

コンクリート 2 次製品配合におけるフライアッシュの置換率と蒸気養生の効果

函館工業高等専門学校 学正員 ○川村小百合

福岡大学工学部 正会員 橋本紳一郎

函館工業高等専門学校 正会員 澤村 秀治

石川島建材工業 正会員 伊達 重之

石川島建材工業 正会員 伊藤 祐二

1. はじめに

現在、セメント・コンクリート分野で石炭灰を有効利用した研究は数多く行われているが、JIS の決められた使用量内が主であり¹⁾、コンクリート 2 次製品においても、それ以上の多量に有効利用したフライアッシュコンクリートやそれらの蒸気養生効果について検討は少ない。

そこで、本研究では、実際に使用されているコンクリート 2 次製品配合に対して II 種フライアッシュ（以降、FA II 種と称す）を多量に混入し、それらの蒸気養生と強度の関係について検討した。

2. 実験概要

本研究では、セメントに普通ポルトランドセメント(密度: 3.14g/cm³)と早強ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm³)、細骨材は静岡県大井川産玉石砕砂(密度: 2.62g/cm³, F.M: 2.98)、粗骨材は最大寸法 20mm の静岡県大井川産玉石砕石(密度: 2.65g/cm³, F.M: 6.85)を使用し、フライアッシュは、北海道電力苫東厚真発電所から排出された FA II 種(密度: 2.18g/m³, 強熱減量: 1.70%, 比表面積: 3,700cm²/g)を使用した。また、混和剤には、ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤とアルキルカルボン酸系の AE 剤を使用した。

本研究の配合条件と配合表を表-1、表-2 に示す。

配合は、実際に使用されているコンクリート 2 次製品用の配合を基に、実験水準であるセメントの種類(2 種類)と水結合材比(25%, 35%)により、大きく 3 つのグループ配合(配合名: ①, ②, ③)に分け、各グループに対して、フライアッシュの置換率(0, 25, 50%)を 3 水準設定し、合計 9 配合とした。

養生条件は、各配合に対して 20℃, 45℃, 55℃の 3 つの設定温度で行った。20℃での養生は、コンクリート練混ぜ後、恒温室内で気中養生を行い、22 時間後に養生を終了し、脱型を行った。脱型後、更に供試体の一部を 20±1℃で水中養生し、残りを恒温室内(室温: 20℃, 湿度 60%)で気中養生を行った。45℃と 55℃の養生は、コンクリート練混ぜ後、蒸気養生槽を使用して蒸気養生を行い、4 時間後に蒸気養生を終了し、脱型を行った。脱型後、養生温度 20℃の場合と同様に水中養生と気中養生を行った。

圧縮強度試験は、各養生条件に対して、型枠脱型時(練混ぜ後 4 時間または 22 時間)と材齢 28 日(水中養生と気中養生)で、JIS A 1108 に準拠して行った。

3. 実験結果及び考察

図-1 は、配合名: ①-3 の蒸気養生温度の違い(45℃と 55℃)と圧縮強度の関係を示したものである。破線の W は脱型後に水中養生、実線の A は脱型後に気中養生を行ったことを示す。蒸気養生温度 45℃と 55℃の結果を比較すると、蒸気養生温度を高くすることにより脱型初期の強度は高くなるが、材齢 28 日の強度は小

表-1 配合条件

配合名		セメントの種類	水結合材比(%)	フライアッシュ置換率(%)	
①	1	早強ポルトランドセメント	25	0	
	2			25	
	3			50	
②	4	普通ポルトランドセメント		0	
	5			25	
	6			50	
③	7	早強ポルトランドセメント		35	0
	8				25
	9				50

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/C(%)	置換率(%)	単位量(Kg/m ³)					
			W	C	FA	S	G	SP
①	1	25	0	150	600	0	787	897
	2	33.3	25	250	450	150	763	871
	3	50	50	150	300	300	740	844
②	4	25	0	150	600	0	788	899
	5	33.3	25	150	450	150	765	872
	6	50	50	150	300	300	741	845
③	7	35	0	150	429	0	554	632
	8	46.9	25	150	320	108	838	956
	9	70.1	50	150	214	215	820	936

SP: ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤

連絡先: 福岡市城南区七隈八丁目 19 番 1 号 福岡大学工学部社会デザイン工学科 TEL: 092-871-6631

さくなくなった。特に脱型後に水中養生を行ったものに、その傾向は顕著であり、これらの傾向は、他の配合の置換率においても同様の傾向を示した。これは、FA II 種を置換したコンクリートの水和速度と関係しており、養生温度を高くすることにより、脱型初期の水和が早まったことにより、材齢 28 日の強度が伸びなかったと考えられる。また、水中養生と気中養生の効果を比較すると、水中養生の強度が高くなっており、この結果は全ての配合で同様であった。

図-2 は、配合名：②-6 の脱型前養生の違い（気中養生：20℃と蒸気養生：45℃）と圧縮強度の関係を示したものである。蒸気養生 45℃と気中養生 20℃の結果を比較すると、脱型前養生方法（気中養生：20℃と蒸気養生：45℃）の効果は、気中養生 20℃の材齢 28 日圧縮強度が高かったことから、本研究結果では FA II 種を置換したコンクリートに対して、蒸気養生等の高温養生は、強度増進に有効ではないと考えられる。また、水中養生と気中養生の効果を比較すると、水中養生の強度が高くなっており、この結果は全ての配合で同様であった。

材齢 28 日の圧縮強度試験結果を用いて分散分析を行い、本研究結果の強度への影響要因を検討した。分散分析は L9 直行表を用いて、材齢 28 日強度に対するセメントの種類、W/P、FA/P、養生温度の違い、脱型後の水中養生の効果について寄与率を求め、材齢 28 日強度に対してそれぞれの影響要因を検討した。表より、本研究範囲内では、材齢 28 日強度に対して、W/P、FA/P の寄与率が高く、養生温度、水中養生の寄与率は低いという結果が得られた。また、セメントの種類に関しては材齢 28 日強度に影響しないことを明らかにした。

4. まとめ

本研究では、FA II 種を 50%まで置換したコンクリートの養生条件と強度の関係について検討した結果、FA II 種を置換したコンクリートに対して、蒸気養生等の高温養生を行うことは、初期材齢強度には有効であるが、その後の強度増進に有効ではない。また、材齢 28 日強度の分散分析の結果より、セメントの種類より W/P、FA/P の起因することを示した。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力を頂きました北海道電力(株)小野寺収様をはじめとする関係各位に感謝申し上げます。また、本研究は、日本学術振興会平成 19 年度科学研究費補助金の若手研究(スタートアップ) (課題番号 18860084, 研究代表：橋本紳一郎) に基づき実施されたものであることを付記し、感謝の意を表します。

参考文献

1).土木学会:フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針(案),コンクリートライブラリー94,1999.4

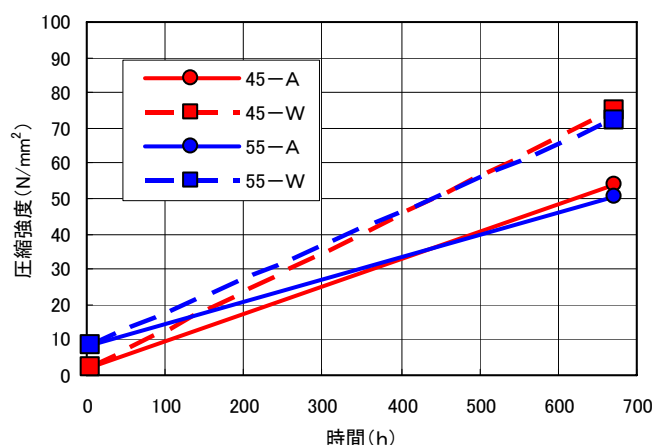


図-1 養生温度と圧縮強度の関係

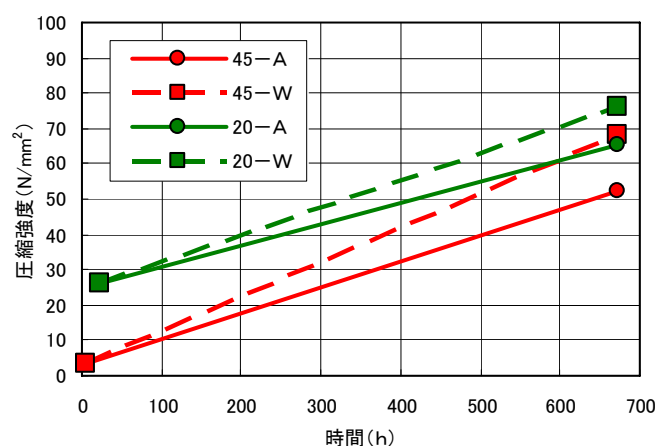


図-2 養生条件と圧縮強度の関係

表-2 分散分析結果

要因	寄与率(%)
セメントの種類	0
W/P	31.2
FA/P	35.7
養生温度	6.3
水中養生	16.8