

V-66

高炉スラグ微粉末を混和したセメントの強度改善に関する研究

九州大学 学生員○松尾栄治 九州大学 正会員 阪本好史  
九州大学 正会員 牧角龍憲 防衛施設庁 小森達也

1. 目的

高炉セメントを用いたコンクリートは初期の水和が緩やかである為、初期材令において環境条件の影響を受けやすく長期の養生が必要である。そこで高炉スラグ微粉末(以下GBFSと称する)の反応速度を練り混ぜ時に調整できないかと考え、まずGBFSと普通ポルトランドセメント(以下OPCと称する)とに分割して練り混ぜ、その後に両者を混合する方法を用いて強度発現性状、及び水和反応に対する分割練り混ぜの効果について検討する。

2. 実験概要

実験要因は混和剤の種類、練り混ぜ方法、及び養生条件である。A、Bは各々モルタル用ホバート型ミキサーであるが、分割練り混ぜではAミキサーにOPC及び細骨材、BミキサーにGBFS及び細骨材を投入した後、各々30秒間空練りしたのち水を添加する。更に4分間練り混ぜた後に同じくモルタル用ホバート型ミキサーで2分間練り混ぜる(図-1参照)。

表-1 実験要因

混和剤	N	標準型A/E減水剤
	H	促進型A/E減水剤
練り混ぜ方法	同	(OPC+GBFS)コンクリート+Add
	S <sub>1</sub>	(GBFS)コンクリート+1/2Add)+(OPC)コンクリート+1/2Add
	S <sub>2</sub>	(GBFS)コンクリート+Add)+(OPC)コンクリート
	後	[(GBFS)コンクリート)+(OPC)コンクリート]+Add
養生方法	A	水中養生(5℃、20℃、30℃)
	B	気中養生(20℃)
	C	打設後3日まで水中、のち気中養生
	D	打設後7日まで水中、のち気中養生

分割練り混ぜはOPCとGBFSを別々に練り混ぜることによりGBFSが材令のごく初期にスラグ粒子にゲル膜を生成させる。一方OPC側は水と反応してスラグの水和開始時にpH12以上に高めた後、GBFS側に混合することによりアルカリ刺激を受けさせることでスラグの各粒子の水和反応を促進させようというものである。

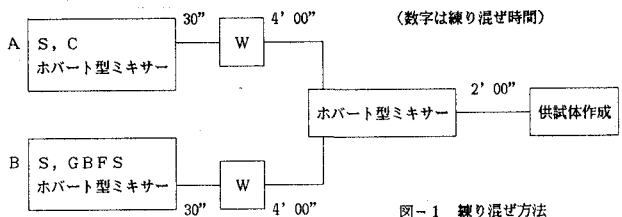


図-1 練り混ぜ方法

3. 実験結果

図-2では、分割練り混ぜ時間4分の水和発熱速度が通常の練り混ぜ(図中の0分)のそれよりも大きくなっていることから、分割練り混ぜがスラグ粉末を混和したセメントの水和の促進に寄与していることが認められる。

次に、材令28日までの圧縮強度、及び結合水量1%に対する強度を図-3に示す。供に各材令において分割練り混ぜによる強度の増進がみられる。以上のことから分割練り混ぜを行った場合、初期材令においてスラグの水和反応が促

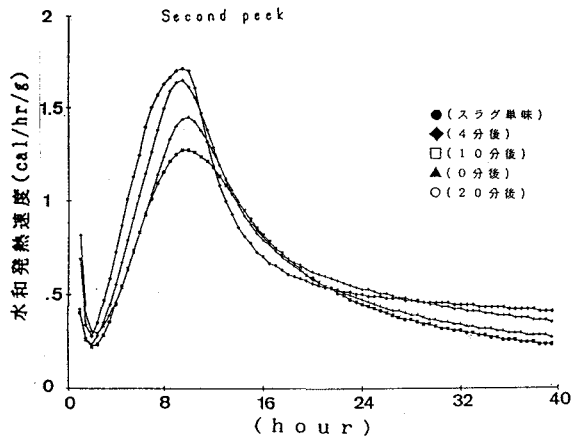


図-2

進され、同一結合水量に対して圧縮強度が増進していることが確認された。

図-4は各練り混ぜ方法における内部の空隙を表す全細孔量と平均細孔径の推移を示す。同時練り混ぜと比較して材令7日の全細孔量が20~30%程度減少し、平均細孔径も小さくなり、緻密な構造となっていると考えられる。すなわちOPCとスラグを分割して練り混ぜることにより、スラグがOPCと混合されアルカリ刺激を受けさせることで、スラグ各粒子は水和反応を促進し、水和物の析出を進行させる。その為に同時練り混ぜと比較して結合水量が増加し、構造がより早期に密実なものとなり初期強度が増進したと考えられる。

図-5に示すように、養生の影響はBでは材令3日で分割練り混ぜが同時練り混ぜに比べて圧縮強度比がかなり大きく、Cでは材令7日で、またDについても材令28日において練り混ぜ方法による差が顕著である。これは、分割練り混ぜにより初期の水和が促進され、気中にさらされても乾燥の影響を比較的受けにくくなったためと推測される。

4. 結論

- (1) OPCとスラグを分割して練り混ぜると、スラグ粒子が、ごく初期において粒子周囲にゲル膜を生成した後で強アルカリによって刺激を受けさせることで発熱速度が大きくなることを認め、スラグ粒子の水和反応を促進したことを明らかにした。
- (2) 水和の促進に従い、結合水量が増加したことを認め、また全細孔量や平均細孔径も小さなものとなり構造がより密実になった。
- (3) 材令1日の圧縮強度は、分割練り混ぜを行うと材令初期の反応が促進され、養生温度20℃で標準型減水剤を用いた場合、同時練り混ぜと比較して40%程度増進した。
- (4) 分割練り混ぜによる初期水和促進の効果により、強度は同時練り混ぜのものを上回り、初期に短時間気中放置されても乾燥の影響を受けにくくなっていることを認めた。

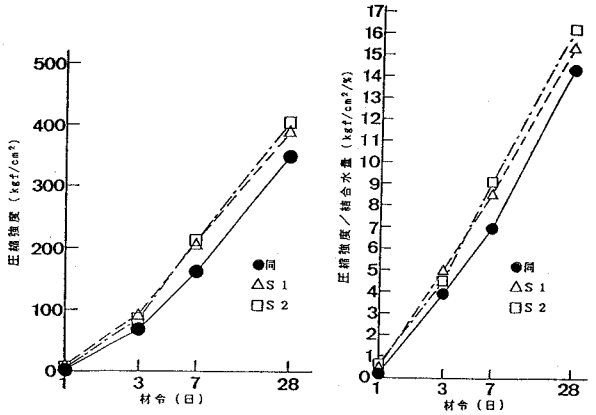


図-3 モルタルの場合の圧縮強度と結合水量1%に対する強度の材令に伴う推移

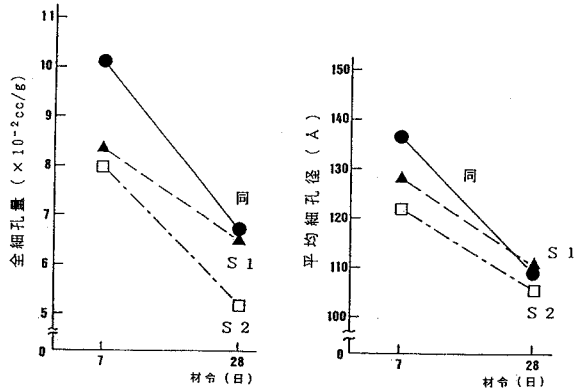


図-4 標準型A E減水剤を用いた場合の全細孔量、及び平均細孔径の推移

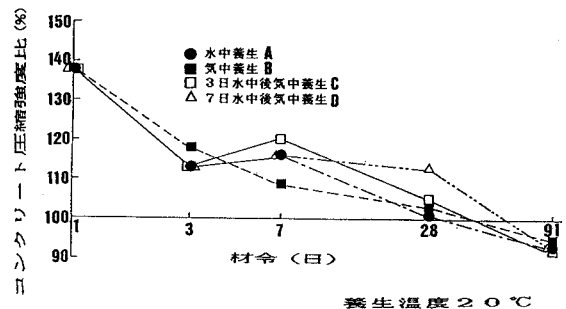


図-5 同時練り混ぜコンクリートに対する強度比

本研究にあたり、新日鐵化学(株)檀康弘氏他の御協力を得ましたので謝意を表します。