

貨物荷重に対応した省力化軌道の開発

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 相原 宏任
東日本旅客鉄道株式会社 村尾 和彦

1. はじめに

TC型省力化軌道（以下、「現行型」と称す）の敷設線区の拡大に伴い、貨物列車が走行する線区への適用の必要性が高まっている。電車線区と比較すると、貨物列車走行線区は機関車の輪重が大きくなることから、填充層に発生する応力が增大すると考えられている。そこで機関車にも適用可能な貨物荷重に対応した省力化軌道（以下、「貨物荷重対応型」と称す）の開発に取り組んだ。

東京圏の電車線区で敷設が進められているTC型省力化軌道（「現行型」）の軌道構造断面図を図1に示す。マクラギ幅400mmのTCP6Hマクラギを使用し、締結装置間隔は750mmである。不織布で型枠を作り、その中に道床バラストを補充し、そのバラスト空隙にセメント系填充材を注入することにより、マクラギ下面から厚さ200mmの填充層を形成している。なお、填充層と路盤面の間には50mmの碎石層を確保している。

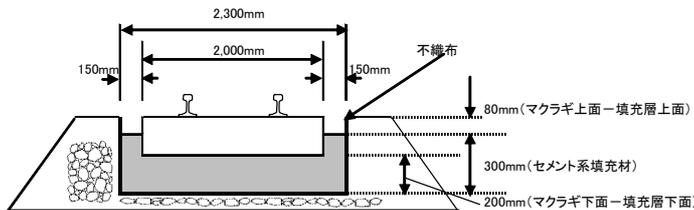


図1 TC型省力化軌道の構造断面

2. 有限要素法による弾性解析

解析モデルはマクラギ幅400mm、締結装置間隔750mm、填充層厚さ200mmとし、「現行型」と同様である。レールを介して輪重を載荷している（図2）。

輪重を載荷したマクラギ直下において、填充層底部にレール長手方向の引張応力が增大していることが判明した。そこで「貨物荷重対応型」では、機関車輪重に対して必要とする強度を確保するため、填充材を高強度化することとした。

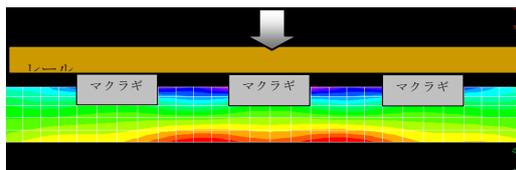


図2 解析モデルのイメージ図（填充層部分）

3. セメント系填充材の高強度化

填充材の水粉体比を低減させた配合について圧縮強度、曲げ強度、流動性（JAロート）の各種試験を実施した。強度試験、流下時間を踏まえ、必要とする曲げ強度2,400kPa（=2.4N/mm²）を満たす、最適な水粉体比を35%と決定した（表1）。

表1 填充材の標準配合（1m³あたり）

	水粉体比	セメント	水	流動化剤	凝結調整剤
現行型	58%	1076kg	625kg	6kg	0.2%
貨物荷重対応型	35%	1431kg	501kg	3.5kg	0.14%

4. 実物大軌道試験装置による性能確認試験

JR東日本研究開発センター実験棟に、測定機器を填充層部分に埋設した試験軌道を敷設し、実物大軌道試験装置（図3）により性能確認試験を実施した。

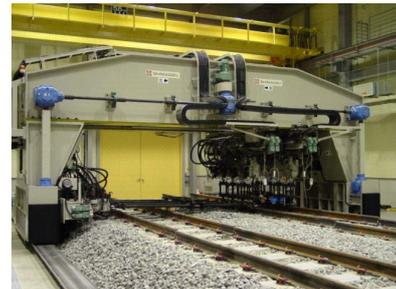


図3 実物大軌道試験装置

静的載荷試験では、填充層下部（マクラギ下面150mm位置に埋設）のひずみ量は約25μ程度であった（図4）。

また動的繰返し載荷試験では、載荷回数の増加に伴う填充層ひずみの急激な変化は見られなかった。

これらの試験により山手貨物線20年分相当である8億トン載荷までの填充層耐久性を確認した。

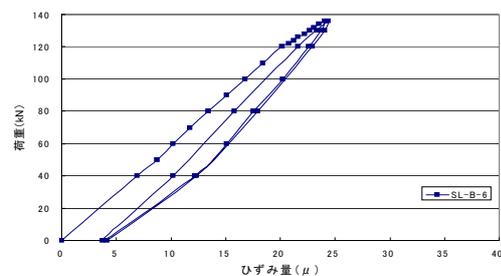


図4 填充層ひずみ量（静的載荷）

キーワード：TC型省力化軌道、セメント系填充材、実物大軌道試験装置

連絡先：〒331-8513 さいたま市北区日進町2丁目0番地 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター

(TEL: 048-651-2389, FAX: 048-651-2289)

5. 営業線における性能確認試験

営業線に「貨物荷重対応型」試験軌道（図5）を敷設し、施工性の確認試験及び性能確認試験を実施した。

（1）施工性の確認

「現行型」敷設工事で使用している填充プラント車（図6）で高強度化した填充材の混練性能確認試験を実施し、試験軌道敷設時に連続施工性を確認した。

（2）填充層ひずみ（填充7日後）

填充層ひずみ計（マクラギ下面150mm位置に埋設）の填充7日後における営業列車通過時の測定データを示す（図7）。電車荷重であるE231系が通過した際の填充層ひずみ量は35～52kNの輪重に対して6～11 μ 程度の範囲に分布し、EH500、EF66等の機関車が通過した際の填充層ひずみ量は、74～95kNの輪重に対して13～21 μ 程度の範囲に分布している。

（3）填充層ひずみ量の経時変化

6ヶ月間の営業線での測定において、填充層ひずみ量は填充7日後の20 μ 程度から10 μ 程度に減少し、ほぼ一定に推移することを確認した（図8）。

このことから填充層ひずみは弾性範囲内にあると考えられ、填充層の耐久性を確認することができた。

（4）実物大軌道試験装置との比較

実物大軌道試験装置における試験データ（図4）と営業列車による測定データ（図7）を比較し、填充層ひずみ量が同程度の範囲内にあることを確認した。

6. まとめ

セメント系填充材の標準配合を見直すことにより、填充材を高強度化させた軌道構造を提案した。

実物大軌道試験装置による載荷試験、営業線への試験軌道敷設および測定試験の結果により、機関車輪重に耐えうる基本性能を確認し、「貨物荷重対応型」省力化軌道を開発することができた。

参考文献

- 阿部秀明他：実物大軌道試験装置を用いた軌道状態試験方法に関する研究 土木学会第58回講演概要集 IV-051、pp.101-102、2003.



図5 営業線に敷設した試験軌道



図6 填充プラント車

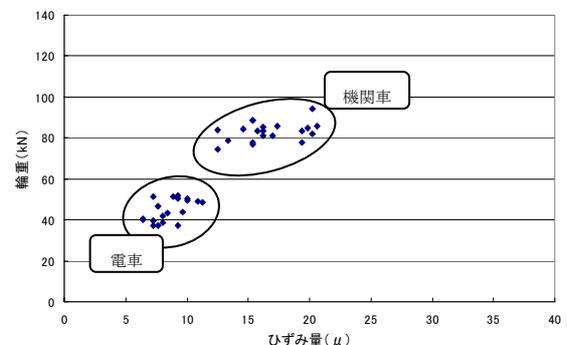


図7 営業線測定データ（填充7日後）

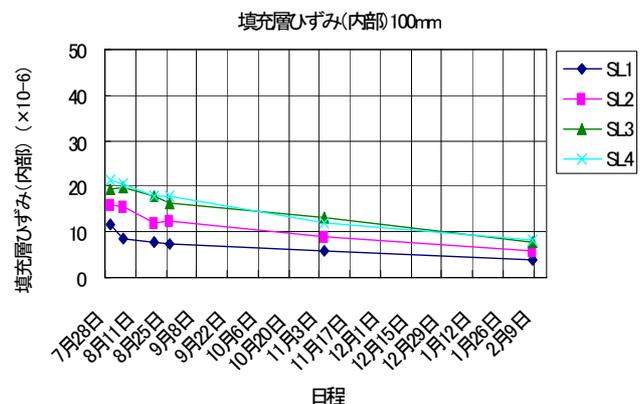


図8 填充層ひずみ量の推移