

高周波衝撃弾性波法による既存護岸の鋼矢板長調査事例 The Case study of existing steel sheet pile revetment by high frequency impact elastic wave method

○鈴木夏実*・永野賢司*・小泉和広*

SUZUKI Nami・NAGANO Kenji・KOIZUMI Kazuhiro

1. はじめに

近年、既存構造物の耐震性能照査が推進されている。しかし、既存構造物の図面や設計計算書が無い場合には、形状調査に基づいた再現設計が実施されている。また、地中に設置された目視不可能な既存構造物の形状調査においては、地上または地中（近接ボーリング孔）から地中構造物を探查できる非破壊調査手法により形状を推定している。

筆者らは、河口の自然排水樋門建設工事に伴う護岸の劣化診断調査において、既存図面がなく鋼矢板長が不明な護岸（二重鋼矢板式系船岸）を対象に非破壊調査の高周波衝撃弾性波法（オーリス：NNTD-0381）を適用した。本手法は、笠コンクリートから弾性波を発振し、鋼矢板の根入れ端部からの反射してきた波（反射波）の伝播時間と弾性波速度から鋼矢板長を算出する。しかし、地中に施工された鋼矢板の弾性波速度は、気中の弾性波速度と異なるため弾性波速度の設定が測定精度における課題となる。

本講演では、事前に同地区の既知の鋼矢板長において弾性波速度を測定し、鋼矢板長の測定精度の向上を図った事例について報告する。

2. 高周波衝撃弾性波法（オーリス）

高周波衝撃弾性波法は、主にコンクリート構造物を対象として、内部にある微細な亀裂位置あるいは先端部位置を構造物表面から簡便に探查可能で、上部工やフーチングなどを介在して、下部構造物（鋼矢板や杭など）を調査する場合でも上記の探查が可能な非破壊調査手法として開発された技術である^{1), 2)}。

調査原理は、対象物の表面を鋼製ハンマー（玄能）で打撃して衝撃弾性波を発振し、対象物の内部に伝播させて、ひび割れ・亀裂や対象物の先端部で反射した波を表面に設置した受信センサ（高周波帯域の共振周波数特性を持つ AE センサ：AE-901S）で検知する。計測した反射波は、専用の調査装置に内蔵するフィルタ機能により、ひび割れや先端部の反射波を明瞭かつ確率よく検知することができる（図-1）。本手法は、その特長を活用してコンクリート構造物や鋼構造物の他に岩盤・岩石（転石）、グラウンドアンカーなどの多様な対象物に対しても適用可能であり、約 1,000 件以上の調査実績がある^{1), 2)}。

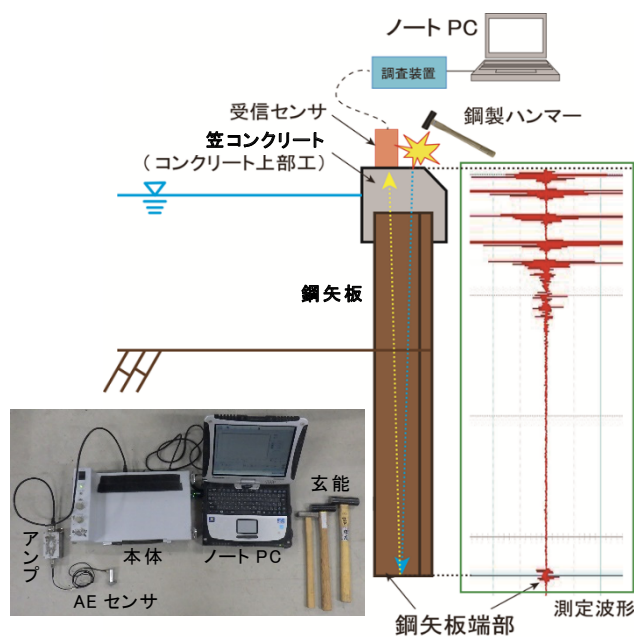


図-1 高周波衝撃弾性波法の概念図と調査装置

* (株)ダイヤコンサルタント, *Dia Consultants Company

土構造物の解析, 鋼矢板, 非破壊調査

3. 既知鋼矢板長の弾性波速度測定

地中に施工された鋼矢板の弾性波速度は、地盤の土質や拘束条件により変化する。これまでの実績（弊社実績値）では、「4.7km/s～5.7km/s」の範囲で変化することを確認している。本調査では、既往資料により鋼矢板長が判明している地区（右岸+20m付近タイプIV護岸（鋼矢板長L=13.0m））において、当該地区における鋼矢板の弾性波速度を測定した。タイプIV護岸で行った測定結果を表-1に示す。また、測定波形を図-1に示す。同表から、当該地区の鋼矢板の弾性波速度は4.96（km/s）が得られた。

4. 既存鋼矢板長測定

鋼矢板長が不明な護岸は、二重鋼矢板式系船岸となっていることから港内側と河川側で鋼矢板長さが異なる可能性があるため、図-2に示す6箇所を測定対象とした。なお、鋼矢板の弾性波速度は4.96（km/s）を適用した。表-2に鋼矢板長測定結果の例を示す。同表から、漁港側12.92m、河口側13.20m、河川側13.70mと河川側の鋼矢板長が若干長い結果を示すものの大きな差は認められない。全6箇所の測定結果は12.9m～14.4mの範囲にあり、平均値は13.5mであるため、安全側へ配慮して「二重鋼矢板式系船岸の鋼矢板長の設計値は13.0m」と推定した。

鋼矢板長L=13.0mは、既往資料のあるタイプIV護岸と同じことから、本調査結果の妥当性が認められる。

5. おわりに

高周波衝撃弾性波法（オーリス）は、不可視部のコンクリート構造物や鋼構造物などの形状寸法調査および老朽化状態や地震による被災状況（ひび割れの有無や位置）の健全性調査に活用されているものの、弾性波速度の設定により測定誤差が±5%（オーリス技術協会）と公表されている。しかし、本調査のように現地調査対象の弾性波速度を取得することができれば、調査精度が向上することが確認できた。

今後も、現地調査対象物の弾性波速度を出来る限り直接測ることに留意し、高周波衝撃弾性波法の測定精度の向上が図られるものと考えられる。

表-1 鋼矢板の弾性波速度測定結果

対象物	測定箇所	測定番号	計測	平均	笠コンクリート	鋼矢板の	鋼矢板の	鋼矢板の
			伝播	伝播				
			時間	時間	伝播	伝播	長さ	速度Vp
			Δt (ms)	At (ms)	t' (ms)	T (ms)	L (m)	(km/s)
右岸 タイプ IV	L-1	1	5.68	5.602	0.356	5.246	13.0	4.96
		2	5.60					
		3	5.54					
		4	5.63					
		5	5.60					
		6	5.59					
		7	5.60					
		8	5.60					
		9	5.59					
		10	5.59					

※鋼矢板の弾性波速度Vp=(鋼矢板長さ(L)×2)÷伝播時間(T)

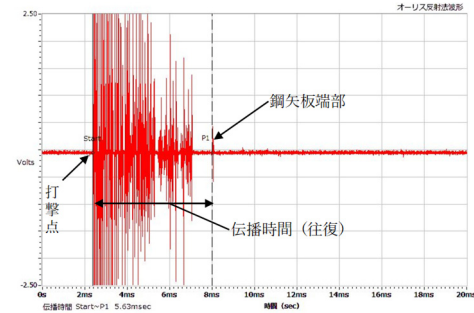


図-1 弾性波速度測定波形

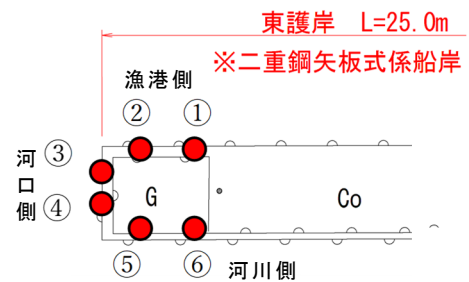


図-2 測定位置平面図

表-2 鋼矢板長測定結果の例

対象物	測定箇所	測定番号	計測	平均	笠コンクリート	伝播	鋼矢板の	推定
			伝播	伝播				
			時間	時間	伝播	時間	長さ	(m)
			Δt (ms)	At (ms)	t' (ms)	T (ms)	(km/s)	
右岸 漁港側 既設護岸	②	1	5.39	5.404	0.196	5.208	4.96	12.92
		2	5.38					
		3	5.44					
		4	5.41					
		5	5.41					
		6	5.44					
		7	5.43					
		8	5.44					
		9	5.31					
		10	5.39					
右岸 下流側 既設護岸	③	1	5.62	5.517	0.196	5.321	4.96	13.20
		2	5.52					
		3	5.46					
		4	5.46					
		5	5.52					
		6	5.41					
		7	5.49					
		8	5.63					
		9	5.57					
		10	5.49					
右岸 河川側 既設護岸	⑥	1	6.17	6.199	0.674	5.525	4.96	13.70
		2	6.17					
		3	6.22					
		4	6.20					
		5	6.22					
		6	6.20					
		7	6.20					
		8	6.22					
		9	6.19					
		10	6.20					

引用文献

- (財)先端建設技術センター:オーリス(非破壊探査システム),先端建設技術・技術審査証明報告書,1997.
- 坂本 浩之:オーリス(非破壊探査システム)を適用した調査事例,ARIC 情報, No. 95, pp. 54～60, 2009.