

鋼管杭を対象とした急速荷重試験と静的荷重試験の比較実証実験（その2：実験結果）

急速荷重試験	国 〇林 世峻 (株)地盤試験所	国 亀井 秀一 (株)地盤試験所
静的荷重試験	正 小林 剛 (株)地盤試験所	国 山本 伊作 (株)地盤試験所
鋼管杭	国 渡邊 康司 愛知工業大学	国 松本 樹典 金沢大学

1. はじめに

その2では、Pile No. 2 と No. 4 について、静的荷重試験 (SLT), 急速荷重試験 (RLT) で ULPC 法および ULPC_CM 法から得られる杭の静的な荷重-変位関係を比較・考察する。

Pile No. 4 では、JGS 基準に基づいた相対荷重時間 $T_r=5$ の RLT, Pile No. 2 では、 $T_r=3$ の RLT を実施した。

2. 実験結果

2.1 静的荷重試験 (SLT)

Pile No. 4 および No. 2 とも段階荷重 SLT を実施した。なお、SLT の結果は後述する RLT 結果との比較で示す。

2.2 Pile No. 4 の実験結果

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、 $T_r = t_L / (2L/c) = 5$ となるようにした。

図-1 は $T_r = 5$, 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 $R_{\text{soil}}(\text{ULPC})$ と $R_{\text{soil}}(\text{ULPC_CM})$ 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。

杭最大変位時点では、速度 $v = 0$ である。この時点における $R_{\text{soil}}(\text{Case})$ を ULPC 法と同様に静的抵抗力 $R_w(\text{RULP})$ 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 $R_{\text{soil}}(\text{ULPC})$ および $R_w(\text{ULPC})$ と変位 w の関係を示す。また、図-3 は、 F_{rapid} , ULPC_CM 法解析による $R_{\text{soil}}(\text{ULPC_CM})$ および $R_w(\text{ULPC_CM})$ と w の関係を示す。さらに、図-4 は、ULPC 法および ULPC_CM 法解析による静的抵抗力 R_w-w の関係と SLT 結果の比較を示す。はじめに 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 は溝型鋼質量を含む杭体質量) の補正が過大になっていることに起因すると考えられる。

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。一方、ULPC 法による荷重-変位曲線は、SLT 結果を明らかに過大評価している。

2.3 Pile No. 2 の実験結果

Pile No. 2 では、RLT に引き続き段階荷重方式 SLT を実施した。RLT では質量 $m_h = 0.95$ ton の重錘を用い、落下高さ h を 0.02~3.84 m に増加して、 $T_r = 3$ の条件で12回の試験 (打撃) を行った。

図-5 は、8 打撃目 ($h = 1.35$ 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 $R_{\text{soil}}(\text{ULPC})$ と $R_{\text{soil}}(\text{ULPC_CM})$ 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 も合わせて示している。

図-6 は、 F_{rapid} , ULPC 法解析による $R_{\text{soil}}(\text{ULPC})$ および $R_w(\text{ULPC})$ と変位 w の関係を示す。

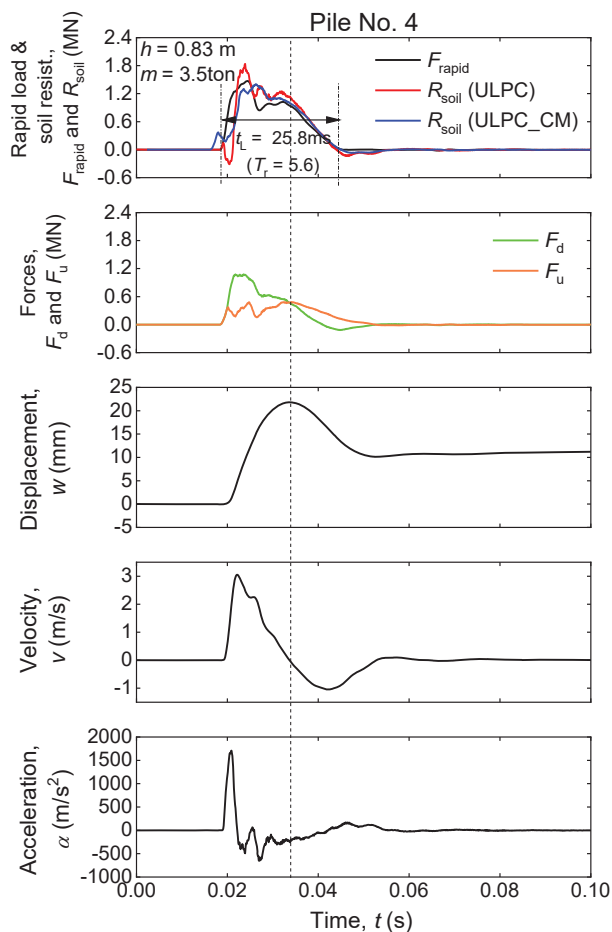


図-1 動的シグナルの一例 (Pile No. 4, $h = 0.83$ m)

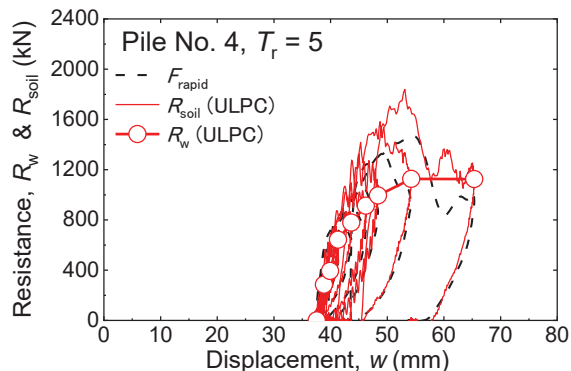


図-2 F_{rapid} , ULPC 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Pile No. 4)

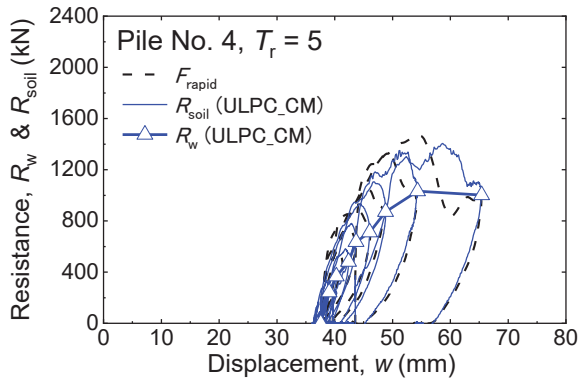


図-3 F_{rapid} , ULPC_CM 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Pile No. 4)

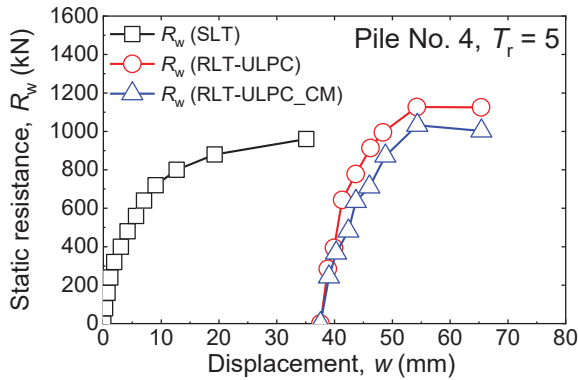


図-4 ULPC 法と ULPC_CM 法による静的な荷重-変位関係と SLT 結果の比較 (Pile No. 4)

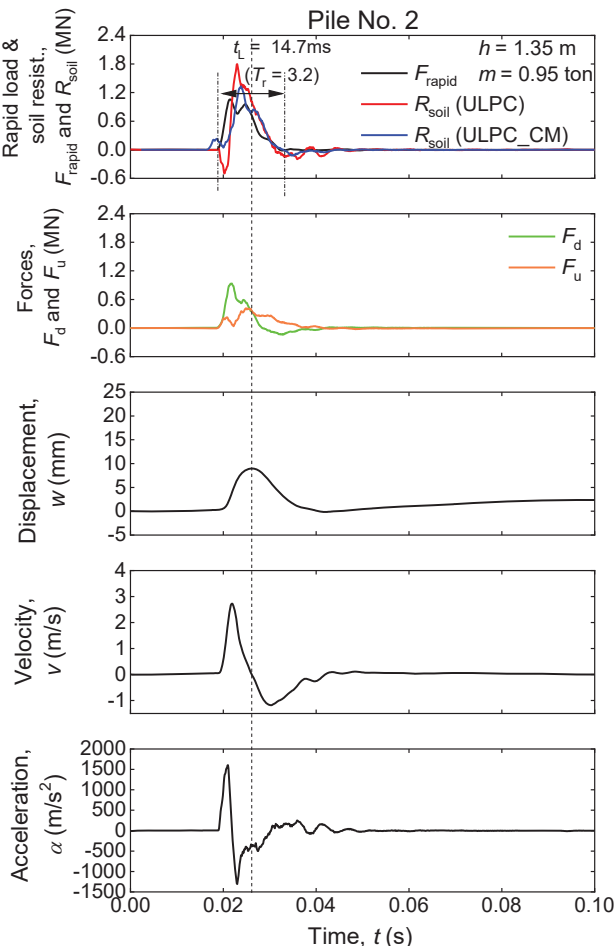


図-5 動的シグナルの一例 (Pile No. 2, $h = 1.35$ m)

また、図-7 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。さらに、図-8 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 結果と非常に良く整合している。一方、ULPC 法による荷重-変位曲線は、Pile No. 4 と同様に SLT 結果を過大評価している。

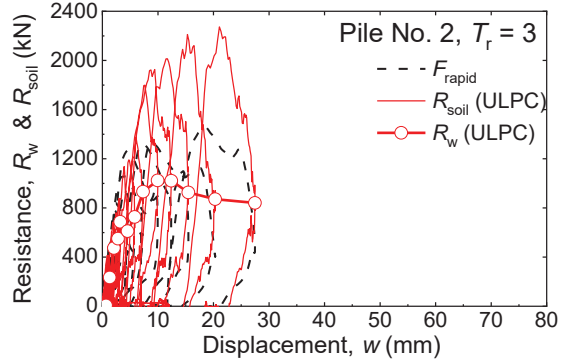


図-6 F_{rapid} , ULPC 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Pile No. 2)

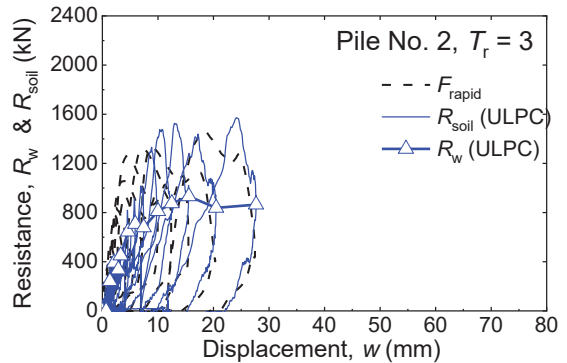


図-7 F_{rapid} , ULPC_CM 法による R_{soil} , R_w と変位 w の関係 (Pile No. 2)

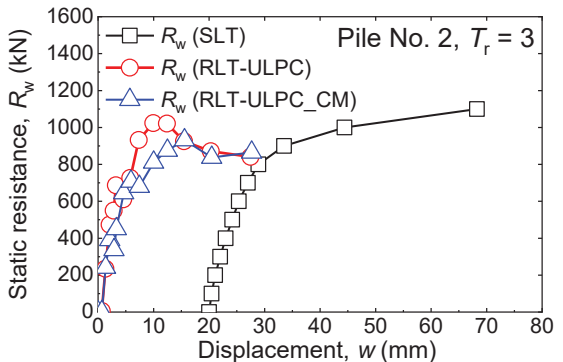


図-8 ULPC 法と ULPC_CM 法による静的な荷重-変位関係と SLT 結果の比較 (Pile No. 2)

3. おわりに

本研究では、新たな解析法 (ULPC_CM) の妥当性の確認を主目的として、打込み鋼管杭を対象として、RLT と SLT の比較実証実験を実施した。

JGS 基準の条件 ($T_r = 5$) で、ULPC_CM 法による静的な荷重-変位関係は SLT 結果と非常に良い整合性があった。また、 $T_r = 3$ の载荷条件においても、同様の傾向が得られた。したがって、SLT と RLT の実施順番に関わらず、両者による試験結果の間に良い整合性があるといえる。