

橋台基礎の鋼管ソイルセメント杭の支持力確認急速載荷試験（その2：試験結果）

鋼管ソイルセメント杭  
急速載荷試験  
荷重変位関係

地盤試験所 正会員 ○中山 敦  
地盤試験所 国際会員 林 世峻  
中日本建設コンサルタント 正会員 日高 雅史  
花井組 非会員 小谷 健児  
愛知工業大学 国際会員 渡邊 康司

1. はじめに

本稿は、愛知県発注の「道路改良工事一般国道 247 号（西知多道路）常滑工区下部工事（環境整備・R3 国補正）」における橋台基礎工事にて実施した鋼管ソイルセメント杭の支持力確認急速載荷試験について、試験結果を述べる。特に、ULPC 法および ULPC\_CM 法からの結果を比較・考察する。

2. 急速試験結果

杭 No. 9 と No. 35 の急速載荷試験（RLT）では、質量 22 ton のハンマーを使用し、ハンマー落下高  $h=0.2 \sim 2.2$  m で、計 6 打撃を実施した。紙面の都合上、杭 No. 35 の試験結果を中心に述べる。

図-1 は、 $h=2.2$  m の RLT における急速荷重  $F_{rapid}$ 、変位  $w$ 、速度  $v$ 、加速度  $\alpha$  の時刻歴を示す。杭頭における載荷時間  $t_L = 44.3$  ms、相対載荷時間  $T_r = t_L / (2L/c) = 6.75$  であり、試験基準を満足した。なお、ULPC 法から求めた地盤抵抗  $R_{soil\_ULPC}$  を  $F_{rapid}$  に併せて示している。

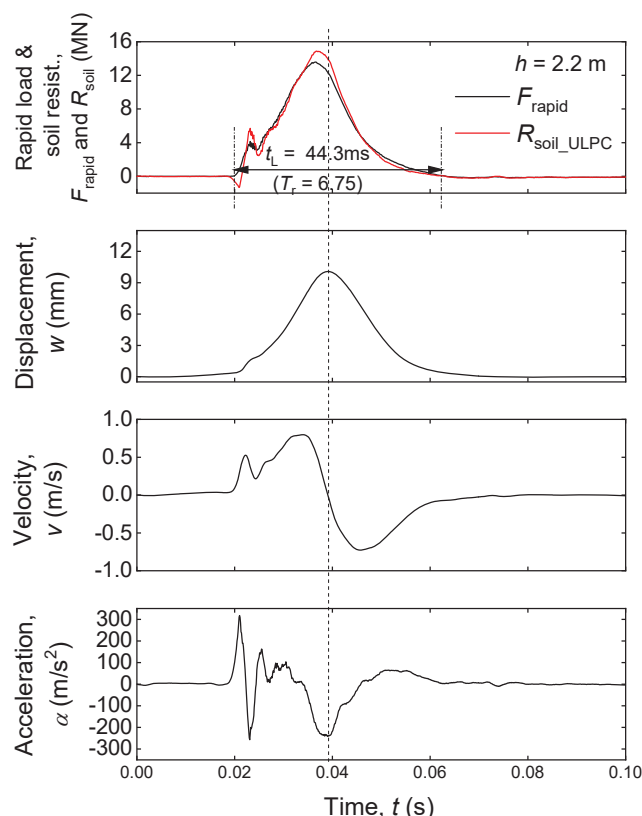


図-1 杭 No. 35 の急速載荷試験における計測シグナルおよび ULPC による地盤抵抗  $R_{soil\_ULPC}$  の一例

図-2 は同打撃における下降波  $F_d$  と上昇波  $F_u$ 、および ULPC\_CM による地盤抵抗  $R_{soil\_case}$  (=貫入抵抗力  $R_t$ ) を示している。

図-3 は、同 RLT の各種解析方法による  $R_{soil}$  の時刻歴である。Kamei et al. (2022) は、 $T_r \geq 5$  の場合であっても、杭頭での  $\alpha$  を用いると  $R_{soil}$  が過大評価されることを示している。そこで、 $\alpha=0$  と仮定した場合の  $R_{soil}$  も示している。

$R_{soil\_ULPC}$  と  $R_{soil\_case}$  を比較すると、除荷点時の  $R_{soil\_ULPC}$  は  $R_{soil\_case}$  より上回っている。

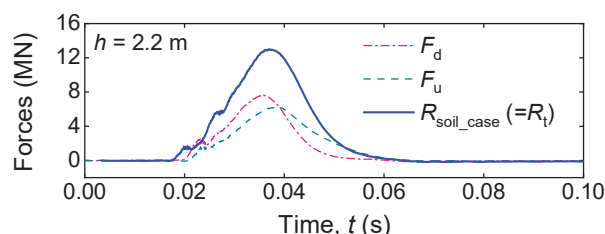


図-2 杭 No. 35 の下降波  $F_d$ 、上昇波  $F_u$  および ULPC\_CM による地盤抵抗  $R_{soil\_case}$  の一例

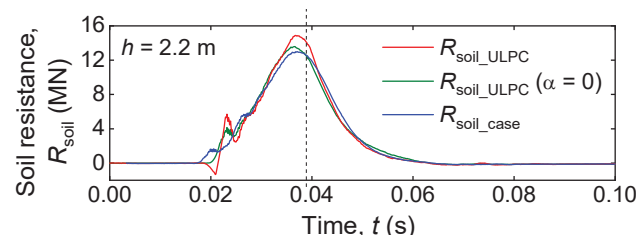


図-3 杭 No. 35 の各種解析方法による  $R_{soil}$  の時刻歴

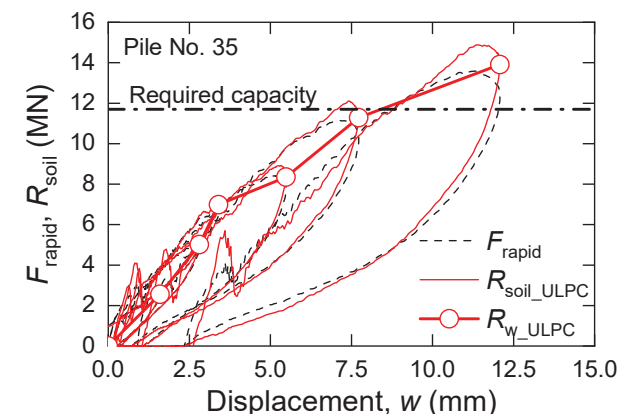


図-4 杭 No. 35 の ULPC による荷重—変位関係

図-4 は、ULPC 法による荷重—変位関係である。静的地盤抵抗力  $R_w$  は杭変位  $w = 8.4$  mm で必要降伏支持力 11.7 MN を超えた。なお、6 打撃目終了後の残留変位量はわずか 2 mm であった。

図-5は、 $\alpha$ を0としたULPC法による荷重-変位関係である。静的地盤抵抗力 $R_w$ は杭変位 $w = 10.8 \text{ mm}$ で必要降伏支持力11.7 MNを超えた。

図-6は、ULPC\_CM法による荷重-変位関係である。静的地盤抵抗力 $R_w$ は杭変位 $w = 10.6 \text{ mm}$ で必要降伏支持力11.7 MNを超えた。

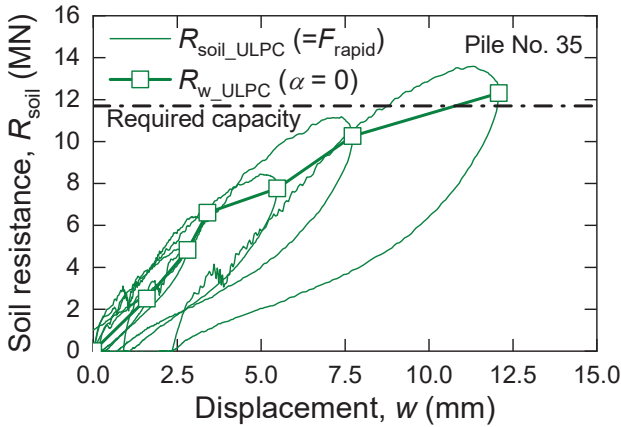


図-5 杭 No. 35 の $\alpha=0$ としたULPCによる荷重-変位関係

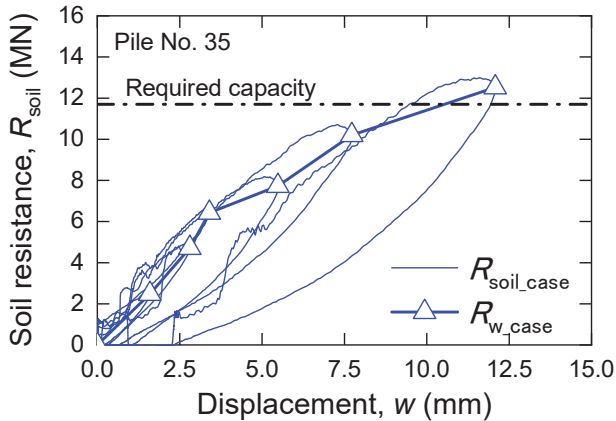


図-6 杭 No. 35 のULPC\_CMによる荷重-変位関係

図-7は、各種解析法による、静的荷重 $R_w$ と杭変位 $w$ の関係を比較している。相対載荷時間 $T_r=6.75$ であっても、ULPC法による $R_w$ はULPC\_CM法による $R_w$ を上回っている。 $\alpha=0$ を仮定したULPC法による結果はULPC\_CM法による結果とほぼ同様であった。いずれの解析方法でも、杭 No. 35 は必要降伏支持力11.7 MNを超えていることが確認された。

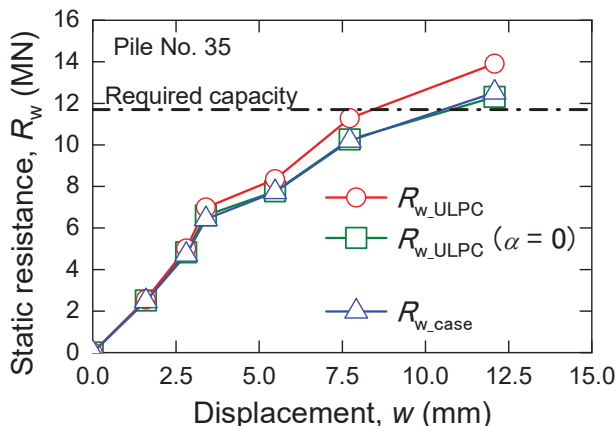


図-7 杭 No. 35 のULPCおよびULPC\_CMによる静的な荷重-変位曲線の比較

杭 No. 9についても、同様な解析を実施した。図-8は各種解析法による、静的荷重 $R_w$ と杭変位 $w$ の関係を比較した結果である。杭 No. 35と同様に、いずれの解析方法でも、杭 No. 9は必要降伏支持力11.7 MNを超えていることが確認された。

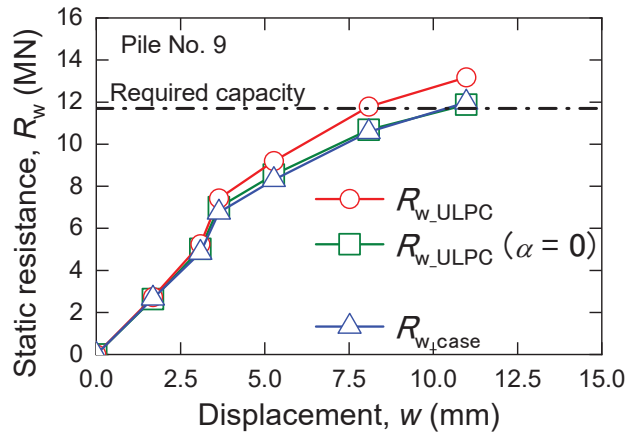


図-8 杭 No. 9 のULPCおよびULPC\_CMによる静的な荷重-変位曲線の比較

図-7と図-8を比較すると、二本の杭の荷重-変位関係のばらつきは非常に僅かである。このことは、杭基礎の安全性が高いことを示唆している。ある現場で、各杭の荷重-変位関係のばらつきを推測するには、複数の載荷試験の実施が必須である。急速載荷試験は、このような目的を達成するのに、非常に有効な手段になり得る。

### 3. おわりに

本稿では、「道路改良工事一般国道247号(西知多道路)常滑工区下部工事(環境整備・R3国補正)」のA2橋台基礎(鋼管ソイルセメント杭)で実施した急速載荷試験について、支持力確認の結果と解析方法の違いによる試験結果の比較・考察を行った。

ULPC法とULPC\_CM法で解析した杭No.9, 杭No.35の荷重-変位関係から、確認支持力11.7 MNを満足する結果が得られた。また、両試験とも試験後の残留変位量が2 mm以下と少なく、ほぼ同様の荷重-変位関係を示しており、杭性能のばらつきが僅かであることが確認された。

ULPC法で解析した静的抵抗力は、ULPC\_CM法による静的抵抗力を上回る結果となった。一方、 $\alpha=0$ としたULPC法の解析結果は、ほぼULPC\_CM法と一致する結果となった。

### 謝辞

最後に、載荷試験に関するデータの提供にご協力いただいた愛知県知多建設事務所に深く感謝を申し上げます。

### 参考文献

- 日高 他 (2023) : 橋台基礎の鋼管ソイルセメント杭の支持力確認急速載荷試験 (その1 : 試験概要), 第58回地盤工学研究発表会.
- 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.