

九州電力(株)日向電力所 ○正員 是石俊文

総合研究所 正員 楠元孝夫

" " 正員 杉田正明

1. まえがき

重油専焼火力発電所の副産物である排煙脱硫2水石こうの利用について、筆者らは前に報告したとおり、これを高炉スラグ粉末と混合しアルカリ刺激剤として少量の普通ポルトランドセメントを用いることにより十分な強度を持つ硬化体を得、コンクリートの硬化材として利用できることを確認したが、更に骨材として天然骨材のほか高炉スラグ水砕砂、高炉スラグ碎石なども用いたコンクリート試験舗装を施工し諸性状を検討した。

2. 材料

セメント：セメントは普通ポルトランドセメント（日本セメント（株）佐伯工場製）を用いた。その品質は、比重3.16，比表面積 $3170 \frac{cm^2}{g}$ ，フロー値256mm， σ_7 241kgf/cm²， σ_{28} 418kgf/cm²である。

2水石こう：九州電力（株）苅田火力発電所排煙脱硫2水石こうを用いた。その品質は比重2.29，88μ残分3.2%，CaO3 2.5%，SO₃4 5.5%などである。

スラグ粉末：高炉スラグを急冷水砕処理した後微粉碎したものでその品質は比重2.90，比表面積 $3870 \frac{cm^2}{g}$ ，SiO₂3 3.5%，CaO4 2.6%，Al₂O₃1 5.3%である。

天然細骨材：川砂と海砂とを65：35に混合して用いた。

水砕砂：高炉スラグを特殊な条件下で水砕処理した硬質スラグを更に摩砕したものである。

スラグ碎石：高炉スラグを徐冷した後破砕整粒したものである。スラグ製品は新日本製鉄（株）八幡製鉄所および新日本製鉄化学工業（株）の製品である。

天然粗骨材：砂岩の碎石である。骨材の品質を表-1に示す。

3. コンクリートの配合

硬化材としてセメントを用いた配合（1，2，5）と2水石こう（G₂）とスラグ粉末（SL）を用いた配合（3，4）とに区分し、細・粗骨材のいずれかに高炉スラグを用いた配合（2，3，5）と天然骨材を用いた配合（1，4）とに区分した。2水石こう比（G₂/（G₂+SL））は40%とした。ミキサーは可傾式（6切）を用いた。2水石こう・スラグ粉末を用いた配合は粉体材料が多量

表-1 骨材の品質

項 目	細 骨 材			粗 骨 材	
	川 砂	海 砂	水 砕 砂	天 然	ス ラ グ 碎 石
比 重	2.58	2.63	2.63	2.66	2.54
吸 水 量 (%)	2.27	1.52	1.67	0.85	4.65
単位容積重量($\frac{kg}{m^3}$)	1715	1578	1472	1551	1361
粗 粒 率	2.98	2.20	2.43	6.87	6.66

となるため或程度以上の単位水量が必要となり、本試験ではスランブを $10 \pm 2.5 \text{ cm}$ ，混練時間を5分間とした。コンクリートの配合を表-2に示す。また2水石こう・スラグ粉末を硬化材とした配合においては刺激剤として普通ポルトランドセメントを $\frac{G}{SL+C} = 1\%$ の割合で水溶液にして用いた。

表-2 コンクリートの配合

配合番号	硬化材の種類	粗骨材の種類	細骨材の種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	空気量 (%)	水硬化の範囲 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 ($\frac{kg}{m^3}$)					
									水	セメント	2水石こう	スラグ粉末	細骨材	粗骨材
1	セメント	天然	天然	25	10 ± 2.5	5.0 ± 1	50	44	157	314	—	—	793	1033
2	セメント	スラグ	水砕砂	20	10 ± 2.5	5.0 ± 1	50	44.5	186	372	—	—	722	930
3	石こう・スラグ	スラグ	水砕砂	20	10 ± 2.5	2.0 ± 1	40	40	177	—	177	266	588	927
4	石こう・スラグ	天然	天然	25	10 ± 2.5	2.0 ± 1	40	40	193	—	193	290	596	914
5	セメント	天然	水砕砂	25	10 ± 2.5	5.0 ± 1	50	42.7	181	362	—	—	687	997

これらの配合を用いて試験

表 3 コンクリートの試験結果

配合番号	スラン プ (cm)	空気 量 (%)	強 度 (kgf/cm ²)						弾 性 係 数		ポアソ ン 比	コア試験結果	
			σ_c				σ_t	σ_b	$(\times 10^{-5} \%)$ 28日			単位容 積重量 (kg/m ³)	σ_c (kgf/cm ²)
			3 日	7 日	28日	91日	28日	28日	E_p	E_s			
1	10.3	5.1	198	292	347	379	31.0	45.6	3.79	2.83	0.20	2340	346
2	10.6	7.0	185	239	346	395	31.2	47.4	3.37	2.70	0.23	2230	335
3	10.4	2.5	92	255	403	450	32.5	50.9	3.32	2.72	0.26	2260	408
4	11.1	1.4	51	209	384	412	27.6	60.6	3.33	2.53	0.23	2330	437
5	10.1	5.2	190	282	381	422	30.3	49.3	3.73	2.91	0.19	2290	343

ンクリートの表面は表面硬化剤 (リトリナーフ化ケイ素の水溶性結晶粉末) を材令 7 日で撒布した。

4. 試験結果とまとめ

試験結果を表 3, 図 1, 2 に示す。

- (1) 硬化材として 2 水石こう・スラグ粉末を用い, 水砕砂およびスラグ碎石を用いた配合 3 は $\sigma_{28}=403 \text{ kgf/cm}^2$, $\sigma_{91}=450 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。全様の硬化材を用い, 細粗骨材に天然骨材を用いた配合 4 は $\sigma_{28}=384 \text{ kgf/cm}^2$, $\sigma_{91}=412 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。
- (2) 配合 3, 4 の試験舗装コンクリートは材令 91 日で $240 \sim 420 \times 10^{-6}$ の膨張ひずみを示した。これらの配合において 2 水石こうは水砕スラグ粉末の刺激材となり結晶質のエトリンジャイト ($\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{Ca}(\text{OSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O})$) および低結晶性のカルシウムシリケート水和物を生成して強度を発現させるものと考えられる。

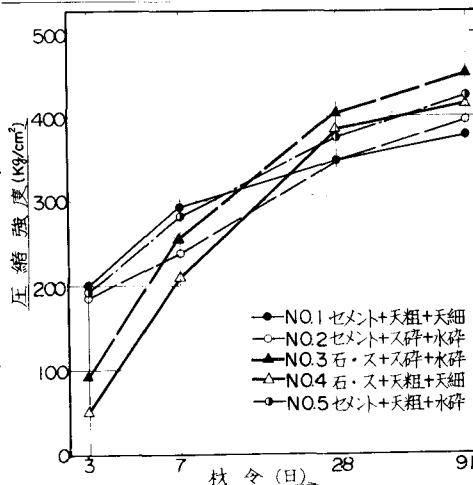


図 1 コンクリートの圧縮強度の伸び

- (3) 同一水硬化材比 (5.0%) で天然粗骨材を用いたとき, 水砕砂を用いた配合 5 の σ_{28} は 381 kgf/cm^2 で天然砂を用いた配合 1 の $\sigma_{28} 347 \text{ kgf/cm}^2$ を約 10% 上廻った。
- (4) 2 水石こう・高炉スラグ粉末を硬化材としたコンクリートの静弾性係数は, セメントを硬化材としたコンクリートに比較して約 6% 程度小さい値を示した。
- (5) σ_{28} の σ_7 に対する伸び率は, 硬化材としてセメントを用いた場合, 天然骨材を使用した配合 1 では 1.19 であるが水砕砂を用いた配合 5 では 1.35, スラグ碎石・水砕砂を用いた配合 2 では 1.45 に達した。これは水砕砂が潜在水硬性を持っているため水砕砂が硬化材の一部となって長期材令において硬化材と骨材とが化学的に結合するためと思われる。

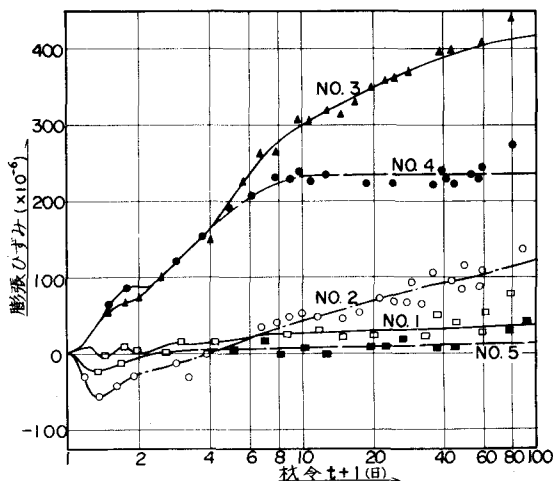


図 2 コンクリートの膨張性状

おわりに本試験の実施にあたり御指導賜りました九州工大渡辺明教授, 高炉スラグ製品を製造・提供下さいました新日本製鉄 (株) の関係各位, 松本建設 (株), 入郷生コン (有) その他多くの関係の方々に厚く感謝申し上げます。

参考文献 1) 小林・樋口: 排煙脱硫石こうおよび高炉スラグのセメントとしての利用, 土木学会 8. 52 年度講演概要集 2) 関・上杉: 火力発電所より排出される石こうの利用についての一考察, 電力土木 150, 1977. 9 3) スラグ資源化委員会: 鉄鋼のスラグ, 昭和 52 年 4 月