

シリカフュームを用いたモルタルの練り混ぜ方法に関する一考察

福岡大学○正会員 添田政司
福岡大学 正会員 大和竹史
福岡大学 正会員 江本幸雄

1. まえがき

シリカフュームをコンクリート用混和材として用いる主な目的としては、コンクリートの高強度化、高緻密化によるイオン移動の低下による高耐久化および高流動化を目的として研究が行われている。この様な目的から、現在までにシリカフュームを混和したコンクリートが様々な特性を持つことがわが国においても徐々に解明されつつあるが、品質規格や基礎的な資料が不足しているために、研究者間でシリカフュームを用いたコンクリートの特性評価において異なった見解が散見される。この要因としては、シリカフュームは粒径がセメント粒子に比べ著しく細かい超微粒子であり、さらにその使用量も少量であることから、シリカフュームを用いる時の練り混ぜ方法に大きく影響を受けているものと考えられる。そこで、本研究では、練り混ぜ時間や練り混ぜ方法の相違がモルタルの強度特性や細孔構造に及ぼす影響について検討を行なった。

2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント（比重3.16）を、骨材にはJIS 5号硅砂を、シリカフュームは粉末状のMicrosilica（比重2.26、SiO₂:93.1%、略号SF）を使用した。モルタルの配合は、水結合材比55%、砂結合材比を2.0、シリカフュームの混入率をセメント重量の内割と外割でそれぞれ0.5、10、15%とし、フロー値が一定（200±10）になるように高性能減水剤を添加した。練り混ぜには、ホバート型モル

表-1 実験の要因

シリ ーズ	記号	ミキサ の種類	SF添加 方法	SP*	練り混ぜ時間（分）							
					3	5	7	10	15	20	30	60
I	HON	ホバート	外割	無	○	○	○	○	○	○	-	-
II	HOS	ホバート	外割	有	○	○	○	○	○	○	○	○
III	OHOS	オムニ										
		ホバート	外割	有	○	-	-	○	-	○	-	-
IV	HIS	ホバート	内割	有	○	○	○	○	○	○	-	-
V	OIS	オムニ	内割	有	○	-	-	○	-	○	-	-

*高性能減水剤

タルミキサ（容量5ℓ）とオムニミキサ（容量10ℓ）を用い、全材料投入後3～60分練り混ぜフローを測定した。実験の要因を表-1に示す。圧縮強度試験および曲げ強度試験（水中養生7日、28日）には4×4×16cmの供試体を用いて測定を行なった。また、硬化後のモルタルの空気泡の測定は、ASTM C457のリニアートラバース法に準じて測定を行い、細孔径分布の測定には、圧縮強度試験終了後の供試体を粉碎し、2.5-5 mmのモルタル部分を用いて水銀圧入ポロシメーター（最大圧力2000気圧）で測定を行なった。

3. 実験結果および考察

図-1は、シリーズIVのシリカフュームを内割で添加しホバート型ミキサで練り混ぜた時のフロー値と練り混ぜ時間の関係を示したものである。この場合、シリカフューム無混和と混入率5%では、フロー値は5分～7分でピークを示し、10分以降は減少したが、混入率10%および15%では、7分～10分付近でピーク値を示し、混入率が多いほど練り混ぜ時間に伴うフローの変化が大きいたことが認められた。図-2は、各シリーズの練り混ぜ時間3分のフローを基準とした時のフロー変化率と練り混ぜ時間の関係を示したものである。

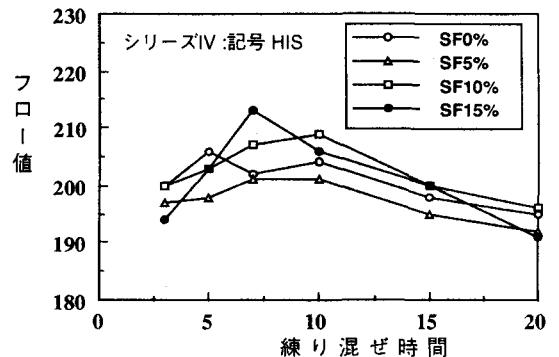


図-1 練り混ぜ時間とモルタルのフロー値

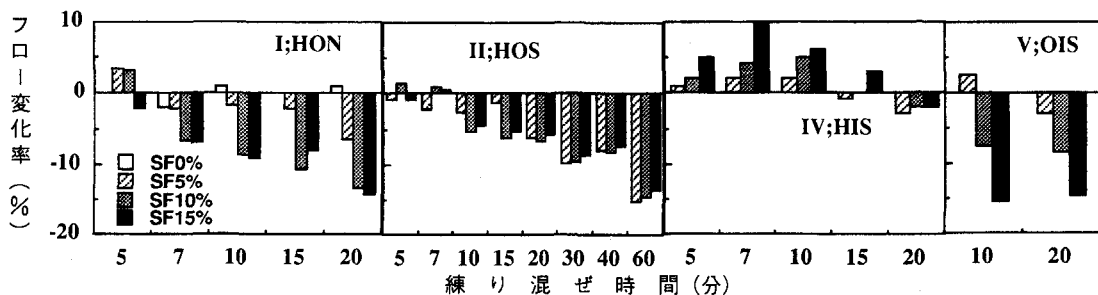


図-2 各シリーズにおけるフロー変化率と練り混ぜ時間の関係

シリカフュームを外割で混入した場合、混入率が多いほど練り混ぜ時間の経過とともにフローは著しく減少した。特に、高性能減水剤の有無が大きく影響する傾向にあった。

図-3は、水中養生材令28日における練り混ぜ時間3分の圧縮強度を100とした時の練り混ぜ時間と圧縮強度比の関係を示したものである。

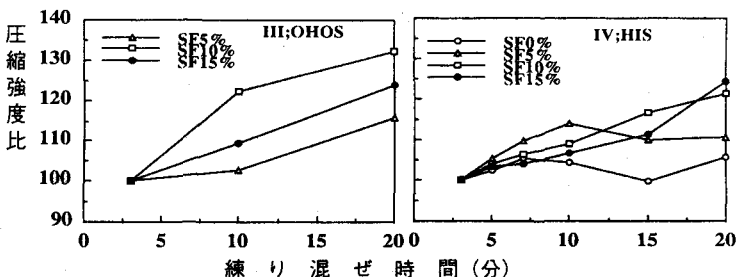


図-3 圧縮強度比と練り混ぜ時間の関係

度比の関係を示したものである。シリカフューム無混和の場合は、練り混ぜ時間に伴う強度変化はあまり認められないが、混入率の増加に伴い練り混ぜ時間とともに増加傾向を示した。特に、オムニミキサを使用した方が、ホバート型ミキサよりも顕著であった。このように、シリカフュームの混入により、練り混ぜ時間とともに強度変化が生じることが明らかとなったので、モルタルの気泡組織や細孔構造に着目して検討を加えた。図-4にシリーズIVのシリカフューム混入率10%の気泡径分布の結果を示す。図より、20分間練り混ぜを行うと気泡の総個数が増加し、さらに200 μ m以下の小さな空気が増加した。また、練り混ぜ時間の経過とともに気泡間隔係数は小さくなり、練り混ぜ時間3分と比べると約1/2になった。図-5はシリカフューム無混入と混入率15%の練り混ぜ時間と細孔容積の関係を示したものである。無混入の場合、総細孔容積(T.P.V)はほぼ同一の値を示しているが、混入率15%では練り混ぜ時間が長いほど小さくなり、さらに430 $\text{\AA}$ 以上の大きな径の細孔量が減少する傾向にあった。これらのことより、練り混ぜ時間を十分に行ない、シリカフュームの分散がよくなることによって、組織がさらに緻密化され強度の改善が図られたものと考えられる。

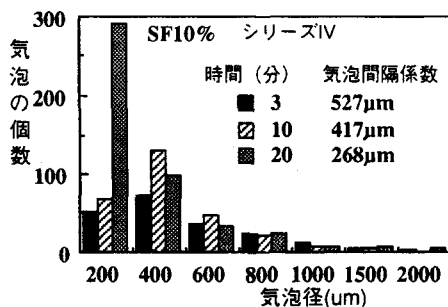


図-4 気泡径分布

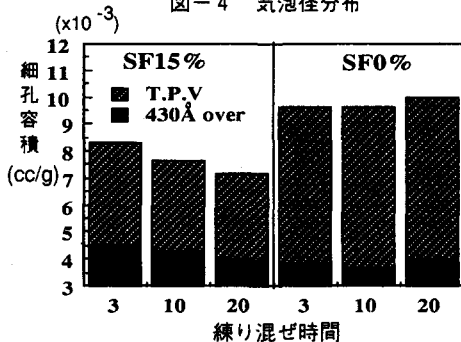


図-5 練り混ぜ時間と細孔容積の関係

4. まとめ

従来の研究では、シリカフュームを用いた場合でも無混和の場合と同じ練り混ぜ方法で行われ、練り混ぜが不十分のために強度や耐久性等の評価において異なった結果が報告されたのではないかと考えられる。従って、混和材としてシリカフュームを用いる場合には、使用目的に応じた練り混ぜ方法に留意する必要があると考えられる。