

エアグラウトドリル工法を既設盛土補強に適用するための試験施工

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 〇田久 勉 正会員 安部 哲生 正会員 田山 聡
三信建設工業(株) 非会員 工藤 公生 正会員 新坂 孝志

1 はじめに

近年、豪雨や地震による既設盛土のり面の崩落災害が多く発生している。崩落災害発生の要因の1つには、雨水や地下水の浸透、保水があると考えられるため、排水対策が重要となる。しかし、盛土材が泥岩などで透水性が低い材料の場合は、同時に保水性が高いため、期待する排水効果が得られない場合がある。このような盛土では、補強材の打設による補強を検討する必要があるが、孔壁が自立しない盛土では二重管ケーシング削孔によることが想定される中、より経済的な施工方法が求められる。

そこで本研究では、過去に崩壊性地山における切土補強土工¹⁾の削孔システムとして研究開発されたエアグラウトドリル工法²⁾（以下、AGD 工法という）を既設盛土の補強に適用することを検討している。本稿では、造成した盛土での削孔試験および掘出し確認、既設盛土での削孔試験および引抜き試験の結果を述べる。

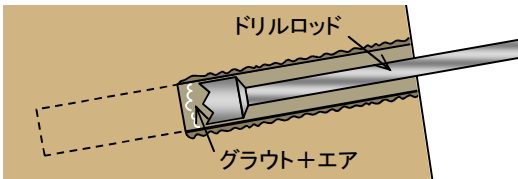
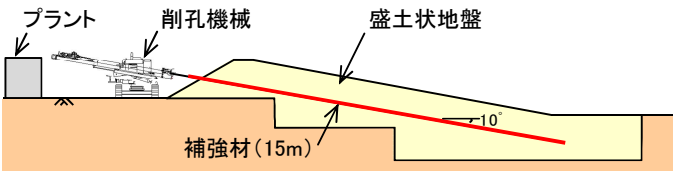


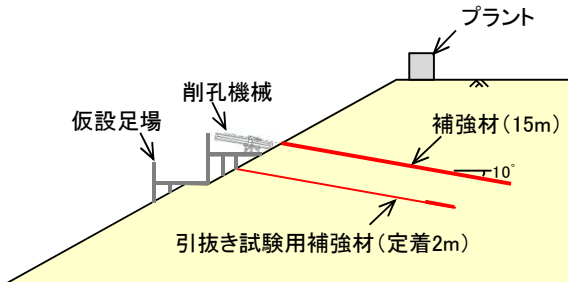
図1 AGD 工法のイメージ

2 AGD工法の概要

AGD 工法は、切土補強土工の施工の効率化を目指し、孔壁の自立が困難である崩壊性地山においてケーシングを用いずに削孔できるシステムとして、開発された工法である。図1に示すように、ドリルロッドの先端からセメントミルクをエア併用で霧状噴霧することで、孔壁にセメントミルクを吹付け、浸透させることで崩壊を防ぎながら、連続削孔する。10m までの削孔について施工機械の開発、改良と並行した実験、切土のり面建設現場での施工も実施済みであり、二重管ケーシング削孔と比較すると効率的に削孔できる場合がある。



(a) 試験施工 A



(b) 試験施工 B

図2 試験施工の模式図

3 試験施工

3.1 試験施工の方法

試験施工は、A、B の2 ケースを実施した。各試験施工の模式図を図2に、補強材と施工機械の組合せを表1にそれぞれ示す。補強材打設角は B-8 のみ 30° で、それ以外は全て 10° とした。いずれのケースにおいても、施工性を評価するため、作業時間を詳細に記録した。試験施工 A は、平坦地盤を掘削して掘削用重機で踏みならす程度で盛土状の地盤を造成し、AGD 工法により補強材を打設した後、それら補強材を掘出して出来形を確認した。試験施工 B は、既設盛土において施工足場を仮設し、AGD 工法により補強材を打設した後、一部の補強材の引抜き試験を行った。引抜き試験用の補強材はパッカーを用いることで、地盤への定着長をいずれも 2.0m に制限することとし、芯材種別ごとにそれぞれ3パターン（のり面表面付近、深部、中間部）を実施した。

表1 試験施工の条件

試験 施工	No.	補強材		施工機械	
		芯材種別(削孔径)	W/C	削孔	コンプレッサ
A	1,2	D25 (φ65 mm)	45%	大型	30HP
	5				50HP
	11		55%	小型	100HP
	3	D32 (φ90mm)	45%	大型	30HP
	4,6				50HP
	7,8		55%	小型	100HP
	9,10				
B	5,6,7,8	D25 (φ65 mm)	50%	小型	100HP
	9,11,13※				
	1,2,3,4	D32 (φ90mm)			
	10,12,14※				

※引抜き試験用

3.2 削孔試験

試験施工 A は、15m の補強材打設が安定して確実に施工できるかが主な着目点であった。当初は、比較的緩く締固めた盛土状地盤では孔壁の保持が困難となり、ドリルロッドが抜けなくなるか、芯材の挿入ができなくなることを懸念していた。しかし、試験施工 A の進捗に伴い、地盤の粘性が想定以上に施工性に影響を与え、スライムの排出こそが課題であることがわかってきた。この課題を解決すべく、コンプレッサの規格変更によりエア出力を増加させた。これら試験施工 A の結果を受け、試験施工 B では施工機械を固定することができた。試験施工 B における深度区分ごとの単位長さ当たり純削孔時間を、図 3 に示す。深いほど削孔時間が長く、削孔径 $\phi 90\text{mm}$ よりも $\phi 65\text{mm}$ の方が安定して短時間で施工できる傾向がある。

3.3 掘出し確認

試験施工 A では打設した補強材を掘出して、土中における配置状況の計測、グラウト充填状況の観察、補強材径及びかぶり厚の計測を行った。それら計測結果から、補強材径と芯材位置の関係を断面図として図 4 に示す。同図は、芯材 D32 (削孔径 $\phi 90\text{mm}$) における全てのパターン、深度についての計測値を平均して図示したものである。補強材は縦長の楕円状に造成されており、その傾向はのり面表面に近いほど顕著であった。これは、削孔開始時点でロッドの回転軸が固定されないことや重力が影響したものと考えられる。また、スペーサーを含む芯材の位置は、補強材径内の下端に位置しており、孔壁底面に沿って撓んで配置されていることが把握できた。

3.4 引抜き試験

試験施工 B で実施した引抜き試験で得られた引抜き力を用いて、定着長 2.0m として計算した周面摩擦抵抗 τ を、図 5 に示す。No.11, 13, 14 は引抜けが確認できず、計算した値以上の τ があると考えられる。引抜けが生じたものは、これまで切土補強土工で参考にしてきた値(砂・砂礫で N 値 10 程度の場合 $\tau=80.0\text{kN/m}^2$)¹⁾よりも、かなり大きい τ であることがわかる。これは、孔壁保持のためのグラウトが深度方向に連続していたためパッカーが有効に機能しなかったか、前述のように削孔径以上の補強材径を形成していたことが影響したと考える。ただし、全長が定着されていたと仮定しても、No.9 で $\tau=130.2\text{kN/m}^2$ となるなど、なお比較的大きな τ が確保されていると言える。

4 まとめと今後の課題

崩壊性地山削孔システムとして開発されたエアグラウトドリル工法を既設盛土の補強対策に適用するため、試験施工を行った。既設盛土では、小型削孔機でもエア出力を上げることで、15m 施工可能である。ただし、削孔径が大きいほど施工性が悪くなる。打設した補強材の掘出し確認では、概ね良好な縦長楕円の補強材が造成されており、被り厚も確保されていることがわかった。また、引抜き抵抗も想定より大きい値が得られた。今後は、同じ盛土で二重管削孔との比較を行うことで本工法の有効性を検証するほか、洗浄方法等の改善によるさらなる施工性向上を図りたい。

参考文献

- 1) 切土補強土工法設計・施工要領: 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株), 2007.
- 2) 緒方健治, 佐藤重樹男, 緒方晴樹: 切土補強土工法の新しい削孔技術, 土木技術, 56 巻 7 号, pp.85-90, 2001.

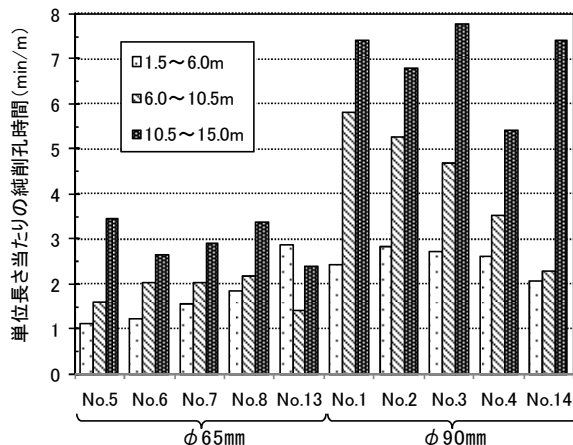


図 3 試験施工 B における作業時間

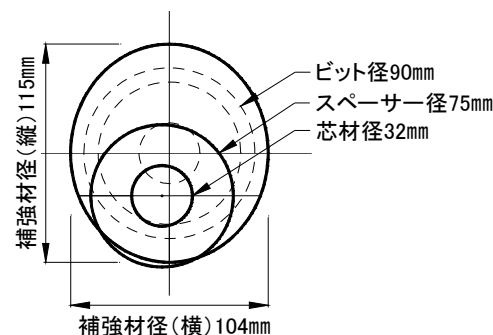


図 4 補強材断面 (D32 平均)

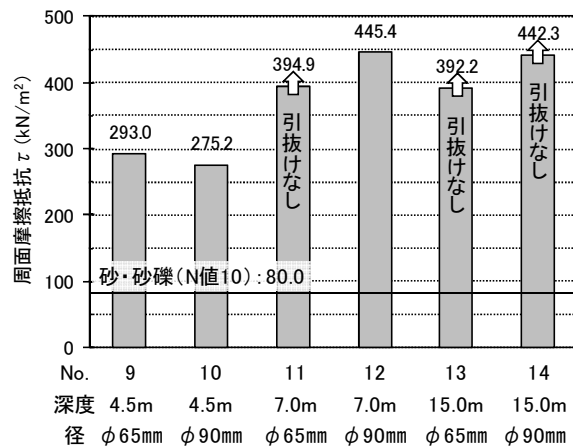


図 5 引抜き試験結果