

バス代行期間を利用したPRCボックスによる 既設架道橋の拡幅工事

CONSTRUCTION FOR ENLARGING AN ESTABLISHED UNDERPASS BY CUT AND COVER METHOD (PRC BOX
CULVERT) MADE USE OF A PERIOD OF BUS TRANSPORTATION AS A TEMPORARY ALTERNATIVE

古山章一*・佐々木光春*・佐々木 弘**・阿部勇夫**・大江 弘***
Shoichi FURUYAMA, Mitsuharu SASAKI, Hiroshi SASAKI, Isao ABE, Hiroshi OOE

Enlargement of an established underpass had been made use of a period of bus transportation as a temporary alternative, planned, designed and constructed by cut and cover method (PRC box culvert) in the work of alteration from narrow gauge (1067mm) to standard gauge (1435mm) on Yamagata Shinkansen line (Fukushima ~ Yamagata).

Keywords: period of bus transportation as a temporary alternative, box culvert,
prestressed reinforced concrete, cut and cover method, temporary girder method

1. まえがき

本報告で述べる既設架道橋の拡幅(改築)工事は、山形新幹線(福島～山形)の狭軌(1067mm)から標準軌(1435mm)への改軌工事の中で、営業線を工事線(死線)として使用するバス代行期間(70日間)を利用して、開削工法で計画・設計・施工したものである。

特徴としては、以下のようなことがあげられる。

- ① 函体は、道路縦断を変更せず現状のままで供用させることから、上床版の部材厚を極力薄くする目的で、PRC構造で設計し、径間9mで部材厚を50cmとした。
- ② 施工は工事術工法(工事線部)を併用した、のり(工事線以外)による開削工法を採用し、代行期間前に立坑で製作した函体を、代行期間内にジャッキによりけん引、設置し線路下部分の工事を完了させた。

2. 既設架道橋の概要

既設架道橋は、奥羽本線米沢駅の北側約400mに位置し、昭和37年に建設された内空の幅3.7m、

* 正会員 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 工事管理室
** 正会員 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 土木第三
*** 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 米沢工事区

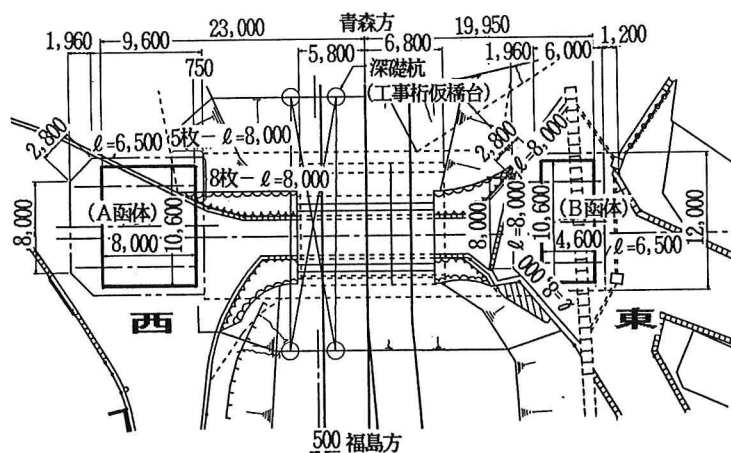


図-1 平面図

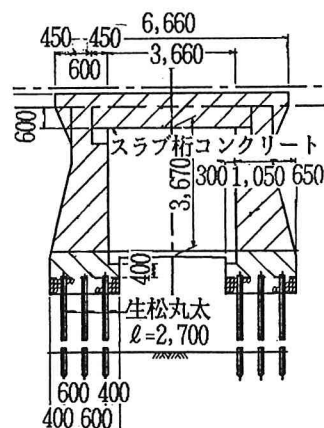


図-2 既設架道橋側面図

高さ3.7mの桁式構造である。内空は車1台の通行がやっとの広さであり、歩行者の通行も困難で子供たちの通学にも危険な状態にあった。

立地条件は図-1に示すように、架道橋の左側（西側）が二叉路、右側（東側）が三叉路となっており、架道橋は駅の東西を結ぶ幹線道路の一部となっている。交通量は昭和60年の調査ではあるが、12時間調査で5000台を記録している。以下に既設架道橋の構造諸元などを示す。

(a) 内空寸法：幅3.7m（車道幅2.7m）

高さ3.7m（桁下空頭3.67m）

(b) 構造形式：桁式

- ・上部工：鉄筋コンクリートスラブ桁
スパン $\ell=4.1$ m, 桁高 $h=60$ cm
- ・下部工：杭基礎橋台（生松丸太, 31本）
末口150mm, 長さ $\ell=2.7$ m

(c) 線路数：3線

(d) 軌道構造：バラスト軌道

図-2に既設架道橋側面図, 写真-1に既設架道橋の現状を示す。



写真-1 既設架道橋の現状

3. 拡幅計画

3.1 拡幅計画

既設架道橋の幅員の狭さが、米沢市の東西交通のネックとなっていることから、山形新幹線の改軌工事にあわせて拡幅（改築）工事の調査計画・設計・施工を米沢市がJR東日本に委託した。

以下に計画概要を示す。

(a) 内空寸法：幅9.0m（2車線+1歩道），高さ4.9m

〔当面は空頭3.7mで供用するが、将来アプローチの盤下げにより4.7m通行にも対応可能〕

(b) 道路縦断：現状維持

(c) 線路数：2線

(d) 軌道構造：バラスト軌道

3. 2 問題点と解決策

(a) 工期上の制約

- Q₁:バス代行期間(70日間)で、線路下部分の工事は終了させなければならない。
A₁:バス代行期間以前に東西の立坑で函体を製作しておき、代行期間に入ったら軌道撤去、開削、既設架道橋の取壊し、函体のジャッキによるけん引設置、埋戻し、軌道復旧という施工順序を採用する。
Q₂:改軌工事のため、バス代行期間中も工事線として1線は確保しなければならない。
A₂:工事線を確保するため、工事桁を1線分架設する(仮橋台は、バス代行期間以前に施工する)。

(b) 構造上の制約

- Q₁:道路縦断を現状維持としなければならない。
Q₂:保守上から桁形式を避けたい。
Q₃:基礎形式は直接基礎としたい。
A:構造形式は箱型ラーメン構造とし、直接基礎とする。道路縦断を下げられないことから、函体上床版の部材厚を既設架道橋のスラブ桁並みとするため、PRC構造で設計する。当面は空頭3.7mで供用するため、道路構造令上から上床版端部にハンチを設けない断面とする。

(c) 施工上の制約

- Q₁:既設架道橋などの取壊しを迅速に行う必要がある。
A₁:線路下部は、のり面による開削とし、大型機械使用により掘削、取壊しを容易にする。取壊しに当たっては静的破砕剤を使用し大割りにする。

4. 設計

4. 1 本体構造物

(a) 設計条件

構造形式:鉄筋コンクリート造1層1径間ボックスラーメン(上床版のみPRC造とする)

内空寸法:幅9.0×高さ4.9×延長12.6m

線路等級:3級線

線路数:2線

軌道構造:バラスト軌道

斜角:90°

列車荷重:EA-17

衝撃係数:0.442

温度変化:±15°

(上床版は土被りが薄いため)

雪荷重:300kgf/m²

使用材料の品質

・コンクリート

鉄筋コンクリート造部分の設計基準

強度:σ_{ck}=240kgf/cm²

PRC造部分の設計基準強度:

σ_{ck}=350kgf/cm²

・鉄筋:JIS G 3112 SD345

・PC鋼材:JIS G 3536 SWPR1 12φ7

支持地盤:N値30のシルト混じり砂礫

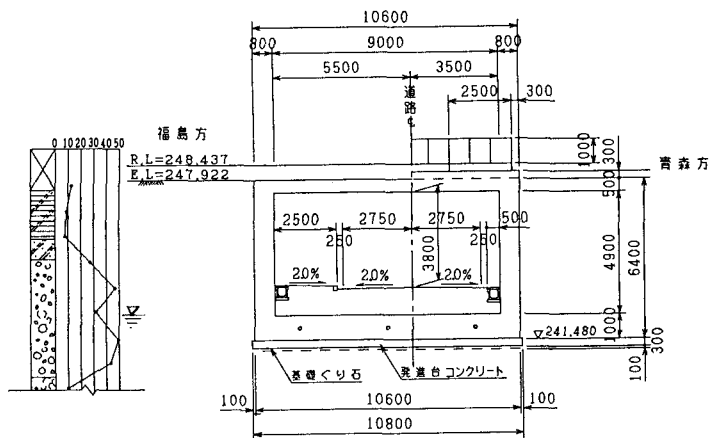


図-3 函体一般図

盛土部分：N<10の砂質粘土

地下水位：G. L-3.5m（下床版上面付近）

(b) 安定に対する検討

・浮上りに対する検討：地下水位が下床版上面付近にあり、浮上りに対する安全率は十分にある。

・沈下及び液状化に対する検討：

支持地盤がN値30のシルト混じり砂礫であり、N<15の砂質土ではないため、検討不要。

(c) 配筋及びPC鋼材配置

・上床版：部材厚さ50cm

（PRC造）

部材厚／径間＝1／18と薄くなっている。

PC鋼材は、c t c 375mmで配置した。

・側壁：部材厚さ80cm

・下床版：部材厚さ100cm

図-3に函体一般図、図-4に函体配筋図を示す。

4.2 仮設構造物（図-1参照）

(a) 工事桁仮橋台

深礎杭（径 $\phi=1.5$ m、長さ $\ell=5.7$ m）であり、 $\ell/\phi<5$ と杭長に比較し、杭径が太いため深い剛体基礎（ケーソン）として安定を検討した。

(b) 工事桁

・構造形式：下路桁形式

・スパン：2.2m

(c) 仮土留工

・立坑部：鋼矢板（Ⅱ型）

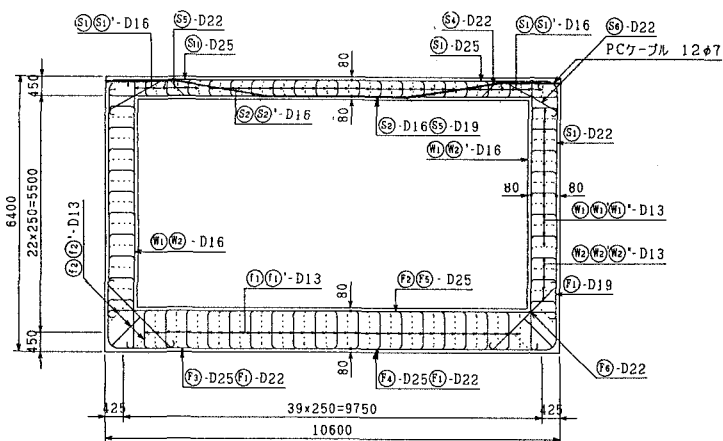
（長さ $\ell=6.5\sim8.0$ m）

・線路内：親杭（H-150、長さ $\ell=4.0$ m、c t c 1.5m）

5. 施工

5.1 施工順序

施工順序を以下に示す。



主鉄筋配置図

注）配筋パターン②③は鉄筋置位置を交互にずらして配置するものとする。

配筋パターン①

配筋パターン②③

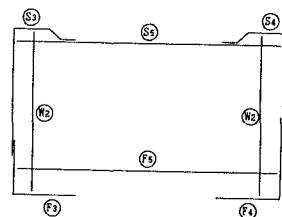
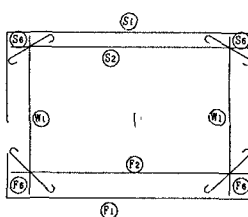
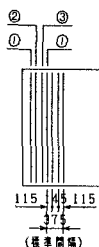


図-4 函体配筋図

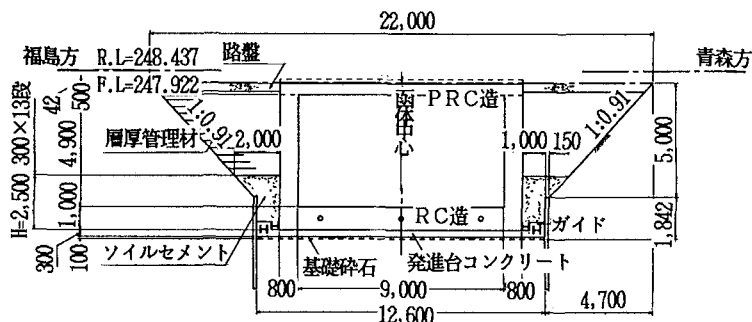
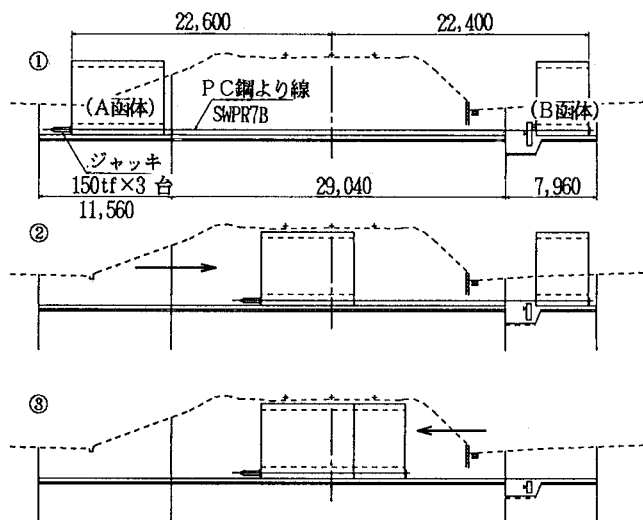


図-5 掘削及び埋戻し断面（線路下部）

- 前
作
業
- ①支障物撤去、移設
 - ②仮土留壁（鋼矢板）打込み
 - ③掘削、発進台工
 - ④函体構築（左－A函体、右－B函体）
 - ⑤工事桁仮橋台（深礎杭）施工

- バ
ス
代
行
期
間
（
70
日
）
- ⑥工事桁架設（工事線）
 - ⑦軌道撤去（本線）
 - ⑧掘削（のり面による）
 - ⑨構造物（橋台、桁など）取壊し
 - ⑩A函体けん引（B函体を反力）
 - ⑪B函体けん引（A函体を反力）
 - ⑫埋戻し
 - ⑬工事桁撤去（工事線）
 - ⑭軌道復旧



図－6 函体けん引順序

図－5 に掘削及び埋戻し断面、図－6
に函体けん引順序を示す。

5. 2 施工

(a) 立坑構築、発進台工

立坑構築のための仮土留壁の鋼矢板打込みは、油圧杭打ち機、油圧式可変超高周波パイプロ、ウォータージェットカッターの組合せにより施工した。打込み不能、困難などを想定し、予備として油圧オーガーを準備した。立坑内の掘削は、0.7 m³ 級バックホーにより掘削、積み込みを行った。

発進台は、ガイド工用の差し筋、H形鋼をセット後コンクリートを打設し、精度よく仕上げた。コンクリートには、養生期間の短縮のため急硬性セメント混和材を使用した。

(b) 函体構築

函体底部の敷鉄板は工場製作とし、クレーンにより発進台に正確に配列し、現場溶接で一体とした。函体の鉄筋のガス圧接は、熱間押抜きによる検査を実施した。

上床版の P R C 構造部分は、シース配置、緊張を P C の専門会社に外注し施工した。

(c) 工事桁架設

①工事桁搬入②サンドル、橋りょうトロ上で工事桁組立て③モーターカーにより所定位置にけん引④サンドル、ジャッキにより設置⑤レール締結という順序で架設した。

(d) 線路内掘削及び既設架道橋取壊し（図－5 参照）

0.7 m³ 及び 0.4 m³ 級バックホーにより掘削、のり面（勾配 1 : 0.91）整形を行った。工事桁下部は人力で掘削を行い、のり勾配をきつくし仮橋台前面の土を残し、杭に土圧が作用しないようにした。

袖石垣および側溝コンクリートはジャイアントブレーカーにより取壊し、既設架道橋については内空側より削孔後、静的破碎剤を填充し、クラックを発生させた後ジャイアントブレーカーにより大割りとした。

(e) 函体けん引

図－6 に示すように 150 t f ジャッキ 3 台で、まず B 函体と函体前面の受働土圧を反力として A 函体を引き込み、次にこの A 函体を反力として B 函体を引き込むという施工順序で施工した。

ドッキング後、函体間はオメガジョイントにより止水工を施した。

函体のけん引力実績を表-1に示す。A函体のけん引では、ある程度予想したけん引力であったが、B函体のけん引では、腰切り時（動き出す直前）に自重以上のけん引力が必要となった。

けん引では、PC鋼より線がある程度伸びてからでないと函体が動きださないため、スムーズな作業とはならなかった。伸び量が小さくてけん引できるように、PC鋼より線を増やした方がよかったものと考えられる。

(f) 埋戻し（図-5参照）

埋戻し箇所直上には分岐器が設置されるため、沈下などの変状は許されない。そのため締固め機械が入らない所は、ソイルセメントで埋戻し、その上の機械化施工ができる所は層厚管理材を用い、30cmまきだして転圧を十分に行った。最上の路盤となる部分については、列車荷重を支持する所であるためコンクリートで埋戻した。

写真-2に施工状況、写真-3に完成後のものを示す。

6. あとがき

本工事で用いた工法の特徴を列記すると以下のようになる。

- ①工費的には、L型擁壁含みで約2.2億円と従来の非開削工法の半以下で施工できた。
- ②工期的には、全工期で約6カ月と従来の非開削工法の1/4以下で施工できた。
- ③既設架道橋位置で拡幅（改築）できた。
- ④構造形式を箱型ラーメン構造とすることができた。
- ⑤上床版をPRC構造とすることにより、部材厚を薄くすることができた。
- ⑥土被りを最小限にすることができた。
- ⑦明りにおいて良好な管理のもとで函体構築ができた。

工事は、平成3年12月中旬にはすべて終了した。函体内の歩道側の側壁には、米沢市により雪国をイメージしたコンクリートレリーフ壁画が施され、歩行者の目を楽しませている。

本工事は、バス代行期間を利用した特殊条件下での計画・設計・施工であったが、現在工事中の田沢湖線の新在直通運転計画においても、同様な条件下では有効な施工法の一つと考えられる。本報告が、JR各社での同様な条件下での計画・設計・施工の参考になれば幸いである。

表-1 函体のけん引力実績

けん引力 函体種別	最大値 (摩擦係数)	最小値 (摩擦係数)
A 函体 (自重456tf)	409tf (0.90)	215tf (0.47)
B 函体 (自重263tf)	306tf (1.16)	174tf (0.66)



写真-2 施工状況（掘削作業）

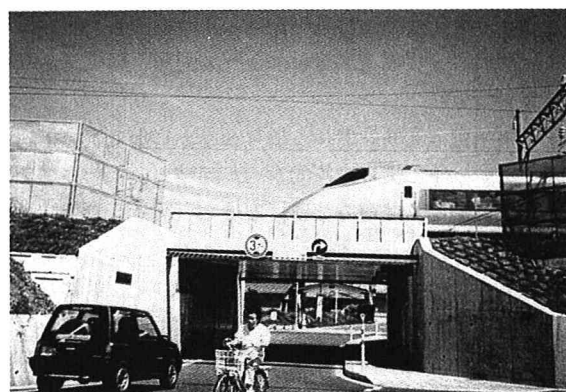


写真-3 完成