

土砂地山、高水圧下での切削可能アンカーの施工方法開発

鹿島建設(株) 正会員 ○吉田裕亮 吉住淳志 中村康彦 岩上進也
 東日本高速道路(株) 鏡 浩志 原 遼平
 ケミカルグラウト(株) 霜垣孝生 木村 真
 日特建設(株) 尾村倫基 小川高範
 (株)樋口技工 斎藤博昭

1. 目的

シールドが通過する連壁の芯材に切削が可能なFFU（Fiber Reinforced Foamed Urethane）を使用するSEWを用いたシールド直接発進到達工法では、土留支保にグラウンドアンカーを用いる場合はこのアンカーも切削可能な材質である炭素繊維ケーブル（CFCC：Carbon Fiber Composite Cable）を用いる（以下、切削可能アンカー）。

切削可能アンカーはこれまで土丹等のアンカー孔壁が自立しやすく、湧水のない地盤条件での採用実績しかなかったが、これを今回の対象地盤である通常の砂質土・粘性土といった崩壊性の高い地山でかつ高水圧下でも施工可能にすることを目的に、施工方法の開発を行ったので報告する。

2. 切削可能アンカーの概要と問題点

切削可能アンカーの材料であるCFCCは、炭素繊維と熱硬化性樹脂をより合わせたものである。当材料は切削性に優れておりシールドマシンでの切削が可能である。また、比重は1.5であり、非常に軽量（鋼材の1/5程度）なのが特徴である。この材料を用いた被圧水下での施工では、以下の問題が考えられた。

- ・被圧水下での施工では、図-1に示すように削孔ロッド先端に逆止弁、口元部に止水ボックスが必要である。これらは鋼製品を使うのが一般的であり、アンカー施工後も逆止弁は地中に、止水ボックス設置用のプレート（以下、止水プレート）は連壁面に残置される。これらはサイズが大きく、数が多いことから、シールド掘削の際のカッタービットの欠損、面板やスクリーコンベア内での噛み込み・絡まりによる駆動不全の発生等、シールド施工時のリスクが考えられる。
- ・切削可能アンカーは鋼製アンカーに比べて比重が軽く、浮力の影響で tendon が挿入できない可能性がある。

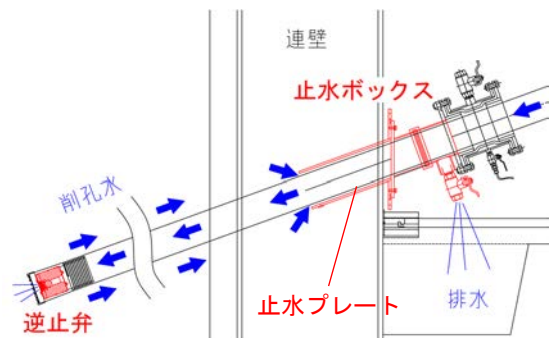


図-1 被圧水対策

3. 解決策の立案

3.1 被圧水下の施工課題解決

- ・プラスチック逆止弁（以下、P-逆止弁）の開発
 削孔ビット先端に設置し、ケーシング内への地下水流入を防ぐための逆止弁をプラスチック製にした（写真-1 参照）。
- ・塩ビ製の止水プレートを採用
 止水ボックス設置時に使用し、施工後は連壁面に残置される止水プレートを塩ビ製にした（写真-2 参照）。

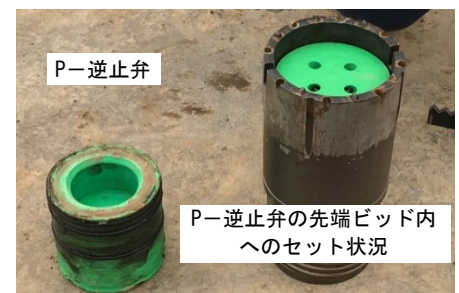


写真-1 P-逆止弁



写真-2 塩ビ製止水プレート

3.2 tendon 浮き上がり防止対策

被圧水位下では削孔水を満たしたケーシング内への tendon 挿入となり、挿入時には tendon に浮力が働く。tendon 重量と浮力の関係を確認したところ tendon 重量よりも浮力が大きい結果となり（表-1 参照）、浮き上がり防止対策が必要になることが分かった。浮力がある状況で tendon 挿入を可能にするためには、挿入時の tendon 重量を大きくする必要がある。そこで、tendon 周

キーワード グラウンドアンカー工、シールド切削可能、被圧水対策、プラスチック逆止弁

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店土木部 TEL 03-3404-5511

りをコルゲートシースで覆い、テンドン挿入時にコルゲートシース内にセメントミルクを充填することで、重量を増加させて浮力に対抗し、テンドンを挿入できるように改良した（図-2 参照）。

表-1 切削可能アンカー自重と浮力の関係（6本より線を想定）

	テンドン重量の算出				浮力の算出			テンドン重量と浮力の差	評価 ⑧≦0: OK ⑧>0: NG
	CFCC 単位重量	より線 本数	割増し 係数	テンドン 重量	自由長部 断面積	定着長部 断面積	浮力 合計		
	(kg/m)	(本)	(※1)	(kg)	(㎡)	(㎡)	(kg)		
	①	②	③	④ =①*②*③	⑤	⑥	⑦ =(⑤or⑥) *1000	⑧ =⑦-④	
自由長1m当たり	0.145	6	2.0	1.74	0.00385		3.85	2.11	NG
定着長1m当たり	0.145	6	2.0	1.74		0.00950	9.50	7.76	NG

※1：シース、頭部の重量、定着部のバックカの重量考慮のために割増係数2.0を乗じる

※2：自由長部の断面積は、シース装着後の最大径70mmとする

※3：定着部の断面積は、バックカ装着後の最大径110mmとする

4. 解決策を考慮した施工方法

立案した解決策実装のため、以下に示すステップでの施工方法とした。

STEP1 止水プレート、止水ボックス設置

連壁のソイルモルタルを削孔し、止水プレートと止水ボックスを設置する。

STEP2 ケーシング先端にP-逆止弁をセット（写真-3 参照）

P-逆止弁の端面は平滑で削孔能力を有さないため、P-逆止弁セット後にケーシング先端に一文字ビットを取り付けることで、地山が固い場合もスムーズな削孔を可能にする。

STEP3 削孔

所定の深度まで削孔する。削孔時にはP-逆止弁を介して削孔水をケーシング先端から噴出しながら削孔を行う。

STEP4 P-逆止弁押し出し

削孔完了後に、一文字ビットの切離しを目的としてインナーロッドをケーシング内に差し込み、P-逆止弁を半掛かりの状態まで押し出す（図-3 参照）。押し出し後、インナーロッドを引き抜く。

STEP5 テンドン挿入

図-2 に示すように、コルゲートシース内にセメントミルクを充填しながらテンドンの挿入を行う。

STEP6 ケーシング内セメントミルク注入、ケーシング引抜き

図-2 の水色部分にセメントミルクを注入し、注入圧でP-逆止弁をケーシング先端から押し出す。その後、注入しながらケーシングを引き抜く。

5. まとめ

これまで前例のない土砂地山、高水圧下での切削可能アンカーの施工方法を考案した。この施工方法で、図-4 に示す4段（各段20本、合計80本）の切削可能アンカーの施工を進めており、2023年3月時点で3、4段目の40本の施工を完了させている。

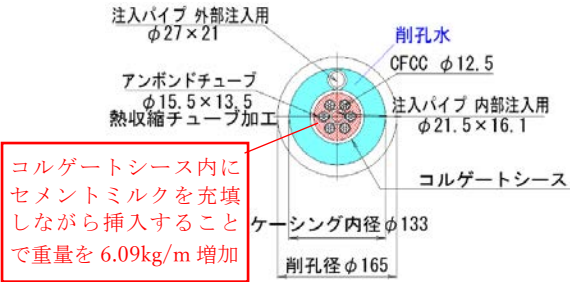


図-2 切削可能アンカー断面図

P-逆止弁を用いてもスムーズに削孔できるよう、先端に一文字ビットを取り付ける



写真-3 ケーシング先端状況

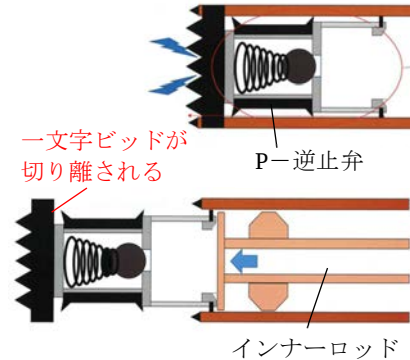


図-3 逆止弁押し出しイメージ

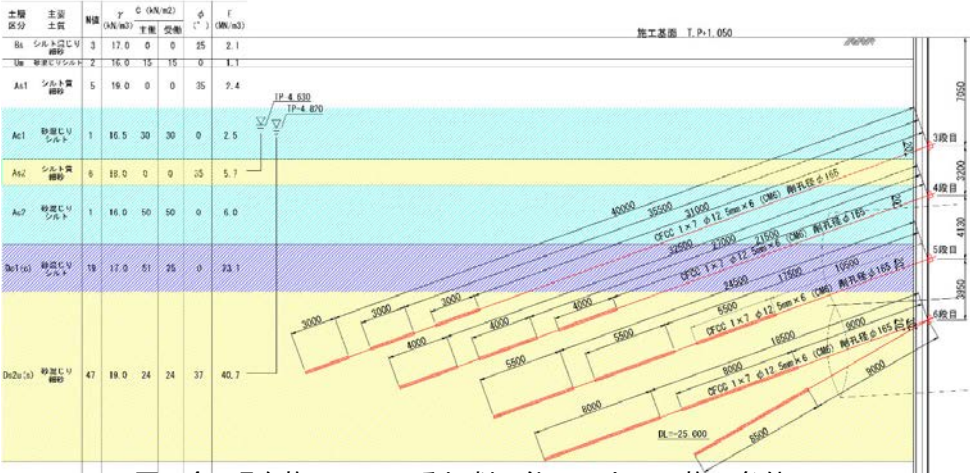


図-4 現在施工している切削可能アンカーの施工条件