

Ⅲ－B 56

能越3号橋鋼管杭動的載荷試験結果の波形マッチング度評価

NKK
金沢大学工学部
(株)吉光組
石川県土木部

正会員 林 正宏
正会員 松本 樹典
正会員 道 勇治
二塚 保之

1. はじめに

石川県能登半島内の能越自動車道3号橋下部工事において、全基礎杭に対し動的載荷試験を実施し、杭の支持力特性を一次元波動理論に基づく波形マッチング解析により推定した¹⁾。この波形マッチング解析の結果に対しては、解析者独自の判断で計算値と実測値が一致したとしており、波形解析のマッチング度（一致の程度）については言及していなかった。本研究では、能越3号橋鋼管杭動的載荷試験結果について、波形マッチング解析結果のマッチング度に対する一評価法を試み、マッチング度についての考察を行った。

2. 杭打ち工事の概要

図1に杭打ち施工現場の地盤概要を示す。本施工現場では、厚さ10m～15mのほぼ均質な珪藻泥岩が堆積している。表1に各橋台および橋脚の杭の諸元を示す。杭打ちには、ラム重量34.3kNのディーゼルハンマーを使用した。

3. 波形マッチング解析法

動的載荷試験は、全ての杭について杭頭部におけ

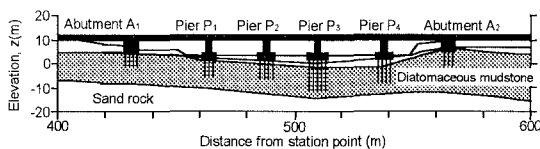


図1 能越3号橋杭打ち工事箇所の地盤概要

表1 各橋台および橋脚の杭の諸元

	長さ (m)	外径 (mm)	板厚 (mm)	杭本数
A ₁ 橋台	9.0(5.0+4.0)	600	12 / 9	20
A ₂ 橋台	8.5	600	9	18
P ₁ 橋脚	10.0	600	9	12
P ₂ 橋脚	11.5 (4.5+7.0)	600	12 / 9	16
P ₃ 橋脚	16.5(5.5+11.0)	600	14 / 9	20
P ₄ 橋脚	14.5(4.5+10.0)	600	12 / 9	16

(上杭/下杭)

(上杭/下杭)

る力および速度を計測し、特性曲線解析法による波形マッチング解析を実施した。波形マッチング解析は、図2と図3に示す杭/地盤システムおよび地盤抵抗モデルを用いて行った。

4. マッチング度の評価法

本研究では、波形マッチング解析結果のマッチング度について、以下の方法により判定を行った。ある測定データ範囲で、計算値が実測値とどの程度異なるかを評価するために式(1)および式(2)を用いた。

$$V^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (m_i - c_i)^2 \quad (1), \quad \text{マッチング度 } I_m = \frac{V}{m_{\max}} \quad (2)$$

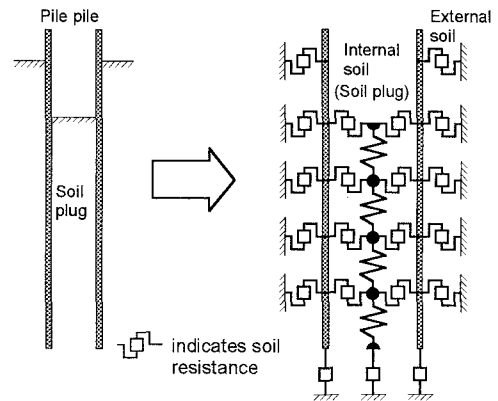
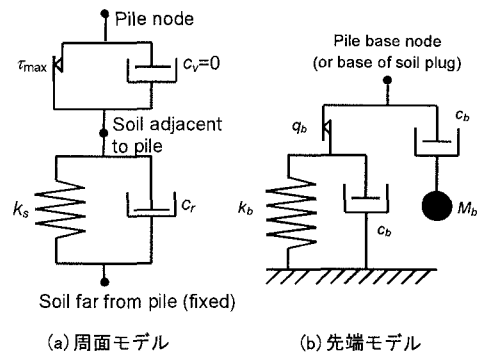


図2 杭/地盤システム²⁾



(a) 周面モデル

(b) 先端モデル

図3 地盤抵抗モデル³⁾

キーワード：動的載荷試験，波形マッチング解析，マッチング度，鋼管杭

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1 NKK基盤技術研究所 Tel 044-322-6221, Fax 044-322-6519

ここで、 m は実測値、 c は計算値、 n はデータ数、添字はデータ番号を示している。また、マッチング度を I_m と定義した。ここで、マッチング度 I_m は、式(3)のように表すことができる。

$$I_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{m_i - c_i}{m_i} \right)^2 \times \left(\frac{m_i}{m_{\max}} \right)^2 \right\}} \quad (3)$$

この式の $(m_i - c_i)/m_i$ は誤差（実測値と計算値の差）と実測値の比率を表し、 $m_i/m_{\max}$ は実測値の重みを表している。すなわち、式(2)は誤差と実測値の比率に重みを乗じて評価した式となっている。

動的载荷試験では、打撃力が杭を数往復するまでのデータを採取することができ、波形マッチング解析もそのデータに対して実施している。しかし、このデータの中でも周面摩擦応力や先端支持力の応答を示す重要なデータ範囲がある。評価式を用いてマッチング度を評価する時も適切なデータ範囲を選択する必要がある。そこで、図4に示すように、データ範囲の違いによるマッチング度の変化を調べた。ピーク打撃力 $m_{\max}$ の時点から、打撃力が杭を1往復、2往復、3往復するまでのデータについて検討した。

図5および図6は、 A_1 橋台の杭の中でマッチング度 I_m が最小値および最大値となった結果である。表2は、各橋台・橋脚のデータ範囲の違いによるマッチング度 I_m の最小値・最大値を比較したものである。これらは良く一致したと解析者が判断した波形マッチング解析結果に対して検証した結果であるが、そのマッチング度 I_m は0.2以下であった。また、マッチング度 I_m は1往復より2往復と3往復の方が大きな値を示していることが多い。これは波形マッチング解析において、1往復までの方が一致させやすいことを示している。よって、評価するデータ範囲は1往復ではなく、少なくとも2～3往復のデータ範囲について実施する必要がある。

5. おわりに

本研究では、能越3号橋鋼管杭動的载荷試験の波形マッチング解析結果を例に取り、マッチング度を客観的に評価する一手法を示した。

参考文献

- 1) 林,松本,武居,道：動的载荷試験による能越3号橋鋼管杭の荷重～変位関係評価, 第32回地盤工学研究発表会, 1435-1436, 1997.
- 2) Matsumoto and Takei : Effects of soil plug on behaviour of driven pipe piles. S&F, JSSMFE, 31(2), 14-34, 1991.
- 3) Randolph and Deeks : Dynamic and static soil models for axial pile response. Proc. 4th Int. Conf. on the Appl. of Stress-Wave Theory to Piles, 3-14, 1992.

表2 各橋台・橋脚の解析結果のマッチング度 I_m

	I_m の値	1往復	2往復	3往復
A_1 橋台	最小	0.060	0.092	0.080
	最大	0.113	0.150	0.129
A_2 橋台	最小	0.040	0.037	0.034
	最大	0.126	0.129	0.128
P_1 橋台	最小	0.050	0.060	0.056
	最大	0.144	0.172	0.169
P_2 橋台	最小	0.042	0.045	0.052
	最大	0.112	0.105	0.099
P_3 橋台	最小	0.039	0.046	0.080
	最大	0.151	0.165	0.185
P_4 橋台	最小	0.034	0.045	0.067
	最大	0.083	0.098	0.129

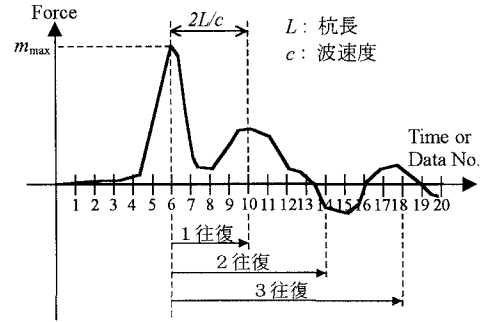


図4 実測値のデータ範囲

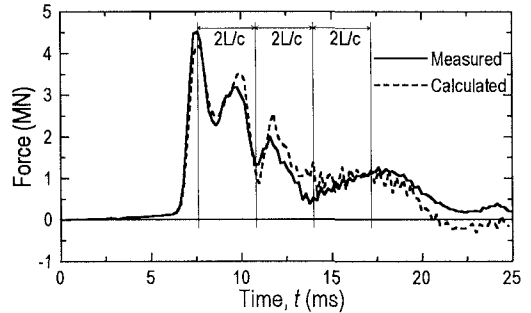


図5 マッチング度 I_m が最小になった結果(A_1 橋台)

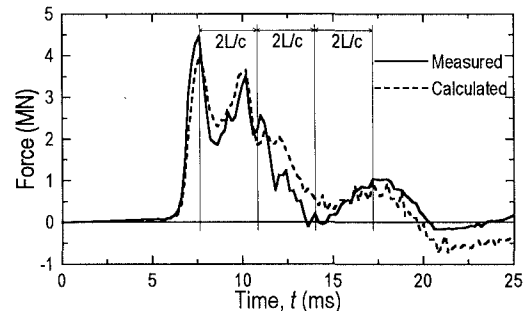


図6 マッチング度 I_m が最大になった結果(A_1 橋台)