

RIを用いたフレッシュコンクリート水分計の現場測定

日本道路公団静岡建設局	正会員	高橋	登
日本道路公団静岡建設局	正会員	鏑木	晃
東エン株式会社	○正会員	杉原	秀隆

1. はじめに

フレッシュコンクリートの単位水量は、コンクリート構造物の耐久性に重大な影響を及ぼす要因の一つであり、単位水量測定は、今後のフレッシュコンクリートの品質管理手法としての重要性を増している。

筆者らは、先年開発したラジオアイソトープを用いたフレッシュコンクリート水分計（以下、RI 水分計という。）を用いて、室内試験での測定精度から現場への導入に向け、実際の打設現場にて荷卸し時にコンクリート試料を採取し単位水量測定を行った。本論文は、その結果より RI 水分計の精度検証を行い実用性の可否について検討したものである。

2. RI 水分計の概要

RI 水分計は、放射線である速中性子が水素原子と衝突すると急激にエネルギーを失い熱中性子に変移する原理を応用し、フレッシュコンクリート中を通過した熱中性子数を計測することで単位水量を測定するものである。

本測定方式の特徴としては、既往の試験等により、測定試料として採取したフレッシュコンクリートの単位体積重量の変動が測定結果に与える影響がほとんどないこと、ならびに α 値が測定精度に大きな影響を与える要因であることを確認している。なお測定機は、ラジオアイソトープ計測機器メーカーと共同開発した「RI 水分計 FT-559」（写真-1）を使用した。



写真-1 RI 水分計 FT-559

3. 測定試験

3-1. 試験概要

RI 水分計はフレッシュコンクリート約 1.46 ㍓を容器に入れ、放射線源から放射線を照射し、照射した速中性子がコンクリート中の水分に含まれる水素原子と衝突することによって変化した熱中性子数を計測することで、測定対象となるコンクリート中の単位水量を測定しようとするものである。なお、RI 水分計の放射線は、フレッシュコンクリート練混ぜ水以外の骨材中の水分やその他の要因にも反応してしまうため、測定結果が過大測定される。そこで、過大測定された測定結果の補正が配合ごと必要となり、その補正値を α 値としている。

(1) α 値の相違による検証

α 値の設定には、測定対象と同配合のフレッシュコンクリートが必要であるが、本試験では試し練り時のフレッシュコンクリートを用いて設定された室内 α 値と、打設当日に現場荷卸しされるフレッシュコンクリートを用いて設定された現場 α 値の 2 ケースの α 値で補正した単位水量を各々比較し、精度の検証を行う。

単位水量の測定は、5 箇所の異なる打設現場において、アジテータ車 1 台毎に試料採取して行う。また、コンクリート製造プラント（以下、プラントという。）の印字記録を入手し、細骨材表面水率の変動などを確認、照査する。

(2) 骨材吸水率による影響の検証

吸水率については、プラントよりの骨材定期管理試験の数値と、現場測定時にプラントで採取した骨材の吸水率を使用する。これは、骨材粒度分布及び吸水率等の性状は規格値内で常に変動しており、骨材定期試験報告書に記載の吸水率と出荷時のフレッシュコンクリート骨材吸水率ではその数値に差異が存在すると仮定し、上記(1)の測定結果における熱中性子係数を使用して各吸水率で測定結果を再計算することで、骨材吸水率が測定結果に与える影響を検証する。

キーワード： 現場測定， α 値，骨材吸水率，骨材粒度分布

連絡先： 〒420-0804 静岡市竜南 1-25-22 日本道路公団静岡工事事務所 TEL054-248-7231

3-2. 試験結果

右図に、3-1 で述べた試し練り時および現場打設時で得られた各々の α 値で補正された測定結果と印字記録との誤差を示す。なお、各測定条件については、右表-1 のとおりである。また、図-1,2 より使用している α 値の相違によって測定結果に差が存在し、現場 α 値を用いた場合が測定結果の標準偏差が小さいことがわかる。

現場 α 値を用いた測定誤差の標準偏差は条件 , とも $\sigma = 9 \text{ kg/m}^3$ であった。標準偏差 σ 内に存在するデータ数の割合は、条件 においては約 73%であり条件 においては、約 74%であった。また、条件 , の標準偏差は条件 において $\sigma = 18 \text{ kg/m}^3$ であり、条件 では $\sigma = 19 \text{ kg/m}^3$ であった。また使用する骨材吸水率については、プラント定期管理試験値と現場採取時の試験値を使用した場合を比較すると、分布系が若干シフトするだけにとどまった。

3-3. 考察

本測定試験より、現場 α 値が室内 α 値と比較して測定結果の標準偏差が小さく、骨材吸水率の誤差はほとんど測定結果に影響を与えることがないことがわかる。本測定試験において精度の高い測定値を求めようとする場合は、現場 α 値を算

出するために使用するフレッシュコンクリート中の単位水量と計画値との同等の精度が非常に重要となる。現場に搬入されるフレッシュコンクリートは、単位水量が各バッチで変動することを前提とした現行のフレッシュコンクリートの品質管理手法では、現場 α 値を使用することで各測定精度が低下するケースも想定できる。

なお、単位水量及び各骨材の表面水率が管理された状態で製造された試料を使用した室内 α 値が、現場 α 値を使用した場合の測定結果と比較して、測定結果の偏差が大きかった要因としては、使用している粗骨材の粒度分布の相違が原因と考えられる。これは室内 α 値の設定を、実際の現場導入時を考慮して、現場打設前に行われる JIS 規格に基づいた室内試験での配合確認の試し練り時に並行して行っているためで、使用している骨材は実際の打設に用いられる骨材とは異なり、粒径 5 mm を中心として粒度調整を行っていることが原因といえる。また、現場 α 値を使用した場合の測定結果における偏差の要因としては、フレッシュコンクリート中の粗骨材の変動が推測される。これは製造ごとに生じる粗骨材粒度分布の変動が測定結果に及ぼす影響が大きいためと推測される。したがって現場測定を考慮した場合に、現行の測定方法での今以上の測定精度向上は難しいことになる。

4 . まとめ

コンクリートの品質管理では、施工性の確保と耐久性が重要である。施工性とはコンクリートのワーカビリティを確保することで、一般的にスランプ試験で確認している。一般土木用コンクリートにおいて、スランプ試験による許容誤差は $\pm 2.5 \text{ cm}$ で、これを単位水量に換算すると $4 \sim 6 \text{ kg/m}^3$ （単位水量を 160 kg/m^3 と仮定した場合）である。また、耐久性を強度と読み替えると強度とセメント水比の関係式より単位水量から推定強度を算出することも可能である。このようなことから、単位水量測定の許容誤差は上記の誤差を考慮し、 $\pm 10 \text{ kg/m}^3$ を目標としている。しかし、今回の測定では、この値を上回ってしまい、測定時の粗骨材の量が誤差の要因であることが判明した。今後、この影響を考慮した試験を行い、単位水量測定の精度向上を図って行く計画である。

参考文献

- 1) 横尾・鐺木・小林「RI を用いたフレッシュコンクリート単位水量の現場測定」土木学会第 58 回年講 2003.9

表-1 測定条件

項目	α 値の区分	吸水率の区分
条件	室内 α 値	プラント定期管理試験値
条件	現場 α 値	プラント定期管理試験値
条件	室内 α 値	現場採取時の試験値
条件	現場 α 値	現場採取時の試験値

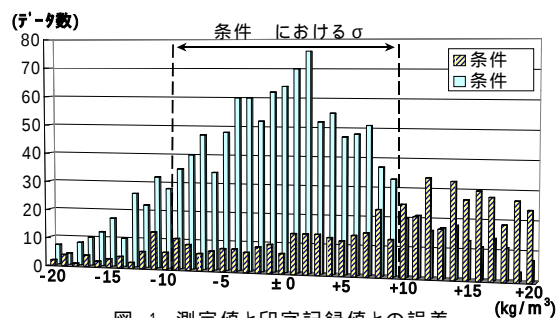


図-1 測定値と印字記録値との誤差

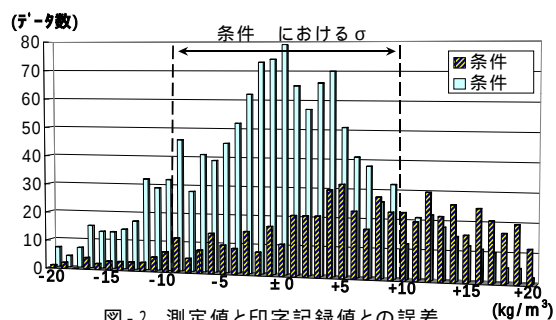


図-2 測定値と印字記録値との誤差