

3

COMPASS 工法（地盤切削・函体掘進タイプ）の現場適用と課題

矢島 岳*1

概 要

COMPASS 工法（COMPAct Support Structure method）は、線路下または道路下横断構造のうち、主に小断面の人道や、水路ボックスカルバートなどの構造物を構築する非開削工法である。パイプルーフ等の大掛かりな防護工を必要としない本工法は、近年需要が増加している盛土下の水路や歩道の施工に適しているが、施工延長や作業ヤードに制限があるため適用範囲が限られていた。この課題を解決するために COMPASS 工法（地盤切削・函体掘進タイプ）を開発し、実施工を行った。本稿では COMPASS 工法（地盤切削・函体掘進タイプ）の特徴および実施工の結果について報告する。

キーワード：COMPASS 工法，地盤切削・函体掘進タイプ，線路下横断工

ON SITE APPLICATION OF A COMPASS-METHOD
(GROUND CUTTING/BOX-THRUSTING TYPE) AND THE ISSUES TO BE SOLVED

Gaku YAJIMA*1

Abstract

Under the category of underpass structures beneath railway tracks and crossing underground structures beneath roads, the COMPASS method—COMPAct Support Structure method—is a non-open cut approach designed mainly for small section pedestrian underpasses and water channel box culverts. This method, not requiring the use of a large-scale protection such as a pipe roof, is suitable for constructing water channels and pedestrian underpasses under embankments. Demand has increased recently for this kind of construction method. However, because this approach involves restrictions in terms of structure length and work space (yard), wide-spread use has slowed and been limited. To solve these problems, we have developed an improved COMPASS method (ground cutting and box-thrusting type), and conducted a construction trial. This report discusses the characteristics of a COMPASS method (ground cutting and box-thrusting type) as well as the results of the trial construction.

Keywords: COMPASS method, Ground cutting & box-thrusting type, Crossing of a structure beneath a railroad track

*1 Underground Structure Group, Underground / Foundation Department, Civil Engineering Division

COMPASS 工法（地盤切削・函体掘進タイプ）の現場適用と課題

矢島 岳*1

1. はじめに

従来の COMPASS 工法は、地表面の変状を抑制するために、図-1 に示す施工概要図のように、地盤切削ワイヤで地盤を切削しながら鋼板（以下、防護鋼板という。）を先行挿入してボックスカルバート全周の防護を行う。その後、図-2 に示すように防護鋼板で囲まれた内部を掘削しながらプレキャストボックスカルバート（以下、ボックスという。）を掘進（けん引あるいは推進）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地盤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、この機械能力から地盤切削ワイヤの長さに限界があり長距離の施工ができず、施工函体延長が約 25m に制限されていた。また、従来工法では到達立坑側でスライド刃口を回収するスペースが必要なため、到達立坑に一定の面積が必要となり、狭隘な施工条件下では適用が困難といった課題があった。

2. 新工法の開発

従来工法の利点を生かしつつ先述の課題を解決するために、新たに 3 つの機能を備えた「COMPASS 工法（地盤切削・函体掘進タイプ）」（以下、本工法）を開発した。本工法の概要を図-3 に示す。3 つの機能は以下のとおりである。

①地盤切削機構

刃口のループ先端に装備した地盤切削ワイヤを回転させ支障物を切断しながら掘進する（以下、地盤切削機構という。）。地盤切削ワイヤの切削溝に刃口より突出したループ（以下、先行ループという。）が先行貫入されるため、過度の取り込みによる地表面の陥没を防

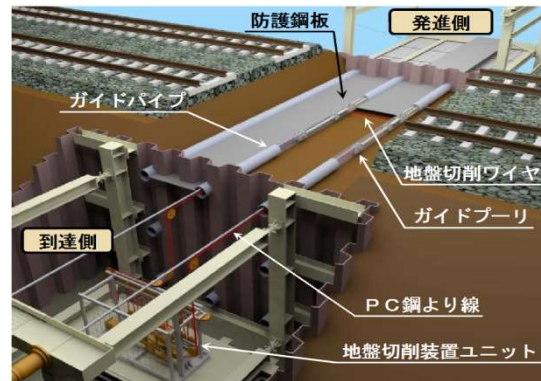


図-1 従来工法による鋼版挿入の概要

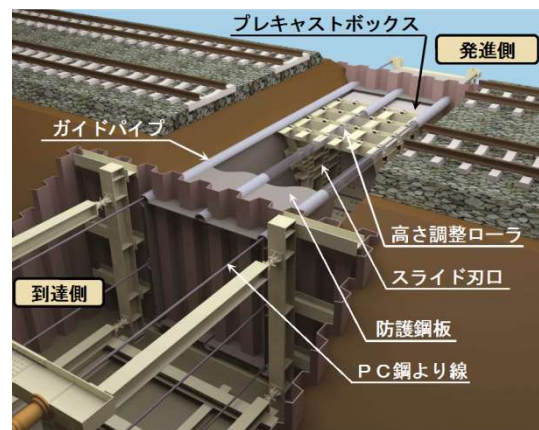


図-2 従来工法による掘進の概要

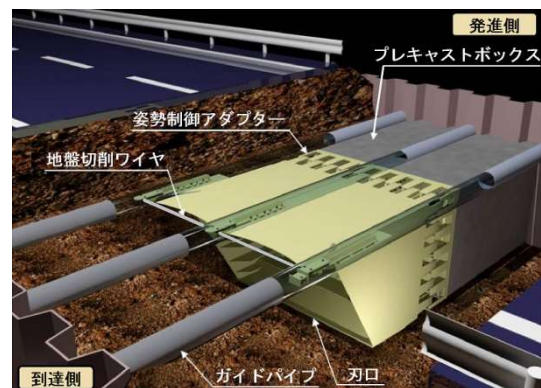


図-3 本工法の概要

止する。地盤切削機構により、刃口が支障物を押し込むことによる地表面の隆起を回避す

*1 土木本部 地下・基礎技術部 地下構造グループ

ることができる。また、刃口本体に地盤切削機構を収納することで、施工可能延長を無制限化した。

②姿勢制御アダプター

刃口と後続ボックス間に姿勢制御アダプターを設置することで、施工精度の向上と刃口姿勢修正時に発生する地表面変状の抑制を可能とした。姿勢制御アダプターはシールドマシンの中折れ機構のような仕組みになっており、アダプター内の上下に設置された油圧ジャッキのストローク差で刃口の角度を調整する。

③ピース構造の刃口

刃口および姿勢制御アダプターを分割解体可能なピース構造とすることで、到達立坑の大きさに制限がある場合においても刃口の回収を可能とした。

以上の機能により従来工法で必要としていた防護鋼板は施工する必要がなくなり、線路や道路直下での作業期間が短縮できるほか、ガイドパイプの施工本数も地盤切削機構のガイドプリーの数(2~3本)だけでよいことから、全体的な工期短縮も期待できる。

3. 現場への適用

3.1 全体概要

本工法が初適用されたのは宮城県多賀城市における雨水幹線の構築である。本工事は、宮城県多賀城市八幡地区の浸水被害解消を目的に、JR 東日本仙石線中野栄・多賀城間 11k 308m 付近において、線路下を横断する水路(RC ボックスカルバート：幅 3.0m, 高さ 2.1m, 延長 21.0m)を非開削工法(COMPASS 工法)にて新設する工事である。写真-1は立坑構築などの仮設工が終わり、線路下横断部分を施工する直前の施工箇所全景を表している。図-4、図-5に現場の縦断面図と平面図を示す。前項で示したように本工法の特徴の一つに到達立坑に要する面積を小さくすることができることである。

ただし、本工事では到達立坑に、外寸法 3.8m×3.8m の特殊マンホールを設置するため、到達立坑の大きさはそれに即した寸法となっている。

本工法で構築する部分の主な諸元は以下のとおりである。

- 構造形式：1層1径間ボックスカルバート
- 構造寸法：幅 3.0m, 高さ 2.1m, 延長 21.0m
- 土かぶり：施工基面高より 4.5m



写真-1 現場全景

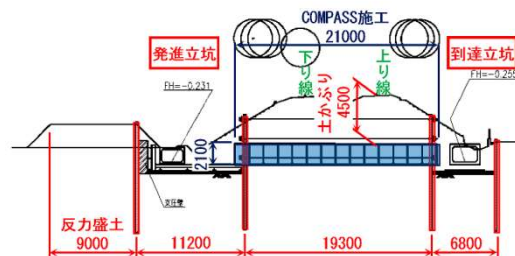


図-4 現場縦断面図

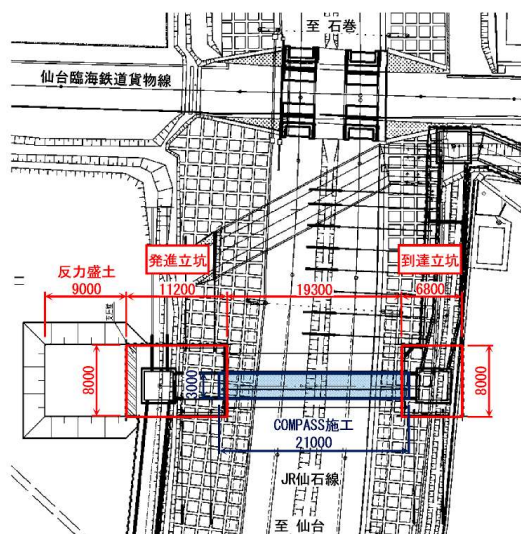


図-5 現場平面図

3. 2 施工状況

函体掘進状況を写真-2に、内部掘削状況を写真-3に示す。補助工法として施工した薬液注入により、切羽の自立性は良好であった。本工法では、小型の建設機械による刃口内部からの掘削を想定しているが、今回は断面が小さいことから人力のみによる掘削とした。また、夜間の線路閉鎖間合いでの施工であることから、日々の作業終了時には切羽に横矢板による土留めを行い、作業休止時の切羽崩壊を防止した。

3. 3 刃口姿勢管理

当現場は土被りが4.5mと厚いことから、刃口が沈下傾向を示すことが懸念された。そこで発進時に30mm上げ越しすることとした。

掘進中の刃口高さを図-6に示す。掘進距離が3mを超えた頃から刃口の沈下傾向を示すようになったため、掘削底面の堀残しによる刃口姿勢の回復を試みたが沈下傾向は収まらなかった。同時に、切羽では外部から流入した雨水の滞水が見られ、掘削作業時に底版部を踏み荒らすことにより底面地盤が泥濘化し地盤支持力の低下をもたらしていることが予想された。そこ



写真-2 函体掘進状況



写真-3 切羽掘削状況

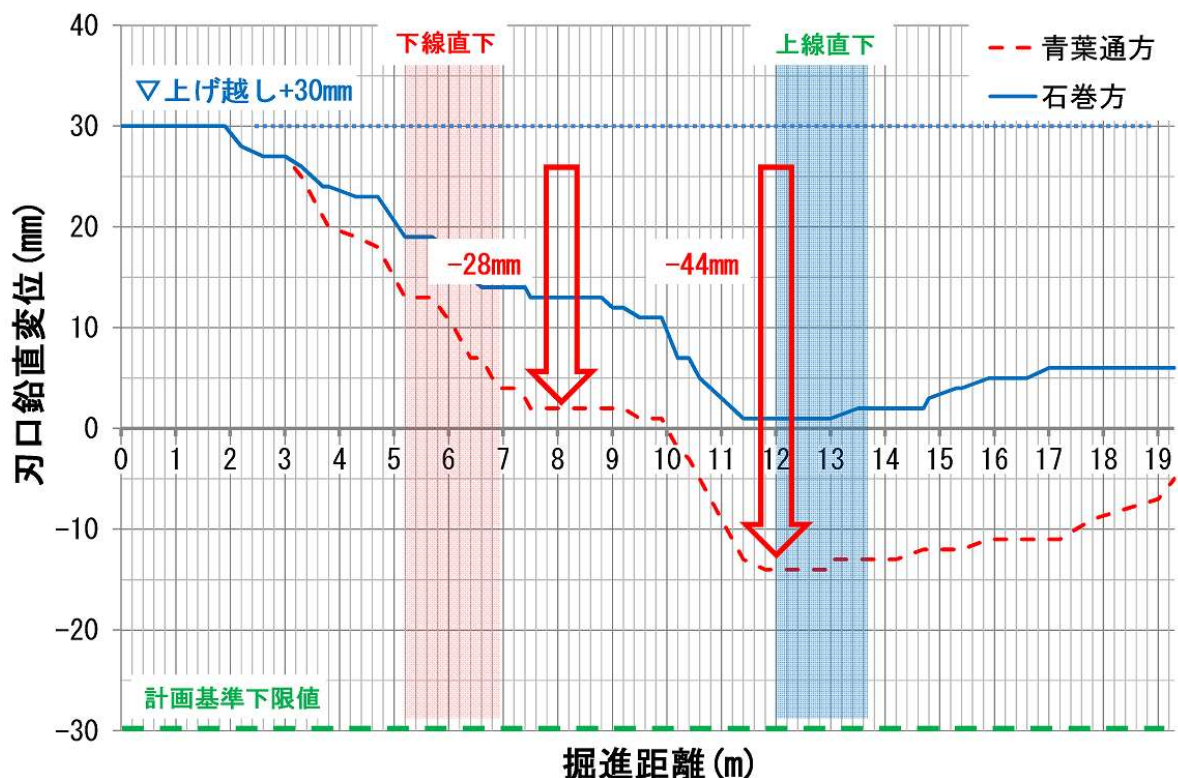


図-6 刃口高さグラフ

で、底版支持力の補強を目的として、図-7に示す丸太杭の打設を行うこととした。これにより沈下傾向は一時的に改善したが、掘進距離9.5m付近から再度沈下傾向を示し始めた。打設した丸太杭が刃口に引きずられ押し倒されている可能性を考え、杭頭を固めるために図-8に示す透水性路盤材（バンナビー）による置換えを実施した。これらの対策により刃口姿勢は再び回復し、貫通まで沈下傾向を示すことはなかった。

3.4 施工精度

函体標高の出来形を図-9に示す。坑口距離4m程度まで沈下傾向を示しているが、その後はほぼ計画勾配で貫通することができた。

3.5 軌道への影響

軌道高低変位図を図-10に示す。軌道の小刻みな変位は、軌道監視員による作業毎の軽微な軌道整備によるものである。施工期間全体を通して緩やかな沈下傾向で推移しているが、列車運行に支障する隆起・沈下等の問題は発生しなかった。また、前述した刃口沈下事象の影響も見られないことから、本工法が軌道に与える影響は小さいことを確認することができた。

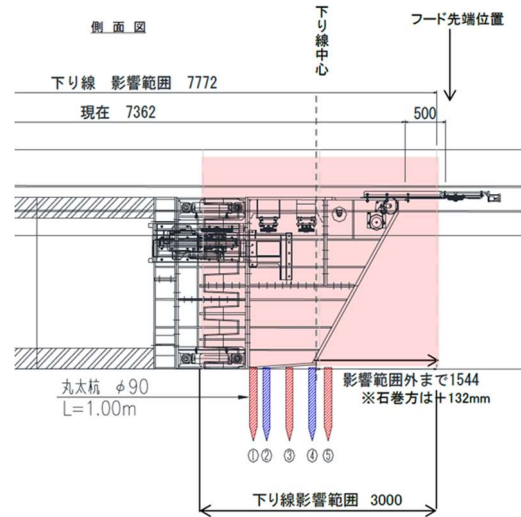


図-7 丸太杭打設図

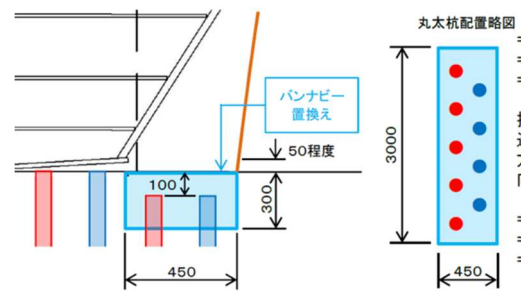


図-8 透水性路盤材置換え図

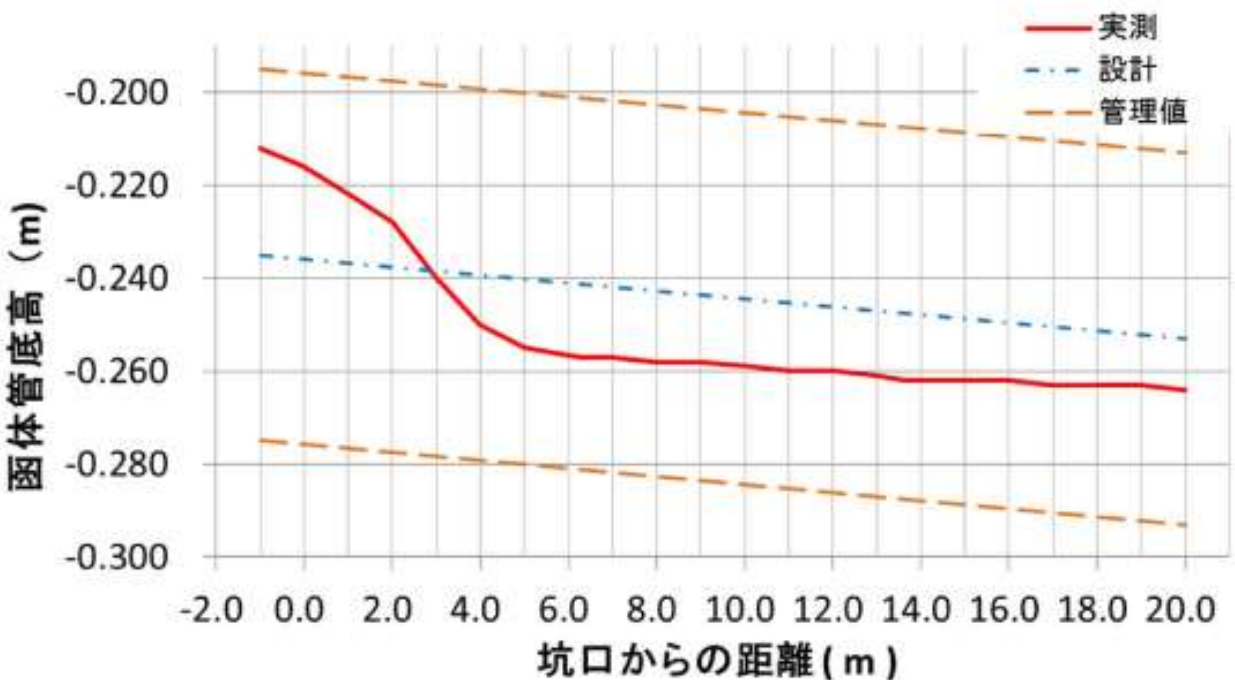


図-9 函体標高出来形

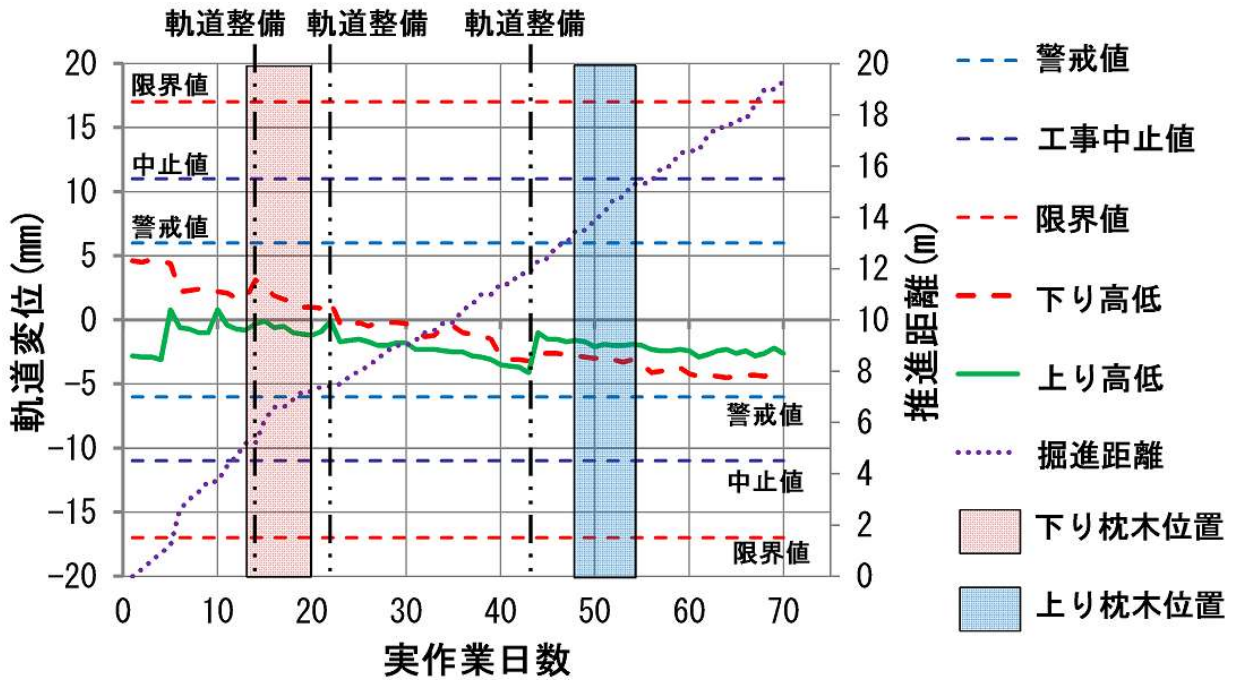


図-10 軌道高低変位図

4. 今後の対策

本工事における刃口沈下事象の原因は、掘削底盤の支持力低下によるものと考えられる。その要因として、下り方向の掘削勾配だったことや粘性地盤だったこと、梅雨期の施工だったことが複合的に作用したものとする。今後同様の事象を防ぐために、切羽の滞水対策として主に以下のような方法を考えている。

- ①上り勾配での施工を計画する
- ②上床部分の止水注入を行う
- ③坑口部に止水処理を行う

上記対策が実施できないロケーションの場合は、今回行ったような刃口沈下対策の事前準備や、切羽滞水状況に応じた対策フローの作成が必要と考える。

5. まとめ

本工事において従来の COMPASS 工法を改良、発展させた新たな工法を開発し、初めて実施工に適用した。刃口の沈下という事象を抱えながらも、軌道への影響を抑え、安全に函体掘進が行えることを確認した。また、函体出来形

も所定の管理値を満足するものであったことから、本工法の現場への適用に問題がないことを確認した。