

新幹線用 PC まくらぎ使用分岐器の設計

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○井上 拓也
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 本野 貴志
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 有本 仁史

1. はじめに

当社では、山陽新幹線の分岐器材料の長寿命化を目的に、分岐まくらぎの合成まくらぎ化を行ってきた。その一方で、将来に向けて分岐器のさらなる保守量低減を考慮すると、現在の構造では軌道狂いが再発していること、部分的に合成まくらぎの摩滅が発生していること、の2点が課題である。

そこで、本取り組みでは、将来に向けてさらなる保守量の低減および材料の延命化を目的として、新幹線用 PC まくらぎ使用分岐器の設計を行ったので、報告する。

2. PC まくらぎの設計

(1) 設計方針

新幹線分岐器用の PC まくらぎについては、平成17年度にまくらぎ高さ 190mm のものが設計されているものの、これを山陽新幹線の分岐器に適用した場合には、約半数の分岐器において高架橋上で必要としている道床厚さ 200mm を確保できない。

そこで、現行の合成まくらぎと同じとなる高さ 150mm の PC まくらぎを設計方針とした。

(2) 設計

PC まくらぎの基本構造は、PC まくらぎと分岐床板の形状を最適化することを考慮して、タイプレート方式とした。タイプレートの固定方法は、ボルトによる固定を検討したものの、PC 鋼線とインサートの競合が問題になることから、在来線における実績²⁾を参考に、e クリップにより固定する線ばね方式とした。

まくらぎ断面を限界状態設計法により検討した結果、一般的に使用するコンクリート（設計基準強度 49.1N/mm²）を用いる場合、まくらぎ高さ 170mm 未満は成立しないことが明らかになったため、高強度なコンクリート（設計基準強度 80 N/mm²）を使用することとした。PC 鋼線の配置は、コンクリートの圧壊防止と経済性を考慮して、上2段4本、下2段6本の計20本とした(図1)。

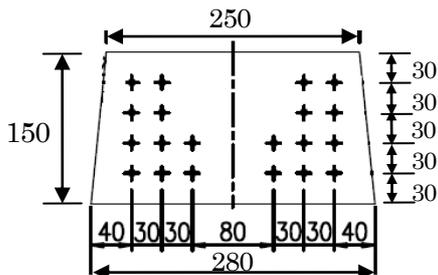


図1 PC まくらぎ断面図

3. PC まくらぎの性能確認

(1) PC まくらぎの試作

まくらぎ高さを低くしているため、通常のまくらぎよりも単位断面積当たりの緊張力が大きくなっている。その影響により、製作時に有害なひび割れや反りが生じることが懸念されるため、試作により状態の確認を行った。

試作は、まくらぎ長さ L=2700mm および 3600mm をそれぞれ3本試作した。なお、このとき試作した L=2700mm における PC 鋼線の配置は、必要な耐力と経済性を考慮して、3本3段とした。

(2) ひび割れの確認

PC まくらぎに、アセトンを塗布し、目視によりひび割れを確認した結果、全数においてひび割れは発生していなかった。

(3) 反り量の確認

プレストレスの導入、自重およびクリープによりまくらぎに反りが生じることから、試作したまくらぎについて、反り量の計算値と実績値を比較した。

反り量の測定結果を表1に示す。L=2700mm については、ほとんど反りが発生しないことを確認した。L=3600mm については、反り量は最大でも計算値の50%にとどまっていた。

表1 反り量の測定結果

まくらぎ		材令1日	材令7日	材令28日
L=2700	実測	-0.33	-0.46	-0.08
	計算	0.24	0.33	0.48
L=3600	実測	0.67	0.75	0.92
	計算	0.92	1.29	1.84

※単位は mm, +上向き, -下向き

(4) 曲げ強度試験

JIS E1201（プレテンション式 PC まくらぎ）に定める曲げ試験を実施し、強度確認を行った。曲げ試験の前提条件となるコンクリートの圧縮強度は設計値 80 N/mm² に対して、平均で 90.2 N/mm² であり、十分な強度が確保されていた。曲げ試験結果を表2に示す。L=2700mm、L=3600mm のいずれにおいても、保証荷重および破壊荷重は実績値が計算値を上回っており、十分な強度を有していることを確認した。また、試験値のばらつきもほとんどなかった。

キーワード 新幹線用分岐器、PC まくらぎ分岐器、弾性継手

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2丁目4番24号 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 TEL 06-6375-2296

表2 曲げ試験結果

まくらぎ 種別	レール座面部 (下縁)				中央部 (上縁)			
	P1: 保証荷重		P3: 破壊荷重		P1: 保証荷重		P3: 破壊荷重	
	計算値	試験値 (3本平均)	計算値	試験値 (3本平均)	計算値	試験値 (3本平均)	計算値	試験値 (3本平均)
L=2700	89	137	219	288	73	126	213	267
L=3600	106	167	234	315	77	136	193	285

単位: kN

4. PCまくらぎ分岐器の設計

(1) 設計対象

新幹線におけるPCまくらぎ使用分岐器の適用に際し、最初のステップとして、側線における試験敷設を前提として、50N9番分岐器(弾性ポイント)の全体にPCまくらぎを使用する構造を設計した。

(2) PCまくらぎおよび分岐床板形状の最適化

PCまくらぎは、一般的にショルダー位置が固定となるため、分岐器の線形に対応するためには、PCまくらぎまたは分岐床板が多品目になるという課題がある。この課題の解決方法としては、まくらぎの統一と分岐床板の統一という二つの方向性があり、在来線のPCまくらぎ分岐器においては、まくらぎの統一という方向性で設計されたものの、分岐床板の形状が大きくなり、材料費が高くなるとともに、現場における作業性が低下している³⁾。

今回の設計では、PCまくらぎの製作に使用する鋼製型枠を工夫することにより、PCまくらぎおよび分岐床板の形状を最適化することを検討した。工夫として、鋼製型枠を本体部(側面および端面)と座面部(分岐床板取り付け部)の二つのパーツで構成し、本体部はまくらぎ長さ毎に1種類を基本とし、アタッチメント式の座面部(図2)を数種類用意することとした。

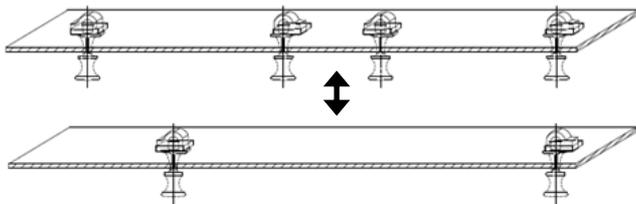


図2 鋼製型枠における座面部の付け替え例

これにより、型枠本体は当初約20種類必要と見込んでいたが、約10種類となった。また、図3に示す例のように、従来の分岐床板のうち本来不要である部分を無くすことにより、1枚あたり約2~4割の重量軽減を図った。

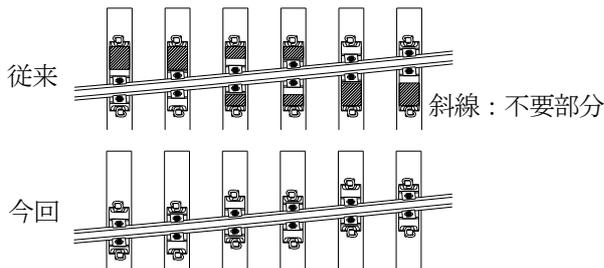


図3 分岐床板形状の最適化例

(3) PCまくらぎの分割検討

クロッシング部に使用するPCまくらぎは、その長さや重量の関係から現場での施工性が悪いため、PCまくらぎの分割を検討した。PCまくらぎの分割は、従来の研究⁴⁾を参考に、施工性と保守性を考慮して、弾性継手を分岐線側の軌間内に設置する方法を採用した。

PCまくらぎに弾性継手を設置するには、隣接するタイプレートのショルダー間隔が468mm以上必要である。今回の設計においては、分岐床板の最適化効果により、長さL=3900mm以上のまくらぎに適用可能である(図4)。このとき、分割しないPCまくらぎで最長となるL=3600mmのまくらぎ重量は約350kgとなる。これは、3Hまくらぎ相当の重量であり、これまでのPCまくらぎとほぼ同等の施工性が確保できたと考えている。



図4 分岐床板および弾性継手の設置図

5. まとめ

新幹線分岐器に使用する150mm高さのPCまくらぎの設計および性能確認を行い、50N9番分岐器の全体にPCまくらぎを使用する構造を設計した。

今後は、側線において試験敷設を実施し、実用性能および敷設効果の確認を行う予定である。

謝辞: 本取り組みにあたりご協力を頂いた、(公財)鉄道総合技術研究所、大和軌道製造(株)、(株)シーピーケイの関係各位に謝意を表す。

(参考文献)

- 1) 楠田将之他; 新幹線分岐器用PCまくらぎの開発, 土木学会第62回年次学術講演会, 2007.9
- 2) 辻崇他; ポイント部PCまくらぎ分岐器標準化の取り組み, 土木学会第58回年次学術講演会, 2003.9
- 3) 吉田裕他; 分岐器全体PCまくらぎ化, 土木学会第60回年次学術講演会, 2005.9
- 4) 唐須崇他; 分岐器用PCまくらぎ継手構造の検討, 鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, 2011.12