

振動を利用したコンクリートの打込み・締固め検知システムに関する基礎実験

東洋建設(株)	美浦研究所	正会員	○佐野	清史
東洋建設(株)	美浦研究所		安田	正雪
東洋建設(株)	美浦研究所	正会員	高橋	宏治
曙ブレーキ工業(株)	新規事業室	正会員	坂井	孝稔
曙ブレーキ工業(株)	新規事業室		金子	稔

1. はじめに

コンクリートの打込み・締固めが不十分な場合は、コンクリートの品質変動などと相俟って未充填部などの欠陥が生じる恐れがある。コンクリート構造物の所要の品質を保証するには、コンクリートの充填状況や密実性を確認しながら打込み・締固めを実施することが重要であるが、実際の現場作業でそれらの評価を容易とした施工管理・検査システムはまだ確立されていない。

本報は、写真-1に示す圧電セラミックスで作製した小型の振動デバイスを用いたコンクリート打込み検知システム、および振動加速度を指標としたコンクリート振動締固め検知システムの適用性に関する基礎実験について述べる。

2. 検知システムの概要

図-1にコンクリートの打込み検知システムの概要を示す。コンクリートの打込み検知は、振動デバイスを予め型枠面や鉄筋等へ取り付け、コンクリートの打込み時に振動デバイスを可聴域の周波数で振動させ、この周波数特性を検出することによって振動デバイスが周囲の物質（コンクリート、水、空気など）を識別し、リアルタイムにコンクリートの充填および未充填を判別するものである。

次に、図-2にコンクリートの振動締固め検知の概要を示す。コンクリートの振動締固め検知は、同振動デバイスに振動加速度計測の電気回路を付加し、振動締固め時の振動加速度を測定し、振動加速度の大きさと振動締固め時間からコンクリートの密実性を判別するものである。なお、加振器を用いて約 98m/s^2 まで任意の 250Hz の正弦波振動加速度を与えて振動デバイスの出力を見た結果、加振器の振動加速度と振動デバイスの出力は線形であり、振動デバイスを用いて振動加速度が測定可能であることを確認している。

3. 打込み検知に関する実験

図-3にコンクリート等の振動デバイスの周波数特性を示す。コンクリートの配合は、最大寸法 20mm の砕石を使用した $W/C=55\%$ 、 $W=171\text{kg/m}^3$ 、スランプ 15cm 、空気量

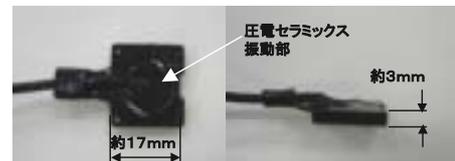


写真-1 小型振動デバイス

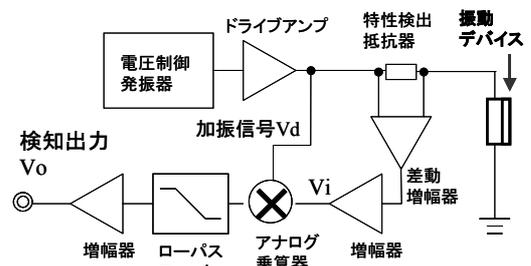


図-1 打込み検知システム概要

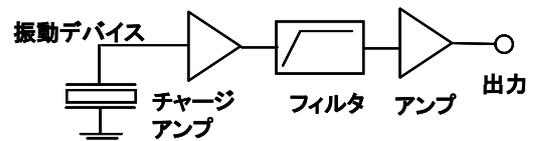


図-2 振動締固め検知システムの概要

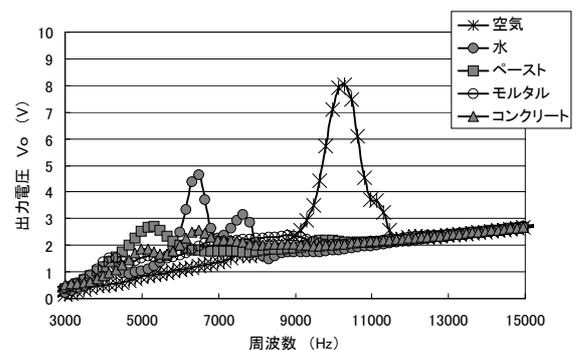


図-3 振動デバイスの周波数特性の例

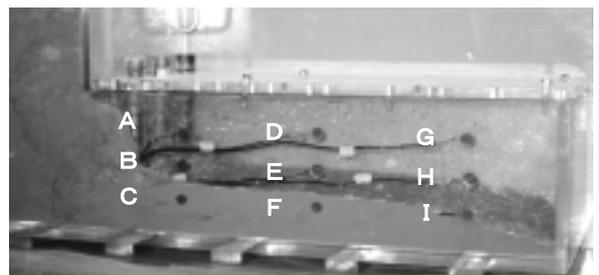


写真-2 打込み途中の様子

キーワード 振動デバイス 打込み検知 周波数特性 振動締固め検知 振動加速度

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033 番 1 TEL 029-885-7511 FAX 029-885-7766

4.5%であり、ペーストはこの配合から粗骨材、細骨材を、モルタルは粗骨材をそれぞれ除いたものである。振動デバイスに接触するコンクリート、水および空気などによってピーク電圧値とその発生する周波数が変化しており、それぞれ固有の値を示すことからそれらを識別することが可能であるといえる。

次に、写真-2に示すように、L型の透明モデル型枠に振動デバイスを9個設置して、そこへ最大寸法20mmの砕石を使用したW/C=50%、 $W=170\text{kg/m}^3$ 、スランプフロー61cmの高流動コンクリートを打込み、充填状況を観察した。打込み途中の振動デバイスの周波数特性を図-4に示す。図中のアルファベットは写真-2に示す振動デバイスの位置を表しており、2次元的に多点配置した振動デバイスの周波数特性は、コンクリートの充填状況を捉えていることがわかる。

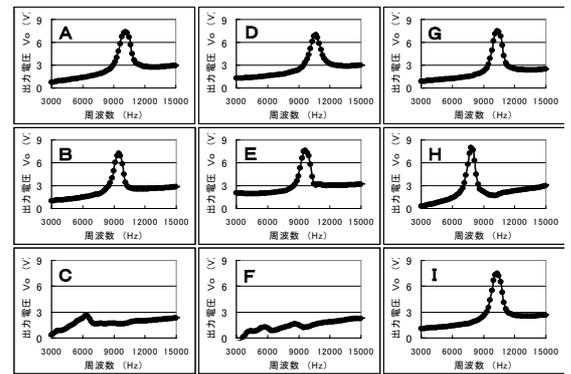


図-4 打込み途中の周波数特性

4. 振動締固め検知に関する実験

図-5に示すように、長さ90×幅30×高さ40cmの塗装合板を用いた型枠内に、等間隔に配置した垂直鉄筋にそれぞれ振動デバイスを取り付け、W/C=50%、スランプ15cm、空気量2%、単位水量 165kg/m^3 のコンクリートを2層に分けて打込んだ。各層について高周波棒状振動機（周波数250Hz、棒径25mm）を用い、下層はA、B点、上層はC、D点においてそれぞれ20秒間加振し、振動デバイスによりその平均の振動加速度を測定した。また、ひずみ式加速度計を高周波棒状振動機と垂直鉄筋に適宜取付けて併せて測定した。

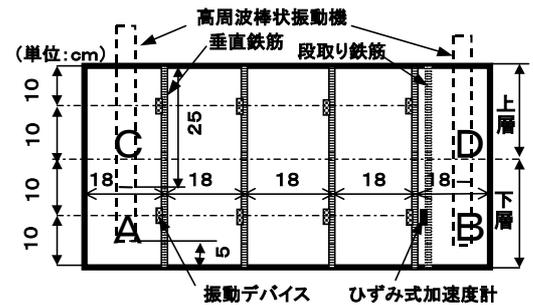


図-5 実験型枠

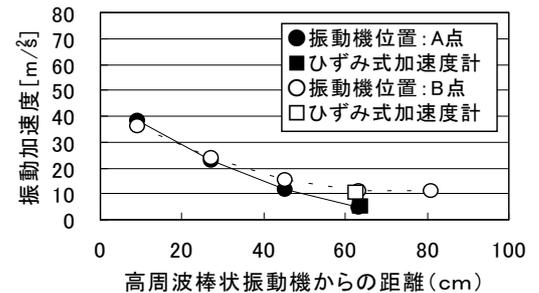


図-6 下層の振動加速度推移

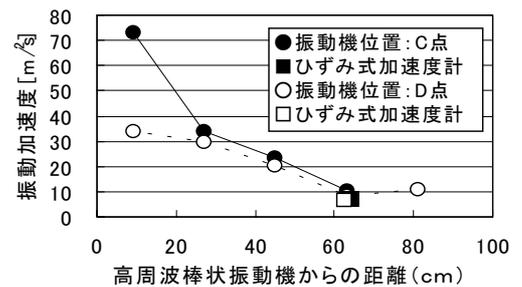


図-7 上層の振動加速度推移

高周波棒状振動機の位置を基準とした、距離による振動加速度の推移を図-6、7に示す。振動加速度はそれぞれ高周波棒状振動機から9、27、45cm以上の位置でそれぞれ約35~75、約20~35、約4~25 m/s^2 であり、距離によって減衰していることがわかる。また、棒状振動機から63cmの位置に取付けたひずみ式加速度計の値は近傍の振動デバイスの値とほぼ一致しており、振動デバイスによる振動加速度の測定が有効であることがわかった。なお、高周波棒状振動機に取付けたひずみ式加速度計と垂直鉄筋に取付けた振動デバイスの振動加速度波形の周波数はそれぞれ250Hzを示し、高周波棒状振動機の振動が振動デバイスに伝搬していることがわかった。一般に、圧縮強度を指標とした振動締固め有効範囲は振動加速度と密接な関係にある¹⁾とされていることから、振動デバイスを用いた振動加速度の測定がコンクリートの密実性評価に有用であると考えられ、コンクリート施工への活用が可能といえる。

5. まとめ

- (1) 振動デバイスによる打込み検知は、振動デバイスの周波数特性からコンクリートや空気などの識別が可能であり、振動デバイスを多点配置することでコンクリートの充填状況を捉えることができる。
- (2) 振動デバイスによる振動締固め検知は、コンクリートの振動加速度の大きさとその振動時間から、コンクリートの密実性を容易に評価できる可能性がある。

【参考文献】1)例えば、コンクリートの振動締固めに関する実験報告書、(社)日本コンクリート工学協会(1990)