

V-334

RCD用コンクリートの締固めおよび圧縮強度に及ぼす石灰石粉末の影響

北海道開発局 開発土木研究所 正員 馬場道隆
 北海道開発局 開発土木研究所 正員 堺 孝司

1. まえがき 最近の国内における重力式コンクリートダムは、そのほとんどが超硬練り貧配合コンクリートを用いるRCD工法によって建設されている。RCD工法が1978年に初めて島地川ダムで採用されて以来、コンクリートの配合と締固めについて多くの検討が行われてきており、その基本的な技術は確立されたと言えよう。RCD工法に関する最近の研究には、二つの大きな流れがあるように思われる。一つは、より合理的な施工法の開発であり、他の一つは、RCD用コンクリートの配合における混和材料の検討である。これまでのRCD工法による施工例のほとんどは、中庸熟セメントをベースとするフライアッシュセメントが用いられてきた。しかし、北海道開発局では現在、混和材料として置換率65%の高炉スラグ微粉末を用いたRCD用コンクリートでの施工が行われている。高炉スラグ微粉末に加えて、最近注目されている混和材料として石灰石粉末(以下、石粉と略)がある¹⁾。しかしながら、RCD用コンクリートにおける石粉の効果に関する検討は非常に少ない²⁾。

本研究は、RCD用コンクリートの締固めおよび圧縮強度に及ぼす石粉の影響について検討したものである。

2. 実験概要 実験は、高炉スラグセメントとフライアッシュセメントの二種類について行った。高炉スラグセメントのスラグ置換率は65%であり、フライアッシュセメントのフライアッシュ置換率は30%である。ベースセメントは、何れも中庸熟セメントである。

表-1に、セメントの化学成分および物理特性を示す。石粉は、その比表面積が2,340cm²/gのものと4,890cm²/gのものを用いた。石粉の比重は、いずれも2.73である。高炉スラグセメントおよびフライアッシュセメントを用いる場合の粗骨材の最大寸法は、それぞれ150mmおよび80mmである。

表-2に、骨材の分級毎の物理的性質を示す。骨材は、高炉スラグセメントを用いる場合は北海道札幌川産の、またフライアッシュセメントを用いる場合は北海道空知川産の川砂および河床石である。

表-3に、コンクリートの配合を示す。石粉置換率は、細骨材容積に対するものであり、配合では細骨材の一部として取り扱った。石粉を用いないコンクリートの基本配合は、別途行われた配合試験結果に基づいている。V_C値の測定は、大型V_C試験(容器:φ480×400mm)および小型V_C試験(容器:φ240×200mm)により行った。小型V_C試験および圧縮強度試験用供試体(φ150×300mm)の作成には、40mmフルイでウェットスクリーニングしたコンクリートを用いた。なお、V_C試験における振動台の振動数は3,000c

表-1 セメントの化学成分および物理的性質

セメント	化 学 成 分 (%)							比表面積 (cm ² /g)	比重
	ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃		
フライアッシュセメント 置換率30%	0.8	17.2	3.7	2.8	45.9	1.4	1.7	3,390	2.87
高炉スラグセメント 置換率65%	0.7	29.0	11.1	1.8	49.8	4.5	1.9	3,860	3.00

表-2 骨材の物理的性質

項目 粒径 (mm)	比重	吸水率 (%)	粗粒率	
				高炉スラグ
80~40	2.72	0.61	8.99	
40~20	2.71	0.77	7.98	
20~5	2.68	1.22	6.62	
5以下	2.65	1.84	2.46	
フライアッシュ	80~40	2.69	0.57	9.03
40~20	2.70	1.31	8.02	
20~5	2.71	1.69	6.73	
5以下	2.64	2.63	2.76	

表-3 コンクリートの配合

セメント	石粉置換率 (%)	石粉の比表面積 (cm ² /g)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				水	セメント	粗骨材	石粉	
高炉スラグ	0	—	28	86	120	641	1,675	—
	5	2340	28	86	120	609	1,675	33
	10	2340	28	86	120	577	1,675	66
	15	2340	28	86	120	545	1,675	99
	20	2340	28	86	120	513	1,675	132
	5	4890	28	86	120	609	1,675	33
	7.5	4890	28	86	120	593	1,675	50
	10	4890	28	86	120	577	1,675	66
	12.5	4890	28	86	120	561	1,675	83
	15	4890	28	86	120	545	1,675	99
フライアッシュ	20	4890	28	86	120	513	1,675	132
	0	—	32	98	120	713	1,552	—
	5	2340	32	98	120	677	1,552	37
	10	2340	32	98	120	642	1,552	74
	15	2340	32	98	120	606	1,552	111
	20	2340	32	98	120	570	1,552	147
	30	2340	32	98	120	499	1,552	221
40	2340	32	98	120	428	1,552	295	

pm、振幅は 1mmとした。

3. 実験結果および考察 図-1は、高炉スラグセメントを用いた場合のV C値に対する石粉置換率の影響を示す。石粉の比表面積が $2,340\text{cm}^2/\text{g}$ の場合、大型V C試験および小型V C試験の何れも、石粉置換率が10%の近傍で最小なV C値となる傾向を示している。石粉の比表面積が $4,890\text{cm}^2/\text{g}$ の場合も同様であるが、大型V C試験の結果は、石粉置換率10%で著しくV C値が小さなものとなった。このように、RCD用コンクリートの締め固め特性は、石粉の置換率および粉末度によって異なることが明らかになった。なお、大型V C試験において、石粉を用いていない基準となるV C値が約80秒となっている。これはV C値が60秒になるように現場で決定された配合を実験室で行った結果であり、大型V C試験で一般的に採用されているV C値 60 ± 20 秒のほぼ上限に相当する。図-2は、フライアッシュセメントを用いた場合のV C値に対する石粉置換率の影響を示す。大型V C試験および小型V C試験の何れにおいても、石粉置換率が20%近傍で最小となっており、前述の最大骨材寸法が150mmで高炉スラグセメントを用いた場合と異なる結果となった。

図-3は、高炉スラグセメントを用いた場合の材令と圧縮強度の関係を示す。図-4は、石粉置換率と圧縮強度の関係を示す。石粉置換率の増加と共に、圧縮強度は増加している。また、石粉の比表面積が大きい程、その増加率は大きなものとなっている。図-5は、フライアッシュセメントを用いた場合の材令と圧縮強度の関係を示す。また、図-6は、石粉置換率と圧縮強度の関係を示す。石粉の利用によって圧縮強度は増加するが、その増加率は石粉置換率によらずほぼ一定である。

以上、石粉はRCD用コンクリートの締め固めおよび圧縮強度に影響し、影響の程度は石粉の置換率および粉末度、ならびにコンクリートの配合によって大きく異なることが明らかになった。石粉の利用による圧縮強度増進効果については、これまで様々な説明がなされているが、まだ確定的な評価はなされていない。今後の一層の研究が望まれる。

[参考文献] 1) 藤井、富沢：コンクリート用材料としての石灰石粉末に関する考察、*74*技術、No54、1991
2) 松島、安本、大塚：微粒骨材(石灰粉)を用いたRCD用コンクリートの改良について、*74*技術、1991増刊No.1

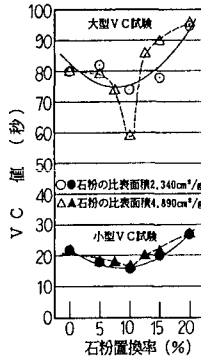


図-1 高炉スラグセメントを用いた場合のV C値に対する石粉置換率の影響

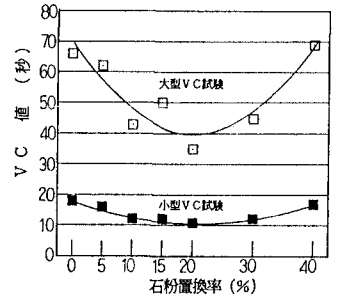


図-2 フライアッシュセメントを用いた場合のV C値に対する石粉置換率の影響

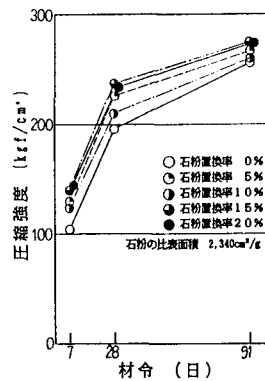


図-3 高炉スラグセメントを用いた場合の材令と圧縮強度の関係

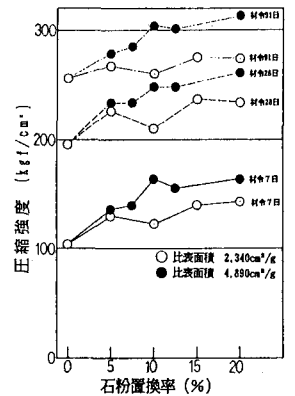


図-4 高炉スラグセメントを用いた場合の石粉置換率と圧縮強度の関係

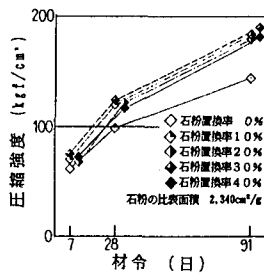


図-5 フライアッシュセメントを用いた場合の材令と圧縮強度の関係

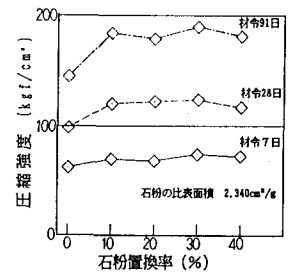


図-6 フライアッシュセメントを用いた場合の石粉置換率と圧縮強度の関係