

R I を用いたフレッシュコンクリートの単位水量測定方法 （現場導入に向けての精度検証）

日本道路公団静岡建設局	正会員	横尾 和嗣
日本道路公団静岡建設局	正会員	竈本 武弘
東エン株式会社	正会員	小林 康章

1. はじめに

フレッシュコンクリートの単位水量は、その耐久性・強度等に重大な影響を及ぼす要素の一つであり、単位水量測定は今後のフレッシュコンクリートの受入れ検査として、ますます重要性を増している。¹⁾ しかしながら、単位水量測定方法は検査時間や精度などに問題があり、十分な信頼性が確立されていないのが現状である。

そこで、筆者らは、ラジオアイソトープを用いた水分計（以下、RI 水分計という。）を開発し、現場導入に向けた測定精度等の検証を行うための試験を行った。

2. RI 水分計の原理と特徴

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。

本測定機の特徴としては、供試体作製時のウェットスクリーニングが不要で、測定時間が比較的短く、測定が簡便であることが挙げられる。測定機械は、RI 計測機器メーカーと共同開発した「RI コンクリート水分計 FT-559」（写真-1）を使用した。

3. 測定試験

3-1. 目標値の設定

単位水量測定の本来の目的は、現場に到着したフレッシュコンクリートを短時間で随時受入れ検査することである。RI 水分計は測定時間が長いほど測定精度は向上するが、現場における即応性を考慮し、目標測定時間は1試料につき5分程度以内とした。また、測定誤差については、示方配合単位水量との差が標準偏差にして 5 kg/m^3 以内であることを目標とした。



写真-1 RI コンクリート水分計

3-2. 試験の主眼

本試験では、測定機本体の性能については手を加えず種々測定方法を変え、試験を行うことにより、測定精度をいかに向上させることができるかに重点を置いた。なお、試験は骨材の表乾状態保持・計量等の正確性を考慮し、すべて試験室内で行った。

3-3. 測定条件の設定

測定する試料は、同一配合のフレッシュコンクリート 50 ㍺を3バッチ分用意した。コンクリートの材料は、表-1 に示すものを使用した。

表-1 使用材料

名	称	内 容
セメント	普通ポルトランドセメント	太平洋セメント製、比重 3.16
細骨材	川砂(安倍川産)	比重 2.60, 吸水率 2.09%
粗骨材 25	川砂利(安倍川産)	比重 2.64, 吸水率 1.29%
水	上水道水	
混和剤	高性能 AE 減水剤	レオネール SP8LS
混和剤	超遅延剤	ポゾリス Ne89

測定条件は、表-2 に示す測定条件 および測定条件

の2種類を設定した。測定条件 は、1試料につき1個の供試体を作製し5分間測定するのに対し、測定条件 は、3個の供試体を作製し各々90秒間測定し、その平均値を採る方法である。

なお、測定機械が発する放射線には統計的なばらつきが存在し、そのばらつきは同一供試体を繰り返し測定することにより確認することができる。このことから、測定条件 の各バッチにおいて、うち1個の供試体につき単位水量を15回繰り返し測定し、その測定値のばらつきの標準偏差を放射線のばらつきによる誤差とした。

キーワード フレッシュコンクリート, 単位水量, ラジオアイソトープ, 精度, 測定方法

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

3-4. 補正係数 α

放射線は、単位水量に含まれない骨材中の水分量（吸水量）にも反応してしまう。単位水量を測定するには、この骨材吸水量に相当する単位水量を補正することが必要である。この時の補正係数を α 値とし、単位水量測定開始に先立ち最初の1試料目を利用し、 α 値を定めるための測定を行う。測定条件は表-2に示すとおりである。

表-2 測定条件

測定条件	測定条件	測定条件
1 供試体当りの水分測定時間(秒)	300	90
1 試料当りの供試体個数 (個)	1	3
1 試料の測定に必要な時間(秒)	300	270
α 値設定のための測定時間(秒)	300	90
α 値設定のための供試体個数(個)	1	3

3-5. 測定結果と考察

水分量測定結果は表-3に示すとおりとなった。

測定条件 においては、標準偏差が5 kg/m³ 前後と大きかったが、このことは

表-3 水分量測定結果

測定条件	バッチ No.	測定回数	配合単位水量 (kg/m ³)	測定値 (kg/m ³)		
				平均値	差 -	標準偏差
	1	24	139	149	10	5.1
	2	24	139	137	-2	4.8
	3	24	139	137	-2	4.7
	4	5	139	143	4	2.8
	5	5	139	142	3	1.6
	6	5	139	142	3	2.8

試料のサンプリングによるばらつきによるものと考えられる。測定容器の容量が約1.5ℓ（容器内寸法180×115×75mm）と小さいため、測定水分量は容器中の粗骨材の混入割合に大きく左右されたものと推測される。

表-4 放射線のばらつきによる誤差 測定結果

バッチ No.	測定回数	配合単位水量 (kg/m ³)	測定値 (kg/m ³)		
			平均値	差 -	標準偏差
1	15	139	143	4	1.3
2	15	139	136	-3	1.7
3	15	139	137	-2	1.7
平均					1.6

また第1バッチにおいて、配合単位水量と測定平均値との間に大きな差が生じたが、標準偏差は他の第2バッチおよび第3バッチと大きな違いが見られなかった。このことから、設定した補正係数 α が真値とかい離していたために、測定結果全体に影響が現れたものと思われる。

測定条件 においては、測定条件 と比較し標準偏差が大きく減少した。これは、1試料に対し3個の供試体を作製し各々測定することで、サンプリングによるばらつきを減少させたものと考えられる。

放射線のばらつきによる誤差は、表-4に示すように約1.6 kg/m³となった。水分量測定値の標準偏差中には、放射線のばらつきによるものも含まれている。このことから、補正係数 α の設定時についても水分量測定時の測定条件 と同様に、1試料に対し3個の供試体を作製し各々測定することにより α 値の設定精度を高めることが可能と考えられる。

以上の結果より、1試料に対し3個の供試体を作製し各々測定する測定条件 の方法で、当初目標に設定した測定精度、測定時間を満足することができた。

また測定開始時に設定した α 値が、後の測定値に大きく影響を与えることがわかった。単位水量測定における精度を向上させるためには、 α 値設定精度を高めることが必要と考えられる。

4. おわりに

今後現場で使用するにあたっては、 α 値設定時のフレッシュコンクリートが示方配合どおりの単位水量で練り混ぜられ運搬されてきたかを、いかにして確認するかが課題といえる。

本研究により、フレッシュコンクリートの単位水量測定方法として、RI水分計実用化の可能性を見出すことができた。実際にフレッシュコンクリートの品質管理試験として用いるためには、さらに多くの条件下で室内試験を行い、測定精度を向上させ機器の信頼性を高めるとともに、機械の持つ測定誤差を考慮した管理基準値の設定、フレッシュコンクリート自体によるばらつきを加味した試験頻度の設定を行っていきたい。

参考文献

- 1) 建設省，運輸省，農林水産省：土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言について，2000.3