

モルタル吹付け法面におけるクラック補修材料を用いた現場実験

福井県雪対策・建設技術研究所
福井大学
株式会社グローケミカル
株式会社サンワコン

正会員 ○久保 光
フェロー会員 荒井克彦
非会員 高市恭規
非会員 岡島尚司

1. はじめに

モルタル吹付け工は、斜面の表層風化・表面の小崩壊防止を目的に法面保護工として長年多用されてきたり、コンクリート構造物では、コンクリートや鉄筋の経年変化に伴う劣化状況から、概ね耐用年数を推定することが可能であるが、モルタル吹付け法面工の場合は、日射・降雨等の環境条件や背面の地山の地質特性、施工時期や施工方法、維持管理状況など多種多様な要因の影響により耐用年数の推定が困難である。このため、法面工が機能喪失するまで補修されずに、施設寿命が短くなっていると考えられる。さらに、機能喪失に至った場合、旧法面工の撤去と新規の対策工を実施せざるをえなくなり、全体費用が大きくなることが多い。また、これまでの吹付け法面の安定性や耐久性に関わる調査方法は、ボーリング調査や打音検査などが中心であり、局所的な情報しか得られないことから、既設吹付け法面の合理的な対策工を行っていくのが実情である。このような背景から、老朽化した吹付け法面の健全性を定量的に評価する非破壊調査手法を開発するとともに、既設の吹付け法面工が有する機能を保全するため、吹付けモルタルに発生したクラックに接着剤を注入する補修を行うことで、雨水浸透などによるモルタルの劣化防止とモルタルの一体化を行う工法を開発する。これにより、法面の長期的安定を図ることができると考える。既報²⁾³⁾では、背面地山が土砂化しておらず健全なモルタル吹付け法面に発生したクラック幅 0.5mm～3.0mm の補修材料として、浸透性があり接着性に優れた水性エポキシ樹脂（以降エポキシ樹脂と称す）の開発を行った。具体的には、既存アクリル樹脂と、開発したエポキシ樹脂の接着効果を、曲げ強度、防水性、耐侯性で評価し、両者が同等の接着効果があることを示した。本報では、開発したエポキシ樹脂の現場での接着効果を確認するため、実際のモルタル吹付け法面（厚さ 10cm、ラス入り、吹付け後 20 年以上経過）を利用して実験を行った結果を報告する。

2. 接着剤の特徴

表-1 に、接着剤の成分及び物性を示す。エポキシ樹脂は、粘度が大きく、可使時間及び硬化時間が長いのが特徴である。

表-1 接着剤の成分及び物性

接着剤のタイプ	水性エポキシ樹脂	
	A剤	B剤
主成分	エポキシ	
外観	褐色状液	灰白色液
液比重	1.31	1.39
混合比	1：1	
粘度 (mpa・s) 15℃	4,500	13,000
可使時間 (分) 15℃	90	
硬化時間 (分) 15℃	960	

表-2 モルタル吹付け法面の条件

No.	種類	クラック方向	幅(mm)	長さ(m)	地山勾配(°)
No.1	自然	横	0.3~2.0	1.63	42.3
No.2	人工	横	4.0	4.58	30.0
No.3	自然	縦	0.5	2.60	50.0
No.4	人工	縦	4.0	3.15	50.0
No.5	人工	縦	4.0~6.0	3.10	68.3
No.6	人工	横	10.0	3.58	68.3
No.7	自然	横	1.5	1.90	50.0

3. 実験方法及び評価方法

(1) 実験方法

表-2 に、モルタル吹付け法面の条件を示す。写真-1 に、縦にコンクリートカッター (STIHL TS400) を用いて人工クラックを作製している状況を示す。実験は、自然にできたクラックと人工クラックで行う。クラック方向は、縦方向と横方向とし、長さは 1.6～4.6m の範囲とした。地山勾配は、30～68.3° の範囲である。接着剤（水性エポキシ樹脂）の注入器は、内径 3 mm を用いた (AZ オイラー、容量：400mL)。自然斜面のクラックにおいては、ブローアで不純物を除去した後、接着剤の注入を行った。

(2) 評価方法

クラックに接着剤注入を行った箇所からコアを抜き取り、クラック幅とエポキシ樹脂の浸透性の関係および目視での接着効果を評価項目とした。



写真-1 人工クラック作製状況

4. 実験結果及び考察

写真-2 に、接着剤注入状況を示す。図-1 に、各試験区の樹脂の浸透率（モルタル吹付け厚さを 100 として、それに対する樹脂の浸透深さの割合）を示す。人工クラック（表-2 の No. 2, 4, 6）の浸透率は 100%に近かった。この理由は、人工クラックはコンクリートカッターの刃の太さが大きい（4mm）、クラック幅が大きく樹脂が浸透しやすかったためと考えられる。コアを抜き取り、人工クラック（No. 2, 4, 6）へ注入したエポキシ樹脂とモルタル面の境界部分を目視観察して接着効果を検証した結果、樹脂の接着効果は認められなかった。この原因は、モルタル吹付け法面に人工的にコンクリートカッターでクラックを入れた際に発生したモルタル粉塵が、クラック接合部に付着してエポキシ樹脂との接着を妨げたと考えられる。また、クラック内に貯まっている空気がエポキシ樹脂を注入することにより、樹脂に混合されて気泡となり、樹脂とモルタル面が完全に結合されにくい原因の一つとなった（写真-3）。

自然クラック（表-2 の No. 1, 3, 7）における浸透率は 1.7～5.7%で、クラック幅に関係なく樹脂はほとんど浸透しなかった。この原因は、注入器の圧力不足と、夏場の暑さでエポキシ樹脂の粘度が高くなり、浸透性が低下したためと考えられる。夏場の暑さを考慮して、樹脂の粘度と可使用時間を検討する必要がある。コアを抜き取り、自然クラックへ注入した樹脂とモルタル面の境界部分を目視観察して接着効果を検証した結果、樹脂はクラック内部まで浸透していなかった。この原因は、接着剤注入器の圧力不足により、樹脂をクラック内部まで浸透させることができなかったと考えられ、クラック内部に貯まった空気を押し出して樹脂を注入するだけの注入圧力が必要である。また、自然斜面のクラックでは、クラックの角度が上向きになったり、曲がっている場合などが想定されるので、エポキシ樹脂が浸透しにくい場合が少なくないと考えられるので、クラックの角度を変えた室内試験を行い、樹脂の浸透性について確認する必要がある。

5. まとめ

実際のモルタル吹付け法面で、開発した水性エポキシ樹脂の浸透性・接着効果を確認する実験を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) 人工クラックへの樹脂の浸透率は 100%に近かった。
- (2) 夏場の暑い時期の施工は、樹脂の粘度や可使用時間を考慮する必要がある。
- (3) 自然クラックにおいては、注入効果がクラックの角度に影響される。
- (4) 自然クラックにおいては、開発した樹脂の粘度が高いため、注入圧力を高めなければ樹脂が浸透しないことがわかった。

以上の結果から、クラックの角度を変えた室内試験や、外気温が高い場合の粘度の計測などを今後に行う予定である。

また、現場で高圧の樹脂注入が可能な機器の開発を行う必要がある。

謝辞：本研究の実施にあたり、ご助言いただいた福井大学大学院 小形信男教授、実験に際してご協力いただいた福井土木事務所 宮本敬二氏、村田安宏氏、高崎建設(株) 辻善啓氏、青木昭治氏、三栄開発(株) 小林忍氏、吉田治氏、日広開発(株) 米村豊志氏に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 老朽化吹付け法面の調査・対策の手引き、鹿島出版会(2006)
- 2) 久保 光, 荒井克彦, 高市恭規, 岡島尚司: モルタル吹付け法面におけるクラックの補修材料の研究開発, 土木学会第 65 回年次学術講演会, V - 394, 2010.
- 3) 久保 光, 荒井克彦, 高市恭規, 岡島尚司: モルタル吹付け法面におけるクラックの補修材料の研究開発, 福井県雪対策・建設技術研究所年報第 23 号, P40-43, 2011.



写真-2 樹脂注入状況

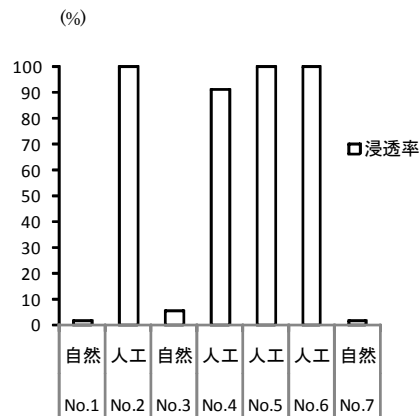


図-1 各試験区の樹脂の浸透率



写真-3 樹脂注入断面