

III-B 28

軟岩を支持層とした鋼管杭の鉛直載荷試験

北海道開発局開発土木研究所 正会員 日下部祐基
同 上 正会員 西川 純一

1. まえがき

岩盤を支持層とする打込み鋼管杭の鉛直支持特性は、それほど明らかにされていない。本報文では、軟岩を支持層とした鋼管杭の鉛直載荷試験を実施して、根入れ比 I/D が小さい杭の鉛直支持力や軸方向バネ定数の決定法を検討した。

表-1 杭の諸元

杭名	杭径D(mm)	肉厚t(mm)	杭長L(mm)	根入れ深さl(mm)	根入れ比 I/D
A-1	800	12	7500	6700	8.4
B-1	600	12	5000	4300	7.2
B-2	600	9	17670	16970	28.3

2. 試験概要

杭の鉛直載荷試験は、2橋梁の橋台基礎3箇所で行われたものである。表-1に示した各杭の諸元から分かるように、A-1、B-1杭は、根入れ比 I/D が10以下の短杭である。

各杭の支持層とした岩盤は、一軸圧縮強度 q_u が 10 kgf/cm^2 以下の軟岩である。表-2に各支持層岩盤の地盤定数を示す。

表-2 支持層岩盤の地盤定数

杭名	含水比 $\omega(\%)$	湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	比重 ρ_s	一軸圧縮強度 $q_u(\text{kgf/cm}^2)$	変形係数 (一軸圧縮試験) $E_{50}(\text{kgf/cm}^2)$	変形係数 (孔内水平載荷) $E_y(\text{kgf/cm}^2)$	岩種
A-1	-	2.21	-	5.7	251	1425	砂岩
B-1	17.5	2.15	2.70	8.1	632	1277	泥岩
B-2	16.0	2.20	2.71	7.9	771	2530	泥岩

図-1～3に各杭の設計で用いられたボーリング柱状図とN値分布および杭の根入れ位置を示す。

3. 試験結果と考察

3-1 支持層岩盤の杭先端支持力

杭の先端支持力を推定する方法としては、道路橋示方書・同解説、IV下部構造編¹⁾（以下、道示）に、打込み杭や場所打ち杭の算定法、および軟岩・土丹を支持層とする打込み鋼管杭の推定方法（案）²⁾（以下、軟岩推定法案）がある。図-4は、各推定法で求めた支持力と載荷試験から得られた実測値との比と、根入れ比の関係を示したものである。根入れ比が小さい杭では、打込み杭の算定法および軟岩推定法案の支持力が、過大に算出されていることがわかる。この原因は、載荷試験後に杭管内をボーリング調査した結果、支持層岩盤線が杭管内と外でほぼ同一であったことから、杭先端閉塞が十分されなかったためと考えられる。場所打ち杭の算定法により求めた支持力（硬質粘性土層として求めた）は、良い一致がみられる。

現場条件から考えると、軟岩推定法案が最も良い一致をみると予想された。しかし、上述したように杭先端が十分閉塞されなかったことから、良い一致がみられていない。この傾向は、短杭で特に顕著に現れている。したがって、短杭の場合には、地盤定数などを低減して用いる方法が考えられる。

図-5は、軟岩推定法案の式で用いている支持岩盤の一軸圧縮強度を実測支持力から逆算して、設計で用いた値との比を求め、根入れ比との関係を示したものである。根入れ比が小さいと一軸圧縮強度の比も小さくなっていることがわかる。この結果では、データ数が少ないことから参考値程度であるが、根入れ比が1.0

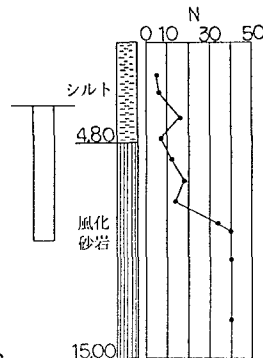


図-1 A-1杭柱状図

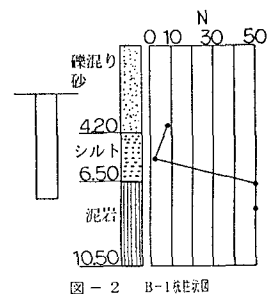


図-2 B-1杭柱状図

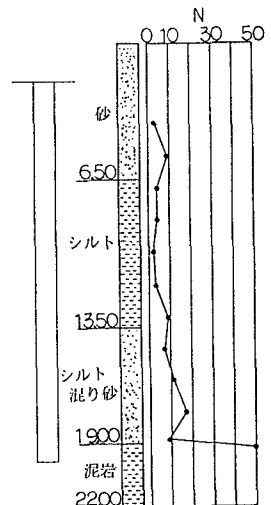


図-3 B-2杭柱状図

未満では設計に用いる一軸圧縮強度を地盤調査から得られた値の2～3割程度にする必要があると思われる。

3-2 杭の軸方向バネ定数

道示では、各種杭の軸方向バネ定数として推定式が示されているが、適用条件として $l/D \geq 10$ とされている。 $l/D < 10$ の範囲では、地盤調査結果による推定をあわせて行い、総合的に決定する必要がある。地盤調査結果からバネ定数を求めるには、すべり係数 C_s と杭先端地盤の鉛直方向地盤反力係数 k_v を土質試験から推定して理論式より求める。

図-6は、載荷試験より求めたすべり係数と既存の N 値から推定する2方法³⁾により求めた値を比較したものである。全体的にはあまり良い相関が認められないが、すべり係数の小さいところでは岡原らの方法⁴⁾に、ある程度の一致がみられる。

図-7は、杭先端地盤反力係数の実測値と既存の推定法^{1), 3)}の値を比較したのものである。この関係では、一軸圧縮試験結果の変形係数から求めた値が実測値と良く一致している。

図-8は、実測値と一致がみられた推定値を用いて、道示にある軸方向バネ定数を求めるための係数 a を求め、実測値から逆算した a と比較したものである。同図には、道示の l/D より求めた値も示した。土質試験から求めた値が良く一致していることがわかる。

4. まとめ

- 1) 軟岩層の杭先端支持力の実測値は、硬質粘性土層とした場所打ち杭の算定値と良い一致がみられた。現場条件から最も良い一致がみられると予想された軟岩推定法案は、短杭では先端閉塞がされないため、良い一致がみられなかった。
- 2) 杭の軸方向バネ定数を地盤調査結果から推定するための各係数は、すべり係数は岡原らの方法から、杭先端地盤反力係数は一軸圧縮試験結果の変形係数から、それぞれ求めた値を用いると良い一致がみられた。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編，1990. 2 2) 建設省土木研究所：軟岩を支持層とする杭の支持力に関する実験的研究，土木研究所資料第2720号，1989. 2 3) 日本道路協会：杭基礎設計便覧，1992. 10 4) 岡原ら：杭の鉛直および水平方向の支持特性に関する研究，構造工學論文集，Vol. 37A，1991.

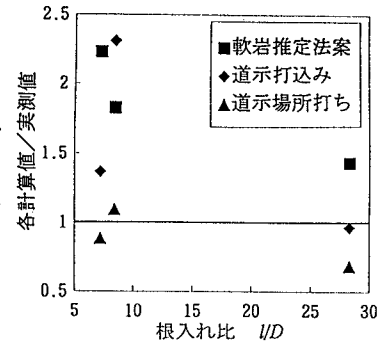


図-4 先端支持力比と根入れ比

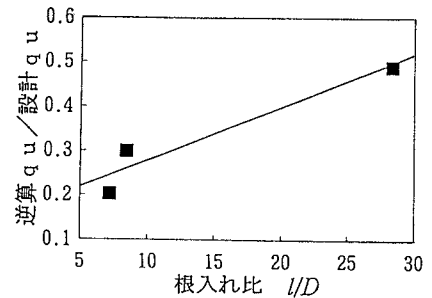


図-5 逆算 q_u / 設計 q_u と根入れ比

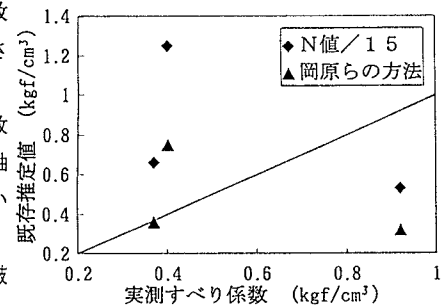


図-6 すべり係数の比較

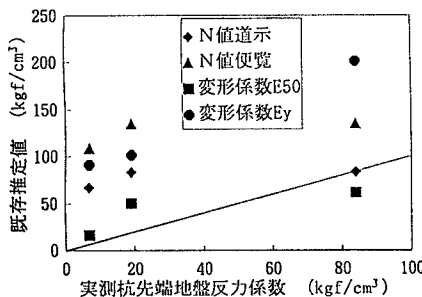


図-7 杭先端地盤反力係数の比較

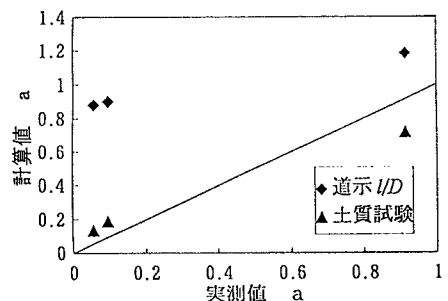


図-8 杭頭バネ定数の係数 a の比較