

横浜市道路局 正員 ○中村 純平
日本鋼管 (株) 坂井 正美
日本鋼管 (株) 中村 信行

1. はじめに

道路法面などの急傾斜地の風化防止、斜面の安定対策として鋼鉄繊維補強コンクリート (SFRC) を用いた法面防護工が注目されている。これは、ひびわれに対する抵抗性が大きく、またひびわれが生じても剥落しにくいなど SFRC の特性を利用するものであり、従来のコンクリート吹付に比べ薄層の施工が可能である。一般に吹付工法には乾式と湿式およびこの中間的なセミ湿式があり、SFRC 吹付の場合もこれらによる施工が考えられる。筆者らは昭和53年以來 SFRC 吹付による法面防護工の研究を進めており、その一部をすでに報告してきた。¹⁾²⁾ このたび、前述の吹付工法それぞれについて試験施工が完了したので、その結果をもとに SFRC 吹付施工の諸条件を比較検討し、SFRC 法面防護吹付施工への適用性について若干の考察を加えた。

2. 試験施工による比較

1). 法面防護の目的

法面防護の主目的は風化崩壊の防止にある。そのため防護コンクリートの性能は単に法面を覆うだけでなく、乾燥収縮、熱応力、凍結融解などによつてひびわれを生じないことである。

2). 吹付機の選定

法面の吹付ではコンクリートのだれを防止するためにスランプがほとんどゼロの硬練りコンクリートを用いる。(通常、急傾斜には使用しない。) ここでは、吹付材料を空気の流に乗せて搬送する方式の吹付機とし、しかも法面吹付用として比較的使用性のあるものを選定した。乾式1機種、セミ湿式1機種、湿式2機種を使用し、各案施工及び試験施工の比較を表1に示した。

表1 SFRC 試験施工の比較

項 目		A (セミ湿式機)	B (乾式機)	C (湿式機)	D (湿式機)
施 工 現 場	施 工 場 所	横浜市長瀬区	長野県南佐野郡	横浜市長瀬区	横浜市長瀬区
	施 工 時 期	53年8月	55年4月	55年7月	56年2月
	地盤、施工面積	土田、417m ²	変成岩、200m ²	沃岩、260m ²	沃岩、70m ²
	傾 斜 角 度	45度	55度	70度	80度
設 計	補 筋 金 網	75 L	菱形金網 14#	75 L	菱形金網 14#
	ア ン カ ー	19#×1200mm 0.1# / m ²	9#×400mm 0.4# / m ²	13#×400 0.6# / m ²	16#×400mm 0.3# / m ²
		13#×500mm 0.6# / m ²	13#×400mm 0.4# / m ²		10#×200mm 1.5# / m ²
条 件	SFRC 種類 (fmax)	コンクリート (13mm)	モルタル	モルタル、コンクリート (13mm)	コンクリート (13mm)
	SF 寸法 (寸断径)	0.5×0.5×20mm	0.5×0.5×20mm	0.5×0.5×20mm, 30mm	0.5×0.5×30mm
	吹付厚さ、SF 混入率	50mm 1.5% vol	70mm 1.2% vol	50mm 1.5% vol	70mm 1.5% vol
	水セメント比 (%)	52	60	65	65
	セメント 骨材比	1/5	1/4	1/4 ~ 1/5	1/5
吹 付 性 能	ホース長、ホース径	100m, 50mm	60m, 50mm	60m, 50mm	100m, 38mm
	時間最大吐出量 (m ³ /h)	3.2	2.1	2.8	2.1
	SFRC はわり入り率 (%)	10 (指差値)	17	11	19
	SF 付着率 (%)	85	74	79	75
能 率	曲げ強度 (kg/cm ²)	54.2	48	48	41
	追跡調査	2年余経過し、表面突出の SF は落下し表面平滑となる。打設目、ヘヤーフラックをける。	1年経過し、表面突出の SF は落下し、美観上問題なし。	モルタル表面上の SF 突出はほとんどない。表面平滑でひびわれ発生なし。	表面上の SF の突出は少ない。

3) 吹付機の特徴

α. 乾式吹付機 / ギズルにおいて水と乾燥材料とを混合するので水の管理は作業員の勘に頼る。粉じんの発生が多く、材料のはねがえりも多い。比較的セメント量の多い配合でも施工可能である。

β. セミ湿式吹付機 / ホース途中で水と乾燥材料とを混合するので水の管理は作業員の勘に頼る。粉じんの発生が若干ある。

γ. 湿式吹付機 / 水を含め各材料をあらかじめ正確に計量できるのでコンクリートの品質管理は確実にでき、粉じんの発生も少ない。しかし、セメント量の多い配合は材料の粘性が大きくなり、ホース内閉塞が起こり施工不可能となる場合がある。

4) 吹付システム

図1. γ 湿式吹付機による吹付システムの例を示した。乾式、セミ湿式では水の混入するところが異なるだけであり、その他はほぼ同じである。

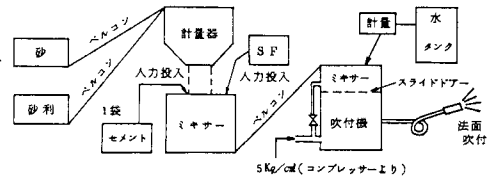


図1. 湿式吹付システム

3. SFRC吹付についての考察

1). 吹付機能力 / 一般に乾式機、セミ湿式機の方が湿式機よりも施工能力が大きいと言われているが、ここで示した吹付機にはそれほど大きな違いはなく、また最適な配合でなればSFを混入したために吐出能力が低下することもない。実施工では段取り替え等に取りられる時間が大きく、機械の吐出能力の差がそのまま施工時間に大きな影響を与えない。

2). SFの長さ / 乾式機、セミ湿式機ともSF長さが30mmでは送送時の負荷が大きく、20mmを使用した。湿式機は2機種とも20mm、30mmの使用に支障はなく、吹付性状にもその差は認められない。また強度、ひびわれ抵抗も同等と考えられる。(図2参照)

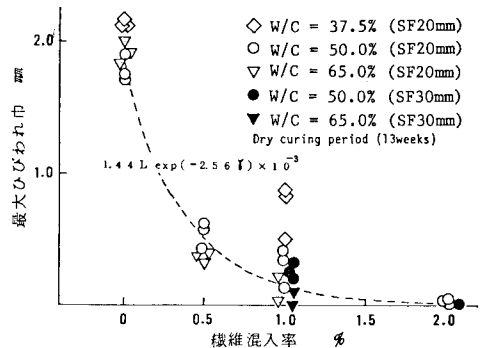


図2. 収縮ひびわれ試験結果。

3). 水セメント比(W/C) / W/Cの小さい方がコンクリート強度は大きくなるが、収縮ひびわれについては、W/Cが大きくなり、セメント量の少ない配合の方が有効である。図2は、文献3)による収縮ひびわれ試験の結果であるが、W/Cが大きいほどSFによる収縮ひびわれ抵抗が大きくなるのがわかる。そこで、今後の実施工については、セメント骨材比1/4~1/3、W/C = 60%~65%、SF混入率10%~15 volが最適なる配合と考えられる。

4). モルタルとコンクリートについて / コンクリートは粗骨材のはねがえり率が大きいため、吹付表面がモルタルに比べ粗い。(粗骨材が吹きあがったコンクリートを上からたたき、表面を荒らす)、そこで薄層施工のSFRC吹付では、モルタル施工した方が良好な結果が得られる。

4. まとめ

SFRC吹付による法面防護工は5~7cm程度の薄層の施工であっても、ひびわれの発生がほとんどなく、防護効果のすぐれていることが確認され経済的にも有利な断面である。吹付施工は、施工管理、熟練度、及び品質管理により左右されるので、コンクリートの混練が確実にできる湿式吹付機による施工が有効である。

最後に本研究を遂行するにあたり東京大学小林一朗教授、清水建設研究所中国正俊主任研究員、および高橋三研究員に御指導、御協力を頂いたため大変なほど謝意を表する。

(参考文献) 1. 中村純平ほか、鋼鉄繊維強化コンクリートを用いた斜面防護吹付工法、土木学会年次学術講演会、昭54/10

2. 中村純平ほか、湿式吹付工法によるSFRCの法面施工実験、JCI 3rd Conf., 1981.6

3. 中村、坂井ほか、鋼鉄繊維強化コンクリートの収縮ひびわれ抵抗性、JCI 3rd Conf., 1981.6