

圧入鋼管杭の初期剛性に関する実験的考察

載荷試験, 初期剛性, 圧入鋼管杭

(株)技研製作所

正会員 ○尾川 七瀬

正会員 石原 行博

正会員 木下 三郎

非会員 北村 精男

(社)高知高専テクノフェロー フェロー会員 多賀谷 宏三

1. はじめに

都市部における杭施工で問題となるものに、振動・騒音、重機の設置スペースなどがあげられる。これらの問題を解決したのが圧入工法 (Press-in Method) である。圧入工法では、静荷重で杭を地中に貫入させていくため、振動・騒音を発生させない。また、圧入機本体が杭につかまって、圧入された杭の上を移動するため、狭い場所での施工も可能となった。この圧入工法で施工された杭の支持力特性を調べるため、載荷試験を行った。ここでは初期剛性に着目して考察を行う。

2. 試験方法

2.1 地盤条件および杭の様式

試験地盤の土質柱状図を図1に示す。地表から順に盛土 (層厚 1.6m)、シルト層 (0.7m)、砂礫層 (0.7m)、シルト質砂層 (2.2m)、砂層 (4.2m)、シルト質砂層 (1.1m)、シルト層 (5.3m)、砂礫層の全 8 層で構成されている。試験に用いた杭は直径 318.5mm の鋼管閉端杭で、杭先端と杭頭にロードセルを取り付けた。

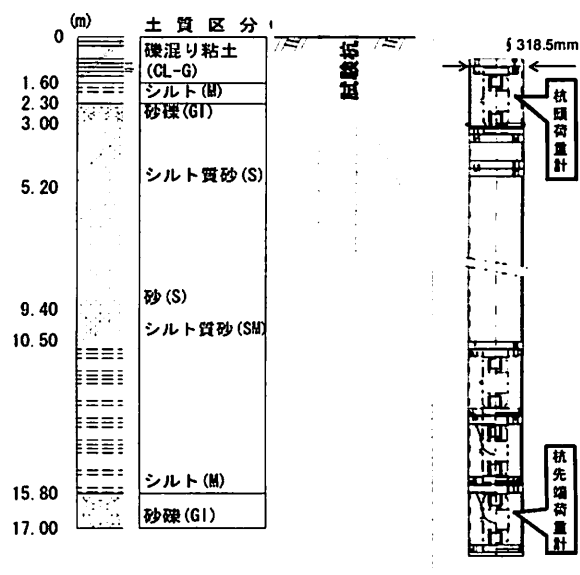


図1. 土質条件及び試験杭

2.2 試験方法

表 1. 試験条件及び試験結果

試験 No.	Cam07			Cam04									
	1	21	22	1	2	3	4	5	6	7	7'	8	9
杭長 (m)	17.5	14.0	8.5	10.3									
根入れ長 (m)	16.5	13.0	7.5	8.6	8.7	8.7	8.6	8.9	8.6	8.8	8.8	8.7	8.7
養生時間 (min)	12684	13231	12529	31	21	14	7	68	3	4	3884	13	10
試験条件	M	M	M	M	FS	DS	M-C	FS-C	DS-C	M	M	M	M
初期剛性 (kN/mm)	-	-	64.4	53.8	38.4	33.7	40.4	36.1	31.7	77.3	61.3	52.7	74.3

鉛直押し込み載荷試験は、静的押し込み試験、段階載荷の 1 サイクル方式を採用し載荷後の変位が 0.02mm/min 以下となったら次の荷重を与えた。Cam07 では最大荷重保持時間 30 分の条件を足した。表1に試験条件及び試験結果を示す。Cam 07 シリーズ^①は圧入後 9 日間養生、杭長は根入れ長+1m、杭先端地盤はシルト層 (No. 1, No. 21) と砂層 (No. 22) である。Cam04 シリーズ^②では養生時間 1 時間以下、杭長は全て 10.3m で杭先端地盤は砂層である。表中の試験条件は圧入方法の違いを表わし、M は連続圧入、FS は圧入力が 300kN で 200mm 引抜き、DS は 800mm 圧入毎に打抜き (圧入の打ち止まり位置から 800mm ストロークで杭を上下させる) である。-C は、圧入時の終局荷重で載荷・除去を繰り返した。Cam04 の No. 7' は、No. 7 を試験後そのまま約 3 日間養生し、再び載荷試験を行った。

Experimental study on the initial stiffness of closed-ended tubular jacked piles.

Nanase OGAWA, Yukihiro ISHIHARA, Saburo KINOSHITA, Akio KITAMURA (Giken Seisakusho Co., Ltd), Kozo TAGAYA (Kochi National College of Technology)

3. 実験結果および考察

図2に、杭頭における荷重(P)－変位(δ)の関係を示す。道路橋示方書より7.5mでの極限支持力は493kN、13mで646kN、16mで1184kNとなった。大きく異なっているのは13mの結果である。これらはN値から換算した結果であるが、実際の地盤をみると、砂層の中にもシルト分が含まれているためと考えられる。しかし、13mでの結果の違いは大きく、この理由としてはシルト層で発揮される摩擦抵抗力が、圧入杭では他の杭以上に発揮された為と推測する。

シルト層での2つの実験結果を見ると、変位が3mmまではP- δ 曲線の傾きは全く一致している。その後13mの試験は、傾きが徐々に緩やかになっているが第1限界抵抗力には達していなかった。

砂層地盤での実験結果より、第1限界抵抗力は杭頭変位6mm～9mmで発揮されている。第1限界抵抗力でのP- δ 曲線の割線勾配を初期剛性として表1に示した。連続圧入(M)での初期剛性を比べると、養生時間が短いほど高くその後剛性は低くなり、時間の経過とともに回復している。Cam04では、第1限界抵抗力の後はP- δ 曲線は緩やかに上昇しているが、Cam07-No.22では第1限界抵抗力が最大抵抗力を示した。Cam04の初期剛性を見みると、連続で圧入した杭が高い剛性を示している。Cam04-No.5は、根入れ長5.5mから打抜きを繰り返し、最終圧入長の8.9mまでに約70回打抜きを行い、圧入完了後に7回の繰返し荷重を与えている。Cam04-No.4も打抜きを行っているが、1ストローク毎に打抜きをしているため、その回数はNo.5に比べて少ない。圧入完了後には繰返し荷重を70回与えている。打抜きや繰返し荷重を与えると、養生時間に関係なく発揮される支持力は連続圧入のものより小さくなる。また、その初期のP- δ 曲線は下に凸になる。

4. まとめ

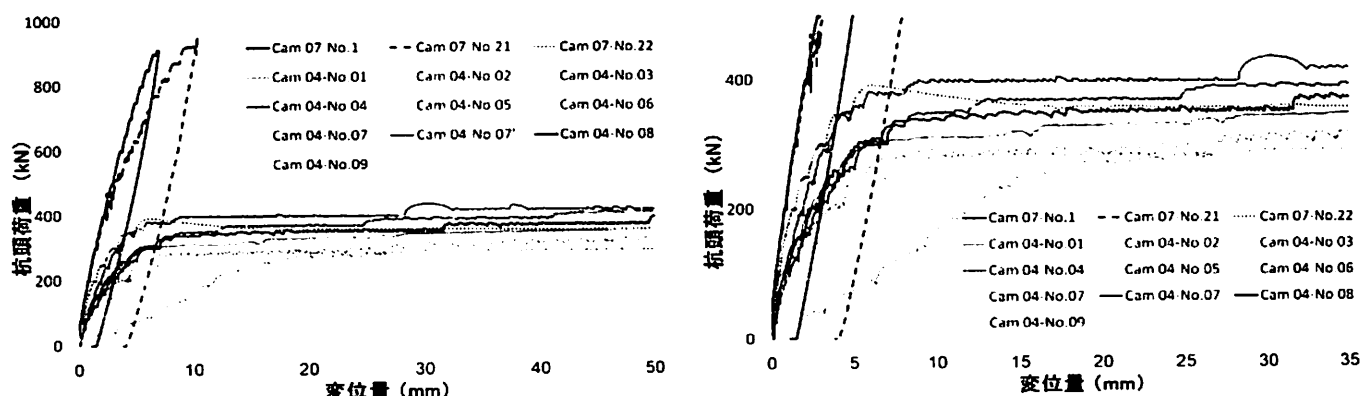


図2. 杭頭荷重(P)－杭頭変位(δ)曲線

本論文では、圧入杭を対象に行った載荷試験の結果より、初期剛性に着目して考察を行った。その結果、

- ・ 圧入杭の初期剛性は、圧入直後と9日間養生後がほぼ等しく、その間に一度剛性は低くなっている。
- ・ 圧入過程で打抜きの少ない連続圧入の方が、発揮される剛性が高くなることが期待できる。
- ・ 繰返し荷重を与えると、初期剛性は下に凸のカーブを描く。

これらの結果をもとに今後は、養生時間、間隙水圧の消散と初期剛性の関係、打抜きと支持力発揮の関係等についての考察を続けていきたい。

5. 参考文献

- ① 尾川, 石原, 木下, 多賀谷, 社城, 志和, 岡林 (2007), 圧入杭の支持力公式に関する考察, (社)地盤工学会四国支部平成19年度技術研究発表会講演概要集, pp. 43-44.
- ② 長山, 堀川 (2005), フィールドテストによる圧入中の杭の貫入抵抗分布測定, (社)地盤工学会四国支部平成17年度技術研究発表会講演概要集, pp. 3-4.
- ③ Ishihara, Ogawa, Kinoshita, Tagaya, Shiwa, Yashiro & Okabayashi (2007) Experimental Study on Behavior of Pore Water Pressure around Pressed-in Pile, (社)地盤工学会四国支部平成19年度技術研究発表会講演概要集, pp. 51-52.