

# 型枠に設置したセンサによるコンクリート締固め時の振動加速度測定に関する実験

日本国土開発 (株) 正会員 ○山内 匡 正会員 千賀 年浩  
 東京大学大学院工学系研究科 正会員 野口 貴文 正会員 北垣 亮馬  
 児玉 (株) 正会員 西島 茂行 山本 秀之

## 1. はじめに

コンクリート型枠に搭載された各種センサ付き小型集積回路（以下、スマートセンサと称す）の温度センサによって、コンクリート温度を測定し、構造体コンクリートの強度発現を推定・管理するシステムが開発されている<sup>1)</sup>。最近では、一般の RC 構造物の施工のみならず、トンネル覆工コンクリートの脱型強度管理での実績も増えてつある<sup>2) 3)</sup>。スマートセンサによる品質管理項目のうちの型枠の姿勢（脱型）管理は、加速度センサの測定値に基づいて行っている。すなわち、スマートセンサは加速度測定機能を有しており、この機能でコンクリート締固め時の振動加速度が測定できれば、棒状バイブレータによる締固めの程度を把握・評価ができる可能性がある。本報は、スマートセンサでコンクリート締固め時の振動加速度を測定し、測定値の妥当性や実施工への適用性を実験的に検討した結果を述べるものである。

## 2. 実験概要

### ・検討①

検討①では、鋼製型枠面板（厚さ 6mm）に搭載したスマートセンサと、一般的なひずみゲージ式加速度計で測定したそれぞれの加速度値を比較し、スマートセンサで測定した加速度値の妥当性を検討した。試験体型枠は 2 種類（検討①-1、検討①-2）とした。それぞれの形状寸法や棒状バイブレータ挿入位置、各センサの設置位置を図-1 に示す。各試験体型枠にコンクリートを充填後、各図に示した位置に棒径 31mm の高周波バイブレータを型枠底面から 5 cm の位置まで挿入し、20 秒間締固めを施し検討を行った。

### ・検討②

検討②では、1 層あたり厚さ 30 cm 程度で打ち込んだコンクリートをバイブレータの挿入間隔 30 cm 程度で順次締固める実施工状況を模しすることにより、鋼製型枠面板（厚さ 6mm）に搭載したスマートセンサで測定した加速度値の実用性を検討した。試験体型枠の形状寸法や棒状バイブレータ挿入位置、スマートセンサの設置位置を図-2 に示す。試験体型枠にコンクリート充填後、バイブレータを移動（位置 No. ①→⑨）しながら、検討①と同様の締固めを順次施し検討を行った。

なお、いずれの検討ケースでもコンクリートは呼び名 27-20-15 のレディーミクストコンクリートを使用した。

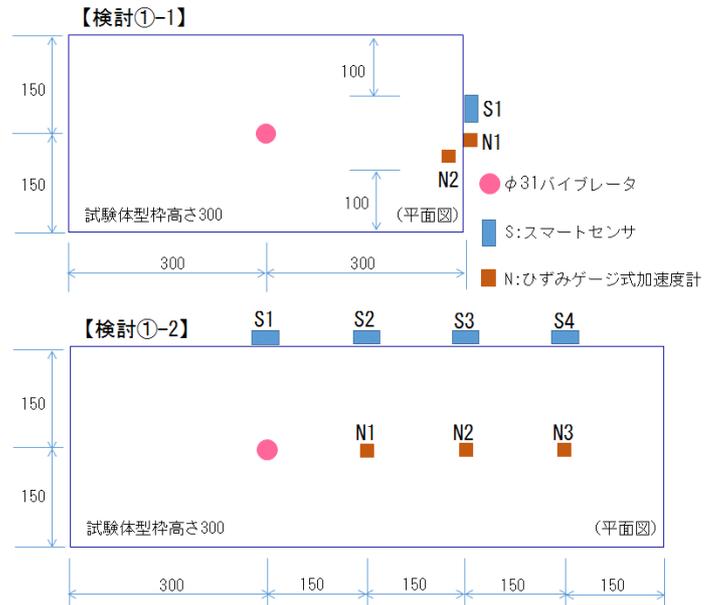


図-1 試験体型枠（検討①）

## 3. 実験結果および考察

### ・検討①

棒状バイブレータからの距離と振動加速度の関係を図-3 に示す。スマートセンサでは 3 方向の加速度が測定できるが、Z 方向（型枠に

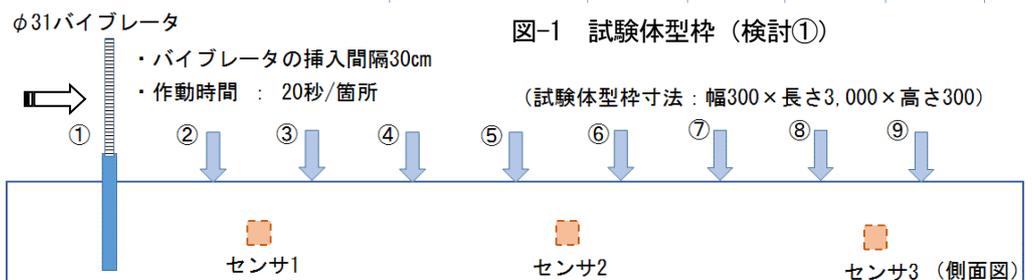


図-2 試験体型枠（検討②）

キーワード スマートセンサ, 加速度計, 締固め状況, 見える化, 品質管理

連絡先 〒107-8466 東京都港区赤坂 4-9-9 日本国土開発 (株) 土木事業本部

対して垂直方向)の加速度が卓越していたため、本報ではZ方向の加速度のみに着目して結果を整理した。また、スマートセンサ、ひずみゲージ式加速度計ともに「加速度」は測定した振動波形の振幅のピーク値の平均とした。

スマートセンサで測定した加速度は、ひずみゲージ式加速度計で測定した加速度と同レベルの値であり、距離減衰も同様な傾向を示している。このことから、スマートセンサによる加速度測定値は、一般的な加速度計による測定値と同等と評価して良いと考えられる。また、距離減衰はスマートセンサの方がやや大きい傾向にあることから、スマートセンサは棒状バイブレータからの距離が同じコンクリート中に作用している加速度を安全側に評価できるものと考えられる。

・検討②

棒状バイブレータを順次移動して締固めた際の、位置No.と各スマートセンサによる加速度測定値の関係を図-4に示す。同図中、例えばセンサ2は、距離が離れた位置No.1~4やNo.7~9で棒状バイブレータを作用している時には測定加速度値は小さいが、距離が近い位置No.5,6で作用している時には顕著に大きな値を示している。他のセンサによる測定値も同様な挙動を示している。これは振動加速度の距離減衰を考えると、当然に予測された結果であるが、スマートセンサによって、棒状バイブレータを順次移動させながら締固める実施工時の締固め状況を把握できることを示していると言える。

図-5には、各スマートセンサの締固め時間と累積締固めエネルギー<sup>4)</sup>の関係を示す。締固めエネルギーがあらかじめ定めた締固め完了に必要な値を超えたことを確認することで、各スマートセンサ位置近傍のコンクリートの締固めが完了したと評価できると考えられる。

4. まとめ

本報で実施したいくつかの実験の結果、型枠にスマートセンサを適当な間隔で設置し、そのZ方向加速度の測定値に基づいて算出した締固めエネルギーによって、コンクリート打設時の締固め状況を把握・評価できる可能性が見いだされた。今後は実施工レベルで本報の結果を確認するとともに、実用化に向けた課題などを抽出したいと考えている。

参考文献

- 1) NETIS 新技術情報提供システム：[http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG\\_NO=QS-110040](http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=QS-110040)
- 2) 野口ほか：スマートセンサ型枠システムのスライドセントルへの適用（その1），土木学会第68回年次学術講演会，VI部門，pp669-670，2013
- 3) 山内ほか：スマートセンサ型枠システムのスライドセントルへの適用（その2），土木学会第68回年次学術講演会，VI部門，pp671-672，2013
- 4) 梁ほか：締固め完了エネルギーによる同一スランプコンクリートの施工性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp1393-1397，2009

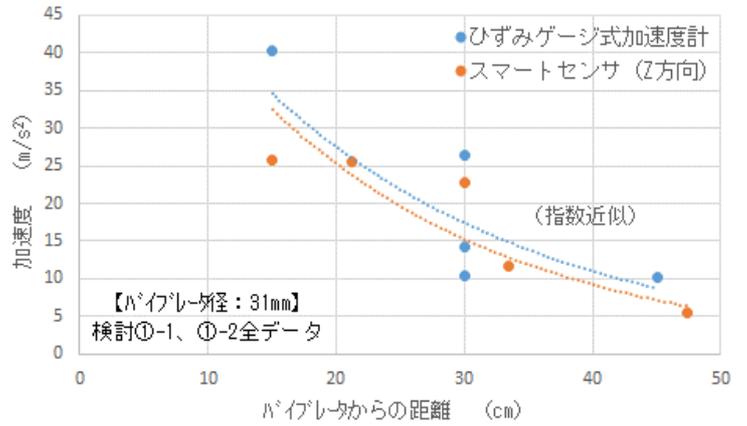


図-3 バイブレータからの距離と加速度の関係

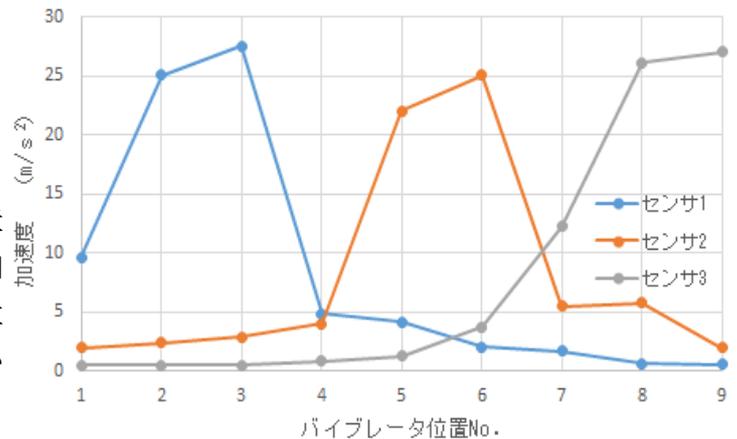


図-4 バイブレータ位置による各センサの測定加速度の変化

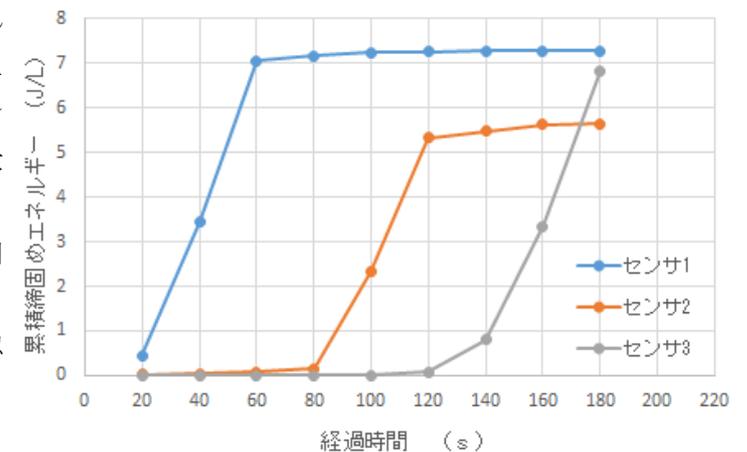


図-5 累積締固めエネルギーの経時変化