Ⅳ－46　レール直結RCけたの施工および応力測定について

京都大学工学部　正員　工博　岡田　清
京阪神急行電鉄　正員　森下卓也
〃　上　正員　○川嶋弘治
ピーエスコンクリート　正員　河合　江

Ⅰ　まえがき

最近の鉄道線路は都市附近において、道路との立体交差、用地の立体的利用などのため、鉄筋コンクリート高架構造が多くなりつつあるが、その上のバラスト道床については、レール締結装置の進歩と共にこれを廃止し、直結軌道とする試みがなされている。

直結軌道の場合、ずい道や高架橋のコンクリート構造物の軌道据付面の施工精度が数のオーダーであるため、精度の高い軌道敷設を後でする工法（構造物完成後、締結装置などを取付けたレールを所定位置に据付けて、コンクリートまたは樹脂モルタルで軌道を固定する工法）が一般に行われているが、ここで述べるレール直結けたは、工場製作による軌道と単体的構造の鉄筋コンクリートけたであり、現地で据付、組立工を施工するものである。

直結けたの利点は

a) レール直結部のコンクリートをけたと一体に施工するため、充分な強度をもたせることができ、かつ、この部分のコンクリートもけたの強度に加算し得る。

b) 道床死荷重の減少による構造物設計の経済化およびけた高制限の緩和。

c) 軌道の永久構造物化により保守費が節減される。

これに対し問題点は

a) 軌道敷設と同精度のけた製作および架設を必要とする。

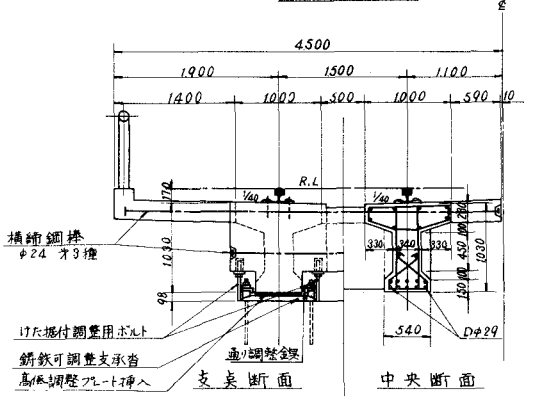
b) 下部構造の変化による軌道狂いの調整法。

c) 走行列車によるけたの衝撃および振動の影響

などが考えられる。

このレール直結RCけたについては既に小寺重郎氏による試作試験があるが、京阪神急行電鉄では千里線南千里～北千里間建設工事に際して、山田架道橋に複線1連を採用し、けた製作、架設工および通過後の軌道保守などの検討を行い、また定常荷重によるけたの応力測定を実施した。

図－1　断面図

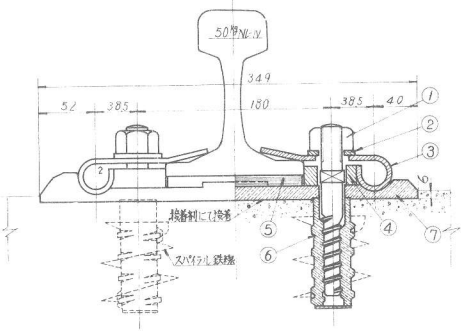


2 直結けたの設計

けたは全長9.M670，高さ1.M030，重量14.6tの鉄筋コンクリート単純けた（1軌道2主けた）で，レール締結コンクリート面に1/40の勾配をつけ，けたを垂直に設置した時レールは1/40の傾斜がつくようにした。

この2本の主けたを現場の所定位置に架設後，横けたにより互に連結すれば1軌道として使用できるが，橋側歩道を設けるための人ラブコンクリートを打設して，PC鋼棒（φ24）により各単線毎に横締めする構造とした。（図－1参照）

図－2 レール締結装置



部品表（1締結当り）

番号	品名		数量	材質形状寸法
1	二重ナシボルトナット	本	2	SS41 φ22.2 全長1
2	黒座金	〃	2	―〃― φ(44-24)×4.5
3	スプリングクリップ	〃	2	SUP6 123×75×5 K-34
4	ゲージブロック（大）	〃	1	SS41 18×48×50
〃	―〃―（小）	〃	1	―〃― 18×42×44
5	タイパッド	枚	1	ゴムサニ種 10×125×160
6	埋込栓	〃	2	ﾋﾆｰﾙｴｽﾃﾙ系ｴﾎﾟｷｼ樹脂
7	樹脂タイプレート	枚	1	―〃―

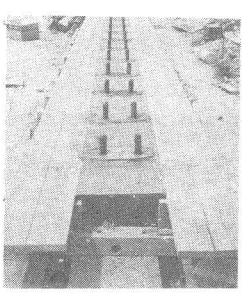
レール締結装置としては，京阪神急行電鉄京都地下線直結軌道（昭和6年および昭和8年建設）の施工および保守経験より直結けたは，厚さ13mmの樹脂タイプレートおよび厚さ10mmのパッド（バネ定数60t/cm）を敷き，バネクリップにより二重弾性締結する構造とした。（図－2参照） この締結装置は同じ新線之間のずい道，高架橋に採用したコンクリート道床之間の締結装置に比し，構造も簡単で価格も約1/2である。

開通後の軌道狂いの発正は，主として下部構造基礎の変位によるものと考えられるので，基礎の大きな不等沈下が生じないようにすれば，従来の鋼けた，橋まくら木構造の軌道保守からも推定し得るように，実用上問題は生じないものと思われる。しかし，基礎地盤の支持力に関しては不明な要素が多く，施工後の初期沈下を生じるおそれもあり，確認できない事項が多いので，ある程度狂いの調整をし得る構造とした。すなわち，レール締結装置において，ゲージブロックの組合せにより軌間－4mm～＋12mm，けた支承部の沓において調整プレートにより±30mm，高低25mm調整できるようにした。（図－1参照） これは発生した軌道狂いを60cm間隔ごとのレール締結装置ですべて整正すると，ばく大な保守費となるので，けた端支承部で集中調整する方が望ましいと思われる。

3 直結けたの製作架設

けた製作上の問題点は，軌道敷設精度に影響する埋込栓の位置および，締結面の平面性の施工精度をいかにして高めるかということである。このため，製作は工場のコンクリートベッド上で，けたを倒立した状態でコンクリートを打ち，レール締結面には次のような特殊な型枠を用いた。すなわち，厚25×巾400×長10,000mmの鋼板に縦横のリブを溶接し，上面を平滑にするため機械削切して仕上げ、60cm間隔の締結位置にボルト孔をあけ，厚さ6mmのタイプレートと同形に製作した鋼板を埋込栓と締付ボルトによって，正確な位置に固定した。（写真－1参照） 上記以外の型枠，支保工は木製とし、逆打ちによりソールプレートが上側にくるため，コンク

写真－1 レール締結面の型枠



リート打設中，正確な位置の保持に注意した。養生脱型の後，けたを2台のクレーンにより180°回転した。

樹脂タイプレートは，けた上面の深さ6mmの凹所に接着剤（不飽和ポリエステル樹脂）により，通り高低をテエックしながら接着した。

けた製作完成後，工場における仮組立検査の時，仮レールを取付け，軌道狂い4項目の検査を行ったが，すべて許容誤差（軌間＋1mm～－2mm水準高低通り，それぞれ±2mm）内におさまった。

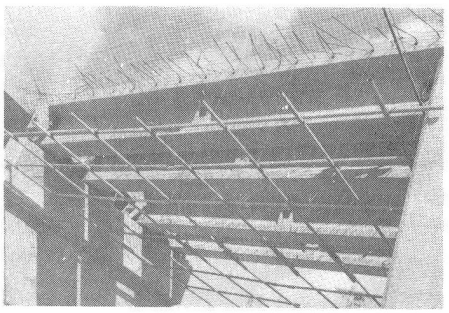
架設現場は交通頻ぱんな道路上であるため，夜間，路上より吊上げ橋脚上に仮置きした。

けた据付けに際しては仮レールを取付け，所定の軌道方向と高さに合致し，かつ，軌間水準が所定値となるよう，上下および横移動可能なジャッキにより2本のけたを同時に据付けた後，者を樹脂モルタルで固定した。（写真－2参照）

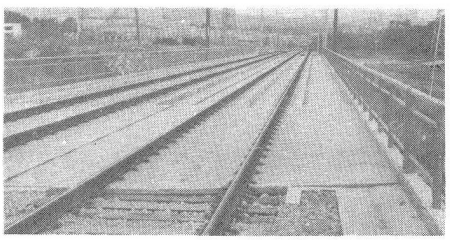
主けたを正確に設置後，横けたおよびスラブのコンクリートを打設し，鋼棒により横締めしたが，これによる主けた間隔（軌間）の縮小は微量であった。

けた完成後の軌道狂いを測定した結果は表－1に示すとおりである。（写真－3参照）

写真－2　現地に架設された直結けた



写真－3　山田架道橋直結けた（手前）および3スパン連続PCけた直結軌道



表－1　直結けた軌道敷設精度（単位：mm）

測点	軌間		水準		高低		通り	
	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線	上り線	下り線
1	−1	0	0	0	0	−1	−1	0
2	−1	0	−1	−1	0	−2	−1	0
3	0	0	−1	−0.5	0	−2	−2	0
4	0	−1	−1	0	+1	−1	−1	0
5	0	−0.5	0	+0.5	+1	0	0	0

註　測点1－5はけた両端レール締結装置間9mを4等分した点である

㈣　けたの応力測定

載荷試験の主目的は活荷重による衝撃の程度を応力実測により推定し，併せてけたの安全度を確認することである。

試験列車は電動車65.9t（自重52.4t＋積載荷重13.5t）3両を用い、静的試験は直結けたのスパン中央に最大曲げモーメントを生ずる位置に載荷し，動的試験としては上記列車を40，60，80km/hrの速度で走行させた。いずれの測定はスパン中央およびスパン/4の断面に鉄筋計（3個），鉄筋に接着して埋込んだポリエステルゲージ（1個）の外にけた表面に2点のポリエステルゲージを貼付した。このポリエステルゲージは降雨により絶縁不良となり充分測定できなかったが，けた内に埋込んだ鉄筋計などは，ほぼ充分その目的を達したと思われる。

静的ならびに動的載荷による応力測定の結果は表－2のようである。表－2をみると実測応力は静的載荷の場合，全断面有効とした場合の40～80%にすぎない。これは計算応力の算定には並列2けたが等分に荷重を分担するものとして，けた断面のみを用いて計算されているが，実際には上部フ

表－2　静的ならびに動的載荷による応力（kg/cm²）

			スパン中央断面			スパン¼断面			備考
			σ_s	σ_c	$\sigma_{c'}$	σ_s	σ_c	$\sigma_{c'}$	
静的	実測応力		86, 113 (鉄筋計)	−, 10.1 → 6.7	13.0, − 10.1, −	37 (鉄筋計)	5.2, − −, −	4.4, − −, −	$E_c = 2.9\times10^5$ kg/cm² とする $M_{\frac{l}{2}} = 33.1^{+m}$ $M_{\frac{l}{4}} = 24.9^{+m}$
						73	−, −,	2.9 −,	
動的実測応力		40 km/hr	90 68 平均79	11.5 14.5 平均13	——	63 74 平均69	——	——	動的試験は貼付ポリエステルゲージの絶縁不良のため鉄筋計を重視するようにして実施した
		60 km/hr	73 81 平均77	11.5 14.5 平均13	——	70 56 平均63	——	——	
		80 km/hr	72 72 平均72	15.9 13.0 平均14.5	——	56 56 平均56	——	——	
計算応力	静的	$n=15$	495	19.5	——	392	15.6	——	衝撃係数は 0.433 とする
		全断面有効	109	20.6	17.2	82	16.6	11.7	
	動的衝撃	$n=15$	708	27.9	——	561	22.3	——	
		全断面有効	156	29.5	24.6	117	23.7	16.7	

サたのたわみについては、スパン中央において静的載荷の場合測定したが微小のため測定値を0とした。サた断面のみを用いて計算されるたわみ量は 2.5 mm であるが、実際に小さいのは上記応力測定の場合と同様に上部スラブの剛性の影響によると思われる

ランジ部にはスラブコンクリートがあり，鋼材により横締めされているなどの影響により実応力は小さくでてくるものと思われる。また動的実測応力をみると，走行荷重（速度は40～80 km/hr）の衝撃については，ほとんどその影響をうけていないといえる。

5　むすび

以上山田架道橋レール直結サたの施工および応力測定について略記したが，軌道保守などの問題点をさらに検討し，将来都市近郊の鉄道高架橋の建設に際しては，プレキャストPC橋脚，レール直結サたの組立架設による高架構造を採用したいと考えている。路上交通の激しい現場における高架橋の施工は，製作管理の行届いたプレキャスト部材構造によって，工期の短縮と施工の単純化を図り，さらに軌道と高架躯体の単体化（軌道の永久構造物化）を経済的に設計した直結サたによって，今後強力に推進されるべき軌道保守費の節減をなし得ると思われる。

ただ下部構造の変位（基礎の初期および経続的不等沈下）による軌道狂いの発生を防ぐため，非常に困難ではあるが，多様に変化する基礎地盤に対し，基礎の設計施工を適確に行う必要がある。