

高炉セメント B 種を用いた高強度吹付けコンクリートのモデル試験施工

奥村組 正会員 竹本光慶 正会員 松田敦夫 正会員 岩本容昭
奥村組 西田新一 正会員 竹知芳男 田中雅彦

1. はじめに

大断面トンネルや不良地山の変状対策のため、高強度吹付けコンクリートの使用例が増えている。高強度を得るために材料の種類や使用量が増え、通常強度のコンクリートとは特性が大きく異なることにより、施工システムも高強度に対応させる必要がある。本報では高炉セメントを使用した高強度吹付けコンクリートを実用化するためにモデル施工を実施し、その特性をまとめた。

2. 試験概要

今回の試験のセメントには高炉 B 種を用いた。普通セメントの同一の配合に比べて、高強度吹付用急結材の急結性が高く、高性能 A E 減水剤の使用量を少なくできることが理由である。吹付けを行う試験体は写真 1 のコンクリートパネルを用い、5 体のコンクリート擁壁の間に 4 体固定して 1 日 4 回の試験を行った。吹付機は空気搬送式(AL285)とポンプ式(MKW25SM) を使用し、ノズルは水平移動と鉛直面の回転が可能な架台に固定した。表 1 に配合と使用材料を示す。コンクリートは生コン工場で製造し、約 20 分で運搬した。スランプフローは試験場到着時 50～60cm を目標値とした。吹付けはパネル下部を除いた全面に厚さ 30cm を目標として 0.4～0.5m³ を 2 層に分けて実施し、パネルは翌日移設した。試験項目を表 2 に示す。

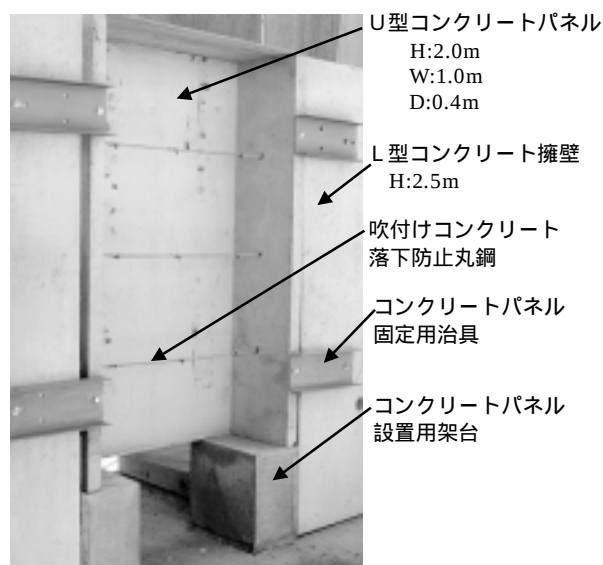


写真 1 吹付け試験体

表 2 試験項目

試験名		方法
ベ ス	スランプフロー	JSCE-F503
	空気量	JIS A 1128
	圧縮強度	JIS A 1108
吹 付 後	ブルアウト強度	JHS 701,702
	コア圧縮強度	JHS 703,JIS A 1107
	跳ね返り率	付着重量と跳返重量の実測

3. 試験結果

図 1 にスランプフローの経時変化を示す。コンクリート温度が 26～28 であったことも原因のひとつと考えられるが、試験場に到着後 60 分で 10～15cm 低下した。今回の試験でホース内の閉塞は起こっていない

表 1 配合と使用材料

	W/B %	s/a %	単位量 kg/m ³					空気量 %	適用 急結材
			W	C	S	G	Sp		
A	40	62.0	180	¹⁾ 450	1069	675	8.1	2	N
B	40	61.6	180	²⁾ 450	1054	675	5.4	2	N
C1～C5	35	61.0	175	²⁾ 500	1025	675	8.0	2	N,H

セメント[C]: 1)普通ポルトランドセメント 比重 3.16, 2)高炉セメント B 種 比重 3.05
細骨材[S]: 尻内産山砂 比重 2.62 粗骨材[G]: 新治産砕石 比重 2.70 最大寸法 15mm
混和剤[Sp]: カルボン酸系 急結材:[N]カルシウムサルフォアルミネート系, [H]カルシウムアルミネート系

キーワード：吹付けコンクリート、高強度、高炉セメント、スランプ、跳ね返り

奥村組技術研究所 〒300-2612 つくば市大砂 387 TEL:0298-65-1521 FAX:0298-65-1522

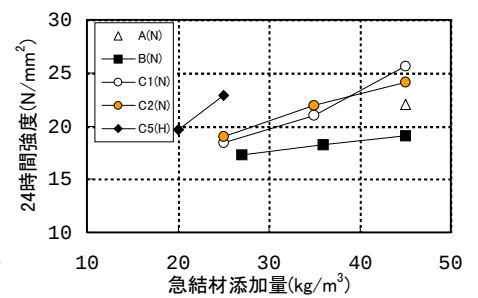
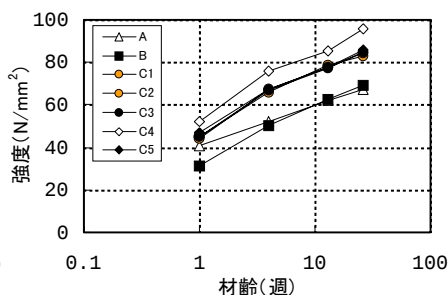
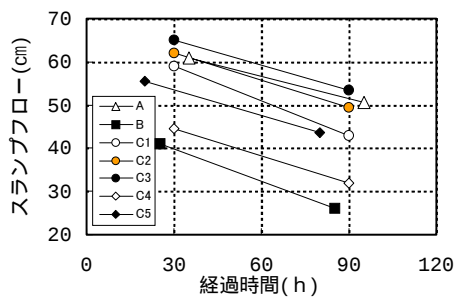


図1 フローの経時変化(製造時起算) 図2 ベースコンクリートの強度 図3 吹付け後の強度(材齢 24h)

いが、吹付け終了までスランプフローは 40cm 程度確保することが望ましいと考えており、製造直後で 55cm 以上にすることが必要がある。

図2にベースコンクリートの強度を示す。W/C=40%であるAとBは材齢1週でAの方が大きい、4週以降はほぼ同等になった。35%であるCは材齢4週で65N/mm²とC4を除いて安定した強度発現性状であった。スランプフローの小くなったC4は製造時の誤差で、水量が少なく実際のW/Cは31%程度と推測される。

図3、図4に吹付け後の強度を示す。C2が空気搬送式で他はポンプ式である。材齢24時間の強度は急結材添加量を増やすと増加し、材齢13週では同等か低下する傾向がある。表3に跳ね返り率を示す。Aに比べてB、Cの付着性能は向上していることがわかる。したがって、付着性と初期強度を満足する範囲で急結材添加量は少なくすることが重要で、今回の試験の範囲ではB、Cの配合とも30kg/m³程度で充分であると考えられる。とくに、急結材Hは長期強度の伸びは低い、20~25kg/m³という少ない添加量で初期強度と跳ね返り率は良好な結果を示した。

空気式とポンプ式のコンクリート搬送方法により施工面で大きな問題点はなかったが、両者を比較すると図4の長期強度と表3の跳ね返り率でポンプ式の方が良い結果が得られている。吹付け速度やメンテナンス等比較しなければならない項目があるが、吹付け後のコンクリートの安定性ではポンプ式が優れていると思われる。

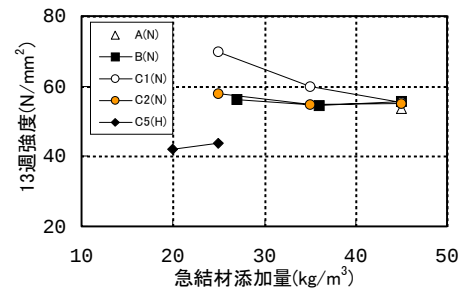


図4 吹付け後の強度(材齢 13 週)

表3 強度比と跳ね返り率

配合	搬送方法	急結材種 添加量 kg/m ³	13 週 強度比 吹後/ベース	跳返 り率 %
A	ポンプ	N-45	0.87	19
B	ポンプ	N-36	0.87	10
C1	ポンプ	N-35	0.76	12
C2	空気	N-35	0.71	17
C5	ポンプ	H-25	0.56	10

4. まとめ

高炉セメントは普通セメントに比べて急結性が高いという理由で、高強度吹付けコンクリートに高炉セメントB種を用いて試験施工を行い、以下の結果を得られた。

- 1)ベースコンクリートのスランプフローは、普通セメントに比べて少ない混和剤添加率で、同等の維持時間が得られた。
- 2)30kg/m³程度の急結材添加量で十分な強度が得られ、付着性能も普通セメントに比べて良好であった。
- 3)吹付け方法は空気式、ポンプ式のどちらでも問題はないが、吹付け後のコンクリートはポンプ式の方がやや優れている。