

静電容量型加速度センサを内蔵した無線 IC タグを用いた かぶり近傍を流動するフレッシュコンクリートの加速度計測

徳島大学大学院 賛助会員 ○渡邊智寛 徳島大学大学院 フェロー 橋本親典
徳島大学大学院 正会員 渡邊 健 徳島大学技術支援部 正会員 石丸啓輔

1. はじめに

施工過程におけるフレッシュコンクリートの挙動は、型枠の外側からの計測が大半である。特に、振動締固めによって型枠内に流動していく過程をフレッシュコンクリート内部から観察・記録するような技術あるいは研究手法は数値解析以外ではあまり見られない。著者らの研究室では、ICT・IoT に関する技術を用い、振動締固め途中のフレッシュコンクリート内部の加速度計測を試みてきている。昨年1)の池澤らの研究において、Wi-Fi と Raspberry Pi を用いた振動締固め途中のフレッシュコンクリートに伝搬する加速度の計測を成功した。その結果、かぶりの前後を流動するフレッシュコンクリートに伝搬する加速度は鉄筋群によって減衰しないことを見出した。本研究では、静電容量型加速度センサを内蔵した無線 IC タグを用い完全無線化計測システムを用いてこの知見の検証を行った。

2. 方法

2.1 使用材料および配合

使用材料の物性値を表—1、コンクリートの配合を表—2に示す。配合は普通ポルトランドセメントを使用し、セメント比は47%、細骨材率は47%とした。目標スランブは12cmとなっているが、コンクリートを混和剤の添加量やスランブロスさせることでスランブを変化させて実験を行った。

2.2 無線加速度計測システム

写真—1に USB スティック、写真—2に加速度センサを内蔵する無線 IC タグ、写真—3に無線 IC タグ設置方法を示す。ノート PC から USB スティックを介してコマンドおよびデータを送受信し計測を行った。

無線 IC タグは、写真—3に示す網状のナイロン製袋に入れて、鉄筋に括り付けた。

2.3 加振ボックス充填装置および鋼製フレーム

写真—4にインナーパイププレート、写真—5に模擬型枠の全体像を示す。模擬型枠は、高密度配筋の構造物を模擬した充填容器である。ミキサー車から構造物に打設することを想定し、漏斗を通して模擬型枠内にコンクリートを打ち込んだ。容量は約60ℓとした。その後、インナーパイププレートを所定の位置に挿入し、模擬型枠内に打ち込んだコンクリートが模擬型枠内の底面から200mmの位置に到達するまで加振を行うとともにコンクリート内部の加速度の測定を行った。

表—1 使用材料の物性

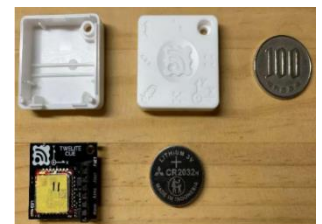
分類	記号	使用材料	備考
セメント	C	普通ポルトランドセメント	表乾密度：3.16g/cm ³
細骨材	S	兵庫県産砕砂	密度：2.58g/mm ³ 、粗粒率：2.83 吸水率：1.61%
粗骨材	G1	徳島県産砕石1505	表乾密度：2.57g/mm ³ 粗粒率：6.39
	G2	徳島県産砕石2010	表乾密度：2.57g/mm ³ 粗粒率：7.08
混和剤	SP	高性能AE減水剤	マスターグレンウム SP8SV
	AE	AE剤	マスターエア 303A

表—2 コンクリートの配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					目標 スランブ値 (cm)
		水	セメント	細骨材	粗骨材G		
		W	C	S	G1	G2	
47	47	165	350	823	555	386	12±2.5



写真—1
USB スティック



写真—2
加速度センサを内蔵する
無線 IC タグ



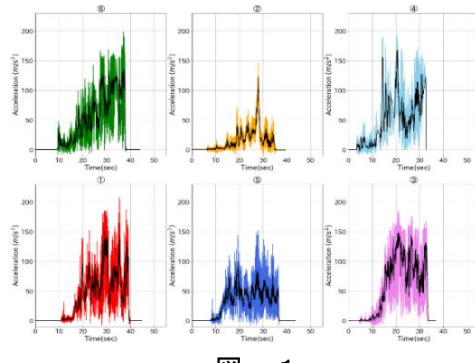
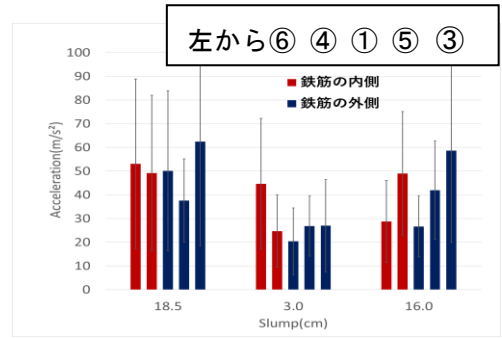
写真—3
無線 IC タグ設置方法



写真—4
インナーパイププレート



写真—5 模擬型枠

図—1
計測結果(スランプ 18.5cm)図—2
スランプごとの加速度の平均と偏差

3. 結果および考察

図—1 にスランプ 18.5cm の計測結果, 図—2 にスランプごとの加速度の平均と偏差, 図—3 に加速度センサの設置位置を示す。黒い実線は 10 点ごとの移動平均を意味し, 測定結果の色は, センサ設置位置の各場所に対応する。スランプごとの加速度の平均と偏差は, 加速度の時系列データの統計値として, 6 か所のセンサ別に, 加振開始から加振終了時の加速度 10 点ごとの移動平均から求めた。つまり, 各計測結果に表示されている黒い実線の値の平均と偏差である。なお, ②のデータは設置位置がコンクリート表面に近く無線 IC タグが自由表面に浮上し加速度が異常に小さくなったため, 図—2 のデータには含まれていない。

池澤らの知見と同様に, 鉄筋の有無は加速度の伝搬において影響が少ない。かぶり近傍での加速度の減衰が小さいことは正しいと言える。一方, スランプの大きさは, 3.0cm において加速度が小さかった。実験データは大きなばらつきがあるため, 今回の実験結果のみで断言することはできないが, スランプが小さくなる従って加速度が小さくなる傾向が認められた。池澤らでは, かぶりやスランプによる減衰の影響はないという報告であったが, スランプに関しては異なる結果となった。この差異が生じた原因を以下に考察する。

Raspberry Pi と加速度センサを有線で接続した池澤らの計測方法とは異なり, 無線 IC タグの場合は有線ではないため, 無線 IC タグに内蔵されている加速度センサは, コンクリートの流動方向に従って移動することはない。ナイロン袋で格子状鉄筋に括り付けられているため, その位置でのフレッシュコンクリート中の伝搬された加速度を計測している。この違いが加速度の値に影響を及ぼしていると想像される。

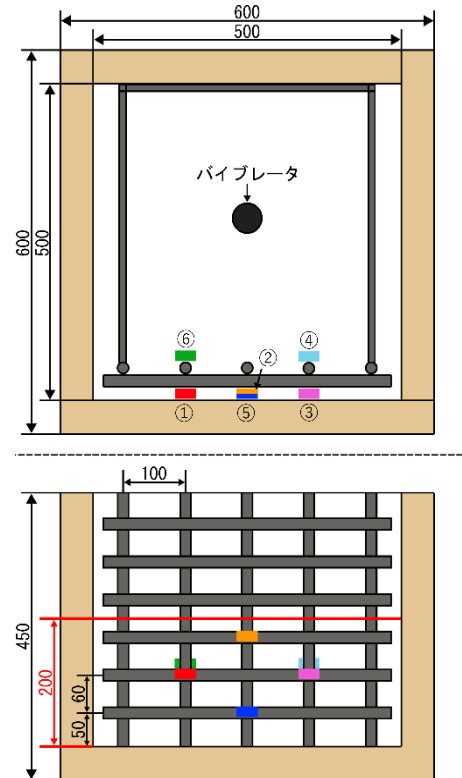
4. 結論

本実験の範囲内で明らかになったこと記す。

- 1) 締固め時に流動するフレッシュコンクリート内部に伝搬する加速度は, かぶりコンクリートに存在する格子状鉄筋の影響をほとんど受けない。つまり, 鉄筋による締固めエネルギーの減衰は小さい。
- 2) スランプの大きさがフレッシュコンクリート内部に伝搬する加速度に与える影響は無視できない。

参考文献

- 1)池澤壮太, 橋本親典, 石丸啓輔, 渡邊健: Wi-Fi と Raspberry Pi を用いた振動締固め途中のフレッシュコンクリートに伝搬する加速度の計測, 第 76 回セメント技術大会講演概要集 2022Web 版, Vol.76, pp.224-225, 2022.5



図—3 センサ設置位置