



Q5009. 地盤から決まる単杭の極限回転抵抗モーメントについて教えて？

A5009. 日本地工では、土木研究所資料 第 4226 号¹⁾を参考に、地盤から決まる単杭の極限回転抵抗モーメント T_{ud} (kN・m) は次式により求めております。

$$T_{ud} = \frac{1}{2} a_{Di} \pi D_i^2 L \left(c + \frac{\alpha_{pt} \gamma K_P L}{2\sqrt{2}} \tan \phi \right) \dots\dots\dots (式 1)$$

ここに、

a_{Di} : 周長低減率で角形鋼管の R 部に受働土圧が発揮されないものとする。

D_i : せん断面の直径 (m)

L : 回転抵抗を考慮する深さ (m)

c : 粘着力 (kN/m²)

α_{pt} : 回転抵抗における水平地盤反力度の上限値の補正係数で、砂質地盤の場合 $N \geq 5$ では 3 とし、 $N < 5$ では、1.5 とする。

N : 標準貫入試験から得られる N 値

γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

K_P : クーロン土圧による受働土圧係数で (式 2) による。

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2} \dots\dots\dots (式 2)$$

ϕ : 土のせん断抵抗角 (°) で、(式 3) による。ただし、本来、(式 3) は $N > 5$ の範囲で適用するものになっている³⁾。 $N \leq 5$ の砂質土のせん断抵抗角は N_1 を 0 とした時の値である $\phi = 21^\circ$ とする考えもある³⁾が、その場合、 $N \leq 5$ の砂質土の推定値はすべて同値となってしまふ。そのため、本方法においては、 N 値 5 以下においても (式 3) を便宜的に使用している。

$$\phi = 4.8 \ln N_1 + 21 \dots\dots\dots (式 3)$$

N_1 : 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値で (式 4) による。

$$N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70) \dots\dots\dots (式 4)$$

N : 標準貫入試験から得られる N 値

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²) で、(式 5) による。ただし、原位置の σ'_v が $\sigma'_v < 50$ kN/m² である場合には、 $\sigma'_v = 50$ kN/m² とし算出する。

$$\sigma'_v = \gamma x \dots\dots\dots (式 5)$$

δ : 壁面と土との間の壁面摩擦角 (°) で $\delta = \phi / 3$ とする。

θ : 基礎背面と鉛直とのなす角 (°) で本方法において、 $\theta = 0$ である。

α : 地表面と水平面のなす角度 (°) で本方法において、 $\alpha = 0$ である。

q : 上載荷重 (kN/m²) で本方法において、 $q = 0$ である。

c : 粘着力 (kN/m²)

地盤から決まる単杭の極限回転抵抗モーメントの推定方法（以下、本方法という）の解説を以下に示します。本方法は、ベーンせん断試験の最大トルクの考え²⁾を参考にしていません。ベーンせん断試験の最大トルク T_{uv} は、土の円筒部分の側面に沿ったせん断力の抵抗モーメント T_{uv-s} と、上下の端部（本方法は下端のみ）のせん断力の抵抗モーメント T_{uv-b} の和に等しい(図1参照)ことになっています。ベーンせん断試験の最大トルクを次式に示します。

$$T_{uv} = T_{uv-s} + T_{uv-b} \dots\dots\dots (式 6)$$

$$T_{uv-s} = \frac{1}{2} \pi D_v^2 L_v c \dots\dots\dots (式 7)$$

$$T_{uv-b} = \frac{1}{4} \pi D_v^3 a_b c \dots\dots\dots (式 8)$$

ここに、

- T_{uv} : ベーンせん断試験の最大トルク (kN・m)
- T_{uv-s} : 土の円筒部分の側面に沿ったせん断力の抵抗モーメント (kN・m)
- T_{uv-b} : 下端部のせん断力の抵抗モーメント (kN・m)
- D_v : ベーンの直径 (m)
- L_v : ベーンの高さ (m)
- a_b : ベーン下端面のせん断応力分布によって決まる係数で長方形分布の場合 1/3

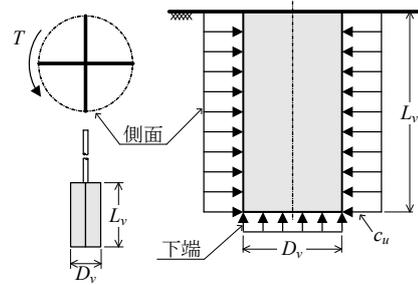


図1 ベーン面のせん断応力

ベーンせん断試験の適用範囲は軟弱な粘性地盤を対象としておりますが、本方法は砂質地盤においても適用するように検討されております。なお、(式 1) に示す本方法は、ベーンせん断試験の (式 8) の下端部のせん断力の抵抗については、杭基礎の場合、(式 7) 側面に沿ったせん断力の抵抗に比べ非常に小さいため、これを無視しています。本方法のせん断面に生じる土圧イメージを図2に示します。

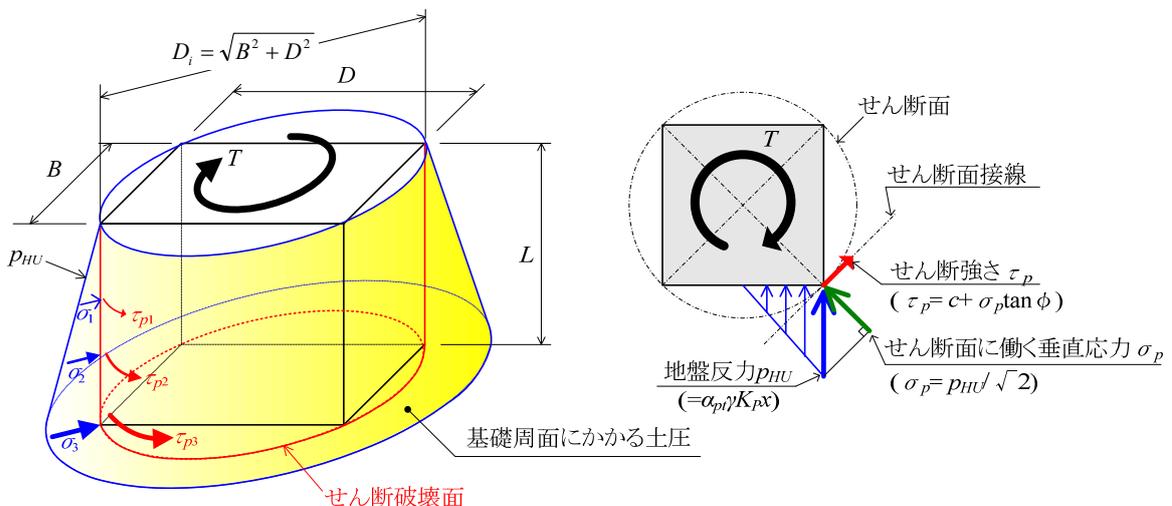


図2 本方法のせん断面に生じる土圧イメージ

(式 1) で示した地盤から決まる単杭の極限回転抵抗モーメントは、例えば当社製品「ポールアンカー100型-V」であれば、対象とする地盤は根巻きコンクリートを含む G.L. から抵抗板下端までを対象 (対象とする周面地盤の長さを L) とした場合となります (図 3(a) 参照)。根巻きコンクリートの周面地盤を対象としない (抵抗板のみで支持する) 場合は、(式 9) となります (図 3(b) 参照)。

$$T_u = \frac{1}{2} a_{Di} \pi D_i^2 l_s \left(c + \frac{\alpha_{pi} \gamma K_p (l_s/2 + l_0)}{\sqrt{2}} \tan \phi \right) \dots\dots\dots (式 9)$$

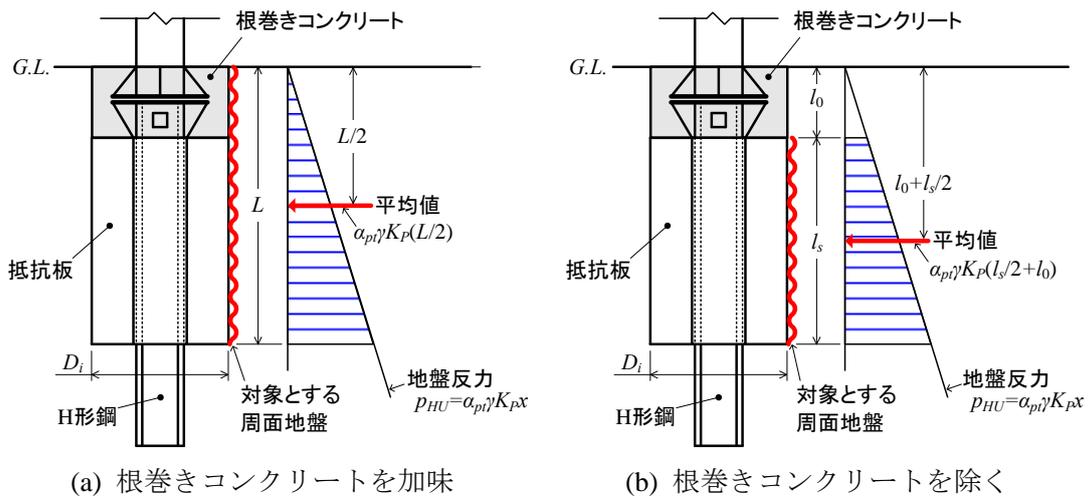


図 3 対象とする地盤が異なる極限回転抵抗モーメント

地盤反力の平均値は、図 3(a) に示す根巻きコンクリートを加味するものより、図 3(b) に示す根巻きコンクリートを除いたものの方が大きくなりますが、対象とする周面地盤の長さが違うことから、抵抗値としては図 3(b) に示す方が小さくなります (図 3 に示す地盤反力の (a) に示す三角形と (b) に示す台形の面積の比較)。日本地工では安全側に配慮し、根巻きコンクリートの周面地盤を抵抗値として考えていないことから、(式 9) を用いて地盤から決まる単杭の極限回転抵抗モーメントを推定しております。

参考文献

- 1) 载荷試験による道路標識等の杭の回転抵抗特性の評価 土木研究所資料 第 4226 号 (平成 24 年 5 月)
- 2) 地盤調査の方法と解説 (地盤工学会、平成 25 年 3 月)
- 3) 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 (日本道路協会、平成 24 年 3 月)