

日本国土開発院 正会員 磯屋 孝代
同 上 星野 昭平
同 上 正会員 竹下 治之

1. はじめに

従来のコンクリートは、全材料を一括投入して製造されてきた。しかし、圧縮強度 $800\sim 1000\text{kgf/cm}^2$ 程度の高強度コンクリートを製造する場合、使用水量は極力少なくせざるを得ない。したがって、従来の製造方法では、十分な攪拌を行い、圧縮強度と施工性を満足できる良好なコンクリートを製造できるとは必ずしも言い難い。同一配合であっても、コンクリートの特性は材料の投入順序や混和剤の添加時期などの練り混ぜ方法の違いによって異なることが考えられる。

本研究では、練り混ぜ方法が高強度コンクリートのコンシステンシー、圧縮強度に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合と使用材料

コンクリートの配合および試験に使用した材料を、表-1および表-2にそれぞれ示す。高性能AE減水剤（以下、減水剤とする）の添加量は、結合材量(C+SP)に対する割合で示し、また目標空気量を $2.5\%\pm 0.5\%$ とした。

2.2 試験項目

フレッシュコンクリートの試験として、スランプ、スランプフロー、空気量、温度およびモルタル粘度、そして硬化コンクリートの試験として、圧縮強度（材令7日、28日）および単位体積重量を測定した。

2.3 練り混ぜ方法

コンクリートの練り混ぜ方法を表-3に示す。使用したミキサは、50ℓパン型強制練りミキサであり、練り混ぜ容量は35ℓとした。また、ブレード回転数は85rpm、全練り混ぜ時間はいずれの場合も5分である。

3. 試験結果と考察

3.1 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートのスランプ、スランプフロー、空気量、温度の変化を図-1に示す。

この結果から、減水剤の添加量が同じ場合には、減水剤を分割添加したM1法とM2法が、一括添加のM3法、S法よりスランプが $5.5\sim 11\text{cm}$ 大きくなる。これは、M3法、S法の場合、結合材に吸着される減水剤の量が多くなるためと思われる¹⁾。

空気量はS法が一番小さくなったが、これは練り上がり時のコンクリートが硬く、空気が入りにくかった。

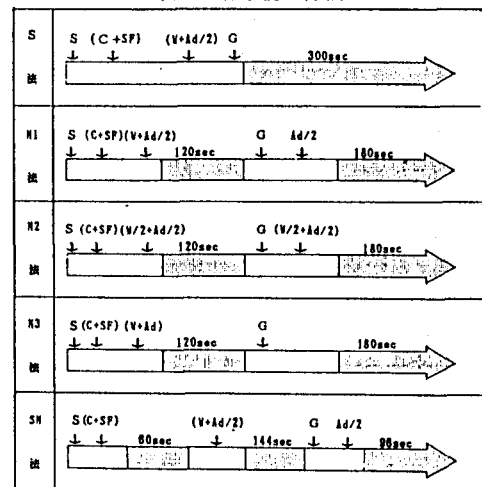
表-1 コンクリートの配合

最大寸法 (mm)	W/(C+SP) (%)	n/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					Ad (%)
			W	C	SP	S	G	
20	28	42	140	450	50	731	1037	3.5

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント（比重 3.18，ブレン値 3180 cm ² /g）
シリカフューム	顆粒状（比重 2.3，比表面積 15~20 m ² /g）
細骨材	洗山山砂30%，相模川水系70%（比重 2.59，F.M 2.94）
粗骨材	青柳産砕石（比重 2.65，F.M 8.73）
減水剤	芳香族71/88系高分子化合物

表-3 練り混ぜ方法



ためと思われる。またS法は、粗骨材を練り混ぜ直後から投入しているためにミキサの抵抗が大きいと考えられ、他の方法に比べると、温度は1.5~2.5℃高めであった。

空練りを行ったSH法によるスランプは、空練りを行わないM1法に比べて4.5cm大きくなった。これは、空練りによって結合材の混合、分散が十分であるため、水や減水剤の結合材への練り混ぜがよくおこなわれたためと考えられる。

モルタルの降伏値、塑性粘度の結果を図-2に示す。降伏値と塑性粘度は同じような傾向を示しており、S法以外はほとんど差がなかった。また、スランプが小さくなると降伏値、塑性粘度が大きくなる傾向にあり、スランプフローについても同様の結果であった。これより、フレッシュコンクリートのコンシステンシーはモルタルの性状に影響されられると思われる。

3.1 硬化コンクリートの性状

練り混ぜによる硬化コンクリートの圧縮強度、単位体積重量の変化を図-3に示す。その結果、圧縮強度はスランプの結果とは逆にS法がM1法、M2法に比べて材令28日で100~150kgf/cm²程度高かった。これは、S法の場合モルタルと粗骨材との練り混ぜ時間が長く、骨材との付着が一層強化できたこと、さらに、巻き込み空気量が少なく、強度上の欠陥部が少なくなったためと考えられる。本試験は、同一配合で試験を行っていることから、同程度の圧縮強度が得られると予想されるが、実際には約100kgf/cm²の違いが生じている。このような結果から、練り混ぜ方法によっても骨材へのモルタル付着の度合いに違いが生じるものと思われる。

また、M1法とSH法を比べた場合、空練りを行ったSH法の方が約100kgf/cm²圧縮強度が小さくなった。これは、同じ時間練り混ぜを行った場合、空練りの時間だけ水を投入した後の練り混ぜ時間が短くなるために、骨材へのモルタル付着が不十分になってしまうためと考えられる。したがって、空練りを行う場合には圧縮強度の低下を防ぐために、水を投入後あるいは粗骨材投入後の練り混ぜ時間として、必要最低限の時間を確保することが必要である。

4. まとめ

高強度コンクリートの練り混ぜ方法について検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

水結合材比の小さいコンクリートを練り混ぜるにあたって、フレッシュコンクリートのコンシステンシーの改善には、結合材の空練りや高性能AE減水剤の分割添加が有効である。また、圧縮強度の向上に対しては、粗骨材へのモルタルの付着程度が重要であり、水を投入した後の練り混ぜ時間に注意する必要がある。

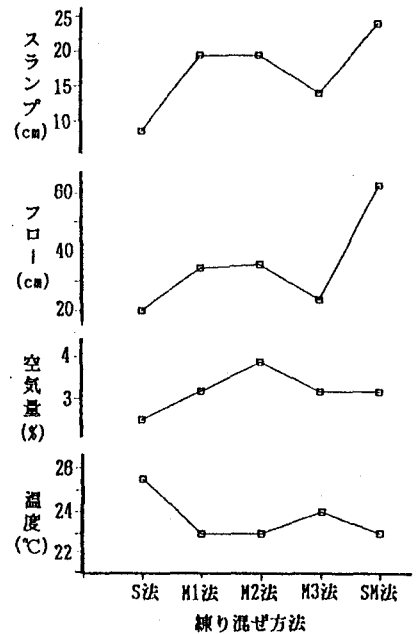


図-1 練り混ぜによるフレッシュコンクリートの性状変化

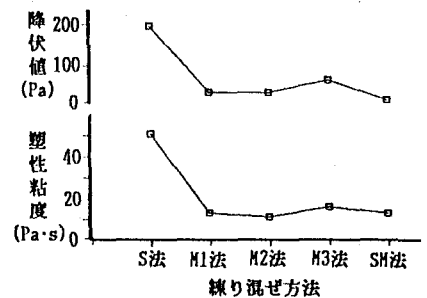


図-2 練り混ぜによるモルタル粘度の変化

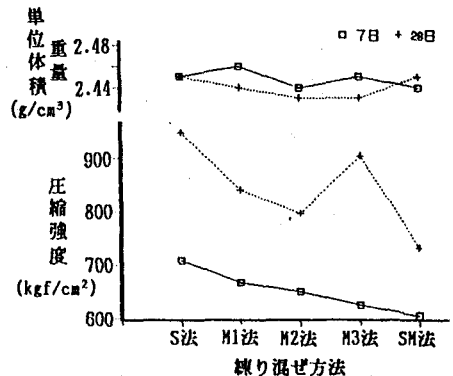


図-3 練り混ぜによる硬化コンクリートの性状変化