

4

COMPASS 工法の開発 —実施工に向けて—

加藤 健^{*1}・長尾 達児^{*2}栗栖 基彰^{*1}・前田 智宏^{*3}

概 要

鉄道および道路下横断構造物を非開削工法で構築する場合、大掛かりな路線防護工を必要とする工法が多く採用されてきた。路線防護工を簡易なものとし、経済的で、かつ、礫等の支障物がある地山においても施工が可能である小断面立体交差構造物の構築工法として COMPASS 工法が開発された。

本報では、小断面立体交差構造物構築工法（COMPASS 工法）の概要を説明するとともに、実施工に向けた施工システムの改良・改善および新たに考案した工法バリエーションによる工法の適用拡大を目的として行った試験の結果を報告する。

キーワード：高さ調整ローラー，プーリー，継手，止水工法，組合せ工法

DEVELOPMENT OF THE COMPASS METHOD
— FOR USE IN ACTUAL CONSTRUCTION PROJECTS —

Takeshi KATO^{*1} Tatsuji NAGAO^{*2}Motoaki KURISU^{*1} Tomohiro MAEDA^{*3}

Abstract

Many construction methods that need extensive protection for roads and tracks have been used in construction projects of grade separation crossing structures under railways and roads. Under these circumstances, the COMPASS method was developed for building small section grade separation structures. This method needs only simple track or road protection, is very cost efficient, and can also be used in soil with hindrances such as gravel.

This paper discusses the overview of the technique for COMPAct Support Structure method (COMPASS), modification and improvement of the construction system for use in actual projects, and the results of tests made to increase the applicable range of this method involving a variation method newly devised.

Keywords: adjustable height rollers, pulley, joint, water sealing method, combined method

*1 Foundation/Geotechnical Engineering Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*2 Underground Structure Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*3 Intellectual Property Group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

COMPASS 工法の開発 ―実施工に向けて―

加藤 健^{*1}・長尾 達児^{*2}栗栖 基彰^{*1}・前田 智宏^{*3}

1. はじめに

近年、鉄道および道路下横断構造物の構築に非開削工法が採用される例が増加している。非開削工法にはいくつかの工法があるが、これらは主に自動車道路などの大断面構造物を対象としており、大掛かりな路線防護工を必要とする場合が多い。また、路線防護工を別途必要としないエレメント工法などにおいても、作業性などから部材寸法に制約がある。路線下横断構造物には、人道や水路といった小断面構造物の要求が多く有り、この場合、これらの工法では不経済となる場合が多い。

そこで、鋼板と鋼製支保工からなる路線防護工下で人道、水路ボックスなどの小断面立体交差構造物を非開削で構築する、COMPASS (COMPAct Support Structure) 工法を開発した。本工法は、平成 14 年度のワイヤーソーによる地盤切削基本試験に始まり、その後の一連の施工試験により工法の実用性を実証している。

本報では、実施工に向けた施工システムの改良・改善および新たに考案した工法バリエーションによる工法の適用拡大を目的として行った試験結果を報告する。

2. COMPASS 工法概要

2. 1 工法概要

ここで工法の概要を図-1 に示す。

(1) 水平ボーリング

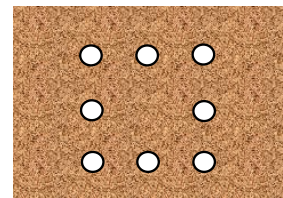
発進・到達立坑築造後、地盤切削ワイヤーおよび鋼板挿入用（けん引用）のガイド等を挿入

するため、路線下地盤にガイドパイプ（塩ビ管 $\phi 300\text{mm}$ ）を、水平ボーリングもしくは小口径推進により設置する。

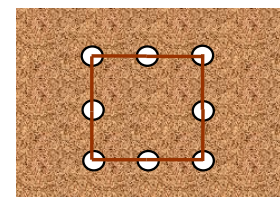
(2) 地盤切削・鋼板挿入

水平ボーリング等により設置されたガイド

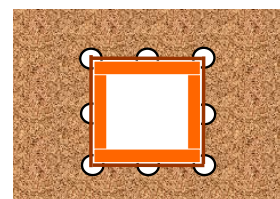
(1) 水平ボーリング



(2) 地盤切削・鋼板挿入



(3) 内部掘削・支保工建て込み



(4) コンクリート打設

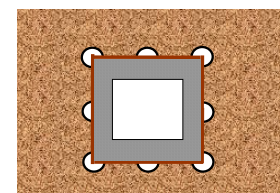


図-1 工法概要

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 基礎・地盤グループ

*2 エンジニアリング本部 土木技術部 地下構造グループ

*3 エンジニアリング本部 土木技術部 知的財産グループ

パイプ内にプーリー走行用のガイドレールを設置する。このプーリーを介して地盤切削ワイヤー（φ11mm）を回転させながらけん引することにより地盤を切削する。ここで、地盤切削ワイヤーを2重に巻くことにより22mmの薄溝を形成することを可能とした。この薄溝内を地盤切削ワイヤーに追従する形で厚さ22mmの鋼板をけん引により挿入する。

(3) 内部掘削・支保工建て込み

同様な方法で対象とする構造物の4面に鋼板を挿入した後、支保工を兼ねた掘削用刃口をけん引しながら鋼板内を掘削する。この刃口掘進に伴い、後方から支保工を建て込み掘削を完了する。

(4) コンクリート打設

下床版および側壁については、従来のボックスカルバートと同様に、鉄筋・型枠組立後、普通コンクリートを打設しバイブレーターにて締め固めをおこなう。しかし、上床版については4面囲まれた中をコンクリートで充填しなければならないため、高流動コンクリートを片側から打設する。この時上床版に用いる支保工はコンクリートの自己充てん性を良くするため、トラス型の支保工としている。

2.2 構造概要

COMPASS 工法により構築される構造の概要図を図-2に示す。

COMPASS 工法は、鋼板内掘削時に建て込まれた支保工（底版および側壁はH型支保工，上床版はトラス支保工）を撤去することなく、コンクリートにて巻き込むことにより、支保工を主部材とするSRC構造としている。

ここに、施工時のイメージおよび完成時のイメージを各々図-3および図-4に示す。

3. 施工システムの改良・改善

3.1 高さ調整ローラー基本試験

COMPASS 工法では、計画構造物の外周に防護用の鋼板を挿入するが、その出来形には施工上誤差が生じる。平成15年度に行った刃口掘削試験

では、上床の鋼板がやや上向きに挿入されていたことによって、鋼板と刃口の間に隙間が生じ、上部地盤の沈下が見られた。沈下状況のイメージを図-5に示す。

この結果から、鋼板の出来形に追従して、形状を保持する機構が必要となり、高さ調整ローラーの開発にいたった。

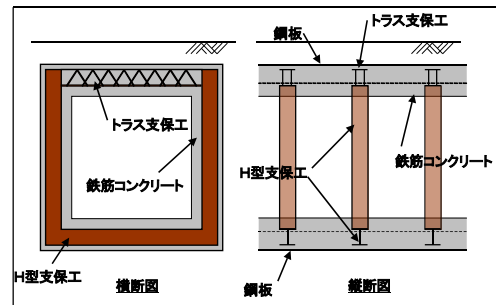


図-2 構造概要図

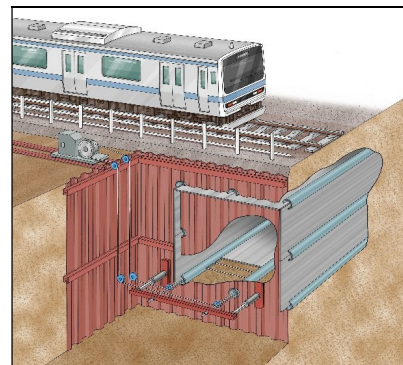


図-3 施工時イメージ図

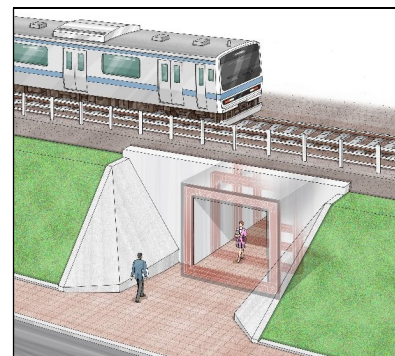


図-4 完成時イメージ図

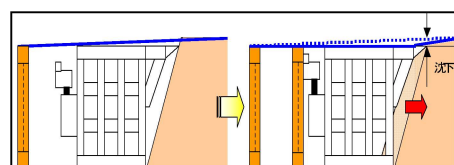


図-5 沈下状況のイメージ図

(1) 高さ調整ローラーの機構

高さ調整ローラーを設置したスライド刃口のイメージ図を図-6に示す。ジャッキの横1列が一定の油圧を保持することによって、鋼板の形状に追随しながら、それぞれに伸縮する。

(2) 試験概要

ジャッキ横列群の中の3台と考え、自動調整ジャッキの同調性を確認する。自動調整ジャッキの上にロードセルと手動ジャッキを設置し、1台または2台の手動ジャッキを伸縮させ、自動ジャッキに強制変位を与えてロードセルの読みと強制変位を与えないジャッキの変位を測定した。試験概要を図-7および写真-1に示す。

(3) 試験結果

3台のロードセルの読み値は初期設定圧力の $\pm 5\%$ 程度で推移し、強制変位を与えていないジャッキの変位も0.5mm程度となり、3台のジャッキの同調が確認できた。これより、このシステムが鋼板の出来形に追随できることが分かり、軌道変状抑制対策として有効であることを実証した。

ー2に示す。

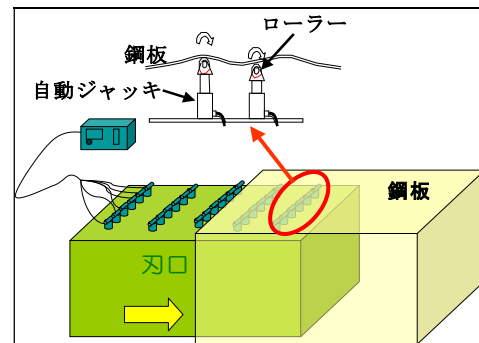


図-6 スライド刃口のイメージ図

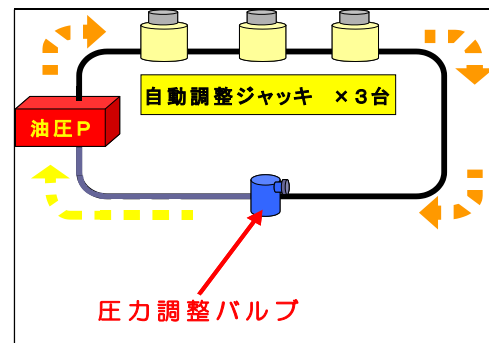


図-7 試験モデル図

4. 新しい工法バリエーションの開発

4. 1 継手を有する鋼板の地盤切削・鋼板挿入試験

従来の薬注による地盤改良に替わって、計画止水範囲の外周に継手を有する鋼板を連続挿入し、閉合させることによって、その内部を遮水構造とする工法の開発を目的として、継手を有する鋼板の挿入試験を行った。工法イメージ図を図-8に示す。

(1) ガイドプリーの機構

ガイドパイプの片側に、既に鋼板が挿入された状態で、次のスパンに鋼板を挿入する場合、ガイドレールを必要とする従来のプリーでは、継手がガイドパイプ内で干渉してしまう。今回開発したガイドプリーは、従来必要であったガイドレールなしでガイドパイプ内を走行可能であり、かつ鋼板の継手が干渉しない構造とした。ガイドプリーの構造を図-9および写真

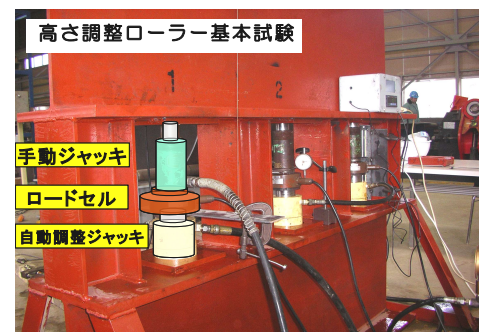


写真-1 試験全景

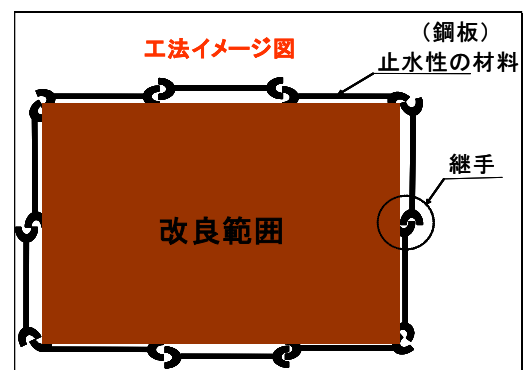


図-8 工法イメージ図

(2) 試験概要

幅 4.5m, 延長 6m の模擬地盤を作成し, 地盤切削・鋼板挿入試験を行った。水平部地盤内には支障物として松杭, 鉛直部地盤内には大きさの異なる礫を設置した。試験概要を写真-3, 写真-4, 写真-5に示す。

(3) 試験結果

今回開発したガイドプーリーは継手に干渉することなく, 後続の鋼板をけん引挿入できること, およびけん引速度が20mm/min程度であれば, 礫や松杭などの支障物に関係なく鋼板挿入できることが確認できた。また, 上床版鋼板挿入時の地表面変位は鉛直水平方向ともに2~3mm程度であった。

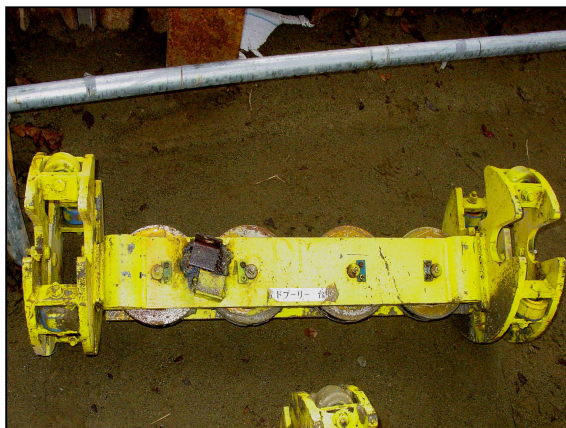


写真-2 ガイドプーリー

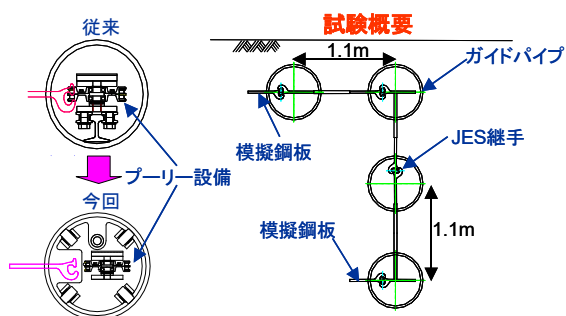


図-9 ガイドプーリーの構造, 試験概要

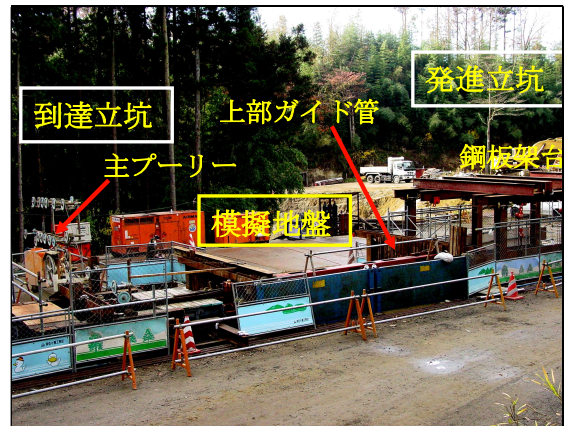


写真-3 試験全景

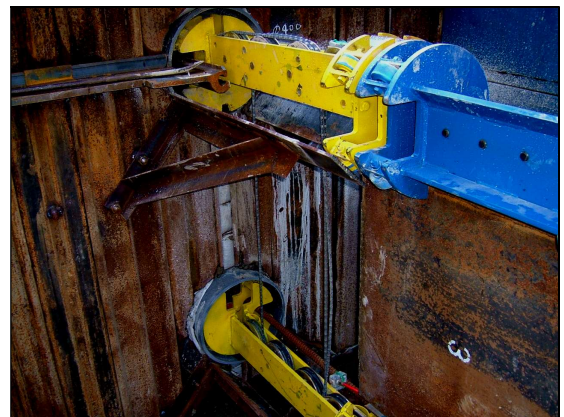


写真-4 挿入状況



写真-5 挿入完了

4. 2 JES エLEMENTと COMPASS 構造の接合部を模擬した幅 4m の鋼板の地盤切削・鋼板挿入試験

アンダーパス工法の中では、車道部と歩道部を同一内空で施工する場合が多く、歩道部は必要以上の高さとなっていた。このためアンダーパス築造後に、中を埋戻すような不経済な構造となっていた。

そこで、車道部はJES構造での通常施工とし、歩道部はCOMPASS工法にて追加施工するといった工法の開発を目的として、鋼板の挿入試験を行った。また、今回の鋼板は幅4mとした。工法のイメージ図を図-10に示す。

(1) 上部ガイドプリーの機構

上部ガイドプリーは、上部ガイドパイプがエレメント内を想定した矩形管と考えた構造とした。構造を図-11に示す。

(2) 試験概要

上部には今回開発したガイドプリーを設置し、鉛直方向の中間部には中間ガイドプリーを設置して、ロングスパン時に発生するワイヤーソーのたわみを取り除いて、地盤切削・鋼板挿入試験を行った。また、ガイドパイプの径を300mmから250mmにして、ダウンサイジングを図った。試験概要を写真-6に示す。

(3) 試験結果

上部ガイドプリーは矩形管内でも特に支障なく走行でき、JESエレメントと接合部の施工は可能となった。また、中間ガイドプリーを設置することにより、幅4mの鋼板の挿入も可能になった。ただし、けん引速度が低下する為、施工サイクル・コストの検証を続ける必要がある。ガイドパイプについても、φ250mmで問題なく施工できることが確認できた。

5. まとめ

- 1) 高さ調整ローラーについて、基本試験結果より、路面変状抑制対策としての実用性を確認することができた。
- 2) 工法バリエーションに関する開発において、

それぞれの工法に適した施工システムについての施工性を確認することができた。

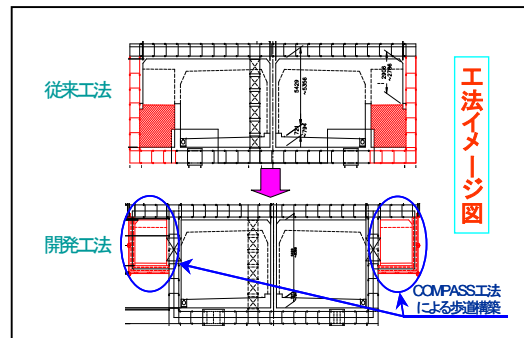


図-10 工法イメージ

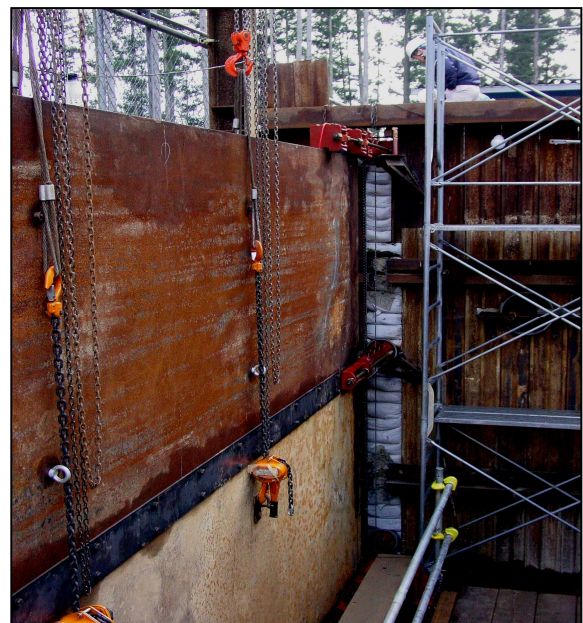


写真-6 挿入状況

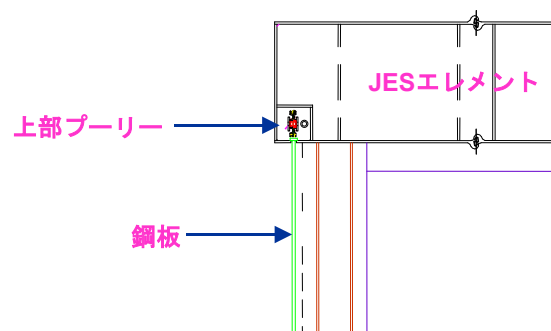


図-11 上部ガイドプリー構造

参考文献

- 1) 安保知紀ほか:小断面立体交差構造物構築工法（COMPASS工法）の開発，鉄建技術研究報告書，No. 17，pp. 53-58，2004. 10