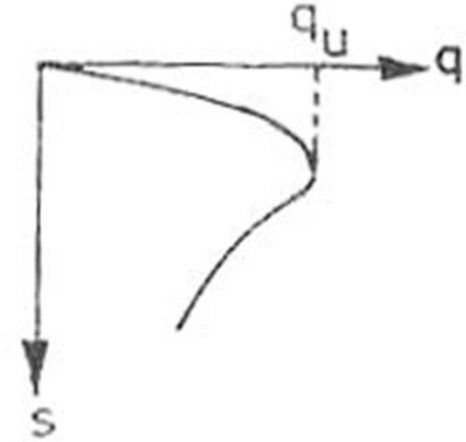
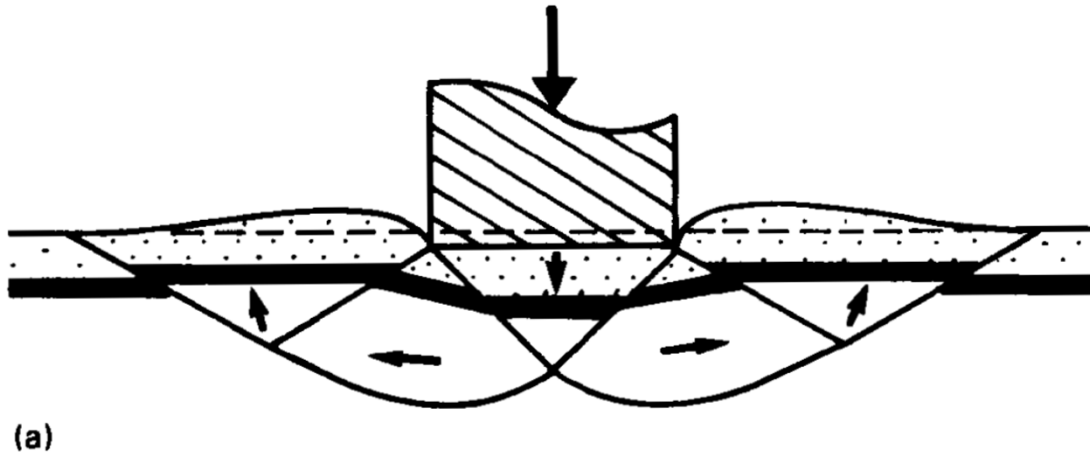


**Soil Mechanics-Theoretical
Third Year- Lec. (1)**

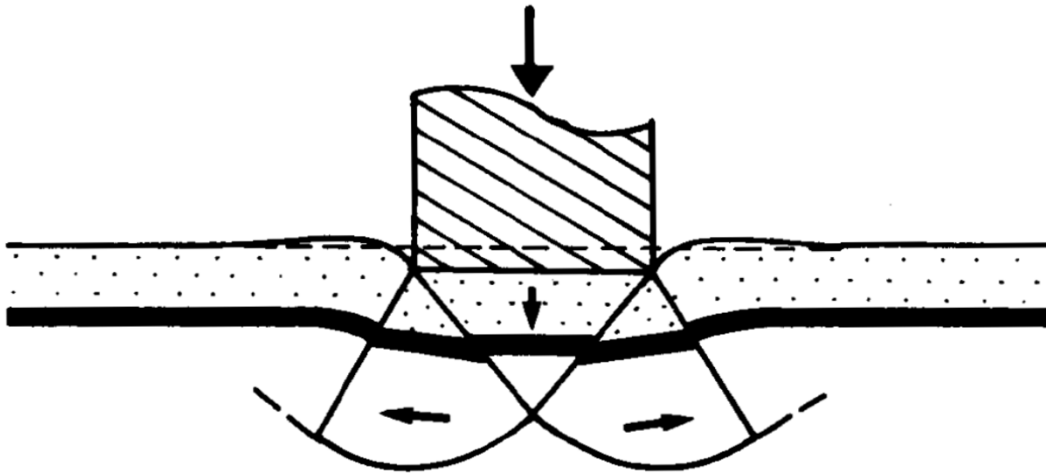
Dr. MAIASA MLHEM

انهيار القص العام General Shear Failure: يبين الشكل أساس شريطي يتوضع على تربة رملية كثيفة أو غضار قاسي.

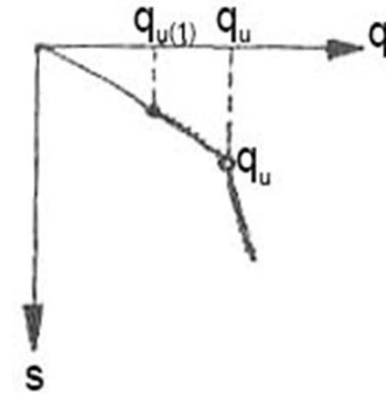
تتشكل بوضوح سطوح انزلاق لدنة محددة تحت الأساس وتمتد للجوانب وإلى سطح التربة. الانهيار مفاجئ ويطرافق عادة مع ميلان واضح يؤدي بالنهاية إلى انهيار من طرف واحد. عادة يحدث عندما تكون التربة منخفضة الانضغاطية كثيفة أو مسبقة الانضغاط. انهيار القص يحدث في التربة عند تلك الحمولة وسطوح الانهيار تمتد لسطح الأرض. يلاحظ انتفاخات على طرفي الأساس



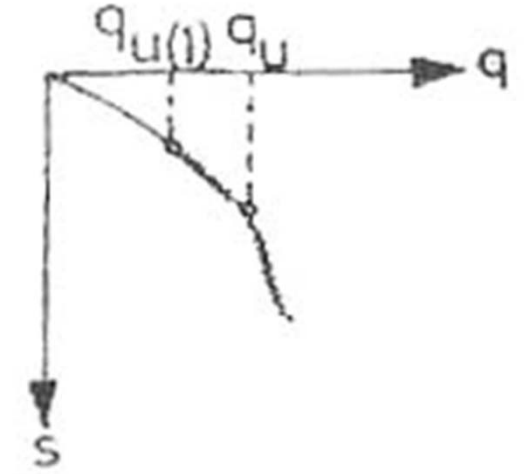
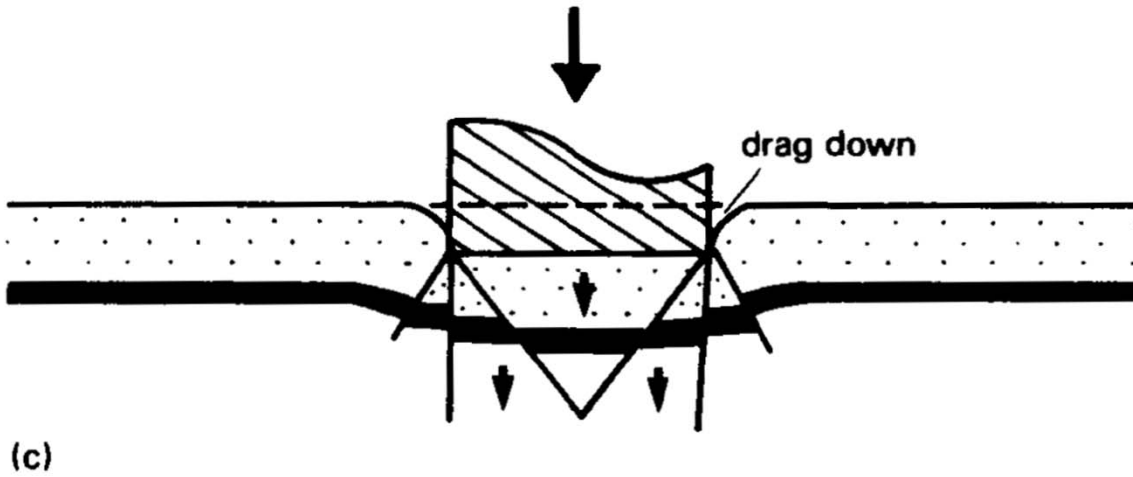
انهيار القص المحلي Local Shear failure: يحدث في التربة قابلة للانضغاط (مثل: رمل متوسط الكثافة أو غضار متوسط القوام) قد يظهر حركة شاقولية قبل ظهور مستويات قص. عندما تصل التربة تحت الأساس إلى مرحلة الخضوع تظهر مستويات القص، ولكنها لا تمتد لسطح الأرض الطبيعية. قد يحدث بعض الانتفاخ مجاور للأساس، الهبوط الذي يحدث يكون عادة المعيار الرئيسي للتصميم. ويبين منحنى الهبوط أنه عندما تساوي الحمولة قيمة محددة $q_{u(1)}$ ، تترافق حركة الأساس مع ارتجاج مفاجئ. تمتد سطوح الانهيار تدريجيا خارج الأساس، الحمولة التي يحدث عندها ذلك هي q_u . بعد هذه النقطة، أي زيادة في الحمولة يرافقه زيادة كبيرة في الهبوط.



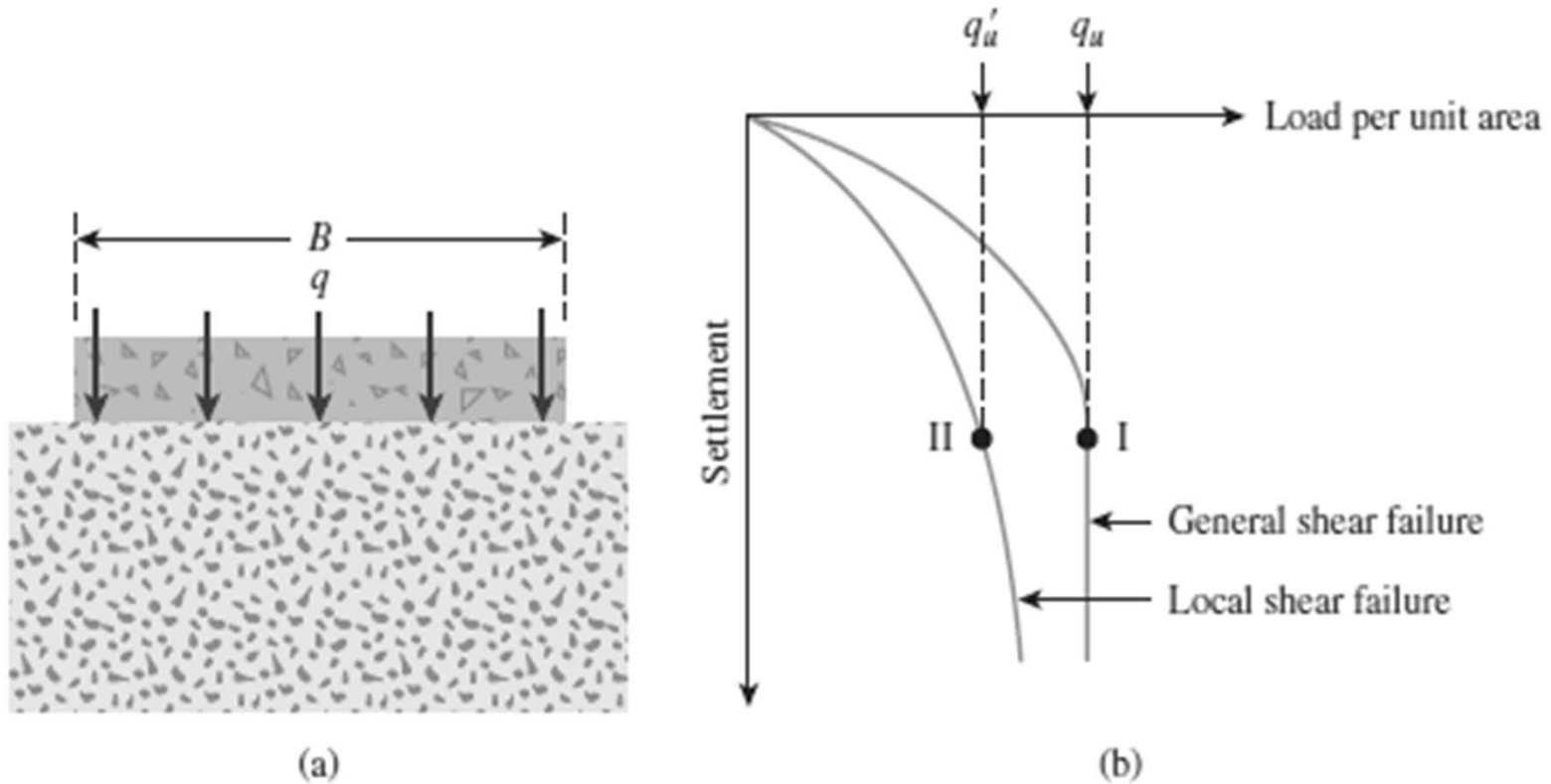
(b)



انهيار الثقب Punching Shear: في الترب منخفضة قابليتها للانضغاط مثل الرمل المفكك أو الغضار الطري. في هذا الانهيار لا تمتد سطوح الانهيار لسطح التربة الطبيعية. يحدث حركة شاقولية وتبقى سطوح الانزلاق شاقولية مجاورة لجانبي الأساس. لا يظهر انتفاخات على جانبي الأساس. في منحنى الهبوط نلاحظ أن الأساس ينهار عند q_u وبعدها يصبح المنحنى متدرجا وخطيا.

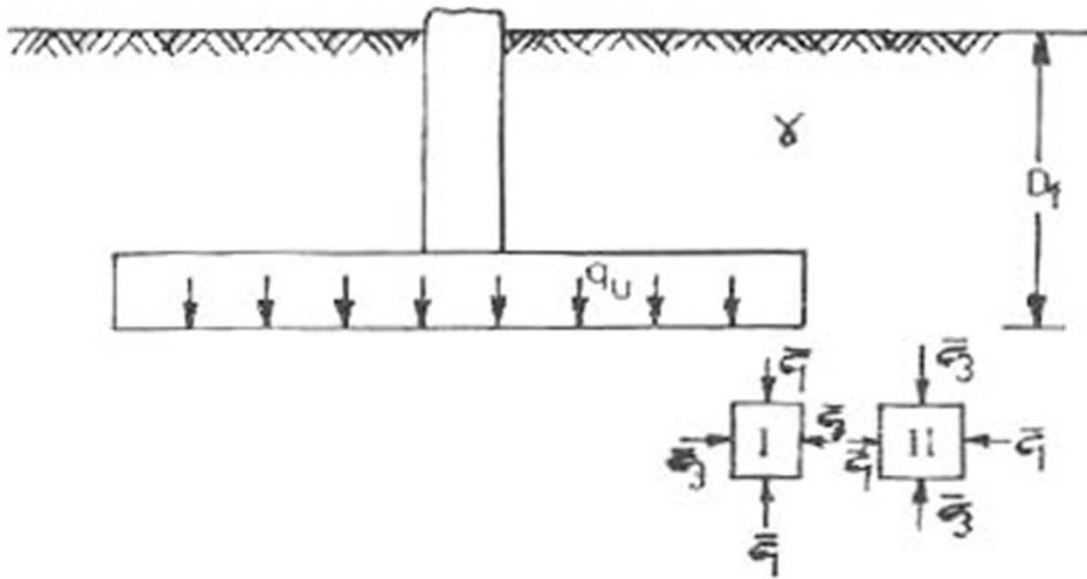


مقارنة بين القص المحلي والقص العام على مخطط الهبوط



تحليل رانكين

اعتبر رانكين Rankine (1885) التوازن للذن لعنصري تربة متجاورتين، واحدة تحت الأساس والآخر على طرف الأساس مباشرة.



العنصر I تحت الأساس، تكون الاجهادات الشاقولية هي الاجهادات الرئيسية الأعظمية والاجهادات الجانبية

هي الاجهادات الرئيسية الأصغرية.

من أجل العنصر II،

تصبح الاجهادات الجانبية هي الاجهادات الأعظمية

أما الاجهادات الشاقولية فتصبح أصغرية.

إذا وصل ضغط الأساس لقدرة التحمل الحدية q_u ،

يصل العنصر I لحالة التوازن للذن.

$$\bar{\sigma}_3 = \tan^2(45^\circ - \phi'/2) * \bar{\sigma}_1$$

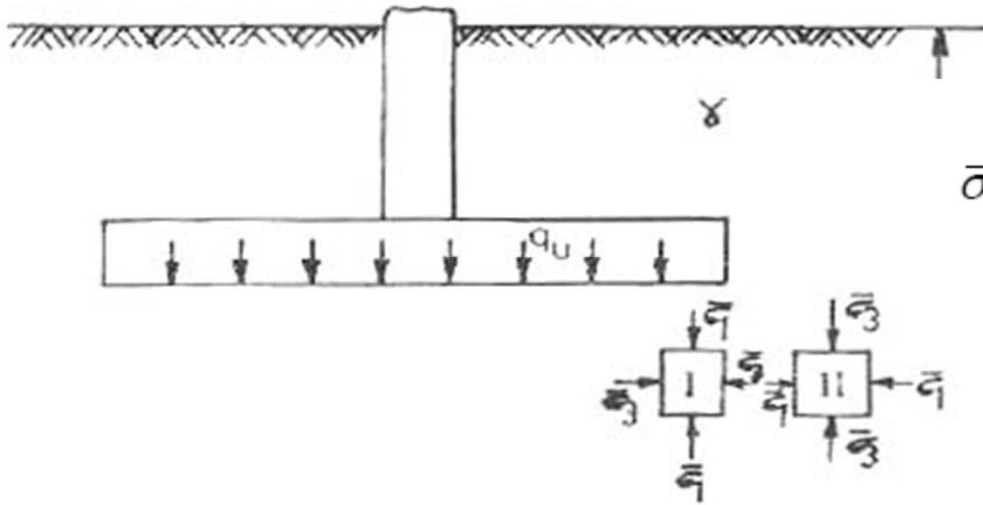
للعنصر | نعوض مايلي

$$\bar{\sigma}_1 = q_u$$

$$\bar{\sigma}_3 = \tan^2(45^\circ - \phi'/2) * q_u \quad (a)$$

وللعنصر II نعوض مايلي:

$$\bar{\sigma}_3 = \gamma * D_f$$



$$\bar{\sigma}_1 = \frac{\bar{\sigma}_3}{\tan^2(45^\circ - \phi'/2)} = \frac{\gamma * D_f}{\tan^2(45^\circ - \phi'/2)} \quad (b)$$

بما أن:

$$\bar{\sigma}_{3(I)} = \bar{\sigma}_{1(II)}$$

من المعادلتين a و b:

$$\tan^2(45^\circ - \phi' / 2) q_u = \frac{\gamma * D_f}{\tan^2(45^\circ - \phi' / 2)}$$

أو

$$q_u = \gamma * D_f * \frac{1}{\tan^4(45^\circ - \phi' / 2)}$$

أو

$$q_u = \gamma * D_f * \tan^4(45^\circ - \phi' / 2) \quad (14 - a)$$

$$q_u = \gamma * D_f * \left(\frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \right)^2 \quad (14 - b)$$

المعادلة 14 تعطي قيماً تقريبية لقدرة التحمل الحدية q_u للتربة. حل محلها نظرية ترزاكي وغيرها من النظريات التي أعطت قيماً أكثر منطقية. حيث أن Rankine لم يعتمد التماسك في التربة. ولذلك وفق رانكين قدرة التحمل للتربة بأنها $= 0$ إذا $D_f=0$.

تستخدم المعادلة التالية لتحديد العمق الأصغري للتأسيس $D_{f(\min)}$. يمكن أن تكتب:

$$(D_f)_{\min} = \frac{q}{\gamma} \left(\frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} \right)^2$$

التربة التي في النطاق | تحت الأساس مباشرة تتعرض لضغط. يمكن ان تنهار التربة فقط إذا انهار النطاق المجاور ||. القيمة التقريبية لقدرة تحمل التربة يمكن أن نحصل عليها من الاجهادات في منتصف ارتفاع نطاق الانهيار.

إن ارتفاع نطاق الانهيار هو $(B/2)\tan\alpha'$ حيث α' هي زاوية سطوح الانهيار وتساوي $(45^\circ + \Phi'/2)$. الضغط المسبق عند مستوى التأسيس يساوي γD_f . يسمى هذا الضغط surcharge.

$$q_u = \gamma * D_f \tan^4 \alpha' + \frac{\gamma * B}{4} (\tan^5 \alpha' - \tan \alpha') + 2c'(\tan^3 \alpha' + \tan \alpha')$$

ففي حالة الترب المفككة أي $c'=0$ تصبح المعادلة:

$$q_u = \gamma * D_f * \tan^4 \alpha' + \left(\frac{\gamma * B}{4}\right)(\tan^5 \alpha' - \tan \alpha')$$

وبالتالي دخل تأثير التماسك في حال وجوده.

(b) للتراب المتماسكة تماماً

$$\begin{aligned}\phi' &= 0 & c' &= c_u \\ q_u &= \gamma * D_f + 4c_u \\ q_{nu} &= q_u - \gamma * D_f = 4c_u\end{aligned}$$

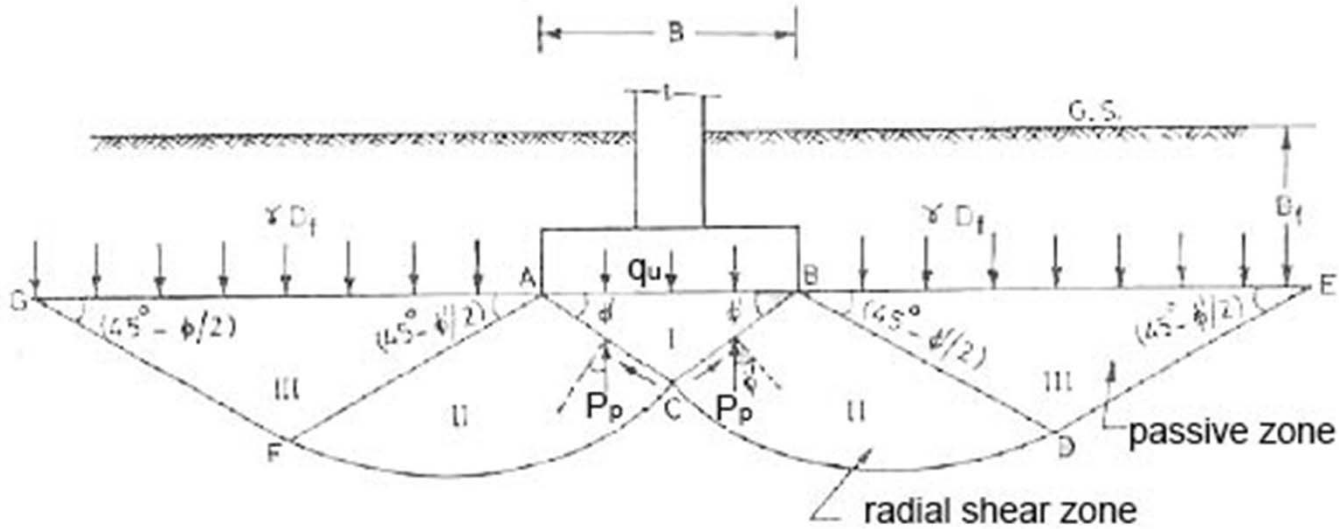
حيث c_u هو التماسك في حالة عدم التصريف

بما أن سطوح الانهيار هي منحنيات وليست خطوط فإن النتائج التي تم الحصول عليها هي تقريبية. إلا أن قدرة التحمل التي تم الحصول عليها تعتبر مقبولة ومنطقية.

تحليل Prandtl براندتل

قدّم براندتل نظرية اختراق الثقب في المعادن. يمكن أن تستخدم هذه النظرية لتحديد قدرة التحمل الحدية للتربة. يعتمد التحليل على افتراض أن الأساس الشريطي المتوضع على الأرض الطبيعية يغرق أو ينغمس شاقولياً للأسفل في التربة عند الانهيار، مثل الثقب.

يبين الشكل نطاقات الانهيار تحت الأساس. تتعرض التربة التي في النطاق I تحت الأساس مباشرة لاجهادات ضغط. عندما ينغمس الأساس، يخلق النطاق I ضغطاً على النطاقات الجانبية II و III. النطاقات II يفترض أنها بتوازن لدن. النطاقات III تدفع النطاقات III للأعلى.



باستخدام نظرية اللدونة، طوّر براندتل تعبيراً لقدرة التحمل الحدية للأساس الشريطي، افترض أن الجزء المنحني من سطح الانزلاق على شكل قطع لوغارتمي. للتربة المتماسكة أي عندما $\Phi=0$ يصبح دائري وأعطى تحليل براندتل المعادلة التالية لقدرة التحمل الحدية:

$$q_u = (\pi + 2) * c_u = 5.14c_u$$

حيث c_u هو التماسك في حالة عدم التصريف

المعادلة تشير إلى أن قدرة التحمل الحدية للتربة المتماسكة غير مرتبطة بعرض الأساس B.

للتربة عديمة التماسك بينت نظرية براندتل أن قدرة التحمل الحدية تزداد مع ازدياد قيمة B.

النظرية صالحة للتطبيق وذلك للأساسات السطحية. للأساسات التي على عمق D_f تحت سطح الأرض الطبيعية، يمكن أن نسمح باستخدامها في حال زيادة قدرة التحمل بمقدار $\gamma * D_f$. وبالتالي قدرة التحمل الحدية للأساس الشريطي على تربة متماسكة تعطى بالعلاقة:

$$q_u = 5.14c_u + \gamma * D_f$$

تحليل ترزاكي

نظرية قدرة التحمل لترزاكي:

قدم ترزاكي (1943) النظرية العامة لقدرة التحمل للترب تحت الأساسات الشريطية مع الأخذ بعين الاعتبار الافتراضات التالية:

❖ أسفل الأساس خشنا

❖ يتوضع الأساس على عمق سطحي أي $D_f \leq B$.

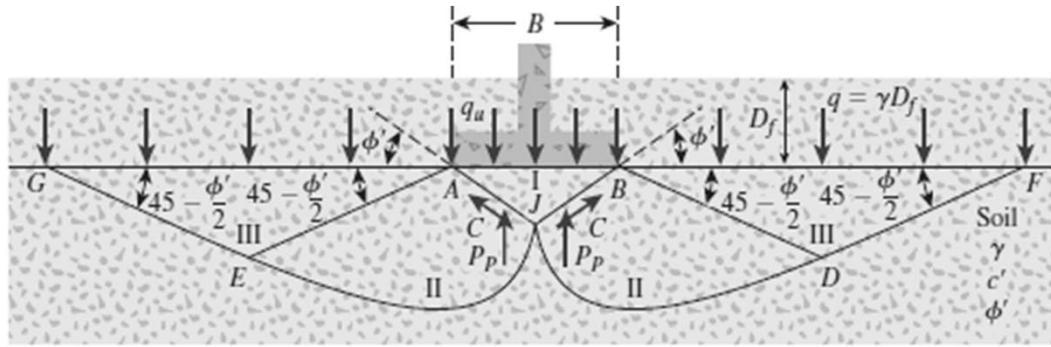
❖ مقاومة القص للترب فوق نعل الأساس مهملة. تستبدل التربة التي فوق نعل الأساس بضغط متجانس هو γD_f .

❖ الحمولة على الأساس شاقولية وموزعة بانتظام.

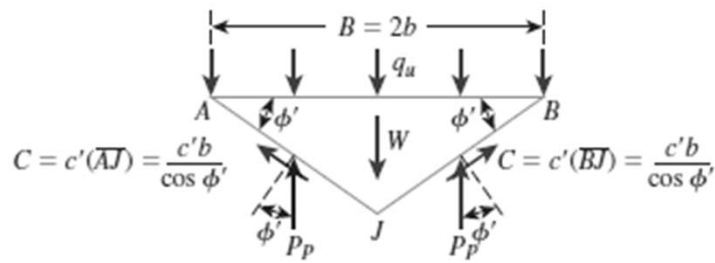
❖ الأساس طويل أي نسبة L/B غير منتهية، حيث B عرض الأساس و L طول الأساس.

❖ تعطى مقاومة القص للتربة بمعادلة مور كولومب.

(1) نطاقات الانهيار لا تتجاوز المستويات الأفقية AB للأساس. بمعنى آخر، مقاومة القص للتربة المتوضعة فوق نعل الأساس مهملة ويؤخذ تأثير التربة فقط المحملة الاضافية المساوية $\gamma^* D_f$. بسبب هذا الفرض، نظرية ترزافي صالحة فقط للأساسات السطحية حيث $D_f \leq B$ وحيث يكون $\gamma^* D_f$ صغيرا نسبياً.



(a)



(b)

(2) شروط التحميل مشابهة لتلك التي تتواجد على الجدران الاستنادية تحت تأثير الضغط السلبي.

يحدث الانهيار عندما يكون

الضغط الناشئ عن الحمولات

المتجه نحو الأسفل للتربة المجاورة

للسطحين المائلين JA و JB

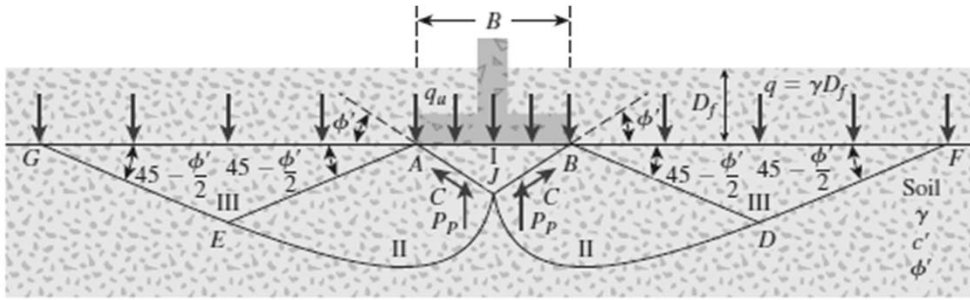
لجناح التربة مساوية للضغط للأعلى.

القوى المتجهة للأسفل الناشئة عن الحمولات تساوي $q_u * B$ ووزن الجناح يساوي $\frac{1}{4} \gamma B^2 \tan \Phi'$.

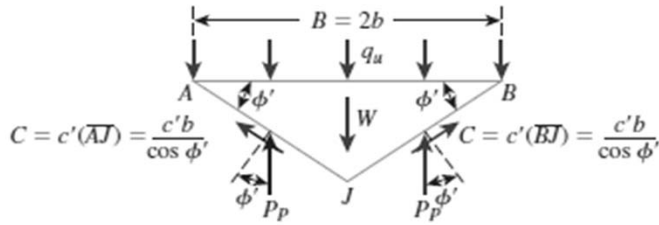
القوى المطبقة نحو الأعلى هي المركبات الشاقولية لمحصلة الضغط السلبي P_p والتماسك c' المتواجد على طول السطوح المائلة. بما أن محصلة الضغط السلبي مائلة بزاوية Φ' عن الناحية على سطح الجناح، فهي شاقولية.

ومنه من خلال معادلة التوازن

بالاتجاه الشاقولي لدينا:



(a)



(b)

$$\frac{1}{4} \gamma * B^2 \tan \phi' + q_u * B = 2P_p + 2c' * L_i \sin \phi'$$

حيث L_i هو طول السطح المائل $CB = (B/2)/\cos\Phi'$

ومنه يكون:

$$q_u * B = 2P_p + B * c' * \tan \phi' - \frac{1}{4} \gamma * B^2 \tan \phi' \quad (a)$$

إن محصلة الضغط السلبي P_p على السطح CB و JA تتكون من المركبات الثلاث التالية:

المركبة $(P_p)_\gamma$ التي تنتج عن وزن نطاق القص $BJDF$ ، بفرض أن التربة غير متماسكة أي $(c'=0)$ وبإهمال الحمولة الإضافية q .

المركبة $(P_p)_c$ التي تنتج من المركبة c' للتربة، بفرض أن التربة بدون وزن أي $(\gamma=0)$ ونهمل الحمولة الإضافية q .

المركبة $(P_p)_q$ التي تنتج عن الحمولة الإضافية q بفرض أن التربة غير متماسكة وأنها بدون وزن أي $(\gamma=0, c'=0)$.

المركبات الثلاث $(P_p)_\gamma, (P_p)_c, (P_p)_q$ تم الحصول عليها بفرض عدة سطوح انهيار. بالرغم من اختلاف سطوح الانهيار عن السطح الفعلي بوجود التماسك والوزن الذاتي للتربة والحمولة الإضافية فإنه يمكن جمع هذه المركبات وبالتالي فإن محصلة الضغط السلبي P_p تؤخذ مساوية لمجموع المركبات الثلاث.

من المعادلة a نعوض:

$$q_u * B = 2[(P_p)_\gamma + (P_p)_c + (P_p)_q] + B * c' * \tan \phi' - \frac{1}{4} \gamma * B^2 \tan \phi'$$

$$2(P_p)_\gamma - \frac{1}{4} \gamma * B^2 \tan \phi' = B * \frac{1}{2} * B * \gamma * N_\gamma$$

$$2(P_p)_c + B * c' * \tan \phi' = B * c' * N_c$$

$$2(P_p)_q = B * \gamma * D_f * N_q$$

$$q_u * B = B * c' * N_c + B * \gamma * D_f * N_q + B * \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_u = c' * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_u = c' * N_c + q_0 * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$