

国鉄 正会員 佐藤 泰生

○国鉄 正会員 鈴木 喜也

1. はじめに

鉄道軌道の構造解析は、弾性支承された梁または弾性床上の梁の理論解析法により、早くから行われ、その動特性の理論解析も含めて、体系が確立されている。

しかし、軌道構造の一変形である鉄道分岐器については、レールに相当する部材が複数あり、変断面であることや、一部非線形と思われる構造が含まれていることから、体系的な構造解析は行われていない。

けれども、鉄道分岐器を合理的に設計するためには、その構造の特性を解析する必要があるため、分岐器設計に資する事を目的として、構造解析を実施するためのモデルについて考察し、検討を行ったのでその概要を報告する。

2. 鉄道分岐器の有限要素モデル

写真-1 は我が国の鉄道に最も多く敷設されている分岐器 (50N-10番) である。分岐器は、構造的に、ポイント部・リード部・クロッシング部・ガード部に分けられる。(図-1)



写真-1 一般的な鉄道分岐器

分岐器各部を構造的に一般軌道と比較すると、次の特徴がある。

- (1) 4本のレールが一本のまくら木に締結されている部分がある。(ポイント、リード、クロッシング後端)
- (2) 変断面のレールがある。(ポイント、クロッシング)
- (3) 締結されていないレールがある。(ポイント)

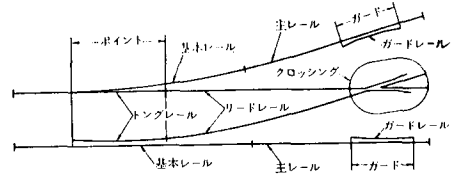


図-1 分岐器各部の構造

このような分岐器の特徴を考え、鉄道分岐器は、一般軌道の一変形であるとの前提に立って、次の仮定による有限要素モデルを考えた。

- (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) 分岐器の特殊部分は、変断面の梁と考える。

また、この仮定によるモデルの適合性の検討は、既に確立されている一般軌道の理論解析の結果と比較することにより進めた。

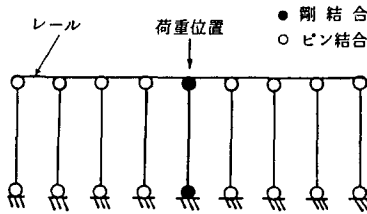


図-2 垂直方向のモデル

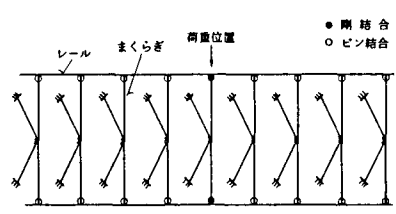


図-3 水平方向のモデル

図-2および図-3は、一般軌道の有限要素モデルの例であり、このモデルによるレール圧力およびまくらぎ変位の計算値を理論式の結果と比較すると、図-5となる。

3. 横圧荷試験結果の解析による理論式と有限要素モデルの比較

分岐器の強度解析を実施するために行われた分岐器の荷重試験結果を用いて、弾性床上の梁の理論式と、

有限要素モデルによる解析結果の比較を試みた。

载荷試験は、国鉄技研の横圧試験車（ヤー200）を用いて、国鉄技研日野土木実験所構内の分岐器について実施されたものである。

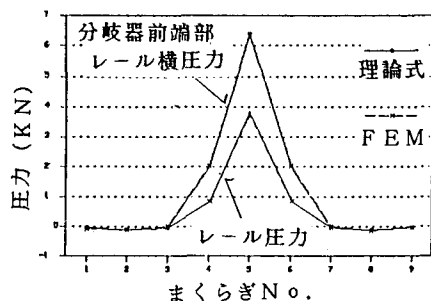
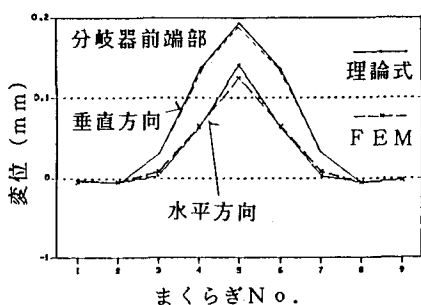


図-5 計算結果の比較 ($K=300\text{Kg/cm}^2$, $K_1=2000\text{Kg/cm}^2$, $K_2=300\text{Kg/cm}^2$)

適合性を検討するための

k : 道床単位ばね定数 k_1 : まくらぎ単位横ばね定数 k_2 : 道床単位横ばね定数

理論式との比較は、分岐器のうち、前端部の一般軌道の構造に類似した部分の試験結果から、弾性定数を求めることにより行った。図-6は、この载荷試験からえられたレールおよびまくら木の横方向変位の試験結果である。この試験から推察できる通り、一般軌道は、横方向について、必ずしも理想的な弾性体ではなく、その弾性定数は

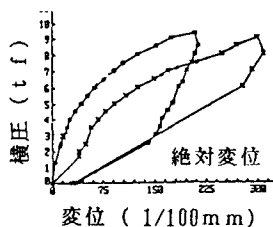


図-6.2 まくらぎ変位試験結果

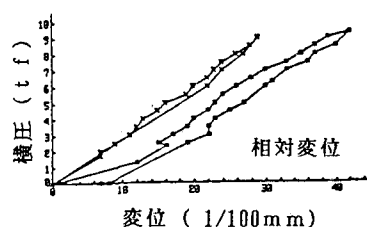


図-6.1 レール底部変位試験結果

、輪重と横圧により変化する。この実験結果について、各横圧に対する変位が、弾性体として生じたと仮定して、既に確立されている理論式と、有限要素モデルの計算から、そのバネ定数を求めた。すなわち、50Nレールの軌道のまくら木単位横バネ定数 (k_1) と道床単位横バネ定数 (k_2) を理論式から求めた場合と、有限要素法により $k_1 \cdot k_2$ と変位の関係を計算し、重回帰して得られた式、

$$Z = 4.3 k_1^{-0.25} \cdot k_2^{-0.61} \quad (r=0.99) \quad (\text{レール底部変位})$$

$$Z = 0.98 k_1^{0.03} \cdot k_2^{-0.79} \quad (r=0.98) \quad (\text{まくら木変位})$$

から求めた場合を比較した。その結果は、図-7であり両者は良く一致し、設計に有用と思われる。

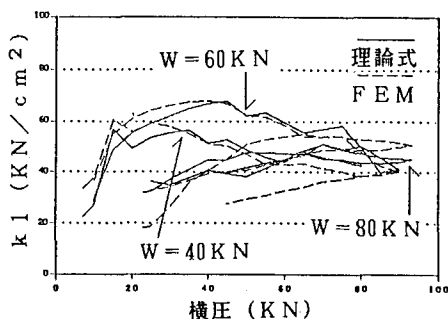


図-7.1 k_1 の計算値の比較

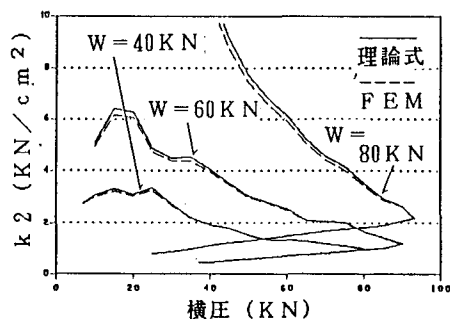


図-7.2 k_2 の計算値の比較

W = 輪重

4. まとめ

鉄道分岐器設計に資する軌道の有限要素モデルの適合性を検討した結果、既に確立された体系に、適合すると考えられる有用なモデルが得られた。