

ソイルセメント H 形鋼杭の付着特性に関する研究

大林組技術研究所 正会員○渡邊康司 大林組 正会員 古賀翔平
大林組 正会員 山本忠久 正会員 北出啓一郎

1. はじめに

都市部の狭隘地における杭工事は、敷地の平面条件や空頭の制約を大きく受けるとともに、低空頭での施工を強いられるケースが多い。また、打設中の近接構造物への影響や排泥など周辺環境に配慮することも重要となる。そこで、このような条件下で施工可能な、バイブレーション機構により削孔能力を高めたコンパクトな機械攪拌式地盤改良機（e-コラム工法®）を開発した。当施工機械を用いて原地盤を先行して地盤改良した後、地盤改良体内に H 形鋼を建込んだ杭（ソイルセメント H 形鋼杭という）を開発している。本報では、上記の工法で施工した杭の付着特性に着目し、H 形鋼とソイルセメント間の付着特性を検討するための押し抜きせん断実験の結果を報告する。

2. 押し抜きせん断実験方法

本実験は、H 形鋼とソイルセメントの付着耐力の向上効果を調査することが目的である。表-1 に実験ケースの一覧を示す。本実験では、H 形鋼に直交する方向の鉄筋の長さおよび H 形鋼の材軸方向に設置した鉄筋本数・位置をパラメータとして押し抜きせん断実験を実施した試験体を図-1、図-2 に示す。実施した試験体数は各ケース 1 体ずつ、計 7 体である。また、比較対象として無補強の H 形鋼の押し抜きせん断実験も 1 体実施した。いずれの試験体も地盤内の状態を模擬するために、ソイルセメントの周囲を拘束した。ここで、ソイルセメントの拘束にはアクリル管（ $t=5.0\text{mm}$ ）を用いており、これにより実験後のソイルセメントのクラック観察も可能となる。計測項目は、載荷点における荷重および変位である。変位は、H 形鋼の天端で対角の 2 点計測している。押し抜きせん断実験の加力には、100kN の電動ジャッキを使用した。試験体を構成するソイルセメントは、珪砂 6 号、高炉セメント B 種を混合することにより作成した。試験体を構成するソイルセメントの強度管理は重要となるため、本実験では試験体を打設後に養生用の大型水槽内にて所定の水温を保ちながら試験体を水中養生した。ソイル

セメントの配合は、所定の強度を確保するとともに、ブリージングを極力生じないように、事前に実施した配合試験により決定した。さらに、押し抜きせん断実験の前には、別

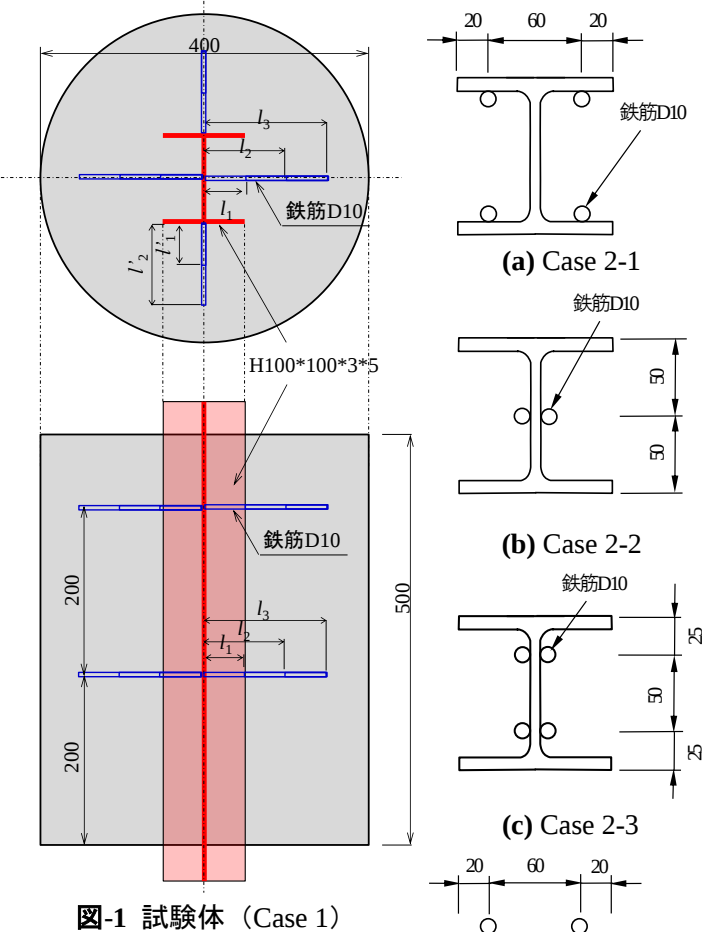


図-1 試験体（Case 1）

表-1 実験条件

	ソイルセメント径 (mm)	H形鋼	補強方法	ウェブからの鉄筋長さ	フランジからの鉄筋長さ
Case 1-1	400	H-100×100×3×5	無補強	-	-
Case 1-2				$l_1=50$	0
Case 1-3				$l_2=100$	$l_1'=50$
Case 1-4				$l_3=150$	$l_2'=100$
Case 2-1			H形鋼材軸方向	-	-
Case 2-2				-	-
Case 2-3				-	-
Case 2-4				-	-

図-2 試験体
(Case 2)

途採取した試料を用いて一軸圧縮試験を実施し、所定の強度 (1.0N/mm^2) を満足していることを確認した。押抜きせん断実験の荷重方法は変位制御で行ない、荷重速度を 1.0mm/min とした。

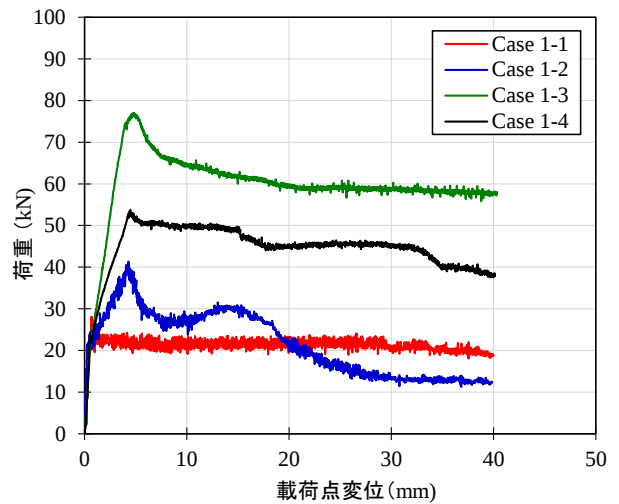
3. 実験結果

図-3 に荷重点における荷重-変位関係を示す。荷重点での変位は2点で計測しているため、図-3に示した変位は、いずれも2点の平均値で整理している。図-3(a)に Case 1 で得られた荷重-変位関係を示す。無補強の Case 1-1 において、変位の小さい段階で付着耐力に達していることがわかる。付着耐力はピークに到達後、変位の進行とともに低下し、残留状態となっていることが確認できた。付着耐力がピークに到達する変位は、 $1\sim 2\text{mm}$ 程度である。次に、H 形鋼の軸直交方向の補強を施したケース (Case 1-2, 1-3, 1-4) に着目すると、いずれのケースも無補強よりも大きな付着耐力を発揮することが確認できた。しかしながら、補強長さの最も大きい Case 1-4 の付着耐力が Case 1-3 よりも小さくなった。これは、実験後の試験体の観察の結果、補強用の鉄筋の溶接部が破断したことが原因と考えられる。H 形鋼の材軸方向に鉄筋を設置して補強を行なった Case 2 の結果を図-3 (b)に示す。図-3(b)より、いずれの試験体も変位の小さい段階で付着耐力が無補強に比して向上していることがわかる。付着耐力はピークに到達後、変位の進行とともに低下し、残留状態となっている。付着耐力がピークに到達する変位は、 $1\sim 3\text{mm}$ 程度である。付着耐力は、鉄筋の本数が少ない Case 2-2 で最も小さく、Case

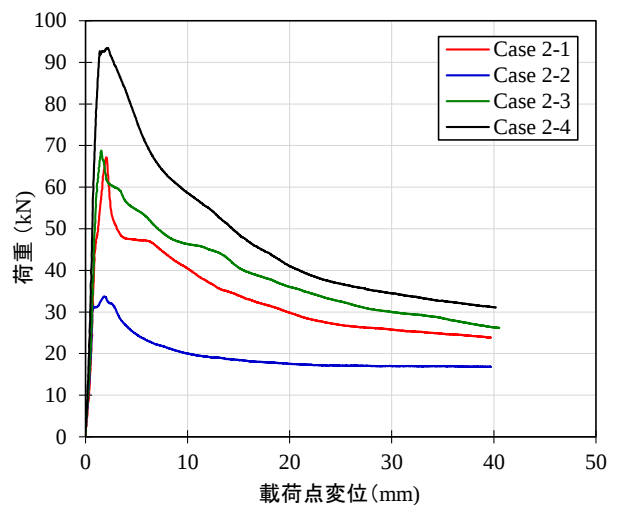
2-1 および Case 2-3 が同程度の値、鉄筋の本数が最も多い Case 2-4 で最も大きな値となった。このような傾向を示した理由として、材軸方向に鉄筋を設置することにより、H 形鋼とソイルセメントの周長が大きくなったことと異形棒鋼の節がせん断キーとして機能し、付着耐力が増加したと推察される。Case 1 と Case 2 を比較すると、H 形鋼に直交する方向に鉄筋を設置した場合にはピークの付着耐力が増加するとともに、ピーク後の残留耐力の増加も確認できた。一方で、材軸方向に鉄筋を設置した場合には、ピークの付着耐力は改善されるものの、残留耐力は大きく低下する傾向を示した。ピークの付着耐力に対する低下の割合は、40%から 70% 程度となった。したがって、地震などの要因でソイルセメントが損傷した後の付着耐力を確保するには、ピークだけでなく残留状態における耐力も向上する傾向となった H 形鋼直交方向の補強が有効であると考えられる。

4. まとめ

気中での押抜きせん断実験により、H 形鋼とソイルセメント間の付着特性を検討した。その結果、H 形鋼直交方向に補強を施した場合にはピークだけでなく、残留状態における付着耐力も向上することがわかった。一方、材軸方向に補強を施した場合には、ピークの付着耐力は向上するものの、残留状態の付着耐力は大きく低下することがわかった。今後、ソイルセメント強度の影響などを検証するとともに、実大杭の荷重試験により補強効果の検証を進めていく予定である。【参考文献】1) 渡邊、久保ほか (2012)：地盤改良を併用した H 形鋼杭の実大荷重試験 (その 1：押込み試験結果)、第 67 回土木学会年次学術講演会講演概要集、795-796。



(a) Case 1



(b) Case 2

図-3 荷重-変位関係