

## 開口亀裂のある硬岩地山でのアンカー体設置方法の開発

大成建設 正会員 ○青木智幸 正会員 岡本修一  
 正会員 玉村 良 館 克彦  
 成和機工 浦川信行

## 1. はじめに

グラウンドアンカー工法において、アンカー体設置地盤に開口亀裂が多くグラウトが逸失してしまう場合などに、布パッカーを使用したアンカー体の設置方法が採用されている<sup>1)</sup>。国土交通省白岩砂防堰堤右岸部岩盤補強対策工事<sup>2)</sup>では、崖面近傍のゆるんだ領域（A領域）の崩壊を防ぐため、岩盤の内部に設けたトンネルからグラウンドアンカーで補強する施工法が採用された。アンカー体設置部の岩盤は、ほとんど変質のない硬質の花崗岩であるが、開口亀裂が発達している。また、削孔振動による岩塊崩落の発生を防止するために、アンカー体を設置するA領域はロータリー削孔とする条件であった。この条件では、孔壁が非常に滑らかに仕上がるために、アンカー体との付着強度（極限摩擦抵抗）が十分に得られない事が懸念された。

この問題を解決するために、布パッカーと導水線を用いたアンカー体の注入方式を開発したので、その原理と耐力確認実験の結果について報告する。

## 2. グラウト注入実験

浸透性の無い岩盤内の孔内に布パッカーを使用してアンカー体を打設する際のグラウトの注入状況を確認する目的で、透明塩ビ管を使用したグラウト注入実験を実施した。計画されている削孔径はφ86であるが、市販のサイズで最も近い内径78の管を用いた。

これに先立ち、グラウトの配合試験を実施し、表1の配合に決定した。主な設定条件は、Pロートフロー値15秒以下を一時間以上保持、ブリージング率3%以下、7日材齢圧縮強度40N/mm<sup>2</sup>以上、50mホース圧送試験で詰らないことなどである。

表2に、使用した布パッカーの仕様を示す。これはフリクションパッカーとして商品化されているもので、グラウト注入時に始めはセメントミルクが滲出するが、徐々に目詰まりを生じてろ過液のみが滲出して、布パッカー内には加圧脱水された高強度のセメント固化体が形成されるものである。

写真1の上段は、FP100を用いてグラウトを注入したアンカー体の状況である。拡大部分を見ると布目が見えており、布パッカーと孔壁（管の内壁）との間に残留したセメント粒子が少ないことが分かる。グラウト注入時の変化を見ていると、始めは濃厚なセメントミルクが滲出するものの、後にろ過された低濃度液が孔壁のセメント粒子を洗い流してしまうことが分かった。

そこで、図1に示すような、導水線方式を考案した。これは、グラウト注入により低濃度のろ過液が滲出するようになった時にそれを導水線近傍にできる空隙を通じて選択的にアンカー体外に排水することにより、グ

表1 グラウトの配合

セメント	W/C	減水材	膨張材
普通ポルトランド*	46%	FT1000 C×7%	CSA C×2%

表2 布パッカーの種類

種類	標準使用孔径	直径	最大拡張径
FP100	101mm	89mm	135mm
FP85相当	86mm	76mm	112mm

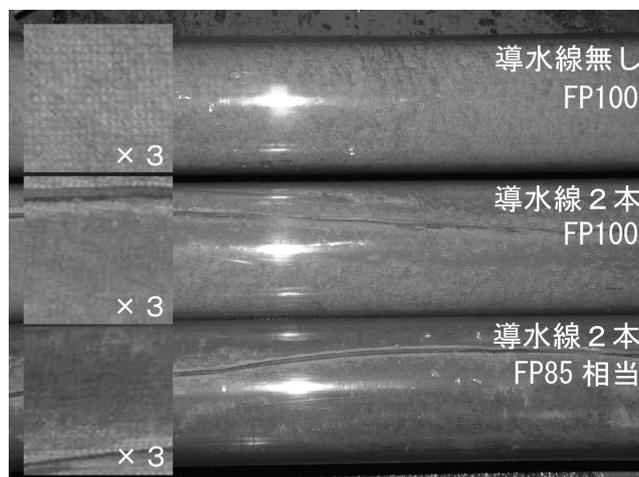


写真1 グラウト注入試験結果

グラウト注入初期に滲出した高濃度のグラウトのセメント粒子を孔壁部に残留させるものである。導水線にはφ2.4の線材を使用した。写真1の中段を見ると、導水線の効果により、明らかにセメントの付着が濃くなっていることが分かる。

布パッカーのFP100はφ101孔用に製作された既成サイズであり、φ86孔用には孔荒れ拡大部での追従性は良いものの寸法どおりの孔では若干しわが寄る。そこで、使用前の直径と最大拡張径の割合が同等となるようにFP100を裏返して縫い、FP85相当品を実験用に製作した。寸法は表2に示したとおりである。写真1の下段にFP85相当を使用した場合のグラウト注入試験結果を示した。この場合、縫い目も軸方向に連続した通水部となるので導水線1本分とみなしている。中段と比較してさらにセメントの付着が濃くなっていることが分かる。これは、布パッカーの拡張により布目がより開き、グラウトの滲出特性が改善されたことによるものと考えられる。

3. 室内引抜き耐力実験

アンカー体の極限引抜き力を調べる目的で、室内引抜き試験を行った。試験体は長さ1.2mの花崗岩ブロックで、中心部にダイヤモンドビットを用いたロータリー式で削孔し、布パッカーを使用して1.0mのアンカー体を打設した。使用した引張材は、φ12.7のPC鋼より線6本である。試験のレイアウトを図2に示す。

試験条件と試験結果を表3に示す。極限周面摩擦抵抗を見ると、導水線の無い場合（ケース1）はばらつきが大きく値が小さいのに対し、導水線を適用した場合（ケース2）では改善されている。また、削孔径に対して適切なサイズのFP85相当の布パッカーを使用したケース3では、最も大きな極限周面摩擦抵抗が得られ、アンカー体の付着強度が大幅に改善されたことが分かる。さらに、φ101孔の試験体を使用した試験（ケース4）も実施した。この場合ではアンカー体の周面積が大きいにもかかわらずφ86孔のケース3と同程度の荷重で最大荷重に達したが、グラウト周面-孔壁境界でなく、グラウト-引張材境界で滑り破壊が生じたので、極限引抜き力としてはより大きい可能性がある。

4. まとめ

開口亀裂のある硬岩部にロータリー削孔した孔にアンカー体をグラウト打設する場合の問題点を指摘し、対策として開発した導水線を使用するアンカー体設置方法について述べた。室内引抜き実験により、極限引抜き力が大幅に改善することを実証した。

末筆ながら、本開発にご協力いただきました国土交通省立山砂防工事事務所の方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 斎藤、伊藤、津野：日本の名瀑「日光華厳の滝」の景観を守る トンネルと地下、2002年2月、pp.41-51
- 2) 渡辺、白石：背面に掘削したトンネルからの岩盤斜面の補強 トンネルと地下、2002年3月 pp.43-51

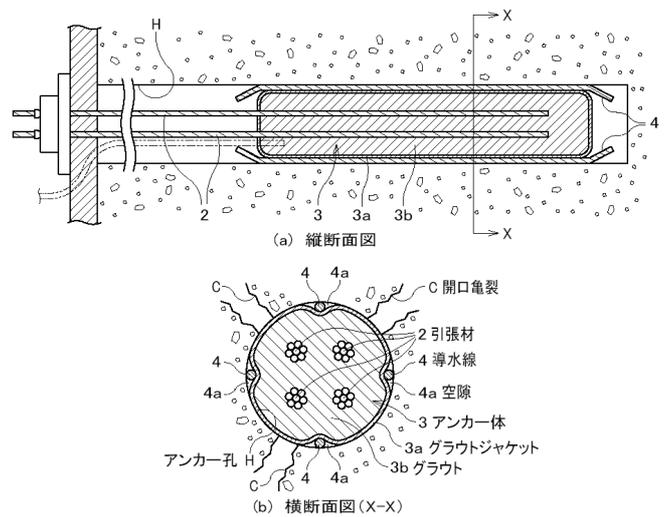


図1 導水線付布パッカー式アンカー体

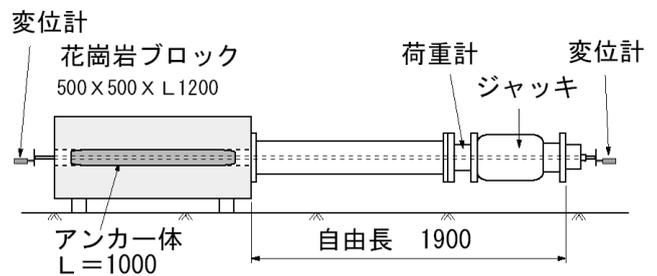


図2 室内引抜き試験のレイアウト

表3 引抜き試験結果

ケース	孔径 [mm]	布パッカー	導水線	極限引抜き力 $T_{ug}$ [kN]	極限周面摩擦抵抗 $\tau_{ug}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
1-①	86	FP100	無し	165	0.61
1-②	"	"	無し	286	1.06
2-①	"	FP100	2本	318	1.18
2-②	"	"	2本	310	1.15
3-①	"	FP85	3本	540	2.00
3-②	"	"	3本	550	2.04
4-①	101	FP100	3本	(550)	-
4-②	"	"	3本	(467)	-

( )内: 極限拘束力(グラウト-引張材境界で破壊した場合)