

本設構造に利用する PC 工事桁の適用とその設計について

京王電鉄（株）正会員 寺田 雄一郎

鹿島建設（株）正会員 小倉 拓也 正会員 ○青木 康治

正会員 岩本 直樹 正会員 遠藤 史 正会員 矢野 一正

1. はじめに

小田急電鉄小田原線代々木上原駅～梅ヶ丘駅間連続立体交差化・複々線化事業にともなう京王電鉄井の頭線下北沢駅付近改良工事における，下北沢駅渋谷方約 170m 区間を盛土構造から高架橋構造に変更する工事で，プレストレストコンクリート構造の工事桁（以下 PC 工事桁）を採用した。本稿では PC 工事桁の適用に至る背景とその設計について報告する。

PC 工事桁は JR 東日本において適用事例があり，本工事では高架橋の離隔等種々の制限により，高さを抑えたスラブ型の形式を採用した。高架橋完成後は PC 工事桁をこれに受替え，本設利用とする構造である。

2. PC 工事桁の適用に至る背景

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受け後，構造物を構築し構造物完成後に工事桁を撤去・軌道復旧，という工法が一般的である。これを図 1 に示すような PC 工事桁とした場合には，工事桁の撤去および軌道復旧が不要となるため工期短縮とコストダウンが図れるとともに，ゴム支承で支持する PC 桁は鋼桁と比較し列車騒音の低減が図れる等のメリットが得られることから，本工事では図 2 に示す範囲に PC 工事桁を適用した。

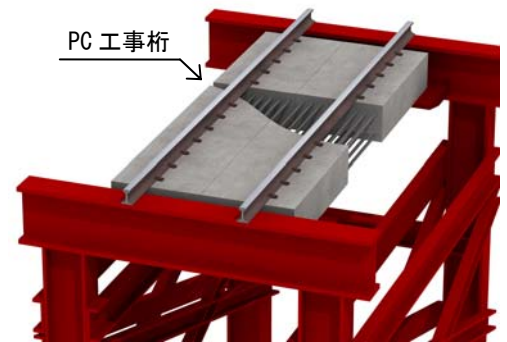


図 1 PC 工事桁概念図

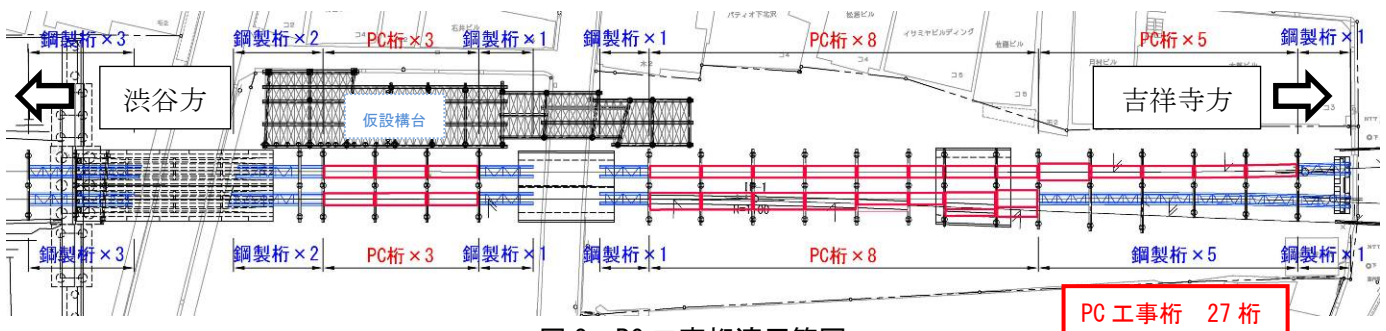


図 2 PC 工事桁適用範囲

3. PC 工事桁の設計

図 3 に本工事に適用した標準タイプの PC 工事桁の構造図を示す。工場製作のプレテンション方式であり，設計は「鉄道構造物等設計標準・同解説」に準拠した。設定した要求性能と照査指標を表 1 に示す。これに加えプレストレスの導入に関しては，ひび割れによる有害な変形を生じさせないようにするため，永久荷重作用時にはコンクリートに引張応力度を発生させないこととした。また，長期的な変形を抑えるためには断面図心に対するプレストレスの鉛直方向偏心量が少ない方が望ましく $M_{pt} < 0.5M_{d0}$ (M_{pt} : 直後プレストレスによる偏心曲げモーメント， M_{d0} : 主桁自重によるスパン中央部の曲げモーメント) に制限した。

本工事での本設利用 PC 工事桁は，仮設時は単純支持の桁構造として，本設時は RC ラーメン高架橋の床版上に台座コンクリート等により支持されるスラブ構造として利用する。設計の疲労照査では構造としてより厳しい支持条件となる単純支持の桁構造（仮設時の支持条件）として，100 年間利用した場合を想定する。

キーワード 工事桁，本設利用，プレストレストコンクリート，PC

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設株式会社東京土木支店土木部 TEL03-3404-5511

桁長は下部構造の杭間隔から 6700mm, 桁幅はレール間隔と埋込栓部の押抜きせん断耐力を満足するよう 1600mm, 桁高は走行安全性(たわみ)を満足できるよう 400mm とした。緊張材は PC 鋼より線 $\phi 15.2$ mm を使用し, 初期緊張力は永久荷重作用時の応力度を制限するために約 6000kN に設定した。配置はプレストレス力によるクリープ変形により, そり・たわみが発生しないよう上下左右対称の図心配置とした。鉄筋は上下段に各々 D16-17 本を配置した。

これらによる照査結果を表 2 に示す。設定した要求性能すべての照査を満足する。

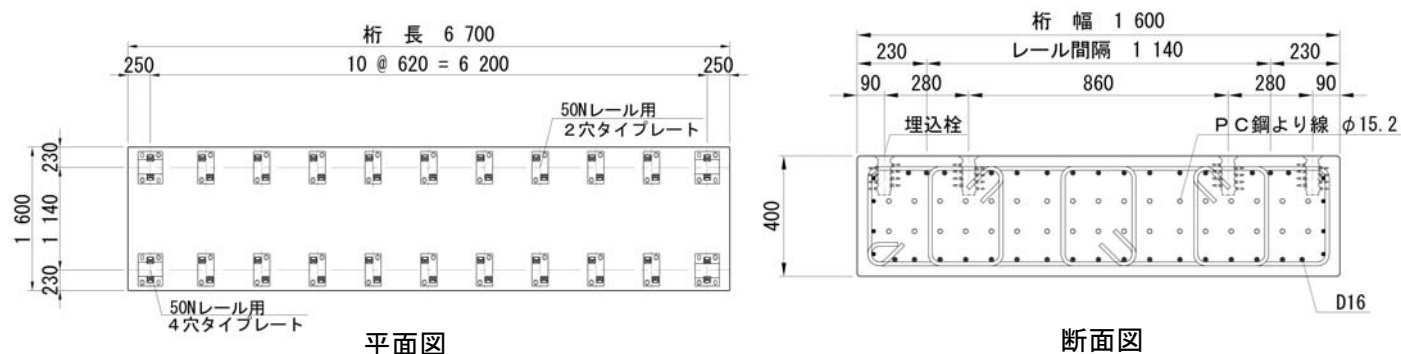


図 3 PC 工事桁構造図

表 1 設定した要求性能と照査指標

要求性能	性能項目	設計応答値 I_{Rd}	設計限界値 L_{Ld}
安全性	破壊	設計曲げモーメント M_d	設計曲げ耐力 M_{ud}
		設計せん断力 V_d	設計せん断耐力 V_{yd}
		設計ねじりモーメント M_{td}	設計ねじり耐力 M_{tcd}
	疲労破壊	鉄筋の設計変動応力度 σ_{srd} PC 鋼材の設計変動応力度 σ_{prd}	鉄筋の設計変動応力度 f_{srd} PC 鋼材の設計変動応力度 f_{prd}
使用性	走行安全性	変位・変形量 δ_d	変位・変形量 δ_{ls}
	乗り心地	変位・変形量 δ_d	変位・変形量 δ_{lc}
	外観	ひび割れ幅 W_d	ひび割れ幅 W_{lim}
復旧性	損傷	設計曲げモーメント M_d	設計曲げ降伏耐力 M_{yd}

表 2 照査結果

項目			応答値 I_{Rd}	限界値 L_{Ld}	照査※
安全性	破壊	曲げ	$M_d=734\text{kN}\cdot\text{m}$	$M_{ud}=1091\text{kN}\cdot\text{m}$	0.81
		せん断	$V_d=562\text{kN}$	$V_{yd}=1029\text{kN}$	0.65
		ねじり	$M_{td}=60\text{kN}\cdot\text{m}$	$M_{tcd}=231\text{kN}\cdot\text{m}$	0.31
		せん断+ねじり	$M_{td}=60\text{kN}\cdot\text{m}$ $V_d=562\text{kN}$	$M_{ud}=179\text{kN}\cdot\text{m}$ (ねじり補強筋あり)	0.40
	疲労破壊	曲げ	鉄筋 $N=50.5\times 10^6$, $\sigma_{srd}=96.3\text{N}/\text{mm}^2$	$f_{srd}/\gamma_b=150.2\text{N}/\text{mm}^2$	0.71
			PC 鋼材 $N=57.3\times 10^6$, $\sigma_{prd}=46.0\text{N}/\text{mm}^2$	$f_{prd}/\gamma_b=60.2\text{N}/\text{mm}^2$	0.84
		せん断	スターラップ $N=36.0\times 10^6$, $\sigma_{srd}=63.1\text{N}/\text{mm}^2$	$f_{srd}/\gamma_b=98.5\text{N}/\text{mm}^2$	0.70
	走行安全性	たわみ	$\delta_d=9.1\text{mm}$	$\delta_{ls}=11.2\text{mm}$	0.90
使用性	外観	曲げ	永久荷重作用時全断面圧縮 (上縁 $8.1\text{N}/\text{mm}^2$, 下縁 $3.1\text{N}/\text{mm}^2$)		
復旧性	部材の損傷	曲げ	$M_d=664\text{kN}\cdot\text{m}$	$M_{yd}=998\text{kN}\cdot\text{m}$	0.80

※ $\gamma_i \cdot I_{Rd}/L_{Ld} \leq 1.0$ (γ_i : 構造物係数)

4. おわりに

2013 年 3 月末現在, PC 工事桁は 27 桁中 11 桁が架設済み(架設済みの PC 工事桁を写真 1 に示す)で, 5 月末に架設完了の予定である。架設方法等は 2014 年の全国大会にて報告の予定である。

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
コンクリート構造物, 平成 16 年 4 月
- ・鉄道 ACT 研究会：工事桁工法技術資料, 平成 20 年 7 月



写真 1 架設済みの PC 工事桁