

小断面立体交差構造物構築工法（COMPASS 工法）の開発

安保 知紀^{*1}・高村 圭一^{*2}

概 要

路線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を開発することを目的としている。

本稿では、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、ワイヤーソーによる地盤切削・鋼板挿入、掘削用刃口による鋼板内掘削、上床版コンクリート打設まで、一連の実証試験をおこなったので、その結果を報告する。

キーワード：ワイヤーソー、地盤切削、鋼板挿入、刃口、トラス支保工

DEVELOPMENT OF SMALL-SECTION TWO-LEVEL CROSSING
STRUCTURE CONSTRUCTION METHOD (COMPASS METHOD)Tomonori ABO^{*1} Keiichi TAKAMURA^{*2}

Abstract

For constructing a crossing structure under the railway track by the non-open cut method, techniques requiring a large-scale track protection have been widely used. The project discussed in this paper is to develop a construction method of small-section two-level crossing structures, which requires only a simple track protection and is applicable even in a ground with obstacles such as gravel, and is cost effective.

This paper outlines the small-section two-level crossing structure construction method (COMPASS method), and reports the results of a series of demonstration tests. The tests include cutting of ground with a wire saw, insertion of steel plates, excavate inside the steel plates with a cutting edge, and placement of upper slab concrete.

Keywords: wire saw, cutting the ground, insertion of steel plates, cutting edge, truss support

*1 Design Group(#02), Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*2 Manager, Design Group(#02), Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

小断面立体交差構造物構築工法（COMPASS 工法）の開発

安保 知紀*1・高村 圭一*2

1. はじめに

近年，路線下横断構造物の構築工法として非開削工法で構築する例が多く見られるようになった。これら非開削工法のほとんどが自動車道等の大断面を対象として開発された工法であり，大掛かりな路線防護工を必要とする場合が多い。また，HEP&JES 工法のような路線防護工を必要としない工法においても，エレメント内での作業性等から部材厚が決まっている。

しかし，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，大断面を対象に開発された工法では不経済となる場合が多い。

そこで，小断面構造物を対象として路線防護工を簡易なものとし，以下の 3 点を目標において，平成 14 年度¹⁾および平成 15 年度の 2 年間に渡って開発をおこなってきた。

- ①従来の非開削工法に比較して経済的である
- ②従来の非開削工法に比較して工期を短縮する
- ③礫等の支障物がある地山においても施工が可能である

本稿では，COMPASS 工法の工法概要を説明するとともに平成 15 年度の実証試験結果を報告する。

2. COMPASS 工法概要

平成 15 年度実証試験結果報告を述べる前に，COMPASS 工法の概要を説明する。

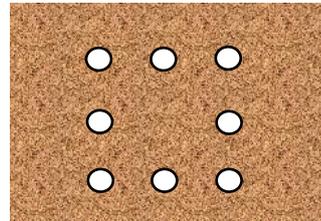
2. 1 工法概要

ここで工法の概要を図-1 に示す。

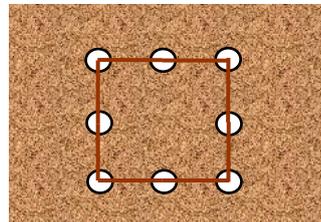
(1) 水平ボーリング

地盤切削ワイヤーおよび鋼板挿入用（けん引用）のガイドレールを設置するため，路線下地

(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

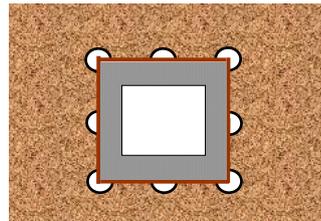


図-1 工法概要

盤を水平ボーリングもしくは小口径推進により施工し，ガイドパイプ（塩ビ管 φ300mm）を挿入する。

(2) 地盤切削・鋼板挿入

水平ボーリング等により挿入されたガイド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

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 設計第二グループ

*2 エンジニアリング本部 土木技術部 設計第二グループ・リーダー

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。この刃口掘削に伴い、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填性を良くするため、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. 実証試験報告

3. 1 平成14年度の成果

COMPASS 工法の開発は、2年間に渡って実施しており、その初年度にあたる平成14年度の成果³⁾を簡単に述べておく。

(1) 予備試験

砂礫質地盤において、ワイヤーソーによる土中の礫の切削状況を確認した。

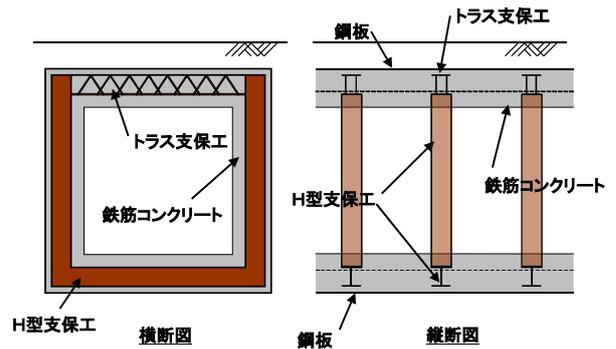


図-2 構造概要図

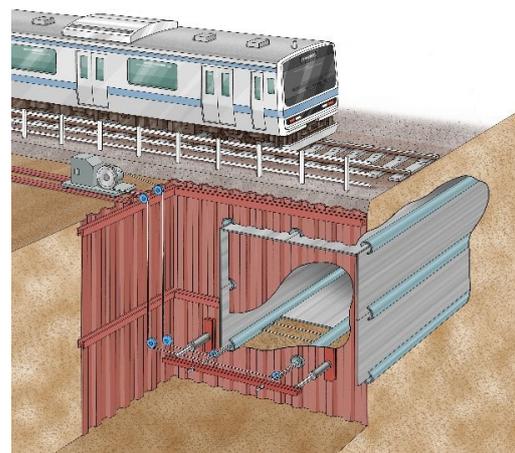


図-3 施工時イメージ図

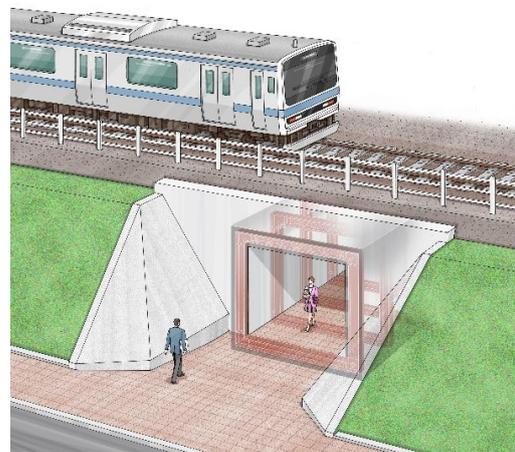


図-4 完成時イメージ図

(2) 地盤切削試験

あらゆる土質地盤（砂質土、粘性土、礫質土）において、ワイヤーソーによる切削状況を確認した。

(3) 鋼板挿入試験

ワイヤーソーにより切削した地盤内への鋼板（ $t=9\text{mm}$ ）挿入状況を確認した。

3. 2 平成 15 年度の試験報告

平成 14 年度の成果を踏まえて、厚さ 22mm の鋼板を挿入するとともに、実用化に向け、地盤切削からコンクリート打設までの一連の施工性を確認することを目的とした。

(1) 鋼板挿入試験

路線防護用の鋼板の剛性をできるだけ上げるため、地盤切削ワイヤーを 2 重に巻き板厚 22mm の鋼板を挿入することを目的とした。

試験概要を図-5 および写真-1、写真-2 に示す。

計測項目のうち、上床版鋼板挿入時の地表面変状（鉛直変位）について、計測結果を図-6 に示す。

上床版の鋼板挿入時に鉛直方向変位で約 3～4mm、最大で 6mm の隆起が見られた。また、水平方向変位については多少ばらつきが見られたものの概ねけん引方向に 3mm 程度引っ張られる傾向が見られた。

(2) フリクション低減試験

鋼板挿入においては、地山と鋼板との摩擦や付着により地山を動かす（引っ張る）恐れがある。特に上床版においては地表面変状に敏感に影響すると考えられる。そこで、上床版の鋼板挿入について、フリクション低減対策をおこなうことを基本と考え、滑材によるフリクション低減効果を確認することを目的とした。

試験方法を図-7 に示す。

けん引ジャッキによるフリクション低減効果の確認結果を表-1 に示す。

鋼板挿入による低減効果は、けん引力から約 80%まで低減できることが確認できた。

(3) 刃口挿入施工性試験

COMPASS 工法における路線防護は板厚 22mm の鋼板であり、パイプルーフ等の剛性のある防護工と違い、鋼板内を掘削すると地表面に大きな変状をもたらすことが想定される。そこで、鋼板内掘削用の刃口を用いて掘削をおこなわない、その後方から支保工を建て込む手順としている。本試験では、刃口を用いた掘削から支

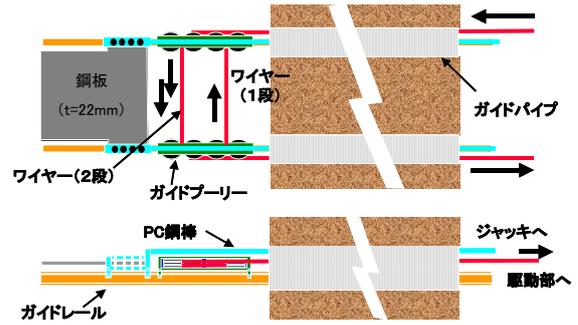


図-5 試験概要図



写真-1 試験全景



写真-2 プーリー詳細

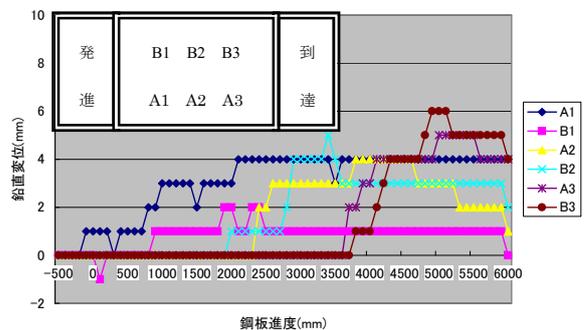


図-6 地表面変状（鉛直変位）

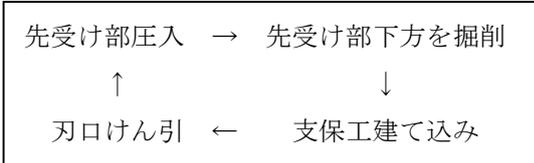
表-1 フリクション低減試験結果

	注入前 (kN)	注入後 (kN)	低減率 (%)
けん引力 (左ジャッキ)	39.5	33.7	85
けん引力 (右ジャッキ)	30.5	24.3	80
平均けん引力	35.0	29.0	83

保工建て込みまでの一連の作業において、その施工性を確認することを目的とした。

刃口掘削に用いる刃口概観を**図-8**および**写真-3**に示す。

次に、刃口掘削および支保工建て込みの手順を以下に示す。



本試験では、掘削断面2.0m×2.0m、掘削延長は6.0m、支保工ピッチを1.0mとしておこなった。横断方向の地表面変状計測結果を**図-9**に示す。

地表面変状は最大で23mm程度の沈下が認められた。鋼板がやや上向きに挿入され、その後の掘削により刃口に取り付けたローラーとの隙間分沈下したと考えられる。今後の課題として、刃口に取り付けるローラーを高さ調整式にすることにより、ある程度の沈下を抑えることができると考えられる。

(4) 上床版コンクリート打設試験

立体交差構造物の底版および側壁については、従来のRCボックスカルバートと同様、側壁については型枠を設置後、普通コンクリートにより打設をおこない、バイブレーターにて十分締め固める。しかし、上床版については鋼板および型枠により閉塞された中をコンクリートで充てんしなければならない。

本試験では、上床版を模擬した型枠(B=4.0m, L=15.6m, H=0.35m)に片側から高流動コンクリート(ランク2相当)を打設し、その充てん性を確認することを目的とした。

本試験に使用したトラス支保工を**図-10**に、高流動コンクリートの配合を**表-2**に示す。

トラス支保工設置状況および高流動コンクリートの充てん状況を**写真-4**および**写真-5**に示す。

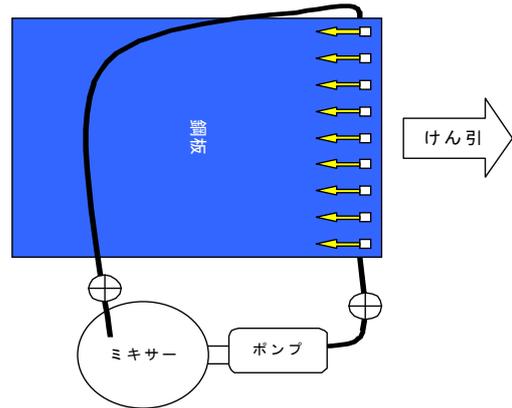


図-7 フリクション低減試験概要図

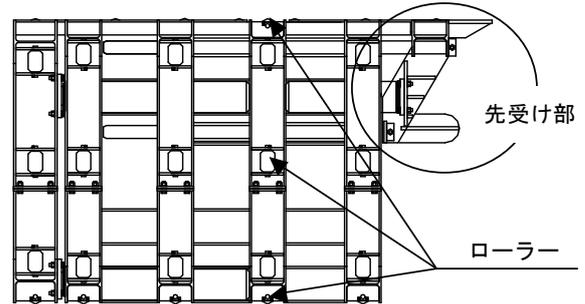


図-8 刃口概観図



写真-3 刃口概観

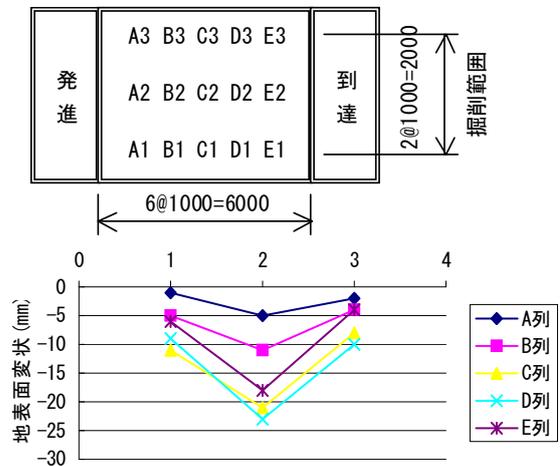


図-9 掘削時計測結果

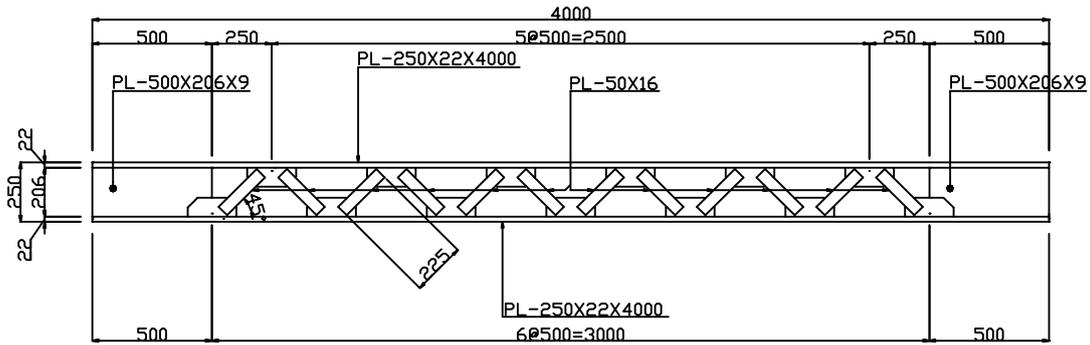


図-10 トラス支保工概要図

表-2 コンクリート配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	自己充てん性のランク	水結合材比 (%)	水粉体容積比 (%)	空気量 (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)								
						水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤			
											高性能 AE 減水剤	増粘剤 (g/m ³)	その他の混和剤	
20	2	35.0	106.5	4.5	0.305	165	472	-	845	827	C×2.0%	-	-	

4. まとめ

本試験により、以下のことが確認できた。

- 1) 地盤切削ワイヤーを2重に巻くことにより、板厚22mmの鋼板を挿入できることが確認できた。その地表面変状は最大で6mm程度であり、滑材によるフリクション低減対策をおこなうことによりさらに抑制が可能と考えられる。
- 2) 刃口掘削および支保工建て込みの一連の作業性が確認できた。地表面沈下が約23mm発生したが、刃口に取り付けられたローラーを高さ調整式にすることにより抑制できると考えられる。
- 3) 高流動コンクリート（ランク2相当）の自己充てん性により、トラス支保工を用いた上床版に充分充てんできることが確認できた。



写真-4 トラス支保工設置状況



写真-5 コンクリート充てん状況

参考文献

- 1)有光武ほか：地中鋼板挿入試験について（砂地盤および粘性土地盤への適用），土木学会第58回年次学術講演会，VI-167
- 2)大田英司ほか：地中鋼板挿入試験について（礫質土地盤への適用），土木学会第58回年次学術講演会，VI-168

- 3)中嶋智ほか：ワイヤーソーによる地中鋼板挿入試験，鉄建技術研究報告，No.17，pp.35-40，2003.10