

VI-77 粉殻灰を混和した吹付けコンクリート

西松建設株式会社 正会員 松井 健一、正会員 原田 耕司
豊田 高専 正会員 中嶋 清実
株式会社コンケム 林 昇

1. はじめに

近年、ヨーロッパ諸国において、シリカフェーム（SF）を混和した吹付けコンクリートの施工が増加している。SFは、大きな比表面積を有するため、コンクリートに混和することによりその粘性が増大し、吹付けコンクリートに添加する急結剤の使用量を減少させることができ、粉塵量、リバウンド率の低減効果も期待できると報告されている¹⁾。また吹付けコンクリートを高強度化、高耐久化する効果もあるため、シングルシェル工法への適用も検討されている。

一方、今回注目した粉殻灰（RHA）は、SFと同等以上の比表面積を有し、コンクリート用混和材として使用した場合、強度発現性がSFとほぼ同等という報告²⁾がされており、吹付けコンクリート用混和材として有望ではないかと考えられる。

そこで、本実験では、一般的吹付けコンクリート（60-N）、W/C=40%の配合（40-N）、SFを混和した配合（40-S）およびRHAを混和した配合（40-R）について、実際に湿式吹付けにより粉塵量、リバウンド率の測定とパネルに吹付けたコンクリートの圧縮強度試験、耐久性試験（中性化、凍結融解）を行い、吹付けコンクリート用混和材としてのRHAの適用性の検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

表-1に今回使用した、セメント、骨材および混和材料の性質を、表-2にSFおよびRHAの化学物理的性質を示す。今回使用したRHAは、500℃～700℃で焼成を行い、2度焼を行っていない。

表-1 使用材料

使用材料	主な性質
セメント	普通ポルトランドセメント、比重：3.16
細骨材	富士川産、比重：2.65
粗骨材	砕石、最大寸法：10mm、比重：2.64
水	河川水
急結剤	セメント鉱物系
高性能AE減水剤	ポリグリコールエステル誘導体
AE助剤	アルキルアリスルホン酸化合物
粉塵低減剤	セルロース系

2.2 配合

表-3に配合表を示す。RHAおよびSFのセメントに対する置換率は7.5%とした。また急結剤の添加率は、60-N

表-2 SFおよびRHAの化学物理的性質

	化学成分 (%)					物理的性質		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	ig. loss	比重	比表面積 (m ² /g)	平均粒径 (μm)
SF	92.1	0.5	0.6	0.7	2.6	2.20	20.0	0.1
RHA	84.7	0.4	0.2	0.9	8.7	2.07	23.0	8.5

表-3 配合表

種類	W/結合材 (%)	s/a (%)	置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)									
				W	C	S	G	SF	RHA	SP	AE	急結剤	低減剤
60-N	61.4	5.7	0	221	360	968	726	0	0	0	0	6	0.1
40-N			0	220	550	750	747	0	0	0.3	0	3	0
40-S	40.0	5.0	7.5	220	509	750	747	41	0	0.7	0.008	3	0
40-R			7.5	220	509	750	747	0	41	0.7	0.008	3	0

※SP（高性能AE減水剤）、AE（AE助剤）、急結剤、低減剤（粉塵低減剤）は結合材重量に対する割合。

※急結剤は目標値。

※置換率は、セメント重量（550kg）に対する割合。

加率、スランプおよび空気量を示す。

2.3 吹付け条件および試験方法

今回の試験では、吹付け機械はアリバ280を使用し、吐出圧は4.5 kgf/cm²、吐出量は9m³/hrで設定した。粉塵量、リバウンド率は、トンネル断面に吹付けを行うことにより測定した。また供試体はパネルに吹付け後、材齢7日で所定の供試体に成形し作成した。

表-4 実測値

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)	急結剤 添加率
60-N	14.0	8.0	7.7%
40-N	21.0	5.5	3.3
40-S	19.0	5.9	2.0
40-R	21.0	4.7	2.1

2.4 試験項目

吹付けコンクリートの試験は、次の項目について行った。

①粉塵量の測定（デジタル粉塵計）、②リバウンド率の測定、③初期強度試験（プルアウト試験）、④圧縮強度試験（コア供試体）、⑤凍結融解試験（JIS A 6204 付属書2）、⑥促進中性化試験（温度20℃、相対湿度60%、CO₂濃度5%）

3. 試験結果

3.1 粉塵量、リバウンド率の測定

表-5に粉塵濃度およびリバウンド率の測定結果を示す。RHAまたはSFを混和することにより、粉塵低減剤と同レベルの粉塵低減効果が確認できた。またRHAまたはSFを混和することにより無混和のものに比べ20%程度リバウンド率が低減した。

表-5 粉塵濃度、リバウンド率

種 類	粉塵濃度 (mg/m ³)	リバウンド率 (%)
60-N	18.3	26.5
40-N	33.8	22.8
40-S	17.2	18.5
40-R	17.6	18.3

3.2 圧縮強度試験

図-1に、各配合の材齢と圧縮強度の関係を示す。RHAまたはSFを混和したコンクリートの圧縮強度は、無混和のものに比べ著しい強度増加が認められた。また、初期材齢においては、RHAを混和したコンクリート強度がSFを混和したものを上回っていた。

これは、今回使用したRHAの比表面積がシリカフェームより大きいいため、初期の段階において急激なポゾラン反応が生じたためではないかと考えられる。

3.3 凍結融解試験

図-2に凍結融解試験結果を示す。配合による凍結融解抵抗性の差はほとんど見られない。今回の吹付けコンクリートの空気量は、凍結融解抵抗性を考慮して5%前後に設定し（60-Nは8%）、吹付け後のコンクリートの空気量も所有量が確保されていたためと考えられる。

3.4 促進中性化試験

表-6に試験材齢1ヶ月の促進中性化試験の結果を示す。RHAまたはSFが無混和のコンクリートでは、水結合材比の低減に伴って中性化深さも減少していくことが確認できた。一方今回の実験では、SFやRHAを混和したコンクリートは、全く中性化が認められなかった。これは、RHAおよびSFが微粒子であり、マイクロファイラー効果によりコンクリートが、緻密化したためと考えられる。

4. まとめ

今回の実験によりRHAを吹付けコンクリート用の混和材料として使用することは強度発現性、耐久性の面で非常に有効であることがわかった。今後さらに試験を重ね最適置換率等の検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 岡田浩司他、シリカフェームを混和した吹付けコンクリートの現場施工実験、「シリカフェームを用いたコンクリートに関するシンポジウム講演論文報告集、1993年
- 2) 原田耕司他、粉砕灰を混和したモルタルの基礎性状、コンクリート工学協会年次論文報告集、第15巻、1993年

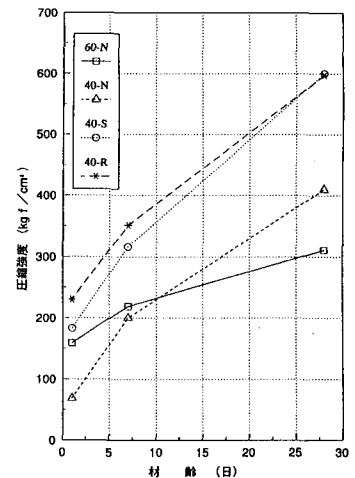


図-1 材齢と圧縮強度の関係

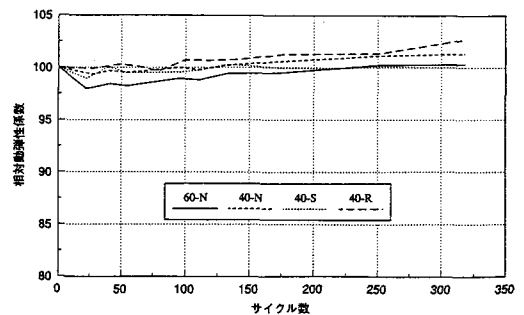


図-2 相対動弾性係数の変化

表-6 中性化深さ

種類	中性化深さ (mm)
60-N	7
40-N	2
40-S	0
40-R	0