

(Ⅲ-11) 大型加圧土槽を用いた球空洞押し拡げ実験

宇都宮大学工学部 学 ○網川 祐一
宇都宮大学大学院 学 堀越 豊司
宇都宮大学工学部 正 横山 幸満
〃 正 日下部 治

1. はじめに

杭の先端支持力を評価する基礎理論の多くは、地盤を剛塑性体と仮定した塑性解析に基づいており、これらの理論によれば先端支持力は深さに比例している。しかし実際の杭においては先端支持力が上載圧に比例して増加せず、地盤を剛塑性体と仮定した理論では不適切な点が生じる。これに代わるものとして地盤を弾塑性体と仮定する支持力理論があり、Vesic¹⁾や山口²⁾の球空洞押し拡げ理論が注目されている。前回の報告ではこの理論を基に小型実験³⁾を行なったが、上載圧がやや低いこと($\sigma_v=0.1, 0.3, 0.5, 0.7 \text{ kgf/cm}^2$)や、小型土層(内径455mm;高さ391mm)を用いたため塑性域が側面の影響を受けることなどの問題があったため、この点をカバーする為に今回大型実験を行なった。この報告では実験値により得られた極限押し拡げ圧と上載圧の関係について述べることにする。

2. 実験

2.1 試料

実験に用いた試料は東京工業大学岸田研究室より入手した気乾燥状態の稲城砂で、前回の小型実験で使用したものと同じものである。物理試験結果は表-1にまとめた通りである。

表-1 砂の物理的性質

比 重	Gs	2.67
最大乾燥密度	ρ_{dmax}	1.755 g/cm ³
最小乾燥密度	ρ_{dmin}	1.435 g/cm ³
含 水 比	ω	0.3%以下

2.2 押し拡げ実験装置及び手順

押し拡げ実験は図-1に示されているように、東京工業大学岸田研究室より移管された円筒形の大型加圧土槽(内径1500mm;高さ1650mm)を用いて行なった。モデル地盤への加圧方法は側圧は5mmの円筒形のゴム膜を介して水圧により、上載圧は厚さ32mmの鋼板を介して6個の油圧ジャッキによってそれぞれ圧力を加えられるようになっており、側圧、上載圧ともに最大10kgf/cm²まで加えることができる。今回の実験では、側圧は加えず、上載圧を1, 2, 3, 4, 5, 7 kgf/cm²と変化させて、1, 3, 7 kgf/cm²を2回ずつ他を1回ずつ合計9回実験を行なった。モデル地盤は大型のふるい(直径1460mm)を用い、空中落下法により作成した。あらかじめ落下高さと相対密度との関係を求めておき、Dr=80%前後になるようにした。モデル地盤が直径1500mm, 高さ1600mmと大きいため、1層およそ10cmごとに16層に分けてポアリングを行なった。またモデル地盤の均一性を確認する為に、1回の実験ごとに地盤内にモールドを数個設置して、地盤作成途中あるいは実験後に抜き出して相対密度を計測した。計測した全ての相対密度の分布を図-2に示す。バラつきはあるがおよそDr=80%になり、ほぼ均一な地盤が作成できたと考えられる。押し拡げる空洞の模型としては小型実験と同様の軟式のテニスボール(直径d=68mm)を用い、この中

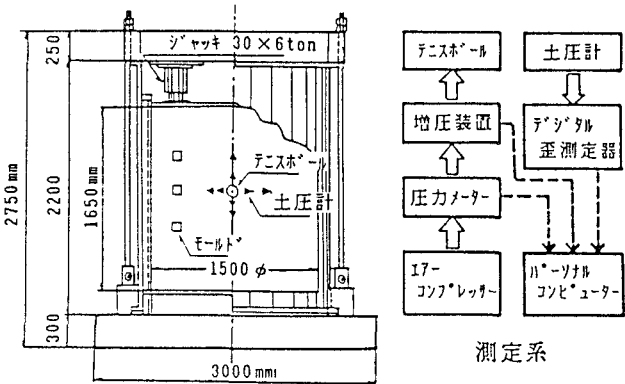


図-1 実験装置

に水を2分間に1.0 kgf/cm²の割合で加圧しながら挿入し、挿入体積量(V)と押し上げ圧(p)を測定した。また、地盤の応力状態を計測するためにテニスボールの周辺に小型土圧計を鉛直と

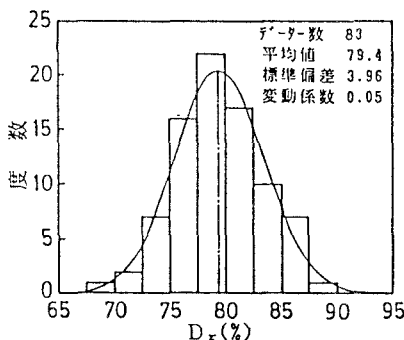


図-2 相対密度 D_r の分布

水平各4個ずつ計8個設置した。実験装置の略図及び地盤内のテニスボール、モールド、土圧計の配置図を図-1に示す。

3. 実験結果と考察

図-3は、上載圧 σ_v と押し上げ圧 p および挿入体積量 V の関係を示したものである。図から明らかなようにに上載圧 σ_v が大きいほうが p_u も大きいことがわかる。また図に示されているように実験初期段階で圧力を下げて履歴を与えたが曲線はなめらかに描かれていることが分かる。

図-4と図-5は極限押し上げ圧 p_u と上載圧 σ_v の関係を示したものである。このときの極限押し上げ圧は、実験値を基に双曲線法により求めた値である。これらの図より、極限押し上げ圧は上載圧に対して直線的には増大しないことが明らかである。そこで、 $p_u - \sigma_v$ の関係を両対数で表わすと図-5のように直線で近似できる。

$$p_u = 16.8 \sigma_v^{0.6} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

この $p_u - \sigma_v$ の式は非線形最小二乗法で求めた値である。また小型実験の値は大型実験よりやや高い傾向があるが、これは土槽が小さかったために側面の影響を受けたのではないかと考えられる。

4. まとめ

今回の実験結果から球空洞の極限押し上げ圧は上載圧に対して直線的に増加せず、上載圧の増加に伴う極限押し上げ圧の増加率の低減がみられた。山口は極限押し上げ圧が上載圧の平方根にほぼ比例して増加するとしているが、今回の実験からもほぼ同様なことが言えることが分かる。

最後に実験装置を提供していただいた東京工業大学岸田英明教授に感謝する。

参考文献

- 1) Vesić, A.S. (1972): Expansion of Cavities in Infinite Soil Mass, ASCE, Vol. 98 No. SM3, pp. 265-290
- 2) 山口 柏樹 (1973): 無限土中における空洞押し上げの弾塑性解析と応用, 東工大土木工学科研究報告, No. 15, pp. 1-11
- 3) 上野・横山・日下部・堀越 (1987): 球空洞の押し上げ実験, 土木学会第42回年次学術講演概要集(第3部), pp. 734-735

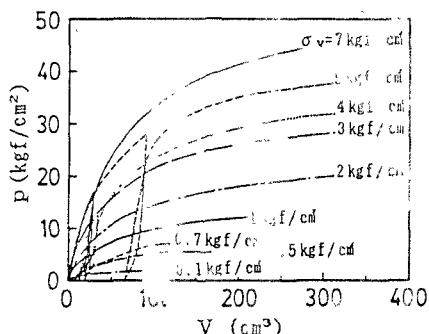


図-3 押し上げ圧 p_u と挿入体積量 V の関係

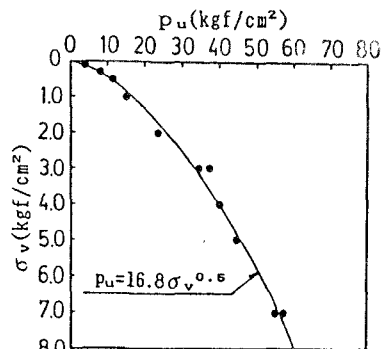


図-4 極限押し上げ圧 p_u と上載圧 σ_v の関係

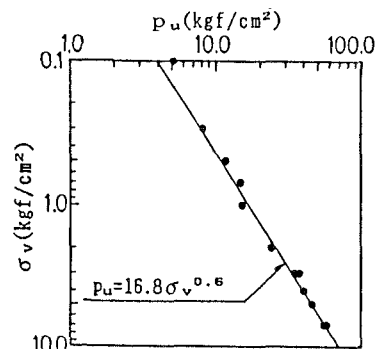


図-5 極限押し上げ圧 p_u と上載圧 σ_v の関係