

セメント低混和コンクリートの常圧蒸気養生時の強度発現性に関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○上野真紀
 宇都宮大学大学院 正会員 藤原浩巳
 宇都宮大学大学院 正会員 丸岡正知
 宇都宮大学大学院 学生会員 岩田正幸
 宇都宮大学 学生会員 竹井智哉

1. はじめに

コンクリート二次製品は品質管理が容易であるという利点のために、広く採用されている。コンクリート二次製品は、生産効率を上げるため高い早期強度発現性が求められており、一般に富配合のコンクリートが使われる。

近年、温室効果ガスによる地球温暖化が問題となっている。2009年12月にはデンマークのコペンハーゲンにてCOP15が開催され、各国が2020年までの温室効果ガス削減目標を発表し、日本は1990年比25%削減を打ち出した。温室効果ガスのなかで、二酸化炭素は他と比較して温室効果寄与度は小さいものの、排出量が圧倒的に多い。また、セメント産業が排出する二酸化炭素は、日本の総排出量の約4%を占めており¹⁾、今後一層削減努力が要求される分野である。そこで本研究では環境負荷低減を目的とし、セメント低混和コンクリートにて二次製品の製造を行うことを想定し、常圧蒸気養生を施した際の圧縮強度発現性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究の使用材料を表1に示す。主材料として普通ポルトランドセメント(記号:C)、産業副産物であり潜在水硬性を有する高炉スラグ微粉末(ブレン比表面積4000cm²/g、記号:BS4)及びポゾラン物質であるフライアッシュ(JISⅡ種品、記号:FAⅡ)を使用した。また、初期強度発現の目的として無水石膏(記号:AG)及び多孔性高比表面積消石灰(以下消石灰、記号:TK)を使用した。

2.2 実験条件

本研究の配合条件を表2、粉体構成を表3に示す。

水粉体比(以下W/P)25%のシリーズでは、セメント混合割合を20・15・10%、フライアッシュの混合割合を30・35%と変化させた。W/P=20%のシリーズではセメント混合割合を20・30%とし、フライアッシュの混合割合は20～

35%と変化させた。また、TKシリーズでは、初期強度の増進を目的とし、配合20-1、20-2、20-3の高炉スラグ微粉末10%を高比表面積消石灰に置き換えたもので試験を行った。高性能減水剤添加率は、所定のスランプ値を得られるよう適宜調整した。

表1 使用条件

材料	記号	材料	密度[g/mm ³]
結合材 P	C	普通ポルトランドセメント	3.15
	FAⅡ	フライアッシュ JISⅡ種品	2.29
	BS4	高炉スラグ微粉末4000	2.90
	AG	無水石膏	2.90
	TK	多孔性高比表面積消石灰	2.40
細骨材	S	鬼怒川産川砂	2.54
粗骨材	G	茨城県笠間産砕石 5号6号 Ⅱ=6:4	2.66
水	W	上水道水	1.00
減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系 高性能減水剤	1.08

表2 配合条件

水粉体比W/P	細骨材率s/a	単位水量	スランプ値
25%・20%	35%	120kg	8±2.5cm

表3 粉体構成

シリーズ名	配合名	質量比[%]				
		C	BS4	FAⅡ	AG	TK
W/P=25% シリーズ	25-1	20	35	35	10	0
	25-2	20	40	30	10	0
	25-3	15	40	35	10	0
	25-4	15	45	30	10	0
	25-5	10	45	35	10	0
	25-6	10	50	30	10	0
W/P=20% シリーズ	20-1	20	35	35	10	0
	20-2	20	40	30	10	0
	20-3	20	45	25	10	0
	20-4	20	50	20	10	0
	20-5	30	35	25	10	0
	20-6	30	40	20	10	0
TK シリーズ	20TK-1	20	25	35	10	10
	20TK-2	20	30	30	10	10
	20TK-3	20	35	25	10	10

キーワード:環境負荷低減 常圧蒸気養生 セメント低混和コンクリート

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 Tel:028-689-6211

2.3 実験項目

(1) スランプ試験

スランプ試験は、「JIS A 1101 コンクリートのスランプ試験方法」に準拠した。

(2) 圧縮強度試験

φ10×20cmの円柱供試体を用い、「JIS A 1108:2006 コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠した。養生および強度試験は常圧蒸気養生(70℃, 6時間保持)直後の材齢1日, 蒸気養生後 20℃の恒温室にて気中養生を行い材齢7日にて行った。

3. 試験結果及び考察

各配合の SP 添加率, スランプ値及び蒸気養生直後及び蒸気養生後, 気中にて材齢7日まで養生を行った供試体の圧縮強度試験結果を表4に示す。また, 圧縮強度試験結果について, 図1に W/P=25%シリーズ, 図2に W/P=20%シリーズ, 図3に TK シリーズを示す。

(1) W/P=25%シリーズ

セメントの割合が減少するに伴い, 圧縮強度は低下した。特に 7 日圧縮強度に関しては, セメントの減少に伴い, 圧縮強度の増加割合が小さくなり, 強度発現性が悪くなった。なお, フライアッシュの混合割合による圧縮強度の違いはほとんど確認できなかった。

(2) W/P=20%シリーズ

セメントの割合が 20%の場合, フライアッシュの割合を 20~35%に変化させたが, 強度発現性に大きな差は見られなかった。しかし, セメントの割合が 30%の場合, フライアッシュの割合が 25%のとき, 強度発現性は良好であった。

(3) TK シリーズ

消石灰を混和した場合, 高性能減水剤の添加量が増加する傾向がみられる。消石灰を混和した場合の材齢1日において配合による圧縮強度の違いは認められなかった。W/P=20%シリーズと比較すると, 多少の強度

増進が認められる配合があるものの, 蒸気養生を行う場合は, 消石灰による初期強度増進の効果は得られないと考えられる。

4. まとめ

・常圧蒸気養生を行う場合, フライアッシュの混合割合が 20~35%の範囲においては, 強度発現性に大きな差は確認できない。

・高炉スラグ微粉末の一部を多孔性高比表面積消石灰で置き換えることでの初期圧縮強度増進の効果は期待できない。

・粉体中のセメント混和割合が 30%にて, 常圧蒸気養生直後で65N/mm²程度, 材齢7日で80N/mm²程度の圧縮強度を発現することが可能である。

【参考文献】

- 1) 社会法人セメント協会:セメント産業における環境対策, <http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jg1.html>
- 2) 山梨泰斗:低セメント型超高強度コンクリートの研究, 第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, Vol35, V-027

表 4 試験結果

シリーズ名	配合名	SP添加量[%]	スランプ値[cm]	圧縮強度[N/mm ²]	
				材齢1日	材齢7日
W/P=25% シリーズ	25-1	0.85	9.0	44.7	56.5
	25-2	0.85	9.0	49.4	58.7
	25-3	0.80	8.0	40.3	51.0
	25-4	0.80	10.5	43.0	53.9
	25-5	0.78	9.5	31.8	35.9
	25-6	0.78	9.0	30.9	37.3
W/P=20% シリーズ	20-1	0.80	7.5	56.5	66.0
	20-2	0.85	8.0	61.1	70.8
	20-3	0.85	8.5	60.2	69.2
	20-4	0.85	7.0	60.1	69.2
	20-5	0.87	6.0	68.9	84.0
	20-6	0.87	7.0	65.2	77.0
TK シリーズ	20TK-1	1.72	6.0	60.2	72.8
	20TK-2	1.72	10.0	59.1	70.6
	20TK-3	1.71	8.0	60.0	75.8

