

[1038] オートクレーブ養生硬化体 (F-C-W 系) の強度に及ぼす フライアッシュの品質

正会員 ○笠井芳夫 (日本大学生産工学部)
 正会員 松井 勇 (日本大学生産工学部)
 青木敏雄 (日本大学生産工学部)
 正会員 杉本 貢 (竹本油脂第三事業部)

1. はじめに

産業廃棄物の利用に関する研究の一貫として、高炉スラグやフライアッシュのオートクレーブ養生製品への利用について研究してきた。これまでに、スラグ-石膏-石灰系セメントの強度¹⁾、スラグまたは石炭灰-ポルトランドセメント-水系オートクレーブ養生²⁾、スラグまたはフライアッシュ-ポルトランドセメント-水系オートクレーブ養生³⁾およびフライアッシュ-普通ポルトランドセメント-水系オートクレーブ養生⁴⁾について報告した。

本論文は、7種類のフライアッシュを用いたフライアッシュ-普通ポルトランドセメント-水系のオートクレーブ養生に関する実験研究で、オートクレーブ養生硬化体 (F-C-W系) の材令6ヶ月までの強度に及ぼすフライアッシュの品質について検討したものである。

2. 実験方法

(1) 使用材料

セメントは、純普通ポルトランドセメント (敦賀セメント (株) 製) を用いた。

使用したフライアッシュは、北電興業 (株) 砂川工場および江別工場、常磐火力産業 (株)、電発フライアッシュ (株)、中電化工 (株) 新宇部事業所、九電産業 (株) 大牟田事業所および大村事業所の7種類である。これらの化学成分および物理的性質を表-1に示す。これらフライアッシュの特徴を示すと以下のものである。フライアッシュD、E、FはSiO₂が他に比し少ない。D、EはAl₂O₃が他に比し多い。D、FはCaOが他に比し多く、Gは少ない。Fは、SO₃が他に比し多い。E、Gは粉末度ブレン値が他に比し大きく、Aは小さい。またFは単位水量比が他に比し少ない。Aは28日圧縮強度比が他に比し小さく、Gは大きい。

表-1 化学成分及び物理的性質

フライアッシュ	化学成分										物理的性質							
	1)	1)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	1)	1)	粉末度 ¹⁾			メチレン	1)	1)
	ig loss (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	水分 (%)	比重 (%)	ブレン (cm ² /g)	80μ 残分 (%)	45μ 残分 (%)	吸収系 (mg/g)	単位水量比 (%)	圧縮28日 (%)	
A	0.32	59.44	26.21	4.52	2.98	1.46	0.06	1.50	2.12	0.13	1.96	2310	8.1	26.0	0.14	97	59.5	
B	0.41	59.18	27.55	4.16	2.45	2.50	0.21	1.10	1.98	0.17	2.14	3720	0.7	4.9	0.15	97	76.6	
C	2.71	54.83	28.90	3.09	5.53	1.68	0.88	1.55	1.40	0.15	2.08	2770	8.0	47.5	0.30	99	72.1	
D	1.20	48.90	29.05	5.68	8.59	2.16	0.57	1.57	0.91	0.18	2.17	3080	8.0	21.8	0.26	98	71.6	
E	2.60	52.07	31.65	3.52	4.96	1.96	0.81	0.18	0.57	0.29	2.26	4530	0.9	4.5	0.29	99	71.6	
F	1.14	49.40	25.70	7.32	8.34	1.40	2.01	1.97	1.76	0.20	2.35	3250	0.4	2.7	0.16	93	72.6	
G	2.78	56.93	26.79	4.08	1.85	1.58	0.69	1.50	2.38	0.17	2.28	5260	1.6	5.3	0.26	97	92.9	
JIS規格	—	45以上	—	—	—	—	—	—	—	1以下	1.95以上	2400以上	—	—	—	102以下	60以上	

註1) JIS A 6201 (フライアッシュ) による。註2) セメント協会標準試験方法による。

表-2 F : C = 0.5 : 0.5 ベースのフロー値と水セメント比

種別	A	B	C	D	E	F	G
水セメント比(%)	27	28	29	24	32	39	39
フロー値 [※]	184	181	175	175	178	176	175

※フロー値は180±10

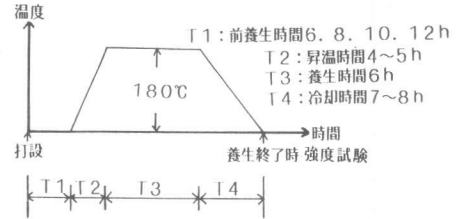


図-1 オートクレーブ養生方法

(2) 調合

フライアッシュ-普通ポルトランドセメント-水系ペーストの調合は、F : Cの混合割合を0.5 : 0.5と一定にし、フロー値を180±10となるように水を加えた。これらの調合を表-2に示す。また加水後、早い時期にオートクレーブ養生するため、メラミン系減水剤にチオ硫酸塩を配合した硬化促進剤をフライアッシュ+セメントの重量に対して3%添加した。

(3) 供試体の形状、寸法および成形方法

供試体は、40×40×160mmの型枠を用いて成形した。

フライアッシュとセメントを粉末の状態で、V型混合機を用いて30分間混合した。フライアッシュ、セメント、水および硬化促進剤はJIS R 5201(セメントの物理試験方法)に準じて練り混ぜ、型枠に詰めて成型した。

(4) 前養生方法

前養生は成形後、供試体を型枠のまま20℃室中で6、8、10および12時間静置して行った。

(5) オートクレーブ養生方法

前養生終了後、型枠のままオートクレーブ養生を行った。オートクレーブ養生は、図-1に示すように、養生温度：180℃、養生時間：6時間とした。

(6) 後養生方法

オートクレーブ養生終了後、脱型して、供試体を温度20℃の空气中で養生した。

(7) 強度試験方法

圧縮および曲げ強度は、JIS R 5201に準じて試験した。試験材令は、前養生終了直後、オートクレーブ養生終了直後(オートクレーブ養生終了後、供試体を7~8時間冷却した後)に試験した。その後は材令28日および6ヶ月で試験した。

3. 結果および考察

(1) 前養生時間と前養生終了時強度との関係

前養生時間と前養生終了時の圧縮および曲げ強度との関係を図-2に例示する。硬化促進剤を用いると、前養生終了時の圧縮および曲げ強度が大きくなるが、フライアッシュの銘柄によって、その程度が異なる。フライアッシュAおよびDは、硬化促進剤を添加することによって、圧縮強度は添加しないものに比べ約1.5~3倍大きくなった。この傾向は、フライアッシュB、C、Gも同様であった。これに比べて、硬化促進剤を添加してもE、Fの強度は、小さかった。

硬化促進剤を用いた場合の前養生時間と前養生終了時の圧縮強度との関係を図-3に示す。フライアッシュAおよびCは、前養生時間が長くなるに従って強度が直線的に大きくなっている。BおよびGは前養生12時間までは強度が若干小さいが、その後、大きくなっている。Dは前養生12時間の強度が最も大きい。フライアッシュEおよびFの強度は他の強度に比べて非常に小さい。特に、Fは前養生時間12時間までの強度が非常に小さい。これは、フライアッシュFに