

解説

長距離施工を目指した 小断面非開削トンネル工法の開発 ～ COMPASS工法TYPE-4 ～

やしま かく
矢島 岳

鉄建建設(株)
土木本部地下・基礎技術部

1 はじめに

近年、都市の過密化やゲリラ豪雨等の雨水浸水対策やバリアフリー化に向けて、線路や道路下を横断する排水路や歩道等を構築する工事が増加している。これらの工事には、上部の線路や道路の交通を遮断することなく施工が可能な非開削工法が適用されてきた。多くの非開削アンダーパス工法は、主に車道ボックスなどの大断面構造物を対象として防護工等が開発されているため、排水路や歩道等の小断面構造物に適用した場合、構造物規模に対し防護工が過大となることが避けられなかった。

そこで当社は東日本旅客鉄道(株)らと共同で、防護工を軽微とした、小断面構造物を対象とした非開削工法、COMPASS工法¹⁾(COMPAct Support Structure：以下、従来工法)を開発した(図-1)。従来工法は、地表面変状を抑制するために、地盤切削ワイヤで地盤を切削しながら鋼板(以下、防護鋼板)を先行挿入しボックス全周の防護を行ったのちに、防護鋼板内部を掘削しながら支保工の建込みと場所打ちコンクリートボックスの構築を行う、もしくはプレキャストボックスを推進して函体の構築を行う工法である。

従来工法の課題として、到達立坑側に設置した切削装置ユニットにより地盤切削ワイヤを回転させるため、駆

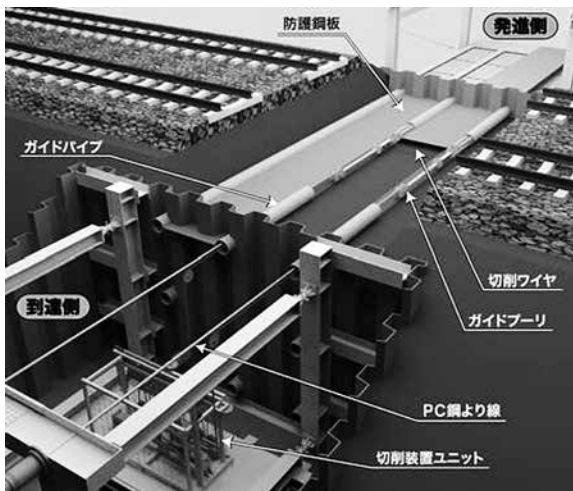


図-1 COMPASS工法イメージ

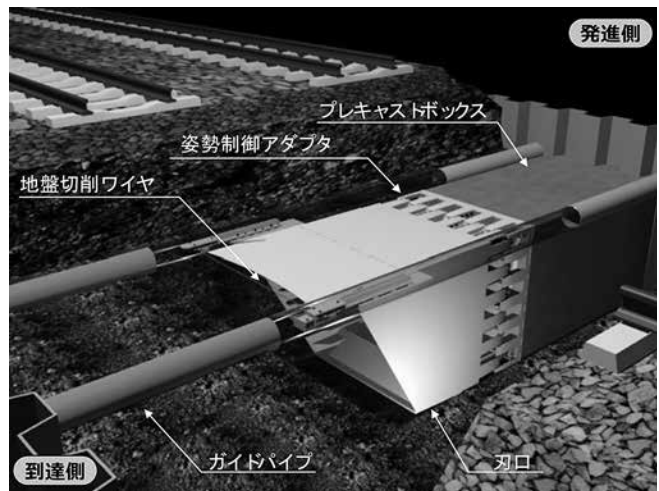


図-2 COMPASS工法TYPE-4イメージ

動可能な切削ワイヤの長さにより、施工延長が25m程度に制限されていた。また、従来工法では一定面積の到達立坑スペースが必要となり、狭隘な施工条件下では適用が困難といった課題もあった。

そこで、従来工法の課題を解決し、地表面変状リスクを抑えながら小断面ボックス構造物を非開削で構築するCOMPASS工法TYPE-4（以下、本工法）を新たに開発した（図-2）。

本稿では、施工実験を中心に新機構の概要や効果、実施工への適用について報告する。

2 COMPASS工法TYPE-4の概要

本工法では、刃口上部に刃口ローフと地盤切削ワイヤを備えつけ、刃口上床部と地盤の間を切削し、刃口ローフを切削溝に挿入しながら推進する。前方地山に挿入された刃口ローフにより、上載荷重による切羽前方の崩壊を防ぐことができ、従来工法における防護鋼板の必要がなくなった。また、ワイヤ駆動装置は刃口内に装備することで、従来工法の課題だった施工延長の制限を、理論上無限に延長することが可能になった。また、地盤切削ワイヤの実装により、玉石などの支障物も必要部分を切断して刃口内に取り込めるようになり、支障物の押し込みや取り込みによる地表面変位を抑制することができる。

また、図-3に示すように、刃口は分解・組立式とすることにより、到達立坑スペースを縮小することが可能となっている。分解した刃口は、推進したボックス内を通じて運搬し発進側で回収することができるため、クレーンの設置スペース等の省略も可能となった。

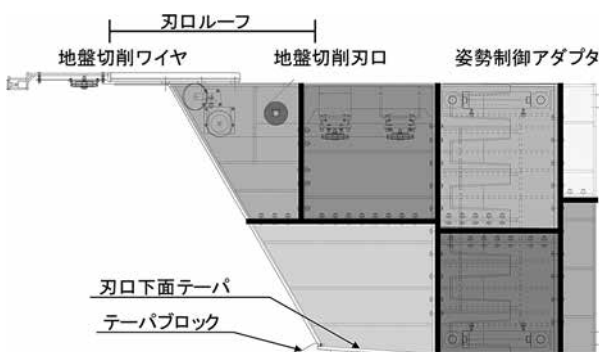


図-3 COMPASS工法TYPE-4 刃口側面図

以下に本工法のその他の特徴を示す。

(1) 地盤切削ワイヤ

地盤切削ワイヤは、 $\phi 10.5\text{mm}$ の無水ワイヤを用いる。先端プーリを通すためのガイドパイプは、硬質ポリ塩化ビニル厚肉管（VP管： $\phi 300\text{mm}$ ）を使用する。

地盤切削ワイヤの駆動装置（電動モータ）は、刃口内部の天井部分に設置し、複数のプーリにより取り回し、刃口先端部で、刃口ローフ前方の地盤を切削させる。これにより、従来工法の課題であったワイヤ長さに伴う施工延長制限を解消した。

地盤切削ワイヤは、 $\phi 5\text{mm}$ の高張力鋼ワイヤを素線として、ダイヤモンドチップが焼結されたビーズを一定間隔に圧着し、表面は耐熱ゴムで被覆された構造となっている。地盤切削時には水を使用しないことから、地盤に緩みを生じさせない。本工法に用いるワイヤは、耐久性試験により仕様を決定した。また、ワイヤ破断時においても、刃口内部よりワイヤの交換作業を行うことが可能な構造としている。実施工においては、モータ駆動電流値によりワイヤの切削能率を判断する。

(2) 姿勢制御アダプタ

本工法では、地盤切削ワイヤで切削した溝に刃口ローフを貫入させて掘進することにより、上部の地盤のゆるみを防止し、陥没を生じさせない機構としている。このため、刃口前方の余掘りは不可能であり、刃口姿勢を綿密に管理し、掘進距離に応じた角度修正が求められる。また、刃口姿勢の急激な変化は、地表面を隆起または沈下をきたすことが懸念される。そこで、刃口の姿勢制御および地表面の変状を低減させるため、姿勢制御アダプタを開発した（写真-1）。姿勢制御アダプタは、

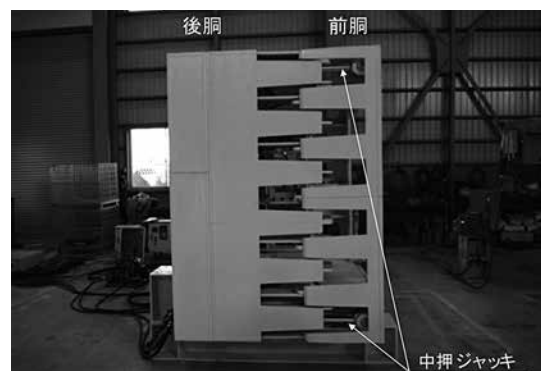


写真-1 姿勢制御アダプタ