

鋼管杭の静的載荷試験および急速載荷試験から求めた荷重-変位関係の比較 (その2: 試験結果)

急速載荷試験	静的載荷試験	正会員	○林	世峻*	正会員	中山	敦**
現場実験	荷重-変位関係	正会員	亀井	秀一***	正会員	山本	伊作****
シグナル解釈法	鋼管杭	正会員	渡邊	康司*****	正会員	松本	樹典*****

1. はじめに

本報告 (その2) では, 試験結果について述べる。

2. 試験結果

2.1 猿島試験場

Pile No. 4 では, 段階載荷方式 SLT に引き続いて RLT を実施した。RLT では質量 $m_h = 3.5$ ton の重錘を用い, 落下高さ h を 0.03~0.83 m に増加して 8 回の試験 (打撃) を行った。RLT では軟クッションのばね係数を調整し, 載荷時間 t_L を変化させ, 相対載荷時間 $T_r = t_L/(2L/c) = 5$ となるようにした ($L =$ 杭長, $c =$ 杭の縦波速度)。

図-1 に $T_r = 5$, ハンマー落下高 $h = 0.83$ m の RLT における急速荷重 F_{rapid} , 杭頭変位 w , 速度 v , 加速度 α の時刻歴を示す。なお, ULPC 法および ULPC_CM 法から求めた地盤抵抗 R_{soil} (ULPC) と R_{soil} (ULPC_CM) を F_{rapid} とともに示している。さらに, 下降波 F_d および上昇波 F_u も示している。

最大杭変位時点では, 速度 $v = 0$ である。この時点の R_{soil} (Case) を ULPC 法と同様に静的抵抗力 R_w (R_{ULP}) と定義する。 h を変化させた一連の RLT から求まる ULPC_CM 法での除荷点荷重と変位を接続することで, 静的な荷重-変位関係を構築する。

図-2 は, F_{rapid} , ULPC 法解析による R_{soil} (ULPC) および R_w (ULPC) と変位 w の関係を示す。

図-3 は, F_{rapid} , ULPC_CM 法解析による R_{soil} (ULPC_CM) および R_w (ULPC_CM) と変位 w の関係を示す。

図-4 は, ULPC 法および ULPC_CM 法解析による静的抵抗力 R_w - 変位 w の関係と SLT 結果の比較を示す。まず RLT 結果に着目すると, ULPC 法による荷重は ULPC_CM 法による荷重よりも大きい。これは, Kamei et al. (2022) が指摘しているように杭慣性力 $m\alpha$ (m は溝型鋼を含む杭体質量) の補正が過大になっていることが考えられる。

これらの RLT 結果を SLT 結果と比較すると, ULPC_CM 法による荷重-変位曲線は SLT 結果と非常によく整合している。ULPC 法による荷重-変位曲線は SLT 結果を過大評価している。

2.2 岡山現場

岡山現場では, 段階載荷方式 SLT に引き続いて RLT を実施した。RLT では質量 $m_h = 44$ ton の重錘を用い, 落下高さ h を 0.25~3.00 m に増加して 7 回の試験 (打撃) を行った。

図-5 はハンマー落下高 $h = 3.0$ m の RLT における急速荷重 F_{rapid} , 杭頭変位 w , 速度 v , 加速度 α の時刻歴を示す。

なお, ULPC 法および ULPC_CM 法から求めた地盤抵抗 R_{soil} (ULPC) と R_{soil} (ULPC_CM) を F_{rapid} とともに示している。さらに, 下降波 F_d および上昇波 F_u も示している。

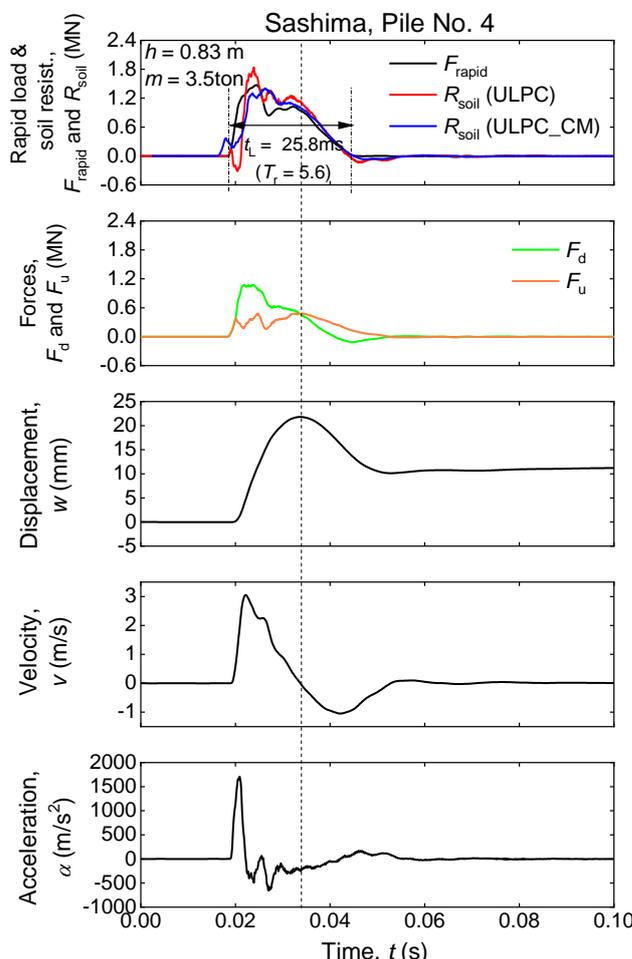


図-1 動的シグナルの一例 (Sashima, $h = 0.83$ m)

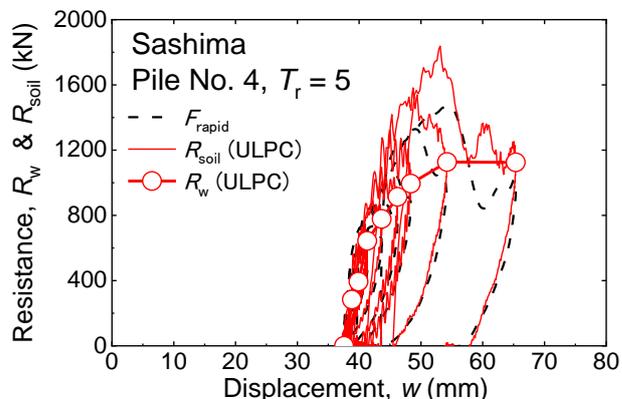


図-2 F_{rapid} , ULPC 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Sashima)

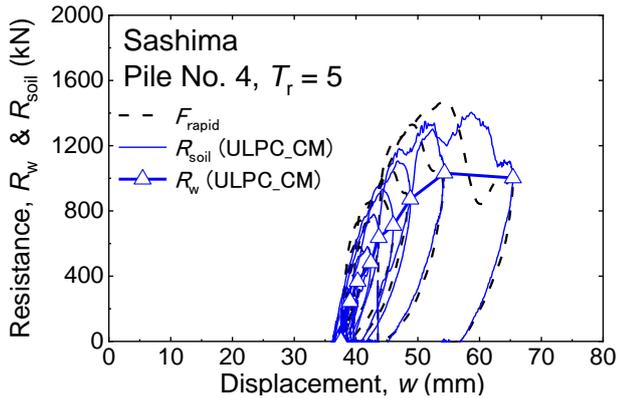


図-3 F_{rapid} , ULPC_CM 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Sashima)

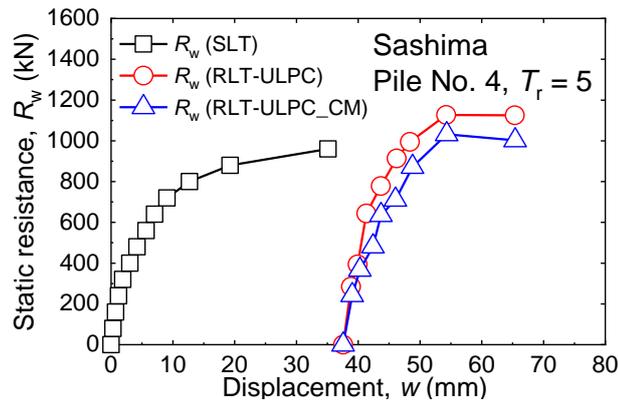


図-4 ULPC 法と ULPC_CM 法による静的な荷重—変位関係と SLT 結果の比較 (Pile No. 4)

図-6 は、ULPC 法および ULPC_CM 法解析による静的抵抗 R_w —変位 w の関係と SLT 結果の比較を示す。まず RLT 結果に着目すると、ULPC 法による荷重は ULPC_CM 法による荷重よりも大きい。このことは、 $T_r = 7.1$ であっても Kamei et al. (2022) が指摘しているように杭慣性力 $m\alpha$ の補正が過大になっていることを示している。ULPC 法による荷重—変位曲線は SLT 結果を過大評価している。

RLT での最大荷重は SLT-Continuous での最大荷重より大きい。履歴荷重内での ULPC_CM 法による荷重—変位曲線は、SLT 結果 (SLT-Continuous) とほぼ一致している。SLT-step での最大荷重以上では、ULPC_CM 法による新規荷重の荷重—変位曲線は SLT-Step における荷重—変位曲線から推定される延長に非常によく整合している。

3. おわりに

本研究では、打込み鋼管杭を対象として、二現場で RLT と SLT の比較実証実験を行った。RLT の解析では、ULPC 法と ULPC_CM 法の二つの解析法を用いた。

ULPC_CM 法による静的な荷重—変位関係は SLT 結果とよく一致した。

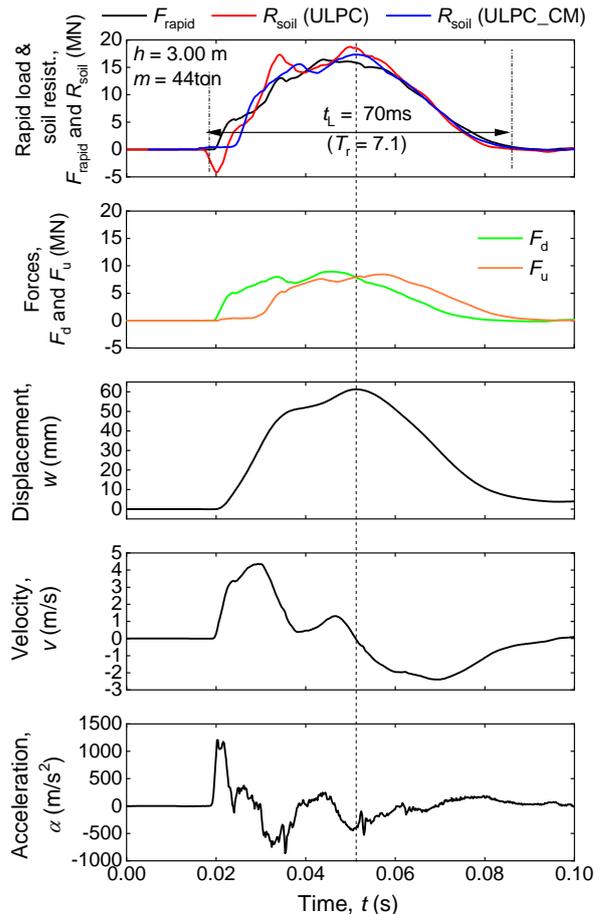


図-5 動的シグナルの一例 (Okayama, $h = 3.0$ m)

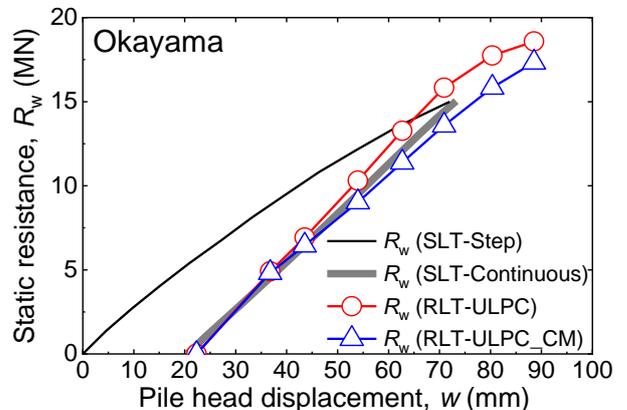


図-6 ULPC 法と ULPC_CM 法による静的な荷重—変位関係と SLT 結果の比較 (Okayama)

参考文献

Kamei S., Takano K., Fujita T. (2022) Comparison of static load test and rapid load test on steel pipe piles in two sites. *Proc. of the 11th Int. Conf. on Stress Wave Theory and Design and Testing Methods for Deep Foundations*, Rotterdam, The Netherlands: DOI/10.5281/zenodo.7148489.

* (株)地盤試験所 主任・理学修士
 ** (株)地盤試験所 係長・文学学士
 *** (株)地盤試験所 部長・工学学士
 **** (株)地盤試験所 代表取締役・工学修士
 **** 愛知工業大学 准教授・工学博士
 ***** 金沢大学 名誉教授・工学博士

* Chief engineer, Jibanshikenjo Co. Ltd., Ms. Science
 ** Chief clerk, Jibanshikenjo Co. Ltd., Bc. Literature
 *** Director, Jibanshikenjo Co. Ltd., Bc. Eng.
 **** CEO, Jibanshikenjo Co. Ltd., Ms. Eng.
 **** Assoc. Prof., Aichi Institute of Technology, Dr. Eng.
 ***** Emeritus Prof., Kanazawa Univ., Dr. Eng.