

# 加速度センサーを用いた コンクリート打重ね時間管理システムの現場適用

香月 泰樹・梅本 宗宏・馬場 朝之

コンクリート打込み時の管理項目の一つに打重ね時間の管理があるが、多々ある管理項目の中でも厳密に管理するのが非常に難しい項目の一つである。今回開発した「加速度センサーを用いたコンクリート打重ね時間管理システム」は、この打重ね時間の管理を正確かつ効率的に行うことを目的にしたシステムである。本報では、このシステムの概要と適用事例について報告する。

キーワード：コンクリート、品質管理、打重ね時間、加速度センサー

## 1. はじめに

近年、加速度センサーは小型化、廉価化が進み、その適用範囲が拡大している。地震計などの小型化に寄与しているだけでなく、ゲーム機、タブレット端末、携帯電話など、身の回りの小さな機器にも内蔵され、さまざまな用途で使われている。本報では、この小型化した加速度センサーをコンクリート打設時の打重ね時間管理に適用したシステムの開発概要と、システムを現場適用した事例について記す。

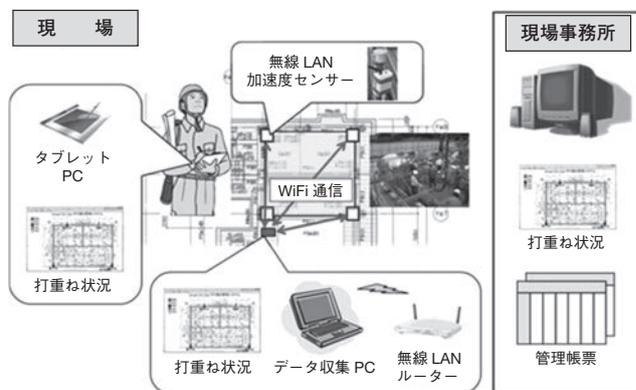
## 2. 開発の背景

コンクリート打込み時の打重ね時間の管理は、現状では、部材毎に打込み開始・終了時刻を紙面等に記録し、終了時刻から次層の打込み開始までの時間が所定の時間をオーバーしないよう、コンクリート工事担当者が配慮しながら打込みを進める必要があり、非常に手間が掛かるため厳密な管理が難しい。そこで、この打重ね時間の管理を正確かつ容易にし、より密実で不具合の少ない高品質なコンクリートを施工するため、本システムの開発を行った。

## 3. システム概要

### (1) システム構成

システム全体像を図一に示す。現場においてはコンクリート打設工区内の要所部位の鉄筋に無線LAN機能付き加速度センサーの設置を行う。そして加速度センサーからのデータをリアルタイムに収集す



図一 システム全体図

るために、打設工区近辺にデータ収集パソコンと無線LANルーターを設置し、Wi-Fi環境を構築している。コンクリート工事担当者はスマートフォンやタブレット端末を携帯することで、現場でコンクリートの管理をしながら、打ち込み状況をリアルタイムに確認することができる。また、現場事務所にもデータ収集パソコンを設置し、データの確認や帳票作成をすることができる。

### (2) システム機能

本システムの特徴機能を以下に記す。

#### (a) 打込み・打重ね状況のリアルタイム管理機能

コンクリート工事担当者は現場に携帯したスマートフォンやタブレット端末を用いて、打重ね時間（所定時間までの残り時間）をリアルタイムに確認しながら打込みができる（図二、写真一）。これにより、道路事情等により打込みが計画より遅延した場合でも早期に状況を把握し、打設順序や打込み高さの変更を

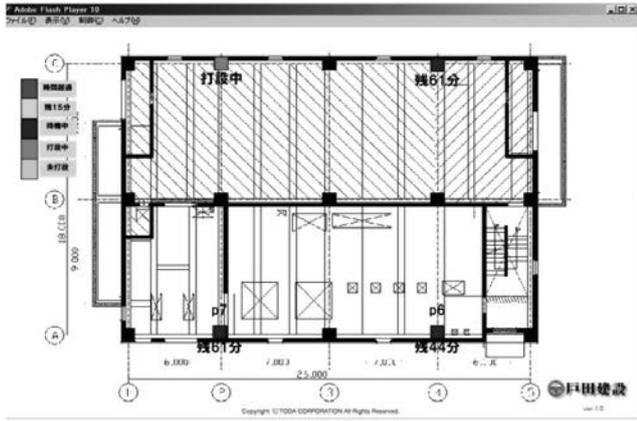


図-2 打重ね時間管理画面



写真-1 打重ね時間管理状況

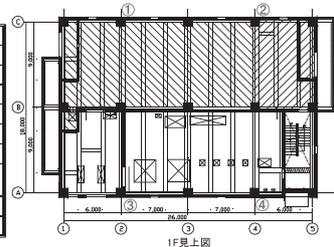
行うことで、より不具合の少ない密実なコンクリートの打込みが可能になる。また、作業所内の拠点や現場事務所などのパソコンでも、同じ画面を確認することができ、コンクリート工事担当者以外の立会者等も同時に打込み状況を確認できる。

(b) 管理帳票出力機能

打込み時間記録は打込み施工概要と合わせて自動でエクセル帳票として出力でき、管理帳票の作成が効率化できる (図-3)。

コンクリート打重ね時間管理記録

作業所名	○×新築工事
打設日	平成24年 9月 12日
打設箇所	1階立ち上がり、2階スラブ
打設数量	320m <sup>3</sup>
設計基準強度	2.4(N/mm <sup>2</sup> )
呼び強度	2.7(N/mm <sup>2</sup> )
最高気温	31℃
打ち重ね時間 間隔の限度	120分
打設開始時間	7:30
打設終了時間	13:50



①	打設時間	打重ね 時間間隔	合否
1	打設開始	7:59	0:39 時間内
	打設終了	8:42	
2	打設開始	9:21	0:55 時間内
	打設終了	9:43	
3	打設開始	10:38	1:34 時間内
	打設終了	10:58	
4	打設開始	12:32	12:36
	打設終了	12:36	

②	打設時間	打重ね 時間間隔	合否
1	打設開始	8:01	1:24 時間内
	打設終了	8:09	
2	打設開始	9:33	1:03 時間内
	打設終了	9:43	
3	打設開始	10:46	1:50 時間内
	打設終了	10:54	
4	打設開始	12:44	12:47
	打設終了	12:47	

③	打設時間	打重ね 時間間隔	合否
---	------	-------------	----

④	打設時間	打重ね 時間間隔	合否
---	------	-------------	----

図-3 打重ね時間管理帳票

(3) 加速度による打重ね時間取得の仕組み

本システムにおける打重ね時間の取得は、打込み時のバイブレータの振動を利用している。要所部位の鉄筋に取り付けた加速度センサーでバイブレータの振動を取得し、その加速度がしきい値以上になると打設開始、しきい値未満になると打設終了と判断し、次層打設開始までの時間を自動算出、取得する仕組みとしている (図-4)。

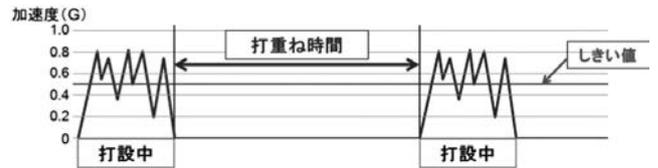


図-4 打重ね時間取得方法

4. 現場適用結果

(1) 現場適用

茨城県内の建築工事で本システムを適用し、システムの有効性を確認した (写真-2)。



写真-2 現場適用状況

リアルタイムに打設工区内の打設状況、打重ね時間が一望して確認でき、打込み順序・打込み高さの変更や、複数のポンプ車での打設における、ミキサー車の配車順序の変更など、より柔軟な対応が早期に行えた。このことで適用作業所では従来の方法では難しかった対応が出来るようになり、コールドジョイントが少なくなったと好評であった。また、管理帳票も即時に発行できるようになり、帳票作成の作業時間を、80~90%短縮することが出来た。

一方で、開発時の想定と異なった部分もあり、運用時に修正・改良を施した箇所もあった。以下に現場適用時に修正・改良した点について記す。

(2) 現場適用時の改良点

(a) 通信方法の変更

現場適用をしていく中で、データ収集 PC から離れた部位の一部で、データ取得が不安定になる（寸断される）という事象が生じた。これは適用当初はアクティブ型 IC タグ（写真—3）を使って加速度センサーの情報を送受信していたが、打設工区内に林立する鉄筋が電波を吸収するため、通信距離が平地試験時の半分以下に落ちていたためであった。そこで通信距離の延長のために通信方法を再考し、機器構成や筐体の大きさが一長一短であったが、アクティブ型 IC タグから通信距離のより長い無線 LAN 方式（写真—4）を採用することにした（表—1）。試用の結果、通信距離が倍以上に伸び、工区内のどの部材でもデータを取得することが可能になった。



写真—3 アクティブ型 IC タグ方式



写真—4 無線 LAN 方式

表—1 通信方式比較表

通信方法	通信距離		筐体の大きさ	機器構成
	平地	現場		
アクティブ型 IC タグ	40 m 程度	15 m 程度	○	△
無線 LAN	200 m 以上	30 m 以上	△	○

(b) しきい値の微調整機能

打設時におけるバイブレータの加速度による打重ね時間の取得に関しては、加速度センサーを取り付ける部材の種類（鉄筋径、長さ等）に依存する部分がある。運用当初はしきい値は固定としていたが、現場適用に際して、しきい値をタブレット端末上で変更できるようにし、打設時の加速度を見ながらしきい値を微調整することで、現場状況に合わせ、より確実に打重ね時間を取得できるような改良を施した。

5. おわりに

今回開発したシステムは、今まで厳密な管理が難しかった打重ね時間の管理を容易にし、打設後管理帳票の作成の効率化も図れ、コンクリート工事の品質向上に寄与することが確認できた。今後は適用現場を増やすとともに、コンクリートの施工品質管理情報を統合化したデータベースの構築を目指していく予定である。

JCMMA

【筆者紹介】

香月 泰樹（かづき ひろき）  
戸田建設株式会社  
技術企画部  
主任



梅本 宗宏（うめもと むねひろ）  
戸田建設株式会社  
技術研究所  
主管



馬場 朝之（ばば ともゆき）  
戸田建設株式会社  
エンジニアリング部  
主管

