الجمهورية العربية السورية
نقابة المهندسين

الكود العربي السوري

لتصميم و تنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة

الملحق الخامس: كود الأساسات

دمشق 2008

الباب الأول

1 المجال والغاية

1-1 مجال الملحق رقم 5 للكود وتطبيقاته

1 – يحدد ملحق الكود هذا (رقم 5 الخاص بالأساسات) الأحكام و التوصيات التي يجب إتباعها في حساب جميع الأساسات المستعملة في المنشآت، من نواحي تصميمها و تنفيذها و تحقيقها، سواءً كانت منفذة من الخرسانة العادية أو المغموسة أو المسلحة.

2 – يُعد ملحق الكود هذا جزء من الكود العربي السوري المعتمد، و من أنظمة البناء في الجمهورية العربية السورية.

3 – يُطبق ملحق الكود هذا على جميع أنواع الأساسات المستعملة، سواءً كانت منفردة أو مشتركة أو شريطية أو حصائر، أو كانت حصائر على أوتاد، أو أساسات عميقة بكافة أشكالها، أو أساسات مستندة على آبار اسكندرانية، أو أساسات كتلية أو ... الخ.

4 – لا يشمل هذا الملحق للكود الاشتراطات الخاصة للمنشآت الخاصة، و في هذه الحالة يمكن الاستعانة بأي كود عالمي معتمد يحقق هذه المتطلبات الخاصة، و يطبق هذا الملحق على تلك المنشآت الخاصة بما لا يتعارض مع خواصها.

5 – تحدد الأفعال (القوى الخارجية من أحمال و تراكيب هذه الأحمال ...) التي تؤثر على الأساسات، و تؤخذ أساساً للتصميم من الكود الأساس و من الملحق رقم 1 (الخاص بالأحمال)، و كذلك من أنظمة وقوانين البناء، و من اشتراطات التصميم المعترف بها قانوناً، في حال وجودها، أو تعتمد نصوص ملحق الكود هذا.

6 – تؤخذ خواص المواد و مقاومتها و طرائق اختبارها من الكود الأساس و من المواصفات القياسية و الاشتراطات المعترف بها. و في حال عدم وجودها، تعتمد نصوص هذا الملحق بحسبانه جزءاً لا يتجزأ من الكود العربي السوري.

7 – تحدد خصائص تربة التأسيس و مقاومتها و طبيعتها من تقرير الجيوتكنيك و توصياته والمعدّ من قبل أخصائي في هذا المجال.

8 – يشترط أن يتولى مهندس نقابي أخصائي مسؤول أعمال التصميم و الحسابات و إجراء التحريات و التجارب اللازمة و الإشراف على التنفيذ و التحقق، و له أن يستعين بغيره على مسؤوليته، في أعمال التنفيذ.

2-1 أغراض الملحق رقم 5 للكود

تتلخص أغراض الملحق رقم 5 للكود هذا في أن تحقق الأساسات المستعملة متطلبات الاستثمار و التشغيل، التي أنشأت من أجلها طوال الفترة المفروضة لبقائها صالحة للاستثمار، مع توفير معامل أمان كافٍ ضد الانهيار وعدم الاتزان، و توفير الديمومة المطلوبة، و عدم تجاوز الهبوط الكلي والتفاضلي المسموحين.

3-1 طرائق الحساب

يتم الحساب في هذا الكود وفق ما جاء في البند (1-2-2) في الكود العربي السوري لتصميم المنشآت بالخرسانة المسلحة- طبعة عام 2004 (و الذي سيشار له بالكود الأساس) أو ما يصدر من تطوير له، و يضاف إلى ذلك الآتي:

1 – عندما يستعمل في الحساب إجهادات التربة المسموح بها (الصافية) تؤخذ الأحمال الاستثمارية غير المصعدة للأعمدة و الجدران، دون إدخال وزن الأساس وأحمال الردم فوقه في تقدير الأحمال.

2 – أمَّا عندما يستعمل في الحساب اجهادات التربة المسموح بها الكلية، فتؤخذ الأحمال الاستثمارية غير المصعدة، للأعمدة و الجدران، مع إدخال وزن الأساس و أحمال الردم فوقه في تقدير الأحمال.

3 – يمكن تصميم الأساسات بإحدى الحالتين وهما: حالة حد الاستثمار أو حالة الحد الأقصى، باستثناء التصميم مع الأخذ بالحسبان أحمال الزلازل، فتصمم بحالة الحد الأقصى فقط.

4 – أمَّا في حالة حساب المنشآت لمقاومة الزلازل، فيمكن استعمال إحدى الطريقتين وفق ما هو وارد في الملحق رقم 2 للكود و الخاص بالزلازل، و ما يطرأ عليه من تطوير.

الباب الثاني

2 التعاريف و المصطلحات

2-1 التعاريف

- **الأساسات:** تعرف الأساسات بأنها العنصر الإنشائي الذي يقوم بنقل الأحمال المطبقة عليه (في كافة حالات التحميل المحتملة) إلى تربة التأسيس محققاً متطلبات الاستقرار و المقاومة والهبوط المسموح به و الاختيار الاقتصادي الملائم. و هي أول جزء من المنشأة الخرسانية يتم صبه في الموقع، فوق تربة التأسيس مباشرةً، ويكون محاطاً بالتربة عادةً، وتكون مهمته نقل الأحمال من العناصر الحاملة إلى تربة التأسيس.
- **الأساسات الضحلة أو السطحية:** هي الأساسات التي تقل فيها نسبة عمق منسوب التأسيس تحت سطح الأرض إلى عرض الأساس عن 3، علماً بأن هذه القيمة، و ما سيأتي من قيم، ليست إلزامية و إنما هي إصطلاحية يمكن زيادتها أو نقصانها حسب الموقع و نوعية المنشأة، و الغاية منها التفريق بين أنواع الأساسات.
- **الأساسات العميقة:** هي الأساسات التي لا تقل نسبة عمق منسوب التأسيس تحت سطح الأرض إلى عرض الأساس عن 3.
- **الأساس المنفرد:** هو أساس لعمود واحد (أو لجدار واحد)، و يعد بحكم العمود الواحد العمودان (أو أكثر) المتجاوران عندما يكون سمك الفاصل بينهما صغيراً جداً (عند فاصل التمدد على سبيل المثال).
- **الأساس المشترك:** هو أساس مشترك بين عمودين.
- **الأساس الشريطي (الأساس الخطي):** هو أساس مشترك بين أكثر من عمودين واقعون على خط مستقيم واحد.
- **الأساس رجل البطة:** هو أساس منفرد لعمود طرفي واحد يقع عند خط الملكية، بحيث لا يمكن مد الأساس (في أحد الاتجاهات على الأقل) خارج خط الملكية الواقع عند طرف العمود.
- **الأساس الكتلي:** هو أساس سطحي من الخرسانة العادية أو المغموسة.
- **الأساس الصلد:** هو الأساس الذي يؤمن توزعاً خطياً للإجهادات على تربة التأسيس تحته.
- **الأساس اللين:** هو الأساس الذي لا يؤمن توزعاً خطياً للإجهادات على تربة التأسيس تحته.
- **الآبار الاسكندرانية:** هي أساسات كتلية من الخرسانة العادية أو المغموسة، و تصنف بين الأساسات العميقة، و بالأحرى المتوسطة العمق، (حيث تكون نسبة عمق منسوب التأسيس تحت سطح الأرض إلى عرض الأساس من مرتبة 5).
- **الأوتاد:** هي أساسات عميقة، و تكون من الخرسانة المسلحة أو من الفولاذ.
- **القاعدة:** هي أساس لعمود، ليس بالضرورة أن تكون مستندة على تربة التأسيس، وليس من الضروري أن تكون مطمورة بالتربة. يمكن أن تكون قاعدة خرسانية مسلحة لعمود فولاذي.

- **جائز التقويم:** هو جائز يصل بين الأساس رجل البطة والأساس المنفرد الداخلي المجاور.
- **الحصيرة:** هي أساس لثلاثة أعمدة أو أكثر، غير واقعة على خط مستقيم واحد، و يمكن أن تكون تحت كامل مساحة المبنى، فتسمى حصيرة عامة، كما يمكن أن تكون تحت جزء من المبنى، و تسمى حينها حصيرة جزئية.
- **الحصيرة المفرغة:** هي أساس بشكل حصيرة (عامة أو جزئية) يتم فيه حذف البلاطة بالشرائح الوسطية بالاتجاهين بين الأعمدة، و بذلك يصبح مماثلاً لأساسات خطية (شريطية) بالاتجاهين و تكون الأعمدة عند نقط التقاطع.
- **مساحة الحصيرة:** هي مساحة التلامس (الاتصال) بين الحصيرة و التربة الحاملة.
- **رقبة الأساس:** هي الجزء من الأساس، المتصل مباشرة بالعمود أو بالجدار (و المطمور بالتربة)، و لكن بأبعاد أكبر من أبعاد العمود أو الجدار.
- **الشيناج:** هو جائز أرضي يربط بين الأساسات أو بين القواعد، ومهمته تحمل القوى الأفقية التي يمكن أن تحصل نتيجة لأي سبب، و كذلك حمل قواطع البلوك إن وجدت. كذلك يمكن أن يوجد الشيناج بمناسيب أعلى و يعمل على منع تحنيب الأعمدة، إضافة لما سبق.
- **القبعة (المخدة): هي** بلاطة خرسانية مصبوبة بالمكان، تربط بين مجموعة أوتاد في أعلاها، لتعمل هذه الأوتاد معاً كأساس.
- **القوى القالبة: (Overturning Forces)** هي المركبة الأفقية الناتجة من الأحمال المطبقة على المنشأة و التي تؤدي إلى دورانها حول المحور الأفقي.

2-2 المصطلحات

- **ضغط التلامس (التماس) q:** هو الضغط المطبق عمودياً على مساحة التماس بين الأساس و التربة، و الناتج من وزن الأساس و جميع القوى المطبقة عليه.
- **معامل رد فعل التربة الشاقولي k_s:** هو النسبة بين الضغط الشاقولي المطبق على التربة q، و هبوط التربة عند هذا الضغط s ($k_s = q / s$)، في تجربة يتم فيها تحميل بلاطة صلدة فولاذية بأبعاد 1 قدم × 1 قدم (305mm× 305mm).
- **مساحة الأساس A:** هي مساحة التلامس (الاتصال أو التماس) بين الأساس وتربة التأسيس.
- **القوى القالبة Overturning Force:** هي المركبات الأفقية الناتجة من الأحمال المطبقة على المنشأة، و التي تنتج عزوماً تؤدي إلى دورانها حول المحور الأفقي.
- **الحافة المضغوطة:** هي حافة الأساس أو الحصيرة المطبق عليها أكبر ضغط على التربة، و الذي يحدث تحت تأثير القوى القالبة.
- **معامل مرونة التربة E_s:** يمثل العلاقة بين الإجهاد و التشوه لتربة التأسيس ($E_s = \sigma / \varepsilon$).

- **ثابت مرونـة التربـة (ثابت النـابض):** مقاومة التربة لواحدة الانتقال، و تساوي من أجل مساحة محدودة، جداء تلك المساحة بالمعامل k_s.
- **عامل الأمان ضد الانقلاب R_s:** هو النسبة بين العزم المثبت M_s و العزم القالب M_o، $(R_s = M_s/M_o)$.

الباب الثالث

3 الوحدات والرموز

3-1 الوحدات المستعملة في ملحق الكود هذا (ملحق رقم 5)

هي الوحدات المقررة في المؤتمر العام للأوزان والمقاييس و المسماة بالنظام الدولي (SI). و يمكن استعمال وحدات النظام المتري التقليدي (MKS). ويبين الملحق (أ) في الكود العربي السوري الأساس، العلاقة بين وحدات النظام الدولي المعتمد في ملحق الكود هذا و وحدات النظام المتري التقليدي.

3-2 الرموز والدلالات

تركب الرموز بصورة عامة من الرموز المبينة في الباب الثالث من الكود العربي السوري الأساس، ويبين الجدول الوارد في البند (3-2) من الكود الأساس، أهم الرموز و الدلالات، و يضاف إليها أهم الرموز و الدلالات المتصلة بالأساسات في الجدول الآتي:

جدول الرموز و الدلالات

الرمز	التعريف
A	مساحة مقطع الوتد عند نقطة الارتكاز
A_f	مساحة محيط مقطع الوتد
B	عرض الأساس
C	متوسط تماسك التربة حول قاعدة الوتد لمسافة شاقولية تساوي ثلاث مرات قطر الوتد
C_a	متوسط إجهاد التماسك (التلاصق) الحدي على سطح الوتد
C_c	قرينة الانضغاط
C_r	دليل إعادة الانضغاط
C_u	قوة التماسك
d	سمك طبقة التأسيس المعرضة للانضغاط
e	لامركزية محصلة الأحمال
E_u	معامل المرونة لحساب الهبوط الفوري من تجربة القص بالمرونة
E_s	معامل مرونة التربة
EI_B	قساوة الأساس في واحدة العرض
$\sum EI_b$	مجموع قساوات الجوائز في واحدة العرض

$\sum Eth^3/12$	مجموع قساوات جدارن القص
f_1	معامل يساوي النسبة بين الضغط الأفقي و الضغط الشاقولي الفعال
f_c'	المقاومة المميزة الأسطوانية للخرسانة
$\overline{f_a}$, $\overline{f_b}$	الاجهادات المسموحة في الضغط الناتجة عن الضغط البسيط و عن ضغط الانحناء في الخرسانة
f_a , f_b	الاجهادات الفعلية في الضغط و الانحناء
H	القوى الأفقية المؤثرة على الوتد
H_{ult}	أقصى حمل أفقي يمكن أن يتحمله الوتد دون انهيار التربة الجانبية
I	معامل تأثير يتوقف على L/B , d/B
K_s	معامل رد فعل تربة التأسيس (ثابت النابض)
K_o	معامل ضغط التربة في حالة الراحة
K_p	معامل ضغط التربة الرملية المقاومة
K_r	معامل الصلادة
L	طول الأساس
M_o	العزم المركز على أعلى الوتد
M_S	مجموع العزوم المثبتة التي تسببها الأحمال الميتة (الدائمة) و المركبة الشاقولية الناتجة عن الأحمال الأفقية
M_o	العزم القالب حول قاعدة الأساس الناتج عن قوى الرياح أو الزلازل أو القوى الجانبية المشابهة
M_p	عزم الانقلاب حول حرف قاعدة الأساس الذي تسببه المركبة الشاقولية الناتجة عن الأحمال الأفقية مضافاً إليه M_o العزم القالب
N_2	عدد الدقات من اختبار الاختراق القياسي بعد التصويب نتيجة المياه الجوفية و الضغط الفعال
N_C' N_q'	معاملات قدرة تحمل التربة
p_b	حمل الارتكاز عند أسفل الوتد
P_f	الحمل الناتج عن الاحتكاك على محيط الوتد
P_u	الحمل الأقصى الذي يتحمله الوتد
P_o	الضغط عند أسفل الوتد و المساوي للضغط الناتج عن عمود التربة بطول يساوي طول الوتد
P_z	قيمة الضغط الفعال عند العمق Z من عمق الوتد

q	ضغط التماس (التلامس)
q_u	قدرة تحمل التربة الناجمة عن القص
R	نصف قطر الوتد
R_s	عامل أمان ضد الانقلاب
S	الهبوط
S_R	درجة الاستقرار ضد الانقلاب
SF	عامل الأمان
Δ	الانتقال
σ_1	الاجهاد الأكبر عند حافة الأساس
σ_2	الاجهاد الأصغر عند حافة الأساس
ε	التشوه النسبي (الإنفعال strain)
ν	نسبة بواسون
δ	زاوية الاحتكاك بين الوتد و التربة
ϕ	زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة
γ	الوزن الفعال لوحدة الحجم من التربة

الباب الرابع

4 خواص المواد

تؤخذ خواص المواد من نصوص المواصفات والمقاييس المعترف بها قانوناً. و في حال عدم وجودها تعتمد النصوص الواردة في الباب الرابع من الكود العربي السوري، و يضاف إليها الآتي:

4-1 الخرسانة العادية في الأساسات

تُستعمل الخرسانة العادية في الأساسات الكتلية و ما شابه، و هي تشبه مكونات الخرسانة المستعملة مع التسليح، و لكن مقاومتها الفعلية قد تكون أقل نسبياً، و تحدد مكوناتها من أجل الحصول على خلطة لدنة ذات تشغيل مناسب، و تحقق في الوقت ذاته خرسانة ذات مقاومة اسطوانية مميزة على الضغط $f_c^{`}$، و بما يتناسب مع طبيعة الأساس المراد تنفيذه. يمكن بصورة عامة تصنيف درجات جودة الخرسانة و الاستعمالات للأصناف المبينة في الجدولين الآتيين:

الجدول (4-1): أصناف الخرسانة و مجالات استعمالاتها في الأساسات

صنف الخرسانة	المقاومة المميزة بالضغط $f_c^{'}$		المقاومة المتوسطة بالضغط $f_{cm}^{'}$		مجال الاستعمال
	N/mm^2	kgf/cm^2	N/mm^2	kgf/cm^2	
C8	8	80	9	90	نظافة تحت الأساسات
C10	10	100	11	110	خرسانة عامة
C12	12	120	13	130	أساسات وجدران

و تكون مقاومة الشد المميزة سابقة الذكر وفق الجدول الآتي:

الجدول (4-2): أصناف الخرسانة و مقاوماتها المحتملة في الشد

صنف الخرسانة		C8	C10	C12
المقاومة المحتملة في الشد	N/mm^2	1.2	1.4	1.5
	kgf/cm^2	12	14	15

4-2 الخرسانة المغموسة

1- هي خرسانة عادية الوزن و دون تسليح، و تتألف من الخرسانة العادية مع الأحجار الصغيرة (التي لا يزيد مقاسها الاعتباري الأعظمي على 150 mm) بنسبة حجمية (2 : 1) أي أن حجم الأحجار هو ثلث الحجم الكلي للخرسانة المصبوبة.

2- يجب أن تكون الأحجار الصغيرة قاسية و حديثة الكسر من ثلاثة وجوه على الأقل، و نظيفة و خالية من جميع الشوائب و الأتربة، و أن يبل الحجر بالماء أثناء الصب.

3- يجب ألا يزيد أكبر بُعد للأحجار على ربع أصغر بعد يجري صبه بالخرسانة المغموسة، و ألا يزيد على 150 mm أيهما أصغر.

4- تعتمد خصائص المقاومة للخرسانة المغموسة تماماً كما هو مبين في البند (4-1) أعلاه للخرسانة العادية.

4-3 الخرسانة المسلحة

و هي مؤلفة من خرسانة من صنف لا يقل عن C15 (أي مقاومة مميزة بالضغط لا تقل عن $15N/mm^2$ أو $150kgf/cm^2$) و فولاذ تسليح، و تؤخذ كما وردت في الكود الأساس (الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة).

الباب الخامس

5 تقييم الأفعال

5-1 عام

تؤخذ الأفعال المطبقة على الأساسات تماماً كما هو وارد في الباب الخامس من الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة (الكود الأساس)، في حالة التصميم للزلازل وفق الطريقة الستاتيكية الأولى، و كما هو وارد في الملحق رقم (2) للكود و إضافاته في حالة التصميم للزلازل بالطريقة الستاتيكية المكافئة الثانية، أو بإحدى الطرائق الديناميكية، إضافة إلى الشروط الواردة أدناه.

5-2 شروط حساب الأفعال

1- تؤخذ الأفعال كما جاء في الكود الأساس، سواء من الأفعال المباشرة أو غير المباشرة، و بإدخال تأثيرات الرياح أو الزلازل (أيهما أسوأ) كحالات تحميل لإعطاء التأثير الأسوأ، مع التنويه إلى أن الأحمال المنقولة من الأعمدة أو الجدران يجب أن يضاف لها وزن الأساس ذاته، و وزن التربة فوق الأساس، و وزن الأحمال الحية فوق الأساس من أجل الحصول على الإجهاد الكلي المطبق على تربة التأسيس.

2- عند حساب القوى و العزوم في الأساس، يُؤخذ الإجهاد الصافي المطبق على الأساس في التربة و الذي يساوي الإجهاد الكلي المطبق على تربة التأسيس المحسوب كما سبق أعلاه، مطروحاً منه وزن الأساس ذاته، و وزن التربة فوق الأساس، و وزن الأحمال الحية فوق الأساس (إذا كانت قد حُسبت عند حساب الإجهاد الكلي المطبق على تربة التأسيس).

3- تعامل العناصر الخرسانية للأساسات في التصميم، معاملة بقية عناصر المنشأة مع الأخذ بالحسبان (في حال وجود وسط مائي) تأمين عزل مائي جيد، و تحقيق المقاومة المستعملة في الحساب (أو الاجهادات المسموحة) بما يتناسب مع الأقطار المستعملة للتسليح، كما في حالة المنشآت المطلوب فيها التحقيق لحد التشقق (إذا كان هناك احتمال وصول الماء لهذه الأساسات).

5-3 قوة رفع الماء (التعويم) Bouyance

في حال وجود مياه جوفية تحيط بالأساس، و كان الأساس بشكل حصيرة عامة مع جدران استنادية محيطية، يلزم أخذ قوة رفع الماء للأساس باتجاه الأعلى (التعويم- دافعة أرخميدس) عند حساب القوى المؤثرة على الأساس، و خاصة في مرحلة التشييد، لاحتمال أن تكون قوة دفع الماء للأعلى أكبر من الأوزان الذاتية للأساس و الجدران الاستنادية، و هي الأوزان الموجودة قبل إكمال بقية هيكل المبنى.

الباب السادس

6 تعيين الأمان و توزع الاجهادات على التربة تحت الأساسات

6-1 عام

تطبق اشتراطات الأمان على عناصر الأساسات تماماً كما هو وارد في الباب السادس من الكود العربي السوري الأساس، و يضاف إلى ذلك الاشتراطات الآتية في حال التحقق من الأساسات لمقاومة الزلازل.

6-2 اشتراطات الأمان

1- تُؤخذ تراكيب الأفعال في حالة الأحمال الاعتيادية كما وردت في الكود الأساس في البند (6-3-2-1) للتراكيب الأساسية و في البند (6-3-2-2) للتراكيب الثانوية التي تشمل تأثير الزلازل المحسوبة وفق الطريقة الكلاسيكية المكافئة الأولى الواردة في الكود الأساس.

2- أما عند حساب تأثير الزلازل وفق الطريقة الستاتيكية المكافئة الثانية أو وفق الطريقة الديناميكية (الواردتين في الملحق رقم 2 الخاص بالزلازل)، فتُؤخذ تراكيب الأحمال وفق المادة (3-12) من الملحق 2 للكود، و خاصة وفق البند (3-12-2-أ) للتراكيب الأساسية، و وفق البند (3-12-2-ب) لتراكيب الأحمال الأخرى، و وفق البند (3-12-3) للتراكيب الخاصة بالأحمال الزلزالية، و ما ُ أعطي لها من توضيحات.

3- يُسمح في حال أخذ تأثير الزلازل في الحسبان، وجود جزء من الأساس غير متلامس مع التربة (يحصل شد تحت الأساس، و يتم إعادة توزيع الاجهادات بحيث يتم إلغاء الشد)، بشرط أن لا تزيد مساحة الجزء غير المتلامس مع التربة (أي المساحة غير المضغوطة تحت الأساس) على نصف مساحة الأساس.

6-3 الأحمال و حالات التحميل للأساسات التي تحمل أكثر من عمود

6-3/1 عام

أ – إن ضغط التلامس المتبادل بين التربة و الأساسات لأكثر من عمود، و الاجهادات الداخلية الناتجة في التربة، يجب أن يتم تعيينها من إحدى تراكيب الأحمال المعطاة في البند (8-6-2)، و التي ينتج عنها الاجهادات العظمى المطبقة على العنصر.

ب- ليس من الضروري حدوث العزم و القص الحديين الأعظميين بالترافق مع الأحمال العظمى المطبقة على كل الأعمدة في وقت واحد.

6-3/2 الأحمال المنقولة للأساسات

تتكون الأحمال المنقولة للأساسات من:

أ – الأحمال الميتة وتتألف من:

– وزن المنشأة العلوية.
– وزن الأساس.
– وزن الأحمال على سطح الأرض فوق الأساس.
– وزن الردم فوق الأساس.

ب – الأحمال الحية وتتألف من:

1) أحمال ثابتة أو متحركة، و يؤخذ بالحسبان في الحساب التخفيض المسموح في حالة الأبنية متعددة الطوابق أو ذات المساحة الطابقية الكبيرة، و ذلك طبقاً للبند (5–3–3) من الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة (الكود الأساس).
2) قوة مكافئة ساكنة، تعادل تأثير الأحمال الديناميكية، مثل أحمال الرياح و الزلازل وقوى الصدم.

3/3–6 تراكيب الأحمال

يجب أن يتم تحليل الحالات الآتية و أخذها في الحسبان عند تصميم الأساسات المشتركة و الحصائر.

1/3/3–6 تراكيب الأحمال من أجل تعيين ضغط التلامس

نختار من بين تراكيب أحمال الاستثمار غير المصعدة، الحالة التي ينتج عنها أكبر ضغط تلامس على سطح القاعدة، و يقارن هذا الضغط مع الإجهاد المسموح به للتربة، و الذي يتم تعيينه من قبل مهندس جيوتكنيك، و يجب أن لا تزيد قيمة ضغط التلامس في أي حالة من حالات تراكيب الأحمال (في حالة حد الاستثمار) و التي تتضمن الأحمال الميتة و الأحمال الحية و أحمال الزلازل (أو أحمال الرياح حيث لا يجوز الجمع بين أحمال الرياح و أحمال الزلازل) على قيمة الإجهاد المسموح به، و التي حددها مهندس ميكانيك التربة، و يتم حساب الاجهادات من الزلازل في حالة الحد الأقصى، و تُقارن مع الاجهاد الممسموح بعد تصعيده حسب الكود الأساس و ملحق الزلازل و البند 6–3/3/2 من هذا الملحق.

2/3/3–6 أثر أحمال الزلازل وأحمال الرياح على التحمل المسموح به للتربة

تسبب أحمال الزلازل و أحمال الرياح قيماً غير متساوية لضغط التلامس بين التربة و الأساس، الأمر الذي يمكن معه زيادة قيمة الإجهاد المسموح به لتحمل التربة، بضربها بعامل تكبير وفقاً لما يأتي (بحالة الرياح): الجدول (6–1).

الجدول (6–1)

النسبة بين إجهادي حافتي الأساس σ_1, σ_2 من أحمال الاستثمار غير المصعدة	عامل التكبير

1.2	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2}<2$
1.3	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\geq 2$

حيث: σ_1: قيمة الإجهاد الأكبر؛

σ_2: قيمة الإجهاد الأصغر عند حافتي الأساس.

أما في حالة الزلازل، و حيث أن الحساب يتم لحالة الحد الأقصى، (وفقاً للكود و لملحقه رقم 2)، فيُحسب الاجهاد الأعظمي على التربة من حالات التحميل للأحمال الشاقولية مع أو بدون تأثير الزلازل وفقاً للتراكيب المُحددة في الكود الأساس (الطريقة الستاتيكية المكافئة الأولى) أو ملحق الكود رقم2 (الطريقة الستاتيكية المكافئة الثانية و الطريقة الديناميكية)، و يُحسب الإجهاد الأعظمي المسموح لحالة الحد الأقصى كما يلي:

إذا كانت: $2 > (\sigma_1 / \sigma_2)$ فيُضرب الاجهاد المسموح بعامل تكبير = 1.6 .

إذا كانت: $2 < (\sigma_1 / \sigma_2)$ فيُضرب الاجهاد المسموح بعامل تكبير = 2.0 .

على أنه يمكن أخذ قيمة متوسطة بين 1.6 و 2.0 حسب تغير النسبة σ_1 / σ_2 من 1 إلى 2 .

6-3/3/3 تراكيب الأحمال من أجل تصميم مقاطع الأساس

على الرغم من أن تصميم مقاطع الأساس بطريقة الإجهادات المسموحة يُعد مقبولاً، لكن من الأفضل تصميم مقاطع الأساسات و الحصائر بالاعتماد على تصميم المقاطع وفق طريقة الحد الأقصى لمقاومة القوى الناتجة من تراكيب الأحمال المنصوص عنها في البند(6-3) من الكود العربي السوري لتصميم و تنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة (الكود الأساس).

6-3/3/4 تراكيب الأحمال من أجل تحقيق الأساس على الانقلاب

يتم اختيار أكبر عزم قالب M_o ناتج من أحد تراكيب أحمال الاستثمار، و هو يمثل مجموع عزوم أحمال الاستثمار غير المصعدة التي يمكن أن تحدث بشكل متزامن و الذي يتألف من:

M_P: عزم الانقلاب حول حرف قاعدة الأساس و الذي تسببه المركبة الشاقولية الناتجة عن الأحمال الأفقية مضافاً إليها M_o عزم الانقلاب حول قاعدة الأساس، و الذي تسببه قوى الرياح أو الزلازل، أو القوى الجانبية المشابهة.

M_S: مجموع العزوم المُثبتة، والتي تسببها الأحمال الميتة و المركبة الشاقولية الناجمة عن الأحمال الأفقية.

و من ثم يتم تعيين درجة الاستقرار ضد الانقلاب $S_R = M_S / M_P$.

6-3/3/5 تراكيب الأحمال من أجل تقييم الهبوط

يتم تقييم الأحمال الصافية من تراكيب الأحمال الاستثمارية غير المصعدة، و التي تؤدي إلى أكبر هبوط أو تشوه للأساس. و يحدث هذا الهبوط خلال، أو بعد فترة وجيزة من تطبيق الأحمال (حالة التربة الرملية) و

يمكن أن يحدث خلال وقت متأخر(حالة التربة الغضارية) و هذا يعتمد على نوع التربة تحت الأساس. و نميز بين نوعين من الهبوط:

الهبوط البدائي الذي يحدث خلال مراحل الإنشاء، و الهبوط طويل الأمد الناتج من الانضغاطية (consolidation) مع الزمن لتربة التأسيس. أما الهبوط التفاضلي للأساسات فهو الفرق بين هبوطاتها الكلية، و الهبوط التفاضلي المهم للأساسات الذي يمكن أن يؤثر عليها و على الجملة الإنشائية للمبنى أو المنشأة، هو فرق الهبوط الكلي بين الأساسين المتجاورين، و خاصة نسبة هذا الفرق للمجاز بينهما.

6-3/3/6 توزع إجهاد التلامس المعتمد في التصميم

إن إيجاد توزع إجهاد التلامس بين الأساس والتربة، يُعد أساس لحساب وتصميم الأساسات، حيث أنه بمجرد معرفة هذا التوزع، يمكن حساب القوى الداخلية، و بالتالي تصميم مقاطع الأساس، سواء أكان هذا الأساس حصيرة أو أساساً مستمراً، و ذلك استناداً إلى نظريات حساب الإنشاءات.

و لكن المشكلة تكمن بأن سلوك الأساس و استجابته لنقل الأحمال المطبقة عليه إلى التربة هو رد فعل متبادل بين الأساس ذاته والمنشأة فوقه و التربة. ورد الفعل هذا يمكن أن يكون متغيراً لفترة طويلة من الزمن، لحين حصول الاستقرار والتوازن النهائيين بين الأحمال الخاضع لها الأساس ورد فعل التربة. و حيث أنه لا توجد طريقة تحليلية عددية و دقيقة (يمكن أن ينصح بها لتقييم مختلف العوامل المتعلقة بمشكلة رد الفعل المتبادل بين التربة و المنشأة) تسمح بإيجاد قيمة دقيقة لضغط التلامس و استجابة التربة، لذلك لابد من القبول ببعض الافتراضات البسيطة التي تساعد على تصميم الأساسات المشتركة و الحصائر. و يجب أن تتم درجة وثوقية هذه الافتراضات من خلال معرفة الآتي:

- نوع التربة أسفل الأساس مباشرة.
- أبعاد وشكل الأساس.
- لامركزية الأحمال.
- صلادة الأساس.
- صلادة المنشأة فوق الأساس.

6-4 تعيين معامل مرونة التربة تحت الأساس (E_S)

يحسب معامل المرونة E_S عند قيمة إجهاد معينة من العلاقة الآتية:

$$E_s = d\sigma / d\varepsilon \quad \text{.....} \quad (1-6)$$

حيث: σ الاجهاد (كيلو نيوتن / م^2) ، أو (الكيلو غرام / سم^2).

ε التشوه النسبي (الإنفعال strain).

و تعين قيمة معامل المرونة عن طريق الاختبارات المخبرية أو الحقلية، كما يمكن تقدير قيمته من واقع الخبرة العملية كما سيبين فيما بعد.

6-4/1 تعيين معامل المرونة من التجارب المخبرية

6-4/1/1 باستعمال الاختبار ثلاثي المحاور

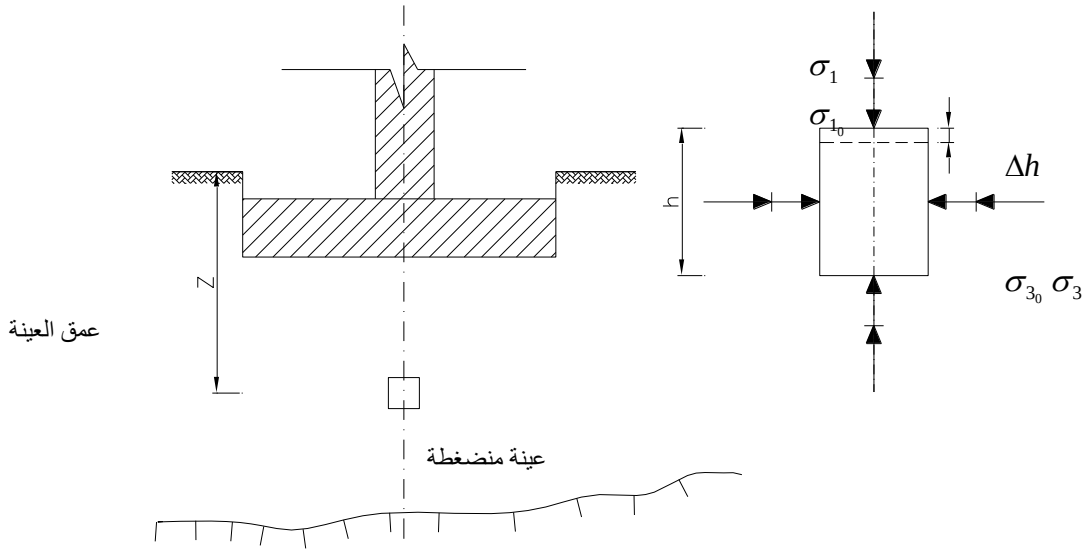
يتم أخذ عينة ممثلة للطبقة القابلة للانضغاط كما هو موضح بالشكل رقم (6-1). تعرض العينة في جهاز الاختبار ثلاثي المحاور إلى اجهاد شاقولي $(\sigma`_{10})$ يكون مساوياً للضغط الشاقولي الفعال $(\sigma`_{10} = \gamma'.Z)$ و اجهاد عرضي $(\sigma`_{30})$ مساوياً لضغط التربة في حالة الراحة، (أي $\sigma'_{30} = K_O \sigma'_{10}$)، حيث K_O معامل ضغط التربة في حالة الراحة modulus of earth pressure at rest). يسمح بتصريف المياه تحت تأثير الاجهادات السابقة حتى يتم انضغاط العينة في ظروف التربة الطبيعية بالموقع. بعد ذلك تعرض العينة إلى الإجهاد الشاقولي (σ_1) والإجهاد العرضي (σ_3) الناتجين عن أحمال الأساس كما هو مبين بالشكل رقم (6-1)، مع عدم السماح بتصريف المياه، ويمثل التشوه النسبي للعينة $(\varepsilon = \Delta h / h)$ في هذه الحالة، الانضغاط الفوري مع عدم حدوث تغير في الحجم كما هو مبين بالشكل رقم (6-2). و يمكن حساب معامل المرونة في هذه الحالة و الخاص بحساب الهبوط الفوري من الاجهاد الشاقولي (σ_1) و التشوه النسبي المقاس (ε). بعد ذلك يسمح بتصريف المياه والعينة معرضة للاجهادات السابقة، و بعد تمام الانضغاط يكون التشوه النسبي المقاس ممثلاً للتقلص الناتج عن الانضغاطية (consolidation). و يمكن حساب معامل المرونة الخاص بالهبوط نتيجة للانضغاطية من الإجهاد الشاقولي (σ_1) و التشوه النسبي المقاس أثناء الانضغاطية.

و يمكن رسم منحنى الاجهاد – والتشوه النسبي للعينة كما هو موضح بالشكل رقم (6-3) و حساب معامل المرونة (E_S) من علاقة الاجهاد – التشوه النسبي، مع مراعاة أن هذا المعامل يمثل الهبوط الفوري إذا تم إجراء التجربة مع عدم تصريف المياه، ويمثل الهبوط الناتج من الانضغاطية إذا تم إجراء التجربة مع السماح بتصريف المياه. و يوصى باستعمال معامل التماس الابتدائي أو معامل القاطع عند اجهاد:

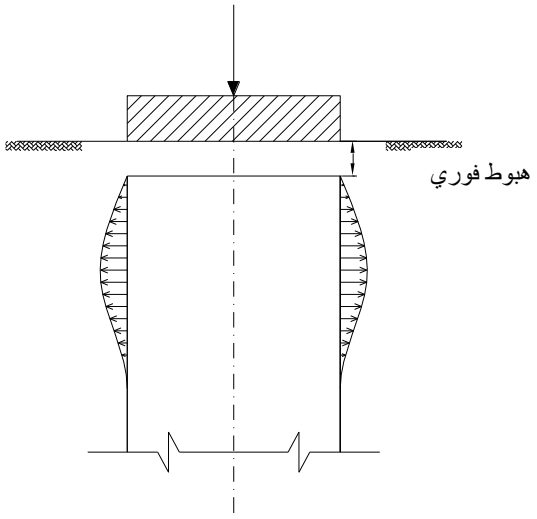
$$(\sigma_1) = \{ \sigma_{1(max)} \} \times (0.5 \rightarrow 0.3)$$

6-4/1/2 باستعمال اختبار الانضغاطية بواسطة الايدومتر (odometer)

يُعد الاختبار بهذا الجهاز حالة خاصة من الاختبار ثلاثي المحاور، حيث يكون الإجهاد العرضي (σ_1) مساويا ($K_O \cdot \sigma_1$) كما هو مبين بالشكل رقم (6-4 أ). و من هذا الشكل يتضح أن معامل المرونة (E_S) الناتج يعتمد على قيمة الإجهاد الشاقولي.



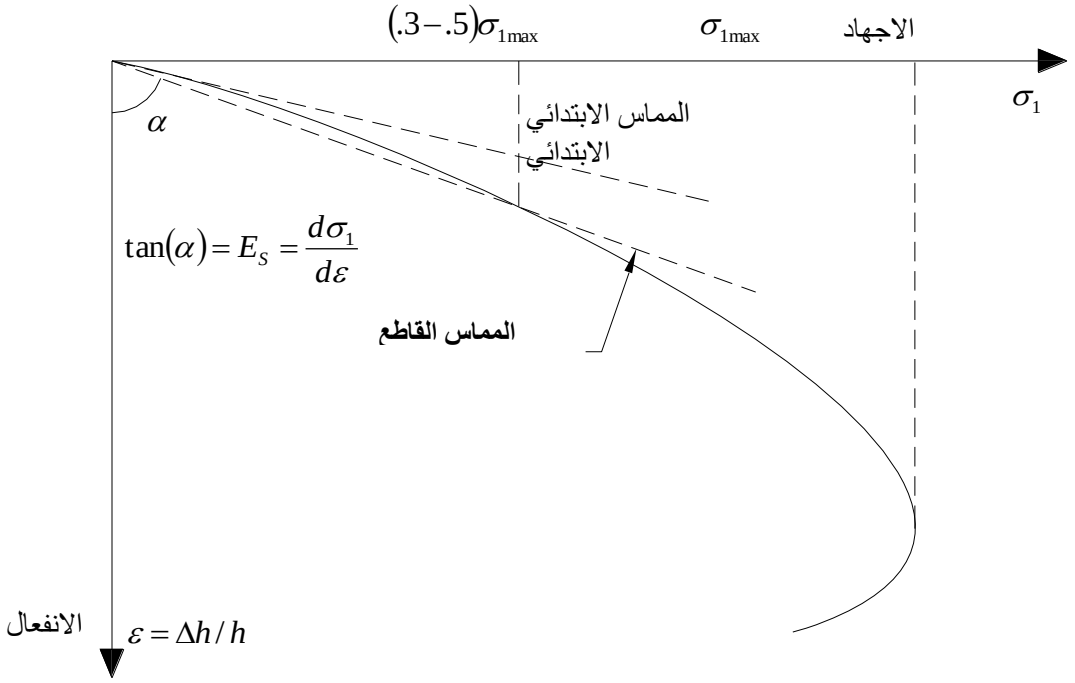
الشكل (6−1): تعيين معامل طبقة غير قابلة للانضغاط **ضغط ثلاثي المحاور**



الشكل (6−2): الهبوط الفوري مع عدم حدوث تغير في الحجم

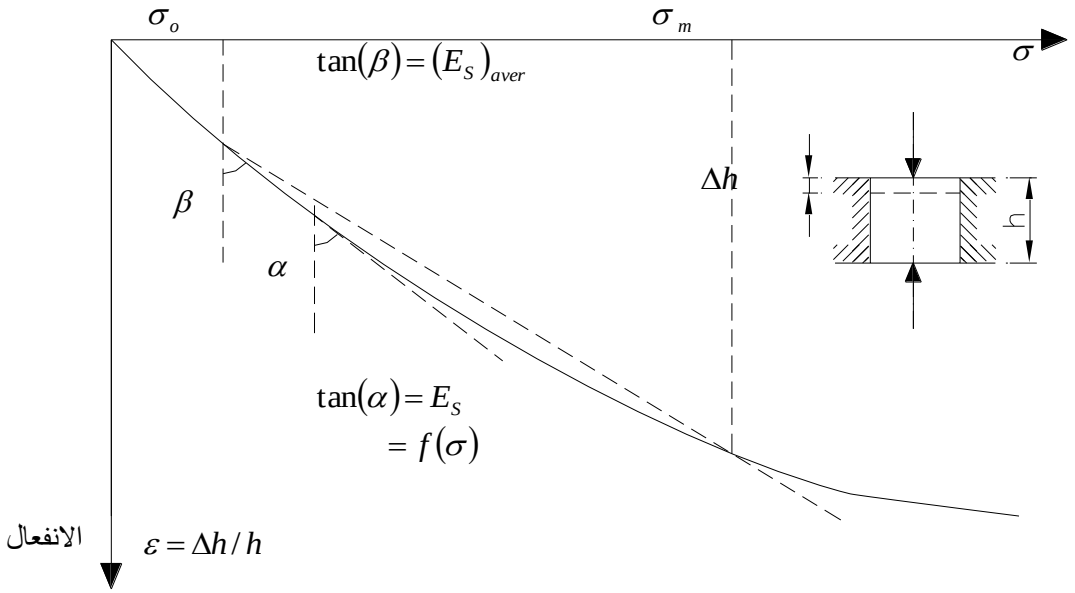
يمكن توقيع نتائج هذه التجربة على شكل علاقة بين الاجهاد (σ) و نسبة الفراغات (e) كما هو موضح بالشكل رقم(6−4 ب) و من هذه العلاقة يمكن إيجاد المعامل (E_S) كما يلي:

$$E_S = \frac{1}{m_v} = \Delta\sigma\left(\frac{1+e_o}{\Delta_c}\right) \quad \text{.....} \quad (2-6)$$

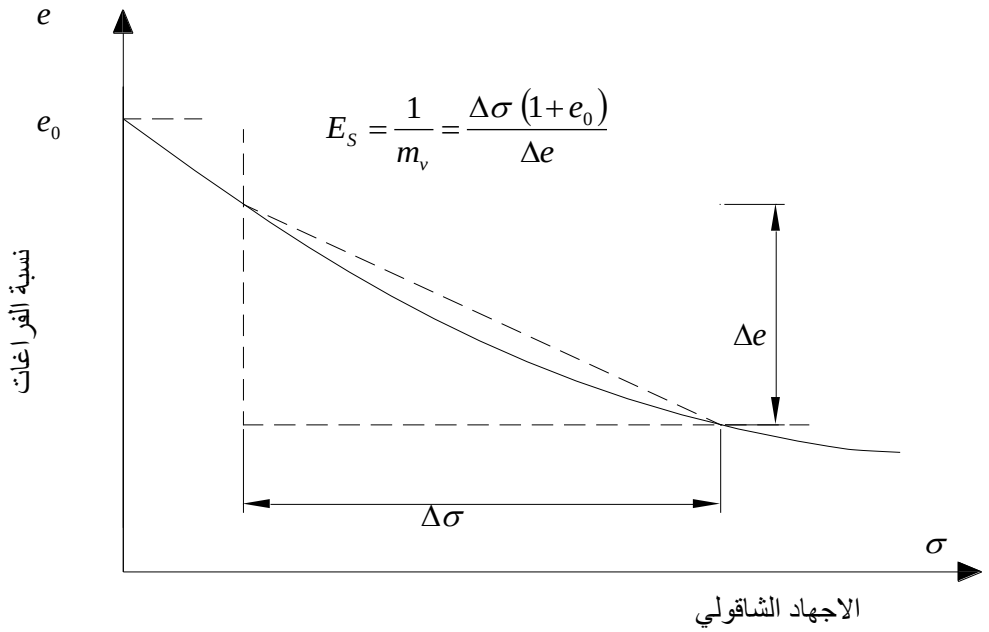


الشكل (6-3): علاقة الإجهاد – التشوه النسبي (الإتفعال) الناتجة من اختبار الضغط ثلاثي المحاور

الإجهاد الرئيسي

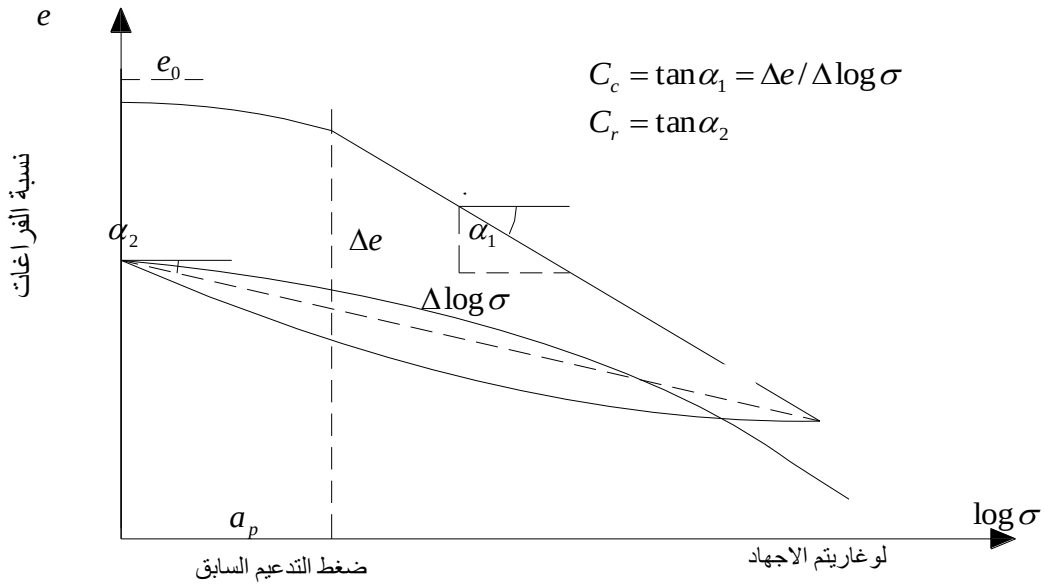


الشكل (6-4 أ): علاقة الإجهاد – التشوه النسبي (الإنفعال) من اختبار الايدومتر



الشكل (6–4 ب): علاقة الإجهاد – نسبة الفراغات الناتجة من اختبار الايدومتر مرسوم على شكل العلاقة بين الإجهاد (σ) ونسبة الفراغات (e)

كما يمكن توقيع نتائج هذه التجربة على شكل علاقة بين لوغاريتم الإجهاد (log σ) و نسبة الفراغات (e) كما هو موضح بالشكل رقم (6–5) و ذلك لحساب قرينة الانضغاط (C_C) و دليل إعادة الانضغاط (c_r).



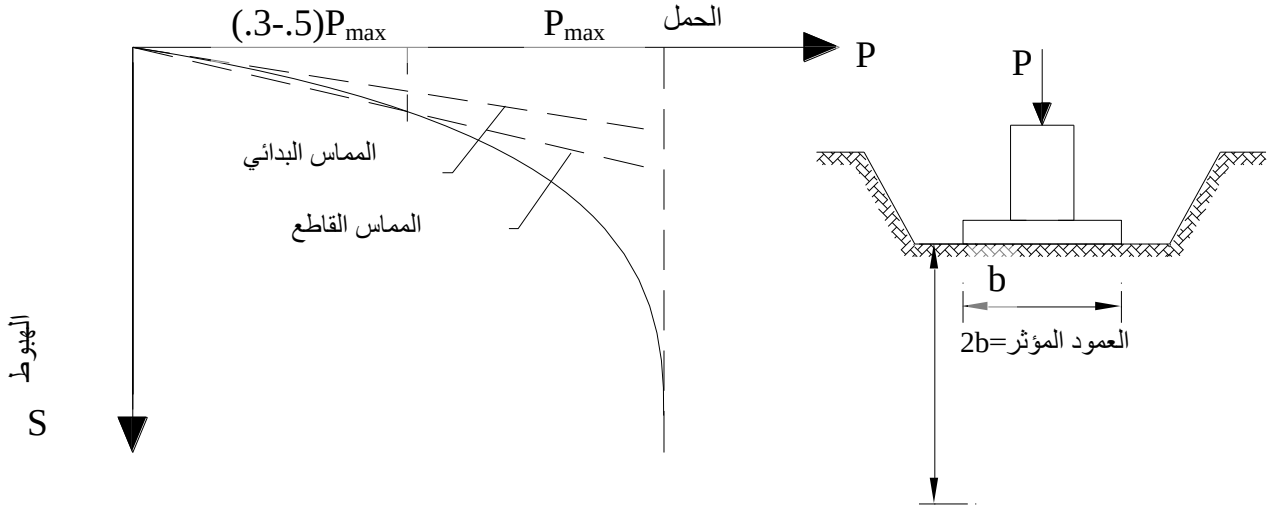
الشكل (6–5): علاقة الإجهاد – نسبة الفراغات من اختبار الايدومتر لحساب دليل الانضغاط (c_c) و دليل إعادة الانضغاط (c_r).

6–4/2 تعيين معامل المرونة من التجارب الحقلية

نستعمل التجارب الحقلية لتقدير معامل مرونة التربة. وعند استعمال التجارب الحقلية لتقدير قيمة معامل المرونة، يجب تنفيذ عدد كاف من السبور بأعماق مناسبة بالموقع. و فيما يلي بعض التجارب الحقلية التي تستعمل لتقدير معامل المرونة:

6-4/2/1 تجربة صفيحة التحميل

يمكن إيجاد معامل المرونة من العلاقة بين الحمل–الهبوط لهذه التجربة. و يوصى باستعمال المماس الابتدائي أو القاطع، كما هو مبين بالشكل رقم (6-6). و يجب التنويه إلى أن معامل المرونة الناتج من هذه التجربة يمثل التربة إلى عمق يساوي تقريباً ضعف عرض الصفحة المستعملة، كذلك فإن نتائج هذه التجربة لا تعطى تقديراً للهبوط الناتج عن الانضغاطية الكلية (أي طويلة الأمد) في حالة التربة الغضارية، و إنما تعطى تقديراً للهبوط الفوري نظراً لقصر الوقت النسبي الذي تستغرقه هذه التجربة.



الشكل (6-6): اختبار صفيحة التحميل

6-4/2/2 تجربة الاختراق القياسية

يمكن تقدير معامل المرونة (E_s) لحساب الهبوط الكلي التقريبي في حالة التربة غير المتماسكة من العلاقة (6-3) مع عدد الدقات (N) بعد تصحيحها كما يأتي:

$$E_s = (4\text{-}12)\, N_2 \quad \ldots\ldots \quad (6\text{-}3)$$

حيث: N_2 عدد الدقات من اختبار الاختراق القياسي، بعد التصحيح نتيجة المياه الجوفية و الضغط الفعال.

6-4/2/3 تجربة المخروط الاستاتيكي

يمكن تقدير معامل المرونة (E_s) لحساب الهبوط الكلي التقريب من واقع نتائج تجربة المخروط الاستاتيكي باستعمال العلاقات الموضحة بالجدول الآتي:

الجدول (6–2): تقدير معامل الانضغاط (E_s) من تجربة المخروط الاستاتيكي

نوع التربة	معامل الانضغاط
طمي ورمل	$E_s = 1.5\ q_{cone}$
رمل متوسط الكثافة	$= 2\ q_{cone}$
رمل كثيف	$= 3\ q_{cone}$
رمل وبحص	$= 4\ q_{cone}$
غضار	$E_s = (3\text{-}8)\ q_{cone}$

6–4/2/4 تجربة القص بالمروحة

يمكن تقدير معامل الانضغاط (E_U) لحساب الهبوط الفوري للتربة الغضارية بمعرفة قوة التماسك (c_u) بواسطة تجربة القص بالمروحة كما يلي:

غضار ضعيف التماسك $E_U = 50\ (c_u)$

غضار متوسط التماسك إلى متماسك $E_U = 100\ (c_u)$

غضار شديد التماسك $E_U = 150\ (c_u)$

6–4/3 تقدير معامل المرونة من واقع الخبرة العملية

يبين الجدول رقم (6–3) قيماً تقديرية لمعامل المرونة (E_S) و التي يمكن استعمالها في الحسابات الأولية فقط لتقدير الهبوط الكلى التقريبي للأساسات.

6–5 توزع رد فعل التربة أسفل الأساس

في الحالات العادية يمكن أن يكون توزع فعل التربة أسفل الأساس مباشرة، توزيعاً خطياً كما في حالة الأساسات الصلدة، كما سيرد في البند (6–5/1) أو توزعاً مرناً غير خطي، والذي يعبر عنه برد الفعل المرن.

6–5/1 رد فعل التربة أسفل الأساسات الصلدة (ضغط التلامس)

إذا كان الأساس صلداً، حيث قيم $K_r > 2$ ، فإن توزع رد فعل التربة أسفل الأساس يمكن عده توزعاً خطياً، ويمكن أن نميز الحالتين الآتيتين:

الجدول رقم (6–3): بعض القيم التقديرية لمعامل المرونة (E_S)

نوع التربة	الوصف	معامل المرونة E_S	
		ميجا نيوتن / م^2	كغ / سم^2
تربة غضارية	ضعيفة التماسك	2 - 0.5	20 – 5
	متوسطة التماسك	6 – 1.5	60 – 15
	متماسكة	10 – 2.5	100 – 25
	شديدة التماسك	20 - 5	200 – 50
	صلدة	40 - 10	400 – 100
تربة رملية	سائبة	25 - 10	250 – 100
	متوسطة الكثافة	75 – 25	750 – 250
	كثيفة	150 – 75	1500 – 750
	كثيفة جداً	400 – 150	4000 – 1500
تربة بحصية		400 - 100	40000 – 1000
تربة عضوية		2 - 0.5	20 - 5

6-1/1/5 رد فعل التربة على كامل مساحة القاعدة (الأساس الخطي صلد)

إذا كانت محصلة جميع القوى تقع ضمن النواة المركزية للأساس، فيمكن افتراض أن رد فعل التربة أسفل الأساس يتوزع بشكل خطي عند أي مقطع من الأساس، و يمكن حساب قيم إجهادات التلامس عند أي نقطة أسفل الأساس من العلاقة:

$$\sigma = \frac{\sum P}{B.L}\left(1 \pm \frac{6e}{L}\right) \quad \ldots\ldots \quad (4\text{-}6)$$

حيث B عرض القاعدة و L طول الأساس و e لامركزية محصلة الأحمال. و يشترط عند تطبيق العلاقة أن تكون القاعدة مستطيلة، و أن تكون محصلة القوى واقعة على محور الأساس الطولي. و في حالة القواعد غير المستطيلة، يتم حساب الاجهادات تحتها باستعمال العلاقة العامة الآتية:

$$\sigma = \frac{\sum P}{A} \pm \frac{M_x * I_y - M_y * I_{xy}}{I_x * I_y - I_{xy}^{\ 2}} * y \pm \frac{M_y * I_x - M_x * I_{xy}}{I_x * I_y - I_{xy}^{\ 2}} * x \quad \ldots\ldots \quad (5\text{-}6)$$

حيث: P محصلة القوى الشاقولية؛

M_x محصلة العزوم المطبقة حول المحور x المار بمركز ثقل القاعدة؛

M_y محصلة العزوم المطبقة حول المحور y المار بمركز ثقل القاعدة؛

I_x عزم العطالة حول المحور x المار بمركز ثقل القاعدة؛

I_y عزم العطالة حول المحور y المار بمركز ثقل القاعدة؛

$I_{x,y}$ عزم العطالة القطبي حول المحورين x و y المارين بمركز ثقل القاعدة.

2/1/5-6 رد فعل التربة على جزء من القاعدة لأساس خطي صلد

عندما تتجاوز قيمة لامركزية الأحمال سدس بعد الأساس (L/6) فإن ضغط التلامس بين التربة و الأساس يفترض بشكل مثلثي، و بحيث يحقق التوازن كما في الشكل (6-7).

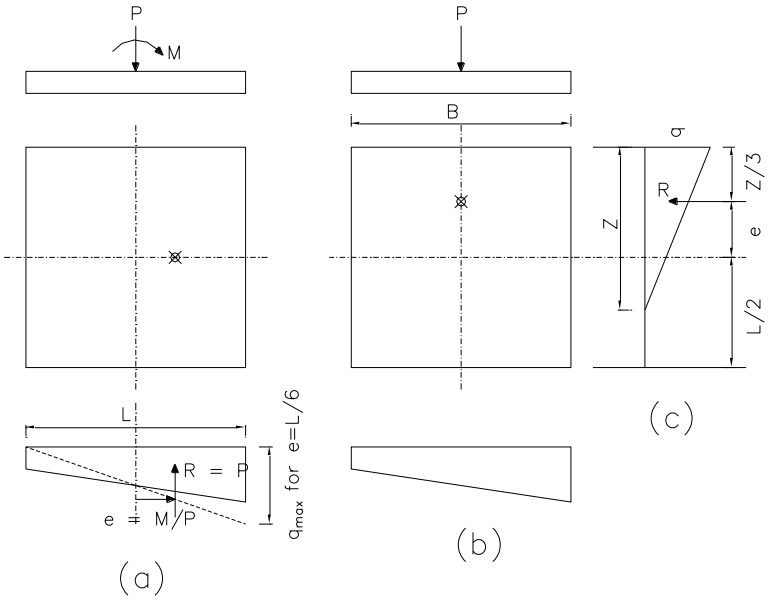
و لتحقيق التوازن يجب أن تتطابق محصلة ضغط التلامس مع لا مركزية مجموع الأحمال الخارجية، وهذا يعني تحقيق الشرطين الآتيين:

$$Z = 3(L/2 - e)$$

$$\sum P = \left(\sum \sigma \times B \times Z\right)/2 \qquad (6-6) \quad .....$$

$$\sigma = \frac{2\sum P}{3B(L/2-e)}$$

إن المعادلة(6-6) تفترض عدم وجود إجهاد شد بين الأساس و التربة.



الشكل (6-7): يبين اللامركزية نتيجة الأحمال

2/5-6 تقييم صلادة الأساس من خلال حساب معامل الصلادة (K_r):

يعتمد توزع ضغط التلامس على خواص التربة و الأساس و قساوة المنشأة العلوية. و لمعرفة طبيعة توزع ضغط التلامس أسفل الأساسات الشريطية، يجب حساب القساوة النسبية للمنشأة، و ذلك بإجراء مقارنة بين قساوة الأساس و العناصر الإطارية للمنشأة و جدران القص، و قساوة التربة وفقاً للعلاقة:

$$K_r = E.I_B / E_s.B^3 \qquad (7-6) \quad .....$$

حيث: $E.I_B$ تمثل قساوة الجزء العلوي من المنشأة و التي تعطى بالعلاقة:

$$E.I_B = E.I_F + \sum E.I_b + (\sum E \cdot t \cdot h^3)/12 \qquad (8-6) \quad .....$$

وحيث: $E.I_F$: قساوة الأساس لواحدة العرض؛

$\sum E.I_b$: مجموع قساوات الجوائز في واحدة العرض؛

$\sum E.t.h^3$: مجموع قساوات جدران القص؛

t: سمك جدار القص؛

h: طول جدار القص في المسقط الأفقي؛

E_s: معامل مرونة التربة؛

B: عرض الأساس.

و تحسب القيمة K_r بطريقة توزع ضغط التلامس أسفل الأساس كما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول(6-4): يبين شكل توزع ضغط التلامس حسب قيم K_r

نوع الأساس	شكل توزع ضغط التلامس	K_r
صلد	خطي ويحدد بالطريقة الستاتيكية	≥ 0.5
لين	توزع مرن ويعين باستعمال طريقة معامل رد فعل التربة المرن	< 0.5

6-5/3 شروط التباعدات بين الأعمدة و الجدران في الأساسات الشريطية (الخطية) الصلدة

من أجل تصميم الأساسات الشريطية المحملة بأحمال من أعمدة (وجدران) متقاربة بافتراضها أساسات صلدة، يجب تحقق الشرطين الآتيين:

أ – النسبة بين المجازين المتجاورين لا تزيد على 1.25.

ب– يجب أن يقل كل من هذه التباعدات (L) أيضاً عن $L < 1.75 / \lambda$ حيث قيمة λ معطاة بالعلاقة:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K_S * b}{4 Ec I}} \quad \ldots\ldots \quad (9-6)$$

حيث: K_S = معامل رد فعل التربة تحت الأساس؛

b = عرض الأساس الخطي؛

E_C = معامل المرونة لخرسانة الأساس؛

I = عزم عطالة المقطع العرضي للأساس، ذي العرض b.

و في حال عدم تحقيق ما ورد أعلاه يتم تصميم الأساس بافتراضه أساساً لیناً.

6-5/4 شروط التباعدات بين الأعمدة و الجدران في الحصائر الصلدة

أ – عندما تكون الحصيرة حاملة لأعمدة (وجدران) ذات مجازات متقاربة (لا يزيد الفرق بين المجازات المتجاورة على 25%) و ذات أحمال متقاربة أيضاً (بحدود 25% أيضاً)، يمكن افتراض أن الحصيرة صلدة، إذا كان تباعد الأعمدة L في أحد الاتجاهين محقق للعلاقة: $L < 1.75 / \lambda$، حيثُ يحسب العامل المميز λ من العلاقة (6-9) السابقة ذاتها، و حيث تصبح:

b = عرض الشريحة من الحصيرة، و يساوي إلى التباعد بين الأعمدة في الاتجاه المتعامد؛

I = عزم عطالة المقطع العرضي للحصيرة، ذي العرض b (و يؤخذ تأثير الجوائز و التسميكات في حال وجودها).

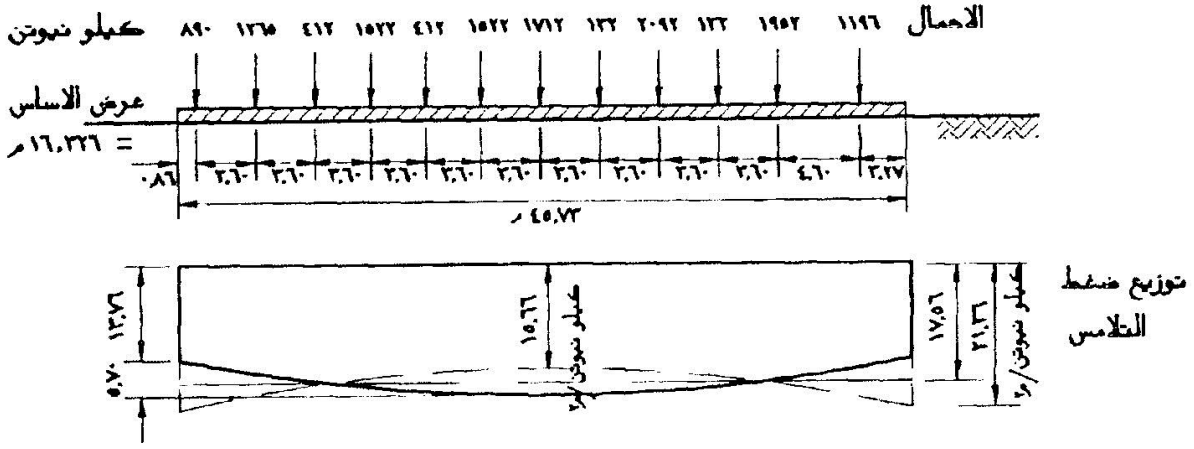
ب- عندما تكون تباعدات الأعمدة (و الجدران) أو أحمالها غير متقاربة، وفق الفرضية المذكورة أعلاه، فيمكن تطبيق العلاقة السابقة مع أخذ احتياطٍ كافٍ في قيمة L، بحيث لا تزيد على نسبة معينة من القيمة المذكورة، حسب الاختلاف في تباعدات و أحمال الأعمدة.

6-6 إيجاد توزع ضغط التلامس بين التربة و الأساس في الأساسات اللينة

1/6-6 مقدمة

يُعد إيجاد توزيع ضغط التلامس بين الأساس و تربة التأسيس من المتطلبات الرئيسية لتحليل و تصميم الأساسات السطحية. فبمعرفة الأحمال الواقعة على الأساس وتوزيع ضغط التلامس أسفله، يمكن تحليل الأساس وحساب القوى و العزوم الداخلية (اللازمة للتصميم) باستعمال قواعد حساب الإنشاءات.

و يتناول هذا البند بعض الطرائق المستعملة لحساب توزيع ضغط التلامس، و التي تشمل شروط التوازن والتوافق في التشوه بين التربة و الأساس. و نظراً للحساسية الكبيرة في حساب عزوم الانحناء لبعض الحالات نتيجة للتغيير البسيط في توزيع ضغط التلامس، فإنه يوصى باختيار توزيع ضغط التلامس الذي يمثل التصرف الفعلي للمنشأة قدر الإمكان، و الذي يؤدي إلى أبعاد اقتصادية للأساس. و تُعد الطرائق التالية لحساب توزيع ضغط التلامس تقريبية إلى حد ما، ولكنها كافية لتصميم الأنواع المختلفة من الأساسات الضحلة. و يوصى باستشارة خبير في هذا المجال وذلك للحالات الخاصة أو المشكوك فيها. و يبين الشكل رقم (6-8) الاحتمالات الممكنة لتوزع ضغط التلامس تحت الأساس، و ينتج عن هذه التوزعات المختلفة للاجهادات مخططات عزوم مختلفة.

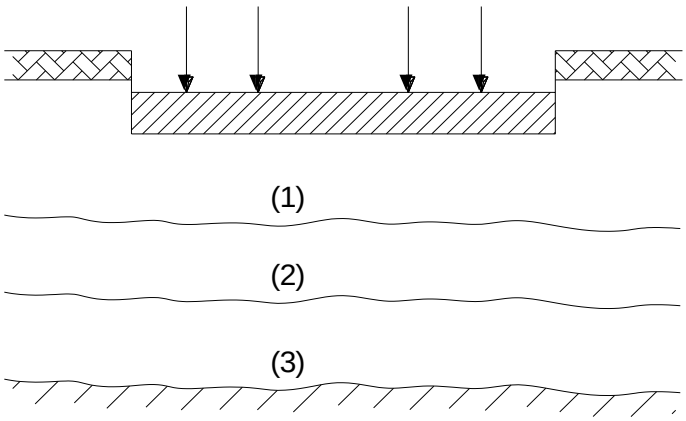


الشكل (6-8): الاحتمالات المختلفة لتوزع الإجهادات على التربة تحت أساس مشترك لمجموعة أعمدة

2/6-6 حدود التطبيق

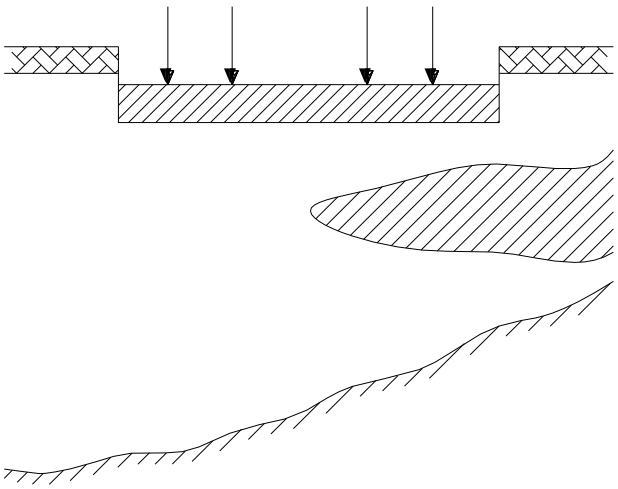
ُتستعمل الطرائق الآتية لحساب توزيع ضغط التلامس أسفل الأساسات الضحلة المرتكزة على تربة متماسكة أو غير متماسكة. و هذه الأساسات تكون عموماً معرضة لأحمال ناظمية مثل حالات المباني السكنية و التجارية و الصناعية و الصوامع و الخزانات.

و تستعمل هذه الطرائق المقترحة إذا كانت تربة التأسيس مكونة من طبقة (أو طبقات) أفقية و ذات خواص منتظمة من ناحية التغير في الشكل كما هو مبين بالشكل (6–9 أ):



الشكل (6–9 أ): تربة التأسيس مكونة من أكثر من طبقة أفقية و ذات خواص منتظمة

أما في حالة التربة غير متجانسة الخواص، فإنه يجب الأخذ في الحسبان التصرف غير المنتظم لهذه التربة في الاتجاهين الرأسي و الأفقي (الشكل 6–9 ب):



الشكل (6–9 ب): تربة تأسيس مكونة من طبقات غير متجانسة

كما يجب أن تتوفر معلومات كافية عن الأساس وعن التربة أسفل منسوب التأسيس، بحيث يجب أن تُعين أبعاد الأساس و الأحمال الواقعة عليه. كما يجب دراسة خصائص تربة التأسيس و أهم العوامل التي تؤثر في توزع ضغط التلامس و معامل مرونة التربة E_S الذي يعبر عن العلاقة بين الإجهاد و التشوه. و يبين

الجدول رقم (6–3) بعض القيم التقديرية لمعامل مرونة التربة حسب نوع التربة.

6–6/3 طرائق إيجاد توزع ضغط التلامس

تعين الخواص الانضغاطية للتربة في العموم طريقة حساب توزيع ضغط التلامس و تتمثل الصعوبة عادة في عدم التأكد من المعاملات التي تحدد الخواص الانضغاطية لتربة التأسيس، حيث أن تربة التأسيس في العموم مادة غير مرنة و غير متجانسة الخواص في جميع الاتجاهات. و حيث أن استكشاف هذه الخواص لكل كتلة تربة التأسيس التي تؤثر بتوزع ضغط التلامس يُعد مكلف جداً، فإنهُ يكتفى عادة بدراسة خواص بعض العينات من كتلة تربة التأسيس.

و فيما يلي بعض طرائق إيجاد توزيع ضغط التلامس، و بعد إيجادها يمكن إيجاد القوى الداخلية اللازمة للتصميم، باستعمال القواعد الخاصة بحساب الإنشاءات و مقاومة المواد.

6–6/3/1 الطرائق المتطورة

ُتعامل المنشأة والأساس و تربة التأسيس في هذه الطرائق كأنها وحدة واحدة بافتراضها كحالة إنشائية ثلاثية المحاور. و يمكن حل مثل هذه الحالات باستعمال برامج للحاسب الآلي المعتمدة على قواعد التحليل العددي للهندسة الإنشائية. و عند استعمال هذه الطرائق يجب محاولة الأخذ في الحسبان العوامل التي تؤثر على تغير الشكل للمنشأة و تربة التأسيس و هي كما يلي:

أولاً: العوامل المؤثرة على تغير الشكل للمنشأة العلوية للأساس:

1 – التغير في القساوة لعناصر المنشأة تبعاً لأبعادها و تسليحها.

2 – العلاقة غير الخطية الحقيقية بين الإجهاد و تشوه الخرسانة.

3 – القوى الناظمية وقوى القص المؤثرة على المقطع.

4 – الانكماش و الزحف في الخرسانة.

5 – قساوات جدران البلوك.

6 – مراحل التنفيذ المختلفة.

ثانياً: العوامل المؤثرة على تغير الشكل لتربة التأسيس:

1 – العلاقة غير الخطية بين الإجهاد و التشوه لعناصر التربة.

2 – عدم إمكانية تحمل التربة للإجهادات الشادة.

3 – عدم تجانس خواص التربة في الاتجاهات الثلاثة.

4 – التغير في الشكل نتيجة لانضغاطية تربة التأسيس.

5 – التغير في طبقات التربة في الاتجاهات الرأسية و الأفقية.

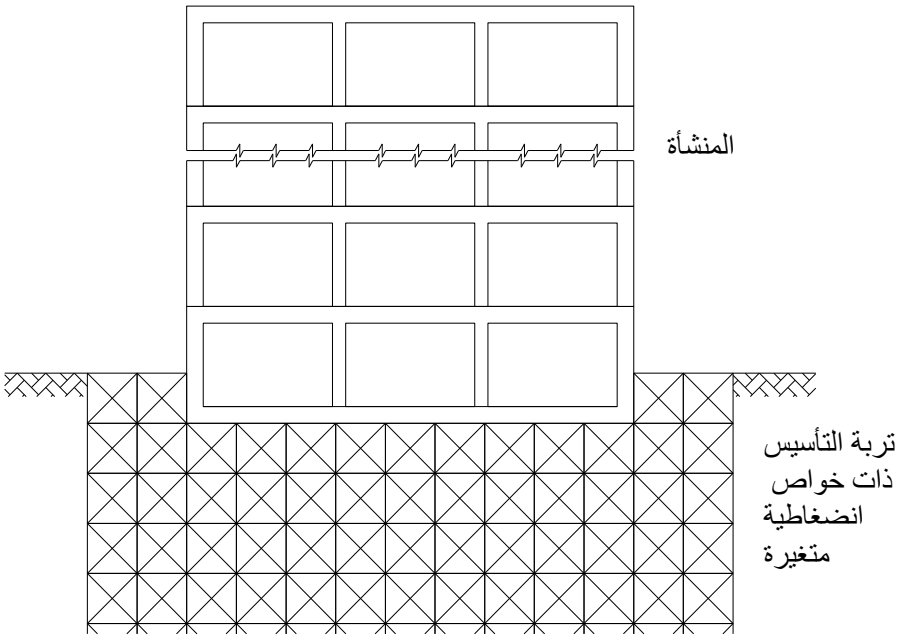
و تقسم عموماً تربة التأسيس المتصلة إلى عناصر محدده كما هو مبين بالشكل رقم (6–10).

كما يمكن كذلك أن تمثل تربة التأسيس المتصلة على شكل أضلاع مترابطة في الاتجاهات الثلاثة مع الأخذ في الحسبان أن مقاومة التربة لإجهادات الشد مساوية للصفر.

و هذه الطرائق المتطورة، في العموم، محدود استعمالها في الحالات العملية نظراً لصعوبتها، و لكثرة أبحاث التربة المطلوب توافرها، و يمكن استعمالها فقط في المنشآت الهامة. و يمكن إجراء بعض التبسيط على هذه الطريقة كما يلي:

أ – افتراض أن المنشأة فوق الأرض و الأساس و التربة وحدة واحدة، و لكن مع عمل تبسيط في خصائص التغير في الشكل وذلك بفرض أن العلاقة بين الإجهاد و التشوه خطية لكل من مواد الإنشاء و تربة التأسيس.

ب– حل المنشأة على حده، ثم نقل الأحمال الناتجة منها إلى الأساس. و تحسب الأساسات بعد ذلك على أنها مرتكزة على تربة التأسيس. و هذا باستعمال الطريقة المتطورة المذكورة سابقاً، أو بعد عمل تبسيط لخصائص التغير في شكل التربة، كافتراض أن العلاقة خطية بين الإجهاد و الانفعال.



الشكل (6–10): نموذج تحليلي معقد للمنشأة و لتربة التأسيس

6–6/3/2 طريقة معامل المرونة

تُعد هذه الطريقة حالة خاصة من الطرائق المتطورة المذكورة سابقاً، و ذلك بعد عمل تبسيط في علاقات التغير في الشكل لتربة التأسيس. و لحساب ضغط التلامس يمكن أن تعامل المنشأة و الأساس كوحدة واحدة، أو تعامل الأساسات (بعد تعيين الأحمال الناتجة من المنشأة) على أنها ترتكز على طبقة انضغاطية، و يُعد الحل الأخير هو الأبسط و الأكثر استعمالاً، ضمن الافتراضات الآتية:

أ – تفترض تربة التأسيس أنها مادة مرنة ذات معاملات متساوية في جميع الاتجاهات.

و هذه المعاملات هي معامل المرونة (E_S) و نسبة بواسون (ν). و يمكن للتبسيط افتراض أن نسبة بواسون مساوية الصفر.

ب– تحسب الإجهادات و التشوهات لكتلة التربة نتيجة لأحمال الأساس بافتراض كتلة التربة ذات حيز نصف لانهائي مرن متشابه في الخواص في جميع الاتجاهات.

ت– يفترض أن سطح التلامس بين تربة التأسيس و الأساس أفقياً.

ث– في حالة المباني الصناعية و المباني السكنية، حيث تكون القوى الأفقية الخارجية صغيرة عامة بالنسبة للأحمال الرأسية، فإنه عادة تهمل إجهادات القص التي بين الأساس و تربة التأسيس. و هذا يعني أن الأحمال الرأسية، و ضغوط التلامس الناظمية، و التغيرات الناظمية في الشكل للأساس و تربة التأسيس، هي ذات الأهمية.

تعيين معامل المرونة

يمكن تعيين معامل المرونة (E_S) عن طريق تجارب مخبرية أو حقلية، أو عن طريق الخبرة لأنواع متشابهة من التربة، وذلك كما هو مبين في البند (6–1/5).

6–3/3/6 طريقة معامل رد فعل التربة

أ – تمهيد

يمكن افتراض أن هذه الطريقة حالة خاصة من طريقة معامل المرونة عندما يكون سمك الطبقة المعرضة للانضغاط صغيراً بالمقارنة بأبعاد الأساس (العرض أو الطول). في هذه الحالة يفترض عدم حدوث هبوط بالتربة خارج حدود الأساس، و يمكن تمثيل هذا الهبوط بهبوط نابض حر كما هو مبين في الشكل رقم (6–11).

عند حساب ضغط التلامس، تعامل المنشأة و الأساس استاتيكياً كوحدة واحدة، أو تعامل الأساسات فقط على أنها مرتكزة على مجموعة من النوابض الحرة (بعد معرفة الأحمال المؤثرة عليها من المنشأة)، و في هذه الحالة تكون الحسابات أكثر سهولة.

ب– الافتراضات

تتصرف تربة التأسيس كأنها نابض مرن وفقاً لنظرية فنكلر "Winkler" و التي تفترض وجود علاقة خطية بين ضغط التلامس والهبوط كما هو موضح بالشكل رقم (6–10):

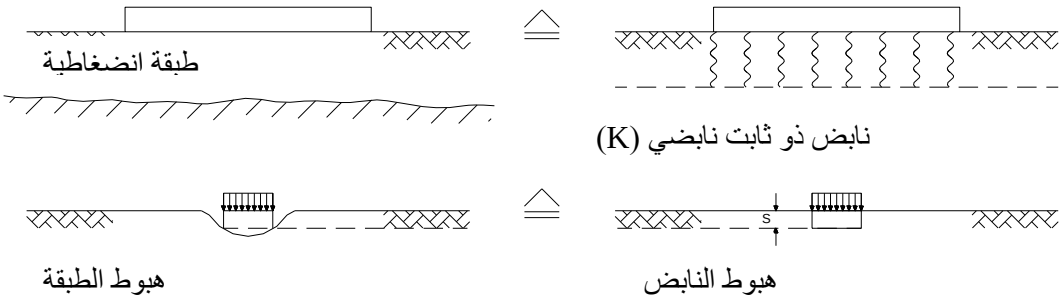
$$S = P/K \quad \ldots\ldots \quad (6–9)$$

حيث:

S: الهبوط (متر أو سنتيمتر في حالة الواحدات المترية).

P: ضغط التلامس (كيلو نيوتن/متر^2 أو كيلوغرام/سم^2).

K: معامل رد فعل تربة التأسيس (ثابت النابض) (كيلو نيوتن/متر^3 أو كيلوغرام/سم^3).

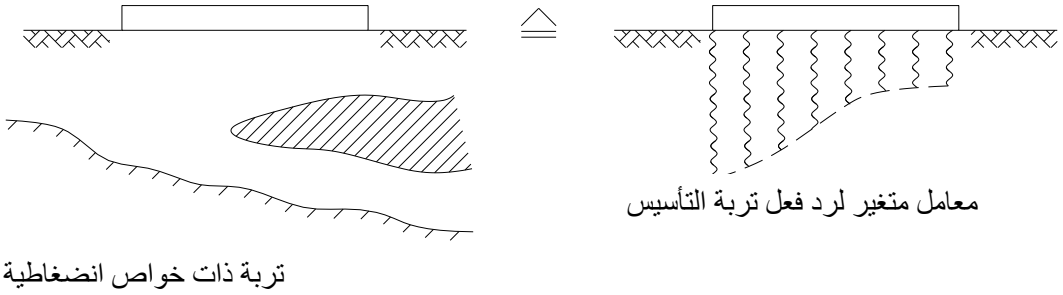


الشكل (6−11): مقارنة بين هبوط طبقة انضغاطية ذات عمق صغير و هبوط النابض

و هذا يعني أن خواص التغير في الشكل للتربة يعبر عنها فقط بالمعامل (K).

من الافتراض السابق، فإن ضغط التلامس عند أي نقطة في الأساس، يتناسب مع الهبوط في تربة التأسيس عند هذه النقطة و في اتجاه ضغوط التلامس. و يجب ملاحظة أنه من خلال هذا الفرض البسيط، فإن هذه الطريقة تستعمل كثيراً ليس فقط لحساب ضغوط التلامس لأساسات الحصيرة، بل أنها تستعمل لحساب ضغوط التلامس لبعض المنشآت الأخرى مثل الأوتاد المعرضة لأحمال أفقية.

في حالة اختلاف الخواص الانضغاطية للتربة تحت الأساس، فيمكن حساب الهبوط باستعمال معامل متغير لرد فعل تربة التأسيس (تحت مساحة الأساس)، كما هو موضح بالشكل رقم (6-12).



الشكل (6−12): حساب الهبوط باستعمال معامل متغير لرد فعل تربة التأسيس

ت− تعيين قيمة معامل رد الفعل لتربة التأسيس

يجب ملاحظة أن معامل رد فعل تربة التأسيس لا يعتمد فقط على الخواص الانضغاطية للتربة، بل يعتمد على أبعاد الأساس. وتعين الخواص الانضغاطية لتربة التأسيس من الاختبارات المخبرية و التجارب الحقلية، أو من الخبر ة العملية لأنواع مشابهة لتربة التأسيس.

يمكن تعيين معامل رد فعل تربة التأسيس عند معرفة الهبوط و أبعاد الأساس كما يأتي:

ت−1− تربة غير منتظمة الخواص

في هذه الحالة (الشكل رقم 6−13) يحسب الهبوط لحالة حمل متوسط موزع بانتظام على الأساس مساوياً (P). ثم يحسب معامل رد الفعل المتغير لتربة التأسيس من العلاقة الآتية:

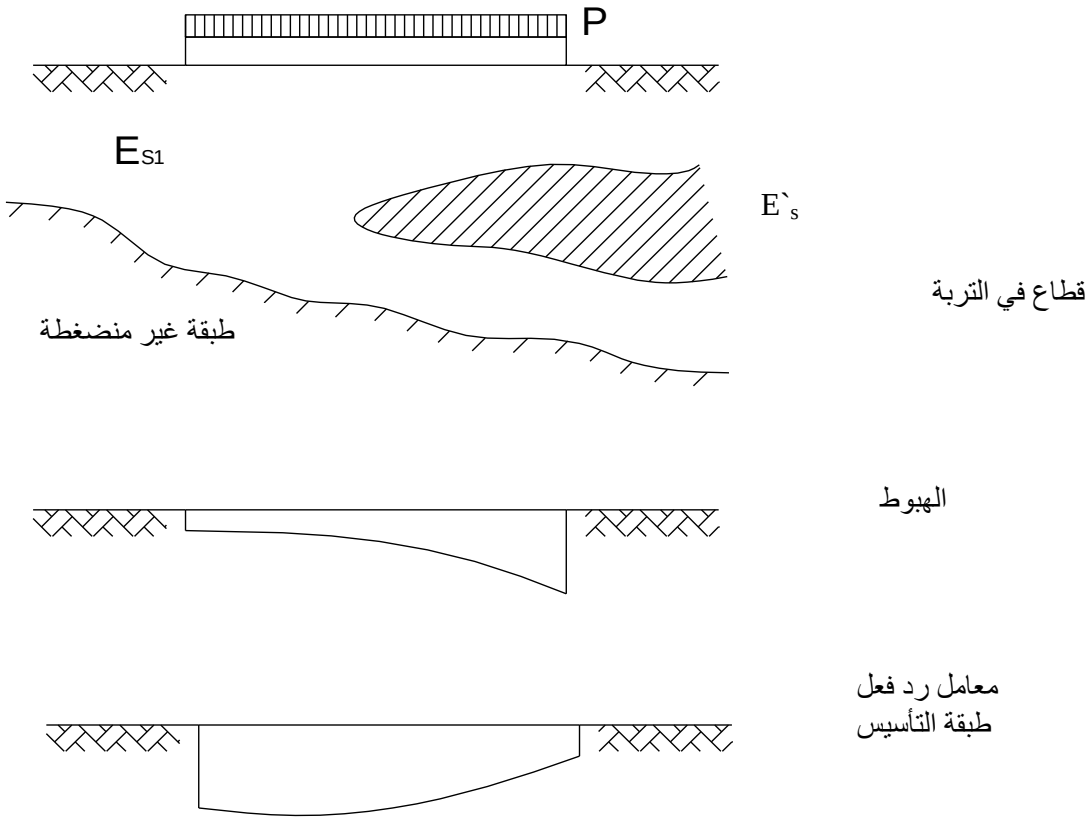
$$K = P/S \quad ..... \quad (10-6)$$

حيث:

K: معامل رد الفعل لتربة التأسيس (كيلو نيوتن/م^3 أو كيلوغرام/سم^3 في حالة الواحدات المترية).

S: الهبوط المحسوب (متر أو سنتيمتر في حالة الواحدات المترية).

P: حمل موزع بانتظام على الأساس (كيلو نيوتن/م^2 أو كغ/سم^2).



الشكل (6-13): معامل رد فعل طبقة التأسيس لتربة غير منتظمة الخواص

– تربة منتظمة الخواص

في هذه الحالة (الشكل رقم 6-14)، يُحسب رد فعل تربة التأسيس من واقع حساب الهبوط للنقطة المميزة للأساس، كما يلي:

$$S = (P.B/E_S) \cdot I \quad \ldots\ldots \quad (11-6)$$

$$K = P/S = E_S/B.I \quad \ldots\ldots \quad (12-6)$$

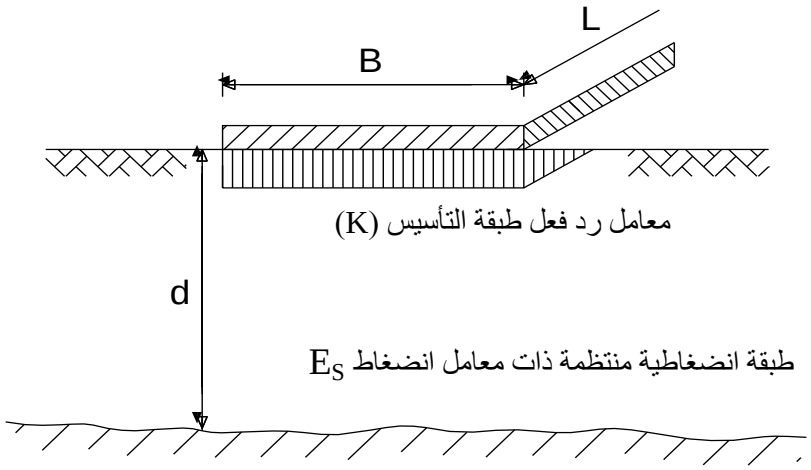
حيث: B: أصغر مقاس للأساس (متر).

E_S: معامل المرونة للطبقة المعرضة للانضغاط (كيلو نيوتن/متر^2).

I: معامل تأثير يتوقف على النسبتين (d/B, L/B) أنظر جدول ()

L: أكبر مقاس للأساس (متر)

d: سمك طبقة التأسيس المعرضة للانضغاط (متر)



الشكل (6-14): معامل رد فعل تربة التأسيس لتربة منتظمة الخواص

الباب السابع

7 تصنيف الأساسات و حالات استعمالها و اشتراطاتها

7-1 عام

تعرف الأساسات بأنها العنصر الإنشائي الذي يقوم بنقل الأحمال المطبقة عليه (في كافة حالات التحميل المحتملة) إلى تربة التأسيس محققاً متطلبات الاستقرار و المقاومة والهبوط المسموح به و الاختيار الاقتصادي الملائم.

و تصنف الأساسات عادة وفق عدة معايير، أهمها:

7-1/1 المعيار الأول: عمق التأسيس

و تصنف الأساسات وفق هذا المعيار إلى:

- أساسات سطحية أو ضحلة (منفردة، مشتركة، شريطية أو خطية، حصائر، .....، الخ).
- أساسات عميقة (آبار اسكندرانية ، أوتاد ..... الخ).

7-1/2 المعيار الثاني: السلوك المتوقع للأساس تبعاً لدرجة صلادته، التي تتعلق بخصائص الأساس و تربة تأسيسه

و تصنف الأساسات وفق هذا المعيار إلى:

- أساسات صلدة: يكون رد فعل التربة تحتها منتظماً أو متغيراً بشكل خطي.
- أساسات لينة (على وسط مرن): يكون رد فعل التربة تحتها متغيراً بصورة غير خطية.

يؤثر هذا المعيار في طبيعة توزع الاجهادات على التربة تحت نعل الأساس، فمن أجل معرفة توزع الاجهادات القريب من الواقع، على التربة تحت نعل الأساس، يتوجب مناقشة العوامل المؤثرة و أهمها:

- طبيعية تربة التأسيس.
- صلادة الأساس.

و لإيجاد معيار حسابي لتعيين صنف الأساس إن كان صلداً أو ليناً، لا بد من تعريف معامل رد فعل التربة، و الذي يمثل شدة الضغط المطبق على التربة، مقسوماً على هبوط التربة.

$$K_s(kg/cm^3) = \frac{P\ (kg/cm^2)}{\Delta\ (cm)} \quad \ldots\ldots (1-7)$$

لقد جرى تقييم صلادة الأساس من خلال حساب عامل الصلادة K_r في البند 6-2/5، و سيتم مناقشة تقييم صلادة الأساس في البند (7-4/1/3) بطريقة عملية تقريبية مبسطة.

2-7 مراحل اختيار الأساسات

يتم اختيار نوع الأساس الملائم و أبعاده الهندسية تبعاً للجملة الإنشائية العلوية المعتمدة، و طبيعة الأحمال و شداتها و التباعد بين محاور الأعمدة و كذلك طبيعة تربة التأسيس و تطبقها الجيولوجي و متانتها و أعماقها ومنسوب المياه الجوفية و العمق المناسب للتأسيس.

يقوم المهندس المصمم بعد دراسة التقرير الجيو تكنيكي لأرض المشروع و الحل المعماري المعتمد للمشروع بإتباع الخطوات الآتية في اختيار الأساسات الملائمة.

1/2-7 حساب الأحمال المحتمل تطبيقها على الأساسات

و يميز في هذا المجال بين حالتين من الأحمال:

الحالة الأولى: الأحمال الكلية بما فيها أوزان الأساسات للتحقق من طاقة تحمل تربة التأسيس، أو التصميم وفق ذلك؛

الحالة الثانية: الأحمال الصافية على الأساسات لحساب الهبوط المتوقع لهذا الأساس.

2/2-7 إنجاز مقاطع التوضع الجيولوجي لطبقات التأسيس

و يجب ألا يقل عدد السبور عن ثلاثة، و أن لا تكون على خط مستقيم واحد، ويوضح على هذه المقاطع شكل تطبق تربة التأسيس و تصنيفها و سماكاتها، باستثناء الحالات التي يحتوي المشروع الواحد على مجموعة من الأبنية المتجاورة بحيث يمكننا الاستئناس بالسبور المجاورة و ربطها مع بعضها، حيث يعود في هذه الحالة تقدير عدد السبور لمهندس الجيوتكنيك.

3/2-7 تعيين المناسيب المختلفة للمياه الجوفية لتربة التأسيس

و يجب ان يتم ذلك لجميع فصول العام، و خلال كامل العمر الاستثماري للمنشأة.

4/2-7 تعيين الأعماق الدنيا للتأسيس

تؤخذ العوامل الآتية بالحسبان عند تعيين الأعماق الدنيا للتأسيس:

أ - عدم تأسيس البناء على تربة عضوية أو ردميات عشوائية أو على أساسات قديمة مهجورة .... الخ.

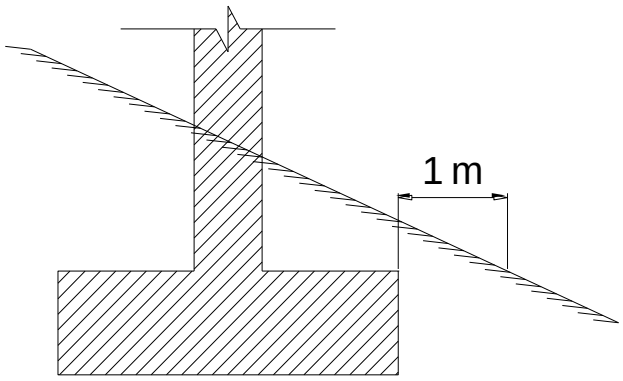
ب- إزالة التربة العضوية أو التربة ذات المقاومة غير الكافية تحت الأساسات واستبدالها بكتل مناسبة ومحسوبة من الخرسانة العادية أو الخرسانة المغموسة. و في حالات خاصة جداً، و للمنشآت ذات الدرجة الثانية من الأهمية (كالمنشآت المؤقتة و المنشآت التي لا تتعدى ثلاثة طوابق) فيمكن السماح بالتأسيس على ردميات أصولية مرصوصة ذات كثافة عليا ومقاومة كافية و سماكات مناسبة إذا كان تنفيذ هذه الردميات مضموناً بالتجارب و الاختبارات التي تضمن سلامة و تجانس هذه الردميات، و عدم هبوطها مستقبلاً (مثل حالة استعمال بقايا المقالع في الردم) و خلافاً لذلك يفضل عدم التأسيس على الردميات.

ت- يختار عمق التأسيس بحيث يكون أكبر من العمق الذي يمكن أن تتجمد به التربة، وفي الحالات العادية يجب ألا يقل عمق منسوب التأسيس عن 1.5 m تحت منسوب الرصيف المجاور. أمَّا في التربة الصخرية، فيمكن أن يكون عمق التأسيس أقل من ذلك، ويحدد من قبل المهندس المصمم.

ث- يجب أن لا يقل اختراق الأساس للتربة الطبيعية الأصلية (الأرض الحرة) عن 0.6m للتربة العادية و عن 0.3m للتربة الصخرية.

7-2/5 التأسيس على منحدر

في حال تأسيس المنشأة على منحدر، يتوجب ألاَّ تقل المسافة الأفقية بين طرف الأساس و حدود التربة الطبيعية عن 1 m لمنع تعري الأساس من التربة مع الزمن، كما هو مبين في (الشكل 7-1).



الشكل (7 – 1): أساس على منحدر

7-2/6 الفرق بين منسوبي تأسيس أساسين متجاورين

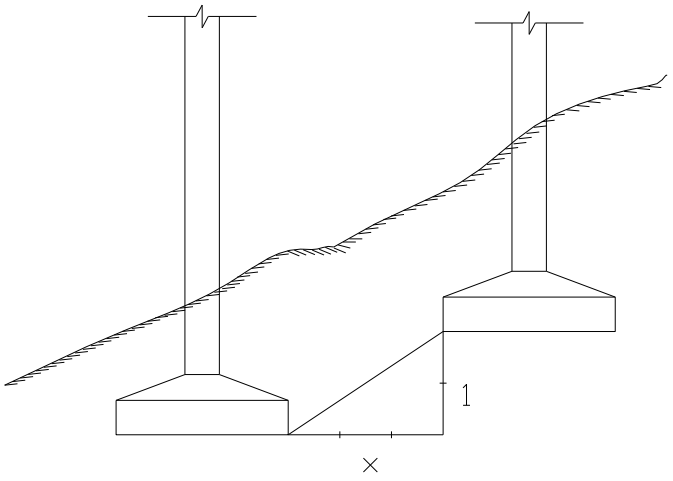
يتوجب ألاَّ يزيد فرق المنسوب بين أساسين متجاورين عن الحد المحدد في الشكل (7-2) لتجنب حدوث أي اضطراب في المنطقة المجهدة الفعَّالة تحت أي من الأساسين المتجاورين.

7-2/7 تعيين طاقة تحمل تربة التأسيس

تعين طاقة تحمل تربة التأسيس تحت نعل الأساس من شرط المقاومة ومن شرط الهبوط المسموح، وتعتمد القيمة الدنيا للاجهادات المسموح بها للتربة بينها في التصميم أو التحقيق.

7-2/8 تعيين أبعاد الأساسات

تعين أبعاد الأساسات (الطول والعرض) باعتماد الأحمال الشاقولية الكلية، و تقسيمها على قيمة الإجهاد المسموح به المعتمد.



الشكل (7– 2): العلاقة بين فرق منسوب التأسيس و المسافة الأفقية بين الأساسين المتجاورين.

أمثلة : $x = 0$ في حالة الصخر الأصم؛

$x = 1$ في حالة الكونجلوميرا المتماسكة؛

$x = 1.5$ في حالة التربة الرملية؛

$x = 2$ في حالة التربة الغضارية.

إذا كان هناك مياه جوفية أو تجمع مياه سطحية فيلزم زيادة قيمة x عما ورد أعلاه.

9/2-7 تعيين قيم الاجهادات الفعلية تحت الأساس

تُعين قيم الاجهادات الفعلية تحت الأساس (بصلة الإجهاد) كما هو مبين في الشكل (7-3).

الشكل (7-3): تعيين بصلة الإجهادات تحت الأساسات

10/2-7 حساب الهبوطات المتوقعة

تحسب الهبوطات المتوقعة تحت نعل الأساس وفق طريقة معتمدة، و تقارن مع قيم الهبوطات المسموح بها و يجب ألا تتجاوزها.

يبين الجدول (7-1) قيم الهبوطات الكلية المسموحة، و بين الجدول (7-2) قيم الهبوطات التفاضلية المسموح بها.

الجدول رقم (7-1): أقصى هبوط كلي مسموح به للأساسات السطحية

نوع الأساس	نوع التربة	أقصى هبوط (مم)
أساسات منفصلة	متماسكة (غضارية)	70
	غير متماسكة (رملية)	50
حصيرة	متماسكة	150
	غير متماسكة	100

تم التوصل إلى القيم المذكورة في الجدول السابق من واقع متابعة و رصد الهبوط لأنواع مختلفة من المباني و من الكودات العالمية. و لقد وجد عملياً أن هناك علاقة بين الهبوط الكلي و الهبوط التفاضلي الذي قد يلحق أضراراً بالمنشأة كما ذكر سابقاً. و عموماً فإن عدم تجاوز قيم الهبوط الكلي المذكورة في الجدول السابق من شأنه أن يكون كافياً في المنشآت العادية (تباعدات الأعمدة منتظمة تقريباً بالاتجاهين بتباين لا يتعدى 25% و تباعدات كلية لا تتعدى ستة أمتار)، لأن تتحمل المنشأة الهبوط التفاضلي بدون أضرار في حال وجود شيناجات قوية بالاتجاهين و ذلك في حالة تمركز أحمال الأساس مع مركز ثقله و أن تكون تربة التأسيس متجانسة أسفل الأساس. و يجب التأكد من قدرة المبنى على تحمل قيم الهبوط المتوقعة عند تصميم المنشأة.

3-7 تصنيف الأساسات

1/3-7 تصنيف الأساسات الضحلة (السطحية)

7- 1/1/3 إن الصفة المميزة التي تفصل بين الأساسات الضحلة و الأساسات العميقة هي نسبة عمق منسوب التأسيس إلى عرض الأساس. لا تتعدى هذه النسبة في الأساسات الضحلة القيمة 3 (قيمة اعتبارية يمكن زيادتها أو تنقيصها حسب الظروف).

7-2/1/3 يتم نقل الأفعال جميعها من الأساسات الضحلة لتربة التأسيس تحتها بالتماس المباشر و باجهادات الضغط فقط، أي لا يمكن أن يحصل شد بين الأساس الضحل و التربة. كذلك فلا يوجد قوى احتكاك شاقولية بين الأساس الضحل و التربة المحيطة به.

الجدول رقم (7-2): الهبوط التفاضلي المسموح به للمنشآت و غير المسموح به

الهبوط بدلالة ظل زاوية الدوران *	تصنيف الحالة	الوضعية
1:750	الحد المتوقع عنده وجود مشاكل للآلات الحساسة للهبوط التفاضلي.	مسموح
1:600	الحد المتوقع عنده حدوث تشققات كبيرة في الإطارات من الخرسانة المسلحة غيرالمقررة استاتيكياً بدرجة كبيرة.	مسموح
1:500	الحد المطلوب للمنشآت المراد خلوها من أية تشققات على وجه العموم.	مسموح
1:300	الحد المتوقع عنده حدوث تشققات بالجدران في المباني الهيكلية و صعوبات في المنشآت المحتوية على روافع.	مسموح بتحفظ **
1:250	الحد الذي يمكن عنده ملاحظة ميل المباني العالية بالعين المجردة، و بالتالي يجب عدم الوصول إليه في هذه الحالة.	غير مسموح
1:150	الحد المتوقع عنده حدوث تشققات كبيرة في حوائط المباني الهيكلية، أو الحد المتوقع عنده حدوث شروخ في الحوائط الحاملة من الطوب أو الحجر (نسبة ارتفاع الجدار إلى طوله أقل من 25%)، أو الحد الذي يحدث عنده أضرار في هيكل المنشأة.	غير مسموح

* ظل زاوية الدوران يساوي الهبوط التفاضلي بين عمودين متجاورين مقسوماً على المسافة بين العمودين.

** مسموح بشرط أن لاُ يتوقع حصول أضرار من التشققات، و عدم تأثر وظيفة المنشأة بالهبوطات.

7-3/1/3 تشمل الأساسات الضحلة الأساسات الآتية:

- الأساس الكتلي.
- الأساس المنفرد المركزي (لعمود واحد أو لجدار واحد).
- الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية (الأساس رجل البطة).
- الأساس المشترك لعمودين.
- الأساس الشريطي أو الخطي (مشترك لأكثر من عمودين على خط مستقيم واحد).
- الأساس بشكل حصيرة عامة أو حصيرة جزئية.
- الأساس بشكل حصيرة مفرغة عامة أو جزئية.

7-4/1/3 تكون الأساسات الضحلة صلدة إذا تحقق فيها الآتي:

أ - يكون الأساس الكتلي صلداً دوماً.

ب- يكون الأساس المنفرد المركزي صلداً إذا لم يقل سمكه عن نصف بروزه من طرف العمود.

ت- يكون الأساس المنفرد الطرفي عند خط الملكية صلداً إذا لم يقل سمكه عن نصف بروزه من طرف العمود. و في حال استعمال جائز تقويم، يجب أن لا يقل السمك عن نصف البروز من طرف العمود أو جائز التقويم أيهما الأعرض. أما جائز التقويم ذاته، فيجب أن لا يقل ارتفاعه عن المسافة بين الحافة الخارجية للعمود الطرفي و مركز أساسه، و لا عن ربع المسافة بين مركز الأساس للعمود الطرفي و مركز الأساس للعمود الداخلي المرتبط معه.

ث- لا يقل سمك بلاطة الأساس المشترك لعمودين عن نصف البروز بالاتجاه العرضي، و لا عنُ ثمن المسافة بالضو بين العمودين بالاتجاه الطولي في حالة عدم وجود جائز بارز. و في حالة وجود جائز بارز، فلا يقل ارتفاع الجائز البارز عنُ ربع المسافة بالضو بين العمودين بالاتجاه الطولي.

ج- لا يقل سمك بلاطة الأساس الشريطي (الأساس الخطي أي المشترك لأكثر من عمودين) عن نصف البروز من طرف العمود بالاتجاه العرضي. و لا عنُ ثمن أكبر مسافة بالضو بين عمودين متجاورين بالاتجاه الطولي، في حال عدم وجود جائز بارز بالاتجاه الطولي. أما في حال وجود جائز بارز، فلا يقل ارتفاع هذا الجائز البارز عنُ خمس أكبر مسافة بالضو بين عمودين متجاورين.

ح- لا يقل سمك ظفر بلاطة الأساس الشريطي للجدار بالاتجاهين عن نصف البروز.

خ- لا يقل سمك بلاطة الأساس بشكل حصيرة عامة عنُ ثمن أكبر مسافة بالضو بين عمودين متجاورين في حال عدم وجود جوائز بارزة. أما في حال وجود جوائز بارزة فلا يقل سمك بلاطة الحصيرة عنُ ثمن المسافة بالضو بين الجائزين المتجاورين بالاتجاه القصير للبلاطة باتجاهين. و في هذه الحالة لا يقل ارتفاع الجائز البارز ذاته عنُ خمس أكبر مجاز من مجازاته.

د- لا يقل سمك بلاطة أساس الحصيرة المفرغة عن نصف بروزها من طرف الجائز البارز، كما لا يقل ارتفاع الجائز البارز عنُ خمس أكبر مجاز من مجازاته. و في حال كانت الحصيرة المفرغة دون جوائز بارزة، فلا يقل سمكها عنُ ثمن أكبر مسافة بالضو بين عمودين متجاورين بأي من الاتجاهين.

و في جميع الأحوال، ُتعين السماكة اللازمة بما ُيحقق اجهادات الشد القطرية و المقاومة اللازمة.

7-3/2 تصنيف الأساسات العميقة

7-3/2/1 تصنف الأساسات العميقة لأكثر من صنف، أهمها: الآبار الاسكندرانية و الأوتاد. و تختلف عن الأساسات الضحلة بأن نسبة عمقها إلى عرضها لا تقل عن 3، و تكون عادة من مرتبة 5 في حالة الآبار الاسكندرانية، و من مرتبة 10 و أكثر في حالة الأوتاد.

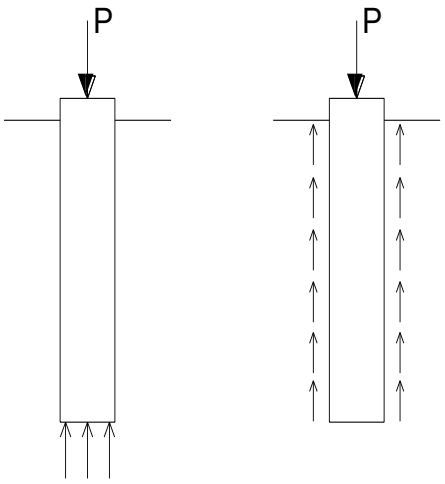
7-3/2/2 تشبه الآبار الاسكندرانية من حيث عملها عمل الأساسات الكتلية، و هي دوماً أساسات صلدة بمعنى أن توزع الاجهادات على تربة التأسيس تحتها يكون خطياً دوماً.

7-3/2/3 يمكن أخذ مقاومة الاحتكاك بين محيط البئر الاسكندراني و التربة بالحسبان إذا تم صب الخرسانة في حفرة البئر ضمن تربة طبيعية، و دون قالب. أما إذا كانت التربة المحيطة ردمية و معرضة للهبوط، فيلزم أخذ قوى احتكاك سلبي على المحيط، نتيجةً لهبوط تربة الردم حول الوتد.

7-3/2/4 أما الأوتاد فتصنف وفقاً لطريقة عملها إلى:

أ – أوتاد احتكاك: وهي أوتاد توزع الأحمال توزيعاً شاقولياً عبر طول جسم الوتد بواسطة الاحتكاك بين التربة وجسم الوتد شكل (7–4 أ). ويتميز هذا النوع من الأوتاد بقيم هبوط ملحوظة مقارنة مع أوتاد الارتكاز.

ب– أوتاد ارتكاز: وهي أوتاد تنقل الأحمال بشكل مباشر إلى مساحة الارتكاز في أسفل الوتد، و التي تكون صخراً أو تربة قاسية شكل (7–4 ب). ويتميز هذا النوع من الأوتاد بصغر قيم هبوط الوتد.



الشكل (7 – 4 أ) الشكل (7– 4 ب)

7-3/2/5 يجب ملاحظة أن جميع الأوتاد تعمل فعلياً كأوتاد احتكاك و أوتاد ارتكاز معاً بنسب متفاوتة، باستثناء حالات اختراق الوتد لتربة ضعيفة جداً للوصول إلى تربة قاسية، فعندها يكون الوتد وتد ارتكاز بشكل كامل، و قد يتطلب الوضع حساب تأثير الاحتكاك السلبي على الوتد.

7-3/2/6 تصنف الأوتاد وفقاً لطريقة تنفيذها إلى:

أ – أوتاد مصبوبة في المكان: و هي أوتاد يتم حفرها و صب الخرسانة فيها لاحقاً.

ب– أوتاد مدقوقة: و هي أوتاد يجري دقها داخل التربة بواسطة مطارق خاصة أو بالاهتزاز و تكون مادة الوتد إما من الخرسانة المسلحة أو خرسانة مسلحة مسبقة الإجهاد و الصنع أو الفولاذ أو الخشب.

ت– أوتاد منفذة بطريقة الحقن بالنفث (jet grouting) و يمكن أن تكون مسلحة بقضبان أو قساطل أو بدون تسليح و بأقطار مختلفة.

ث– أوتاد دقيقة (micro pile). و هي أوتاد تنفذ و تصب و تجهز في الموقع بأقطار تتراوح بين $100–250mm$ و أحمال تشغيل من $100–600kN$ و تكون هذه الأوتاد على الغالب أوتاد احتكاك، باستثناء الحالات التي يتم الوصول فيها إلى تربة صخرية. ويُعد هذا النوع من الأوتاد ملائماً لتدعيم الأبنية القائمة.

و سيتم شرح التفاصيل المتعلقة بالأوتاد من الباب العاشر أدناه.

7-4 حالات استعمال الأساسات و اشتراطاتها

يتم، في كل الحالات، اختيار صنف الأساس المناسب من قبل المهندس المصمم على ضوء توصيات مهندس التربة، و بعد مناقشته حولها، و بما يتوافق مع نوعية و سلوك المنشأة. و فيما يأتي بعض الإرشادات المفيدة التي تعين المهندس المصمم في حسن الاختيار.

7-4/1 استعمال الأساسات الضحلة (السطحية)

7-4/1/1 الأساس الكتلي

أ- يكون الأساس الكتلي من الخرسانة العادية أو المغموسة، و يستعمل في حالات خاصة يقدرها المهندس، منها على سبيل المثال: عندما تكون تربة التأسيس ضعيفة، فيستعمل الأساس الكتلي ليحمل أساساً من الخرسانة المسلحة المصمم لينفذ فوق تربة قوية (صخرية مثلاً).

ب- ينفذ الأساس الكتلي من الخرسانة العادية أو الخرسانة المغموسة، و ذلك في حالات خاصة يقدرها المهندس، و يكون على شكل درج و بحيث يحقق المتطلبات الآتية الواردة في الجدول(7-3).

الجدول 7 – 3

قيمة شدة الإجهاد الفعلي تحت نعل الأساس kgf/cm^2	قيمة النسبة بين البعد الشاقولي للدرجة إلى البعد الأفقي
< 2	شاقولي 2 : 1 أفقي
$2 < q < 4$	1 : 1.5
$q > 4$	1 : 1

يتم التحقق من قيم اجهادات الشد عند وجه العمود (القطاع الحرج) حيث يجب ألاَّ تزيد اجهادات الشد على $0.4\sqrt{f'c}$ ($1.25\sqrt{f'c}$ بالواحدات المترية) .

7-4/1/2 الأساس المنفرد المركزي

أ- يقصد بالأساس المنفرد المركزي، الأساس الذي يحمل عموداً واحداً (أو ما في حكمه مثل العمودين المتجاورين) أو جداراً واحداً في مركزه. يمكن أن يكون الأساس المنفرد المركزي داخلياً، كما يمكن أن يكون طرفياً، بشرط أن لا يكون مجاوراً لخط الملكية. و يُعد في حكم العمود الواحد، الأعمدة المتجاورة القريبة من بعضها، مثل الأعمدة عند فاصل التمدد.

ب- يستعمل الأساس المنفرد المركزي في الحالات الآتية:

- الحمل المطبق على محور العمود (أو الجدار) قليل أو معتدل القيمة.
- لا تشغل مساحات الأساسات المنفردة المركزية في المسقط أكثر من ثلثي مساحة رقعة المبنى (أو ثلاثة أرباع في حالات يُقدرها المهندس).

- لا يوجد تداخل بين الأساسات المتجاورة.
- لا يوجد مياه جوفية في الموقع بمنسوب أعلى من منسوب أسفل الأرضية في المبنى أو المنشأة.
- يمكن أن تكون البروزات بالاتجاهات الأربعة للعمود متساوية، كما يمكن أن تكون البروزات في كل اتجاهين على مستقيم واحد فقط متساوية و تختلف عن البروزات بالاتجاهين الآخرين على المستقيم الآخر المتعامد. أما بالنسبة لأساسات الجدران، فينصح أن لا يتعدى البروز بالاتجاه الطويل للجدار، مقدار نصف البروز بالاتجاه العرضي.

ت– اختيار الأبعاد

يتم اختيار أبعاد الأساسات وفقاً لما ورد في البند (7–10–2–1) من الكود الأساس، أما قواعد الأعمدة، فوفقاً لما ورد في البند (7–10–2–2) من الكود الأساس. إضافة لذلك، يمكن الأخذ بالحسبان الأمور الآتية:

- يتم اختيار الأبعاد في المسقط الأفقي من شرط التوازن الستاتيكي للأحمال الشاقولية و رد فعل التربة المساوي للاجهادات المسموح بها مضروباً بمساحة الأساس.
- يتم اختيار أبعاد الأساس (الطول و العرض و السمك) وفق المتطلبات الآتية:

* يفضل اختيار طول و عرض الأساس بحيث يحققان بروزاً متساوياً في جميع الجهات.
* يجب أن يكون الهبوط الكلي و الهبوط التفاضلي محققين.
* يجب ألاَّ يقل سمك الأساس عن نصف سمك أكبر بروز في الأساس، و أن لا يقل عن 300mm (30cm).
* في حال اختيار أساس متغير الارتفاع فيجب ألاَّ يقل ارتفاع الأساس عند الطرف عن نصف الارتفاع عند وجه العمود ، مع ثبات سمك الأساس حول العمود لمسافة لا تقل عن 50mm (5 cm)، و يُفضل ألا يميل سطح الأساس بمقدار يزيد على 1 شاقولي : 4 أفقي، و ذلك لضمان رص البيتون القريب من السطح.

ث – اختيار التسليح

- يجب الالتزام بما ورد في البندين(7–2/5) و (7–3/5) عند اختيار التسليح.

7–3/1/4 الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية (الأساس رجل البطة)

آ– عام

إن وجود أساس منفرد لعمود (أو لجدار) طرفي مجاور لخط ملكية الأرض، أو عند فاصل تمدد، يعني عدم إمكانية تنفيذ أي جزء من الأساس خارج خط الملكية، و بذلك سيكون الأساس من جهة واحدة من العمود (أو الجدار) و ليس من الجهتين، و سيختل تناظر الأساس بالنسبة للعمود (أو للجدار)، (أي لا يكون العمود أو الجدار في مركز الأساس و إنما على طرفه)، و يسمى الأساس في هذه الحالة "**أساس رجل البطة**" للتشابه معها. تكون الاجهادات تحت الأساس الصلد بشكل مثلث (القيمة العظمى عند خط الملكية)، و لذا لا

يمكن الاستفادة من عرض للأساس يتعدى مرة و نصف عرض العمود أو الجدار بالاتجاه ذاته (تكون الأبعاد مقاسة على خط متعامد مع خط الملكية). و إذا لم تكف أبعاد الأساس المنفرد بشكل رجل البطة لنقل حمل العمود أو الجدار إلى التربة، و لزم تكبير الأبعاد، فهناك عدة حلول بديلة يمكن اعتمادها. على أنه ُ يفضل دوماً، و لتجنب حصول هبوطات غير متساوية تحت الأساس الطرفي، الاعتماد على إحدى هذه الحلول البديلة:

- استعمال جائز تقويم لربط الأساس الطرفي المنفرد (رجل البطة) مع أول أساس مجاور لعمود داخلي.
- نقل العمود الطرفي (في المنطقة تحت الأرض) و استعمال أساس مركزي له، و سند العمود الطرفي على أساس ظفري.
- استعمال أساس مشترك للعمود الطرفي و أول عمود داخلي مجاور.
- استعمال أساس مشترك مع الأعمدة الطرفية المجاورة.

ب- أماكن الاستعمال

- يستعمل الأساس الطرفي المنفرد (رجل البطة) عندما يكون حمل العمود صغيراً أو عندما تكون تربة التأسيس قوية، و ُ ينصح بأن يكون الأساس بشكل شبه منحرف، ضلعه الطويل على خط الملكية. و بما أن الاشتراطات الزلزالية تتطلب ربط الأساسات بشيناجات في الاتجاهين، فيُنصح باستعمال الشيناج (المرتبط مع الأساس رجل البطة) كجائز تقويم، أي تجنب استعمال الأساس رجل البطة المنفرد.
- يستعمل الأساس المشترك مع الأعمدة الطرفية المجاورة عندما يكون الحمل صغيراً أو متوسط القيمة، و تربة التأسيس قوية. و نظراً لضرورة ربط الأساسات بشيناجات عرضية لتحقيق الاشتراطات الزلزالية، فيُنصح هنا أيضاً باستعمال هذه الشيناجات كجوائز تقويم.
- يتم نقل العمود الطرفي تحت الأرض للداخل، و سند العمود الأصلي على أساس ظفري، عندما يكون العمود الطرفي الأصلي عند فاصل تمدد، و الأساس في الجهة الأخرى يمتد لما تحت العمود الطرفي.
- يمكن استعمال أساس مشترك للعمود الطرفي مع عمود داخلي، أو استعمال جائز التقويم (بربط الأساس الطرفي بجائز تقويم مع أساس لعمود داخلي) عندما يكون حمل العمود الطرفي كبيراً، بحيث لا يكفي الأساس الطرفي أو الأساس المشترك مع الأعمدة الطرفية المجاورة لمقاومة أحمال الأعمدة.
- عندما لا ُيمكن إنشاء أساس مشترك (على الأقل بتوزع ضغط منتظم) حيث أن ($x < L/3$)، كأن يكون التباعد كبيراً بين العمودين، مما يمكن أن يعني أن الأساس المستمر سيكون غير اقتصادي بسبب نشوء عزوم انحناء سالبة كبيرة بين الأعمدة، فيمكن استعمال الحل البديل المسمى الأساس رجل بطة بجائز التقويم، و هو المبين في الشكل (7-5). أي من المناسب دوماً تجنب استعمال أساس رجل البطة المنفرد.

ت- جائز التقويم Strap Beam

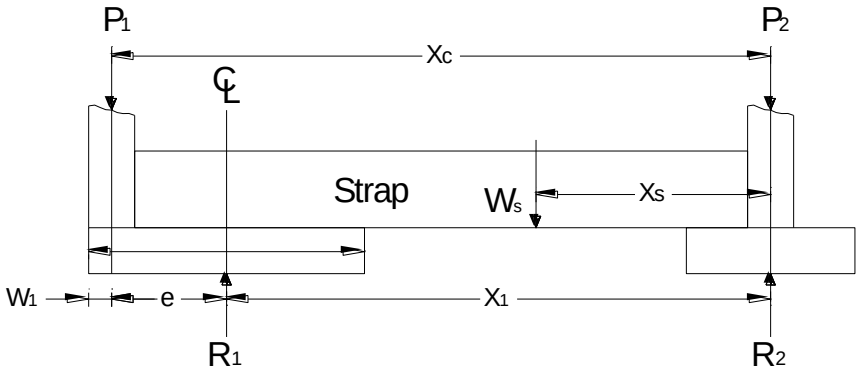
- يستعمل (بشكل رئيسي) هذا النوع من الأساس بشكل أساسات منفردة تحت الأعمدة، و جائز صلب يربط بين الأساسين لنقل قوى القص و العزم من الأساس (الطرفي) غير المتوازن ستاتيكياً إلى

الأساس الآخر.

- و يستعمل غالباً عندما لا يمكن عمل أساس مشترك بين الأساس رجل البطة و الأساس المجاور (بالاتجاه المتعامد على خط الملكية) بسبب البعد الكبير بين الأساسين مما يجعل الأساس المشترك غير اقتصادي.
- يجب أن تكون صلادة جائز التقويم عالية نسبياً لنتمكن من تأمين اتصال صلد بين الأساس الطرفي و الأساس الداخلي، و يجب أن يكون هذا الجائز مستنداً على الأساسين، و لا يجوز أن يرتفع أسفله فوق ظهر أحد الأساسين.

نحصل على هذا الحل وفق الافتراضين الآتيين:

أولاً: إن ضغط التربة منتظم أسفل كلا الأساسين، و جائز التقويم الرابط بين الأساسين صلب، و يمكن إهمال وزن الجائز الرابط للتسهيل. كما يلزم أن لا يخضع هذا الجائز لرد فعل تربة شاقولي، و يتم ذلك بخلخلة التربة أسفله، بعد تصلب الخرسانة، أو إضافة قاعدة قالب (كوفراج) مؤقتة تزال لتترك مكانها فراغاً مفتوحاً، أو وضع طبقة من الستيريوبور بسمك 5 سم.



الشكل (7-5): أساس رجل بطة (بجائز تقويم رابط)

يتم تعيين أبعاد الأساس بجائز تقويم رابط وفق المراحل الآتية الشكل (7-5):

1- تعيين قيمة منطقية لنصف طول الأساس من أجل العمود (1) حيث تحسب لامركزية R_1 للعمود (1) و تكون: $e = x_c - x_1$.

أما طول الأساس L فيكون: $L = 2 (e + w_1)$

2- يتم جمع العزوم حول مركز العمود (2) و الحصول على رد فعل التربة R_1 تحت الأساس (1) كما يلي:

$$R_1 = \frac{P_1 x_c}{x_1} + W_s \frac{x_s}{x_1} \quad \ldots\ldots \quad (2-7)$$

تتضمن هذه المعادلة وزن الجائز الرابط (جائز التقويم) و الذي يجب أن يفرض في هذه المرحلة. و بشكل بديل، إذا كان الجائز الرابط قصيراً فيمكن إهمال وزنه بخطأ بسيط.

3- يحسب مجموع القوى الشاقولية $\sum F_v = 0$ و تكون:

$$R_2 = P_1 + P_2 + W_s - R_1 \quad \ldots\ldots \quad (3-7)$$

4- يتم تعيين عرض الأساس (1) باستعمال ضغط التربة المسموح و الأبعاد المفترضة في الخطوة (1) و يكون:

$$B_1 = \frac{R_1}{L_q} \quad \ldots\ldots \quad (4-7)$$

أما أبعاد الأساس (2) فيتم تعيينها بالطريقة العادية اعتماداً على رد الفعل R_2، مع النصح بإهمال قوة الرفع الشاقولية الناتجة عن رد فعل جائز التقويم على هذا المسند (أي إهمال القوة R_1 في العلاقة (3-7)).

و هكذا يتم الحصول على أبعاد مناسبة للتحكم بالهبوط.

- يجب أن يكون هذا الجائز مستنداً على الأساسين، و لا يجوز أن يرتفع أسفله فوق ظهر أحد الأساسين، أما أسفله فيمكن أن ينزل حتى 5 سم فوق أسفل الأساسين.
- يجب أن يستمر التسليح لجائز التقويم حتى محوري العمودين على الأقل.
- يجب أن تكون التربة مخلخلة تحت أسفل جائز التقويم، حتى لا يعمل هذا الجائز كأساس.
- يجب ألاَّ تقل نسبة التسليح في جائز التقويم عن نسب التسليح الدنيا في الجوائز.

7-4/1/4 الأساس المشترك لعمودين

آ- مجال الاستعمال

- عند تقارب أساسين منفردين مركزيين متجاورين بأحد الاتجاهات، بحيث يصل مجموع طوليهما إلى ما لا يقل عن ثلثي المسافة بين العمودين المتجاورين.
- عند الحاجة لربط عمود طرفي أو ركني مع عمود داخلي بأساس واحد لتجنب الأساس رجل البطة.
- عند عدم وجود مياه جوفية في الموقع بمنسوب أعلى من منسوب أسفل أرضية المبنى أو المنشأة.

ب- أشكال الأساس المشترك

- بلاطة مسطحة ذات سمك ثابت، و تستعمل في حالة العمودين المتقاربين بحملين متقاربين أيضاً.
- بلاطة مسطحة مع جائز مقلوب للأعلى، و يستعمل هذا الحل عندما يكون العمودين بعيدين عن بعضهما البعض.

ت- اختيار الأبعاد

- يتم اختيار أبعاد الأساسات في المسقط بحيث ينطبق مركز ثقل الأساس مع مركز ثقل الأحمال.
- في حال كون الأساس المشترك ذي سماكة منتظمة، يجب ألاَّ يقل سمكه عن (L/5) حيث L أكبر مجاز حسابي في الأساس المدروس.
- يكون بروز البلاطة (عن حرف العمود) بالاتجاه الطويل، من مرتبة نصف بروزها بالاتجاه القصير أو أقل.
- إذا كان الأساس المشترك مؤلفاً من نعل أساس (بلاطة) و جائز بارز إلى الأعلى، فيجب ألاَّ يقل

سمك الجائز البارز عنُ خمس (1/5) المجاز، و لا يقل سمك النعل عن نصف (1/2) البروز في الاتجاهين، و لا عن 300mm (30cm).

- يسمح بوجود لا مركزية في الأساسات الطرفية بين محصلة الأحمال و مركز ثقل مساحة الأساس، بحيث لا تزيد النسبة بين الضغط الأكبر و الضغط الأصغر على 2 : 1 .
- أمَّا إذا كان الأساس يستند على تربة صخرية، فيمكن أن يسمح بضغط لا مركزي في أقصاه مثلثي، و لا يجوز السماح باجهادات شد على التربة.
- في حالات اللامركزية الناتجة عن أحمال الزلازل، يسمح بأن يكون الضغط على جزء من أسفل الأساس فقط، لا يقل عن نصف مساحة الأساس، كما هو موضح في الملحق رقم 2 للكود و الخاص بالزلازل.
- يجب أن يغلف الجائز البارز العمود من كل جهة بمسافة لا تقل عن 100mm (10cm).
- يجب أن لا يقل سمك طبقة التغطية الخرسانية للتسليح عن 75mm.

ث – اختيار التسليح

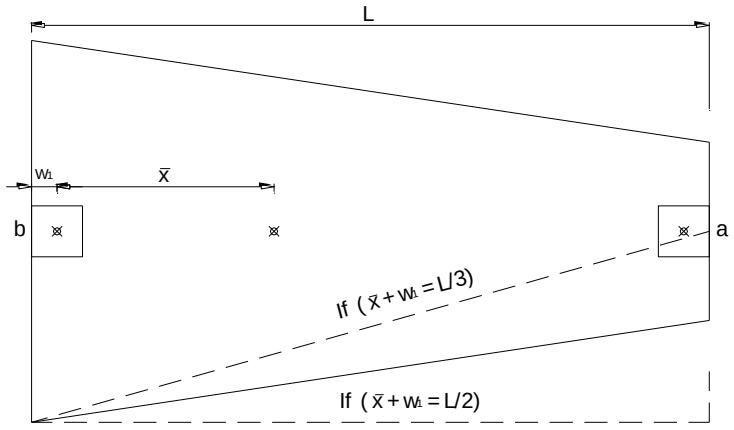
- ينطبق على الأساسات المشتركة نسب التسليح الدنيا و العظمى الواردة في الكود العربي السوري (الكود الأساس) للبلاطات و الجوائز، حسب الحال.
- سمك طبقة التغطية يجب ألاَّ يقل عن 70 mm (7cm).
- يجب ألاَّ يقل قطر التسليح المستعمل في الأساسات عن 12 mm.
- يجب ألاَّ يزيد التباعد بين القضبان المتجاورة في أي اتجاه على 300 mm (30cm).

ج- **الأساسات المشتركة بشكل شبه منحرف**

في حالة وجود عمود خارجي ذي حمل أكبر من حمل عمود داخلي مجاور، و إذا كان من الضرورة لسبب ما ضم العمودين في أساس واحد فإن افتراض توزع منتظم تحت هذا الأساس سيؤدي لأساس شبه منحرف، وفق الشكل (7-6). يمكن أن نلاحظ أن الطول الأدنى للأساس هو بين الوجهين الخارجيين للعمودين، و بتفحص الشكل المذكور نلاحظ ما يأتي:

1- لا يوجد حل إذا كان: $\bar{x}+w_1<\frac{L}{3}$ فهذه الحالة ستؤدي لأساس مثلثي الشكل يكون فيه العمود الداخلي مرتكزاً جزئياً على فراغ، و تحدث هذه الحالة إذا كانت المسافة بين العمودين كبيرة.

2- يصبح الحل أساس مشترك مستطيل الشكل إذا كان : $\bar{x}+w_1=L/2$



الشكل(7−6): أساس شبه منحرف

3− يوجد حل أساس شبه منحرف في حال: $L/3<(\bar{x}+w_1)<L/2$

و بالعودة إلى الشكل (7−6) فإنه يتم الحصول على نسب أبعاد الأساس بأخذ عزوم أحمال الأعمدة حول مركز العمود اليساري /1/ لايجاد قيمة $\bar{x}$، و هنا ننوه إلى وجود حملين لعمودين فقط.

بجمع $\bar{x}$ مع نصف عرض العمود w_1 يتم اختيار طول الأساس الممكن عملياً لتحقيق الحل.

الآن لنفرض أن: $x=\bar{x}+w_1$

و من خواص شبه المنحرف يكون:

$$x=\frac{L}{3}\left(\frac{2b+a}{a+b}\right) \quad \text{.....} \quad (5-7)$$

$$qA=\sum P \quad \text{.....} \quad (6-7)$$

و بفرض أن ضغط التربة منتظم يكون:

$$A=\frac{(a+b)}{2}L \quad \text{.....} \quad (7-7)$$

و بحل المعادلات الثلاثة أعلاه، يتم إيجاد الأبعاد المجهولة a ، b.

و من ثم يتم تحويل الأحمال الاستثمارية إلى أحمال مصعدة، و يتم إيجاد q_{ult}، و يتم رسم مخططات العزوم و القص، ثم يتم التصميم بشكل مشابه للأساس المشترك مستطيل الشكل.

5/1/4-7 الأساس الشريطي أو الخطي (مشترك لأكثر من عمودين على خط مستقيم واحد)

آ- مجال الاستعمال

- عند تقارب مجموعة أساسات منفردة مركزية متجاورة بأحد الاتجاهات، بحيث يصل مجموع أطوالها إلى ما لا يقل عن ثلثي مجموع المسافات بين الأعمدة المتجاورة المحمولة بهذه الأساسات.
- عندما تكون التربة تحت الأساسات ليست متجانسة تماماً، و مطلوب الحد من الهبوط الكلي

للأساسات و الهبوط التفاضلي لها.

- عند عدم وجود مياه جوفية في الموقع بمنسوب أعلى من منسوب أسفل أرضية المبنى أو المنشأة.

ب- أشكال الأساسات الخطية

- بلاطة مسطحة ذات سمك ثابت، و تستعمل في حالة الأعمدة المتقاربة ذات الأحمال المتقاربة.
- بلاطة مسطحة ذات جائز مقلوب للأعلى، وتستعمل في حالة الأعمدة المتباعدة (خاصة عندما تكون التباعدات غير منتظمة) و ذات الأحمال المتباعدة أيضاً.
- بلاطة مسطحة مع تنفيذ رقبات للأساسات تكون قواعد للأعمدة في أعلى البلاطة، و ينصح باستعمال هذا الحل عندما تكون أوضاع الأعمدة (من حيث الأحمال و التباعدات) وسطاً بين الحالتين السابقتين.

ت- الأساس الشريطي (الخطي) المجاور لخط الملكية

يمكن أن يكون الأساس الشريطي (أو الخطي) مجاوراً أيضاً لخط الملكية، و ينطبق عليه في هذه الحالة ما ينطبق على الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية من حيث أن عرض الأساس لا يتعدى مرة و نصف عرض العمود، كما ينطبق عليه في الاتجاه الطولي ما ينطبق على الأساس الشريطي لمجموعة أعمدة مركزية مع الأساس، مع ضرورة الربط (بالاتجاه المتعامد) بشيناحات مع أساسات الأعمدة الداخلية.

ث- اشتراطات اختيار الأبعاد و التسليح

يطبق على الأساس الخطي في هذين المجالين ما يطبق على الأساس المشترك لعمودين.

ج- اشتراطات حساب القوى و العزوم الداخلية

- تحسب القوى و العزوم الداخلية في الأساس الخطي، بافتراض أن هذا الأساس هو جائز مقرر يتعرض لأحمال متوازنة من أوزان المنشأة من جهة و رد فعل تربة التأسيس من جهة أخرى، و يجب حساب رد فعل التربة بحيث يحقق هذا التوازن.
- من أجل التصميم الجيد (للحصول على إجهادت موزعة بانتظام تحت الأساس)، يلزم اختيار طول الأساس بحيث ينطبق مركز ثقل الأساس مع مركز ثقل أحمال الأعمدة المستندة على الأساس.
- إذا كان الأساس الخطي بشكل جائز بارز مع بلاطة من الجانبين، فيمكن افتراض أن البلاطة تستند على الجائز، و تعمل كظفر مزدوج معرض لضغط التربة الصافي (أي بعد حسم وزن الأساس و وزن التربة و الأحمال الحية فوق الأساس). و إذا كانت البلاطة من جهة واحدة فقط (كما في حالة الأساس الخطي الطرفي المجاور لخط الملكية) فإن الجائز سيتعرض لعزم فتل ناتج عن عزم الانحناء المطبق على البلاطة الظفرية.

7-4/1/6 الأساس الشريطي المشترك للأعمدة الطرفية و الجدار الاستنادي

في حالة وجود جدار استنادي في طرف المبنى (في القبو) يصل بين الأعمدة الطرفية النازلة من الجزء

العلوي من المبنى، فيلزم تصميم الأساسات للأعمدة و الجدار الاستنادي كأساس مشترك يتعرض لأحمال شاقولية و لضغط جانبي (أفقي) من التربة المسنودة بالجدار، على أنه يمكن أخذ عرض هذا الأساس متغيراً (بحيث يكون أعرض عند الأعمدة)، و لا يصح تصميم أساسات الأعمدة الطرفية و أساس الجدار الاستنادي كأساسات منفردة متجاورة. كما أنه من الضروري مد التسليح الأفقي للجدران ضمن الأعمدة، و يفضل صب الأعمدة و الجدران بمع بعضهما بمرحلة واحدة.

7/1/4-7 الحصيرة

أ- مجال الاستعمال

- عندما تكون التربة ضعيفة بحيث يؤدي استعمال الأساسات المنفردة أو الخطية إلى هبوطات كبيرة نسبياً تؤثر على عناصر المنشأة، و لذا يكون مطلوباً الحد من الهبوط الكلي للأساسات أو الهبوط التفاضلي لها.
- عندما تكون الأحمال كبيرة و تحمل التربة المسموح صغيراً بحيث أن مجموع المساحات اللازمة للأساسات المنفردة و الشريطية (الخطية) و المشتركة يغطي أكثر من ثلثي رقعة المبنى أو المنشأة، و بالتالي فإن تحويل هذه الأساسات الجزئية إلى حصيرة عامة يخفض من قيمة الاجهادات المطبقة على التربة ويزيد في تحملها.
- عندما تكون التربة في موقع العقار غير متجانسة على كامل المساحة، أو عندما يكون القطاع الشاقولي يحتوي على عدسات أو كتل صخرية أو طرية جداً. أو عندما تكون الطبقات الكلسية للتربة حاوية على فراغات جزئية لا يمكن تتبع توضعها بشكل دقيق. و بالتالي تستعمل الحصيرة في هذه الحالات لتعمل كجسر ممتد فوق الفجوات الصغيرة و لتخفيف الهبوطات النسبية الناتجة عن عدم تجانس التربة.
- بشكل عام عندما تكون عناصر المنشأة أو التجهيزات المركبة فيه ذات تأثر كبير بالتشوهات النسبية، يتم استعمال الحصيرة للتقليل ما أمكن من التشوهات النسبية.
- عند وجود مياه جوفية أو سطحية أعلى من منسوب أرضية قبو المبنى.
- في كثير من المنشآت الخاصة حيث يفرض شكلها أن تكون الحصيرة هي الحل الطبيعي لأساساتها مثل الصوامع والقواديس وخزانات المياه ذات الجدار الاسطواني الحامل و المداخن.

و مع أن الحصائر لها ميزات عديدة إلا أنه يجدر التنويه إلى أن تكاليف إنشاء الحصيرة تفوق عادةً تكاليف إنشاء الأساسات العادية، و بالتالي (قبل إقرار استعمال الحصيرة) لابد من التأكد أولاً بعدم صلاحية استعمال الأساسات العادية سواء المنفردة أو الخطية بحيث لا تستعمل الحصيرة إلا في حالات الضرورة المذكورة أعلاه.

ب – أشكال الأساسات الحصيرية

- بلاطة مسطحة ذات سمك ثابت، و تستعمل في حال المنشآت ذات شبكة أعمدة منتظمة و متقاربة و أحمال أعمدتها متقاربة الشكل (7-7-a).

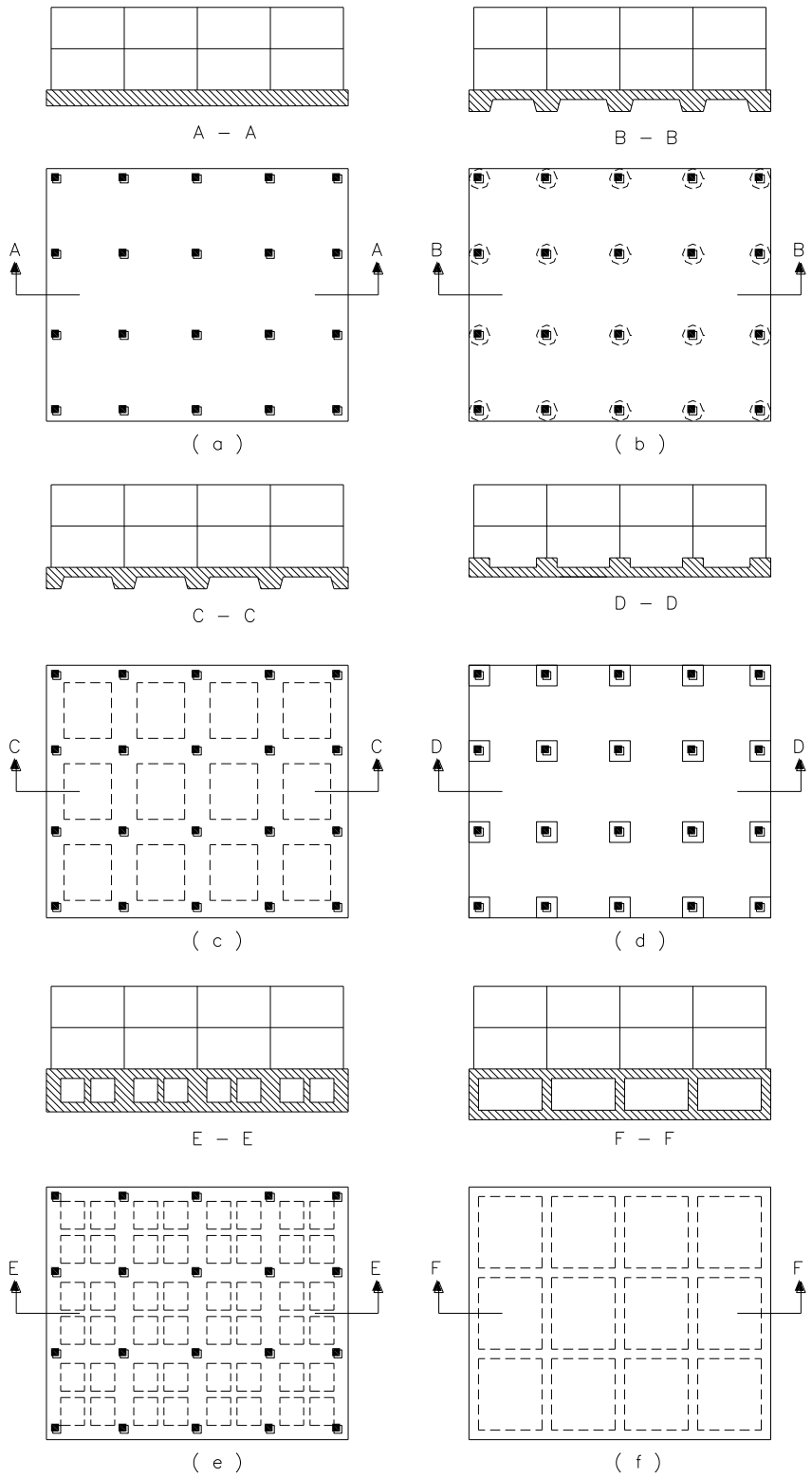
- بلاطة مسطحة مع زيادة السمك (للأسفل) في المواقع المجاورة للأعمدة، الشكل (7-7- b).
- بلاطة باتجاهين تستند على جوائز أسفل البلاطة و الأعمدة، و ينصح باستعمال هذا الحل عندما تكون الأعمدة متباعدة عن بعضها بتباعدات غير منتظمة، و تتعرض لأحمال غير متقاربة، الشكل (7-7- c).
- بلاطة مسطحة مع تنفيذ قواعد للأعمدة في أعلى البلاطة، الشكل (7-7- d).
- بلاطة مفرغة تعمل كمنشأة صندوقية الشكل (7-7-e).
- بلاطة صلدة فراغياً، و العناصر الإنشائية فيها مؤلفة من بلاطة سفلية و جدران شاقولية باتجاه واحد أو باتجاهين، و بلاطة علوية، و يكون اتصال جميع العناصر اتصالاً صلداً. و يستعمل هذا النوع من البلاطات في الأحمال الكبيرة، و لتخفيف وزن الأساس و الردم فوقه الشكل (7-7- f).

ت – اشتراطات اختيار الأبعاد

- يُختار سمك الحصيرة بحيث لا يقل عن ثُمن (1/8) المجاز بين العمودين المتجاورين.
- يجب ألاَّ يقل سمك الحصيرة بجميع الأحوال عن 400mm (40 cm).
- يجب ألاَّ تقل سماكة جوائز الحصيرة البارزة عن خُمس (1/5) المجاز بين محوري العمودين المتجاورين.
- يجب أن يغلف الجائز البارز العمود من كل جهة بمسافة لا تقل عن 100 mm (10cm).
- يجب ألاَّ تقل سماكة خرسانة النظافة تحت الحصائر عن 150 mm (15cm).

ث – اشتراطات اختيار التسليح

- يجب ألاَّ يقل قطر قضبان التسليح عن 12 mm في الحصائر.
- يجب ألاَّ تزيد المسافة بين قضيبين متجاورين على 300 mm (30cm) في الاتجاهين.
- يجب أن تستعمل شبكة تسليح علوية و شبكة تسليح سفلية، و بالاتجاهين.
- يجب ألاَّ تقل نسبة التسليح الدنيا في بلاطة و جائز الحصيرة عن النسبة الدنيا في بلاطات و جوائز الأسقف.
- يجب ألاَّ تزيد نسبة التسليح العظمى في بلاطة و جائز الحصيرة عن النسبة العظمى في بلاطات و جوائز الأسقف.



الشكل (7 – 7): أنواع الأساسات الحصيرية

a) بلاطة مسطحة (فطرية) .
b) بلاطة مسطحة جرى تسميكها تحت الأعمدة من الأسفل .
c) بلاطة باتجاهين مع جوائز .
d) بلاطة مسطحة مع قواعد للأعمدة أعلى البلاطة .
e) أساس خلوي (صندوقي) .
f) جدران الأقبية كأساسات إطارية .

ج – اشتراطات حساب القوى و العزوم الداخلية

تُحسب القوى و العزوم الداخلية في جوائز الحصيرة بافتراض أن هذه الجوائز ذات أحمالُ مقررة تتعرض لأحمال متوازنة من أوزان المنشأة من جهة، و رد فعل تربة التأسيس من جهة أخرى، و يجب حساب رد فعل التربة تحت الحصيرة من التوازن العام للحصيرة، كما سيتم تفصيله في الباب الثامن.

أما البلاطات، فيمكن افتراض أنها مُستندة على الجوائز، و أنها مستمرة مع بعضها، و مُعرضة لضغط التربة الصافي (بعد حسم وزن الأساس و وزن التربة فوقه).

7-4/1/8 الحصيرة المفرغة من بلاطاتها

إذا كان ضغط التلامس بين الحصيرة العامة وتربة التأسيس يقل كثيراً عن الإجهاد المسموح به، ولا يوجد مياه جوفية فوق منسوب أرضية القبو، فيمكن تفريغ أجزاء من الحصيرة العامة (الواقعة في منطقة تقاطع الشرائح الوسطية بالاتجاهين)، وبذلك يمكن توفير بعض المواد. و تصبح الحصيرة في هذه الحالة عبارة عن شبكة من الأساسات الشريطية الخطية (أو الجوائز) في الاتجاهين.

7-4/1/9 الأساسات مع فتحات داخلية أو مع فتحات طرفية

قد يكون من الضروري تنفيذ الأساس مع فتحات لتثبيت آلات ميكانيكية. و في حال تم العلم مسبقاً بهذا الأمر فإنه من الممكن توضيع الأحمال على الأساس، بحيث تنطبق محصلة القوى على مركز مساحة الأساس، و يتم وفق ذلك تصميم الأساس على ضغط تربة يساوي $q = P/A$.

إن الفتحات الكبيرة في الأساس يمكن أن تُخِل من صحة الإفتراض نوعاً ما، و لكن المهم أن نقوم بافتراض الأساس الصلب.

بعد أن يتم إنشاء الأساس، قد يكون من الضروري في وقت لاحق أن تتم إزالة أجزاء منه كما في الشكل (7-8)، كما قد يكون من المرغوب به أن نبني أساساً مع فتحات من البداية حيث يتم توضيع العمود مع افتراض مركز مساحة المقطع دون فتحات.

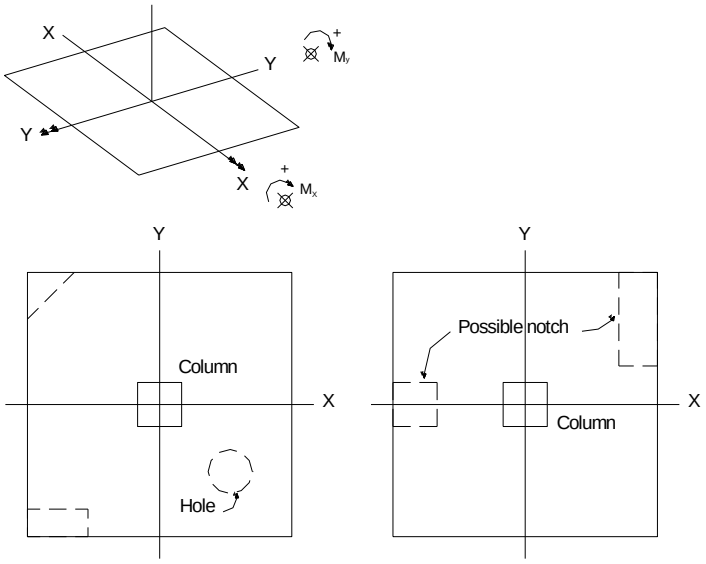
و في أي حال فإن ضغط التربة الناتج يجب أن يحسب لمعرفة فيما إذا تخطى الضغط القيمة المسموح بها، أو لمعرفة إمكانية حدوث اختلاف في الضغط مما يؤدي للأخذ بالحسبان دوران الأساس.

يمكن تحليل الأساس الصلب كما يلي:

يمكن أن يعبر عن المعادلة العامة للتغير الخطي للضغط على أية مساحة بالعلاقة الآتية:

$$q = ax + by + c \qquad (7-8)$$

الخط المتقطع يشير إلى أماكن الفتحات الممكنة في أساسات محملة مركزياً.



الشكل (7−8): الأساس مع فتحات داخلية أو مع فتحات طرفية

إن إزالة هذه الأجزاء (أماكن الفتحات) تؤدي إلى أساسات محملة لا مركزياً وفق مركز المساحة الجديد.

بالإشارة إلى الشكل (7−8) لاتخاذ اشارات (استعمال قاعدة اليد اليسرى: مع الإشارة إلى اتجاه السهم M+ تكون وفق الأصابع الممسكة بالمحور)

و تصبح المعادلة (7−8) على هذا الشكل:

$$\sigma = \frac{\sum P}{A} \pm \frac{M_x * I_y - M_y * I_{xy}}{I_x * I_y - I_{xy}^2} * y \pm \frac{M_y * I_x - M_x * I_{xy}}{I_x * I_y - I_{xy}^2} * x \quad \ldots\ldots \quad (9-7)$$

حيث أن:

I_{xy}: جداء العطالة و ممكن أن يكون (+) أو (−).

M_x , M_y: العزوم كما عرفت في الشكل (7−8)

x , y: بعد النقطة المدروسة عن مركز المساحة حيث يحسب الضغط.

σ: ضغط التربة، (+ موجب، − ضغط)

I_x , I_y: عزوم العطالة وفق المحاور x، y

و ننوه أن قيمة سالبة لـ σ تدل على شد في التربة و المعادلة (7−9) تصبح خاطئة.

بالنسبة للمناطق غير الفعالة في الأساس ، فإن على المصمم أن يقوم بإجراء تجريبي.

و في كل الحالات، كما يمكن أن تكون هذه حالة منفردة، فيمكن إعادة التصميم على أن يكون الأساس فعالاً بالكامل، و مراعاة الإشارات.

7−4/2 استعمالات الأساسات العميقة و اشتراطاتها

7-4/2/1 الأوتاد

- تُختار أوتاد الارتكاز عندما تكون طبقة التأسيس مؤلفة في القسم العلوي من تربة ضعيفة تليها تربة قاسية تعمل كطبقة ارتكاز، و في هذه الحالة يجب أن يغرس الوتد في هذه الطبقة مسافة لا تقل عن أربعة أضعاف قطره.
- تُختار أوتاد الاحتكاك عندما تكون تربة التأسيس مؤلفة من تربة غير قوية و ذات سماكة كبيرة، و عندما تكون الطبقة القاسية عميقة جداً. في هذه الحالة يتعلق اختيار و طول الوتد بخصائص تربة التأسيس و بحمل الوتد. و في جميع الأحوال يمكن إجمال العوامل المؤثرة باختيار قطر و طول الوتد بما يأتي:
  - نوع و حالة التربة.
  - الأحمال المطبقة على الوتد.
  - موقع الوتد بالنسبة للمنشآت المجاورة.
  - مواصفات الموقع.
  - الكلفة.

و في كل الحالات تقع المسؤولية على المهندس المصمم في اختيار الحل الملائم. و على سبيل المثال لا الحصر، سيتم شرح هذه العوامل بالآتي:

أ - تأثير نوع وحالة التربة:

في الحالات العامة تكون التربة غير متجانسة و طبقاتها ليست بالمواصفات ذاتها. و من المهم أخذ النقاط الآتية بالحسبان.

- في التربة الغضارية متوسطة التماسك، حيث q_u (قدرة تحمل التربة الناجمة عن القص غير المصرف) $q_u < 100\ kN/m^2$ تكون الأوتاد المدقوقة أو المحفورة ملائمة.
- في حالة التربة الغضارية الضعيفة جداً ($q_u \leq 2.5\ kN/m^2$) فإن الأوتاد المصنوعة من الخرسانة مسبقة الصنع (الأوتاد المدقوقة) تكون الأكثر ملائمة لتجنب انهيار التربة قبل تصلب الخرسانة فيما لو استعملت الأوتاد المصبوبة بالمكان، إلا إذا تم استعمال قمصان للأوتاد المصبوبة في المكان. و ينوه لاحتمال عدم السماح بالدق (و بالتالي عدم امكانية استعمال الأوتاد المدقوقة) في بعض المواقع (كالموقع المحاط بمباني قديمة مثلاً). و عندها يلزم استعمال الأوتاد المصبوبة بالمكان.
- في التربة الغضارية القاسية جداً حيث ($q_u \leq 20\ kN/m^2$) ينصح بتجنب الأوتاد المدقوقة و ينصح باستعمال الأوتاد المصبوبة بالمكان و أن يتم حفرها دورانياً (augr).
- في التربة الرملية الكثيفة ($N > 30$): يصعب استعمال الأوتاد المدقوقة بسبب صعوبة دفعها الناجم عن تزايد الكثافة، مما يؤدي إلى ظهور شقوق في الأوتاد مسبقة الصنع. لذا، يفضل في هذه الحالات استعمال الأوتاد المصبوبة في المكان.
- في التربة الرملية متوسطة الكثافة حيث: $10 < N < 30$ ذات العمق المستمر لمسافة كبيرة، يمكن

استعمال الأوتاد المدقوقة أو المصبوبة بالمكان مع إجراء توسيع لقاعدة الارتكاز عند العمق المناسب.

- في حال التربة الرملية المفككة، لا يفيد استعمال البنتونايت في سند جوانب الحفرية قبل صبَّ الخرسانة، حيث يكون صعباً تأمين هذا السند و بالتالي يوصى باستعمال القمصان الفولاذية.
- إذا تبين من خلال التحليل الكيماوي للتربة أو المياه الموجودة فيها، زيادة تركيز الأملاح عن حد معيَّن محدد في المواصفات القياسية، فإن ذلك يتطلب استعمال نوع خاص من الاسمنت، أو استعمال إضافات خاصة للخلطة الخرسانية، أو استعمال أوتاد مسبقة الصنع مطلية بطبقة حماية سطحية. و في حال استعمال الأوتاد المصبوبة، فيجب اتخاذ إجراءات خاصة لمنع التأثير الضار للأملاح و المياه.

ب – تأثير الأحمال المطبقة على الوتد من الجزء العلوي للمنشأة

عندما تكون الأحمال المطبقة على الوتد كبيرة (أكبر من 3000 kN أو 300 طن) تكون الأوتاد المصبوبة في المكان أكثر ملائمة، مع الأخذ بالحسبان الأثر الإيجابي للدق في الأوتاد المدقوقة في حالة التربة الرملية، و التي تؤدي إلى زيادة كثافة هذه التربة وبالتالي زيادة تحمل الوتد. و في جميع الأحوال تعد المقارنة الاقتصادية هي الحكم في اختيار نوع و قطر الوتد الأفضل. أما التباعد بين مراكز الأعمدة، فيُعد عاملاً مهماً في اختيار الوتد أيضاً بحيث يسمح ذلك الاختيار باستعمال قبعات الأوتاد المشتركة الاقتصادية.

- في حالة تنفيذ أوتاد مجاورة لمباني قائمة، يفضل استعمال الأوتاد بأقطار كبيرة من أجل تخفيض عددها وتخفيض المسافة بين مراكزها ومركز العمود، وذلك من أجل تخفيض اللامركزية. وفي حال الأحمال الخطية يمكننا اختيار قطر مناسب من أجل توزيع الأوتاد خطياً تحت الجدار المحمول، في هذه الحالة يمكن تجاوز شرط التباعد بين مراكز الأوتاد بأكثر من ثلاث مرات القطر بغية تخفيف التكلفة.
- نظراً لضرورة تصميم المنشآت لمقاومة الزلازل، فيتوجب تسليح كامل طول الوتد، و يجب اختيار الأوتاد التي يمكن أن تؤمن قوى احتكاك مع التربة المجاورة، و التي تؤمن مقاومة قوة الشد المطبقة بعامل أمان كافٍ، و كذلك مقاومة القوى الناتجة عن الزلازل. و تُؤخذ نسبة التسليح الدنيا في الوتد 0.006 من مساحة مقطع الوتد إذا كانت القوة المُطبقة على الوتد لا تقل عن نصف تحمله التصميمي من اجهادات التربة، و تزاد النسبة إلى 0.01 كحد أدنى عندما تصل القوة المُطبقة على الوتد إلى قوة التحمل التصميمية للوتد الناتجة عن حسابات التربة. و تُزاد نسبة التسليح على ما سبق، إذا تطلب التصميم ذلك، على أن لا تزيد هذه النسبة على 0.015 في جميع الأحوال، حيث يلزم عندها تكبير مقطع الوتد أو زيادة عدد الأوتاد، أو مزيج من الحلين. و عندما تُستعمل الأوتاد للعمل كجدار استنادي، أو كعنصر من جدار استنادي، فإنها تتعرض لعزوم انحناء من ضغط التربة الجانبي، فيُفضل عندها تكثيف حديد التسليح من جهة التربة ليكون التصميم أكثر اقتصادية.

ت – تأثير قرب الوتد من الجوار

عند تنفيذ الأوتاد قرب المنشآت القائمة، فمن المفضل استعمال آليات الحفر التي لا تسبب اهتزازات في هذه المنشأة، لذلك فإن الأوتاد المصبوبة في المكان تكون أكثر ملاءمة.

ث- تاثير مواصفات الموقع

يجب إجراء التحريات في الموقع الذي ستنفذ فيه الأوتاد، و كيف سيتم الوصول إلى الموقع لاختيار الوتد الملائم و الطريقة التقنية الملائمة لتنفيذ الأوتاد في هذا الموقع.

ج- أثر الكلفة الاقتصادية

يُعد العامل التقني الأساس في اختيار نوع الوتد، لكن عند وجود عدة اختيارات تحقق العامل التقني، فيتم الاختيار اعتماداً على المتطلبات الآتية:

- كلفة تنفيذ القبعات.
- تكلفة أعمال الحفر للوصول إلى منسوب تربة التأسيس.
- واقع المياه الجوفية في الموقع.

7-2/2/4 الآبار الاسكندرانية

- تستعمل الآبار الاسكندرانية عندما تكون التربة الصالحة للتأسيس عميقة نسبياً (أي أنها ليست عميقة جداً).
- يمكن أن تكون الآبار الاسكندرانية قواعد لأساسات من الخرسانة المسلحة.
- تكون الآبار الاسكندرانية مناسبة كأساسات للآلات.

7-5 الاشتراطات العامة في تصميم الأساسات و القواعد و الشيناجات

تطبق هذه الاشتراطات العامة للأساسات السطحية بجميع أنواعها، كما تطبق على المخدات (القبعات) فوق رؤوس الأوتاد، وفوق الآبار الاسكندرانية.

7-5/1 الاشتراطات البعدية للأساسات و القواعد و الشيناجات

7-5/1/1 الأساسات

أ- لا يقل العمق الكلي للخرسانة في الأساس الملاصق لخرسانة النظافة مباشرة عن 250mm، كما لا يقل العمق الكلي لقبعة الأوتاد عن 400mm.

ب- لا يقل البعد الأصغر لأساسات الأعمدة عن 1000mm في التربة القوية (تحمل لا يقل عن 0.3MPa) وعن 1200mm في التربة الضعيفة (تحمل أقل من 0.3MPa).

ت- لا يقل عرض الأساس الشريطي عن 600mm في التربة القوية وعن 900mm في التربة الضعيفة، أما في التربة القاسية فيمكن اعتماد قيم أصغر من ذلك.

ث- من أجل تأمين جساءة (قساوة) مناسبة للأساسات المنفردة فيجب أن لا يقل العمق الكلي للأساس عن

نصف (1/2) مقدار بروز الأساس عن قاعدة العمود (أو عن العمود أو الجدار).

ج- يطبق الشرط السابق ذاته على الجزء البارز (الكابولي) من البلاطات في بقية أنواع الأساسات، أما في حالة الجائز (الكمرة) بشكل كابولي في أساسات الحصيرة، فيجب أن لا يقل العمق عن البروز من وجه القاعدة (أو العمود).

ح- لا تزيد نسبة المجاز (البحر) إلى العمق في جوائز (كمرات) الحصيرة عن 4 للجوائز البسيطة، وعن 5 للجوائز المستمرة.

خ- لا تزيد نسبة المجاز (البحر) إلى السمك في بلاطات الحصيرة المستندة على كامل محيطها عن 8 للبلاطات ذات الاتجاه الواحد، وعن 10 للبلاطات ذات الاتجاهين.

د- ينصح، في الأساسات المنفردة، بجعل بروزات الأساسات من أوجه القواعد (أو الأعمدة) بقدر الإمكان متساوية.

ذ- بالنسبة للأساسات الكتلية من الخرسانة العادية يجب أن لا يقل عمق الأساس عن مرة ونصف (1.5) مقدار بروز الأساس من طرف القاعدة أو العمود.

ر- يمكن أن يكون السطح العلوي للأساس أفقياً، كما يمكن أن يكون مائلاً، ويشترط في الحالة الأخيرة ألا يزيد ميل سطح الأساس عن:

2 شاقولي: 2.5 أفقي للأساسات من الخرسانة المسلحة، وعن.

1 شاقولي: 1.4 أفقي للأساسات من الخرسانة العادية (الكتلية).

ز- يشترط في الأساسات ذات السطح العلوي المائل أن لا يقل سمك الأساس عند الطرف عن نصف (1/2) سمكه عند وجه القاعدة أو العمود.

7-2/1/5 القواعد

أ- لا يقل العمق الكلي للخرسانة في قاعدة العمود عن 250mm.

ب- لا يقل البعد الأصغر لقواعد الأعمدة عن 600mm.

7-3/1/5 الشيناجات

أ- لا يقل أي من بعدي المقطع العرضي للشيناج عن 200mm.

ب- إذا كان الشيناج حاملاً لجدار (من البلوك أو الآجر أو الحجر)، و كانت المسافة بين أساسات الأعمدة كبيرة، فيمكن تخفيف أبعاد الشيناج بوضع أساس وسطي (أو أكثر) إضافي تحت الشيناج، من الخرسانة العادية بأبعاد لا تقل عن 0.6m×0.6m ويصل حتى تربة التأسيس المناسبة.

7-2/5 مساحات التسليح الدنيا و القصوى للأساسات و القواعد و الشيناجات

1- لا تقل مساحات التسليح الدنيا للأساسات من الخرسانة المسلحة في كل من الاتجاهين عن $0.0012A'_c$ إذا كان التسليح من النوع المطاوع، ولا تقل عن $0.001A'_c$ إذا كان التسليح من النوع

عالي المقاومة (حيث A'_c= مساحة القطاع الخرساني المتعامد مع التسليح)، أو لا تقل عن 1.33 مرة من مساحة التسليح اللازمة حسابياً، أيهما أقل.

2- لا تزيد مساحة التسليح القصوى عن 1/2 المساحة التوازنية ($0.5A_{sb}$) لقطاع الأساس العرضي.

3- تطبق على الشيناجات (الكمرات الأرضية) مساحات التسليح الدنيا و القصوى ذاتها المطبقة على الكمرات و الواردة في البند (7-2-1-2) من الكود الأساس.

7-3/5 ترتيبات التسليح للأساسات و القواعد و الشيناجات

1- لا يقل قطر قضبان التسليح المستعملة في تسليح الأساسات و الشيناجات عن 12mm في حال الفولاذ (الصلب) المطاوع، وعن 10mm في حال الفولاذ (الصلب) عالي المقاومة.

2- لا يقل قطر قضبان التسليح المستعملة عن 12mm في قواعد الأعمدة، وعن 10mm للتسليح الشاقولي، و8mm للتسليح الأفقي في قواعد الجدران.

3- لا يزيد تباعد قضبان التسليح في الأساسات على 200mm.

4- يتم نقل إجهادات التسليح الطولي في العمود أو القاعدة إلى القاعدة أو الأساس الحامل، إما بتمديد التسليح الطولي ضمن القاعدة أو الأساس الحامل و إما بواسطة تشاريك.

5- في حال تمديد التسليح ضمن العنصر الحامل (بالأسفل) يجب تمديد هذا التسليح لمسافة كافية لنقل الحمل للخرسانة بواسطة التلاصق.

6- في حال استعمال التشاريك، فإن مجموع مساحات القطاعات العرضية للتشاريك يجب أن لا تقل عن مجموع مساحات القطاعات العرضية للتسليح الطولي للعنصر الذي يتم نقل إجهادات تسليحه. و يجب ألا يقل عدد قضبان التشاريك في جميع الأحوال عن 4 لكل عنصر، كما يجب ألا يزيد قطر تسليح التشاريك على قطر تسليح العنصر الأساسي بأكثر من 3mm.

7- يجب أن يمتد طول قضبان التشاريك ضمن القاعدة أو العمود، مسافة لا تقل عن المسافة اللازمة لوصلة قضيب تسليح طولي في عمود، كما يجب أن تمتد ضمن الأساس لمسافة لا تقل عن المسافة الكافية لنقل الحمل للخرسانة بواسطة التلاصق.

8- يتم تثبيت نهايات قضبان تسليح الشيناجات في رقبات الأعمدة أو الأساسات (حسب منسوبها) بصورة جيدة، و بصفتها معرضة لإجهادات شادة، طبقاً للمتطلبات الواردة في الباب الحادي عشر من الكود الأساس.

الباب الثامن

8 الافتراضات الأساسية في حساب الاجهادات على التربة و في تحليل الأساسات

8-1 طرائق التحليل

8-1/1 عام

يجري تحليل الأساسات بحساب القوى الداخلية (قوى محورية، عزوم انحناء، قوى خاصة، عزوم فتل .... الخ) الناتجة في القطاعات عن التأثير الأعظمي للأفعال المختلفة التي يخضع لها الأساس، وتحسب هذه القوى بالاعتماد على طرائق الحساب الإنشائية المعروفة، و ذلك بافتراض أن الأساسات تعمل في مجال المرونة أو في مجال اللدونة أو في المجالين معاً، وهي طرائق مختلطة بين الاثنتين ومعدلة بشكل يناسب طبيعة سلوك مادة الخرسانة المسلحة. يمكن أن يكون الحساب يدوياً أو باستعمال البرامج الحاسوبية.

8-1/2 توجيهات عامة في تحليل الأساسات السطحية (الضحلة)

تعد الأساسات السطحية دوماً منشآت مقررة، سواءً كانت أساسات منفردة أو مشتركة أو حصيرة عامة أو ما بينها. و يلزم أولاً حساب إجهادات الضغط المطبقة على التربة من الأساسات، و الواردة إليها من المنشأة الفوقية عبر الأعمدة و الجدران. و يلزم التأكد من توازن الأفعال مع ردود الأفعال التي ترد بها التربة.

و من أجل افتراض أن الإجهادات على التربة موزعة بشكل خطي (سواءً كانت موزعة بانتظام أو متغيرة خطياً)، فيلزم التأكد أولاً من صلادة الأساسات.

في حال عدم كفاية صلادة الأساسات، يلزم زيادة أبعادها (خاصة الارتفاع)، أو افتراض أن الأساسات لينة، و أن الإجهادات على التربة تتناسب مع هبوط التربة. في هذه الحالة، لا بديل عملياً عن استعمال البرامج الحاسوبية، لأن الحسابات تصبح معقدة جداً، لدرجة يستحيل فيها (عملياً) التعامل معها بالوسائل اليدوية.

8-2 تحليل الأساسات الضحلة (السطحية)

8-2/1 تحليل الأساس الكتلي

أ- يعد القطاع الحرج في الانحناء، عند كل قطاع (في الاتجاه المدروس) تتغير فيه السماكة.

ب- يحسب عزم الانحناء عند القطاع الحرج (أو القطاعات الحرجة).

ت- يجب ألاَّ تزيد اجهادات الشد في أقصى ليف مشدود في القطاع الحرج على القيم الآتية:

* في حالة حد الاجهادات المسموح بها $0.13\sqrt{fc'}$ ($0.4\sqrt{fc'}$ بالواحدات المترية).

* في حالة الحد الأقصى $0.23\sqrt{fc'}$ ($0.72\sqrt{fc'}$ بالواحدات المترية).

ث– لا توجد ضرورة للتحقق من اجهادات القص.

ج– يكون الأساس الكتلي محققاً للإجهادات، إذا كان الارتفاع يساوي ضعف البروز.

8–2/2 تحليل الأساس المنفرد المركزي من الخرسانة المسلحة

أ – يعد القطاع عند وجه العمود هو القطاع الحرج للانحناء في الاتجاه المدروس.

ب– يعد القطاع على بعد d / 2 من وجه العمود في الاتجاه المدروس هو القطاع الحرج في القص.

ت– يتم اختيار التسليح و التحقق من الاجهادات في القطاعات الحرجة، كما هو وارد في الكود العربي السوري حسب حالة الحد المدروسة.

ث– يتم التحقق من أطوال التماسك لقضبان التسليح في الأساسات، كما هو وارد في الكود العربي السوري (الكود الأساس).

ج– عندما يكون الأساس المنفرد المركزي أساساً لجدار حامل، يُلحظ الآتي:

* يُعد العرض الفعال للظفر بالاتجاه الطولي مساوياً لعرض الجدار + 100mm.
* لا يقل التسليح السفلي بالاتجاه الطولي عن ثلث التسليح السفلي بالاتجاه العرضي.
* في حالة وجود فتحة في الجدار فوق الأساس مباشرة، يعامل الأساس في منطقة الفتحة، معاملة الجائز الموثوق النهايتين، الذي يتعرض لأحمال من التربة أسفله (باتجاه الأعلى).

8–2/3 تحليل الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية (الأساس رجل البطة)

أ – يتعرض الأساس المنفرد الطرفي، المجاور لخط الملكية، إلى عزم انحناء من جهة واحدة فقط من العمود (بالاتجاه المتعامد مع خط الملكية)، و بذلك تكون الاجهادات المطبقة على التربة بشكل مثلثي، و لا يساهم عرض الأساس الذي يزيد على مرة و نصف عرض العمود في في الإجهادات على التربة.

ب– لا يزيد الإجهاد الأعظمي المطبق على التربة على 1.25 مرة الإجهاد المسموح به.

ت– إذا لم يكف عرض الأساس لمقاومة الأحمال من العمود، يتم اللجوء إما إلى استعمال جائز تقويم يصل بين الأساس الطرفي و أول أساس داخلي مجاور، و إما إلى استعمال أساس مشترك للعمود الطرفي و أول عمود داخلي مجاور (بالاتجاه المتعامد مع خط الملكية).

8–2/4 تحليل الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية مع جائز التقويم

تطبق في هذه الحالة الافتراضات الآتية:

أ – تعد الاجهادات تحت الأساس الطرفي موزعة بانتظام؛

ب– يعمل جائز التقويم كجائز بسيط مع ظفر، يحمل العمود الطرفي عند خط الملكية بنهاية الظفر.

ت– يستند جائز التقويم على أول عمود داخلي، و على مركز الأساس الطرفي، و يكون مجاز الظفر بين

مركز الأساس الطرفي، و مركز العمود الطرفي عند خط الملكية.

ث- يرجع إلى الفقرة (7-3/1/4 ت) في بقية الأمور.

8-2/5 تحليل الأساس المشترك للعمود الطرفي مع الأعمدة الطرفية المجاورة لخط الملكية

أ – في الاتجاه الطولي، ينطبق على هذا الأساس ما ينطبق على الأساس المشترك لعمودين (في حالة وجود عموديين طرفيين فقط) أو ما ينطبق على الأساس الشريطي أو الخطي (في حالة وجود أكثر من عمودين طرفيين)، و يُستعمل عادة (في هذه الحالة) جائز بارز للأعلى.

ب- أما في الاتجاه العرضي، فينطبق على هذا الأساس ما ينطبق على الأساس رجل البطة،

8-2/6 تحليل الأساس المشترك لعمودين

يلزم تحليل الأساس المشترك لعمودين باتجاهين: عرضي و طولي. تكون الجملة الإنشائية في الاتجاه العرضي بشكل ظفر مزدوج، أما الجملة الإنشائية في الاتجاه الطولي فتكون بشكل جائز بسيط مع ظفرين، و أحياناً مع ظفر من جهة واحدة، و ربما تكون بشكل جائز بسيط دون أظفار. يلزم أخذ الآتي في الحسبان عند تحليل الأساس المشترك لعمودين:

أ – يجب انطباق مركز ثقل الأساس المشترك لعمودين مع مركز ثقل الأحمال المطبقة عليه، حتى تكون الإجهادات المطبقة على التربة موزعة بانتظام.

ب- في حالة عدم تطابق مركزي الثقل، تكون الإجهادات المطبقة على التربة موزعة خطياً (بفرض تحقق شروط الصلادة). و يمكن أن تزاد الاجهادات العظمى المطبقة على التربة لتصل 1.25 مرة الاجهادات المسموحة، عندما يكون توزيع الإجهادات بشكل مثلثي. أما التوزيع بشكل شبه متحرف، فتؤخذ الاجهادات العظمى بالنسبة و التناسب.

ت- تحسب عزوم الانحناء و قوى القص المطبقة على الأساس بافتراضه منشأة مقررة تتوازن فيها القوى المطبقة من الأعلى مع تلك المطبقة من الأسفل (رد فعل التربة). و تكون قيمة عزم الانحناء أو قوة القص المطبقة على مقطعٍ ما هي ذاتها، سواء تم الحساب من جهة اليمين أم تم الحساب من جهة اليسار.

ث- ينطبق على تراكيب الأحمال المطبقة من الأعمدة على الأساس المشترك، ما سيرد في موقع آخر.

8-2/7 تحليل الأساس الشريطي (الخطي)

أ – يلزم أولاً تعيين مركز ثقل الأحمال، ثم يتم اختيار أبعاد الأساس بحيث ينطبق مركزه مع مركز ثقل الأحمال، حتى تكون الإجهادات تحت الأساس موزعة بانتظام. إذا لم يتم التمكن من ذلك، و كان لا بد من وجود لا مركزية، فيلزم أن تكون هذه اللامركزية أصغر ما يمكن، و تكون الإجهادات المطبقة على التربة تحت الأساس، في هذه الحالة خطية، بشكل شبه منحرف أو مثلث.

ب- يمكن أن يكون الأساس بشكل بلاطة ذات سماكة ثابتة، كما يمكن أن يكون بشكل جائز بارز

للأعلى (جائز مقلوب)، مع بلاطة ظفرية بالاتجاهين العرضيين.

ت- يتم تحليل الأساس الشريطي (الخطي) بالإتجاه العرضي، و تكون جملته الإنشائية بشكل ظفر مزدوج.

ث- يتم تحليل الأساس الشريطي (الخطي) بالإتجاه الطولي و حساب مخطط عزم الانحناء، و مخطط قوى القص، بافتراض أن الأساس هو منشأة مقررة، متوازنة بتأثير أحمال الأعمدة (و/أو الجدران) من الأعلى، و ضغط التربة من الأسفل.

ج- يتم تعيين مواقع المقاطع العرضية المعرضة لعزوم الانحناء العظمى و تلك المعرضة لقوى القص العظمى (بالاتجاه الطولي)، من مخططات عزوم الانحناء و قوى القص، على التوالي.

ح- يُعد العرض الفعال للظفر بالاتجاه الطولي (في حال كون الأساس بلاطة ذات سماكة ثابتة) مساوياً لعرض الجدار + 100mm.

خ- لا يقل التسليح السفلي بالاتجاه الطولي عن ثلث التسليح السفلي بالاتجاه العرضي.

د- لا يناقش هذا البند تصميم البلاطات المنفذة على الأرض الطبيعية أو على الردم المرصوص (Slabs on grade).

8-2/8 تحليل الأساس بشكل حصيرة عامة

توجد طريقتان رئيسيتان لحساب توزع الإجهادات أسفل الحصائر، و هما:

8-2/8/1 الطريقة الصلدة Rigid Method

أ – تعتمد الطريقة الصلدة على الفرضيات الآتية:

1) إن الحصيرة صلدة بشكل لا متناهي بالمقارنة مع تربة التأسيس، و بالتالي فإن تشوهات الانحناء (الإنعطاف) للحصيرة لا تغير من قيمة الإجهادات الناتجة على التربة.

2) تتوزع الإجهادات على التربة أسفل الحصيرة بشكل خطي في الاتجاهين. أي أن قيمة الإجهادات لها شكل سطح مستوي أسفل الحصيرة، بحيث أن القوة التي تمثل محصلة الإجهادات تنطبق على محصلة الشاقولية المؤثرة على الحصيرة. و في حال استناد الحصيرة على أوتاد، تكون القوى المنقولة إلى الأوتاد تحت الحصيرة أيضاً موزعة بشكل خطي في الإتجاهين، بحيث أن محصلتها الكلية تنطبق على محصلة القوى الشاقولية.

ب- تُعد الحصيرة صلدة إذا تحققت شروط التباعدات بين الأعمدة و الجدران المستندة فوق الحصيرة التي سبق ذكرها في البند (6-5/4) أعلاه.

ت- يتم في هذه الطريقة تعيين توزع الإجهادات تحت الحصيرة وفقاً لنظرية توزع الإجهادات الناظمية في المقاطع الصلدة، أي من العلاقة (في حال وجود محور تناظر):

$$\sigma = N/A \pm M_x \cdot y/ I_x \pm M_y \cdot x/ I_y$$
$$= N/A \cdot (1 \pm e_x \cdot y/ i_x^2 \pm e_y \cdot x/ i_y^2)$$

(1−8) .....

أو من العلاقة العامة رقم (6−5) في حالة عدم التناظر.

8−2/8/2 الطريقة المرنة Elastic Method

أ – يتم افتراض التربة، في هذه الطريقة، و كأنها مؤلفة من عدد لا نهائي من النوابض المرنة التي لا تتأثر ببعضها.

ب− يمثل الثابت المرن للنوابض معامل رد فعل التربة المرن K (وفق طريقة فنكلر). و يعرف المعامل K لتربة معينة بأنه قيمة الإجهاد اللازم لإحداث هبوط في التربة مقداره الواحد.

(2−8) ..... $K = P / y$

ت− أما في حالة الأوتاد، فيعد كل وتد عبارة عن نابض له ثابت مرن مساوٍ إلى: $K = EA/ L$، حيث:

E = معامل المرونة لمادة الوتد؛

A = المساحة المتوسطة لموقع الوتد؛

L = الطول الفعال للوتد، و يؤخذ مساوياً لطوله الكلي في حالة كونه من النوع الاستنادي عند نهايته، و يؤخذ نصف طوله الكلي في حالة كونه وتد احتكاك.

ث− يتطلب التحليل وفق هذه الطريقة حل معادلة تفاضلية جزئية من الدرجة الرابعة، و يمكن تبسيطها في بعض الحالات إلى حل معادلة تفاضلية من الدرجة الرابعة بمتغير واحد.

(1 $\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{2\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = \frac{1}{D}(q - Kw)$ ..... (2−8)

حيث: $D = Et^3/ 12(1-\nu^2)$

(2 $EI\ (d^4w/ dx^4) = q - K_0.w$ ..... (3−8)

حيث: q = الحمل للمتر المربع في 1)، و للمتر الطولي في 2)؛

w = مقدار الهبوط؛

$K.b = K_0$ ، حيث: b عرض الشريحة، و I عزم عطالتها.

على أن حل هذه المعادلات يمكن في حالة الحصائر ذات القساوة الثابتة على كامل مساحتها، أما في حالة وجود تغييرات في سماكة الحصيرة أو في حالة استعمال في الاتجاهين، فيلزم لحلها اعتماد الطرائق العددية، مثل طريقة العناصر المحدودة Finite Element، و طريقة الفروق المحدودة Finite Difference، و كلاهما يعتمد على استعمال الحاسب الالكتروني. و لا يُلجأ عادة إلى هذه الطرائق التي تحتاج إلى حسابات معقدة و طويلة، إلا عند الضرورة و حيث لا يمكن استعمال الطريقة الصلدة.

ج− تكون القيم التقريبية لمعامل رد فعل التربة (معامل الأساس) K ، وفقاً للتوصيق التقريبي للتربة كالآتي:

نوع التربة	المعامل K (مقدراً بالـ: kgf/cm^2)

طفل	0.5 – 1
ردم من البحص و الرمل	1 – 2
غضار مبلل (طين)	2 – 3
غضار رطب	4 – 5
رمل خشن و قليل من البحص	8 – 10
بحص متوسط الحجم + رمل ناعم	10 – 12
بحص متوسط الحجم + رمل خشن	12 – 15
بحص ذو مقاس كبير + رمل خشن	15 – 20

8-2/9 مراحل تحليل الحصيرة العامة و عناصرها

يتم تحليل عناصر الحصيرة العامة من بلاطات و جوائز على مرحلتين كالآتي:

أ – المرحلة الأولى:

يتم في هذه المرحلة حساب الاجهادات على التربة تحت الحصيرة، و كأن الحصيرة هي جسم صلب، وفق العلاقة رقم (6-1) في حالة وجود تناظر في الأساسات و الأحمال، أو من العلاقة رقم (6-5) في حالة عدم وجود تناظر.

ثمُ تحسب الأحمال الشاقولية المطبقة على البلاطات من الأسفل للأعلى (يمكن طرح وزن بلاطة الأساس و الردم فوقها من إجهادات التربة تحت الأساس المتجهة من الأسفل للأعلى). ُتحسب العزوم و القوى الداخلية في بلاطات الحصيرة بافتراضها بلاطات مستمرة، و يمكن استعمال العوامل المعطاة في الكود الأساس لتحليل هذه البلاطات و التي تعتمد على توزيع الأحمال على الشرائح بالاتجاهين. ُتحسب العزوم في هذه الشرائح، ثم ُتصمم مقاطع البلاطات وفقاً لها، مع ملاحظة تخفيض إجهاد التسليح المسموح (أو المقاومة المعتمدة في الحساب) بمقدار 10% - 20%، في حال وجود مياه جوفية أو رطوبة لا يمكن التخلص منها. و ُيؤخذ تسليح هذه البلاطات بشكل شبكة تسليح مستمرة علوية في الاتجاهين، و أخرى مستمر سفلية في الاتجاهين أيضاً. ُيضاف للشبكة السفلية تسليح سفلي عند المساند (التي هي الجوائز و الجدران، أو الأعمدة في حالة الحصائر التي تعمل كبلاطة فطرية).

يتم حساب الأحمال المطبقة على الجوائز (من الأسفل للأعلى) من الأحمال المطبقة على البلاطات وفق نظرية خطوط الإنكسار للبلاطات لتصبح بشكل مثلثات و أشباه منحرفة (أي بطريقة مماثلة لبلاطات الأسقف). هنا أيضاً، ُتؤخذ أحمال البلاطات الصافية (أي رد فعل التربة مطروح منه وزن البلاطة و الردم فوقها)، و ُتحسب العزوم في الجوائز، بافتراضها جوائز مستمرة مستندة على الأعمدة و الجدران، و يمكن استعمال العوامل التقريبية (الواردة في الكود الأساس للجوائز) في حال تقارب المجازات، أو أي طريقة أخرى من طرائق التحليل الإنشائي. ثم ُتصمم المقاطع العرضية لجوائز الحصيرة، كما هو الحال في الجوائز العادية، حتى لو كانت جوائز عميقة، نظراً لأن الكود الأساس يسمح

بذلك. أما بالنسبة للقص، فمعظم جوائز الحصيرة تحقق شروط الجوائز العميقة في القص الواردة في الكود الأساس، و ُيحسب تسليح القص فيها (من أساور عرضية و تسليح طولي)، بالعلاقات المعطاة بالكود الأساس لهذه الحالة، مع ملاحظة أن فعالية الأساور تكون محدودة في هذه الحالة، و لذلك يجب أخذ تسليح القص الطولي اللازم، و يوزع هذا التسليح على ارتفاع المقطع، بين التسليح العلوي و السطح العلوي لبلاطة الحصيرة. و يكون التباعد بين صفوف التسليح الطولي بحيث لا تزيد على 300 مم. أما الأساور، فتؤخذ ثابتة على كامل أطوال المجازات، وفقاً لما جاء في الكود الأساس، على أن القص الحرج يتم حسابه عند المقطع الحرج الواقع على مسافة 15% من المجاز عن وجه المسند. و يعمل تسليح القص الطولي في هذه الحالة بمثابة تسليح تقلص إضافة لكونه تشليح قص. يلزم مد تسليح القص الطولي على كامل أطوال المجازات، مع التراكبات اللازمة في حالة الحاجة لوصل القضبان. و يجب أيضاً مراعاة الملاحظة التي سبق ذكرها في تصميم البلاطات فيما يتعلق بتخفيض الإجهادات المعتمدة للتسليح في حال وجود مياه جوفية أو رطوبة.

تجدر الإشارة إلى أنه في حالة استناد الجدران الاستنادية في القبو على الحصيرة، فستعمل هذه الجدران كجوائز لبلاطات الحصيرة، و تصمم (في مستويها) وفق ذلك (أي ُتصمم كجوائز عميقة في الاتجاه الطولي)، إضافة لتصميمها في الاتجاه العرضي لتتحمل ضغط التربة الجانبي.

ب– المرحة الثانية:

بعد الانتهاء من تصميم عناصر الحصيرة (من بلاطات و جوائز و جدران استنادية) وفق ما جرى ذكره أعلاه في المرحلة الأولى، يلزم التصميم (أو التحقق) من الحصيرة كجسم متكامل بما يتفق مع توازن القوى و العزوم الخارجية و الداخلية عند كل مقطع من المقاطع، و في الاتجاهين.

يمكن أن يتم ما سبق، بافتراض أن الحصيرة كلها تعمل (بالاتجاه الطولي) كجائز واحد، طوله يساوي طول الحصيرة و عرضه يساوي عرض الحصيرة. يتعرض هذا الجائز إلى أحمال من الأسفل للأعلى تساوي رد فعل التربة على كامل عرض الحصيرة، كما أنه معرض من الأعلى لأحمال شاقولية (من الأعلى للأسفل) تساو لكامل أحمال الأعمدة و الجدران المرتبطة مع الحصيرة، بما في ذلك أوزان الحصيرة و جوائزها و التربة فوقها.

ُتحسب العزوم لهذا الجائز (الممثل للحصيرة) عند مسافات معينة، يفضل ان تكون عند أوجه مساند الحصيرة (أي أوجه الأعمدة و الجدران القصية و الاستنادية)، نتيجة لتطبيق الأحمال على الحصيرة من الأعلى للأسفل (أوزان المبنى أو المنشأة عبر الأعمدة و الجدران، إضافة للحصيرة و التربة فوقها)، و من الأسفل للأعلى (رد فعل التربة الكلي). يمكن طرح أوزان الحصيرة و التربة فوقها، مباشرة من رد فعل التربة الكلي، و استعمال الرد الصافي للتربة، و النتيجة واحدة للحالتين. ُيرسم مخطط العزوم و مخطط قوى القص لهذه الحصيرة الجائز المؤلفة من شريحة واحدة. يتم التحقق (أو التصميم) من قدرة الحصيرة على تحمل العزوم العامة المقررة بتجميع مقاومات العناصر الموجودة في المقطع المدروس، و هي تمثل مجموع قدرات تحمل البلاطات و الجوائز و الجدران الاستنادية. وإذا مر المقطع المدروس في

جدار قص، يؤخذ ارتفاعه مساوياً لارتفاع الطابق المرتبط بالأساس مباشرة مع سماكة الأساس، أما الارتفاع الفعال فيكون 90% من الارتفاع المعتمد. فإذا لم يحقق مجموع مقاومات عناصر الحصيرة في المقطع المدروس للعزوم المطبقة على هذا المقطع، فيلزم زيادة تسليح العناصر الأكثر فعالية في تحمل العزوم (كالجدران الاستنادية و الجوائز)، و يتم التحقق من مقاومة القص في المقطع المدروس بطريقة مماثلة.

يتم متابعة الحساب بالتحقق (او التصميم) للحصيرة في الاتجاه القصير بافتراضها شريحة واحدة تعمل كجائز طوله يساوي عرض الحصيرة و عرضه يساوي طول الحصيرة، و بالخطوات السابقة ذاتها للاتجاه الطويل.

8-2/10 تحليل الأساس بشكل حصيرة مفرغة

يمكن استعمال ما سبق للحصيرة العامة تماماً لحالة الحصيرة المفرغة، مع الأخذ في الحسبان حذف المساحات غير الموجودة في الحصيرة المفرغة عند حساب الخواص الهندسية لها (المساحة و عزوم العطالة).

8-3 تحليل الأساسات العميقة

يمكن القول، بصورة عامة، أن الأساسات العميقة هي بديلة عن التربة (في حالة كون التربة ضعيفة)، و تصل هذه الأساسات (بالعمق) حتى تربة قوية يمكن التأسيس عليها بأمان. و يلزم استعمال أساسات مسلحة (من النوع المناسب من الأساسات السطحية) فوق الأساسات العميقة، و تسمى القبعة. ينطبق على تحليل القبعة ما سبق ذكره عن الأساسات السطحية، أما الأوتاد ذاتها فسيتم التعرض لها بالتفصيل في الباب العاشر من هذا الملحق.

8-3/1 تحليل الآبار الاسكندرانية

أ – تنفذ الآبار الاسكندرانية من الخرسانة العادية أو المغموسة، و تصل حتى تربة التأسيس المناسبة.

ب– في حال تنفيذ الآبار الاسكندرانية ضمن تربة قابلة للهبوط (تربة ردمية مثلاً) فيلزم أخذ الاحتكاك السلبي على جدران الآبار في الحسبان.

ت– تتعرض الآبار الاسكندرانية لأحمال شاقولية أساساً، و يمكن أن تتعرض لقوى أفقية و عزوم انحناء.

ث– تحسب الاجهادات العظمى المطبقة على البئر الاسكندراني، و يجب أن لا تتعدى الاجهادات المسموحة للخرسانة العادية في الضغط.

ج – تعد الآبار الاسكندارانية مشابهة للأساسات الكتلية، فهي بالتالي أساسات صلدة، و لا تحتاج عملياً لتحليل إنشائي لمعرفة القوى و العزوم المطبقة عليها. كما أنها لا تحتاج لتحقيق المقاطع العرضية لها. و لكن يلزم التحقق من الاجهادات المعرضة لها من الأساسات التي فوقها، و من المناسب وضع

تشاريك تسليح بين الآبار الاسكندرانية و الأساسات السطحية التي فوقها.

8-2/3 تحليل الأوتاد

أ – يُفضل دوماً أن تكون الأوتاد مُعرضة لأحمال محورية، و تحسب قيم هذه الأحمال من واقع القوى و العزوم المطبقة على المخدة فوق الأوتاد. أما القوى الأفقية المطبقة على المبنى أو المنشأة (كأحمال الزلازل أو الرياح) فيمكن أن تتم مقاومتها بأوتاد مائلة (على المحيط مثلاً)، بحيث تكون المركبات الأفقية للقوى المحورية في هذه الأوتاد المائلة، مساوية للقوى الأفقية الكلية المعرض لها المبنى أو المنشأة (في جميع الاتجاهات).

ب– سيتم في الباب العاشر التعرض للأوتاد بشكل تفصيلي.

الباب التاسع
9 تصميم الأساسات

9-1 تصميم الأساسات السطحية (الضحلة)

يتم تصميم المقاطع العرضية للأساسات السطحية (بعد تحليل الأساس و التوصل للقوى و العزوم المطبقة على المقاطع العرضية) اعتماداً على القوانين و العلاقات المعتادة للخرسانة المسلحة (وفق ما ورد في الكود الأساس)، مع الأخذ في الحسبان زيادة سمك الغطاء الخرساني للتسليح المطلوبة في الكود الأساس. و في هذا المجال، يلزم الرجوع للبند (7-5) من هذا الملحق، و تطبيق ما ورد فيه.

9-2 تصميم الأساسات العميقة

تشمل الأساسات العميقة الآبار الاسكنرانية و الأوتاد. يتم تصميم الآبار الاسكندرانية عادة وفق ما ورد في البندين (7-2/2/4) و (8-1/3) من هذا الملحق. أما تصميم الأوتاد فيتم وفق ما سيتبع في هذا الباب، إضافة لما سيرد في الباب العاشر.

9-3 تصميم الأساسات الوتدية

9-1/3 تصميم قطاع الوتد

أ - تصمم الأوتاد عادة لتحمل قوى محورية ضاغطة ينجم عنها إجهادات ضغط في جسم الوتد، على أنه يمكن في بعض الحالات أن يتعرض الوتد إلى قوى أفقية أو عزوم انحناء تؤدي إلى خضوعه إلى قوى ناظمية و عزوم. يعين الجدول (9-1) الإجهادات المسموحة طبقاً لشروط و ظروف عمل الوتد.

ب- تصمم الأوتاد في حال خضوعها إلى قوى محورية، وفق إحدى العلاقتين الآتيتين:

$P_{all} = 0.33 .f_c^{'}.A_c^{'} + f_s . A_s$ للأوتاد المطوقة التي تحتوي أساور ..... (9-1)

$P_{all} = 0.85(0.3.f_c^{'}.A_c^{'} + f_s . A_s)$ للأوتاد غير المطوقة التي لا تحتوي أساور ..... (9-2)

ت- في حال خضوع الوتد إلى عزوم انحناء وقوى محورية يتم تحقيق العلاقة التالية:

$$\frac{f_a}{\overline{f_a}} + \frac{f_b}{\overline{f_b}} \le 1 \quad \text{.....} \quad (9-3)$$

حيث: $\overline{f_b}, \overline{f_a}$ الإجهادات المسموحة الناتجة عن الضغط البسيط و الإجهادات المسموحة الناتجة عن ضغط الانحناء؛

f_b, f_a الإجهادات الفعلية في الضغط البسيط وفي ضغط الانحناء.

الجدول (9-1): تعيين الاجهادات المسموحة حسب نوع الوتد

الحالات		أوتاد دائمة	أوتاد مؤقتة
الإجهادات المسموحة الناتجة عن الضغط			
الخرسانة	غير مطوقة	$0.30f_c'$	$0.44f_c'$
	مطوقة	$0.40f_c'$	$0.53f_c'$
الفولاذ	مقاطع دائرية أو صندوقية	$0.35f_y$	$0.47f_y$
	قضبان تسليح	$0.40f_y$	$0.53f_y$
	قلب فولاذي	$0.50f_y$	$0.67f_y$
الإجهادات المسموحة الناتجة عن الشد			
الخرسانة	عادية	0	0
	مسلحة	0	.
	مسبقة الإجهاد	0	$9.5\sqrt{f_c'}$
الفولاذ	مقاطع دائرية أو صندوقية	$0.50f_y$	$0.67f_y$
	قضبان تسليح	$0.50f_y$	$0.67f_y$
	قلب فولاذي	$0.50f_y$	$0.67f_y$
الإجهادات المسموحة الناتجة عن عزم الانحناء			
إجهادات الضغط المسموحة الناتجة عن عزم الانحناء		$0.45f_c'$	$0.55f_c'$
إجهادات الشد المسموحة الناتجة عن عزم الانحناء	خرسانة عادية	0	$5\sqrt{f_c'}$
	خرسانة مسلحة	.	.
	خرسانة مسبقة الإجهاد	0	$19\sqrt{f_c'}$

9-3/2 تعيين قدرة تحمل الوتد

يتم تعيين قدرة تحمل الوتد بالطريقة الأولى استناداً للحسابات، و التي تستند إلى التحريات الحقلية لتربة الموقع، أو بالطريقة الثانية التي تستند إلى تجارب التحليل في الموقع، و إلى طرائق ديناميكية تستند إلى معرفة الطاقة الحركية المعطاة للوتد أثناء عملية الاختراق بالنسبة للأوتاد المدقوقة. سيرد تفصيل ذلك في الباب العاشر أدناه.

الباب الحادي عشر
11 أساسات الآلات

11-1 مقدمة

يجب عند تصميم أساسات الآلات **(Machine Foundations)** الأخذ بالحسبان لجملة المؤثرات المختلفة الناجمة عن تشغيل هذه الآلات (استاتيكية و ديناميكية)، فالمهم اعتماد طريقة نقل الحمل من الآلة، و كذلك المسائل الأخرى المرتبطة بالسلوك الديناميكي لكل من الأساس و التربة الواقعة تحته، بمعنى دراسة العلاقة المتبادلة بين قوى التحريض و ترددها و كتلة الآلة و مجموعات الاستناد المرنة و كتلة الأساس، بالإضافة إلى رد فعل تربة التأسيس. و يكون التقريب الأمثل لهذه المسألة بافتراض أن الأساس و الآلة و التربة تشكل مجتمعة جملة مهتزة، تُجرى عليها الحسابات اللازمة. في الواقع، تقع على مسؤولية المهندس المصمم لأساس آلة ما، عملية تحويل الطاقة المؤثرة و امتصاصها عن طريق عطالة الأساس أو مجموعات النوابض و أجهزة التخامد لتبقى الآلة تعمل بشكل جيد و أن تكون مؤثرات الاهتزاز واقعة ضمن المجالات المسموحة للمواد أو للتربة أو للإنسان.

تتلخص أسباب الاهتزاز في نقل الطاقة بواسطة القوى المتغيرة (الثقب، الكسر و الدق) أو الدورية (مكابس، عنفات أو آلات دورانية)، و يعرف دور الحركة بأنه الزمن الذي تقوم فيه الحركة باهتزاز كامل أو بذبذبة كاملة. أما تردد الاهتزاز فهو عدد الأدوار في واحدة الزمن. و يعرف التردد الدائري للاهتزاز بأنه عدد الأدوار مضروباً في (2π). و نشير أيضاً إلى وجود خواص أخرى كسعة الاهتزاز التي تعرف بالمسافة التي يقطعها الجسم المهتز ابتداءً من وضع الراحة، وكذلك مفهومي سرعة و تسارع هذا الجسم المهتز.

و استناداً لمعايير تصميم الأساسات، يمكن تصنيف الآلات كالآتي:

- آلات مولدة لقوى صدم: مطرقة الحفر، مكابس ... ؛
- آلات مولدة لقوى دورية: المحركات الترددية، ضواغط؛
- آلات عالية السرعة كالتوربينات و الضواغط الدورانية؛
- آلات أخرى متنوعة الأغراض.

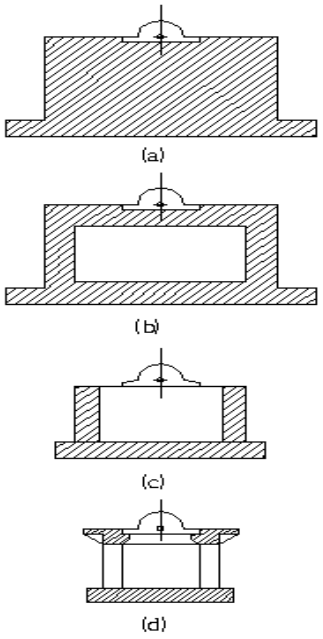
هذا ويمكن تصنيف أساسات الآلات وفقاً لشكلها الإنشائي (الشكل 11-1):

- أساس على هيئة كتلة مليئة من الخرسانة، توضع عليه الآلة: لحالة السرعات المنخفضة.
- أساس على هيئة قيسون أو صندوق من البلوك الخرساني المفرغ الذي تستند عليه الآلة عند القمة، و ذلك للسرعات المتوسطة.
- أساس مكون من جدارين من الخرسانة المسلحة تستند عليهما الآلة، للسرعات أعلى من العادية.
- أساس على هيئة إطار مؤلف من أعمدة شاقولية، حاملة عند أعلاها جوائز أفقية، تشكل إطارين تحمل الآلات المولدة لقوى ترددية بسرعات عالية.

ويمكن تثبيت الآلات بأرضيات خرسانية مسلحة، و دون أساس خاص، عندما تكون القوى الديناميكية قليلة و سبيل المثال: المخارط و غيرها ...

وكذلك تصنف الآلات وفقاً للترددات العملية (التشغيل) بالتالي نوع الأساس المناسب:

- ترددات منخفضة إلى متوسطة: 0-500 rpm : محركات ترددية – مكابس، تعتمد أساسات من بلوكات مليئة من الخرسانة بسطح تماس كبير مع التربة.
- ترددات متوسطة إلى عالية : 300-1000 rpm : محركات الغاز أو الديزل، تعتمد أساسات على هيئة بلوكات مليئة من الخرسانة، مستندة على نوابض أو على مخدات مرنة مناسبة بهدف الحفاظ على الترددات الطبيعية للأساس أقل من تردد التشغيل.
- ترددات عالية جداً: 1000 rpm < : محركات بسرعات كبيرة: يتم استعمال أساسات بسطوح اتصال صغيرة و وجود نظام عزل فعال لتخفيض الترددات: أساسات إطارية مع تجهيزات خاصة لنظام الربط بين الأعمدة.



(a) – كتلة خرسانية
(b) – أساس صندوقي
(c) – أساس جداري
(d) – أساس إطاري

الشكل (11–1): أنواع أساسات الآلات

11–2 المتطلبات العامة لأساسات الآلات

11–2/1 المتطلبات التصميمية

أ – يجب أن يقاوم الأساس الأحمال المتراكمة دون حصول انهيار بالقص أو بالإنهراس (السحق).

ب– أن تكون الهبوطات ضمن الحدود المسموحة، و يتم اختيار موقع قاعدة الأساس بحيث أن الخط المائل الواصل بين قواعد الأساسات المتجاورة لا يكون مائلاً عن الأفق بزاوية أكبر من نصف الانحدار الطبيعي للتربة أو بزاوية $(\alpha \leq 25^\circ)$ أيهما أقل، و ذلك لتلافي أخطار فروقات الهبوط.

ت– أن يكون مركز الثقل المشترك للآلة و الأساس، بقدر الإمكان، واقع على الخط الشاقولي المار بمركز

ثقل سطح القاعدة.

ث- عدم حصول ظاهرة الطنين، و يكون ذلك عن طريق تحقيق تردد طبيعي ذاتي لجملة التربة و الأساس كبير جداً أو صغير جداً مقارنة بتردد التشغيل الخاص بالآلة، من أجل الآلات ذات السرعات المنخفضة يجب أن يكون التردد الطبيعي كبيراً و العكس صحيح.

ج- يجب أن تكون قيم السعات (التأثيرات) الناجمة عن الاستثمار أقل من الحدود المسموحة التي تُحدد من قبل المصنع للآلة.

ح- كافة الأجزاء الدوارة أو الترددية للآلة يجب أن تخفف من القوى و العزوم المسببة لحالة عدم التوازن (مسؤولية المهندس الميكانيكي).

خ- دراسة إمكانية تغير قيمة التردد الطبيعي للأساس عن طريق تغير أبعاد القاعدة أو كتلة الأساس عند الضرورة (إمكانية حصول ترددات لاحقة جديدة).

11-2/2 المتطلبات التنفيذية

أ - أن يكون منسوب المياه الجوفية منخفضاً قدر الإمكان، و أعمق بمقدار لا يقل عن ربع عرض الأساس تحت منسوب القاعدة، و هذا يحد من انتشار الاهتزازات. و عندما لا يتحقق ما ورد أعلاهُ يلجأ إلى تصميم الأساس على نوابض رخوة، حيث أن المياه الجوفية ناقل جيد لأمواج الاهتزازات و لمسافات بعيدة دون تخامد. و إذا لم يكف خيار الاستناد النابضي، يتم اعتماد .....

ب- يجب فصل أساسات الآلات عن ملحقات البناء عن طريق فواصل تمدد.

ت- يجب تأمين عزل فعال لأنابيب الهواء الساخن أو البخار الواقعة ضمن الأساسات.

ث- يجب حماية أساسات الآلات من زيوت الآلات باستعمال دهانات خاصة مقاومة للأحماض، أو عن طريق معالجة خاصة تعتمد على تبطين الأساس بصفائح مقاومة للمواد الكيميائية.

ج- يجب تنفيذ أساسات الآلات بمنسوب أقل من أساسات الأبنية المجاورة.

ح- تثبيت الآلات على الأساسات بواسطة براغي و صواميل يحدد إرسائها وفقاً لشروط التصميم.

11-3 الاشتراطات البعدية

أ - تُحدد أبعاد أساسات الآلات وفقاً لمتطلبات تشغيل الآلة، و تقوم الجهات الصانعة للآلات بتزويد الأبعاد الأولية للأساسات (حدود). وعندما يتعين للمصمم اختيار الأبعاد الأولية، فإنه من الأفضل اختيار أقل الأبعاد الممكنة والمحققة لمعايير التصميم.

ب- في حالة أبعاد مفروضة لأساس في موقع خاص ما، فإنه يتوجب على المصمم التحقق من التردد الذاتي لجملة التربة – أساس، و سعات الحركة مقارنة مع ظروف التشغيل.

ت- عندما لا نستطيع تأمين المتطلبات السابقة، يتوجب على المصمم اقتراح حلول أخرى لتلك المقترحة من قبل المصنع، والحصول موافقة المهندس الميكانيكي المعني.

11-4 معطيات التصميم

أ – مخططات التحميل التيُ توضح قيم و مواقع الأحمال الستاتكية و الديناميكية المؤثرة على الأساس من قبل الآلة؛

ب– استطاعة المحرك و سرعته التشغيلية؛

ت– مخطط يوضح الأجزاء المطمورة، و الفتحات، و الأخاديد (غمد) الخاصة ببراغي الأساس ....؛

ث– طبيعة التربة و خواصها الستاتيكية و الديناميكية التي تتطلبها حسابات التصميم.

11-5 الأحمال الدينامكية المؤثرة على أساسات الآلات

أ – أفعال ذات نمط اندفاعي أو على شكل صدمة تحدث بفترات منتظمة (مطارق – مكابس)؛

ب– أفعال مستمرة متغيرة مع الزمن وفقاً لقانون حبيبي (آلات دوارة أو ترددية).

و تقوم الجهات الصانعة للآلات بتزويد المعطيات الخاصة بالقوى غير التوازنية لهذه الآلات. ويمكن حساب هذه القوى لبعض الأنواع من التجهيزات، و هي موضحة في المراجع المختصة.

11-6 السعات الاهتزازية المسموحة

أ – توصّف السعات المسموحة عادةً من قبل الجهة الصانعة، و هي مرتبطة بأهمية الآلة و بحساسية المنشآت المجاورة للاهتزاز.

ب– عندما لا تتوفر معلومات عن هذه السعات المسموحة من قبل الجهات الصانعة للآلة، يمكن اعتماد القيم الآتية عند الدراسات الأولية.

الرقم	نوع الآلة			السعة المسموحة (cm)
1	آليات بسرعات منخفضة (500 rpm)			0.02 – 0.025
2	أساسات آليات الطرق (الدق)			0.1 – 0.12
3	آليات عالية السرعة	3000 rpm	اهتزازية شاقولية	0.002 – 0.003
			اهتزازية أفقية	0.004 – 0.005
		1500 rpm	اهتزازية شاقولية	0.004 – 0.006
			اهتزازية أفقية	0.007 – 0.009

11-7 قدرة التحمل المسموحة

- بشكل عام، إن مقاومة المادة على الاهتزاز هي أقل من مقاومتها الستاتيكية نتيجة تعب المادة عند استمرار إجهادها الديناميكي. و يمكن تحديد قيمة عامل التعب لمختلف الاجهادات من الجدول الآتي:

عامل التعب	محرض الاهتزازات	إجهاد الاهتزاز
3.0	آلات دائمة الحركة	دائمة
2.0	صدمات الرياح تكرر حدوث قوى اهتزاز أعظمي	متقطعة مع الزمن
1.0-1.5	حصول قوى نابذة استثنائية نتيجة أعطال الآلات	نادرة

- التربة: يجب استكشاف التربة، و تحدد قدرة التحمل أو الضغط المسموح على التربة اعتماداً على نتائج اختبارت دقيقة تتوافق مع المواصفات المرتبطة بهذا الموضوع، و إن تعرض التربة للاهتزازات يؤثر بشكل غير ملائم على عوامل الأمان، و تزداد فرصة حدوث الانزلاقات و الدورانات، حيث ترتص التربة المفككة تحت تأثير الاهتزازات، أما التربة المترابطة فإن الاهتزازات تسرع في عملية هبوطها لأن النفاذية تتزايد بفعل المؤثرات الديناميكية. و عندما يطول تأثير الاهتزازات ذات السعات الكبيرة، فإن احتمال انزلاق تربة القاعدة أمر وارد للترب المفككة (نتيجة فقدان الاحتكاك الداخلي) أو المترابطة (تشدد التربة بالتالي الزحف تحت تأثير الاجهادات).
- الخشب و المواد الأخرى: تُزود من الجهة الصانعة.

11-8 بارامترات التصميم

11-8/1 تصنيف بارامترات التصميم

تُصنف البارامترات المؤثرة على تصميم الأساس كالآتي:

أ – الخواص الهندسية لجملة أساس الآلة: مركز الثقل، عزم عطالة القاعدة و عزم العطالة الكتلي.

ب– الخواص الفيزيائية للقاعدة المرنة للأساس: الصلابة الفعلية لمسند القاعدة و التخامد.

11-8/2 تعيين قساوة التربة

يمكن تعيين القساوة الفعلية للتربة الواقعة تحت أساس آلة ما بإحدى الطريقتين:

أ – نظرية نصف الفراغ المرن تتطلب تحديد عامل القص (G) و عامل بواسون (υ) للتربة عن طريق تجارب ديناميكية في الموقع، أو:

ب– النظرية القائمة على دراسة نابض خطي غير متخامد: تعمل على تحديد جملة من العوامل كتابع لنوع التربة، و أبعاد و شكل الأساس.

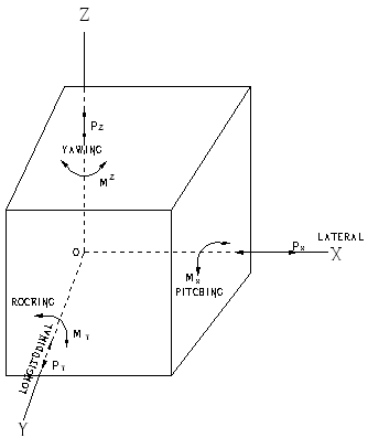
11-8/3 مساند مرنة مختلفة

تُستعمل تحت أساسات الآلات مساند مرنة مثل: مخدات مطاطية – رقائق من الفلين – نوابض ... الخ.

11-9 تحليل و تصميم الأساسات

11-9/1 أنماط اهتزاز الأساس

يملك الأساس ست درجات حرية، و بالتالي توجد ست ترددات ذاتية، و ثلاث أنماط انتقالية على طول المحاور الرئيسية، و ثلاث أنماط دورانية حول هذه المحاور، كما هو مبين في الشكل (11-2). و اعتماداً على موقع مركز الثقل الأساس و المحور المار من مركز سطح القاعدة، يمكن لأنماط الاهتزاز أن تكون متقاربة أو غير متقاربة، و في هذه الحالة يتم تحديد قيمة التردد الذاتي لكل نمط و مقارنته مع تردد التشغيل للآلة.



الشكل (11-2): أنماط اهتزاز أساسات الآلات

11-9/2 طرائق التحليل الديناميكي

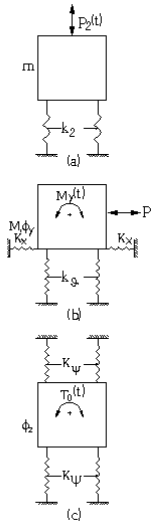
أ - طرائق تجريبية: توجد علاقات و تعابير رياضية مستندة على معطيات تجريبية مجمعة من الواقع العملي تقوم على ضبط التردد الذاتي مع مساحة تماس أساس الآلة.

ب- طرائق تعتمد على افتراض أن التربة جسم صلب مرن نصف لامتناه.

ت- طرائق تعتبر التربة كنابض.

ث- طريقة باراكان: تعطي هذه الطريقة مجموعة من التعابير التي تحدد الترددات الذاتية و السعات لأنماط الاهتزاز المختلفة (الشكل 11-3):

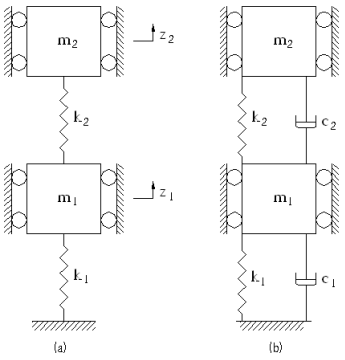
- انتقـــــــال شاقولي (Z).
- انـــــزلاق و دوران في المستوي (XZ).
- انـــــزلاق و دوران في المستوي (YZ).
- فتـــل حـــول المحور (Z) .



شاقولي : Vertical

انزلاق و دوران :

Coupled Sliding &
Rocking

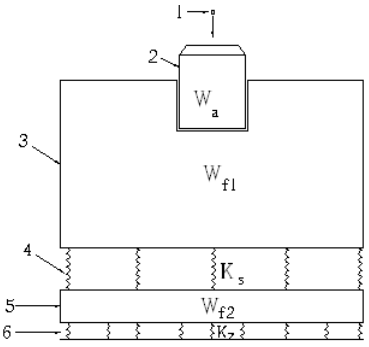


فتل : Torsional

أنماط الاهتزاز

مع تخامد دون تخامد

نظام بدرجتي حرية



(1) – مطرقة

(2) – سندان

(3) – البلوكة العلوية للأساس

(4) – طبقة النوابض

(5) – البلوكة السفلية للأساس

(6) طبقة نوابض التربة

نمذجة أساس مطرقة مستند على نوابض

الشكل (11-3): التحليل الديناميكي للأساس

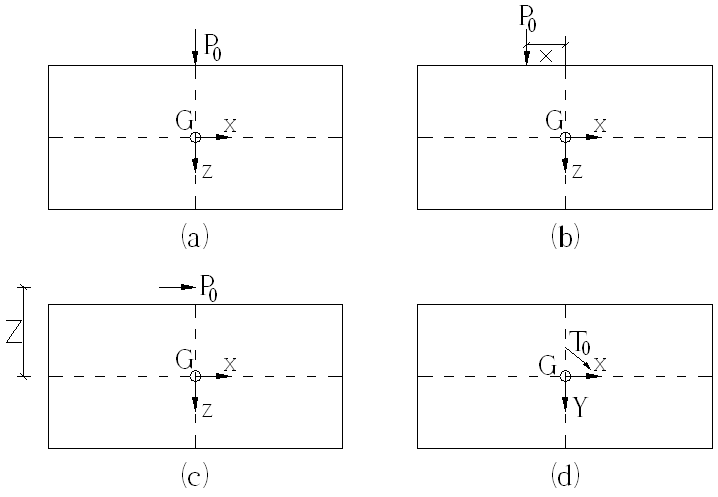
11-9/3 القوى المؤثرة على الأساس

عند تصميم أساس آلة ما فإنه يجب الأخذ بالحسبان للقوى الآتية التي تبقي الأساس في حالة استقرار:

أ- القوى و العزوم المحرضة (الشكل 11-4) مضروبة بعامل التعب.

ب- قوى العطالة.

ت- القوى الديناميكية.



الشكل (11-4): القوى المحرضة باتجاهات مختلفة

إن طرائق حساب و تحديد هذه القوى يمكن إيجادها في المراجع المختصة، لأنواع مختلفة من المحركات.

و للتبسيط يمكن اعتماد الآتي:

- قيمة عامل التعب $(\xi = 3)$.
- يمكن الاستغناء عن حساب و توزيع قوى العطالة عندما تكون قيمة التردد الذاتي للأساس (f_n) أكبر بكثير من تردد تشغيل الآلة (f_m) حيث يكون تأثير هذه القوى مهمل، بالتالي يمكن افتراض الأساس في حالة استقرار تحت تأثير القوى المحرضة مضروبة بعامل التعب (ξ) و القوى الديناميكية فقط.
- بالمقابل عندما يكون $(f_n << f_m)$ يتم إهمال تأثير القوى الديناميكية .

11-10 العزل الاهتزازي Vibration Isolation

يمكن تخفيض الحركة الاهتزازية لآلة ما عن طريق وثقها جيداً بأرضية بيتونية، و لكن ستكون الاهتزازات المنتقلة عبر هذه الأرضية كبيرة. و بالمقابل عندما يكون الاستناد رخو (لين) سواءً تحت الآلة أو تحت أساسها فإن الاهتزازات المنتقلة تنخفض بشكل كبير، و لكن يمكن أن تسبب حركة قوية على الآلة نفسها خلال التشغيل أو خلال مرحلتي الإقلاع أو التوقف. من هنا نلاحظ ضرورة التوفيق بين هذين الحلين ، و

التصميم العملي يتم من خلال اختيار مناسب لقيمة تردد أساس الآلة الذي يرتبط أصلاً بظروف الموقع و الوسط المحيط.

تحدد درجة العزل عن طريق مفهوم عامل التردد الذي يعطى بالعلاقة الآتية:

$$\left(\eta = \frac{f_m}{f_n}\right)$$

f_m : تردد تشغيل الآلة.

f_n : التردد الذاتي للأساس.

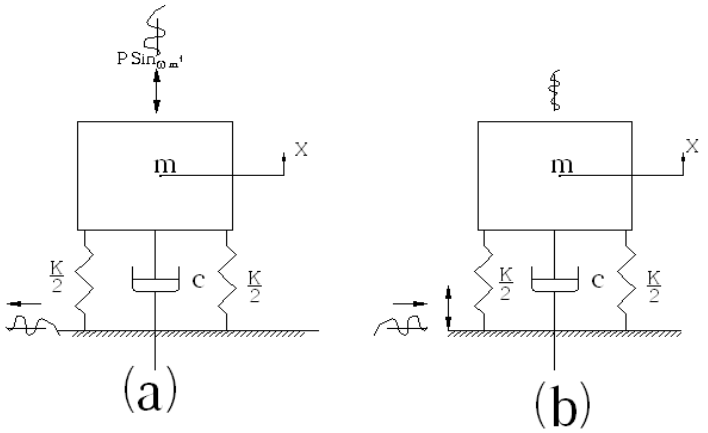
11-10/1 بهدف تجنب الاهتزازات المفرطة نتيجة عمل الآلة يتوجب مراعاة النقاط الآتية:

أ- اختيار الموقع: يتوجب اختيار موقع بعيد عن المناطق الحاوية على أشغال حساسة.

ب- موازنة القوى الديناميكية: يجب أن تكون الآلة متوازنة ديناميكية للحد من القوى غير التوازنية الناجمة عن التشغيل.

ت- اختيار أساسات مناسبة: يجب تصميم الأساس باستخدام معايير مقبولة.

ث- تنفيذ العزل الاهتزازي: يتوجب تأمين فصل كامل بين أساسات الآلة و الأرضيات وكذلك أجزاء البناء عن طريق تأمين طبقات عزل مناسبة بين بعضها البعض (الشكل 11-5).



(b) العزل المعاكس (a) العزل الفعال

الشكل (11-5): العزل الاهتزازي Vibration Isolation

11-10/2 أنواع العزل الاهتزازي:

يمكن التمييز بين نوعين من العزل

أ- العزل الفعال: يتم اعتماده لمعالجة الاهتزازات الناجمة عن الآلة ذاتها، بالتالي تصميم الأساس بحيث نعمل على تخفيض الاهتزازات المنتقلة إلى الوسط المحيط إلى الحد المسموح.

ب- العزل المعاكس (السلبي): يعتمد في حالات الآلات الدقيقة و الحساسة للاهتزازات المنتقلة عبر الأرضيات، و الناجمة عن منابع حركة مزعجة في الوسط المحيط .

11-10/3 المنقولية (قابلية النقل)

تعرف المنقولية بأنها النسبة بين القوة المنقولة إلى الأساس و قوة الاهتزاز المتولدة من الآلة ذاتها (حالة العزل الفعال)، أو النسبة بين سعة اهتزاز الآلة الحساسة إلى سعة اهتزاز القاعدة في حالة العزل السالب.

اعتماداً على نظرية الاهتزازات يمكن تحديد المنقولية بالعلاقة العلاقة :

$$T = \sqrt{\frac{1+4\eta^2\xi^2}{(1-\eta^2)^2+4\eta^2\xi^2}}$$

η :عامل التردد

ξ :عامل التخامد

بالتالي من أجل تأمين عزل فعال يجب تأمين قيم كبيرة لعامل التردد، و هذا يعود إلى البحث عن قيم صغيرة للتردد الذاتي لنظام التخميد بالمقارنة مع القوى المؤثرة.

و في كل الأحوال ينصح بألا يقل عامل التردد عن اثنين $\eta \geq 2$ في حالات العزل الاهتزازي.

11-10/4 طرائق عزل أساسات الآلات

لتأمين عزل فعال يتوجب تحقيق دراسة معتمدة على نظرية المنقولية (درجة النقل) التي تم شرحها سابقاً. و يمكن أن يتوفر في السوق أشكال مختلفة للعزل:

- حاضنات من السجاد المطاطي.
- نوابض لولبية من الفولاذ.

11-11 معالجة أساسات الآلات القائمة

11-11/1 ظاهرة الطنين

إن حدوث ظاهرة الطنين و ما تسببه من زيادة في السعات الاهتزازية تكون غالباً المصدر الأساسي لتضرر أساسات الآلات، و هذا ناجم عن الآتي:

أ - تصميم ناقص معتمد على تقدير غير موفق لبارامترات التصميم مثل صلابة الاستناد و القوى غير التوازنية في الآلة.

ب- ارتفاع منسوب سطح المياه الجوفية الذي يسبب انتشار كبير للاهتزازات.

11-2/11 المعالجة عن طريق موازنة الأحمال المؤثرة

أفضل الطرائق المستعملة في تخفيض الاهتزازات تتمثل بمعالجة المصدر ذاته. ففي الآليات ذات النمط الدوراني من الممكن موازنة القوى المؤثرة بشكل كامل باتجاه حركة المكبس (البستون)، و تعتمد فعالية هذه الطريقة على نوع المحرك و طبيعة الاهتزازات و تتم معالجة هذا الموضوع من قبل مهندس الميكانيك.

11-3/11 المعالجة بتأمين استقرار التربة

أ - يزيد استقرار التربة من صلابة القاعدة بالتالي زيادة قيمة التردد الذاتي للأساس المستند مباشرة عليها، فيمكن تأمين استقرار التربة الرملية باعتماد طرق كيمائية أو بالاسمنت .

ب- يجب تحسين مناطق قريبة من أطراف الأساس بمسافة لا تقل عن 2m في الأساسات الخاضعة لاهتزازات دورانية.

11-4/11 استعمال بدائل إنشائية

11-1/4/11 زيادة في سطح القاعدة أو كتلة الأساس

أ- عندما تقل قيمة تردد التشغيل عن التردد الذاتي نعمل على تحقيق زيادة واضحة للتردد الذاتي للأساس عن طريق توسيع مساحة استناد الأساس، و في الحالة المعاكسة نعمل على زيادة كتلة الأساس دون حصول زيادة تذكر لسطح الاستناد مع التربة.

ب- وعندما يكون لدينا أساس خاضع لاهتزاز ما، متوضع بالقرب من أساس آخر فإنه من المفيد وصل الأساسين بهدف زيادة صلابة الجملة.

11-2/4/11 تنفيذ بلاطات وصل بالأساس

يتم اختيار أبعاد البلاطات التي ستضاف للأساس بحيث تؤدي إلى تخفيض السعة الاهتزازية قي حالة النمط الدوراني للجملة (أساس - بلاطة) إلى الحد المطلوب .

11-3/4/11 استعمال مجموعات مساعدة نابض - كتلة

أ - محايدات اهتزاز (كتلة- نابض): يتم تخفيض الاهتزازات الزائدة لأساس آلة ما عن طريق ربطه بكتلة مساعدة مدروسة بشكل جيد (m_2) عن طريق نابض صلابته ($K2$). وباعتبار كتلة الأساس (m_1) المغموسة في التربة ذات الصلابة (K_1) يسلك كجملة بدرجة حرية واحدة ، و يقع في حالة طنين مع سرعة الآلة التي يحملها يكون لدينا: $\omega_m = \sqrt{\frac{K_1}{m_1}}$ ، و يمكن اختيار قيم بارامترات الجملة المساعدة (m_2, K_2) بحيث يتم إقصاء اهتزاز الجملة الأساس بشكل كامل، و يمكن تحقيق

هذا الأمر عندما يكون تردد التشغيل ثابت ($\omega_m = cte$). و عندما تكون الجملة المساعدة ملحقة بالجملة الأساس يتشكل نظام بدرجتي حرية ، و تكون انتفالات الجملة الأساس معدومة عندما يكون : $\varpi_{n2} = \sqrt{\frac{K_2}{m_2} = \omega_m}$ ، وتحدد سعة الاهتزاز للكتلة بالعلاقة التالية : $a_2 = \frac{P_0}{m_2 \omega_m{}^2}$ ، و الصلابة تكون : $k_2 = m_2 \omega_m{}^2$. و لتصميم الجملة المساعدة نتبع الخطوات الآتية:

- نختار m_2 بحيث تقع قيمة a_2 ضمن الحدود المقبولة باعتبار الحيز المتاح للحركة.
- نحدد $k_2 = m_2 \omega_m{}^2$.
- بمعرفة $\omega_m, m_2 \& k_2$ ، يمكن تصميم الجملة المساعدة المناسبة (كتلة–نابض)، مع الإشارة إلى أنه يمكن اعتماد الخطوات السابقة لكافة أنماط الاهتزاز (انتقالية أو دورانية).

ب– مخمدات اهتزاز

يمكن إبقاء حركة الجملة الأساس ضمن الحدود المسموحة باستخدام مخمدات اهتزاز في الجملة المساعدة، وإن حل هذه المسألة بسيط وموجود في المراجع المختصة التي تعنى بالديناميك ، و نبين فيما يلي العلاقات الهامة الخاصة بهذا الموضوع :

✓ يحسب تردد الجملة المساعدة بالعلاقة : $\varpi_{n2} = \sqrt{\frac{k_2}{m_2}} = \frac{1}{1+\alpha}\sqrt{\frac{k_1}{m_1}}$

✓ تحدد قيمة التخامد الأمثل للجملة المساعدة بالعلاقة : $\zeta = \frac{c}{c_c} = \sqrt{\frac{3\alpha}{8(1+\alpha)^3}}$ ، حيث:

$$c_c = 2\sqrt{k_2 m_2} \quad \text{و} \quad \alpha = \frac{m_2}{m_1}$$

✓ و يكون الانتقال الأعظم للجملة الأساس معادلاً: $a_{\max} = a_{st}\sqrt{\frac{1+2}{\alpha}}$ ، حيث: $a_{st} = \frac{P_0}{k_1}$

✓ و نعتمد المنهجية التالية عند تصميم المخمد: نختار الكتلة المساعدة m_2 بحيث تكون الانتقالات الأعظمية للأساس $a_{\max}$ ضمن الحدود المسموحة، و بالتالي نحسب صلابة النابض k_2 و التخامد ζ ، و من ثم نؤمن التخامد المطلوب بواسطة نظام لزج (مخمد) موافق لعامل اللزوجة c .

ت– العزل عن طريق خنادق محيطة

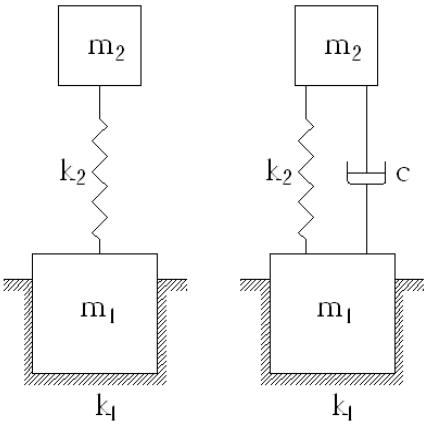
يتم تخفيض الاهتزازات المنتقلة عن طريق تنفيذ خنادق محيطة بالأساس لا يقل عمقها عن ثلث طول موجة الاهتزاز، وبينت التجربة أن الخنادق المملوءة بطين البنتونايت أبدت خواصاً جيدة و عزلاً أكثر فعالية.

ث– العزل في الأبنية

يساعد الفصل الشاقولي بين أجزاء البناء في منع الاهتزازات الناجمة عن الآلات المتوضعة في أحد أجزاء البناء من إحداث اضطرابات في مكان آخر.

هذا و يمكن تخفيض الاهتزازات الموضعية من خلال تأمين صلابات إضافية للبلاطات شرط التحقق

من أن التردد الذاتي للبلاطة أكبر فعلاً من تردد تشغيل الآلة المتوضعة عليها.



(b) مع تخميد (a) دون تخميد

الشكل (11-6): استعمال الجمل المساعدة في العزل الاهتزازي

12-11 تفصيلات إنشائية لأساسات الآلات

1/12-11 صب البيتون

أ- يجب ألا تقل المقاومة المميزة للبيتون المستخدم عن $200kg/cm^2$.
يفضل صب العناصر دون انقطاع.

ب- يتم اختيار الفواصل الإنشائية بشكل مدروس من قبل المصمم و تنفذ بشكل متقن، و يتم ذلك عن طريق زرع أو تنفيذ جملة مناسبة من التشاريك عبر الفاصل و تزويد السطح بمفاتيح قص (سن المنشار)، مع مراقبة فعالة أثناء الصب.

ت- لتأمين أفضل تلاصق بين البيتون القديم و الجديد، نعمل على تجهيز السطح العلوي ليصبح شبيه بقرص العسل و من ثم ينظف بفرشاة معدنية لتنفيذ طبقة من المونة الاسمنتية الغنية على السطح القديم قبل صب البيتون الجديد. هذا و يمكن استخدام الطرق الحديثة لتأمين التلاحم الجيد (مواد ايبوكسية...).

ث- يجب استخدام مونة اسمنتية (غراوت) غير قابلة للانكماش تحت الصفيحة القاعدية للآلة و في ثقوب براغي التثبيت.

2/12-11 التسليح

أ – يجب استخدام التسليح عند كافة الأسطح و حول الفتحات المنفذة في جسم الأساس (متطلبات ميكانيكية).

ب– يجب أن يتم التسليح في الاتجاهات الثلاثة.

ت– يجب أن لا تقل كمية التسليح في الأساس عن $25kg/m^3$.

ث– ينفذ التسليح بأقطار تتراوح بين $16-25cm$ بتباعد بين $20-30cm$ بالاتجاهين و كذلك عند الأوجه الجانبية للأساس.

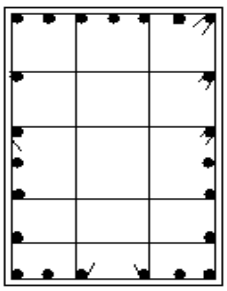
ج– لا تقل سماكة الغطاء البيتوني عن $75mm$ في الأسفل و $50mm$ عند الأوجه و القمة.

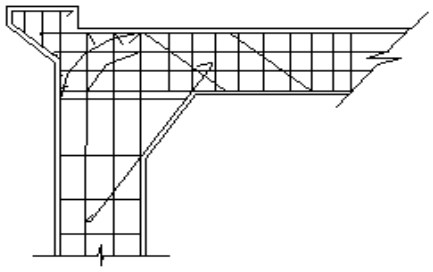
ح– يفضل أن تكون كمية التسليح في البلاطة القاعدية للأساسات الإطارية قريبة من $50kg/m^3$.

خ– من أجل الفتحات الدائرية طول التراكب للتسليح يمتد بمسافة لا تقل عن 50ϕ، أو يمتد بطول لا يقل عن 40ϕ من نقطة التقاطع حيث ϕ قطر قضيب التسليح.

د– تتراوح نسبة التسليح حول الفتحة المزود بها الأساس بين $(0.5-0.75)\%$ من مساحة الفتحة، و هذا التسليح يكون على شكل قفص كما هو مبين.

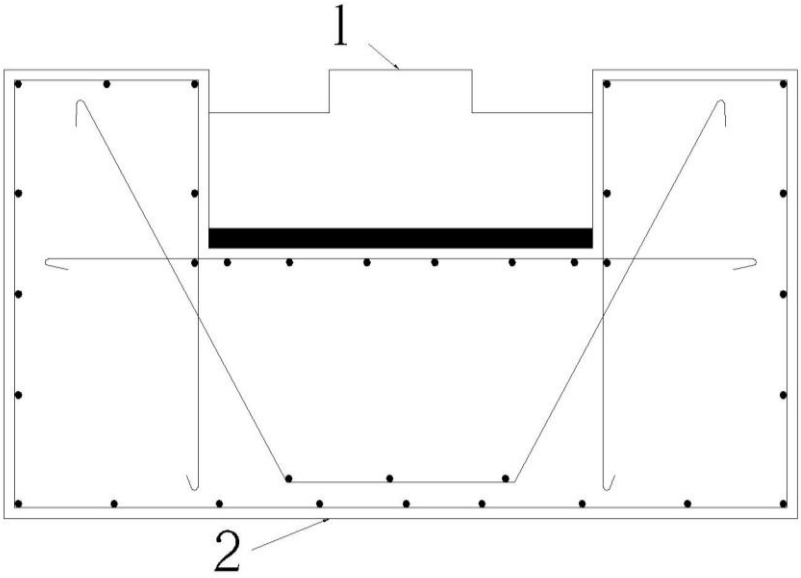
و تبين الأشكال الآتية بعض التفصيلات النموذجية المعتمدة في تسليح الأساسات.





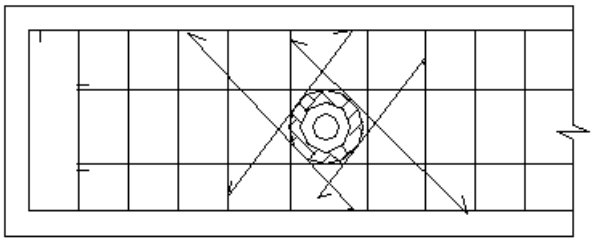
(a) تسليح عمود (b) تسليح عقدة عمود–جائز

الشكل (11–7): ترتيبات التسليح في العمود و العقدة

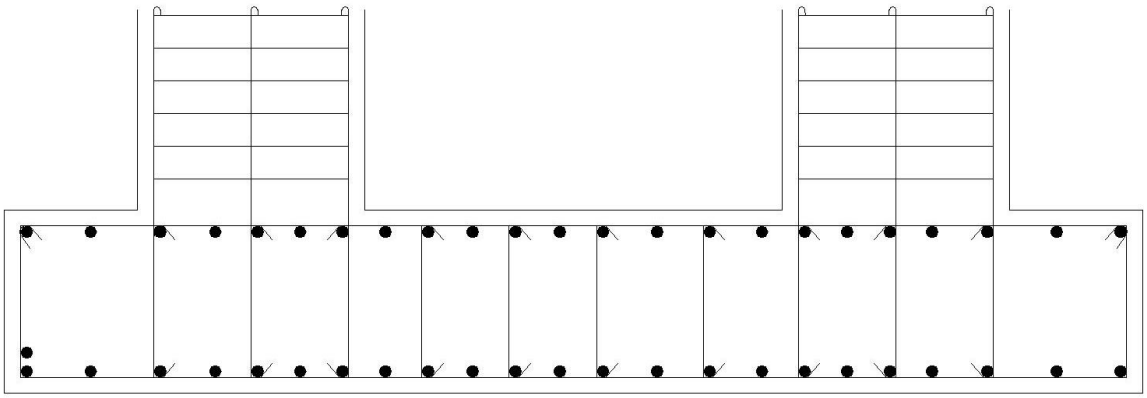


(1) كتلة السندان (2) أساس من الخرسانة المسلحة

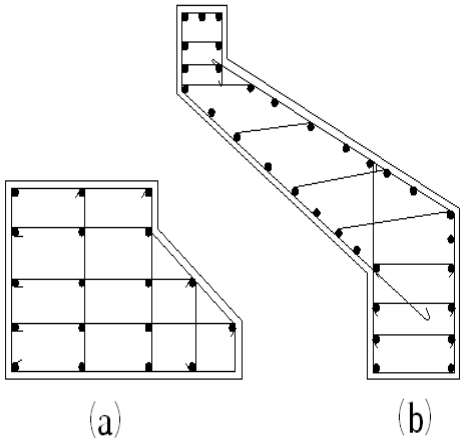
الشكل (11-8): تسليح نموذجي لأساس مطرقة



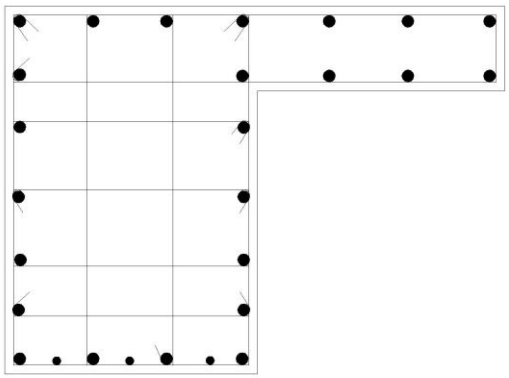
الشكل (11-9): تسليح نموذجي حول فتحة في أساس آلة ما



الشكل (11-10): تسليح نموذجي لبلاطة القاعدة في أساس إطاري لآلة ما



الشكل (11-11): تسليح جائز عرضي نموذجي في أساس إطاري



الشكل (11-12): تسليح نموذجي لجائز طولي مع ظفر في أساس إطاري

11-12/3 فواصل التمدد

أ - يجب فصل أساسات الآلات عن العناصر الإنشائية المجاورة بهدف منع انتقال الاهتزازات.

ب- يجب أن تكون هذه الفواصل خالية تماماً من الأنقاض و الكتل.

ت- و عندما لا يمكن تأمين الفاصل في مناطق معينة يجب استخدام طبقتين من اللباد أو حشوات مرنة عند الأوجه.

11-12/4 عناصر الوصل

أ - تثبيت الآلات بالأساسات عبر صفائح القاعدة و براغي التثبيت، بالتالي يجب أن يتوقف صب الخرسانة عند منسوب صفيحة القاعدة ، و تملأ الفجوات المتشكلة بالمونة عديمة الانكماش بعد عملية التسوية.

ب- من أجل صفائح قاعدة بعرض يتراوح من $(20-30cm)$ تكون عادة سماكة الملئ $(2-3cm)$، و من أجل الصفائح الأوسع تبلغ السماكة حتى $(5cm)$.

ت- معايرة أو تسوية صفيحة القاعدة تتم عن طريق أسافين أو مرافع لولبية تمكن تركيب الآلة بشكل دقيق.

ث- تثبت صفيحة القاعدة بالأساس بواسطة براغي تثبيت متوضعة بشكل دقيق في الأساس بما يتوافق مع ثقوب الصفيحة ذاتها. و من المستحسن تنفيذ ثقوب البراغي بواسطة قوالب معايرة أفقية، و تثبت كافة البراغي بقوالب المعايرة في مواقعها عن طريق عزقات تزال لاحقاً بعد تصلب الخرسانة.

ج- يمكن تأمين الثقوب في الخرسانة مسبقاً و من ثم يتم إملاءها بالمونة بعد تركيب الصفيحة القاعدية و وضع البراغي في محاورها. و يجب أن تفتح ثقوب البراغي في الأسفل عبر قناة أفقية ممتدة حتى السطح الخارجي للأساس، أو يمكن أن تستمر هذه الثقوب عبر سماكة الأساس و هذا العمل يسهل تنظيف الثقوب قبل الصب و يؤمن حرية أكثر أثناء التثبيت.

ح- يجب ألا تكون ثقوب البراغي واسعة جداً ، و عادة تكون الأبعاد $(15\times15cm)$ كافية.

خ- يتراوح طول الإرساء في الخرسانة لبراغي التثبيت من $\phi(30-40)$، و عندما لا تسمح سماكة الأساس بتحقيق هذا الطول نلجأ إلى تزويد نهاية البرغي بوصلات خاصة تؤمن التثبيت الملائم.

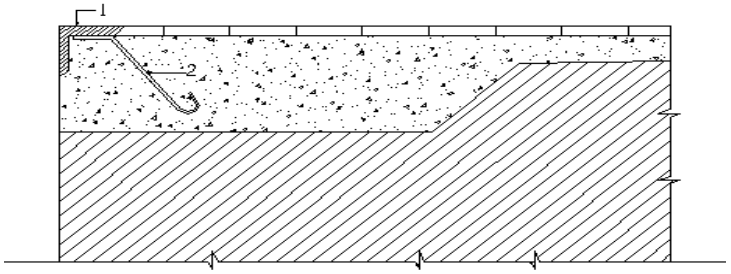
د- تحدد مواقع ثقوب البراغي انطلاقاً من محاور الآلة المحددة بدقة، ويجب عدم اعتماد عناصر الأساس من جوائز و أعمدة في تحديد مواقع الثقوب.

ذ- لتجنب الانتقال المفرط للاهتزازات إلى الأساس عبر براغي التثبيت، يتم تثبيت الصفيحة القاعدية على وسط مخمد للاهتزاز.

ر- يتم تركيب البراغي وإملاء فراغاتها بعد التحقق من انتهاء مفعول الانكماش للخرسانة.

ز- صب الفراغات الواقعة تحت الآلات يجب أن يتم بعناية فائقة باستخدام مونة غنية /1:2/ دون توقف، و يفضل استخدام الحقن. يجب عدم تشغيل الآلات لمدة لا تقل عن 15 يوم بعد الإملاء أو الحقن.

س- يجب حماية أطراف الأساسات من خلال تزويدها بزاويا فولاذية $(75\times75*8mm)$، مع شناكل بقطر $12mm$ و تباعد $50cm$، كما هو مبين في الشكل (11-13).



(1) زاوية فولاذية $(75\times75*8mm)$ (2) شنكل تثبيت $\phi12mm$

الشكل (11-13): تفصيلة نموذجية لطرف أساس

11-12/5 أنماط عزل أساسات الآلات

يوجد نوعين من النوابض المستخدمة في العزل: جمل استناد – و جمل معلقة.

11-12/5/1 جملة نوابض الاستناد Supported Systems

عندما تكون الآلات متوازنة أو عندما تكون قوى التحريض مهملة فإن النظام الحاضن لا يحتاج إلى كتل ثقيلة فوق النوابض. في هذه الحالة تركب الآلات مباشرة على إطار معدني صلب يستند على جملة نوابض متوضعة في أماكن مناسبة.

أ- عندما تتولد قوى غير متوازنة موافقة لسرعة تشغيل عالية فإنه بالإمكان زيادة ثقل الكتل المتوضعة على النوابض بإضافة قطع خرسانية.

و فيما يلي نبين المراحل الرئيسة في إنشاء نظام نوابض الاستناد في أساسات الآلات:

- تستند بلاطة قاعدة الأساس سماكة $(0.2-1m)$ مباشرة على سطح تربة التأسيس، و تحدد أبعادها استناداً لنوع و أبعاد المحرك و كذلك لخواص التربة و يجب أن نلاحظ وجود الجدران الجانبية المشكلة للمعبر حول الأساس، و تصمم وفقاً للقوى المؤثرة.
- بعد تصلب خرسانة القاعدة، يغطى سطحها العلوي برقائق بيتومينية أو مطاطية أو من أنواع خشب البلي وود بهدف منع الاحتكاك المباشر بين بلاطة القاعدة و البلاطة العلوية التي ستصب لاحقاً فوقها.
- توضع الصفائح السفلية للنوابض في أماكنها المحددة.
- يتم تركيب الإطارات المعدنية مسبقة الصنع فوق هذه الصفائح.
- يتم إعداد القالب و بالتالي صب الأساس العلوي على أن يتم تأمين تجاويف خاصة لتسهيل عملية الوصول إلى النوابض و تأمين المراقبة الدورية.
- بعد تصلب خرسانة الأساس العلوي توضع النوابض في الصفائح السفلية، و تتم تغطية هذه النوابض بواسطة صفائح أخرى عند القمة التي بدورها تثبت جيداً بالهيكل عن طريق براغي.
- في المرحلة الأخيرة يركب برغي التثبيت الذي يسمح برفع الكتلة فوق النوابض بطريقة منتظمة و هادئة عن طريق أداة تسوية ما.

11-12/5/2 جملة النوابض المعلقة Suspended Systems

يفضل استعمال هذا النوع من العزل عند إمكانية تأمين ممرات سهلة إلى مواقع النوابض، و يختلف هذا النوع عن جملة النوابض الاستنادية بطول برغي التثبيت الذي يمر عبر جملة النابض، و تكون النهاية السفلية لهذا البرغي متصلة بالجائز المعدني الظفري أو الخارج من الأساس العلوي، و النوابض تكون متوضعة في النهاية العلوية للأساس قريباً من مستوى الأرضية.

6/12-11 التدابير الاحتياطية

أ- عندما تكون معطيات التصميم غير دقيقة أو عندما لا تتمكن من تحقيق عامل الأمان المطلوب في مرحلة التصميم لدرء الطنين، فإنه من الواجب أخذ الاحتياطات اللازمة لاستدراك هذا النقص في مرحلة الإنشاء النهائية، ويتم ذلك عن طريق تغيير التردد الذاتي لجملة التأسيس.

ب- إن زيادة سطح الاستناد تولد زيادة في الصلابة مع تغيير طفيف في الكتلة، و هذا يزيد من قيمة التردد الذاتي.

ت- وعندما نريد تخفيض قيمة هذا الدور فإن زيادة الوزن لنفس سطح الاستناد سيكون ملائماً.

بالتالي إن الاحتياطيات الواجب أخذها تكون فعالة أثناء عملية الإنشاء، خارج مجال الطنين:

$$0.7 f_m > f_n > 1.3 f_m$$

ملحق الاصطلاحات

إضافة إلى جدول المصطلحات الخاصة بالكود الأساس مع معادلاتها بالإنكليزية والفرنسية، تضاف المصطلحات الخاصة الآتية المتعلقة بالأساسات.

A

- abrasion
  - تآكل، بري، المسح و الاهتراء (ISRM) خاصة التآكل البري لسطوح الصخر بسب الاحتكاك أو الاصطدام.
- abrasive
  - مادة حاكة أو حاتة: أي صخر أو معدن أو مادة أخرى و التي تكون، بسبب علو صلابتها أو مقارنتها أو تماسكها أو خواصها الأخرى، مناسبة للشحذ (التجليخ) grinding أو القطع أو الصقل أو الجلي scouring أو ماشابه ذلك.
- absorbed water
  - ماء، مشرب، ممتص، ماء متشرب: ماء محتجز ميكانيكيا في كتلة تربة و له خواص فيزيائية لا تختلف عن الماء العادي في درجة الحرارة و الضغط ذاتهما.
- absorption
  - تشرب: استيعاب السوائل ضمن التشققات و الفراغات
- active earth pressure
  - ضغط التربة الفعال: انظر ضغط التربة (earth pressure)
- active state of plastic equilibrium
  - الحالة الفعالة: انظر التوازن اللدن plastic equilibrium
- additive
  - مادة مضافة: أي مادة مغايرة للمواد الداخلة في نظام الحقن
- adhesion
  - الالتصاق، الالتحام: مقاومة القص بين التربة ومادة أخرى تحت ضغط مطبق خارجي يساوي الصفر.
- admixture
  - إضافات: و هي أي مادة غير الماء، الحصويات أو الإسمنت وتستعمل كأحد مكونات أنظمة الحقن الاسمنتي.
- adsorbed water
  - ماء الامتزاز، الماء الممتز (ماء مدمص): ماء في كتلة التربة، محتجز بقوى فيزيائية – كيميائية و له خواص فيزيائية قد تختلف عن الماء الممتص كيماويا، عند درجات الحرارة والضغط ذاتهما، بسبب تبدل توزع الجزئيات، و لا يتضمن هذا المصطلح الماء المتحد كيماوياً combined ضمن معادن الغضار.
- adsorption
  - الادمصاص: تعلق جزئيات المياه أو أيوناتها على سطوح جزئيات التربة.
- aggregate
  - حصويات: و منها الناعمة Fine aggregate و هي تمر من مهزة بمقاس 5.0mm و الخشنة coarse aggregate و هي لا تمر من المهزة المذكورة.

- air space ratio, G_a (D)
  - نسبة الفراغ و الهواء: نسبة: 1: 2 (حجم الماء الذي يمكن تصريفه من تربة أو صخر مشبعين بفعل الثقالة أو تطبيق قوة : الحجم الكلي للفراغات).
- air void ratio, G_v (D)

- نسبة الهواء والفراغ : نسبة : 1: 2 (حجم الفراغ الهوائي : الحجم الكلي للفراغات في كتلة التربة أو الصخر)
- allowable bearing value, allowable soil pressure , q_a , p_a (FL^{-2})
- قيمة التحميل المسموحة (ضغط التربة المسموح): الضغط الأعظمي المسموح به على تربة أساس، مع اعتبار كل العوامل المتعلقة بها، مع أمان مناسب ضد تصدع كتلة التربة أو تحرك الأساس بمقدار يضر بالمنشأة.
- allowable pile bearing load Q_a, P_a, (F)
- الحمل المسموح للوتد: الحمل الأقصى الذي يمكن السماح به لوتد مع أمان مناسب ضد حركة بمقدار يعرض المنشأة للخطر.
- alluvium
- طمي، غرين: رواسب نهرية، تربة انتقلت مركباتها كمعلق بالمياه الجارية ثم تراكمت بالترسيب. غرين: مصطلح يطلق بصورة رئيسية على مواد البحص و الرمل و السيلت و الغضار المحمولة بمياه الأنهار، و التي تملأ قعر الوديان و تشكل سهول الفيضان، بسبب طريقة تشكلها، فقد تتداخل أحواض الخث مع المواد الخشبية detrital. غالباً ما تستعمل هذه الكلمة بشكل حر مع الرسوبيات النهرية الأخرى مثل مصاطب البحص على منحدرات الوديان فوق مستوى سهول الفيضان كما تستعمل مع رسوبيات الدلتا و المصاطب البحرية (مثل الشواطئ المرتفعة raised beaches).
- amplification factor
- عامل التضخيم: نسبة الانتقال أو السرعة أو التسارع الديناميكي إلى الستاتيكي.
- amorphous peat
- الخث غير المتبلور، انظر sapric peat
- amplitude (L, LT^{-1} ,LT^{-2})
- مطال، سعة، قيمة الذروة، سعة الذبذبة الانحراف الأقصى عن الخط الوسطي أو المركزي للموجة.
- angle of external friction, (angle of wall friction)
- زاوية الاحتكاك الخارجي (زاوية احتكاك الجدار) الزاوية بين فاصلة و مماس المنحني الممثل لعلاقة مقاومة القص بالإجهاد الناظمي العامل بين التربة وسطح مادة أخرى.
- angle of friction (angle of friction between solid bodies),Φ s (degrees)
- زاوية الاحتكاك (زاوية الاحتكاك بين الأجسام الصلبة) درجات الزاوية التي مماسها هو النسبة بين القيمة العظمى لإجهاد القص الذي يقاوم الانزلاق بين جسمين صلبين في حالة الراحة بالنسبة لبعضهما بعضا، و بين الإجهاد الناظمي عبر سطوح التماس.
- angle of internal friction, (angle of shear resistance) Φ
- زاوية الاحتكاك الداخلي (درجة): الزاوية بين محور الإجهاد الناظمي والمماس لمغلف مور في نقطة تمثل حالة " تشوه – إجهاد" stress-strain معطاة لمادة صلبة.
- angle of obliquity,α , B, Φ ,Ψ
- زاوية الانحراف (درجة): الزاوية بين اتجاه محصلة الإجهادات أو القوى العاملة فوق سطح معطى والناظم على هذا السطح.
- angle of repose, α
- زاوية الارتياح، زاوية الراحة (درجة): الزاوية بين الأفق و الميل الأعظمي الذي تشغله تربة خلال عمليات طبيعية. إن تأثير ارتفاع المنحدر مهمل بالنسبة للترب الحبيبية الجافة، بينما للترب المتماسكة cohesive فإن تأثير ارتفاع المنحدر كبير لدرجة أن زاوية الارتياح تصبح بدون معنى.
- angle of shear resistance
- زاوية مقاومة القص: انظر زاوية الاحتكاك الداخلي angle of internal friction – زاوية احتكاك الجدار angle of wall friction، انظر زاوية الاحتكاك الخارجي angle of external friction .
- angular aggregate
- حصويات زاوية : حصويات ذات زوايا حادة
- apparent cohesion, cohesion

- التلاصق الظاهري

- arching
- تقنطر، تقوس: نقل الاجهاد من قسم (خاضع) متأثر بالحمل yielding part من تربة إلى أجزاء مجاورة من الكتلة أقل خضوعا أو مقيدة الحركة.

- area grouting
- الحقن السطحي: و هو حقن منطقة سطحية في مساحة معنية باستعمال ثقوب موزعة بشكل نموذجي أو شبكي.

- ash content
- نسبة الرماد: هي النسبة المئوية بالوزن الجاف للمادة المتبقية بعد الحرق وفق طريقة موصوفة لتربة عضوية أو خث مجففين في فرن.

- ASTM cement types
- أنواع الاسمنت البورتلاندي بحسب ASTM

- Attenuation
- توهين، تخفيف، تلطيف، تلاشي أو تناقص مطال أو تغير في شكل الموجة بسبب تبدد الطاقة أو المسافة مع الزمن.

B

- ballast
- **فرشة:** مواد تستعمل لجعل عنصر طاف buoyant مستقرا (غلاف أو قميص casing ضمن حفرة سبر مملوءة بالمياه (قد تستخدم حصويات لهذا الغرض)).

- barometric efficiency
- الفعالية البارومترية: هي نسبة التغيّر في عمق المياه في بئر إلى مقلوب تغير منسوب الماء في الضغط البارومتري، مقدراً بطول مائي.

- base
- مادة أساس: هي المادة الأساسية في أنظمة الحقن

- base course (base)
- طبقة الأساس، طبقة القاعدة، طبقة من مواد محددة أو منتخبة بسماكة مقررة. تبنى (تنشأ) فوق الطابق الترابي أو ما تحت القاعدة sub-base, sub-grade بغرض خدمة وظيفة واحدة أو أكثر، مثل توزيع الحمل وتأمين الصرف والتقليل من فعل الصقيع ... الخ.

- batch
- دفعة: في أنظمة الحقن، هي كمية مادة الحقن المخلوطة دفعة واحدة

- batch method
- طريقة الدفعة: في أنظمة الحقن هي نسب المواد الداخلة في مادة الحقن والمخلوطة أو المحفزة catalyzed في الوقت ذاته قبل الحقن.

- batch mixer
- **الخلاط:** في أنظمة الحقن هو الخلاط الذي يمزج دفعة الحقن، وهو مختلف عن الخلاط العادي المستمر العمل.

- bearing capacity (of a pile), Q_p, P_pk (F)
- طاقة تحمل وتد: حمولة الوتد اللازمة للوصول إلى حالة انهيار فيه.

- bedding
- تطبيق: تنطبق هذه التسمية على الصخور الناتجة من تشديد الرسوبيات واظهار سطوح انفصال (سطوح التطبق) بين طبقات من المادة ذاتها أو مواد مختلفة، والتي هي الطين الصفحي shale أو الحجارة السيلتية أو الحجارة الرملية أو الحجارة الجيرية ... الخ (ISRM).

- bedrock
  - الصخر القاعدي: الجسم الصخري المستمر قليلا أو كثيراً والذي يحمل التربة السطحية، overburden soil (ISRM).
- bedrock (ledge)
  - الصخر القاعدي: صخر ذو سماكة وامتداد عظيمين نسبياً في موضعه الأصلي.
- bench
  - مصطبة: 1- الصخر غير المحفور الذي له سطح أفقي تقريباً والذي يتبقى بعد إجراء التسوية العلوية، 2- ميلان في منحدر مشكل من سطح أفقي و سطح يميل بزاوية أشد من تلك الخاصة بالمنحدر كله (ISRM).
- bending
  - الانحناء: عملية تغير ناظمية على محور عضو إنشائي متطاول عندما يطبق عزم ناظمي على محوره الطويل (ISRM).
- bentonite clay
  - غضار البنتونيت: غضار ذو احتواء عال من معدن المونتموريللونيت يتميز عادة بالانتفاخ العالي عند ترطبه.
- berm
  - مصطبة، حافة ناتئة: رف أو مصطبة تكسر استمرارية منحدر.
- biaxial compression
  - الانضغاط ثنائي المحاور: انضغاط مسبب من تطبيق إجهادات ناظمية باتجاهين متعامدين (ISRM).
- bit
  - لقمة: رأس الحفر أي أداة يمكن ربطها إلى قضيب حفر أو تشكل جزءا متكاملا معه، و تستعمل كوسيلة قطع لحفر أو اختراق الصخر أو المواد الأخرى.
- blanket grouting
  - الحقن على شكل فرشة: طريقة حقن يتم فيها حفر شبكة من الثقوب السطحية وحقنها بمادة الحقن وذلك على مساحة معينة بهدف جعل الجزء العلوي من الطبقة الصخرية أقوى وأقل نفوذية .
- bleeding
  - **النز**: في أنظمة الحقن نزوح الماء من خلطة مادة الحقن حديثة الصب، بسبب هبوط أو انزياح الأجزاء الصلبة في الكتلة.
- bleeding rate
  - معدل النز: في أنظمة الحقن هو نسبة نزوح المياه من مادة الحقن بالنز.
- blocking
  - تثبيت، ربط: حشر كتل خشبية موضوعة بين السطح المحفور لنفق أو بئر وبين هيكل التربيط الرئيس (ISRM).
- blow in
  - التدفق إلى الداخل: تدفق المياه الجوفية والمواد غير المترابطة إلى حفرة السبر أو الغلاف (القميص) بسبب ضاغط هيدروليكي تفاضلي، ويكون مسبباً عن وجود الضاغط الهيدروليكي خارج وداخل حفرة السبر أو الغلاف أكبر مما هو موجود في الداخل.
- blowout
  - التدفق إلى الخارج: تدفق عنيف أو مفاجئ، دون إمكانية تحكم للسوائل أو الغازات أو كليهما من حفرة السبر.
- borehole
  - حفرة السبر: حفرة دائرية المقطع العرضي في التربة أو الصخر يتم إنشائها عادة بالحفر، بدون سائل حفر.
- borehole log
  - سجل السبر: و هو سجل بالوحدات الجيولوجية المخترقة أثناء تقدم الحفر مع ذكر العمق، و منسوب الماء و العينات و الحجوم و أنواع المواد المستخدمة .... الخ.
- boulders

- الحجارة: شظية صخرية مدورة عادة بالتجويه أو بالبري ببعد متوسط قدره 12 in , 305 mm أو أكثر.

- breakwater stone

- حجر حاجز الموج: حجر مكسر الأمواج (عادة بين ثلاثة إلى عشرين طناً وزناً)، حجر ناتج من النسف (الكسر) أو القطع أو وسائل أخرى للحصول على صخر ثقيل بما يكفي. من اللازم تناول القطع الإفرادية بوسائط ميكانيكية.

- bridge

- انسداد: عائق يمنع حركة المواد.

- budding pressure

- الضغط الفقاعي: شفط هواء كاف لتتكسر عنده السطوح الهلالية للماء لقطعة مسامية لأخذه عينات بالمص بحيث يخرج الهواء.

- buckling

- تحنيب، التواء: حالة انتفاخ أو انعطاف أو انحناء أو فتل kink أو تموج تظهر في الصفائح أو الألواح أو الأعمدة أو الجوائز بالإجهادات الإنضغاطية.

- bulk density

- كثافة الحجم: وهي كتلة حجم صلب مقسمة على الحجم الكلي.

- bulkhead

- حاجز إنشائي: منشأة شاقولية أو مائلة تدعم حاجزاً ترابياً طبيعياً أو اصطناعياً.

- bunker

- خزان مخروطي: مرادف لـ bin، وأحياناً يُفهم على أنه bin بدون أو فقط مع جزء شاقولي أو مع جزء صغير عند أعلى القمع hopper.

- buoyant unit weight

- الوزن الحجمي الطافي: (الوزن الحجمي المغمور submerged unit weight)، انظر الوزن الحجمي unit weight.

- burden

- عبء، ثقل: في النسف بالمتفجرات، المسافة بين الشحنة والسطح الحر للمادة المراد نسفها.

- مفردات إضافية –

- borrow , borrow pit

- حفرة استعارة.

- behavior

- سلوك

- brittle

- هش، قصيف

C

- capillary action (capillarity)

- الفعل الشعري (الجاذبية الشعرية): ارتفاع أو تحرك الماء في فراغات التربة بسبب القوى الشعرية.

- casing

- القميص (الغلاف): هو غلاف أنبوبي مؤقت أو دائم يتوضع داخل الحفر و لمتابعة العمل في السبر، و ذلك لعزل الحفرة و

مراقبتها.

- casing, protective
  - قميص الحماية: أنبوب بمقطع أكبر يتوضع على النهاية العليا لغلاف الحفر بقطر أصغر لتزويد أنبوب مراقبة البئر أو القميص بالحماية الإنشائية اللازمة ويمنع أي اقتراب غير مسموح من البئر.
- catalyst
  - محفز كيماوي
- cavity
  - فجوة، كهف: فتحة باطنية طبيعية يمكن أن تكون صغيرة أو كبيرة (ISBM)
- chamber
  - حجرة: غرفة كبيرة محفورة تحت الأرض لمحطة طاقة أو محطة ضخ أو للتخزين مثلاً (ISRM).
- channeling
  - تشكل الأقنية: تشكل كهف شاقولي في أعمال اسمنتية خاطئة في الفراغ الحلقي.
- chemical grout
  - ملاط كيماوي: هو أي مادة حقن تتميز بأنها محلول حقيقي بدون جزئيات معلقة فيه، انظر أيضاً particulate grout.
- chemical grout system
  - نظام حقن كيماوي: أي مزيج من المواد تستعمل لأغراض الحقن و كافة عناصر المجموعة فيها هي محلول حقيقي (بدون جزيئات معلقة).
- chip
  - كسرة: شظية مكسورة من الصخر ذات زوايا بحجم أصغر من عدة سنتيمترات (ISRM)
- chisel
  - الإزميل: الأداة القاطعة الفولاذية المستعملة في الحفر بالدق (ISRM).
- clay (clay soil)
  - غضار (تربة غضارية): تربة ناعمة الحبيبات، أو جزء الحبيبات الناعمة لتربة والذي يمكن أن يبدي لدونة (خصائص مثل المعجونة putty-like) ضمن مجال معين بحسب احتواءه المياه، و الذي يبدي قوة معتبرة عندما يجفف بالهواء.
- clay size
  - القياس الغضاري: ذلك الجزء من التربة الأنعم من 0.002 mm (0.005 mm في بعض الحالات). (انظر أيضاً الغضار CLAY).
- clay soil
  - التربة الغضارية: انظر الغضار CLAY.
- cobble (cobblestone)
  - زلط (حجارة زلطية): شظية صخرية، عادة مدورة أو نصف مدورة، ببعد متوسط من 3-12 in (75-305mm).
- coefficient of absolute viscosity
  - معامل اللزوجة المطلقة: انظر معامل اللزوجة coefficient of viscosity.
- coefficient of active earth pressure
  - معامل ضغط التربة الفعال: انظر معامل ضغط التربة coefficient of earth pressure.
- coefficient of compressibility (coefficient of compression) $\alpha_v(L^2F^{-1})$
  - معامل الإنضغاطية (معامل الانضغاط): ميل القاطع secant slope، مقابل زيادة معطاة في الضغط، لمنحني الضغط – نسبة الفراغ، عند استعمال منحني الإجهاد – التشوه، فإن ميل هذا المنحني يساوي α_v/ (1+e).
- coefficient of consolidation, c_v (L^2F^{-1})

- معامل التشديد: أمثال مستعملة في نظرية التشديد، يحتوي الثوابت الفيزيائية لتربة و التي تؤثر في معدل التغير الحجمي للتربة:

$C_v = K(1+e) / \alpha_v \gamma_w$

حيث: K= معامل النفوذية LT^{-1}

E= نسبة الفراغ D

α_v= معامل الانضغاطية $L^2 F^{-1}$

γ_w= الوزن الحجمي للماء FL^{-3}

- coenfficient of earth pressure, active, K_A (D)
- معامل ضغط التربة، الفعال : النسبة الدنيا لـ (1) الإجهاد الرئيسي الأصغري إلى (2) الإجهاد الرئيسي الأعظمي، و هذا يمكن تطبيقه حيث تكون التربة قد خضعت لدرجة كافية لتتولد فيها قيمة حدية دنيا من الاجهاد الرئيسي الأصغري.
- coefficient of earth pressure, at rest, K_o
- معامل ضغط التربة، في حالة الراحة: نسبة (1) الإجهاد الرئيسي الأصغري إلى (2) الإجهاد الرئيسي الأعظمي، و هذا يمكن تطبيقه عندما تكون كتلة التربة في حالتها الطبيعية دون أن يسمح لها بالخضوع ودون أن يسمح لها بالانضغاط.
- coefficient of earth pressure, passive ,K_p (D)
- معامل ضغط التربة، المنفعل: النسبة العظمى لـ (1) الإجهاد الرئيسي الأعظمي إلى (2) الإجهاد الرئيسي الأصغري، و هذا يمكن تطبيقه عندما تكون التربة قد انضغطت لدرجة كافية لتولد فيها قيمة حدية عليا للإجهاد الرئيسي الأعظمي.
- coefficient of friction (coefficient of friction between solid bodies) f (D)
- معامل الاحتكاك: (معامل الاحتكاك بين الأجسام الصلبة)النسبة بين القيمة القصوى لاجهاد القص الذي يقاوم الانزلاق بين جسمين صلبين بالنسبة لبعضهما البعض، و الإجهاد الناظمي عبر سطوح التماس أي مماس زاوية الاحتكاك هو طg).
- coefficient of friction
- معامل الاحتكاك: عامل تناسب ثابت، يربط الإجهاد الناظمي و إجهاد القص الحرج المقابل الذي يبدأ عند الانزلاق بين سطحين. $T = \mu$. (ISRM).
- coefficient of internal friction, (D)
- معامل الاحتكاك الداخلي: مماس زاوية الاحتكاك الداخلي (زاوية مقاومة القص) (انظر الاحتكاك الداخلي internal friction).
- coefficient of permeability (permeability) K (LT^{-1})
- معامل النفوذية (النفوذية): معدل تصريف الماء تحت شرط التصريف الصحي خلال وحدة سطح المقطع العرضي لوسط مسامي تحت تأثير التدرج المائي الواحدي، و شروط حرارية معيارية (عادة 20ْ سنتيغراد).
- coefficient of shear resistance, coefficient of internal friction
- معامل مقاومة القص، انظر معامل الاحتكاك الداخلي.
- coefficient of sub-grade reaction (modulus of sub-grade reaction) K , K_s (FL^{-3})
- معامل رد فعل الطابق الترابي (معامل رد فعل الطابق الترابي) نسبة (1) حمل بوحدة المساحة لسطح أفقي لكتلة تربة إلى (2) الهبوط المقابل لهذا السطح، و يحدد على أنه ميل للقاطع المرسوم بين النقطة المقابلة للهبوط الصفري و نقطة الهبوط 0.005 in (1.3 mm) ، من منحني الحمل–الهبوط الذي نحصل عليه من اختبار صفيحة التحميل على التربة، مستعملين صفيحة تحميل بقطر 30 in (762 mm) أو أكبر. يستعمل لتصميم الرصف الخرساني concrete pavement بطريقة ويسترغارد.
- coefficient of volume transmissibility (modulus of volume change), m_v (L^2F^{-1})
- معامل الإنضغاطية الحجمية (معاير التغير الحجمي): انضغاط طبقة تربة بوحدة السماكة الأصلية بسبب ازدياد واحدي معطى بالضغط، و هو عددياً يساوي معامل الإنضغاطية مقسوماً على واحد زائد نسبة الفراغ الأصلية أو (1 + e) / α_v.

- cohesion, c (FL^{-2})
  - تماسك: تلاصق جزء قوة القص لتربة الذي يدل عليه المصطلح c في معادلة كولومب $S = c + P \tan \phi$ انظر قوة القص الذاتية Intrinsic shear strength.
- apparent cohesion
  - التماسك الظاهري: التماسك في التربة الحبيبية بسبب القوى الشعرية.
- cohesion less soil
  - تربة غير متماسكة: تربة إذا كانت غير محصورة تكون قوتها ضئيلة أو معدومة و ذلك عندما تكون مجففة بالهواء، لها تماسك ضئيل أو معلوم عندما تكون مغمورة.
- cohesive soil
  - تربة متماسكة: تربة لها قوة هامة إذا كانت غير محصورة عندما تكون مجففة بالهواء و لها تماسك هام عندما تكون مغمورة.
- collar
  - طوق: في أنظمة الحقن هي الفتحة السطحية في سبر.
- colloidal grout
  - مادة حقن غروية: في أنظمة الحقن هي حقن فيه الأجزاء الصلبة معلقة (coffoids).
- communication

الاتصال: في انظمة الحقن هو حركة تحت سطحية لمادة الحقن من فتحة الحقن injection hole إلى ثقب أو فتحة أخرى.

- compaction
  - الرص: تكثيف تربة بواسطة المعالجة الميكانيكية.
- compaction curve (proctor curve) (moisture-density curve)
  - منحنى الرص: (منحني بروكتور) (منحني الرطوبة – الكثافة) المنحني الذي يظهر العلاقة بين الوزن الحجمي الجاف (الكثافة) و احتواء الرطوبة لتربة من أجل رص معطى.
- compressibility
  - الإنضغاطية: خاصة التربة أو الصخر المتعلقة بسرعة حساسيته قابليته لتناقص الحجم عندما يخضع لحمل.
- compression curve Pressure-void ratio curve
  - منحني الانضغاط
- compressive strength (unconfined or uni-axial compressive strength) P_c, q_u, $C_o(FL^{-2})$
  - قوة الانضغاط: (قوة الانضغاط غير المحصورة أو وحيدة المحور) الحمولة بوحدة المساحة التي عندها ستتصدع عينة غير محصورة اسطوانية من تربة أو صخر في اختبار الانضغاط البسيط.
- compressive stress
  - إجهاد الانضغاط: الإجهاد الناظمي الذي يميل لتقصير الجسم بالاتجاه الذي يعمل فيه (ISRM).
- concentration factor, n (D)
  - عامل التمركز: وسيط يستعمل لتعديل معادلات بوسينيسك لوصف التوزعات المختلفة للإجهاد الشاقولي.
- consistency
  - قوام أنظمة الحقن: هو الإمكانية النسبية للتدفق لخلطة الحقن و تقاس بالهبوط للخلطات الجامدة و الدفق للخلطات السائلة.
- consolidated-drained test (slow test)
  - اختبار مشدد مفتوح: (اختبار بطيء) يتم فيه تشديد كامل تحت الضغط الجانبي ثم يتبعه إجهاد محوري إضافي أو قص يطبق بطريقة أنه حتى التربة مشبعة تماماً ذات النفوذية البطيئة يمكن أن تكيف نفسها بصورة كاملة (تتشدد تماماً) لتغيرات بالإجهاد بسبب الإجهاد المحوري الإضافي أو القص.
- consolidated un-drained test(consolidated quick test)
  - اختبار مغلق مشدد: (اختبار سريع مشدد) اختبار تربة يتم فيه تشديد كامل تحت الحمل الشاقولي (في اختبار القص المباشر) أو تحت الضغط الجانبي (في اختبار ثلاثي المحاور) ثم يتبعه قص عند احتواء رطوبة ثابت.

- consolidation
  - التشديد: التناقص التدريجي في حجم كتلة تربة ناتج من زيادة إجهاد الانضغاط (زيادة الضغط الفعال).
- initial consolidation (initial compression)
  - الانضغاط الأولي (التشديد الأولي) تناقص مفاجئ نسبياً بالحجم لكتلة تربة تحت حمل مطبق و يعزى بصورة رئيسية لطرد أو انضغاط الغاز في مسامات التربة ويسبق التشديد البدائي.
- primary consolidation (primary compression) (primary time effect)
  - التشديد البدائي (الانضغاط البدائي) (تأثير الزمن البدائي): تناقص حجم كتلة تربة بسبب من تطبيق حمل دائم على الكتلة ويعزى بصورة رئيسية إلى رشح (عصر) الماء من فراغات الكتلة ويصاحب ذلك نقل الحمل من ماء التربة إلى الهيكل الصلب للتربة soil solids.

- secondary consolidation (secondary compression) (secondary time effect)
  - التشديد الثانوية (الانضغاط الثانوي) (تأثير الزمن الثانوي): تناقص حجم كتلة تربة مسبب من تطبيق حمل دائم على الكتلة، ويعزى بصورة رئيسية إلى إعادة ضبط البنية الداخلية لكتلة التربة بعد أن انتقل معظم الحمل من ماء التربة إلى الهيكل الصلب للتربة.
- consolidation curve Consolidation time curve
  - منحني التشديد: انظر منحني زمن التشديد.
- consolidation grouting
  - التشديد بالحقن (حقن التشديد): وهو عملية مادة حقن سائلة غالباً رمل واسمنت بورتلندي في كتلة تربة قابلة للانضغاط بهدف إنشاء هيكلية غراوتية داعمة.

    ملاحظة: في الصخور يستخدم الحقن لتقوية الصخر بملء التصدعات المفتوحة و للتقليل من أسباب الهبوط.
- consolidation test
  - اختبار التشديد (الانضغاط مع الزمن): اختبار تكون فيه العينة محصورة جانبياً في حلقة و تضغط بين صفيحتين مساميتين.
- contact pressure, P (FL^{-2})
  - ضغط التماس (الاستناد): وحدة الضغط التي تعمل على سطح التماس بين المنشأة وكتلة التربة أو الصخر التحتيين.
- core
  - لب (قلب): عينة اسطوانية من مادة الحقن المتصلب، الخرسانة، الصخر، طبقات من مادة الحقن مأخوذة بواسطة الحفر.
- core drilling, diamond drilling
  - حفر عينات القلب (اللباب): حفر آبار برؤوس الماس. أسلوب حفر آبار دوراني يستعمل الماس في رؤوس القطع التي تقطع عينات صخرية اسطوانية (ISRM).
- core recovery
  - استرداد عينات اللباب: نسبة طول عينة اللباب المستخرجة إلى طول الثقب، يؤخذ عادة بالنسبة المئوية.
- cover
  - تغطية: المسافة العمودية من أي نقطة في سقف فتحة باطنية إلى سطح الأرض (ISRM)
- crack
  - شق: كسر صغير، أي أنه صغير بالنسبة لمقياس التشكيل الذي يحدث فيه.
- creep
  - زحف: تحرك بطيء لركام صخري أو تربة لا يمكن الإحساس به عادة، عدا النسبة لملاحظات ذات مدى طويل. التشوه المعتمد على الزمن مثلا تشوه مستمر بإجهاد دائم.
- critical slope

- الميل الحرج: الزاوية العظمى مع الأفق التي سيستقر عندها رصيف مائل من التربة أو الصخر بدون تدعيم بارتفاع معطى.

- curing retarder
- مؤخر التصلب: مادة تضاف للاسمنت لزيادة الزمن اللازم للتصلب مثال كلوريدا الصوديوم في تركيزات عالية.

- curtain grouting
- ستارة حقن (الحقن على شكل ستارة): و هو حاجز من مادة الحقن يشكل بالحقن في التربة التحشية لمعاكسة تدفق المياه.

D

- damping
- تخامد : تبدد الطاقة مع الزمن أو المسافة .

- degree of saturation
- درجة الإشباع: المدى أو الدرجة التي تحتوي بها مسامات الصخر سائلا (ماء أو غاز أو زيت). يعبر عنها عادة بنسبة مئوية مرتبطة بالحجم الكلي للمسامات أو الحجم المسامي (ISRM).

- density , p (ML^{-3}) kg / m^3
- الكثافة: الكتلة بوحدة الحجم

- differential settlement
- الهبوط التفاضلي: هبوط يختلف بالمعدل و بالمقدار، أو بكليهما، من مكان إلى مكان عبر المنشأة.

- direct shear test
- اختيار القص المباشر: اختبار قص يتم فيه اجهاد تربة أو صخر، خاضع لحمل ناظمي مطبق، حتى تتصدع بتحريك قسم من العينة أو وعاء العينة (صندوق القص) بالنسبة إلى القسم الآخر.

- dispersion
- تشتت: ظاهرة اختلاف سرعة انتقالات الموجات بالاعتماد على ترددها (ISRM).

- displacement
- انزياح، انتقال: تغير في مكان نقطة مادية (ISRM).

- distortion
- تشوه: تغير في شكل جسم صلب.

- drain
- مصرف: وسيلة أو طريقة لقطع و نقل و إزالة (تصريف) المياه.

- drainage curtain
- ستارة التصريف: في أنظمة الحقن هي صف من الثقوب المفتوحة محفورة موازية و باتجاه التيار اعتباراً من ستارة الحقن لسد بغرض التقليل من الضغوط الرافعة.

ملاحظة: العمق عادةً يقارب ثلث إلى نصف عمق ستارة الحقن.

- drill
- حفارة: أداة للحفر لاختراق تشكيلات الصخور أو الأرض.

- drill cuttings
- نواتج الحفر: أجزاء fragments أو كسرات particles من تربة أو صخر، وتكون مع او بدون مياه، و تنتج عن أعمال الحفر.

- drilling fluid
- سائل الحفر: و هو سائل (مائع أو غاز) يستعمل في أعمال الحفر ويقوم برفع نواتج الحفر من حفرة السبر و ينظف ويبرد

رأس الحفر كما يحافظ على تكامل integrity السبر أثناء الحفر.

- ductility

■ المطاوعة، المطواعية: قابلية السحب و التطريق، الحالة التي تستطيع فيها المادة أن تتحمل تشوهاً دائماً دون أن تفقد قابليتها لمقاومة الأحمال (ISRM).

E

- active earth pressure, P_A, p_A

■ ضغط التربة الفعال، دفع التربة الفعال: القيمة الدنيا لضغط التربة. تظهر هذه الحالة عندما يسمح لكتلة تربة أن تخضع لدرجة كافية بحيث تسبب تعبئة mobilization كاملة لمقاومتها الداخلية على القص على سطح تصدع محتمل.

- earth pressure at rest, P_O, p_O

■ ضغط (دفع) التربة في حالة الراحة: قيمة ضغط التربة عندما تكون كتلة التربة في حالتها الطبيعية دون أن يسمح لها بالخضوع أو دون أن تنضغط.

- passive earth pressure, P_A, p_A

■ ضغط التربة المنفعل: القيمة القصوى لضغط التربة، تتواجد هذه الحالة عندما تنضغط كتلة تربة لدرجة كافية بحيث تسبب تعبئة كاملة لمقاومتها الداخلية للقص على سطح تصدع محتمل.

- elasticity

■ المرونة: خاصة تعود بها المادة التي تعود بها إلى شكلها أو حالتها الأصليين بعد رفع القوة المطبقة.

- elastic limit

■ حد المرونة: نقطة على منحني الإجهاد – التشوه يحدث عندها انتقال من السلوك المرن إلى السلوك غير المرن (ISRM).

- elastic state of equilibrium

■ توازن الحالة المرنة: حالة إجهاد ضمن كتلة تربة عندما لا تكون المقاومة الداخلية للكتلة قد عُبِئَتْ بصورة كاملة.

- elastic strain energy

■ طاقة التشوه المرن: الطاقة الكامنة المخزونة في جسم صلب متشوه و المساوية للعمل المبذول في تشويه الجسم الصلب من حالته غير المشوهة محسوماً منها أية طاقة مبددة بالتشوه غير المرن inelastic deformation (ISRM).

- epoxy

■ ايبوكسي: مادة حقن راتينجية متعددة المواد الداخلة في تركيبه ويتميز بمقاومة شد و ضغط و التصاق عالية جداً.

- equipotential line

■ خط الطاقة المتساوية: هو خط يصل نقاط ذات ضاغط هيدروليكي متساوي و يعتبر كخط كونتور ضمن مجموعة لتشكيل سطح متساوي الطاقة potentio metric surface.

- equivalent diameter (equivalent size) D (L)

■ القطر المكافئ (الحجم المكافئ): قطر كرة افتراضية تتألف من مادة لها الوزن النوعي ذاته و الخاصة بجزيء تربة حقيقي، و لها حجم بحيث أنها ستترسب في سائل معطى بالسرعة الحدية ذاتها مثل جزيء التربة الحقيقي.

F

- fabric

- نسيج: الترتيب (التوجيه) بالفراغ للعناصر المكونة لمادة الصخر (ISRM).

- facing

- ظهارة: الطبقة العليا من التكسية.

- failure (in rocks)

- تصدع (في الصخور): تجاوز القوى القصوى لصخر أو تجاوز متطلبات الاجهاد أو الانفعال لتصميم معين (ISRM).

- failure (of a bulk solid)

- الانهيار (لجسم صلب): التشوه اللدن لكتلة صلبة زائدة التشدد خاضعة للقص مما يضعف قوتها.

- fault

- صدع: انكسار أو منطقة انكسار حصل فها انتقال لطرفية بالنسبة لبعضهما بعضاً مواز للانكسار (يمكن أن يكون هذا الانتقال عدة سنتيمترات أو كثيراً من الكيلومترات) (انظر أيضاً مجموعة صدع مفصلي (joint fault set) أو (joint fault system) (ISRM).

- fill

- ردم: تراكمات صنعية من تربة طبيعية أو نواتج صخرية أو مواد النفايات.

- filling

- حشوة، مادة التعبئة: بصورة عامة هي المادة التي تشغل الفراغ بين سطوح الفواصل أو الصدوع أو الانقطاعات الصخرية الأخرى. يمكن أن تكون مادة الحشو من الغضار أو طين الصدوع أو عوامل ترابط مختلفة أو نواتج تغير الصخر المجاور (ISRM).

- fineness modulus

- معامل النعومة: هو معامل تجريبي نحصل عليه من جمع النسب المئوية الكلية لعينة حصوية محجورة على كل من مهزة في مجموعة محددة من المهزات و من ثم تقسيم المجموع على 100. أما المواصفات القياسية الأميركية لقياسات المهزات فهي: No. 100 (149 μm), No. 50 (297 μm), No. 30 (590 μm), No. 16 (1,90 μm), No. 8 (2,380 μm), and No.4(4,760 μm) and⅜ in. (9.5 mm), ¾ in. (19 mm), 1½ in. (38 mm), 3 in. (76 mm), and 6 in. (150 mm).

- fire clay

- الغضار الناري: هو غضار سيليسي غني بسيليكات الألمنيوم hychous aluminum silicates

- fly ash

- الرماد المتطاير (الهوائي): المادة المتبقية المجزأة بنعومة و الذي ينتج من احتراق الأرض أو الفحم المسحوق الذي ينتقل من بيت النار firebox عبر المرجل مع غازات المداخن flue gases.

- fold

- طية: انعطاف في الطبقات أو البنيات المستوية ضمن كتلة التربة (ISRM).

- footing

- قاعدة: الجزء من أساس منشأة الذي ينقل الأحمال مباشرة إلى التربة.

- forced vibration (forced oscillation)

- اهتزازات قسرية (ذبذبة قسرية): الاهتزازات التي تحدث إذا فرضت الاستجابة بالإثارة، إذا كانت الإثارة دورية و مستمرة فإن الذبذبة تكون بحالة مستقرة steady–state.

- foundation

- الأساس: الجزء السفلي من منشأة و الذي ينقل الأحمال إلى التربة أو الصخر.

- foundation soil

- تربة التأسيس: الجزء العلوي من كتلة تربة تحمل أحمال المنشأة.

- fracture

- كسر، مكسر، سطح انكسار: المصطلح العام لأي انقطاع ميكانيكي في الصخر، و هي بذلك المصطلح المشترك للفواصل و الصدوع و الشقوق ... الخ (ISRM).

- frost action

- فعل الصقيع: تجمد و ذوبان الرطوبة في المواد و التأثير الناتج على هذه المواد و على المنشآت التي تشكل جزءاً منها أو هي على تماس معها.

G

- gravel

- بحص: جزيئات مدورة أو نصف مدورة تمر من منخل العيار الاميركي 3 in (76.2 mm) و تحجز على منخل رقم 4 (4.75 mm).

- ground arch

- قوس الأرض: القوس الصخري المستقر النظري الذي يتولد على مسافة ما خلف سطح الفتحة، ويدعم هذه الفتحة (ISRM).

- ground water

- المياه الجوفية: الماء الجوفي و الموجود في المنطقة المشبعة.

  ملاحظة: بصورة شاملة هي كل أنواع المياه التحتية subsurface water بالتميز عن المياه السطحية surface water.

- grout

- مادة حقن، ملاط: في أنظمة حقن التربة أو الصخر، هي مادة تحقن في تشكيل التربة أو الصخر لتغيير خواصها الفيزيائية.

- groutability

- قابلية الحقن: إمكانية قبول التشكيل لأعمال الحقن

- grout mix

- مزيج الحقن: نسب و مقادير، يعبر عنها وزناً أو حجماً، المواد المختلفة المستعملة في الحقن (يجب تحديد النسبة كنسبة وزنية و حجمية عند الإشارة لنسب المواد).

- grout system

- نظام الحقن: هو مجموعة المواد الداخلة في الحقن وفق مواصفات محددة.

H

- hardener

- مصّلب: في أنظمة الحقن، في حالة المركبين الإيبوكسي و الرانتيج، المركب الذي يسبب تصلب المادة الأساسية.

- hardness

- صلابة: مقاومة مادة للخرق و الخدش (ISRM).

- hardpan

- الطين الصلد: طبقة صلبة غير نافذة، تتألف بصورة رئيسية من الغضار، و تترابط بمواد غير منحلة نسبيا، و لا تصبح لدنة عند مزجها بالماء، و تقيد بصورة واضحة تحرك الماء و الجذور نحو الأسفل.

- head
  - ضاغط: الضغط عند نقطة في سائل، و يعبر عنه بدلالة المسافة الشاقولية للنقطة تحت سطح السائل (ISRM).

- hydration
  - اماهة: تشكل مركب compound aباتحاد الماء مع مواد أخرى.
- hydrostatic pressure, u_O (FL^{-2})
  - الضغط الهدروستاتيكي: الحالة الإجهادية التي تكون فيها كل الإجهادات الرئيسية متساوية (و ليس هناك إجهاد قص)، كما في حالة سائل في حالة الاستقرار. جداء الوزن الحجمي للسائل بفرق المنسوب بين نقطة معطاة و منسوب الماء الحر.
- hysteretic
  - متبقي (تخلف، تخلفي): استعادة غير كاملة للتشوه أثناء دورة رفع الأحمال بسبب استهلاك الطاقة (ISRM).

I

- inelastic deformation
  - التشوه غير المرن: جزء التشوه تحت إجهاد و الذي لا يلغي برفع الإجهاد (ISRM).
- inert
  - خامل كيماوياً: لا يشارك و لا بأية طريقة في التفاعلات الكيماوية.
- in situ
  - في المكان: يطبق على (تشكل أو اختبار) الصخور أو التربة عندما يحدث في المكان الذي تشكلت أو ترسبت فيه بصورة طبيعية.
- isotropic material
  - مادة متساوية الخواص: مادة لا تختلف خواصها مع الاتجاهات.

– مفردات إضافية –

- interaction
  - قوة الفعل المتبادل Force فعل متبادل
- Isobar
  - خط الضغط المتساوي
- Injection
  - حقن

J

- jet grouting
  - الحقن بالنافورة، الحفر تحت ضغط عال جداً: تقنية استخدام رأس حفر خاص مع نافورة مياه ذات سرعة عالية أفقياً و عمودياً لحفر الرسوبيات النهرية alluvial soils و إنتاج أعمدة (أو أوتاد) غير نفوذة بضخ مادة الحقن خلال فوهات nozzles أفقية بحيث تتبثق المادة بقوة و تختلط مع مواد الأساس أثناء انسحاب رأس الحفر.

فوهات nozzles أفقية بحيث تتبثق المادة بقوة و تختلط مع مواد الأساس أثناء انسحاب رأس الحفر.

- jetting
  - نفث: عندما تطبق كطريقة حفر يتم نفث الماء خلال غلاف الحفر و عند خروج الماء يحمل معه بقايا الحفر، انظر أيضاً

.well screen jetting

- jetty
  - حائل أمواج، رصيف معتمد بالبحر: عقبة اصطناعية متطاولة تبرز في جسم من الماء من ضفة أو شاطئ للتحكم بتشكل المناطق الضحلة و الجرف shoaling and scour بحرف قوة التيارات و الأمواج.
- joint
  - فاصل: انكسار ذو أصل جيولوجي في استمرارية جسم من الصخر و يحدث أما منفردا أو غالبا على شكل مجموعة، و لكن لا يرافق ذلك حركة مرئية موازية لسطح الانقطاع (ISRM).

K

- kaolin
  - الكاؤولين: نوع من الغضار يحتوي نسبة عالية من الكاولينيت .
- Kaolinite
  - كاؤولينيت: معدن غضار شائع له الصيغة التالية $Al_2 (Si_2O_4) (OH_4)$ و هو المكون الرئيسي في غضار الكاؤولين.
- Karst
  - كارست: وضعية جيولوجية تتولد فيها الكهوف في طبقات الحجارة الكلسية (الجيرية) الكتلية نتيجة الإذابة بالمياه الجارية. تنتج كهوف و حتى اقنية أنهار باطنية ترشح على شكل مصارف سطحية surface runoff drains في الأرض الجافة و القاحلة نسبياً (ISRM).

L

- Leaching
  - غسل التربة، تصويل التربة (بالماء): الإزالة بالماء وحل لمواد الأكثر ذوباناً بالمياه الراشحة أو المتحركة (ISRM).
- leakage, n
  - التسرب: جريان السائل من إحدى الوحدات الهيدرولوجية إلى أخرى.
- leakage, n (T^{-1})
  - التسرب: هي النسبة $\frac{K'}{b'}$ حيث K´ و b´ هي بالترتيب الموصلية الهيدروليكية الشاقولية و السماكة للحوض المائي المكتنف.
- lime
  - الكلس: هو بالتحديد أكسيد الكالسيوم Ca O_2، و يمكن أن يرمز به أيضاً لعدة مركبات فيزيائية و كيميائية كالكلس السريع quick lime الكلس المميه hydrated lime.
- line of seepage (seepage line)
  - خط التسرب (خط المياه الجوفية) سطح الماء الحر العلوي لمنطقة التسرب.
- liquefaction
  - تسيل، تميع: عملية تحول أي تربة من حالة صلبة إلى حالة سائلة، و عادة بسبب ضغط مسامي متزايد و مقاومة قص متناقصة.
- liquefaction potential

- إمكانية التربة على التميع.

- loam

- طين رملي، تربة طفلية: مزيج من الرمل أو السيلت، أو مجموعة من أي من المواد المذكورة، مع مادة عضوية (انظر الدبال humus). تدعى أحياناً بالتربة السطحية top-soils بالتقابل مع التربة التحتية sub-soils التي تحتوي قليلاً من المادة العضوية أو لا تحتوي إطلاقاً.

- lubricity

- التزليق: في أنظمة الحقن، الخاصة الفيزيائية الكيميائية التي يمتلكها مادة حقن تسيل ضمن تربة أو صخر، وهي معاكسة للاحتكاك الداخلي لمواد التربة أو الصخر. تقارن بالتبلل wetness.

M

- macro porosity

- المسامية الكبيرة: مسامية كبيرة بين الحبيبات، و تشمل التشققات و مسامات الفطريات melodic porosity و جحور الحيوانات animal burrows و عدة أنواع من الفراغات.

- marl

- مارل: غضار كلسي يحتوي عادة" من (35-65) % المارل من كربونات الكالسيوم

- marsh

- سبخة، مستنقع: أرض رطبة تتميز بسطح عشبي مع النباتات التي غالباً ما تتناثر فيما بينها المياه المفتوحة و قبة مغلقة a closed canopy من الأعشاب و البردي sedges النباتات العشبية herbaceous plants الأخرى.

- matrix

- الملاط: في أنظمة الحقن، هو مادة تنطمر فيها الجزيئات، أي مثلاً معجونة الاسمنت التي تنطمر فيها جزئيات الحصويات الناعمة بمادة حقن.

- micro porosity

- المسامية الميكروية: مسامية ضمن الحبيبات intraganular porosity و مسامية دقيقة بين الحبيبات intr-aganular microscopic porosity بين الحبيبات مع حناجر مسامية تحت الدقيقة، submicroscopic pore throats.

- modulus of elasticity (modulus of deformation) E, M(FL^{-2})

- معامل المرونة: (معامل التشوه): هي نسبة الإجهاد إلى التشوه لمادة تحت شروط تحميل معطاة، رقمياً تساوي ميل مماس أو قاطع منحني الإجهاد– الانفعال. إن استعمال مصطلح معامل المرونة modulus of elasticity يوصى به للمواد التي تتشوه بحسب قانون هوك، بينما يستعمل مصطلح معامل التشوه modulus of deformation للمواد التي تتغير خلاف ذلك.

- modulus of sub-grade reaction

- معامل رد فعل التربة التحتية: انظر أمثال رد فعل التربة coefficient of sub grade reaction

- Mohr circle

- دائرة مور: تمثيل تخطيطي للإجهادات العاملة على السطوح المختلفة عند نقطة.

- Mohr circle stress (strain)

- دائرة مور للإجهاد (التشوه) تمثيل تخطيط لمركبات الإجهاد (التشوه) العامل عبر سطوح مختلفة عند نقطة ما، مرسومة بالرجوع إلى محاور الإجهاد (التشوه) الناظمي و إجهاد (التشوه) القص (ISRM).

- Mohr envelope
  - مغلف مور: مغلف لتتابع من دوائر مور التي تمثل شروط الإجهاد و حتى الانهيار لمادة معينة.
- moisture content
  - احتواء الرطوبة: النسبة المئوية وزنا للماء الذي تحتويه مسامات صخر أو تربة بالنسبة لوزن المادة الصلبة (ISRM).
- field moisture equivalent, FME
  - مكافئ الرطوبة الحقلي: احتواء الرطوبة الأدنى معبراً عنه كنسبة مئوية من وزن التربة مجففة بالفرن، و التي عندها إذا وضعت قطرة من الماء على سطح ناعم (منعم) من التربة فلن تمتص مباشرة من التربة بل سوف تنتشر على سطحها لتُعطيه مظهراً لامعاً.
- mud
  - طين: مزيج من التربة و الماء بحالة سائلة أو حالة صلبة ضعيفة جداً.

N

- natural frequency
  - التردد الطبيعي: التردد الذي يهز بحسبه جسم أو مجموعة عندما لا يكونا مقيدين بقوى خارجية.
- neat cement grout
  - مزيج من اسمنت هيدروليكي و الماء بدون إضافة حصويات أو مواد ملء. كما يمكن أن يحتوي أولا يحتوي إضافات.

O

- open cut
  - قطع مكشوف: حفرية عبر صخر أو تربة، تنفذ خلال تلة أو خلال معلم طبوغرافي آخر لتسهيل مرور طريق أو سكة حديد أو مجرى مائي على طول تراصف مختلف بالبروز الطبوغرافي. إن القطع المكشوف يمكن أن يتضمن منحدراً وحيداً أو منحدرات متعددة، أو منحدرات متعددة و مصاطب أفقية أو كليهما معاً (ISRM).
- organic clay
  - الغضار العضوي: غضار ذو احتواء عضوي عال.
- organic silt
  - السيلت العضوي: سيلت ذو احتواء عضوي عالي.

organic soil

- تربة عضوية: تربة ذات احتواء عضوي عال. بصورة عامة إن التربة العضوية قابلة للانضغاط بشكل كبير و لها خواص دعم للأحمال سيئة.
- organic terrain
  - أرض عضوية: انظر أرض الخث peat land.
- overburden
  - غطاء ترابي (سطحي) علوي: التربة السائبة أو الرمل أو السيلت أو الغضار الذي يعلو طبقة الصخر القاعدي. في بعض الاستعمالات تشير إلى كل المادة التي تعلو النقطة موضوع الاهتمام (تاج النفق tunnel crown) و التي هي التغطية الكلية للتربة و الصخر التي تعلو حفرية باطنية (ISRM).
- over consolidated soil deposit
  - ركام التربة الزائدة التشديد: ركام ترابي كان خاضعاً لضغط فعال أعظم من ضغط الطابق الترابي فوقه.

P

- packer

- حشوة (بطانة) تقوية: في أنظمة الحقن، هي جهاز يدخل في الحفرة التي سيتم فيها حقن مادة الحقن أو الماء ليمنع عودة المادة المحقونة حول أنبوب الحقن، و يكون عادةً قابلاً للتوسع و يعمل على مبدأ ميكانيكي أو هيدروليكي أو هوائي.

- parent material

- المادة الأم، الصخر الأصلي: المادة التي اشتقت منها التربة.

- peat

- الخث: كتلة ليفية من مادة عضوية في مراحل مختلفة من التفسخ، و بصورة عامة بلون بني قاتم إلى أسود و بقوام اسفنجي.

- penetration resistance (standard penetration resistance) (proctor penetration resistance), P_R, N (FL^{-2} or blows L^{-1})

- مقاومة الاختراق (مقاومة الاختراق المعيارية) (مقاومة الاختراق بروكتور).

أ) العدد اللازم من ضربات مطرقة بوزن معين تسقط مسافة محددة لإنتاج اختراق محدد في تربة وتد أو قميص أو أنبوب أخذ عينات.

ب) الوزن الواحدي اللازم للمحافظة على معدل اختراق ثابت في تربة سبر أو أداة.

ج) الوزن الواحدي اللازم لإنتاج اختراق معين في تربة بمعدل محدد لمسبر أو أداة. بالنسبة لإبرة بروكتور فإن الاختراق المحدد هو $2\frac{1}{2}$ in (63.5 mm) و المعدل هو $\frac{1}{2}$ in (12.7 mm/sec).

- percent compaction

- نسبة الرص: نسبة، معبراً عنها كنسبة مئوية، (1) الوزن الحجمي الجاف لتربة إلى (2) الوزن الحجمي الأقصى الذي تحصل عليه في اختبار الرص المخبري.

- perforation

- التثقيب: شق أو ثقب في قميص البئر ينفذ لتواصل السائل ما بين البئر و الفراغ الحلقي حوله.

- period

- دور: الفترة الزمنية التي تشغلها دورة واحدة.

- permanent strain

- التشوه الدائم: (الاستطالة النسبية الدائمة) التشوه المتبقي في جسم صلب بالنسبة لحالته الأولية بعد تطبيق و رفع إجهاد أكبر من إجهاد الخضوع (يسمى عادة الانفعال المتبقي "residual " strain) (ISRM).

- permeability

- النفوذية: طاقة الصخر لتوصيل السائل أو الغاز، و تقاس كثابت تناسب K بين سرعة الجريان v و التدرج المائي I حيث $v = K . I.$ (ISRM).

- pH, pH (D)

- الرقم الهيدروجيني: دليل حموضة أو قلوية تربة بدلالة لوغاريتم معكوس تركيز شاردة الهيدروجين.

- piezometer

- مقياس الضاغط: أداة لقياس الضاغط عند نقطة في التربة التحتية.

- pile

- وتد : عنصر إنشائي نحيف نسبياً، يغرس أو يتم إدخاله في التربة ، بغرض تأمين دعم شاقولي أو جانبي .

- pillar

- عمود، دعامة: صخر بالموقع بين فتحتين تحت الأرض أو أكثر، مثل الدعائم التاجية

crown pillars أو الدعائم الحاجزة barrier pillars أو الدعائم المضلعة rib pillars أو الدعائم بشكل عتبة sill pillars أو الدعائم بشكل سلسلة chain pillars الخ (ISRM).

- piping

▪ تشكل الأنابيب، تكهف: تشكل الأقنية بالإزالة التدريجية لجزيئات تربة من كتلة بالماء الراشح، و الذي يؤدي لتشكل الأقنية.

- pit

▪ حفرة: حفرة في سطح الأرض نحصل منها على الفلز كما في تعدين الحفر السطحية الكبيرة، أو كما في الحفر المنفذ لأغراض الاختبار، ويسمى حفرة اختبار test pit (ISRM).

- plasticity

▪ اللدونة: خاصة للتربة أو الصخر، التي تسمح بتشوهها إلى ما وراء نقطة الاسترداد دون تشقق أو تغير حجمي مهم.

- poisson's ratio, (V)

▪ نسبة بواسون: النسبة بين تغيري تشوه خطين أحدهما عمودي على تغير اجهادي وحيد المحور معطى، و الآخر باتجاه هذا التغير الإجهادي.

- pore-liquid

▪ السائل المسامي: و هو السائل الذي يحتل الفراغ بين جزيئات التربة الصلبة، في هذا الدليل، فإن السائل المسامي محدد بالسائل المسامي المائي ذلك الماء و محاليله.

- pore pressure (pore water pressure)

▪ الضغط المسامي (ضغط الماء المسامي): انظر الإجهاد الحيادي neutral stress تحت بند الإجهاد.

- porosity, n (D)

▪ المسامية: نسبة، يعبر عنها عادة كنسبة مئوية: (1) حجم الفراغات لكتلة تربة أو صخر معطاة إلى (2) الحجم الكلي لكتلة التربة أو الصخر.

- Portal

▪ بوابة، مدخل، باب: المدخل السطحي لنفق (ISRM).

- powder

▪ صفة جزيئات الصخر الناعمة.

- pozzolan

▪ بوزولان: مادة سيلسية أو سيلسية مع المنيوم، تمتلك لحد ذاتها خواص اسمنتية قليلة جداً و لكن في حال طحنها و مع وجود الرطوبة تتفاعل مع هيدروكسايد الكالسيوم في درجة الحرارة العادية لتتحول إلى مركب يمتلك صفات اسمنتية.

- pressure, $p(FL^{-2})$

▪ الضغط: الحمل مقسوماً على المساحة التي يعمل فوقها.

- pressure bulb

▪ بصلة الإجهاد: منطقة في كتلة تربة أو صخر محملة، و محدودة بخط تساوي إجهاد isobar stress منتخب بصورة كيفية.

- Pressure head

▪ ضاغط الماء: ضاغط الماء عند نقطة ما في منطقة مسامية و يكون سالباً إذا كانت هذه المنطقة غير مشبعة. عددياً هو ضغط الماء مقسماً على الوزن النوعي للماء.

- pressure testing

▪ اختبار الضغط: هو اختبار النفوذية بضخ الماء أو مادة الحقن في عمق الحفرة تحت الضغط.

- pressure washing

▪ الغسل بالضغط: هو غسل التربة أو الصخر بواسطة حقن الماء أو الهواء أو سوائل أخرى تحت الضغط.

- proctor compaction curve

- منحني رص بروكتور: انظر compaction curve منحني الرص

Q

- quality assurance / quality control (QA/QC)
  - ضمان الجودة / إدارة الجودة: الجهود المبذولة لتقييم دقة أخذ العينات وإجراء التجارب أو كليهما.
- quarry
  - مقلع: حفرة في سطح الأرض نحصل منها على حجر من أجل صخور مكسرة أو أحجار البناء (ISRM).
- quick test
  - اختبار سريع: انظر اختبار مغلق غير مشدد Unconsolidated un drained test

R

- Rayleigh wave, V_R (LT^{-1})
  - موجة رايلي: موجة سطحية تبددية dispersive يكون فيها لعنصر مدارا بشكل قطع ناقص تقهقري retrograding بمركبة شاقولية رئيسية وأخرى أفقية ثانوية كلاهما في مستوى سرعة الانتشار، مع افتراض: $0.995 > \alpha > 0.910$ ، من أجل: $0.5 > V > 0.25$
- reactant
  - متفاعلة: صفة المواد التي تتفاعل كيماوياً مع المركب الأساسي لمجموعة مادة حقن.
- refusal
  - رفض: في أنظمة الحقن عندما تكون نسبة دفعة الحقن grout take منخفضة أو معدومة عند ضغط معطى.
- relative consistency, I_c, C_r (D)
  - القوام النسبي: نسبة: (1) حد السيولة ناقص احتواء الرطوبة الطبيعي إلى (2) دليل اللدانة.
- relative density, D_d, I_D (D)
  - الكثافة النسبية: نسبة (1) الفرق بين نسبة الفراغ لتربة حبيبية في أكثر حالاتها تسيباً، و أي نسبة فراغ معطى إلى (2) الفرق بين نسبتي الفراغ في الحالتين الأكثر تسيباً و الأكثر كثافة.
- residual soil
  - التربة المتبقية: التربة المشتقة بالمكان بالتجوية weathering التي تتعرض لها المادة التحتية.
- residual strain
  - التشوه المتبقي: التشوه في جسم صلب المرافق بحالة إجهاد متبقي ISRM.
- resin
  - راتينج: في أنظمة الحقن، هو المركب الأساسي في أنظمة الحقن العضوية.
- resin grout
  - نظام الحقن بالرانتيجات: هو نظام حقن يتألف بشكل جوهري من مواد راتينجية كالايبوكسي و البوليستر و اليوريثات.

  ملاحظة: في أوربا يرمز لهذا المصطلح لأي نظام غراوت كيماوي بغض النظر عن منشئه الكيماوي.
- resonance
  - الطنين: الاهتزاز المقوى reinforced لجسم معرض للاهتزاز على حوالي تردد جسم آخر.
- response
  - استجابة: الحركة (أو خرج آخر) في جهاز أو مجموعة تنتج من تحريض(حافز stimulus) تحت شروط محددة.
- revetment

- جدار احتجاز، تكسية من الاسمنت: حماية شاطئية بالتصفيح أي بتكسية الشاطئ أو الحاجز الترابي بمادة مقاومة للحت resistant material – erosion.

- rock

- صخر: مادة معدنية صلبة طبيعية تحدث في كتل أو شظايا كبيرة.

- rock anchor

- مرساة الأرض الصخر، مرساة الصخر: قضيب أو كابل فولاذي مركب في ثقب في الصخر، من حيث المبدأ يماثل مسمار الصخر، و لكنه يستعمل لقضبان أطول من حوالي أربعة أمتار(ISRM).

- rock mechanics

- ميكانيك الصخور: تطبيق المعرفة الخاصة بالسلوك الميكانيكي لصخر على المسائل الهندسية التي تعالج الصخر بتداخل ميكانيك الصخور مع الجيولوجيا الإنشائية و الجيوفيزياء و ميكانيك التربة.

- roof

- السقف: قمة حفرية أو فتحة باطنية، تنطبق خاصة على صخور متطبقة حيث يكون السطح العلوي للفتحة منبسطاً بدلاً من أن يكون مقوساً (ISRM).

- rotary drilling

- الحفر الدوار ني: و هو نوع من الحفر يتم الحفر فيه عن طريق دوران رأس الحفر بضغط ثابت بدون دق.

- rupture

- تمزق، فتق، تصدع: هي المرحلة من توليد كسر fracture حيث يحدث عدم الاستقرارinstability لا يوصى باستعمال مصطلح تمزق rupture في ميكانيك الصخور كمرادف لكسرfracture (ISRM).

S

- sample

- عينة، كمية من التربة مختارة بواسطة إجرائية أخذ عينات محددة.

- sand

- الرمل: جزيئات صخرية تمر عبر المنخل المعياري الأميركي رقم 4 (4.75 mm) و تحجز على المنخل رقم 200 (75 micron).

- sand equivalent

- المكافئ الرملي: قياس كمية شوائب السيلت أوالغضار الموجودة في حصويات ناعمة بحسب الاختبار(D2419)

- sanded grout

- مادة الحقن الرملية: هو مادة حقن تحتوي على رمل

- sapric peat

- خث فاسد: خث يحتوي على ألياف متحللة (نسبة الألياف 33 %).

- secant modulus

- معامل القاطع: ميل الخط الواصل بين مبدأ الإحداثيات و نقطة معطاة على منحني الإجهاد و التشوه (ISRM).

- secondary consolidation (secondary compression) (secondary time effect)

- التشديد الثانوي (الانضغاط الثانوي) (التأثير الزمني الثانوي) انظر التشديد Consolidation

- sediment basin

- حوض ترسيب: بنية مشكلة من إنشاء حاجز أو بنية شبيهة بسد صغير عبر مجرى مائي أو من حفر حوض أو من الاثنين

معاً لاصطياد أو احتجاز الترسبات.

- seepage force

▪ قوة الرشح: الجر الاحتكاكي the frictional drag للماء الجاري عبر الفراغات أو الفرجات في الصخر مسبباً زيادة الضغط ما بين الذرات، أي أنه القوة الهيدروليكية بوحدة الحجم من التربة أو الصخر و التي تنتج من جريان الماء و التي تعمل باتجاه الجريان (ISRM).

- segregation

▪ فصل المكونات: في أعمال الحقن هو اختلاف تركيز الحصويات في كتلة الحقن الخليط.

- sensitivity

▪ حساسية: تأثير عملية الجبل remolding على قوام الترب المتماسكة.

- series grouting

▪ عملية الحقن التسلسلية: تماثل stage grouting أعمال الحقن عبر مراحل وتخالفها في أن كل منطقة تالية يتم حقنها بحفر جديد، مما يقلل الحاجة إلى إزالة الحقن قبل حفر الحفرة إلى الأعمق.

- set

▪ الأخذ (التصلب): في أعمال الحقن، هو فقدان اللدونة للعجينة الأسمنتية أو مادة الحقن و تقاس عادةً بمقاومة الاختراق أو التشوه فالأخذ الأولي initial set و هو التصلب الأولي أما الأخذ النهائي final set فهو الحصول على الصلابة المعتبرة.

- setting shrinkage

▪ تقلص الأخذ (التصلب): في أعمال الحقن، هو التناقص في حجم مادة الحقن قبل الأخذ النهائي final set و ذلك بسبب عمليات التفاعل.

- set time

▪ زمن التصلب: هو زمن التصلب للأسمنت البورتلاندي أو الـ gel time زمن البقاء بالحالة الهلامية لمادة الحقن.

- shaft

▪ بئر، مدخنة: حفرة شاقولية عامة أو شبه شاقولية تساق نحو الأسفل من السطح للدخول إلى الانفاق أو الحجرات أو الأشغال الباطنية الأخرى (ISRM).

- shear failure (failure by rupture)

▪ التصدع بالقص: تصدع تكون فيه الحركة المسببة من إجهادات القص في كتلة تربة أو صخر بمقدار كاف لتحطم البنية أو تجعلها في حالة خطرة.

- shear force

▪ قوة القص: قوة متجهة بالتوازي مع العنصر السطحي الذي تعمل عبره (ISRM).

- shear strain

▪ انفعال القص: تغير الشكل، و يعبر عنه بالتغير النسبي للزوايا القائمة في زوايا (أركان) الشكل الذي كان في الحالة قبل التغيير مستطيلاً أو مكعباً متناهي الصغر (ISRM).

- sieve analysis

▪ التحليل الحبي: هو تحديد نسب الجزيئات وفق حجومها في مادة حبيبة و ذلك بفصلها على مهزات ذات فتحات مختلفة القياس.

- silo

▪ سيلو: مرادف لـ bin وعاء.

- skin friction, f (FL^{-2})

▪ الاحتكاك السطحي: المقاومة الاحتكاكية المتولدة بين التربة و عنصر من منشأة.

- Sliding
  - انزلاق: انزياح نسبي لجسمين على سطح، دون ضياع التماس بينهما (ISRM).
- slope
  - ميل، منحدر: سطح الصخر المحفور المائل على الشاقول أو على الأفق أو على كليهما، كما في القطع المكشوف open-cut(ISRM).
- sludge
  - الحمأة، الوحل: توضعات رسوبية مشحونة بالمياه.

    ملاحظة: يمكن أن تحتوي التوضعات الرسوبية المشكلة بالمياه جميع الأجزاء الصلبة العالقة و المواد المحلولة بالماء. كما أن الوحل sludge لا يحافظ على شكل متماسك عند محاولة إزالته بالوسائط الميكانيكية.
- slump
  - هبوط: قياس القوام الخرسانة (للبيتون) المخلوط حديثاً، انظر تجربة slump test.
- slurry grout
  - مونة حقن: هو مزيج سائل من المواد الصلبة كأسمنت الرمل أو الغضار في الماء.
- soil (earth)
  - تربة: رسوبيات أو تراكمات غير مشددة أخرى من جزيئات صلبة ناتجة من تفكك الصخور فيزيائياً و كيميائياً، أو التي قد تحتوي أو لا تحتوي على مادة عضوية.
- soil stabilization
  - تثبيت التربة: معالجة كيميائية أو ميكانيكية مصممة لزيادة أو للمحافظة على توازن كتلة التربة أو لتحسن خواصها الهندسية.
- soil structure
  - بنية التربة: (النسيج + القوى ما بين الذرات) ترتيب وحالة تجمع جزيئات التربة في كتلة تربة.
- honeycomb structure
  - بنية نخروبية، بنية قرص العسل: ترتيب جزيئات تربة له بنية مستقرة سائبة نسبياً تشابه قرص العسل.
- soil suspension
  - معلق التربة: مزيج عالي الانتشار من التربة و الماء.
- specimen
  - عينة: هي مقادير مأخوذة أو محضرة من عينة sample بهدف إجراء الاختبار.

- stability factor (stability number), N_s (D)
  - عامل الاستقرار (رقم الاستقرار): رقم

    بحث يستعمل في تحليل استقرار الحواجز (السدود) الترابية و يعرف بالمعادلة التالية:

    $N_s = H_c \gamma_e / c$

    حيث: H_c= الارتفاع الحرج للجانب المنحدر.

    γ_e= الوزن الحجمي الفعال للتربة.

    c= تماسك التربة.

* ملاحظة: إن " رقم التوازن" تيلور tylor هو معكوس " رقم التوازن" لترزاكي.

- stabilization

- تثبيت، استقرار: انظر تثبيت التربة soil stabilization.

- stage

- مرحلة: في أعمال الحقن التتابعي، هي طول الحفرة المحقونة دفعة واحدة انظر أيضاً stage grouting.

- standard penetration resistance

- مقاومة الاختراق المعيارية: انظر مقاومة الاختراق penetration resistance.

- static water level

- منسوب الماء الستاتيكي: منسوب عمود الماء في بئر مراقبة أو بيزوميتر و الذي لا يتأثر بالضخ أو بعوامل أخرى.

- strain, (D)

- تشوه: التغير بالطول بوحدة الطول باتجاه معطى.

- strength

- قوة: الإجهاد الاعظمي الذي تستطيع مادة مقاومته دون تصدع لأي نوع معطى من التحميل (ISRM).

- stress, σ , p.f (FL^{-2})

- الإجهاد: القوة بوحدة المساحة و التي تعمل ضمن كتلة تربة.

- structure

- بنية: إحدى الملامح الكبرى في كتلة صخرية، مثل التطبق أو التورق أو تشكل الفواصل أو الانفصام أو تشكل البريشيا brecciation أيضاً هي مجموع كل هذه الملامح بالتقابل مع المظهر الخارجي texture. و هي أيضاً بمفهوم أعم، تشير إلى الملامح الإنشائية لمساحة مثل الطية المحدبة anticline أو الطيات المقعرة syncline (ISRM).

- sub-base

- طبقة ما تحت القاعدة (ما تحت الأساس): طبقة تستعمل في نظام أرضية بين الطابق الترابي sub-grade و طبقة القاعدة base أو ما بين الطابق الترابي وأرضية بيتون الأسمنت البورتلندي.

- sub-grade

- الطابق الترابي: التربة المحضّرة و المرصوصة لدعم منشأة أو نظام أرضية.

T

- tangential stress

- إجهاد مماسي: انظر الإجهاد stress

- tensile strength (unconfined or uni-axial tensile strength),T_o (FL^{-2})

- قوة الشد (قوة الشد غير المحصورة أو وحيدة المحور): الحمل بواحدة المساحة التي ستتصدع عندها عينة غير محصورة اسطوانية باختبار الشد البسيط (سحب pull).

- tensile stress

- إجهاد الشد: اجهاد ناظمي يميل لتطويل جسم بالاتجاه الذي يعمل فيه (ISRM).

- test bit

- حفرة اختبار: حفر سطحي يهدف لمعرفة خواص التربة التحتية.

- texture

- المظهر: الترتيب الفراغي لمركبات جسم صخري و الحدود بين هذه المركبات (ISRM).

- trench

- خندق: مجرى طويل ضيق عادة، بجوانب شاقولية تقريباً، في الصخر أو التربة، مشابه لما يتم عمله لخطوط المرافق (ISRM).

- tri-axial compression

- الانضغاط الثلاثي: انضغاط مسبب بواسطة تطبيق اجهادات ناظمية باتجاهات متعامدة ثلاث (ISRM).

- tri-axial shear test (tri-axial compression test)

- اختبار القص الثلاثي (اختبار الانضغاط الثلاثي): اختبار يتم فيه اخضاع عينة اسطوانية من التربة أو الصخر محفوظة في غشاء غير نافذ إلى ضغط حصر، ثم يجري تحميلها محورياً حتى التصدع (الانهيار).

- tunnel

- نفق: ممر باطني من إنشاء بشري، دون إزالة الطبقة العلوية من الصخر أو التربة. بصورة عامة تكون أفقية تقريباً بالمقابلة مع البئر shaft، الذي يكون تقريباً شاقولياً (ISRM).

U

- unconfined compressive strength

- قوة الانضغاط غير المحصور: الحمل بوحدة المساحة التي تنهار عنده عينة موشورية أو اسطوانية باختبار الضغط البسيط بدون حصر جانبي.

- unconfined yield strength, f_c

- قوة الخضوع غير المحصور: الإجهاد الرئيسي الأعظمي Major principal stress في دائرة مور و المماس للـ minor principal مساوياً للصفر و هو مرادف لقوة الانضغاط compressive strength.

- uni-axial (unconfined) compression

- الانضغاط وحيد المحور (غير المحصور): انضغاط مسبب من تطبيق إجهاد ناظمي باتجاه وحيد (ISRM).

- unit weight, γ (FL^{-3})

- الوزن الحجمي: الوزن بواحدة الحجم، أينما ورد في تعريفات الوزن الحجمي فإن تعبير وزن weight يعني قوة force.

- dry unit weight (unit dry weight), γ_d, γ_e (FL^{-3})

- الوزن الحجمي الجاف (الوزن الجاف الحجمي): وزن الجزيئات الصلبة لتربة أو صخر بوحدة الحجم الكلي لكتلة تربة أو صخر.

- effective unit weight, γ_e (FL^{-3})

- الوزن الحجمي الفعال: الوزن الحجمي لتربة أو صخر الذي عندما يضرب بارتفاع العمود العلوي من التربة أو الصخر يعطي الضغط الفعال من وزن الطابق الترابي.

- maximum unit weight, γ_{max} (FL^{-3})

- الوزن الحجمي الأعظمي: الوزن الحجمي الجاف المحدد بقمة منحني الرص.

- saturated unit weight, γ_G, γ_{sat} (FL^{-3})

- الوزن الحجمي المشبع: الوزن الحجمي الرطب لكتلة تربة عندما تكون مشبعة.

- submerged unit weight (buoyant unit weight) , γ_m, γ', γ_{sub} (FL^{-3})

- الوزن الحجمي المغمور(الوزن الحجمي الطافي): وزن الجزيئات الصلبة في الهواء ناقصاً منها وزن الماء المزاح بالجزيئات الصلبة بوحدة حجم كتلة تربة أو صخر. الوزن الحجمي المشبع ناقصاً منها الوزن الحجمي للماء.

- uplift

- الرفع، الدفع العلوي: ضغط الماء نحو الأعلى المطبق على منشأة.

الرمز	الواحدة
u الرمز الواحدي	(FL^{-2})
u الرمز الكلي	F أو FL^{-1}

V

- vacuum
  - درجة الضغط: الخلخلة (الخلاء) تحت الضغط الجوي (الضغط السلبي).
- vane shear test
  - اختبار القص بالمروحة (بالريشة): اختبار قص بالمكان يتم فيه غرس قضيب بطرفه ريش قطرية رقيقة في التربة و تحدد المقاومة لدورة هذا القضيب.
- vibration
  - اهتزاز: تذبذب تكون فيه الكمية هي البارامتر الذي يمدد حركة مجموعة ميكانيكية (انظر تذبذب oscillation).
- viscoelasticity
  - المرونة اللزجة: خاصة المواد التي تنفعل تحت تأثير الإجهاد جزئياً بصورة مرنة وجزئياً بصورة لزجة، و هذا الانفعال الأخير يعتمد جزئياً على الزمن و على شدة الإجهاد (ISRM).
- viscous damping
  - التخامد اللزج: تبدد الطاقة الذي يحدث عندما تتم مقاومة جزئ في مجموعة مهتزة بقوة لها شدة متناسبة مع شدة سرعة الجزئ و اتجاه معاكس لاتجاه الجزئ.
- volumetric shrinkage (volumetric change), V_s (D)
  - التقلص الحجمي (التغير الحجمي): تناقص الحجم، معبراً عنه كنسبة مئوية من كتلة التربة عندما تجفف، لكتلة تربة عندما يتناقص احتواء الرطوبة من نسبة معطاة إلى حد التقلص.

W

- wall friction, f′ (FL^{-2})
  - احتكاك الجدار: مقاومة احتكاكية تهيج بين جدار و تربة أو صخر على تماس مع الجدار.
- water-cement ratio
  - نسبة الماء للاسمنت: هي نسبة الماء للاسمنت وزناً في الحقن الاسمنتي أو الخلطة الخرسانية (البيتونية)، انظر أيضاً grout mix.
- water content, w (D)
  - احتواء الرطوبة: نسبة كتلة الماء المحتوى في الفراغ المسامي لمادة التربة أو الصخر إلى كتلة الجزيئات الصلبة في التربة معبر عنها بنسبة مئوية.
- water table (free water elevation)
  - طاولة الماء (منضدة الماء).
- wave
  - موجة: تشوش منتشر في وسط بطريقة أنه في أي نقطة منه يكون المطال تابعاً للزمن، بينما في كل لحظة يكون الانزياح في كل نقطة تابعاً لمكان هذه النقطة.
- weep hole
  - ثقب الرشح، دماعات: ثقب بقطر صغير (in 1/4عادة) يحفر في قميص الحماية فوق سطح الأرض، و يستعمل كثقب

تصريف للماء الذي يمكن أن يدخل حلقة قميص الحماية.

– مفردات إضافية –

- weathering
  - تجوية، تعرية حجرية.

Y

- yielding arch
  - قوس الخضوع، قوس المطاوعة: نوع من الاستناد بشكل قوسي. المفاصل التي تتشوه إليها بصورة لدنة إلى ما وراء حمل حرج معين، و عندها تستمر في التشوه دون أن يصاحب ذلك زيادة في المقاومة (ISRM).
- yield stress
  - إجهاد الخضوع: الإجهاد الذي لا يتم فوقه الإلغاء الكامل للتشوهات الناتجة بعد رفع كامل الإجهاد de-stressing (ISRM).
- Young's modulus
  - معامل يونغ: نسبة ازدياد الإجهاد في اختبار عينة إلى ازدياد التشوه الناتج تحت إجهاد عرضاني ثابت للمواد التي تبدي علاقة خطية بين الإجهاد و التشوه على مجال تحميل محدد. أيضاً يدعى معاير المرونة elastic modulus .

Z

- zone of saturation
  - منطقة الإشباع: منطقة هيدرولوجية تكون فيها كافة الفراغات و الفواصل والتشققات و أقنية الانحلال في وحدة صخر متشدد مملوءة بالماء بضغط أكبر من الضغط الجوي.
- zero air voids curve (saturation curve)
  - منحني الفراغات الهوائية المساوية للصفر (منحني الاشباع): المنحني الذي يظهر الوزن الحجمي ذي الفراغات الهوائية المساوية للصفر، كتابع لاحتواء الرطوبة.

جدول محتويات الملحق الخامس للكود
و الخاص بالأساسات

الباب الأول: المجال و الغاية.

1–1 مجال الملحق رقم 5 للكود و تطبيقه.

2–1 أغراض الملحق رقم 5 للكود.

3–1 طرائق الحساب.

الباب الثاني: التعاريف و المصطلحات.

الباب الثالث: الوحدات و الرموز.

3-1 الوحدات المستعملة في ملحق الكود هذا (ملحق رقم 5).

3-2 الرموز و الدلالات.

الباب الرابع: خواص المواد.

4-1 الخرسانة العادية في الأساسات.

4-2 الخرسانة المغموسة.

4-3 الخرسانة المسلحة.

الباب الخامس: تقييم الأفعال.

5-1 عام.

5-2 شروط حساب الأفعال.

5-3 قوة رفع الماء (التعويم)

الباب السادس: تعيين الأمان و توزع الإجهادات على التربة تحت الأساسات.

6-1 عام.

6-2 اشتراطات الأمان.

6-3 الأحمال و حالات التحميل للأساسات التي تحمل أكثر من عمود.

6-3/1 عام.

6-3/2 الأحمال المنقولة للأساس.

6-3/3 تراكب الأحمال.

6-3/3/1 تراكيب الأحمال من أجل تعيين ضغط التلامس

6-3/3/2 أثر أحمال الزلازل وأحمال الرياح على التحمل المسموح به للتربة

6-3/3/3 تراكيب الأحمال من أجل تصميم مقاطع الأساس

6-3/3/4 تراكيب الأحمال من أجل تحقيق الأساس على الانقلاب

6-3/3/5 تراكيب الأحمال من أجل تقييم الهبوط

6-3/3/6 توزع إجهاد التلامس المعتمد في التصميم

6-4 تعيين معامل مرونة التربة تحت الأساس.

6-4/1 تعيين معامل المرونة من التجارب المخبرية.

6-4/1/1 باستعمال الاختبار ثلاثي المحاور

6-4/1/2 باستعمال اختبار الانضغاطية بواسطة الايدومتر (odometer)

6-4/2 تعيين معامل المرونة من التجارب الحقلية.

6-2/4/1 تجربة صفيحة التحميل
6-2/4/2 تجربة الاختراق القياسية
6-2/4/3 تجربة المخروط الاستاتيكي
6-2/4/4 تجربة القص بالمروحة
6-4/3 تعيين معامل المرونة من واقع الخبرة العملية.
6-5 توزع رد فعل التربة أسفل الأساس.
6-5/1 رد فعل التربة أسفل الأساسات الصلدة (ضغط التلامس).
6-5/1/1 رد فعل التربة على كامل مساحة القاعدة (الأساس الخطي صلد.
6-5/1/2 رد فعل التربة على جزء من القاعدة لأساس خطي صلد
6-5/2 تقييم صلادة الأساس من خلال حساب معامل الصلادة (K_r).
6-5/3 شروط التباعدات بين الأعمدة في الأساسات الشريطية الصلدة.
6-5/4 شروط التباعدات بين الأعمدة في الحصائر الصلدة.
6-6 إيجاد توزع ضغط التلامس بين التربة و الأساسات في الأساسات اللينة.
6-6/1 مقدمة.
6-6/2 حدود التطبيق.
6-6/3 طرائق إيجاد توزع ضغط التلامس.
6-6/3/1 الطرائق المتطورة
6-6/3/1 الطرائق المتطورة
6-6/3/3 طريقة معامل رد فعل التربة
6-6/4 الطرائق المتطورة.
6-6/5 طريقة معامل المرونة.
6-6/6 طريقة معامل رد فعل التربة.

الباب السابع: تصنيف الأساسات و حالات استعمالها و اشتراطاتها
7-1 عام.
7-1/1 المعيار الأول: عمق التأسيس
7-1/2 المعيار الثاني: السلوك المتوقع للأساس تبعاً لدرجة صلادته، التي تتعلق بخصائص الأساس و تربة تأسيسه
7-2 مراحل اختيار الأساسات.
7-2/1 حساب الأحمال المحتمل تطبيقها على الأساسات
7-2/2 إنجاز مقاطع التوضع الجيولوجي لطبقات التأسيس

7-2/3 تعيين المناسيب المختلفة للمياه الجوفية لتربة التأسيس
7-2/4 تعيين الأعماق الدنيا للتأسيس
7-2/5 التأسيس على منحدر
7-2/6 الفرق بين منسوبي تأسيس أساسين متجاورين
7-2/7 تعيين طاقة تحمل تربة التأسيس
7-2/8 تعيين أبعاد الأساسات
7-2/9 تعيين قيم الاجهادات الفعلية تحت الأساس
7-2/10 حساب الهبوطات المتوقعة
7-3 تصنيف الأساسات.
7-3/1 تصنيف الأساسات الضحلة (السطحية).
7-3/2 تصنيف الأساسات العميقة.
7-4 حالات استعمال الأساسات و اشتراطاتها.
7-4/1 استعمال الأساسات الضحلة (السطحية).
7-4/1/1 الأساس الكتلي.
7-4/1/2 الأساس المنفرد المركزي.
7-4/1/3 الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية (الأساس رجل البطة).
7-4/1/4 الأساس المشترك لعمودين.
7-4/1/5 الأساس الشريطي أو الخطي (مشترك بين أكثر من عمودين واقعين على خط مستقيم واحد).
7-4/1/6 الأساس الشريطي المشترك للأعمدة الطرفية و الجدار الاستنادي
7-4/1/7 الأساس الحصيرة.
7-4/1/8 الأساس الحصيرة المفرغة من بلاطاتها.
7-4/1/9 الأساسات مع فتحات داخلية أو مع فتحات طرفية
7-4/2 استعمال الأساسات العميقة و اشتراطاتها.
7-4/2/1 الأوتاد.
7-4/2/2 الآبار الاسكندرانية.
7-5 الاشتراطات العامة في تصميم الأساسات و القواعد و الشيناجات.
7-5/1 الاشتراطات البعدية للأساسات و القواعد و الشيناجات.
7-5/1 الاشتراطات البعدية للأساسات و القواعد و الشيناجات
7-5/1/1 الأساسات
7-5/1/2 القواعد

7-3/1/5 الشيناجات
7-2/5 مساحات التسليح الدنيا و القصوى للأساسات و القواعد و الشيناجات.
7-3/5 ترتيبات التسليح للأساسات و القواعد و الشيناجات.

الباب الثامن: الافتراضات الأساسية في حساب الإجهادات على التربة و في تحليل الأساسات.
8-1 طرائق التحليل.
8-1/1 عام
8-2/1 توجيهات عامة في تحليل الأساسات السطحية (الضحلة)
8-2 طرائق تحليل الأساسات الضحلة (السطحية).
8-1/2 تحليل الأساس الكتلي.
8-2/2 تحليل الأساس المنفرد المركزي من الخرسانة المسلحة.
8-3/2 تحليل الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية (الأساس رجل البطة).
8-4/2 تحليل الأساس المنفرد الطرفي المجاور لخط الملكية مع جائز التقويم
8-5/2 تحليل الأساس المشترك للعمود الطرفي مع الأعمدة الطرفية المجاورة لخط الملكية
8-6/2 تحليل الأساس المشترك لعمودين.
8-7/2 تحليل الأساس الشريطي (الخطي).
8-8/2 تحليل الأساس بشكل حصيرة.
8-9/2 تحليل الأساس بشكل حصيرة مفرغة.
8-3 تحليل الأساسات العميقة.
8-1/3 تحليل الآبار الاسكندرانية.
8-2/3 تحليل الأساسات الوتدية.

الباب التاسع: تصميم الأساسات.
9-1 تصميم الأساسات السطحية (الضحلة)
9-2 تصميم الأساسات العميقة
9-3 تصميم الأساسات الوتدية.
9-1/3 تصميم قطاع الوتد.
9-2/3 تعيين قدرة تحمل الوتد.

الباب العاشر: الأساسات العميقة
10-1 مقدمة

10-1/1 المجال
10-1/2 التعريفات
10-1/3 استعمال الأساسات العميقة
10-1/4 المفاضلة بين الأساسات العميقة والأساسات الضحلة
10-2 أنواع الأساسات العميقة
10-2/1 الأوتاد (الخوازيق)
10-2/2 الآبار الاسكندرانية
10-2/3 إختيار نوع الأساس العميق المناسب
10-3 الأساسات الوتدية (الخازوقية)
10-3/1 مقدمة
10-3/2 الدراسة والفحص والعمل بالموقع
10-3/2/1 فحص الأرض
10-3/2/2 فحص المنشآت المجاورة
10-3/2/3 أوتاد الاختبارات الأولية
10-3/2/4 العمل بالموقع
10-3/3 أنواع الأوتاد (الخوازيق)
10-3/3/1 أوتاد الإزاحة المنفذة بالاختراق
10-3/3/2 الأوتاد الخرسانية المنشأه بالتثقيب (بالتفريغ)
10-3/3/3 معامل الأمان لإجهادات الخرسانة للأوتاد المصبوبة في مكانها
10-3/3/4 تسليح الأوتاد الخرسانية المصبوبة في مكانها
10-3/3/4 تسليح الأوتاد الخرسانية المصبوبة في مكانها
10-3/4 العوامل المؤثرة في اختيار نوع الأساسات الوتدية
10-3/4/1 نوع وحالة التربة
10-3/4/2 الأحمال المنقولة
10-3/4/3 القرب من المبانى المجاورة
10-3/5 حماية الأوتاد الخرسانية من الأملاح والكيمياويات
10-3/6 قدرة تحمل الأوتاد (الخوازيق)
10-3/6/1 عموميات
10-3/6/2 حساب القدرة الإبتدائية لتحمل الأوتاد باستعمال الصيغ النظرية
10/6/3/3 إستعمال نتائج التجارب الحقلية
10-3/6/4 قدرة تحمل مجموعات الأوتاد

10-3/6/5 هبوط الأوتاد

10-3/7 المتانة الإنشائية للأوتاد

10-3/7/1 عموميات

10-3/7/2 إجهادات ما قبل تشغيل الوتد

10-3/7/3 الأوتاد المحملة محوريا

10-3/7/4 الأوتاد المحملة جانبيا

10-3/7/5 مجموعة الأوتاد الرأسية المعرضة لأحمال مائلة لا مركزية

10-3/7/6 الأوتاد المائلة

10-3/7/7 الأوتاد المحملة بحمل رأسى لا محورى

10-3/7/8 وتد مفرد تحت القاعدة

10-3/7/9 الإحتكاك السلبى بين التربة والأوتاد

10-3/7/10 قبعات الأوتاد

10-3/7/11 معاملات الأمان

10-3/8 تنفيذ الأساسات الوتدية (الخازوقية)

10-3/8/1 عموميات

10-3/8/2 معدات التنفيذ

10-3/8/3 تنفيذ الأوتاد

10-3/9 إختبارات الأوتاد (الخوازيق)

10-3/8/4 الأحتياطات الواجب مراعاتها أثناء التنفيذ

10-3/9/1 إختبارات تحميل الأوتاد

10-3/9/2 إختبارات غير متلفة للأوتاد

10-4 الآبار الإسكندرانية

10-4/1 عموميات

10-4/2 قدرة تحمل الآبار

10-4/3 النقاط الواجب مراعاتها في تنفيذ الآبار الإسكندرانى

10-5 إحتياطات الأمان للأساسات العميقة

10-5/1 إحتياطات الأمان العمومية في أعمال التنفيذ

10-5/2 إحتياطات الأمان الخاصة بالموقع

10-5/2/1 إختيار طاقم المنفذين

10-5/2/3 المواقع ذات الحالات الخاصة

10-5/3 إحتياطات الأمان الخاصة بالعاملين في الموقع

الباب الحادي عشر: أساسات الآلات

11-1 المقدمة.

11-2 المتطلبات العامة لأساسات الآلات.

11-2/1 المتطلبات من وجهة نظر تصميمية.

11-2/2 المتطلبات من وجهة نظر عملية.

11-3 الاشتراطات البعدية.

11-4 معطيات التصميم.

11-5 الأحمال الديناميكية المؤثرة على أساسات الآلات.

11-6 السعات الاهتزازية المسموحة.

11-7 قدرة التحمل المسموحة.

11-8 بارامترات التصميم.

11-8/1 تصنيف البارامترات.

11-8/2 التربة.

11-8/3 مساند مرنة مختلفة.

11-9 تحليل و تصميم الاهتزازات.

11-9/1 أنماط اهتزاز الأساس.

11-9/2 طرائق التحليل الديناميكي.

11-9/3 القوى المؤثرة على الأساس.

11-10 العزل الاهتزازي.

11-10/1 النقاط الواجب مراعاتها لتجنب الاهتزازات المفرطة.

11-10/2 أنواع العزل الاهتزازي.

11-10/3 المنقولية.

11-10/4 طرائق عزل الأساسات.

11-11 معالجة أساسات الآلات القائمة.

11-11/1 أسباب حدوث ظاهرة الطنين في أساسات الآلات.

11-11/2 المعالجة عن طريق موازنة الأحمال المؤثرة.

11-11/3 المعالجة بتأمين استقرار التربة.

11-11/4 استعمال بدائل إنشائية.

11-12 تفصيلات إنشائية لأساسات الآلات.

11-12/1 صب الخرسانة.

11-12/2 التسليح.
11-12/3 فواصل التمدد.
11-12/4 عناصر الوصل.
11-12/5 أنماط عزل أساسات الآلات.
11-12/6 التدابير الاحتياطية.

ملحق الاصطلاحات

جدول محتويات الملحق الخامس للكود، الخاص بالأساسات