

高剛性軌道の構造解析

鉄道総合技術研究所 正会員 名 村 明
 同 上 正会員 堀 池 高 広
 西日本旅客鉄道 正会員 久保田 信 平
 鉄道総合技術研究所 正会員 安 藤 勝 敏

1. はじめに

既設有道床軌道における保守の省力化対策の一つとして、レール長手方向の荷重分散を図り、軌道の総合曲げ剛性、すなわち軌きょう剛性を高めて道床沈下を抑制する「高剛性軌道」が考えられる。筆者らは、合成まくらぎに付帯レールを固定した実物大軌道への繰返し載荷試験により、沈下量抑制効果を確認した¹⁾。

本報告では、より実用化に近い構造として、まくらぎに道床振動低減効果のある有道床弾性まくらぎを使用し、剛性増加梁としてレールよりも剛性の高い形鋼を使用する高剛性軌道を提案し、梁の形状、梁の固定位置等がまくらぎ変位に及ぼす影響について三次元有限要素解析を行ったので報告する。

2. 剛性増加梁の選定

剛性増加梁はJIS規格化されている形鋼とし、これらの鋼材を組み合わせた高剛性軌道(案)を図1に示す。まくらぎ上面に取り付けることを想定した場合(図1(a))、建築限界上剛性の大きな鋼材を取り付けることが不可能なうえに、まくらぎ中央ではまくらぎ両端よりまくらぎ変位が小さいため効果が期待できない。また、まくらぎ上面端部に取り付ける鋼材はマルタイ作業を支障する。さらに、梁に発生する軸力による座屈に対しての安全性の検討および対策が必要である。まくらぎ端面に取り付けることを想定した場合(図1(b)~(d))、梁がまくらぎ端面部で道床内に埋設されるため座屈防止板と同様の原理により、道床横抵抗力の増強が期待できる。しかしながら、溝形鋼およびH形鋼を取り付けるにはまくらぎ下面の道床作業が必要となり、施工精度維持上問題となる。

以上より、まくらぎ端面に等辺山形鋼を取り付ける構造(図1(d))を基本とし、構造解析することとした。

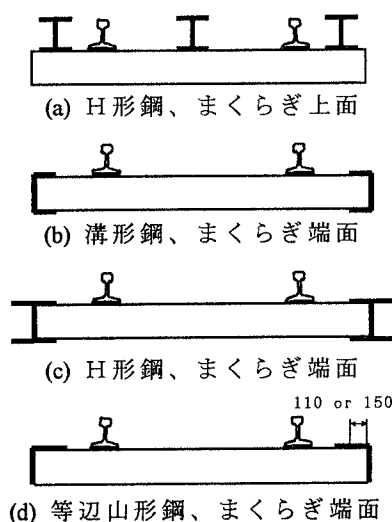


図1 高剛性軌道(案)

3. 構造解析

3.1 解析条件

載荷荷重(輪重)は83.3kNとした。軌道構造諸元を表1に示す。「道床部の変形では残留変位量の進行率(沈下進み)と変位振幅量に相関関係がある」²⁾ことから、沈下量抑制効果は荷重載荷による最大まくらぎ変位量により評価した。

3.2 梁の形状

表1 軌道構造諸元

レール	60kg
軌道パッド	50MN/m
まくらぎ間隔	60cm
まくらぎ	弾性まくらぎ
道床厚	25cm
バラストマット	A45タイプ
等辺山形鋼	250×250×35mm

キーワード: 高剛性, 有道床軌道, 軌道の変形, 構造設計, FEM

鉄道総合技術研究所 〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL0425-73-7276 FAX0425-73-7432

梁の形状として、等辺山形鋼を加工しないで使用する場合（切欠無し）と、保守作業時の障害を排除する目的でまくらぎ間に相当する部分に切欠を設けた場合（切欠有り）、さらに比較のために梁を使用しない場合（対策無し）について解析を行った（図2）。なお、梁の固定位置はまくらぎ端部より内側150mmとした。図から切欠を設けない構造での最大まくらぎ変位量は0.90mmとなり、無対策の軌道構造の1.03mmに比べ13%程度の変位量抑制効果が図られたが、切欠を設けることにより0.94mmと抑制効果は9%程度に減少していることがわかる。

3.3 梁の固定位置

梁をまくらぎに固定する位置を、まくらぎ端部より内側110mmおよび150mmとした場合について解析を行った（図3）。なお、梁には切欠を設けている。図から、固定位置が110mmでの最大まくらぎ変位量は0.91mmとなり、無対策の軌道構造に比べ11%程度の変位量抑制効果が図られ、150mmの場合の9%より大きな効果が期待できることがわかる。

3.4 梁の継目配置

今回検討した梁の断面積は60kgレールの約2.1倍となるため、高剛性軌道の軌きょうの横曲げ剛性の増加および道床横抵抗力の増加効果を見込んでも、座屈安定性確保のためには一定間隔毎に継目（遊間）が必要になる。ここでは、継目配置として、相対継目および相互継目の2構造について解析を行った（図4）。なお、継目部は無接続とし、梁には切欠を設け、固定位置はまくらぎ端部より内側150mmの位置とした。

図4は相対継目部および相互継目部（右レールに継目）のまくらぎ変位量について、高剛性軌道の中間部のまくらぎ変位量を基準としてその差を表したものである。相対継目での最大まくらぎ変位量は、中間部に比べ0.038mm（4%）増加している。相互継目での最大まくらぎ変位量は、中間部に比べ右レール側で0.044mm（5%）増加しているが、左レール側で0.005mm（1%）減少しているため、左右レールに沈下量差が生じていることがわかる。

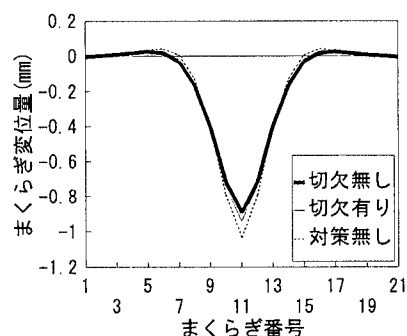


図2 梁の形状の影響

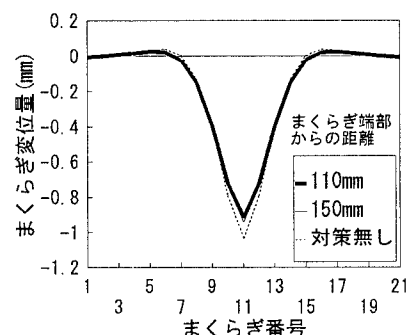


図3 梁の取付位置の影響

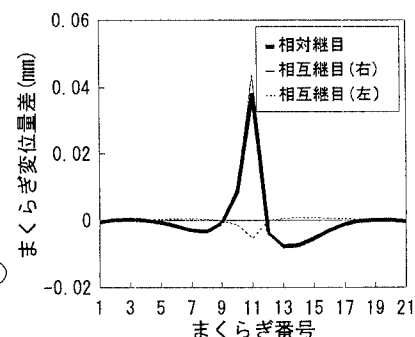


図4 継目部と中間部のまくらぎ変位量

4. まとめ

高剛性軌道の構造解析により以下の事項を定量化した。

- (1) 剛性増加梁の切欠の有無によるまくらぎ変位量の差異（変位量抑制効果：切欠無し＞切欠有り）
- (2) 剛性増加梁の固定位置の違いによるまくらぎ変位量の差異（まくらぎ端部に近い方が抑制効果有り）
- (3) 剛性増加梁の継目配置によるまくらぎ変位量の差異（走行安全性：相互継目より相対継目）

参考文献

- 1) 福井義弘他：高剛性軌道の性能確認試験，土木学会第50回年次学術講演会Ⅳ-274，pp.548-549，1995.9
- 2) 石川達也他：実物大試験による道床バラスト部繰返し変形特性の検討，土木学会論文集No.512/Ⅳ-27，pp.47-59，1995.4