Bearing Capacity Of Soil

Definitions:

Bearing Capacity:

أقصي ضغط يمكن أن يضغط به المنشأ علي التربة بدون حدوث انهيار للتربة بالقص أو حدوث هبوط زائد.

Ultimate bearing capacity ( qult ):

أقل ضغط كلى عند قاعدة الأساس تنهار عنده التربة بالقص.

Net ultimate bearing capacity ( qun ):

أقل ضغط صافي يسبب انهيار للتربة بالقص.

qun = qult – Ϫ\*DF

Net safe bearing capacity ( qns ):

It is the ultimate bearing capacity over a factor of safety ( F ).

qns =

لو لم يعطي F.O.S = 3

Safe bearing capacity ( qs ):

أقصى إجهاد (ضغط) يمكن أن تتحمله التربة بأمان من حدوث انهيار للتربة بالقص.

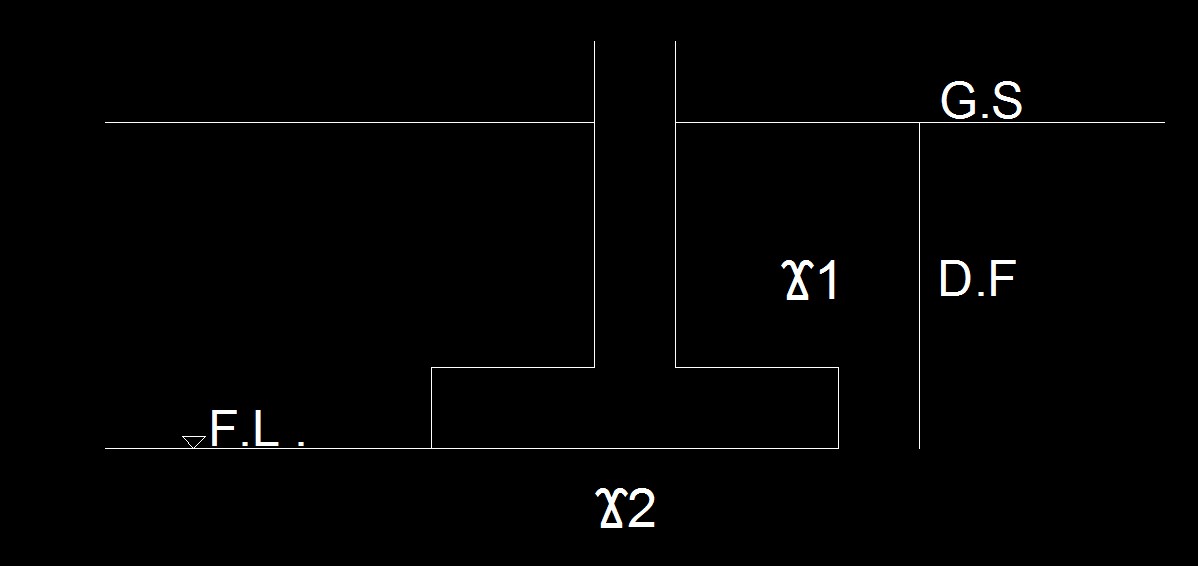
qS = qns + Ϫ\*DF

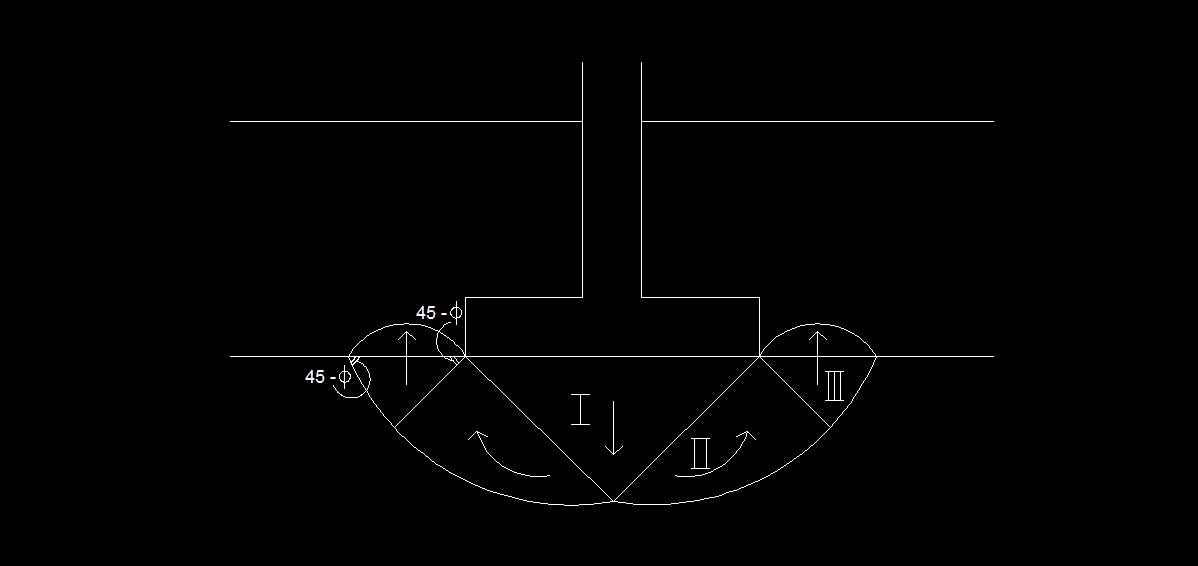
Allowable bearing capacity ( qall ):

أقصى أجهاد (ضغط) آمن للتربة من حدوث انهيار بالقص أو هبوط زائد.

Pall = qs\*B\*L

Terzaghi bearing capacity equation:





qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq + k3 Ϫ2 B NϪ

حيث أن:

k1 , k2 , k3  shape factor from table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| k3 | k2 | k1 | shape |
| 0.5 | 1 | 1 | Strip Footing  قاعدة شرطية |
| 1-0.6 | 1 | 1+0.3 | Rectangular Footing قاعدة مستطيلة |
| 0.4 | 1 | 1.3 | Square Footing  قاعدة مربعة |
| 0.3 | 1 | 1.3 | Circular Footing  قاعدة دائرية |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| التماسك بين الحبيبات | Cohesion | C |
| عرض الأساس (البعد الأصغر) | Foundation Width | B |
| طول الأساس (البعد الأكبر) | Foundation Length | L |
| كثافة التربة اعلي منسوب التأسيس | Soil intensity above F.L | 1Ϫ |
| كثافة التربة أسفل منسوب التأسيس | Soil intensity under F.L | 2Ϫ |
| عمق التأسيس | Foundation Depth | DF |
| منسوب التأسيس | Foundation Level | F.L |
| من الجدول ندخل بقيمة نوجد قيمة NC | B/C Factors | NC |
| من الجدول ندخل بقيمة نوجد قيمة Nq | B/C Factors | Nq |
| من الجدول ندخل بقيمة نوجد قيمة NϪ | B/C Factors | NϪ |

يوجد 3 طرق لإيجاد قيمة Nq , NC , NϪ

الطريقة الأولي: من الجدول ندخل بقيمة نوجد قيمة Nq , NC , NϪ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| NϪ | Nq | NC | Angle of Internal Friction  ( ) |
| - | 1 | 5 | 0 |
| - | 1.5 | 6.5 | 5 |
| 0.5 | 2.5 | 8.5 | 10 |
| 1 | 4 | 11 | 15 |
| 2 | 6.5 | 15 | 20 |
| 3 | 8 | 17.5 | 22.5 |
| 4.5 | 10.5 | 20.5 | 25 |
| 7 | 14 | 25 | 27.5 |
| 10 | 18 | 30 | 30 |
| 15 | 25 | 37 | 32.5 |
| 23 | 33 | 46 | 35 |
| 34 | 46 | 58 | 37.5 |
| 53 | 64 | 75 | 40 |
| 83 | 92 | 99 | 42.5 |

الطريقة الثانية:



الطريقة الثالثة: من المعادلات

Nq = \* tan2 ( 45 + )

NC = (Nq - 1) cot

NϪ = (Nq - 1) tan

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq + k3 Ϫ2 B NϪ

Cohesion term ( c ) → k1c Nc

Foundation Depth term → k2 Ϫ1 DF Nq

Dimension and Foundation Soil term ( ) → k3 Ϫ2 B NϪ

For cohesive soil ( clay ) : ( c - soil )

= 0 c = ☑ ,

في هذه الحالة الجزء الثالث = صفر

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq + k3 Ϫ2 B NϪ

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq + 0

For cohesion less soil ( sand ) : ( - soil )

=☑ c = 0 ,

في هذه الحالة الجزء الأول = صفر

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq + k3 Ϫ2 B NϪ

qult = 0+ k2 Ϫ1 DF Nq + k3 Ϫ2 B NϪ

لو c لم يعطي يتم حسابه بالمعادلة

C =

Effect of Ground water table on B/c :

لأخذ تأثير المياه الجوفية في الاعتبار يضاف معاملين wq , wϪ إلي معادلة B/Cلتقليل B/C

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq wq + k3 Ϫ2 B NϪ wϪ

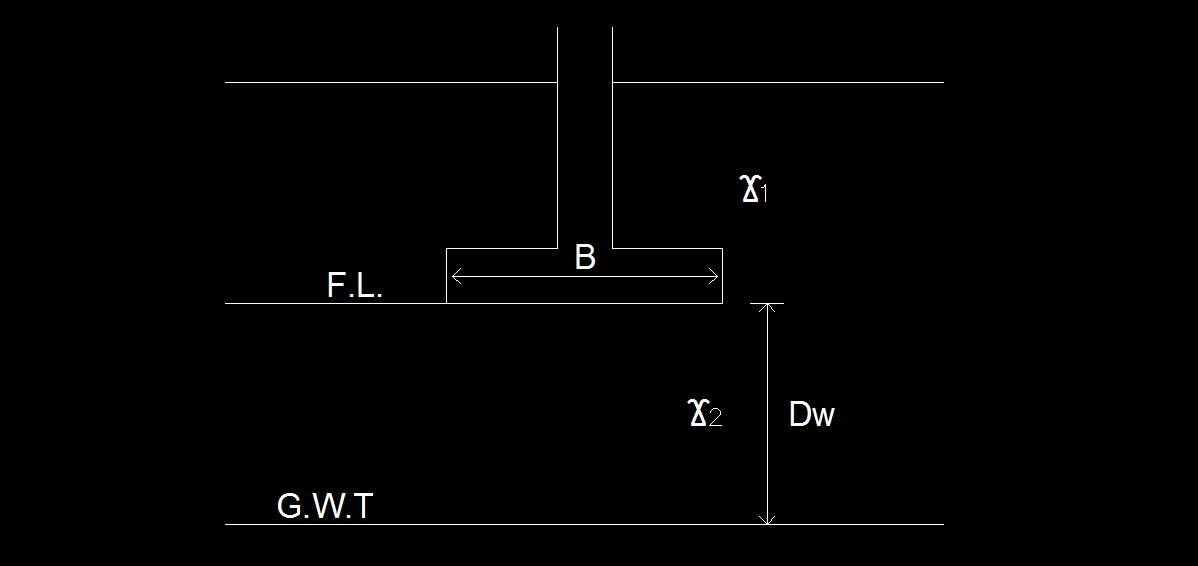
ملاحظة :

wq , wϪ 1

هناك 4 حالات لوجود G.W.T في تربة التأسيس:

Case 1 :

1. في حالة وجود المياه علي عمق كبير من منسوب التأسيس.



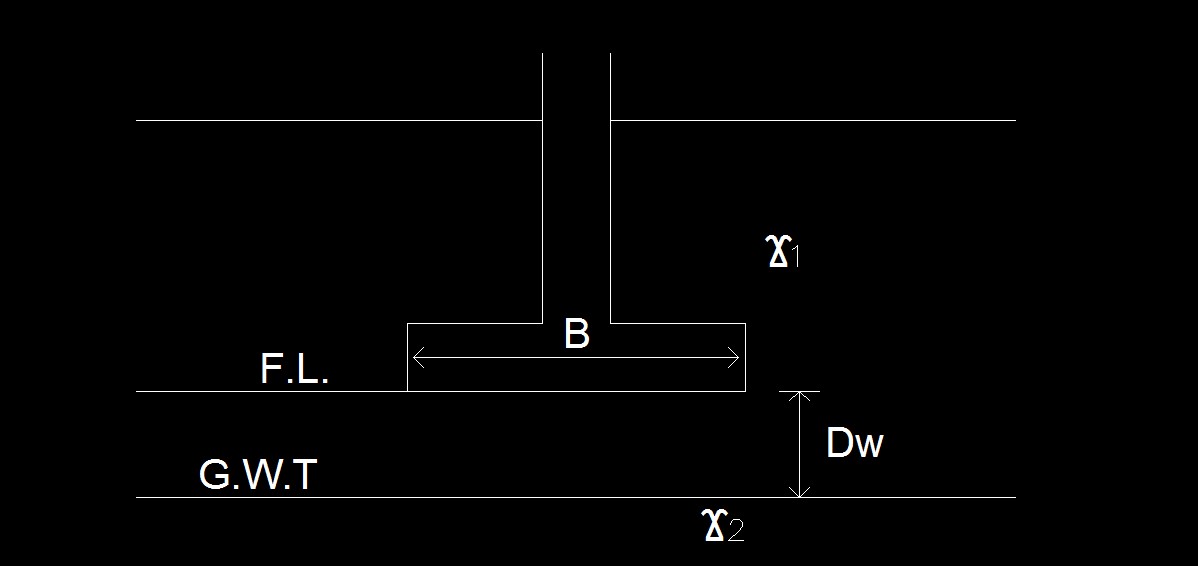
B Dw

المياه الجوفية لا تؤثر علي B/C

wq = wϪ = 1

Case 2 :

1. في حالة وجود المياه علي عمق صغير من منسوب التأسيس.



Dw < B

المياه الجوفية تؤثر علي الجزء الثالث من المعادلة ولا تؤثر علي الجزء الثاني من المعادلة.

wq = 1

wϪ = 0.5+\*0.5 1

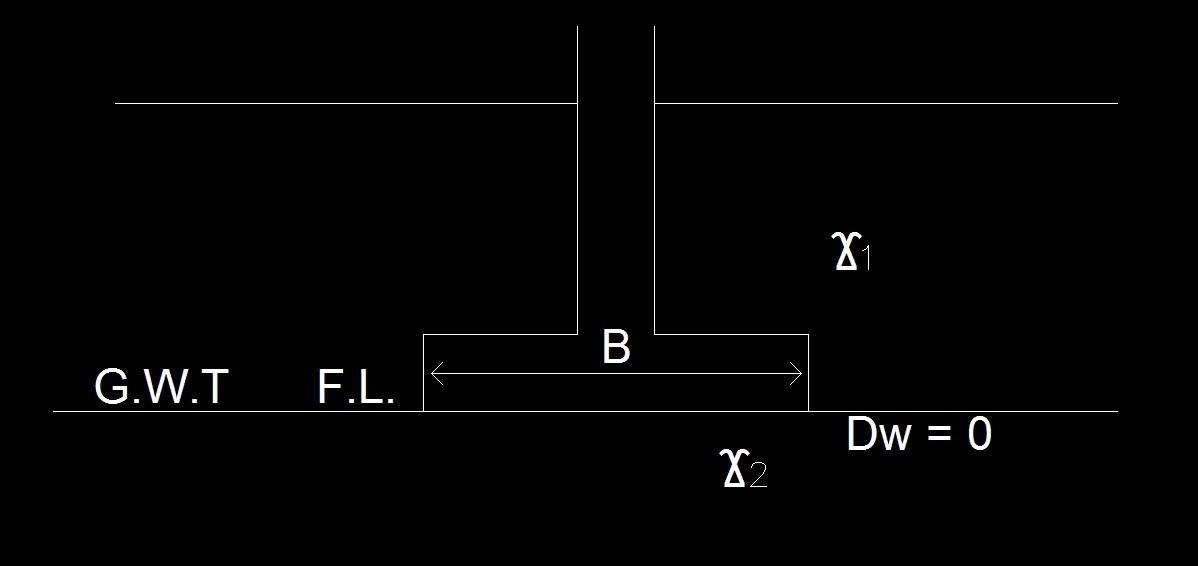
حيث أن :

عمق المياه من أسفل القاعدة → Dw

عرض الأساس → B

Case 3 :

1. في حالة وجود المياه عند منسوب التأسيس.



Dw=0

wq = 1

wϪ = 0.5+\*0.5 = 0.5+ **\***0.5= 0.5

Take Ϫ2 submerged

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq wq + k3 Ϫ2sub B NϪ wϪ

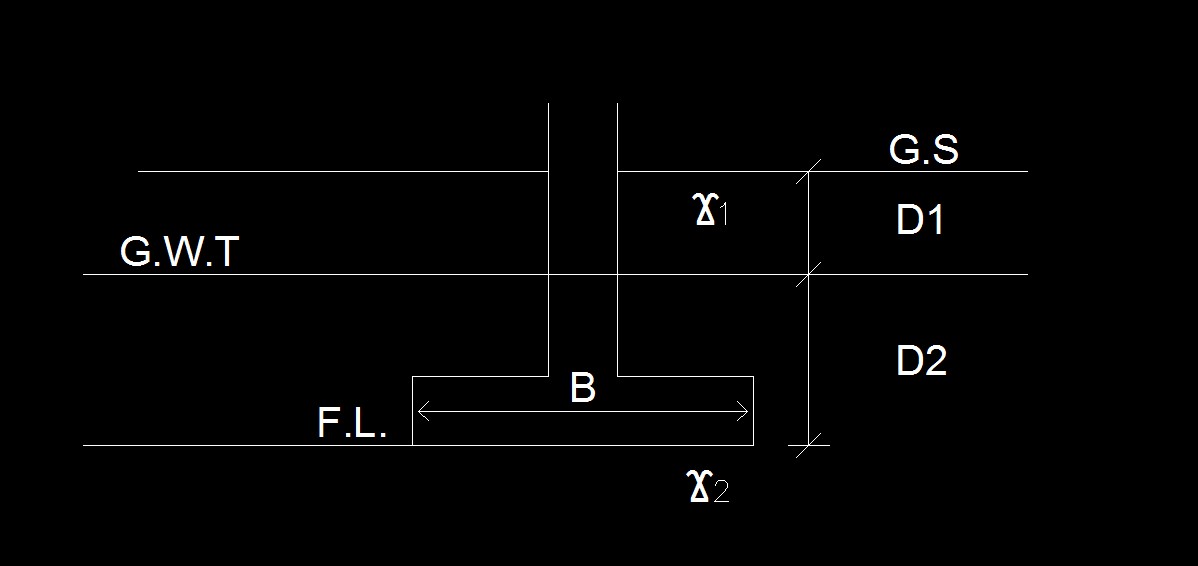
Ϫsub = Ϫsat – Ϫw

حيث أن:

Ϫw = 1

Case 4 :

1. في حالة وجود المياه بين منسوب التأسيس وسطح الأرض.



المياه الجوفية تؤثر علي الجزء الثاني والثالث من المعادلة.

wϪ = 1

Wq = 0.5+\*0.5

Take Ϫ2 submerged

qult = k1c Nc +( Ϫ1bulk or saturated \*D1 + Ϫ1sub \*D2) Nq wq + k3 Ϫ2sub B NϪ wϪ

حيث أن:

المسافة من سطح الأرض حتى G.W.T → D1

المسافة بين منسوب التأسيس و G.W.T → D2

Example: 1

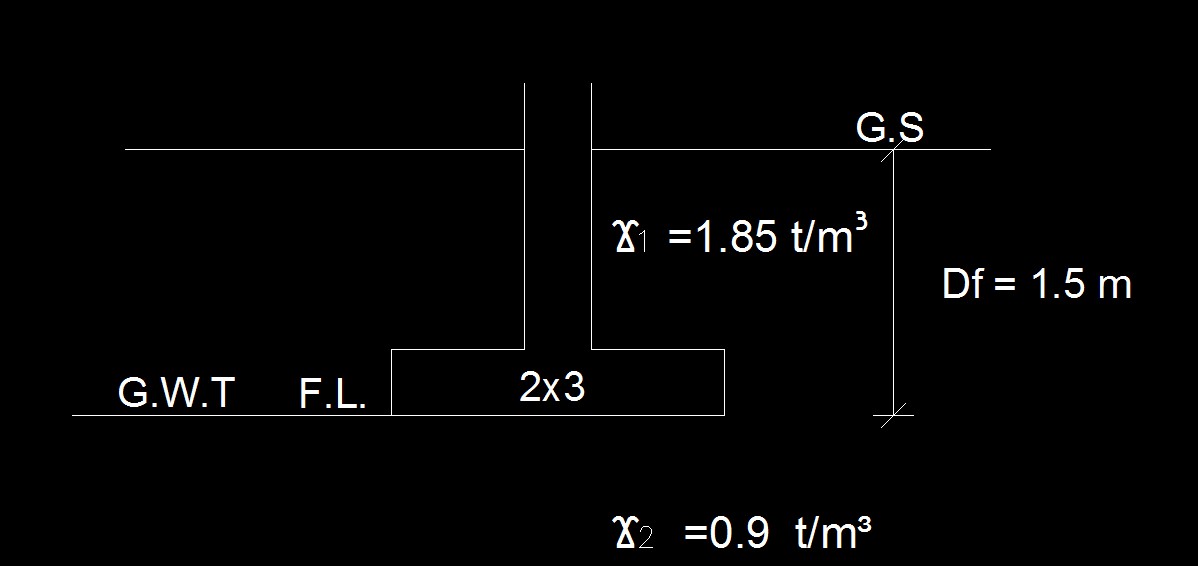
Determine the allowable load on a rectangular footing (2x3) m at depth 1.5 m below the ground surface if a fill Ϫ=1.85 t/m3 used above F.L. and the soil under footing has Ϫsat = 1.9 t/m3 , c =3 t/m2 , = 22” , G.W.T was find at foundation level.

Solution

rectangular footing → B = 2 m , L = 3 m

Ϫ1=1.85t/m3 ,Ϫsub = Ϫsat - Ϫw = 1.9 - 1 = 0.9 t/m3

c =3 , = 22” , Df = 1.5 m , G.W.T was find at foundation level



For = 22”

Nq = \* tan2 ( 45 + )

Nq = \* tan2 ( 45 + )= 3.56 \* 2.2 =7.82

NC = (Nq - 1) cot

NC = (7.82- 1) cot 22 = 6.82\*2.4=16.88

NϪ = (Nq - 1) tan

NϪ = (7.82- 1) tan 22 = 6.82 \* 0.4 = 2.76

For rectangular footing

k1 = 1+0.3 **=** 1+0.3 **=** 1.2

k2 = 1

k3 = 1-0.6 **=** 1-0.6 = 0.6

G.W.T was find at foundation level

Case 3

wq = 1

wϪ = 0.5+\*0.5 = 0.5+ **\***0.5= 0.5

Take Ϫ2 submerged

qult = k1c Nc + k2 Ϫ1 DF Nq wq + k3 Ϫ2sub B NϪ wϪ

qult =(1.2\*3\*16.88)+(1\*1.85\*1.5\*7.82\*1)+(0.6\*0.9\*2\*2.76\*0.5)

= 60.77 + 21.7 + 1.49 = 83.96 t/m2

qun = qult -Ϫ1\*DF  = 83.96-(1.85\*1.5)=81.19 t/m2

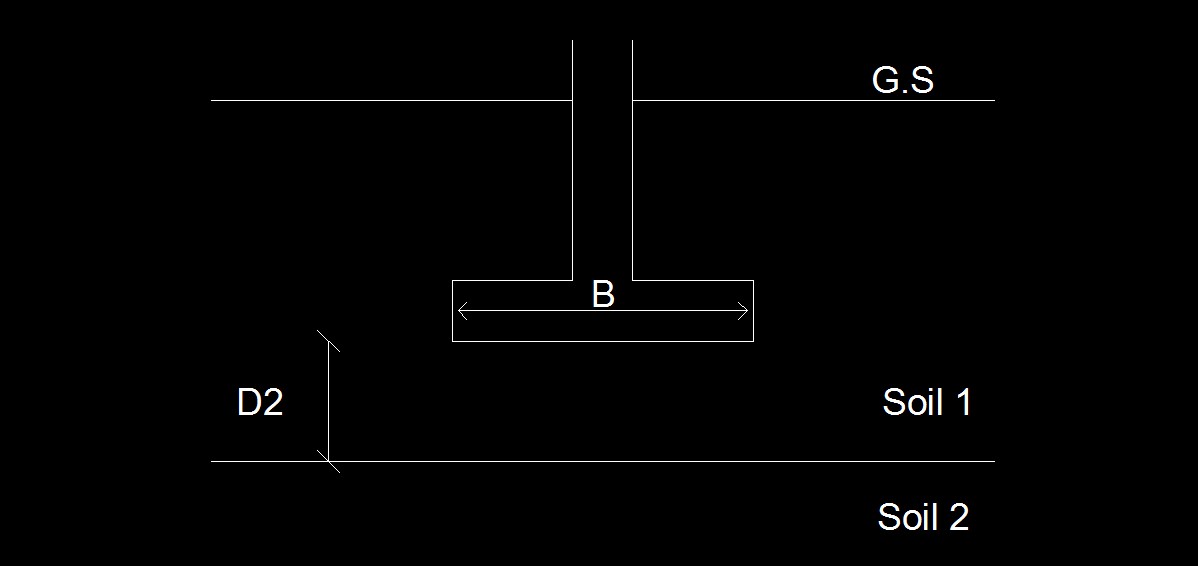
qns = = **=** 27.06 t/m2

qS = qns +Ϫ1\*DF = 27.06 + (1.85\*1.5)=29.84 t/m2

Pall = qs\*B\*L = 29.84\*2\*3=179 ton

In case of stratified soil

في حاله وجود طبقات مختلفة من التربة:



If D2 > 2B

في حاله وجود الطبقة الثانية علي عمق أكبر من مرتين عرض الأساس يهمل تأثير الطبقة الثانية ونأخذ B/C للطبقة الأولى.

If D2 < 2B

في حاله وجود الطبقة الثانية علي عمق أقل من مرتين عرض الأساس نوجد B/C للطبقتين الأولى والثانية ونأخذ B/C الأقل.

How to choose Foundation type:

Type of foundation:

Isolated footing

Raft footing

Deep foundation (piles)

For sand soil:

=☑ c = 0 ,

Pcol = load of floor / No. of floors

حمل الدور الواحد load of floor →

عدد الأدوار → No. of floors

Area of footing =

If Area of footing < 70% for loaded Area

Use Isolated footing

حيث أن:

loaded Area = L\*B

المساحة المحملة loaded Area →

If Area of footing 70% for loaded Area

Use Raft footing

If Area of footing > 100% for loaded Area

Use Deep foundation

OR

Area of Building =

Area of foundation =

If Area of foundation < 70% for Building Area

Use Isolated footing

If Area of foundation 70% for Building Area

Use Raft footing

If Area of foundation >100% for Building Area

Use Deep foundation

For clay soil:

= 0 c = ☑ ,

Calculate the Settlement:

S = Cc /1+e \*H \* Log

OR

S = mv \* H \*

حيث أن:

e → void ratio of compressible layer (clay layer).

H → Height of compressible layer (clay layer).

→ effective overburden stress at Midle of clay layer.

L , B → Loaded area

Z = H / 2 + height to F.L

Cc = 0.009(L.L% - 10 )

mv → coeffof volume change

If the Settlement 0 → 3 Use Isolated footing

If the Settlement 3 → 10 Use Raft footing

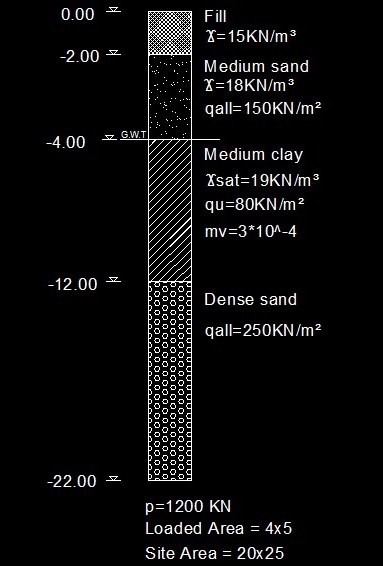
ملاحظة:

في حاله عدم الحصول علي الهبوط المسموح به نعوض في المعادلة بالهبوط المسموح به و أوجد qs

S = Cc /1+e \*H \* Log

Example: 2

Calculate the net safe B/C for the shown soil formation for a rectangular footing (4x5) m and choose Foundation type foundation level at -2.00 , = 0”.



Solution

rectangular footing → B = 4 m , L = 5 m

For = 0”

Nq = 5 , NC = 1 , NϪ = 0

For rectangular footing

k1 = 1+0.3 **=** 1+0.3 **=** 1.24

k2 = 1

k3 = 1-0.6 **=** 1-0.6 = 0.52

wq = 1 , wϪ = 0.5

D < 2B

2 < 2\*4

2 < 8

Calculate qall for Medium clay

C = = = 40 KN/m2

qult = k1c Nc + k2 (Ϫ1 DF + Ϫ2 DF ) Nq wq

qult =(1.24\*40\*5)+(1\*(15\*2)+(18\*2)\*1\*1)

= 248+ 66 = 314 KN/m2

qun = qult - (Ϫ1 DF + Ϫ2 DF )

= 314-((15\*2)+(18\*2))=248 KN/m2

qns = = **=** 82.67KN/m2

qall 2= qS = qns +(Ϫ1 DF + Ϫ2 DF )

= 82.67+ ((15\*2)+(18\*2))=148.67 KN/m2

qall 2 < qall 1

148.67 < 150

take qall  = qall 2 = 148.67 KN/m2 = 149 KN/m2

Area of footing = == 8 m2

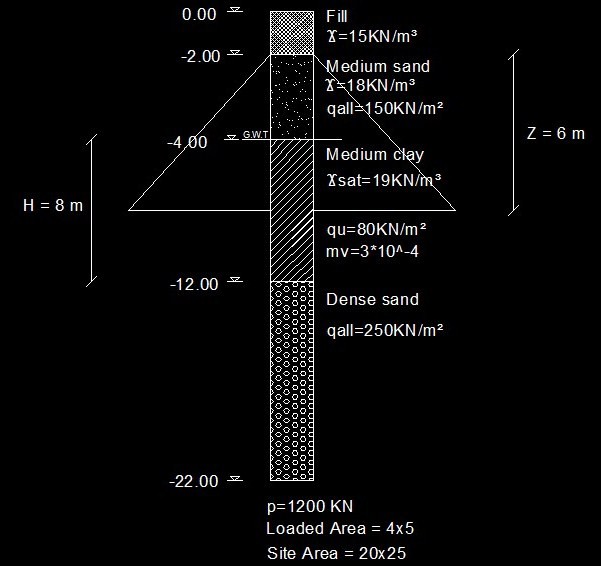
If Area of footing < 70% for loaded Area

8 < 70/100\*4\*5

8 m2 < 14 m2

Use Isolated footing

Check Settlement for clay layer



S = mv \* H \*

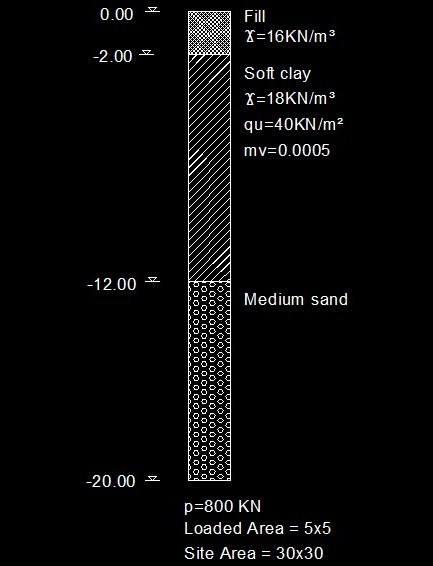
= 27.1 KN/m2

S = \* 27.1\* 8 = 0.065 m = 6.5 cm

the Settlement is = 6.5 Use Raft footing

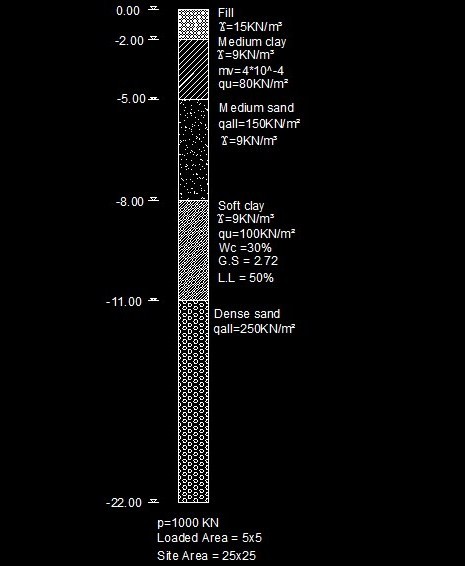
Example: 3

Calculate the net safe B/C for the shown soil formation for a rectangular footing (5x5) m and choose Foundation type , foundation level at -2.00 and G.W.T was find at Ground surface , = 0”.



Example: 4

Calculate the net safe B/C for the shown soil formation for a rectangular footing (5x5) m and choose Foundation type , foundation level at -2.00 and G.W.T was find at Ground surface , = 0”.



Example: 5

Fill : Ϫ = 1.45 t / m3

Sand : Ϫ = 1.81 t / m3 , = 30” , F.O.S = 3

Clay : Ϫsat =2.1 t / m3 , mv = 0.038 cm2 / kg

The allowable Settlement = 2.5 cm

