

V-59

高炉スラグ微粉末を混入したセメントの
初期強度に及ぼす練り混ぜ方法の影響

新日鐵化学㈱ 正会員 ○ 檀 康弘
同 上 正会員 阪本好史
九州大学 正会員 牧角龍憲

1. 目的

高炉スラグ微粉末（以下GBFSと称する）の水和反応は、反応初期においてGBFS粒子に不透水性の膜が生成し、その膜が普通ポルトランドセメント（以下OPCと称する）より溶出したアルカリイオンによって破壊され硬化が始まるとされている。¹⁾ 本研究ではこのアルカリ刺激に着目し、GBFSをあらかじめ水と練り混ぜて膜を生成させた後にアルカリ刺激を行えば、GBFSが円滑に反応するのではないかと考え、GBFSとOPCとを分割して練り混ぜた後に1つに混合（以下後混合と称する）することによって反応を促進し、GBFSを混入したセメントの初期強度の改善を図るものである。

2. 実験

2.1 使用材料

OPCはモルタル圧縮強度が材令1日で86kgf/cm²、3日で181kgf/cm²のA社製を使用し、GBFSは石膏無添加でブレン 4000cm²/g程度のS社製のものを使用した。モルタル試験に使用した砂は豊浦標準砂、コンクリート試験に使用した粗骨材は最大寸法20mmで比重2.97の碎石、細骨材は粗粒率2.65で比重2.58の海砂をそれぞれ使用した。促進剤添加試験では主成分の違う4種（G～J）の無塩化タイプの促進剤AE減水剤を使用した。なおコンクリートの空気量の調整にはAE助剤を使用した。

2.2 実験概要

（1）後混合実験：モルタルの配合は後混合後にJIS R5201の基準モルタルの配合となるようにし、GBFSとOPCは重量比で50:50とした。コンクリートの配合は表-1の混和剤なしのものとした。

モルタルの場合は、粉末、ペースト、モルタル各々の状態にしたGBFSを、OPCのモルタルに1～10分まで時間を変えて後混合し、コンクリートの場合はGBFSとOPCをいずれもコンクリートの状態で2、4、10分後に後混合した。強度試験は、材令1日および3日で行った。供試体は標準養生したのち材令1日は型枠脱型直後に、3日は水槽から引き上げ直後に試験に供した。

なお供試体名中の数字は後混合時間を表し、促進剤（Act）については添加時間を表す。

（2）促進剤添加実験：促進剤添加実験は、実験（1）のGBFSのモルタルあるいはコンクリートを2分後に後混合する場合において、セメント結合材に対して重量比1%の促進剤を、（A）GBFSにのみ添加、（B）GBFSとOPCに半々添加、（C）OPCにのみ添加したものの3種類の添加方法とした。また促進剤の後添加の影響を検討するため、OPCとGBFSと促進剤を同時に練り混ぜたものと、GとIの促進剤については促進剤のみ2分後に添加したモルタル供試体も作成し試験した。コンクリートの配合は表-1の混和剤ありのものを使用した。

表-1 コンクリートの配合

混和剤	air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
				W	OPC	GBFS	S	G	Agent
なし	4±1	50	45.9	177	177	177	789	1072	
あり	4±1	50	46.7	172	172	172	813	1069	3.44

3. 実験結果及び考察

3.1 後混合方法及び時間と初期強度の関係：後混合時間と材令1日及び3日の圧縮強度の関係を図-1に、またGBFSをモルタルの状態の後混合した場合の、材令1日から3日の圧縮強度の伸びを図-2に示す。図-1より1日強度では時間や混合方法による差はあまりみられないが、3日になると数分程度

の後混合の場合に、通常練り混ぜの10～15%程度の強度の増加がみられる。またGBFSをモルタルの状態の後混合した場合の強度の伸びが最も大きく、以下ペースト、粉末の順となっている。これはGBFSをあらかじめ水と練り混ぜることで、水が全体に拡散してその粒子表面に膜を生成するために、OPCとの混合による反応開始は遅れるものの、その後はGBFS全体で水和反応が生じるために強度の伸びが大きいものと考えられる。

3. 2 促進剤の添加方法と初期強度の関係：

促進剤の添加方法と初期強度の関係を図-3に示す。図-3から、分割して練り混ぜる場合には、促進剤G、H、IにおいてGBFSに全量添加する添加方法（A）の強度が最も大きく次いで（B）、（C）の順となっており、特に促進剤Gにおいてその効果が顕著である。これはGBFSに促進型減水剤を用いる場合、その減水効果すなわち分散効果によってGBFS粒子の間に水が十分に拡散し、粒子表面に膜を均一に生成するために後混合後の反応が進行しやすくなっているものと考えられる。特にGにおいてその効果が大きいのは、その主成分であるカルボキシル基が、 Ca^{2+} イオンや水と親和性が高いことによる濡れや湿潤作用によって減水効果を高める混和剤であり²⁾、GBFS粒子の分散効果を強めたものと考えられる。

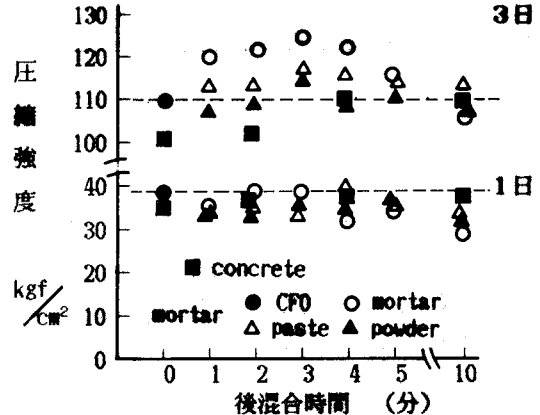


図-1 後混合時間と強度の関係

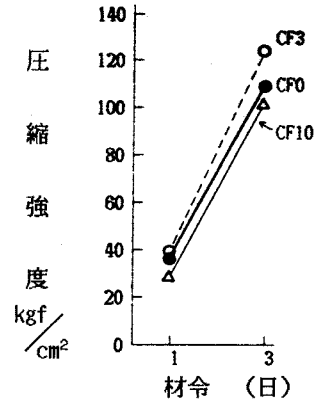


図-2 圧縮強度の伸び

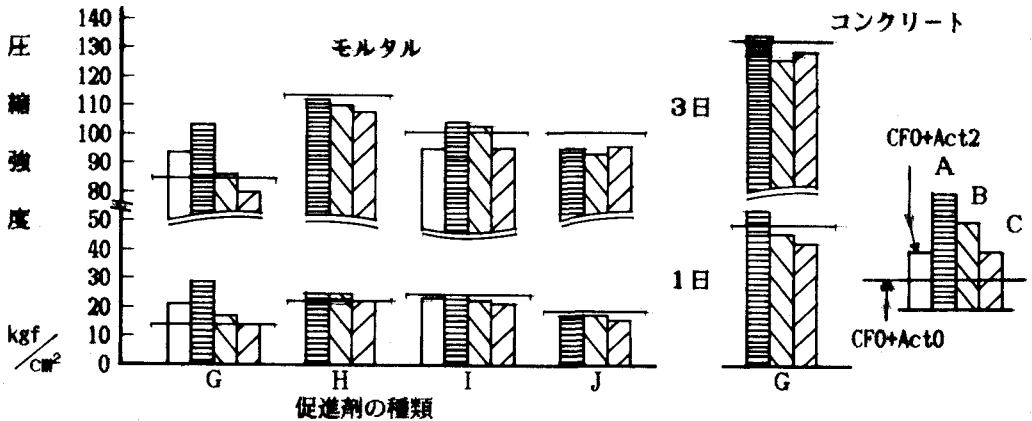


図-3 促進剤の添加方法と強度の関係

参考文献

- 1) 例えば 内川浩：混合セメントの水および構造形成に及ぼす混合材の効果，セメント・コンクリート，No.484，June，1987。
- 2) 八木秀夫：減水剤・AE減水剤（最近のコンクリート混和剤特集），コンクリート工学 第3号，1988。