

III-253 ソイルセメント H鋼杭の支持力増強 に関する基礎的実験

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 〇齊藤 淳
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 永井 好紀

1. まえがき

現位置土を有効利用したソイルセメント杭は、現在、仮設杭として利用されている。今回、空頭制限を受ける工事において、H形鋼の継ぎ足し部のボルト継手とフープ筋を巻き付けたものが、どの程度付着に影響するか確認する。そこで、H形鋼の形状およびソイルセメントの強度を変化させ、鉛直支持力を調べ本体構造物への適用の検討材料とする。

2. 試験方法

(1) 試験概要

付着強度試験、押抜きせん断試験それぞれの試験体の概略を図-1に示す。

付着強度試験用の合板にはH型の切り込みを設け、H型鋼表面で付着が切れるようにした。塩化ビニル管と合板、H形鋼と合板は油粘土で間詰めした。

押抜きせん断試験用の塩化ビニル管は、載荷試験を行う時に取り外せるように縦に2つ割りにし、接合部はシリコンにより水密性を保ち、外側を番線で固定した。内側には剥離剤を塗布した。この試験体に所定の配合で練り合わせたソイルセメントを流し込み、約3週間水中養生したあと、付着強度試験および押抜きせん断試験を行った。また、ソイルセメント供試体の一軸、三軸圧縮試験も実施した。

(2) 試験ケース

①付着強度試験

試験種類、地盤強度、H形鋼の長さサイズ、表面処理の方法、塩化ビニル管の径によって、表-1に示すように計16ケース行った。ソイルセメントの目標強度は、粘性土を対象にした $q_u=5\sim10\text{kgf/cm}^2$ 、 $q_u=20\sim30\text{kgf/cm}^2$ の2種類とした。また、H形鋼はH-100、H-200、H-300の3種類を使用した。試験体寸法例を図-2に示す。

②押抜きせん断試験

実際のソイルセメント柱は地山の拘束圧を受けるが、今回は支持力を評価する上で安全側となる拘束圧0の条件で試験を行った。ソイルセメント強度は、粘性土を対象にした $q_u=20\sim30\text{kgf/cm}^2$ 、砂質土を対象とした $q_u=70\sim100\text{kgf/cm}^2$ の2種類とし、H形鋼はH-100（無処理）として、表-1に示すように計4ケース行った。

3. 試験結果

試験結果を表-2に示す。

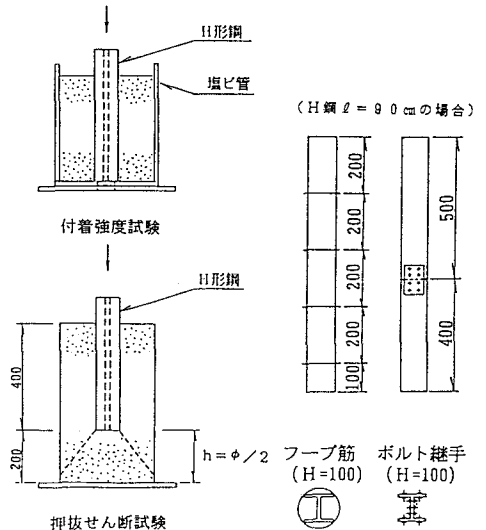


図-1 試験体概略

図-2 試験体寸法例

表-1 試験ケース一覧

試験 内容	試験体 柱 径	試験体 寸法	H 形 鋼 試 験 体 形 状								合計	
			H-100				H-200		H-300			
			無 処 理		フープ筋		ボルト		無処理			
付着強度試験	ϕ (mm)	kgf/cm ²	$\ell=30$	$\ell=50$	$\ell=50$	$\ell=50$	$\ell=50$	$\ell=90$	$\ell=50$	$\ell=50$		
			$q_u=20\sim30$	1								1
			$q_u=5\sim10$	1	1	1	1	1	1			6
			$q_u=20\sim30$	1	1	1	1	1	1	1		7
押込 せん断 試験	40	$q_u=20\sim30$	1						1		2	
		$q_u=20\sim30$	2								2	
		$q_u=70\sim100$	2								2	

(注) l : H形鋼の長さ(mm)

（１）付着強度試験

表面無処理の場合の付着力を基準(1.0)とした場合の試験体の付着応力増加率を図-3に示す。

フープ筋を巻き付けたケースでは、付着応力を比較すると、無処理のケースの5倍程度の値になっていることが分かる。試験後、試験体下面でのH形鋼付近のソイルセメントが円形に盛り上がった。(図-4) また、表-2よりフープ筋の円周で付着が切れたとして算出した付着応力 τ が、一軸圧縮強度 q_u に対して $\tau = q_u / 2$ をほぼ満たしている。これらのことから、H形鋼の表面で付着が切れているのではなく、フープ筋の径に等しいソイルセメント柱が一体となり、押し抜かれて破壊されたものと予測される。

ボルト（計20本）を付けたケースでは、無処理のケースに比べると、2倍程度の付着力増加が見られる。なお、試験後、継ぎ手部の様子を見るとソイルセメントが、フランジ外側はボルト部に、フランジ内側およびウェブ側は全面に付着していることが分かる。このことは、この部分がせん断によって破壊していることを示している。ボルト継手の部分で、付着強度が発揮されているものとして計算してみると、付着力 P は得られた試験結果に対して妥当な値となった。

周辺地盤の拘束の影響を調べるために、塩化ビニル管に8箇所ひずみゲージを取り付け、表面無処理について測定した。その結果、円周方向のひずみは最大 5.2μ であった。したがって塩化ビニル管の内圧を計算すると 0.11kgf/cm^2 となり、非常に小さな値であることが分かった。

（２）押抜きせん断試験

最大荷重は、図-5よりソイルセメント強度の違いに比例した強度であることが分かる。根固め部はH形鋼下端部分において、ソイルセメントが圧壊しており、これは付着が弱いためにH形鋼とソイルセメントが一体化せず、H形鋼下端に伝わった荷重が断面積の小さなH形鋼に集中したためと思われる。

4. まとめ

今回の実験から、以下のことが分かった。

- (1) H型鋼の表面を加工することによって耐荷力がかなり増加することが分かった。フープ筋加工したH型鋼では、フープ筋径内のソイルセメントと一体の挙動を示し、付着応力 τ が、一軸圧縮強度 q_u に対して $\tau = q_u / 2$ をほぼ満たしていることがわかり、また、その抵抗力は無処理の場合の5倍程度であった
- (2) ボルト加工では、ボルトの突起による抵抗力の増大が認められ、無処理の場合の約2倍であった。
- (3) 押抜きせん断試験により、ソイルセメント強度を大きくすると押抜き抵抗力が増加し鉛直支持力が増すことが認められた。

表-2 試験結果

	ソイル径(mm)	H鋼寸法(mm)	処理方法	根入れ長(mm)	フープ筋強度 q_u (kgf/cm^2)	最大荷重(tf)	変位(mm)	τ (kgf/cm^2)
付着強度	400	100	無処理	797	8.8	3.1	14.59	0.65
			フープ筋	796	"	13.8	16.80	3.65
			ボルト	799	"	6.7	55.83	1.42
			フープ筋	807	27.3	46.0	25.55	12.23
			ボルト	799	"	16.8	49.81	3.57
押抜きせん断	400	100	無処理	406	27.3	5.4	2.93	2.27
				409	"	4.7	1.98	2.00
				405	122.8	17.5	3.33	7.44
				406	"	22.0	3.41	9.35

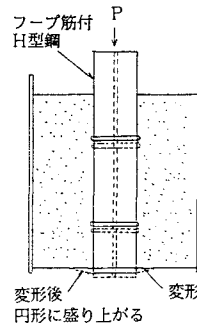


図-4 試験体下面の状況図（フープ筋）

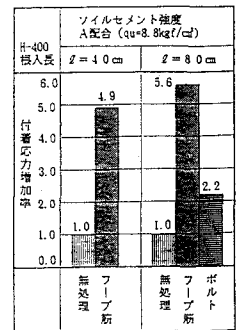


図-3 付着応力増加率の比較

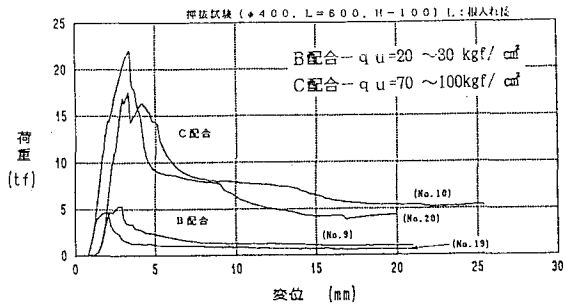


図-5 荷重変位曲線（押抜きせん断試験）