

振動試験に基づくコンクリート水路の点検技術の開発

東北大学 学生会員 ○五十嵐亜季
東北大学 正会員 内藤 英樹
東北電力 正会員 堀見 慎吾

東北大学 学生会員 杉山 涼亮
東北電力 土田 恭平
東北大学 フェロー 鈴木 基行

1. はじめに

社会インフラの多くが老朽化を迎える段階にあり、コンクリート構造物の点検・調査の重要性が再認識されている。特に、水中構造物や地中構造物は目視点検が困難であるため、非破壊試験に基づく簡便な点検方法の構築が求められている。

これまで著者らは加振器を用いた RC 床版の非破壊検査手法の開発に取り組んできた¹⁾。提案手法は、図-1 に示すように、調和振動を与えることによって部材の縦振動を励起させ、振動が及ぶ範囲の共振周波数の測定とその低下に基づいて劣化・損傷を検知する。本研究では、図-1 の図中 (b) に示すように、コンクリート水路の側壁上端から加振する点検方法を検討する。この点検方法は、抜水が容易でない水路に対して有用と考えており、通水時に直接目視できない側壁の点検を可能にする。本研究では、2 箇所の火力発電所の健全な放水路を対象として、図-1 (b) の頂部加振による水路側壁の共振周波数の測定を試みた。さらに、共振周波数の評価式についても検討した。

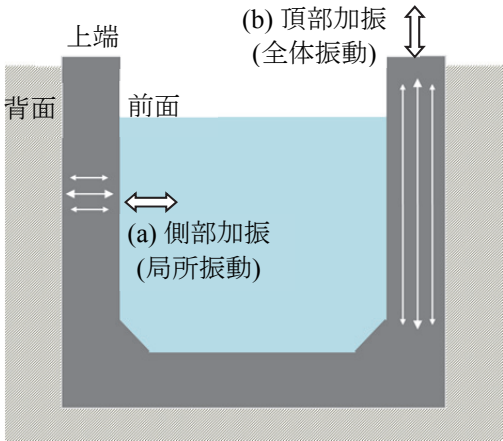


図-1 提案手法の概略図

表-1 水路側壁の諸元

	データ数	側壁高さ h (mm)	側壁厚さ D (mm)	h / D
N水路	36	3607～6700	500～1000	6.7～8.3
S水路	19	2300	400	5.8

2. 現場試験

N 水路と S 水路の現場試験を行った。N 水路と S 水路の水路幅はそれぞれ 5 m と 10 m である。N 水路は通水時に現場試験を実施しており、S 水路は抜水時に測定した。側壁の諸元を表-1 に示す。側壁高さと側壁厚さをパラメータとした全 55 箇所を対象として、図-1 (b) に示すように側壁上端から加振した。現場試験の状況を写真-1 に示す。



写真-1 水路の現場試験

加振器の最大加速度振幅 3 m/s^2 を一定に制御し、N 水路では掃引周波数 100～500 Hz、S 水路では 100～2000 Hz を基本として、18 秒間で周波数を直線的に上昇させた。このとき、

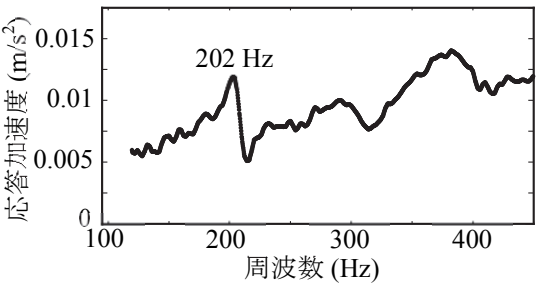


図-2 N 水路の共振曲線

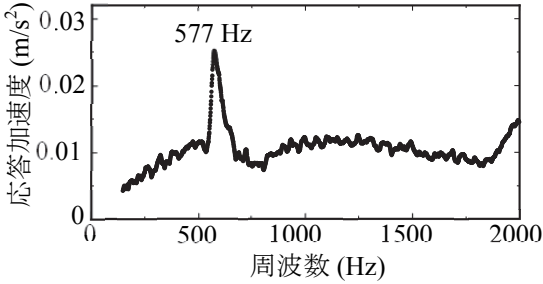


図-3 S 水路の共振曲線

キーワード：コンクリート水路，強制加振試験，点検

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL：022 (795) 7449 FAX：022 (795) 7448

加振点付近に加速度センサを貼付し、共振曲線(周波数-応答加速度関係)を得た。

現場試験によって得られた共振曲線の一例を図-2と図-3に示す。実際のコンクリート水路に対して、加振器を用いた簡便な試験方法により縦振動を励起し、背面に土砂がある条件や通水時であっても側壁の共振周波数を測定することができた。図-2と図-3の共振曲線を比較すると、N水路は応答加速度のピークが明瞭ではなく、高い周波数では応答が大きくなった。これらの理由は明らかにできなかったが、今後、側壁高さの影響や加振位置の構造物の表面性状についても検討する予定である。

3. 共振周波数の評価式

構造物の健全性を判断するためには、健全時の共振周波数の評価式が必要である。下端固定-上端自由とする1次元の棒の振動は、次式によって算定できる。

$$f = \frac{v}{4L} \quad (1)$$

f は共振周波数、 v は縦波伝搬速度、 L は振動長さである。

事前検討として、 v に4000 m/s(コンクリートの縦波伝搬速度)、 L に側壁高さを代入して、算定値と実測値との比較を行った。55箇所のデータに対して、(実測値)/(算定値)の平均値は1.22、変動係数は8%となった。なお、側壁高さ h と側壁厚さ D 、およびスレンダー比 h/D に対して、算定精度の偏りが見られた。この結果を踏まえて、実測値と整合する振動長さ L を回帰的に定めた。

$$L = h - 1.2D \quad (2)$$

全55箇所に対する式(1),(2)の算定値と実測値との比較を図-4に示す。(実測値)/(算定値)の平均値は1.01、変動係数は7%であった。図-4より、N水路の測定データはS水路と比べてばらつきが大きかったが理由は明らかでない。図-5～図-7に示す(実測値)/(算定値)の値は、側壁高さ h や側壁厚さ D 、およびスレンダー比 h/D に対して算定精度に大きな偏りはなく、ほとんどが0.85～1.2の範囲に含まれた。今後、さらに広範な諸元の水路に対して現場試験データを収集し、評価式の精度向上と健全性判定の閾値を検討する。

4. まとめ

加振器を用いたコンクリート水路の振動試験方法を提示した。現場試験の結果より、提案技術は背面に土砂のある条件や通水時でも、側壁の共振周波数を測定できることが示された。今後、劣化・損傷を模擬した供試体実験や現場試験データを収集することによって、水路側壁の劣化度と共振周波数の関係を整理すれば、通水時でも実施可能な水路の点検技術に応用できると考えている。

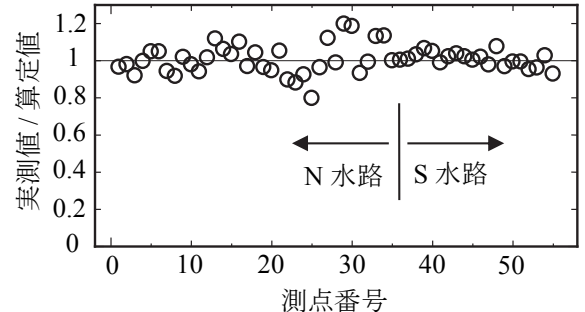


図-4 現場ごとの算定精度

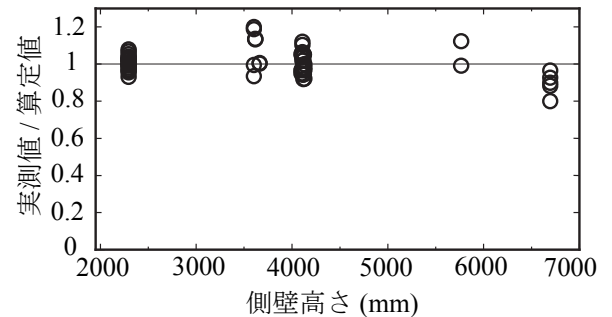


図-5 側壁高さごとの算定精度

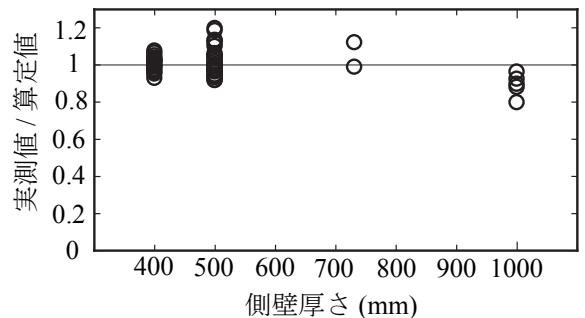


図-6 側壁厚さごとの算定精度

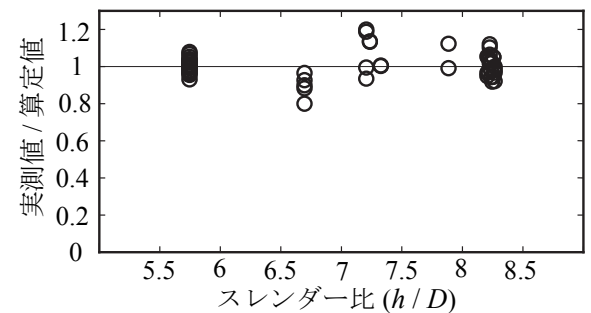


図-7 スレンダー比ごとの算定精度

参考文献：1) 内藤英樹，齊木佑介，鈴木基行，岩城一郎，子田康弘，加藤潔：小型起振機を用いた強制加振試験に基づくコンクリート床版の非破壊試験法，土木学会論文集 E2，Vol.67，No.4，pp.522-534，2011。