

Ⅲ－B 43

鉄筋・鋼管ソイルセメント杭交番載荷試験

JR 東日本 正会員 今井 政人 正会員 松尾 伸之

1. はじめに

現地盤の土を骨材として利用するソイルセメント杭工法は、発生土砂処理の低減及び骨材節約の両面から環境負荷が小さく、工事費の低減を図ることができる工法である。

その中でも、ソイルセメント合成鋼管杭工法¹⁾は、いち早く実用化され、当社においても秋田新幹線盛岡アプローチ高架橋の基礎杭に適用されている。しかし、この工法では、ソイルセメントとの付着を確保するためにスパイラル状のリップを付けた鋼管を構造部材として使用しており、その材料費が普通鋼管に比べて割高であるため工事費の面でのメリットが少ない。

そこで、今回、リップ付き鋼管の代わりに材料費の安い異形鉄筋と薄肉鋼管（コルゲートパイプ）を用いたソイルセメント杭の開発を図ることとした。この杭は、従来のリップ付き鋼管の引張材の機能を異形鉄筋に、圧縮材の機能をソイルセメントと異形鉄筋に、ソイルセメントの拘束及び支持力伝達の機能を薄板鋼管に担わせるものであり、その構造概要を図-1に示す。

このような杭構造の地震時挙動を把握するために、模型試験体を用いた交番載荷試験を行い、その変形性能等を評価したのでその結果を報告する。

2. 試験概要

交番載荷試験は、図-2に示すように、コルゲートパイプ外側のかぶりを無視し、コルゲートパイプ内側に軸方向鉄筋を配置後、ソイルセメントを打設した試験体2体を用いて行った。

2体の中では、試験体1が、ソイルセメント強度が大きく、軸方向鉄筋比が小さな試験、試験体2が、ソイルセメント強度が小さく、軸方向鉄筋比が大きな試験である。また、軸方向鉄筋の抜け出しを防止するために杭先端部の支圧板に鉄筋を溶接し、固定した。

測定項目は、荷重、変位、軸方向鉄筋ひずみ及びコルゲートパイプひずみの4項目とした。また、載荷方法としては、事前に行った曲げ試験の結果から引張鉄筋に降伏ひずみが発生する状態では、付着切れが大幅に進行することが予想されたため、引張鉄筋ひずみが 1000μ となる時の変位を δ_y とし、その整数倍で1サイクルづつ変位制御により載荷した。

2. 試験結果

荷重－変位曲線を図-3に示す。曲線の全体形状としては、RC部材のものに近く、十分なエネルギー吸収能力を有していることがわかる。また、最大曲げモーメントについては、試験体1では、19.1tfm、試験体2では、19.2tfmとなった。破壊性状としては、鉄筋とソイルセメントの付着が全長にわたって切れ、ソイルセメントが一部圧壊した。また、コルゲートパイプを断面方向に接合しているボルトの一部が切れた。

キーワード：ソイルセメント、交番載荷試験

東京都渋谷区代々木 2-2-2 TEL 03-5334-1288 FAX 03-5334-1289

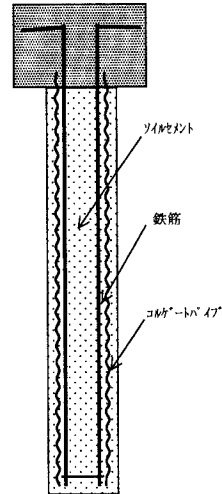


図-1 鉄筋・鋼管ソイルセメント杭

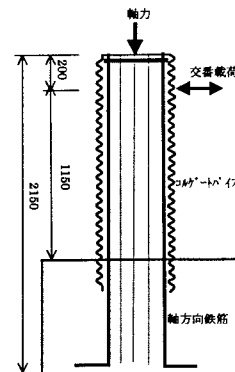


図-2 交番載荷試験概要及び試験体諸元

試験体番号	直径 (cm)	軸方向 鉄筋量	軸方向 鉄筋比 (%)	せん断 スパン比	ソイルセメント強度 (kgf/cm ²)	コルゲートパイプ鋼材 比 (%)	軸力 (kgf/cm ²)
試験体1	50	D25-12本	3.1	2.36	37.4	0.64	5.1
試験体2	50	D32-16本	6.5	2.38	24.2	0.64	5.1

3. 最大曲げモーメントの算定

鉄筋コンクリートの破壊曲げモーメント計算法²⁾を基本とし、ソイルセメント杭の特性を考慮した上で最大曲げモーメントを算定することとした。具体的に考慮した点は、以下の通りである。

①ソイルセメントの破壊ひずみに圧縮試験から得られた 2500μ を用いたこと

②圧縮鉄筋については、鉄筋の降伏ひずみより低いひずみレベルで付着が切れた後、鉄筋に曲げが作用し、平均ひずみが頭打ちになる現象が見られたため、鉄筋の圧縮応力度は、この圧縮ひずみ相当値で一定となるバイリニアで仮定したこと

計算された破壊曲げモーメントは、試験体1では、19.6tfm、試験体2では、22.1tfmとなり、試験体2で試験結果よりやや大きくなったが、ほぼ、鉄筋コンクリートの計算法で最大曲げモーメントを算定できることがわかった。

4. RC 部材との比較

本試験及び本試験に近い形状の RC 柱の交番載荷試験（断面 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ 、軸方向鉄筋比2%、帯鉄筋比 0.7%、せん断スパン比 3.2、軸力 5.0kg/cm^2 ）の荷重－変位曲線の包絡線を図-4に示す。

(1)最大曲げ耐力

最大曲げ耐力については、本試験のほうが鉄筋比が1.5～3倍程度大きいにもかかわらず2割程度小さくなった。これは、ソイルセメントの圧縮強度が小さいこと及び鉄筋との付着が低いひずみレベルで切れること等に起因すると考えられる。

(2) 部材変形角

地震時の変形性能を評価するために、部材変形角の比較を行う。ここで、ソイルセメント杭の終局については明確な定義がないため、RC部材と同様（前述した δ_y を用いて降伏時荷重を下回る時点）とした。

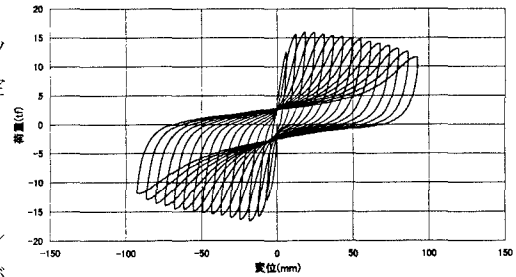
降伏時、最大荷重時及び終局時の部材変形角の比較を表-1に示すが、降伏時の変形角 θ_y 及び最大荷重時の変形角 $\theta_{\max}$ は、同程度の値であり、終局時の変形角 θ_u は、ソイルセメント杭試験のほうが2倍程度大きい値となった。

5. まとめ

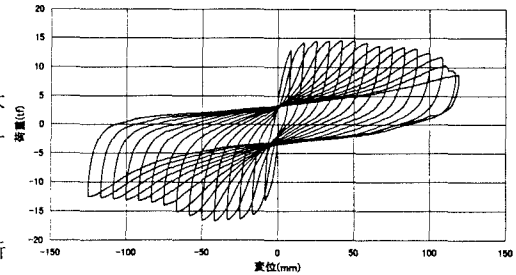
ソイルセメント杭は、同等の断面を有するRC柱に比べて、曲げ耐力が若干小さく、変形能力が大きいこと、及びその破壊性状は、付着切れを伴うソイルセメントの圧壊によるものであり、ソイルセメント強度が本試験程度 ($20 \sim 40\text{kg/cm}^2$) の場合には、軸方向鉄筋比を3%以上に増加させても曲げ耐力の増加に結びつかないことがわかった。

参考文献

- 一般土木工法・技術審査証明報告書 ソイルセメント合成鋼管杭工法 国土開発技術センター 平成8年2月
- 建造物設計標準解説(鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物)東日本旅客鉄道株式会社昭和62年4月



試験体1



試験体2

図-3 荷重－変位曲線

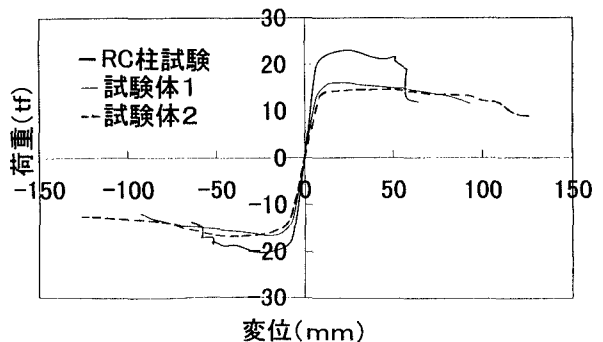


図-4 荷重－変位曲線の包絡線の比較

表-1 部材変形角の比較

試験名	降伏時 変形角 $\theta_y(\text{rad})$	最大荷重時 変形角 $\theta_{\max}(\text{rad})$	終局時 変形角 $\theta_u(\text{rad})$
RC 柱	0.006	0.034	0.039
試験体1	0.005	0.016	0.075
試験体2	0.007	0.037	0.088