

羽田空港 D 滑走路建設工事における大口径鋼管杭の支持力

大成建設(株) 正会員 清水正巳 ○水野立 (株)大林組 森山信
鹿島建設(株) 正会員 永谷達也 清水建設(株) 正会員 佐藤純哉
国土交通省東京空港整備事務所 鈴木紀慶

1. はじめに

羽田空港 D 滑走路建設工事においては、長尺の大口径鋼管杭（最大径φ1600）を打設する。大口径鋼管杭は東京湾横断道路（TTB）や東京港臨海道路等で施工されているものの、実績は少なくその支持力算定式が明確に規定されているわけではない。そこで、本工事においては、本杭打設工に先立ち急速載荷試験（栈橋部：F-1 試験杭φ1600，連絡誘導路部：F-2 試験杭φ1422.4）を実施した。本報告は、その試験結果を用いた大口径鋼管杭の極限支持力算定式および施工時の支持力管理式について報告するものである。

2. 杭の支持力

(1) 極限抵抗力算定式

杭の極限支持力は、下式に示すように先端抵抗力と周面摩擦力の和とした。

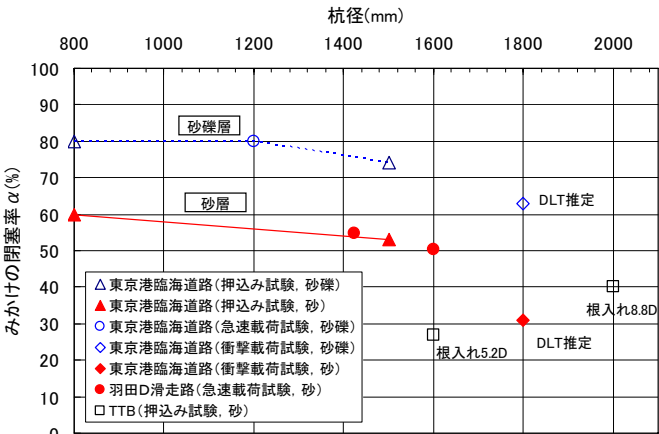
$$Ru = \alpha \times 300 \times N \times A_p + \sum (U \times f_i \times l_i)$$

ここに、Ru：杭の極限支持力(kN)，α：先端閉塞率(みかけの閉塞率)，N：杭先端のN値，Ap：杭閉塞断面積(m²)，U：杭の周長(m)，fi：周面摩擦力度(kN/m²)，li：層厚(m)であり、載荷試験により設計で設定した先端閉塞率α(=50%)，周面摩擦力度fi(=2.0N：砂質土、1.0C：粘性土(N：地盤N値、C：粘着力))の妥当性を確認する。

(2) 先端閉塞率

杭の載荷試験による栈橋部F-1と連絡誘導路部F-2の杭の先端閉塞率(みかけの閉塞率)を表2-1に示す。なお、杭の支持層への根入れは、いずれも3D(ここに、D：杭径)である。先端閉塞率は、載荷試験で得られた先端支持力を300・N・Ap(N：N値で本試験ではN=40，Ap：杭閉塞断面積)で除した値である。東京港臨海道路の結果¹⁾²⁾も併せて示した。本載荷試験から得られた先端閉塞率は、設計で設定したα=50%を満足した。

また、図2-1は、東京湾横断道路(TTB)と東京港臨海道路の載荷試験結果より得られた先端閉塞率と杭径の関係¹⁾に、本試験結果をプロットしたものである。本試験結果は、東京港臨海道路の砂層で得られた先端閉塞率と同様の値となった。



(注) DLT：衝撃載荷試験

図 2-1 先端閉塞率と杭径の関係

表 2-1 先端閉塞率

	羽田D滑走路		東京港臨海道路		
	栈橋部 F-1	連絡誘導路 F-2	試験杭③	試験杭④	試験杭⑤
杭 径	φ 1600	φ 1422.4	φ 1200	φ 1500	φ 1500
土 質	砂層 (④層)	砂層 (④層)	礫層 (⑤層)	礫層 (⑤層)	砂層 (⑤層)
支持層への根入れ長	3D (4.8m)	3D (4.3m)	3D (3.6m)	3D (4.5m)	3D (4.5m)
完全閉塞の先端支持力 (計算値)	24,127kN	19,068kN	13,560kN	21,204kN	21,204kN
試験先端支持力	12,164kN	10,471kN	10,800kN	15,700kN	11,300kN
杭先端閉塞率 (α)	50.4%	54.9%	80%	74%	53%

キーワード 羽田 D 滑走路，急速載荷試験，大口径鋼管杭，極限支持力，先端閉塞率
連絡先 〒135-0064 東京都江東区青梅 2 丁目地先 中央防波堤外側埋立地 (その 1)
羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体 栈橋Ⅱ工区 TEL03-6384-0077

(3) 周面摩擦力度

杭の載荷試験より得られた周面摩擦力度をN値および粘着力Cと関連付けて整理した。また、東京港臨海道路の同一土層の載荷試験結果と併せて表2-2に示す。

本試験結果の周面摩擦力度は東京港臨海道路の結果と整合してお

り、砂質土層の周面摩擦力度は設計値(2.0N)以上の値、粘性土層の周面摩擦力度は設計値(1.0C)以上の値が得られた。

3. 施工時の支持力管理式

施工時には、載荷試験結果を基に設定した支持力管理式による支持力管理を行う。支持力管理式の作成フローを図3-1に示す。支持力管理式は、Hileyの簡略式を基にした先端抵抗力に、載荷試験結果による周面摩擦力を組み合わせた以下に示す式とした。

$$R_s = e \times \frac{Eh}{S} \times C_f \times S_r \times S_t + \sum f_s$$

ここに、 R_s ：静的抵抗力(支持力)、 e ：ハンマー効率、 Eh ：ハンマーエネルギー、 S ：貫入量、 C_f ：換算係数、 S_r ：先端静的抵抗比、 S_t ：先端支持力のセットアップ率、 $\sum f_s$ ：地盤回復後の周面摩擦力の合計

棧橋部の載荷試験結果を用いて作成した杭径φ1,600の杭を④-S層に打ち止める場合の支持力管理式を表3-1に示す。施工時において、上記の支持力管理式によりすべての基礎杭の支持力を確認する。

4. おわりに

現在、棧橋部および連絡誘導路部の基礎杭を施工中である。作成した支持力管理式の活用と施工データの蓄積により基礎杭の品質を確実に確保していく所存である。最後に本試験実施に際してご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 才村他：東京港臨海道路における大口径鋼管杭の鉛直支持力、第40回地盤工学研究発表会、2005
- 2) 児島他：東京港臨海道路における急速載荷試験、第40回地盤工学研究発表会、2005
- 3) 永谷他：D滑走路における杭の支持力試験について、東京国際空港建設技術報告会(第四回)技術報告集、関東地方整備局東京空港事務所、平成19年12月21日

表2-2 周面摩擦力度

土層名	羽田D滑走路			東京港臨海道路		
	設計値	棧橋部 F-1	連絡誘導路部 F-2	試験杭③	試験杭④	試験杭⑤
		急速載荷試験	急速載荷試験	急速載荷試験	押込み試験	押込み試験
①-H	1.0C	1.5C	1.0C	—	—	—
①-C1				—	—	—
①-C2		1.3C		—	—	—
②-C				1.0C	(100kN/m ²)	(100kN/m ²)
②-S	2.0N	2.9N	—	2.6N～3.3N (平均 3.0N)	1.9N～2.0N (平均 2.0N)	2.7N～5.6N (平均 3.7N)
③-S		2.9N	4.0N	3.9N～5.0N (平均 4.5N)	1.7N～5.4N (平均 3.6N)	2.7N～3.1N (平均 2.9N)
④-S		2.7N	3.8N	— (④層なし)	— (④層なし)	— (④層なし)

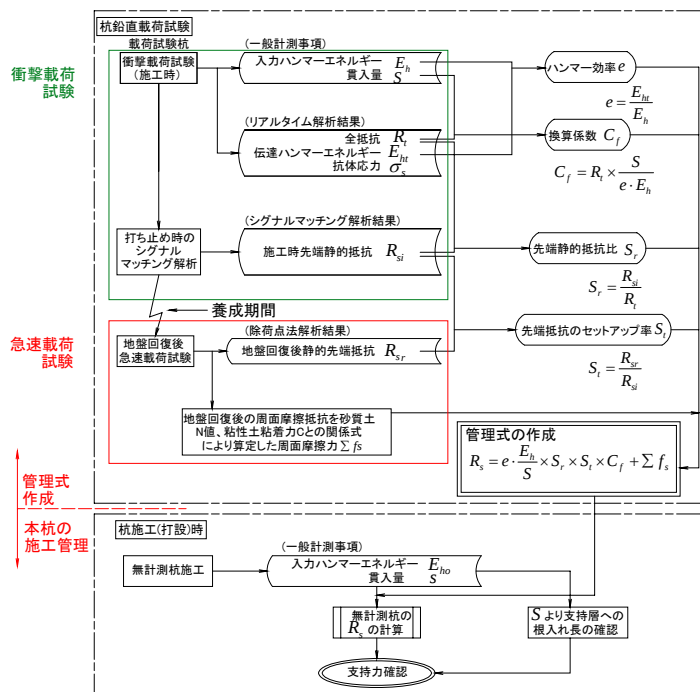


図3-1 支持力管理式の作成フロー

表3-1 支持力管理式

	F-1 試験結果
杭 径	φ 1600
地 盤	砂層 (④-S)
ハンマーエネルギー Eh (kN・m)	139
貫入量 S (mm)	3.6
全抵抗力 Rt (kN)	14,920
伝達エネルギー Eht (kN・m)	90
静的抵抗力 Rsi (kN)	4,858 (先端のみ)
ハンマー効率 e	0.65
換算係数 Cf	0.59 (=14,920 × (0.0036 / (0.65 × 139)))
静的抵抗比 Sr	0.33 (=4,858 / 14,920)
セットアップ率 St	2.5 (先端分) (=12,164 / 4,858)
支持力管理式	$R_s = 0.32 \times Eh / S + \sum f_s$