

IV-383 下級線区に対応したPCまくらぎ の設計・試作について

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 信田 裕康
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 須田 征男
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 伊藤 長市

1. はじめに

PCまくらぎは、木まくらぎに比べて寿命が長いこと、強い軌道となって保守周期が長くなること、軌道の最弱点箇所である継目を解消できるロングレール化が可能であることなどメリットが多く、上級線区から順次投入されてきた。JR東日本では、メンテナンスの再構築のため、作業の機械化、検査の自動化、さらに手のかからない設備の開発を行っており、省力化軌道など様々な設備の開発を行っているが、列車荷重による狂い進みが比較的小さい下級線区の設備としてはPCまくらぎ化が最も有効であると考えている。下級線区は上級線区と比べて道床断面が小さいこと、投資基準が厳しいことなどのほか、まくらぎ配置本数が少ないことから、ロングレール化の際にはより大きな道床横抵抗力を必要とすることなど、まくらぎの敷設条件が上級線区と異なる部分があり、その敷設条件にマッチしたPCまくらぎを使用することが効率的と考えられた。

そこでJR東日本では下級線区の敷設条件を考慮したPCまくらぎを設計し、試作した。以下にその概要を紹介する。

2. まくらぎ形式の選定

コンクリートまくらぎの形式は、日本で一般的なものブロックタイプの他に、道床抵抗力が大きく、コンクリートボリュームも少なく低コスト化の期待できそうなツーブロックタイプがあり、両者についてその得失を検討した。その結果、表-1のとおり、ツーブロックタイプは道床横抵抗力がより大きくとれるものの、経済性、交換時の作業性のほか、日本のまくらぎメーカーの製造設備を大幅に変更する必要つまりコストアップにつながるから、従来から実績のあるモノブロックタイプが有利であると判断した。

また、当社エリア内の各まくらぎメーカーの製造設備を考慮し、ポストテンション方式を採用することとした。

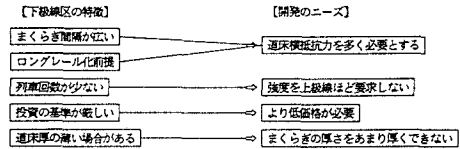


図-1 下級線区の特徴と開発のニーズ

表-1 まくらぎ形式の得失

項目	モノブロックタイプ	ツーブロックタイプ	備考
形状			
道床横抵抗力	○	◎	端部抵抗大
経済性	○	○	加工の容易性
交換時の作業性	○	○	機械化交換
メーカーの製造設備	○	○	

3. まくらぎの設計条件

設計条件は、表-2のように設定した。

荷重条件については、速度による衝撃が上級線に比べて低いことから、レール圧力の割増率を2割下げて0.8とした。

また、道床横抵抗力は、ロングレール化を想定して、一般区間用では現状のまくらぎ配置で3.9KN/mを、急曲線用では5.1KN/mを確保できるように設定した。

表-2 設計条件

項目	内 容	記 事
荷重	レール圧力 7.1KN (7.2t)	レール圧力 軸重 分数 影響率
条件	電機固定 1.5KN (1.5t)	157KN × 0.5 × (1.0+0.8)
	両側固定 2.9KN (3.0t)	枕元は3号と同じ
方式	ポストテンション方式	
レールの締結	バンドロール締結装置	
まくらぎの種類	一般用 急曲線用 急曲線スラック調整用（最大10mm）	
道床厚	一般用 5.2KN/本 (530kg/本)	(3.9KN/m) × 2 × 25m + 38本
抵抗力	急曲線用 6.8KN/本 (690kg/本)	(5.1KN/m) × 2 × 25m + 38本
使用材料	汎用品	

4. まくらぎの形状

まくらぎの形状は、図-2のとおりである。

所要の強度を確保し、より小さな形状でより大きな道床横抵抗力を確保するため、まくらぎ端部を広く、中央部を細くして「くびれ」による道床横抵抗力を増加させた。さらに、道床厚の少ない箇所でも道床横抵抗力を確保できるように、まくらぎ長さを

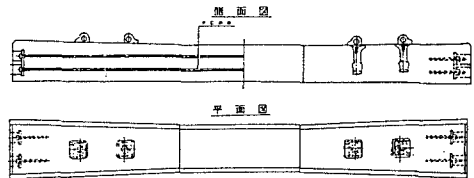


図-2 PCまくらぎの形状（一般区間用）

190 cmと短くしたことも特徴である。

急曲線用は、端部幅をさらに広くして道床横抵抗力をアップする形状とした。（図は省略）

5. 試作品による性能確認試験

5-1 工場内での強度確認試験

試験は、JISにより次の各項目を行った。
データ数は、各々3とした。

① まくらぎ曲げ強度

基準値 = $4 \times MR / l$
MR : 抵抗モーメント
l : 載荷スパン（60 cm）

② 埋込材引抜強度

JIS E 1202 3.4項によった。

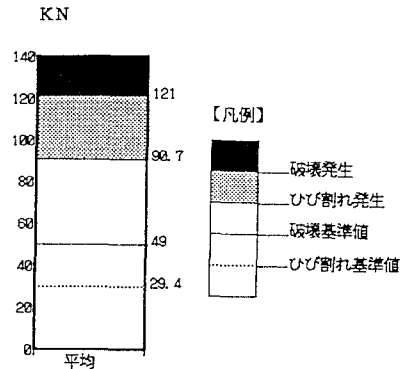


図-3 埋込材引抜強度試験結果

5-2 実軌道での道床横抵抗力確認試験

試験条件は次のとおりである。

① 試験場所

東海道貨物線（下） 鶴見駅構内
（年間通トン2千万トン）

② 試験方法

一般用及び急曲線用とも3本ずつ敷設し、敷設直後、1日後、1週間後、1ヶ月後それぞれ経過時の1本当たりの横抵抗力を測定した。

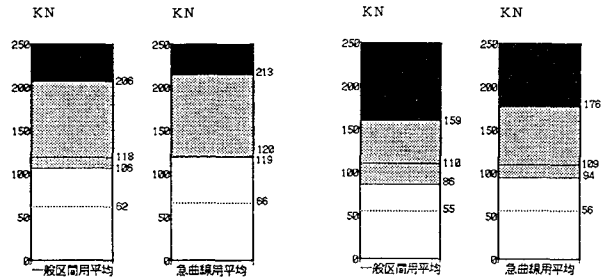


図-4-1 まくらぎ曲げ試験結果（レール位置断面下線） 図-4-2 まくらぎ曲げ試験結果（中央断面上線）

6. 試験結果

6-1 工場内での強度確認試験

試験結果は図-3及び図-4のとおりで、まくらぎとしての強度は確認された。

6-2 実軌道での道床横抵抗力確認試験

試験結果は図-5のとおりである。

一般用は1日後に設計条件をクリアしており、急曲線用は多少バラツキがあるものの、1週間後には設計条件をクリアしている。

また、3号と比較してもより大きな抵抗を示しており、十分な道床横抵抗力を有している。

7. まとめ

以上、下級線区の各条件を満たすモノブロックタイプの下級線用PCまくらぎについて述べてきた。

なお、本文では触れなかったが、まくらぎの製品単価については、今後の需要と製造メーカーの対応状況にもよるが、現行の上級線用と比較して5%程度低価格になると想定している。このまくらぎは、現行の上級線用と比較しても高い道床横抵抗力を確保できるので、下級線の所定のまくらぎ配置間隔でロングレール前提の道床横抵抗力を満たすことが可能ということも考え合わせると、経済効果はかなり高いものと言える。

しかし、PCまくらぎ化する区間の木まくらぎにタイプレートを使用していない場合は、PCまくらぎの厚さが現在の木まくらぎの厚さよりもレール下で20 mm増加し、その分だけ道床に段差を生じることとなる。よって、まくらぎ厚さをさらに薄くするか、あるいはこのことが軌道に与える影響について調査するなどが今後の課題である。

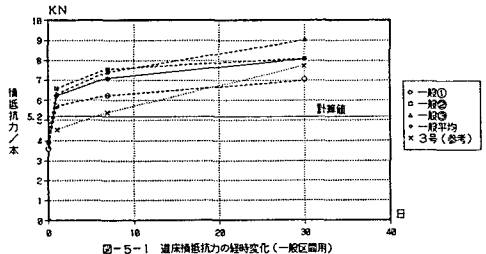


図-5-1 道床横抵抗力の経時変化（一般区間用）

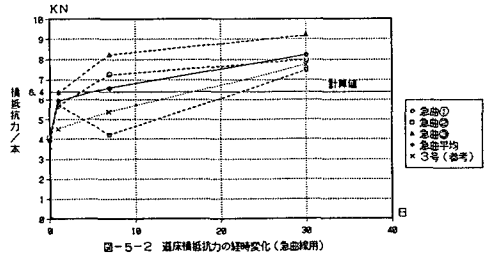


図-5-2 道床横抵抗力の経時変化（急曲線用）