

V-146

高炉スラグ微粉末及びフライアッシュを用いたコンクリートの適用性試験

日本道路公団試験研究所 正会員 宇佐美 惣
同 上 正会員 井ヶ瀬 良則
同 上 正会員 安松 敏雄

1. はじめに

最近、建設工事量の増大に伴いコンクリート用の良質な骨材、特に河川材の枯渇が進み、入手が困難になっており、そのかわりに砕石、砕砂の使用が増えてきている。砕石、砕砂を用いたコンクリートは川砂利、川砂を用いたコンクリートと比較してワーカビリティ確保のため単位水量を多く必要とし、水セメント比も大きくなるため、耐凍結融解、水密性等耐久性が低下する傾向にある。

筆者らは産業副産物であり経済的にも比較的安価な高炉スラグ微粉末及びフライアッシュを混和材として用いれば単位結合材量が一定の条件において単位水量が低減され、耐久性に関する特性が向上することを確認している。¹⁾これに基づき今回、設計基準強度一定の条件で配合した高炉スラグ微粉末及びフライアッシュを用いたコンクリートの諸特性に関する試験を行い適用性について検討したので報告する。

2. 試験の概要

表-1の配合パターンにより表-2に示す条件で試験を行った。

配合1～6は設計基準強度を 30 N/mm^2 とし、配合7～12は設計基準強度を 36 N/mm^2 としたものであり、現地へ適用した際の配合を想定したものである。この中で高炉スラグ微粉末及び

フライアッシュの適用性について配合2～6、配合8～12のとおり検討を行なった。

表-1には材料単価も示しており、材料費のみの比較であるが、高炉スラグ微粉末は普通ポルトランドセメントより安価なため、普通ポルトランドセメントのみを用いた配合のコンクリート（配合1、7）（以下「基本配合」と呼ぶ）に対して、高炉セメントB種を用いたコンクリート（配合2、8）及び高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントと内割で50%置き換えたコンクリート「配合3、9」では、 300 円/m^3 程度安価となっている。

一方、高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントと内割で70%置き換えたコンクリート「配合4、10」では逆に高価となっているが、これは強度発現が良好でなく、単位結合材量を多く必要とするためである。

表-1 配合パターン表

配合	セメント	骨材	混和材 ※1	混和剤	設計基準強度 (N/mm^2)	材料金額※2 (円/m^3)	配合1、7 との差
1	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	—	AE剤, AE減水剤	30	7,813	—
2	高炉セメントB種	砕砂、砕石	—	AE剤, AE減水剤	30	7,551	$\Delta 262$
3	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	高炉スラグ 4000 (50%)	AE剤, AE減水剤	30	7,474	$\Delta 339$
4	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	高炉スラグ 4000 (70%)	AE剤, AE減水剤	30	8,180	+367
5	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	フライアッシュ (10%)	AE剤, AE減水剤	30	7,827	+14
6	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	フライアッシュ (20%)	AE剤, AE減水剤	30	7,990	+177
7	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	—	AE剤, AE減水剤	36	8,447	—
8	高炉セメントB種	砕砂、砕石	—	AE剤, AE減水剤	36	8,084	$\Delta 363$
9	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	高炉スラグ 4000 (50%)	AE剤, AE減水剤	36	8,126	$\Delta 321$
10	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	高炉スラグ 4000 (70%)	AE剤, AE減水剤	36	8,967	+520
11	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	フライアッシュ (10%)	AE剤, AE減水剤	36	8,314	$\Delta 133$
12	普通ポルトランドセメント	砕砂、砕石	フライアッシュ (20%)	AE剤, AE減水剤	36	8,448	+1

※1 ()内はセメントに対する置換率。

※2 東京単価、高炉スラグ微粉末4000は見積による。

表-2 配合条件

項目	配合条件
目標強度	材齢28日 36、5及び42、 7 N/mm^2
粗骨材の最大寸法	20mm
目標スランプ	$10 \pm 1.0\text{ cm}$
目標空気量	$5.0 \pm 0.5\%$

キーワード 砕石 砕砂 高炉スラグ微粉末 フライアッシュ 耐久性

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 日本道路公団試験研究所

TEL 0427-91-1621 FAX 0427-92-8650

3. 結果及び考察

試験結果を表一3、4に示す。本試験結果から次の事項が確認された。

- ① 高炉スラグ微粉末及びフライアッシュを用いたコンクリートの単位水量は設計基準強度の違いに関わらず6～15Kg/m³程度少なくなった。
- ② 高炉セメントB種及び高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントと50%置き換えた配合の水結合材比は基本配合と同程度となり単位結合材量は減少する。
- ③ フライアッシュを普通ポルトランドセメントと20%置き換えた配合の水結合材比は基本配合と比較して小さくなる傾向を示した。
- ④ 混和材料を添加することにより、長さ変化率、拡散係数、耐久性指数、水和熱は同等若しくは改善される傾向にある。
- ⑤ 高炉スラグ微粉末の置き換え率を大きくすると設計基準強度確保のため、単位水結合材量が大きくなり不経済となる場合がある。

表一3 フレッシュ性状試験結果

配合	M/C混和材 (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					経減水量 (cc)	減剤	スラブ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)
			W	C	混和材	S	G					
1	59.5	43	181	304		756	1024	760	1.50	10.0	5.0	22
2	59.5	44	171	287		788	1023	718	2.25	10.5	5.5	22
3	59.5	43	168	141	141	775	1048	705	2.50	9.5	4.9	21
4	44.5	40	166	112	261	689	1055	933	2.25	10.0	5.2	21
5	57.5	43	175	274	30	759	1027	760	1.25	10.0	5.4	20
6	53.0	43	173	261	65	748	1012	815	2.25	10.0	5.0	20
7	48.5	38	180	371		648	1080	928	1.50	9.0	5.4	22
8	49.0	40	170	347		696	1066	868	2.00	10.0	5.4	21
9	47.0	39	168	178	179	677	1081	893	2.25	10.0	5.3	21
10	35.5	36	165	139	326	595	1074	1163	3.00	10.5	5.5	21
11	49.5	42	174	317	35	729	1028	880	1.25	10.5	5.5	20
12	46.0	42	172	299	75	714	1006	935	2.00	10.5	4.9	20

表一4 強度及び硬化コンクリートの性質・耐久性評価試験結果

配合	圧縮強度 (N/mm ²)			引張強度 (N/mm ²)			弾性係数 (N/mm ²)	乾燥収縮 長さ変化率 (×10 ⁻⁴) (8週)	透水量試験 拡散係数 (×10 ⁻¹²)	凍結融解試験 耐久性指数 (300サイクル)	水和熱		オートディンク 率 (%)
	7日	28日	91日	7日	28日	91日					最高温度 (℃)	時間 (h)	
1	25.8	36.9	41.2	2.6	2.8	3.4	26000	7.4	3.90	99.2	58.1	35	2.27
2	18.2	34.8	43.0	2.0	3.2	4.0	26100	6.9	2.36	103.9	49.0	51	3.90
3	17.7	36.2	41.9	1.7	3.3	3.1	26300	7.0	3.39	106.5	46.8	71	3.76
4	18.1	35.2	42.4	1.8	3.0	3.2	23700	7.9	4.83	118.5	52.2	68	2.18
5	29.6	38.7	46.6	2.5	2.9	3.3	26900	7.1	6.36	100.8	55.0	42	2.81
6	26.7	36.3	44.1	2.4	2.7	3.5	26600	6.5	5.14	98.7	52.3	43	3.16
7	33.4	43.1	50.9	2.8	3.3	3.5	28500	7.5	2.64	100.3	65.0	31	1.03
8	24.2	40.7	47.9	2.4	3.5	3.5	26900	7.7	1.51	104.9	55.9	51	2.72
9	22.2	41.7	52.0	2.0	3.3	3.4	27100	7.8	3.11	107.5	55.0	57	2.26
10	23.6	40.0	51.4	2.3	3.4	4.2	28600	7.9	2.77	121.0	59.2	59	1.88
11	34.7	43.5	49.5	2.8	3.1	3.6	27900	7.2	5.95	101.4	59.1	41	1.70
12	29.4	40.7	49.8	2.5	3.3	3.5	27700	7.4	4.01	103.7	56.0	43	1.38

4. おわりに

地域環境の保全が急務となっている現状の中で、高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等の産業副産物を積極的に用いることは意義のあることである。これらをコンクリートに使用した場合には、初期強度発現の遅延、耐中性化低下の懸念等、問題はあるものの、水和熱の低減、水密性の向上、アルカリ骨材反応の抑制等コンクリート構造物の耐久性向上につながる諸特性を有するこうした混和材料を、より積極的に使用していくべきであるとする。今後は、生コンプラント設備設置の問題もあるため、現地での適用性試験を行った上で適用拡大を図るための検討を行っていききたい。

参考文献 1) 井ヶ瀬他「砕石・砕砂を用いたコンクリートの耐久性向上に関する試験」第52回年次学術講演概要集