

日本鋼管(株) 正員 福屋 智 亘
日本鋼管(株) 正員 大 島 修
(株)間 組 正員 〇 山 口 靖 記

1. まえがき

打込み中の杭に作用する土圧・間隙水圧については、不明な点が多く、実測データの蓄積が望まれる。今回、日本鋼管(株) 福山製鉄所において、これらの測定と打撃応力の測定を実施したので、その結果を報告する。

試験杭は、 $\phi 609.6 \times t 12 \times L 36.000^{mm}$ (開端または閉端) であり、上層地盤がきわめて軟弱なため GL-22 m 以深を測定対象とし、M-43ハンマーで打込んだ。

2. 測定法

土圧・間隙水圧測定 (B4杭)

($\phi 609.6 \times t 12^{mm}$ -閉端)

打撃応力測定 (B2・A2杭)

($\phi 609.6 \times t 12^{mm}$ -閉端)

検 出 器

動 ひ ず み 計

電磁オシログラフ

WSG形 (BE-10KA)
(BP-10KB)

WSG (KFW-5C-11)

DPM-6E

FR-102

ガルバー G-1000

土圧・間隙水圧計の取付法; 先ず計器を溝形鋼に取付け、これを杭の両側面に全周溶接した。

ストレインゲージの取付法; 杭内両側面のひずみの加算値を4枚ゲージ法で測定。プロテクタは用いなかった。

3. 打撃応力の測定結果と計算値の比較

ハンマーの打撃によって、杭体に生じる打撃応力度の算定式には波動理論に基づく方法、打撃エネルギーフリーの理論に基づく方法などがあるが、一般に波動理論に基づく算定式の精度がすぐれていることが知られている。ここでは、波動理論に基づく次の3つの式について実測値と計算値を比較した。

① 波動理論に基づいた一般の式

$$\sigma_{c1} = \frac{\alpha \sqrt{2e_1 E_P \rho_P h}}{(1 + \frac{A_c}{A_H} \sqrt{\frac{E_0 \rho_0}{E_H \rho_H}}) (1 + \frac{A_P}{A_0} \sqrt{\frac{E_P \rho_P}{E_0 \rho_0}})} \quad \dots \dots \dots (1)$$

② 道路橋下部構造設計指針 (くい基礎の施工篇) の式

$$\sigma_{c2} = \frac{e_2 \sqrt{2E_P \rho_P h}}{1 + \frac{A_P}{A_H} \sqrt{\frac{E_P \rho_P}{E_H \rho_H}}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

③ 藤田の提案式 (鋼 杭)

$$\sigma_{c3} = \frac{6.7 \times 10^{-3} \sqrt{h} (12 + \frac{A_H}{A_P})}{1 + \frac{A_P}{A_H}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

(記号の説明省略)

表-2 実測値と計算値の比較表

項 目	根入れ (m)	h (cm)	実測値 (t/cm ²)	計算値と実測値の比(計/実)		
杭				(1) 式	(2) 式	(3) 式
A2	22	120	1.14	1.12	0.94	1.19
	28	160	1.50	0.99	0.83	1.05
	34	200	1.68	0.98	0.82	1.05
	34 ⁴	200	1.68	0.98	0.82	1.05
B2	* 22	120	0.82	1.56	1.30	1.66
	28	160	1.34	1.10	0.93	1.17
	34	180	1.68	0.93	0.78	0.99
	34 ⁵	190	1.71	0.94	0.79	1.01
計算値/実測値 の 平均値				1.01	0.84	1.07

* 平均値より低く

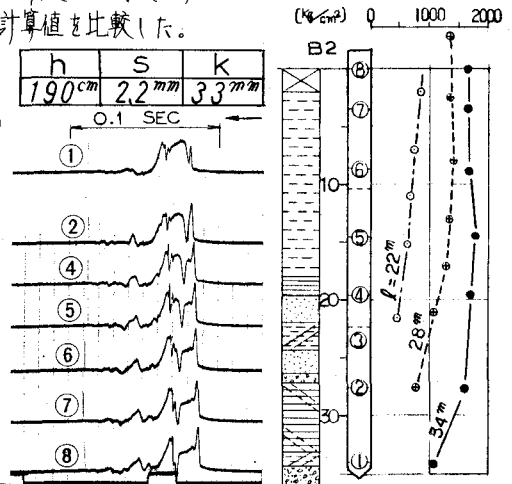


図-1 打止時のひずみ波形 図-2 打撃応力深度分布

表-1 計算に用いた諸数値

記 号	数 値	記 号	数 値
E_H, E_P	2,100 t/cm ²	A_c	4415 cm ²
E_0	100 t/cm ²	A_P	225 cm ²
ρ_H, ρ_P	785 x 10 ⁻⁶ t/cm ³	e_1	0.8
ρ_0	1 x 10 ⁻⁴ t/cm ³	e_2	0.6
A_H	1963 cm ²	α	$\sqrt{2}$

(1)~(3)の式に表-1に示す数値を代入して求めた計算値と、実測値との比を表-2に示す。(1)式($\alpha = \sqrt{2}$), および(3)式の計算値は実測値と良い近似を示している。なお、打撃エネルギーフリ合の式では、実測値/計算値の平均が0.53であった。

4. 打込み中の杭に作用する土圧・間隙水圧測定結果

図-3に測定結果を示す。記録波形を見ると、打撃と同時に衝撃圧が生じており、その大きさは、杭の横揺れの影響を無視すると土圧計、間隙水圧計とも $\pm 0.2 \sim \pm 1.0 \text{ kg/cm}^2$ であった。しかし、地上部に位置する計器にも $\pm 0.6 \text{ kg/cm}^2$ 程度の衝撃圧が生じていることから、この程度の誤差を含むものと考えられる。そのため図-3では衝撃圧を無視している。図(a)(b)は、打込み時の計器の深さと、その時の指示値の関係を示したものである。

図より次のようなことが指摘される。①測点[5]を除けば、打込み時に生じる側圧は、ほぼ深さとともに増大し、概略 $0.8 \sim 1.5 \text{ kg/cm}^2$ 内にある。②杭先に近い測点[5]の測圧が大きいの(1.5 $\text{kg/cm}^2 \sim 2.7 \text{ kg/cm}^2$)のは、打込みに伴う杭先地盤破壊(排土)による影響と推察される。③側圧は、粘性土層より砂質土層において若干大きい傾向を示している。④間隙水圧は、静水圧との対応が見られなく、タイムラグにより緩慢な動きを示しているようである。⑤打込み時の土圧は、測点[5]を除き $0 \sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$ と推定される。

