

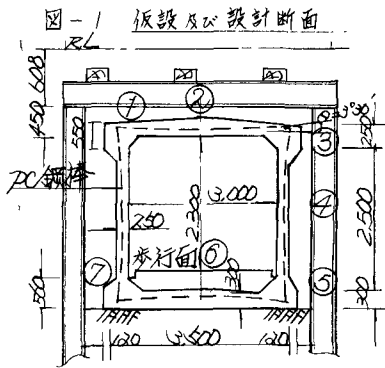
# PCボックスカルハート設計施工

盛岡鉄道管理局 施設部 ○高橋 静雄  
同 上 吉田 芳美  
同 上 村木 軍六

1 国立公園三陸海岸を縦断する三陸鉄道が昭和59年春第三セクターにより開業される。  
盛線が釜石駅に乗り入れられるに伴い、専用地下道(延長42.9m)を約7ヶ月で建設することになったが、  
既工法では地形的あるいは工期的に難しいことからプレキャストブロック工法により施工し、断面はPCボックスカルハートを採用した。  
軌道版受けは分岐器が介在するためH鋼による軌込み桁とした。  
支持くい土留用親ぐいと兼用させることによりスパンを最小限(5.0m)におさえ、空頭の確保に努めた。  
それでも残された空高は450mmと狭く、必要な上床版厚さを確保するため各種構造を比較検討した結果、版厚の減と自重の軽減を図るためPC構造とした。

2. 設計、函体設計  
に用いた荷重、材料及び許容応力度は、表-1のとおりである。

函体断面は、函体の  
内空条件、工事桁下端  
高さ、下床版上の排水、  
函体の運搬重量及びPC  
鋼桁定着部構造等により  
図-1のとおりとした。



軌道直角方向の断面力算定は、自重に対しては両側壁下端を、  
単純支持したボックスラーメンとして、その他の全荷重に対しては下床版を全面支持したボックスラーメンとして行った。  
ラーメンを構成する部材軸線の両端は20cmの剛域を考えた。  
カルハートの地震に対する検討は「線路下横断構造物の計画、  
及び施工法の選定の手引き(案)、国鉄構設」により省略した。  
函体の設計結果は、表-2のとおりである。

なお、函体は通路方向の応力検討はとくに必要ないが、ブロック  
工法のため弾性支承上の梁として解析の結果  $MLti = 9.12 \times 10^{-4}$  に対してブロック接合ケーブルの有効緊張  
力  $\approx 250$  あり、このときの接合部合成応力度は  $Q > 0 \text{ kg/cm}^2$  となり十分安全である。

表-2(1) カルバートの断面力

|      | 1     | 2    | 3      | 4      | 5      | 6    | 7      | 記事 |
|------|-------|------|--------|--------|--------|------|--------|----|
| 自重   | -0.12 | 0.66 | 0.28   | 0.58   | 0.87   | 0.53 | -1.61  | M  |
|      |       |      | -1.40  | -2.21  | -3.00  |      |        | N  |
| 全死荷重 | -1.26 | 1.35 | 1.42   | 0.48   | 1.92   | 1.81 | -2.34  | M  |
|      |       |      | -3.69  | -4.51  | -5.30  |      |        | N  |
| 設計荷重 | -6.31 | 8.90 | -8.35  | -5.01  | -6.04  | 5.83 | -11.97 | M  |
|      |       |      | -21.13 | -21.94 | -22.04 |      |        | N  |

表-1 主な設計条件

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| 列車荷重          | KS-16                              |
| 衝撃係数          | 0.522                              |
| 土の安息角         | 30°                                |
| 土の位置重量        | 1.9 t/m <sup>2</sup>               |
| 土かぶり          | 0.66 m                             |
| コンクリート        | クリ-70 係数 2.6                       |
|               | 乾燥収縮度 $20 \times 10^{-5}$          |
|               | 設計基準強度 500 kg/cm <sup>2</sup>      |
|               | プレストレス導入時強度 350 "                  |
| プレストレス導入      | 圧縮 210 "                           |
| 直後の許容応力度      | 引張 -18 "                           |
| 設計荷重作用時の許容応力度 | 圧縮 170 "                           |
|               | 引張 -12 "                           |
| PC鋼桁          | 引張強度 110 kg/cm <sup>2</sup>        |
| 鋼桁            | 応伏英応力度 95 "                        |
| φ23 (9%)      | 許容プレストレス導入直後 77 "                  |
| 応力度           | 設計荷重作用時 66 "                       |
| PC鋼桁          | 引張強度 187 "                         |
| 鋼桁            | 応伏英応力度 161 "                       |
| φ23 (9%)      | 許容プレストレス導入直後 131 "                 |
| 応力度           | 設計荷重作用時 112 "                      |
| 鉄筋 (SD35)     | 基準の許容引張応力度 2000 kg/cm <sup>2</sup> |
|               | スターアップの許容引張応力度 3500 "              |

表-2(2) コンクリートの曲げ合成応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

|       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 記事 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 導入時   | 44 | 2  | 29 | 45 | 27 | 0  | 47 | 内  |
|       | 1  | 56 | 12 | 28 | 14 | 39 | 2  | 外  |
| 全死荷重時 | 35 | 7  | 23 | 42 | 22 | 4  | 38 | 内  |
|       | 5  | 46 | 15 | 25 | 17 | 31 | 6  | 外  |
| 設計荷重時 | 15 | 57 | 5  | 5  | 7  | 17 | -9 | 内  |
|       | 25 | -5 | 41 | 76 | 39 | 18 | 53 | 外  |

(注) プレストレスは上下側版ともφ23 (9%) を @ 30cm で配置して導入した。

### 3. 施工

#### (1). [工場製作]

鋼製型枠を1基製作し、1日1個づつ仕上げ $\phi=300$   
 $\text{kg}/\text{cm}^2$ まで蒸気養生後25.7%体のプレストレスを導入、製品  
 化した。

緊張による函体のたわみはダイヤルゲージ(12ヶ)を用い  
 て測定した結果図-2の通りであった。

目地部の漏水防止、あるいはシースの配置上から函体接合  
 面を上下にしてコンクリートを打設した。又、養生時間も長  
 くし、接合面の製作誤差を $\pm 2\text{mm}$ 以内に納めた。

#### (2) [運搬、据付け]

底床トレーラーで搬入し、予めセットされた滑りレール上  
 に吊り下げ、所定の位置までウインチによりけん引する図-3

なお、滑りレールと函体に取り付けた車にグリースを塗布し  
 摩擦を小さくした。けん引力は2~3 $\text{t}$ 、 $\mu=0.15\sim 0.2$ 程度に  
 相当する。高低及び左右の据付け整正は、ジャーナルジャッ  
 キを用いたが、高低は滑りレールセット時に入念に施工

( $\pm 1\text{mm}$ 程度)したため殆んど不用であった。

目地部の漏水対策は、接合面が $\pm 2\text{mm}$ 程度のため防水効果  
 のあるコンフリーシーラをダブルに張付け板緊張(本緊張の  
 1/2約10 $\text{t}$ )で $\phi$ まで圧縮させ、これを型枠がわりとし、予め  
 設けてある注入用ミゾ(半月 $\phi 60\text{mm}$ )にGF630A3を注  
 入、硬化させた。

#### (3). [軸方向の本緊張]

目地グラウトが硬化後、シングルストランド( $\phi 21.8$ )を  
 $58.4 \times 0.6 \div 35 \approx 1$ 本/体で8本緊張し一体化させた。

導入時の函体の収縮は4個のダイヤルゲージで測定したが、  
 全長12 $\text{m}$ で平均 $\frac{7.8}{100}\text{mm}$ であった。

#### (4). [底版グラウト注入]

基礎コンクリートと函体底版とのすき間(50 $\text{mm}$ )にGF  
 630A3を注入し荷重を均一に分布させる。

フリーシング等によるおすかなすき間もてん充てきるようセ  
 メントペーストにアルミ粉を $0.8\text{kg}$ /バッチ混和した。

膨張率は平均10~12程度であった。(表-3)

#### 4. まとめ

プロキャストブロック工法によるPCBOXカルバートは国鉄では初の事例のため、とくに函体設置、接合部  
 の防水確保、および下床版下面の注入について施工法を検討の結果問題ない施工ができた。

今回の施工法は、線路下カルバートの急速施工、および施工スペースの縮小が可能であり、大断面カルバートへ  
 の応用も期待できる。

なお、PC函体は今後の研究によりPC鋼材使用量の低減が可能と考えられる。

図-2 函体のたわみ

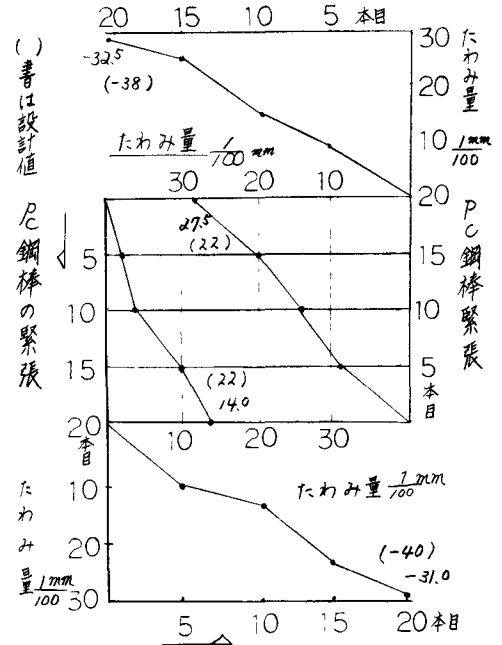


図-3 函体けん引

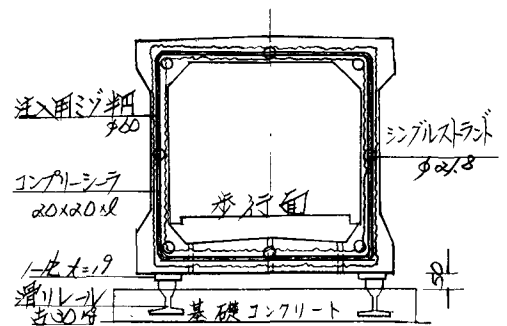


表-3 PCグラウト(GF630A3)試験データ

| 供試体 | フリーシング率  |           | 膨張率      |           | 圧縮強度                       |                             |
|-----|----------|-----------|----------|-----------|----------------------------|-----------------------------|
|     | 3時間後 (%) | 20時間後 (%) | 3時間後 (%) | 20時間後 (%) | $\text{kg}/\text{cm}^2$ の7 | $\text{kg}/\text{cm}^2$ の28 |
| 1   | 2.3      | 0         | 5.8      | 12.7      | 180                        | 233                         |
| 2   | 2.5      | 0         | 5.0      | 10.5      | 163                        | 222                         |
| 3   | 2.3      | 0         | 4.8      | 11.4      | 168                        | 231                         |