

S2-1-5. 種々の軌道条件に適合した省力化軌道の開発

Low - maintenance tracks for various track structures

正 [士] ○相原 宏任 (東日本旅客鉄道(株)) 村尾 和彦 (東日本旅客鉄道(株))
 Hirotaka AIHARA , East Japan Railway Co. 2-0, Nishin-cho kita-ku, Saitama City
 Kazuhiko MURAO , East Japan Railway Co. 2-0, Nishin-cho kita-ku, Saitama City

East Japan Railway Company (JR East) has laid TC(Technical Center)type low-maintenance track on Yamanote Line, Keihin-Touhoku Line and so on since 1998. To extend the line sections where low-maintenance track, JR East succeeded in developing a new low-maintenance track for locomotive-drawn freight trains, by using FEM and Dynamic loading test system.

Keyword : Low-maintenance tracks, Cement filling material, Dynamic loading test system

1. はじめに

東京圏で敷設されているTC型省力化軌道の軌道構造断面図を図1に示す。マクラギは幅400mmのTCP6Hマクラギを用いている。締結装置間隔は750mm、填充層厚さは200mm、填充層と路盤面の間には50mmの碎石層がある軌道構造断面となっている。

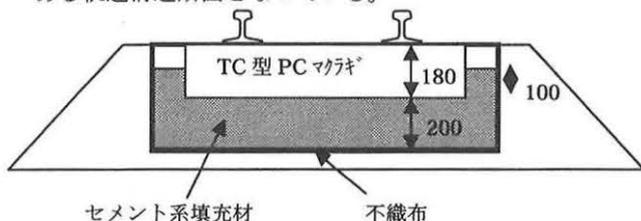


図1 TC型省力化軌道の軌道断面

TC型省力化軌道の敷設線区拡大に伴い貨物荷重に対応した省力化軌道のニーズがたかまっている。電車線区と比較し機関車の輪重が大きくなり、填充層発生応力が增大するため、機関車荷重にも耐えうる貨物荷重に対応した省力化軌道の開発について述べていく。

2. 有限要素法による弾性解析

(1) 解析条件

解析モデルの基本構造は現行のTC型省力化軌道と同様とし、填充層厚さ、マクラギ幅、締結装置間隔についても変更を行っていない。解析条件は下記のとおりとしレールを介して輪重を載荷する弾性解析モデルとなっている。

- ①地盤反力係数 $K_{30} = 70\text{MPa/m}$
- ②填充材弾性係数 $E = 17,000\text{MPa}$
- ③載荷動的荷重 $P = 80\text{kN(電車)}, 136\text{kN(機関車)}$

解析モデルから填充層部分の発生応力を図示したイメージを図2に示す。

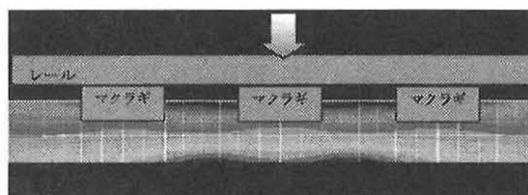


図2 解析モデル載荷イメージ図 (填充層)

(2) 填充層発生応力

図2に示すように、荷重を載荷したマクラギ直下での填充層底部にレール長手方向の引張応力が発生している。載荷荷重によるモデル解析の発生応力を比較したものが表1である。填充層の破壊は填充層底部に作用する曲げ引張力が原因であると推測される。機関車(EF66)を想定した荷重では、曲げ強度2,400kPaを確保した填充層の開発が必要となる。

表1 載荷荷重による解析値比較表

| 種別 | 載荷動的荷重 | 発生応力 | 填充層曲げ強度 |
|-----------|--------|----------|----------|
| 電車(205系) | 80kN | 938kPa | 1,600kPa |
| 機関車(EF66) | 136kN | 1,595kPa | 2,400kPa |

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(=2.40N/mm²)を満たす、最適な水粉体比を35%と決定した(表2)。

表2 填充材の標準配合(1m³あたり)

| | 水粉体比 | フィルク | 水 | 流動化剤 | 凝結調整剤 |
|----|------|--------|-------|-------|-------|
| 現行 | 58% | 1076kg | 625kg | 6kg | 0.2% |
| 開発 | 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

J R 東日本研究開発センター実験棟に試験軌道を敷設した。軌道延長は 10m である。この試験軌道に対し実物大軌道試験装置 (図 3) を用いて性能確認試験を実施した。この試験装置は列車荷重を模擬した載荷が可能である。

実物大軌道試験装置により、台車通過を模擬した動的繰返し載荷試験を実施した。載荷する累積荷重は、年間通過トン数 4,000 万トン を想定し、20 年分相当となる 8 億トンとしている。

埋込式ひずみ計を填充層のマクラギ下面 150mm の位置に設置している。填充層下部のひずみ量は約 25 μ 程度であった (図 4)。動的繰返し試験による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。

填充層ひずみ量から 8 億トン (20 年分相当) 載荷終了時点での填充層の耐久性を確認することができた。

5. 営業線における整合性確認試験

実物大軌道試験装置と営業列車による測定データの整合性を確認するために、山手貨物線 (上) 池袋・田端操間 17km050m 付近に試験軌道を敷設した。試験軌道の測定機器設置位置図を図 5 に示す。

営業列車通過時における填充層ひずみ計の測定値を図 6 に示す。機関車荷重に対して 13~21 μ の範囲に分布している。また填充後から 1 ヶ月後経過までのひずみ量の変化はほとんどなく、20 μ 程度でほぼ一定に推移している。

実物大軌道試験装置による載荷試験データと営業列車による測定データを比較し同程度の範囲内にあることから、実物大軌道試験装置の整合性を確認することができた。

6. まとめ

- (1) 填充材の水粉体比を 35% に低減することで、貨物荷重に耐える填充層の強度を確保した。
- (2) 実物大軌道試験装置により通過トン数 8 億トン (20 年分相当) の動的繰返し載荷試験を実施し、填充層の耐久性を確認できた。
- (3) 実物大軌道試験装置と営業線の試験軌道における測定データの整合性を確認することができた。

参考文献

- 1) 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.

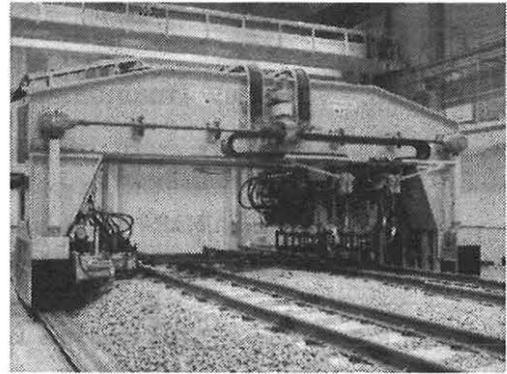


図 3 実物大軌道試験装置

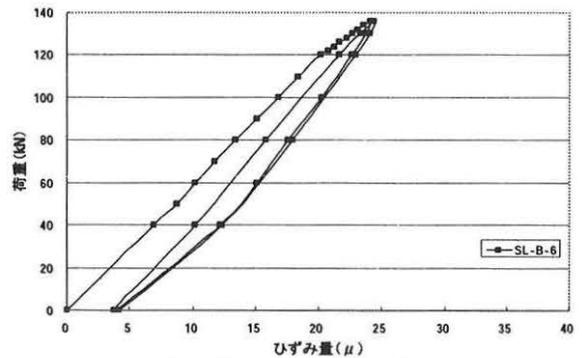
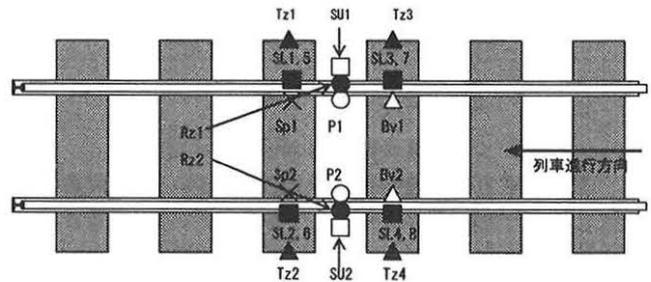


図 4 載荷荷重とひずみ量 (マクラギ下面 150mm)



【凡例】○：輪重、●：レール変位、▲：マクラギ変位、■：填充層ひずみ計 (内部)
□：填充層ひずみ計 (表面)、×：路盤圧力計、△：振動加速度計

図 5 測定機器設置位置図 (営業線)

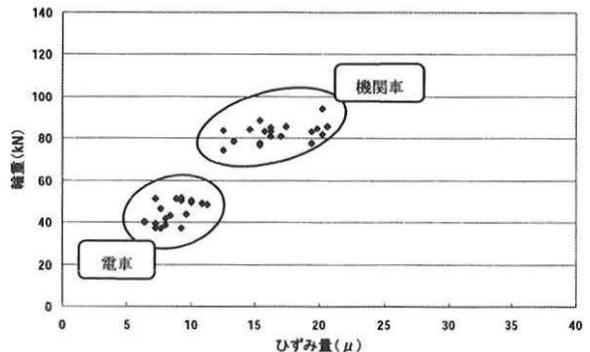


図 6 輪重とひずみ量の測定データ (営業線)