الفصل الثاني
الأعمال الترابيةEarthworks

الأعمال الترابية:

- تعتبر الأعمال الترابية من الأعمال التي توجد في جميع مشاريع إنشاء الأبنية.
- تقسم الأعمال الترابية الى:

1. الحفريات الترابيةExcavations
2. الإملائيات الترابية (الدفنEarth filling)

الهدف من الأعمال الترابية:

1- جعل تربة الموقع بالمنسوب المبين في المخططات والذي يعتبر ضروري لتنفيذ أعمال الأسس والأرضيات والمجاري.

2-لإعطاء شكل هندسي معين لأغراض تصميمية, كالأعمال الترابية لما بين الأبنية أو للسداد.

3-لأستبدال التربة في موقع العمل بتربة ذات صفات جيدة.

الحفريات الترابية:

وتشمل أعمال الحفر لتنفيذ:

1. الأسس
2. السراديب
3. القنوات ومجاري الخدمات
4. الطرق والساحات.

طرق تنفيذ الحفريات الترابية:

تنجز الحفريات الترابية أما:

1- الحفر اليدوي
2 - الحفر بواسطة المعدات الميكانيكية
3-بكلتا الطريقتين

العوامل المحددة لطريقة الحفر:

يعتمد اختيار طريقة الحفر على العوامل التالية:

1. طبيعة التربة
2. حجم اعمال الحفر المطلوبة
3. شكل المقطع المطلوب
4. وجود المياه الجوفية
5. الزمن المتوفر لإنجاز الحفر
6. كلفة العمل لكل طريقة حفر
7. الحيز المتوفر للعمل وإمكانية الوصول

أ – الحفر اليدوي:

- يتم تنفيذ الحفر اليدوي باستعمال معدات بسيطة.

يستخدم الحفر اليدوي في الأعمال البسيطة مثل:

1.حفر أسس الجدران المستمرة وأسس الأعمدة المنفردة
2.قنوات المجاري ذات الطول القصير
3.الأسس المزدوجة ذات العمق القليل
4.إكمال أسفل الحفريات التي تنفذ بواسطة المعدات الميكانيكية
5.عند عدم توفر حيز كافي لوصول أو لحركة المعدات الميكانيكية لموقع العمل

لا يستعمل الحفر اليدوي عندما تكون التربة ذات صلابة عالية مثل التربة الصخرية

مواصفات أعمال الحفر اليدوي:

- تكون حافات الحفر شاقولية عادة
- ترمى التربة التي يتم حفرها بجانب الحفر وتكوم بصورة موازية لمسار الحفر
- يجب ترك مسافة عن حافة الحفر كافية لسير وسائط نقل الخرسانة والمواد الأخرى اللازمة لتنفيذ الأسس والمجاري, تكون بحدود 70 – 100 سم.
- أذا كانت المواد تنقل بواسطة قلابات آلية فيجب أن تكون المسافة أكبر
- ان تساقط الأتربة داخل الأسس يلحق ضررا بخرسانة الأسس
- في حالة كون التربة قوية يمكن تنفيذ الحفر بنفس عرض الأساس, وفي هذه الحالة لا حاجة لاستعمال القوالب لصب الأسس

يمكن استخدهم التربة المستخرجةمن الحفر في اعادة الردم اذا كانت صالحة لأعمال الأملائيات بعد اكمال صب الأسس.

- ترفع التربة الزائدة عن الحاجة او غير الصالحة لأعمال الإملائيات خارج ساحة العمل بواسطة العربات اليدوية او القلابات الآلية أو المركبات القلابة.
- يجب أن تكون أرضية الحفر مستوية حسب المناسيب والأشكال المبينة في المخططات.
- في حالة تجاوز الحفر للمناسيب المحددة في المخططات فيجب أن تملأ باستخدام الخرسانة الضعيفة (1 سمنت : 2 رمل : 4 حصى) لغاية المنسوب المحدد بالمخططات.
- لا يجوز استخدام التربة المستخرجة من الحفر لغرض إعادة الملأ في حالة تجاوز الحفر العمق المحدد بالمخططات وذلك لكون تلك التربة قد أصبحت خواصها الميكانيكية ضعيفة.

إسناد جوانب الحفر:

- ان سلامة جوانب الحفر من الهدم مهمة لحماية العاملين داخل الحفر ولحماية الأعمال المنفذة(مقطع الحفر وطبقات الملئ و التسليح والخرسانة)
- يعتمد ثبات جوانب الحفر على:

1- طبيعة التربة وخواصها الهندسية
2- محتوى رطوبة التربة وحركة المياه الجوفية.
3-عمق الحفر
4- الأحمال الجانبية المجاورة وطبيعتها (ساكنة او متحركة أو إهتزازية)

متطلبات إسناد الحفريات لمختلف أنواع التربة

نوع التربة	عمق الحفر (متر)		
	لغاية 1.5	4.5 – 1.5	أكبر من 4.5
عضوية متفحمة ضعيفة (Soft Peat)	ج	ج	ج
عضوية متفحمة متماسكة (Firm Peat)	أ	ج	ج
طينية ضعيفة (Soft Clay) او غرينية (Silt)	ج	ج	ج
طينية متماسكة وقوية (Stiff Clay)	أ	أ	ج
حصوية هشة او رملية (Loose Gravel or Sand)	ج	ج	ج
حصوية مرصوصة او رملية مرصوصة (Dense Gravel or Sand)	أ	ب	ج
حصوية او رملية تحت مستوى المياه الجوفية	ج	ج	ج
صخرية متشققة (Cracked Rock)	أ	أ	ب
صخرية سليمة (Sound Rock)	أ	أ	أ

حيث	أ	ب	ج
	بدون اسناد	اسناد مفتوح	اسناد مستمر

أنواع المساند الجانبية للتربة:

•تستعمل المساند الوقتية لتأمين جوانب الحفريات المعرضة للانهيار وتكون هذه المساند أما من:

أ- الأخشاب

ب- الصفائح الحديدية

ج- الركائز الصفيحية

طرق إسناد جوانب الحفريات الضيقة:

•ان أعمال الحفريات العميقة جدا تستوجب تصميم المساند بدقة أكبر وفقا لمتطلبات وظروف موقع العمل ويتم اعدادها من قبل مصمم لديه خبرة بميكانيك التربة والإنشاءات.

•تحتاج القنوات الضحلة أحيانا الى اسناد.

•يعتمد أسلوب الأسناد على تماسك التربة والتي يمكن أن تكون:

1- تربة متماسكة

2- تربة معتدلة

3- تربة رخوة

2- في حالة كون التربة معتدلة القوة:

- توضع الواح الأعمدة بصورة شاقولية على جانبي الحفر.
- تعتمد المسافة بين هذه الألواح على تماسك التربة
- تسند الألواح بلوح خشبي يوضع بصورة افقية على طول الحفر (الأضلاع الرابطة)
- تسند هذه الأضلاع الرابطة بمسند عرضي من الخشب.
- تكون المسافة بين المساند العرضية 180 سم لتوفير مجال للعمل بينها.

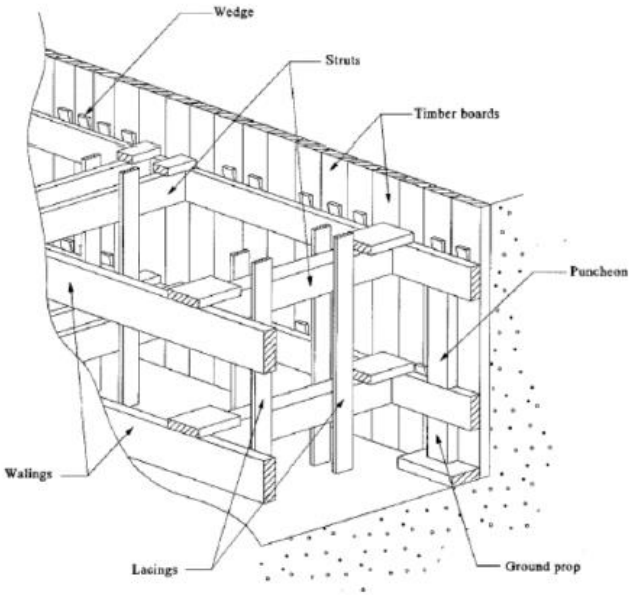
3- في حالة كون التربة رخوة: يكون الأسناد بإحدى طريقتين:

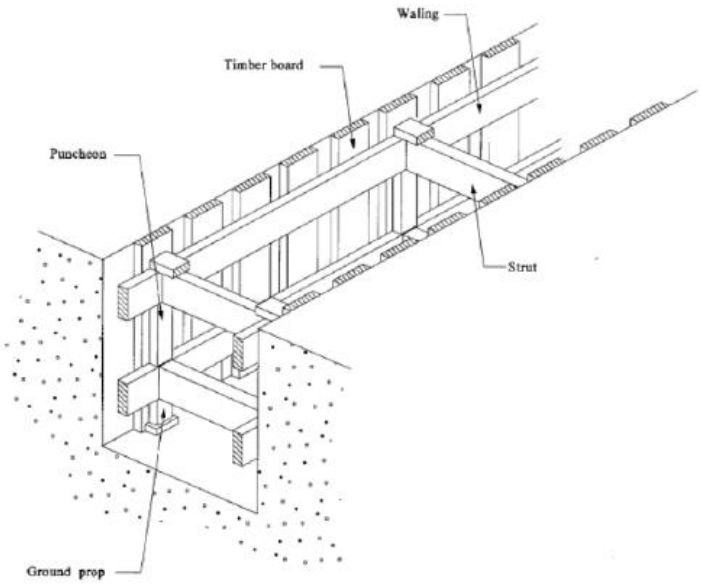
1- لطريقة الأولى:

- بإستعمال الواح افقية مستمرة بإتجاه الحفر.
- تسند الألواح الأفقية بواسطة أزواج متقابلة من الواح أعمدة تكون المسافة بينها بحدود 180 سم.
- تثبت الواح الأعمدة بواسطة مساند عرضية.

2- الطريقة الثانية:

- باستعمال الواح أعمدة او مساند مغروسة بإرتفاع الحفر نفسه بحيث تكون متجاورة مع بعضها.
- تسند الألواح بإضلاع رابطة توضع بصورة افقية على طول الحفر.
- تسند هذه الأضلاع الرابطة بمسند عرضي من الخشب بمقطع.
- تكون المسافة بين المساند العرضية 180 سم لتوفير مجال للعمل بينها.
- في حالة زيادة عمق الحفر عن 1.5 متر فيفضل أن يكون الإسناد على مرحلتين أو أكثر
- يجب ان تكون مرحلة السند السفلى متراكبة داخل مجموعة المرحلة العليا بمسافة لاتقل عن 15 سم.
- يمكن استعمال قطع شاقولية صغيرة بين الأضلاع الرابطة فوق الواح الأعمدة او المساند المغروسة للتقوية





ملاحظة:

- يمكن استعمال أنظمة اسناد أخرى طالما انها تؤمن ثبات جوانب الحفر ولاتعيق العمل داخل الحفر ويمكن رفعها بعد انتهاء الحاجة لها بسهولة.
- ان عامل الكلفة والزمن اللازم لتنفيذ المساند ورفعها من العوامل التي تؤخذ بنظر الأعتبار في اختيار طريقة الأسناد.
- يمكن استعمال الصفائح الفولاذية المضلعة والمساند العرضية الفولاذية والتي يفضل استعمالها أكثر من المساند الخشبية (في حالة تساوي الكلفة) بسبب سرعة التركيب والتفكيك وقلة التلف.

أجزاء أنظمة الأسناد الخشبية:

1. الواح أعمدة: وتكون بطول 1.0 – 1.5 متر حسب عمق الحفر وبمقطع يتراوح بين (175* 38 ملم الى 225 * 50 ملم). وتوضع بصورة شاقولية بمحاذاة التربة.
2. الأضلاع الرابطة: وهي أجزاء أفقية تمتد طوليا باتجاه الحفر, وظيفتها اسناد وربط الواح الأعمدة. يتراوح مقطعها في الغالب بين (175 * 50) ملم الى (255 * 75) ملم.
3. المساند العرضية: وهي قطع توضع افقيا بصورة عمودية على مسار الحفر حيث تستخدم لسند الأضلاع الرابطة بين جانبي الحفر. يتراوح المقطع العرضي لها بين (100 * 100) ملم الى 150 * 150 ملم). وتكون المسافة بين كل مسند وآخر بحدود 180 سم وذلك لتوفير مجال عمل بينها.

4 - الواح السند

حالة كون التربة رخوة.

5- لمساند المغروسة: تكون من نوع الواح الأعمدة الا أنها ترصف بصورة متجاورة مع بعضها وتغرس في التربة وتكون ذات نهايات مستدقة لتسهيل غرسها. وتستعمل لسند التربة الرخوة عند تواجد المياه الجوفية بكميات كبيرة.

إسناد الحفريات الواسعة:

- لا تستعمل طرق الأسناد السابقة في اسناد الحفريات الواسعة (العريضة) لكونها غير اقتصادية وغير عملية.
- يتم اسناد الحفريات العريضة بإحدى الطريقتين التاليتين:

I. الأسناد بإستعمال الركائز الصفيحية (Sheet Piles) التي يتم غرسها باستعمال مطارق الية. والركائز الصفيحية هي عبارة عن الواح فولاذية متعرجة لزيادة مقاومتها للانحناء.

II. بإستعمال أسلوب الحفر المفتوح (Open Cut).

- يكون أسلوب الحفر المفتوح بعمل الحافات مائلة بزاوية تعتمد على طبيعة التربة وعمق الحفر.
- يحتاج أسلوب الحفر المفتوح الى مساحات كبيرة وينتج عنه حفر وأعادة دفن كميات أكثر من الحفر الشاقولي.

الحفر بواسطة
المعدات الميكانيكية

تستعمل المعدات الميكانيكة في:
1- اعمال مشاريع الحفر الكبيرة
2- عندما يكون مطلوب نقل التربة الى مواقع بعيدة
3- اعمال الحفر مطلوب انجازها بسرعة
لأن المعدات الميكانيكية تتميز بالسرعة العالية والكفاءة والقدرة على الحفر ونقل التربة.

أنواع معدات الحفر الميكانيكية:
1.المجرفة الآليةPower Shovel
2.المجرفة الخلفيةBackhoe
3.الحفارةDragline
4.الدلو المحاريClamshell
5.المجرفة الجرارLoader shovel

1- المجرفة الآلية (Power Shovel)

من المعدات ذات الأبراج(Boom)
- الحفر يكون من اسفل الى أعلى
- تستعمل للتربة الحصوية المتصلدة او الطينية المرصوصة
- تستعمل للتربة التي لا تنهار جوانبها عند الحفر
- لا تستعمل لحفر التربة غير المتماسكة
- يمكن أن تستخدم لتحميل التربة على الناقلات بسهولة
- تستخدم لحفر التربة فوق مستوى سيرها مثل السداد الترابية

2.المجرفة الخلفيةBackhoe

- من المعدات ذات الأبراج
- تشبه المجرفة الآلية .
- يكون الحفر باتجاه الخلف .
- تفضل في الحفريات الضيقة مثل ألأسس الجدارية وقنوات المجاري.
- تستعمل عندما يكون الحفر بمستوى اوطأ من مستوى حركتها.
- يمكن توجيه الدلو بدقة لمكان وشكل مقطع الحفر.
- لا تستطيع تحميل التربة على الناقلات بسهولة.

3-الحفارة Dragline

من المعدات ذات الأبراج

- **تستعمل لحفر وتحميل التربة الرخوة او المغمورة بالمياه**
- **تستعمل عندما يكون منسوب الحفر اوطأ من مستوى سير الالة**
- **يكون الحفر باسقاط الدلو ثم يسحب بواسطة سلك بأتجاه الماكنة**
- **يمكن تكديس التربة على جانب الحفر او تحميلها على ناقلة**
- **كفاءة تحميل الناقلات اقل من المجرفة**
- **تحتاج الى مجال واسع للحركة والدوران ولا تستعمل في المواقع الضيقة**
- **تستعمل غالبا في حفر المبازل وكري وتطهير الأنهار وعمل السداد الجانبية لها**
- **يمكن استخدامها لحفر السراديب للأبنية الواسعة**
- **لا تستعمل في المواقع التي تتخللها مسارات خدمات كمجاري المياه والكهرباء والهاتف (لماذا ؟)**
- **لا تستعمل في حفر القنوات الضيقة واسس الجدران.**