جامعة حماة
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة الجيوتكنيكية

هندسة الأساسات ٢
المحاضرة ١:
تجربة صفيحة التحميل

د. كنان زين العابدين

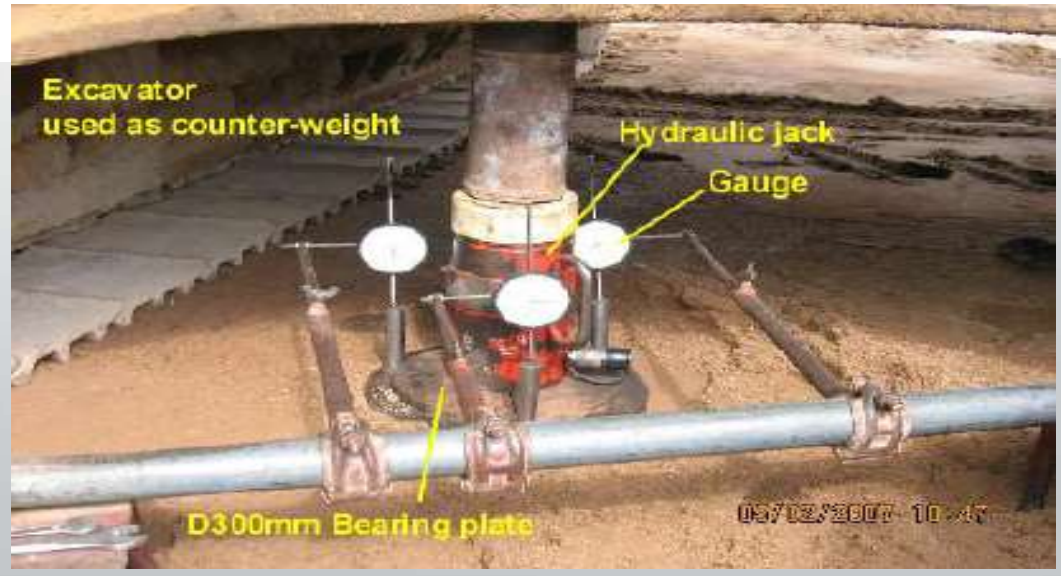
لطلاب السنة الرابعة

(منهاج الدفعة الأولى ٢٠١٩-٢٠٢٠)

تجربة صفيحة التحميل

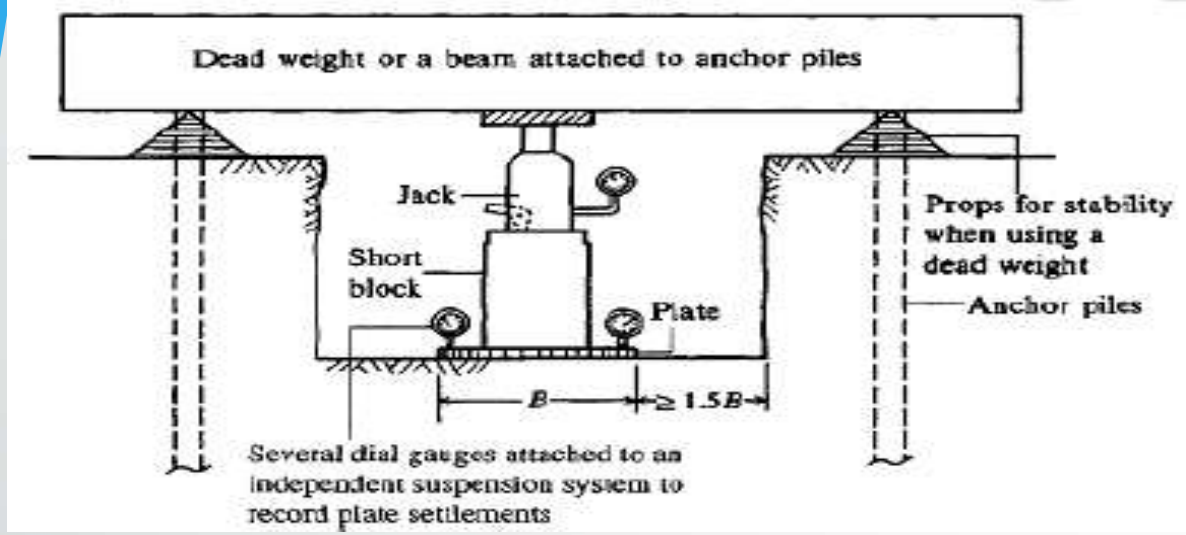
مبدا التجربه

تستخدم هذه التجربة لتحديد علاقة الاجهادات بالتشوهات في التربة ، وذلك بتحميل صفيحة معدنية بحمولات متزايدة يتم من خلالها قياس هبوط الصفيحة (انضغاط التربة) . ومن هذه النتائج يتم تحديد عامل تشوه التربة ، كما يتم و بالاعتماد على التماثل و التشابه بين الصفيحة و الأساس تحديد تحمل التربة المسموح و هبوط الأساس



د. كنان زين العابدين

تجربة صفيحة التحميل



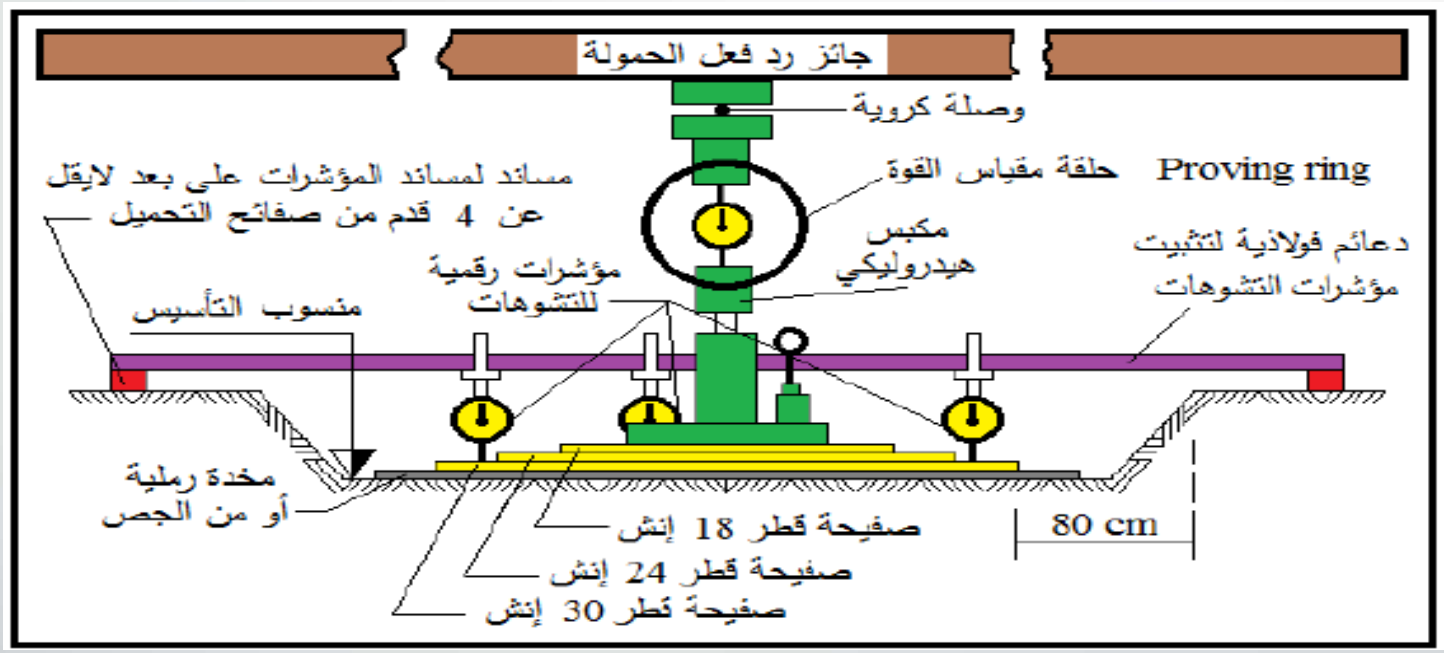
توضع صفيحة التحميل على سطح التربة بعد تسويتها بشكل جيد ويتم تطبيق حمولة على الصفيحة ونقيس الهبوطات بدلالة الزمن نكرر العملية من اجل حمولة جديدة حتى نصل الى هبوط يساوي الى 10 % من قطر الصفيحة ثم يتم رفع الحمولات تدريجيا ونسجل الانتفاخ

يتمُّ زيادة التحميل بالخطوة المناسبة للوصول إلى إحدى الحالات التالية:

1. يصبح الهبوط المتزايد دالاً على الانهيار بالقص.
2. يتجاوز الإجهاد المطبق ثلاث مرات الإجهاد المسموح المتوقع.
3. الهبوط الكلي يتجاوز (10 %) من عرض أو قطر الصفيحة.

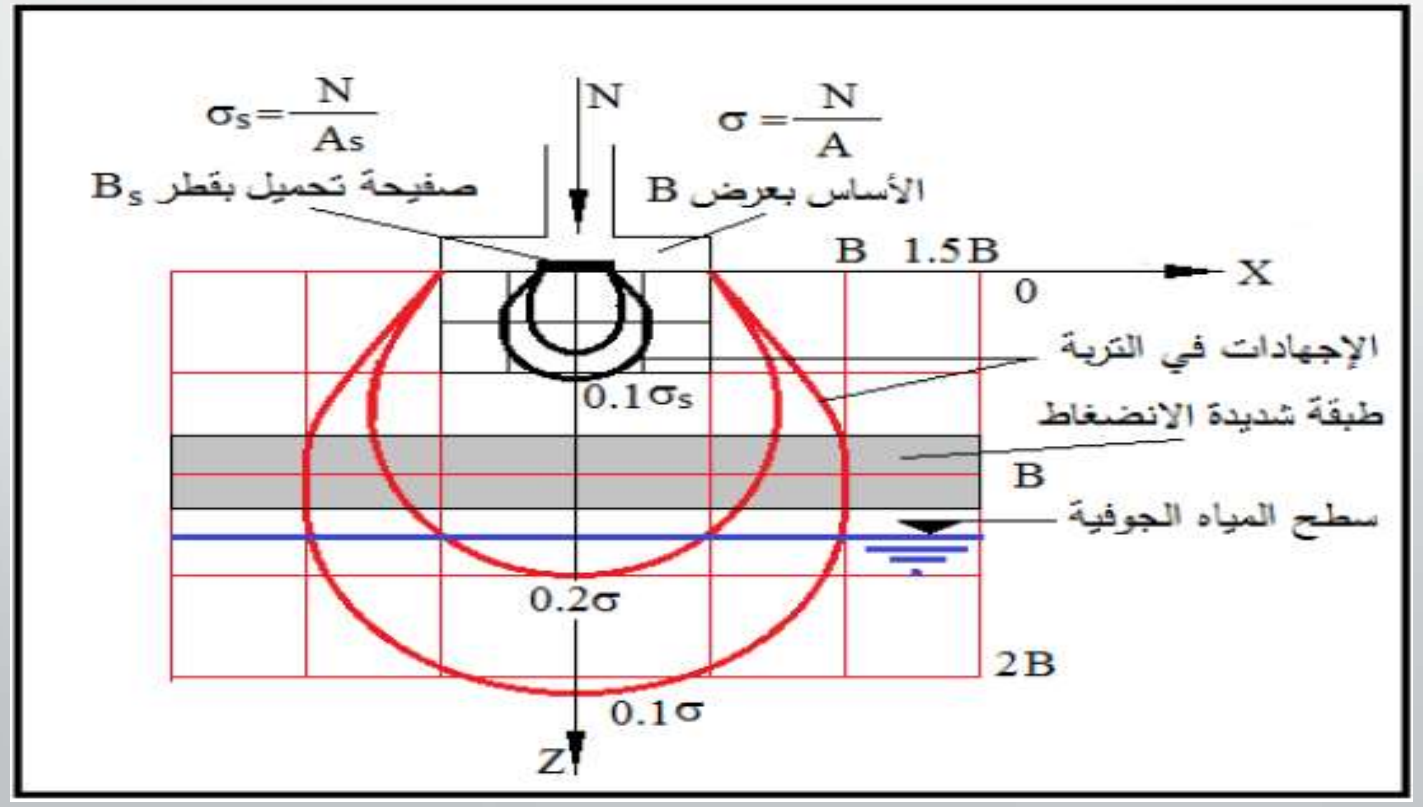
تُعتبر تجربة صفيحة التحميل الستاتيكية(PLT)(Plate loading test) من الطرق غير المباشرة لقياس درجة رص التربة المنفذة في الورشة وإلى التأكد من عملية الرص في السدود، كما أنها تُستخدم لتحديد عامل تشوه التربة الكلي(E_o) الذي يستخدم في دراسة هبوط الأساسات والردميات المنفذة، وهي تعتبر من أهم مصادر دراسة تشوه الترب، ذلك لأن التربة تُختبر في شروط توضعها الطبيعي وبشكلٍ يشابه شكل الحمولات الحقلية(الأساسات) التي ستخضع لتأثيرها.

ينصح باستخدام تجربة صفيحة التحميل في الترب الخشنة (رملية - رملية بحصية - رملية سيلتية) ولا ينصح باستخدامها في الترب الغضارية لأنها تحتاج لوقت طويل مما يؤثر على دقة النتائج .



د. كنان زين العابدين

من أهم نتائج هذه التجربة تحديد العلاقة بين الإجهادات والتشوهات، وتعتبر نتائج هذه التجربة دقيقة وموثوقة عندما تكون تربة التأسيس متجانسة إلى عمق يزيد مرة ونصف عرض الأساس(1.5B)، ذلك لأن بصلة الضغط ذات الإجهاد(0.2σ) تمتد إلى عمق مرة ونصف قطر الصفيحة المستخدمة($1.5B_p$). وإن وجود أية تربة ضعيفة تقع ضمن المنسوبين($1.5B_p - 1.5B$) لايمكن كشفها والتعرف على خواصها بتجربة صفيحة التحميل شكل(6 – 5)، كما أن وقوع البساط المائي ضمن هذا العمق يؤدي أيضاً إلى أخطاء كبيرة عند الاعتماد فقط على نتائج هذه التجربة.



١-٨-٥ تجارب التحميل الحقلية :

تعتبر احدى الطرق لقياس تحمل التربة في الحقل وذلك بتطبيق حمولة على صفيحة معدنية (موديل لاساس مصغر) وقياس الحمولة اللازمة لحدوث هبوط معين وقد تكون الصفائح المعدنية دائرية او مربعة الشكل تتراوح اقطارها من (12 الى 30) انش وبخطوة نظامية قدرها (6) انش وبسماكة لاتقل عن انش واحد .

توضع صفيحة التحميل على سطح التربة بعد تسويتها بشكل جيد ويتم تطبيق حمولة على الصفيحة ونقيس الهبوطات بدلالة الزمن نكرر العملية من اجل حمولة جديدة حتى نصل الى هبوط يساوي الى 10 % من قطر الصفيحة ثم يتم رفع الحمولات تدريجيا ونسجل الانتفاخ او الارتداد بدلالة الزمن ويجب ان نتقيد بالشروط التالية حين تنفيذ التجربة :

١- يجب أن تكون ابعاد الحفرة مساوية على الأقل اربعة مرات قطر الصفيحة .

٢- تأمين حسن ارتكاز الصفيحة على الأرض .

٣- زيادة الحمولات الميتة بشكل متساوي وتركها الزمن الكافي لثبات معدل الهبوط كما يجب ان يكون الزمن متساوي بين تحميله واخرى على أن لايقل عن ساعة واحدة .

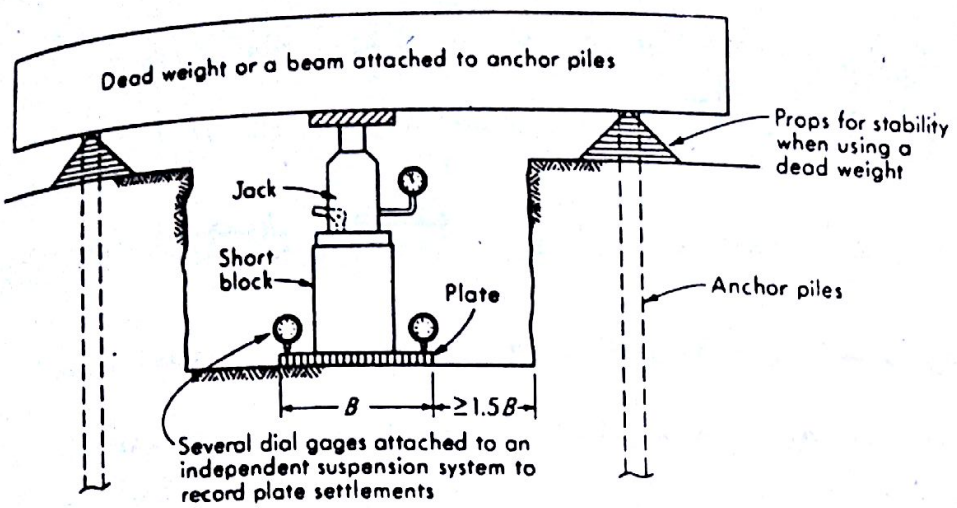


Plate-load testing. The method of performing this test is outlined in some detail as ASTM Standard Procedure D1194-57 (Part 19 of ASTM Book of Standards).

الشكل رقم (١ – ٢٢)

تجربة التحميل

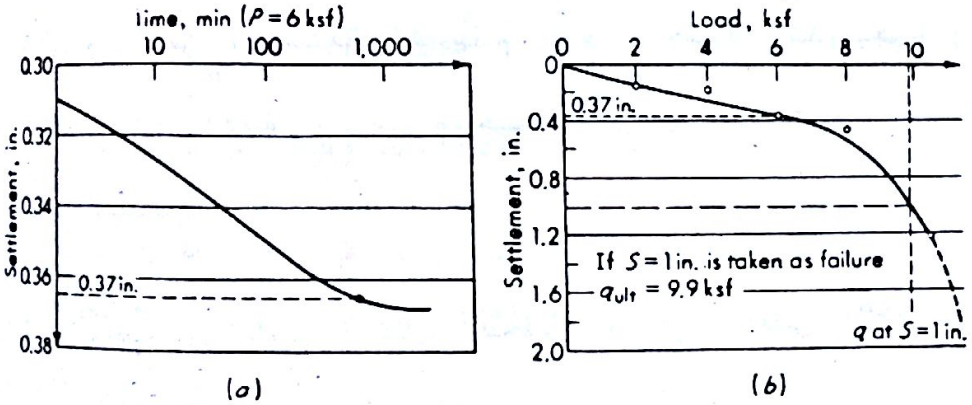


Plate-load-test data. (*a*) Plot of settlement vs. log time to determine the maximum settlement for a load increment (6 ksf in this case); (*b*) load vs. settlement plot to establish the maximum design pressure.

الشكل رقم (١–٢٣)

٤- قراءة الهبوط بدقة 0.25 مم بدلالة الزمن .

٥- تفريغ الحمولات بنفس ترتيب التحميل وتركه نفس المدة الزمنية لفترة التحميل .

٦- اجراء التجربة لثلاثة مواقع على الأقل وعلى اعماق تصل الى مرتين عرض الاساس وذلك للتأكد من صحة النتائج .

الشكل (١-٢٢) يوضح التجربة كما يوضح الشكل ١-٢٣آ) تسجيل الهبوط بدلالة الزمن من أجل حمولة ما كما يوضح الشكل (١-٢٣ب)منحني الحمولة بدلالة الهبوط وكيفية تحديد الحمولة الحدية الموافقة لهبوط قدره واحد انش .

في هذه النتائج يمكن معرفة التحمل الحدي ومعرفة عامل المرونة الطولاني الذي يجب تصحيحه وأخذ عامل العمق بعين الاعتبار.

وكما نعلم فان تحمل التربة الغضارية لايتعلق بابعاد الاساس ففي حالة كون الطبقة نصف لامتناهية في العمق فان تحمل التربة اسفل صفيحة التحميل يصبح مساويا الى تحمل التربة اسفل الاساس اي يمكن ان نكتب

$$q_f = q_p \quad \text{(للاساس)} \quad \text{(للصفيحة)} \quad \ldots\ldots (35)$$

اما بالنسبة لهبوط التربة الغضارية المشبعة يمكن ان نحسب الهبوط اسفل الاساس (S_f) بالعلاقة :

$$S_f = S_p \frac{B_f}{B_p} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (35)$$

اما بالنسبة للتربة الرملية او الحصوية فان تحمل التربة كما نعلم يتعلق بابعاد الاساس ويمكن ان نقدر تحمل التربة على النحو التقريبي التالي :

$$q_f = q_p \frac{B_f}{B_p} \quad \ldots\ldots \quad (36)$$

اما الهبوط فيعطى بالعلاقة :

$$S_f = \left(\frac{2\,B_f}{B_f + B_p} \right)^2 \cdot S_p \quad \ldots\ldots \quad (37)$$

ويقترح (Housel) عام ١٩٣٩ من أجل التربة التي تحوي على احتكاك وتماسك العلاقة التالية لحساب تحمل التربة :

$$V = A \cdot q + P \cdot S \quad \ldots\ldots\ldots \quad (38)$$

حيث :

V	الحمولة الكلية على المساحة A
A	مساحة الاساس او الصفيحة
P	محيط الاساس بواحدة العمق
q	تحمل التربة
S	القص المحيطي

يمكن اجراء التجربة مرتين باستخدام صفيحتين مختلفتين وتحديد تحمل التربة q والقص المحيطي S وذلك بحل المعادلتين الناتجتين كذلك يمكن معرفة ابعاد الاساس اللا زم من اجل حمولة

ما وذلك بحل معادلة من الدرجة الثانية بدلالة عرض الاساس B .

تطبيق :

اجرينا تجربتا تحميل حقليتين في موقع ما على صفائح بأبعاد (0.305 x 0.305) متر و (0.4572x0.4572) متر ومن أجل هبوط قدره (12,52) مم كانت الحمولات المطبقة على صفائح التحميل مساوية الى (37.5) والى (76,95) كيلونيوتين على الترتيب ماهي ابعاد الاساس المربع كي يحمل حمولة مقدارها (324) كيلونيوتن .

الحل :

نطبق علاقة (Housel) من أجل الصفيحة الاولى ثم من اجل الصفيحة الثانية فتحصل على المجهولين S و q بعد حل المعادلتين الناتجتين ، لدينا

$$V = A \cdot q + P \cdot S$$

بالتعويض

$$0.305^2 q + 4H(0.305)S = 37.5 \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

$$0.4572^2 q + 4H(0.4572)S = 76.95 \ldots\ldots \quad (2)$$

بحل المعادلتين السابقتين ينتج :

$$S = 8.332 \ (KN/m^2)$$

$$q = 295 \ (KN/m^2)$$

من أجل اساس مربع طول ضلعه B تصبح المعادلة :

$$B^2 \cdot q + 4B \cdot S = V$$

بالتعويض بقيمة V و S و q في المعادلة ينتج :

$$295\ B^2 + 4(8.332)\ B = 324 \Longrightarrow$$

$$B^2 + 0.113\ B - 1.1 = 0$$

بحل هذه المعادلة ينتج أن :

$$B = 1.0\ m$$