

実物大の軌きょうを用いたPCまくらぎの道床横抵抗試験

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○清水 裕介
東海旅客鉄道株式会社 正会員 渡邊 康人

1 はじめに

当社では、下級線のPCまくらぎ化を進めるにあたり、低コスト化を主目的とした下級線用PCまくらぎ（以下、「新まくらぎ」という）の開発を行った。

新まくらぎは、従来のPCまくらぎ（以下、「従来まくらぎ」という）に比べ若干の軽量化と形状等の改良を施しており、道床横抵抗試験を実物大の軌道モデルで行うこととした。道床横抵抗試験は、まくらぎ1本のケース（以下、「1本引き」という。）及びまくらぎ5本からなる軌きょうのケース（以下、「軌きょう引き」という。）により実施した。また、簡易なアンカーを用いて道床横抵抗を増強する工法を考案し、その効果を実験的に確かめた。本稿では、その試験の概要と結果を報告する。

2 新まくらぎの概要

新まくらぎ、従来まくらぎの形状寸法は図-1に示すとおりである。新まくらぎの特徴は、重量を149.8kgとし、従来まくらぎ170.0kgに対して1割程度の軽量化を図っていることと、端部高さ等の変更により端部面積を1割程度増加させていることである。また貫通縦穴を設けたことも、新まくらぎの特徴の一つである。貫通縦穴は、道床に差し込む杭（以下「アンカー」という。）を打込み道床横抵抗や縦抵抗を増強したり、まくらぎを連結する部材を設置して軌きょう剛性を向上するなど、様々な用途に活用できる。

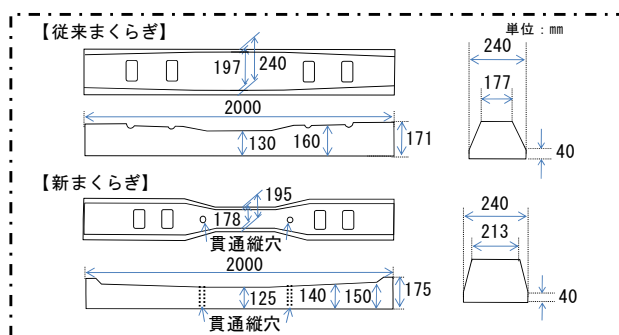


図-1 PCまくらぎの形状寸法比較

3 道床横抵抗試験の概要

3-1 試験ケース

開発した新まくらぎ及び比較品として従来まくらぎの道床横抵抗試験を1本引き及び軌きょう引きにより実施した。また、新まくらぎでは、貫通縦穴にアンカーを打込んだ状態での道床横抵抗試験も実施し、合計で、

1本引き、軌きょう引きそれぞれ3ケース実施した。

アンカーには、汎用性の高い異形鉄筋（D22）の先端を尖らせた物を使用し、貫通縦穴との隙間に遊びが無いよう固定した状態（写真-1）とした。なお、アンカーが路盤に固定されないよう、まくらぎ下面200mm（写真-2）までの打込みとした。



写真-1 アンカー設置状況



写真-2 まくらぎ下面

3-2 試験方法

各試験ケースを同条件とするため、道床バラストは密度が $1.6t/m^3$ となるよう締め固めを行い、まくらぎ間隔は625mm、道床肩幅は400mm、余盛は無しで統一した。

測定は、水平変位、鉛直変位及び載荷荷重について行い、ジャッキにより水平方向に0.4mm/min程度の速度でゆっくり引いた。なお、1本引きの場合は、まくらぎ間隔を空け、隣接まくらぎに載荷試験の影響が及ばないように注意した。

軌きょう引きの場合は、まくらぎ5本が同時に移動するよう剛性の高い固定フレームを設置した。なお、固定フレームが自重に影響しないよう、40N レールを使用し、固定フレーム等の設置によって50N レールと同重量となるようにした。試験状況を写真-3に、試験実施略図を図-2に示す。



写真-3 試験状況

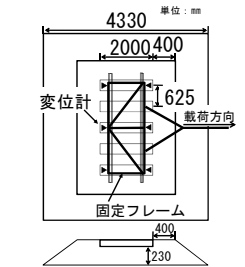


図-2 試験実施略図

4 試験結果

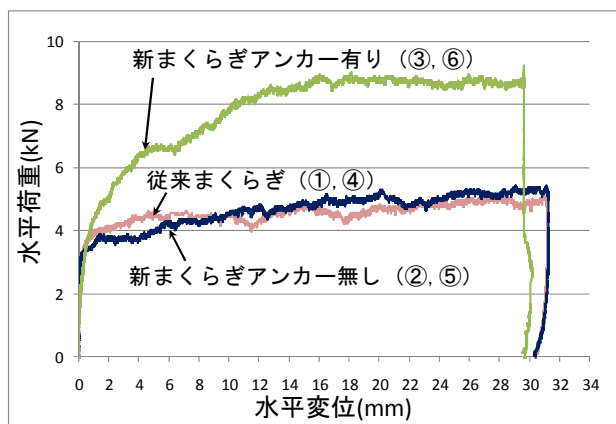
4-1 1本引き及び軌きょう引きの測定結果

1本引き及び軌きょう引き各ケースの測定結果として、

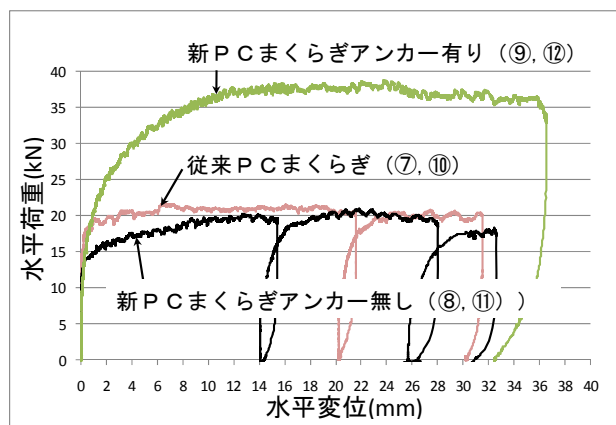
キーワード PCまくらぎ、道床横抵抗、アンカー

連絡先 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅1-3-4 東海旅客鉄道(株) 工務部 保線課 TEL 052-564-2484

水平荷重と水平変位の関係グラフを図－3、図－4に示す。また、各ケースの道床横抵抗力の最大値（以下、「最終道床横抵抗力」という）と、一般的に道床横抵抗力の評価に用いる1本引きで移動2mmの場合の道床横抵抗力について表－1にまとめた。



図－3 道床横抵抗力（1本引き）



図－4 道床横抵抗力（軌きょう引き）

表－1 道床横抵抗力測定結果

まくらぎ種別		1本引き		軌きょう引き	
		2mm	最終	最終	1本当たり
従来まくらぎ		4.2kN (①)	5.1kN (④)	21.5kN (⑦)	4.3kN (⑩)
新まくらぎ	アンカー無し	3.8kN (②)	5.4kN (⑤)	20.8kN (⑧)	4.2kN (⑪)
	アンカー有り	5.1kN (③)	9.0kN (⑥)	38.8kN (⑨)	7.8kN (⑫)

これより、従来まくらぎと新まくらぎの最終道床横抵抗力を比較すると、1本引きで5.1kN(④)と5.4kN(⑤)、軌きょう引きで21.5kN(⑦)と20.8kN(⑧)となり、ほぼ同等であることを確認した。新まくらぎは軽量化しているものの端部面積を増加させたことが横抵抗力確保に効果的であったと考えられる。次に、一般的に軌きょうの最終道床横抵抗力の推定に用いている、まくらぎ1本引きで移動2mmにおける道床横抵抗力についてであるが、従来まくらぎは、4.2kN(①)で、軌きょう引きの1本当たりの値は4.3kN(⑩)であり、文献1)2)にあるように、まくらぎ1本引きで移動2mmの値が軌きょうの最終道床横抵抗力に概ね等しいことを確認できた。また

新まくらぎは、1本引きで移動2mmの値は3.8kN(②)となり、軌きょう引きの1本当たりの4.2kN(⑩)よりも約10%低めの値であるが、最終道床横抵抗力を推定する上では問題ないと考えられる。一方、新まくらぎアンカー有りの場合は、1本引きで移動2mmの値は5.1kN(③)となり、軌きょう引きの1本当たりの7.8kN(⑫)よりも約35%も低い値であり過小評価になる。これは図－3のグラフからも分かるように、アンカー有り・無しの差、すなわちアンカーによる効果は、水平変位2mmを超えてからも、しばらく増大し続ける傾向にあるためと考えられる。

4-2 アンカーによる効果

アンカーによる効果を最終道床横抵抗力で確認すると、1本引きで5.4kN(⑤)が9.0kN(⑥)になり約1.7倍、軌きょう引きでは20.8kN(⑧)が38.8kN(⑨)になり約1.9倍まで増加した。なお、アンカー有り・無しでは、1本引きと軌きょう引きで、1本当たりの差は等しく、3.6kN/本の増強効果であった。打込み量200mm程度の2本のアンカーで道床の抵抗力を十分増強できることが明らかになった。これらのことから、アンカー打込みによって、軌道の座屈安定性やふく進抵抗など管理上必要な横・縦の道床抵抗力を容易にコントロールできる可能性があると考えられる。

5 おわりに

今回、実物大の軌道モデルで新まくらぎの道床横抵抗力試験を実施した結果、まくらぎ単体での性能は従来まくらぎと、ほぼ同等であることを確認した。さらに新まくらぎに施した貫通縦穴を利用し、異形鉄筋をアンカーとして打込むことで、容易に道床横抵抗力の増強が実現できることを実験的に明らかにした。今後は、アンカー長等の変化による道床抵抗力のコントロールについて追及するとともに、新まくらぎ貫通縦穴を様々な用途に利用する手段について検討していく。

最後に今回の試験の実施にあたりご協力頂いた公益財団法人 鉄道総合技術研究所 軌道・路盤研究室、及び株式会社 安部日鋼工業に感謝し、謝辞にかえさせて頂く。

〈参考文献〉

- 1) 三浦，柳川；急曲線へのロングレールの適用，鉄道総研報告，Vol.6, №1992.1
- 2) 楠田，山口，桃谷，伊藤；模型実験によるバラスト軌道の道床横抵抗力の検討，第67回土木学会年次学術講演会概要集，VI-533，2012