

低廉軌きょうのレールふく進抵抗特性

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西宮 裕騎
 鉄道総合技術研究所 正会員 西本 晋平
 鉄道総合技術研究所 正会員 片岡 宏夫

1. はじめに

地域鉄道には、少ない改良費で効果の高い軌道構造強化策が必要である。ロングレール化は継目の除去により保守費を削減できるため、費用対効果が高いと考えられるが、現状の構造は基幹線区向けであるために高価であり、低廉な構造の開発が必要となる。しかし、低廉軌きょうを用いてロングレール化する場合、まくらぎ重量が軽く、レール締結装置のふく進抵抗が小さいため、伸縮継目の伸縮量や異常ふく進が問題となる可能性がある。そこで、本研究では木まくらぎ区間の一部をPCまくらぎ化してロングレール化する場合を想定し、ふく進抵抗の特性を把握した結果を報告する。

2. レール締結装置のふく進抵抗

地域鉄道に用いられるレール締結装置を1締結用いて、ふく進抵抗測定試験を実施した。試験状況を図1に、試験結果を表1、図2に示す。载荷は4回連続して実施し、1回目の最大荷重は2kNとし、以降4kN、6kNと増加させ、4回目はレールふく進量が3mmに達するまで载荷した。F形タイプレートの板ばねの緊締トルクは80N・mとし、犬くぎ締結はレール底部上面に犬くぎのあご下が密着した状態で締結した。

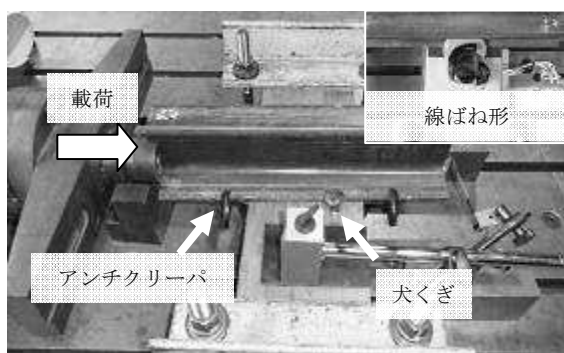


図1 レール締結装置のふく進抵抗試験

表1 レール締結装置のふく進抵抗試験条件および結果

No.	レール	まくらぎ	レール締結装置	平均ふく進抵抗(kN)
1	40kgN	PC Type1	線ばね Type1	15.8
2	40kgN	PC Type2	線ばね Type2	18.8
3	50kgN	木	F形タイプレート	9.7
4	40kgN	木	F形タイプレート	8.9
5	50kgN	木	E形タイプレート	4.5
6	40kgN	木	犬くぎ※ ¹	10.3※ ²
7	40kgN	木	犬くぎ	6.3

※1 アンチクリーパ設置

※2 変位量が3mm以下であったため、最大ふく進抵抗を表示。

ふく進抵抗は変位量 $\{3.0 - (x_2 - x_1)\}$ (mm)の時の荷重値として算出した。ただし、 x_1 は3回目の载荷終了後の残留変位、 x_2 は4回目の载荷終了後の残留変位である。犬くぎを用いる締結装置の試験結果を比較すると、アンチクリーパを設置した場合のふく進抵抗が最も大きかった。また、アンチクリーパを設置した場合、初期剛性が線ばね形に比べて大きかった。よって、安価に抵抗を増加させることができることが分かった。

3. 木とPCまくらぎが混在した軌きょうのふく進抵抗

地域鉄道のバラスト軌道の木まくらぎ区間を、部分的にPCまくらぎ化する場合を想定し、軌きょうを用いたふく進抵抗測定試験を実施した。試験条件と試験状況を表2、図3に示す。試験はPCまくらぎ化割合が異なる3パターンを実施した。

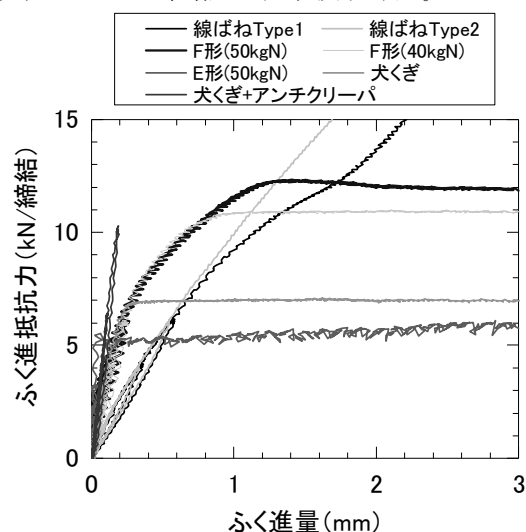


図2 締結装置のふく進抵抗測定結果

キーワード ロングレール, レールふく進抵抗, 地域鉄道, 犬くぎ, アンチクリーパ

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL 042-573-7275

PC まくらぎは木まくらぎと同じ厚さのものを使用し、年間通トン数 500 万トン程度を想定し、間隔を 37 本/25m とした²⁾。

表2 軌きょうのまくらぎ配置条件

まくらぎ No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	PC 化割合	平均ふく進抵抗力 (kN/レール)
配置 A	木	PC	木	PC	木	PC	木	PC	1/2 本	27.7
配置 B	PC	木	木	PC	木	木	PC	木	1/3 本	28.0
配置 C	木	木	PC	木	木	木	PC	木	1/4 本	28.1

ふく進抵抗力を向上させ ※“木”: 木まくらぎ(並)、“PC”: PC まくらぎ (まくらぎ厚 140mm)

るため、木まくらぎにはアンチクリーパを設置した。载荷はレール緊張器で行い、载荷荷重はレール腹部に貼り付けたひずみゲージによりレール軸力に換算して測定した。载荷は各配置条件につき 3 回実施し、各载荷はレールふく進量が 20mm に達するまで行った。载荷終了後は試験軌きょうがふく進し、バラストが乱されるため、各载荷後にバラスト整理とバラスト締め固めを実施した。締め固めはタイタンパにより、まくらぎ 1 本に対しレール直下を 8 箇所締め固め、その後コンパクタにより軌間内外の各まくらぎ間をそれぞれ 15 秒程度締め固めた。

試験で得られたレール軸力とレールふく進量の関係を図 4 に示す。また、平均ふく進抵抗力を表 2 に示す。ここで、平均ふく進抵抗力は、ふく進抵抗力が飽和するレールふく進量 5~10mm の範囲の平均値を示した。検討した条件の範囲内では、平均ふく進抵抗力の差は 1% 程度であり、PC まくらぎ化割合が抵抗力に与える影響は少ないことが分かった。

使用した PC まくらぎは厚さが 140mm、長さが 1900mm、重量 142.5kg であり、木まくらぎは厚さが同じで、長さは 200mm 長く、重量は約 41kg である。このため、軌きょうがふく進する際、バラストと接するまくらぎ側面の面積は PC まくらぎの方が小さいものの、木まくらぎの重量に比べて PC まくらぎ重量は 1 本あたり約 100kg 重い。したがって、PC まくらぎ化割合によって、ふく進抵抗力に顕著な差異がみられないのは、まくらぎの寸法による差と重量による差によるものと考えられる。

4. まとめ

地域鉄道に適したロングレール軌道構造を開発するため、低廉軌きょうのレールふく進抵抗力を把握し、安価な増強策の効果を検証した。その結果、犬くぎ締結装置はアンチクリーパにより安価にふく進抵抗力を増加させることが可能であり、軌きょうのふく進抵抗力は PC まくらぎ化本数に依存しないことが分かった。今後は道床横抵抗力の増強策を開発し、試作したロングレール軌道構造の強度を、実物大軌道模型を用いた軌道座屈試験により確認する予定である。

本研究は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施した。

参考文献

- 1) 西宮他：低廉な軌道部材を用いたロングレール化に関する基礎的検討、第 23 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2016)、S2-4-4、2016
- 2) 国土交通省鉄道局監修：解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第三版、2014.12

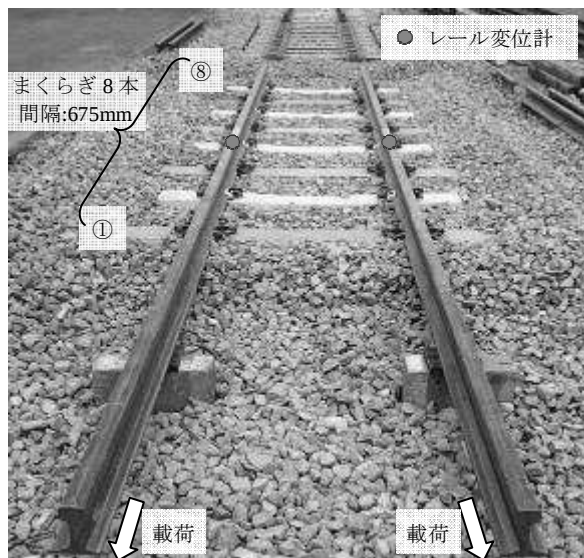


図3 軌きょうのふく進抵抗力測定試験状況

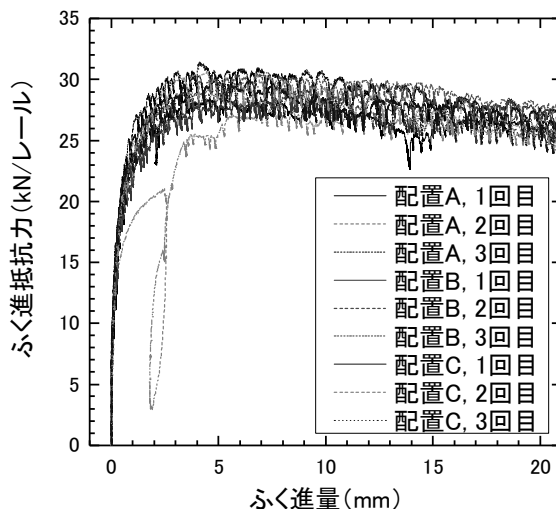


図4 軌きょうのふく進抵抗力測定結果