

IV-406

凍結期と通常期でのまくらぎの浮き量とレール支持バネ係数の推定

J R 貨物 北海道支社	正会員	○猪口 雅之
北海学園大学	正会員	上浦 正樹
J R 貨物 北海道支社		湊川 訓之
東亜道路工業 北海道支社		神田 一成

1. はじめに

冬期のバラスト軌道は、雪に覆われ、バラストは凍結し、ほとんど線路作業はできない状態となっている。しかし春が近づき、路盤や道床の凍結状態から融解へと変化していくと軌道面の部分的な沈下で著大な軌道狂いが発生し、線路作業の多くをこの対策に当てることとなる。そこで凍上対策工法として道床厚増化工事や路盤に凍上抑制工法などが採用されているが、効率的な線路保守を行うためには、凍上現象を解明し、適切な凍上対策工法を施工することが重要と考える。今回その第一段階として軌道バラストに着目して凍結期でのバラストの凍結の程度やまくらぎの浮きの変化などを推定し、凍結期と通常期の比較によって凍結期のバラストの基本的な特性を検討することとした。

2. 対象線路の概要

対象となった線路はJ R 貨物北海道支社の苗穂駅着発1番である。この諸元を表1に示す。路盤の一部は切土を含むほぼ平坦であり、建設されて5年の新設線である。凍結深さはアスファルト舗装要綱¹⁾から10年間確率指数から算定した。

表1 線路の諸元

敷設年	1993年5月	レール	50N	締結装置	F1改良型
凍結深さ	110cm	まくらぎ	PC 1F	37本/25m	
発着回数	8回/1日	道床厚	200mm		

3. まくらぎ浮き量の推定方法

ハンディタイプのFWDを用いて（諸元を表2に示す）載荷荷重500kgfにおけるまくらぎのたわみ量を測定する。載荷位置はまくらぎの中央とし、たわみの測定は載荷点直下と左右レールのレール下フランジ端部から15cmとする。測定するまくらぎは直線区間の5本に1本の割合とし、レール締結装置をつけた状態と外した状態で測定し、この差をまくらぎ浮き量とする。

表2 H FWDの諸元

荷板の直径	9cm
重錘の質量	8kg
衝撃荷重	300~500kgf
測定たわみ	0.001~2.000mm

4. レール支持バネ係数の推定方法

有限弾性支承の梁モデル（図1）において梁の曲げ剛性を EI (kgf/cm²)、道床バラストと路盤を合成したバネをレール支持バネ係数 k (kgf/cm²)とすると、以下の関係が成り立つ。

$$EI d^4 y / dx^4 + ky = 0 \quad (1)$$

この式から境界条件を定めることで理論解を求める。

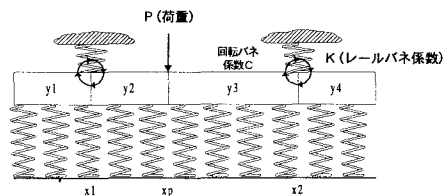


図1 有限弾性支承の梁モデル

バラスト軌道、まくらぎ、レール支持バネ係数、FWD

〒060	北海道札幌市中央区北1条西15丁目	TEL 011-737-2719 FAX 011-737-2730
〒064	北海道札幌市中央区南26条西11丁目	TEL 011-841-1161 FAX 011-551-295160
〒065	北海道札幌市東区東雁来5条1丁目	TEL 011-780-2687 FAX 011-780-2697

次に、まくらぎ 1 本あたり 5 カ所（左右レール内外 2 カ所と載荷点直下）での理論解と実際のたわみ測定との残差平方和（RMS）が最小となるレール支持バネ係数（ k ）と最適値とする。

4. 測定結果と考察

凍結期としての測定を 1998 年 3 月、通常期の測定を 1997 年 11 月に行った。凍結期ではまくらぎ下のバラストに氷状の塊（アイスレンズ）が観測された。

（1）まくらぎのたわみ量測定

凍結期の結果を図 2 に通常期の結果を図 3 に示す。凍結期のたわみ量は載荷点直下の平均値 0.038mm であり、通常期の平均 0.069mm よりはるかに小さい。この傾向は左右レール内外のたわみについてもいえることから列車の走行によって全体のまくらぎの沈下量が凍結ではかなり小さいことが推定される。

（2）まくらぎ浮き量の推定

まくらぎの浮き量を凍結期（図 4）と通常期（図 5）で推定した。ここで載荷点直下での凍結期のまくらぎ浮き量の平均は 0.005mm であり、通常平均 0.008mm に比べると小さい値であった。また全体として凍結期ではレール締結装置を外した方がたわみがより大きい傾向が見られた。これはバラスト内の凍結によってバラスト内部から一様でないまくらぎを押し上げる力が働き、レール締結装置を外すことで解放されて、より不陸の発生しやすい条件ができたものと推定している。

（3）レール支持バネ係数の推定

弾性支承上の梁モデルと実際のたわみ測定により凍結期と通常期でのレール支持バネ係数を推定した（図 6）。凍結期のレール支持バネ係数の平均は 1990kgf/cm^2 であり、通常期での平均は 805kgf/cm^2 であった。これから凍結期の値は通常期よりもばらつきが大きくまた平均値も 2 倍以上を示していることが分かる。

4. 終わりに

凍結期のたわみ量やまくらぎの浮き量の

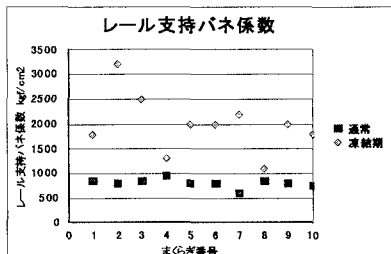


図 6 レール支持バネ係数の比較

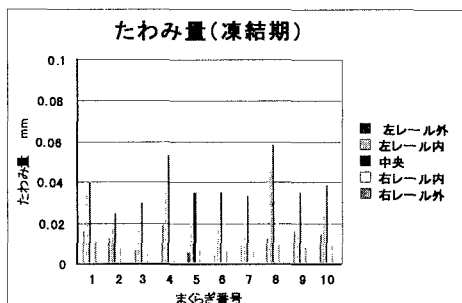


図 2 たわみ量の測定（1）

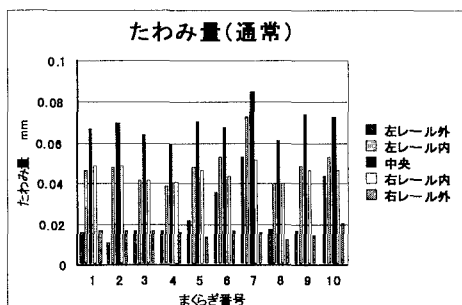


図 3 たわみ量の測定（2）

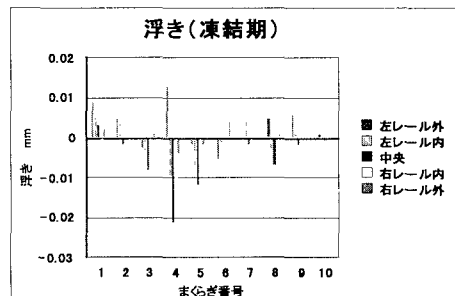


図 4 浮き量の推定（1）

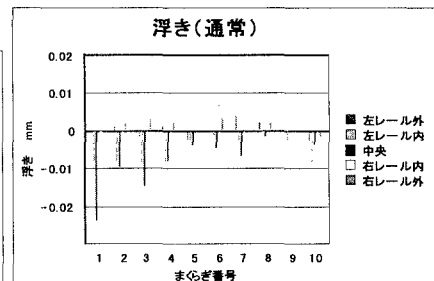


図 5 浮き量の推定（2）

の特性およびレール支持バネ係数の変化などを通常期の測定結果とともに明らかにした。今後は融解期の調査などによりさらに考察を深めて行きたいと考えている。なお本研究にご尽力頂いた JR 貨物北海道支社札幌保全区の方々々に謝意を表するものである。

【参考文献】1) (社) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱、1994