

マイクロ波によるフレッシュコンクリートの単位水量連続測定システムの開発

清水建設株式会社

正会員 Phan H. D. Quoc

正会員 ○ 渡辺 太一

正会員 西岡 真帆

正会員 高橋 圭一

正会員 江渡 正満

正会員 西村 晋一

パシフィックシステム株式会社

加藤 誠

1. はじめに

フレッシュコンクリートの単位水量は、硬化コンクリートの耐久性や強度に影響を及ぼすため、品質管理上重要な受入れ検査項目として定められることが多い。しかし、従来技術であるエアメータ法、高周波加熱法、静電容量法などは、サンプリング測定であることや、測定に時間がかかり製造へのフィードバックがリアルタイムに行えないという課題があった¹⁾。また、ポンプ車の配管に計器を設置し連続測定が可能な RI 法は、管理値を満足しない値を検知した時には、既にコンクリートが打ち込まれてしまうという課題があった。筆者らはこれらの課題を解決するために、コンクリート荷卸し時に単位水量を連続かつリアルタイムに測定できる技術の開発を行い、その実用性を現場で確認した。

2. マイクロ波による単位水量測定と連続測定システムの概要

本開発では、写真-1 に示すデジタルマイクロ波センサーを選定した。建設分野では、コンクリート製造時に細骨材の表面水率の測定に用いられているものをコンクリートの単位水量測定に応用した。測定原理は、コンクリート中でマイクロ波を受発信し、その減衰量を測定して水分量を推定するものである。図-1 に示すように、マイクロ波による測定値は、コンクリートの単位水量と良好な相関関係が認められた。図-2 に室内試験で各測定法を用いて行った推定単位水量結果を示す。同図よりマイクロ波センサーは、高周波加熱法およびエアメータ法の結果と比較して、測定誤差が少ないことが確認できる。



写真-1 マイクロ波センサー

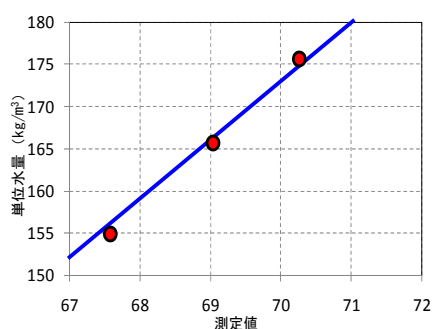


図-1 単位水量と測定値の関係

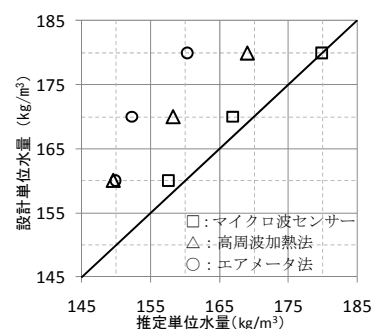


図-2 各測定法の推定単位水量

単位水量連続測定システムは、事前の室内試験により静置したコンクリートでのキャリブレーションの測定値を用いて、コンクリート荷卸しの連続測定値から単位水量を推定するものである。本技術の最大のメリットは、測定結果をリアルタイムにモニタリングすることにより、コンクリート打込み前に単位水量を把握し、管理できることである。なお、静置測定した値と連続測定した値との相関関係を用いて単位水量を推定するソフトも併せて開発した。写真-2 に連続測定状況を示す。打込み時は、アジテータ車のシュートにセンサーを固定し、連続的に測定する。管理値を満足しない値を検知した時には、アジテータ車のシュート部分で打込み中止が可能となる。図-3 に単位水量連続測定システムのフローを示す。



写真-2 現場における連続測定状況

キーワード：単位水量、マイクロ波、連続測定、品質管理、フレッシュコンクリート

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 基盤技術部 Tel : 03-3561-3915

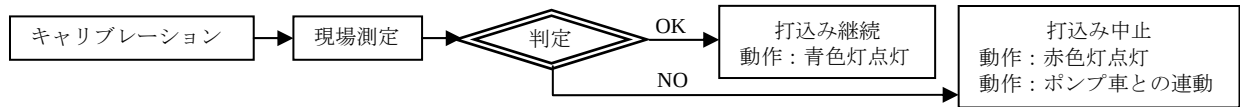


図-3 単位水量連続測定システムのフロー

3. 現場への適用

3.1 コンクリート配合

表-1 に測定したコンクリートの配合を示す。

表-1 コンクリート配合

適用現場	セメント種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤の種類
						水	セメント	細骨材	粗骨材	
A	低熱ポルトランドセメント	15	4.5	52.0	45.6	171	329	816	1002	高機能 AE 減水剤
B	高炉セメント B 種	8	4.5	62.5	46.1	164	263	857	1010	AE 減水剤

3.2 キャリブレーション

写真-3 にキャリブレーション状況を示す。キャリブレーションは、実際に使用するコンクリート配合の設計単位水量と、設計単位水量 $\pm 10\text{kg/m}^3$ の3水準の測定値と単位水量との関係式を求めることにより行う。なお、単位水量の増減分は、細骨材量にて調整する。図-4 にキャリブレーションの結果を示す。両配合とも測定結果と単位水量とは良好な相関関係があり、今回の測定範囲では、配合が異なる場合でも直線の傾きはほぼ同等であることが確認できた。

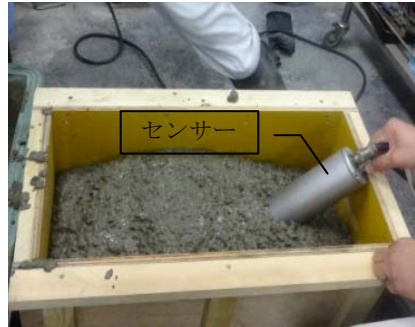


写真-3 キャリブレーション状況

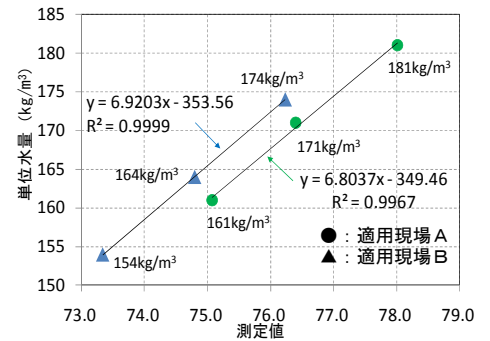


図-4 キャリブレーション結果

3.3 現場測定

図-5 に連続測定結果の一例を示す。測定開始から20秒程度で単位水量の測定値は安定し、その後のばらつきが小さいことがわかる。図-6 にアジテータ車ごとの測定結果を示す。同図には、測定開始より20秒～50秒後までの30秒間の平均値と上下限界を示したが、測定番号による大きなばらつきは見られなかった。

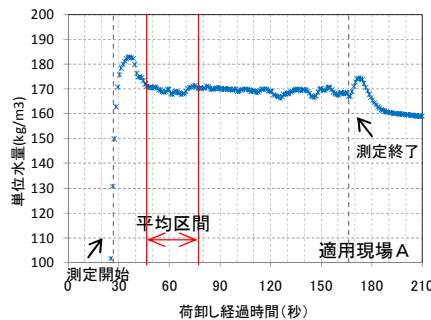


図-5 単位水量連続測定結果の一例

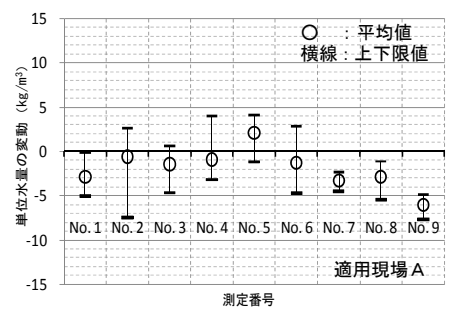


図-6 単位水量連続測定結果

4. おわりに

本システムは、既に複数の現場への適用実績があり、コンクリートの単位水量を簡易に、かつ精度よく連続測定できることが確認されている。今後、本システムを全国の現場へ順次適用し、確実に効率的な品質管理を展開することを考えている。また、より多くのデータを収集し、測定精度を高めるとともに、キャリブレーションを行わなくても測定が可能な簡易推定法の構築を検討したい。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会: レディーミクストコンクリートの単位水量の実態, 単位水量測定法の現状と問題点, フレッシュコンクリートの単位水量迅速測定および管理システム調査研究委員会報告書, 2004