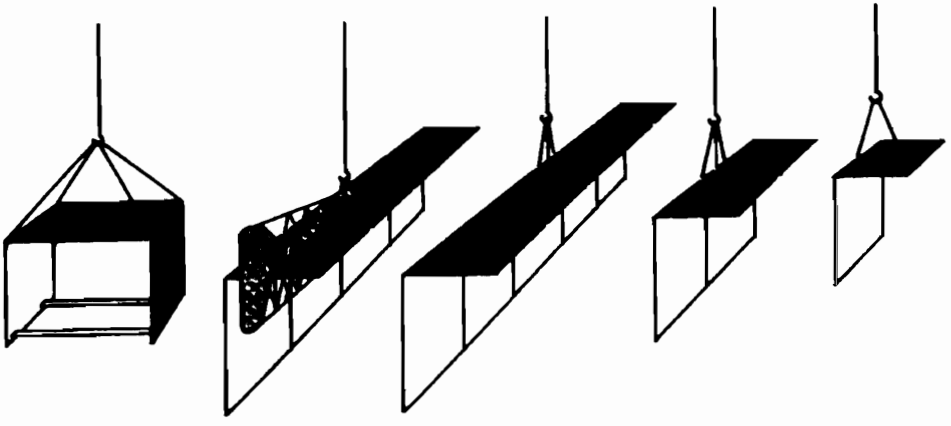
٦- كان يعاب على هذا النظام اقتصاره على إنتاج المبانى ذات الصفة التكرارية مثل الفنادق والمستشفيات والوحدات السكنية، لكن أمكن بعد تطويره الوصول إلى المرونة الكافية لتنفيذ أشكال مختلفة من المبانى شكل (١٣٩).

٦- طريقة مركبة *Combined System*

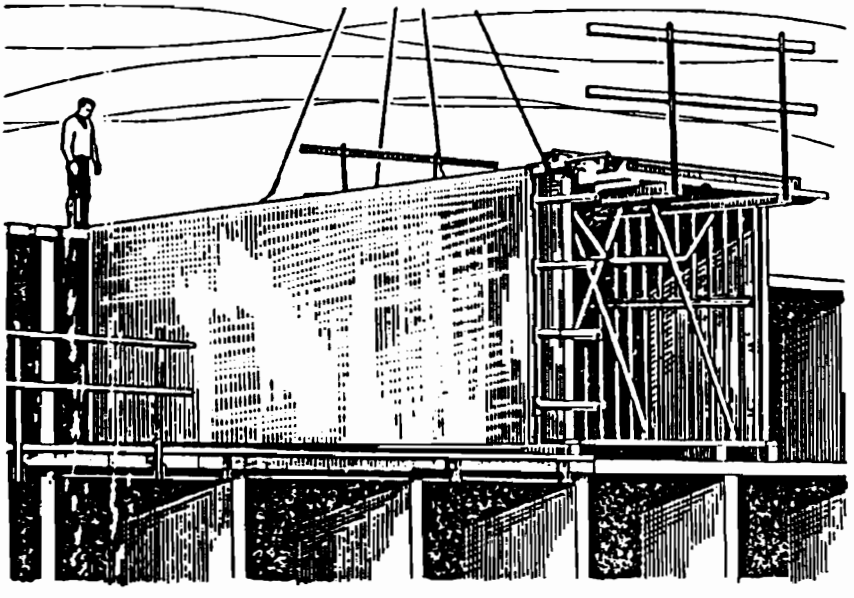
وهى استخدام أكثر من طريقة من الطرق السابقة فى تنفيذ مبنى. فيصب القلب بطريقة الشدات المنزلقة وتعمل البلاطات بطريقة البلاطات المرفوعة وتقام الحوائط بطريقة الرفع المائل وهكذا...

وعموماً فإن جميع تلك الأساليب فى الإنشاء وغيرها مما لم يذكر يجب أن يعتبر أداة فى يد المهندس تستخدم فردية أو مجمعة فى خدمة التصميم. لذا وجب عدم

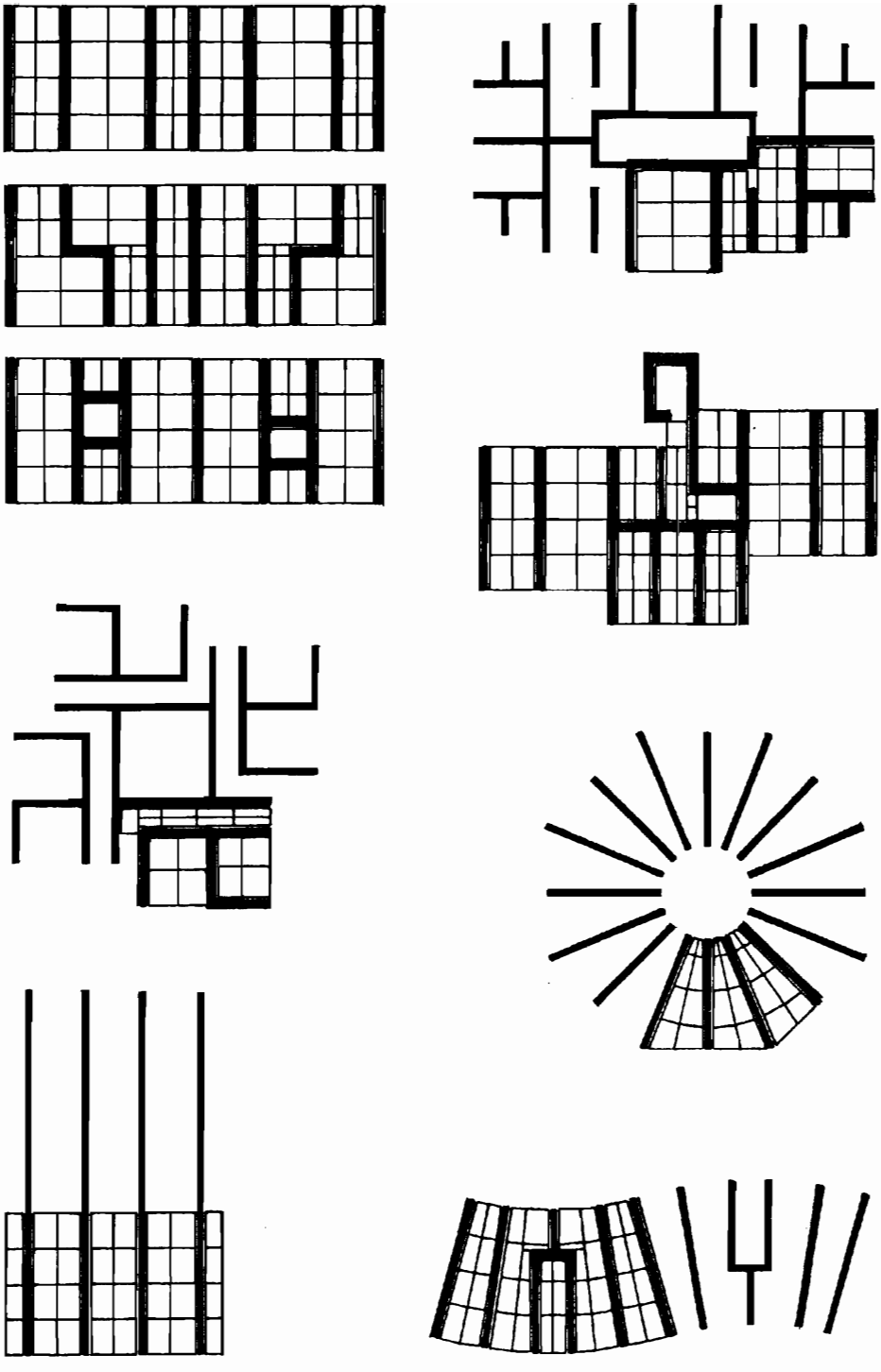
اعتبارها قيداً على المصمم بل على العكس ينبغى الاستفادة من الإمكانيات الواسعة التى توفرها ، وكذلك المرونة فى فهم وتطبيق استعمالها ، وذلك لاستحداث هياكل جديدة تتماشى مع الجديد من الفكر التصميمى.



شكل (١٣٧) يتناسب عدد الوحدات المرفوعة مع قدرة الرافعة



شكل (١٣٨) منظور يوضح الشدة النفقية بعد وضعها على أرضية الدور



شكل (١٣٩) بعض الأشكال التى يمكن تشييدها باستخدام الشدات النفقية

الباب الثالث

تنظيم الموقع Site organisation

مقدمة

يعتبر الموقع بمثابة مصنع مؤقت يتم فيه تصنيع المبنى. وتتطلب عملية التصنيع، أو بمعنى أصح عملية البناء، عمالاً ومعدات ومواد يجب تنظيمها بحيث يستخدم العاملون أنسب المعدات بأنسب وضع ممكن مع تخزين المواد بطريقة لا تعرضها للتلف وتسهل استخدامها ولا تعوق عملية إنشاء المبنى.

وبتعبير آخر فإن هدف تنظيم الموقع هو القيام بعملية التشييد تحت أحسن ظروف ممكنة للعمل مما يؤدى إلى انتاج فعال واقتصادى وآمن.

وليست هناك قواعد معينة تتحكم فى عملية تنظيم الموقع وإنما تتوقف تلك الأخيرة على عوامل كثيرة تتعلق بشكل الأرض والمبنى وطريقة الإنشاء وغيرها مما يجعلها مشكلة تتعلق بشخصية الموقع حيث تختلف باختلاف ظروفه، وتتطلب فى كل مرة حلاً مختلفاً.

وهناك عوامل كثيرة مؤثرة ينبغى دراستها قبل البدء فى عملية تنظيم الموقع، وذلك لتمكين المقاول من وضع برنامج تنفيذى ناجح وأهمها :

١- الدراسة الدقيقة لكراسة الكميات وكذلك لرسومات المشروع حتى يمكن تقدير كمية المواد والعمالة المطلوبة، وهذا يعطى مؤشراً على مدى بساطة أو

تعقيد المشروع وبالتالى على المعدات اللازمة والوفر الذى يمكن أن ينتج من ميكنة العملية كلياً أو جزئياً.

٢- عمل دراسة دقيقة للموقع ومحدداته تشتمل على النقاط التالية :

ا- *الوصول إلى الموقع* :الطرق المؤدية إليه، خطوط السكك الحديد والمسافة بين المحطة والموقع، وجود أنفاق أو كبارى محددة بارتفاعات معينة إلخ...

ب- *الخدمات والمرافق المؤقتة* :وجود خط كهرباء من عدمه، كيفية التزويد بالماء، قيمة ما هو موجود فعلاً من تلك الخدمات بالموقع وتكلفة كل من الاحتمالات القائمة.

جـ- *الخصائص العامة للموقع* :مثل طبيعة التربة، منسوب المياه الجوفية، خصائص الجار والمشاكل المحتملة.

د- *العمالة* :إمكانية استخدام عمالة محلية أو إحضارها من مناطق بعيدة والمسافة التى يمكن لتلك العمالة قطعها وإمكانية تسكينها بالموقع مع مقارنة تكاليف كل احتمال.

هـ- *الأمن* :طبيعة المنطقة ومدى تعرضها للسرقات ودوريات الشرطة الموجودة وبالتالى الحراسة اللازمة والأسوار.

وبناء على المعلومات والبيانات المكتسبة من مستندات المشروع والدراسة المبدئية للموقع وأية بيانات أخرى يتم الحصول عليها من السلطات المحلية يمكن البدء فى برمجة عملية التنفيذ، وذلك بالخطوات التالية :-

١- *برنامج ما قبل العطاءات* : ويمكن إعداده فى هيئة خريطة أو جدول زمنى يوضح الزمن المقترح والمتاح لإتمام الأعمال الرئيسية.

٢- *كيفية توزيع المبالغ المنصرفة Cash Flow* ومقارنة الإمكانيات المختلفة لشكل عملية الإنفاق فى المشروع والوصول إلى الوضع الأنسب لميزانية

المشروع.

٣- *برنامج المعدات* :ويمكن إعداده فى هيئة خريطة توضح المتطلبات والإستخدامات التى تساعد فى اتخاذ القرار بشأن الحاجة إلى ورشة صيانة بطاقمها فى الموقع، كذلك مقارنة اقتصادية شراء تلك المعدات أم استئجارها - هذا بعد تحديد عمليات البناء المختلفة التى تتم فى الموقع والتى يتم على أساسها اختيار الوسائل والمعدات المختلفة المستخدمة فى التنفيذ بحيث يمكن القيام بأكبر عدد ممكن من العمليات فى نفس الوقت، وذلك لتحقيق أكبر وفر ممكن وهذا بدوره يساعد فى تحديد مسطحات التشغيل والتخزين وعدد العاملين.

٤- *برنامج مواد البناء*، وذلك لتحديد الفراغ اللازم للتشوين ومدته تبعاً لحجم الموقع ومدى إمكانية استيعابه للمواد المشونة. ويتم الحصول على المعلومات الأساسية من دفتر الكميات ومن الاتجاه السائد بالسوق.

٥- *ملخص العمالة* :ويتكون بناء على المعلومات الأولية التى يتم الحصول عليها من دراسة الكميات ودراسات الموقع . وهو عبارة عن حجم العمالة المطلوبة والتجهيزات الخاصة بها بالموقع وما تستلزمه من مساحات وتكلفة.

٦- *العلاقة بين أفراد فريق العمل بالموقع* :وهى تشبه شجرة عائلة توضح العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين مختلف العاملين بالمشروع، وتكون عادة فى المواقع الكبيرة معقدة التركيب حيث يكون من الضرورى تحديد المسئوليات بوضوح.

٧- وبناء على النقاط السابقة تبدأ عملية *تنسيق الموقع*،وتشمل تحديد الفراغات اللازمة لتخزين المواد ومسطحات العمل ووحدات الخدمات ومواضع المعدات وممرات الحركة وماشابه ذلك.

ويتوقف تنسيق الموقع على حجم المبنى وعلاقته بالفراغ المحيط، وكذلك بالخدمات المطلوبة والمتوافرة، وبالأخص على العلاقات بين مختلف العناصر والعمليات المطلوبة بالموقع. ويجب أن يتسم تخطيط الموقع بالفعالية Efficiency وهذا معناه استمرار إتمام العمل اليومى الذى تحدده خطة التنفيذ.

ويمكن الوصول إلى ذلك بمراعاة الآتى :

أولاً : دراسة الحركة Movement

١- مدخل الموقع *Access*

يشكل مدخل الموقع من حيث وضوحه وأمانه نقطة حيوية فى فاعلية ونجاح التخطيط. وتختلف أشكال المداخل باختلاف حجم ومدى تعقيد المشروع، وعموماً يجب ما أمكن تجنب المداخل من الطرق السريعة كما يجب الحصول على تصريح من السلطات المختصة لاختراق ممرات المشاة المحيطة بالموقع إذا لزم الأمر.

وبالنسبة لعربات النقل المحملة بالمواد يجب أن يكون دخولها للموقع بسهولة ودون تعطيل. وحتى إذا كان معظمها من الحجم الصغير ينبغى رغم ذلك الأخذ فى الحسبان الشاحنات الطويلة والثقيلة التى تنقل حديد التسليح مثلاً أو العناصر الجاهزة ذات الأطوال والتى يمكن أن يصل طولها إلى ١٨ متراً، ووزنها إلى ٤٠ طناً، والتى تتطلب دائرة مناورة كبيرة. كما ينبغى تخطيط مواعيد وصول المواد إلى الموقع، وذلك لتلافى اختناقات المرور التى قد تنتج.

٢-أماكن الإنتظار:

يجب الاهتمام بتوفير أماكن انتظار سيارات العاملين بالموقع، كذلك أماكن ركن المعدات المتحركة بالموقع فى حالة عدم تشغيلها مع مراعاة تحقيق سهولة الحركة من وإلى تلك الأماكن.

٣- الحركة الداخلية

- بالنسبة للمعدات : يجب أن تسمح الممرات بالحركة الحرة لها. وإذا كانت هذه الممرات تنطبق على ممرات مطلوب تنفيذها بالمشروع، يكون من الاقتصاد أن تشيد فى مرحلة مبكرة جداً من التنفيذ مع ترك طبقة التشطيب النهائية إلى ما بعد الانتهاء من استخدام المعدات الثقيلة التى قد تفسدها. وعلى العكس إذا كان إنشاء الطرق ينتمى إلى عقد مع مقاول آخر يكون من الأفضل عمل طرق مؤقتة من القضبان والألواح الصلب، وذلك لحماية التربة من المعدات الثقيلة، ثم إزالتهابعد الإنتهاء من المرحلة المطلوبة.

- وبالنسبة للمشاه يجب تحديد المسارات بأقل مسافة ممكنة، وذلك لتخفيض الزمن غير المنتج الذى يقطعه العاملون بين المخازن وأماكن العمل والراحة. وذلك دون إعاقة طرق المرور والحركة الرئيسية فى الموقع.

ثانياً : التخزين Storage

بالنسبة للتخزين يراعى الآتى :

١- تجنب نقل المواد أكثر من مرة.

٢- سلامة أسلوب التخزين حيث توضع المواد المستخدمة بكميات صحيحة وبطريقة سليمة بحيث يمكن إحضارها عند الحاجة إليها.

وهناك ثلاثة أشكال للتخزين :

ا- تخزين آمن وهو للمواد والأجزاء التى يسهل سرقتها مثل الخلاطات واللمبات والأكباس إلخ...

ب- تخزين محمى من العوامل الجوية للمواد مثل الأسمنت والخشب، وهو يستلزم طريقة معينة للتخزين تمكن من أولوية خروج المواد التى دخلت أولاً إلى المخزن First in first out.

جـ- تخزين مفتوح مثل تخزين الرمل والزلط والركام.

٣- تخفيض الفاقد عن طريق الإهمال.

٤- تجنب الفاقد بالسرقة والنهب وذلك بتحقيق الأمان المناسب لقيمة المواد الخزونة لتصعيب عملية السرقة، كذلك بتنظيم عملية الصادر والوارد بالمخازن لإمكانية تحديد المسئولية.

ثالثاً : الإمداد بالمياه والطاقة :

Water and energy Supply

١- المياه :

تكون الحاجة إلى مياه نقية صالحة سواء للاستهلاك الآدمى أو لعمليات البناء. وعادة ما يكون من الممكن الحصول على المياه من وصلة بالمصدر الرئيسى للمياه، ثم يتم عمل شبكة داخلية مؤقتة حسب تنسيق الموقع لتخدم المعدات والكانتين والدورات، وكذلك لرش المبانى. وعادة ما يتم تخزين المياه فى خزانات متفرقة حول الموقع لخدمة خلاطات الخرسانة بصورة مضمونة ومنتظمة، وتستخدم خزانات أخرى لغسيل المعدات الخاصة بتشغيل الخرسانة لتلافى تلوثها بالطين والمواد الصلبة الأخرى. ويتم توصيل ماسورة التغذية الرئيسية داخل الموقع عندما تتحقق مرحلة من التنفيذ تسمح بذلك دون تعرضها للكسر فيكون التوصيل بالمصدر الرئيسى على حدود الموقع. أما أعمال السباكة المؤقتة فتتم إزالتها قبل التشطيب النهائى.

وفى حالة عدم وجود شبكة تغذية بالموقع تنقل المياه بوساطة عربات خزانات.

٢- الطاقة والكهرباء:

يكون التزويد بالكهرباء عن طريق توصيل كابل رئيسى للموقع يتصل بصندوق معزول ضد المياه، وذى حجم مناسب لاستيعاب لوحات التوزيع والعدادات المؤقتة وكافة الاحتياجات الأخرى. ويجب أن يكون التيار كافياً لتشغيل المعدات الثقيلة كالأوناش، ولتغذية كافة المنشآت المؤقتة كأماكن العاملين والمخازن والورش بما يمكن أن يتم فيها من تشغيل معدات صغيرة.

وفى حالة عدم توافر خط جهد يمر بالموقع يتم التزويد بالكهرباء بوساطة مولدات ذات قدرة مناسبة، ويتم تخزين الوقود اللازم مثل البنزين والسولار فى ضوء المواصفات القياسية لذلك.

وعلاوة على تلك الخدمات يستحسن إمداد الموقع بخط تليفون أو أكثر.

رابعاً : خدمات العاملين بالموقع Site Accomodations

وهى مبانى الإدارة المؤقتة التى يستخدمها العاملون بالمشروع، ولا تقتصر على مجرد إيجاد مكان لمراقبة المداخل وسير العمل، وإنما يجب أن تتوفر للعاملين بعض الراحة من الضوضاء الناتجة عن عمليات الميكنة. وتتضمن الخدمات مكاتب لإدارة الموقع ومكان للمكتبة والمهندسين وقاعة للاجتماعات الدورية علاوة على أماكن الملاحظين وكانتين أو مطعم مؤقت ودورات مياه وخلع ملابس وكذلك وحدة إسعاف. وعموماً يجب أن توضع أكشاك الخدمات تلك بحيث لا تتداخل مع عناصر المشروع الأساسية وبحيث تكون مسارات الحركة بينها أقل ما يمكن.

وفى بعض المشروعات تقوم شركة المقاولات ببناء تلك الخدمات بشكل دائم وتهديها للمالك، وذلك فى حالة طول مدة المشروع الذى يجعل المبانى المؤقتة أكثر تكلفة أو على الأقل بنفس تكلفة المبنى الدائم ويكون هذا فى مصلحة الطرفين.

وفى حالة وجود مشاكل بشأن وضع تلك الخدمات يمكن أن توضع على دورين فوق ما يشبه الكوبرى فوق أحد ممرات الموقع.

وفى بعض الأحوال يستلزم الأمر نقل أماكن تلك الخدمات مع التقدم فى مراحل المشروع، وذلك لتلافى ازدواج النقل وتشتيت مراحل العمليات.

خامساً : نظم الأمان فى الموقع Site safety regulations

وتشمل :

١- مقاومة الحرائق وذلك عن طريق :

ا- وجود الوسائل المختلفة لمقاومة الحرائق والوقاية منها.

ب- ترك مسافات مناسبة (١ , ٦متر) بين المبانى المؤقتة لتقليل خطر الحريق.

جـ- فصل أماكن التخزين عن بعضها البعض واتخاذ الاحتياطات اللازمة

عند تخزين المواد القابلة للاشتعال.

د- عدم تراكم القمامة والتخلص من الفضلات أولاً بأول.

هـ- تأمين وصول عربات المطافئ لجميع نقط الموقع.

٢- *التأمين ضد الحوادث:*

يتحمل العامل مسئولية أمان كل ما هو فى الموقع كما يجب عليه أخذ حيطته بحيث لا يتسبب فى تعريض غيره للخطر، وذلك بأن يبقى موقع العمل وقفاً على العاملين به إلاّ بتصريح. ولا ينشغل العامل بأمور أخرى قد تؤدى إلى الحوادث. وعموماً يجب أن تكون نقط الإسعاف يسهل الوصول إليها من جميع النقاط.

سادساً : الأسوار المحيطة بالموقع :

يشترط إقامة سور حول الموقع لكثير من الأسباب مثل حماية المواد من السرقة، ومنع دخول غير العاملين للموقع وحماية الأعمال من التخريب أو النهب، وكذلك حماية المشاة أو السيارات من أخطار عمليات التنفيذ والمخلفات.

ويراعى فى الأسوار ما يأتى :

١- عند تحديد الموقع يجب عدم التعدى عل ممتلكات الغير حيث يمكن أن يؤدى هذا إلى منازعات قانونية تعوق العمل وترفع من تكلفته.

٢- يتوف نوع الأسوار على طبيعة المشروع إذ يمكن الاكتفاء بسور ارتفاعه ٢٠ , ١متر، وفى حالة تعقيد العمل ووقوعه وسط المدينة أو فى مكان مزدحم تشترط السلطات المحلية تنفيذ سور مزود بمر خشبى يوفر للمارة الأمن الكافى مع حمايتهم من السيارات كما يتطلب إضاءة كافية خارجية وإشارات تحذير المارة والسيارات. وهناك أسوار بها جزء متحرك للتغلب على مشكلة إشغال الطريق العام.

المسقط التنفيذى للموقع :

ترسم لوحة موقع عام للمشروع بمقياس رسم مناسب وغالباً مايكون نفس مقياس الرسم الذى اتخذه المعمارى فى رسوماته، وعليه يتم تحديد حجم وشكل المبانى بدقة، وكذلك شكل الطرقات الداخلية وأية علامات أخرى ذات أهمية بالموقع. وعلى هذه اللوحة يتم تحديد الآتى :

١- موضع (مواضع) الطرق المؤدية للموقع والمداخل والأسوار والبوابات.

٢- أماكن تشوين المواد بجميع أنواعها وكيفية تداولها.

٣- أوضاع المعدات الثابتة مثل الأوناش بحيث تحقق الوصول إلى جميع العناصر المطلوب رفعها أو تحريكها (ترسم دائرة التشغيل) بحيث لا يعترضها أى جزء من أجزاء المبنى فى أية مرحلة من المراحل. كما يحدد أماكن وحجم ورش الصيانة اللازمة لتلك المعدات وذلك بمقياس الرسم الصحيح وأماكن تخزين السقالات والشدات إذا كانت مطلوبة. أما المعدات المتحركة فيتم تحديد مساراتها حث يمكن التحكم فيها.

٤- توقيع أماكن الإدارة والخدمات مع الأخذ فى الاعتبار مشاكل التغذية والصرف الخاصة بها ومحاولة صرفها على المجارى العامة. وإذا لم يتيسر ذلك يمكن استخدام أنواع دورات مياه مؤقتة.

٥- توقيع أى نقط مؤقتة للتليفون وخطوط الكهرباء التى يجب أن تكون بعيدة عن مسار أية معدات متحركة بالموقع.

وأخيراً يتم التأكد من ملاءمة هذا المسقط مع كل العوامل الأخرى والبرامج الزمنية بحيث يتحقق التكامل المطلوب، ويبدأ التنفيذ.

وفيما يلى أمثلة للمساقط التنفيذية لبعض المواقع التى تختلف فى الظروف وتتنوع فى المعدات .

مثال ١ شكل (١٤٠)

الموقع :

الموقع مستطيل يأخذ الضلع الأطول اتجاه الشمال ويحده شمالاً ممر مشاه وجنوباً الشارع الرئيسى وغرباً جار وشرقاً موقع لم يستغل بعد. ويتكون مبنى المكاتب المطلوب إنشاؤه من خمسة طوابق ويأخذ شكل حرف †L†وبالموقع شجرتان يراد المحافظة عليهما.

الأسوار والمداخل والحركة :

حدد الموقع من الشمال والجنوب بسور خشبى عالٍ لضرورة فصله عن حركة المشاه فى الشمال والحركة الآلية فى الجنوب، أما شرقاً فقد تم الاكتفاء بسور من السلك المشدود على قوائم خرسانية. ويقع المدخل على طرف الضلع الجنوبى الطويل للموقع.

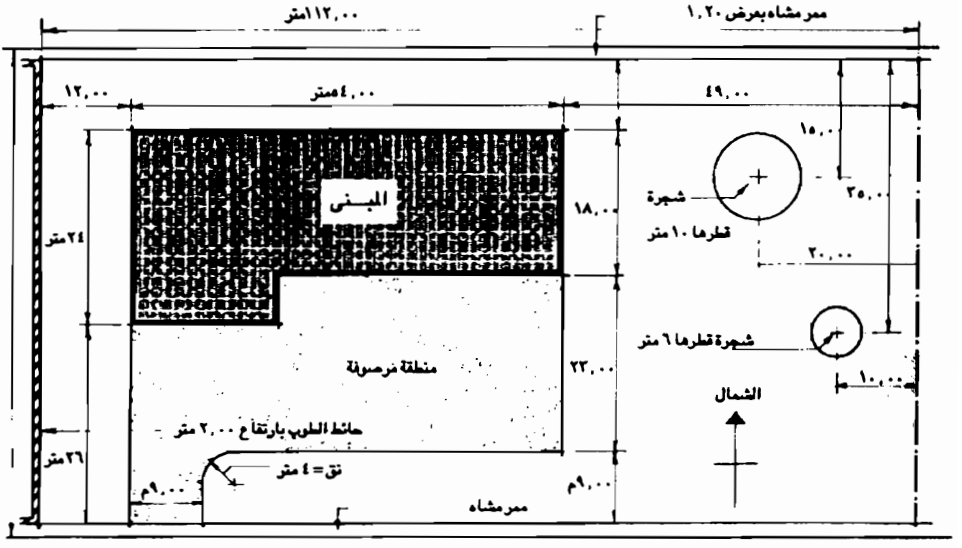
وقد خصص للسيارات مكانان للانتظار : أحدهما بجانب المدخل مباشرة خاص بسيارات المقاول والعاملين، والآخر فى الجنوب الشرقى للموقع بجانب السور وهو عام كما يستخدم لركن المعدات المتحركة فى حالة عدم استخدامها وإن كان الونش البرجى يقوم تقريباً بكل عمليات النقل.

عملية الرفع وتخزين المواد :

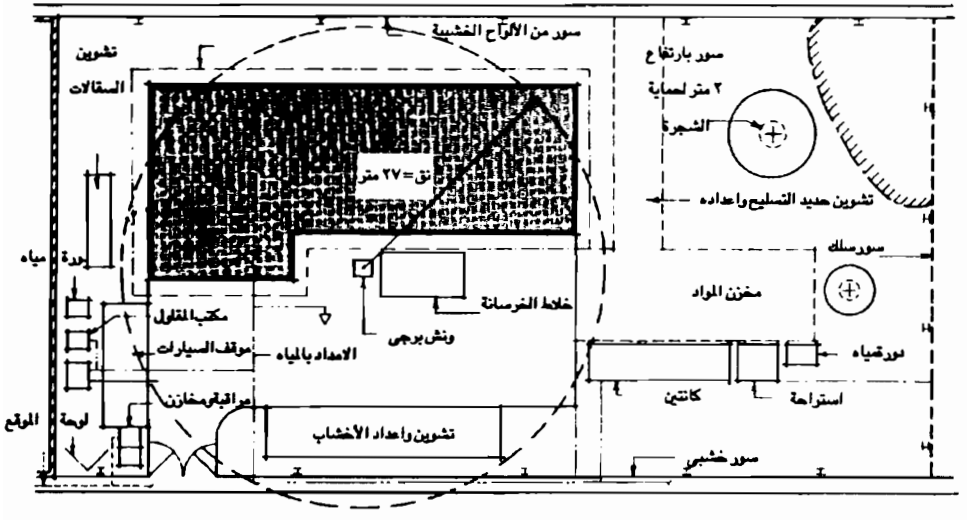
استخدم ونش برجى ثابت ووضع فى مكان متوسط ليغطى كل مسطح التشغيل وأماكن تشوين الشدات والمواد الخام وخلافه، اليت وزعت على الموقع حول مركز عملية التشغيل أى الونش وخلاط الخرسانة. وقد تم تخزين التربة الخاصة بالزراعة فى كومة فى الركن الشمالى الشرقى للموقع حتى يحين موعد فرشها على الجزء المطلوب زراعته.

الخدمات :

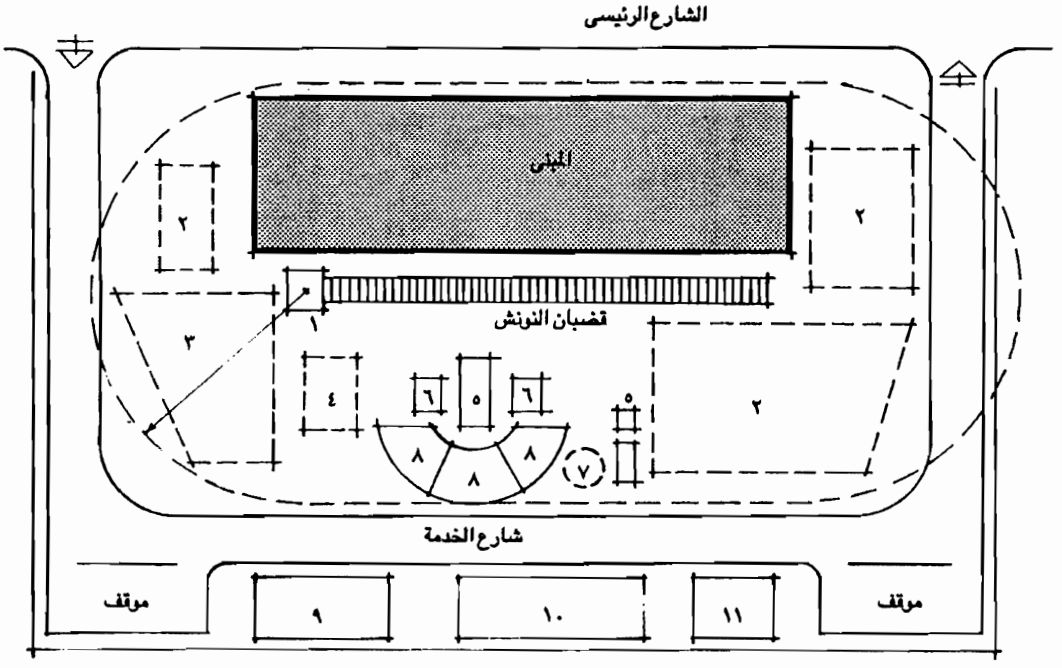
علاوة على أكشاك المراقبة والمقاول ودورة المياه الخاصة بهما والتى وضعت إلى جوار المدخل مباشرة فقد حدد مكان صالة الطعام واستراحة العاملين ودورة المياه الخاصة بهم بعيداً عن دائرة تشغيل الونش وبجانب موقف السيارات العام، كما أحيطت كل من الشجرتين بشور خشبى بارتفاع مترين للحماية.



شكل (١٤٠ - أ) الموقع العام للمشروع (مثال ١)



شكل (١٤٠ - ب) المسقط التنفيذى



شكل (١٤١) مثال ٢ – المسقط التنفيذى للمشروع

١- الونش البرجى

٢- تشوين مواد خام

٣- تشوين أخشاب

٤- ورشة النجارة

٥- خلاط خرسانة

٦- صومعة أسمنت

٧- رمل

٨- ركام حسب التدرج الحبيبى

٩- المكاتب

١٠- مخازن

١١- خدمات العاملين

مثال ٢: شكل (١٤١)

الموقع :

الموقع مستطيل والمبنى يأخذ نفس اتجاه الاستطالة ويقع مباشرة على الشارع الرئيسى. ويحتوى الفراغ الخلفى من الموقع على المعدات والخازن وأكشاك الإدارة وبقية احتياجات عملية ميكنة البناء.

الحركة :

أقيم شارع تخديم على المحيط الداخلى للموقع مدخله ومخرجه على الشارع الرئيسى وذلك لإمكانية تغذية كل نقطة بالموقع. ويؤدى وجود هذا الشارع إلى سرعة الدلوف إلى الموقع دون تعطيل أو إعاقة للمرور بالشارع الرئيسى. كما وزعت أماكن انتظار السيارات عى الأجزاء البعيدة عن دائرة تشغيل الونش.

الونش والمعدات :

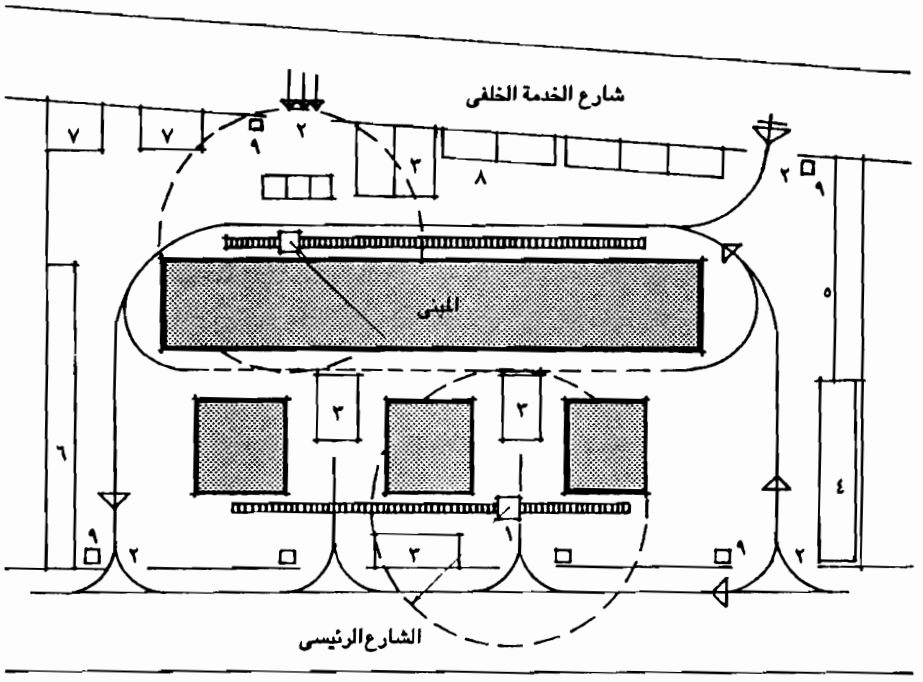
أقيم ونش برجى واحد متحرك على قضيب فى حركة موازية للمبنى وهو يغطى تقريباً مسطح التشغيل بالموقع. ويتم الخلط فى محطة خلط صغيرة أخذت موضعاً مركزياً فى الموقع.

المواد الخام والتشوين - الورش :

وزعت المواد الخام والفرم حول محطة الخلط، كذلك وضعت ورش النجارة وتشوين الأخشاب فى متناول الونش حتى يتحقق المطلوب من عدم تعدد نقلات المواد.

استراحات العاملين والإدارة والخدمات :

وضعت موازية للمبنى خلف طريق الخدمة فى موقع مركزى يسهل الوصول منه إلى أية نقطة بالموقع وفى نفس الوقت بعيداً عن الحركة الآلية داخل الموقع.



شكل (١٤٢) مثال ٣ – المسقط التنفيذى للمشروع

١– الونش البرجى

٢– مداخل السيارات والخدمة

٣– وحدات خلط

٤– موقف سيارات

٥– مهملات

٦– استراحة عاملين

٧– ورش ومخازن

٨– ساحة صب

٩– كونترول وأمن

مثال ٣ : شكل (١٤٢)

الموقع :

يأخذ الموقع الشكل المستطيل ويطل على شارع رئيسى وتتكون المبانى المواد تشييدها من برج مستطيل باتجاه الأرض وثلاثة أبراج منفصلة.

المداخل والحركة الداخلية :

أحيط الموقع بسور وتقرر دخول السيارات الخاصة والمعدات من مداخل على الشارع الرئيسى أما اللوريات التى يتم بوساطتها الإمداد والتغذية للموقع فقد حددت مداخلهاعلى شارع خدمة خلفى. وخصص الضلع الأصغر لأماكن انتظار السيارات وتشوين المواد المستهلكة لحين التخلص منها ، ويظهر فى الشكل مسارات حركة الخدمة داخل الموقع .

عملية الرفع والأوناش المستخدمة :

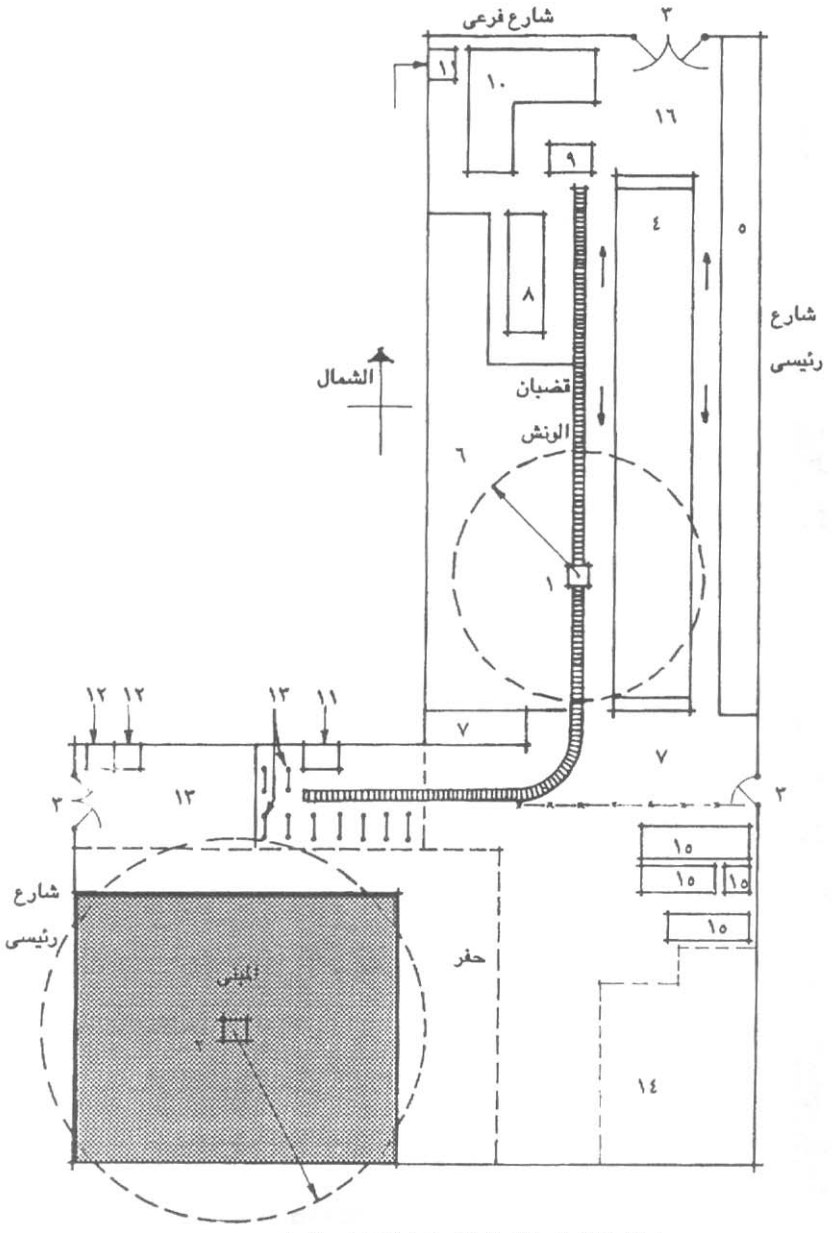
استخدم اثنان من الأوناش البرجية المتحركة على قضبان، وذلك لتغطية المبانى المستطيلة بحيث تغطى دائرة تشغيلها وحدات خلط الخرسانة التى تتحرك بحركة الونش، وكذلك مساحات صب العناصر الإنشائية بالموقع والتى روعى أن تكون قريبة من الونش قدر الإمكان.

المواد الخام وتشوينها والورش :

وضعت المخازن بجانب مدخل الخدمة، وكذلك الورش. ويقوم بنقل المواد الخام داخل الموقع دنابر تتحرك لتغذى الخلاطات المتحركة وساحات الصب المتفرقة فى الموقع.

استراحات العاملين ومبنى الإدارة والخدمات :

أخذت استراحة العاملين الضلع الصغير الآخر للموقع بعيداً عن مسارات الحركة، ونسبياً عن الأصوات الصادرة أما الإدارة والأمن فقد وضعت بجانب مدخل الإمدادات الرئيسى.



شكل (١٤٣) مثال ٤ المسقط التنفيذى للمشروع

١- الونش البرجى ٢- الونش المتسلق ٣- بوابات الموقع ٤- أماكن صب العناصر سابقة الاجهاد ٥- تخزين البلاطات ٦- تخزين الحوائط سابقة الصب ٧- تخزين الكمرات سابقة الاجهاد ٨- تخزين حديد التسليح ٩- خلاط خرسانة ١٠- تشوين ركام ورمل ١١- ورشة نجارة ١٢- استراحة عمال ١٣- تشوين ماقبل التشييد ١٤- مواقف سيارات ١٥- مكاتب المقاول والادارة ١٦- ساحة مناورة وركن المعدات غير المستخدمة

مثال ٤ شكل (١٤٣)

الموقع :

يأخذ الموقع شكل حرف L ويقع المبنى فى الجانب الصغير، وهو مكون من ١٤ طابقاً ويستلزم الأمر حفراً عميقاً حوله لعمل الأساسات. ويتم تشييد المبنى عن طريق عناصر سابقة الصب، وبعضها سابقة الإجهاد يتم صبها فى الموقع. وقد تم تنسيق الموقع على هذا الأساس حيث خصص الجانب الأطول لساحة الصب التى يأخذ الإنتاج فيها شكلاً خطياً، وكذلك للتخزين والتشوين. وقد فصلت هذه المنطقة عن منطقة البناء بسور ووضعت فى هذه الأخيرة أكشاك المقاول والإدارة والمراقبة بصورة متوسطة فى الموقع.

الأوناش :

استخدم ونش برجى متحرك على قضبان لخدمة عملية الصب والنقل إلى ما قبل التشغيل كما استخدم ونش متسلق لعملية التشييد ذاتها.

الحركة والمداخل :

تقع مداخل العاملين فى مركز الموقع على الشارع الرئيسى، وخصص بجانبها مكان لانتظار سيارات العاملين بعيداً عن ساحة الصب، وبجوار أكشاك الخدمة. أما حركة الدنابر والمعدات الخفيفة فهى موازية لقضبان الونش ولا تتقاطع معها. ويتم إدخال المواد الخام من مداخل تقع على الضلع الشمالى للموقع.

التخزين :

يتم تخزين العناصر على جانبى ساحة الصب حتى تصل إلى القوة المطلوبة ثم ينقلها الونش المتحرك إلى مكان التخزين. أما العناصر الجاهزة للرفع فمكانها بجانب المبنى على الضلع الصغير للموقع وهى متصلة بمدخل لتسليم العناصر غير المصنعة بالموقع.