

改良体造成を加えた回転貫入杭の載荷試験及び支持力特性

株式会社ケー・エフ・シー	正会員	○渡邊 直人
株式会社ケー・エフ・シー	正会員	奥野 稔
株式会社ケー・エフ・シー	正会員	井上 武
株式会社ケー・エフ・シー		加藤 健人
九州大学大学院	正会員	ハザリカ ヘマンタ

1. はじめに

回転貫入杭は、鋼管本体に回転力を与えることによって、羽根先端部が地盤を掘削し、土を上方へ押圧することにより羽根が推進力を得て貫入する機構である。従って、杭施工における支持力発現に際し、(1)良好な施工性と引き替えに、支持地盤となる杭先端部地盤の拘束圧を低下させる。(2)施工終了時点では羽根下面に空洞が存在することから、羽根が支持力に十分寄与するためには空洞を埋めるだけの沈下が必要となる。(3)掘削時の羽根の通過による地盤の乱れの影響により、杭周面摩擦力は幾分小さいものとなる可能性がある。¹⁾

筆者らは、杭体先端及び周辺部から加圧したグラウトを噴出することにより改良を加え、これらの問題を克服することを試みてきている。既報³⁾では、主として杭先端をグラウト注入によって改良(「支持層底部改良型」)を試みた。その結果、中間層の改良体形成のバラツキが大きく、支持力性能は比較的安定的ではなかったが、荷重-変位量特性は、変位量の小さい段階で、極限支持力が得られるなど、支持力特性の改良が認められた。本稿では、杭先端の改良のみならず、グラウト改良体を回転貫入杭周囲に形成したこと(「改良体造成型」)による載荷試験結果および支持力特性について報告する。なお、試験概要、工法概要は、前報^{3),4)}を参照されたい。

2. 「支持層底部改良型」の概要

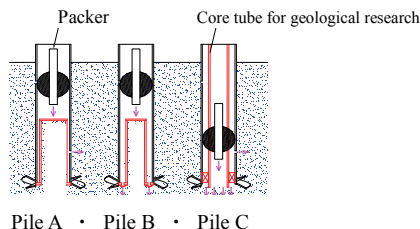


図-1 「支持層底部改良型」先端機構

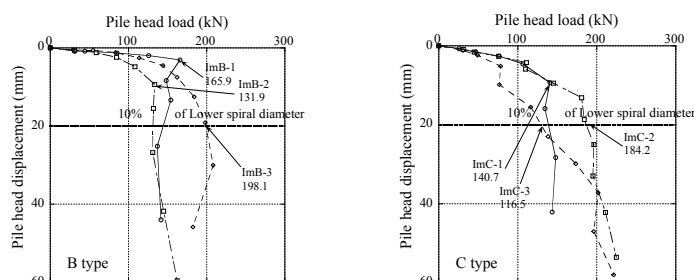


図-2 荷重-変位量曲線図「支持層底部改良型」

図-1において、支持層底部を明確に改良する先端機構は Pile B(Btype), Pile C(C type)である。図-2に示すようにバラツキは大きいですが、ImB-1, ImB-2, ImC-1では、杭頭変位量 10(mm)以内で極限支持力が得られている。⁴⁾

3. 「改良体造成型」の試験結果

図-3に杭先端機構および掘り起こし後の結果を、表-1に試験杭仕様を、図-4に押込み試験の荷重-変位量曲線を示す。

杭先端機構は、「支持層底部改良型」Btypeを基本とし、図-3に示すように改良を加えている。各々、杭先端底部に、改良体を確実に造成する目的で垂直に爪をつけ、支持層を回転貫入と同時に掘削し、注入空隙を形成するようにしている。造成型 ImB2 と ImB1 は、支持層貫入に対し、凸と凹の形状を示すことと、ImB2の方がやや掘削貫入量を多くしている。図-4の押込み試験結果によれば、改良体造成型は、従来型回転貫入杭と比較して、2.7~4.9倍程度の極限支持力が得られることが判明した。杭先端機構の異なるタイプ毎で、極限支持力は安定的である。載荷試験方式別では、造成型 ImB2に限られるが、

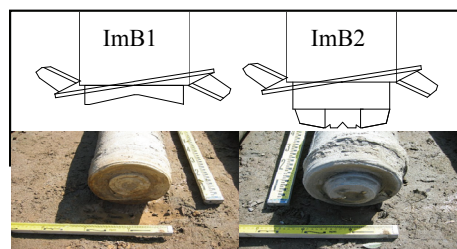


図-3 杭先端機構

キーワード 回転貫入杭, 載荷試験, 支持力, グラウト注入

連絡先 〒452-0011 愛知県清須市西枇杷島町城並2丁目4番10号 (株) ケー・エフ・シー TEL 052-509-4665

表-1 試験杭仕様

Types of Piles	Bottom type	Test Piles	Spiral's place	Pile's bottom	cement column (m)
Grouted screw pile (Improved pile)	B1	ImB1-1	Upper and Lower	Close end	3.0
	B2	ImB1-2			3.0
		ImB2-1	3.0		
		ImB2-2	3.0		
		ImB2-3	3.0		
	ImB2-4	3.0			
Conventional screw pile		CCo-1	Lower	Open end	0
		CCo-2			0

* Penetrating length in bearing layer is 1.0m.

* Digging length in bearing layer is 4.0m.

* ImB2-1, ImB2-2 are static loading test.

The others are rapid loading test.

除荷点法による急速載荷試験結果より静的載荷試験結果の方が、5～10%程度高めとなる結果となった。改良型別では、造成型 ImB1 に比べ、ImB2 の方が、第2 限界抵抗力において約 35%増しの結果となった。

なお、従来型 CCo-1,2 は、羽根設置に変化をつけたが、上部羽根のある CCo-1 の方が約 20%程度支持力の増加が見られた。

4. 支持力特性と課題

図-5,6 に、改良体形成状況を示す。今回の試験に関しては、支持層 1m 貫入とし、セメントペーストを注入しながらの施工を行うことで、下部羽根部における支持層部に、下部羽根径とほぼ同径の改良体 1m 程度と、上部羽根上方に上部羽根径とほぼ同径の改良体の形成が確認できた。



図-5 掘り起こし後の「改良体造成型」

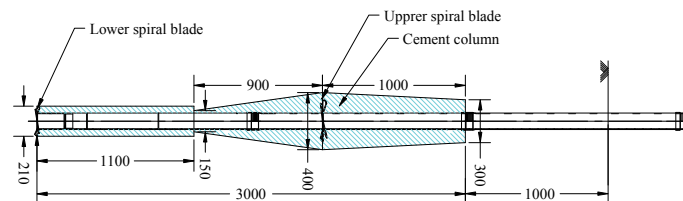


図-6 「改良体造成型」におけるグラウト形成状況（斜線部）

図-7 に ImB2-2 杭の軸力分布図を示す。第2 限界抵抗力において、杭先端抵抗力は 189kN/本となり、周面摩擦抵抗力が改良体形状からほぼ同等と仮定できるので、極限支持力の差（約 120kN/本）は、主に、先端支持力の差となると考えられる。図-3,5 に示すように、掘り起こし結果では、先端底部の改良体形成状況は良好であるが、造成型 ImB2 は、ImB1 と比較し、支持層貫入に関して、凸と凹の形状を示すことと、ImB2 の方が掘削貫入量を多くしている。その結果、より支持地盤と密着した造成型 ImB2 の方が先端支持力の増加につながっているものと考えられる。ImB1 は、下部羽根の回転範囲深度内ということと、下に凹型であり、支持層のゆるみ部分を残存させている可能性がある。

今後の課題として、杭先端機構の支持力への影響、下羽根が改良体と支持地盤に及ぼす効果、改良体造成における周面摩擦等を含む、支持力発現メカニズムを明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 土屋勉：回転貫入杭工法の動向と今後の課題，基礎工, Vol.34, pp.2～6, 2006.11.
- 2) 渡邊ら：グラウト注入型回転貫入杭の載荷試験，土木学会第 63 回年次学術講演会，2008.
- 3) 渡邊ら：杭先端改良型回転貫入杭の載荷試験，土木学会第 64 回年次学術講演会，2009.
- 4) 奥野ら：砂および砂礫地盤におけるグラウト注入型回転貫入杭の施工性能試験，土木学会第 66 回年次学術講演会，2011.（投稿中）

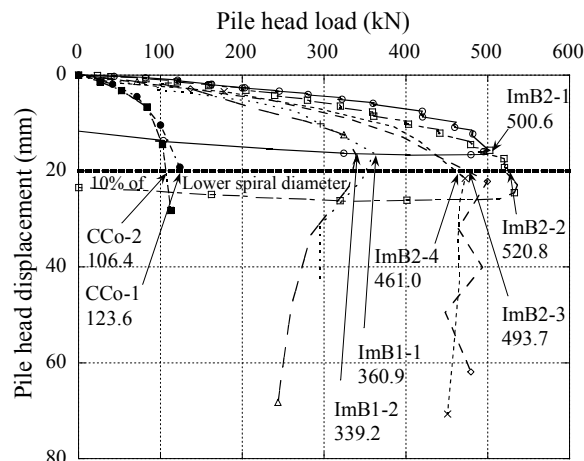


図-4 荷重-変位量曲線図

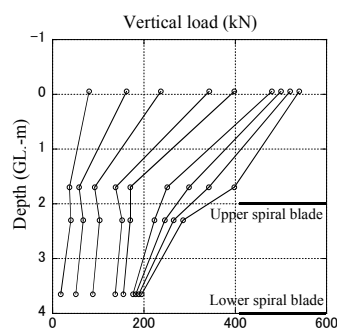


図-7 ImB2-2杭の軸力分布図