

(V-16) 縮固め不要コンクリートの流動性および耐久性におよぼす微小中空体（フィライト）の影響に関する基礎的実験研究

浅野工学専門学校 学生員○藤井哲也 同 石塚淳一 同 太宰純一
同 正会員 加藤直樹 防衛大学校 正会員 加藤清志

1. 目的

近年、建設業界において、作業員の高齢化や熟練者の不足により、コンクリート工事の省力化や合理化が叫ばれている。この様な背景から最近では、フレッシュコンクリートにおけるコンクリートの流動性を著しく高め、縮固め作業をはぶいてもコンクリートが十分に充填できる縮固め不要コンクリートの研究が行われるようになった。

本研究では、このうち三成分系（セメント、フライアッシュ、高炉スラグ）の縮固め不要コンクリートについて、より性能の向上を期待するために結合材の一部をポゾラン反応とボールベアリング効果を期待できるアルミノシリケート系の不活性安定なフィラーである微小中空体（以下、フィライトと呼ぶ）で置換したときの諸物性、耐酸性および凍結融解作用に対する耐久性について検証することを目的としたものである。

2. 実験方法

表-1、表-2に示す配合によりコンクリートを作製後フレッシュコンクリートの諸物性の試験（スランプフロー試験、充填性試験、分離抵抗性試験、空気量試験）を行い、材齢3日、7日、28日、91日における圧縮強度試験、材齢28日における引張り強度試験、動弾性試験、静弾性試験、耐酸性試験を行った。また、凍結融解試験については、5サイクルごとに動弾性係数試験および質量減少率の測定を300サイクルまで行った。

表-1 フライアッシュをフィライトで置換した場合の配合

材料の最大寸法 (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 (%)	フィライト置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)						単位量 (g/m ³)		
				水	結合材 B				細骨材	粗骨材	減粘剤	増粘剤
					セメント	高炉スラグ	フライアッシュ	フィライト				
20	30	45	0	165	165	165	220	0	688	841	7150	20
			10				198	22	664	811		
			15				187	33	650	795		
			20				176	44	639	780		
			25				165	55	626	764		
			30				154	66	613	749		
			35				143	77	601	734		

表-2 高炉スラグをフィライトで置換した場合の配合

材料の最大寸法 (mm)	水結合材比 W/B (%)	細骨材率 (%)	フィライト置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)							単位量 (g/m ³)	
				水	結合材 B				細骨材	粗骨材	流動化剤	増粘剤
					セメント	高炉スラグ	フライアッシュ	フィライト				
20	30	45	0	165	165	165	220	0	695	849	7150	20
			10				198	22	667	816		
			15				187	33	653	799		
			20				176	44	640	782		
			25				165	55	626	764		
			30				154	66	612	748		
			35				143	77	598	731		

3. 実験結果

表-3はフライアッシュをフィライトで置換した場合の強度特性等、耐酸性試験、凍結融解試験結果を示す。表-4は高炉スラグをフィライトで置換した場合の実験結果を示す。また、以上の諸物性を図-1～図-4に示す。

表-3 フライアッシュをフィライトで置換した場合の実験結果

	0%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%
スランプフロー試験(%)	68.0	78.0	73.0	60.0	71.0	66.0	66.0
充填性試験(%)	2.35	2.75	1.60	3.60	2.80	4.10	4.90
分離抵抗性試験(%)	9.2	9.2	8.5	8.5	9.6	9.2	9.6
材令3日圧縮強度	19.7	18.5	23.8	22.0	20.9	19.8	19.3
材令7日圧縮強度	38.3	35.7	42.8	39.6	35.5	34.1	32.5
材令28日圧縮強度	56.1	57.0	59.9	57.9	50.3	52.1	46.9
材令91日圧縮強度	67.9	68.3	71.8	67.0	60.6	58.6	54.8
材令28日引張り強度	37.2	33.0	33.4	43.0	32.8	36.0	34.3
耐酸性試験 直浸率 35%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
凍結融解試験 凍結日数 0日	100.0	99.30	98.80	98.80	98.79	98.82	98.83
凍結融解試験 凍結日数 1日	0.2748	1.2926	0.0899	0.1834	0.1107	0.1405	0.1711
動弾性係数 (kgf/cm ²)	3.3×10 ⁵	2.5×10 ⁵	3.4×10 ⁵	3.7×10 ⁵	3.7×10 ⁵	3.7×10 ⁵	3.7×10 ⁵
凍結融解試験 凍結日数 300サイクル	2.5	4.0	6.0	9.0	2.0	2.5	3.0
質量減少率(%)	100.00	100.00	100.48	100.00	100.00	100.00	100.00
共振動数(Hz)	960.5	948.2	937.3	931.8	930.4	846.9	943.9
動弾性係数 (kgf/cm ²)	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶	1.2×10 ⁶

表-4 高炉スラグをフィライトで置換した場合の実験結果

	0%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%
スランプフロー試験(%)	71.5	71.5	55.0	65.0	71.5	55.5	65.5
充填性試験(%)	3.50	4.10	1.80	3.50	2.80	3.80	3.70
分離抵抗性試験(%)	9.6	9.2	8.2	9.2	9.6	6.7	5.6
材令3日圧縮強度	26.7	25.6	24.7	21.3	20.9	21.4	20.8
材令7日圧縮強度	43.4	42.0	32.5	27.3	35.5	34.3	17.9
材令28日圧縮強度	61.0	55.6	53.8	49.1	50.3	52.7	26.9
材令91日圧縮強度	70.3	59.9	66.8	53.5	60.6	60.1	38.9
材令28日引張り強度	44.2	49.7	47.1	31.5	32.8	42.3	35.3

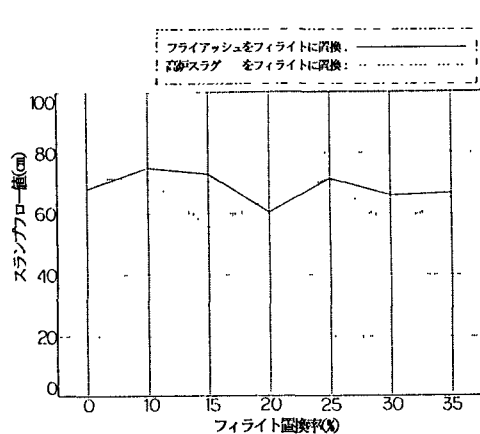


図-1 スランプフロー試験結果 スランプフロー試験結果

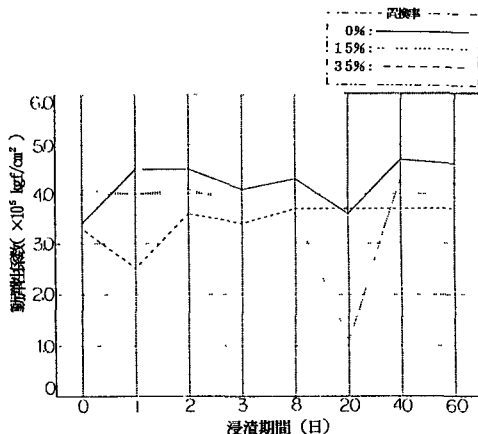


図-2 耐塩化試験における動弾性係数

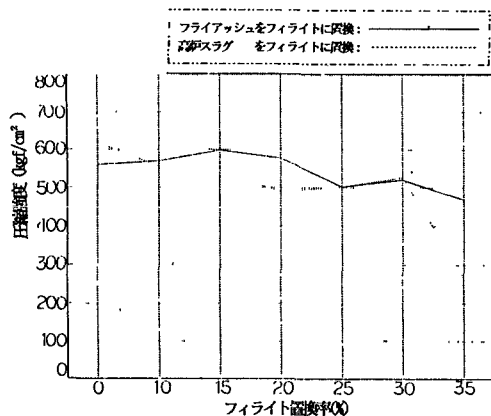


図-3 材齢28日圧縮強度試験結果

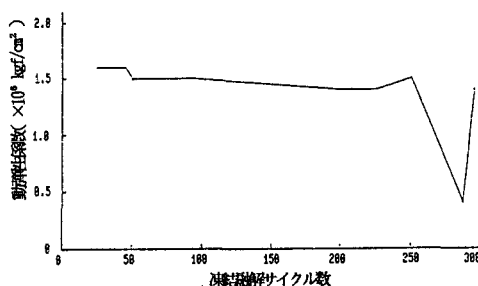


図-4 凍結融解サイクルにおける動弾性係数
(フライアッシュ置換率15%)

4. 考察と結論

本研究で使用した縮固め不要コンクリートを総合的に検討すると、①フレッシュコンクリートの状態では、非常に高い流動性（スランプフロー値で60 cm程度）と充填性（充填率で90%程度）が得られ、②増粘剤によって分離抵抗性は10%程度に押さえることができた。③とくに、フライアッシュをフライイトで30%置換した配合がもっとも良好な性能を示した。④強度発現に関しては本研究で採用した配合のすべてがプレーンコンクリートに比べて非常に高い強度発現（材齢28日で600 kgf/cm²程度）が見られた。⑤フライイトの置換率の増加とともに強度は緩やかに低下するが、フライイト15%；材齢91日で718 kgf/cm²も得られたが、かなりボゾラン反応が期待される。⑥このコンクリートの耐酸性の抵抗性を見ると、どの配合もフライイトの置換率の増加に対し鈍感であった。⑦凍結融解に対する抵抗性はフライイトの置換率増減に対する変化は見られず、かなり高い抵抗性を持っていた。

以上のことから本研究で採用した配合の中で総合的にもっともバランスのとれた配合は、フライアッシュをフライイトで30%置換した配合であることがわかった。

本研究で採用した縮固め不要コンクリートは、単位セメント量が多い分コンクリート内部にあるアルカリ成分が酸に侵されやすいので、化学抵抗性が低くなり海洋構造物としての利用は不適當であるようにも考えられるが、水密性が高くなるため容易に浸食されないであろう。流動性と充填性が高く強度も高いことから、型枠が入り組んだ壁などの薄い部分がある建築構造物への利用は非常に適していると考えられる。また、凍結融解に対する抵抗性も高いことから寒冷地での使用や、プレストレスコンクリートへの使用も期待できる。縮固めコンクリートはその名のとおりの縮固めの作業を省略しても十分に充填でき、またコンクリートの施工において作業の省略化や作業時間の短縮化が可能のことから、コンクリート技術上経済的である。

<謝辞> 本研究には、防衛大学校 黒木勇人学生の助力を受けた。付記して謝意を表する。

<参考文献> 川上和弘、後藤勇 他：縮固め不要コンクリートの諸物性に関する実験研究 第20回開支技研 平成5. 3, pp. 552~523.