

練混ぜ方法がモルタルの拘束水比や変形係数に及ぼす影響

福島高専	学生員	○芥川陽平
福島高専	学生員	安齋 勝
福島高専	正会員	緑川猛彦

1. はじめに

モルタルのフレッシュ性状は、水粉体比、高性能減水剤量、練混ぜ方法等によって変化するため、それにともないモルタルの拘束水比や変形係数などの特性値も変化する。これらの特性値は、高流動コンクリートの配合設計に重要な役割を果たすものであるが、その挙動については未だ明らかにされていない。

本研究は、水粉体体積比、高性能減水剤添加量、練混ぜ方法を変化させたモルタルの拘束水比や変形係数の変化を基に、これらの特性値を変化させる要因を水膜モデルを用いて検討するものである。

2. 実験方法

モルタルは、中庸熟ポルトランドセメント（比重3.21，比表面積3330cm²/g），細骨材（比重2.57，吸水率1.8%，F.M.2.48）およびポリカルボン酸系高性能減水剤を用い，細骨材容積比を40%一定とした。

練混ぜは11.4リットルホバートミキサを使用し，1バッチ5リットルとした。練混ぜ方法は，細骨材，セメント，水＋高性能減水剤の順で投入し，低速（106rpm）で1分間，中速（196rpm）で1分間練り混ぜた。

モルタル製造後，モルタルに振動を与えないフロー値およびJ漏斗流下時間を測定した。

3. 結果および考察

図-1にモルタルの水セメント体積比とJ漏斗流下時間との関係を示す。高性能減水剤添加量を0%，0.5%，1.0%と変化したモルタルにて実験を行ったが，J漏斗流下時間は高性能減水剤添加量とは無関係に，水セメント体積比にのみ関係し，水量が少なくなるほど多くの流下時間を要することが明らかになった。

図-2に相対フロー面積比と水セメント体積比との関係を示す。モルタルのフロー値は高性能減水剤添加量が多くなるほど水量の変化に対して敏感になり，変形係数が小さくなる傾向を示した。また，相対フロー面積比が零となる地点での水セメント体積比（拘束水比）は，高性能減水剤添加量が多くなるほど小さくなり，少ない水量でモルタルが流動性を示すこととなった。

これらに見られる拘束水比や変形係数が変化するメカニズムを検討するために，水膜モデルを適用することとした。水膜モデルの基本概念は¹⁾，「コンクリート中の水量は，粉体粒子表面に一定の厚さで固定される水の総和であると考え，粒子を取り巻く水膜の厚さが同じであれば，粉体の種類に関わらずコンクリートは同じフレッシュ性状を示す」というものである。ただし，高流動コンクリートでは高性能減水剤が多量に添加されるため，高性能減水剤による粒子の電気的反発力を仮定の膜と考え，この仮定膜厚と水膜厚との和が等しければ，減水剤の有無や粉体種類に関わらずフレッシュ性状は等しいとするものである。

図-3は図-2を模式的に示したものである。拘束水比および変形係数が異なる2種類のモルタルにおいて，水セメント体積比が等しければJ漏斗流下時間は等しくなる。したがってA点とB点の水膜厚は等しいと考えられる。一方，B点とC点においてはフロー値が等しいため，ここでも膜厚は等しいはずである。つまり，B点においては粒子表面に高性能減水剤による仮定膜が存在していると考えられ，その厚さは（Cの水膜厚）-（Aの水膜厚）で表される。また，この仮定膜厚は高性能減水剤の添加量にのみ影響されると仮定すると，B点とD点との仮定膜厚は等しくなる。次に，A点とD点とではフロー値が等しい（零）ため，膜厚も等しいと考えられる。以上のモデルを満足するように実験で得られたデータを基に粉体の粒度分布を変形し，粉体の凝集個数を

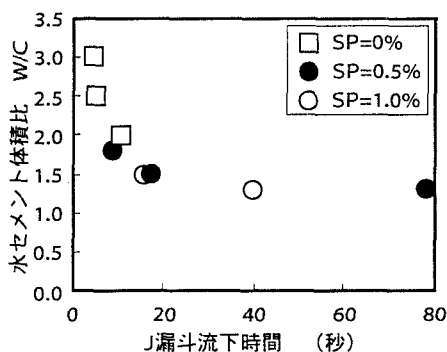


図-1 モルタルのJ漏斗流下時間

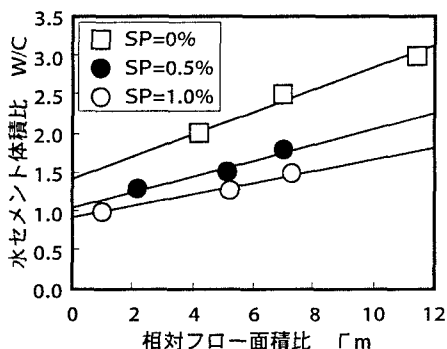


図-2 モルタルのフロー値

表-1 凝集個数の算定

	拘束水比	A 水膜厚	C 水膜厚	B SP膜厚	D 水膜厚	凝集 個数
SP=0%	1.479	0.260			0.260	10.0
SP=0.5%	1.058	0.260	0.300	0.040	0.221	9.6
SP=1.0%	0.911	0.260	0.323	0.063	0.197	8.4

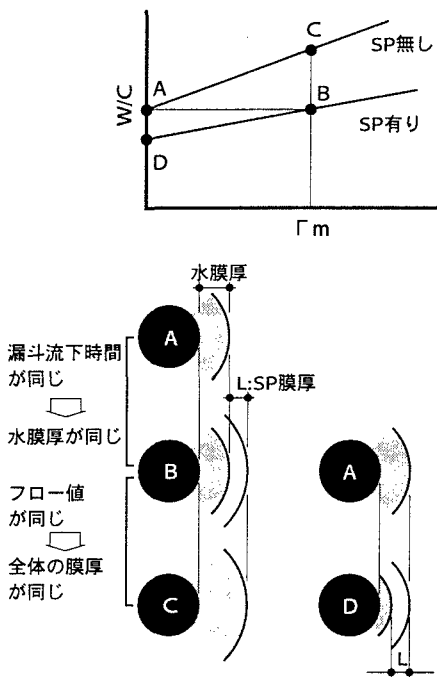


図-3 膜厚の概念図

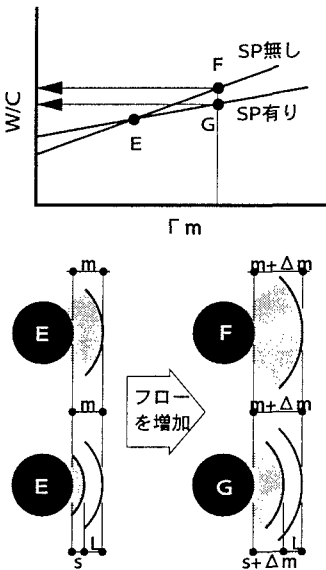


図-4 変形係数のメカニズム

算出した。表-1に算定結果を示す。SP=0%における凝集個数を基準とするため、一応の目安として凝集個数を10個と仮定した。高性能減水剤量を多くするにしたがい凝集個数は減少し粒子が分散して行くことが表された。これらの結果から、高性能減水剤を添加することによる拘束水比の減少は、粒子の分散が大きく影響しているものと考えられる。

図-4は変形係数が異なるモルタルを模式的に示したものである。今、E点においてモルタルのフロー値は等しいので、2種類のモルタルの粒子表面の膜厚は等しいと考えられる。また、F点とG点においてもモルタルのフロー値は等しいので、2種類のモルタルの粒子表面の膜厚は等しいと考えられる。モルタルのフロー値を増加させるためには、E点からF、G点まで膜厚を増加させなければならない。減水剤を添加しない場合、膜厚の増加は水のみにより行われるため、E点における水膜厚の外側に新たに水膜が形成されると考えられる。一方、高性能減水剤を添加している系については、高性能減水剤による仮想膜の内側に新たな水膜を形成できれば良く、同じ膜厚をより少ない水量で達成させることができると考えられる。言い換えれば、高性能減水剤を添加した系ではより少ない水量でフロー値を大きくすることができるため、変形係数が小さくなることになる。

4. まとめ

モルタルの拘束水比や変形係数が変動するメカニズムを水膜モデルを用いて検討した結果、以下の事項が明らかになった。

- (1) 水膜モデルによりモルタルの拘束水比や変形係数のメカニズムを表現することができた。
- (2) 高性能減水剤の添加による拘束水比の減少は、粒子の分散が主要因であると考えられる。
- (3) 高性能減水剤の添加による変形係数の減少は、仮想膜の形成により水が効果的に使用されるために生ずるものと推察される。

【参考文献】

- 1) 緑川猛彦, 丸山久一, 下村匠, 桃井清至: 粉体特性の定量手法に基づくペーストの流動性評価方法, 土木学会論文集, No.578/V-37, pp.99-110, 1997