

モルタルフロー値に及ぼす高性能減水剤の影響

東京大学工学部 正会員 土谷 正
同 上 正会員 井戸勇二

1. はじめに

コンクリートの变形性能が使用材料の特性や配合からうける影響を定量的に評価することが、自己充填コンクリートの配合設計を確立するために重要なことである。プレーンモルタルの場合、細骨材容積比一定条件において、そのフロー値は粉体および細骨材の固有値である拘束水比および变形係数に影響を受ける。本報告では、細骨材容積比を一定条件で高性能減水剤を使用した場合、この特性値がどのように変化するかを考察した。

表-1 試験概要

項目	試験概要
使用セメント	中庸熟ポルトランドセメント(比重:3.20)
細骨材種類	富士川産川砂(比重:2.67 0.15mm以下)
細骨材容積比	0.3, 0.4, 0.5, 0.55(他 適宜)
水セメント容積比	相対フロー面積比 Γ_m が 1~7 の水セメント比 3~4 点
混和剤	高性能減水剤(ポリアクリル酸系) セメント重量 x 1.2%
測定項目	モルタルフロー値(相対フロー面積比)

2. 試験概要

試験概要を表-1に示す。高性能減水剤を用いたときの中庸熟セメント(以下MCと称す。)および細骨材における流動特性値を高性能減水剤の使用有無によって比較検討した。なお、練混ぜおよび測定方法は、JIS A 5201「セメントの物理試験方法」に準じた。

3. 実験結果

実験結果から、細骨材容積比一定のもとでは、混和剤使用有無にかかわらず、相対フロー面積比と水セメント容積比は直線関係を示した。自由水固体粒子容積比とモルタルフロー値の関係を(1)式で、自由水量を式(2)で表すとモルタルの基本式は式(3)で表すことができる。図-1に示すように、この時の切片と傾きをモルタルの拘束水比 β_m および变形係数 E_m とし式(4)、(5)で表した。

$$\frac{V_{wf}}{V_p + V_s} = \frac{E_p \cdot V_p + E_s \cdot V_s}{V_p + V_s} \Gamma_m \quad (1)$$

$$V_{wf} = V_w - \beta_p \cdot V_p - \beta_s \cdot V_s \quad (2)$$

$$\frac{V_w}{V_c} = E_m \cdot \Gamma_m + \beta_m \quad (3)$$

$$E_m = (E_p + E_s \cdot \frac{V_s}{V_p}) \times \frac{(1 - V_s)}{1 - V_s(1 + \beta_s)} \quad (4)$$

$$\beta_m = \frac{\beta_p \cdot (1 - V_s) + \beta_s \cdot V_s}{1 - V_s \cdot (1 + \beta_s)} \quad (5)$$

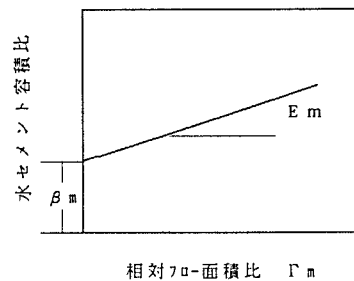


図-1 細骨材容積比を一定とした場合における相対フロー面積比と水セメント容積比の線形関係

V_{wf} :自由水容積比 Γ_m :モルタルの相対フロー面積比 V_w :水容積比 V_p :MCの容積比
 V_s :細骨材容積比 β_m :モルタルの拘束水比 E_m :モルタルの变形係数 β_p :MCの拘束水比水
 β_s :細骨材の拘束水比 E_p :MCの变形係数 E_s :細骨材の变形係数

MCの拘束水比を一定と仮定すると、(5)式から細骨材の拘束水比が求められる。図-2に、相対フロー面積比 Γ_m が0となるときの細骨材固体粒子容積比と水セメント容積比の関係を示す。細骨材固体粒子容積比が0の時の水固体粒子容積比の値と実験値の値を直線で外挿したときの水固体粒子容積比の値が細骨材の拘束水比といえる。

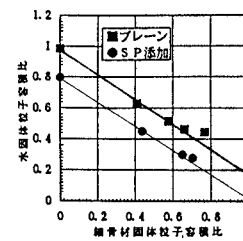
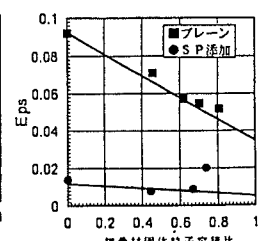


図-2 細骨材固体粒子容積比と水固体粒子容積比の関係

図-3 細骨材固体粒子容積比と E_p の関係

式(1)の第一項の係数を E_{ps} と定義し、細骨材固体粒子容積比と E_{ps} の関係を図-3に示した。拘束水比と同様にして、細骨材固体粒子容積比が0の時の水固体粒子容積比の値と実験値を直線で外挿したときの E_{ps} の値を細骨材の変形係数といえる。

細骨材容積比と、細骨材の拘束水比および変形係数の関係を図-4~5に示す。混和剤を添加することによって、細骨材の拘束水比および変形係数は低下し、細骨材にも減水効果があるといえる。

モルタルにおける細骨材とMCへの混和剤の減水効果について検討を行った。

混和剤が細骨材に作用せず、セメントだけに作用していると仮定した場合、図-6~7の関係式Aで示すことができ、実験値は、それを下回ることから混和剤が細骨材に作用していることは明らかである。

混和剤全量のうちの、細骨材容積比に応じた30%が細骨材に作用し、残りがセメントに作用すると考えると拘束するときの水固体粒子容積比と E_{ps} は式(6)、(7)で表せる。式(6)(7)による、拘束するときの水固体粒子容積比および E_{ps} の計算値は、図-6~7に示した実験値と近似した。

また、図-8,9に材料の混和剤量に対する拘束水比および変形係数を示した。

$$\frac{V_w}{V_c+V_s} = \frac{\beta c [SP=a\%] \cdot V_c + \beta s [SP=b\%] \cdot V_s}{V_c+V_s} \quad (6)$$

$$E_{ps} = \frac{\beta c [SP=a\%] \cdot V_c + \beta s [SP=b\%] \cdot V_s}{V_c+V_s} \quad (7)$$

$\beta c [SP=a\%]$, $\beta s [SP=a\%]$: 混和剤 $a\%$ MC使用したときのMCの拘束水比および変形係数 (図-8,9による)
 $\beta s [SP=b\%]$, $\beta s [SP=b\%]$: $b\%$ xS使用したときの細骨材の拘束水比および変形係数 (図-8,9による)

4. まとめ

モルタルの場合、高性能減水剤を使用することで、粉体ばかりでなく細骨材にも、拘束水比および変形係数に影響を及ぼすことが明らかとなった。また、本実験の場合、細骨材への高性能減水剤の減水効果は、細骨材容積に応じた量の30%が作用され、残りの中庸熟セメントに作用することが考えられた。材料単味の混和剤量の変化に対する流動特性値が分かれば配合によるモルタルフロー値の予測は可能となる。

今後、高性能減水剤の減水効果について、細骨材および粉体の種類を変えた場合について検討をする必要があると考えられる。

[参考文献]

- 1) モルタルフロー値に及ぼす粉体特性の影響 コンクリート工学年次論文報告集 Vol.16 No.1, 1994 枝松, 下川, 岡村
- 2) 混合粉体のフロー値に及ぼす高性能減水剤の影響 土木学会年次講演会 第50回, 1995 投稿中 井戸他

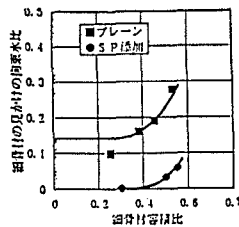


図-4 細骨材容積比と細骨材の拘束水比の関係

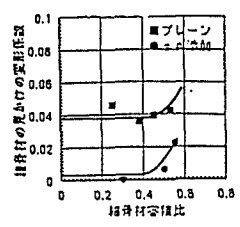


図-5 細骨材容積比と細骨材の拘束水比の関係

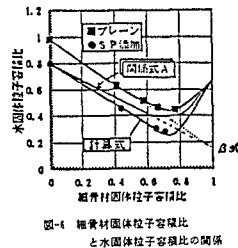


図-6 細骨材容積比と水固粒子容積比の関係

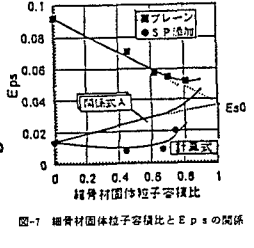


図-7 細骨材容積比と E_{ps} の関係

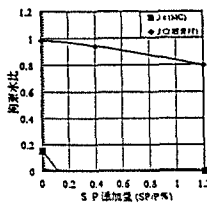


図-8 高性能減水剤使用量と材料の拘束水比の関係

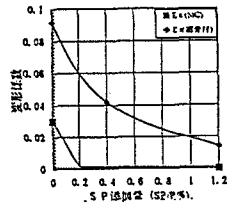


図-9 高性能減水剤使用量と材料の変形係数の関係