

振動解析技術を用いたコンクリート構造物の品質管理システムに関する基礎的研究

前田建設工業(株)
東洋建設(株)
曙ブレーキ工業(株)

正会員○南 浩輔
正会員 末岡英二
正会員 坂井 孝

前田建設工業(株)
東洋建設(株)
曙ブレーキ工業(株)

正会員 舟橋政司
正会員 中川将秀
金子 稔

1. はじめに

国力を維持していくためには、不足する社会資本の整備とともに既存の社会資本の効率的かつ効果的な運用・維持管理が求められており、建設事業のコスト縮減・環境に配慮した循環型社会の構築・建設技術の向上は、幾多の課題に対処するために重要な鍵となる。

著者らは、コンクリート構造物の建設から維持管理までをトータルに管理できる方法として、振動解析技術を用いたコンクリート構造物の品質管理システム(図-1, 図-2 参照)の開発を進めている。

本論文では、コンクリート打込み時に充てん検知および締固め検知用として埋め込んだセンサが、コンクリート硬化後も弾性波受信センサとして使用できることに着目し、このセンサからの信号を振動解析する技術を用いたコンクリート構造物の品質管理システムの確立に関する基礎的実験結果について報告する。

2. 振動解析技術を用いたコンクリート構造物の品質管理システム

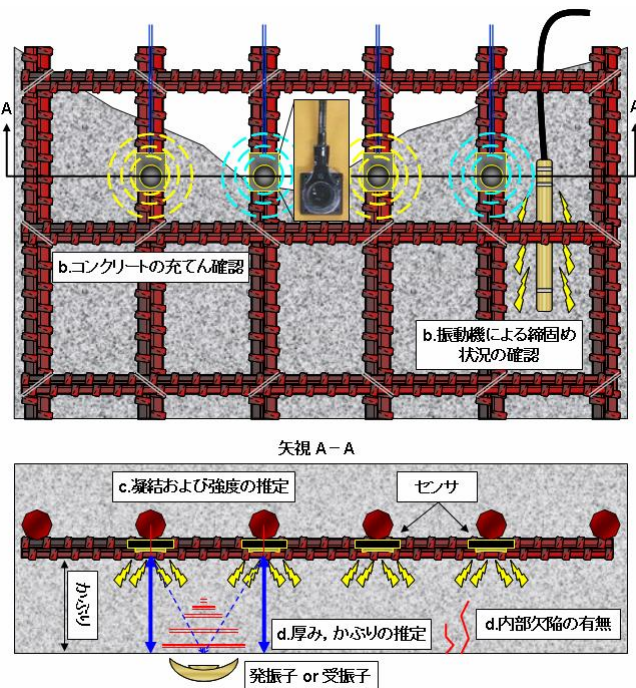


図-1 振動解析技術を用いたコンクリート構造物の品質管理

※充てん検知センサの特徴…圧電素子の振動特性を分析することで、コンクリートの充てんを検知することができる。また、外部から振動を受けた場合電荷を発生し、これを検知することで締固めや伝播速度を計測できる。感度の異方性が少なく、理論的には発振子としても利用できる。¹⁾

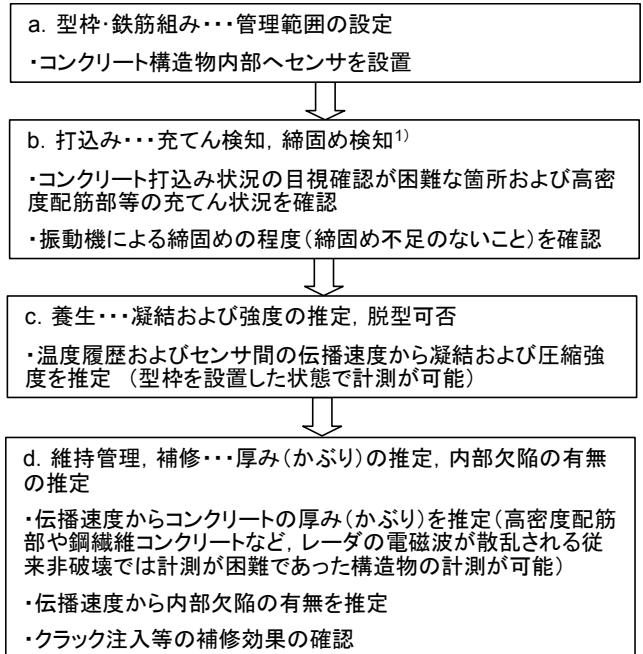


図-2 品質管理システムの概念

3. 実験概要

コンクリートの充てん検知および締固め検知^{1), 2)}については、既に実用化し施工管理に使用されている。

ここでは、伝播速度による強度ならびに厚み(かぶり)の検知に関する検証実験の結果について述べる。

(1) 実験装置

実験装置および計測システムを図-3 に示す。

本研究では加震源として市販の超音波式コンクリート品質検査器と送信側圧電式探触子(φ45mm, 共振周波数: 50kHz)を用いて印加電圧 1.2kV, 毎秒 10 パルスで加振した。

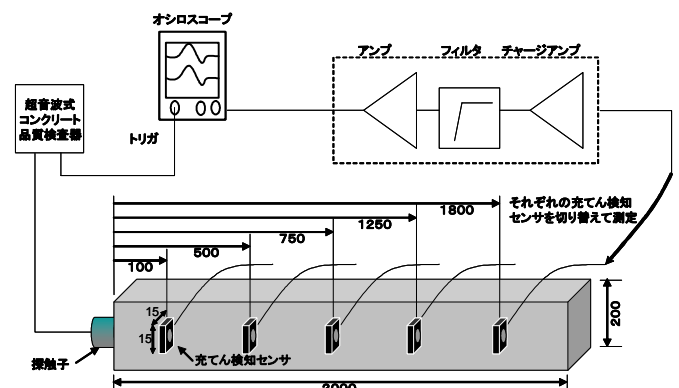


図-3 実験装置および計測システム

キーワード

振動解析技術, 非破壊検査, 品質管理, 維持管理, 伝播速度, コンクリート

連絡先

〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株) 技術研究所 TEL: 03-3977-2241

(2) 材料および配合

使用材料および配合を表-1、表-2に示す。

表-1 使用材料および配合

種類	物性
セメント	普通ポルトランドセメント 太平洋セメント社製, 密度(3.16g/cm ³)
細骨材	鹿島産陸砂(7割), 表乾密度(2.54g/cm ³) 笠間産砕砂(3割), 表乾密度(2.57g/cm ³)
粗骨材	岩瀬産碎石2005, 表乾密度(2.66g/cm ³)
混和剤	AE減水剤, 空気量調整剤

表-2 コンクリートの配合

種類	W/C [%]	SL [cm]	Air [%]	単位量[kg/m ³]				
				W	C	S1	S2	G
N	50	15	4.5	165	330	553	237	998

(3) 試験体および実験方法

試験体を図-4に示す。弾性波進行方向の鉄筋の有無およびセンサの設置位置(かぶり等)をパラメータとしたはり形(200×200×2,000mm)の試験体を各1体製作し、恒温恒湿室内(気温 20℃, 湿度 60%)で封かん養生を行った。強度の管理には同条件で養生したφ100×200mmの供試体を使用した。伝播速度は、試験体端部に発振子を設置し、各センサの受振時間から求めた。

4. 結果および考察

(1) 伝播速度および凝結

図-5に若材齢から材齢28日の弾性波進行方向の鉄筋の有無をパラメータとした試験体の伝播速度の計測結果を示す。正規確率紙上の各プロット点は線形関係にあり正規分布に従っていると判断される。本試験では、弾性波進行方向の鉄筋の影響は十分小さく、型枠の有無による伝播速度の差異は認められなかった。また、図-6に示すように打設直後から凝結までの状況を伝播速度および時間当りの伝播速度の増加率で確認することができた。

(2) 圧縮強度と伝播速度

図-7に圧縮強度と伝播速度の関係を示す。両者は相関係数が0.86と高い相関を持つ。このことから、コンクリート構造物の強度推定や維持・管理の指標として伝播速度が利用できる可能性があると考えられる。

(3) 厚み(かぶり)と伝播速度

図-8に伝播速度から推定したかぶりを示す。振動解析技術を用いた本手法は、高密度配筋部や鋼繊維コンクリートなど、レーダの電磁波が散乱される従来非破壊では計測が困難であった構造物の計測が可能である。

5. まとめ

- 1) 弾性波進行方向の鉄筋や型枠がコンクリート構造物の伝播速度に与える影響は十分小さい。
- 2) コンクリート構造物の強度推定や維持・管理の指標として伝播速度が利用できる可能性がある。

振動解析技術を用いたコンクリート構造物の品質管理システムは、高密度配筋部や鋼繊維コンクリートなど、レーダの電磁波が散乱される従来非破壊では計測が困難であったの構造物の計測が可能であり、現在、実用化を目指している。

- 1) 金子稔他:振動を利用したコンクリート充填検知システムに関する基礎実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.24 No.1, 2002
- 2) 高橋宏治他:コンクリート振動締固め検知システムの現場適用, 土木学会第60回年次学術講演会概要集, 2005

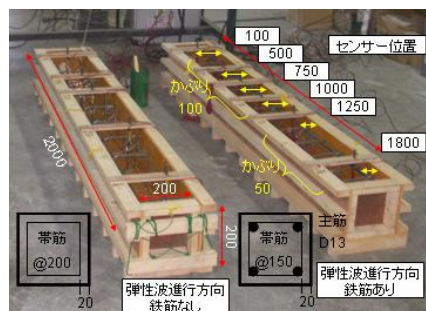


図-4 試験体

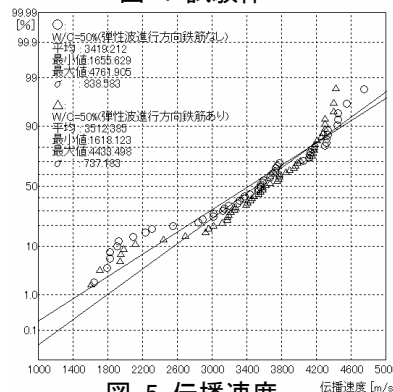


図-5 伝播速度

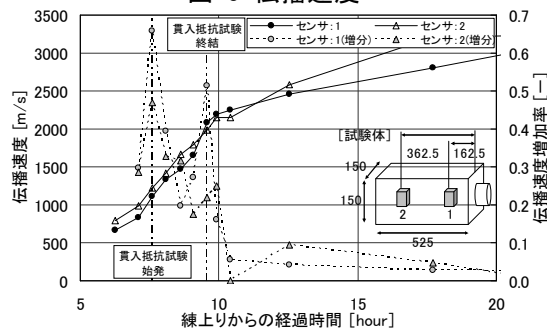


図-6 伝播速度と凝結

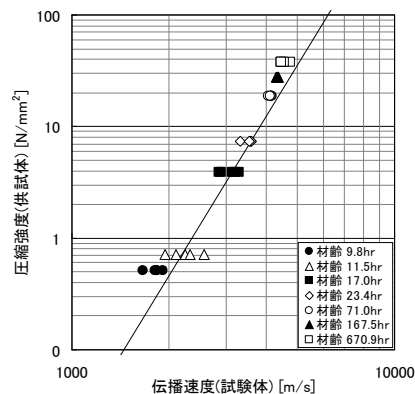


図-7 圧縮強度と伝播速度の関係

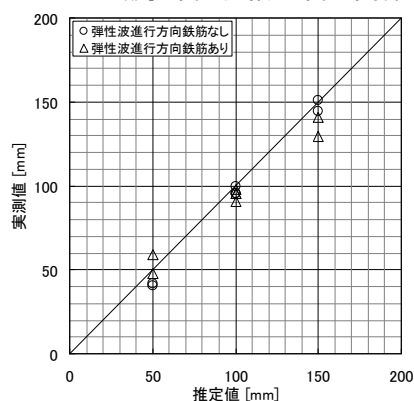


図-8 伝播速度から推定したかぶり