

構造物境界を跨ぐ1点突起型防振材式フローティング・ラダー軌道の温度変形挙動

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○浅沼 潔
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 松本 信之
 (財)鉄道総合技術研究所 フェロー会員 涌井 一

1 はじめに

フローティング・ラダー軌道は、高剛性の「複合レール」¹⁾（レール+ラダーマクラギ）を低支持バネ係数の防振装置または防振材でコンクリート路盤から浮かせた構造であり、桁間等の構造物境界を跨いでラダーマクラギを配置することができ、構造物間の相対変位による角折れ・目違いの影響を緩和し、かつ、軌道座屈に対する安全性を大きく向上させることができる。

本報告では、新たに開発した1点突起型防振材式フローティング・ラダー軌道（図1参照、以下、1点突起型と記す）を対象として、構造物境界を跨ぐようにラダーマクラギを配置したモデルにより温度変化に伴う軌道と橋梁の線路方向相互作用解析を行った。

2 解析概要

解析モデルを図2に示す。構造物は、ロングレール不動区間に配置された支間50mコンクリート単純橋桁5連（橋長250m）とし、支承配置は、FM方式およびFF・MM方式の2種類とした。軌道は1点突起型のほか、比較のためにPCまくらぎ直結軌道モデルも用いた。1点突起型は構造物境界（桁間）を跨ぐようにラダーマクラギを配置した。レールは50Nレールとし、レール締結間隔は62.5cmとした。各部材の断面定数および材料定数を表1に示す。突起緩衝材の線路方向バネ定数は400kN/cm程度であるが可変範囲等を考慮して100kN/cm、400kN/cm、剛の3種類とした。温度変化量は、レールは ± 40 、桁は ± 15 、ラダーマクラギは ± 20 とした。

3 ロングレール軸力

FM方式におけるレール圧縮軸力の解析結果例（夏期）を図3に示す。桁間を跨ぐようにラダーマクラギを配置した1点突起型のレール圧縮軸力分布の傾向はPCまくらぎ直結軌道のそれとほぼ同様である。レール圧縮軸力のピーク値については、PCまくらぎ直結軌道のレール圧縮軸力は桁端でピークを示すが、1点突起型の場合は、桁間を跨ぐラダーマクラギのマクラギ突起と反対側のマクラギ端でピークを示し、最大値はPCまくらぎ直結軌道のそれに比較して幾分小さい値を示す。突起緩衝材の線路方向バネ定数の増加に伴い最大レール圧縮軸力は大きくなるが、それが剛の場合であ

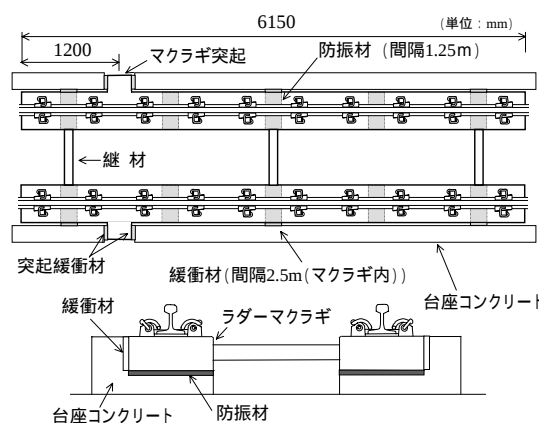


図1 1点突起型防振材式
フローティング・ラダー軌道

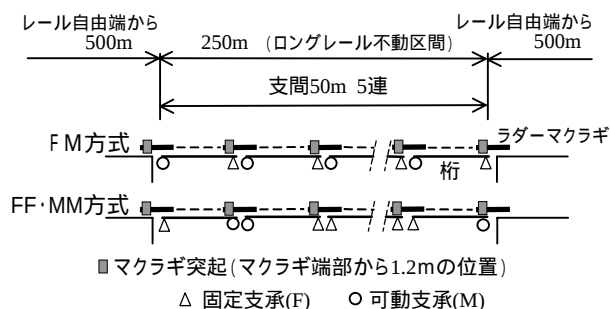


表1 断面定数および材料定数

部 材	弾性係数 (MPa)	断面積 (m^2)	断面二次モーメント (m^4)	線膨張係数 ($1/^\circ\text{C}$)
レール (50N)	2.06×10^5	6.43×10^{-3}	1.96×10^{-5}	1.0×10^{-5}
縦 梁	3.24×10^4	8.42×10^{-2}	2.41×10^{-4}	
台座コンクリート	3.1×10^4	0.12	6.41×10^{-4}	
桁		2.06	3.01	

す。突起緩衝材の線路方向バネ定数の増加に伴い最大レール圧縮軸力は大きくなるが、それが剛の場合であ

キーワード フローティング・ラダー軌道，構造物境界，線路方向相互作用，温度変化，複合レール

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 鉄道力学研究部 TEL 042-573-7290

ても有道床軌道 50N レールの許容値で直結軌道に対して安全側の数値である 882kN { 90tf } 以下であり、桁間を跨ぐ 1 点突起型の最大レール圧縮軸力は夏期におけるレール座屈に対して十分に安全であるといえる。

4．マクラギ突起に作用する線路方向力

FM 方式および FF・MM 方式におけるマクラギ突起に作用する線路方向力の解析結果例（夏期）を図 4 に示す。FM 方式における線路方向力は、桁内で作用方向が逆転し、絶対値は両桁端に向かって増加する。FF・MM 方式における線路方向力は、桁端 FF 部から桁端 MM 部に向かって増加する。最大線路方向力は上限を有し、桁間を跨ぐラダーマクラギのマクラギ突起に過大な線路方向力が作用することはない。これは、マクラギ突起部を介してラダーマクラギに伝達される線路方向力が締結装置のふく進抵抗力に達するとレールが締結部で滑動し、これ以上の抵抗力を生じさせないためである。したがって、最大線路方向力は、締結装置のふく進抵抗力に縦梁 1 本あたりの締結装置数を乗じた値に一致する。

5．ラダーマクラギに作用する軸力

FM 方式および FF・MM 方式におけるラダーマクラギ軸力の解析結果例（夏期）を図 5 に示す。FM 方式のラダーマクラギ軸力は、桁内で作用方向が逆転し、そのピーク値は両桁端に向かって増加傾向を示す。FF・MM 方式の場合は、ピーク値はほぼ一定であることがわかる。これらの最大軸力も上限を有し、桁間を跨ぐラダーマクラギに過大な軸力が作用することはない。これは、4.と同様に、ラダーマクラギに伝達される線路方向力が締結装置のふく進抵抗力に達するとレールが締結部で滑動し、これ以上の抵抗力を生じさせないためである。これより、最大軸力は締結装置のふく進抵抗力とマクラギ端部から突起位置までの締結装置数を乗じた値になる。本解析の場合、最大引張軸力は 24kN（マクラギ応力 0.3MPa）程度であり、ラダーマクラギの有効プレストレス（14 MPa）に比べて十分に小さい。したがって、温度変化によるひび割れは生じないといえる。

6．まとめ

本検討の結果、(1)桁間を跨ぐようにラダーマクラギを配置した 1 点突起型のレール圧縮軸力分布の傾向は PC まくらぎ直結軌道のそれとほぼ同様である、(2)桁間を跨ぐラダーマクラギのマクラギ突起に過大な線路方向力は作用しない、(3)ラダーマクラギは温度変化によるひび割れは生じない、ことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 涌井 一；ラダーマクラギの開発と線路構造物のシステムチェンジ，コンクリート工学，Vol.36,No.5,pp.8～16,1998.5

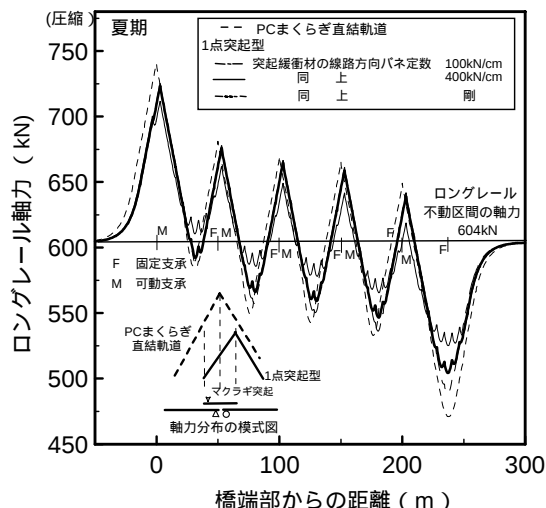


図 3 ロングレール軸力

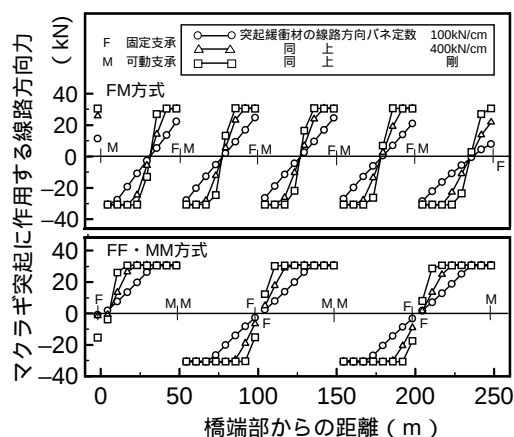


図 4 マクラギ突起に作用する線路方向

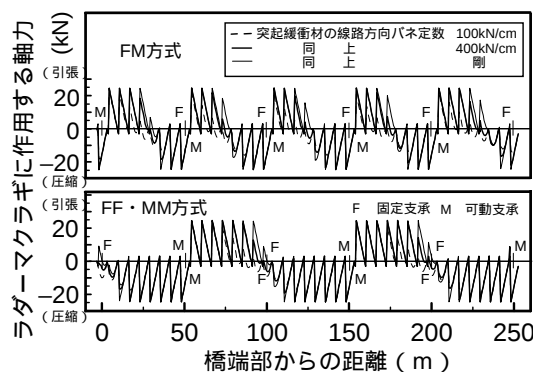


図 5 ラダーマクラギに作用する軸力