

ダブルミキシングで製造したシリカフェーム-ポリマー-セメント系材料

広島大学 正会員 田澤 栄一

広島大学 学生員 笠井 哲郎

広島大学 学生員 ○西岡 直樹

1. まえがき

セメントに水の一部を加えて練り混ぜた後、水の残部を加えて練り混ぜると従来の練り混ぜ方法（SM）に比べて大幅に性質の異なるセメントペーストを製造することが明らかにされている。この練り混ぜ方法はダブルミキシング（DM）と呼ばれ、これによって生じる効果をDM効果と呼んでいる。このDM効果についてはセメント以外の異種粉体および練り混ぜ水に高性能減水剤、ポリマーを添加した系についても報告されている。本研究は、セメント-水の二成分系のダブルミキシングにさらにシリカフェームおよびポリマーを加えた三成分および四成分系のダブルミキシングで製造したセメント系硬化体の改質効果について検討したものである。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（比重；3.16）、細骨材は標準砂、ポリマーはスチレンブタジエン系ラテックス、シリカフェームはE社製（比重；2.19）を用いた。配合は表1に示す。練り混ぜには20ℓのホバート型モルタルミキサーを使用した。ミキサーの攪拌翼の回転数は低速100rpm、高速200rpmである。また双腕形ニード型真空ミキサーを使用し、空気混入を極力少なくした。真空ミキサーの回転数は30～62rpm（60Hz）、真空度は5mmHg（最大）である。練り混ぜは図1に示す方法で行なった。DM効果の評価のためにペーストおよびモルタルの強度試験、ペーストの細孔径分布（水銀圧入法）の測定を行なった。強度試験の供試体には、圧縮用φ5×10cm、曲げ用4×4×16cmのものを用いた。供試体は材令1日で脱型し、ポリマー無添加のものは27日水中養生（20℃）を行ない、ポリマー添加のものは13日水中養生、14日乾燥養生（20℃、R.H.50%）を行なった。

3. 実験結果および考察

(1) 最適一次水率の選定

図2はDM3の場合のシリカフェーム置換率10%について一次水率を変化させたときの攪拌トルクおよび単位容積重量の関係を示したものである。図より攪拌トルクおよび単位容積重量が最大となる一次水率が存在し、この一次水率を最適一次水率とした。他のシリカフェーム置換率でも最適一次水率が存在し、図3

にDM3のシリカフェーム置換率と最適一次水率との関係を示す。セメントのみまたはシリカフェームのみに最適一次水率の状態のときに拘束する水量は2.4%または2.8%となったことからシリカフェーム置換率が変化しても最適一次水率

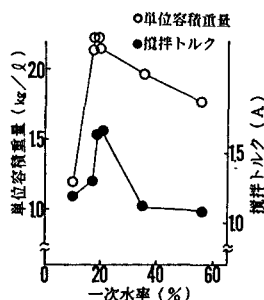


図2 単位容積重量および攪拌トルクと一次水率との関係

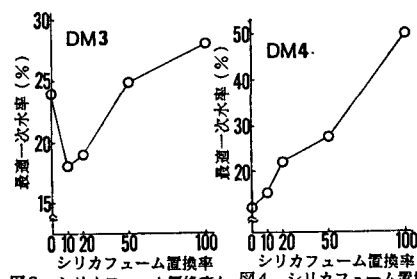


図3 シリカフェーム置換率と最適一次水率との関係

表1 配合表

NO.	P/C(X)	Si/(C+Si)(%)	W ₁ /C(X)	混練法
1	—	—	2.4	SM
2	10	—	2.4	DM1
			1.2	DM2
			—	SM
3	—	10, 20	2.4	DM1
			18, 19	DM3
			—	SM
5	10	10, 20	2.4	DM1
			1.2	DM2
			18, 19	DM3
			14, 20	DM4

W/C はペースト40%、モルタル60%、シリカフェーム混入時は、W/C および W₁/C をそれぞれ W/(C+Si)、W₁/(C+Si)、モルタルの W/C+2。

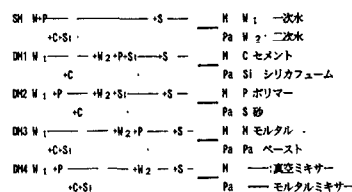


図1 練り混ぜ方法

は24～28%になると考えられるが、図のようにシリカフューム置換率10%および20%ではそれよりも大幅に小さい値となった。これはシリカフュームが超微粒子であるためセメントと同時に練り混ぜるとセメント粒子間に充填されるように作用し、その分だけ水量が減少したためと考えられる。DM4の場合についても最適一次水率が存在し、図4にDM4のシリカフューム置換率と最適一次水率との関係を示す。ポリマーを混入するとDM3のように最適一次水率の低下は認められなかった。

(2) 強度試験

図5は各種ペーストの圧縮強度と練り混ぜ方法について示したものである(横軸の数字は表1参照)。図よりシリカフューム混入ペーストの強度はDMで製造した方がSMで製造したものより大きくなった。これはDMを行なうことでシリカフュームの充填効果が卓越したためと考えられる。図6～7はモルタルの強度と練り混ぜ方法について示したものである。図よりモルタルの強度は練り混ぜ方法により明確な差は認められないが、従来法より大きい強度を示す練り混ぜ方法が存在することからダブルミキシングによるモルタルの強度増大の可能性がうかがわれる。またモルタルの圧縮強度に対しシリカフュームは正に、ポリマーは負に作用する。一方曲げ強度に対しては逆に、シリカフュームは負に、ポリマーは正に作用する。

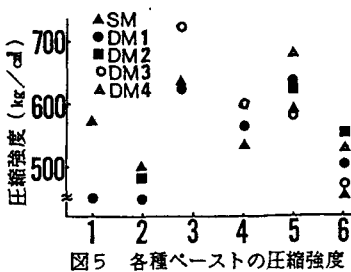


図5 各種ペーストの圧縮強度

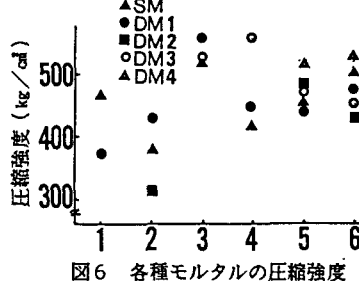


図6 各種モルタルの圧縮強度

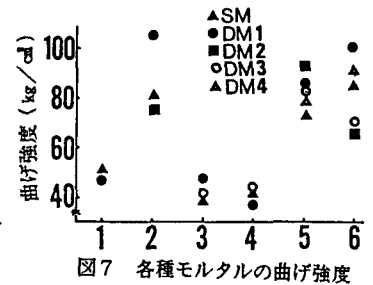


図7 各種モルタルの曲げ強度

(3) セメントペーストの細孔径分布

図8～9は、シリカフューム混入ペーストについて、各練り混ぜ方法における細孔径分布(微分曲線)について示したものである。比較のためSMで練り混ぜたプレーンペーストの細孔径分布も図示した。図よりDMを行なうことで細孔径分布にも差が認められ、一次練りにシリカフュームを混入するDM3はプレーンペーストよりも小さい細孔が多くなった。これもDMを行なうことでシリカフュームの充填効果が卓越したためと考えられる。

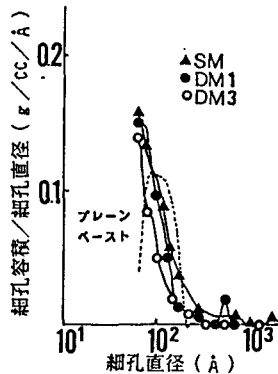


図8 シリカフュームセメントペーストの細孔径分布

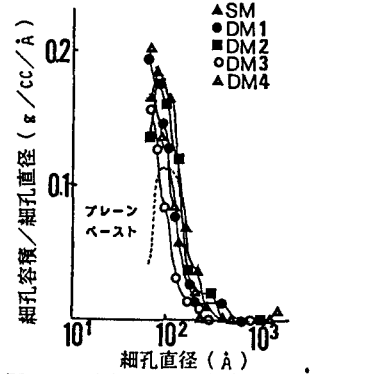


図9 シリカフュームポリマーセメントペーストの細孔径分布

<参考文献>

- 1) 田澤 他、『新しい練り混ぜ方法がコンクリートの性質に及ぼす影響』セメント・コンクリート No.466 Dec.1985
- 2) 田澤 他、『セメント-ポリマー-水系に対するダブルミキシングの効果』第38回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 May.1985