

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 2 軸強制練りミキサ内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 ○秋月淳之介 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

施工時トラブルや初期欠陥のほか未充填を防ぐ上で、アジテータ車の運行管理とともに荷下ろし時のフレッシュコンクリートの品質管理は重要である。アジテータドラム内のフレッシュコンクリートの品質は時間経過によって水和反応が進み、刻々と変化する。品質試験を何度も行うのは容易ではない。

昨年 10 月 25 日実施した圧送技術研究会（近畿生コン圧送事業協会）の現場圧送実験で廃棄コンクリートをミキサ車に戻した際に、ミキサ車のアジテータドラム内の静電容量型加速度センサを内蔵した無線 IC タグのデータが受信されることが確認できた。つまり、ドラムの厚さやドラム内の廃棄コンクリートの容積に影響による通信障害がないということが明らかになった。将来、この無線 IC タグをアジテータドラム内の生コンの品質評価モニターに利用できる可能性がある。

本研究では、アジテータドラム内のフレッシュコンクリートの攪拌過程を想定し、2 軸ミキサ内で攪拌されるコンクリートに発生する加速度の計測を試みた。

2. 実験概要

2.1 使用材料・コンクリートの配合

コンクリートの配合表を表-1、使用材料の物性値を表-2 に示す。

2.2 無線加速度計

写真-1 に実験に使用した無線 IC タグを示す。無線 IC タグは 3 軸の静電容量型加速度センサを搭載している。

写真-2 に受信装置を示す。ノート PC に USB を介してデータを送受信し、計測を行った。

2.3 実験方法

2 軸強制練りミキサの回転速度をインバーターによって低速回転にした。ミキサに材料を入れてから混ぜ、無線 IC タグを 3 個(18 番、19 番、20 番)入れて、攪拌しているときの加速度を計測した。排出して練り舟に静置させて、スランプを低下させた。その後、ミキサに投入して攪拌させて、加速度を計測した。この繰り返しをスランプの低下毎に 3 回計測を行った。無線 IC タグの配置を図-1 に示す。ミキサの軸回転速度は 4.6、10、15 (回転/分) の 3 段階に変化させた。

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

練混ぜ実験のフレッシュ性状の結果を表-3 に示す。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m ³)				スランプ (cm)	空気量 (%)
		W	C	S	G		
47	47	165	350	823	941	12±2.5	4.5±1.5

表-2 使用材料の物性値

	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：3.15g/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 吸水率：1.61%、粒径：5~15mm
	G2	徳島県産砕石2010	表乾密度：2.57g/mm ³ 、粗粒率：7.08 吸水率：1.61%、粒径：10~20mm
混和剤	SP	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物
	AE	AE剤	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤



写真-1
無線タグ

写真-2
受信装置

図-1
無線タグの配置

表-3 フレッシュ性状

11月14日	1回目(10:57)	2回目(11:31)	3回目(12:23)
スランプ(cm)	20.0	18.0	10.0
空気量(%)	3.4	2.3	2.8
温度(°C)	19.3	19.3	18.7
11月18日	1回目(9:20)	2回目(11:00)	3回目(12:40)
スランプ(cm)	21.5	17.0	9.0
空気量(%)	1.8	1.4	2.0
温度(°C)	17.2	17.4	17.6
1月10日	1回目(16:00)	2回目(16:50)	3回目(17:40)
スランプ(cm)	18.0	9.0	5.5
空気量(%)	2.0	1.8	2.2
温度(°C)	19.4	17.8	17.2

3.2 データ解析

0.01 秒の加速度データ 10 個を平均して 0.1 秒にして平均化して 50 秒間の加速度の経時変化を、スランプ毎に図-3 に示す。11 月 14 日に測定した無線 IC タグ 18 番の結果の一部である。加速度は約 0.3m/s^2 付近に集中していた。スランプ値が低下していくと波形が顕著に現れた。この波形はミキサの軸の回転周期(13 秒)と対応している。また、11 月 18 日に計測したデータも同様スランプロスすると波形が顕著に現れた。

加速度の時系列データを 60 秒から 110 秒の範囲で FFT 解析を行った。その結果を図-4 に示す。FFT 解析のデータ数は、4096 個とした。周波数軸は対数で表示した。ミキサの軸の回転速度の周期は約 13 秒 (0.08Hz) のため、 1Hz 前後の周波数を拡大した。加速度の卓越周波数は 0.1Hz 付近であり、ミキサの軸回転速度の 0.08Hz とほぼ一致した。

3.3 ミキサの軸回転速度の影響

図-5 にミキサの軸の回転速度と加速度の平均値と標準偏差の関係を示す。なお、スランプ 18cm は、4.6 回転/分のみである。軸回転速度が増加するに従い加速度の平均値と標準偏差ともに増加した。スランプの影響は小さかった。

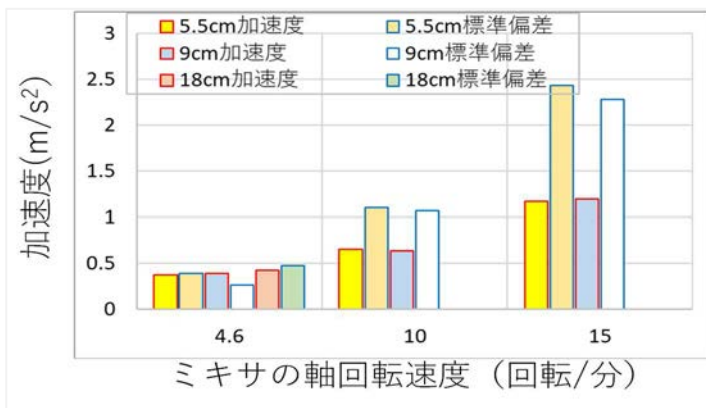


図-5 軸回転速度と加速度および標準偏差の関係

4. 結論

本実験範囲内で明らかになったことを以下に記す。

- 無線 IC タグはミキサの攪拌時のミキサ内の加速度を計測することができた。ブレードとの衝突や摩耗による破壊が起こらなかった。
- FFT 解析による加速度の卓越周波数は 0.1Hz 付近であり、ミキサの軸の回転の周波数 0.08Hz とほぼ一致した。
- ミキサの軸の回転速度が増加すると、加速度の平均値、標準偏差ともに大きくなった。

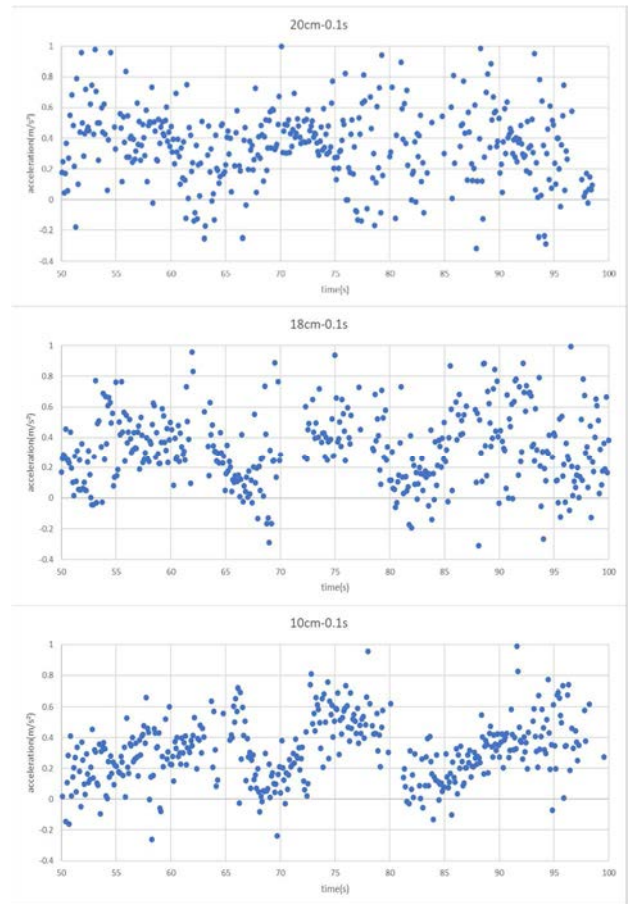


図-3 50 秒～100 秒の 50 秒間の加速度の時系列データ

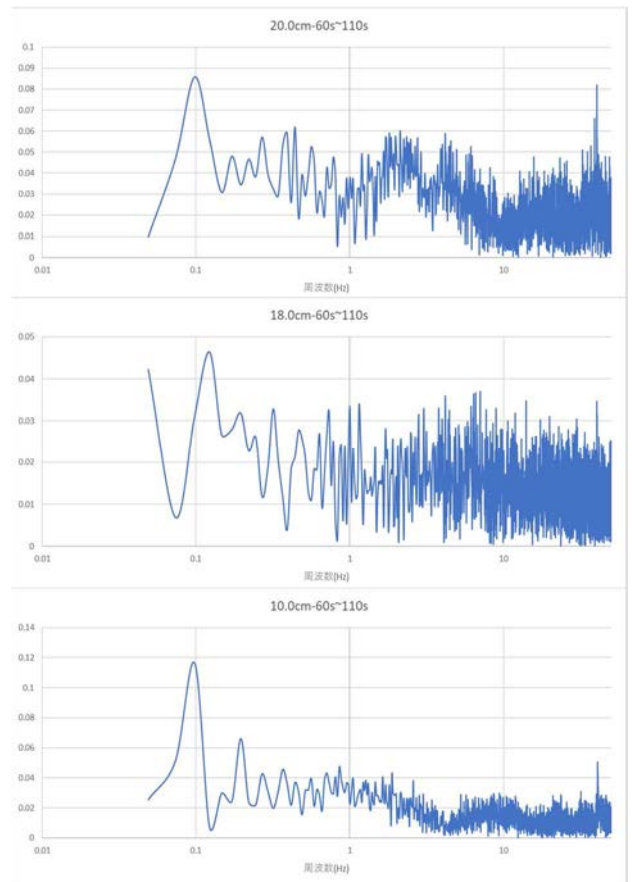


図-4 60 秒～110 秒の 50 秒間の FFT 解析