

中性子水分計を用いた単位水量迅速測定技術の舗装コンクリートへの適用

五洋建設株式会社	正会員	○澤田 巧
五洋建設株式会社	正会員	小笠原 哲也
五洋建設株式会社	フェロー	内藤 英晴
五洋建設株式会社	正会員	酒井 貴洋

1. はじめに

フレッシュコンクリート中の単位水量はコンクリートの品質を左右する最も重要な因子の一つである。単位水量を適切に管理し、単位水量の変動の少ない均質なコンクリートを用いることは、強度や耐久性を確保するためには重要な事項である。一方、骨材品質の低下による必要単位水量の増加や、各種収縮抑制のための単位水量の低減志向、また、混和剤の多様化によるスランプ試験のみでの品質管理の困難化から、単位水量の適切な管理が求められている。そのような背景から、著者らは迅速に単位水量を測定できる方法として、棒状の中性子水分計をアジテータ車のドラム内にあるフレッシュコンクリート中に挿入して測定する、新たな単位水量測定方法を開発した¹⁾。本研究ではダンプトラック荷台上のスランプ 2.5cm の舗装コンクリートに対して、この測定方法の適用可否を確認するべく実験を行った。

2. 中性子水分計の原理

中性子水分計はその名の通り中性子線を利用した水分量の計測器である。本研究で使用した中性子水分計は²⁵²Cf (カリホルニウム 252) を中性子線源として使用している。²⁵²Cf の自発核分裂に伴い放出された速中性子は通過物質中の原子核との弾性衝突により、運動エネルギーを失い、熱中性子に変化する。ここで、速中性子を熱中性子に変化させる能力である減速能は、種々の元素の中でも水素が桁外れに大きく、コンクリート中ではその大部分が水分子として存在する。したがって、熱中性子の数をカウントすることでコンクリート中の水分量を算出することができる。ここで、フレッシュコンクリート中では水分子は単位水量として存在する水分以外にも、骨材の吸水量としても存在する。また、水分子以外に存在する水素原子や、水素以外の原子の影響を受けるが、それらの影響を除外するため、配合計画毎に補正を行うことで、コンクリート中の単位水量を推定することができる。

3. 実験概要

本研究では、ダンプトラック荷台上の舗装コンクリートに対する適用性を確認するために、単位水量を全 5 水準に変化させた配合に対して、測定を行った。コンクリートの配合とスランプおよび空気量の実測値を表-1、材料を表-2、測定状況を写真-1 に示す。また、ダンプトラックの荷台上のコンクリートから JIS A 1115 「フレッシュコンクリートの試料採取方法」に準拠し採取した試料に対して、「エアメータ法による単位水量推定マニュアル (土木研究所法)」、および、ZKT-210 「フレッシュコンクリートの単位水量の迅速推定試験方法 (高周波加熱法)」に準拠し単位水量を測定し比較した。

4. 実験結果

実験結果を図-1 に、配合上の単位水量の値と、各々の測定方法による単位水量測定値の相関係数を表-3 に示す。今回の実験では、いずれの測定方法においても 0.7 以上の相関係数を得ることができ、低スランプの舗装コンクリートに対しても単位水量を測定することが可能であることを確認した。高周波加熱法の測定結果は既往の調査結果²⁾にもあるように、全体的に 10kg/m³ 程度低い値を示した。ただし、配合上の単位水量の値との相関は最も高く、5mm のふるいによるスクリーニング後の試料を対象としているため、粗骨材の品質や分布のばらつきによる測定結果への影響を取り除けたことが、その要因の一つに挙げられる。

キーワード 舗装コンクリート、品質管理、単位水量、中性子水分計

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL0287-39-2109

中性子水分計においては、エアメータ法と同等以上の相関を確認することができ、単位水量の変動傾向を掴めていることが確認できた。

同一測定試料に対する中性子水分計による測定値の変動を把握するために表-1 に示す 5 配合それぞれに対して中性子水分計の挿入場所を変更しながら 3 回ずつ計測を行った。測定結果の最大値と最小値の差は最大の場合 7.2kg/m^3 、5 配合の平均では 5.1kg/m^3 であった。一般的に用いられる改善指示を行う単位水量の管理値が $\pm 15\text{kg/m}^3$ であることから、管理値を超える前に単位水量の変動傾向を把握することが可能である。

5. まとめ

実験結果から、本研究で使用した中性子水分計はダンプトラック荷台上の低スランプの舗装コンクリートに対しても測定可能であり、レディーミクストコンクリートの製造、運搬工程における単位水量の変動傾向を把握し管理するのには十分な精度を有していることが確認できた。

中性子水分計で、舗装コンクリートの単位水量を測定する場合は、普通コンクリートの場合と同様、精度の高い熱中性子のカウント数から単位水量を推定する校正式を用い、さらに十分なキャリブレーションを行うことが重要である。例えば、測定時間に余裕がある場合やキャリブレーションを行う場合には、JIS A 1115 中の「5. ダンプトラックから採取する場合」に従い、3 か所以上について単位水量を測定し、その平均を測定結果とすることも精度の向上につながると考えられる。

本手法がより良いコンクリートを施工するための品質管理の一助となることを期待する。

参考文献

- 1) 澤田 巧, 小笠原 哲也, 内藤 英晴, 保木 本 智史: 中性子水分計を用いたフレッシュコンクリートの単位水量迅速測定技術の開発, セメントコンクリート論文集 2011 No.65 pp.239-245
- 2) 日本コンクリート工学会: 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 年 6 月

表-1 配合

Case	単位量 (kg/m^3)						スランプ (cm)	空気量 (%)
	W	C	S	G	Ad1	Ad2		
1	142	400	658	1126	2.40	0	2.5	2.3
2	159	427	603	1115	1.28	0	-	-
3	152	429	608	1126	1.29	0	2.5	3.0
4	132	372	707	1126	2.98	1.12	2.0	2.9
5	149	398	650	1117	2.40	0	4.0	2.6

表-2 使用材料

記号	摘要
W	地下水
C	普通ポルトランドセメント, 密度: 3.15g/cm^3
S	宇都宮市下小倉町地内産砂, 表乾密度: 2.60g/cm^3 , 粗粒率: 2.80, 吸水率: 2.56%
G	宇都宮市下小倉町地内産砂利, 表乾密度: 2.60g/cm^3 , 実績率: 62.0, 吸水率: 1.98%
Ad1	減水剤超遅延型, 密度: $1.09\sim 1.13\text{g/cm}^3$, 変性カルボキシ系酸化合物とポリカルボキシ酸化合物の複合体
Ad2	AE 減水剤標準型, 密度: $1.06\sim 1.10\text{g/cm}^3$, 変性カルボキシ系酸化合物

表-3 単位水量と測定結果の相関

測定手法	中性子水分計	エアメータ法	高周波加熱法
相関係数	0.78	0.72	0.88

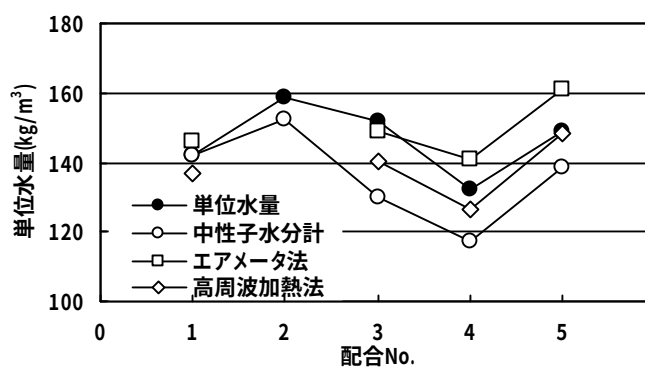


図-1 測定結果



写真-1 測定状況