

III-495

東京湾横断道路 載荷試験結果に基づく
大径鋼管杭の支持力機構

東京湾横断道路(株)

縦山 好幸

安達 靖夫

〃

安永 正三

中本 泰弘

鋼管杭協会

(正) 片山 猛

(正) 川上 圭二

1. 経緯

東京湾横断道路の沖合部橋梁の下部工基礎形式として $\phi 1.6\text{m}$ の鋼管杭を用いた水中橋脚基礎が計画されている。使用する杭が大口径であること、および当該地盤での杭の根入れ位置（海底面下約30mに位置するN値70以上の砂層 D_{3s} ）の下方にN値が20程度の洪積粘性土(D_{4c})が存在し、杭先端から支持層の余長として2.0mしかなく支持力が低下する恐れがあったため、 D_{3s} への支持杭(T_1 杭)と D_{4c} まで根入れする杭(T_2 杭)との比較載荷試験が実施された¹⁾。 T_2 杭の施工は T_1 による事前検討によりD80クラスのハンマーでは D_{3s} の打ち抜きが困難と考え補助工法として中掘りを行い、D80クラスと同等の能力を持つ油圧ハンマーで打ち込みを実施したため、外面摩擦力と内面摩擦力を分離できるデータの取得ができた。これらのデータをもとに大径鋼管杭の支持力機構について報告する。

2. 載荷試験の概要

試験に使用した載荷杭は図-1に示す地盤中の D_{3s} 層を支持層とする T_1 杭($\phi 1,600 \times 24 \times 50,950$ 、外バンド)と D_{4c} に打ち込んだ T_2 杭($\phi 1,600 \times 24 \times 63,150$ 、バンド無)の2本である。鉛直載荷試験の結果、最大荷重は T_1 杭で1,600ton、また T_2 杭は1,700tonであった。 T_1 杭および T_2 杭の軸力分布を図-2に示す。図-2より明らかなように先端伝達荷重は T_1 杭で320tonであったが、 T_2 杭は中掘り併用杭であったため先端伝達荷重は発生していない。

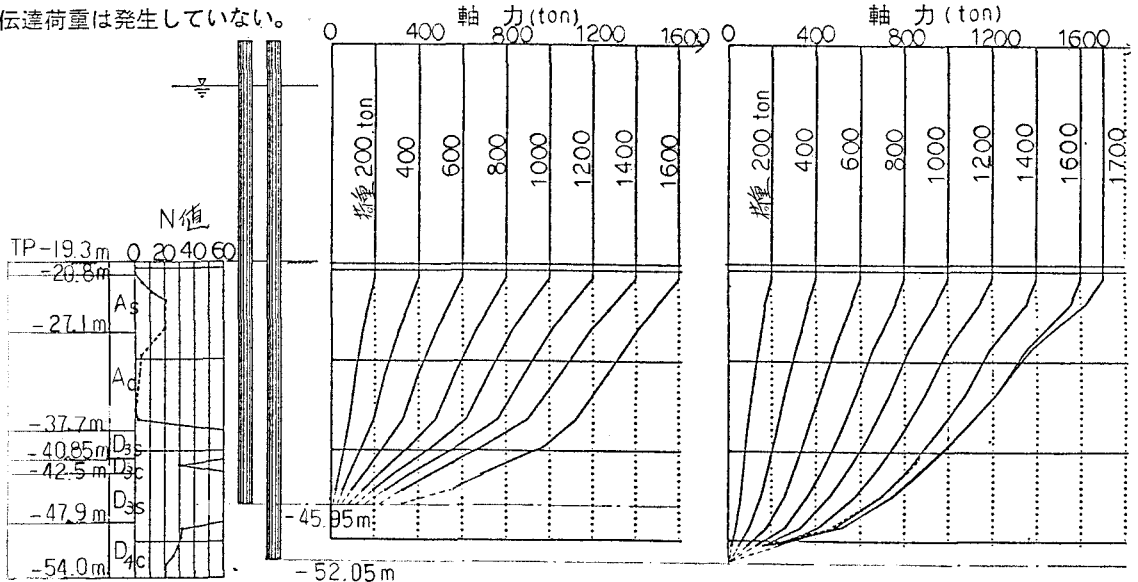


図-1 土質柱状図および

杭根入れ長さ

(T₁ 杭)(T₂ 杭)

図-2 鉛直載荷試験結果（軸力分布図）

3. 鉛直載荷試験結果の評価

最大荷重での軸力分布から算定した周面摩擦力および先端伝達荷重を表-1に示す。

- 1) 周面摩擦力 ①支持層での最大摩擦力度は下側の砂層の D_{3s} 層で 15.5ton/m^2 である。この値は管内の周面摩擦力と外側の摩擦力との総和である。また粘性土では地盤試験による一軸圧縮強度から求めた粘着力C値とほぼ一致しその最大値は D_{4c} (T_2 杭)で 28.2ton/m^2 となった。

② T₂ 杭は杭の根

表-1 T₁ 杭、T₂ 杭の各層での周面摩擦力度と先端伝達荷重

土層 区分	深 度 TP-(m)	地質調査結果		(A) 道示による 周面摩擦 力 (t/m ²)	載荷試験結果による 周面摩擦力 (t/m ²)		管内摩擦力の推定 (t/m ²)		載荷試験での最大 荷重時各層の軸力	
		N値	C (t/m ²)		(B) T ₁ 杭	(C) T ₂ 杭	(D)=(B)-(C) 管内摩擦力	(E)=(D)/(C) 管内外の摩 擦力の割合	T ₁ 杭 (ton)	T ₂ 杭 (ton)
A s	20.8 ~27.1	12	—	2.4	8.4	8.1	0.3	0.04	266	256
A c	27.1 ~37.7	2	8.0	7.3	7.1	7.2	-0.1	—	378	383
D _{1s}	37.7 ~40.85	70 (220)	—	10.0	14.3	8.3	6.0	0.72	226	131
D _{1c}	40.85~42.5	28	18.8	15.0	17.1	8.9	8.2	0.92	142	73
D _{2s}	42.5 ~47.9	70 (124)	—	10.0	15.5	10.9	4.6	0.42	268	295
D _{2c}	47.9 ~54.0	26	24.2	15.0	—	28.2	—	—	—	562
先端伝達荷重 ⇒									320	0

に対して42~72%と考えられる。

（注意）載荷試験結果による周面摩擦力は最大荷重時の初期の値を採用した。

③ 支持層より上部のA_s、A_c層ではT₁ 杭とT₂ 杭との周面摩擦力はほぼ同じであり、この層では管内の周面摩擦力は発揮されていない。

2) 先端地盤強度 ① 表-1 より先端伝達荷重は320tonであるが、支持力を発揮できる箇所として杭先端に取りつけたバンドを含めると地盤強度は1,810ton/m²となる。この値は換算N値と地盤強度とを関係づけた表²⁾より推定したN値124 に対する1200ton/m²とオーダーが一致している。

② 杭先端支持力（杭肉厚部+銅管内面摩擦力）を推定すると杭肉厚部320tonおよび内面摩擦抵抗246tonとなり、いわゆる杭先端支持力は566tonである。

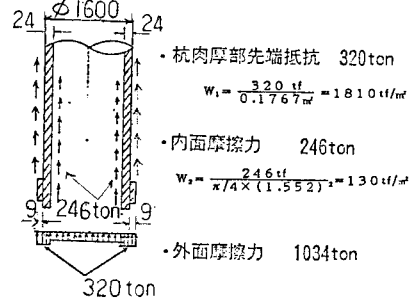


図-3 T₁ 杭の支持力の分担

4. 大径鋼管杭の支持力機構

① 道路橋示方書を適応した場合、先端支持力については道示で定める先端閉塞率の65%しかない。

② 山肩³⁾は鋼管杭の支持力機構として、各層での管外での周面摩擦に先端支持力として杭の先端部での肉厚での抵抗と支持層内での管内の周面摩擦を加えた式を提案している。今回のT₁ 杭にこの式を適応すると極限支持力は1,734tonとなり、試験結果の1,600tonに対して1.08倍とほぼ同一となる。載荷試験結果では管内の周面摩擦は管外の周面摩擦より小さくなっているのに対して、山肩らの原典では、管内の周面摩擦と管外の周面摩擦とを同一にしていることによる差と考えられる。

③ T₁ 杭について山原⁴⁾の提案による先端閉塞効果を考慮した式で載荷試験との極限支持力を合わせてみたが、山原式では極限支持力の内、管外土の値が547ton、管内土が1,076tonとなり、載荷試験での値である管外土1,034ton、管内土（内面摩擦+肉厚部抵抗）566tonと反対となり整合しない。

5. まとめ

鉛直載荷試験の結果、道路橋示方書に基づく開端鋼管杭の支持力として設計値を下回ったため、基礎杭の支持力算定方法を支持力機構にフィードバックする必要がある。大径鋼管杭の支持機構は管外の周面摩擦に支持層での閉塞による管内面の摩擦力および杭先端肉厚部で抵抗していると考えられる。今後支持層での管内面での摩擦力や杭先端肉厚で抵抗するときの強度式などの設定が課題となろう。

【参考文献】

- 1) 東京湾横断道路鋼管杭載荷試験について、樺山好幸、高橋敏之ら、第25回土質工学発表会、1990.6
- 2) 最近の基礎地盤調査の傾向（N値の利用）、宇都一馬、FRPM講習会資料、1989.9
- 3) 開端鋼管の支持力に関する考察（その2）、山肩邦男ら、日本建築学会論文報告集、第213号、S48.11
- 4) 鋼管の閉塞効果と支持力機構、山原浩、日本建築学会論文報告集96号、97号 1963年