

Bearing Capacity

(Daya Dukung Tanah)

Dr. Ir.H. Erizal, MAgr.



Daya dukung yang diizinkan (*allowable bearing cap.*)

- tekanan maksimum yang dapat diaplikasikan ke tanah dimana 2 kondisi diatas dipenuhi.

Daya dukung batas (*ultimate bearing cap.*)

- tekanan minimum yang menyebabkan keruntuhan geser (*shear failure*) pada tanah pendukung secara cepat ke bawah.



Bangunan terdiri dari:

- Bangunan gedung (building)
- Bangunan civil (jembatan, bendungan, dll)

Struktur bangunan terdiri atas:

- Struktur atas
- Struktur bawah
 - Pondasi
 - Bukan pondasi



Pondasi merupakan bagian yang paling penting dari sistem rekayasa konstruksi yang bertumpu pada tanah.

Suatu konstruksi bangunan bagian paling bawah yang berhubungan langsung dengan tanah atau batuan.

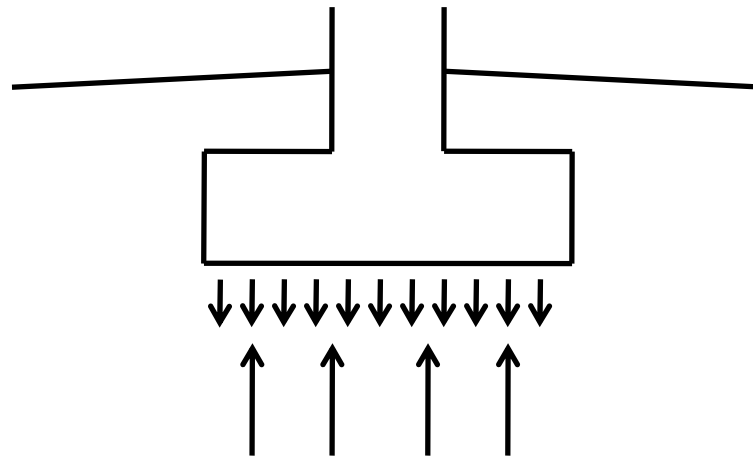
FUNGSI:

- menahan/mendukung bangunan di atasnya
- meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya.



Kapasitas daya dukung

> beban luar yang ditrasnfer lewat sistem pondasi



KRITERIA PERANCANGAN II

Deformasi yang terjadi harus lebih kecil dari deformasi ijin

$$S_t < \widehat{S}_t$$

\widehat{S}_t : penurunan seragam : 5 – 10 cm
 penurunan tidak seragam : 2 - 5 cm



JENIS-JENIS PONDASI



Untuk memilih pondasi yang memadai, perlu memperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk berbagai keadaan di lapangan serta dapat diselesaikan secara ekonomis sesuai jadwal kerja, maka perlu pertimbangan:

- a. Keadaan tanah pondasi
- b. Batasan akibat konstruksi di atasnya
- c. Batasan dari sekelilingnya
- d. Waktu dan biaya pengerjaan

KLASIFIKASI PONDASI



1. Pondasi dangkal

Pondasi yang kedalamannya dekat dengan permukaan tanah.

Pondasi yang mendukung beban secara langsung.

→ Pondasi telapak, pondasi memanjang.

Syarat: $D/B \leq 1$

2. Pondasi dalam

Pondasi yang kedalamannya cukup jauh dari permukaan tanah.

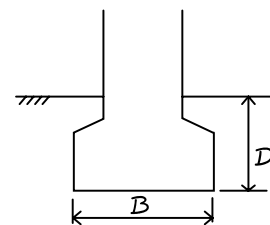
Pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras/batu yang relatif lebih jauh dari permukaan.

→ Pondasi tiang, pondasi sumuran

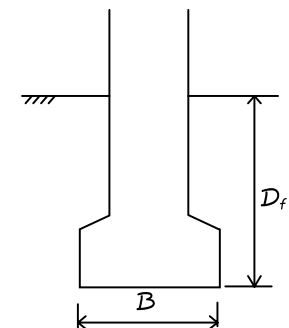
Syarat: $D/B \geq 4$

D : kedalaman pondasi

B : lebar pondasi



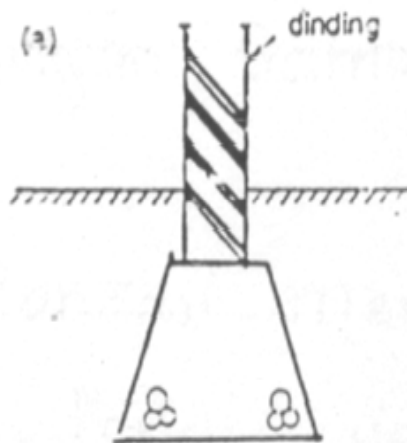
(1)



(2)

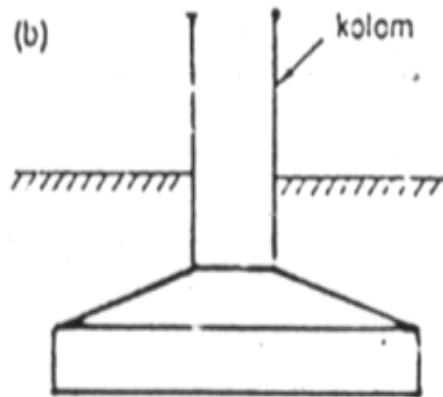
PONDASI MEMANJANG

Pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat.



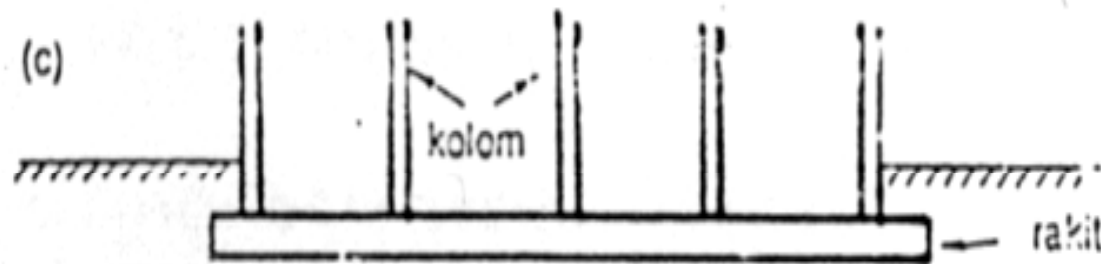
PONDASI TELAPAK

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom



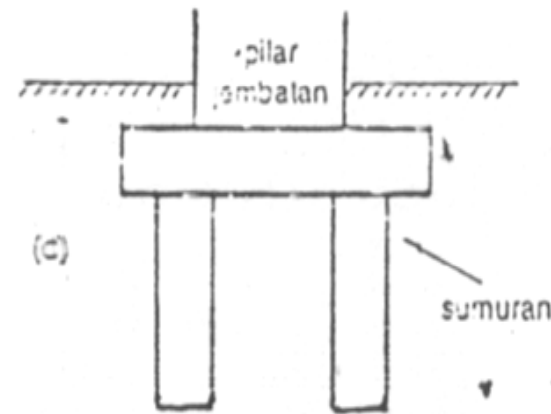
PONDASI RAKIT

Pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan apabila susunan kolom jaraknya sedemikian dekat di semua arahnya.



PONDASI SUMURAN

Pondasi yang digunakan apabila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan tiang

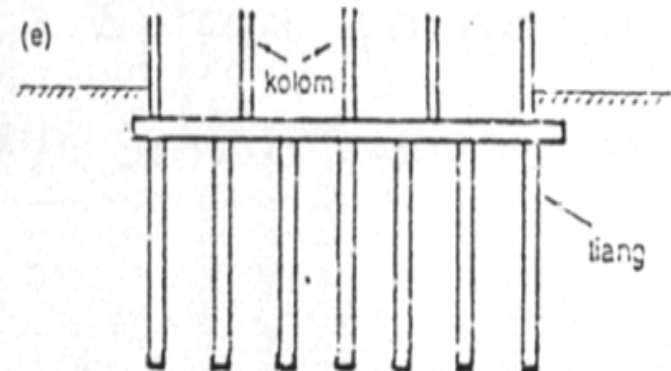


PONDASI TIANG



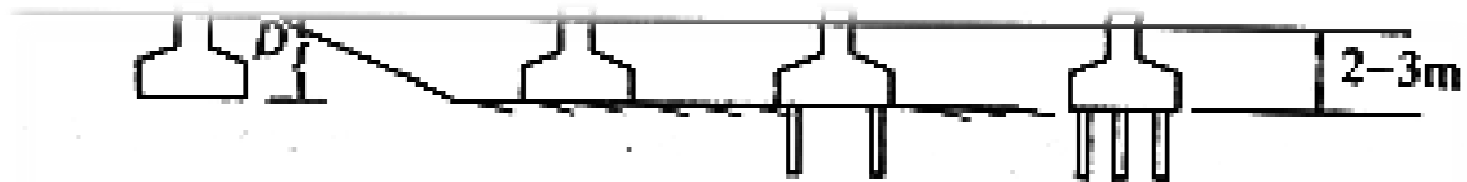
Bila tanah pondasi pada kedalaman normal tidak mampu mendukung beban, sedangkan tanah keras terletak pada kedalaman yang sangat dalam.

Bila pondasi terletak pada tanah timbunan yang cukup tinggi dipengaruhi settlement.



PONDASI TELAPAK

Tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2 - 3 meter dibawah tanah



Agar dalamnya D_f yang diperlukan tetap, lapisan pondasi diturunkan

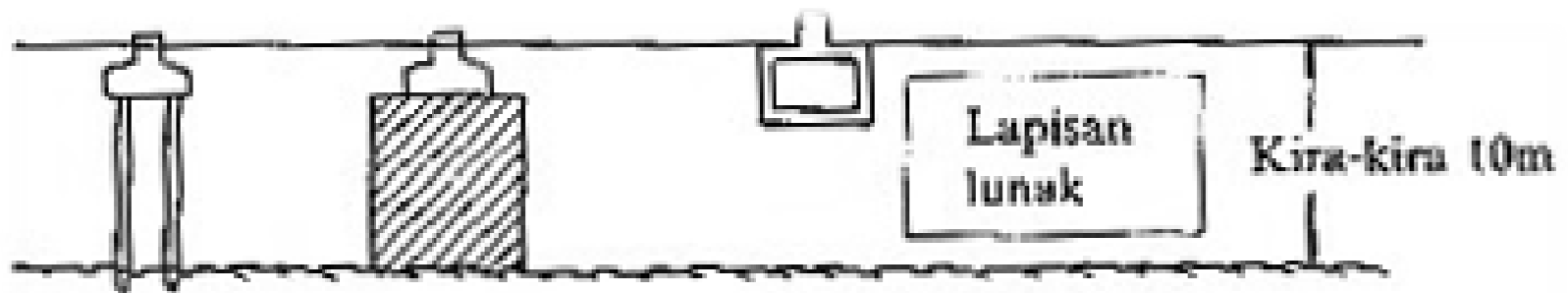
Digabungkan dengan turap untuk menghindari pengikisan

Tiang pancang agar tidak terjadi kerusakan maupun pengikisan



PONDASI TIANG/TIANG APUNG (FLOATING)

Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter dibawah permukaan tanah, untuk memperbaiki tanah pondasi dipakai tiang apung, kerana pondasi baja atau tiang beton yang dicor ditempat kurang ekonomis dan kurang panjang



Tiang beton
atau tiang
kayu

Perbaikan
tanah
pondasi

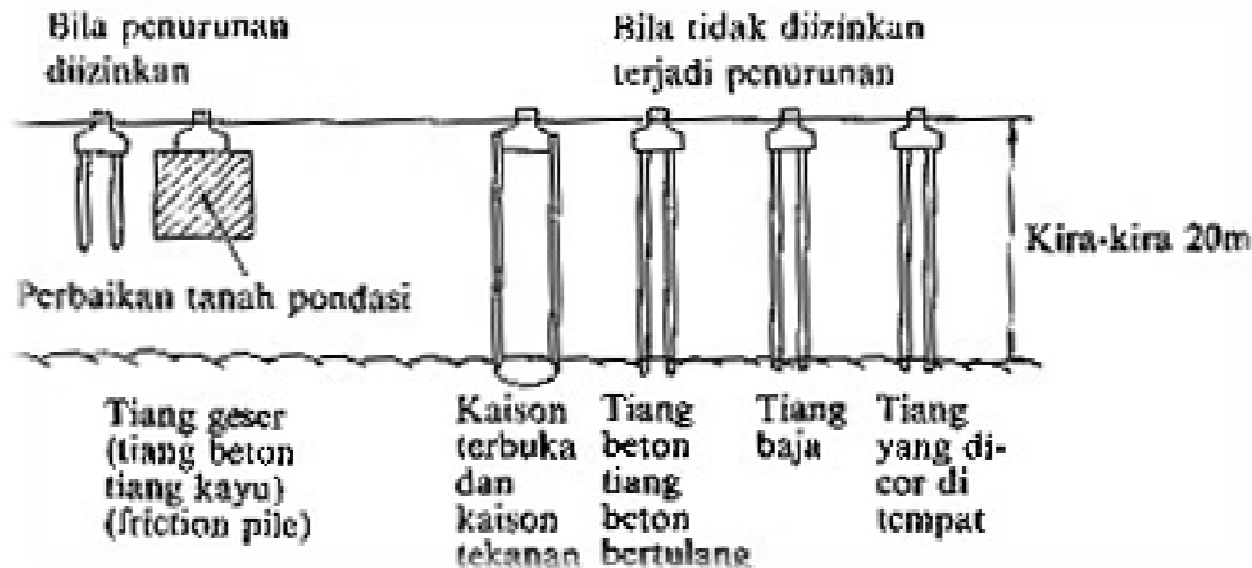
Pondasi tiang
apung



PONDASI TIANG PANCANG

Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 20 meter dibawah permukaan tanah.

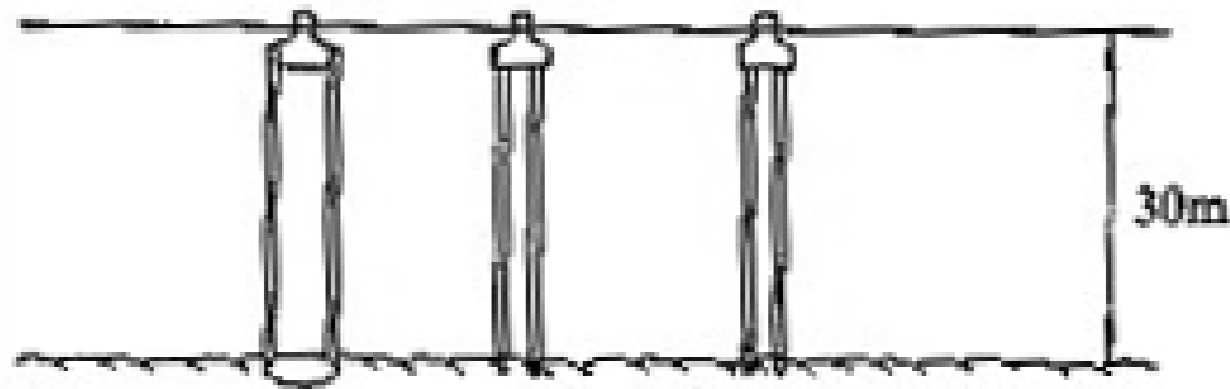
Agar tidak terjadi penurunan digunakan tiang pancang, tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara, maka pemakaian caisson lebih menguntungkan



PONDASI CAISSON, TIANG BAJA, TIANG BETON

Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman ± 30 m dibawah permukaan tanah.

Bila kedalaman lebih dari 40 m dipakai tiang baja atau tiang beton yang di cor ditempat.



Kaisan terbuka
(kaisan tekunan
terbatas)

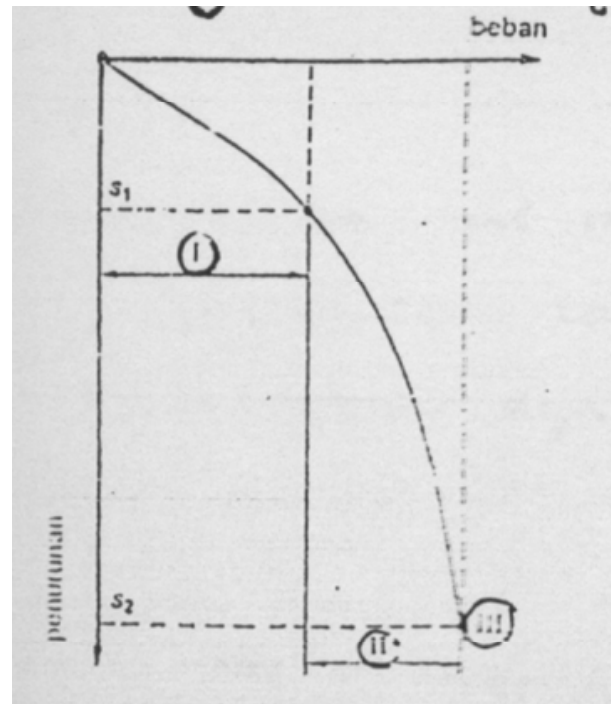
Tiang
baja

Tiang beton
yang dicor
di tempat



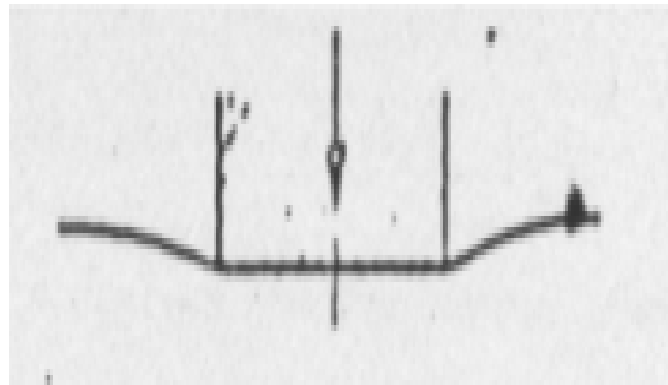
FASE-FASE KERUNTUHAN PONDASI

Untuk mempelajari perilaku tanah pada saat permulaan sampai mencapai keruntuhan dilakukan tinjauan terhadap pondasi kaku pada kedalaman dasar pondasi yang tidak lebih dari lebar pondasinya dengan penambahan beban secara berangsur-angsur.





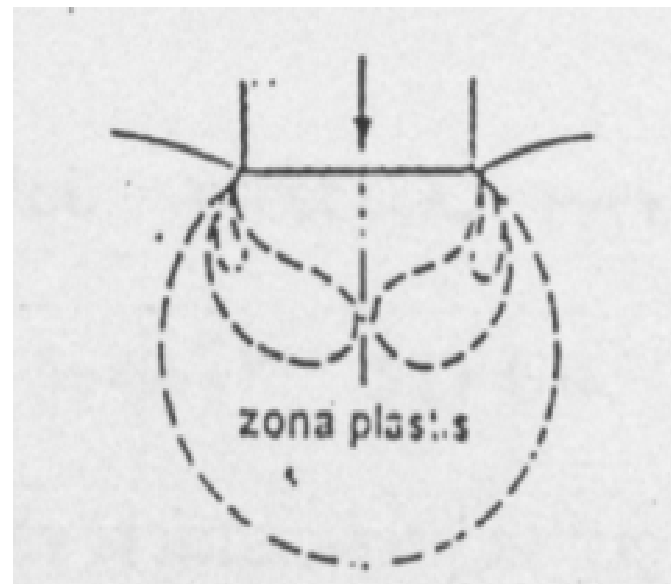
Awal pembebanan tanah dibawah pondasi turun, terjadi deformasi lateral dan vertikal ke bawah. Penurunan yang terjadi sebanding dengan besarnya beban tanah dalam kondisi keseimbangan elastis. Masa tanah di bawah pondasi mengalami komresi sehingga kuat geser tanah naik, sehingga daya dukung bertambah.





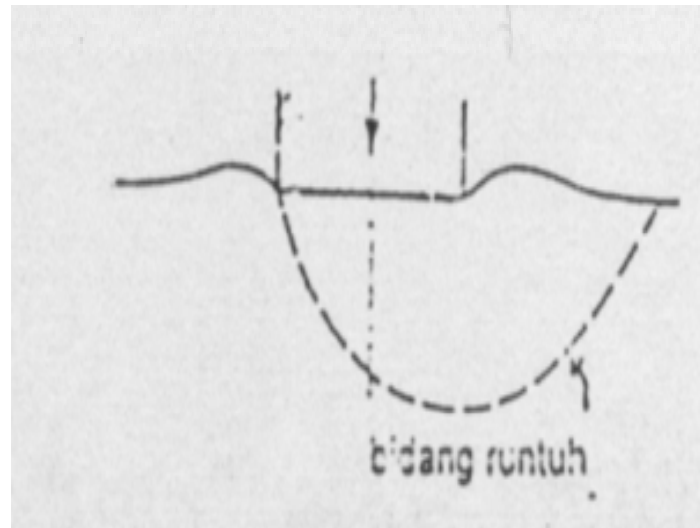
Pada penambahan beban selanjutnya, penurunan tanah terbentuk tepat di dasar pondasi dan deformasi plastis tanah menjadi dominan. Gerakan tanah pada kedudukan plastis dimulai dari tepi pondasi, dengan bertambah beban zona plastis berkembang, kuat geser tanah berkembang.

Gerakan tanah ke arah lateral semakin nyata, sehingga terjadi retakan lokal dan geseran tanah di sekeliling tepi pondasi.





Fase ini dikarakteristikan oleh kecepatan deformasi yang semakin bertambah sejalan dengan penambahan beban yang diikuti oleh gerakan tanah kearah luar sehingga permukaan tanah menggebung, sehingga tanah mengalami keruntuhan disebut bidang gesr radial dan linier.



MEKANISME KERUNTUHAN

Berdasarkan pengujian model vesic (1963) membagi mekanisme keruntuhan pondasi menjadi 3 macam:

- a. Keruntuhan geser umum (general shear failure)
- b. Keruntuhan geser lokal (local shear failure)
- c. Keruntuhan penetrasi (penetration failure)

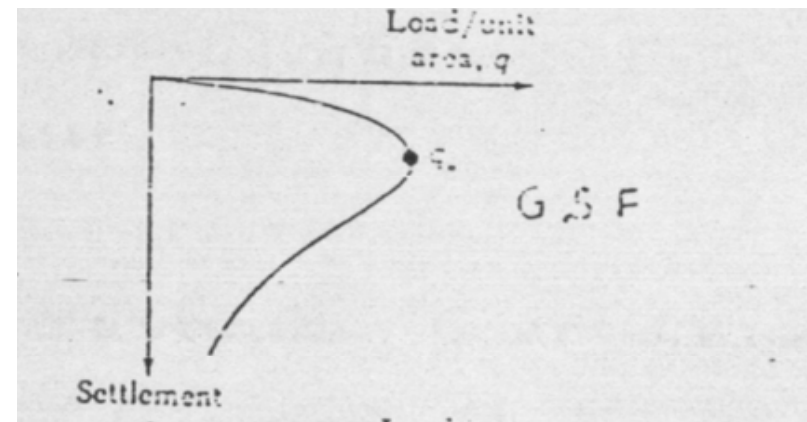
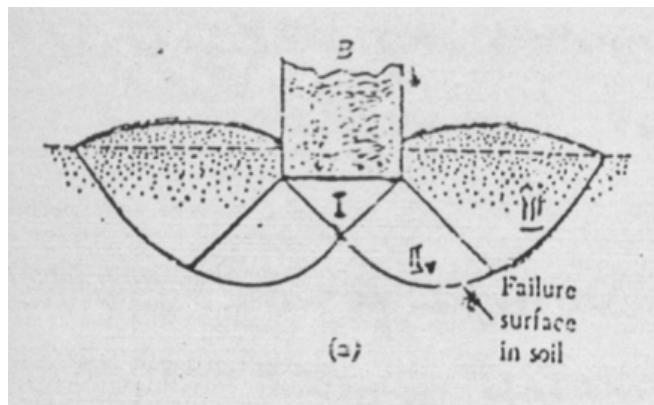


KERUNTUHAN GESER UMUM

Keruntuhan yang terjadi pada tanah yang tidak mudah mampat, yang mempuntai kekuatan geser tertentu atau dalam keadaan terendam.

Suatu baji tanah terbentuk tepat pada dasar pondasi (zona A) yang menekan ke bawah hingga aliran tanah secara plastis pada zona B. Gerakan ke arah luar ditahan oleh tahanan pasif dibag C.

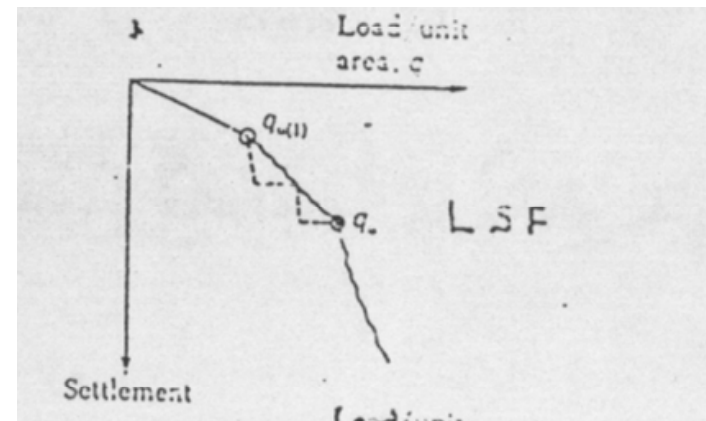
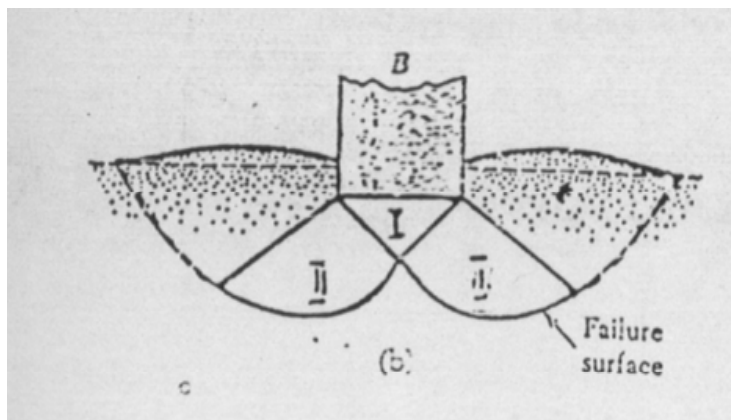
Saat tahanan pasif terlampaui, terjadi pengembangan dipermukaan. Keruntuhan secara mendadak yang diikuti oleh penggulingan pondasi.



KERUNTUHAN GESER SETEMPAT

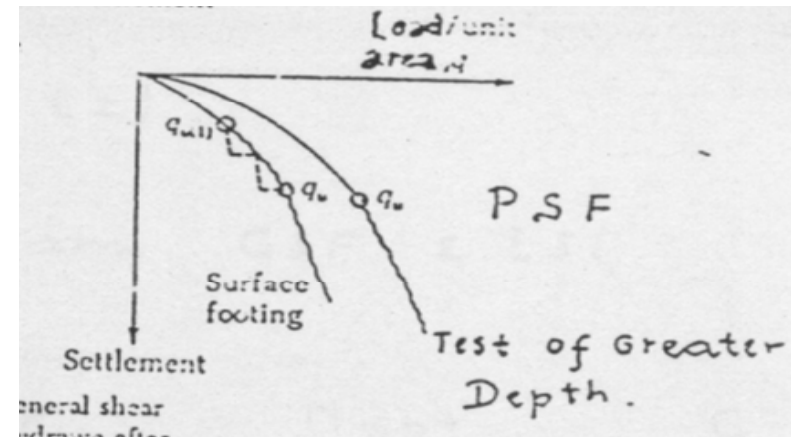
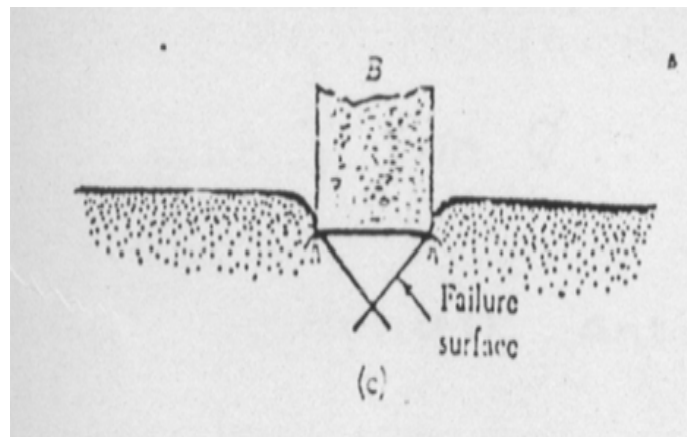
Pola keruntuhan terjadi pada tanah yang mudah mampat atau tanah yang lunak. Bidang gelincir tidak mencapai permukaan tanah tetapi berhenti di suatu tempat. Pondasi tenggelam akibat bertambahnya beban pada kedalaman yang relatif dalam sehingga tanah yang didekatnya mampat.

Terdapat sedikit pengembangan tanah, tetapi tidak terjadi penggulingan pondasi. Dari grafik terlihat bahwa dengan pertambahan beban akan bertambah pula penurunannya sehingga beban maksimum mungkin tidak dicapai.



KERUNTUHAN GESER PENETRASI

Penggembungan permukaan tanah tidak terjadi, akibat pembebanan pondasi bergerak kebawah arah vertikal dengan cepat dan menekan tanah kesamping sehingga terjadi pemampatan tanah dekat pondasi. Penurunan bertambah secara linier dengan penambahan beban.



Pondasi



Lapisan tanah yang mempunyai pola keruntuhan ini;

- Lapisan pasir yang sangat lunak
- Lapisan tanah yang mudah mampat
- Lapisan pasir yang terletak diatas lapisan tanah lunak
- Lapisan tanah lunak yang mendapat pembebanan perlahan dan memungkinkan tercapainya kondisi drainase.

Pola keruntuhan ini dapat juga terjadi apabila kedalaman pondasi (D_f) sangat besar bila dibandingkan dengan lebarnya (B)

Persamaan-persamaan daya dukung yang berkaitan dengan sifat-sifat tanah, umumnya dibagi menjadi dua klasifikasi tanah, yaitu:

□ tanah berbutir kasar (granular soil)

Contoh tanah berbutir kasar adalah tanah pasir. Salah satu parameter penting tanah pasir adalah sudut geser dalam, ϕ . (internal friction)

□ tanah berbutir halus (cohesion soil)

Contoh tanah berbutir halus adalah tanah lempung (clay) dan tanah lanau (silt). Parameter penting yang ada pada tanah ini adalah nilai kohesi tanah, c .



ANALISIS TERZAGHI



Asumsi Terzhagi dalam menganalisis daya dukung :

- Pondasi memanjang tak terhingga
- Tanah di dasar pondasi dianggap homogen
- Berat tanah di atas pondasi dapat diganti dengan beban terbagi rata sebesar $q = D \times \gamma$, dengan D adalah kedalaman dasar pondasi, γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.
- Tahanan geser tanah di atas dasar pondasi diabaikan
- Dasar pondasi kasar
- Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier
- Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam keadaan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasinya.
- Pertemuan antara sisi baji dengan dasar pondasi membentuk sudut sebesar sudut gesek dalam tanah ϕ .
- Berlaku prinsip superposisi

Pengaruh Bentuk Pondasi

Terzhagi memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis pondasi memanjang, yang diterapkan pada bentuk pondasi yang lain:

- Pondasi menerus

$$q_u = c.N_c + q.N_q + 0,4. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi bujur sangkar:

$$q_u = 1.3 c.N_c + q.N_q + 0,4. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi lingkaran:

$$q_u = 1.3 c.N_c + q.N_q + 0,3. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi empat persegi panjang:

$$q_u = c.N_c (1 + 0.3 B/L) + q.N_q + 0,5. \gamma.B.N_\gamma (1 - 0.2 B/L)$$



Pondasi



q_u : daya dukung ultimate

c : kohesi tanah

$q = \gamma \cdot D_f$: tekanan overburden pada dasar pondasi

γ : berat volume tanah

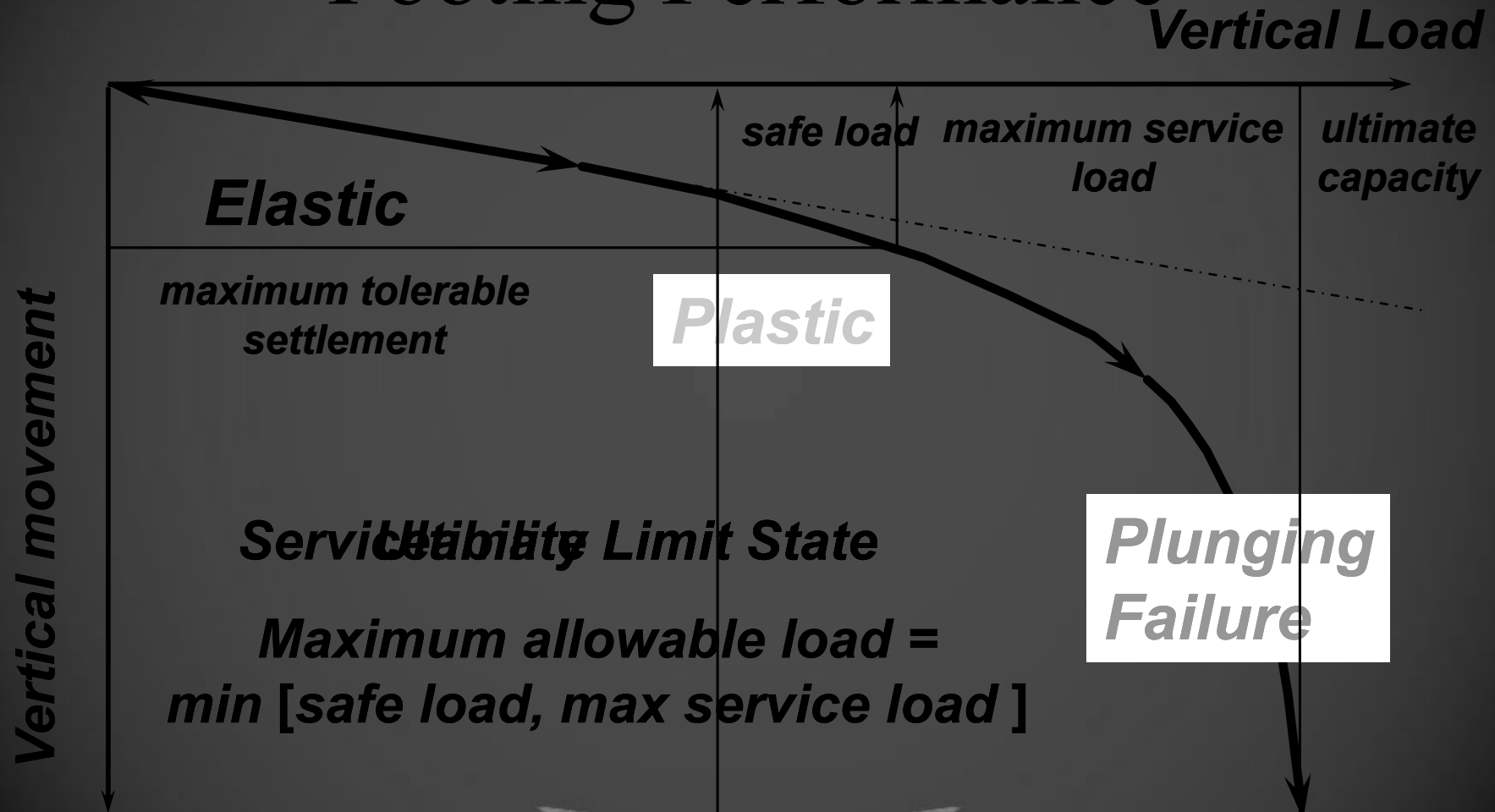
D_f : kedalaman pondasi

B : lebar/diameter pondasi

L : panjang pondasi

N_c, N_q, N_γ : faktor daya dukung pondasi

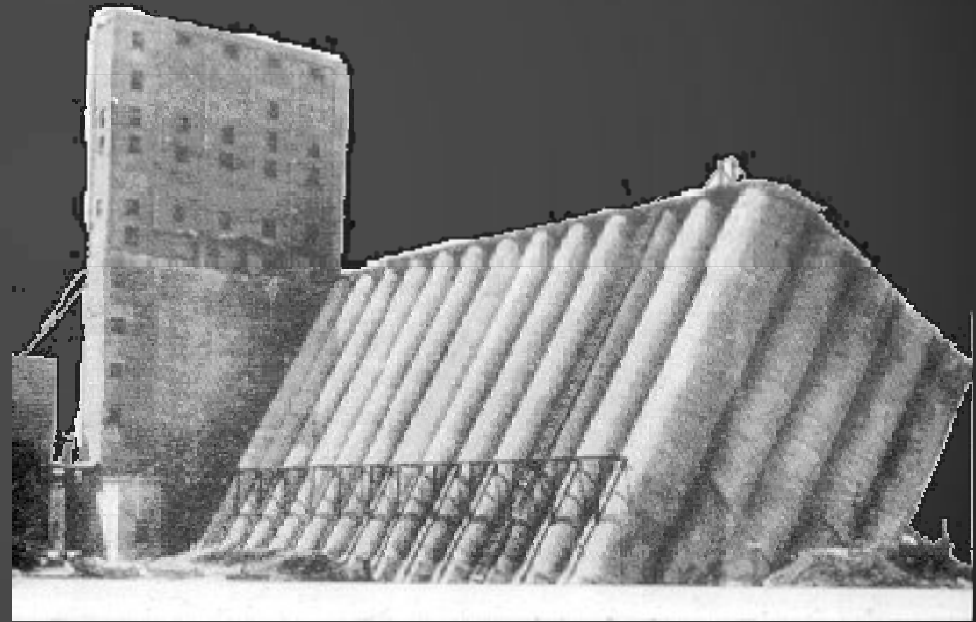
Footing Performance



Limit States



Serviceability



Ultimate

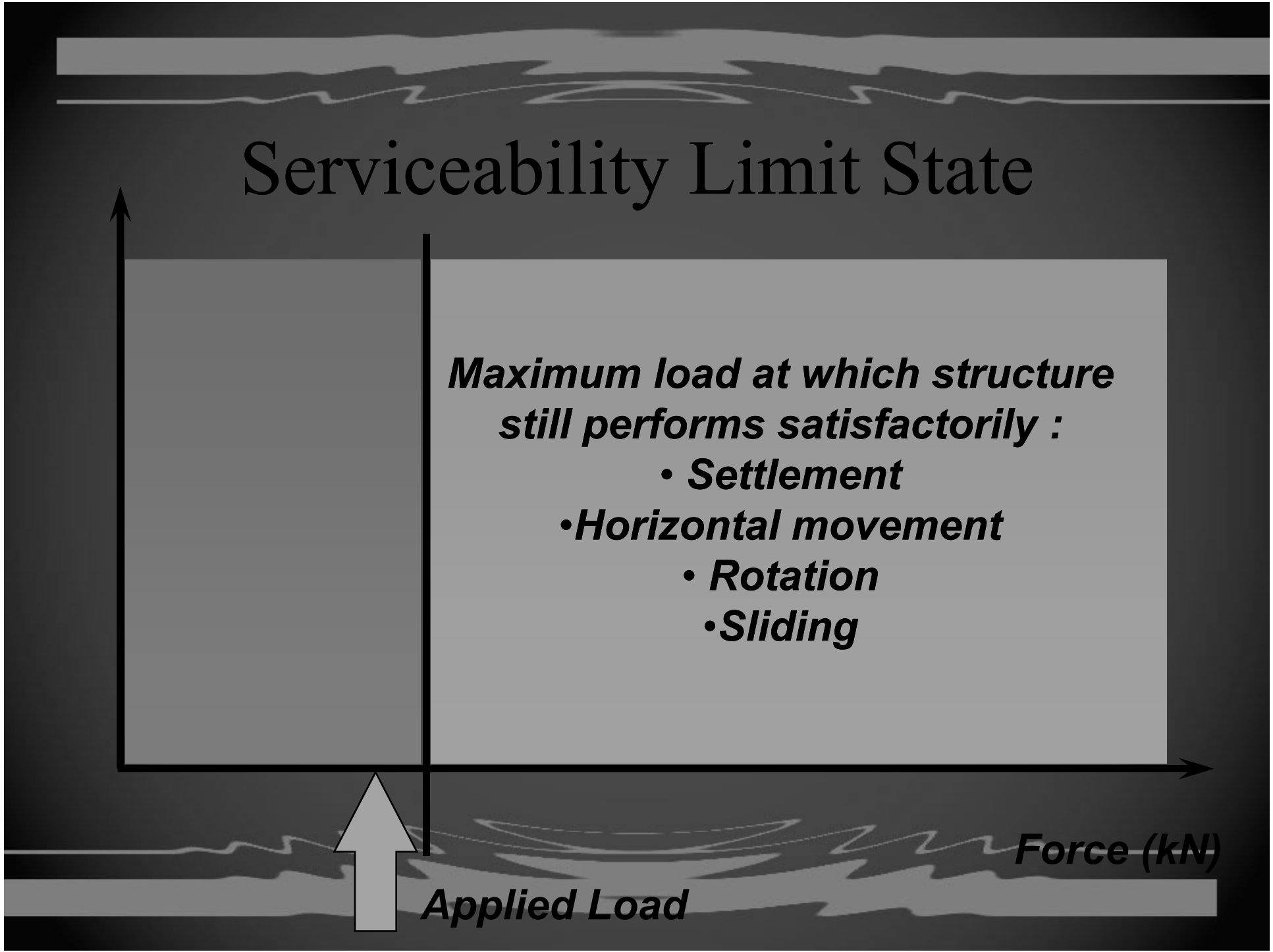
Serviceability Limit State

Maximum load at which structure still performs satisfactorily :

- ***Settlement***
- ***Horizontal movement***
- ***Rotation***
- ***Sliding***

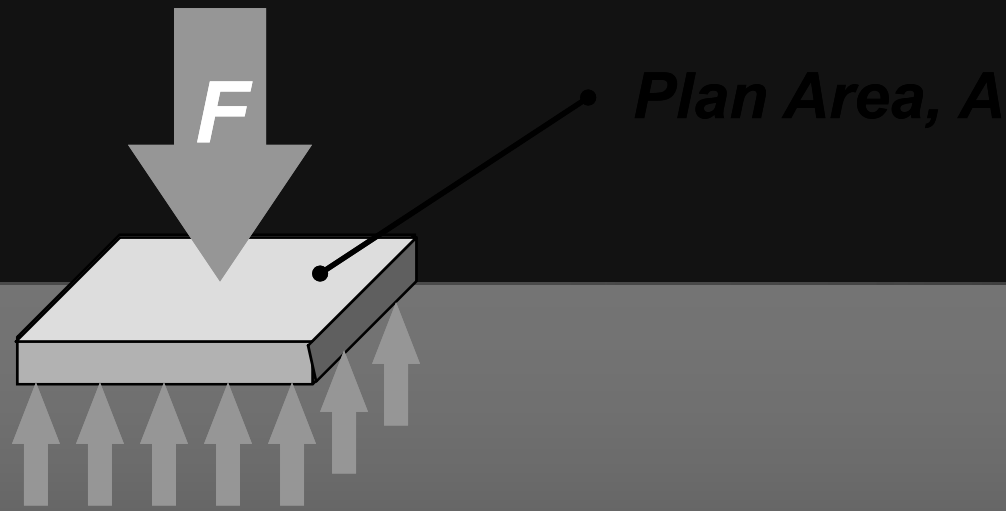
Force (kN)

Applied Load



Bearing Pressure Definitions

Allowable Bearing Pressure $q_a < q_s$ (settlement)



Ultimate Bearing Capacity $q_{ult} = F_{fail} / A$

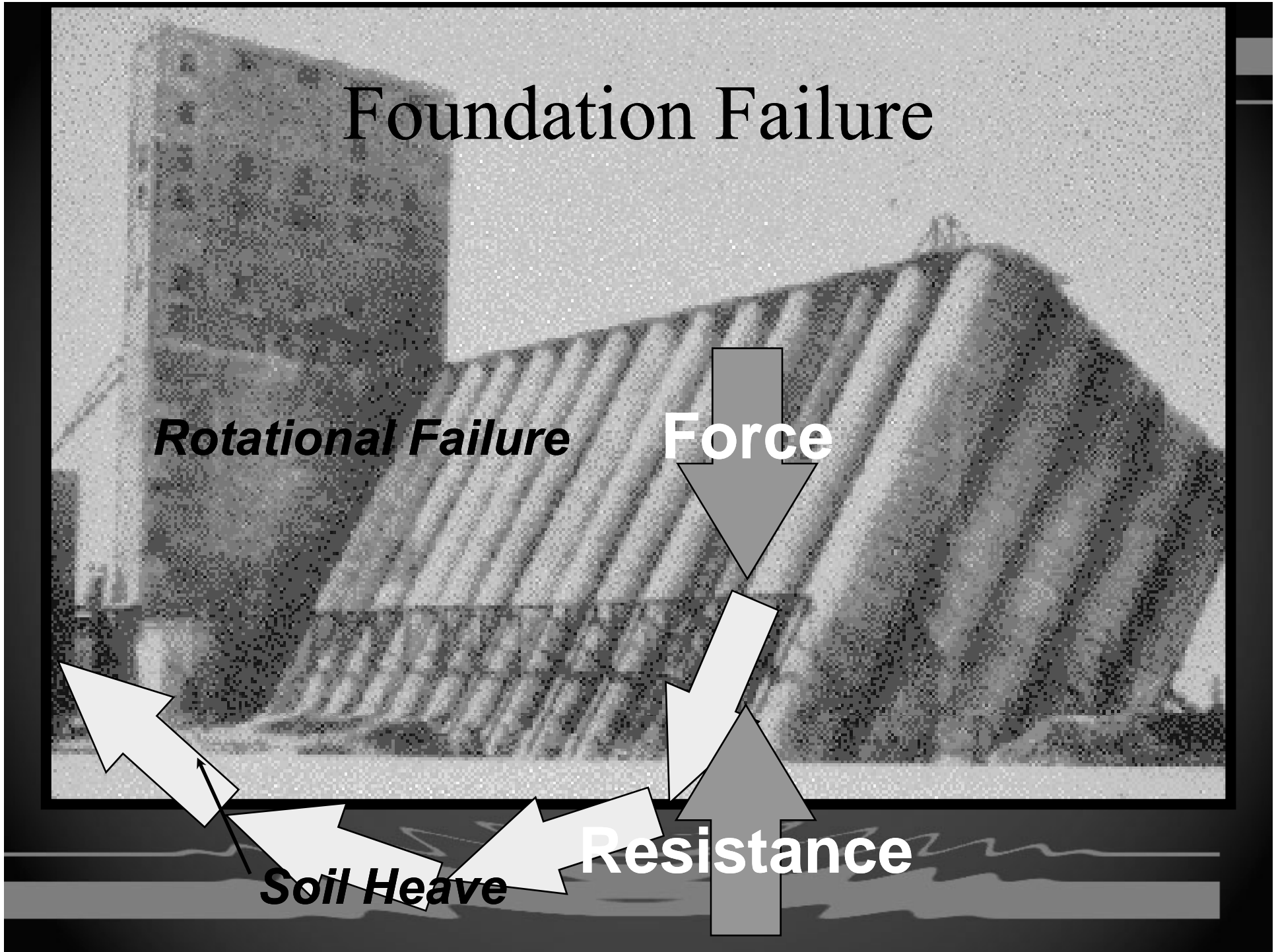
Foundation Failure

Rotational Failure

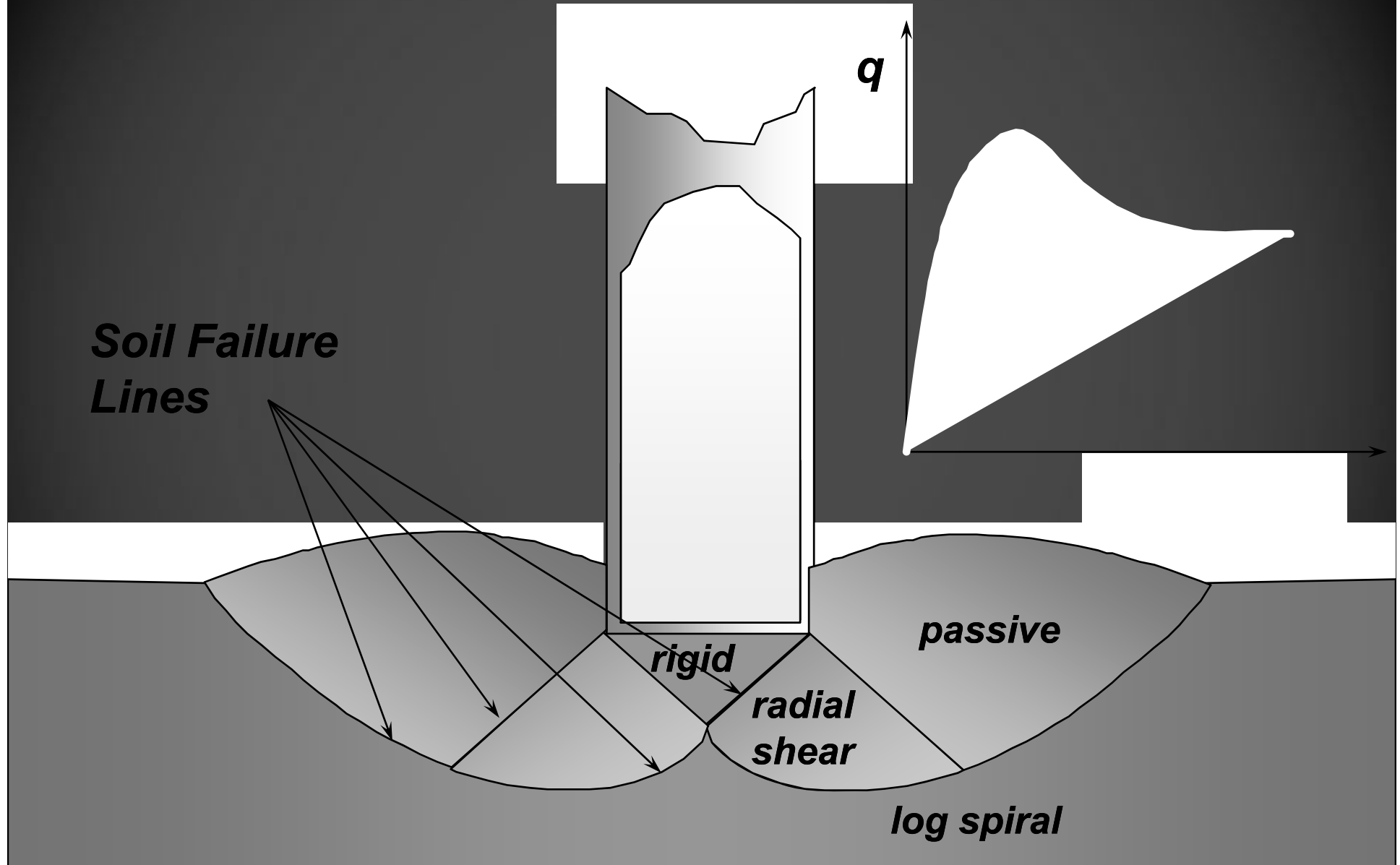
Force

Resistance

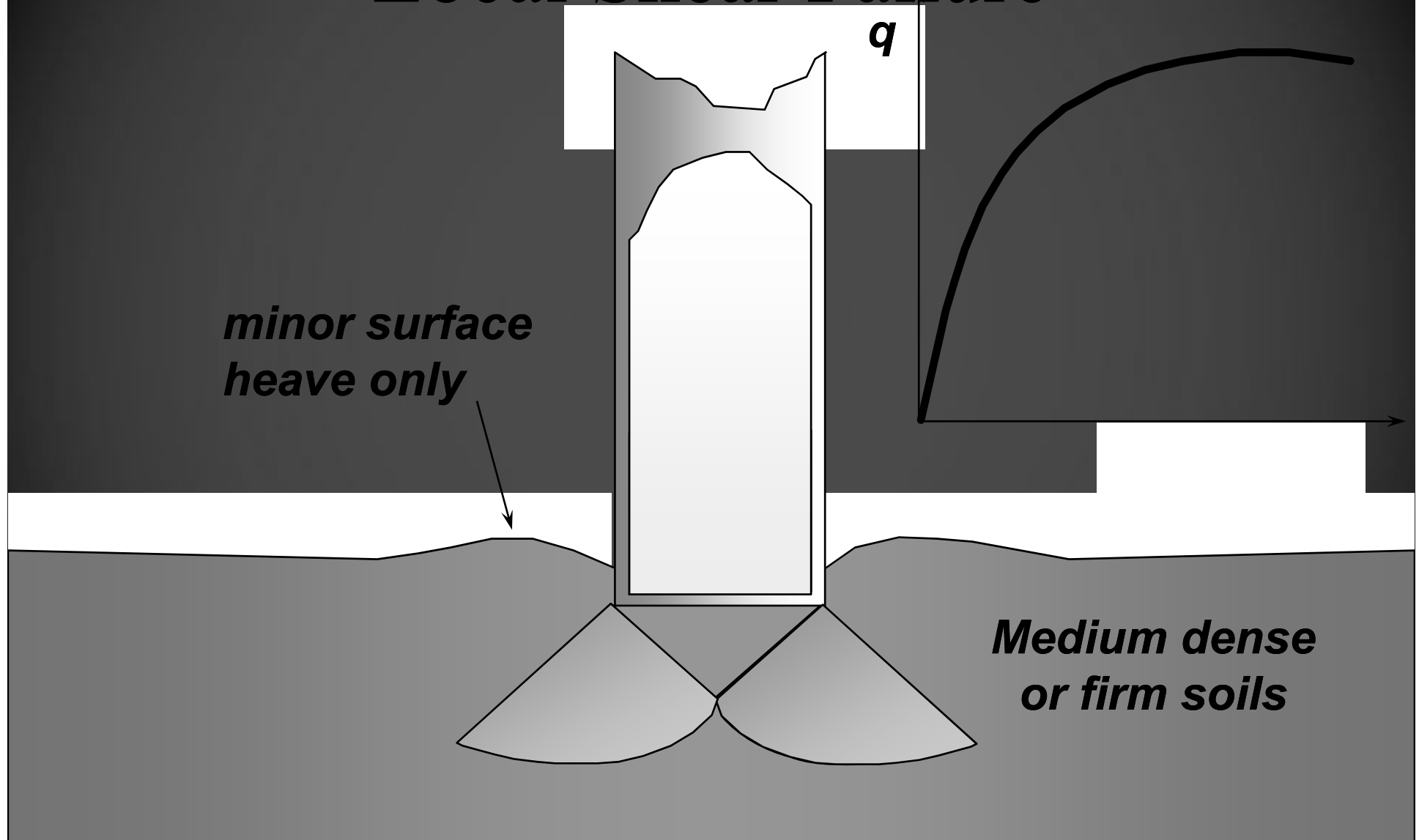
Soil Heave



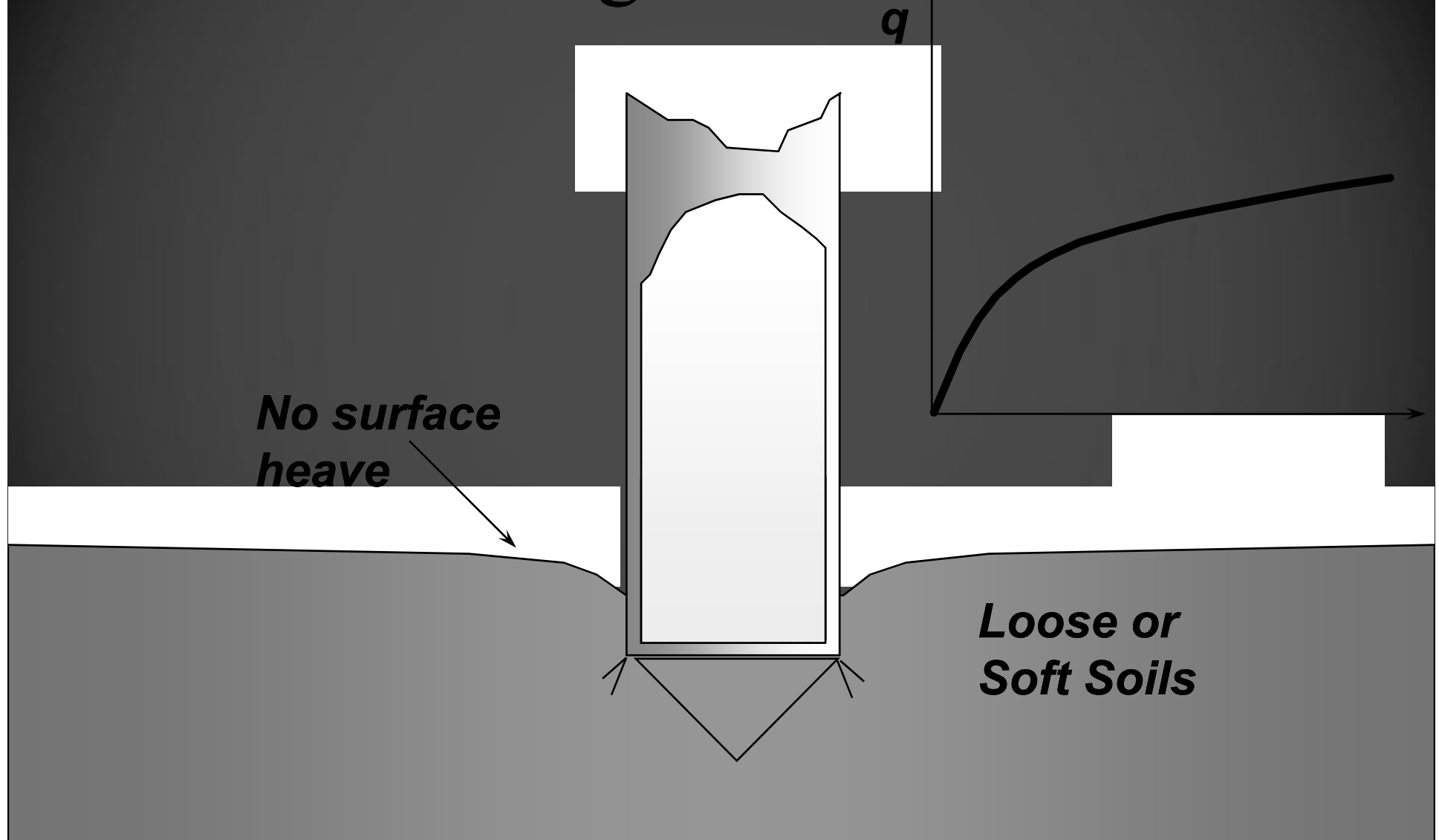
Generalized Shear Failure



Local Shear Failure



Punching Shear Failure

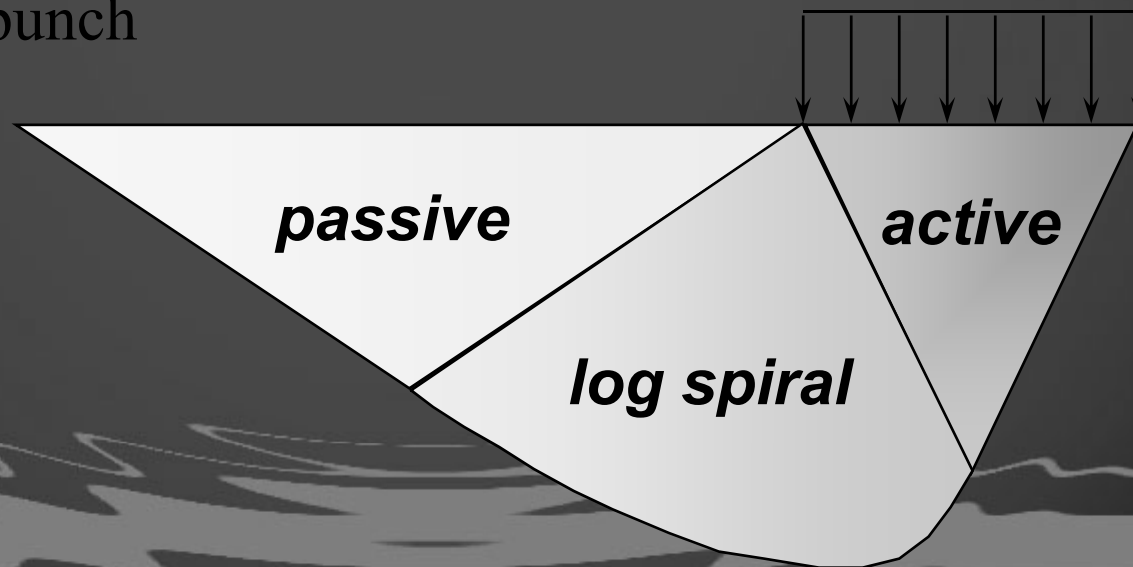


Methods for calculating bearing capacity

- Full scale load tests
- Load tests on model footings
- Limit equilibrium analysis
- Detailed stress analysis such as the FEM method

Limit equilibrium analysis solutions for weightless soils:

- Solutions with $\phi = 0$:
 - Prandtl smooth punch : $q_{ult} = 5.14c$
 - Prandtl rough punch : $q_{ult} = 5.7c$
- Solutions with $\phi \neq 0$:
 - Rough punch



Bearing Capacity for real soils

Exact, theoretical analytical solutions have only been computed for special cases - e.g. soils with no weight, no frictional strength, ϕ or no cohesion, c .

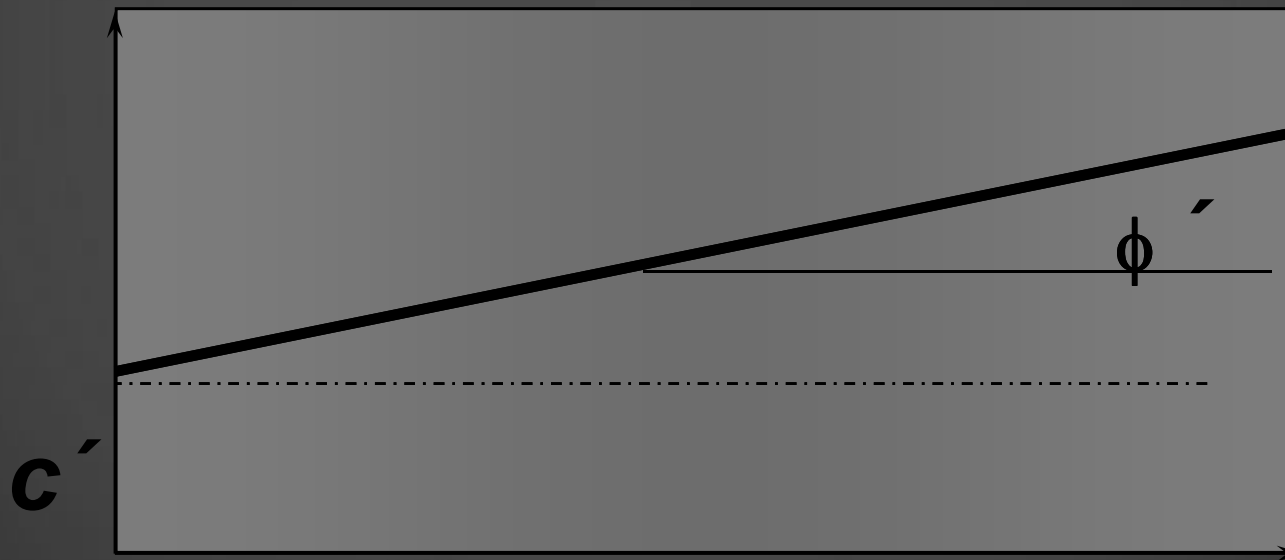
Approximate solutions have been derived by combining solutions for these special cases. The first solution was by Terzaghi (1943) - father of soil mechanics. Others later modified this solution.

The failure mechanism corresponds to general failure. Corrections are applied to check for the possibility of local or punching shear failure.

Terzaghi's Bearing Capacity Eqn.

For strip footings:

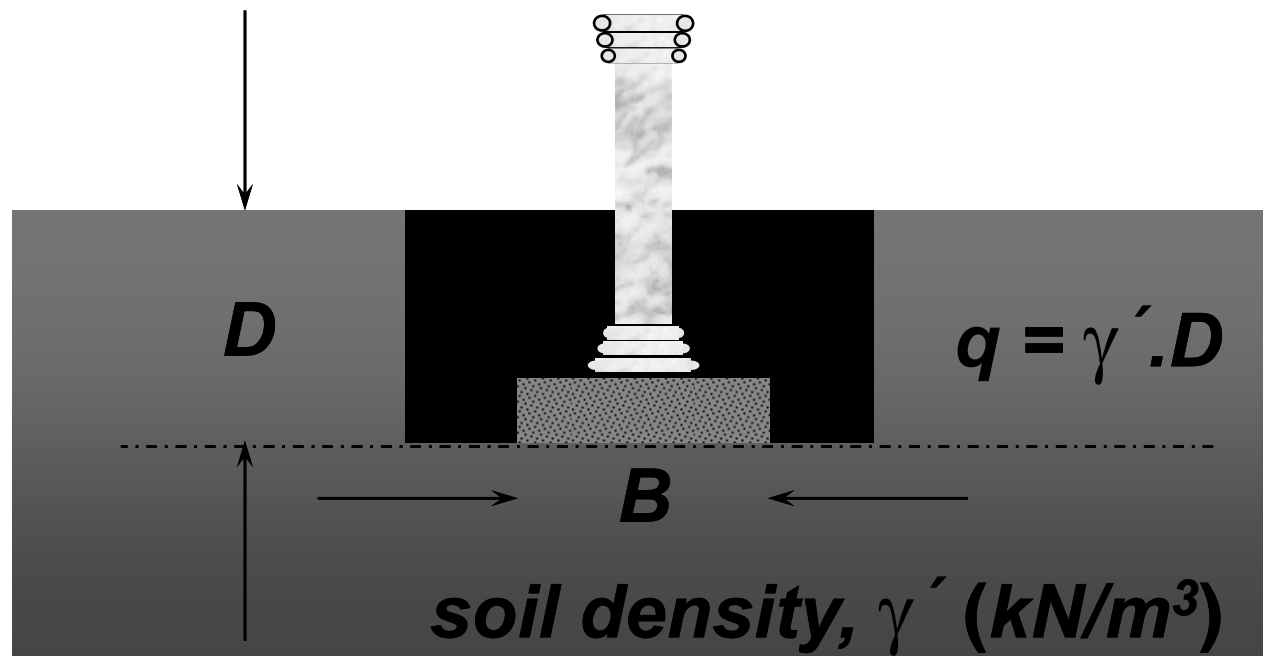
$$q_{ult} = c' \cdot N_c + \sigma'_{zD} \cdot N_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma$$



Terzaghi's Bearing Capacity Eqn.

For strip footings:

$$q_{ult} = c'.N_c + q.N_q + 0.5\gamma'BN_\gamma$$

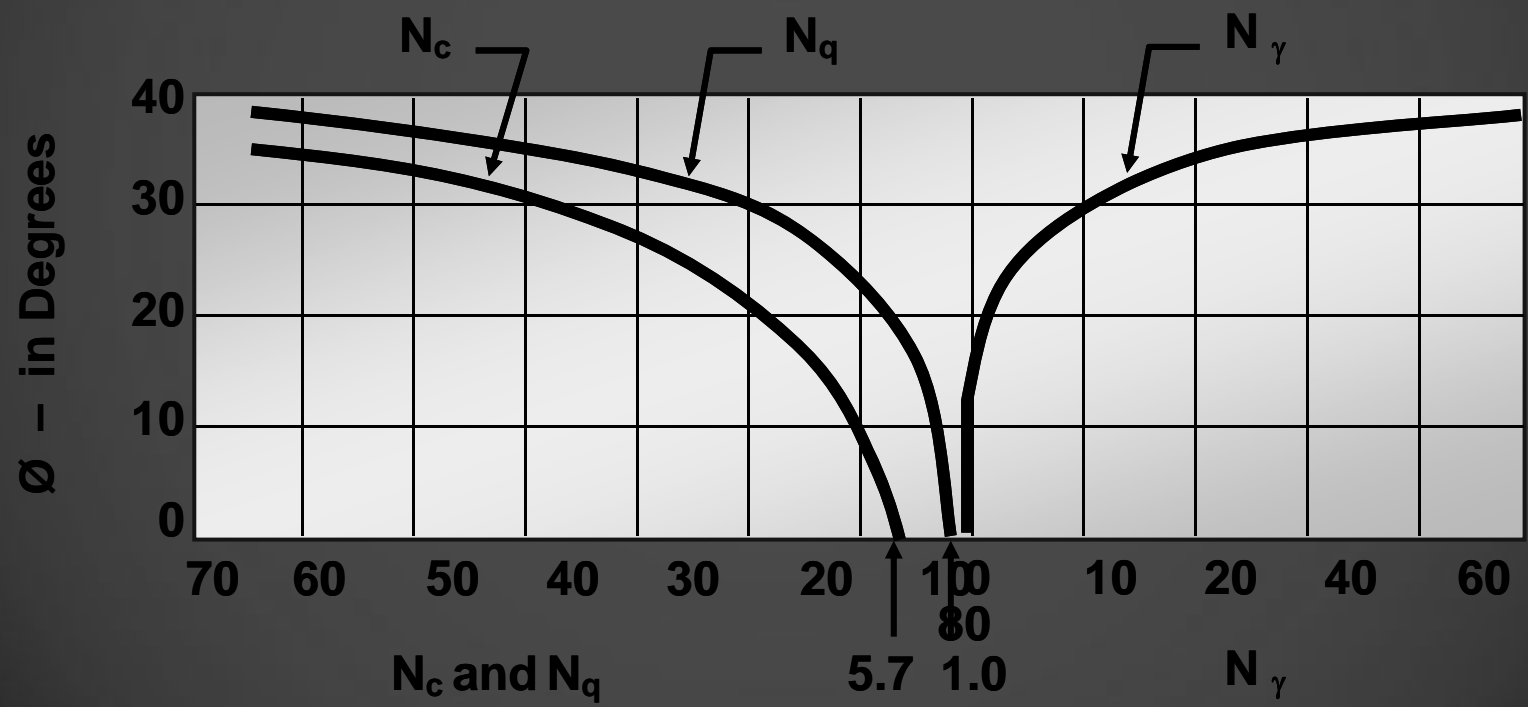


Terzaghi's Bearing Capacity Eqn.

For strip footings:

$$q_{ult} = c'.N_c + q.N_q + 0.5\gamma'BN_\gamma$$

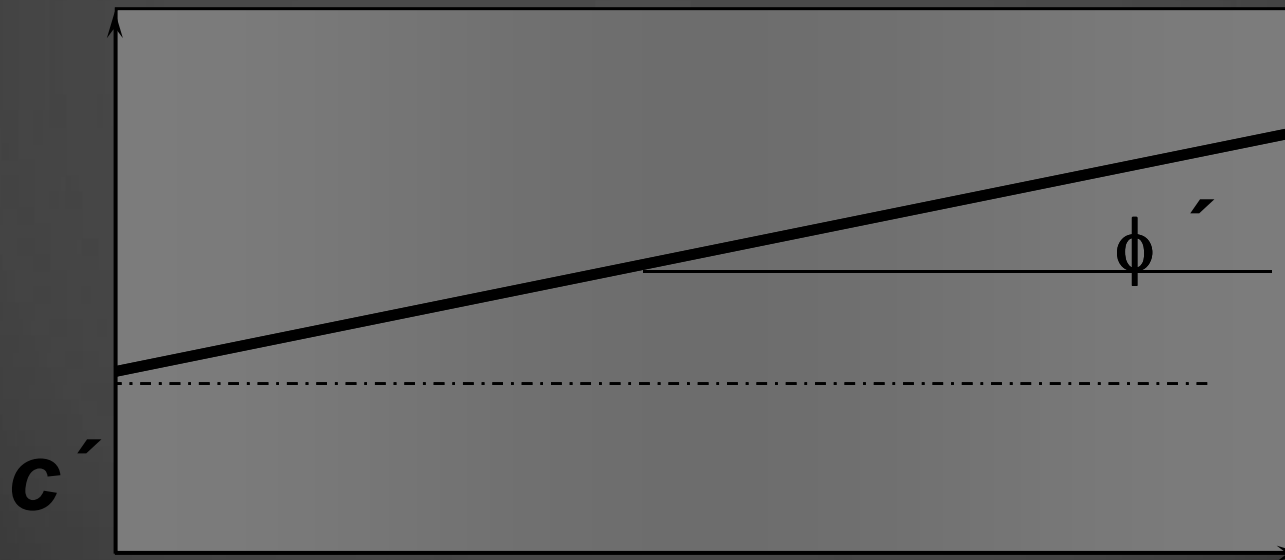
- *Bearing Capacity Factors for soil cohesion, surcharge and weight*
- *functions of friction angle, ϕ*
- *determine by equation or from graph*



General Bearing Capacity Eqn. (1973, 1975)

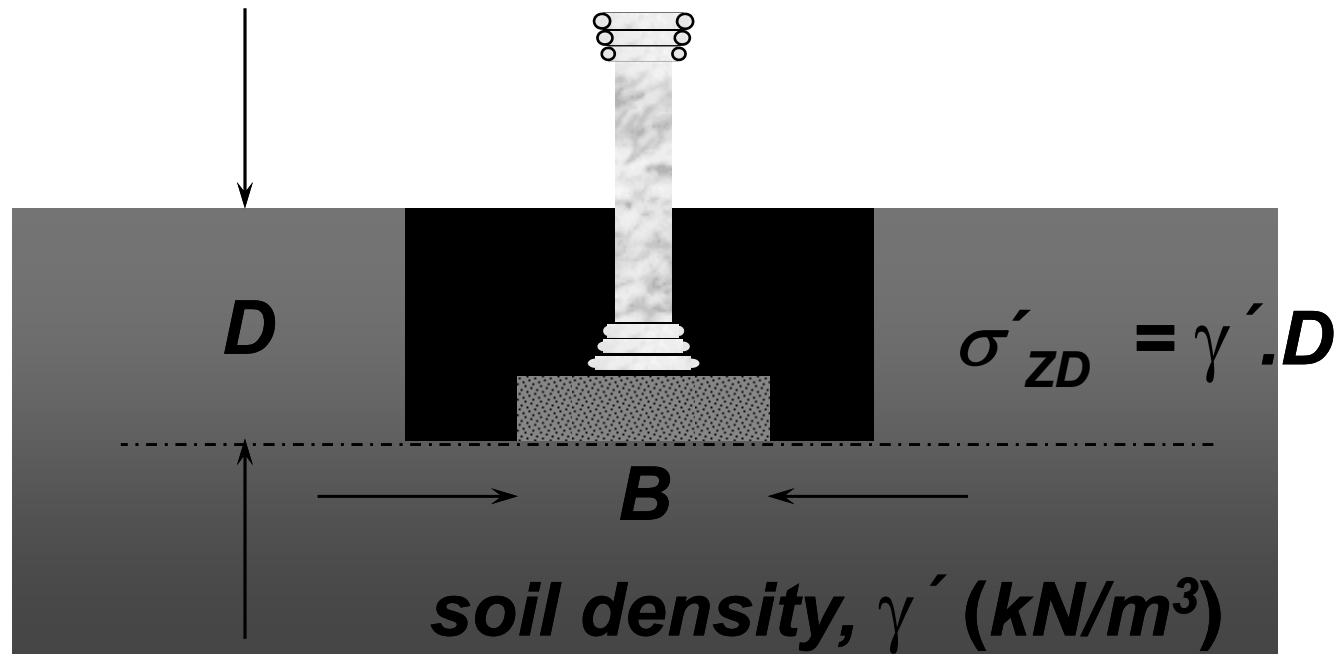
Based on theoretical and experimental work:

$$q_{ult} = c' \cdot N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q \cdot N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$



General Bearing Capacity Eqn.

$$q_{ult} = c' \cdot N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q \cdot N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$



General Bearing Capacity Eqn.

$$q_{ult} = c'N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma BN_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

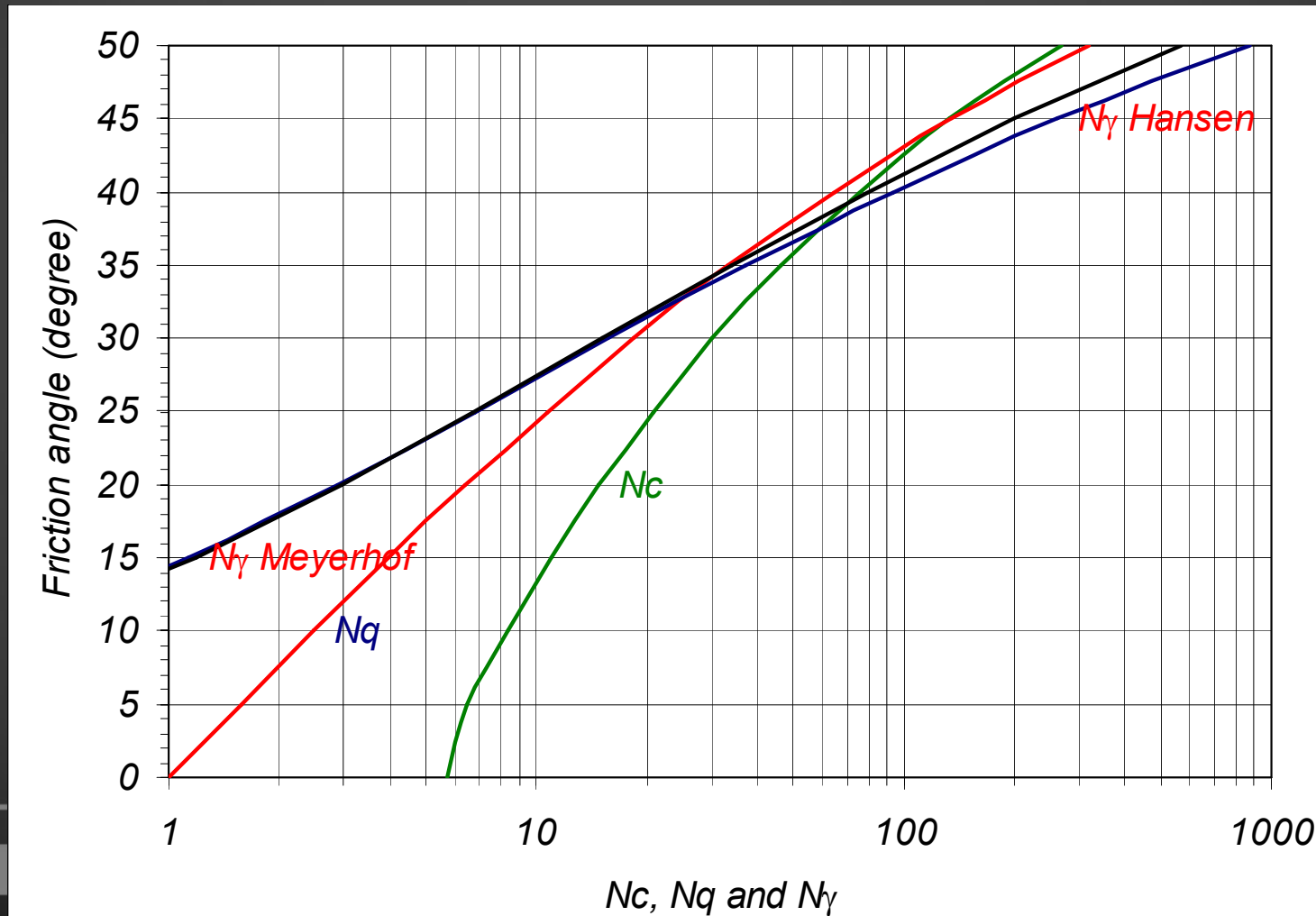
- *Bearing Capacity Factors for soil cohesion, surcharge and weight*
- *functions of friction angle, ϕ*
- *determine by equation or from graph or Table 3.3*

General Bearing Capacity Eqn.

$$q_{ult} = c'N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma BN_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

- ***Correction factors for footing shape (s), footing depth (d) load inclination (i); could have additional base inclination (b), and ground inclination (g)***
- ***determine from appropriate equations***

General Bearing Capacity Factors (Table 3.3)



Shape Factors

Wall on
Strip Footing

Column on
Square Footing

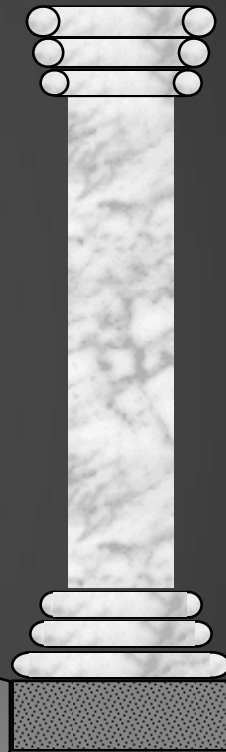
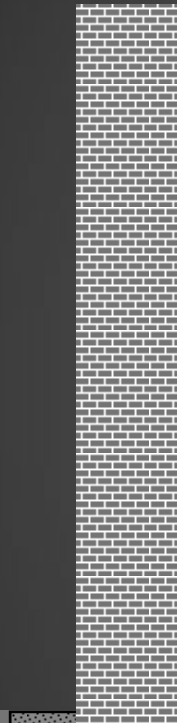
Bird's Eye View

For non-strip footings :

$$F_{cs}, F_{cq}, F_{\gamma s} \geq 1$$

Failure lines

Failure lines

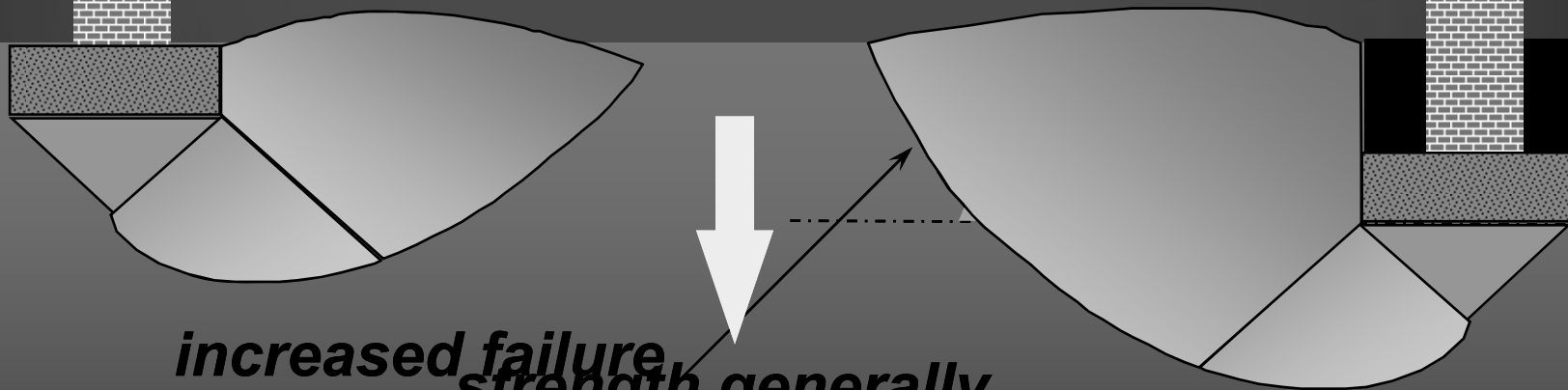


*Wall on
Strip Footing*

Depth Factors

For “buried” footings :

$$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d} \geq 1$$

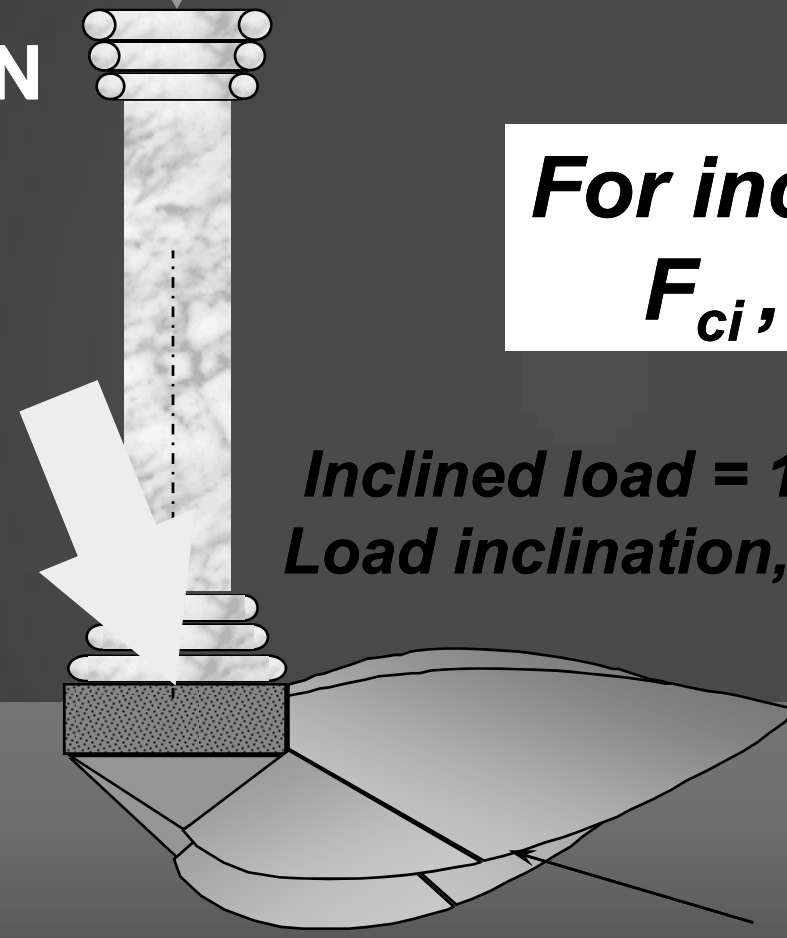


*increased failure
strength generally
line length
increases with depth*

Inclination Factors

$W = 1900 \text{ kN}$

$H = 423 \text{ kN}$



For inclined loads :

$$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i} \leq 1$$

Inclined load = 1000 kN
Load inclination, $\theta = 25^\circ$

Failure surface shallower and shorter

Terzaghi or General

- General is more accurate
- Applies to a broader range of loading and geometry conditions
- General is more complicated

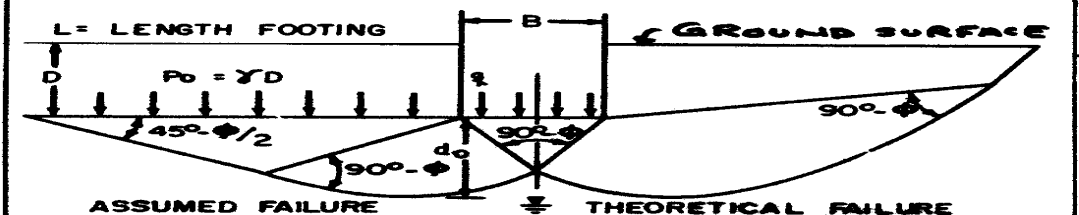
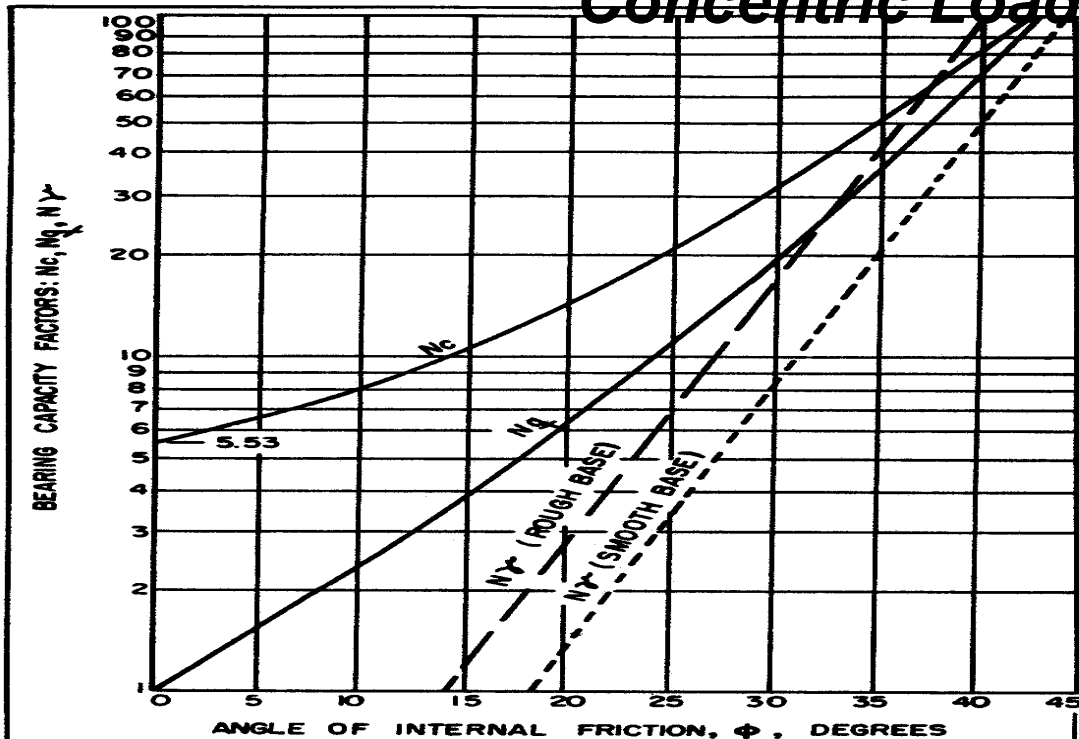
Contoh 1

- Sebuah pondasi bujur sangkar dengan sisi 2.25 m diletakkan pada kedalaman 1.5 m pada pasir_c di mana parameter kuat gesernya $c' = 0$ dan $\phi = 38^\circ$. Tentukan daya dukung ultimit (a) bila muka air tanah berada di bawah elevasi pondasi, (b) jika muka air tanah berada pada permukaan tanah. Berat isi pasir di atas muka air tanah adalah 18 kN/m^3 , berat isi jenuhnya 20 kN/m^3 .
- Pondasi bujur sangkar $\rightarrow q_f = 0.4\gamma B N_\gamma + \gamma D N_q$
- $\phi = 38^\circ \rightarrow N_\gamma = 67, N_q = 49$
- $q_f = (0.4 \times 18 \times 2.25 \times 67) + (18 \times 1.5 \times 49)$
 $= 1085 + 1323 = 2408 \text{ kN/m}^2$
- Daya dukung di bawah muka air:
- $q_f = 0.4\gamma' B N_\gamma + \gamma' D N_q \rightarrow \gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w = 20 - 9.8 = 10.2 \text{ kN/m}^3$
- $q_f = (0.4 \times 10.2 \times 2.25 \times 67) + (10.2 \times 1.5 \times 49)$
 $= 615 + 750 = 1365 \text{ kN/m}^2$

Contoh 2

- Sebuah pondasi jalur didesain memikul beban 800 kN/m pada kedalaman 0.7 m pada pasir berkerikil. Parameter kekuatan geser yang tersedia adalah $c'=0$ dan $\phi'=40^\circ$. Tentukan lebar pondasi bila faktor keamanan = 3 dan diasumsikan mungkin muka air tanah mencapai pondasi. Berat isi pasir adalah 17 kN/m³, berat isi jenuhnya 20 kN/m³.
- $\phi'=40^\circ \rightarrow N_\gamma=95$ dan $N_q=64$
- $q_f = \frac{1}{2}\gamma'BN_\gamma + \gamma BN_q$
 $= (\frac{1}{2} \times 10.2 \times B \times 95) + (17 \times 0.7 \times 64)$
 $= 485B + 762$
- $q_{nf} = q_f - \gamma D$; $q_n = q - \gamma D$; $F = q_{nf} / q_n$
 $= 485B + 762 - (17 \times 0.7)$ $= (800/B) - (17 \times 0.7)$
 $= 485B + 750$ $= (800/B) - 12$
- $\frac{1}{3}(485B + 750) = \frac{800}{B} - 12 \rightarrow B = 1.55 \text{ m}$

Ultimate Bearing Capacity of Shallow Footings with Concentric Loads



- ASSUMED CONDITIONS:**
1. $D \leq B$
 2. SOIL IS UNIFORM TO DEPTH $d_f > 1.5B$
 3. WATER LEVEL LOWER THAN d_f BELOW BASE OF FOOTING. I.E. $1.5B$
 4. VERTICAL LOAD CONCENTRIC.
 5. FRICTION AND ADHESION ON VERTICAL SIDES OF FOOTING ARE NEGLECTED.
 6. FOUNDATION SOIL WITH PROPERTIES c, ϕ, γ

ULTIMATE BEARING CAPACITY = q_{UH}

$L > 9B$

CONTINUOUS FOOTING, GENERAL CASE

$q_{UH} = q' + q''$
 q' = PORTION OF BEARING CAPACITY ASSUMING WEIGHTLESS FOUNDATION SOIL
 q'' = PORTION OF BEARING CAPACITY FROM WEIGHT OF FOUNDATION SOIL

$q' = cN_c + \gamma D N_q$
 $q'' = \gamma \frac{B}{2} N_y$

$q_{UH} = cN_c + \gamma D N_q + \frac{\gamma B}{2} N_y$

SQUARE OR RECTANGULAR FOOTING:

FOOTING:
 $q_{UH} = cN_c(1 + 0.5 \frac{B}{L}) + \gamma D N_q + 0.4 \gamma B N_y$
CIRCULAR FOOTING: RADIUS = R
 $q_{UH} = 1.5 cN_c + \gamma D N_q + 0.6 \gamma R N_y$

FOR CONESIONLESS FOUNDATION SOILS (c = 0)

CONTINUOUS FOOTING:

$q_{UH} = \gamma D N_q + \frac{\gamma B}{2} N_y$

SQUARE OR RECTANGULAR FOOTING:

$q_{UH} = \gamma D N_q + 0.4 \gamma B N_y$

CIRCULAR FOOTING:

$q_{UH} = \gamma D N_q + 0.6 \gamma R N_y$

FOR CONESIVE FOUNDATION SOILS (φ = 0)

CONTINUOUS FOOTING:

$q_{UH} = cN_c + \gamma D$

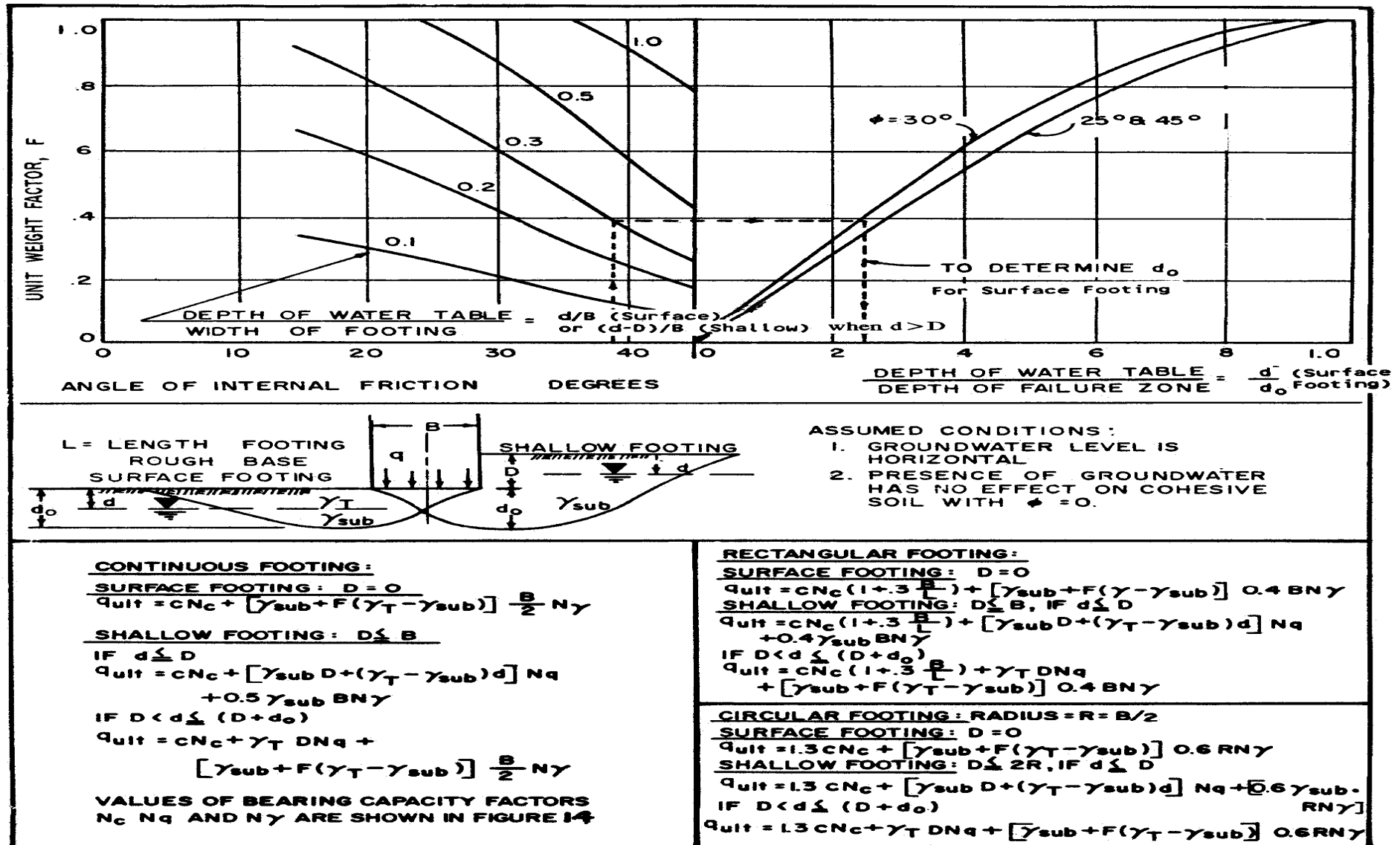
SQUARE OR RECTANGULAR FOOTING:

$q_{UH} = cN_c(1 + 0.5 \frac{B}{L}) + \gamma D$

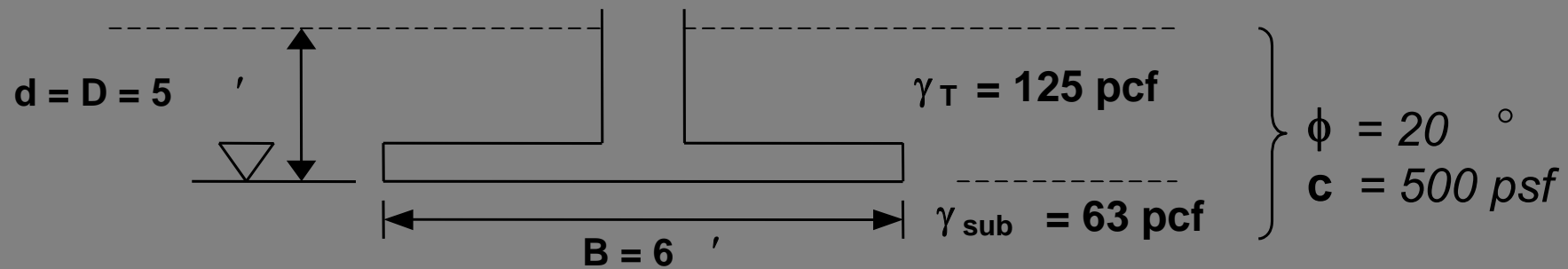
CIRCULAR FOOTING:

$q_{UH} = 1.5 cN_c + \gamma D$

Ultimate Bearing Capacity with Ground Water Effect



Example: Determine the Allowable Bearing Capacity for A Rough Base Square Footing Using A Safety Factor Of 3.

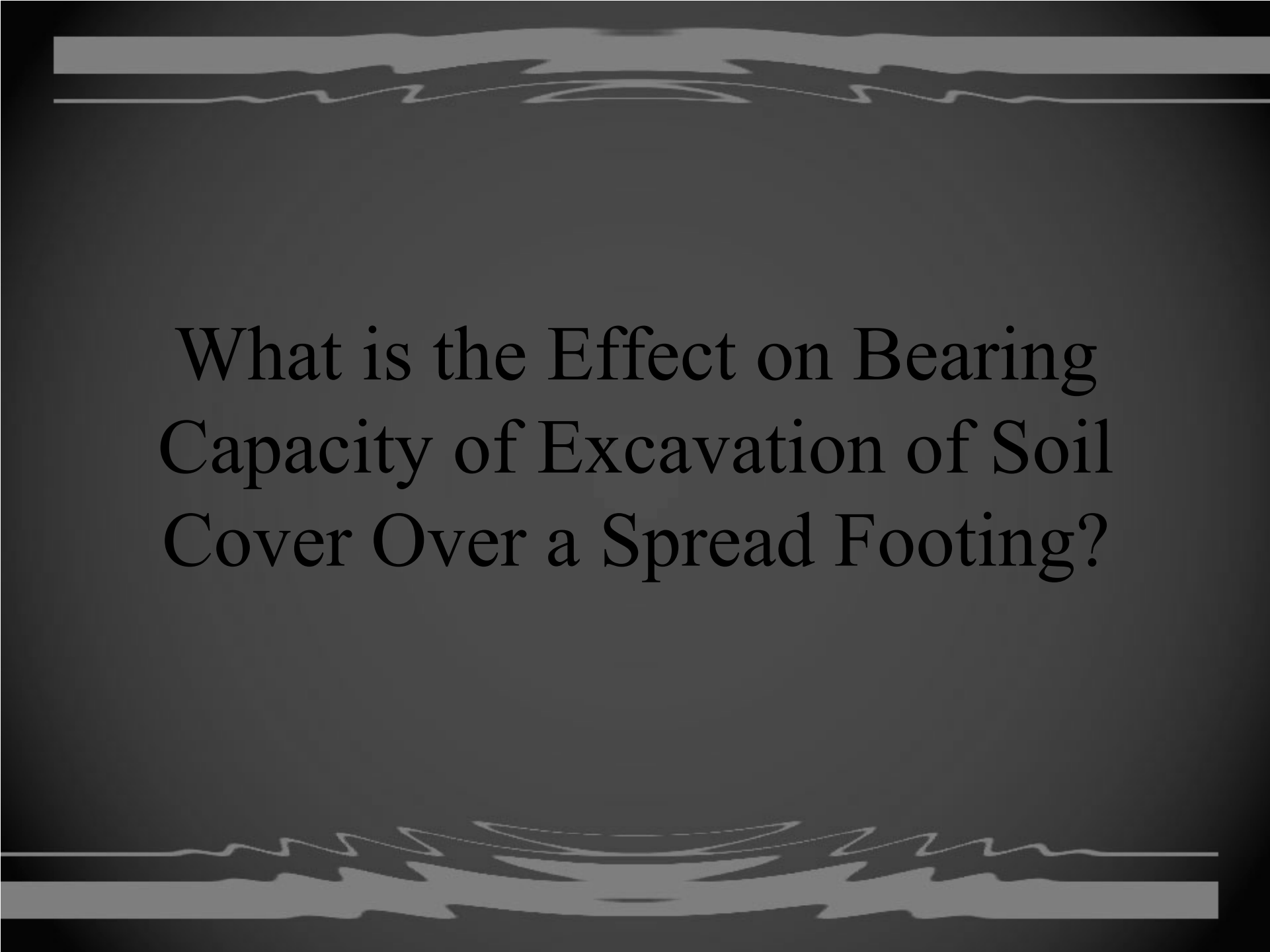


Solution: Assuming A General Shear Condition, Enter the Bearing Capacity Chart for $\phi = 20^\circ$ and Read $N_c = 14$, $N_q = 6$, $N_\gamma = 3$. Also note that formula for bearing capacity must account for the square footing and the water table within the failure zone.

$$\begin{aligned}q_{ult} &= \left(1 + 0.3 \frac{B}{L}\right) C N_c + [\gamma'_{sub} D + (\gamma_T - \gamma_{sub}) d] N_q + 0.4 \gamma'_{sub} B N_\gamma \\&= (1.3)(500)14 + [63(5) + (125 - 63)5]6 + 0.4(63)(6)(3) \\&= 9100 + 3750 + 450\end{aligned}$$

$$q_{ult} = 13,300 \text{ psf}$$

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{3} = \frac{13,300}{3} \approx 4,430 \text{ psf}$$



What is the Effect on Bearing Capacity of Excavation of Soil Cover Over a Spread Footing?

Student Mini-Exercise on Bearing Capacity

$$q_{ult} = cN_c + P_o N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

Properties and Dimensions (Assume Continuous Rough Footing)	Cohesive Soil	Cohesionless Soil
γ = Unit Weight D = Footing Embedment B = Footing Width	$\phi = 0^\circ$ $c = 1000 \text{psf}$	$\phi = 30^\circ$ $c = 0$
	q_{ult} (psf)	q_{ult} (psf)
A. Initial Situation $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, $D = 0$, $B = 5'$, deep water table	5530	5400
B. Effect of embedment $D = 5'$, $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, $B = 5'$, deep water table		
C. Effect of width, $B = 10'$, $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, $D = 0'$, deep water table		
D. Effect of water table at surface, $\gamma_{sub} = 57.6 \text{ pcf}$, $D = 0'$, $B = 5'$		

Student Mini-Exercise on Bearing Capacity

$$q_{ult} = cN_c + P_o N_q + 1/2 \gamma B N_{\gamma}$$

Properties and Dimensions (Assume Continuous Rough Footing)	Cohesive Soil	Cohesionless Soil
γ = Unit Weight D = Footing Embedment B = Footing Width	$\phi = 0^\circ$ $c = 1000 \text{ psf}$	$\phi = 30^\circ$ $c = 0$
	q_{ult} (psf)	q_{ult} (psf)
A. Initial Situation $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, D = 0, B = 5', deep water table	5530	5400
B. Effect of embedment D = 5', $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, B = 5', deep water table	6130	17400
C. Effect of width, B = 10', $\gamma_T = 120 \text{ pcf}$, D = 0', deep water table	5530	10800
D. Effect of water table at surface, $\gamma_{sub} = 57.6 \text{ pcf}$, D = 0', B = 5'	5530	2592

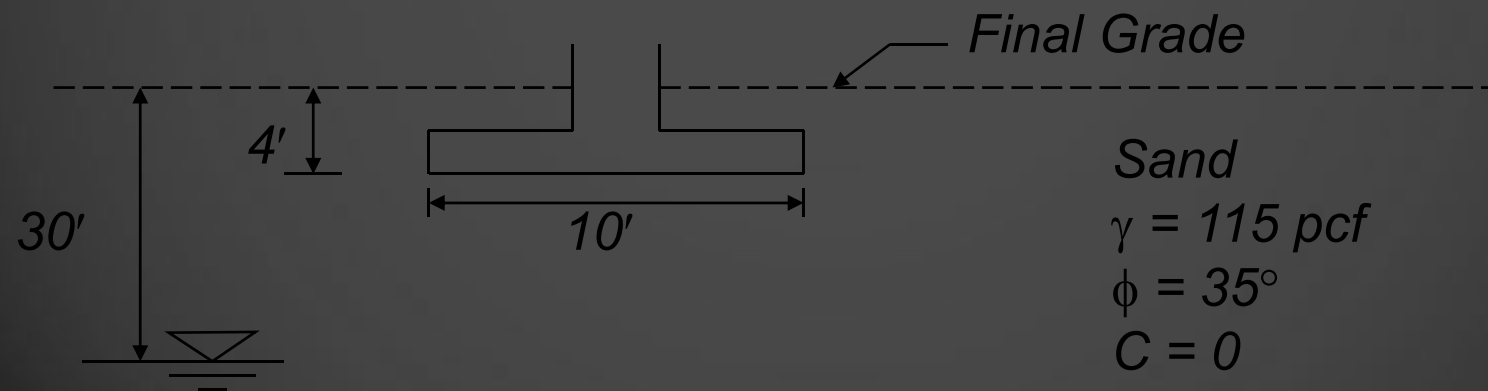
STUDENT EXERCISE NO.5

Footing Bearing Capacity

Objective:

Find the Allowable Bearing Capacity Using a Safety Factor = 3, for the Condition Shown Below.

Rough Base Footing 10' × 50'



SOLUTION TO EXERCISE No. 5

$$\text{Footing } \frac{\text{Length}}{\text{Width}} = \frac{50}{10} = 5 > 9 \quad /$$

$$\frac{\text{Water Level}}{\text{Width}} = \frac{30-4}{10} = 2.6$$

∴ Use Rectangular Formula

∴ = 2.6 > 1.5 Footing Widths below
Footing Base

∴ No Water Effect

$$q_{ult} = \gamma DN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad Q_{all} = \frac{36,340}{3} = 12,113 \text{ psf}$$

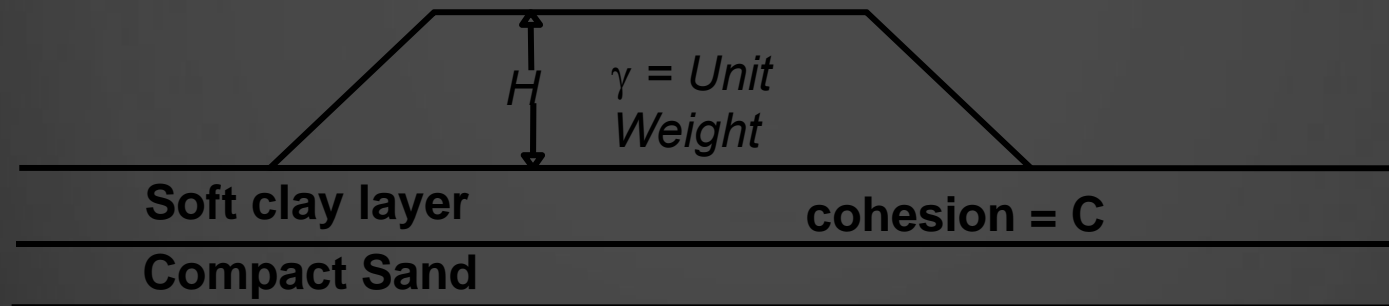
$$= (115)(4)(37) + (0.4)(115)(10)(42)$$

$$= 17,020 + 19,320$$

$$= 36,340 \text{ PSF}$$

How is bearing capacity theory related to the “rule of thumb” equation for stability;

$$\text{SAFETY FACTOR} = \frac{6 C}{\gamma H}$$



Spread Footing Design

Bearing Capacity

- Explain how footing embedment, width, and water table affect footing bearing capacity

Activities: Bearing capacity
analysis