

ビーコンを利用したコンクリートの打込み管理による品質確保・向上

鹿島建設(株) 正会員 ○水野浩平 上田智広 西山卓朗 向原健 柳井修司 渡邊賢三 芦澤良一 橋本学
国際航業(株) 今野宏樹 藤原康史

1. はじめに

コンクリートの打込みでは、打重ね時間間隔や打込み間隔などの施工管理を適切に行う必要がある。しかし、大量のコンクリートを広い面積に複層で打ち込む場合には、許容打重ね時間間隔の超過によるコールドジョイントや、コンクリートの横移動による材料分離を生じる危険性がある。そこで、これら品質低下につながる事象を防止するために、打重ね時間間隔と筒先の位置を常に把握して管理する方法が求められる。本報では、ビーコンを利用して筒先の位置や下層コンクリートの打込み終了からの時間経過を「見える化」した打込み管理システムについて、実施工に適用した事例とその効果を示す。

2. 打込み管理システムの概要

打込み管理システムの概要を図-1 に示す。本システムは、位置検知用のビーコンおよびスマートフォンで構成される。ビーコンは、計画した各打込み箇所近傍の鉄筋や型枠に配置しておく。スマートフォンは、コンクリートポンプのオペレータが装着し、筒先と一緒に移動することでビーコンの発する電波を捉えて筒先位置と時刻を検知・記録する。パソコンやタブレット端末には、筒先の位置と時間経過が図面上に表示され、許容打重ね時間間隔に近づくに従って時間経過の表示色が変化することで、視覚的に把握できる仕組みになっている。なお、これらのデータはクラウドに転送・蓄積され、関係者がリアルタイムに閲覧できる。

3. 実施工における適用性の検討

3.1 実施概要

下水道処理施設の鉄筋コンクリートの壁部材（延長約20 m、高さ2.0～3.5 m、壁厚4 m）を対象に、本システムを適用した。表-1 に、コンクリートの配合および使用材料を示す。打込み前に事前準備として、打込み範囲の平面図およびビーコン設置位置を本システムに登録した。打込み中は、現場技術者がタブレット端末を確認しながら打重ね時間間隔や打込み箇所を管理した。打込み後は、材齢7日で脱型し、材齢28日に打重ね部を対象に目視評価法¹⁾、トレント法による透気試験およびテストハンマーによる圧縮強度の推定を実施した。比較として、本システムを適用していない別の壁部材において、打重ね時間間隔を計測するとともに、脱型後に同じ測定を行った。以下、システムを適用した場合を提案工法、システムを適用していない場合を標準工法と称する。

3.2 適用の効果

図-2 に、本システムの画面表示例を示す。なお、図中の凡例は、標準期における経過時間の一例を示している。実施工にて、計画した全ての打込み箇所で筒先位置と打込み終了後の時間経過をリアルタイムに把握し記録でき

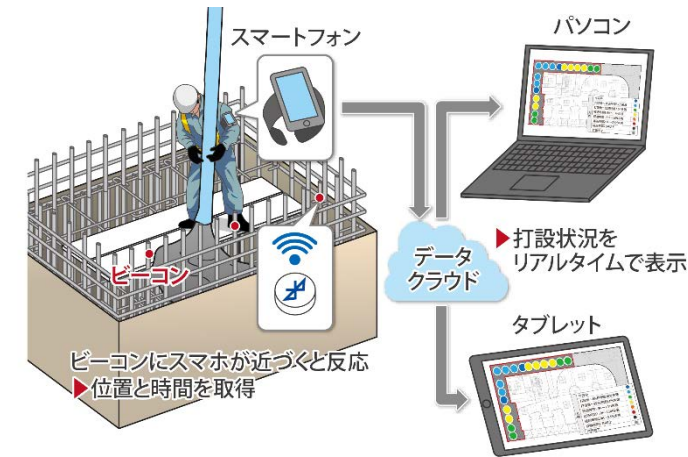


図-1 打込み管理システムの概要図

表-1 コンクリートの配合および使用材料

G _{max}	W/C (%)	s/a (%)	スラブ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad
20	52.5	46.7	15	4.5	168	320	835	989	2.88

W ; 上水道水
C ; 低熱ポルトランドセメント,密度 3.22 g/cm³
S ; 山砂,表乾密度 2.60 g/cm³,F.M.2.60
G ; 石灰砕石 2005,表乾密度 2.70 g/cm³,実積率 61.0%
Ad ; AE 減水剤, リグニンスルホン酸とポリカルボン酸エーテルの複合体

キーワード 打込み, 打重ね時間間隔, 打込み間隔, 材料分離, 品質確保・向上

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

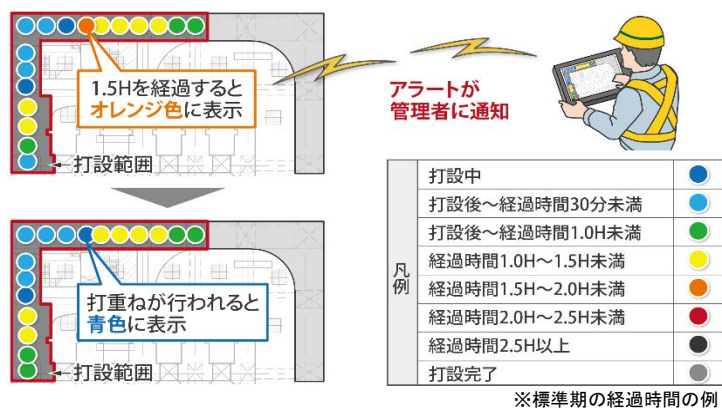


図-2 システムの画面表示例

た．これにより，計画通りの位置に筒先が移動していることを確認しながら打ち込めるため，所定の打込み間隔でコンクリートの横移動を防ぎながら筒先を移動できた．

図-3 に，打重ね時間間隔の最大値および平均値を示す．提案工法により，打重ね時間間隔の最大値は約 19%，平均値は約 14%低減した．これは，打込み終了からの時間経過の「見える化」により，先手管理の打込みを実現できたことによる．また，許容打重ね時間間隔の超過が予見される場合には，1 層の打込み高さを低くして打重ね時間間隔を短くするなどの迅速な対処も可能となる．この結果，図-4 および図-5 に示すように，打重ね線の目視評価点の向上と打重ね部の透気係数の約 40%の低減が認められ，打重ね部の品質が向上した．なお，図示しないものの，推定圧縮強度は工法によらず約 30 N/mm²と同程度であった．

図-6 に透気係数，図-7 に推定圧縮強度の標準偏差を示す．提案工法とすることで，透気係数の標準偏差が約 80%低減し，推定圧縮強度の標準偏差も約 40%低減し，ばらつきの小さい表層品質が得られた．これは，上述したように打重ね時間間隔が短縮されたことに加えて，計画通りの位置に筒先を移動することができたため，コンクリートの横移動に伴う材料分離が抑えられた効果などによるものと考えられる．

4. まとめ

打込み管理システムにより，打重ね時間間隔が 14%短縮されることで打重ね部の透気係数が 40%低減した．また，コンクリートの横移動に伴う材料分離が抑制され，透気係数の標準偏差が 80%低減，推定圧縮強度の標準偏差は 40%低減した．ばらつきが小さく均一な品質が得られ，コンクリート構造物の品質が向上したことを定量的に確認できた．

なお，本適用は内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)予算を活用して試行したものである²⁾．

参考文献

- 1) 坂田ら：コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法，コンクリート工学，Vol.50，No.7，pp.601-606，2012.7
- 2) 国土交通省 HP：<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001419522.pdf>，(2022.8 公開)

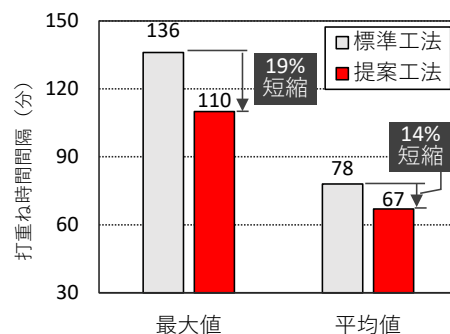


図-3 打重ね時間間隔の比較

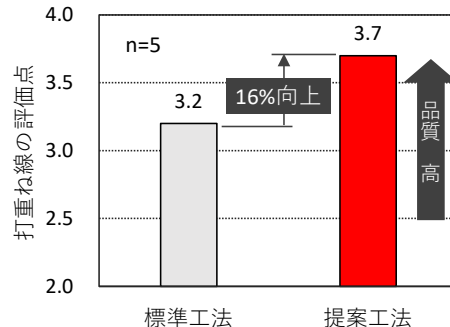


図-4 打重ね線の目視評価点

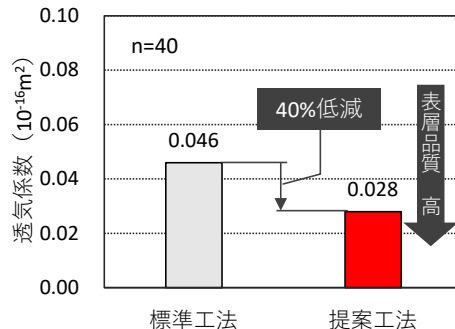


図-5 打重ね部における透気係数

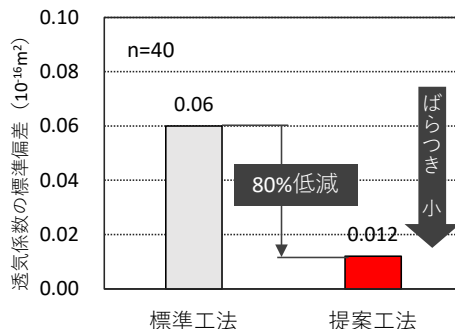


図-6 透気係数の標準偏差

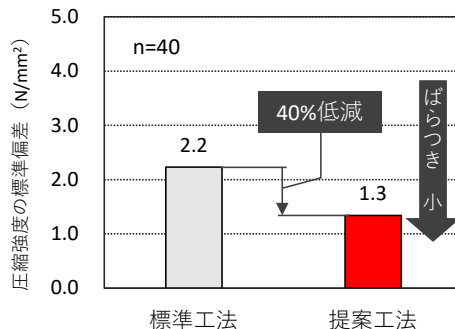


図-7 推定圧縮強度の標準偏差