

海洋構造物の固有振動特性を用いた機能診断法の適用に関する研究

東海大学 学生会員 ○久保田 耕平 日本ミクニヤ株式会社 正会員 藤田 孝康
 水産技術研究所 正会員 大井 邦昭 水産技術研究所 正会員 三上 信雄
 東海大学 正会員 笠井 哲郎 東海大学 正会員 三神 厚

1. はじめに

我が国には、2,785もの漁港¹⁾が存在し、その多くが老朽化しており、補修・更新などの維持管理費用の増大が懸念されている。これらの施設を長く使用していくために、定量的かつ効率的な点検・診断が必要である²⁾。

発表者らは防波堤等の基礎部変状を検出する方法として、構造物上部のロッキング振動に着目し、その有効性を検討している。既往の研究³⁾によって、ロッキング振動を用いて構造物上部の2点で変位を計測し、これらの変位量差から基礎の変状を検出できることが示されている(図-1, 以降, 2点同時計測法と呼ぶ)。しかし、室内試験と現地試験の速度計位置が異なったり、消波ブロック等の障害物などによる影響が不明であったり等の課題があった。本研究では、まず室内試験で2点同時計測法における消波ブロック等の障害物の有無の影響を検討し、同様の方法で実施した現地試験の結果からロッキング振動による2点鉛直変位量差を用いて漁港施設基礎部分を評価する方法の適用範囲などに関する知見をまとめた。

2. 室内試験概要

室内試験は実構造物を模し、一般的な防波堤1躯体の1/10スケールのコンクリート供試体を3体使用して隣接配置した(図-2)。供試体はW/C50%で寸法400×500×600mm、質量は270kgである。供試体底面にばね定数が既知(198.61N/mm/個)である圧縮ばねを敷詰め、基礎に見立てた。計測方法は、鉛直方向と水平方向の自由振動を100Hzで3分間記録した。起振機(最大起振力9.8N)を中央の供試体上部の中心に設置して水平方向に起振力一定で強制加振し、100Hz、1分間計測した。振動計測は、(株)東京測振製の携帯用振動計SPC-51A(以下、速度計1)を用いて、2点で鉛直方向と水平方向の振動を計測した。健全な状態と基礎部変状を模して圧縮ばね配置条件は、中央の供試体底面全面に圧縮ばね48個と片側1列分除いた圧縮ばね40個の2種類および消波ブロックありとなしの合計4ケースの実験条件とした(図-3)。

3. 現地試験概要

現地試験は、三崎漁港2号防波堤で実施した(スパン7,8)。本施設は基礎に変状がなく、コンクリート単塊式の構造であった。対象施設上部中央に(株)サンエス製の永久磁石起振機SSV-125ME(最大起振力490N)を1台設置して、対象スパンの端部から1/4の2か所に速度計1と起振機をまたいだ反対側に(株)東京測振製の

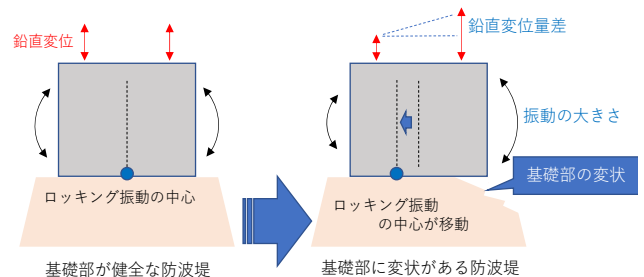


図-1 基礎部変状検出のイメージ

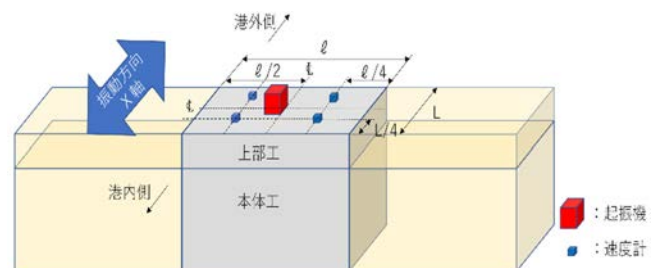


図-2 計測イメージ図

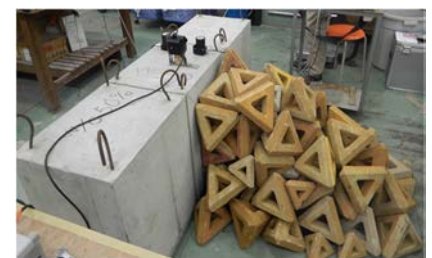


図-3 消波ブロック設置時写真

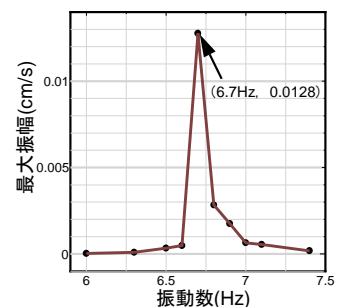


図-4 共振曲線例

キーワード 漁港施設, ロッキング振動, 強制振動, 共振曲線, 2点変位量差

連絡先 〒151-8677 神奈川県平塚市北金目4-1-1 東海大学 TELL:0463-58-1211 FAX:0463-50-2045

速度計 CV-374V(以下, 速度計 2)を配置した. 室内試験と同様に自由振動を 100Hz で 3 分間と起振力一定で強制振動を 100Hz で 1 分間のそれぞれの水平方向と 2 点の鉛直方向の振動を計測した.

4. 室内試験結果

強制加振した振動数ごとに得られたデータをフーリエ変換し, 各振動の最大振幅をプロットすることで共振曲線を作成した(図-4). 消波ブロックなしでは強制振動させた 6.7Hz で顕著なピークが見られた. このピークを共振したときの振動数とし, この共振時の水平方向と鉛直方向の時刻歴波形を作成した(図-5 参照). 水平方向と鉛直方向の波形が逆位相となっており, 消波ブロックなしの場合ではロッキング振動していることが確認できた. 一方, 消波ブロックありの場合, 共振曲線は顕著なピークは確認できず, 時刻歴波形でも逆位相の特徴は見られなかった. このことから, 片側に消波ブロックがある構造では, 本手法が適用できないことが明らかとなった(図-6).

5. 現地試験結果

現地試験で測定した振動も室内試験と同様に水平方向と鉛直方向のフーリエ変換から共振曲線を作成したところ, スパン7では 6.2Hz でピークが見られた(図-7). スパン8も 5.0Hz で大きなピークが見られた(図-8). 各共振振動数の時刻歴波形からロッキング振動していることが確認できた(図-9). さらに, 共振振動数振動計測した速度波形を港内側と港外側でそれぞれ積分することで変位量を算出した. これらの絶対値の平均値をそれぞれの鉛直変位量とし, 両者の差から変位量差を求めた. スパン7,8ともに斎藤ら³⁾の報告と同様に, 共振振動数での変位量差はほとんど見られなかった(表-1). このことから, 消波ブロック等の障害物がない施設について, ロッキング振動による 2 点変位量差から, 基礎地盤に変状がないことを定量的に把握できることを確認した.

6. まとめ

室内試験より, 消波ブロックなしの場合ではロッキング振動と明確な共振振動数を確認できた. 消波ブロックありの場合, ロッキング振動が確認できないことから, 本手法の適用範囲外であると考えられる. 現地試験では, 基礎が岩着する地盤に変状がなく, 両側に障害物がないコンクリート単塊式施設は変位量差が見られず, 既存知見と同様の結果となり, 本調査方法を適用することにより基礎変状の定量的な評価が可能である.

参考文献

1)公益社団法人全国漁港漁場協会: 2020漁港漁場漁村ポケットハンドブック, pp.16-17, 2020.9 2)佐藤徹, 加藤絵万, 川端雄一郎, 岡崎慎一郎: 港湾施設の空洞化調査に関する報告, 土木学会論文集B3(海洋開発), Vol.70, No.2, I_552-I_557, 2014. 3)斎藤将貴, 藤田孝康, 三上信雄, 笠井哲郎: 固有振動特性を用いた新たな防波堤基礎変状診断方法の提案, コンクリート工学年次講演集, Vol.42, No.2, pp.1195-1200, 2020.

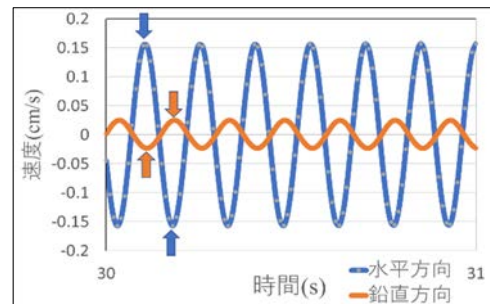


図-5 時刻歴波形 (6.7Hz ブロックなし)

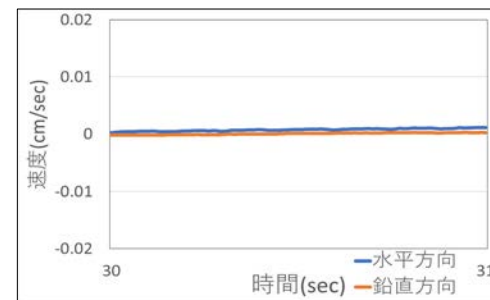


図-6 時刻歴波形 (6.7Hz ブロックあり)

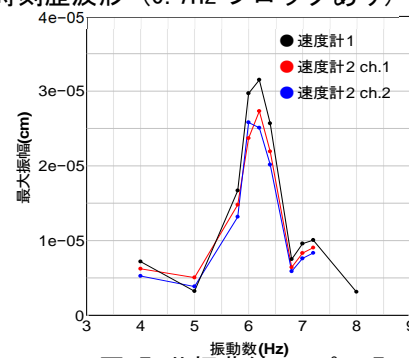


図-7 共振曲線 スパン7

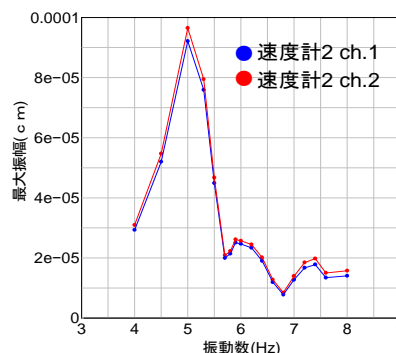


図-8 共振曲線 スパン8

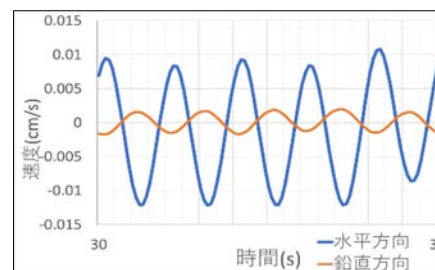


図-9 時刻歴波形 (5.0Hz スパン8)

表-1 平均変位量差

		Hz	平均変位(μm)		変位量差(μm)
			No.1: 200	No.2: 201	
スパン7	速度計2	6.0	75.706	73.262	2.444
スパン8	速度計1	5.0	114.058	76.513	37.545
	速度計2		113.173	97.147	16.026