

MTT 作業の夏期施工条件緩和の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○早川 容平 楠田 将之

1. はじめに

スタビライザーを前提とした MTT 作業による夏期施工可能な条件については、施工中のスタビライザー故障を想定した場合に、60 kg レール区間は曲線半径 1600 m 以上、50 kgN レール区間は曲線半径 1000 m 以上で施工可能であることが示されている¹⁾が、さらなる緩和を図るためには、スタビライザー故障時の対策工（以下、「対策工」という）の確立が必要である。本研究では、道床安定剤散布、道床肩形状割増を対策工とし、これらの道床横抵抗力試験および座屈安定性の評価を行い、施工条件の緩和を検討した。

2. 実施内容

2. 1. 実物大軌道模型を用いた道床横抵抗力試験

(1) 試験方法

各対策工の道床横抵抗力特性を把握するため、実物大軌道模型を用いた道床横抵抗力試験を実施した。軌道模型の構築条件は、レール種別を 50 kgN、まくらぎ間隔を 657 mm（38 本/25 m）、道床肩幅を 400 mm、余盛 100 mm、道床条件を密度 1.6 t/m³ の新品バラストとした。試験ケースを表 1 に示す。本試験ではまくらぎ 1 本引きおよびまくらぎ 5 本の軌きょう引き試験を行った。1 本引き試験は、各対策工の道床横抵抗力特性および道床安定剤の散布方法の違いによる効果を評価する目的で行った。軌きょう引き試験は、群杭効果²⁾の影響を考慮した道床横抵抗力特性を把握し、後述する FEM

表 1 試験ケース

case	試験方法	対策工	条件
1	1 本引き	なし	
2		道床安定剤	標準範囲, 2kg/m ²
3		道床安定剤	範囲小, 2kg/m ²
4		道床安定剤	標準範囲, 1kg/m ²
5	5 本引き	肩形状割増	余盛 150mm, 肩幅 500mm
6		道床安定剤	標準範囲, 2kg/m ²
7		肩形状割増	余盛 150mm, 肩幅 500mm

キーワード 道床横抵抗力, スタビライザー, 道床安定剤, 道床肩形状割増, 座屈安定解析

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2 丁目 4 番 24 号

西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部施設技術室

による座屈安定解析のパラメータを取得する目的で行った。対策工の概要を図 1 に示す。道床安定剤散布は、散布範囲を道床肩幅およびのり面のまくらぎ下面の延長線位置まで、散布量を 2 kg/m² を標準とした。道床肩形状割増は、余盛り 150 mm、道床肩幅を標準肩幅に +100mm した。図 2 に軌きょう引き試験の状況を示す。

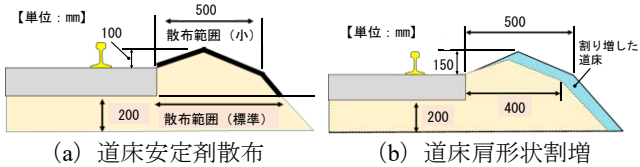


図 1 対策工の概要



図 2 軌きょう引き試験の状況

(2) 試験結果

図 3 に 1 本引き試験の結果を示す。道床安定剤散布は、標準的な散布方法 (case2) では、対策工なし (case1) と比較して、2 mm 変位時で 1.47 倍、最終道床横抵抗力 (変位 20~30 mm 時の荷重の平均値と定義) で同じく 1.47 倍となった。荷重は 5 mm 変位時付近で最大となり徐々に低下する特性を示した。また、散布範囲を少なくし、標準量を散布した場合 (case3) では、case1 と比較し 2 mm 変位時で 1.29 倍、最終道床横抵抗力で 1.14 倍となった。なお、変位 40 mm 時では case1 とほぼ同程度まで荷重が低下した。さらに、標準範囲で散布量を半分にした場合 (case4) では、ほぼ効果が見込めない結果となった。また、道床肩形状割増の場合 (case5) は、case1 と比較して 2 mm 変位時で 1.15 倍、最終道床横抵抗力で 1.22 倍となった。図 4 に軌きょう引き試験の結果 (1 本あたり) を示す。ここでは各対策工の結果に加

えて、文献 1)で行ったスタビライザー後および MTT 作業後の試験結果も示している。最終道床横抵抗力の比較から、道床安定剤散布は、MTT 後と比較して 1.42 倍、道床肩形状割増は同 1.31 倍となり、1 本引き試験と同様に増加効果が確認された。また、いずれの対策工もスタビライザー後より高い結果となった。なお、営業線においても各対策工の 1 本引き試験を行い、MTT 後に対して増加効果が得られることを確認している。

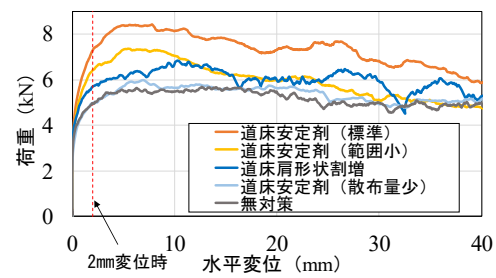


図 3 1 本引き試験結果

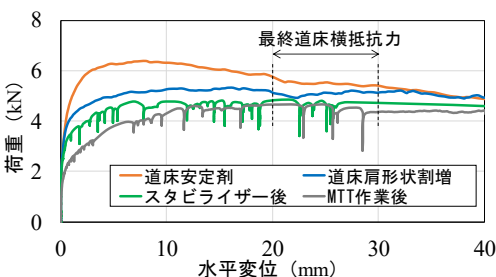


図 4 軌きょう引き試験結果 (1 本あたり)

2. 2. FEM による座屈安定解析

(1) 解析条件

前節で得られた軌きょうの道床横抵抗力特性を用いて、文献 1)と同様の方法で FEM 解析を行い、座屈安定性を評価した。解析モデルは、レールとまくらぎを梁要素、道床横抵抗力、道床縦抵抗力、レール締結装置の横抵抗力、ふく進抵抗力および回転抵抗力をばね要素でモデル化したものとし、レールの全節点に対して温度荷重を均一に与えた場合の静的な座屈解析を対象とした。なお、初期不整は第Ⅱ波形（波長：15 m、波高：10 m 弦正矢量で 7 mm）とした。軌道条件を図 5 に示す。軌道全長を 1700m とし、MTT 施工途中でスタビライザー故障が生じた場合を想定し、MTT 作業区間 120 m のうち、100 m がスタビライザー施工済み、20 m が道床肩形状割増で対策工を講じた状態とした。解析に用いた道床横抵抗力特性は、MTT 作業区間外の道床横抵抗

力を十分に締め固まった状態の値である 5.3 kN/m にまくらぎ間隔を乗じて 1 本分とした³⁾。スタビライザー作業後の道床横抵抗力は、文献 1)の軌きょう引き試験で得られた値を 1 本分に換算し、測定値のばらつきや浮きまくらぎを考慮した安全率として実効値 0.7 を乗じた値とした。道床肩形状割増の道床横抵抗力は、2.1 章で得られた軌きょう引き試験で得られた値を 1 本分に換算し、実効値 0.7 を乗じた値とした。

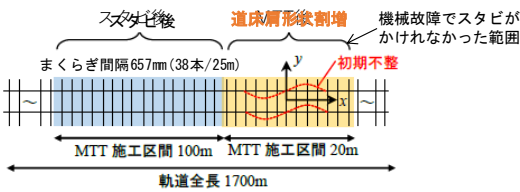


図 5 解析モデルの軌道条件

(2) 解析結果

表 2 に解析ケースと解析結果を示す。線形は、文献 1)で得られた解析結果において、最低座屈強さの温度換算値が 35℃未満となった条件とした。同表より、いずれの条件においても座屈安定性評価指標である最低座屈強さ 35℃以上を満足する結果となり、座屈発生温度に対しても十分な余裕を有していることを確認した。以上より、スタビライザー故障を想定した場合においても、対策工を講じることで、曲線半径が 800 m 以上の条件で MTT 作業の夏期施工が可能であると評価した。

表 2 解析結果

曲線半径 (m)	レール種別	まくらぎ間隔 (mm)	座屈発生温度 A 点 (°C)	最低座屈強さ C 点 (°C)	A-C (°C)
1400	60 kg	657	71.8	38.2	33.6
1000			65.4	37.4	28.0
800			60.5	37.1	23.4
800	50 kgN		64.8	37.6	27.2

参考文献

1) 吉川秀平, 楠田将之: スタビライザー作業を前提とした MTT 作業の夏期作業条件の検討, 鉄道工学シンポジウム論文集, VoL.26, pp. 153-160, 2022.

2) 早川容平, 伊藤竜記, 桃谷尚嗣: まくらぎ間隔を拡大した際の道床横抵抗力の評価, 新線路, VoL.75, No.2, pp.35-37, 2021.

3) 太田晋一, 清末敦博: 夏期保守作業制限の見直しに伴う検証, 新線路, VoL.72, No.2, pp.14-16, 2018.