

○国鉄 正会員 鈴木喜也

生 泰 藤 佐 正 會 員 鐵 國

1. はじめに

鉄道分岐器は一般軌道と異なり、複数の変断面のレールがあり、更に一部非線形と考えられる構造があるため、一般軌道の解析理論の適用が難しく、構造解析の体系は確立されていない。しかし、分岐器の高速化あるいは経済的設計を行う為に、その構造特性を解析する必要があるため、線形構造でレール断面が一様であると考えられる分岐器リード部について、有限要素法（以下FEMという）による構造解析の検討を行った。

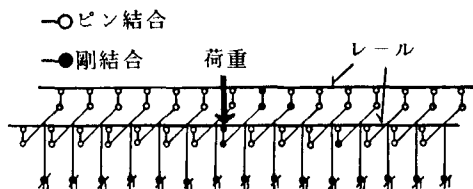


図-1 併設軌道のモデル

2. 鉄道分岐器（リード部）のFEMモデルの仮定

分岐器リード部は4本のレールが1本のまくら木に締結された構造であり、FEMモデルの検討にあたり、次の仮定を設けた。

(1) 分岐器は総体的に弾性支承された梁の集合と考える

(2) 縦方向（輪重方向）と横方向（横圧方向）構造は独立させて解析する。

(3) 縦方向については、左右の輪重が異なる時でも互いに他への影響が小さいので、片側の2本のレールだけに分けて考える。

これらの仮定は、従来の理論と基本的に変わらない。

表-1 レール圧力の比較 (KN)

まくら木No.	1	2	3
不静定余法	3.93	2.41	0.77
FEM	4.08	2.53	0.75

注) まくら木No.1が載荷点

3. 縦方向の構造解析

縦方向のモデルを検討するために、まず併設軌道のモデルを考え(図-1)、不定静余法を用いた解法と比較した。その結果、両者の解析結果はほぼ合致した。(表-1)

次に、リード部のFEMモデルをこの検討結果に基づいて図-2とした。このモデルの適合性をみるために軌道単位縦ばね定数(k)を求めて、既に報告されている試験結果と比較した。モデルの計算結果により、レール沈下量(y)とkの関係の求めると、

$$y = 1.53 k^{-0.822} \quad (r = 0.98) \text{----} \textcircled{1}$$

となった。

①式により、国鉄技研日野土木実験所における載荷試験結果から k の値を求め、この値を高崎線⁵⁾およびガイドウェイ試験装置の試験結果⁴⁾と比較した。その結果は表-2の通りで、ほぼ中間の値が得られモデルは実用上差しつかえない事がわかった。

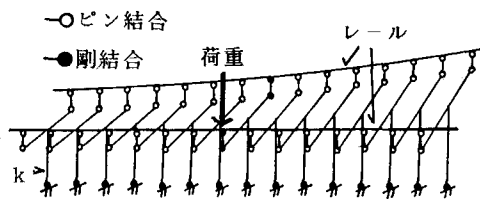


図-2 リード部のモデル (縦方向)

表-2 バネ定数 (k) の比較

場 所	k (KN/cm ²)
分岐器リード部	6.25
高崎線の結果	2.80
試験装置の結果	11.33

3. 横方向の構造解析

横方向のモデルは、図-3によった。このモデルにより、 k_1 （レールとまくらぎの間の単位横ばね定数）と k_2 （まくらぎと道床の間の単位横ばね定数）に対する Z （レール変位）および $\bar{Z}$ （まくらぎ変位）の関係を求めると、

$$Z = 2.02 k_1^{-0.23} \cdot k_2^{-0.58}$$

$$(r = 0.99) \text{-----} \textcircled{2}$$

$$\bar{Z} = 0.54 k_1^{0.01} \cdot k_2^{-0.76}$$

$$(r = 1.00) \text{-----} \textcircled{3}$$

となった。

Z と $\bar{Z}$ の日野実験所における実験結果から、 $\textcircled{2}$ ・ $\textcircled{3}$ 式を用いて輪重40・60・80 kNに対する横圧毎の単位ばね定数（ k_1 ・ k_2 ）を求めて、弾性比例

限度におけるばね定数を推定すると表-3となった。この値は、一般軌道の平均的な値と考えられている、 $k_1 = 70 \text{ kN/cm}^2$ ・ $k_2 = 3 \text{ kN/cm}^2$ と比較すると小さめであるが、これは、試験箇所のまくら木の犬くぎ支持状態が一般軌道と比較して緩かったためであったと考えられる。

○ピン結合

●剛結合

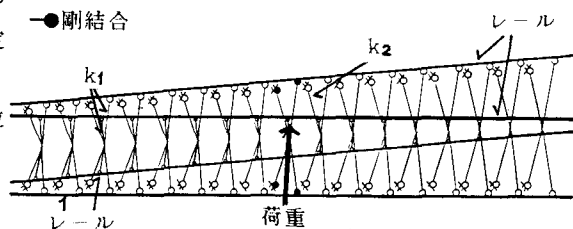


図-3 リード部のモデル（横方向）

表-3 ばね定数の推定値

	k_1 (kN/cm ²)			k_2 (kN/cm ²)		
輪重(kN)	40	60	80	40	60	80
ばね定数	9	17	19	0.17	0.23	0.33

4. リード部の横圧限度決定のための諸定数の推定

前節までの検討結果から、日野で実験した分岐器について、まくらぎとレールの間の摩擦係数（ η ）と犬くぎ限界支持力（ Sh ）を求めると表-4となった。その結果、（1） η の値は一般軌道の平均的な値と比較して妥当であり、（2） Sh については、若干小さい値であった。これは k_1 ・ k_2 の値が小さかったことと同じ理由によると考えられた。

表-4 推定された η と Sh の値

輪 重	40 kN	60 kN	80 kN
η	0.69	0.85	0.86
Sh (kN)	2.31	2.65	2.82

5. まとめ

分岐器リード部の試験結果を元にして、FEMによりばね定数（ k ・ k_1 ・ k_2 ）を求め、これにより横圧限度式の η ・ Sh を求めた。その結果、それぞれについて妥当な値が得られ、検討に用いたFEMモデルによる構造解析は有用であると考えられた。

参考文献

- 1) 矢野雄一・篠田七次：「分岐器の横圧強度とその補強効果確認試験結果」，鉄道技術研究所速報 No. A-84-121 1984年 8月
- 2) 近藤邦広・梅田静也：「併設軌道の力学的挙動とレール締結装置に関する検討」，鉄道技術研究所速報 No. A-83-91 1983年 7月
- 3) 佐藤裕：「横圧に対する軌道強度の研究」，鉄道技術研究所報告 No. 110 Feb. 1960
- 4) 尾高達男：「ガイドウェイ試験装置による土路盤上有道床軌道の特性試験結果の解析」，鉄道技術研究所速報 No. A-85-183 1985年10月
- 5) 内田雅夫他：「高崎線における軌道破壊軽減対策効果確認試験結果」，鉄道技術研究所速報 No. A-83-119 1983年 9月