

PC 工事桁に敷設するレール締結装置の設計について

京王電鉄（株） 正会員 ○寺田 雄一郎

京王電鉄（株） 鈴木 弘幸

1. はじめに

京王井の頭線の下北沢駅付近では、小田急線代々木上原駅～梅ヶ丘駅間連続立体交差化・複々線化工事に伴い改良工事を施工中であり、渋谷方約 170m の盛土構造から高架構造に変更する区間において、プレストレスコンクリート構造の工事桁（以下 PC 工事桁）を採用している。本稿では、その PC 工事桁に敷設するレール締結装置の設計について報告する。

2. PC 工事桁採用に至る背景

鉄道線路下に構造物を新設する場合、鋼製工事桁で軌道を仮設化し、構造物構築後、鋼製工事桁撤去と共に軌道を復旧（本設化）する工法が一般的である。この工事桁を PC 構造とし、工事完了後の本設構造物の一部とすることで工期短縮とコストダウンを図ると共に、ゴム支承で支持する PC 工事桁は一般の鋼製工事桁と比較して列車騒音が低減出来ることから、本工事では PC 工事桁を採用した。（図 1）

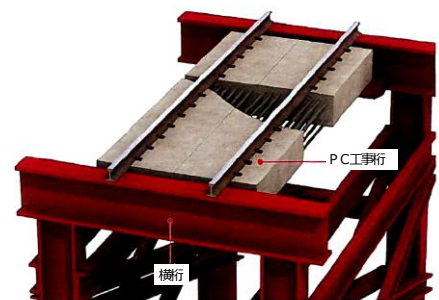


図 1 PC 工事桁概念図

3. レール締結装置の仕様

図 2、3 に本工事で採用したレール締結装置の構造図を示す。直線区間では図 2 のパンドロール形締結装置 (PR113A) 付きタイププレートを採用した。一方、曲線区間 ($R=650\text{m}$, $C=25\text{mm}$) では、PC 工事桁を水平に敷設していることからカントをタイププレート上で設定する必要があり、またカントを設定した状態においてもレールベース勾配 1/40 を保持するため、直結 8 形締結装置を採用し、カント設定には一部増厚タイププレートと傾斜鋼板付きパッドを用いた（図 3）。何れも締結装置間隔は 625mm を標準としているが、PC 工事桁間の継目部においては横桁が配置されていることから締結装置間隔が 800mm となるため、PC 工事桁端部には標準のタイププレートではなく、直線部用・曲線部用にそれぞれ、大きいタイププレートのパンドロール形締結装置、及び、直結 8 形締結装置を敷設することとした。

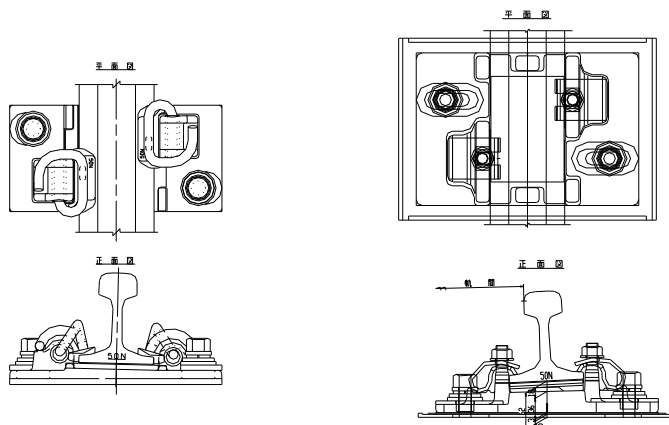


図 2 パンドロール形締結装置（直線区間用）



図 3 直結 8 形締結装置（曲線外軌用）

キーワード PC 工事桁，直結 8 形レール締結装置，増厚タイププレート，レール横圧力，横圧抵抗力

連絡先 〒206-8502 東京都多摩市関戸 1-9-1 TEL042-337-3245

4. レール締結装置の配置

本工事においては、現線形（R=650m, C=25mm）から新線形（R=1100m, C=32mm）への線形変更を計画しており、最大移動量は1625mmである。そこで線形の移動量が大きい部分では事前にPC工事桁を拡幅することで、PC工事桁の架替等を行うことなく、新線形に対応できる構造とし、コストダウンを図った。また新線形のレール締結装置ボルト孔に現線形のレール締結装置ボルト孔が干渉しないよう締結装置の配置をすることにより、線形切替時には簡単に移設できる構造とした。（写真1）



写真1 締結装置敷設状況

5. レール締結装置の横圧抵抗力

現在の線形（R=650m, C=25mm）において、列車走行時に発生する遠心力に伴い、レール締結装置に横圧が作用することから、それに対する横圧抵抗力について検討した。横圧に対するばねクリップ・タイプレート等の材料強度については、荷重試験等にて検証されているが、タイプレート移動等に対する横圧抵抗については、荷重条件により異なることから、曲線外軌用の直結8形締結装置について下記のとおりに検討を行った。

輪重・横圧等の荷重条件は、軸重16tfとすると、R=650の曲線に対して、輪重はA荷重にて、 $W_A = 10.4\text{tf}$ （102kN）、横圧 $H_A = 4.8\text{tf}$ （47.1kN）となる。また、一つの締結装置にかかるレール圧力 W_A' は、パッドの垂直ばね定数を $K = 60\text{MN/m}$ （60kN/mm）、締結間隔 $a = 625\text{mm}$ とすると、「鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造」（付属資料16 バラスト軌道の解析モデル）より

$$W_A' = W_A \cdot (1 - \phi_4(\beta \cdot a/2)) = W_A \cdot (1 - e^{-\beta \cdot a/2} \cdot \cos(\beta \cdot a/2))$$

$$\text{ここに、} \quad \beta = (k / (4 \cdot EI \chi))^{1/4}$$

$$k = K/a = 0.096\text{kN/mm/mm} \quad (\text{単位長さ当たりのばね定数})$$

$$EI \chi = 411.6 \times 10^7 \text{kNmm}^2 \quad (\text{レール垂直曲げ剛性})$$

これらの値を代入すると、 $W_A' = 46.5\text{kN}$ となる。

直結8形締結装置の横圧については、「東北・上越新幹線用スラブ軌道の技術的検討」においてレール横圧力は、横圧の0.7程度と考えられており、レール横圧力を $0.7H_A$ とすると、 $H_A' = 33.0\text{kN}$ となる。

締結装置1組当たりの横圧抵抗力 H_R は、

$$H_R = (2 \times p + W_A') \cdot \mu = 51.7\text{kN} > H_A' \quad (33.0\text{kN})$$

$$\text{ここに、} \quad p = 63\text{kN} \quad (\text{締結Tボルト押え力 (トルク } 350\text{N} \cdot \text{m)})$$

$$W_A' = 46.5\text{kN} \quad (\text{レール圧力})$$

$$\mu = 0.3 \quad (\text{絶縁板摩擦係数})$$

となり、レール横圧力を充分上回り、横圧抵抗力は安全側にある。また、締結ボルトの軸力が約60%に低下し横圧抵抗力が36kN程度となった場合でも、レール横圧力を上回り、安全側にある。

6. おわりに

PC工事桁の敷設開始から約1ヶ月経過（平成25年3月現在）したが、敷設前と比較してレールの照り面に変化はなく、レールと車輪の接触状況は良好である。

参考文献

- ・鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造, 平成24年1月
- ・鉄道技術研究所 鉄道技術研究報告：東北・上越新幹線用スラブ軌道の技術的検討, 1987年3月