

粒状体の表面に付着する水量に関する研究

福島高専	学生員	○ 齊藤 慶一郎
福島高専	学生員	芥川 陽平
福島高専	正会員	緑川 猛彦

1. はじめに

高流動コンクリートは水量の変動に対して非常に敏感であるため、配合設計に際しては的確な水量の算定が重要となる。単位水量の算定に関しては、粉体成分に関する拘束水量をもとに算定するのが良いとされている¹⁾が、細骨材や粗骨材などの粒状体に関する保有水の研究が少ないため、実際には試験練りにより決定されているのが現状である。

以上の観点から本研究は、粒状体の表面に付着して流動性に関与しない水量についての基礎的検討を行うこととした。

2. 実験方法

図-1に実験方法を示す。粒状体として粒径0.103mm、0.117mm、0.915mm、1.635mm、2.845mmのガラスビーズ（比重2.50）および粒径10.250mm、14.875mmのアルミナボール（比重3.60）を用いた。これらの粒状体をガラス管に約50cm程度詰め、上部より水を流下させた後、底部から排水された水量を測定し、その差より粒状体に付着した水量を測定した。なお、アルミナボールを用いた場合のガラス管は、直径の大きいものを使用した。単粒について1ケース10回程度測定を行った後、2種類のビーズを混合したものについて同様の実験を行った。

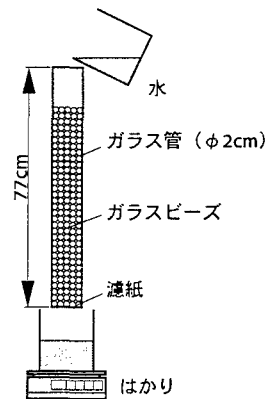


図-1 実験方法

3. 結果および考察

図-2に単粒の場合における粒径とガラスビーズ100g当たりの保有水量との関係を示す。保有水量はビーズの径が大きいほど少なく、径が小さくなるにつれて急激に多くなることが分かる。また、その関係は一意的である。

図-3は2種類のビーズを組み合わせたケースにおける粒径とビーズ100g当たりの保有水量との関係である。粒径については、単味の粒径の加重平均である軸平均径と単味の体積の加重平均である体積平均径についてプロットしたが、いずれの場合も粒径と保有水量は一对一には対応せず、同じ径であっても保有水量は混ぜる粒径により異なる結果となった。このことは、2種類の粒体を混合した場合の保有水量は、粒径よりも単味の粒体の保有水量に左右されるためと考えられる。

2種類の粒体を混合した場合の保有水量を算定するために、まず初めに単粒のビーズの保有水量の結果（図-2）から、1個の粒子表面に付着している水の厚さを計算にて算出した。図-4に粒径と水膜厚との関係を示す。ビーズ1個の表面に付着する水膜厚は粒径が大きいほど厚くなり、よって1個の粒子の保有水量は粒径が大きいほど多いことが明らかになった。これらのことより、粒径の小さなものは1個の粒子の保有水量は小さいものの、粒子数が多いため全体としての保有水量が多くなるものと推察される。

2種類のビーズを混合したケースについて、各々の粒径の粒子個

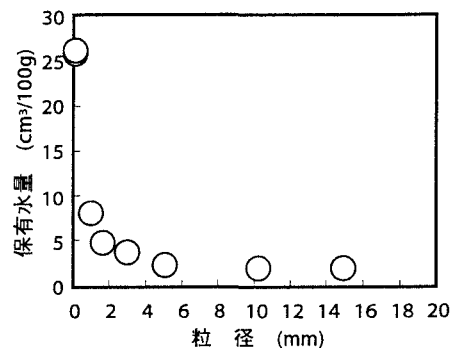


図-2 粒径と保有水量の関係

数を算出し図-4の結果を用いて各々の粒径での保有水量を算出し、これを加算して全体の保有水量を算出した。保有水量の実験値と計算値との比較を図-5に示す。実験値と計算値とでは多少の誤差はあるものの良い相関を示した。このことから、粒度分布を持つ粒状体の保有水量は、各々の粒径ごとに粒子個数を算定し、その表面に付着する水膜厚を考慮して保有水量を求め、粒子個数分加算して求めることができることが明らかになった。

図-4において粒径と水膜厚には相関が見られた。この関係を以下に示す仮説に基づき検討した。水を分子レベルで考えると水分子はある質量を持つ1個の粒子である。この水分子とビーズ粒子が互いに引き合い付着している最大の厚さが水膜厚であると考えられる。この引き合う力は粒子間距離の2乗に反比例しお互いの質量に比例すると仮定し²⁾、以下のような基本式を採用した。

$$F = K \frac{m_G m_w}{l^2}$$

ここで、 F : 粒子を引きつけている力、 l : 粒子表面間距離、 m_G : ビーズの質量、 m_w : 水分子の質量、 K : 係数である。これを粒子間距離について解くと以下のような関係式を導くことができる。

$$l = \alpha D^{3/2}$$

ここで、 D : ビーズの直径、 α : 係数である。実験で得られた結果からパラメータを求めたところ図-4のような結果となった。以上のことから、粒状体の表面に付着する水膜厚は粒径の3/2乗に比例するものと推察され、粒径が大きいほど1個の粒子に付着する水量は多くなるが、ある単位量で考えると粒径が小さいほど粒子個数が多くなるため、全体としては細かい粒子ほど多くの水を保有することができると推察される。

4. まとめ

粒状体が水を保有するメカニズムおよび保有水量について基礎的な検討を行った。本研究範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 粒状体の表面に付着する水膜厚は粒径に関係し、その3/2乗に比例するものと考えられる。したがって、粒径が大きいほど1個の粒子に付着する水量は多くなるが、ある単位量で比較した場合、粒子個数は粒径の小さい方が多くなるため、全体としては粒径の小さい方が保有水量は多くなる。
- (2) 2種類の粒状体を混合した場合の保有水量は、単粒の保有水量の和で求めることができる。したがって、粒径が大きく異なる混合粒状体では粒径の小さい方の影響を大きく受ける。

【参考文献】

- 1) 岡村甫、前川宏一、小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリート、技報堂出版、1993.3
- 2) 原島 鮮：物理学、学術図書出版社、1968

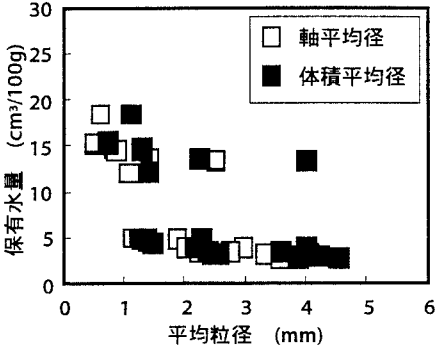


図-3 混合粒体の粒径と保有水量との関係

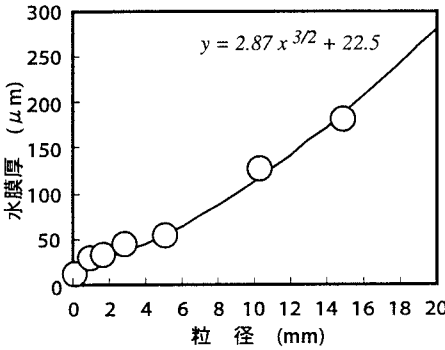


図-4 粒径と水膜厚との関係

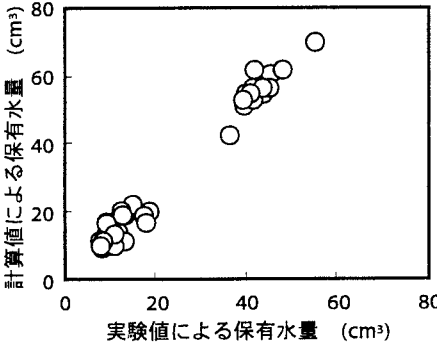


図-5 保有水量の検証