

急峻な地形におけるトンネル坑口部の落石防護対策

原田 弘幸*

Hiroyuki Harada

1. はじめに

高知自動車道大影トンネル南坑口付近の斜面は、岩盤の露頭が数多く見られ、そのほとんどが急崖あるいはオーバーハングの急崖となっている。また、岩盤状況としては片理や節理等の分離面が著しく発達しており、分離した岩塊は浮石や転石として斜面上あるいは崖壁に散在して認められる。今回の報告は、落石防護工の他に、落石子防工として施工した岩盤接着工法について報告するものである。

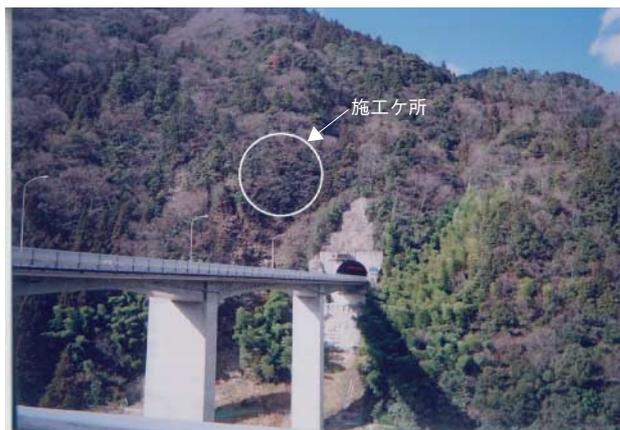


写真-1 大影トンネル南坑口付近

2. 落石防護対策の選定について

落石対策工は、落石源対策としての「予防工」、落石後の防災対策としての「防護工」とに考えられる。

計画当初は、予防工として落石の撤去、落石対策区域の法面掘削などを検討したが、坑口付近にはすでに高速道路が供用されていること、今回施工路線部の橋脚もすでに施工されていることから、これらの対策工は困難であると判断された。

また、防護工を検討する上でロープネットや吹付工などでは、景観上から道路利用者の快適性が損なわれると考えた。

そこで、対策工として岩盤接着工法を提案し、検討す

ることとなった。

施工対象は、着工前に調査していた報告書より、危険度 A（危険度区分は、A～C）の今すぐ対策が必要とされる岩盤が対象となった。

しかし、危険度 A の岩盤には、30cm～50cm の岩片が集合したものもあり、岩盤接着工法の施工方法では、施工費が膨大に膨れ上がるものもあった。そこで、企業先との打合せを行い、小規模な岩盤群にはロープネット工法（マイティーネット工法含む）を取り入れ、岩盤接着工法を中心とした対策工で対処した。このうち、岩盤接着工の施工数量を表-1 に記す。

表-1 施工数量

工事種類	単位	数量
清掃および水洗い工	m ²	82
ボンド目地工	リットル	1,099
ボンド注入工	リットル	2,532

3. 岩盤接着工法の概要

今回採用した岩盤接着工法は、表-2 のとおりに配合された EVA（エチレン酢酸ビニルエマルジョン）を含んだポリマーモルタルで、法面、山腹に露頭した岩塊の亀裂を接着し、各岩片の重心を後背させることによって全体を安定化しようとする工法である。

表-2 ボンドモルタルの標準配合

	ボンドフィラー	ハイエマルジョン	水
目地配合	15	1	2
注入配合	9	1	2

この工法は、一般的な被服工法とは異なり、施工後の景観が施工前と比べて大きく異なることがなく景観対策が必要がないと考えられる。また、施工中の振動騒音も人力施工であるため環境対策が容易に行える工法である。

4. 岩盤接着工法の施工

岩盤接着工法の手順を以下に記す。

- ① 施工対象である岩盤の亀裂面を高圧水にて洗浄する。
- ② 表-2 目地配合で混練したポリマーモルタルを亀裂に注入剤を注入したときに堰止めが出来るように5cm～10cmの厚さにて、岩盤になじむように摺り付けていく。この時、次ステップの注入材が充填されたことを確認できるように亀裂の最上部を塞がずに少し空けておく。
- ③ 前ステップにてポリマーモルタル摺り付け時に

*四国支店 太平洋セメント出張所

セットしておいた注入ホース（18m/m）から注入材を注入し、充填確認用の孔から充填確認が出来るまで注入する。

出来形管理については、施工数量が、確認できるように、目地モルタルは延長、幅（厚さ）、奥行きを注入モルタルは注入量を、以下の様式などにて記録しておく。

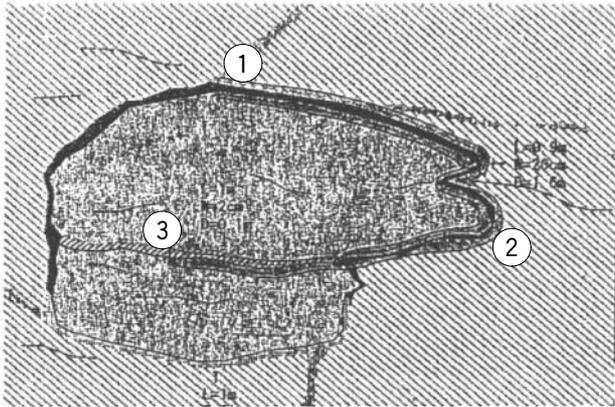


図-1 出来形管理図（上面）

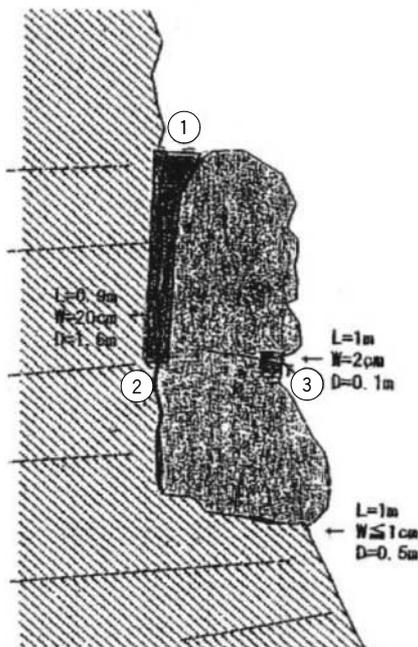


図-2 出来形管理図（側面）

品質管理については、通常 JIS R-5201 に準拠した「曲げ接着強さ試験」を基に行っている。

しかし、当工事においては、岩盤接着工法について品質管理の検査項目が企業先に確立していないため、現場条件下での接着強さを確認する意味から JIS-A-6203 を模した「引張接着強さ試験」も管理項目に追加した。

5. 岩盤接着工法の設計手法

岩盤接着工の基本的な考え方は、斜面滑落型の岩盤で考えると図-3のように、岩塊寸法より岩塊重量を算出し、基盤の勾配、等価摩擦係数、水平震度、水平荷重、接着強さより、その必要接着面積を算出し、その必要接着面積分を施工することによって岩盤全体を安定化することになる。

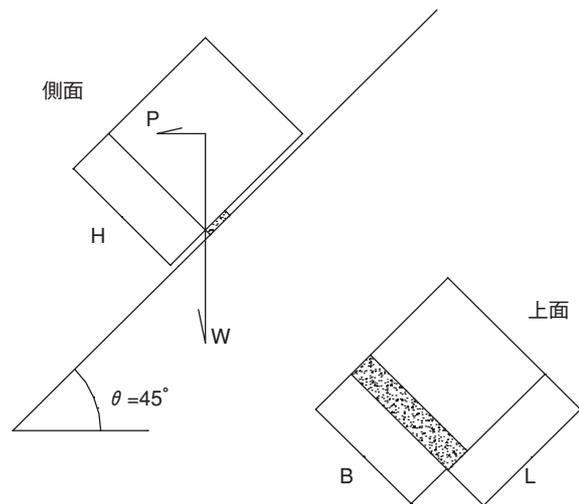


図-3 力学モデル図

しかし、実際と施工においては、必要接着面以奥にモルタルが注入されないように堰をすることが困難であることと、仮にそのような施工をしたことにより湧水が溜り、岩塊の安定を阻害する可能性があることも考えられる。

そこで協会では、現地の施工数量は、亀裂調査結果より岩塊亀裂寸法を基本として算出される数量を施工完了後または施工各段階において仮想外力 $P=0.3W$ あるいは $P=0.15W$ の条件下での安全率チェックを行い、岩盤接着工を施工することにより、未施工現況に対する力学安定度の安全率を求めるといった設計手法を選択している。

6. あとがき

この工法を振り返ってみると、概要でも述べたように人力施工であるため、大掛かりな仮設工が不要であり、騒音振動対策も不要である。一般的な対策工であれば、施工後の景観対策が必要となってくるが、この工法は、不要であると考えられる。今後の落石防護対策の検討には大きく役立つのではないだろうか。