

地山補強土工法の長期安定性に関する一考察

日本道路公団試験研究所 正会員○松山裕幸

成瀬隆弘

正会員 田山 聡

1. はじめに

鉄筋による地山補強土工法は、主として切土のり面や自然斜面において、地山に鉄筋を挿入することにより地山の強度を増加させ、崩壊防止やのり面勾配を標準より急にして、のり面の長大化を防止することを目的として採用される工法である。本工法は施工性が良く、補強効果も現場の実績から認められているため施工事例が多くなってきている。しかしながら、適用条件、設計手法、評価手法、長期的な耐久性等残されている課題が多いのも現状である。そこで、本工法の長期的な安定性を調べるために実態調査を実施したので、その結果を報告する。

表 1 のり面調査結果

2. 調査内容及び結果

調査は、施工後10年程度経過した補強された切土のり面4箇所において以下の内容で実施した。なお調査対象箇所は、昭和61年にも実態調査を行っている。

2. 1 のり面調査

各対象のり面の状況を施工時及び前回調査(昭和61年)の結果と比較したものを表1に示す。調査したのり面の補強土工は、D地区を除いてのり面の変状や崩壊防止の対策工として行われたものであり、全般的に現状では全体の動きはなく、補強土工の効果により安定した状態であると考えられる。

2. 2 補強材の腐食調査

補強材を採取するため、オーバーコアボーリング(外径115mm)で削孔を行った。

調査結果では、写真1に示すように補強材に曲がりなどの変形が見られる。表2に採取箇所の補強材の諸元を示す。補強材の曲がりは向きや深さなどまちまちであるのでその機構は単純でないことが予想されるが、補強材が効果的に作用していることを裏付けるものである。一方、補強材の腐食度の定量的評価を行うために腐食面積率で表現した。腐食面積率とは頭部と一般部で10cmごとに区分して観察し、腐食している部分の面積の割合を百分率で表したものである。腐食面積率を補強材の地表面からの深さに対してプロットしたものの一例を図1に示す。腐食は頭部約30cmの範囲で激しく、地表面から

調査地区	のり面勾配	岩 質	施 工 時 (補強土工採用前)	昭和61年度調査時	今回(平成5年度)調査	
			状 況 要 約	状 況 要 約	判 定	状 況 要 約
A	1:0.8 1:1.0	弱風化 流れ凝 (軟岩Ⅱ～ 硬岩) 砂岩、頁岩	・掘削開始後処理で分離して層理に沿って滑り。 ・挟む岩質の風化進行と膨張による腐食力の減少。 ・補強土工と緩勾配(1:1.0)による対策。(昭和58年)	・のり面右側には、コンクリート吹付面に変状が発生している。 ・崩壊する長穴のり面から押されたものと推定。 ・のり面(地山)自体は安定している。	安定	・前回と同様の箇所に変状が発生。 ・のり面自体は大きな変状はない。 ・地山、吹付コンクリート、補強材の間の面に土留めがあり、地下水が通り易い状態となっており、補強材の腐食が進行している。
B	1:0.5 1:0.8 1:1.0	弱風化輝緑 凝灰岩、 塊状 (軟岩Ⅱ～ 硬岩)	・掘削開始後、上部左側のり面で破砕層に沿ってすべりが発生。 ・ゆるみゾーンを排除(切り直し)。 ・ゆるみ拡大、雨水等の侵入を防止するためのり面保護工、補強土工実施。(昭和60年)	・吹付工表面にキレツが多い。 ・切り直されなかった第4、5段目の凸部区間のり面に連続性のよいキレツあり。 ・吹付工表面のキレツは施工当初の収縮キレツが大半と判定。	安定	・前回調査と同様の箇所に、キレツ顕明がみられる。 ・補強材の浅部に曲がりが見られ、表層の腐食を抑制している。
C	1:1.2 1:2.0	崩壊土	・取り付け道路施工中および試験切土においてSTA.19付近でのり面にクラック発生、動態観測実施。 ・のり面のゆるみ防止と表層すべり防止のため補強土工(下段のみ)。(昭和58～59年)	・のり面安定上特に問題となる変状はない。 ・動態観測による鉄筋計に荷重の増加(S50.3)が見られたが、応力解放によるものと判断。	安定	・1段目小段に連続性の良いキレツがみられる。 ・全体的な動きはあるようであるが最近のものが施工当時のものと定かでない。
D	1:0.5	崖崩壊及び 風化砂岩層	・上部の崖崩壊の崩壊が懸念。 ・試験施工。(昭和58～59年)	・のり面の安定上問題となる変状は、発生していない。	安定	・前回同様、のり面の安定上問題となる変状は、発生していない。

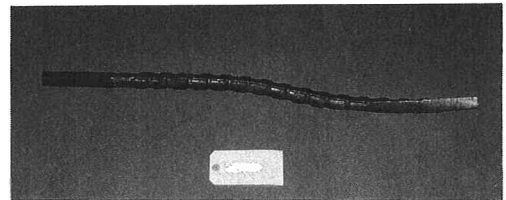


写真 1 補強材の曲がりの状況

表 2 採取された補強材の状況

調査地区名	補強材材料	直径D (mm)	採取長さ (m) (全長)	打設角度 (水平角)	曲がり	備 考	
						のり面工	頭部処理
A	異径棒鋼 SD35 ねじ付	D25	0.68 0.74 0.81 (1.2m)	のり面に 直角 実測 42 74 73	3本とも あり	コンクリート 吹付 t=150 (不均一) ラス#10	支柱板 (150×150×90) ネット地山に 直接
B	異径棒鋼 SD30 ねじ付	D19	0.64 1.18 1.60 (3.0m)	のり面に 直角 実測 39 39 40	2本あり 他は不明	コンクリート 吹付 t=150 ラス#10 補強筋 D19@400	支柱板 (150×150×90) ネット地山に 直接
C	異径棒鋼 SD30 ねじ付	D29	全長 (8.0m)	のり面に 直角 実測 51 51 51	1本あり	現場打コン クリートのり (1.5×1.5× 0.3) 補強筋(D19 のり面中に埋め 込み	支柱板 (150×150×90) ネット地山に 直接
D	異径棒鋼 SD30	D22	0.71 0.45 1.45 (2.4m)	のり面に 直角 実測 29 28 27	3本とも あり	コンクリート 吹付 t=100 (不均一) ラス#10	曲げ加工し、吹 付コンクリート に埋め込み

離れるに従い減少し、深部では腐食は見られなかった。頭部の腐食が著しい原因としては、グラウトの充填が不十分であるためと考えられる。

2. 3 補強材材料試験

表-3に補強材材料試験結果を示す。降伏点が見られないものがあったが、この原因としては、試験体の曲がりによる影響が考えられる。腐食が著しい頭部のネジ部分では試験はできなかったが、ネジ部分より深いところでは基準強度を下回る試料はなかった。

2. 4 引抜き試験

D地区で3本の補強材について引抜き試験を実施した。ただし、施工前に地盤の定着力を確認するために通常行われている試験とは異なり、本設の補強材であるので、全長にわたってグラウトされている。

試験は、油圧ジャッキの保持と装置と地盤との馴染みを確保するため、1～1.5 t o nで何回か繰り返し載荷し、2 t o nより測定を行った。試験最大荷重は、補強材の降伏荷重を考慮し、12 t o nとした。この結果を図2に示す。これより以下のことがわかる。

① 載荷荷重の範囲では、補強材の降伏や引き抜けは見られず、現状でも鉄筋及びグラウトが十分に機能している。

② 10 t o n 載荷時点の変位は、数mm程度であり、現状でも十分に抑止力を発揮できる。

3. まとめ

今回4箇所の少ない調査結果からの知見であるが、以下の項目が明らかになった。

① 補強材頭部のグラウト充填性に関して、多くの場合不十分であり、この部分の補強材に腐食が発生している。

② 今回の調査における腐食の範囲は地表から30 c m程度までであり、深部では腐食は見られなかった。

③ 補強材は多くの場合、曲げを受けた状態で置かれている。

④ 調査対象の補強土のり面は約10年経過しているが、大きな変状もなく、十分に補強効果が現れている。

4. おわりに

今後は実態調査を積み重ね、切土のり面補強土工の補強効果について設計施工法の確立を目指していく予定である。なお今回関係各位に多大なご協力を得たので、厚くお礼を申し上げる次第である。

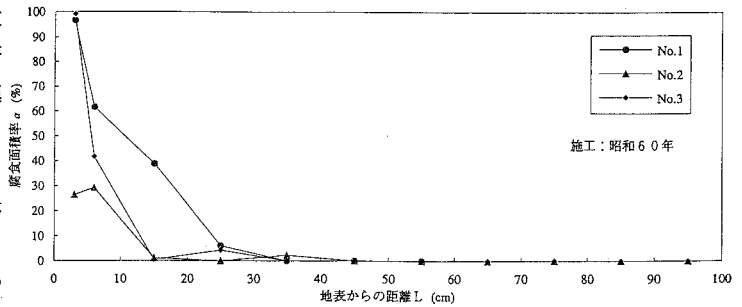


図 1 補強材の腐食調査結果

表 3 補強材材料試験結果

調査地区名	補 強 材			試験結果		基準機械性質	
	NO.	径	材 質	降伏点 (kgf/mm ²)	引張り強さ (kgf/mm ²)	降伏点 (kgf/mm ²)	引張り強さ (kgf/mm ²)
A	NO. 1	D25	SD35	—	57	35以上	50以上
	NO. 2			—	55		
	NO. 3			—	58		
B	NO. 1	D19	SD30	—	56	30以上	49～63
	NO. 2			37	56		
	NO. 3			37	57		
C	NO. 1	D29	SD30	40	62	30以上	49～63
	NO. 2			40	61		
	NO. 3			40	62		
D	NO. 1	D22	SD30	36	57	30以上	49～63
	NO. 2			—	57		
	NO. 3			36	55		

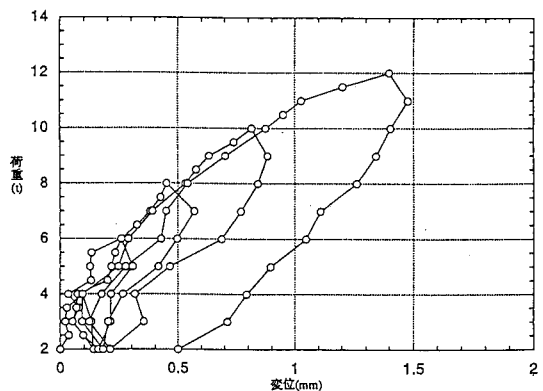


図 2 引抜き試験結果