

砕石・砕砂コンクリートに対する混和材の使用と平板の製造試験

徳島大学工学部 正会員 河野 清
P.S.コンクリート(株) 正会員 中井将博
徳島大学大学院 学生員 向井恒好

1. まえがき

近年、河川産骨材の枯渇に伴って、コンクリート用粗骨材として砕石が、また、細骨材として海砂、山砂、砕砂などが使用されている。とくに砕砂については塩分、泥土などの問題がないので、今後その使用は増加するものと思われる。そこで、本研究では砕砂のコンクリート製品への利用を目的として、まず始めに砕石・砕砂コンクリートと砕石・川砂コンクリートとを比較し、あわせてフライアッシュと高炉スラグの使用を考え、製品用コンクリートの経済的配合を検討した。次に、その経済的配合で実際の製品として砕石・砕砂コンクリート平板と製造し、砕石・川砂コンクリート平板と比較検討を行った。さらに、低品質骨材使用の影響を調査したものである。

2. 実験の概要

(1) 使用材料とコンクリートの配合

表-1. 使用骨材の物理試験結果

使用セメントは比重3.15、28日圧縮強度406kgf/cm²の普通ポルトランドセメントである。粗骨材は5-13mmと13-20mmの砕石を6:4で混合した砕石A、砕石B(低品質骨材)を使用した。細骨材は香川県産の砕砂A、徳島県産の砕砂Bおよび比較用に吉野川産の川砂を使用した(表-1参照)。混和材料は、AE減水剤としてリグニンスルホン酸塩系(PA)を、混和材としてフライアッシュ(FA、比重2.25、ブレン値3680mg/g, SiO₂=31.9%), 高炉スラグ微粉末(SG、比重2.90、ブレン値3750mg/g, CaO=41.7%, SiO₂=33.2%, Al₂O₃=15.8%, MgO=5.2%)を用いた。

骨材の種類	岩種	ふるいを通るものの重量百分率										細率率 FM	比重	吸水率 (%)
		40	20	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15				
砕石A	硬質砂岩	100	99	51	1	0						6.51	2.60	1.43
砕石B	〃	100	100	51	4	0						6.47	2.52	3.18
川砂	〃				100	76	64	39	14	3		2.94	2.66	1.25
砕砂A	花崗岩				100	95	73	47	25	9		2.51	2.60	1.23
砕砂B	硬質砂岩				100	85	59	39	19	6		2.92	2.58	2.46

表-2. 実験に使用したコンクリートの配合

コンクリートの配合は表-2のとおりである。

(2) コンクリート供試体と平板の作製、蒸気養生および試験方法

練り混ぜには容量50ℓの強制練りミキサーを用い、気乾状態の細骨材を用いてモルタルを1分、練いて表乾状態の粗骨材を投入して1分30秒コンクリートの練り混ぜを行い、たどりにスランプ、空気量などの試験を行った。なお、砕砂コンクリートと川砂コンクリートの比較および混和材の使用に関する実験ではφ10×20cmの円柱型あくを用い、振動数800VPMの棒状バイブレータで2層各々10秒間締め固め成形し、平板の製造には30×30×6cmの小型平板型あくを用い、振動台(振動数7200VPM、振幅1mm)で20秒間締め固め成形した。蒸気養生条件は、前養生3時間、温度上昇速度は15℃/hでその期間を3時間、最高温度は65℃でその期間を3時間とし、その後徐々に冷却して、翌日脱型して材令まで20±2℃の水中で養生を行った。円柱供試体の材令は1, 14, 28日とし、平板の材令は14日とした。比較用に円柱供試体の標準養生28日強度

配合	日標スランプ	日標空気量	w/c	A/a	単位量(kg/m ³)				混和材料	
					W	C	S	G	混和材	空気量
CaPL	5	4	55	47	175	320	840	944	—	3200
RPL	5	4	51	49	163	320	906	920	—	3200
*QFA10	—	—	55	47	175	288	833	936	32	3200
*RFA10	—	—	51	49	163	288	901	916	32	3200
QFA20	—	—	55	47	175	256	828	930	64	3200
RFA20	—	—	51	49	163	256	895	911	64	3200
QFA30	—	—	55	47	175	224	823	925	96	3200
RFA30	—	—	51	49	163	224	891	906	96	3200
CSG15	—	—	55	47	175	272	837	940	48	3200
RSQ15	—	—	51	49	163	272	904	920	48	3200
*CSG30	—	—	55	47	175	224	835	938	96	3200
*RSQ30	—	—	51	49	163	224	903	919	96	3200
CSG45	—	—	55	47	175	176	833	936	144	3200
RSQ45	—	—	51	49	163	176	901	917	144	3200
CaFA10	—	—	58	49	186	288	845	886	32	3200
CaFA10	—	—	55	47	175	288	833	908	32	3200
CaSG30	—	—	58	49	186	224	847	888	96	3200
CaSG30	—	—	55	47	175	224	835	910	96	3200

Ca: 砕砂A Cg: 砕砂B Ca: 砕砂A+砕砂B(低品質) R: 川砂
PL: プレン FA: フライアッシュ SG: 高炉スラグ 数字: 混和材の混入率
*印は平板に使用した配合

で20秒間締め固め成形した。蒸気養生条件は、前養生3時間、温度上昇速度は15℃/hでその期間を3時間、最高温度は65℃でその期間を3時間とし、その後徐々に冷却して、翌日脱型して材令まで20±2℃の水中で養生を行った。円柱供試体の材令は1, 14, 28日とし、平板の材令は14日とした。比較用に円柱供試体の標準養生28日強度

を求めた。なお、硬化コンクリートの試験には、円柱状試体は圧縮試験、平板はJIS A5340“歩道用コンクリート平板”に準じてスパン240mmの中央集中載荷による曲げ試験を行った。

3. 実験結果とその考察

(1) フライアッシュが砕砂コンクリートのスランプにおよぼす影響

フライアッシュの混入率が増加するにつれて、スランプは川砂コンクリートより砕砂コンクリートにおいて顕著に増加している。しかし、スランプ増加率は次第に減少しており、これは空気量が減少したためであって、川砂コンクリートではスランプが低下する現象もみられた。結局、砕砂コンクリートはフライアッシュを混入すると川砂コンクリート以上にコンシステンシーが改善できるといえる。(図-1 参照)

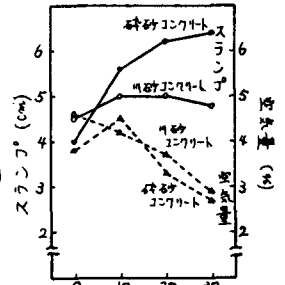


図-1. フライアッシュがスランプにおよぼす影響

(2) 混和材を混入した川砂コンクリートと砕砂コンクリートの比較

砕砂コンクリートは、川砂コンクリートより同一スランプを得るための単位水量が7%大きかったため圧縮強度が4~8%小さくなり、しかも、混和材の混入率が増加すると両者の強度差は28日強度では大となる傾向がみられた。(図-2 参照)

(3) 砕砂コンクリートの蒸気養生に対する混和材の混入率の影響

1日強度は、フライアッシュ、高炉スラグともに混入率が増加すると減少しているが、高炉スラグを混入したものは強度の伸びがプレーンよりよく、また、28日材令でも蒸気養生の方が標準養生したものより強い。なお、製品用コンクリートの経済配合は、本実験ではフライアッシュ10%程度、高炉スラグ30%程度の混入率と思われる。(図-3 参照)

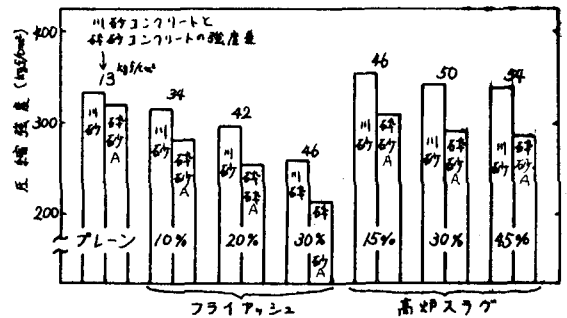


図-2 混和材を混入した川砂コンクリートと砕砂コンクリートの比較

(4) 砕砂を用いたコンクリート平板の強度について

図-4(1)にみられるようにJIS規格には合格するが川砂コンクリートのより強度は低くなる。これは、単位セメント量は一定で単位水量を増加したためである。平板用コンクリートの水セメント比は50%以下と規定されていることを考慮して、平板用砕砂コンクリートは所要の品質を得るためには、単位水量とともに単位セメント量を増加したほうがよいようである。

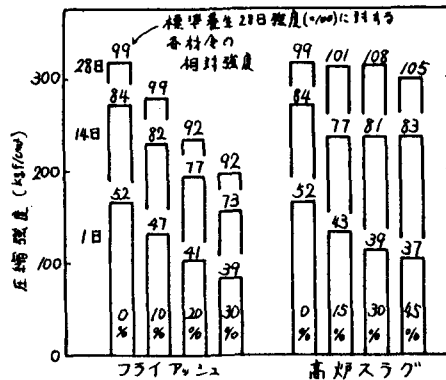


図-3. 蒸気養生に対する混和材の混入率の影響

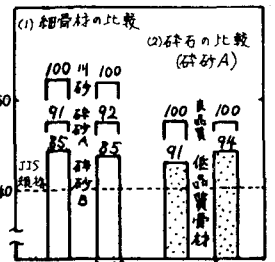


図-4. 各種コンクリートを用いた平板の影響

また、低品質骨材を使用した場合、図-4(2)にみられるように強度は低下するが、今後の骨材事情を考慮して、さらに深く研究する必要がある。

4. まとめ

砕砂コンクリートの平板は、単位セメント量320kgの標準的な配合でJIS規格値に合格しており、砕砂を使用できるが、川砂を用いたものより強度は低くなる。また、高炉スラグ微粉末とリグニンスルホン酸塩系減水剤との組合せは蒸気養生に有利である。なお、本研究は昭和56年度文部省科学研究費によって行ったものである。