

V-542

瞬結性吹付コンクリートの若材齢時の基礎性状

(株)大林組 土木技術第五部	正会員 佐波弘一朗
(株)福田組 建設本部 技術部	樋浦 雅行
(株)大林組 土木技術第五部	正会員 青木 茂
(株)大林組(株)福田組山王トナ共同企業体	金田 勉
日本道路公団 糸魚川工事事務所	細川 裕

1. はじめに

山岳トンネルの施工を効率化、急速化するためには、多機能型全断面掘削機(トンネルワークステーション、以下TWSと略する)を用いた切羽集約型機械化施工システムを適用することが、有効な手段の一つであると考えられている。このTWSにおいては、吹付のあと鋼製支保工の建込みをせずに、すぐに掘削を行うため、一次吹付コンクリートには、高い瞬結性が求められている。この要求性能に応えるためには、急結材に瞬結性を持つ特殊ポリマーを混入したポリマーセメントコンクリートの適用が考えられる。本報告は、アクリル酸金属塩を急結材として用いた、乾式瞬結吹付コンクリート(以下瞬結吹付と略する)の若材齢時における各種特性について述べたものである。なお、比較を行うため、他の湿式吹付コンクリート(膨張性セメント鉱物系急結材を使用したもので以下湿式吹付と略する)の性状調査も実施した。

2. 実験概要

2.1 品質基準

今回必要とされている瞬結吹付の性能は、硬化時間10秒以内、材齢10分での圧縮強度 2 N/mm^2 、材齢1時間で 3 N/mm^2 、材齢28日で 18 N/mm^2 である。

2.2 使用材料

コンクリートの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。なお、瞬結吹付における急結材の単位量は、事前試験により、リバウンドの低減を考慮して定めた。

2.3 実験方法

本実験で使用する瞬結吹付の供試体の採取は、TWSで実際の施工に用いられている設備、材料を用いて行った。比較として用いた湿式吹付の供試体採取は小規模吹付機を用いて行った。各種吹付の供試体は 20°C 恒温室内、所定材齢まで気乾状態で養生させ、各測定は試験室にて行った。

2.4 試験項目

圧縮強度試験および弾性係数の測定は $\phi 5 \times 10\text{ (cm)}$ コアを用いて行い、試験材齢は10分、1, 2, 4, 6時間、1, 3日とした。なお弾性係数の測定はコンプレッソメータを用いて行った。割裂引張試験は $\phi 5 \times 10\text{ (cm)}$ コアを用い、試験材齢は6時間、1, 3日とした。曲げ強度試験、せん断強度試験[2面切斷]は $10 \times 10 \times 40\text{ (cm)}$ 型枠へ直吹きした供試体を用い、試験材齢は6時間、1, 3日とした。初期収縮率試験は $10 \times 10 \times 40\text{ (cm)}$ 型枠へ直吹きした供試体を用い、脱型直後に基長測定し、試験材齢は6時間、1, 2, 3, 5, 7日とした。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度と材齢の関係を図-1に示す。今回設定した配合の瞬結吹付では、吹付後数秒で硬化し、材齢10分で 3.6 N/mm^2 程度の強度を発現する。その後の強度の伸びは緩やかとなり、材齢1日以降の強度は、湿式吹付と同様の強度増加傾向となる。ただし、湿式吹付の場合は、吹付時が外気温 0°C と低温であるため材齢1日未満の発現強度が低い結果となった。

表-1 使用材料

区 分	種 類	物性・主成分等
セメント	普通ポルトランドセメント	比重3.16
細骨材	砕砂(青海産石灰石)	比重2.65, F _W 2.6~3.1
粗骨材	砕石(青海産石灰石)	比重2.66, G _{max} 15mm
混和剤	瞬結用混和剤	73% $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ 酸塩
混和材	瞬結用急結材(主剤)	73% $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ 酸金属塩
	(助剤)	過硫酸塩
	湿式吹付用急結材	膨張性セメント鉱物系

表-2 配合内容

種別	S	L	W/C	S/a	単 位 量 (kg/m ³)					
	(cm)	(%)	(%)	(%)	W	C	S	G	AD	急結材
瞬結	-	42	70	-	425	1227	527	3	154	-
湿式	8 ± 2	60	60	60	216	360	1053	710	-	25

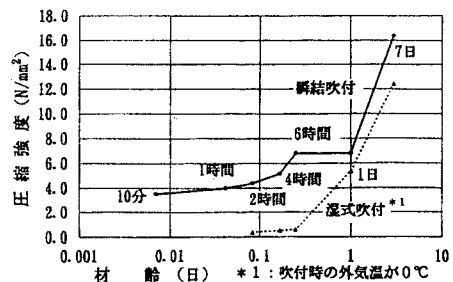


図-1 圧縮強度と材齢の関係

キーワード：瞬結吹付コンクリート，TWS，ポリマーセメントコンクリート，若材齢

連絡先：東京都文京区本郷2-2-9 大林組土木技術本部技術第五部技術課 TEL 03-5689-9012

3. 2 各種強度

曲げ強度、せん断強度、割裂引張強度と材齢の関係を図-2に示す。瞬結吹付の曲げ強度は、湿式吹付と比較して、材齢1～3日までの強度増加割合が2倍程度大きい傾向を示した。瞬結吹付のせん断強度と割裂引張強度は、材齢1日以降で湿式吹付と同様の強度増加傾向を示した。これらの結果は、瞬結吹付の材齢初期における耐荷力に対する応力レベルの安全性が、通常の湿式吹付と同等以上であることを示唆している。

3. 3 静弾性係数

圧縮応力とひずみの関係を図-3に示し、圧縮じん性係数の値を表-3に示す。同一圧縮強度レベル（材齢1～3日間）での瞬結吹付のひずみ量は、湿式吹付と比較すると2倍以上の値を示す。また、瞬結吹付の圧縮じん性係数は、湿式吹付と比較して材齢1日で3倍程度、3日で10倍以上の値を示した。静弾性係数と圧縮強度の関係を図-4に示す。静弾性係数では瞬結吹付が湿式吹付の0.3～0.5倍程度の値を示した。

3. 4 初期収縮率

初期収縮率の試験結果を図-5に示す。ここで用いた湿式吹付は、急結剤の特性（エリカ[®]付の生成による膨張）により初期に若干の膨張を呈する傾向があるため、ほとんど収縮しない結果となった。この結果と比較し瞬結吹付の収縮率は、大きな値を示している。ただし、湿式の普通セメントコンクリート（W/C=57%）の乾燥収縮率（7日間水中養生後基長測定し、気乾養生1日後の収縮率）が80 μ 程度¹⁾であることを考えると、瞬結吹付の収縮率は通常のコンクリートの同等以下であるものと思われる。

4. まとめ

今回の基礎物性試験の結果をまとめると以下となる。

- ①今回調査した瞬結吹付は、吹付終了直後の材齢10分で3.6 N/mm²程度の圧縮強度を発現している。
- ②材齢6時間～1日までの圧縮強度の伸びは小さいが、1日以降の圧縮強度の増進は湿式吹付と同様の傾向を示す。
- ③瞬結吹付は、湿式吹付と比べて同一強度レベルでの静弾性係数は、50%以下となる。
- ④圧縮じん性係数は、瞬結吹付の方が湿式吹付より3倍～10倍程度大きく、終局ひずみ量が大きい傾向にある。
- ⑤瞬結吹付の初期硬化過程での収縮率（気乾状態）は、通常のコンクリートの同等以下であるものと思われる。

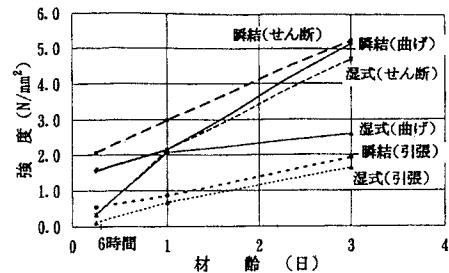


図-2 各種強度と材齢の関係

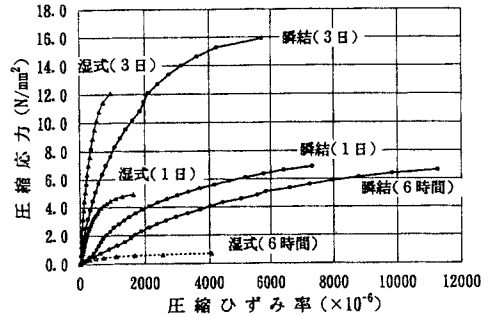


図-3 圧縮応力とひずみの関係

表-3 弾性係数と圧縮じん性係数

材齢	圧縮じん性係数 σ (N/mm ²)	
	瞬結吹付	湿式吹付
6時間	4.0	0.2
1日	4.7	1.2
3日	10.4	1.0

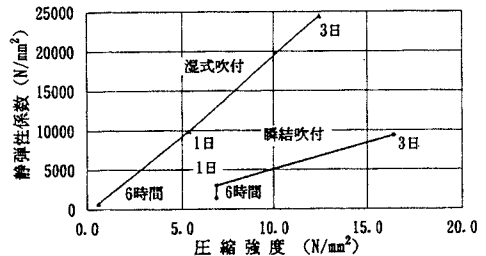


図-4 静弾性係数と圧縮強度の関係

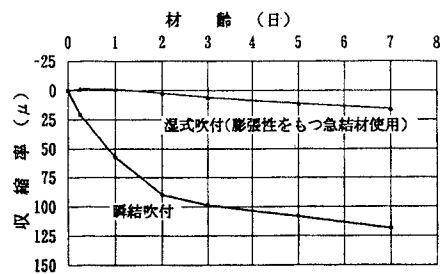


図-5 初期の収縮率と材齢の関係

【謝辞】本実験を実施するに当たり東亜合成(株)建材事業部の天野氏他に協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】1) 高野：高炉セメントを用いたコンクリートの自己収縮に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集 vol. 19