

V-138

供用26年の東京モノレール
PC軌道桁の健全度調査

東京モノレール(株) 室井 和 柏木 一夫
 (財)鉄道総合技術研究所 正 宮本 征夫 正 山住 克巳
 オリエンタル建設(株) 佐久間 実

1. はじめに

昭和39年9月に開業した東京モノレール羽田線の25年総点検の一環として、26年間供用したPC軌道桁について、使用材料および耐荷性能の両面から健全度の調査を行ったので報告する。

2. 調査したPC軌道桁の概要

調査した2連のPC軌道桁は、羽田起点9km 691m付近(海岸からの距離約300m)上下線に26年間供用され、給電設備の改修に伴う架換えのため平成2年10月に撤去されたものである。PC軌道桁の一般図を図-1に、構造および使用材料を表-1に示す。なお、2連の桁は車両基地留置線に転用の予定である。

3. 調査試験の結果および考察

3.1 桁の外観

上下線桁とも桁側面のハンチ付近に軸方向のひびわれがみられ、長さは上り線桁では1m程度以下と短く、下り線桁では8.5m程度のものもあるが連続しておらず、最大幅は0.1~0.2mm程度以下であった。下り線桁では、このほか桁上面に直角方向のひびわれが見られ、幅は最大0.2mm程度で、上面を横断しているものは少なく発生間隔はほぼスターラップ間隔と一致していた。これらのひびわれは、桁製作時にコンクリートや粗骨材の沈みが鉄筋により妨げられたことにより生じたものと推定された。なお、桁下面には目立ったひびわれは生じていない。また、桁上面の走行車輪踏面のすりへりは最大1.5mm程度であった。

3.2 コンクリートの試験

桁上フランジ部から採取したコア(φ10×20cm, 各試験3個)による試験の結果を表-2に示す。これによると、圧縮強度は549kgf/cm²であり設計基準強度を十分に満足していた。製作時の試験結果では559個の平均474kgf/cm²であり、圧縮強度は増進しているといえる。ヤング係数は3.38×10⁵ kgf/cm²であり、ほぼ設計値3.50×10⁵ kgf/cm²に近い値であった。また、引張強度は37.2kgf/cm²で、圧縮強度の1/15程度であり比較的高強度のコンクリートとしてほぼ妥当であると考えられる。なお、コンクリート中の含有塩分量および中性化試験結果には特に問題はみられなかった。

表-1 桁の構造及び使用材料

構造形式	ボルトプレキャスト単純桁(中空) ファイバーク工法
桁長	19.96 m
支間	19.30 m
断面	幅 0.80m, 高さ 1.40m
コンクリート	f'ck= 400 kgf/cm ²
PC鋼棒	SBPC 80/105, φ27
鉄筋	SSD 49,SS 41

3.3 PC鋼棒の試験

(1)緊張力測定: 支間中央部付近のPC鋼棒を2本露出させて表面にひずみゲージを貼付し(5m間に3点)、PC鋼棒を切断して測定されるPC鋼棒のひずみの

値からPC鋼棒の緊張力を求めた。測定結果を表-3に示す。緊張力の平均値は設計値の97%程度であり、ほぼ設計を満足していることが確認された。

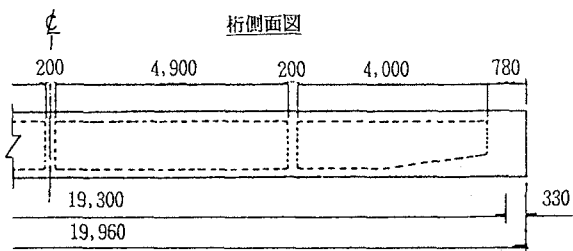


図-1 PC軌道桁の一般図

(2)発錆状況他: 切断

後のPC鋼棒を4本(5m/本)取出し表面を観察した。表面にはほぼ全面に軽微な錆が見られたが、局部的な腐食等は見られなかった。グラウトの注入状況調査では、一部にPC鋼棒がシースに密着しており上側がグラウトで包まれていない部分もあったが、スターラップやシースには錆は見られなかったことから、PC鋼棒の錆は施工前に発生していたと考えられる。

(3)引張試験：取り出したPC鋼棒の引張試験の結果を表-4に示す。試験結果は、SBPC 80/105の規格値を満足しており、供用26年後においても材質の低下はなく健全な状態が保たれていることが確認された。

3.4 PC軌道桁の静的荷重試験

撤去仮置きされていた他のPC軌道桁(約42tf/連)4連の自重を反力として、荷重ばりを介して油圧ジャッキにより荷重した(荷重点間隔1.5m)。測定項目は、①桁のたわみ：支間中央点、支間1/4点、支点付近の5断面、②コンクリート表面のひずみ：同上の5断面の桁上下縁および断面図心付近、③ひびわれ：目視による観察、である。

(1)PC鋼棒切断前の荷重試験：荷重サイクルは、桁下縁の曲げ引張応力度の計算値が許容応力度(20kgf/cm²)となる荷重50tfまで2回繰返した後ひびわれを発生させて80tfまで荷重した。支間中央点における荷重-たわみ曲線を図-2(a)に示す。これより、荷重荷重55tf程度までは桁は弾性範囲内にあることがわかる。ひびわれは目視では70tf程度まで観察されなかったが、桁下縁のコンクリートのひずみ測定結果から、55tf付近で発生したものと推定された。このひびわれは支間中央点に1箇所発生し、80tfでは桁下縁から約20cmの位置まで伸長したが、ひびわれ幅は0.04mm以下であった。ひびわれ発生荷重を55tfとして、桁下縁のコンクリートの曲げ引張応力度を計算すると28.6kgf/cm²となった。また、実測のたわみから求めた桁部材の弾性係数は約3.7×10⁵ kgf/cm²で、計算値よりも大きな値であった。

(2)PC鋼棒切断後の荷重試験：同じ桁でPC鋼棒を2本切断後荷重試験を実施した。荷重サイクルは、1回目はプレストレスの減少を考慮して求めた桁下縁の曲げ引張応力度が許容応力度になる荷重40tfまで荷重し、2回目は60tfまでとした。支間中央点の荷重-たわみ曲線を図-2(b)に示す。これより、35tf程度を超えるとたわみの増加量が大きくなるが、荷重荷重40tf程度までの範囲では、桁部材の弾性係数はほぼ計算値に近い値となっている。なお、ひびわれ再開荷重はひずみの測定結果から37.5tfと推定された。

4. まとめ

東京モノレール羽田線で26年間供用されたPC軌道桁の健全度調査を行った結果、コンクリートおよびPC鋼棒の品質や桁の耐荷性能は設計値を十分満足しており、健全な状態を保っていることが明らかとなった。なお、PC鋼棒の疲労試験は現在実施中であり、機会を改めて報告したいと考えている。最後に、本試験の一部を実施して頂いた住友電気工業(株)の関係者に感謝するしだいである。

表-2 コンクリートの試験結果

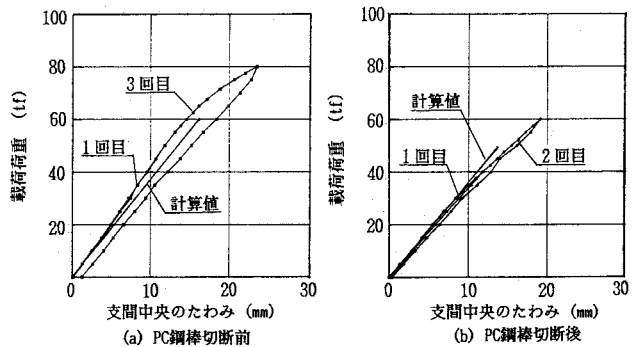
単位体積重量 (kg/m ³)	絶乾表乾	2312 2415
吸水率 (%)		4.46
圧縮強度 (kgf/cm ²)		549
ヤング係数 (kgf/cm ²)		3.38×10 ⁵
引張強度 (kgf/cm ²)		37.2

表-3 PC鋼棒の緊張力測定結果

	ε (×10 ⁻⁶)	E _p (kgf/mm ²)	σ _{pe} (kgf/mm ²)	σ _{pe} (設計) (kgf/mm ²)
山側	2098	2.07×10 ⁴	43.4	46.2
海側	2216		45.9	

表-4 PC鋼棒の引張試験結果

項目	規格値	試験値
直径 (mm)	26.2±0.5	26.31
降伏点 (N/mm ²)	785 以上	848
引張強さ (N/mm ²)	1030 以上	1047
伸び (%)	7% 以上	11.0
絞り (%)	—	27.3
ヤング率 (N/mm ²)	—	203000



*計算値：全断面有効として試験値のE_cを用いて計算した値

図-2 荷重-たわみ曲線