

軌道構造として存置する工事桁のゴム支承設置に伴う列車走行性に関する検討

J R 東日本 建設工事事部 正会員 ○ 齋藤 聡
J R 東日本 建設工事事部 正会員 工藤 伸司
鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 正会員 池田 学

1．はじめに

J R 東日本では、これまでコスト縮減を目指して、特殊 P C マクラギを使用し主桁を撤去することでバラスト軌道化する工法を開発し、また工事桁を本設化として利用する工法も開発している。今回、以上の工法について更なる工期短縮と施工費のコスト縮減を図ることを目的として、軌道構造として存置する工事桁（以下、P C マクラギ横桁式軌道桁という）を開発した（図 - 1 参照）。

しかし、本形式の工事桁は、従来には例がないため、列車走行性への影響¹⁾を把握する必要がある。そこで、本設時の挙動を把握するため、ゴム支承のばね定数相当の剛性を設定し、連続桁 3 連を対象に列車走行シミュレーション解析を行った。本検討結果について報告する。

2．列車走行シミュレーション解析

2 - 1．構造物のモデル化および各諸元

構造物の各部は下記の要素にてモデル化した（図 - 2 参照）。特に、桁端部が評価において重要である。対象構造は連続桁形式であるので、3 径間連続桁とした。

- 主桁・レール：二次元梁要素
 - 工事桁マクラギ：二次元ばね要素
 - 隣接区間バラスト：等分布ばね要素
 - 支承（ゴム支承）：ばね要素
- 解析に用いた各部の諸元は以下のとおりである。

・梁要素（レールおよび主桁）の断面諸元

	断面積（mm ² ）	断面二次モーメント（mm ⁴ ）	
レール	6,429	19,600,000	（1 本当たり）
主桁	26,800	1,269,750,000	（1 主桁当たり）

・ばね要素（軌道：マクラギおよびバラスト）のばね定数

	ばね定数（kN/m）
工事桁マクラギ	9,500（1 レール当たり）
バラスト	22,000（1 レール当たり）

・ばね要素（ゴム支承・1 基当たり）のばね定数（基本ケース）

	ゴム支承ばね定数（kN/m）	
	水平方向	鉛直方向
端支点	15,901	90,000
中間支点	15,901	20,000

2 - 2．車両のモデル化

車両形式は、最近の標準的な通勤用電車（E231 系）を選定し、車両数を 6 両（設計速度 120km/h）とした。また、車両は、二次元ばねマスモデルにモデル化した（図 - 3 参照）。

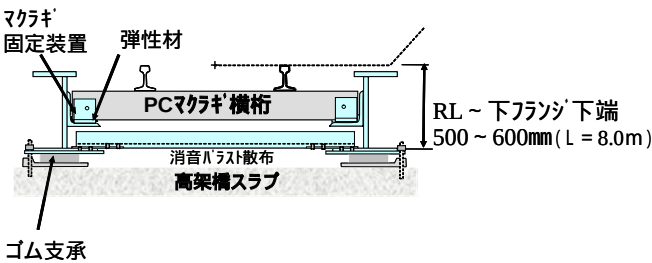


図 - 1 P C マクラギ横桁式軌道桁

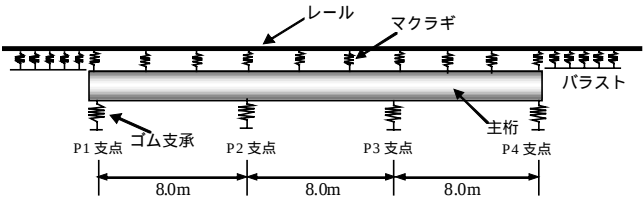


図 - 2 構造物のモデル化

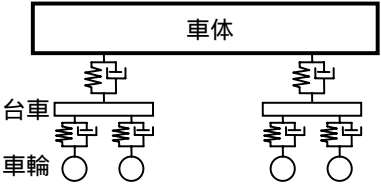


図 - 3 車両のモデル化

2 - 3 . 列車走行性の評価方法および検討ケース

列車走行性の評価は、現行の鋼・合成標準²⁾(付属資料8たわみ限度値の検討)に準拠して行った。具体的には、列車通過時の評価は、走行安全性の評価に着目して、検討を行った。

・走行安全性の評価：車輪の輪重減少率(最大値)が0.281(A限度値)以下

支点のゴム支承のばね定数を下記に示す計5ケースを設定した。Case0は鋼製支承を想定したもので、全支点のばねを剛に設定した。Case1~4はゴム支承を想定したもので、ばね定数を変化させた。Case1はばね定数が高いゴム支承を設定し、Case4は柔らかいゴム支承を全支点に設定した。Case2はCase1で中間支点のみ柔らかいゴム支承を設定し、Case3はCase4に対して中間支点のみ硬いゴム支承を設定しており、ちょうどCase2のゴム支承と逆の配置となっている。

- ・Case0：端支点 剛， 中間支点 剛
- ・Case1：端支点 90,000(kN/m)，中間支点 90,000(kN/m)
- ・Case2：端支点 90,000(kN/m)，中間支点 20,000(kN/m)
- ・Case3：端支点 20,000(kN/m)，中間支点 90,000(kN/m)
- ・Case4：端支点 20,000(kN/m)，中間支点 20,000(kN/m)

2 - 4 . 解析結果

図 - 4 に各ケースの輪重減少率の最大値を示す。

輪重減少率の最大値については、端支点に柔らかいゴム支承を設定したCase3,4が他のケースより大きくなっている。中間支点のみ柔らかいゴム支承を設定したCase2は、全支点に硬いゴム支承を設定したCase1とほとんど変わらない。

そのことから、基本ケース(Case2)において、列車速度120km/hまでの速度域では、走行安全性(輪重減少率)は所要のレベルを満足していることがわかった。

3 . まとめ

本検討結果より、本形式の工事桁の列車走行性について、端支点に柔らかいゴム支承を配置することは、特に輪重減少率、すなわち走行安全性の観点から好ましくなく、できるだけ剛性の高いゴム支承を配置することが望ましい。また、中間支点については、ゴム支承のばね定数の大小による走行への影響はほとんどないということが確認された。

4 . 今後の課題

本工事桁を実用化するにあたっては、本工事桁を試験的に、仮設のみに使用し、本設時に撤去する箇所でのような実挙動を示すのが実橋測定を行い、安全性を確認する必要がある。その後、本設時(図 - 5 参照)に基本ケース(Case2)のゴム支承を用いて、実用化を図っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 齋藤, 柳沼, 工藤, 行澤他: 軌道構造として存置する工事桁の列車走行性に関する一考察・第33回土木学会関東支部技術研究発表会, 2006.3
- 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説, 鋼・合成構造物, 2000.7

...鋼製支承を想定

...全支点硬いゴム支承

...端支点・硬 + 中間支点・柔(基本ケース)

...端支点・柔 + 中間支点・硬

...全支点柔らかいゴム支承

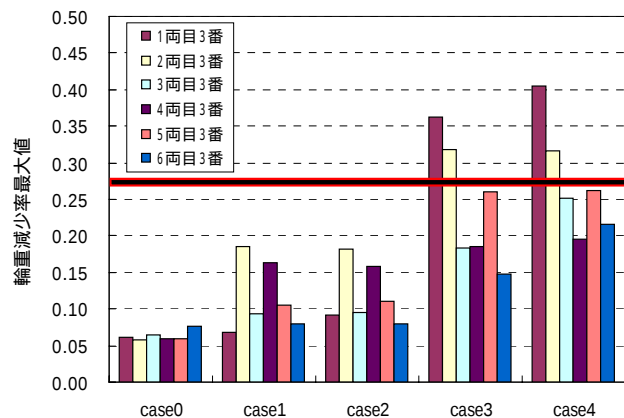


図 - 4 支承配置による輪重減少率の最大値

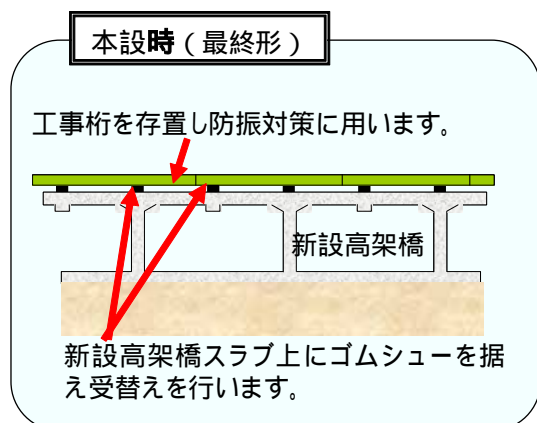


図 - 5 本工事桁の本設化