

杭先端付近の砂の粒子破碎について

山工工学部 正員 〇三浦哲彦 山口県 末富 薫
 三井建設 安達紳児 同 浦部久幸
 構造技術センター 佐竹正行 同 竹内保男

1. まえがき 砂中に打設した杭の先端部付近では高い圧力のために砂粒子は著しく破碎される。このような場合の杭の支持力機構の解明に役立てるために、模型杭による載荷実験を行い、粒子破碎の分布を調べこれより杭先端付近の塑性領域の広がりも推定したのでここに報告する。

2. 実験方法 (a)実験試料：実験に用いた砂は、比重2.66の海砂であり、最大粒径2.0mmおよび4.76mmの2種類の試料を準備した。これらの試料を気乾状態で内径15cmのCBRモールドに厚さ6cmに締固め、直径2cmの鋼製模型杭を埋込んだ状態でさらに3cm厚さの試料を締固めて実験に供した。このとき試料の相対密度は96~99%であり、内部摩擦角は46.8°であった。

(b)載荷装置：試料および模型杭をセットしたモールドを図1の載荷装置に載せ、アダプターを介して杭頭部をプルービングリングに接続した。試料上面への鉛直圧力 σ_v は、ペロフラムシリンダー、載荷棒、円形載荷板を通して $\sigma_v = 12 \sim 200 \text{ kPa}$ の範囲で与えた。

載荷実験は応力制御方式と沈下量制御方式を比較した上で後者(0.1mm/min)によって行った。沈下量が0.25, 0.5, 1.0 および2.0cmに達したときに実験を停止し、次に述べる方法で試料を取出して粒子破碎を調べた。

(c)粒子破碎量の測定：載荷実験を終えた試料を浸水して湿润により自立できる状態にした上で内径10cmのリングを試料中に押込み、その押込み深さだけ試料を上方に抜出してリングの外側の試料を採取した。次いで内径6.4, 2cmのリングを用いて順次試料を採取した。この方法で8層に分けて試料を採取しそれぞれ粒子破碎量の測定に供した。粒子破碎量は試料の比表面積増加 $\Delta S (\text{cm}^2/\text{g})$ で表わすが、その測定は74 μm 以上はふるいわけにより、74 μm 以下の試料はブレーン法により行った。

3. 実験結果 図2は $\sigma_v = 12 \sim 200 \text{ kPa}$ における杭鉛直応力 $\sim$ 沈下量曲線である。また、図3は上載圧 σ_v と降伏応力 σ_y の関係を示したものである。 σ_v が大きくなるに伴って $\Delta(\sigma_y/\sigma_v)$ の値が小さくなるのは、杭先端部の粒子破碎に因るところが大きいと考えられる。

$\sigma_v = 200 \text{ kPa}$ の場合の杭先端付近の粒子破碎量の分布は図4に示すとおりであった。 $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$ の場合にもほぼ同様な分布が認められた。これらの実験結果より、杭の貫入量の増加に伴って粒子破碎領域は拡大してい

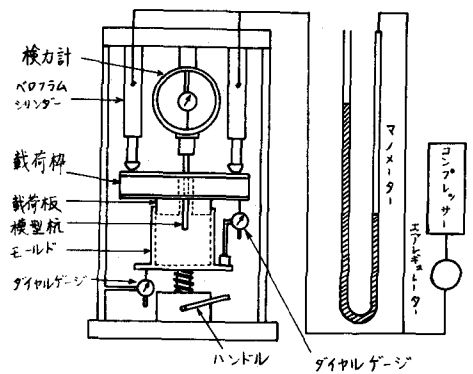
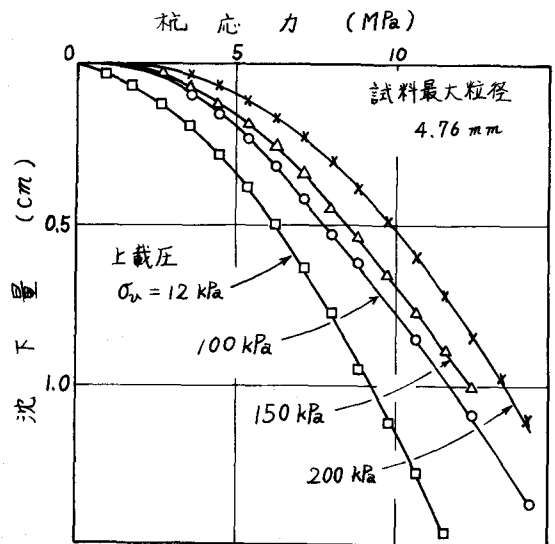


図-1 模型杭載荷装置

図-2 応力 $\sim$ 沈下量曲線

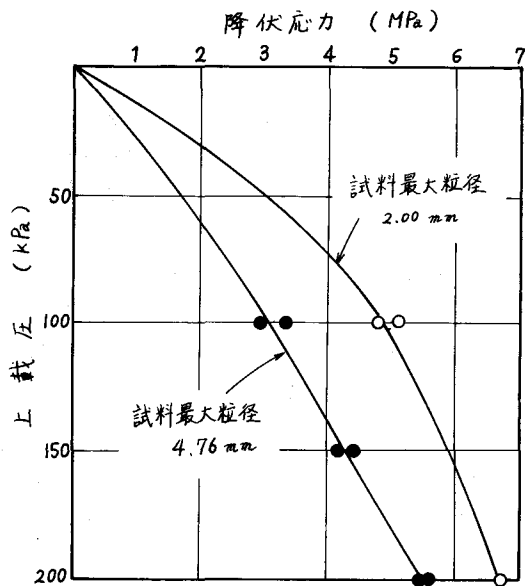


図-3 上載圧～降伏応力関係

き、粒子破砕量は増大していくことがわかる。

これらの等粒子破砕量曲線の形状から、杭先端付近に生じる塑性領域は球形に近いものであると推測される。これとほぼ同じような塑性領域の形は高野ら²⁾、山田ら³⁾によ、ても報告されている。本実験では模型杭の寸法が小さくて杭先端付近の間隙比分布を把握するのが困難であったが、現在、杭径 3.6 cm、砂槽内径 36 cm の規模で実験を進めており、粒子破砕分布および間隙比分布の両面からより正確な塑性領域の広がりを調べている。このような粒子破砕量分布が明確に把握できれば、三軸応力下における粒子破砕量～塑性仕事関係²⁾を用いることによって、杭先端部で消費された仕事量が推測でき、これに基づに杭の支持力～沈下関係を予測することが可能となる。

4. むすび

模型杭による載荷実験を行い、杭先端付近の粒子破砕量分布を調べることにより塑性領域の広がりを推測した。その結果、本実験の範囲では杭先端に球状の塑性領域が生じることがわかった。今後は、より大きな模型杭を用いて同様な実験を行い、塑性領域の形状をより正確に把握するとともに杭の支持力～沈下量曲線との関係について検討していきたい。本報告は、本学地域開発工学研究室を中心とする研究グループで討議した結果をまとめたものであることを付記する。

文献

- 1) 三浦・山内：土木学会論文報告集，No. 260 (1977)。
- 2) 高野他：第9回土質工学研究発表会，(1974)。および第11回土質工学研究発表会，(1976)。
- 3) 山田：第10回土質工学研究発表会，(1975)。

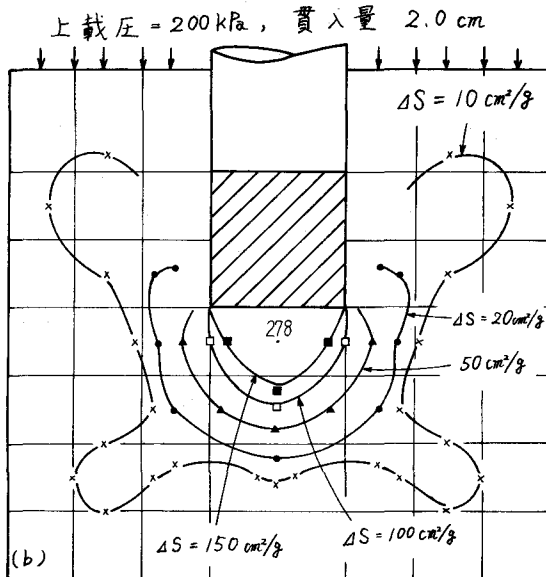
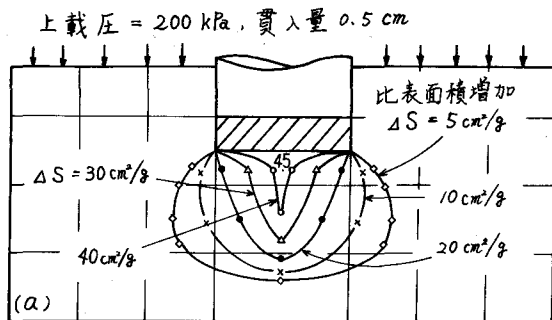


図-4 杭先端の粒子破砕量分布