الفصل العاشر

أعمال الحفر وسند الجوانب

١٠-١ مقدمـــــــة

تتم أعمال الحفر بعمل ميول مناسبة للجوانب بحيث لا تشكل خطرا علي العـــاملين ولا تتداخل مع أي منشآت مجاورة وبحيث يكون هناك حيزا مناسبا للعمال للقيام بأعمـــالهم علي الوجه الأكمل. أوالحفر الرأسي علي المناسيب والقطاعات المذكورة بالرسومات، مع عمل شدات قويه مناسبة لصلب الجوانب وتكون كافيه لحماية العاملين بالحفر. يقدم المقاول خطه العمل والميول أوالشدة المختارة للاستشاري للاعتماد قبـــل البـــدء فـــي العمل. يراعي الحفر حتى منسوب أقل ٦ سم من منسوب الـــتأسيس واستكمال الحفـــر يدويا لعدم قلقله الأرض الطبيعية. يقوم المقاول تحت مسئوليته بتشوين الأتربة الناتجـــة من الحفر – مؤقتا – في أي مكان وذلك إذا كان هناك خطرا علـــي جوانـــب الحفـــر أوعرقلة المرور أوالأفراد.

في حالة وجود أساسات أومباني قديمه قد تعترض الحفـــر، فعلـــي المقـــاول أخطـــار الاستشاري قبل أزاله تلك الأساسات. وعلي المقاول أزاله هذه الأساسات بعمـــق يزيـــد ٢٥ سم عن منسوب قاع الأساسات. يعتبر ناتج الحفر ملكا للمالك في حالة رغبته فـــي الأستفادة به في أي مشروع. وفي حالة زيادة عمق الحفر عن العمـــق الـــتـــصميمي، يقوم المقاول بصب خرسانة عاديه علي نفقته الخاصـــة حتـــى العمـــق الـــتـــصميمي. وتكون أي زيادة في الحفر عن الرسومات الـــتصميمية، لا يحاسب عليه المقاول.

وإذا أحتاج الأمر نزح للمياه الأرضية وتجفيف الموقع، يجب أن تعتمد هذه الطريقة من الاستشاري قبل الـــتنفيذ. وعلي المقاول عمل الـــترتيب اللازم لـــصرف الميـــاه فـــي المجاري العمومية، كما يكون المقاول مسئولا عن سلامه المنشآت المجاورة من جراء النزح الخاطئ للمياه الأرضية، كما يؤمن المقاول عمليه النزح المستمر وأن أقـــتضي الأمر أن تكون ٢٤ ساعة. والمقاول مسئول عن حدوث أي فوارات تحـــدث لمنـــسوب الـــتأسيس وتتسبب في قلقلـــته وعدم صلاحيته للـــتأسيس.

وينقسم الحفر طبقا لنوعية التربة كما يلى :

١٠-٢ التربة العادية :

تعني جميع أنواع التربة المكونة من الطين أوالرمل والتي يمكن الحفر فيها بالأدوات اليدوية (فأس – حجاري – كوريك٠٠٠٠) كما أن الصخور المفككة أوالمنفصلة التي يقل حجمها عن ١ م^{٣} والمدفونة بالتربة، تقع ضمن تصنيف التربة العادية.

١٠-٣ التربة الحجرية شديدة التماسك :

تشمل أنواع التربة الطبيعية الواقعة بين التربة العادية والصخرية، ولا يتسني الحفر فيها بالطرق اليدوية، وإنما تحتاج الي حرث وتفكيك قبل القطع والتحميل.

١٠-٣-١ الصخور :

يعرف الصخر بأنه المادة التي لا يمكن أزالتها بوسائل الحفر العادية ويتطلب لأزالتها استخدام شواكيش الهواء أوالشواكيش الهيدروليكية المركبة علي الحفارات أوباستخدام محراث البلدوزر Ribber أواستخدام المتفجرات أوالمطارق اليدوية والأسافين. كذلك، كتل الأحجار أوالصخور أوالخرسانات القديمة التي تتواجد في الحفر مفككة، والتي يتجاوز حجمها ١م^{٣}.

١٠-٤ صلب جوانب الحفر: Bracing And Shoring

يقدم المقاول مقترحاته عن صلب جوانب الحفر من ناحية اختيار نوع الشدة وتصميمها وأبعادها قبل البدء في التنفيذ للاعتماد. يجب أن تؤمن هذه الصلبات العاملين في المشروع وحمايه جوانب الحفر من الانهيار وتأمين المنشآت من الهبوط. ويجوز ترك الصلبات إذا رأي الاستشاري ضرورة تركها داخل الحفر والردم تأمينا لعدم حدوث أي هبوط للمباني المجاورة علي أن يعوض المقاول عن قيمتها.

١٠-٥ نزح المياه الأرضية: Ground Water Control

يقدم المقاول الدراسات الجيوتكنيكية والخاصة بالتحكم في مياه الرشح وأعمال وطريقه النزح الجوفي للمهندس الاستشاري، ويتم تقديم التصميمات اللازمة من مكتب استشاري معتمد للدراسة والاعتماد.

١٠-٦ أعمـــال الحفـــــــــــــر:

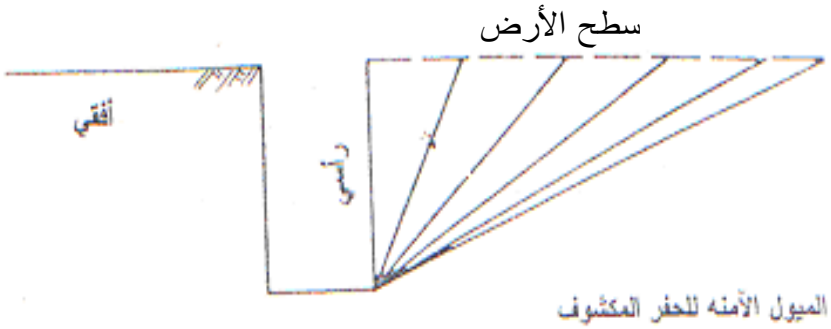
يمكن تقسيم أعمال الحفر إلي:

١ - الحفر اليدوي

ويفضل العمل بها في الأماكن الضيقة أوالـــتي تزدحم بالمرافق وتكون بكميات صغيره مثل الشوارع المزدحمة ذات الكثافة المرورية العالية.

٢ - الحفر الميكانيكي

يفضل العمل بها في الأماكن الواسعة والخالية من المرافق، وأن تكون بكميات كبيـــرة. والميول الآمنة لجوانب الحفر المكشوف والموضحة بالـــشكل رقـــم (١٠-١) وتحـــدد قيمتها من الجدول رقم (١٠-١).



شكل (١٠-١)

ميول التربة الآمنة في حالة الحفر المكشوف

جدول رقم (١٠-١)

الميول الجانبية الآمنة للحفر المكشوف

م	نوع التربة	الميل الجانبى الآمن (أفقي : رأسي)
١	صخور متماسكة	١ : ٠
٢	زلط مدموك ومتدرج	١ : ٠.٥
٣	طين رطب	١ : ١
٤	زلط مستدير	١ : ١.٢٥
٥	رمل جاف	١ : ١.٥

جدول رقم (١٠-١)

الميول الجانبية الآمنة للحفر المكشوف

م	نوع التربة	الميل الجانبى الآمن (أفقي : رأسي)
٦	أرض طينيه جافه	١ : ١.٧٥
٧	زلط ورمل مخلوط	١ : ٢
٨	رمل مبلل	١ : ٢.٥
٩	طين مبلل	١ : ٣.٥

١٠-٧ سند جوانب الحفر Side Shoring of Excavation

تعتبر عملية سند جوانب الحفر من العمليات الأساسيه لتنفيذ مشروعات المياه والصرف الصحي خاصة أعمال خطوط مواسير ومجمعات إنحدار الصرف الصحي المنشأه تحت الأرض بأعماق كبيرة. هذه العملية مؤثرة للغاية في أقتصاديات المشروع بالأضافة الي أهميتها في توفير الأمان للعاملين وكذلك للمنشآت المجاورة من أخطار الهبوط والأنهيار.

علي أنه ليست جميع أعمال الحفر تتطلب عمل صلبات للجوانب - فالأعماق البسيطة مع تماسك التربه لا يستلزم بالضروره عمل الصلبات. وقد نضطر في بعض الأحيان لعمل صلبات مخففة (طبلا ت) لتأمين العمل.

كما أنه في بعض الأحوال يمكن اللجوء الي عمل ميول للحفر لتنفيذ الأعمال. ورغم أن ذلك يستلزم حفر وردم كميات أكبر من القطاع التصميمي، ألا أن التكلفة قد تكون أقل.

١٠-٨ أنواع الشدات :

١ - الشدات الخشبية Timber Sheeting

٢ - الشدات المعدنية Steel Sheeting

٣ - الصندوق المسحوب Drag Box

٤ - الشدات المترابطة Contact Sheeting

٥ - الشدات المختلطة Combined Sheeting

٦ – الستائر المعدنية Steel Sheet Piles

١٠-٨-١ الشدات الخشبية:

تعتبر الشدات الخشبية من أكثر أنواع الشدات أستخداما في خطوط الأنحدار لسهولة التشغيل والأقتصاد في التكاليف.

١٠-٨-١-١ أسس أختيار أبعاد الشدة – لجميع أنواع الشدات :

١ – عرض الحفر = عرض قطاع الماسورة + سمك جوانب الشدة + فراغ مناسب علي جانبي الماسورة لحركة العمال ووتقدر بـ ٤٠ سم من كل جانب.

٢ – البعد الأفقي بين الدكم = طول الماسورة التي سيتم تركيبها +٦ سم.

٣ – المسافة بين منسوب التأسيس وأول دكمة = قطر الماسورة الخارجي + سمك فرشة الأساس أسفل الماسورة + ٦ سم.

١٠-٨-١-٢ أشتراطات عامة لتنفيذ الشدات :

١ – يجب عمل تصميم للشدة (تصميم قطاعات الأخشاب الرأسية والويلمات والدكم) وأعتماده قبل البدأ في العمل.

٢ – في حالة تأسيس الماسورة علي الرمل أوكسر الأحجار – يفضل أن تكون نهاية قوائم الشدة عند محور الماسورة مع ترك باقي العمق حتي منسوب التأسيس بدون صلبات وذلك في حالة التربة المتماسكة. السبب في ذلك أنه عند نهوالعمل وسحب الشدة الي أعلي فأنها تترك فراغا سوف يملؤه الرمل الموجود أسفل الماسورة مسببا خلخلة وهبوطا للخط. أما في حالة التربة المفككة، فيلزم أن تكون بدايه الشدة مع منسوب التأسيس، وعند نهوالعمل – تقطع الشدة عند منتصف الماسوره ثم ترفع باقي الشدة الي الخارج.

٣ – يفضل أن تكون الشدة مرتفعة فوق سطح الأرض ٣٠ سم لمنع سقوط أي أتربة أوأحجار تضر العاملين.

٤ – يفضل أن يكون قطاع الأخشاب المستعملة هوالموسكي سمك ٣ "، بعض المقاولين يستخدمون ألواح خشبية من الموسكي سمك ٢.٥" للتوفير.

١٠-٨-١-٣ طريقه التنفيذ للشدات الخشبية :

١ – تحديد محور الخط ثم تحديد جوانب الحفر.

٢ – تكسير وأزالة الأسفلت والحفر حتي عمق ١– ٢ متر – حسب طبيعة التربة.

٣ – توضع ألواح خشبية بقطاع مناسب (أخشاب موسكي) علي جوانب الحفر وعلي سطح الأرض مع التثبيت جيدا – شكل (١٠–٢أ) حتي يمكن رص الألواح الرأسية عليها.

٤ – يتم تنزيل أول لوح موسكي وضبط رأسيته تماما – بميزان المياه – ثم تثبيته بألواح الجوانب – يتم تثبيت لوح خشبي آخر مقابل له بنفس الطريقة.

٥ – تنفذ الخطوة السابقة علي بعد ٤ متر.

٦ – يتم وضع لوح أفقي – (ويلم) – عند منسوب الأرض ولوح آخر مقابل له – توضع دكمة عند أول لوحين رأسيين متقابلين كما توضع دكمة أخري عند اللوحين الآخرين.

٧ – يكرر ما سبق ولكن عند عمق ١ متر من سطح الأرض.

٨ – ترص الألواح علي كل جانب بين الألواح الرأسية السابق تثبيتها. تركب الدكم علي الأبعاد حسب التصميم.

٩ – تكرر الخطوات السابقة بطول ١٥ – ٢٠ متر من الخط.

٦ – نبدأ في الحفر – اليدوي – وكلما زاد عمق الحفر يتم الدق علي الألواح الرأسية بالمندالة كما فى شكل (١٠–٢ب).

١١ – بزياده العمق يوضع ويلم آخر ووضع الدكم طبقا للنظام السابق.

١٢ – الأستمرار في التعميق حتي الوصول الي منسوب التأسيس.

١٣ – في حالة زيادة العمق عن طول ألواح الشدة الرأسية – تعمل شده داخلية ثانية – كما في شكل (١٠–٢ج) بنفس الخطوات السابقة. ويجب أن يؤخذ في الأعتبار سمك هذه الشدة عند حساب عرض الحفر.

١٤ – بعد أنتهاء تركيب المواسير وتجربتها – نبدأ عملية الردم. عند وصول الردم عند أول صف دكم من أسفل – يتم خلع الدكم والويلم ثم يستأنف الردم حتي الصف الثاني من الدكم ثم خلعه، وهكذا. وعند وصول الردم الي نهاية الألواح الرأسية يتم سحبها الي أعلي بواسطة رافعة خشبية أوجن بلانك.

١٥ – في حالة زيادة عمق الحفر عن ٧ متر – يفضل عمل شدة ثلاثية لـــصلب جواتـــب الحفر، وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-٢ج). شدة ثلاثية

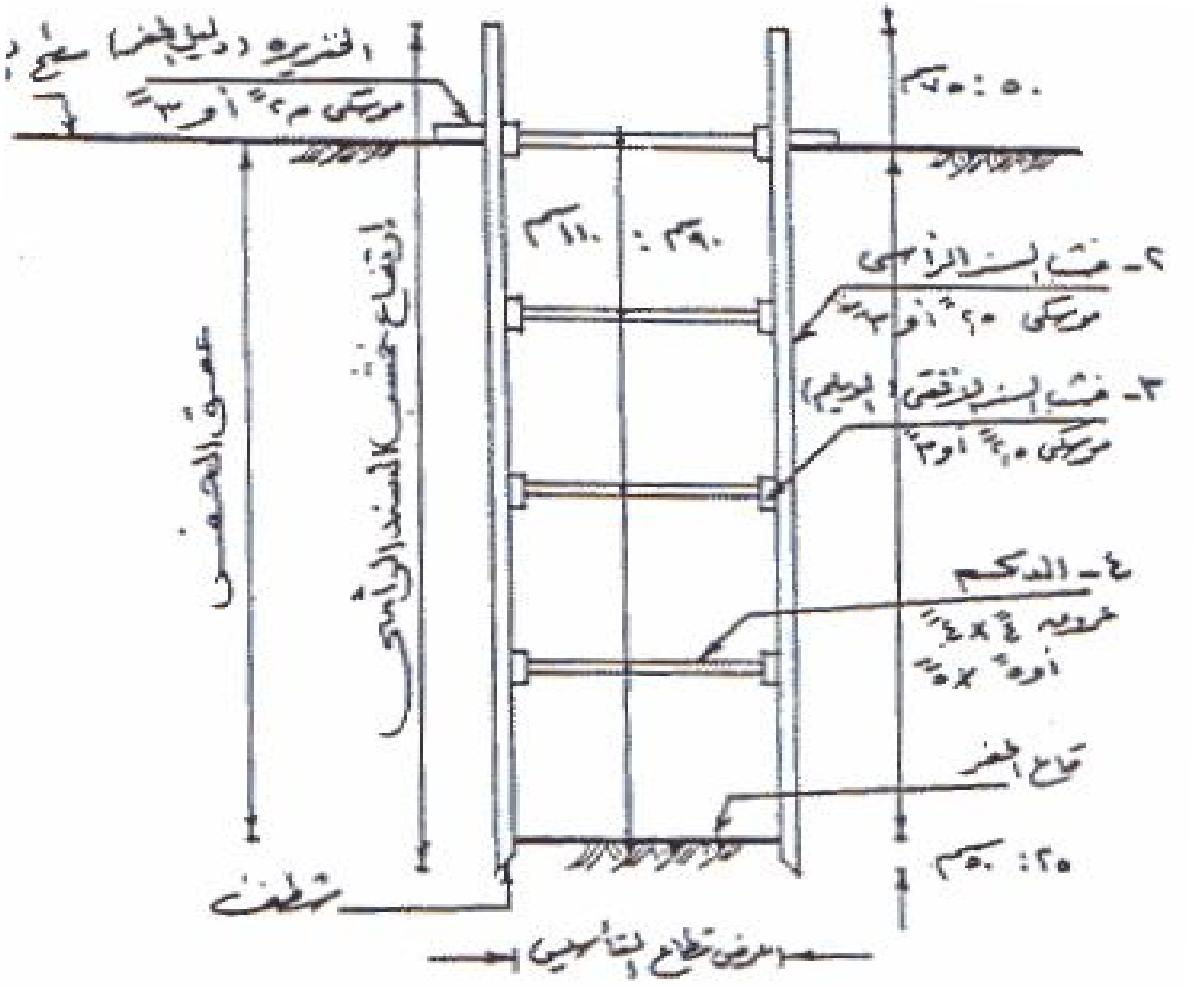
كما أن الجدول رقم (١٠-٣) يوضح الأبعاد الهندسية لقطاعات الشدة الخشبية.

ويجب مراعاة النقاط التالية :

أ- نسبة الهالك للخشب = ٨ مرات في المتوسط.

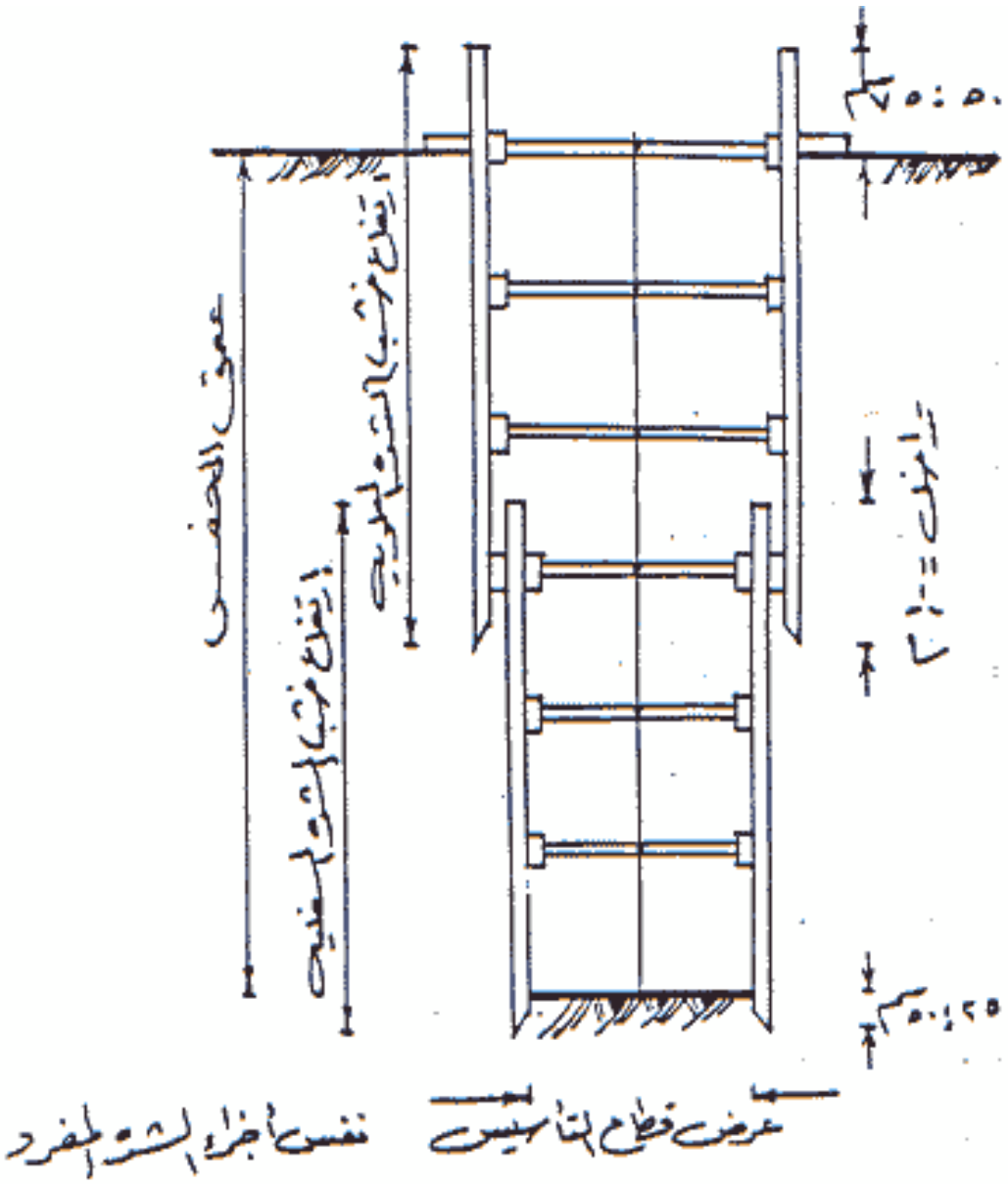
ب-يعمل شطف في نهاية اللوح لـــتسهيل أختراق الـــتربة كما يقوي الطرف الآخـــر من اللوح بواسطة الشمبر المعدني لمقاومة الدق ولأطالة عمر اللوح.

ج-في حالة العمل بجوار المباني – تعمل الشده قوية وتترك في مكانها ثم يتم الـــردم حتي لا تحدث أي هبوط للمبني المجاور.



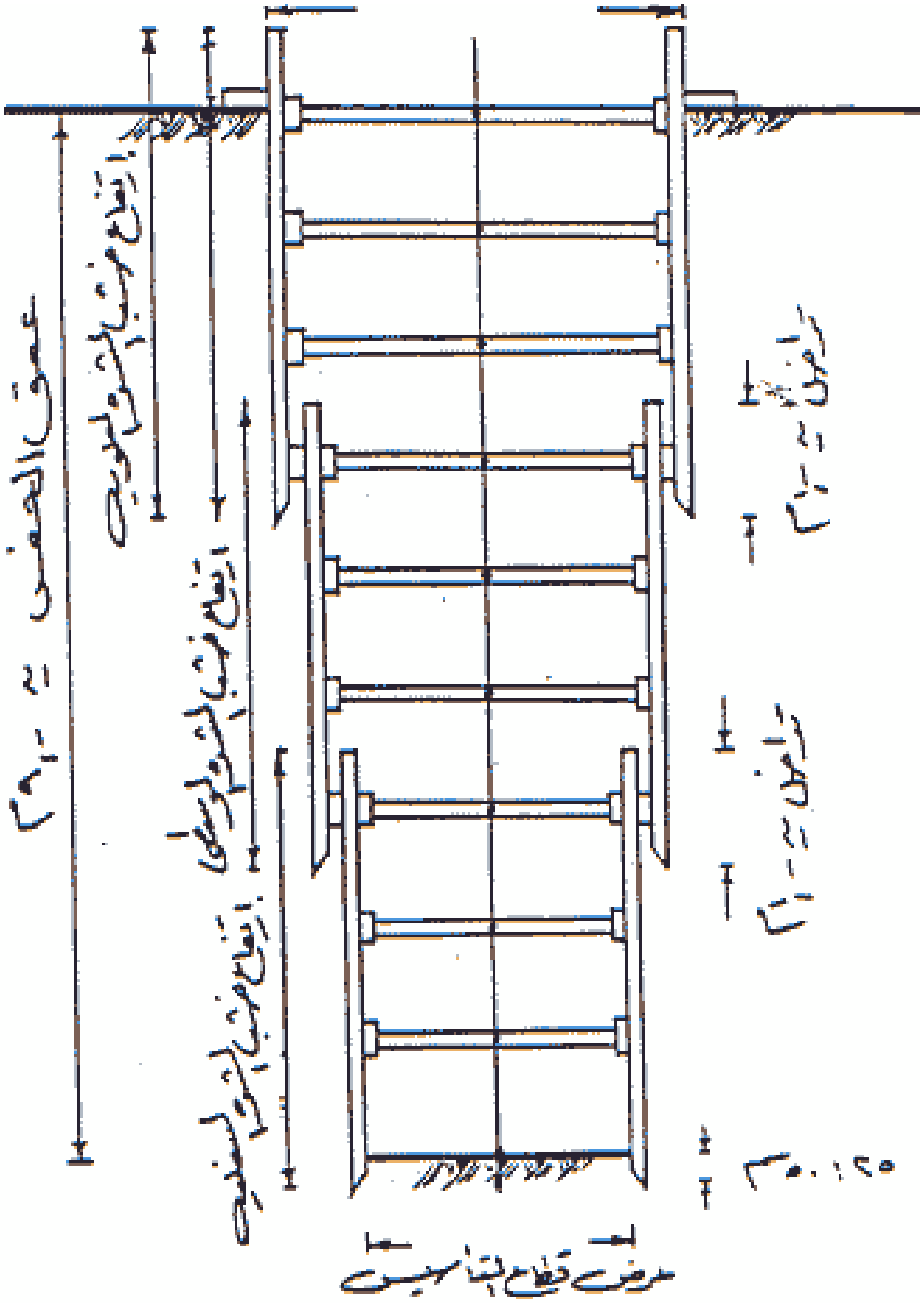
عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ١٥ سم

شكل (١٠-٢أ) شدة أحادية



عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ٤٥ سم

شكل (١٠-٢ ب) شدة ثنائية



عرض الحفر = عرض قطاع التأسيس + ٧٥ سم

شكل (١٠-٢ ج)

الجدول رقم (١٠-٣) الأبعاد الهندسية لقطاعات الشدة الخشبية.

أقصي مسافة أفقية بين الدكم (م)	عمق الحفر (متر)	أقصي مسافة رأسية بين الويليمات (م)	قطاع الويليمات (مم×مم)	قطاع الدكم (مم)		
				عرض الحفر ١.٠٠ (متر)	عرض الحفر ١.٠٠- ١.٥ (متر)	عرض الحفر ١.٥ - ٢.٠ (متر)
١.٨	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٧٥ ×١٥٠	١٥٠ ×٦٠	١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	١.٠٠	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٧٥ × ١٥٠	١٥٠ ×٦٠	١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	١.٢	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ١٥٠	٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.٢	٦٠ × ١٥٠ ٦٠ × ٢٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
٢.٥	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥ ٦٠ × ٢٥٠	٧٥ × ١٥٠	١٥٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	٠.٩ — ١.٣	٦٠ ×٢٠٠ ١٥٠ ×٢٢٥	٧٥ × ١٥٠ ٦٠ ×١٥٠	٦٠ ×١٥٠ ٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	٠.٩ — ١.٥	١٥٠×٢٢٥ ١٥٠×٢٢٥	١٥٠ ×١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.١- ١.٥	١٥٠ ×٢٢٥ ١٥٠ × ٣٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ ×٢٠٠
٣.٠٠	حتي ١.٢	صف واحد	٧٥ × ٢٢٥	٦٠ ×١٥٠	٦٠ ×١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٣.٠٠	٠.٩ ١.٥	١٥٠ × ٢٢٥ ١٥٠ × ٢٢٥	١٥٠ × ٧٥ ١٥٠ × ١٥٠	٦٠ ×١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠
	٤.٥	١.٠	١٥٠ ×٢٢٥	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠
	٦.٠٠	١.٣ ١.٠٠ ١.٥	١٥٠ × ٣٠٠ ١٥٠ × ٣٠٠ ٢٠٠ × ٢٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠	١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ٢٥٠	١٥٠× ١٥٠ ١٥٠ × ١٥٠ ١٥٠ × ٢٥٠

ويجب التحقق فى أبعاد التالية للشدات الخشبية

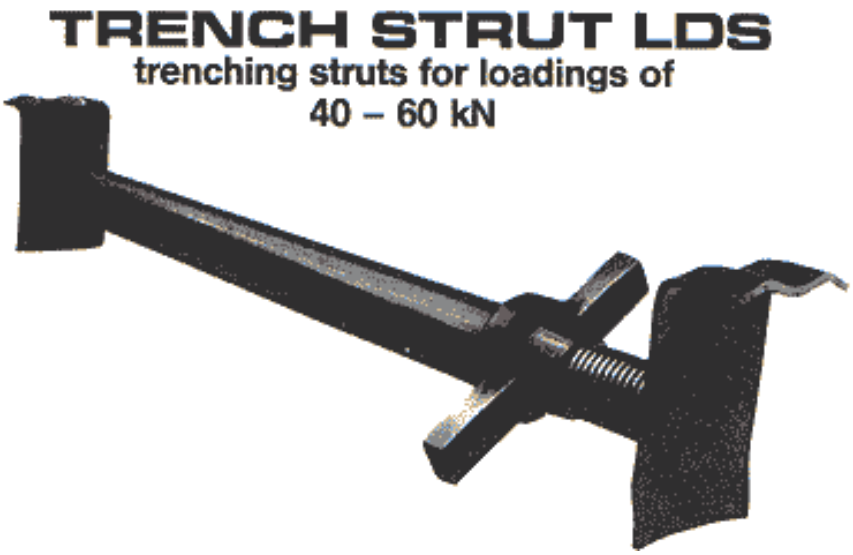
١ – سمك ألواح الموسكي (القوائم) = ٢.٥ "، ٦٣ مم.

٢ – أول دكمة علي بعد ٥٠ سم من سطح الأرض.

٣ – الحمل الحي = ١طن / م^{٢}.

٤ – في حالة عدم أمكانية الحصول علي قطاع الدكم المذكور، يمكن تجميع أكثر من دكمة (عي شكل حزمة) وربطها في الأطراف والوسط بواسطة شريط معدني (شمبر) حتي تعمل كوحدة واحدة أوقد تستخدم الدكم المعدنية.

٥ – يمكن الأستعانة بالدكم المعدنية في حالة توفرها والموضحة في الشكل رقم (١٠-٣).



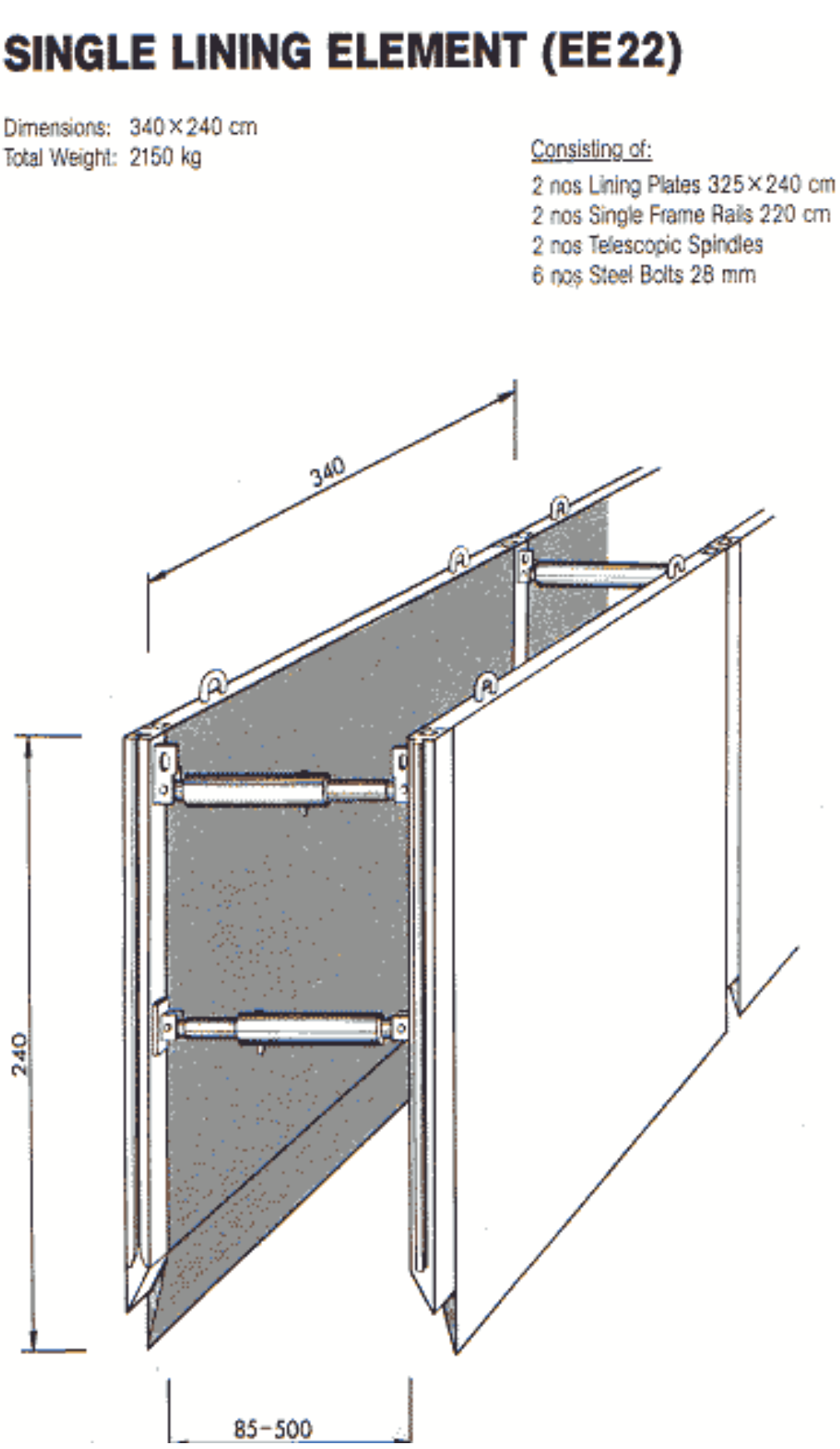
شكل (١٠-٣) الدكمة المعدنية

١٠-٨-٢ الشدات المعدنية

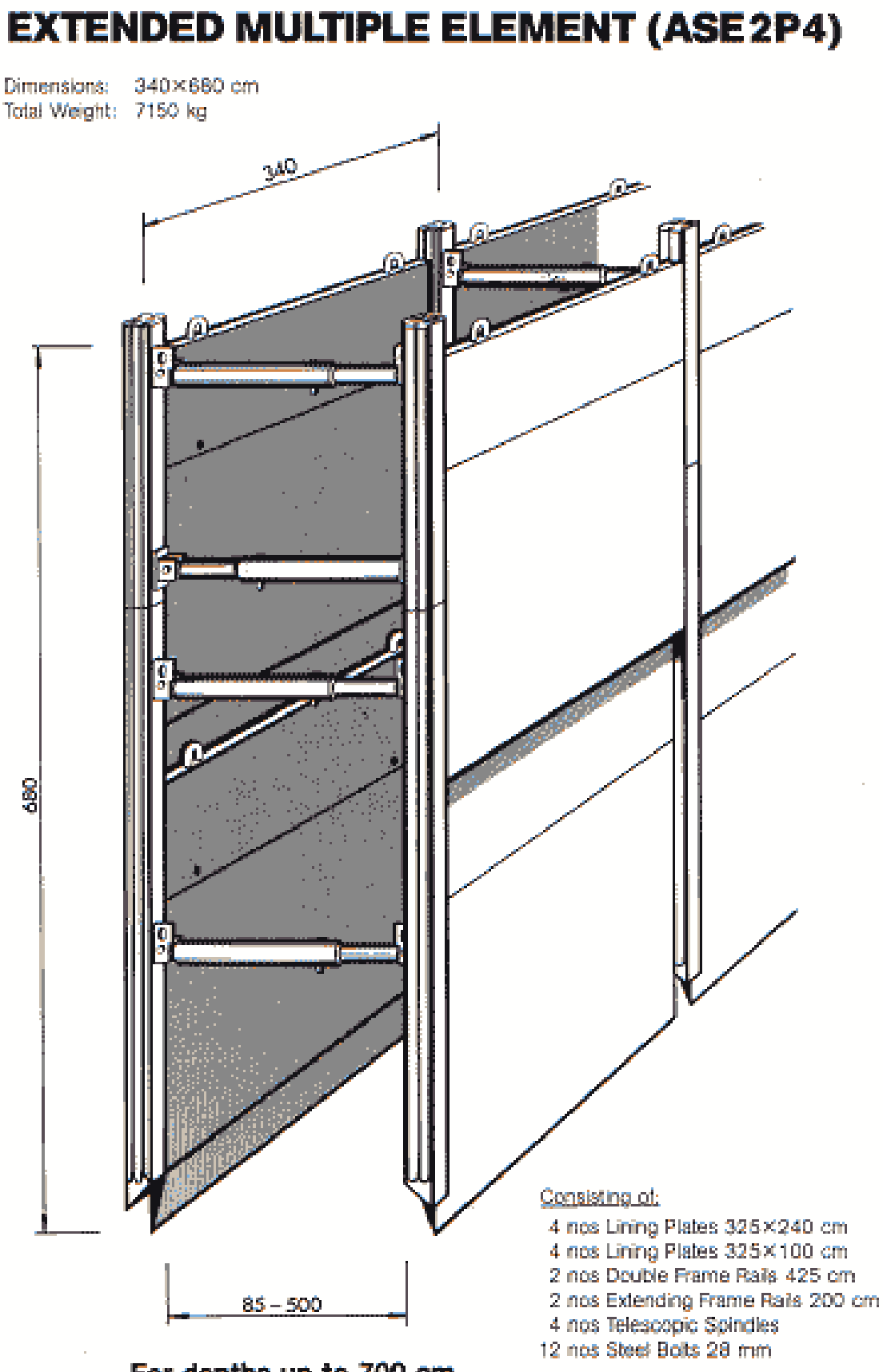
هي نوع ممتاز من الشدات تستخدم لسند جوانب الحفر. تمتاز بسرعة التركيب والفك وكذلك سهولة العمل.

١٠-٨-٢-١ مواصفات ومكونات الشده المعدنية

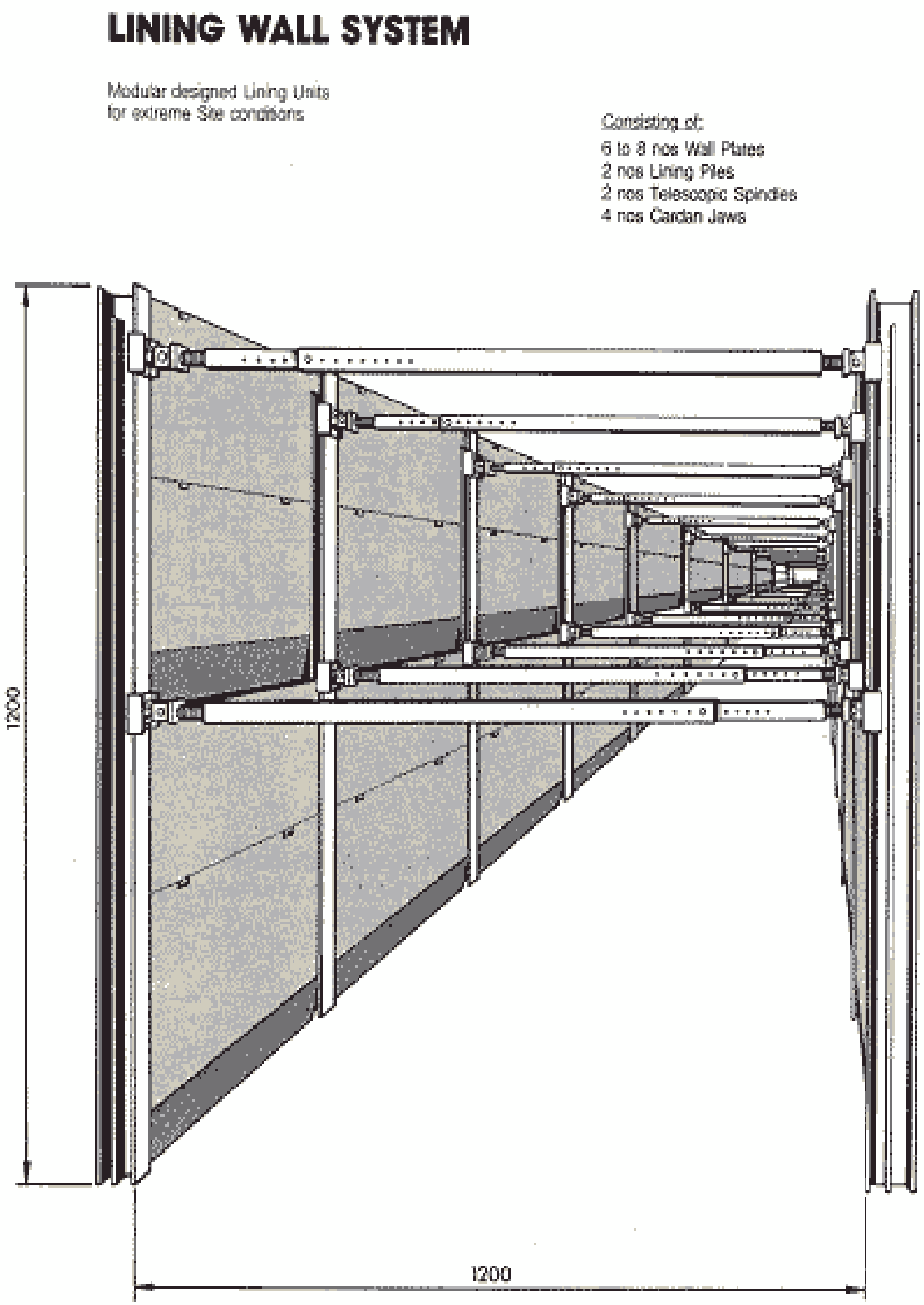
ومكونات الشدة المعدنية والموضحة بالأشكال من (١٠-٤) إلى (١٠-٦) من الأعمال التالية :



شكل (١٠-٤أ) تفاصيل شدة معدنية مفردة



شكل (١٠-٤ ب) تفاصيل شدة معدنية مستعملا لوح مفرد + لوح أستطالة



For depths up to 1200 cm

شكل (١٠-٤ج) شدة معدنية عميقة مكونة من ٢ لوح + ٢ لوح أستطالة

أولا – القائم المعدني

يصنع من الحديد – قطاعه مستطيل – في أحد الجوانب توجد مجرتين وفي الجانب المقابل يوجد قائم معدني مصمت ومستدير المقطع. في الجانب الثالث تلحم زوائد معدنيه مثقوبه لتثبيت الدكمه. ويوجد منها زوجين من الزوائد أوثلاثة حسب أرتفاع القائم. القائم في نهايته السفلي مشطوف لتسهيل أختراق التربة.

ثانيا – الستارة المعدنية

تصنع من الحديد – سمك القطاع = ٦ سم – مفرغه من الداخل ولكن مقواه بكمرات ملحومه في الداخل. في جانب منها مجري مماثله للمجري الموجوده في القائم المعدني والجانب الآخر قائم مصمت مستدير المقطع مماثل للموجود في القائم المعدني. الجانب العلوي مقوي لتحمل ضربات الحفار وبه مكانين لربط الستارة ورفعها بعد أتمام العمل. أما الجانب السفلي فهومسلوب لتسهيل أختراق التربة أثناء العمل.

ثالثا – الدكمة

وهي عبارة عن ماسورتين متداخلتين (تليسكوبية)، كل ماسوره مثقبة بحيث أنه يمكن عند أختيار الطول المناسب للدكمة أن يوضع مسمار من الصلب بين هذه الثقوب لتكون الدكمة بالطول المطلوب. بهذه الطريقة يمكن أختيار عرض الحفر المناسب وذلك بفتح الدكمة أوضمها مما يعطي مرونة عالية في الأستخدام.

١٠-٨-٢-٢ طريقة التنفيذ للشدة المعدنية

١ – تختار مقاسات الشدة طبقا لما ذكر للشدات الخشبية.

٢ – أختيار محور الحفر ثم البدأ في الحفر بعمق ١– ٢ متر حسب طبيعة الأرض.

٣ – يتم تجميع ٢ قائم رأسي مع ٢ دكمة ليكونا أطار واحد.

٤ – ينزل هذا الأطار في أول الحفر مع ضبط رأسيته وتثبيته مؤقتا في الوضع الرأسي بواسطة عروق خشب.

٥ – ننزل الستارة الأولي مع ضبط المجري الموجوده في جانبها مع القائم الرأسي فتنزلق الي أسفل حتي منسوب الحفر – ننزل الستاره الثانيه بنفس الطريقه مع تباعد طرفيهما بمقدار عرض الحفر.

٦ – يتم تجميع أطار آخر من ٢ قائم + ٢ دكمه ونضبطه مع نهايه الستاره السابقه لينزلق الي أسفل حتي قاع الحفر.

٧ – نبدأ الحفر بالحفار داخل الباكية المتكونة مع الدق علي القوائم بالحفار كلما زاد العمق. يراعي الدق علي القوائم بشكل متوازن لتكون علي منسوب واحد تقريبا. نضغط أيضا بالحفار علي الستائر كلما زاد العمق – ويمكن تركيب ستارة أخري فوق الستارة السابقة لتغطية جوانب الحفر. نستمر في هذا العمل حتي نصل الي المنسوب المطلوب.

٨ – نشرع في عمل الباكية الثانية بنفس الطريقة وهكذا.

٩ – بعد الأ نتهاء من تركيب المواسير يمكننا البدأ في الردم. يستمر الردم حتي منسوب نهايه الستاره السفلي. يمكن خلع الستاره العليا ثم السفلي وأستكمال الردم ثم فك الدكم ثم خلع القوائم المعدنية.

١٠-٨-٢-٣ أرشادات فنية لتنفيذ الشدة المعدنية

وعند تنفيذ الشدة المعدنية يجب مراعاة الأرشادات الفنية التالية :

١ – جميع الأعمال الخاصة بتركيب الشدة المعدنية وفكها – كذلك أعمال الحفر والردم وتحميل السيارات بالأ تربة الزائده وكذلك تنزيل الماسورة يمكن أن يتم باستخدام الحفار فقط مما يمثل أقتصادا كبيرا في التكلفة.

٢ – الشدات المعدنية يمكن أن تستهلك علي ٥٠ – ٦٠ مرة.

٣ – يمكن أستخدام هذا النظام لأعماق ٧ – ٨ متر وأستخدام أي عرض تصميمي يناسب الماسوره المستخدمة (من ٠.٨٥ متر الي ٥ متر).

٤ – في حالة أعتراض ماسورة أوكابل لمسار الشدة – يتم نهوالعمل عند هذه النقطة ويستأنف بعد موقع الماسورة بنفس الطريقة السابقة. يتم عمل مطبق خرساني لهذا الجزء.

١٠-٨-٣ الشدات المعدنية العميقة

عند تنفيذ مجمعات الصرف الصحي الرئيسية علي أعماق تصل الي ١٢ متر، يستلزم الأمر أستخدام شدة معدنية خاصة يمكنها مقاومة ضغط التربة.

١٠-٨-٣-١ مواصفات ومكونات الشده المعدنية العميقة

أولا - كمرات علي شكل حرف H

هذه الكمرات مصممة علي أن تتحمل ضغط التربة. توضع الكمرتين متقابلتين - المسافة بينهما = عرض قطاع أساس الماسورة. المسافة بين محور كل كمرتين متقابلتين ومحور الكمرتين التالين لهما = طول الماسورة +٦ سم لأمكان تنزيل الماسورة بالحفر. المسافة بين منسوب التأسيس وأول دكمة من أسفل = سمك طبقة التأسيس + القطر الخارجي للماسوره + ٦ سم - وكما هوموضح بالشكل (١٠-٧).

ثانيا - الألواح المعدنية

تصنع من الحديد، سمكها = ٦ سم مفرغه من الداخل ومقواه بقطاعات معدنية. طولها = المسافه بين محاور الكمرات - ٦ سم. مزودة من أعلي بخطافين لرفعها أوتركيبها كما أن لها من أسفل جزء مسلوب قاطع لتسهيل أختراق التربة. وهي مماثله للألواح المعدنية السابق ذكرها.

ثالثا - الدكم

مماثله للدكم السابق ذكرها مع ملاحظة ما يلى :

أ) يمكن تصنيع الشدة السابقة كاملا بورش التصنيع بدلا من أستيرادها، وقد تم تعديل قطاع القائم المعدني (الكمرة) الي قطاع مماثل Built up section.

ب) يراعى درجة الصلب المستخدم Steel grade لجميع عناصر الشدة ويجب أن يتم تصميمها.

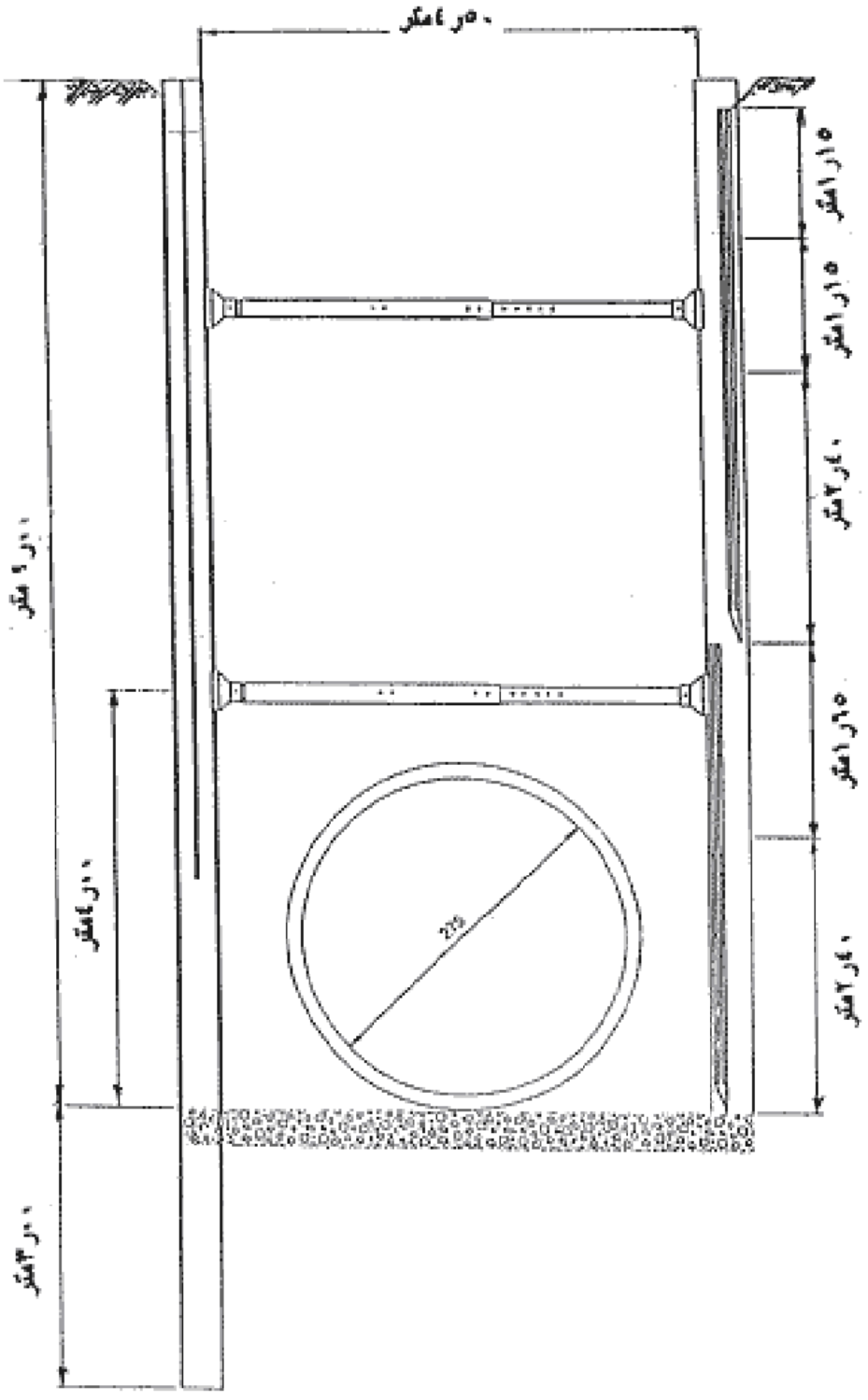
١٠-٨-٣-٢ طريقة التنفيذ للشدات المعدنية العميقة

تتم طريقة تنفيذ الشدات المعدنية العميقة على الخطوات التالية :

١ - يتم تحديد محور الحفر ثم الجوانب. يتم أستخدام ماكينة حفر الخوازيق - أوما يماثلها - لحفر ثقب في الأرض بعمق = طول الكمره. يتم تنزيل الكمره داخل الثقب علي الفور ثم يتم الردم بالرمل. يستكمل حفر باقي الثقوب علي نفس الخط ثم نبدأ حفر الثقوب في الخط الموازي.

٢ - نبدأ الحفر حتي عمق ٢ متر - حسب طبيعه الأرض - ثم ننزل الألواح المعدنيه بين الكمرتين وبحيث يرتكز علي شفتي الكمرتين Flanges. تكون هذه الألواح ذات طرف مسلوب للمساعده في أختراق التربة. يتم الضغط علي الالواح المعدنية بواسطة الحفار

كلما زاد عمق الحفر وهكذا. يضاف ألواح معدنية (بدون طرف مسلوب) فوق الألواح السابقة كلما زاد العمق.



شكل رقم (١٠-٧) الشدات المعدنية العميقة

٣ - عند وصول الحفر الي منسوب أول صف من الدكم، يتم تركيبها في مكانها المحدد.

٤ – يستمر العمل في الحفر والتدكيم وتركيب الستائر حتي نصل الي منسوب التأسيس.

٥ – يتم تنزيل المواسير داخل الحفر ثم بعد أنتهاء التركيب والتجربه نبدأ في الردم حول المواسير.

٦ – ترفع الألواح كلما وصل الردم الي آخرها، كذلك ترفع الدكم عند وصول طبقات الردم عندها وهكذا.

ملاحظة :

فى حالة وجود نزح جوفى يتم إيقاف تشغيل طلمبة تلوالأخرى.

١٠-٨-٣-٣ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المعدنية العميقة

عند تنفيذ الشدات المعدنية العميقة يجب أتباع الأرشادات الفنية التالية :

١ – يفضل أستخدام حفارات كبيرة (ذات ذراع طويل) يمكنها من الحفر للمناسيب العميقة بالأضافة الي عملية خلع الألواح المعدنية بعد نهوالعمل.

٢ – يتم خلع القوائم برافع قوي علي أن يكون الرفع الي أعلي رأسيا تماما تحسبا لألتواء القائم، وفي بعض الأحوال يستخدم شاكوش خلع الستائر في خلع القوائم المعدنية.

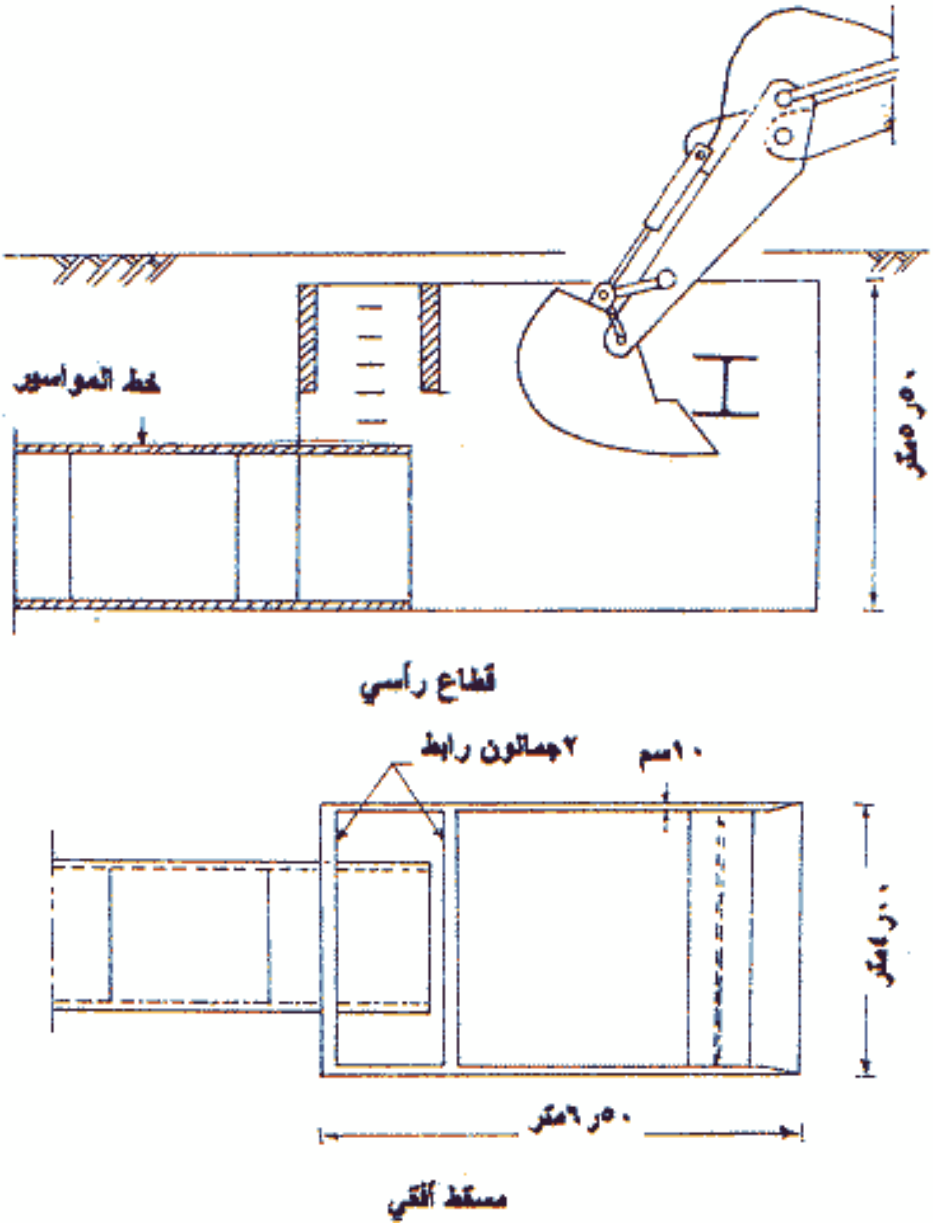
٣ – يمنع أستخدام مهمات حفر الثقوب اليدوية (البريمة) اللازمة للقائم المعدني حيث لا نحصل علي ثقب رأسي تماما – الأمر الذي لا يمكن بسببه تركيب الشده المعدنية. يفضل أستخدام البريمة الميكانيكية للحصول علي ثقب رأسي تماما.

١٠-٨-٤ الصندوق المسحوب Drag Box

هومن أحد الوسائل السهلة والرخيصة لسند جوانب الحفر للمواسير ومجمعات الصرف.

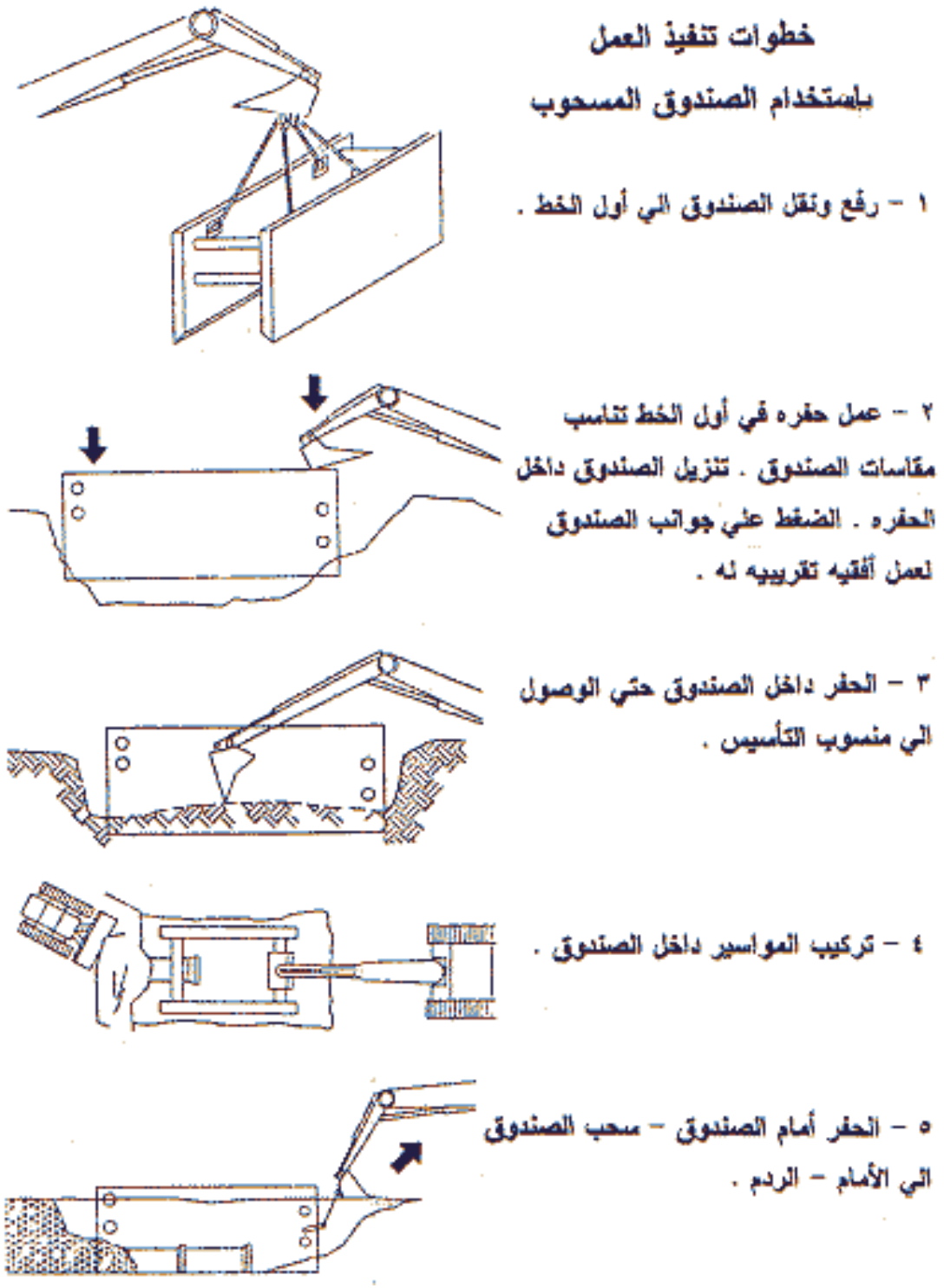
يتم أختيار مقاسات الصندوق من أبعاد الماسوره التي سيتم تركيبها. وهوصندوق معدني بدون سقف أوأرضية وبدون مؤخره أيضا – أي أنه عبارة عن جانبين من المعدن متصلين من الخلف بجمالون معدني بالأضافة الي كمرة معدنية علي شكل حرف H في الجزء العلوي للجوانب – وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-٨) – الجانب المعدني بسمك ٦ سم – من ألواح من الصاج ومقواه من الداخل بقطاعات معدنية.

ويوضح الشكل رقم (١٠-٩) يوضح خطوات العمل باستخدام الصندوق المسحوب



شكل رقم (١٠-٨)

الصندوق المسحوب – صمم الصندوق المسحوب لمشروع مجمع مدينة نصر – مواسير قطر ٢.٧٥ متر



شكل رقم (١٠–٩) خطوات التنفيذ باستخدام الصندوق المسحوب

١٠-٨-٤-١ طريقة الـــتنفيذ

١ – نبدأ الحـــفر عند أول الخط بعمل حفرة تستوعب الصندوق ثم يتم تنزيله بها. يتم أختيار حفار قوي (٢٥٠ حصان) وذوذراع طويل لأداء العمل بكفاءة والوصول الي الأعماق الكبيرة خاصة للمواسير الكبري العميقة.

٢ – نبدأ الحـــفر داخل الصندوق بواسطه الحـــفار مع الضغط بالحفارعلي جوانب الصندوق لجـــعلها في مستوي أفقي تـــقريبا. يستمر الحـــفر حتي الوصول الي المنسوب الـــتصميمي.

٣ – يقوم العمال بتسوية الأرض ودمكها والـــتجهيز لأستـــقبال الماسورة.

٤ – ننزل الماسوره داخل الصندوق مع ضبطها علي المحـــور وعلي المنسوب.

٥ – نشرع في الحفر أمام الصندوق بالحـــفار، وكلما تم حفر ١ متر طولي من الخط، يقوم الحـــفار بسحب الصندوق هذه المسافة كما بالشكل. نقوم بالحفر مترا آخر ونسحب الصندوق وهكذا حتي تكون هناك مسافة مناسبة داخل الصندوق لـــتركيب مـــــــاسورة أخري. يقوم العمال بتسوية الأرض ودمكها لأستقبال الماسورة الـــتالية.

٦ – يتم تركيب الماسورة الـــثانية مع ضبطها (الأفقي والميل) – نبدأ في الردم علي المواسير الـــتي تم تركيبها وكذلك رفع المخلفات الزائدة.

١٠-٨-٤-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الصندوق المسحوب

١ – تصلح هذه الطريقة في الأماكن الغير موجود بها مرافق تعترض الحـــفر أومرافق يمكن تعـــديل مسارها.

٢ – في حالة وجود مرافق لا يمكن تحويل مسارها، ننهي العمل عند هذه النقطة ونرفع الصندوق ثم نستأنف العمل بعد موقع هذه المرافق بنفس الطريقة السابق ذكرها. الجزء المتروك من الخط يتم عمل مطبق لـــتوصيل طرفي الخط مع عمل شدات خشبية مناسبة.

٣ – يفضل أستخدام جهاز أشعة الليزر لضبط الأفقية والميل نظرا لقيامنا بالردم أولا بأول.

٤ – يفضل العمل بهذه الطريقة في حالة عدم وجود مياه رشح أرضية.

٥ – يفضل أستخدام مطابق جاهزة في الخطوط الطوليه المستــقيمه لــتسهيل العمل. أما في حالة أنحراف الخط أووجود هدار أوتغير نوع أوقطر الماسورة، فيتم تنفيذ المطبق علي بيتـــــــه.

١٠-٨-٥ الشدات المترابطة

هي أحدي الوسائل لصلب جــوانب الحفر الرخيصه والمتاحــه. يمكــن أســتخدامها لأعمال المواسير أوالأنشاءات تحت الأرض.

تتــكون الــشده المترابطة، كما هوموضح بالشكل رقم (١٠-١٠) من الآتي :

١ – كمرات حرف H مصممة لمقاومة ضغط الــتربة.

٢ – الكلبسات المعدنيه لربط الألواح الخشبية بالكمرات.

٣ – ألواح خشبية بقطاع مناسب طبقا للــتصميم.

١٠-٨-٥-١ طريقه الــتنفيذ للشدات المترابطة لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للشدات المترابطة لخطوط المواسير كما يلى :

١ – تحديد محور الخط ثم تحديد الجوانب.

٢ – يتم عمل ثقوب بالأرض بعمق = عمق الكمره المعدنيه – المــسافة بينهــا = ٢ متر. ننزل القائم المعدني داخل الــثقب ثم الردم عليه بالرمال.

٣ – يعمل ثــقوب مقابله للــثقوب السابقة – المسافة بينها = عرض أساس الماسوره. ثم يتم تنزيل الكمرات بها وردم الرمل داخــل الــثقب.

٤ – نبدأ الحــفر داخــل الكمرات بعمق ١ متر ونبدأ في تركيب الكلبسات. تــرص ألالواح الخشبية مع رباطها بالكلبس – كل كلبس يربط لوحين، كما هوموضــح بالشكل رقم (١٠-١١).

٥ – باستمرار تعميق الحــفر, ترص الألواح لــتغطيه جوانب الحــفر مــع رباطهــا بالكلبسات حتي نهايه الحفر. عندما يصل الحفر الي منسوب الدكم يتم وضعها في المكان والمنسوب المحدد.

١٠-٨-٥-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المترابطة لخطوط المواسير

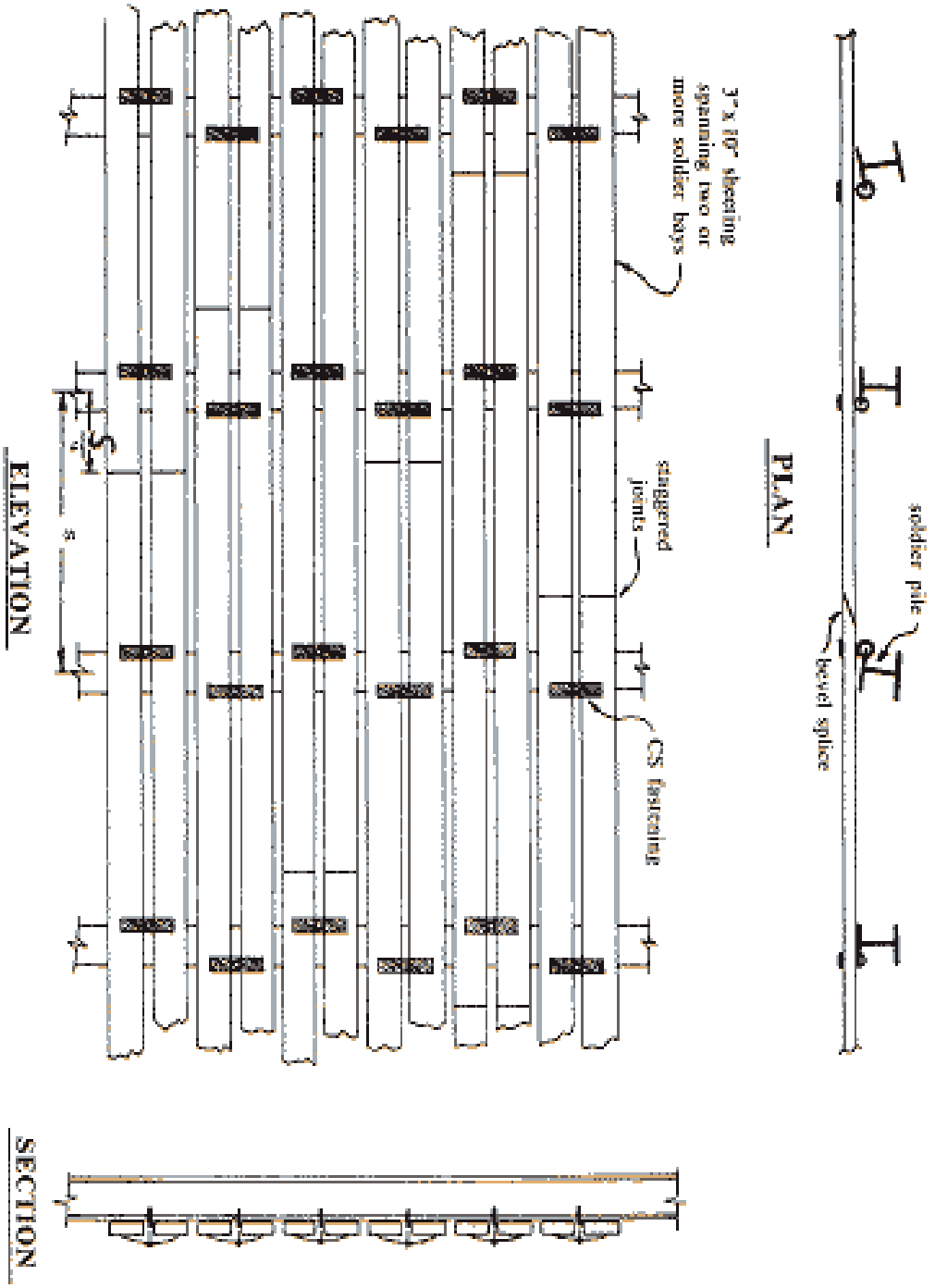
عند تنفيذ الشدات المترابطة يجب أتباع الأرشادات الفنية التالية :

١ – يجب عمل تصميم لجميع عناصر الشده المستخدمة.

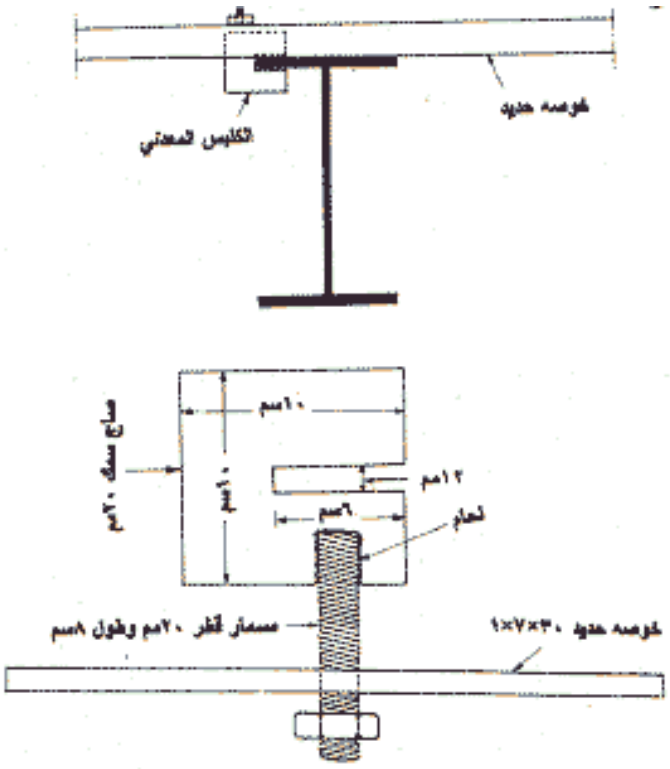
٢ – في حالة وجود فراغ بين جوانب الأرض وجوانب الشدة، يجب ملؤها بالأتربة.

٣ – تكون وصلات الألواح الخشبية مختلفه الموقع Staggered.

٤ – يتم فك الشدة من أسفل الي أعلي مع الردم المتواصل والمتزامن مع الفك.



شكل رقم (١٠-١٠) تفاصيل الشدات المترابطة



شكل رقم (١٠-١١)

مستلزمات الشدات المترابطة

١٠-٨-٥-٣ طريقة تنفيذ للشدات المترابطة لأنشاء المنشآت

وعند تنفيذ للشدات المترابطة الألتزام بالخطوات التالية :

١ - يحـــدد حـــدود حـــفر المبني علي الأرض - نبدأ في عمل الـــثـــقوب اللازمـــة للقوائم المعدنية.

٢ - تنزيل القوائم داخل الـــثـــقوب والردم عليها بالرمل.

٣ - بدأ الحفر مع ربط الأخشاب مع القوائم بواسطة الكلبسات كما ذكر.

٤ - عند الوصول الي منسوب أوصف للـــتدكيم، يمكن تنفيذ الآتي :

أولا : أذا كان طول أحد أضلاع الحفر = ١٠- ١٢ متر يمكن تنفيذ أطـــار معـــدني مغلق داخلي أفقي Closed Frame من كمرات حرف H في مواقع الـــتدكيم.

ثانيا : أذا كانت الأضلاع أكبر من هذه المقاسات - يتم أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد Prestressed Back Anchors.

١٠-٨-٦ الشدات المختلطة

يعتبر هذا النوع من الصلبات من الأنواع السهلة في التنفيذ والأقتصاديه في التكاليف. يمكن عمل صلبات للمواسير بالأضافه الي منشآت الصرف الصحي تحت الأرض وتتكون الشدات المختلطة من العناصر التالية.

أولا – الكمرات المعدنية علي شكل حرف H.

ثانيا – أخشاب موسكي سمك ٣" وطول ١٩٠ سم أوقصاير عروق بنفس الطول.

١٠-٨-٦-١ طريقة التنفيذ للشدات المختلطة لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للشدات المختلطة لخطوط المواسير كما يلى :

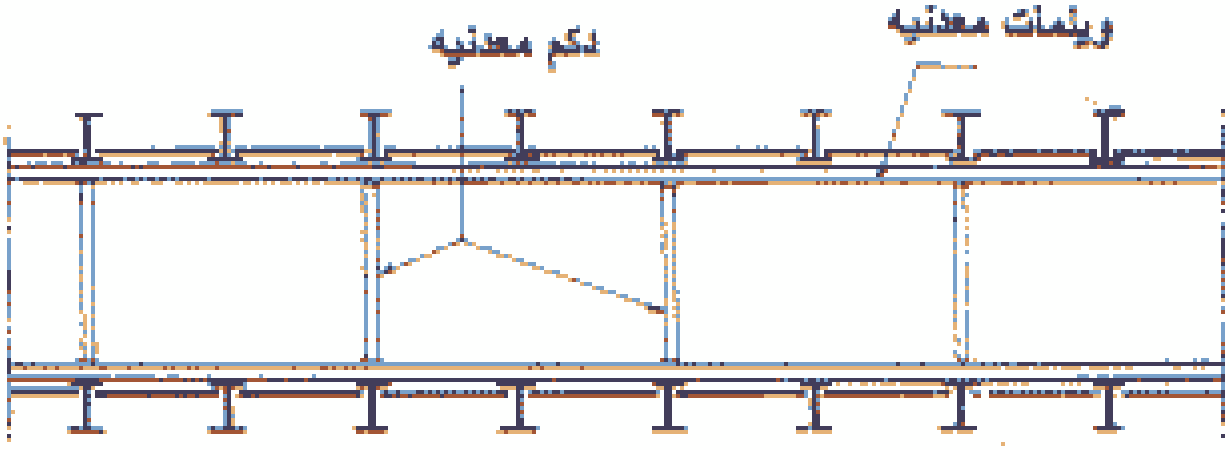
١ – تحديد جوانب الحفر ثم حفر ثقوب رأسيه للكمرات – المسافه بينها ٢متر – ثم وضع هذه الكمرات داخل الثقوب ثم ردم الثقب بالرمال. يتم عمل نفس الشيء للجانب المقابل. هذه العملية مماثله للطريقة السابقة .

٢ – البدأ في الحفر بعمق ١ – ٢ متر ثم وضع قطع الأخشاب داخل شفتي الكمرتين Flanges.

٣ – باستمرار تعميق الحفر يوضع قطع الأخشاب – وعند الوصول الي منسوب الدكمة، يتم تركيبها مع رباطها بسلسله معدنية حتي نصل الي منسوب التأسيس – وكما هوموضح بالشكل (١٠-١٢).

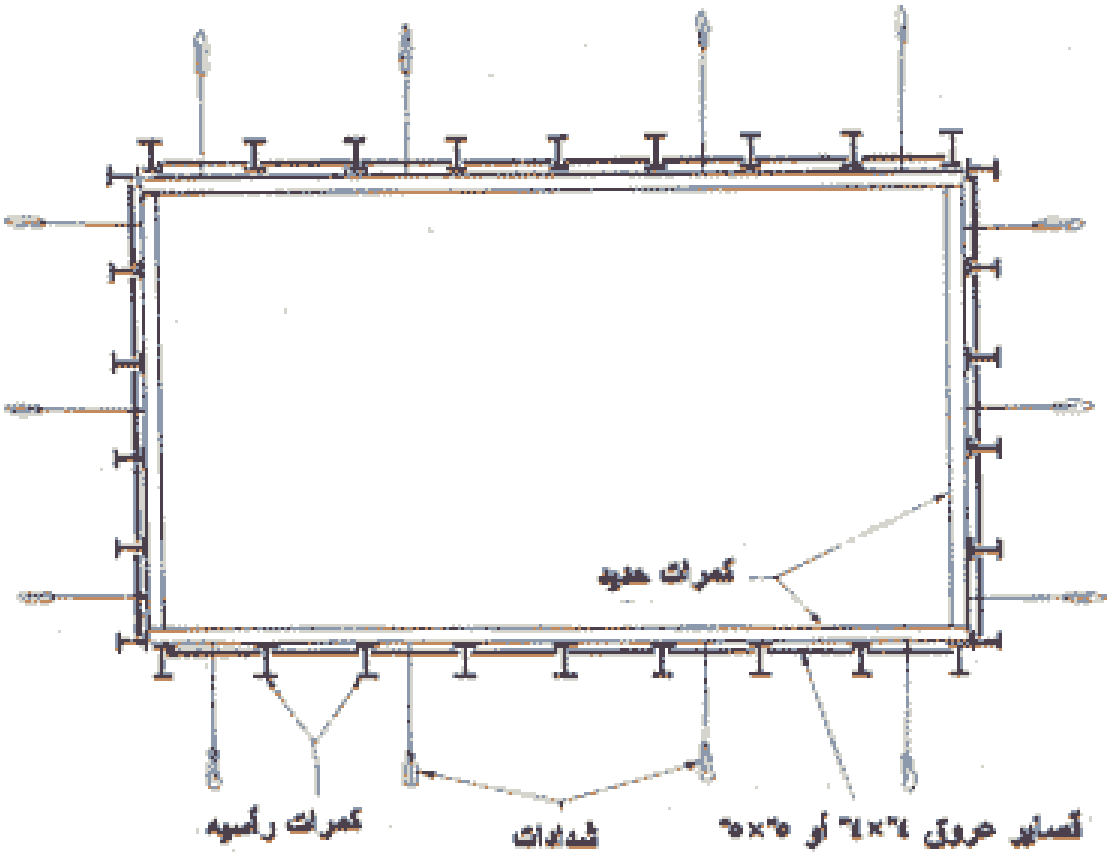
٤ – ننزل الماسورة داخل الحفر ثم الضبط والتركيب. بعد أتمام عمليه التركيب نشرع في الردم. يتم فك الشدة من أسفل مع الردم المتزامن، ثم فك الدكمة المعدنية عند وصول الردم عندها.

٥ – يتم رفع القوائم الحديديه برافع قوي أوبشاكوش خلع الستائر.



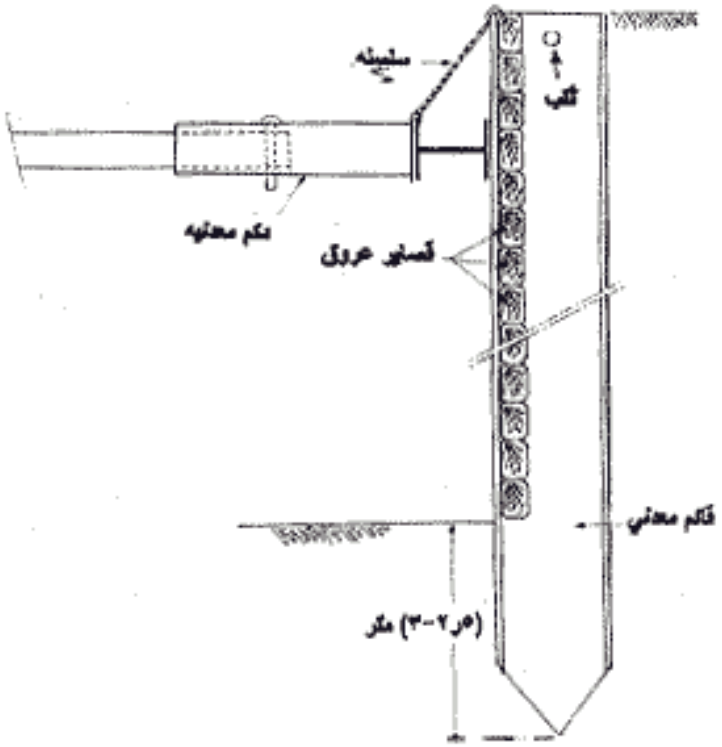
شكل (١٠-١٢ أ)

تنفيذ الشدات المختلطة لخطوط المواسير



شكل (١٠-١٢ ب)

تنفيذ الشدات المختلطة في المشروعات



تابع شكل (١٠-١٢ج)

مكان العروق بين الكمرات المعدنية

١٠-٨-٦-٢ أرشادات فنية لطريقة تنفيذ الشدات المختلطة للمنشآت

تتم طريقة التنفيذ للشدات المختلطة للمنشآت كما يلى :

١ - يحدد جـوانب الصلبات علي الأرض ثم نبدأ في عمل الـثـقوب اللازمه للقوائم الحديديه علي المسافات المحدده. يتم تنزيل القوائم فـي مكانهـا والـردم عليهـا بالرمال.

٢ - نبدأ في الحفر مع تركيب الأخـشاب حتي منسوب أول أطارات الـتدكيم. ينقسم الـتفيذ الي مرحلتين :

المرحلة الأولى :

أذا كان أحد الأبعاد = ٦ - ١٢ متر فأنه يمكن عمل أطار معدني Closed Frame أفقي من الداخـل من كمرات حديديه بقطاع مناسب يتم تصميمه لمقاومة ضغط التربة. كما ينفذ أطارات أخري عند مناسيب التدكيم.

المرحلة الثانية :

أذا كانت الأبعاد أكبر من ذلك بحيث يستحيل تنفيذ الأطارات السابقة – يتم في هذه الحالة تنفيذ شدادات خلفية سابقة الأجهاد في منسوب التدكيم.

١٠-٨-٧ الستائر المعدنية

يفضل أستخدام الستائر المعدنية لعمل صلبات الحفر لخطوط الصرف العميقة أوالأ نشاءات تحت الأرض. هذه النوعيه من الصلبات تعتبر مكلفة نظرا لأستيرادها من الخارج بجانب أحتياجها لمعدات الدق والخلع بالأضافة الي المهاره الخاصة في التشغيل والتنفيذ.

١٠-٨-٧-١ طريقة التنفيذ للستائر المعدنية لخطوط المواسير

تتم طريقة التنفيذ للستائر المعدنية للخطوط كما يلى :

١ – يصنع هيكل معدني – أوخشبي –(جباري) – لرص الستائر وحفظها في الوضع الرأسي. الجباري بطول ٤ متر وأرتفاع ٣ متر،وكما هوموضح بالشكل رقم (١٠-١٣). يتم ضبط رأسية الجباري وتثبيت مكانه.

٢ – يتم رص الستائر علي الجباري. يكون أولها عند سطح الأرض. ثم نبدأ في دق أول ستاره بالشاكوش حتي يقترب الشاكوش من الجباري. ننقل الشاكوش الي الستارة التالية ونبدأ في الدق حتي منسوب الجباري ثم ننتقل الي الستاره الثالثه وهكذا حتي الأ نتهاء من مجموعه الستائر علي الجباري. تسمي عملية الدق الأولي (فيش).

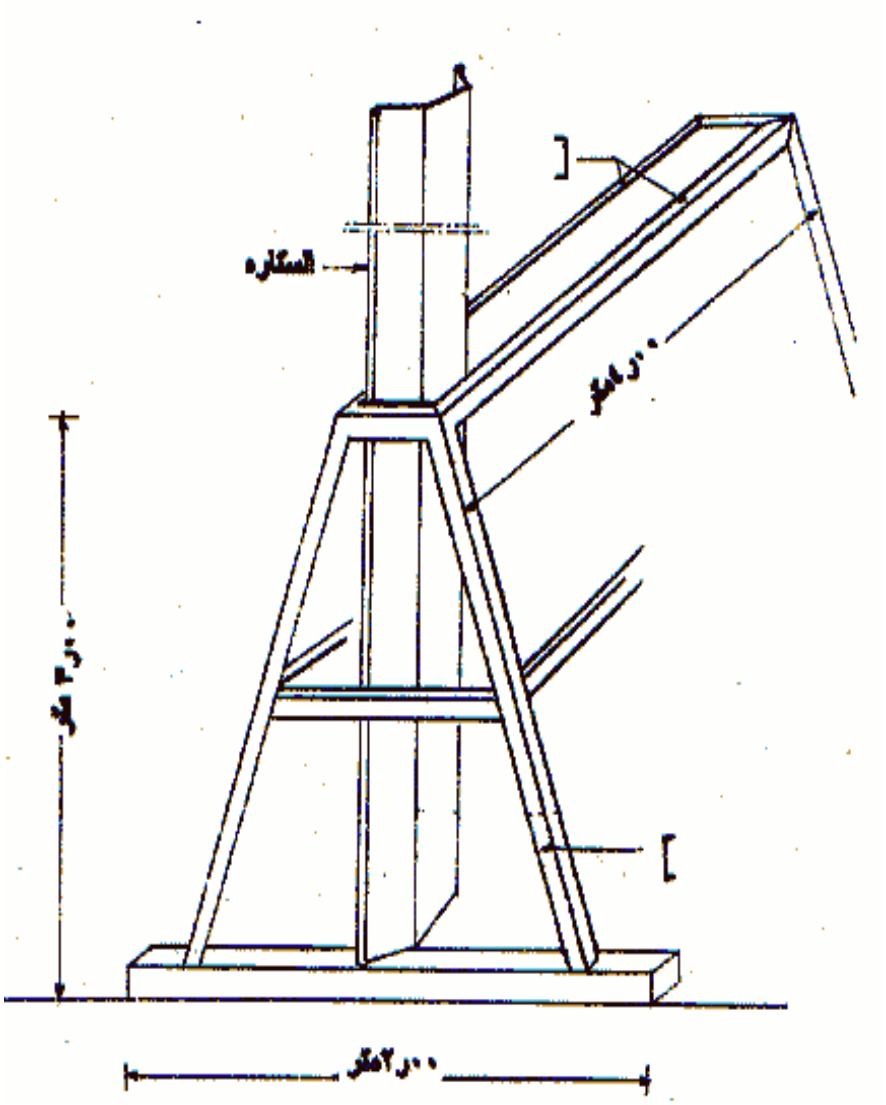
٣ – ننقل الجباري الي الموقع المجاور وننفذ نفس العمليه وهكذا حتي ينتهي الدق الأولي للستائر.

٤ – بعد الأستغناء عن الجباري نبدأ في دق الستائر الي المنسوب المطلوب. تسمي هذه العملية (كوت).

٥ – نبدأ الحفر داخل الستائر حتي منسوب أول التدكيم. تثبت الدكم في مكانها ونستأنف الحفر حتي المنسوب التالي للدكم. تثبت الدكم في مكانها ثم نستأنف الحفر وهكذا حتي الوصول الي منسوب التأسيس.

٦ – بعد أتمام عملية التركيب نبدأ في الردم حتي منسوب أول دكمه من أسفل حيث يتم فكها ورفعها. يستأنف الردم مره أخري حتي الوصول الي الدكمه التاليه ثم رفعها وهكذا.

٧ – يستخدم شاكوش الخلع مع الرافع في خـــلع الستائر ونقلها الي منطقه العمل التالية.



شكل (١٠-١٣) تفاصيل الجباري

١٠-٨-٧-٢ تنفيذ الستائر المعدنية للمنشآت العميقة

يتم تنفيذ الستائر المعدنية للمنشآت العميقة

١ – تنفذ عملية الدق كما سبق.

٢ – المنشأت التي يكون أحد أضلاعها بطول ١٠– ١٢ متر– يمكن أن يتم تدكيمها بواسطه أطار معدني مقفل closed frame من كمرات بقطاعات مناسبة.

أما المنشآت ذات الأبعاد الأكبر، تستخدم الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.

٣ – نبدأ الحفر حتي نصل الي منسوب أول صف دكم. يتم تركيب الأطار المعدني أو الشدادات الخلفية.

٤ – نستأنف الحفر مرة أخري حتي منسوب الدكم التالية. يتم تركيب الأطار المعدني أو الشدادات ثم أستكمال الحفر مرة أخري حتي منسوب التأسيس.

٥ – بعد أتمام الأعمال يتم خلع الستائر بواسطه شاكوش الخلع بعد تفوير وأزالة التدكيم.

١٠–٨–٧–٣ أرشادات فنية لتنفيذ الستائر المعدنية

١ – تجهز بعض المعدات مثل الحفار أو الرافع بتجهيزات خاصة لعملية دق الستائر، ويمكن الأستغناء عن الجباري في هذه الحالة بالأضافة الي سهولة العمل.

٢ – يعتبر أختيار المهندس لنوع الشاكوش من أهم عوامل نجاح العملية – فيما يلي نعرض فكرة مبسطة لهذه المعدات.

١٠–٨–٧–٤ أنواع الشواكيش

– شواكيش تعمل بالديزل – قدرات مختلفة.
– شواكيش تعمل بالهواء – قدرات مختلفة.
– هزازات – قدرات مختلفة.
– شواكيش تعمل بالبخار – طرازات قديمة.

وفيما يلى وصف تفصيلى لأنواع هذه الشواكيش المستخدمة.

أولا شواكيش الديزل أوالهواء أوالبخار Diesel - Pneumatic - Steam Hammers

تصلح للعمل في الأرض الطينية. يتم أختيار حجم وطاقة الشاكوش طبقا للطول المطلوب دقه من الستارة، كذلك قطاع الستارة ونوع الأرض. واذا تم أختيار شاكوش ذوطاقه عالية مع قطاع ستارة صغير يمكن أن يؤدي الي الأنبعاج الشديد لرأس الستاره وتلف جزء كبير منها وأستحالة الدق. يزود الشاكوش بطاقية من الخشب تركب أسفله للحفاظ علي قطاع الستارة.

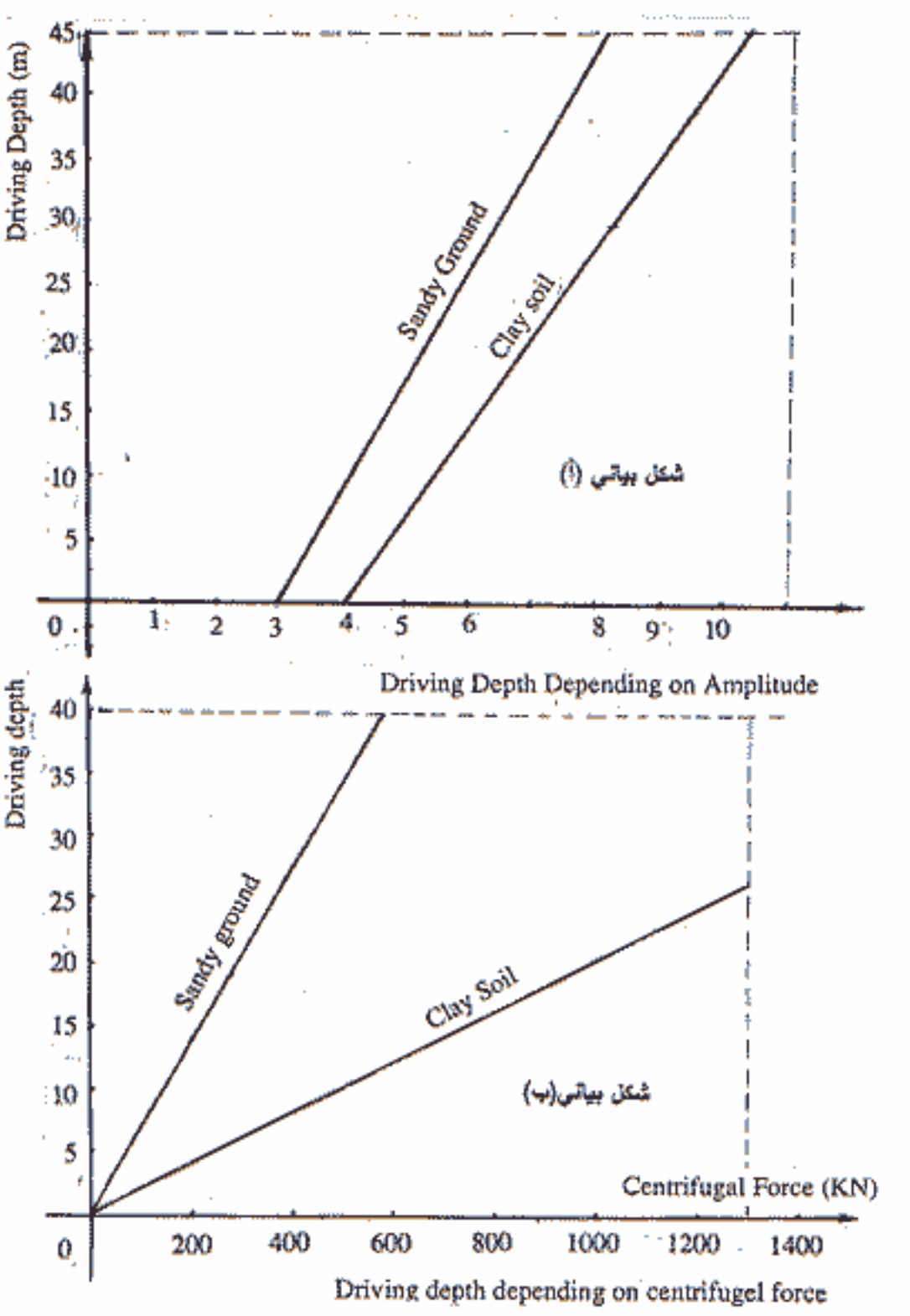
ثانيا الهزازات Vibrators

يصلح هذا النوع للعمل في الأرض الرملية أوالسيلت ويفضل وجود مياه للمساعدة في تـقليل أحتكاك التربة علي بدن الستاره. وقد تضاف المياه أثناء الدق للمـساعده فـي حالة عدم وجود مياه رشح. يمكن أيضا أستخـدام الهزازات فـي الـتربة الطينيـة أوالمخـتلطه بشرط وجود المياه للمساعده في عمليه الدق- وكما هوموضح بالـشكل رقم (١٠-١٤).يبين تفاصيل الهزاز اللازم لدق الستائر.

الشكل البياني (١٠-١٥أ) يساعد علي أختيار الشاكوش الهـزاز بمعلوميـه الأختبـار القياسي للأختراق .S.P.T وكذلك عمق الدق.

الشكل البياني (١٠-١٥ب) يساعد علي أختيار الشاكوش الهزاز بمعلومية عمق الـدق ونوع الـتربة.

شكل (١٠-١٤) تفاصيل الهزاز



شكل رقم (١٠-١٥)

العلاقة بين نوع الشاكوش الهزاز وعمق الدق ونوع التربة

الأختبار القياسى للأختراق

١٠-٨-٧-٥ طرق مساعدة لدق الستائر

هناك عدة طرق مساعدة لعملية دق الستائر المعدنية ويمكن تلخيص وصفها كما يلى :

١ – دفع هواء أسفل الستارة : يقلل من مقاومة الأحتكاك أثناء عملية الدق. يستخدم ضاغط هواء طاقته لا تقل عن ٥ متر مكعب من الهواء / دقيقة. تفضل هذه الطريقة في الدق في طبقات الرمل مع وجود المياه.

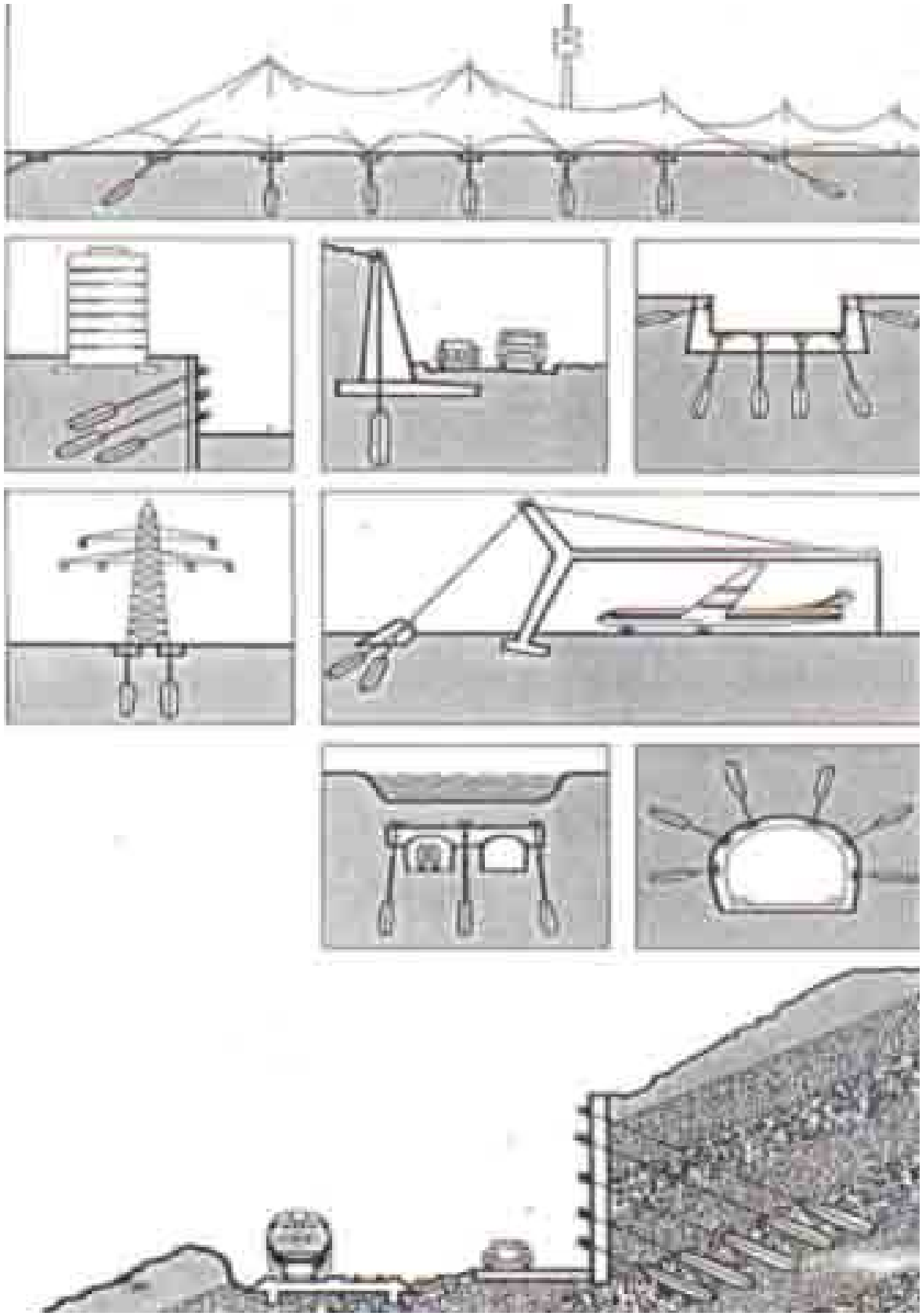
٢ – دفع المياه أسفل الستاره : تدفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط مائي = ١٠-٢٠ ضغط جوي. تسهل هذه العملية الي حد كبير من عملية دق الستائر حيث تقلل الأحتكاك الي حد كبير. يمكن دفع المياه في ماسورة قطرها ٢٥ مم وتنتهي بقطر ٦ مم. تصلح هذه الطريقة في التربة الرملية. يجب التوقف عن دفع المياه قبل الوصول الي منسوب التأسيس بمتر واحد علي الأقل حتي لا تحدث قلقلة لطبقة التأسيس.

٣ – دفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط عالي جدا : تصلح هذه الطريقة في الطبقات الطينية شديدة التماسك. يتم ضغط المياه بضغط ٣٠٠ – ٥٠٠ ضغط جوي وكميه مياه = ٢٠ لتر / دقيقة. تقلل هذه العملية من أحتكاك التربه فضلا عن أختراق طبقات الأرض أسفل الستارة. أحد المشروعات المتميزة للستائر المعدنية.

١٠-٨-٨ الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد Pre stressed Back Anchors

تعتبر الشدادات الخلفية من الحلول الأساسية الهامة لسند جوانب الحفر للمنشآت تحت سطح الأرض ولأي عمق مثل بيارات طلمبات الصرف الصحي أوالبدرومات.

ويمكن أن تعمل الشدادت مع الستائر المعدنية والحوائط اللوحية والحوائط الخازوقية بالأضافة للشدات المترابطة والشدات المختلطة. كما تفيد هذه الشدادات في حماية وضمان الميول الصخريه مثل جوانب الطرق أوالقنوات المائيه وذلك بربط هذه الجوانب بشدادات عميقه ومستديمه لربط الطبقات السطحيه بالطبقات العميقه. كما تستخدم في رباط لأساسات للمنشآت المعرضه لقوي رفع مائية Up Lift في طبقات الأرض السفلي لمقاومة قوي الرفع المذكورة. تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية – والشكل رقم (١٠-١٧) يوضح تطبيقات لأستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.



شكل رقم (١٠-١٧)

تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد

١٠-٨-٨-١ مكونات الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد

يتكون الشداد من الأجزاء الآ تية :

١ - طول الــتماسك Bond Length.

٢ - الطول الحر Free Length.

٣ - رأس الشداد Anchor Head.

١٠-٨-٨-٢ طريقة الــتنفيذ للشدادات الخلفية سابقة الإجهاد

وطريقة الــتنفيذ للشدادات الخلفية سابقة الإجهاد تتم بالخطوات التالية :

١ - نبدأ الحفر في المنشأ حتي نصل الي منسوب الشدادات.

٢ - تحديد نوع الشداد : هل هوشداد مؤقت أم شداد دائم. الشداد الــدائم يظــل بعمــر المنشأ وله طريقه تنفيذ خاصه وأشتراطات خاصة، أما الشداد المؤقت فأنــه يعمــل لفتره محدده هي زمن لمشروع ثم يتم الأستغناء عنه - وكما هوموضــح بالــشكل (١٠-١٨)، كما أن الشكل رقم (١٠-١٩) يوضح تفاصيل الشدادات الخلفية ســابقة الأجهاد.

٣ - تبدأ ماكينة الــتخريم في عمل ثقب الشداد بالقطر والميل والطول المطلوب, والذي تم تحديدهم في الــتصميم.

٤ - تدفع ماسورة معدنية رقيقة ذات جــدار معرج الي داخل الــثقب حتي نهايته.

٥ - تدفع الي داخــل الماسورة مجموعة الكابلات (ذات القوه الفائقه) في حزمة واحــدة بالأضافه الي مواسير الحقن

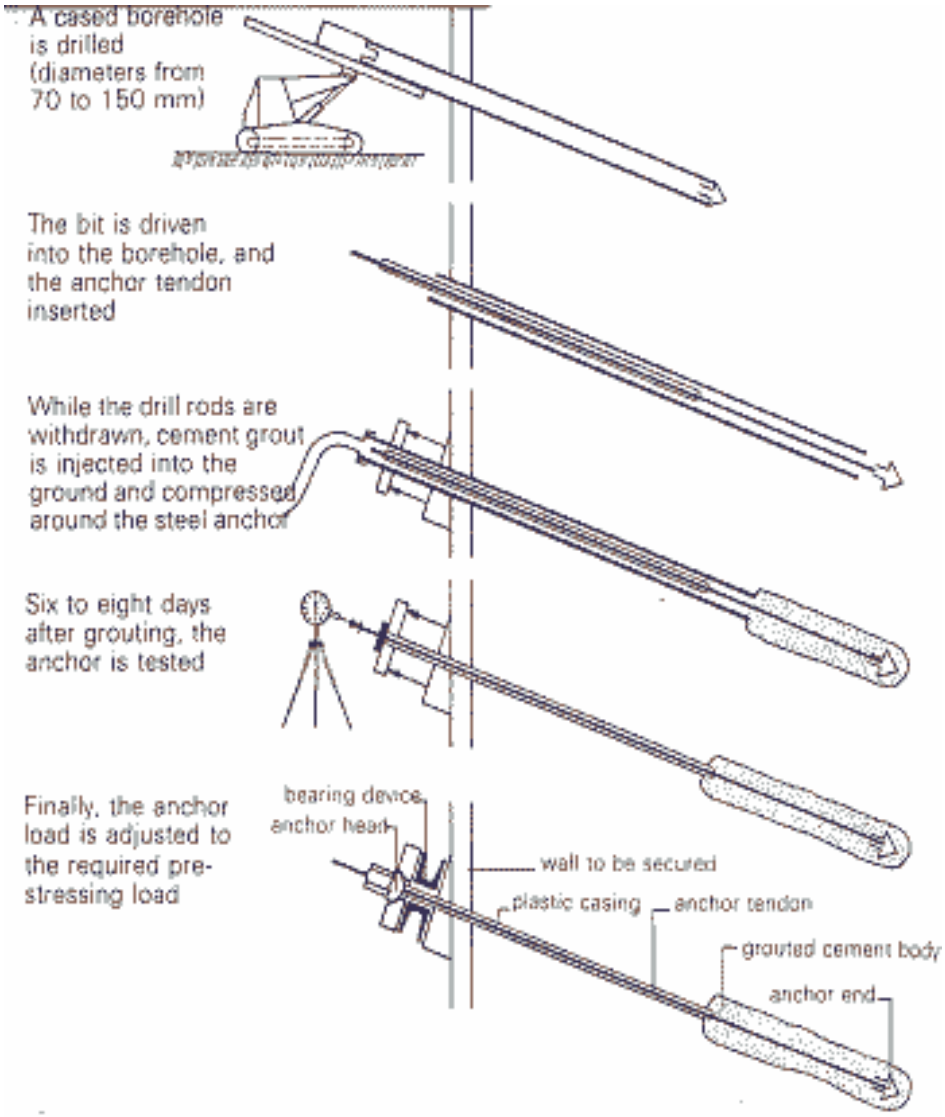
٦ - تبدأ عملية الحقن بالأسمنت اللباني (أسمنت مقاوم للكبريتات) تحت ضغط عالي حتي تملأ الماسورة المعرجه وكذلك الفراغ بين جــدار الحــفر والماسوره المعرجة.

٧ - يترك الشداد فتره حتي يتم وصول المونه الي القوه النهائيه.

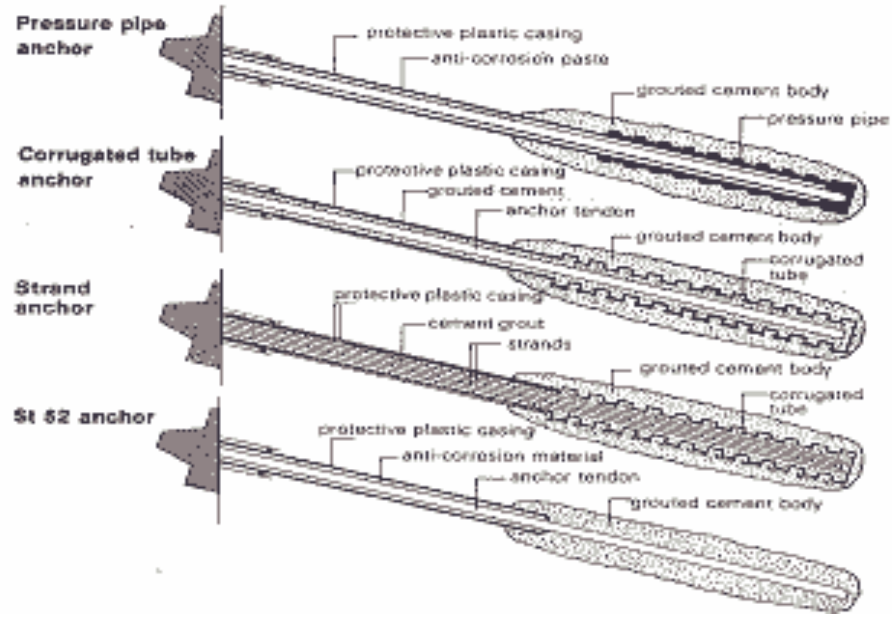
٨ - تصنع رأس الشداد علي الحائط المقابل- ثم تبدأ عمليه شد الكابلات بواسطه روافع هيدروليكية خاصة حتي نصل الي القوه المطلوبة في الشداد.

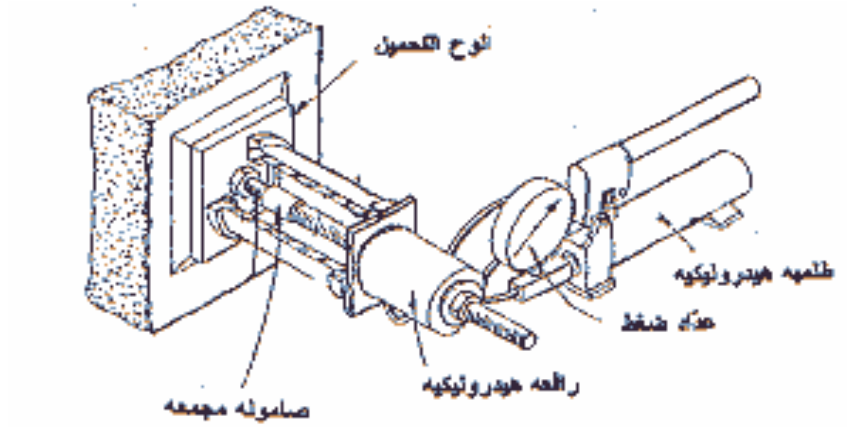
٩ - يتم عند كل حزمة من الكابلات وضع خــوابير معدنية مخروطيــه الــشكل وعنــد أيقاف الروافع ومحاوله الكابلات العوده الــي الوضــع الأصــلي - بعــد حــدوث الأستطاله في الكابلات - فأن الخوابير المعدنيه تمنع أرتداد الكابلات - كما تــقاوم الحلقة المعدنية الممسكة بمجموعة الخوابير أرتدادها. تتولد قوي كبيرة جــــدا فــي الكابلات= قوه الشد المصمم عليها الشداد.

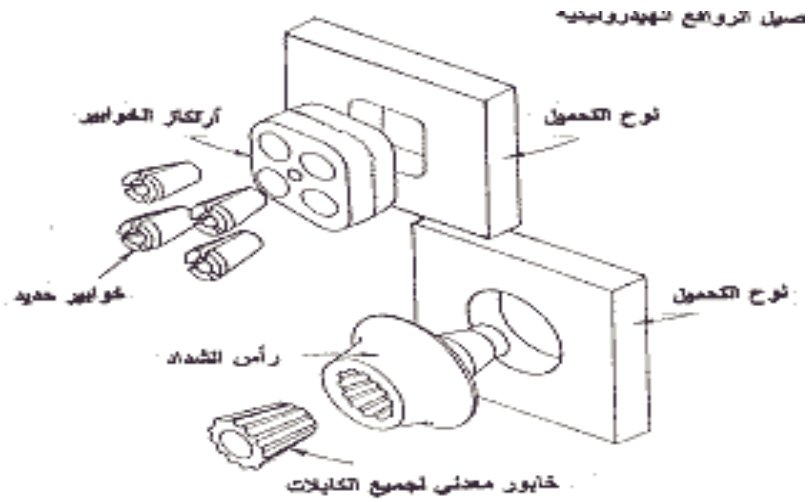
١٠- في حاله الشدادات المؤقــتة, لا تستخدم الماسورة المعدنيــة ذات الجــدار المعــرج ويكتفي بماسوره حقن واحدة في محور الشداد.



شكل رقم(١٠-١٨) خطوات أنشاء الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد.







شكل رقم (١٠-١٩) تفاصيل الشدادات