

RIによるフレッシュコンクリートの単位水量連続測定手法の評価

鹿島建設(株) 正会員 ○武地真一 向 俊成 芦澤良一 盛田行彦 柳井修司 坂井吾郎

1. はじめに

コンクリートのフレッシュ性状や強度，乾燥収縮量は，骨材の表面水率の設定誤差などに伴う単位水量の変動に影響される。品質の高いコンクリート構造物を構築するためには，フレッシュコンクリートの品質を安定化し，単位水量が過大なコンクリートが型枠内に打ち込まれるのを防ぐことが重要である。フレッシュコンクリートの単位水量の測定方法としては，エアメータ法や静電容量法など種々の手法があるが，いずれも抜取りによる測定手法である。これに対して，ラジオアイソトープによってフレッシュコンクリートの単位水量を連続的に測定する方法¹⁾（以下，連続RI水分計とする）があり，品質安定化の管理手法として適用されている。本報では，実験により連続RI水分計の適用性について評価した結果，並びに実工事で適用した効果を示す。

2. 連続RI水分計の評価

表-1 使用材料

項目	記号	摘要
水	W	地下水，密度1.00g/cm ³
セメント	C	高炉セメントB種，密度3.04g/cm ³
細骨材	S1	山砂，表乾密度2.59g/cm ³ ，F.M.1.70
	S2	砕砂，表乾密度2.63g/cm ³ ，F.M.3.10
粗骨材	G	砕石，表乾密度2.65g/cm ³ ，実積率59.0%
混和剤	Ad	AE減水剤（標準形・遅延形）

2.1 実験概要

使用材料を表-1に，コンクリート配合（27 12 20BB）を表-2に示す。単位水量は，168kg/m³であった。コンクリートは運搬時間が約30分のレディーミクストコンクリート工場（以下，生コン工場とする）から出荷した。

実験は，3/22（約230m³），5/30（約120m³），および8/28（約80m³）に実施した。コンクリートポンプ車の配管に連続RI水分計を設置（写真-1）し，コンクリート打込み中の単位水量を測定した。単位水量は，1秒毎の連続的なデータが取得される。さらに，アジテータ車のコンクリートポンプ車への発着をセンサーで自動感知し，連続データからアジテータ車毎に単位水量の平均値が算出される。ここで，8/28の実験のみは，連続RI水分計による単位水量が配合上の単位水量に対して±15kg/m³を超過した場合に生コン工場へ是正を連絡するものとして管理を行った。また，比較のためアジテータ車（4.25m³/台）の到着時に試料を採取し，スランプ，空気量，エアメータ法による単位水量および圧縮強度（材齢28日）を測定した。なお，エアメータ法による単位水量は，厳密式により求めた。

2.2 実験結果

図-1および図-2に，連続RI水分計の単位水量（アジテータ車毎の平均値）とスランプおよび圧縮強度の関係を示す。連続RI水分計の単位水量が多いほどスランプは大きく，圧縮強度は小さくなり，両者にはそれぞれ高い相関が認められた。また，図-3に示すエアメータ法と連続RI水分計の比較においても，両者は概ね同程度の単位水量を示すことが確認された。これらより，連続RI水分計で単位水量

表-2 コンクリート配合

Gmax (mm)	W/C (%)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S1	S2	G	Ad
20	52.2	12.0 ±2.5	4.5 ±1.5	47	168	322	293	546	960	3.2



写真-1 連続RI水分計の設置状況

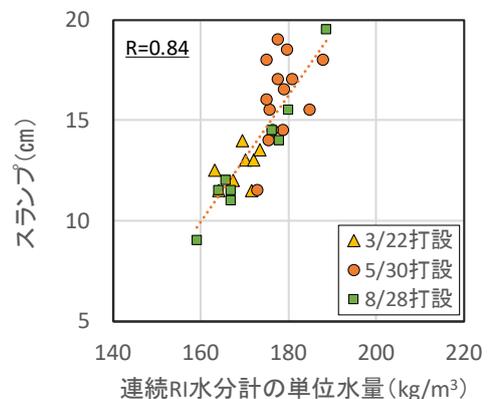


図-1 連続RI水分計の単位水量とスランプ

キーワード フレッシュコンクリート，単位水量，RI，品質管理

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部 TEL03-5544-1111

を連続的に比較的精度良く測定できていると考えられる。

図-4 に、8/28 における連続 RI 水分計の測定結果（連続データ・アジテータ車毎の平均値）を示す。単位水量は、打込み開始から昼頃までにかけて概ね管理値内で推移したが、10:00 頃に一時的に、11:30 頃に大幅に管理上限値を超過した。このため、生コン工場へ是正を連絡した。その後は、配合上の単位水量付近まで低下して推移した。また、同図には、スランプの結果を併記した。スランプは、打込み開始から目標値の上限へ緩やかな増大傾向を示し、昼頃に目標値を大きく超過した。その後、生コン工場への単位水量の是正連絡に伴い、目標スランプの範囲内となり安定した。これは、生コン工場において、骨材の表面水率の測定と設定の見直しが行われ、単位水量が適正になった結果と考えられる。なお、空気量はいずれも $4.5 \pm 1.5\%$ の範囲内であった。以上より、本手法で簡便、かつ連続的に単位水量の変動を監視し、生コン工場へ是正依頼することで、単位水量の過大なコンクリートの混入を防ぐとともに、スランプの安定化に寄与できることが確認された。

3. 実工事における適用実績

橋梁上部工工事に連続 RI 水分計を適用し、単位水量を管理した事例を示す。この工事近隣の生コン工場の配合は、乾燥収縮量が大きいことを事前に把握しており、乾燥ひび割れの発生が懸念された。そこで、連続 RI 水分計で単位水量を監視することで、単位水量が多く、乾燥収縮量も大きいコンクリートの打込みを防ぐことにした。コンクリートの単位水量は $168\text{kg}/\text{m}^3$ 、水セメント比は 42.9% であり、コンクリートの区分が 40 12 20H であった。管理方法は、連続 RI 水分計による単位水量が、配合上の単位水量 $\pm 10\text{kg}/\text{m}^3$ を超過した場合は生コン工場へ是正連絡し、 $\pm 20\text{kg}/\text{m}^3$ を超過した場合は当該コンクリートの打込みを中止して返却するものとした。

連続 RI 水分計を 10 カ月にわたり、約 $2,000\text{m}^3$ のコンクリート打込みに適用した結果、単位水量を $\pm 15\text{kg}/\text{m}^3$ 以内に管理でき、単位水量が過大なコンクリートの打込みを防止できた。また、上部工には、当初懸念された乾燥ひび割れの発生は認められなかった。さらに、圧縮強度の変動係数は、生コン工場の実績が 8.0% であるのに対して、本工事では図-5 に示すように 3.1% と極めて小さくなり、品質の安定化が図られた。

4. おわりに

実験および実工事の実績において、連続 RI 水分計を用いて連続的に単位水量を管理することで、スランプや圧縮強度の安定化、および乾燥ひび割れ抑制に寄与できることが確認できた。

参考文献

- 1) 井上ほか：ラジオアイソトープ水分計による単位水量連続測定技術の実施（耐震改修工事の例）、コンクリート工学, Vol. 48, No. 11, 2010. 11

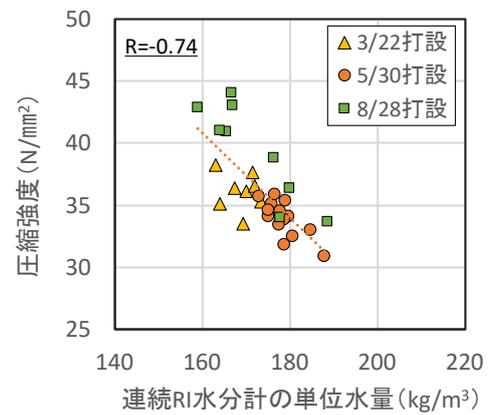


図-2 連続 RI 水分計の単位水量と圧縮強度

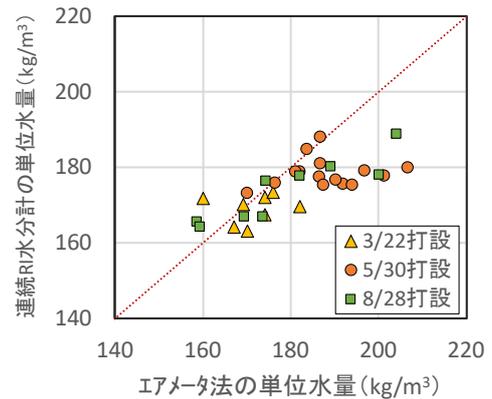


図-3 エアメータ法と連続 RI 水分計の比較

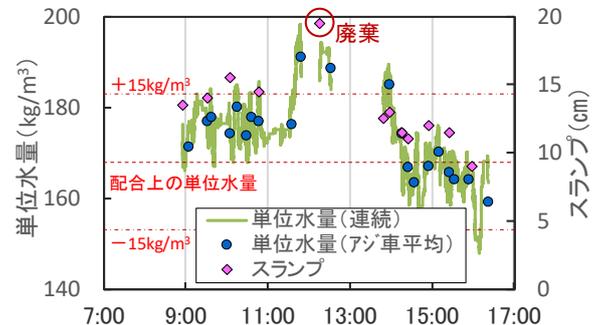


図-4 連続 RI 水分計の測定例

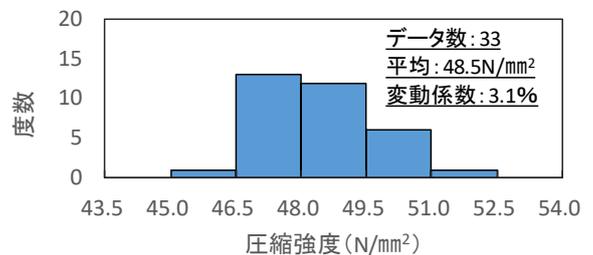


図-5 圧縮強度のヒストグラム