

V-8

コンクリートのブリーディング特性の推定手法に関する研究

八戸工業大学	学生員	○中道 礼司
八戸工業大学	正会員	庄谷 征美
八戸工業大学	正会員	阿波 稔
八戸工業大学	正会員	杉田 修一

1. まえがき

コンクリートは、セメント、水、細骨材、粗骨材および混和材料を構成材料とし、それらを一体化したものと定義され、これを複合材料としてとらえると、セメントマトリックス相、分散粒子および境界相の3つの構成要素よりなるものと考えられる。そして、これらコンクリートの構成要素の状態を大きく支配する要因の一つとして、コンクリート構成材料自身の個々の品質が影響していることは言うまでもないが、構成材料の分散状態、材料分離の程度は、コンクリート中のセメントマトリックス相や境界相の性能に大きく関連していると考えられる。

そこで本研究では、コンクリートの材料分離現象の一つであり、時間の経過に伴って、骨材やセメント粒子が沈降し、水が上昇するブリーディング現象に焦点をあて、コンクリートの構成材料自身の保水性能を評価し、その評価指標値を用いて、コンクリートのブリーディング量の推定を試みようとしたものである。

2. コンクリートのブリーディング量の基本式

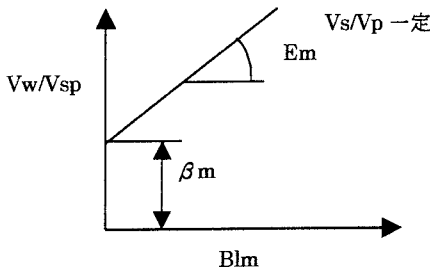


図-1 モルタルの相対ブリーディング量と Vw/Vsp との線形関係

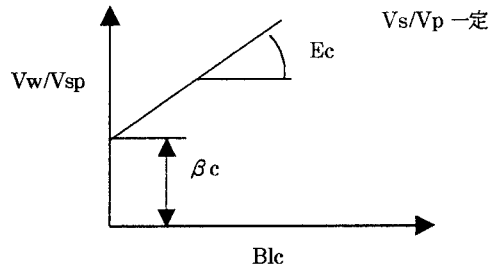


図-2 コンクリートの相対ブリーディング量と Vw/Vsp との線形関係

$$\begin{aligned}
 V_{sp} &= V_p + V_s \quad (1) & Bl_m &= \left[\frac{B_m}{V_w + V_p} \right] \quad (2) & Bl_c &= \left(\frac{B_c}{V_w + V_p} \right) \quad (3) & \frac{V_w}{V_{sp}} &= Ec \cdot Bl_c + \beta_c \quad (4) & \beta_c &= \frac{\beta_m(1 - V_g) + \beta_g \cdot V_g}{1 - V_g(1 + \beta_g)} \quad (5) \\
 Ec &= \left(Em + Eg \cdot \frac{V_g}{V_{sp}} \right) \frac{1 - V_g}{1 - V_g(1 + \beta_g)} \quad (6) & \beta_g &= \frac{(\beta_c - \beta_m)(1 - V_g)}{V_g(1 + \beta_c)} \quad (7) & Eg &= \frac{(V_{sp} + V_g)Esp_g - Em \cdot V_{sp}}{V_g} \quad (8) \\
 Esp_g &= \frac{V_{wf} / (V_{sp} + V_g)}{Bl_c} \quad (9) & V_{wf} &= V_w - \beta_m \cdot V_{sp} - \beta_g \cdot V_g \quad (10) & V_w + V_p + V_s + V_g &= 1 \quad (11)
 \end{aligned}$$

まず、モルタルおよびコンクリートのブリーディング量を無次元量として取扱うために、それぞれの最終ブリーディング量をペーストの容積で除した相対ブリーディング量 lB_m 式(2)と lB_c 式(3)を定義する。そして、 V_w/V_{sp} （水粉体細骨材容積比）と相対ブリーディング量との関係が線形関係であると仮定すると（図-1 および図-2）、これらの関係は式(4)で表すことができる。式(4)をコンクリートのブリーディング量の基本式と呼ぶ。式(4)でコンクリートの相対ブリーディング量にかかる係数、すなわちコンクリートがブリーディングし始める時の V_w/V_{sp} をコンクリートの拘束水比 β_c と定義し、相対ブリーディング量を単位量大きくするために必要な V_w/V_{sp} を、コンクリートのブリーディング係数 Ec （ブリーディングの生じにくさを表す係数であると考えられる）と定義すると、コンクリートの拘束水比 β_c およびブリーディング係数 Ec は、それぞれ式(5)および式(6)により表される。粗骨材容積比を一定のケースで、 V_w/V_{sp} を変えたコンクリートのブリーディング試験（ $\phi 100 \times 200mm$ の容器を用いて、1 リッターのフレッシュコンクリートにより行った）から、拘束水比 β_c とブリーディング係数 Ec を求める。異なる粗骨材容積比 V_g で求まる β_c と Ec から式(5)と式(6)を変形した式(7)と式(8)によって β_g と Eg は算定できる。なお、 V_{wf} はコンクリート中の自由水量¹⁾であり、全水量から粉体、細骨材および粗骨材に拘束される水量を差し引いた量として求められる。

3. 実験方法

セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.16）を使用した。細骨材として銅スラグ細骨材（比重 3.63, FM 2.20）を用い、粗骨材として最大寸法 20mm の石灰岩碎石（比重 2.70, FM 6.60）を使用した。

粉体の混入によるコンクリートのブリーディングの抑制効果を検討するために行った試験の配合は、W/C=65%、目標スランプ 10cm、目標空気量 5%、とした。使用した粉体として比表面積が異なる高炉スラグ微粉末および石灰石微粉末がそれぞれ 3 種類、もみがら灰、シリカフュームの計 8 種類である。粉体の細骨材容積に対する置換率は、5%、10%、15%である。なお、もみがら灰の置換率は 10%のみ、シリカフュームの置換率は 2%、5%として試験を行った。

コンクリートのブリーディング試験は JIS A 1123 に従い 20℃の恒温室中にて行った。

4. 実験結果および考察

4.1 コンクリートのブリーディング量の推定

図-3 は、モルタル中における細骨材粉体容積比 V_s/V_p を一定とし、粗骨材容積比を変化させた場合のコンクリートの相対ブリーディング量と V_w/V_{sp} との関係を示したものである。この図に見られるようにこれらの関係は、線形な関係にあることが認められ、コンクリートのブリーディング量の基本式(4)が妥当であることが分かる。

図-4 は、コンクリートのブリーディング量の基本式(4)から推定した、推定相対ブリーディング量と実測の相対ブリーディング量との関係を示したものである。この図に見られるように、推定相対ブリーディング量と実測相対ブリーディング量は 1:1 の対応関係にあることが分かる。これよりコンクリートの配合上からブリーディングの推定が可能であると考えられる。

4.2 粉体の混入によるブリーディングの抑制効果の推定

図-5 は、鉱物質微粉末を細骨材の容積に置換した場合のコンクリートのブリーディング減少率と、その置換率との関係を示したものである。この図から分かるように、何れの粉体の場合もその置換率の増加に伴いブリーディング減少率は増加する傾向にある。しかし、ブリーディングの抑制効果は、粉体の種類によって大きく異なることが分かる。

図-6 は、図-5 から得られた関係を原点を通る直線とみなし求めた傾きをブリーディング減少係数と定義し、それと各種粉体の拘束水比²⁾との関係を示したものである。この図から分かるように、粉体の拘束水比の増加にともないブリーディングの抑制効果が向上する傾向が分かる。以上より粉体の拘束水比を指標として粉体混入によるブリーディングの抑制効果を概略推定できるものと考えられる。

5. まとめ

コンクリートの構成材料自身の保水性能に着目し、あらかじめ配合上からブリーディングを推定することは可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 桜松 良展、山口 昇三、岡村 甫：モルタルの変形性を表す細骨材の材料特性の定量化，土木学会論文集，No.538/V-31，pp.37～46，1996
- 2) 庄谷 征美、杉田 修一、阿波 穂、中道 礼司：鉱物質微粉末の保水性能とその混和によるコンクリートのブリーディング抑制について，セメント・コンクリート論文集，pp.72-83，No. 52，1998

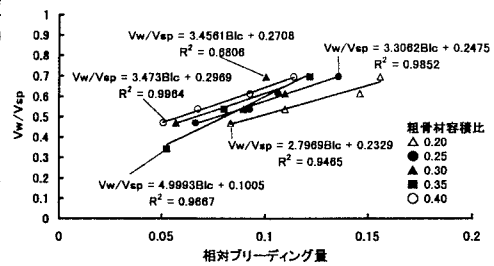


図-3 コンクリートの相対ブリーディング量と V_w/V_{sp} との関係

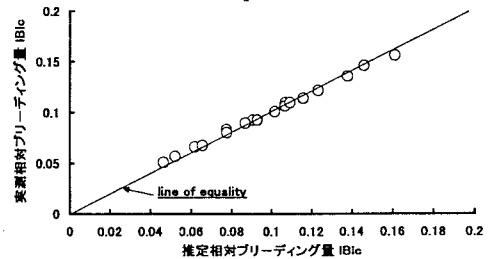


図-4 コンクリートのブリーディングの推定

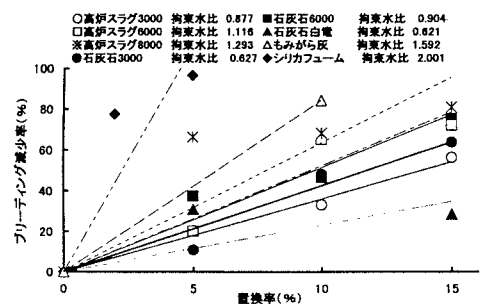


図-5 コンクリートのブリーディング減少率と置換率との関係

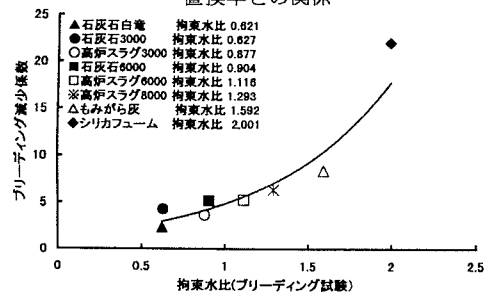


図-6 直線の傾きと各種粉体の拘束水比との関係