

Ⅲ－B7

場所打ち杭の先端支持力改善に関する一実験

JR 東日本 正会員 鈴木 孝之

JR 東日本 正会員 加藤 誠

JR 東日本 正会員 野澤 伸一郎

1. はじめに

場所打ち杭は、施工時の地盤の乱れや応力開放、杭先端に堆積するスライムの影響等により、打込み杭に比べて沈下量が大きく生じる傾向がある。本稿は、既存工法より簡易な方法で、沈下量を抑制し、場所打ち杭の先端支持力と鉛直方向地盤反力係数を向上するために、杭先端部対策工を試作して行った模型実験結果について報告するものである。

2. 杭先端部対策工

杭先端部対策工（以下、対策工）としては、数種類の模型対策工を試作して作動確認試験を行い、コスト、製作・構造上の問題、プレード効果、実用性・施工性等に対して比較検討を行い、図-1 に示す 3 タイプを選定した。いずれの対策工も、注入材（セメントミルク）を注入して袋体（引張強度 400kgf/inch）を膨張させることにより、杭先端地盤に履歴荷重を与えて支持力改善効果を期待するプレード型である。

3. 実験装置と模型地盤

模型実験に用いた実験土槽を図-2 に示す。実験土槽は模型杭径の 3 倍の応力球根を網羅する寸法とし、土槽中央に模型杭（中空鋼管 $\phi 300\text{mm}$ ）を設置した。模型杭先端にはスライムを模擬した油粘土を敷き、土槽壁面には模型地盤材料との摩擦軽減を目的としてテフロンシートを貼り付けた。載荷装置としては、模型杭載荷用に 100 ton の油圧ジャッキを 1 台、また、模型杭先端の応力状態を地中 10m 程度（約 2.0kgf/cm^2 ）に再現するために 50ton の油圧ジャッキを 4 台使用した。

模型地盤材料としては気乾状態の珪砂を使用し、相対密度(Dr)が 90%以上となるように作成した。珪砂の物理的性質を表-1 に示す。

4. 試験方法

試験手順について以下に示す。①模型地盤作成、模型杭及び対策工設置②模型地盤表面に 2.0kgf/cm^2 の応力載荷③対策工に注入材注入（対策工内への

注入材循環確認→排気孔のバルブ閉鎖→対策工へ所定圧力注入→注入孔バルブ閉鎖→30 分間圧力保持）※ここで、所定圧力としては、併せて実施した「無処理」の荷重－沈下量関係から、第 1 限界荷重の $1/2=15\text{tf}$ をプレード荷重とする考え方より、 $15\text{tf}/707\text{cm}^2=21.2\text{kgf/cm}^2$ とした。また、B タイプについては内側、外側の順に注入を行った。C タイプ-2 では第 1 限界荷重をプレード荷重とする考え方より、 $30\text{tf}/707\text{cm}^2=42.4\text{kgf/cm}^2$

キーワード：場所打ち杭、先端支持力、模型実験

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2 丁目 2 番 6 号 TEL(03)3320-3482 FAX(03)3372-7980

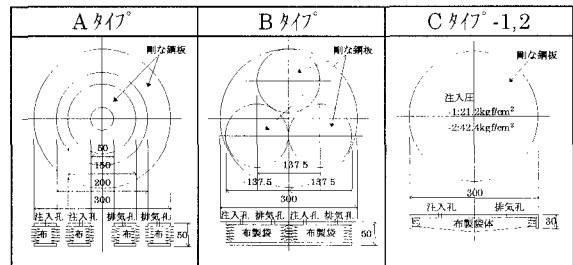


図-1 杭先端部対策工の種類

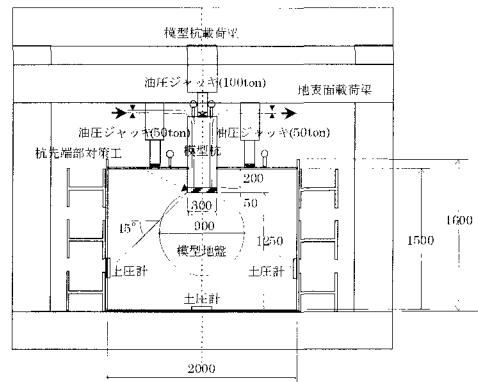


図-2 実験土槽概要図

表-1 珪砂の物理的性質

比重	含水比	粒度			
		砂分	D ₆₀	D ₅₀	D ₁₀
2.645	0.07	96.8%	0.57mm	0.52mm	0.21mm
最大密度		最小密度	最大間隙比		最小間隙比
1.660g/cm³		1.305g/cm³	2.027		1.593

を注入圧とした。④注入材を所要強度発現まで養生⑤模型杭載荷試験（地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」に準拠、計画最大荷重:80tf、処女荷重段階 20 段階、サイクル数 10、荷重保持時間は処女荷重段階 20 分、履歴内荷重段階 2 分、0 荷重段階 10 分とした。なお、載荷は注入材硬化後に残留していた反力の値をゼロとして加力した。また、荷重－沈下量関係において明確な極限状態が得られない場合、沈下量が杭径の 10% に相当する 30mm を越えた次のサイクルで載荷試験は終了とした。）

5. 試験結果

表-2 実験結果比較表

(1) 注入時の挙動

注入材は、各タイプの対策工に十分充填されていると考えられるが、表-2 に示すように、注入時に計測された最大プレロード荷重は、注入圧と注入面積から求める理論上のプレロード荷重まで作用していない。これは、対策工に注入材が十分充填されたとしても対策工のワークが不足していたり、横方向への膨らみが大きく、注入圧が鉛直方向に効率的に作用しなかったことなどが原因として考えられる。また、計測されたプレロード荷重は、注入終了後徐々に減少していくが、注入材硬化後もゼロにはならず、載荷試験時に、Aタイプで 1.4tf、Bタイプで 1.3tf、Cタイプ-1 で 2.1tf、Cタイプ-2 で 10.8tf が残留していた。

(2) 模型杭載荷試験結果

1) 荷重－沈下量関係

荷重－沈下量関係を図-3 に示す。第 1 限界荷重は、無処理で 30.0tf、Aタイプで 30.0tf、Bタイプで 35.0tf、Cタイプ-1 で 35.0tf、Cタイプ-2 で 40.0tf となっている。また、沈下量が杭径の 10% に相当する 30mm 時の荷重を第 2 限界荷重とすると、無処理で 40.2tf、Aタイプで 39.0tf、Bタイプで 42.0tf、Cタイプ-1 で 53.0tf、Cタイプ-2 で 66.0tf となっている。このことより、第 1 限界荷重は注入時に計測された最大プレロード荷重が大きくなっても増加しないのに対し、各タイプの第 2 限界荷重は注入時に計測された最大プレロード荷重が大きくなると増加する傾向が見られる。

2) 鉛直方向地盤反力係数

鉛直方向地盤反力係数と沈下量の関係を図-4 に示す。注入面積を杭の先端面積として沈下量 10mm 時の鉛直方向地盤反力係数を求めると、無処理で 19.5kgf/cm³、Aタイプで 27.0kgf/cm³、Bタイプで 32.9kgf/cm³、Cタイプ-1 で 38.5kgf/cm³、Cタイプ-2 で 72.7kgf/cm³ となっており、いずれのタイプも無処理の値を上回っており、対策工の効果があったといえる。また、鉛直方向地盤反力係数は第 2 限界荷重と同様、注入時に計測された最大プレロード荷重が大きくなると増加する傾向が見られる。

6. まとめ

模型実験の結果、簡易に支持力改善効果が得られる杭先端部対策工の機構としては、注入回数が 1 回で済み、注入面積と注入時のプレロード荷重の大きいものが効果的であることが確認できた。

【参考文献】

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：建造物設計標準解説 基礎構造物, 1987.4
- 2) 地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説, 1993.6

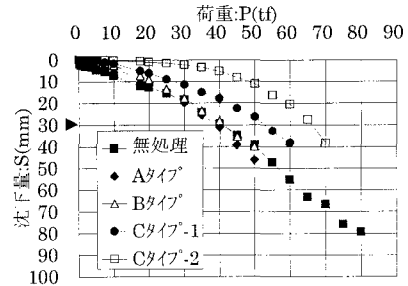


図-3 荷重－沈下量関係

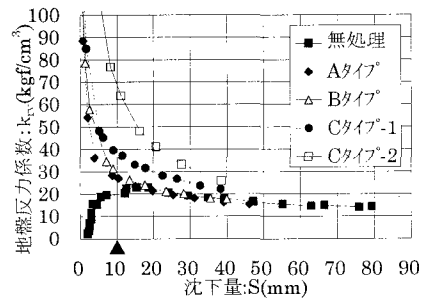


図-4 鉛直方向地盤反力係数～沈下量関係