

V-2 珪酸質廃棄物の利用に関する2,3の検討

徳島大学工学部 正員 ○河野 清
(株)大日本 正員 吉西 伸輔

1. まえがき

近年、各種資源の枯渇および公害防止の立場より、種々の産業廃棄物の有効利用について調査、研究が進められるようになってきた。高炉スラグ、フライアッシュなどは、セメント・コンクリート材料として一般的に利用されているが、他の産業廃棄物についても今後より積極的な研究が必要であると考えられる。

四国電力から珪酸質廃棄物であるシンター・アッシュおよびフェロシリコンダスト^(1,2)について、すでに島崎⁽²⁾、荒木⁽³⁾によってオートクレーブ養生製品あるいは人工軽量骨材としての利用について研究されているが、本報告では混和材としての利用についてモルタルおよびコンクリート配合を用いて検討を行なったものである。

2. 使用材料

表-1. 使用材料の化学成分と物理的性質

使用材料	化 学 成 分 (%)							比重	70-値 (μm)	通過百分率 ^(%)				F.M.
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₂	Total			12	45	75	100	
CA	3.1	62.0	28.0	4.8	0.6	-	98.5	2.56	-	100	75	37	10	2.21
FSD	0.5	80.2	1.6	2.3	1.6	-	86.2	2.24	22700	-	-	-	100	-
セメント	65.4	21.8	5.3	3.0	1.4	1.8	98.7	3.15	3120	-	-	-	100	-

(1) 珪酸質廃棄物

① シンター・アッシュ (CA) — 石炭火力発電所でボイラー下部から排出される粗粒灰でその化学成分は表-1 に示すようにフライアッシュ

と類似しているが、粒度が粗い特徴がある。四国電力から石炭火力発電所でとられるものを採用した。

② フェロシリコンダスト (FSD) — 鋳鋼用珪酸脱硫剤として用いるフェロシリコン製造工程で発生するダストを集塵機で捕集したもので、きめが微粉末である。東洋電化から入手した FSD を用いた (表-1 参照)。

(2) セメントおよび骨材

① セメント — 日本セメントから製の普通ポルトランドセメント (比重=3.15, プレ-ン値=3120 μm) を用いた。

② 骨材 — モルタル試験用の細骨材は豊浦産の標準砂、コンクリート試験の際には高野川産の川砂 (比重=2.60, F.M.=3.00) および砂利 (最大寸法=20mm, 比重=2.62, F.M.=6.00) を採用した。

3. モルタルに関する検討

モルタルの配合は、セメント砂比 1:2、水セメント比 60% を基準とし、表-2 に示すように CA および FSD と内割および外割を加え、標準養生と行ない、材料 7, 28 および 91 日での強度試験と実施し、添加量の影響を調べた。つまり、最適と思われる添加量のモルタルについて、標準養生、蒸気養生 (4+3 (170 $^{\circ}\text{C}$ /日)+3 (70 $^{\circ}\text{C}$)+14 日)、オートクレーブ養生 (5+4 (100 $^{\circ}\text{C}$, 10atm)+10 日) など養生条件の影響を調査した。なお、標り砂の容量 20 升の大型モルタルミキサで行ない、供試体は 104x4x16cm の 3 個組のモルタル成形型を用いて作成した。モルタルに関する試験結果の概要は次のとおりである。

(1) 図-1 のように代替率が小さく、モルタルの粘性が増大して 70-値が低下する。図-70-値とより水量の増加が必要となる。

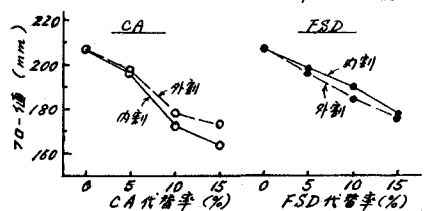
(2) CA と内割を加えるときの強度は代替率の増加とともに低下するが、外割を加える場合は、多少の差はみられるがプレ-ンモルタルの強度と大差はない (図-2 参照)。

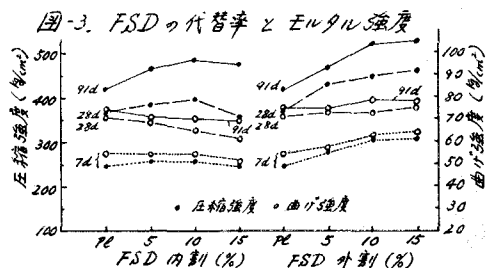
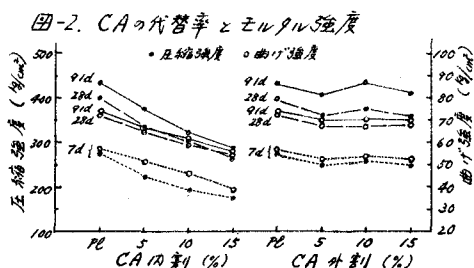
(3) FSD と内割を加える材料 91 日の圧縮強度は明らかにプレ-ンより大であり、外割では多少、両方の強度とも図-3 のように下がる傾向がある。

表-2. 型わく 1 個分のモルタルの配合 (g)

配合の種類	水	セメント	砂	CA 100 FSD
プレ-ン	60	312	520	1040
CA 100 FSD	内割 5%	63.2	312	494
	内割 10%	66.7	312	468
	内割 15%	70.6	312	442
CA 100 FSD	外割 5%	60	312	520
	外割 10%	60	312	520
	外割 15%	60	312	520

図-1. CA および FSD の代替率と 70-値





(4) エルタルE3種の条件で養生した結果と比較すると、CA(内割5%、外割10%)、FSD(内割10%、外割10%)の配合でも、初令2日のオートクレーブ養生強度、初令7日の蒸気養生強度が標準養生7日強度より大となる。

4. コンクリートに関する検討

エルタルα試験結果を参考としてメントの節約による経済配合と見なし、CAは内割5%、FSDは内割10%とし、表3に示すような配合のコンクリートを用いて、標準養生・蒸気養生・オートクレーブ養生などの養生条件が強度におよぼす影響、乾燥収縮・水溶性などへの影響、加圧成形・加圧養生の効果、などを検討してプレコンクリートと比較して検討した。なお、練り混ぜ機は強制練りミキサーを用い、エルタルで1分、粗骨材を入れて1分30秒練り、所定の型へ詰め、6000upmの振動台で15秒間締固め成形した。試験結果は次のとおりである。

表-3 使用コンクリートの配合

配合	M.S. (mm)	W/C (%)	f _{ca} (%)	単位量 (kg/m³)					スラブ 厚さ (cm)	エアー 率 (%)
				W	C	FSD	S	G		
PL	20	53	50	186	351	-	887	894	7.5	1.5
CA5%	20	53	50	186	333	176	882	892	6.8	3.4
FSD10%	20	53	50	186	316	351	881	888	5.9	2.9

*) CA, FSDはメント-粉と見立てW/Cを計算

(1) CAおよびFSDを用いたコンクリートのスラブはプレコンクリートに比べて、それぞれ約1cmおよび約2cm低下する。また、エンラップドファイバーは約2%および約1.5%それぞれ増加する。

(2) 蒸気養生、オートクレーブ養生はそれぞれ5行10と初令初令の強度差が顕著であり、初令28日の標準養生強度に比べて蒸気養生は初令7日で73~78%、オートクレーブ養生2日で93~107%の値がとられている(図-4参照)。

(3) 初令2ヶ月までの乾燥収縮測定結果では、FSDを用いたコンクリートの乾燥収縮はプレコンクリートより19%減少し、CAを用いたものは約17%低減している。

(4) FSDを用いたコンクリートはプレコンクリートに比べて透水係数が小さく、初令7日で1/2、初令28日では約1/3となり、水中養生期間を長くしても水溶性は改善される。

(5) 加圧成形型を用い、10%の圧力で加圧成形し、そのとき蒸気養生槽に入れ加圧養生を行うと、図-5のよう強度が改善される。

5. まとめ

シンターアッシュ、フェロシリコンダストなどの珪酸質骨材のコンクリートへの使用は可能であり、とくにフェロシリコンダストは乾燥収縮を多少とすると見られるが、水溶性と改善するため、湿潤状態で使用される木炭と等しいコンクリートを用いるのと同様である。加圧成形・加圧養生を行うコンクリートの品質向上に効果的であるが、経済的利用のためさら検討する必要があると思われる。

(参考文献) 1) 島崎、岩村; 田国電力技術研究所 研究報告 No.20 (1969), No.23 (1970).

2) 島崎、岩村、森田; 田国電力技術研究所 研究報告 No.7111 (Aug., 1971).

3) 荒木、河野、浅井; 昭和50年度土木学会中国四国支部学術講演会 V-3 (May, 1975).

図-4 圧縮強度、引張強度および曲げ強度の試験結果

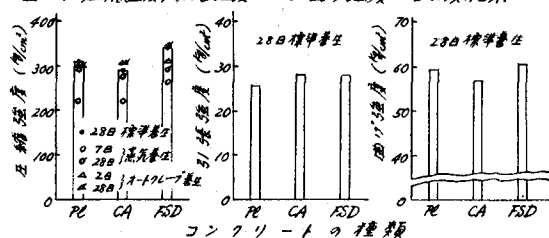


図-5 加圧成形・加圧養生を行ったコンクリートの強度

