

ヤットコを用いた鋼管杭の打止め管理システムについて

(一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会	正会員	○時田 知典	塩崎 禎郎
(一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会	正会員	北濱 雅司	坂本 俊彦
(一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会	正会員	相和 明男	宮北 啓伍

1. はじめに

鋼管杭の打撃工法による施工時の打止め管理は、鋼管杭の貫入量、リバウンド量を計測して動的な抵抗力を推定する算定式（Hiley の簡略式など）が一つの指標として用いられている。しかし、算定値と静的載荷試験の支持力との関係には、ばらつきがあることが知られている。そこで、杭の鉛直支持力の推定で用いられる衝撃載荷試験の技術を応用し、センサを取り付けた「測定用ヤットコ」を用いて、施工するすべての杭を、衝撃載荷試験と同等の管理を行う方法について検討を行った。

2. 測定用ヤットコを用いた打止め管理システムの概要

本システムの概要と従来技術の比較を表-1 に示す。測定用ヤットコには、ひずみ計と加速度計からなる計測センサが取り付けられており、1次元波動解析によるシミュレーションにて適用性が検証されている。

3. フィールド試験

本システムの実用性を確認するために、フィールド試験を実施した。試験杭（直径 900mm 板厚 17mm 長さ 12m）に、圧縮力だけ伝達するヤットコ（直径 900mm 板厚 19mm 長さ 4m）を装着し、ヤットコおよび杭本体にセンサを取り付け、ハンマ（IHC 製油圧ハンマ S90）で打撃した際のデータを取得した。試験はハンマの打撃エネルギーを変えて、それぞれ 10 打ずつ測定した。

4. 試験結果

各ケースから代表打撃データを任意に選び、ヤットコと杭のデータを比較した。最大荷重、最大速度、最大加速度および伝達エネルギーについて比較した結果を表-2 に示す。さらに、全打撃についてのヤットコと杭のデータの相関を図-1～図-4 に示す。すべての値についてヤットコより杭の値が小さく、最大荷重で平均 73%、速度で 87%、加速度で 87%であった。伝達エネルギーについては、ヤットコで測定した場合にはエネルギー効率が 1 を超えており、何らかの原因で過大な値になると推定される。打撃エネルギー 60kJ における杭で測定したハンマ効率 は 79%であった。エネルギーが小さい段階では低い効率であるが、これはヤットコの面タッチの悪さなどが原因であると考えられる。

また、加速度を 2 回積分して得られた変位量に関しては貫入量、リバウンド量ともにヤットコと杭の差は 1mm 程度であり、変位量に基づいた管理も可能性があると考えられる。

5. おわりに

フィールド試験結果を分析したところ、ヤットコから杭への伝達効率は無視できないことが確認された。伝達効率はヤットコと杭の仕様の組合せにより異なると推定されることから、現時点ではヤットコ単独での測定では十分な精度が確保できない。しかし、荷重、エネルギーなどの伝達率は、入力エネルギーの大きさに依存せず相関が高い。伝達率が一定ならば、最初の杭で今回の試験と同様にヤットコと杭での測定の相関を把握し、以後はヤットコ単独で測定できる可能性がある。今後、改善をすすめ実用化につなげていきたい。

参考文献

1)西村真二：ヤットコによる衝撃載荷試験の適用性の検討，第 51 回地盤工学研究発表会，2016，pp.1267-1268.

キーワード 鋼管杭，施工管理，衝撃載荷試験，ヤットコ

連絡先 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10 （一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会 TEL：03-3669-2437 E-mail：k-tokida@jfe-steel.co.jp

表-1 「測定用ヤットコ」を用いた打止め管理システム

	従来技術	本システム
イメージ		
支持力管理の概要	試験杭施工時の衝撃载荷試験結果から Hiley 式の各種補正係数を設定。補正された Hiley 式（打止め管理式）を用いて本杭の支持力を管理。	試験杭施工時に測定用ヤットコを介して打撃。試験杭および測定用ヤットコの両者に計測センサを取付け、試験杭と測定用ヤットコの全抵抗の相関を把握。本杭においても試験杭と同様に計測センサを取付けた測定用ヤットコで打撃し、試験杭で得られた杭と測定用ヤットコの相関を活用することで、打止めと支持力を管理。
特徴	- 試験杭で設定した補正係数を一律に全杭に適用。 - 貫入量/リバウンド量の測定を打撃中のハンマ直下で人が計測している事例が多く、危険を伴う上に記録紙の紛失懸念がある。 - 打止めレベルが水面近辺の場合、打止め直前の貫入量/リバウンド量を計測できない。	- ハンマ+測定用ヤットコを一つのユニットとして全杭を施工することにより、本杭に計測センサを取り付けることなく簡易に全杭で間接的な衝撃载荷試験を実施することができる。 - 計測センサ（加速度計）からリバウンド量を演算算出することができるため、人を介したリバウンド計測が不要。

表-2 試験結果（代表打撃データ）

打撃エネルギー	貫入量	計測位置	最大荷重	最大速度	最大加速度	伝達エネルギー	エネルギー効率
kNm	mm		kN	m/s	m/s ²	kNm	
15	5	ヤットコ	3939	2.3	2930	14.3	0.95
		杭	2829	1.6	2092	5.1	0.34
15	6	ヤットコ	4396	2.4	4034	17.1	1.14
		杭	3165	1.8	2288	6.0	0.40
15	9	ヤットコ	4697	2.7	4210	18.3	1.22
		杭	3337	2.2	2826	5.8	0.39
20	8	ヤットコ	4815	2.7	3640	21.4	1.07
		杭	3699	2.1	2954	7.6	0.38
30	16	ヤットコ	6581	3.5	5811	35.3	1.18
		杭	4831	3.2	3503	14.5	0.48
40	19	ヤットコ	8223	4.2	6135	49.1	1.23
		杭	5763	4.0	4484	22.1	0.55
50	26	ヤットコ	8898	4.6	7422	55.9	1.12
		杭	6184	4.0	5059	28.9	0.58
60	41	ヤットコ	10924	5.7	7899	77.8	1.30
		杭	7809	6.0	7198	47.5	0.79

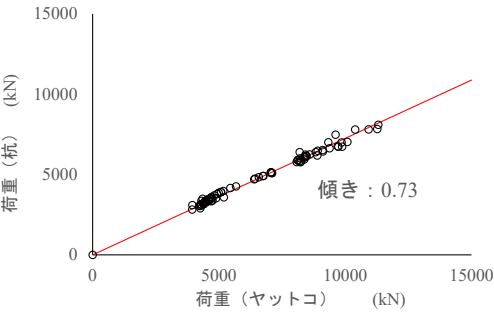


図-1 最大荷重の比較（全打撃）

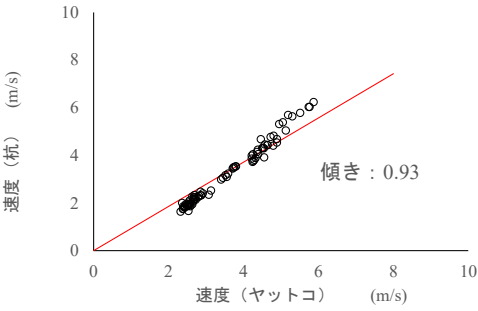


図-2 最大速度の比較（全打撃）

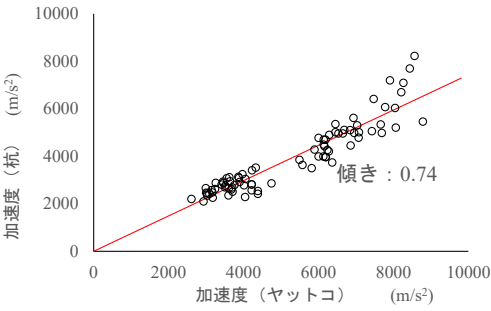


図-3 最大加速度の比較（全打撃）

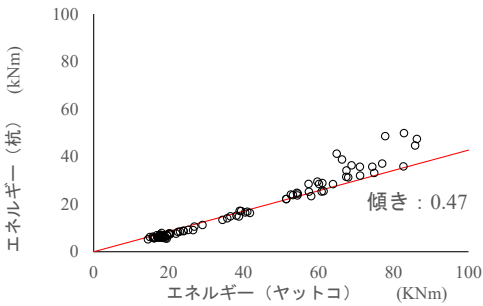


図-4 伝達エネルギーの比較（全打撃）