

フライアッシュ焼成人工軽量骨材およびそれを用いたコンクリートの諸性質について

九州電力㈱ 土木部 ○是石俊文

総合研究所 杉田英明

1. はじめに 石炭火力発電所から大量に副生する石炭灰を有効に活用する方策の一つに、人工軽量骨材原料としての利用が考えられる。本報告は、石炭灰のうちフライアッシュを主原料とした人工軽量粗骨材（以下FA軽骨と略称）の原料・焼成・骨材としての品質・コンクリートの物性等に関する基礎的検討結果である。

2. 原料 主原料はフライアッシュ（未燃分4%程度以下）で、これに若干の微粉炭（焼成炉内での骨材の自然焼結効果を高める）および混和材（造粒安定助材）などを添加している。

3. 製造 原料は強制攪拌ミキサーで加水混合された後ペレタイザーに供給され、5-15mmのペレットに造粒される。この生ペレットは、約1m/分の速度で移動しているシンターグレート上に供給され、ドワイトロイド式焼成炉中を移動しながら自然焼結する。焼成炉は予熱・焼成・冷却の各部より成り、生ペレットは予熱部で乾燥後、焼成部に送られる。焼成部では微粉炭バーナーで約1100℃に加熱された熱風により着火し自然焼結する。焼結後は冷却部で空冷され、分級・貯蔵（プレウエッティング）を経て出荷される。製造フローの概略を図-1に示す。

4. 骨材の品質 FA軽骨の品質を構造用軽量コンクリート骨材規格(JISA5002)や膨張頁岩系人工軽量粗骨材の品質と比較して示すと表-1のとおりである。人工軽量骨材の性能判定基準4調合（建設省通達）およびJISA5002の配合によるコンクリート

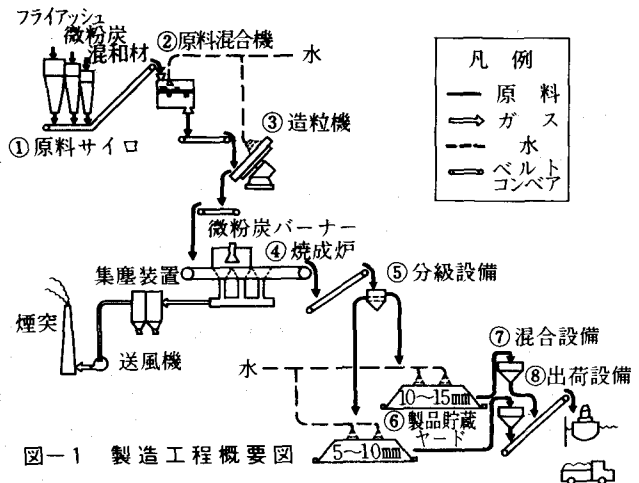


図-1 製造工程概要図

表-1 FA軽骨の品質試験結果

項 目	頁岩系軽骨	FA軽骨	規 格
実 積 率 (%)	60.2~65.0	61.5	(A) 60.0以上
比 重 (絶乾)	1.19~1.30	1.38	(M) 1.0以上 1.5未満
浮 粒 率 (%)	0~3.0	0	10 以下
粒 度 20mm	100	100	100
(通過百分率) 15	97~100	100	90~100
10	46~58	47	40~70
5	0~5	0	0~15
吸 水 率 (%)	9.6~27.0	14.3	—
強 熱 減 量 (%)	0.3 以下	0.8	1 以下
三酸化硫黄 (%)	0.5 以下	0.2	0.5 以下
塩化物(NaCl) (%)	こ ん 跡	0.001	0.01以下
有 機 不 純 物	—	合 格	標準色より 濃くないこと
粘 土 塊 (%)	0.5 以下	0.44	1 以下

表-2 FA軽骨コンクリートの配合と試験結果

配合 No.	スランブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量					スランブ (cm)	空気量 (%)	単位容 積質量 (kg/ℓ)	ブリージ ング量 (cm ³ /cm ²)	圧 縮 強 度 (28日) (kg/cm ²)	ヤング 係 数 (28日) ($\times 10^4$ /cm ²)	乾 燥 収 縮 ($\times 10^{-4}$)
					水 W (kg)	セメント C (kg)	細骨材の 絶対容積 (ℓ)	粗骨材の 絶対容積 (ℓ)	混和剤 (g)							
A	15±1.5	5±1.5	47.5	39.4	190	400	249	383	100	16.0	5.4	1.851	—	345	1.83	—
B			53.7	41.2	188	350	268	382	70	15.5	4.6	1.865	—	309	1.75	7.96
C			51.8	44.9	207	400	276	339	108	21.0	5.2	1.872	0.218	302	1.70	8.71
D			58.6	46.4	205	350	294	339	81	21.5	5.1	1.868	0.258	264	1.61	—
JIS	8±1	—	40.0	39.0	193	483	247	386	—	7.5	1.6	1.953	—	459	2.14	—

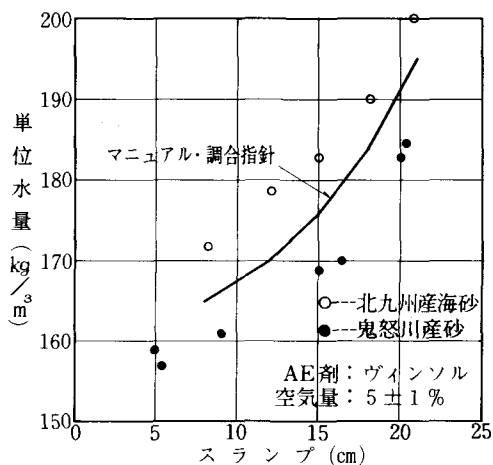


図-2 スランプと単位水量との関係(W/C=50%)

の試験結果を表-2に示す。これらの試験結果からFA軽骨は性能判定基準を満すとともに、JISA5002によれば人工軽量粗骨材 MA-419 (川砂) と表示される。スランプと単位水量との関係は、図-2のようで、細骨材の影響が大きい、平均的には人軽骨設計マニュアル・軽量調合指針に示される関係とほぼ同等である。

水セメント比と圧縮強度との関係(材令28日・細骨材は川砂)を図-3に示す。回帰式は式-1のとおりで人軽骨設計マニュアルと軽量調合指針の中間にある。

$$\sigma_c = -48 + 186C/W \quad \dots\dots\dots (1)$$

圧縮強度とヤング係数との関係は図-4に示すとおりで岩質系粗骨材コンクリートと同等で、 $1.5 \sim 1.9 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ の範囲内にあるがACI式による推定値よりやや小さい。

曲げ強度は図-5に示すとおりで、従来知られているように、圧縮強度の $1/5 \sim 1/8$ の範囲内にある。

凍結融解試験による耐久性指数は骨材の使用時吸水量や試験条件により多少の差はあるが、実際の厳しい環境条件下での耐久性には問題ないといえる。¹⁾

ポンプ施工時には十分にプレウエッティングし、使用時の吸水量を2.1%以上とすれば圧送性は問題なく、圧送前後の品質変化は極めて僅かである。²⁾

5. むすび フライアッシュ焼成人工軽量粗骨材は MA-419 (川砂) と表示することができ、圧縮強度と他の諸物性との関係、耐久性、ポンプ圧

送性などから考えて土木学会人軽骨設計マニュアル等に示される設計施工に適した材料であるといえる。

参考文献 1) 是石・杉田・船本 フライアッシュ焼成人工軽量骨材コンクリートの凍結融解抵抗性 日本建築学会 九州支部 S.61.3
 2) 是石・船本 フライアッシュ焼成軽量コンクリートのポンプ圧送性(その①-②) 日本建築学会 講演梗概 S.60.10

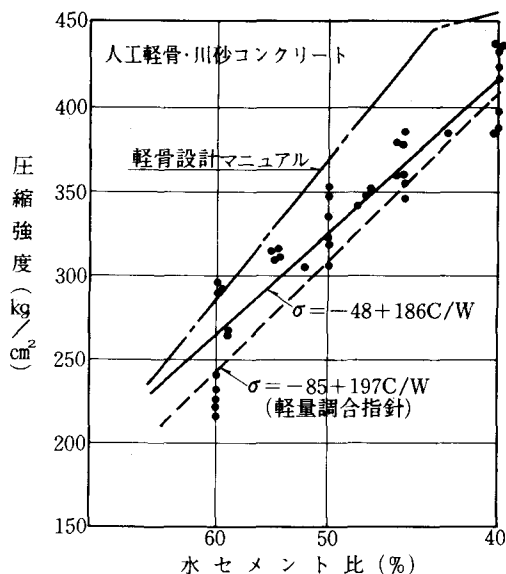


図-3 水セメント比と圧縮強度の関係(材令28日)

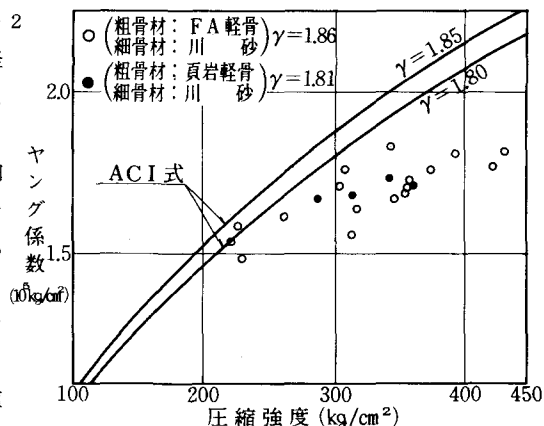


図-4 圧縮強度とヤング係数との関係

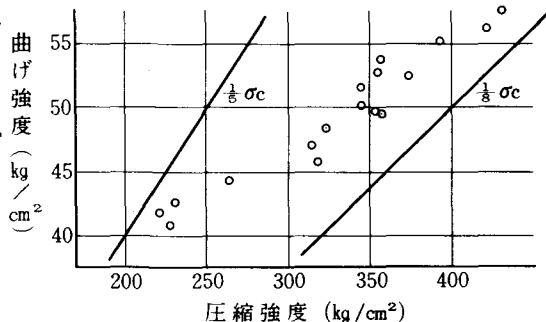


図-5 圧縮強度と曲げ強度の関係