

角型鋼管PC横締め工法による地下横断ボックスカルバート構築の工事報告

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所

細川 義夫

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所

徳光 洋助

鉄建建設(株) 東関東支店

福田 裕二

日本鋼弦コンクリート(株) 東京支店

正会員

○ 山田

泰司

1. はじめに

本工事は、線路下を横断する道路用ボックスカルバートを建設するものである。ボックス断面は、軸方向に配置した角型鋼管(エレメント)によって構成されており、これを地中に水平に推進し、コンクリートを充填した後に管内に配置されたPCケーブルを緊張・締結することで、軸直角方向の一体化を図る構造物を構築するものである。線路下横断構造物の施工には、いろいろな工法が用いられているが、本工法は列車走行に与える影響が小さく、線路横断方向に施工に制限を受けない工法として開発された。

本報告では、施工におけるPCケーブルの配置、緊張、グラウト作業について報告するものである。

2. 工事概要

工 事 名 : 幕張駅構内第2木下こ道橋新設工事

構 造 形 式 : 角型鋼管(エレメント)PC複合箱形2室ラーメン構造(図-1)

工 法 : 角型鋼管横締め工法

活 荷 重 : 列車荷重 EA-17

構造基本寸法 : 内空断面 $10.050\text{m} \times 5.700\text{m} + 10.050\text{m} \times 5.700\text{m}$ (図-2)

延長 62.000m

部材断面 $800\text{mm} \times 1035\text{mm} \times 14\text{mm}$

主 要 材 料 : コンクリート $\sigma_{ck} = 35\text{N/mm}^2$

PC鋼材 12T12.7

角型鋼管 SM400、SS400

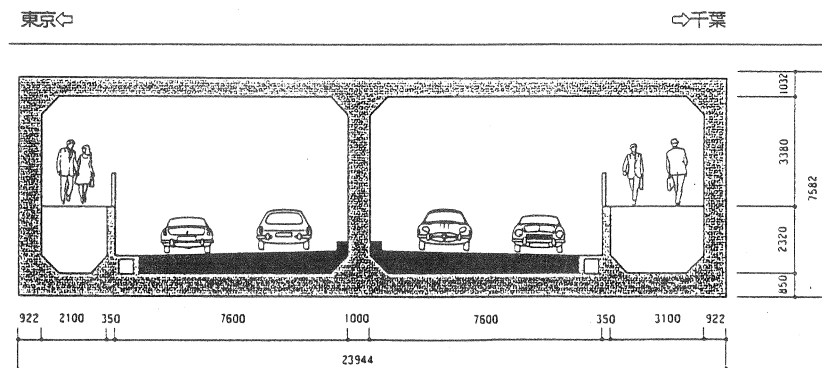


図-1 構造断面図

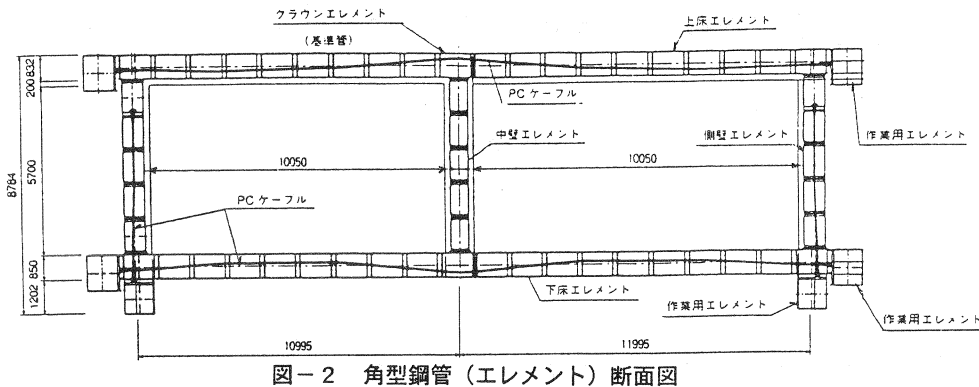


図-2 角型鋼管 (エレメント) 断面図

3. PCケーブルの配置、緊張、グラウトの施工

3-1 ケーブルの配置作業

(1) 上床版、下床版 (図-3)

1) ゴムブッシング取付 (図-4)

エレメント側部にあけられた孔にゴムブッシングを取付け、隔壁部へのコンクリートの流入を防ぐと同時にケーブルの固定を行った。

2) 緊張側定着具取付

エレメントには定着具取付孔がφ228mmであけられているが、定着具は□220mmのため隙間が生じるのでその間にワッシャーを製作し挟み込んで取付けた。

3) シース(FEP管)挿入

ケーブルの形状がエレメント間で高さの変動がありケーブル用孔径が小さいため、各エレメントに人を配置し、片側の孔からシースを挿入し定着具に固定・テーピングを行った。また、シースは通常の主桁製作と同様に定着具前1mのところにはジョイントを設け予めジョイントを縮めた状態で挿入した。

4) 固定側定着具組立

緊張側定着具と同様に、隙間をふさぐためのワッシャーを挟み込み取り付けした。また、定着具を取り付けた後にシースをジョイントしテーピングを行った。

5) PC鋼より線挿入

PC鋼より線は、予め所定の長さで切断したものを搬入した。また、挿入に関しては、シース内でのPC鋼より線のねじれが生じないように小型のウインチを使用して12本を1束として一度に挿入を行った。

6) 熱収縮チューブ取付 (写真-1)

定着具とシースの接合部にコンクリートが流入しないように熱収縮チューブにて密着させた。作業場所が狭くシースがポリエチレン製なので小型の熱風機を使用して作業を行った。

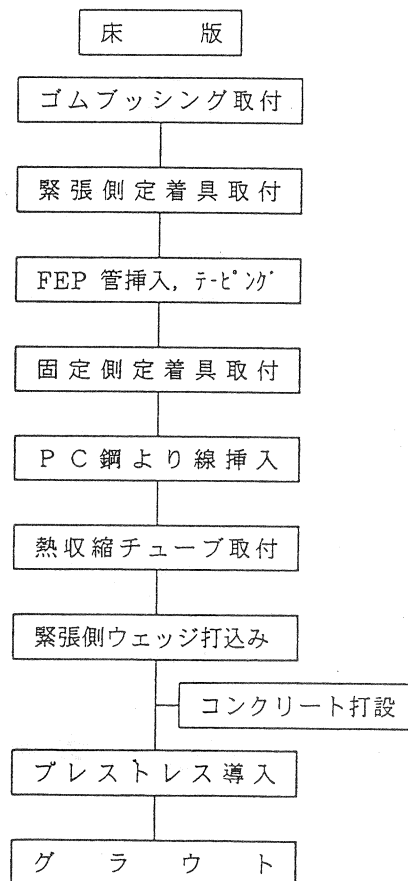


図-3 フローチャート

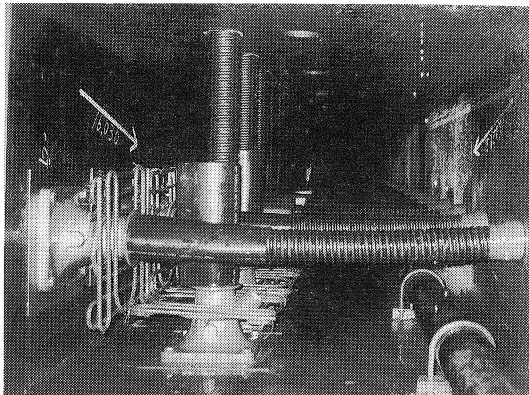


写真-1 熱収縮チューブ取付

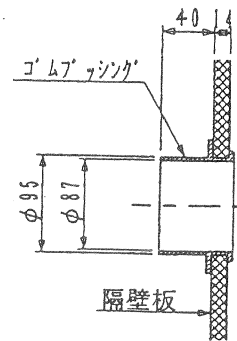


図-4 ゴムブッシング

(2) 側壁部 (図-5)

1) 固定側定着具取付

床版ケーブルと異なり作業区間が取れるので、最初から所定の位置に配置することができた。

2) 緊張側定着具取付

下床版の定着具の組立が煩雑なため、側壁の定着具はその場に仮置きし下床版ケーブルの組立が終わった後所定の位置に床版ケーブル同様ワッシャーを挟み込み取付けた。

3) シース(FEP管)挿入

側壁部はトラス構造になっているのでシースの挿入はトラス間より行った。挿入時には下床版ケーブルを組立中であつたため、シースは定着具のあるエレメントの上部に引き上げておき下床版ケーブルの組立・側壁部緊張側定着具の取付が終わった後引き下げて固定・テーピングを行った。シース中間部はトラス部材にインシュロックバンドにて撚掛けで固定した。

4) PC鋼より線挿入

PC鋼より線は床版ケーブル同様予め所定の長さに切断したものを搬入し、上部固定側の定着具から挿入した。この時、ケーブル端部をペンチで挟みPC鋼より線が落下しないように注意しウェッジの打込みを行った。

5) 緊張側定着具ウェッジ打込み

PC鋼より線挿入が終わった後、緊張側の定着ブロックにPC鋼より線を通してウェッジを打込むがPC鋼より線の長さが揃っていないため12本同時に挿入することが困難であるので、PC鋼より線に細パイプを使用してブロックの取付を行った。

側 壁

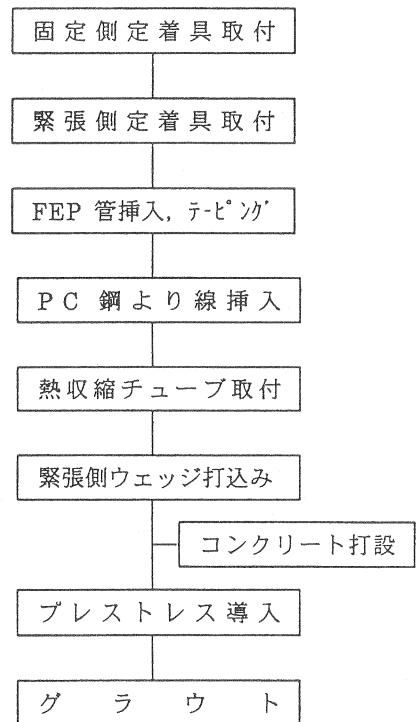


図-5 側壁施工フローチャート

3-2 緊張作業

緊張作業は、床版・側壁ケーブルともにジャッキ移動用台車を作製しこれにジャッキを取付けて行った。

緊張作業は、片引き緊張でありジャッキ・ポンプを2セット使用し両坑口から内側に向かって緊張を行った。

これは、緊張後PC鋼より線を切断し撤去しなければ台車を次のケーブルにセットすることができないためである。

使用ジャッキ : S6-S (V システム改造型)

1) 上、下床版 (写真-2)

床版部は、定着位置が低くジャッキ腹部の取付金具の下が狭いためテンポラリーチャックを取付けるときに手鏡を使用し確実に取り付けた。また、できるだけ作業空間を確保するために当初計画よりも台車の車輪を小さくし、エレメントの不陸に対しては、調整ねじを用いて、高さを調整した。

2) 側 壁 (写真-3)

側壁部は、定着位置が頭上になるためジャッキを上を持ち上げなければならないので、作業台車を上昇させるためのジャッキを台車側部に取り付けた。

安全対策として、PC鋼より線切断時は防塵マスクを着用し送風機にてエレメント内の換気を行った。

3-3 グラウト作業

床版・側壁ケーブル共に性能と施工性からGF-1720を使用した。側壁ケーブルにおいては、直上に約6m押し上げる状態となったが注入圧は床版ケーブルより高くなったが無事排出された。グラウトの配合は表-1の通りである。

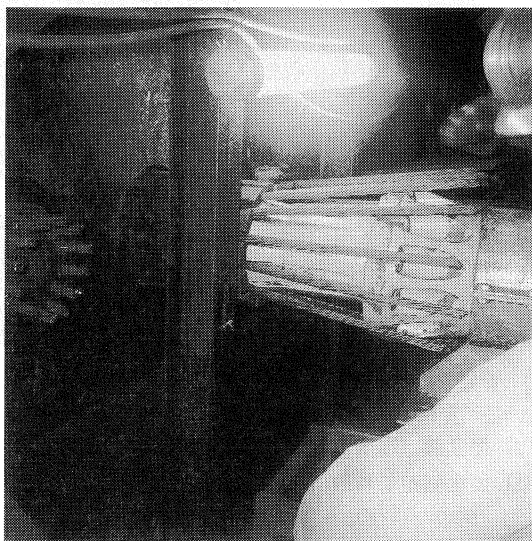


写真-2 床版ジャッキ

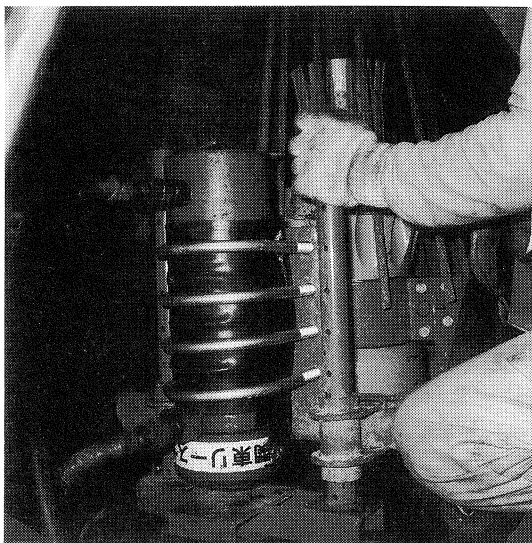


写真-3 側壁ジャッキ

表-1 グラウト配合表

(セメント1袋あたり)

水セメント比	セメント	水	混和剤
W/C=45%	25 kg	11.25 kg	250 g

4. 施工性の課題・留意点

(1) ケーブル組立工について

- ① エレメント内(800×1035)が狭く長時間の作業は困難を極めた。(写真-4)
- ② FEP管を挿入する際、各エレメント間のケーブル位置が、短い間に変化するため各エレメントに一人ずつ人員を配置しなければならなかった。
- ③ 下床版の定着具取付については側壁ケーブルの定着具が足元(固定側定着具の間)にくるので、時間を要した。また、側壁ケーブルの緊張側のFEP管を固定する際も下床版ケーブルが邪魔になり取り付けが困難であった。
- ④ 熱収縮チューブの施工には1ヵ所あたり約20分程かかり作業空間も特に狭いので、作業上一番時間を要した。

(2) 緊張工について

- ① 緊張台車は全ねじボルトにて高さの調整を行えるようにしていたが、ジャッキセットにおける歪みなどの理由から数本でまた台車の高さ調整を行わなければならないところがあった。
- ② 床版ケーブルにおいて作業エレメントが短くなっているので、緊張時に台車を使用することが出来なくてジャッキの移動が困難な箇所があった。
- ③ PC鋼より線を切断しなければ次のケーブルに移動できないため、効率的な緊張作業にならなかった。また、エレメント内部に進むに従って換気が悪くなり、切断時に出る鉄粉が多く舞うようになったので送風機の吸い口を切断部に当てて鉄粉の舞い上がりをできるだけ抑えるようにした。

(3) グラウト工について (写真-5)

- ① 側壁ケーブルについては、充填性を考慮して、下方から上方に向け注入したが、注入圧が大きくなるので、グラウトの漏出を防止するため、グラウトキャップの取付けを堅固に行う必要があった。グラウトの注入は特に問題なく終了した。



写真-4

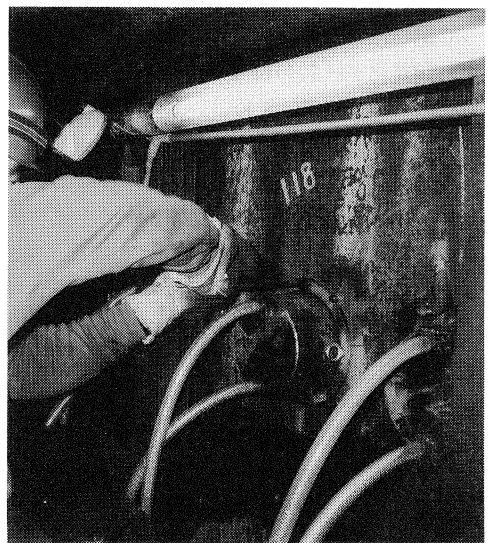


写真-5



写真-6 完成写真

5. おわりに

本工法は2室ボックス断面において、小断面の角型鋼管内にコンクリート打設後、床版部は線路方向に、側壁部は鉛直方向にプレストレスを与えて一体化し(図-2)、2室箱形のボックスカルバートを構築するもので、従来のエレメント工法の仮設材である鋼管エレメントを本体利用することに特徴があり、このようなことから、経済性・工期短縮・安全面で有利性がある。

鋼、コンクリートの複合構造体であるが設計上PC部材として検討しており、鋼管エレメントは推進施工用の推進管及びコンクリート型枠の役割をしている。鋼管内に打設されたコンクリートはそれ自体が圧縮力を負担し、PC鋼線による横締めにより、PCスラブとしてカルバートを構成する部材となっている。

PC鋼材のシース、鋼線の配線、挿入及び緊張の作業は全て人力作業にて行い、配線作業ではコンクリートの打設時にシースの位置がずれることのないようにゴム性のリングを用い、堅固な固定を可能にした。

PC鋼線の緊張は、予めコンクリートの弾性変形、PC鋼線の摩擦損失、レラクゼーション、セットロス等を検討した緊張計画により緊張を行い、所定のプレストレスの導入を完了している。

鉄道線路下横断構造物の施工には各種の工法が実施されているが、本工法は従来線路防護工として用いる鋼管を、本体構造物として利用するため土被りを浅く出来、小断面のエレメントによる施工により軌道への影響が少なく、また線路横断方向に制限なく施工が可能であるなど多くの特長をもった工法である。

地下構造物においては、PCケーブルの配置・緊張の作業空間の確保と作業性が大きな問題となることが多く、本工事において種々の課題を解決し無事工事を竣工した。本報告が、今後の同種施工の参考になれば幸いである。

<参考資料>

- ・鉄道構造物設計標準・同解説コンクリート構造物(鉄道総合技術研究所) 平成11年10月
- ・PC施工の手引き(日本鉄道施設協会) 昭和51年 2月