

TC 型省力化軌道における急曲線ロングレール化に関する研究

(株)日本線路技術 正会員 ○島津 健
JR 東日本 正会員 熊倉孝雄
JR 東日本 正会員 堀雄一郎

1. はじめに

TC 型省力化軌道は、東京 100km 圏内を中心に敷設された直結系軌道であるが、継目部が弱点のひとつであり、曲線半径 300m未満である定尺区間のロングレール化が望まれている。しかし、急曲線 (R=300m未満) のロングレール化は、座屈安定性の問題から制限されてきた。

TC 型省力化軌道は、バラスト軌道より道床横抵抗力が大きいと考えられるため、TC 型省力化軌道の力学的特性を把握し、座屈安定性およびレール破断時開口量について評価し、急曲線 (R=300m未満) ロングレール化の可否の検証を行った。

2. 試験軌道の概要

実験線軌道に約 5m の試験軌道 (TC 型省力化軌道) を敷設した。試験軌道概略図および軌道諸条件を図 1、表 1 に示す。まくらぎとてん充層の境界部は、ビニールシートにより縁切りを行った。

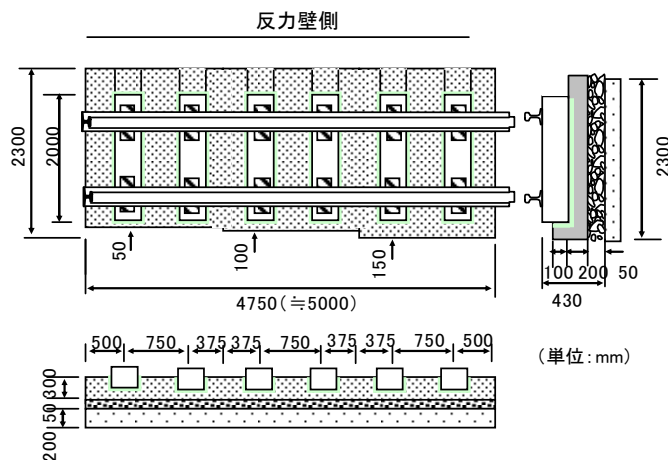


図 1 試験軌道概略図

表 1 軌道諸条件

項 目	諸 条 件
レール	60kg
まくらぎ	大版 PC まくらぎ
タイプレート	弾直 II 型
レール締結クリップ	PR447A
軌道パッド	ばね定数 50MN/m
てん充層配合	W/C=58%

3. 座屈安定性に関する検討

3.1 必要横抵抗力

急曲線 (R=300m未満) ロングレールにおける必要横抵抗力は、過去の知見を参考とし、曲線半径 600m の場合を基準にこれと同等の安全率を確保する条件として式 1 により曲線半径別の必要横抵抗力を求めた¹⁾。

・ 60kg レールの場合

$$\text{必要横抵抗力 (gr)} = 2.68 + \frac{1400}{R} \quad \dots \text{(式 1)}$$

表 2 必要横抵抗力

種別	条件	単位	300 < R < 400	250 < R < 300	200 < R < 250
トンネル 以外	1 m あたり	kN/m/レール	7.4	8.3	9.7
	1 本あたり (安全率 1/0.7)	kN/m/レール	10.5	11.9	13.9

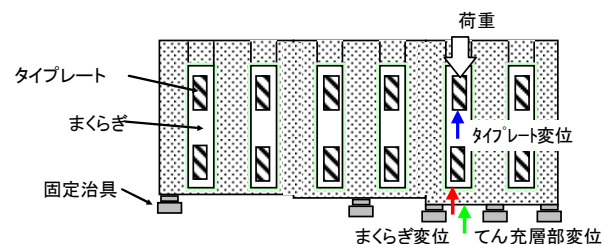
3.2 試験概要

座屈安定性を評価するために、軌道各部 (タイプレート、まくらぎ、てん充層部) の横抵抗力を測定し、必要横抵抗力と比較することで以下のとおり評価した。

(1) タイプレート荷重載荷試験

タイプレート荷重載荷試験は、てん充層を治具により固定した状態でタイプレートへ水平荷重を載荷した (図 2)。試験条件は、標準状態 (締結力 350kN・m)、締結力が低下した場合 (締結力 210kN・m)、調整鋼板をタイプレート下に挿入した場合の 3 パターンで実施した。

【平面図】



【断面図】

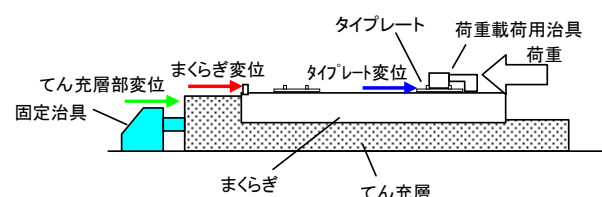


図 2 タイプレート荷重載荷試験概略図

キーワード TC 型省力化軌道 ロングレール 座屈安定性 破断時開口量

連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 1-28-10 本郷 TK ビル (株)日本線路技術 TEL03-5840-7333

(2) まくらぎ荷重載荷試験

まくらぎ荷重載荷試験は、荷重載荷位置をまくらぎ端部とし、タイププレート荷重載荷試験と同様に行った。試験条件はまくらぎ側面でのん充幅を 50mm, 100mm, 150mm の 3 パターンとし、てん充層部が破損するまで荷重を載荷した。

(3) てん充層部荷重載荷試験

てん充層部荷重載荷試験は、図 3 に示すように水平 2 点載荷により行った²⁾。試験条件は、てん充層部に碎石がある場合とない場合の 2 パターンとした。

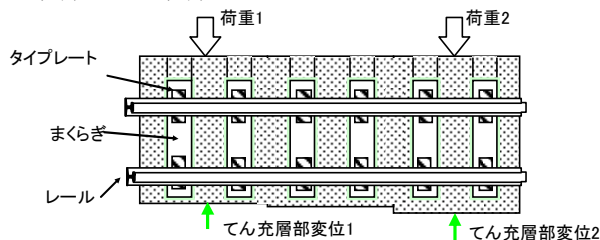


図 3 てん充層部荷重載荷試験概略図

3.3 試験結果

試験結果を図 4～7 に示す。荷重の測定値は R=200m 以上の必要横抵抗力を閾値として除すことで無次元化した。タイププレートの横抵抗力は 4.9 倍 (緩み・調整鋼板ありで 2.6 倍)、まくらぎでは 2 倍となり必要横抵抗力を確保する結果となった。しかし、てん充層部は必要横抵抗力より低い値となった。これは、実際に敷設されている軌道と軌きょう剛性やてん充層の延長などの軌道条件が異なったためである。そのため、営業線に準ずる軌道において再度てん充層部の横抵抗力測定試験を行った。その結果、図 7 のとおりてん充層部の横抵抗力は 1.6 倍以上を有することを確認した。

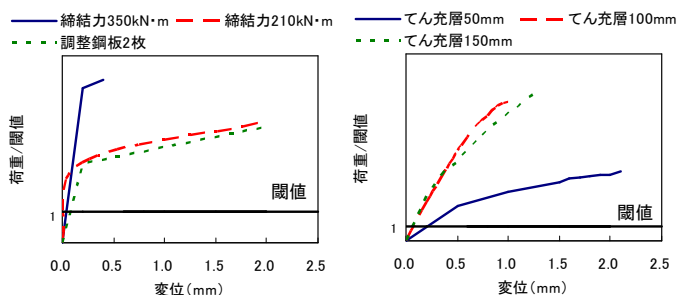


図 4 タイプレート試験結果

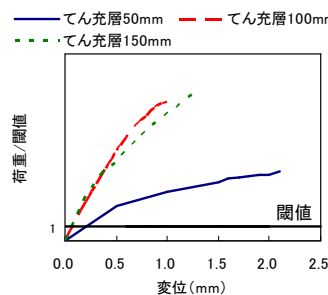


図 5 まくらぎ試験結果

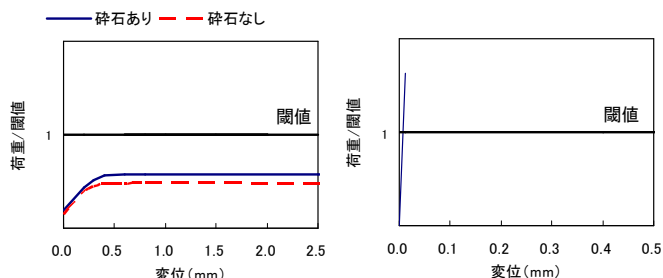


図 6 てん充層部試験結果①
(試験軌道)

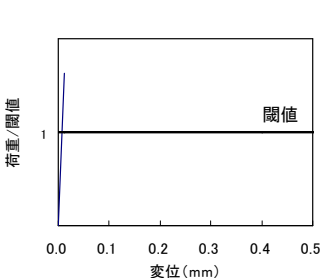


図 7 てん充層部試験結果②
(営業線に準ずる軌道)

4. レール破断時開口量に関する検討

レール締結クリップのレールふく進抵抗力を測定し、レール破断時開口量の許容値 (70mm) と比較することでレール破断時開口量の評価を行った。

4.1 試験概要

レール締結クリップは、PR447A, PR113A, e2009 の 3 種類とし、レールふく進抵抗力測定試験を行った。試験方法は、2 締結 (レール延長 1.5m) で、図 8 のように対向のレールを反力とした。

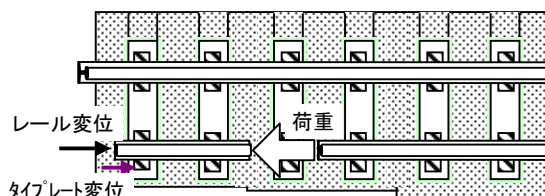


図 8 レール載荷試験概略図

4.2 試験結果

図 9 に示す試験結果より、各レール締結クリップのふく進抵抗力を算出し、表 3 に示すとおり伸縮量と開口量を算出した。全てのレール締結クリップはレール破断時開口量の許容値である 70mm 未満であった。

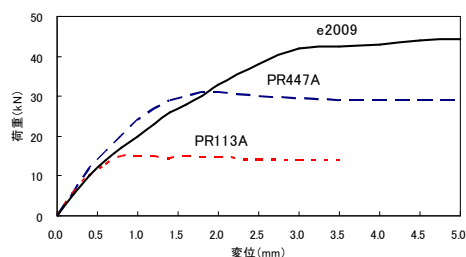


図 9 レールふく進抵抗力測定試験結果

表 3 計算結果 (温度変化 50°C の場合)

レール締結クリップ	荷重 (kN)	レールふく進抵抗力 (kN/m)	伸縮量 (mm)	開口量 (mm)
e2009	40.0	26.7	9.9	19.8
PR447A	32.0	21.3	12.4	24.8
PR113A	14.3	9.5	27.7	55.4

5. まとめ

TC 型省力化軌道における横抵抗力 (タイププレート、まくらぎ、てん充層) およびレールふく進抵抗力 (PR447A, PR113A, e2009) を測定した結果、座屈安定性およびレール破断時開口量の観点から、曲線半径 200m までのロングレール化が可能と考えられる。

【参考文献】

- 1) 柳川秀明, 三浦重; ロングレール保守管理手法の研究, 研究開発テーマ報告, No.43209, 1994.6
- 2) 浅沼潔, 他; バラスト・ラダー軌道の座屈安定性評価, 研究開発テーマ報告, No.W504041R, 2006.3