

九州大学 正 員 松下 博通

九州大学 学生員 〇河野 泰義

九州大学 学生員 安田 泰二

1. まえがき

近年、コンクリートの品質、施工性などを改善するために、流動化コンクリートが使用されるようになってきているが、土木用コンクリート特にマスコンクリートにおいては、単位セメント量が少なく流動化効果が望めないことが多い。このような場合、土木学会流動化コンクリート指針では 0.15mm 以下の微粉分の多い細骨材、あるいはフライアッシュなどの混和材を用いればよいことを示しているが、その詳細な方法については不明である。そこで本研究では流動化コンクリートの流動化効果に及ぼす微粉混入の影響を明らかにすることを目的として、まず単位セメント量がモルタルの流動化効果に及ぼす影響を検討し、次に流動化効果が小さいモルタルに微粉を細骨材の一部として混入し、流動化効果がどのように改善されるかについて検討した。なお、微粉としては碎石微粉を用いた。

2. 実験概要 (i) 使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.17，ブレン3200 cm^3/g ）を、細骨材はF.M.2.79の海砂をもちいた。微粉は、久山産角閃石の碎石微粉を用い、まず 0.15mmふるいを通過したものをD0とし、D0をさらに4つに分級し、図-1の粒度曲線に示すように粗い方からD1, D2, D3およびD4とした。また、流動化剤にはナフタリンスルホン酸塩系のもの（比重1.19）を使用した。

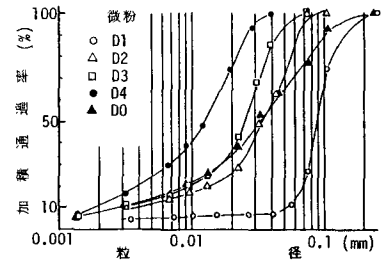


図-1 碎石微粉の粒度曲線

(ii) 実験方法：まず、単位セメント量が流動化効果に及ぼす影響について、ベースモルタルのフローを 120~180 の範囲内として、単位セメント量を 290~500 g/l 程度に変化させて検討した。次に、各W/Cで流動化効果が最も得られなかつモルタル、すなわち単位セメント量が289, 368 および 455g/lの3種類のモルタルに、単位セメント量に対する容積比D/Cが0.3, 0.5に相当する微粉を細骨材と置換して混入し、流動化効果の改善が得られるかを検討した。ベースモルタルはJIS R 5201に従って機械練りによる方法で練り混ぜ、フローを測定した。また、流動化剤の添加は練り上がり後15分とし、添加後2分間再度練り混ぜた後フローを測定しフロー増大量を求めた。なお、モルタルの分離の判定は目視により行い、フローテーブルを15回落下させた後モルタルからの水分の流出、あるいはモルタル表面の細骨材にペーストが付着していないことなどが観察された場合を分離とした。

3. 実験結果および考察

(1) 単位セメント量が流動化効果に及ぼす影響

図-2に微粉無混入モルタルの流動化剤添加量とフローの関係を示す。これより流動化剤を1×C%程度以上添加すると、いずれのモルタルも分離していることがわかる。また、単位セメント量が多いほど分離しない範囲でのフローの増大量が大きくなっている。そこで、最大可能フロー（分離しない範囲での最大のフロー）に着目し、これと同一のフローをとる流動化剤無添加モルタルの単位水量を求め、流動化効果を最大減水率を指標として検討する。ここで、最大減水率 ΔW は式(1)から算出した。

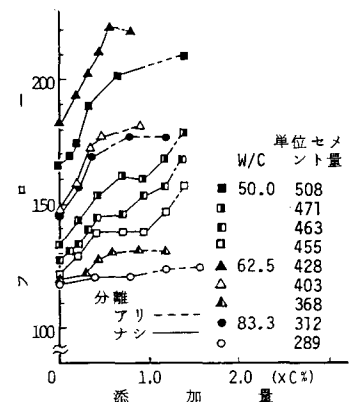


図-2 微粉無混入モルタルの流動化剤添加量とフローの関係

$$\Delta W(\%) = (W_{pb} - W_{ps}) / W_{pb} \times 100 \text{ -----(1)}$$

ここに、 ΔW ：最大減水率

W_{pb} ：流動化モルタルと同一のフローをとる微粉無混入流動化剤無添加モルタルの単位水量

W_{ps} ：流動化モルタルの単位水量

図-3に、単位セメント量と最大減水率の関係を示す。これより、 W/C によらず、単位セメント量が多いほど最大減水率は大きくなっている。また、最大減水率は単位セメント量と直線的な関係が見られ、回帰式を求めると式(2)のようになる。

$$\Delta W(\%) = 0.027(C - 210) \text{ -----(2) (相関係数 0.97)}$$

ここに、 ΔW ：最大減水率 C ：単位セメント量

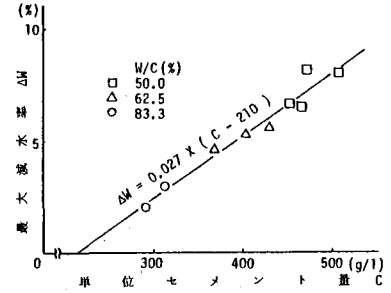
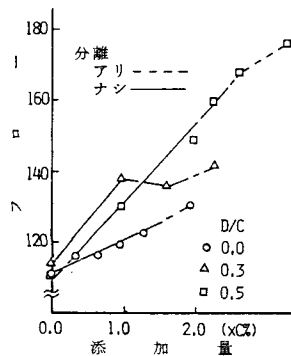


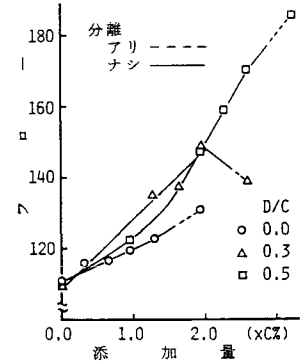
図-3 微粉無混入モルタルの単位セメント量と最大減水率の関係

(2)微粉が流動化効果の改善に及ぼす影響

図-4に微粉混入モルタルの流動化剤添加量とフローの関係の例を示す。これより碎石微粉を混入することにより、分離するまでの流動化剤の添加量が増大し、微粉の混入量が多くなるほど最大可能フローが増大することがわかる。この傾向は、他の配合および他の微粉を用いたいずれの場合も同様であった。ただし、粒径の小さい微粉ほど最大可能フローは大きくなる傾向が見られた。



(a) 微粉D3の場合



(b) 微粉D4の場合

図-4 微粉混入モルタルの流動化剤添加量とフローの関係

次に図-5に、微粉の混入量と最大減水率の関係の例を示す。いずれの微粉の場合も単位セメント量一定の条件下では、最大減水率と微粉混入量の間に直線関係が見られ、また微粉混入量増加による最大減水率の増大量は、単位セメント量によらずほぼ等しいことがわかる。そこで、最大減水率と単位セメント量および単位微粉量の関係を求めると式(3)のようになる。

$$\Delta W(\%) = 0.027(C - 210) + \beta D \text{ -----(3)}$$

ここに、 ΔW ：最大減水率

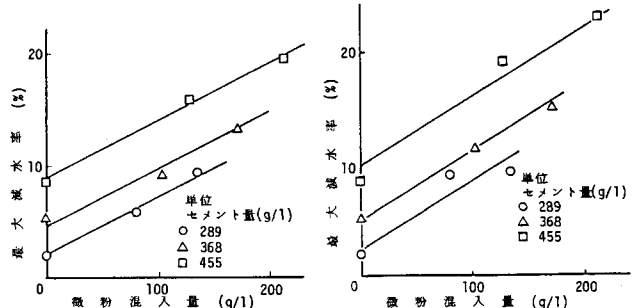
C ：単位セメント量 D ：単位微粉量

β ：微粉混入量の増加による最大減水率の増大量

ここで、各微粉のブレン比表面積と β の値との関係を図-6に示す。この図より、ブレン比表面積が大きいほど β の値が大きくなっており、碎石微粉については、粒径が小さいほど流動化の改善に効果があることがわかる。今後、微粉を混入した流動化コンクリートの圧縮強度及び乾燥収縮などについても検討する予定である。

本研究を行うにあたり九州大学卒業生、前田悦孝君（現・新日鉄

化学）に労をわずらわした。ここに、感謝の意を表する次第である。図-6 ブレン比表面積と β の関係



(a) 微粉D3の場合

(b) 微粉D4の場合

図-5 微粉混入モルタルの微粉混入量と最大減水率の関係

