

中性子水分計を用いたコンクリートの単位水量測定技術の現場適用事例

東亜建設工業	正会員	○森沢 友博
東亜建設工業		山田 雅裕
東亜建設工業	正会員	羽瀨 貴士
信幸建設		吉田 慎一郎

1. はじめに

コンクリートの耐久性や力学特性に大きな影響を与える因子として単位水量や水セメント比が挙げられる。そのため、フレッシュコンクリート中の単位水量を打設現場の荷卸し地点にて測定し、要求される品質に適合しているか否かを評価するシステムの確立が望まれている。筆者らはこれまでに、単位水量を迅速かつ簡単に測定できる中性子水分計を用いた方法について、各種要因が測定精度に与える影響や、水分量の変動に対する測定精度を実験的に検討してきた¹⁾。本稿では、この方法の現場への適用性に関して3件の現場において行った検証試験の結果について報告する。

2. 実施工における検証実験

2.1 単位水量の測定方法

中性子水分計による単位水量測定手順を図-1に示す。まず、フレッシュコンクリートを採取し、無注水法により空気量を測定する（JIS A 1128）。その後、上蓋を外したエアメータ容器を測定架台にセットし、容器の中心に水分計を挿入して中性子数を検知する。測定は10秒の測定を5回行い、中性子検知数の平均値を用いて単位水量を推定する。所要時間は荷卸しから5分程度である¹⁾。

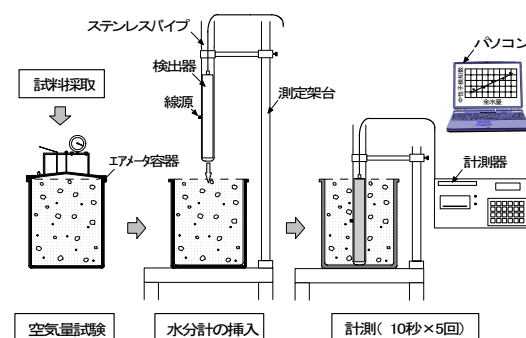


図-1 中性子水分計による測定手順

2.2 事前の校正試験および単位水量推定方法

単位水量の算定にあたって、事前に単位水量を-5 kg、+5 kg、+10 kg、+15 kgなど3～5水準で増減させ、他の材料の単位量を一定にしたコンクリート配合について校正試験を行い、全水量と中性子検知数の関係から校正式（近似直線）を求めた（図-2）。校正式は式(1)のように一次式で表せ、測定した中性子検知数からフレッシュコンクリート中の全水量を算出し、式(2)のように骨材の吸水量を補正して推定単位水量を求める。

$$\text{中性子検知数} = \alpha \times \text{全水量} + \beta \quad (1)$$

α , β : 実験定数

$$\text{推定単位水量} = \text{全水量} - \text{骨材吸水量} \quad (2)$$

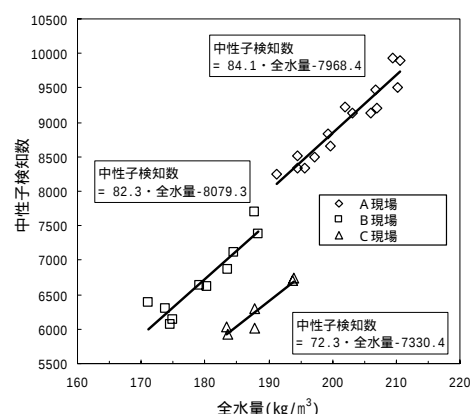


図-2 校正試験結果

校正式の精度を高めるために、フレッシュコンクリートの実測空気量と設計空気量との差、および水量の増減分を示方配合に示されている構成材料の比に基づいて再配分し、実際の単位水量に対して校正式を求めた。ただし、A、B、C各現場の校正式は校正試験を行った時点での中性子検知数と全水量の関係であり、放射線源強度は時間の経過とともに減衰するため、現場測定を行うにあたっては線源（放射性同位元素）固有の半減期より求められる検知数の補正を行い、校正式から推定単位水量を算出した¹⁾。

キーワード フレッシュコンクリート、中性子水分計、単位水量

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) TEL 045-503-3741

2.3 現場における単位水量測定

検証試験を行った3件の現場のうちA, Bは土木工事, Cは建築工事である。単位水量の測定は, 荷卸し時にアジテータ車からコンクリート試料を採取してスランプおよび空気量試験を行った後に本水分計を用いて行った。各現場のコンクリートはA:24-12-25-BA, B:27-8-20-BB, C:33-15-20-Nであり, 配合を表-1, 使用材料を表-2に示す。これらと図-2の校正試験結果より, 使用材料が異なっても, それぞれの配合において中性子検知数と全水量には比例関係が確認できる。

表-2 使用材料

材料	A現場	B現場	C現場
セメント C	高炉セメントA種 密度: 3.08	高炉セメントB種 密度: 3.04	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16
細骨材 S1	砂 表乾密度: 2.59 吸水率: 1.83	砂 表乾密度: 2.60 吸水率: 1.64	砂 表乾密度: 2.61 吸水率: 1.74
粗骨材 G1	砂利 表乾密度: 2.59 吸水率: 1.62	碎石 表乾密度: 2.70 吸水率: 0.58	碎石 表乾密度: 2.70 吸水率: 0.67
粗骨材 G2	碎石 表乾密度: 2.68 吸水率: 0.47	-	-
練り混ぜ水 W	地下水・回収水	上水道水・回収水	上水道水・回収水
混和剤 WR	AE減水剤 標準型	AE減水剤 標準型	高性能AE減水剤

単位: 表乾密度 g/cm^3 , 吸水率 %

表-1 配合表

現場	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				
				W	C	S1	G1	G2
A	53.5	4.5	53.5	169	316	741	315	735
B	52.3	4.5	42.4	158	303	770	1083	-
C	45.5	4.5	45.1	163	359	796	1005	-

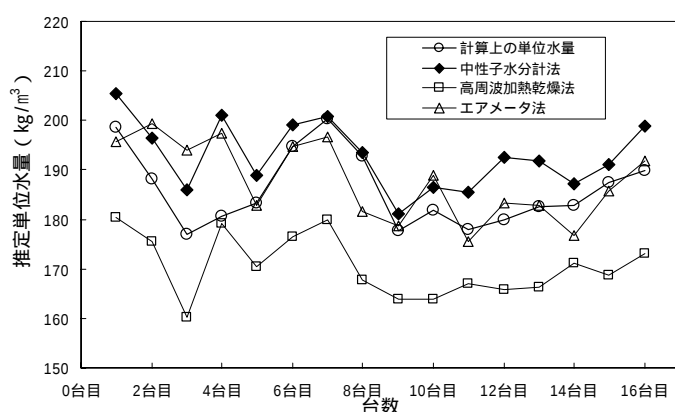


図-3 現場測定結果

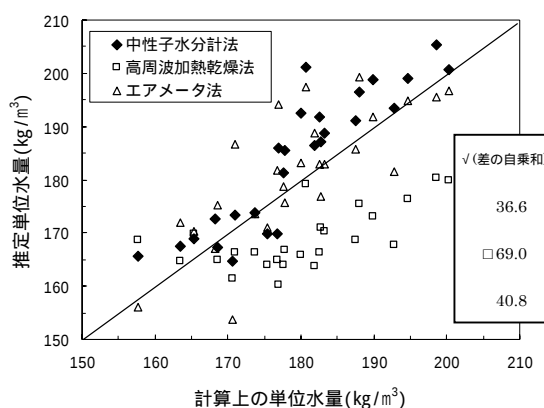


図-4 計算値と推定値との比較

現場測定結果の一例としてC現場の測定結果を図-3のように示す。なお, 参考値として高周波加熱乾燥法²⁾およびエアメータ法³⁾による測定も行っている。図-3には計算上の単位水量を合わせて示した。これは, 製造工程で細骨材および粗骨材をミキサ投入時に(同一の試験車両において)採取して, 測定した表面水率と工場の計量記録から, 表面水率設定値との差を補正したものである。また, この差によって生じる骨材量の増減による骨材容積の変動量, および実測空気量と設計値との差についても補正している。サンプリング誤差や骨材の品質変動の影響を考慮していないが, 実際に近い単位水量と思われる。各測定法とも計算上の単位水量の変動に追従しているようである。そこで計算上の単位水量と推定単位水量の関係を図-4のように示した。なお, 同様の骨材サンプリングをB現場においても実施したので, その測定結果も加えてある。これから分かるように, 中性子水分計法は計算上の単位水量に対して多めの傾向が確認されるものの, 他の測定法と比較して計算上の単位水量との差が小さいことが分かる。

3. まとめ

本水分計の推定単位水量は計算上の単位水量との相関が認められ, 今回の実験の範囲ではバラツキが少なく, 単位水量推定の有効な手段となり得ることが分かった。

参考文献

- 1) 山田雅裕ほか: 中性子水分計を用いた単位水量の測定に関する研究, 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に関するシンポジウム論文集, pp13-18, 2002.12
- 2) 日本建築学会: 高性能 AE 減水剤コンクリートの配合・製造及び施工指針・同解説, pp.130-136, 1999
- 3) 片平博: フレッシュコンクリートの単位水量迅速推定法, セメント・コンクリート, №663.2002.5