

III-126 波動理論杭打解析手法による鋼管杭打設時挙動の解析

運輸省第二港湾建設局 正会員 田中 洋行, 鈴木 光雄
鹿島建設株式会社 正会員 鶴飼 進, 飛田研一郎, 〇太鼓地敏夫

1. まえがき

現在運輸省で進めている東京国際（羽田）空港の沖合展開工事に関連し、羽田地区の地盤における鋼管杭打設時の挙動を把握し、将来当地区の鋼管杭打設工事に際して杭打機及び杭仕様を適切に選定するための基礎資料とすることをねらいとして試験杭を打設し、杭打設時の計測データを波動理論による杭打解析手法を用いて解析したので概要を報告する。

2. 杭打ち試験内容

試験杭は $\phi 800$, $t=9$, $\ell=42\text{m}\sim 55\text{m}$, SKK-50の鋼管杭である。

図-1に示す新A滑走路予定地の東側に位置するNo.1～No.3の3地点において、無処理杭とS.L塗装杭を10m 間隔で各1本づつ計6本をディーゼルハンマー（K-45）にて打設した。測定項目は打撃回数、貫入量、リバウンド量、ラム落下高であり、No.3杭については杭頭下1m の位置で動ひずみ4点と加速度1点も計測した。試験杭打設位置の推定土層断面図及び土性値は図-2に示すとおりである。

3. 杭打ち試験結果

杭の総打撃回数及び杭打止め時の測定値を表-1に示す。

No.1無処理杭を除き、杭打止め時の貫入量は8.5mm～13mmと比較的大きく、リバウンド量は12mm～8mmと比較的小さい。無処理杭とS.L塗装杭の総打撃回数を比較するとNo.1では無処理杭が多く、No.2, No.3ではS.L塗装杭の方が多い結果となっている。総打撃回数はNo.1, No.3に比べてNo.2が多く、杭の打設位置によりバラツキがみられる。

4. 波動理論杭打解析手法による解析

Smith E. A. L. により提案された波動理論による杭打ち解析手法¹⁾を用いて杭の打込み時の挙動を解析する。この解析手法はハンマ・杭・地盤を質点とバネにモデル化し、時刻歴応答解析を行うことにより、杭の貫入量、リバウンド量、打撃応力度及び加速度等を算定するものである。

(1) 解析条件

① ハンマー及びアクセサリ

ラム重量 $W=4.5\text{ t}$, キャップ重量 $W_c=1.5\text{ t}$

クッション 材質ビバング、径 0.8 m, 厚さ 0.1 m

② 地盤

杭打設時の総地盤抵抗力は杭の周面抵抗力と先端抵抗力の和で表わされる。ここでは総地盤抵抗力（100t～600t）及び周面抵抗力の占める割合をパラメータとする。

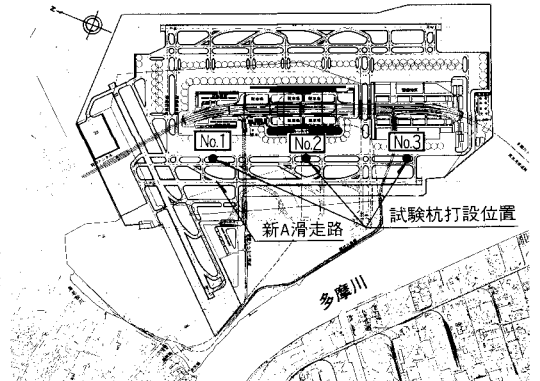


図-1 試験杭打設位置図

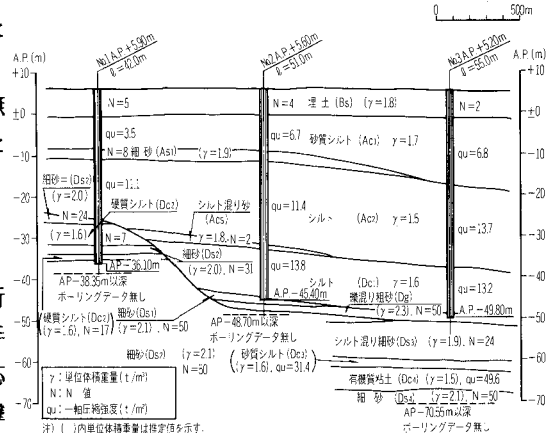


図-2 土層断面図

表-1 測定結果（杭打止め時）

測定項目	No.1 杭 ($\ell=42.0\text{m}$)		No.2 杭 ($\ell=51.0\text{m}$)		No.3 杭 ($\ell=55.0\text{m}$)	
	無処理	S.L	無処理	S.L	無処理	S.L
打止め深度(m)	41.9	42.0	51.0	50.9	54.9	54.8
総打撃回数	835	698	1329	1582	993	1079
貫入量(mm)	7	13	8.5	11.5	9.2	10.5
リバウンド量(mm)	17	8	12	8	8	9
ラム落下高(cm)	240	220	220	230	230	230

(2) 解析方法

杭打設時の総地盤抵抗力と周面抵抗力の割合を変化させることによりパラメータ解析を行い、貫入量とリバウンド量の解析値を実測値と比較して杭打設時の地盤抵抗力を推定する。貫入量とリバウンド量から推定される総地盤抵抗力は完全には一致しないが、両者から推定される値の差が最も小さくなるケースが実際の杭の挙動を良くシミュレートしていると考えられる。

(3) 解析結果

ここでは貫入量、リバウンド量の他杭頭応力度、杭頭加速度が計測されているNO.3無処理杭について考察する。

① NO.3無処理杭打設時の地盤抵抗力は周面抵抗力の占める割合が大きく、先端抵抗力の割合は小さいものと推定される。

杭打止め時の総地盤抵抗力は図-3に示すように、210t~270t程度と推定される。

② 打撃応力度は図-4に示すとおり杭頭部で最大となり、総地盤抵抗力の増大に伴って杭頭応力度も増加する。総地盤抵抗力が210t~270tの場合の杭頭最大応力度の解析値は1750 kg/cm² ~1800 kg/cm² である。実測値は1850 kg/cm² であり実測値の方がやや大きいものの解析値とほぼ一致している。

③ 杭頭最大加速度の解析値は270g~320gである。実測値は330gであり解析値とほぼ一致している。

(4) 既往の公式との比較

今回の試験杭に関し、波動理論杭打解析手法の解析結果と既往の公式による算定値を比較すると以下となった。

① 波動理論杭打解析手法で推定される杭打設時の総地盤抵抗力は図-5に示すとおり先端閉塞率を考慮して静的支持力公式で算出される杭の極限支持力の0.3倍~0.5倍程度となった。

② また、既往の動的支持力公式で算出される杭の極限支持力の0.3倍~0.5倍程度となった。

③ 波動理論杭打解析手法で推定される打撃応力度はSt. Venant の式²⁾による算定値に近い値となった。

5. あとがき

試験杭打設時挙動の解析により、今後当地区の杭打ち工事において杭打設時の地盤抵抗力を適切に評価し、波動理論杭打解析手法による事前解析を行えば杭の貫入量、打撃応力度が予測でき、杭打機の選定、杭打込み可否の判定に有効な資料となることが確認された。

参考文献

- 1) Smith E.A.L : Pile Driving Analysis by the Wave Equation, A.S.C.E., J. Soil Mech., No. SM4, 1960
- 2) 鋼管杭協会：鋼管杭の打撃応力と適正ハンマ，1982

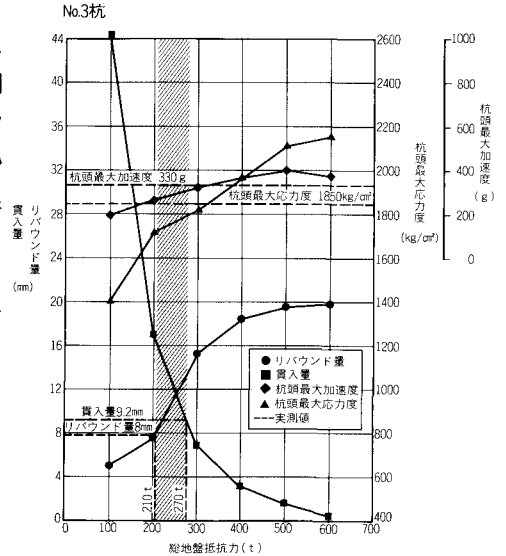


図-3 総地盤抵抗力解析図

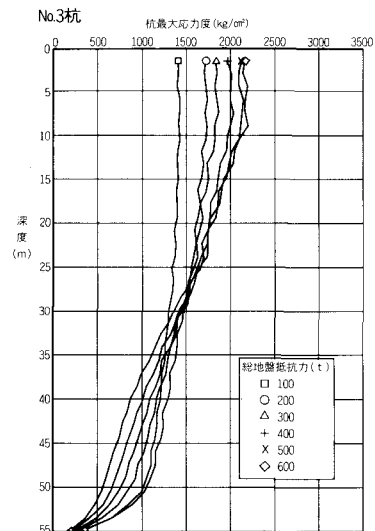


図-4 打撃応力度分布図

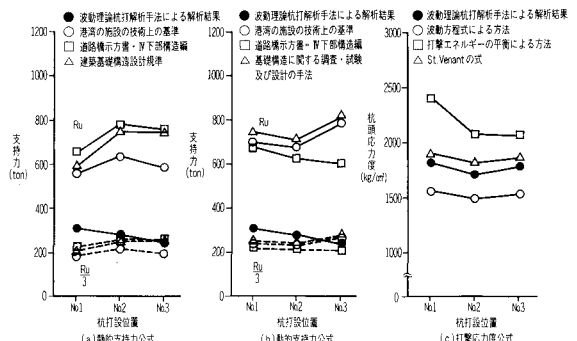


図-5 既往の公式との比較図(無処理杭)