

長期の養生期間をおいた杭の衝撃載荷試験結果と考察について

堺エル・エヌ・ジー（株）正会員長谷川 明生

堺エル・エヌ・ジー（株）正会員○深海 仁司

三菱重工業（株）兼松 秀行

西松建設（株）和田 淳

（株）フグロ・ジオサイエンス正会員西村 真二

1. はじめに

杭基礎における支持力の施工管理においては、Hiley の簡略式等を用いて支持力を確認しているが、過去の施工実績等により得られた平均値的な係数を用いているため、各施工地点の支持力性能を詳細に把握することは難しい。そのため、詳細な支持力性能を確認する場合には、静的載荷試験、動的載荷試験（急速載荷試験、衝撃載荷試験）を行い性能評価している。

今回、大阪府堺市においてL N G基地の建設で配管ラック基礎に鋼管杭を採用した。事前地質調査結果に基づき支持力を評価した結果、支持層が薄く、N値のバラツキ等により支持力性能について不明な点があった。よって、施工管理式を導くことを目的として衝撃載荷試験を行っている。本報においては、比較的、長い養生期間（80日）をおいた杭の衝撃載荷試験の結果と考察について報告する。

2. 杭基礎および衝撃載荷試験の概要

今回対象とするのは、図－1に示すL N G配管ラック基礎の杭である。杭の支持層は、大阪市内で通常支持層として扱われる第一天満層（N値 30 程度）とし、地層は、表層から埋立粘土層、沖積粘土層（A c 層）が順に支持層上面まで分布する。杭の設計においては、原地盤上に盛土することにより発生するA c 層の圧密沈下に伴うネガティブフリクションを考慮した。

杭の支持力は、静的支持力公式により評価したが、①支持層である第一天満層の層厚が薄いこと、②支持層としてはN値が 30 程度と低く、かつばらついていること、③第一天満層の間には粘性土を介在していること、④第一天満層の下部には層厚約 10m の洪積粘性土層（M a 12 層）が分布していることから、十分な支持力が得られないことが懸念された。そこで、衝撃載荷試験を実施し、現位置において支持力を確認することとした。衝撃載荷試験の概要は、表－1に示す通りである。

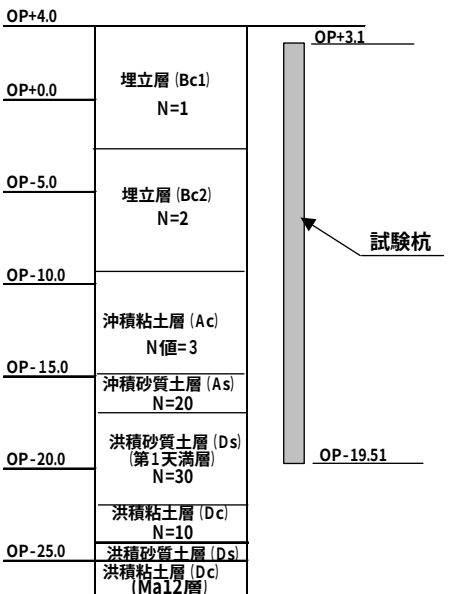
3. 衝撃載荷試験の結果

（1）17 日間の養生後の衝撃載荷試験結果

衝撃載荷試験は、杭打設時および 17 日間の養生後の 2 回実施した。図－2には、この内、杭打設時の計測データ（ひずみ計、加速度計）をもとに波形マッチング解析した結果を示す。解析値は実測値とよく一致している。この 2 回の試験結果から、養生後の杭の支持力を評価した。その結果、静的支持力公式による値と比較すると、2 割程度下回り、十分な支持力が得られない結果となった。

（2）80 日間の養生後の衝撃載荷試験結果

このため、さらに養生期間が 80 日間経過した後に、再度、衝撃載荷試験を行うこととした。図－3には、波形キーワード：鋼管杭、第 1 天満層、衝撃載荷試験



図－1 杭と土層断面図

表－1 杭の諸元と試験概要

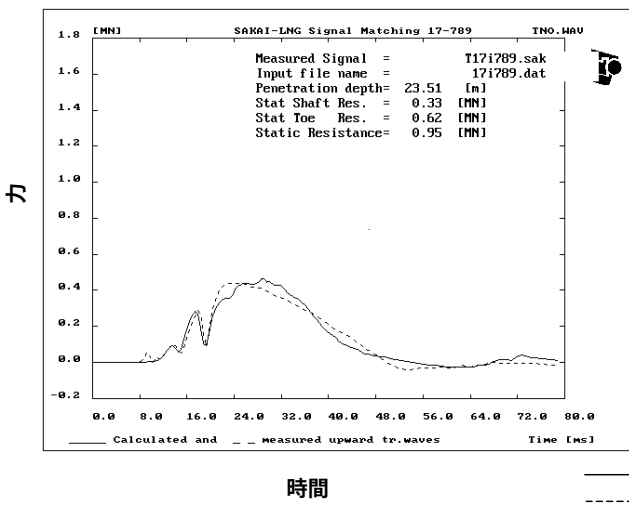
項 目		内 容
杭諸元	杭種、杭径	鋼管杭、φ500mm
	肉厚	t=12mm (上杭)、t=9mm (下杭)
	杭長	24.6m
試験時期		施工時、養生後 (17日、80日)
ハンマー仕様		油圧7t
落下高		施工時16cm、養生後128cm
計測器		ひずみ計 (2箇所) 加速度計 (2箇所)

連絡先（592-8331 大阪府堺市築港新町 3 丁目 1 番 1 0 号 TEL 070-5781-0877 FAX 072-280-3280）

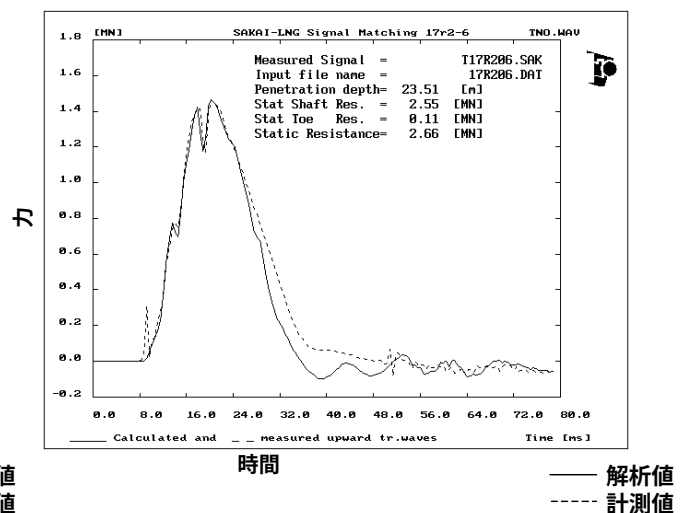
マッチング解析の結果を示すが、同様に解析値と実測値はよく一致しており、試験の精度は保たれているものと考えられる。その結果、静的支持力公式による値とほぼ同等であることがわかった。

そこで、これらの結果を基に養生期間と周面摩擦力及び先端抵抗力の関係を整理した（図－4）。先端抵抗力は殆ど地盤回復が発生しないが、周面摩擦は養生期間に比例して回復する程度が大きい。回復率については、全層の場合で3倍程度、As・Ds層のみで8倍程度の地盤回復率であった。ここで、地盤回復率とは、杭打撃時における地盤の乱れが時間の経過と共に回復し、地盤抵抗力が回復する比率を表す。

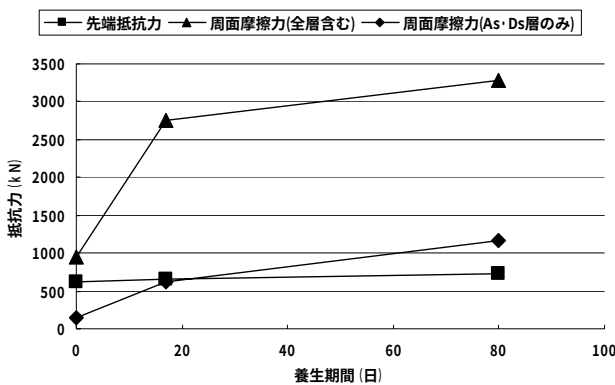
また、図－5に、養生期間と各地層毎の周面摩擦力の関係を示す。特に、杭先端付近のAs層・Ds層の周面摩擦力の地盤回復率は大きく、長期的に回復している。



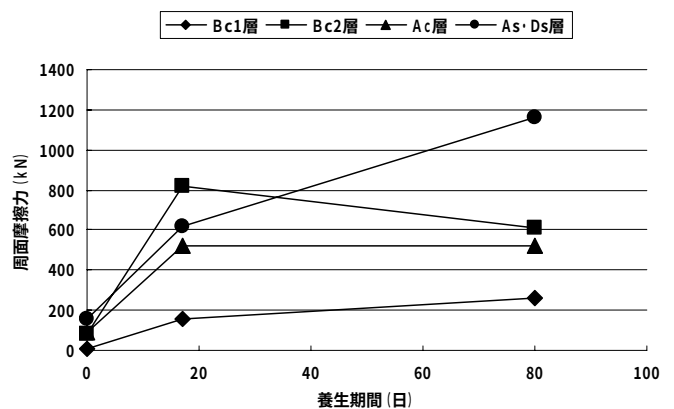
図－2 反射波の解析波形と計測波形（杭打設時）



図－3 反射波の解析波形と計測波形（養生後 80 日）



図－4 周面摩擦力と先端抵抗力



図－5 各層の周面摩擦力と先端抵抗力

4. 考察

- (1) 養生期間に比例し、周面摩擦力が回復するという一般的な傾向が認められたが、特に、杭先端付近の摩擦抵抗力は、養生期間 80 日後でも回復している結果が認められた。
- (2) その理由としては、杭先端部の上下は粘性土層に挟まれているため、杭打設時に発生した過剰間隙水圧の消散が遅れ、これに伴い周面摩擦力の回復も遅れたことが一因と推定される。ただし、これを裏付ける十分なデータは得ていないため、詳細は今後の課題である。

5. おわりに

養生期間 80 日の衝撃载荷試験の結果により、当初計画していた杭本数 148 本に対し支持力不足による増打ちは 1 本で済み、ほぼ設計どおりの杭本数で支持力を確認することができた。よって、支持力が不足する場合には、養生期間を延長することも有効な一つの手段と考える。今回得られた知見が今後の杭の施工管理の一助となれば幸いである。