

高性能減水剤を用いた砕砂コンクリートの性状について

九州電力 ㈱ 総合研究所 正会員 杉田 英明
 福岡大学 工学部 " 大和 竹史
 " " 学生員 ○辻 直樹
 " " " 喜多村 亨

1. まえがき

高性能減水剤は、土木・建築工事はもとより二次製品などコンクリート用混和剤として幅広く使用されるようになり、その性能については高く評価され、これまでに多くの研究や施工例が報告されている。しかし、高性能減水剤を砕砂コンクリートに使用した例は少なく、コンクリートの配合やその性状については不明な点が多く残されているようである。そこで筆者らは、砕石、砕砂を用いたコンクリートの施工性及び品質の改善を目的として高性能減水剤を用いた場合の性能効果について基礎的実験を行った。

2. 使用材料

(1) セメントは、麻生セメント㈱製のフライアッシュセメントB種を使用した。セメントの物理的品質を表-1に示す。

表-1
フライアッシュセメントの品質

試験項目	成績
比重	2.96
比表面積 (cm ² /g)	3200
凝結 始発(h-m)	3-30
終結(h-m)	6-20
フロー (mm)	289
曲げ強さ 7日 (kgf/cm ²)	43.0
28日 (kgf/cm ²)	64.8
圧縮強さ 7日 (kgf/cm ²)	149
28日 (kgf/cm ²)	266

表-2 骨材の品質

試験項目	骨材の種類		粗骨材
	海砂	砕砂	
比重	2.56	2.74	2.74
表乾 絶対乾	2.52	2.68	2.67
吸水率(%)	1.51	2.33	2.76
洗い試験(%)	1.53	1.36	—
単位容積重量(kg/l)	1.63	1.62	1.60
粒形判定実率率(%)	58.0	53.8	59.6
有機不純物	良	良	—
塩分含有量	0.02	—	—
粗粒率	2.49	2.85	6.45

(2) 骨材は、細骨材として福岡県多産の海砂及び佐賀県両子山産の安山岩砕砂を使用し、粗骨材として佐賀県波多津産の玄武岩砕石を使用した。使用骨材の物理的品質を表-2に示す。

(3) 混和剤としては、一般に用いられている減水剤(ポゾリスNo.8)と高性能減水剤(濃度36%のNP-10)を併用し、空気量の調整に303Aを使用した。

表-3 高性能減水剤を用いたコンクリートの配合及び諸性状

3. コンクリートの配合

コンクリートの配合は、一般に用いられているコンクリートを対象として、目標スランプを12cm、目標空気量を4%と定め、表-3に示すように単位セメント量(320, 360, 400kg)によって3ケースに大別し、各ケースにおいて海砂コンクリート1配合、砕砂コンクリート6配合とした。なお砕砂コンクリートのうち、5配合については高性能減水剤を固形分で0.05~0.25%添加して流動化した。

ケース	NP-10 添加率 (固形分) (%)	配 合					コンクリートの性状			圧縮強度		弾性係数		ポアソ ン比		
		水セメ ン 比 (%)	細骨 材 率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)			スラ ンプ (cm)	空気 量 (%)	ブリー ジ ン グ 率 (%)	(kgf/cm ²)		(×10 ⁴ kgf/cm ²)				
				水	セメント	海砂				砕砂	粗骨材	7 日	28 日		弾性係 数	弾性係 数
I	—	51.3	45.5	164	—	801	—	1031	12.5	3.6	3.17	190	314	3.57	2.78	0.22
	—	56.3	47.5	180	—	—	875	970	11.5	4.0	4.08	116	231	3.26	2.56	0.24
	0.05	55.6	47.9	178	—	—	885	966	12.5	3.5	3.67	120	231	3.23	2.45	0.22
	0.10	55.0	48.2	176	320	—	893	963	11.5	3.8	3.42	126	230	3.28	2.38	0.20
	0.15	54.4	48.6	174	—	—	903	958	12.0	4.1	3.63	118	230	3.28	2.56	0.22
	0.20	53.8	49.0	172	—	—	913	954	12.0	4.3	2.95	131	245	3.31	2.50	0.22
	0.25	53.5	49.3	170	—	—	921	951	11.5	5.3	2.06	150	265	3.30	2.48	0.22
II	—	46.1	44.2	166	—	760	—	1031	12.0	4.4	1.97	237	384	3.66	2.86	0.21
	—	49.4	46.7	178	—	—	845	967	12.5	4.5	3.24	194	337	3.45	2.66	0.22
	0.05	48.6	47.2	175	—	—	857	963	12.0	4.3	3.41	183	321	3.47	2.66	0.22
	0.10	48.1	47.6	173	360	—	867	958	11.5	4.4	2.62	182	319	3.50	2.67	0.21
	0.15	47.2	48.1	170	—	—	880	953	12.5	4.3	2.71	190	336	3.53	2.71	0.21
	0.20	46.4	48.6	167	—	—	894	948	11.5	4.2	3.15	199	340	3.60	2.77	0.22
	0.25	45.8	49.1	165	—	—	905	942	11.5	4.5	2.75	209	337	3.60	2.71	0.23
III	—	42.3	42.5	169	—	714	—	1037	12.0	4.3	1.43	272	401	3.70	2.83	0.21
	—	44.0	45.5	176	—	—	809	973	12.0	4.5	2.82	231	388	3.57	2.68	0.22
	0.05	43.5	46.1	174	—	—	822	965	12.0	4.3	2.14	256	420	3.61	2.78	0.21
	0.10	43.0	46.8	172	400	—	837	955	12.5	4.0	1.86	284	449	3.72	2.85	0.22
	0.15	42.5	47.4	170	—	—	851	947	12.0	4.0	1.54	267	445	3.74	2.92	0.22
	0.20	42.0	48.0	168	—	—	864	940	12.5	4.0	1.55	292	458	3.81	2.85	0.24
	0.25	41.5	49.1	166	—	—	887	922	13.5	4.0	1.77	306	488	3.89	2.99	0.22

4. 試験概要

コンクリートの練りまぜは60ℓ練りの可傾式ミキサーを用いて行い、1回の練り量40ℓ、練りまぜ時間を2分30秒とした。高性能減水剤を使用の場合は、練りまぜ開始から2分後に所定量の減水剤を添加し、さらに30秒間混合した。

5. 試験結果と考察

コンクリートの試験結果を表-3に示し、高性能減水剤の添加率と単位水量、細骨材率、圧縮強度などの関係をそれぞれ図-1～図-3に示す。

高性能減水剤を使用しない砕砂コンクリートは、海砂コンクリートに比べて単位水量が約4～10%増加し、細骨材率が2～3%大きくなっている。

図-1は、高性能減水剤の添加に伴う単位水量の変化を示したもので、この図より、減水剤の添加率0.05%に対して単位水量が約1.0～1.4%の割合で減少し、比較的単位セメント量の多い配合(ケースⅡ、Ⅲ)においては、減水剤を0.2～0.25%添加することによって、海砂コンクリートの単位水量とはほぼ同じ程度まで減少されることが認められる。

砕砂コンクリートに高性能減水剤を用いて流動化した場合、細骨材率は、図-2に示すように減水剤の添加率に比例して増加しており、単位セメント量が多い配合ほど細骨材率の変化する割合が大きくなっている。

図-3は、材令28日における圧縮強度の変化を示したものであり、単位セメント量が300、360kgの配合では、高性能減水剤の添加による圧縮強度への影響はさほどみられないが、単位セメント量が400kgの配合においては、減水剤の添加率が増加するにつれて圧縮強度が増大する傾向が顕著に現われている。

図-4は、表-3よりセメント水比と材令28日における圧縮強度の関係を示したものであるが、この図から、高性能水剤の添加率には関係なく、両者の間には高い相関性があり、海砂コンクリート3点を除いた場合において $C = 391.6 \frac{C}{W} - 482$ ($r=0.98$) の一次回帰式が成立つ。

砕砂コンクリートの動弾性係数は $3.26 \sim 3.57 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であり、静弾係数は動弾性係数の75～78%となっている。また、高性能減水剤の添加によって弾性係数はわずかに増大する傾向が認められる。砕砂コンクリートの弾性係数は、海砂コンクリートに比べて約5～10%減少している。

6. あとがき

砕砂コンクリートは天然砂コンクリートに比べて単位水量が増加し、コンクリートの品質に種々の欠陥を招く。そこで、高性能減水剤の使用により単位水量の減少を試み、以上の実験的検討を行った。その結果より高性能減水剤の使用効果は、単位セメント量や細骨材中に含まれる微粉量などに大きく支配される傾向にあることが確認された。

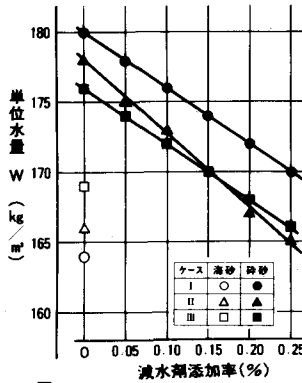


図-1 減水剤添加率と単位水量の関係

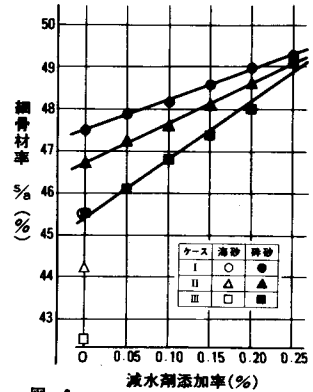


図-2 減水剤添加率と細骨材率の関係

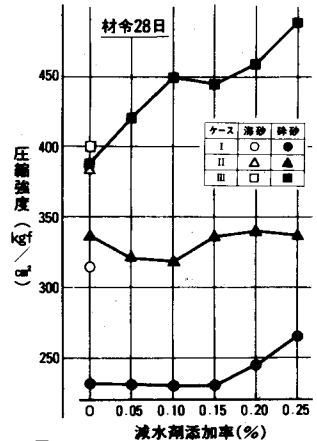


図-3 減水剤添加率と圧縮強度の関係

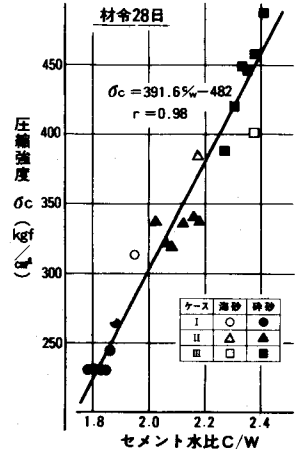


図-4 セメント水比と圧縮強度の関係