

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)

【概要】 コンクリート材料の中で、水は他の材料に比較して密度が小さいので、単位水量が変化するとコンクリートの単位容積質量も変化する。エアメータ法はコンクリートの単位容積質量の違いから単位水量を推定する。ただし、空気量によっても単位容積質量は変化することから、空気量を除いた単位容積質量で比較する。注水法、無注水法のどちらでも同精度で単位水量の推定が可能である。

1. 測定機器

- ・ 圧力式エアメータ
- ・ 秤 容量：25kg

最小目盛：5 g 以下

「2. 事前準備」での計量は1 g 単位が望ましい。

「3. 測定作業」での計量は5 g 単位が良い。

電源：持ち運びを考慮すると乾電池式が良い。

2. 事前準備

2.1 エアメータの質量の測定

エアメータの下容器と蓋の質量を測定する。

2.2 エアメータの容積の測定

コンクリートを詰める下容器の容積、および下容器と蓋の部分を含めた全容積を測定する。容積は容器内に水を充填し、水の質量を測定することによって行う。下容器に水を満たす場合は水面を容器上縁に精度良く一致させるためにスリガラスを用いると良い。

2.3 エアメータの圧力計の検定

2.3.1 注水法の検定

- (1) 下容器に水を満たす。さらに蓋を締めてから注水孔から注水して、排水孔から排水される状態でコックを締める（満水状態にする）。
- (2) 空気量の測定法にならって注水法の見盛りで空気量①を測定する。
(空気量が0を示せば0点の誤差は無い)
- (3) (1)の状態から、下容器容積の約5%の水（約 350cc）を排出する。排出した水の量を正確に測定する。
- (4) 空気量の測定法にならって注水法の見盛りで空気量②を測定する。
- (5) (3)で排出した水量を下容器容積で除した値と空気量②を比較する。
(双方の値が一致すれば測定誤差は無い。差があればその分だけ測定空気量を補正する必要がある。)

2.3.2 無注水法の検定

- (1) 下容器容積に等しい量の水を満らし、蓋を締める。
- (2) 空気量の測定法にならって無注水法の見盛りで空気量①を測定する。
(空気量が0を示せば0点の誤差は無い)

- (3) (1)の状態から、下容器容積の約5%の水(約350cc)を排出する。排出した水の量を正確に測定する。
- (4) 空気量の測定法にならって無注水法が目盛りで空気量②を測定する。
- (5) (3)で排出した水量を下容器容積で除した値と空気量②を比較する。
(双方の値が一致すれば測定誤差は無い。差があればその分だけ測定空気量を補正する必要がある。)

2.3.3 骨材密度、骨材修正係数の測定

- (1) 細骨材の密度を JIS A 1109、粗骨材の密度を JIS A 1110 に従って正しく測定する。
エアメータ法はコンクリートの質量から単位水量を推定する方法であるが、コンクリートの質量の大半は骨材であるため、骨材密度が正しくないと、推定単位水量に大きな誤差が生じる。従って骨材密度が変化した場合には、それに合わせて配合表を修正する必要がある。
- (2) 骨材修正係数を JIS A 1128 に従って正しく測定する。
骨材修正係数がある場合は、測定空気量から骨材修正係数分を差し引いた値を空気量として用いる必要がある。

3. 測定作業

注水法の手順を以下に示す。

無注水法の場合は③、④を省略する(無注水法でも、単位水量推定精度は注水法と変わらない)。

- ① 空気量測定法に従ってコンクリートを下容器に詰め、表面を均し、蓋を締める。
- ② 容器ごと、質量(M_A)を測定する。
- ③ 注水孔から注水し、排水孔から排出されるまで注水した段階でコックを締める。
- ④ 質量(M_B)を測定する。
- ⑤ 空気量を0.1%単位で測定する。

4. 単位水量推定式

4.1 単位容積質量

エアメータ法は「配合表上の単位容積質量 γ_1 」と「試験で得られる単位容積質量 γ_2 」を比較することで単位水量を推定する。ただし、単位容積質量は空気量を除いた値として次式で計算する。正規の配合で練混ぜられたコンクリートでは γ_1 と γ_2 は同じ値を示すはずである。

$$\gamma_1 = \frac{Mc}{1 - (Air + \alpha) \times 0.01} \quad (1)$$

ここに、 γ_1 : 配合表上の空気量を除いた単位容積質量(kg/m³)

Mc : 配合表上のコンクリート1m³あたりの質量(kg/m³)

Air : 配合表上の空気量(%)

α : セメント粒子への水の浸潤による容積減少量(%)。

単位セメント量100kg/m³当たり0.1%とする

$$\gamma_2 = \frac{M_2}{V_2 - V_3 \times Air_2 \times 0.01} \quad (2)$$

ここに、 γ_2 : 試験で得られる空気量を除いた単位容積質量(kg/m³)

M_2 : 試料の質量(g)

V_2 : 試料の容積(リットル)

注水法では $V_2 = (\text{全容器容積}) - (\text{注水量})$

無注水法では $V_2 = V_3$

V_3 : 試料を詰める下容器の容積

Air_2 : 試料中の空気量(%)

$Air_2 = (\text{測定空気量}) - (\text{骨材修正係数})$

4.2 単位水量推定式 (厳密式)

式(1)に示す配合表通りのコンクリートに W' の加水があると、実際の単位容積質量 γ_2 は式(3)のようになる。

$$\gamma_2 = \frac{Mc + W'}{1 - (Air + \alpha) \times 0.01 + W' \times 0.001} \quad (3)$$

ここに、 W' : 単位水量の誤差(kg/m³)

式(3)から W' を求めると

$$W' = \frac{\gamma_2(1 - (Air + \alpha) \times 0.01) - Mc}{1 - \gamma_2 \times 0.001} \quad (4)$$

となる。従って推定単位水量 W は式(5)によって求めることができる。

$$W = W_i + W' = W_i + \frac{\gamma_2(1 - (Air + \alpha) \times 0.01) - Mc}{1 - \gamma_2 \times 0.001} \quad (5)$$

ここに、 W : 推定単位水量(kg/m³)

W_i : 配合表上の単位水量(kg/m³)

4.3 単位水量推定式 (簡易式)

現場で電卓を片手に単位水量を推定することを想定すると、推定式はできる限り簡略化したほうが良い。そこで、式(1) (2)から得られる γ_1 、 γ_2 を用いて、式(6)に示す簡便式で単位水量を推定しても良い。

$$W = W_i + (\gamma_1 - \gamma_2) \times \beta \quad (6)$$

ここに、 β : 換算係数(=0.7)

係数 β は通常の配合では0.7とする。つまり、コンクリートの一般的な物性は1m³の質量2,300kg、空気量4.5%程度である。その空気を含まない単位容積質量は $\alpha = 0.3$ として $2,300 / (1 - (4.5 + 0.3) \times 0.01) = 2,416 \text{ kg/m}^3$ であり、これに、もし仮に7kgの水を加えると $(2,300 + 7) / (0.952 + 0.007) = 2,406 \text{ kg/m}^3$ となり、単位容積質量が 10 kg/m^3 減少する。すなわち、単位水量と単位容積質量の変化量の比率は7:10となり、換算係数は0.7となる。1m³あたりのコンクリート質量が $2,200 \sim 2,400 \text{ kg/m}^3$ の範囲の配合で、単位水量の変動幅が $\pm 10 \text{ kg/m}^3$ 以内であれば、式(6)を用いることによる推定誤差は 0.4 kg/m^3 以下であり、実用上無視して良い精度である。

5. 問合せ先 土木研究所 基礎材料チーム 片平

tel : 029-879-6761 fax : 029-879-6736 e-mail : katahira@pwri.go.jp