

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

急速荷重試験	静的荷重試験	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, 段階荷重方式 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, 荷重時間  $t_L$  を変化させ, 相対荷重時間  $T_r = t_L / (2L/c) = 5$  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  $\alpha$  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, 段階荷重方式 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  $\alpha$  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。

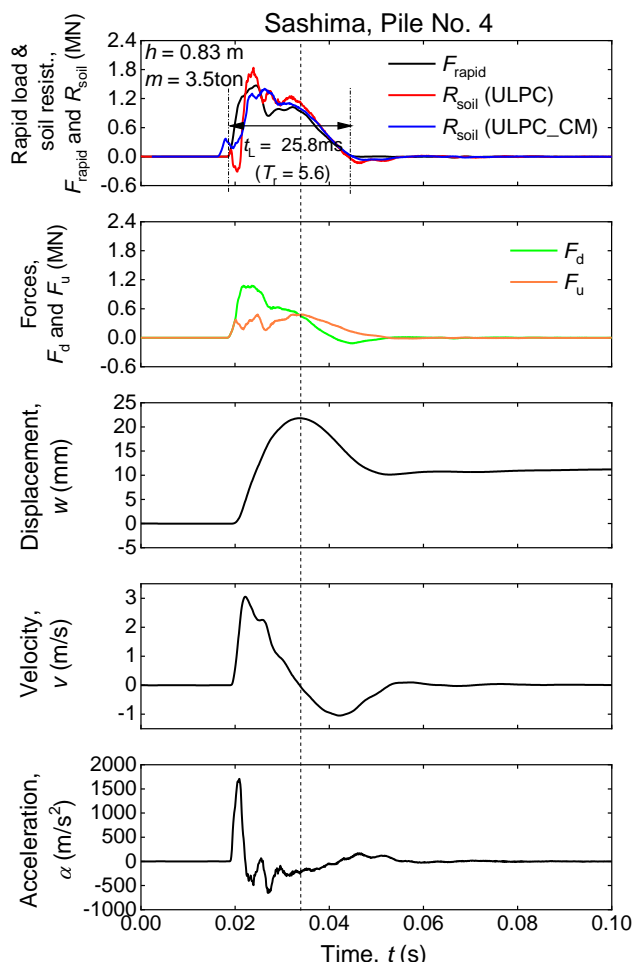


図-1 動的シグナルの一例 (Sashima,  $h = 0.83$  m)

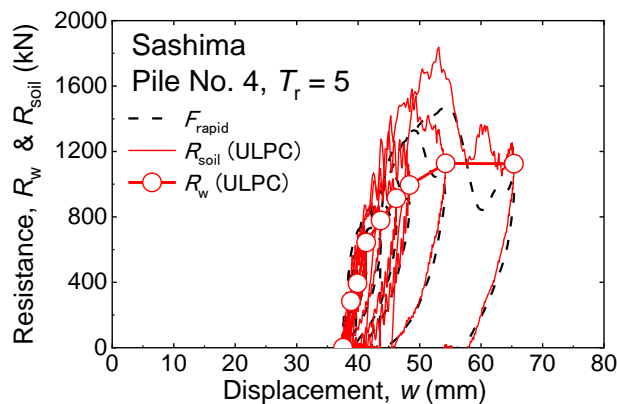


図-2  $F_{rapid}$ , ULPC 法による  $R_{soil}$ ,  $R_w$  と変位  $w$  の関係 (Sashima)

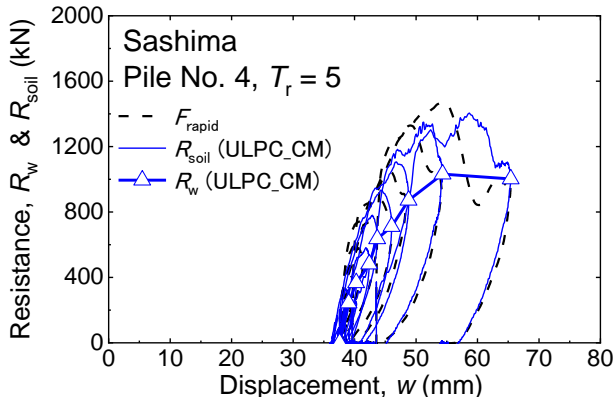


図-3  $F_{\text{rapid}}$ , ULPC\_CM 法による  $R_{\text{soil}}$ ,  $R_w$  と変位  $w$  の関係 (Sashima)

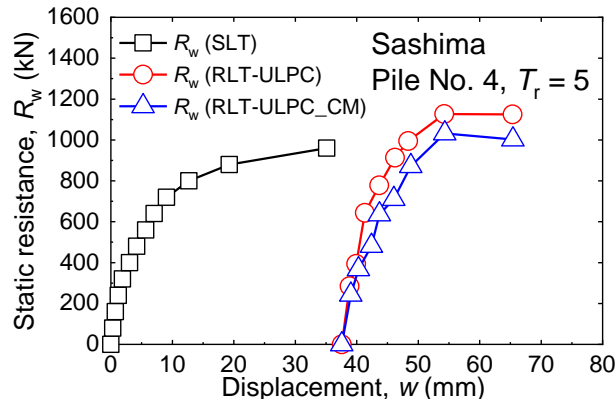


図-4 ULPC 法と ULPC\_CM 法による静的な荷重—変位関係と SLT 結果の比較 (Pile No. 4)

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。

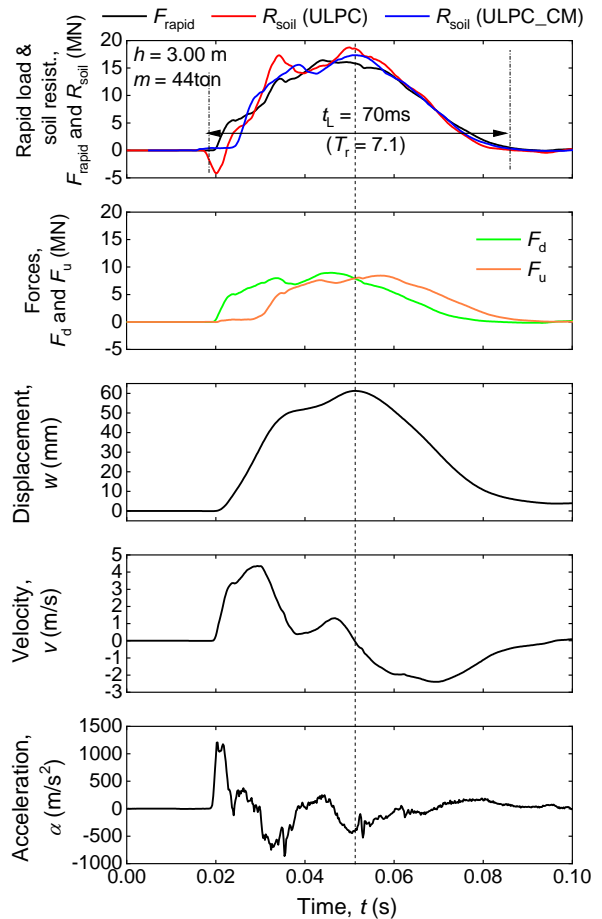


図-5 動的シグナルの一例 (Okayama,  $h = 3.0$  m)

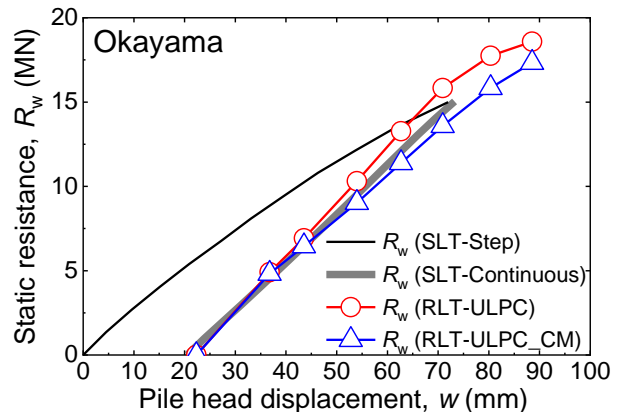


図-6 ULPC 法と ULPC\_CM 法による静的な荷重—変位関係と SLT 結果の比較 (Okayama)

### 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.