

道路等

つばさ杭[®]の設計は、道路橋示方書、杭基礎設計便覧、建設技術審査証明報告書に基づいて行います。

■地盤から決まる押し込み極限支持力

道路橋示方書による地盤から決まる押し込み極限支持力は、下記の式で算定します。

$$R_u = q_d \times A_w + U \times \Sigma L \times f$$

q_d : 杭先端の単位面積当たり極限支持力度 (kN/m²)

$$q_d = \alpha \times N$$

α : 先端支持力係数

地盤種別	先端翼外径/杭径	先端支持力係数 α
砂質土	1.5倍	120
	2.0倍	100
砂れき	1.5倍	130
	2.0倍	115

砂と砂れきの区分は「土の日本統一分類」(地盤工学会)による。

N : 先端地盤における標準貫入試験のN値
ただし、N値の最大は50とする。

$$A_w : \text{先端翼の面積 (m}^2\text{)} \quad A_w = \pi \times \frac{D_w^2}{4}$$

D_w : 先端翼外径 (m)

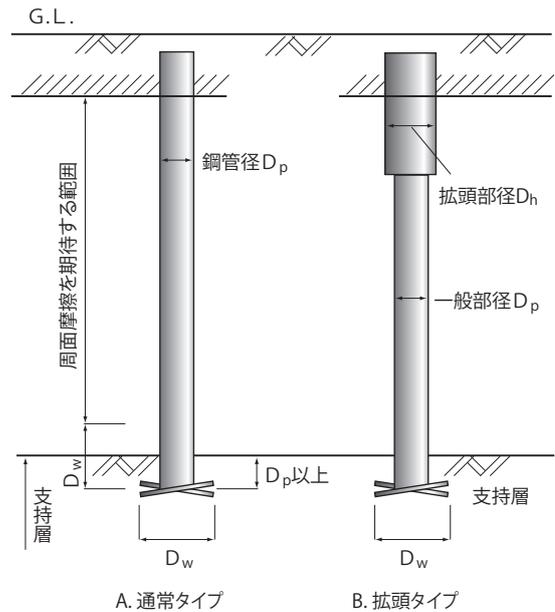
U : 鋼管の外周長 (m) 拡頭部は、拡頭部鋼管の外周長を用いる。

L : 周面摩擦を考慮する層の厚さ (m)

f : 周面摩擦を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

砂質土 $f=3N (\leq 150)$, 粘性土 $f=C$ または $10N (\leq 100)$

ここに、 C : 粘着力 (kN/m²), N : 杭周面地盤のN値



図は閉端タイプで説明しています。

■地盤から決まる引抜き極限支持力

つばさ杭[®]の引抜き極限支持力は、杭の周面摩擦力の他に杭先端翼のアンカー効果による抵抗力を期待することができ、下記の式で算定します。なお、支持層への根入れ長さは1.0Dp以上とし、最大周面摩擦力度は押し込み極限支持力算出時と同じ値を用います。

$$P_u = \pi \cdot D_w \cdot \left(\Sigma \gamma_i \cdot L_i + \gamma \frac{H}{2} \right) \cdot H \cdot \beta \tan \phi + U \Sigma (L_i \cdot f_i)$$

ここに、

D_w : 先端翼外径 (m)

γ_i : 支持層より上で地表面からi番目の層の土の有効単位体積重量 (kN/m³)

L_i : 支持層より上で地表面からi番目の層の層厚 (m)

f_i : 支持層より上で地表面からi番目の層の最大周面摩擦力度 (kN/m²)

γ : 支持層の土の有効単位体積重量 (kN/m³)

β : 引抜き係数。せん断破壊面の抵抗係数を表し支持層の内部摩擦角に応じた値を適用するものとする。(下表)

ϕ : 支持層の内部摩擦角 (°)

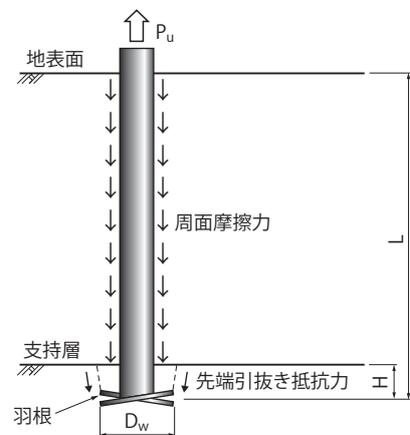
U : 鋼管の外周長 (m) $U = \pi \cdot D_p$

H : 先端翼上方の局所せん断破壊域の拡がる高さでの支持層への根入れ長 (m)。

ただし、 $H \leq 2.5D_w$ とする。

ϕ と β の関係

内部摩擦角 ϕ	引抜き係数 β
35°	2.1
40°	3.3
45°	5.3



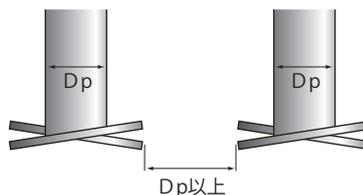
図は閉端タイプで説明しています。

杭間隔

杭の最小間隔を以下に示します。

杭先端翼	杭間隔
1.5倍	2.5D _p
1.75倍	2.75D _p
2.0倍	3.0D _p

D_pは杭径。



図は閉端タイプで説明しています。

軸方向バネ定数

つばさ杭[®]の軸方向バネ定数は、下式により算出します。

$$K_v = a \times \frac{A_p E_p}{L}$$

a : 下記の式により算定する。

先端翼倍率1.5倍 : $a = 0.013 \times \frac{1}{D_p^{0.54}}$

先端翼倍率1.75、2.0倍 : $a = 0.010 \times \frac{1}{D_p^{0.36}}$

K_v : 軸方向バネ定数 (kN/m)

A_p : 杭の純断面積 (m²)

L : 杭長 (m)

E_p : 杭のヤング係数 (kN/m²)

D_p : 杭径 (m)

拡頭タイプの場合は、拡頭部と一般部の径および長さを考慮して、それぞれの長さで荷重平均して求めたA_pやD_pを適用します。

$$A_p = A_{p1} \times \frac{L_1}{L} + A_{p2} \times \frac{L_2}{L}$$

$$D_p = D_1 \times \frac{L_1}{L} + D_2 \times \frac{L_2}{L}$$

A_{p1} : 拡頭部の純断面積 (m²)

A_{p2} : 一般部の純断面積 (m²)

L₁ : 拡頭部の長さ (m)

L₂ : 一般部の長さ (m)

L : L₁ + L₂ (m)

D₁ : 拡頭部の径 (m)

D₂ : 一般部の径 (m)

適用範囲

	適用支持地盤	施工深さ
開端タイプ	砂質土、礫質土 (硬質粘土、風化岩については、ご相談願います)	実績最大77m
閉端タイプ	砂質土、礫質土 (硬質粘土、風化岩については、ご相談願います)	実績最大60m

鉄道

つばさ杭[®]の設計は、鉄道構造物等設計標準・同解説(基礎構造物)に基づいて行います。また、杭径(D_p) φ400mm以下の小口径についても設計基準が整備されました。なお、閉端タイプを用いる場合は条件がございますので、事前にご相談ください。

設計上の留意事項

■杭寸法の選定

(1) 杭 径： 同じ現場で三点式杭打ち機と全周回転機の両方を使用することを避けるため、杭径は原則として以下のいずれかの範囲から選定します。

$\phi 318.5 \sim \phi 609.6\text{mm}$ (三点式杭打ち機)
$\phi 500 \sim \phi 1600\text{mm}$ (全周回転機)

(2) 厚 さ： ● 杭長が長い場合、厚さを変化させるのが一般的ですが(例/上部…16mm、下部…9mm)、厚さの変化部(不等厚溶接部)は、杭の高止まりを考慮して設定します。なお、不等厚溶接部は原則として工場溶接とします。

- 鋼管の厚さは、施工時の健全性も考慮して決定します。
- 鋼材の腐食対策として、通常鋼管外面に1mmの腐食代を考慮して設計します。ただし、腐食環境が特に厳しい場所は別途考慮します。

■拡頭タイプの設計

(1) 設計手法： 拡頭タイプは拡頭部と一般部の剛性が大きく異なるため、原則として、変断面として安定計算を行います。すなわち、拡頭部と一般部における杭の曲げ剛性と水平地盤バネはそれぞれの杭寸法に応じた値を用いて安定計算を行います。

(2) 拡頭部の長さ： 拡頭つばさ杭[®]の拡頭部長さは、「杭基礎設計便覧」に示される、第1断面変化位置の深さ以上の長さとしします。ただし、常時およびレベル1地震時において、一般部の上端の応力度は、それぞれ許容応力度の90%以下に抑えます。

