

V-15 中性子水分計によるコンクリートの単位水量評価に用いる校正式について

愛媛大学 学生員 ○岡田拓也 同左 正会員 氏家 勲 同左 大内教正
住重試験検査(株) 柿平将次 同左 有井一晃

1.はじめに

国土交通省ではレディーミクストコンクリートの品質を確保するためにフレッシュコンクリートの単位水量を現場で測定することの通知を出した。本研究は、各種の単位水量測定方法の中でも「迅速」・「簡便」・「正確」に着目し、中性子水分計を用いた単位水量測定法を取り上げた。この方法においては、事前に得る校正式が測定精度に影響を与える主要因とされている¹⁾。校正式の設定方法は、既往の研究において、測定対象となるコンクリートに使われる細骨材を試料とすることで充分代用可能であることがわかっている。しかし、校正式を得るための代表的な細骨材の条件については未検討であった。このことを踏まえ本研究では、より簡便に校正式を設定する条件を得るため、細骨材の各種物性について検討することとした。

2.中性子水分計の原理

中性子線源から放出された高速中性子は、中性子とほぼ同一の質量である水素原子と衝突した時だけ散乱・減速して低速の熱中性子に変わる。熱中性子の数は照射範囲に存在する水素の数に比例することから、比例計数管を用いてこれを検知することで、単位水量を間接的に推定することが可能となる。

3.実験概要

絶乾状態にした試料に所定量の水を加えて(以下、加えた水量を容器内水量として結果に表す)、水の分布が均一になるようよく混ぜた後、用いた中性子線源の照射範囲に適する容器(内径15cm×高さ6cm、容積1.88ℓ)に均等に詰め、中性子線源と比例計数管がセットになった計測ホルダーの上に置き、用いた中性子水分計において測定値の偏差を考慮し、90秒で3回、熱中性子を計測した(以下、結果において熱中性子数として表す)。コンクリートの示方配合を表1に示す。

4.実験結果および考察

既往の研究において、試料の粒子サイズが測定値に影響を与えることがわかっている。そこでまず、砕砂をふるい分けて粒径のことなる試料を用意し測定を行ったところ、図1に示す通り、粒径が大きくなるにつれて熱中性子数も大きくなっているのが確認できた。これは粒径が大きいほど試料内で形成される間隙も大きくなるため、水分が間隙に集中し、熱中性子への変換機会が増えるためだと考えられる。一方、同じく間隙の大きさを決定する要素である粒形について、粒形判定実績率の異なる試料を用いて測定した。この時、用いた試料は粒径判定実績率を測定する際に得た2.5~1.2mmの粒径のものを用いた。しかし図2に示

表1. 示方配合表

配合 表記	W/C (%)	s/a (%)	単位水量(kg/m ³)				混和剤
			W	C	S	G	
室内実験1	50	45	170	340	792	979	1.19
室内実験2	40	43	180	450	739	940	2.52
現場実験	55	44.3	157	285	808	1024	2.85

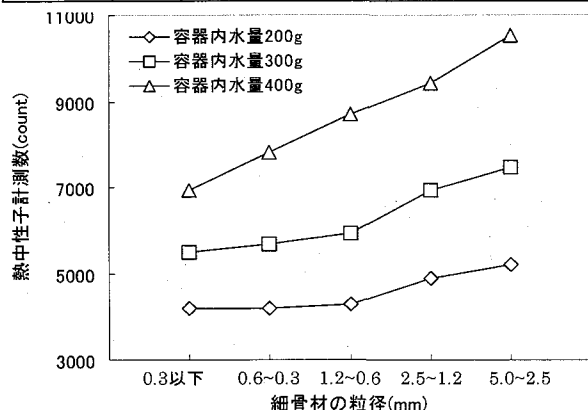


図1. 粒径による影響

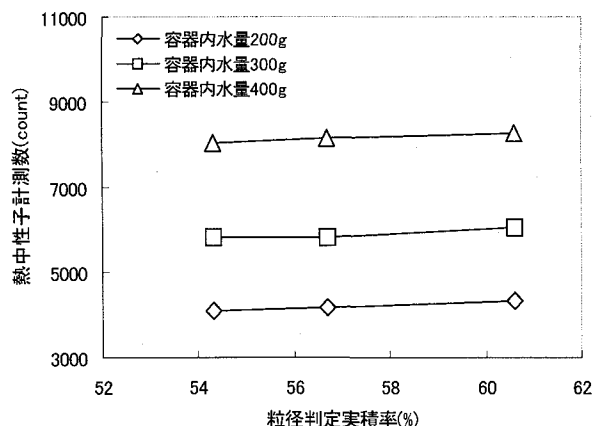


図2. 粒形による影響

す通り、この場合はほとんど差が生じなかった。

そこで細骨材の粒度の標準範囲における粒度曲線において、粒度標準の上限・下限とそれらのほぼ中間の粒度曲線(粒度標準の中間とする)に基づいて試料を作成し、測定した。図3は用いた試料ごとの粗粒率で結果を示しており、その値は粒度標準下限の上限の試料で2.00、中間で2.75、下限で3.43であった。図3によると粒度標準上限の試料は他の2つに比べて低い値であるが、これは試料に粒径の小さなものが多く、間隙が比較的小さいことが原因である。しかし粒度標準の中間の試料と下限の試料とではほとんど差が無い。そこでコンクリートに用いられる範囲で粗粒率の異なる試料を用意して測定したところ、図4において容器内に加えた水量が多い時、粗粒率が増えるごとに変化は緩やかな曲線となっているのが確認できる。ここで図5は、粗粒率が2.50、2.70、2.90の試料で得た校正式である。単位水量の範囲は $150 \sim 190 \text{ kg/m}^3$ であるが、単位水量がさほど高くない時、これらの校正式による推定値の差は、他の要因による熱中性子計測数のバラツキの程度に比べ少ない。従って粗粒率が2.70程度の細骨材ならば、粗粒率の多少によらず、得られる校正式が推定する値には大きな差がないと考えられる。

そこで粗粒率が2.95の細骨材を試料として校正式を得、室内実験においてその精度を確認した後、実際の現場で打設されるコンクリートについて単位水量の推定を行うこととした。現場のコンクリートに対しては、配合されている細骨材で設定した校正式(以下、従来式と表す)による推定値と、エアメーター法による推定値を併載している。なお、校正式設定に用いた細骨材試料は表乾状態にて使用した。図6はその結果であるが、室内実験においては非常に高い精度を持って推定が行えていることがわかる。また、現場実験においても $\pm 10 \text{ kg/m}^3$ の範囲で推定をしており、従来式およびエアメーター法よりも配合値に近い値で推定値を得ることができた。

5. おわりに

中性子水分計における単位水量評価において、粗粒率が2.70程度の細骨材で得られる校正式が、十分な精度を持ち、尚且つより簡便に設定できる方法であることを確認した。

<参考文献> 1) 吉兼亨ほか; フレッシュコンクリートの単位水量迅速測定及び管理システム調査研究委員会報告、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 26, No. 1, pp. 37-46, 2004. 6

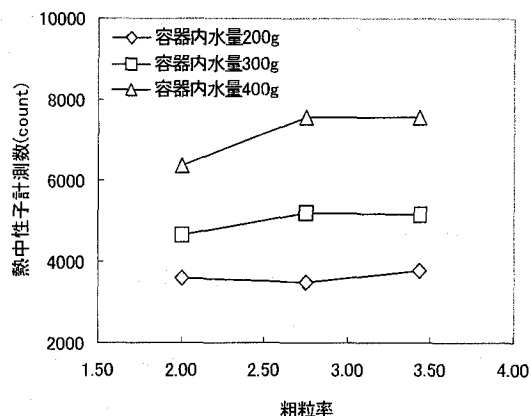


図3. 粒度分布による影響

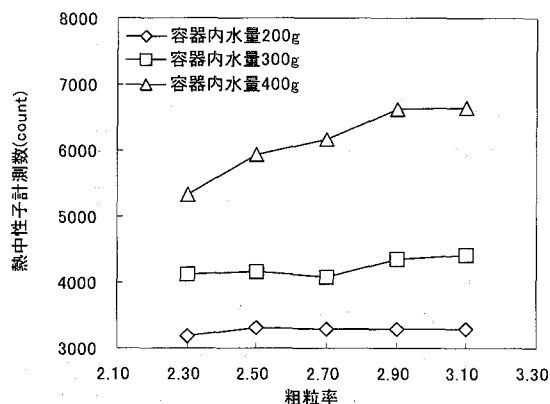


図4. 粗粒率の変化による影響

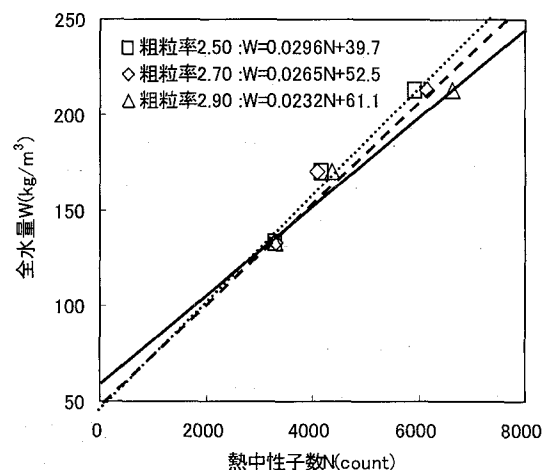


図5. 粗粒率ごとの校正式

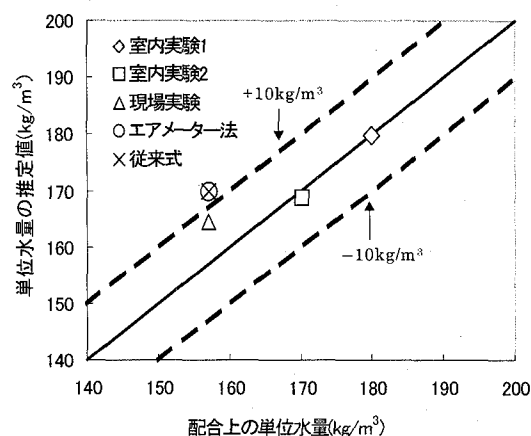


図6. 単位水量の推定結果