

VI-131

こて塗り式覆工法におけるコンクリート材料の研究開発

熊谷組〇正会員 植松澄夫 長松千年 中北昭浩 畔高伸一

1. はじめに

こて塗り式覆工法は、NATMにおける吹付け作業において、粉じん発生による坑内作業環境の悪化やリバウンドによる材料ロスの発生を改善することを目的に開発したものである。本工法では、こて形状の特殊な型枠を用い、コンクリートを掘削面に塗り付けて覆工体を構築する。塗り付けは、粘性、分離抵抗性ならびに急硬性を有するコンクリートが凝結硬化する際の掘削面との接合作用を利用して行う。塗り付けの概念を図-1に、コンクリートの配合を表-1にそれぞれ示す。塗り付けを確実にを行うために特に重要なことは、塗り付け直後に適度な接着・効果性が確保されること、及びそれらが水セメント比のばらつきやコンクリート温度の変動に左右されないことである。本研究では、前者の課題を解決するために、塗り付け用コンクリートに最適な急硬剤種類ならびに増粘剤種類の選定を行った。また後者について、急硬剤と液体助剤(凝結調整剤)の添加量を適宜調整して対処する方法の検討を行った。

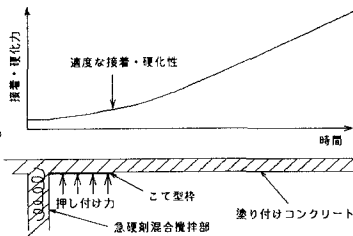


表-1 コンクリートの標準配合

最大骨材 寸法(mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)				急硬剤 (C×%)	tsp- (急×%)	増粘剤 (C×%)	流動化剤 (C×%)
			W	C	S	G				
15	53	70	212	400	1,130	484	10~14	0.5	0.3	1~1.25

*要求品質を確認するための基準値

① 接着強度(急硬剤添加35秒後) 8.0 gf/cm²

② テーブルフロー(急硬剤添加後30秒後) 100~103 mm

2. 実験方法

2.1 使用材料及び配合

実験に用いた材料等を表-2に示す。急硬剤種類の選定では、モルタル

(セメントと砂の重量比1:2.5 練り上がり温度20℃)を用い、増粘剤種類の

選定ならびに急硬剤と液体助剤の添加量の検討では、コンクリート(単位セメント量400kg, 水セメント比53%, 細骨材率70%, 練り上がり温度20℃)を用いた。

2.2 試験方法

急硬剤種類及び増粘剤種類の選定では、図-2に示す装置を用い、接着強度試験を行った。試験は以下の手順で行った。モルタルあるいはコンクリートに急硬剤を添加して15秒間攪拌し、試料を直ちにコーンへ投入する。そして急硬剤の添加35秒後からコーンを引き上げ、供試体が接着面(コンクリート盤)から剥がれるときの荷重を測定した。また、急硬剤と液体助剤の添加量の検討では、急硬剤をコンクリートに添加攪拌し、添加後30秒後のテーブルフローを測定した(JIS R 5201に準拠)。

3 実験結果及び考察

3-1 急硬剤種類の選定

急硬剤の種類と添加量を変化させたモルタルの接着強度を図-3に示す。急硬剤の種類別では、セメント系スラリーのときに接着強度が最大となり、次いでセメント系粉体、アルミン酸塩系液体の順となった。セメント系スラリーの添加量に着目した場合、5%の添加量では凝結反応がひじょうに遅く接着強度は得られなかったが、添加量を増すにつれて接着強度が高まった。なお、実施工においてセメント系粉体を使用する場合には、圧縮空気の使用が不可欠となる。以上より、急硬剤の種類は、セメント系スラリーが最適と判断される。

3-2 増粘剤種類の検討

セメント系スラリーを添加(セメント重量比10%)したときの接着強度を図-4に示す。接着強度は、無添加時に比べて5.6~6.3倍に高まった。セルロース系増粘剤とアクリル系増粘剤との比較では、後者の接着強度が

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント (比重3.16)
細骨材	浜岡産川砂 (GMAX 5mm, 比重2.60, 粗粒率2.78)
粗骨材	浜岡産川砂利 (GMAX 15mm, 比重2.70, 粗粒率5.42)
急硬剤	・アルミン酸塩系液体 ・セメント系粉体 ・セメント系スラリー
液体助剤	・アルミン酸塩系
増粘剤	・アクリル系 ・セルロース系
繊維	・ビニロンファイバー (RW150 長さ15mm, 太さφ=14μm)
微粉末	・シリカヒューム(比重2.2, 表面積20 m²/g)

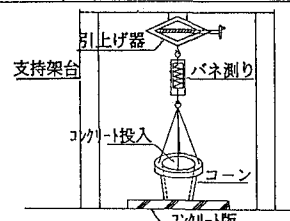


図-2 接着強度試験装置

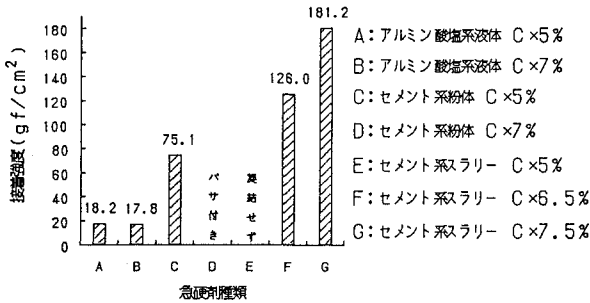


図-3 接着強度試験結果（その1）

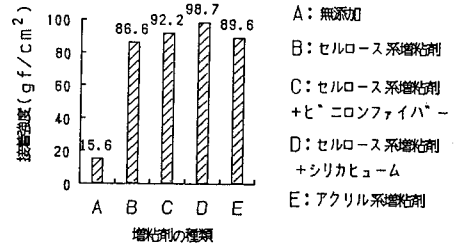


図-4 接着強度試験結果（その2）

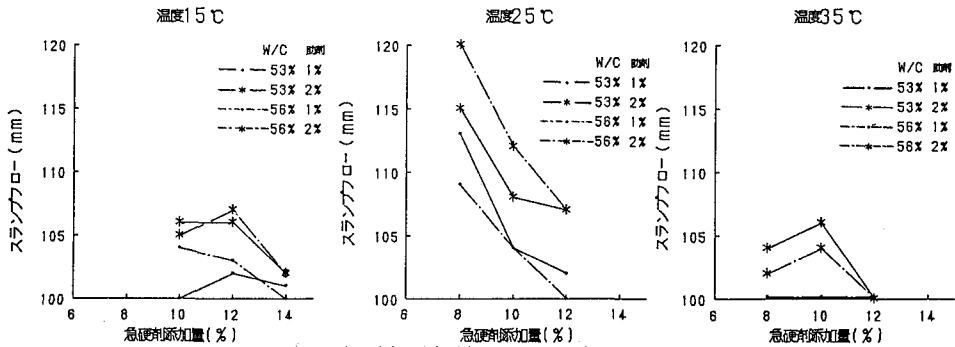


図-5 急硬剤添加量とスランプフローの関係

大きくなる傾向がみられた。セルロース系増粘剤は、ビニロンファイバーあるいはシリカヒュームと併用することで、単独の時よりも接着強度が高まった。急硬剤を混合した直後の試料の状態は、アクリル系ならびにセルロース系の増粘剤の場合、未混入時にはない強い粘性があった。セルロース系増粘剤とビニロンファイバーを組み合わせたものは、粘性が低くばさつきが目立つが、材料の分離抵抗性は大きい。また、セルロース系増粘剤とシリカヒュームを組み合わせたものは、さらさらとして粘性が低かった。以上より、適度な接着・硬化性を確保する上で、セルロース系あるいはアクリル系の増粘剤を用いて粘性を高めるか、またはこれらの増粘剤とビニロンファイバーを組み合わせて分離抵抗性を高めることが効果的と考えられる。しかし、実施工において急硬剤との混合攪拌を考慮した場合、ビニロンファイバーの使用には問題が残る。

3-3 急硬剤と液体助剤の添加量の検討

セメント系スラリーの添加量とテーブルフローの関係を図-5に示す。コンクリート温度と水セメント比に係わらず、セメント系スラリーの添加量を増すことにより、テーブルフローが一様に低下する添加量の範囲が確認された。すなわち、温度15℃では12%~14%、温度25℃では8%~12%、また温度35℃では10%~12%の範囲である。液体助剤の添加量に着目した場合、コンクリート温度と水セメント比が一定の条件下では、添加量を減らすとテーブルフローが下がる結果となった。以上より、水セメント比のばらつきと塗り付け時のコンクリート温度の変動に対して、温度15~35℃、水セメント比 53~56%の範囲において、急硬剤と液体助剤の添加量を適宜組み合わせることにより、目標とする100~103mmのテーブルフローが得られる。つまり、温度15℃の時には急硬剤の添加量12~14%、助剤の添加量1%、温度25℃の時にはそれぞれ10~12%、1%、温度35℃の時にはそれぞれ10~12%、2%の組み合わせときにほぼ一定のテーブルフローが得られる。

4 まとめ

本工法において、水セメント比のばらつきやコンクリート温度の変動に影響されにくい、適度な接着・硬化性を有するコンクリートを開発した。その後、同コンクリートを用いた塗り付け実証実験を行い、良好な結果を得た。最後に、本研究に当たり、コマツ、電気化学工業(株)、(株)クラレの関係諸氏に謝意を表します。