

V-115 空気量と単位容積質量の測定によるフレッシュコンクリートの水セメント比管理

大林組技術研究所 正会員 相原 功

大林組技術研究所 正会員 若松 岳

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥

1. まえがき

硬化後のコンクリートの品質をフレッシュコンクリートの状態で予測することは、コンクリート構造物の品質保証を行う上で重要である。そのため、コンクリート示方書「施工編」においてもコンクリートの品質を早期に推定するために、フレッシュコンクリートの分析から水セメント比を得ることが望ましいとされている。しかし、推奨される JIS A 1112「まだ固まらないコンクリートの洗い分析試験方法」は、工事現場で行う試験法には適しておらず、実際には水セメント比の管理は行われていないのが実状である。また、その他の各種試験方法¹⁾も提案されているが、いずれも試験方法が繁雑で、現場管理には不適切である。

ここで提案する方法は、特別の試験を追加することなく、現場で通常の実験として行われている空気量と単位容積質量から水セメント比を推定するものである。

2. 水セメント比の算定方法

現場での受入れ検査としては、スランプ、空気量、温度、単位容積質量、塩化物イオン量などがあるが、いずれも硬化後のコンクリートの強度を推定できる指標ではなく、スランプは水量の変化を間接的にとらえることはできるが、時間とともに変化する上、混和剤の量や温度によっても変化し、水セメント比の指標にはなり得ない。ところが、空気量と単位容積質量を関連付ければ、本来あるべき単位容積質量との差によって、使用材料の比重が変わらないという仮定のもとに、水セメント比を以下のように算出できる。

まず、空気を全く含まないコンクリートに着目し、その単位容積質量を $T(\text{kg}/\text{m}^3)$ とする。また、それを構成するセメント、骨材、水のコンクリートの単位容積あたりの質量をそれぞれ $C_T(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、 $A_T(\text{kg}/\text{m}^3)$ および $W_T(\text{kg}/\text{m}^3)$ とすると以下の式(1)、(2)が成り立つ。

$$T = W_T + C_T + A_T \quad \cdots (1) \quad \rho_w \times \left(\frac{W_T}{\rho_w} + \frac{C_T}{\rho_c} + \frac{A_T}{\rho_A} \right) = 1000 \quad \cdots (2)$$

ここで、 ρ_w 、 ρ_c 、 ρ_A はそれぞれ水、セメント、骨材の比重あるいは表乾比重である。

次に式(1)、(2)より A_T を消去、 $\rho_w = 1.0$ とし、式(3)が導かれる。

$$\frac{W_T}{C_T} = \frac{1000}{C_T} \times \left\{ \alpha - (\alpha - 1) \times \frac{T}{1000} \right\} + \beta \quad \cdots (3)$$

$$\text{ここで、} \alpha = 1 / \left(1 - \frac{1}{\rho_A} \right), \quad \beta = \alpha \times \left(\frac{1}{\rho_A} - \frac{1}{\rho_c} \right)$$

次に、空気を含むコンクリートの単位容積質量 $M(\text{kg}/\text{m}^3)$ と空気量 $A(\%)$ と T の関係は、式(4)となり、

$$A = \frac{T - M}{T} \times 100 \quad \cdots (4)$$

実測の A 、 M を与えれば、 α 、 β は使用する材料の比重、表乾比重から求まる定数であるから、式(3)より水セメント比が求まる。ただし、各材料の比重、表乾比重の変動や空気量や単位容積質量の測定誤差を含む値であるため、管理用水セメント比と称することとする。

3. 管理用水セメント比の試算

示方配合で水セメント比 45%，空気量の目標値が 4.5%のコンクリートを連続して打ち込む現場において、管理用水セメント比を試算した。図-1は空気量の測定結果，単位容積質量の測定結果，それらの結果から管理用水セメント比を算出した結果である。なお，空気量は JIS A 1128空気室圧力法により，単位容積質量は同試験の容器を用いて測定した。また，この現場で用いたコンクリートは，細骨材（単位量 S，表乾比重 ρ_s ），粗骨材（単位量 G，表乾比重 ρ_G ）のほかに石灰石微粉末（単位量 L，比重 ρ_L ）を使用しているため，式(2)に用いる ρ_A は次式(5)より求めた。

$$\rho_A = \frac{S + G + L}{\frac{S}{\rho_s} + \frac{G}{\rho_G} + \frac{L}{\rho_L}} \quad \dots (5)$$

複数のセメントを使用する場合や，混和材を使用する場合は，式(5)と同様に ρ_c を求めればよい。空気量の測定結果は $4.5 \pm 1\%$ の範囲で，単位容積質量の結果は $2,290 \sim 2,336 \text{ kg/m}^3$ の範囲にあり，通常の状態得起り得る変動幅と判断される。実測の空気量と単位容積質量の関係をまとめ，図-2に示す。図中の実線は設計水セメント比の関係式であり，この線に対する許容幅を設定することによって，フレッシュコンクリートの段階で即座に品質管理に適用することが可能である。なお，空気量の測定誤差，単位質量の測定誤差があるが，今回の測定結果から計算した管理用水セメント比は，図-2のごとく設計水セメント比に対して $\pm 2\%$ の範囲にあり，実状にあった結果と考えられる。

4. まとめ

空気量と単位容積質量の現場試験結果からフレッシュコンクリートの状態で管理用の水セメント比を算出する方法は，真の水セメント比を測定しているものではないが，硬化コンクリートの品質を予測する管理値として適用可能と考えられる。なお，管理用水セメント比の値を，より真の水セメント比に近い値として算出するためには，空気量および単位容積質量の測定精度を向上しなければならない。また，材料の比重や表乾比重も有効数字を一桁増すなどの検討が必要と思われる。

【参考文献】

1)コンクリート品質の早期判定指針，日本コンクリート工学協会，1985.3

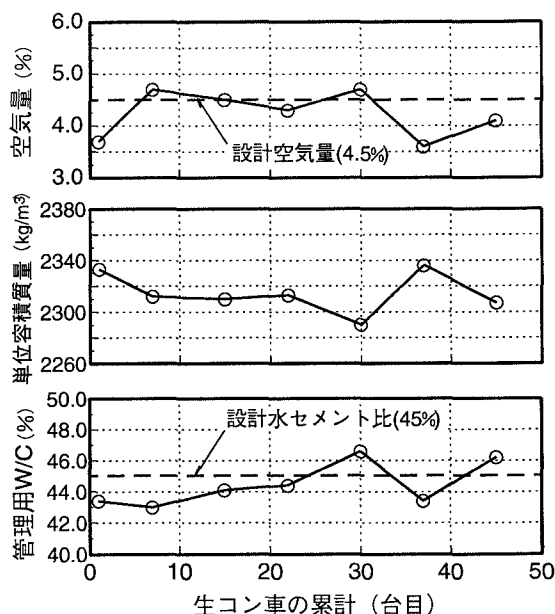


図-1 管理用水/C現場試験結果

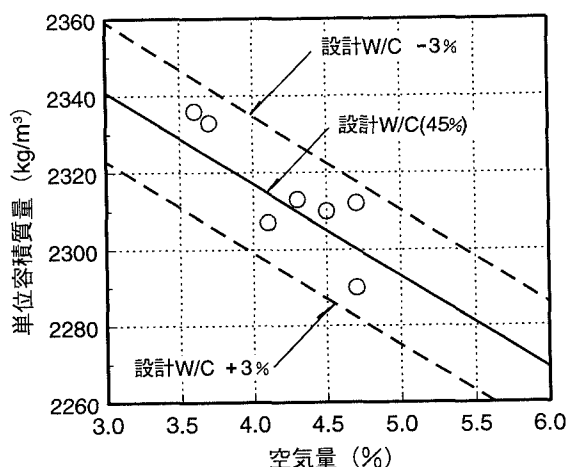


図-2 空気量と単位容積質量測定値