

平板載荷試験による極限支持力からC、φを逆算

by 洋洋@CIVILTEC Ver1.0 (2015/4/11)

①本計算ソフトについて

擁壁やカルバートボックスなどの直接基礎構造物の地盤支持力を平板載荷試験を行って確認する場合、平板載荷試験結果により得られた極限支持力をそのまま採用することはできません。

「道路橋示方書・同解説・下部構造編 (H24.3)」には以下の記述があります。

荷重の偏心傾斜及び支持力係数の寸法効果を考慮した地盤の極限支持力を平板載荷試験結果により求める場合には、偏心傾斜及び支持力係数を考慮していない平板載荷試験をそのまま用いることはできない。このため、本規定では、土質試験の結果や過去の経験から推定して求めた粘着力C、せん断抵抗角φを平板載荷試験の結果に当てはめて確認し、これによって確認したC、φを用いて式(10.3.1)に従って支持力計算を行うものとしている。

C、φの確認式は(解 10.3.6)による。

$$Q_u = \pi B^2 / 4 (1.3 \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_r \cdot S_r) \dots\dots (解 10.3.6)$$

(以下省略)

「道路橋示方書・同解説・下部構造編 (H24.3)」 p.306

本ソフトは、平板載荷試験により得られた極限支持力(Q_u)から、C、φの確認式(解 10.3.6)を用いて、C、φのどちらかを仮定し、もう片方を逆算により求めるものです。

②本計算ソフトの使用法

- ・ φを仮定して、Cを逆算で求める場合は、[φを仮定してCを逆算]シートを用いて下さい
- ・ Cを仮定して、φを逆算で求める場合は、[Cを仮定してφを逆算]シートを用いて下さい
- ・ 各計算シートの計算条件表を全て入力後[計算実行]ボタンを押して下さい。

②本計算ソフトを利用するに当たっての注意点

- (1) ϕ の最大値は 50° までとします。
 - ・ ϕ を仮定する場合、 50° より大きい値は入力できません。
 - ・ C を仮定して、 ϕ を求める場合、 ϕ が 0° より小さくなる場合は $\phi = 0^\circ$ とします。
 - ・ C を仮定して、 ϕ を求める場合、 ϕ が 50° を超えた場合 $\phi = 50^\circ$ とします。
- (2) ϕ を仮定して、C を逆算で求める場合、計算条件によってはCがマイナスとなります。
この場合は、 ϕ の値を見直して下さい。
- (3) 計算結果一覧表の最下段に、極限支持力度の照査計算を行っています。
この値が、入力値による極限支持力度と大きく異なる場合は、入力値を見直すか
逆算順序を変更して下さい。
(計算結果が完全に一致しませんが、これは近似計算による誤差です)
- (4) ϕ を仮定して、C を逆算で求める場合は、エクセルのゴールシーク機能を用いています。
(即座に解が求まります)
- (5) C を仮定して、 ϕ を逆算で求める場合は、 ϕ の値を 0.001° 刻みで計算して
極限支持力度を超えない範囲の最大値として求めています。
(ご使用のパソコン性能によっては計算に若干時間がかかります)
- (6) 計算条件表の値を修正した場合は必ず[計算実行]ボタンを押して再計算して下さい。

③本計算ソフトの動作環境

当ソフトは、マクロ付きExcelブック形式で配布しています、(拡張子、xlsm)
利用できるエクセルのバージョンは、Excel 2007以降となります。(Excel 2007/2010/2013)

平板載荷試験による極限支持力からC、φを逆算

[φを仮定してCを逆算で求める]

計算条件表

項目	記号	単位	数値	備考
平板載荷試験による極限支持力	Qu	kN	50.00	
載荷平板の直径	B	m	0.300	
地盤の単位体積重量	γ	kN/m ³	19.00	
地盤の内部摩擦角	φ	°	30.00	

計算結果一覧表

項目	記号	単位	数値	備考	
平板載荷試験による極限支持力	Qu	kN	50.00		
平板載荷試験による極限支持力度	qu = Qu/A	kN/m ²	707.36		
載荷平板の直径	B	m	0.300		
載荷平板の面積	A = π B ² /4	m ²	0.07069		
地盤の単位体積重量	γ	kN/m ³	19.00		
地盤の内部摩擦角	φ	°	30.00		
支持力係数	Nc	-	30.14	道示・下部構造編 P.302のグラフ	
"	Nr	-	15.32		
寸法効果に関する 補正係数	Scの計算	Co	kN/m ²	10.00	
		C [*] = C/Co	-	2.29	1 ≤ C [*] ≤ 10
		Sc = (C [*]) ^{-1/3}	-	0.76	
	Srの計算	Bo	m	1.00	
		B [*] = B/Bo	-	1.00	1 ≤ B [*]
	Sr = (B [*]) ^{-1/3}	-	1.00		
地盤の粘着力	C	kN/m ²	22.92	逆算値	
極限支持力度の照査計算	qu	kN/m ²	707.36	(式-1)で照査	

強度定数の確認(逆算)式

平板載荷試験結果から強度定数(C、φ)を確認する式を(式-1)に示す。
(式-1)は、「道路橋示方書・同解説・下部構造編(H.24.3)」のp.306に拠る

$$qu = 1.3 \cdot C \cdot Nc \cdot Sc + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot Nr \cdot Sr \quad \dots \dots (式-1)$$

- ここに、
- qu : 平板載荷試験結果から求めた極限支持力度(kN/m²)
 - B : 載荷板の直径
 - C : 地盤の粘着力 (kN/m²)
 - γ : 地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 - Nc、Nr : 鉛直荷重に関する支持力係数
 - Sc、Sr : 寸法効果に関する補正係数

(式-1)を変形して、粘着力Cは(式-2)で求めることができる。
なお、式中の Sc には粘着力Cが含まれるので、(式-2)で単純に求めることはできない。
そこで、数値解析(ゴールシーク)を用いて Cを求めるものとした。

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{qu - 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot Nr \cdot Sr}{1.3 \cdot Nc \cdot Sc} \quad \dots \dots (式-2) \\
 &= \frac{707.36 - 0.3 \times 0.300 \times 19.00 \times 15.32 \times 1.00}{1.3 \times 30.14 \times 0.76} \\
 &= \frac{707.36 - 26.20}{29.72} \\
 &= 22.92 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

平板載荷試験による極限支持力からC、φを逆算

[Cを仮定してφを逆算で求める]

計算条件表

項目	記号	単位	数値	備考
平板載荷試験による極限支持力	Qu	kN	65.00	
載荷平板の直径	B	m	0.300	
地盤の単位体積重量	γ	kN/m ³	18.00	
地盤の粘着力	C	kN/m ²	100.00	

計算結果一覧表

項目	記号	単位	数値	備考	
平板載荷試験による極限支持力	Qu	kN	65.00		
平板載荷試験による極限支持力度	qu = Qu/A	kN/m ²	919.56		
載荷平板の直径	B	m	0.300		
載荷平板の面積	A = π B ² /4	m ²	0.07069		
地盤の単位体積重量	γ	kN/m ³	18.00		
地盤の粘着力	C	kN/m ²	100.00		
地盤の内部摩擦角	φ	°	20.336	逆算値	
支持力係数	Nc	-	15.15	道示・下部構造編 P.302のグラフ	
〃	Nr	-	3.33		
寸法効果に関する 補正係数	Scの計算	Co	kN/m ²	10.00	
		C [*] =C/Co	-	10.00	1 ≤ C [*] ≤ 10
		Sc=(C [*]) ^{-1/3}	-	0.46	
	Srの計算	Bo	m	1.00	
		B [*] =B/Bo	-	1.00	1 ≤ B [*]
	Sr=(B [*]) ^{-1/3}	-	1.00		
極限支持力度の照査計算	qu	kN/m ²	919.56	(式-1)で照査	

強度定数の確認(逆算)式

平板載荷試験結果から強度定数(C、φ)を確認する式を(式-1)に示す。
(式-1)は、「道路橋示方書・同解説・下部構造編(H.24.3)」のp.306に拠る

$$qu = 1.3 \cdot C \cdot Nc \cdot Sc + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot Nr \cdot Sr \quad \dots \dots (式-1)$$

- ここに、
- qu : 平板載荷試験結果から求めた極限支持力度(kN/m²)
 - B : 載荷板の直径
 - C : 地盤の粘着力 (kN/m²)
 - γ : 地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 - Nc、Nr : 鉛直荷重に関する支持力係数
 - Sc、Sr : 寸法効果に関する補正係数

(式-1)に入力値を代入して整理すると(式-2)となる。
(式-2)中に含まれる支持力係数(Nc、Nr)は内部摩擦角(φ)により変化する値である。
そこで、φの値を0.001刻みで変化させて、(式-2)を満足する近似値を求めるものとした。

$$qu = 1.3 \cdot C \cdot Nc \cdot Sc + 0.3 \cdot B \cdot \gamma \cdot Nr \cdot Sr$$

$$919.56 = 1.3 \times 100.00 \times 0.46 \times Nc + 0.3 \times 0.300 \times 18.00 \times 1.00 \times Nr$$

$$919.56 = 60.341 \quad \times Nc + 1.620 \quad \times Nr \quad \dots \dots (式-2)$$