

III-B 36

能越3号橋第1次工事における鋼管杭打込み性の事後解析

NKK	正会員	林 正宏
NKK	正会員	近藤 佳宏
金沢大学工学部	正会員	松本 樹典
(株)吉光組	正会員	道 勇治
石川県土木部		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号橋下部工事における第1次杭打ち施工（A1橋台およびP1橋脚、1995年3月実施）において、施工管理、支持力確認および荷重～沈下関係の推定を目的として、波動理論に基づく動的载荷試験が実施された¹⁾。この杭打ち工事を実施する前に、波動解析プログラムを用いて、杭の打込み性の事前予測を行った結果は報告済みである²⁾。本報では、実測のラム落下高さを用いて、実測値と解析値が一致するように地盤パラメータを変化させて、再度解析を行い、打込み性解析の適用性について検討する。

2. 試験条件

図-1に能越3号橋杭打ち工事箇所地盤概要を示す。架橋ルートに沿って、7本のボーリング調査を実施している。本報では、A1橋台について、打込み性事後解析を試みた。表-1にA1橋台の杭の諸元を示す。ハンマーはラム重量34.3kNのディーゼルハンマーを用いた。

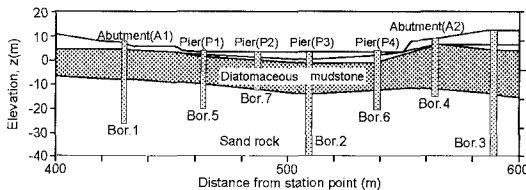


図-1 能越3号橋杭打ち工事箇所地盤概要

表-1 A1橋台の杭の諸元

長さ L (m)	9.0
外径 D (mm)	600.0
板厚 t_w (mm)	12.0 / 9.0
断面積 A (m ²)	0.0222 / 0.0167
ヤング率 E (MN/m ²)	2.05×10^7
密度 ρ (t/m ³)	7.85
波速度 v_c (m/s)	5120
質量 m (t)	1.396

3. 波動解析プログラム

打込み性解析は、NKKで開発したSmith法³⁾による波動解析プログラムを使用した。Smith法は、ハンマー、キャップブロック、パイルキャップおよ

び杭を質量のないパネで結んだ質点に離散化し、杭中の応力波伝播を数値的に解く方法である（図-2）。解析は、周面抵抗力および先端抵抗力、ラム重量、ハンマー落下高さ、クッションのパネ係数などを入力する。周面摩擦応力度 τ は、以下の式で表される。

$$\tau = \tau_s + J \cdot v \quad (1)$$

ここで、 τ_s は静的摩擦応力度、 J は減衰定数、 v は杭の変位速度である。さらに、 τ_s はその最大周面摩擦応力度 τ_{max} 以下では、次式で表される。

$$\tau_s = k \cdot w \quad (2)$$

ここで、 k は地盤パネ定数、 w は杭変位である。

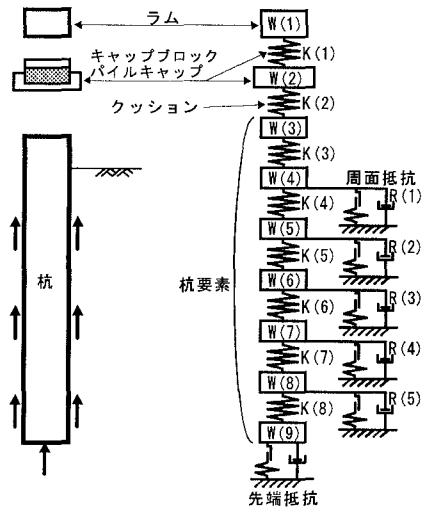


図-2 Smith解析におけるハンマー/杭/地盤モデル

4. 打込み性事後解析結果

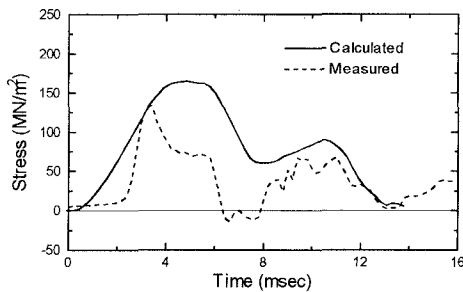
表-2に打込み性事前予測および事後解析に設定した解析条件を示す。事前予測解析の条件は、過去に同じ珪藻泥岩地盤で実施された打撃データをもとに打込み性事後解析を実施し、その解析結果から決定している。図-3に初期打撃時および再打撃時の事前予測応力波形と実測応力波形との比較を示す。事前予測波形は、実測波形より大きな応力値を予測しているが、波形は同様な傾向を示していた。表-2の事後解析の条件は、実測値のラム落下高さを用いて、実測波形と計算波形が一致するように地盤パラメー

表-2 打込み性の解析条件

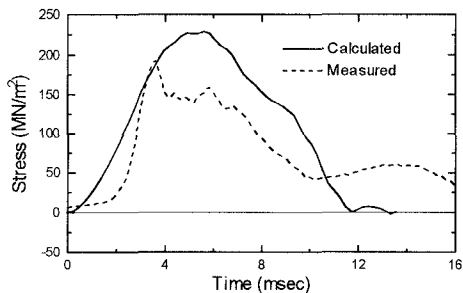
	設定落下高さ (m)	減衰定数 J値 (kNs/m ³)		地盤バネ定数 (kN/m ³)		支持力値 (MN)	
		周面	先端	周面	先端	周面	先端
事前予測(初期)	2.2	12.4	123.4	5.9×10^3	7.1×10^4	2.22	0.49
事前予測(再)	2.5	12.4	123.4	1.2×10^4	1.4×10^5	4.43	0.98
事後解析(初期)	1.4 (実測値)	26.5	123.4	1.6×10^4	4.5×10^5	0.39	0.31
事後解析(再)	1.7 (実測値)	26.5	123.4	7.8×10^4	2.9×10^6	2.00	2.04

表-3 打込み性予測解析結果、事後解析結果と実測結果のまとめ

	事前解析			事後解析			実測値		
	貫入量 (mm)	リバウンド量 (mm)	最大応力値 (MN/m ²)	貫入量 (mm)	リバウンド量 (mm)	最大応力値 (MN/m ²)	貫入量 (mm)	リバウンド量 (mm)	最大応力値 (MN/m ²)
初期打撃	12.0	4.0	172.8	14.4	1.0	147.8	21.3	3.1	133.6
再打撃	2.7	6.0	231.1	3.9	7.0	192.6	3.5	6.6	193.8

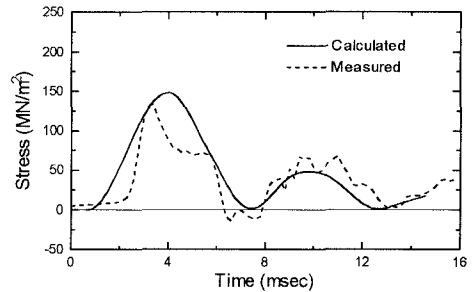


A. 初期打撃時

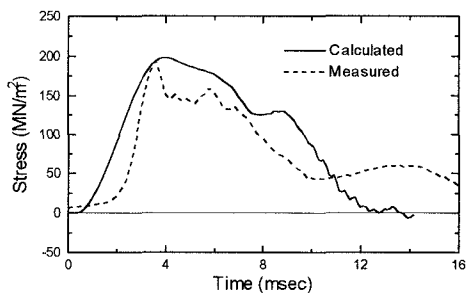


B. 再打撃時

図-3 事前予測解析結果と実測結果の比較



A. 初期打撃時



B. 再打撃時

図-4 事後解析結果と実測結果の比較

ターを変化させて決定した。図-4に初期打撃時および再打撃時の事後解析波形と実測応力波形との比較を示す。事後解析結果は実測値とほぼ同等な波形を示していた。表-3に予測解析結果、事後解析結果および実測値の貫入量、リバウンド量および最大圧縮応力度の比較を示す。事後解析では、実測値とかなり近い値を示す結果となった。

5. おわりに

打込み性予測解析は、事後解析結果が示すように、ラム落下高さおよび地盤パラメーターを適切に選定すれば、良い精度で予測が可能であるといえる。こ

れらの地盤パラメーターに基づいて、能越3号橋で引き続き施工される第2次杭打ち工事の事前予測解析は、参考文献4)で述べている。

参考文献

- 1) 林、二塚、道、松本(1995)：能越3号橋打込み鋼管杭の施工・支持力管理(その2)、第50回土木学会、888-889。
- 2) 林、二塚、道、松本(1995)：珪藻泥岩における鋼管杭の打込み性予測、第30回土質工学研究発表会、1437-1440。
- 3) Smith, E.A.L.(1960)：Pile Driving Analysis by the Wave Equation, J. Soil Mech. Found., Div., ASCE, Vol.86, No.SM4, 35-61。
- 4) 近藤、表、林、松本、武居、二塚(1996)：能越3号橋第2次工事の鋼管杭打込み性予測、第51回土木学会