

III-358

模型アルミ杭の大変位水平載荷試験 — 計測結果 —

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 奥村 文直
 同 上 正会員 西村 昭彦
 同 上 正会員 田中 俊作
 日本鉄道建設公団 正会員 青木 一二三
 同 上 正会員 丸山 修

1. はじめに

現在、鉄道構造物の上部工の設計には限界状態設計法が導入されており、構造物基礎についてもそれに対応した設計手法を検討する必要があるとされており、設計標準の改訂を進めているところである。基礎の設計に限界状態設計法を導入するためには、大変位領域にわたる基礎の支持力性状の把握が必要となる。筆者らはこれまで、模型杭基礎を用いて大変位の水平載荷試験を行ってきた。本研究では、模型アルミ杭を用いた水平載荷試験により、終局状態における杭の復元力特性（荷重～変位曲線）、地盤反力係数のひずみ依存性、繰り返しの影響、群杭効果等を調査した。

本稿では載荷試験の概要と、荷重～変位曲線の結果について報告し、（その2）²⁾において杭体の変形、地盤反力のひずみ依存性、群杭効果等の解析結果を報告する。

表1 載荷試験ケース

試験種類	ケース名	杭径	杭本数	上載荷重	備 考
水平載荷	ATH-1	7cm	1	0tf	杭径の比較
	ATH-2	15cm	1	0tf	"
	AGH-1	7cm	4	4.0tf	杭径、杭本数の比較
	AGH-2	15cm	8	4.0tf	"
鉛直載荷	AGV-1	7cm	4		杭径、杭本数の比較
	AGV-2	15cm	8		"

2. 試験概要

試験は鉄道総研構内の土槽で行った。

試験地盤は、基盤層の粒度調整碎石(50cm)の上に砂質土(稻城砂)を用い、まき立厚30cm、振動ローラ転圧により仕上り圧25cmとして、2.0mの厚さに順次作成した。スウェーデン式サウンディングの結果は、 $N_{sw}=40\sim70$ の範囲で分布している。

土質試験の結果は、密度 $\rho_t=1.61\sim1.67$ (平均1.65)t/m³、含水比 $w=15.9\sim17.9$ (平均16.7%)である。また、C U条件下で実施した三軸圧縮試験の結果は $\phi=14.2\sim34.9$ (平均25.5)°、 $C=0.00\sim0.56$ (平均0.21)kgf/cm²である。

模型杭には、直径70mmと150mmで厚さ5mmのアルミニウム管を用いた。アルミ管を用いる理由は、杭の直径が150mmと大きく、また $\phi=70$ mmのものでは $t=5$ mmと肉厚が相対的に大きくなるため、鋼管では β が小さくなり、剛体に近い挙動となることを避けるためであり、Eの小さいアルミ管を用いることにより、 β を2.5程度確保している。根入れ長さは2.0mである。試験ケースは表1、図1に示す通りである。群杭の杭間隔は、杭径の4倍としている。また、群杭の杭頭部は、鉄枠の中にコンクリートを打設して固定の条件とした。地盤構成と杭の関係を図2に示す。

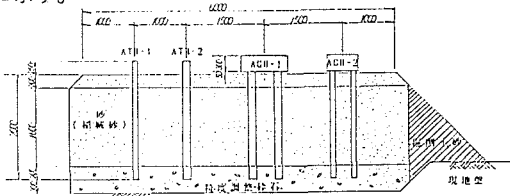


図2 地盤構成と杭の関係

負方向 (-) 一 載荷方向 一 正方向 (+)

ATH-1

ATH-2

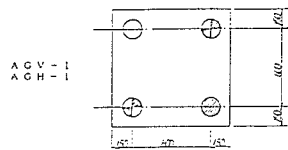


図1 載荷試験ケースと杭装置

鉛直載荷試験の載荷方法は、荷重制御とし同荷重で3度繰り返した。水平載荷試験の載荷方法は、正負交番多サイクル載荷で変位制御とし、各変位段階の繰り返し回数は3回とした。載荷においては、その増減速度を一定に保ち、地震時の荷重を考慮して荷重保持時間はゼロとした。また加力点は地表面から1000mm上方とした。

3. 試験結果

(1) 水平載荷試験

図3～6にATH-1、2、AGH-1、2の荷重－変位曲線を示す。変位量は杭頭の値である。いずれの曲線も明確な非線形性を示しており、単杭ではこの性状は杭頭変位が約20mmに達するあたりから、群杭では約40mmから顕著に現れている。この時の荷重はATH-1で約800kgf、ATH-2で約2000kgfとなった。同様にAGH-1、2では、それぞれ6000kgfと4500kgfとなった。

非線形となる理由は、地盤の降伏が主と考えられるが、大変位領域では杭体も降伏しており、今後その挙動について詳細な解析を行う予定である。

載荷の繰り返しにより、同変位での荷重の大きさは低下するが、その度合いは2サイクル目が最も大きく、3サイクル目以降はほとんど低下しない。地震荷重は繰り返し荷重であるので、地震時の検討にはこの影響を考慮する必要がある。

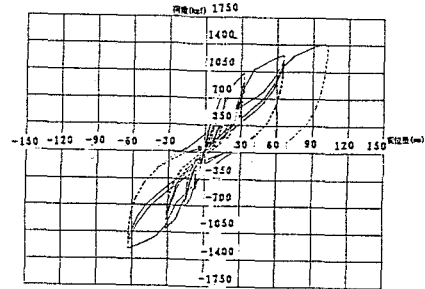


図3 荷重－変位曲線（ATH-1）

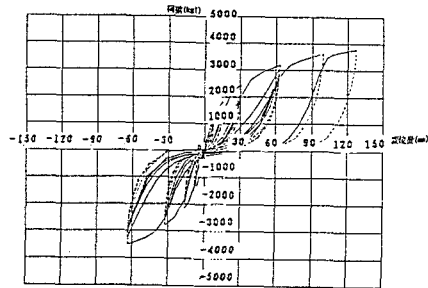


図4 荷重－変位曲線（ATH-2）

(2) 鉛直載荷試験

表2に上載荷重を設置するときに測定した荷重と沈下量の関係をまとめた。それぞれのケースの鉛直バネ定数を求めると、杭一本あたり 2.38×10^3 と 9.61×10^3 となり、杭径の違いにより杭一本当たりで2倍強のバネ定数の差が現れたことになる。

表2 群杭の鉛直載荷試験結果

試験 ケース	荷重と沈下量				鉛直バネ定数 $\times 10^4 \text{ tf/m}$	
	(上段 荷重: kgf)		(下段 沈下量: mm)		全 載 荷	一 本 当 た り
	1174	2130	3086	3602		
AGV-1	0.13	0.21	0.33	0.42	9.52	2.38
AGV-2	0.11	0.22	0.38	0.52	7.69	0.96

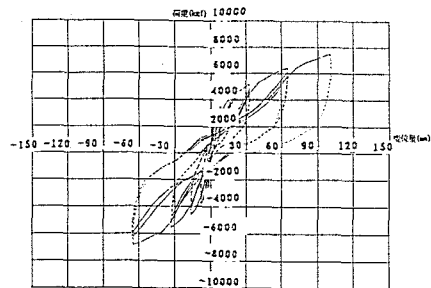


図5 荷重－変位曲線（AGH-1）

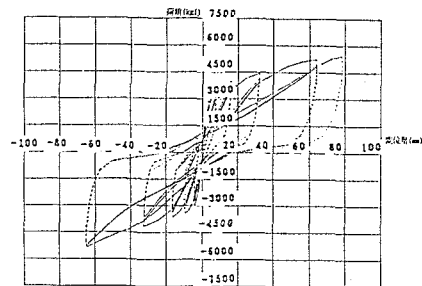


図6 荷重－変位曲線（AGH-2）

参考文献 1)西村・神田・青木・丸山：模型杭の大変位水平載荷試験，第27回土質工学研究発表会，1992.6.

2)西村他：模型7M杭の大変位水平載荷試験(その2)，第48回土木学会年次学術講演会，1995.9.