

VI-143 各種微粉末混和材を用いた高強度・高品質吹付けコンクリートの開発

鹿島 土木技術本部 工務部 正会員 ○ 牟田 潤
 同上 技術部 フェロー 田沢 雄二郎
 技術研究所 正会員 岡田 浩司

1. はじめに

近年山岳トンネル工事において、各種微粉末混和材の発達により、高強度・高品質吹付けコンクリートの開発が急速に進められてきており、主要支保部材としての吹付けコンクリートの重要性はこれまで以上に高まると考えられる。筆者らはこれらの状況を踏まえて、高強度・高品質吹付けコンクリートの開発を行ってきた。本論では、微粉末混和剤を用いた各種高強度・高品質吹付けコンクリートの主要な特性について述べる。

2. 高活性メタカオリンを用いた高強度吹付けコンクリート

シリカフューム(SiF)を用いた高強度吹付けコンクリートについては既に試験例や適用例が報告されている。高活性メタカオリン(HRM)は、高温により活性化された、二酸化珪素及び珪酸アルミニウムを主成分とする微粉末の混和材料で、シリカフュームの代替性を持つと考えられる。

HRMを用いた高強度吹付けコンクリートについて、セメントを増量した場合及びSiFの場合と比較して吹付け試験を行なった。試験配合を表-1に、圧縮強度試験結果を図-1に示す。この結果からは、SiFとHRMの両者ともにセメント増量の場合よりも高い強度が得られている。

表-1 試験配合-1

配合	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	S/a (%)	単位量(kg/m³)						高性能 減水剤 (BX%)	急結材 (CX%)
					W	C	S	G	SiF	HRM		
①	20±2.5	4±1.5	50.6	70	215	425	1193	517	—	—	0.8	5~7
②	20±2.5	4±1.5	50.6	70	215	400	1187	514	25	—	1.5	5~7
③	20±2.5	4±1.5	50.6	70	215	400	1188	515	—	25	1.3	5~7

3. エトリンガイト系混和材を用いた高強度吹付けコンクリート

この混和剤を用いた吹付けコンクリートについては、セメントの水和反応を促進する作用により、より高強度の達成が期待される。試験結果ではSiFやHRMを用いた吹付けコンクリートよりも高強度を達成している。しかしながら、初期強度の発現が早いため、高吐出性を狙うと吐出に脈動が発生して圧縮強度に影響を及ぼすことがあり、施工機種に合わせた現場配合が求められる。表-2、図-2に配合及び圧縮強度試験結果を示す。

表-2 試験配合-2

配合	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	S/a (%)	単位量(kg/m³)					高性能 減水剤 (BX%)	急結材 (CX%)
					W	C	S	G	エトリン ガイト		
④	20±2.5	4±1.5	47.1	70	200	387	1111	482	38	—	10
⑤	20±2.5	4±1.5	47.1	70	200	387	1219	528	38	—	10

4. シリカフュームと炭酸カルシウムを用いた吹付けコンクリート

セメントの一部をシリカフューム(SiF)で置き換え、骨材のうち砂の一部を炭酸カルシウム(CaCO₃)

キーワード：高強度・高品質吹付けコンクリート、シリカフューム、高活性メタカオリン、炭酸カルシウム、施工性

連絡 先：〒107 東京都港区元赤坂 1-2-7 TEL.03-5474-9138 FAX.03-5474-9145

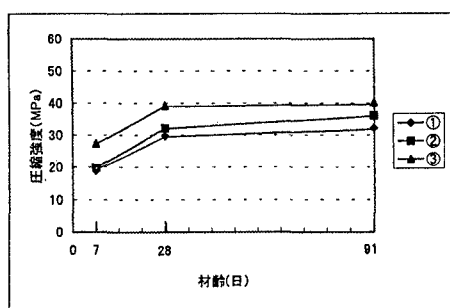


図-1 圧縮強度試験結果（コア）-1

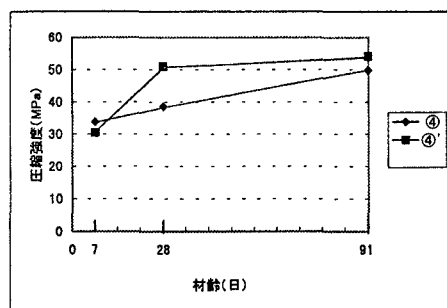


図-2 圧縮強度試験結果（コア）-2

で置き換えた吹付けコンクリートについて、練混ぜ方法を2通り（通常及び分割練混ぜ）として、試験を行った。分割練混ぜについては一次水と二次水に分けて練混ぜる必要があり、事前に試験を行なって一次水量を求めた。

配合⑥、⑦とともに通常配合⑤よりも付着性が良く、はね返り率が低下している。また練混ぜ方法の違いについても、データが少なくはっきりしたことは言えないが、分割練混ぜ方式の方が低はね返り率となっている。現場でははね返り率のバラツキが大きいことを考慮すると、練混ぜ方式の差によるはね返り率の差が十分有意であるかどうかには長期的な試験結果の蓄積が必要と考えられる。表-3 に試験配合を、表-4 に圧縮強度試験結果及びはね返り率を示す。

表-3 試験配合-3

配合	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)							高性能 減水剤 (BX%)	急結材 (CX%)	練混ぜ 方式
					W1	W2	C	S	G	SiF	CaCO ₃			
⑤	14±2	4±1.5	60	60	216	—	360	1053	708	—	—	—	9~10	通常
⑥	14±2	4±1.5	60	60	105	111	342	951	705	18	101	0.3	9~10	分割
⑦	14±2	4±1.5	60	60	216	—	342	951	705	18	101	0.3	9~10	通常

5. 考察及び今後の課題

吹付けコンクリートは通常の打込みコンクリートとは異なり、吹付け機により施工されて初めて最終製品となるため、具体的な吹付け機種に合った吹付けコンクリートの開発が必要である。試験結果においても、微妙な配合の違いが、施工性及び品質に相当影響を与えることが判明した。現場での試験においても、高粘性が影響して吐出に脈動が生じ、目標の品質が得られなかったケースも発生している。配合④はその一例といえる。

表-4 圧縮強度、はね返り率

配合	吹付けコア圧縮強度 (MPa)		はね返り率 (%)
	7日	28日	
⑤	20.7	24.8	31.6
⑥	27.1	37.4	24.0
⑦	25.4	33.1	26.7

各種微粉末混和材を用いた高強度・高品質吹付けコンクリートの試験を行なった結果、いずれの混和材も高強度、高品質に寄与することは明らかである。ただし、適用現場の条件の違いもあり、高い施工性を保ちつつ高強度・高品質を達成することは解決すべき課題の一つである。

さらに、今後の吹付けコンクリートについて求められる課題は、安定した高強度が得られること、はね返り率が低いこと、発生粉塵量が少ないことなどであろう。これらの実現に向けて、今後とも開発を継続していく必要があると考えられる。

参考文献

- 岡林信行、田沢雄二郎、松川久俊、今田 徹：高土被りトンネルへの高強度吹付けコンクリートの適用に関する一考察（土木学会論文集、No.546、pp.145~156、1996.9）