# バラスト軌道における設計照査ツールの開発

鉄道総合技術研究所 正会員 〇須田 正規 鉄道総合技術研究所 正会員 三和 雅史

# 1. はじめに

平成23年3月に国土交通省鉄道局より「鉄道構造 物等設計標準・同解説 軌道構造」<sup>1)</sup>(以下,「本標 準」という)が通達された.本標準では,選定した 軌道構造・軌道部材に対して,列車の走行安全性や 軌道保守,乗り心地等を照査する.しかしながら, バラスト軌道の設計では,軌道変位進みの算定等の 複雑な計算が必要であり,設計に多大な労力を要す ることが考えられる.

そこで,これら計算を簡易に行うための設計照査 ツールを開発した.本稿では,その概要を紹介する.

### 2. 設計照査ツールによる照査項目

開発した設計照査ツール(以下,「本ツール」とい う)では、本標準「6章 バラスト軌道」におけるバ ラスト軌道の設計照査に対応しており、以下の①~ ⑥の項目について照査することができる.

(1)軌道変位進みに関する安全性・使用性の照査①高低変位進み

②通り変位進み

安全性や使用性の観点から軌道変位の目標保守レベルを定め、軌道変位の初期値 $\delta_{10}$ 及び保守周期 Tを設定する.また、入力条件から、作用を求め、保守周期における軌道変位進み量 $\delta$ を算定する.



これに構造解析係数 $\gamma_a$ を乗じた  $I_{Rd}$ が設計応答値 となる. 一方,安全性や使用性の観点から限界値で ある $\delta_{cr}$ を設定し,これを部材係数 $\gamma_b$ で除した  $I_{Ld}$ を設計限界値とする.設計応答値が設計限界値を超 過せず,安全限度以下に維持できる場合には,想定 した軌道構造は設計条件を満たしたとされる.軌道 変位進みの照査の概念図を図1に示す.

(2) 軌きょう, 犬くぎに関する照査

③輪軸横圧による軌きょうの横変形

横圧による軌きょうの滑動限界を超える横方向 の大変形に関して照査する.

④軌間拡大

車両から作用する輪重・横圧によって,輪軸が 軌間内に脱線する軌間拡大に関して照査する. ⑤大くぎの押し出し

⑥犬くぎの抜け上がり

木まくらぎ・合成まくらぎを用いる場合におい て,走行車両からの作用による大くぎの押し出し, 大くぎの抜け上がりを照査する.

#### 3. 本ツールの概要

(1) 本ツールの基本構成

本ツールは、本標準に対応した設計計算式を用い ており、軌道条件、車両・運転条件といった各種設 計条件を設定することで、複雑な計算を行わなくて も設計照査を行えるプログラムである.システム構 成は、入力部、データベース部、計算部、出力部と なっている.本ツールによる照査フローを図2に示 す.

(2)入力作業の簡素化 標準に基づいて計算する場合には、多くの入力条

キーワード バラスト軌道,設計標準,軌道変位,照査ツール

·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 軌道技術研究部(軌道管理) TEL 042-573-7278



図2 本ツールによる照査フロー

件の設定が必要となる.このため、この入力条件の 設定のしやすさが本ツールの操作性を決定する大き な要因である.このことから、1つの画面内で全て の入力条件の設定が可能であるように、画面内のレ イアウトを構築した.構築したレイアウトのイメー ジを図3に示す.



図3 本ツールのレイアウトのイメージ

(3) 定数データベースの設定

前項で示した入力作業をさらに簡素化するために, 定数データベースを設け,条件の設定は選択候補の 中から選択して入力する方式を中心とした.定数デ ータベースは,レール,まくらぎ等の軌道部材の寸 法や物理特性といった設計に必要な定数が登録され ている.また,登録されていない部材や部材の条件 を変更する場合にも,ユーザーが任意で設定でき, 新しく開発された軌道部材の登録も可能である. 図4 に定数データベースの例を示す.

|   |    | _    |      |     |        |     |                  |                  |
|---|----|------|------|-----|--------|-----|------------------|------------------|
|   |    |      |      |     | Þ.     |     | \<br>→ ←         | L ;              |
|   | ID | Name | в    | L   | d      | 重量  | 端面断面<br>1 moment | 側面断面<br>1 moment |
| • | 1  | PC-3 | 0.24 | 2   | 0.174  | 160 | 0.00344          | 0.0501           |
|   | 2  | PC-6 | 0.24 | 2   | 0.2008 | 167 | 0.004433         | 0.0666           |
|   | 3  | W    | 0.2  | 2.1 | 0.14   | 60  | 0.00196          | 0.04116          |
|   |    |      |      |     |        |     |                  |                  |

図4 定数データベースの例

(4) 本ツールの使用方法

本ツールの使用方法は、必要なチェックボックス へのチェック、定数データベースから軌道部材等の 選択、その他保守条件や運転条件、軌道条件等の数 値を入力することで、照査結果が示される.また、 ユーザーの必要に合わせてファイル形式で出力する こともできる.図5に計算結果のイメージ(軌道変 位進みの照査)を示す.

同図に示すように,軌道変位進みの照査の場合, 保守周期,軌道変位進み量,限界値等の計算結果が 表示され,限界値以下に維持できるかの判定が出力 される.

| 771ND                  |                            |     |     |          |                     |                |     |     |
|------------------------|----------------------------|-----|-----|----------|---------------------|----------------|-----|-----|
| 車両·運転条件数 3             |                            |     |     |          |                     |                |     |     |
| 高低変位進みに関する             | 照査結果                       |     |     | n di     | 動変位進みに関する           | 照査結果           |     |     |
| 車両・運転条件別推3<br>No Δ σ y | 定変位進<br>[mm/年]             | э   |     |          | 車両・運転条件別推<br>No ム♂z | 定変位進<br>[mm/年] | »   |     |
|                        |                            |     |     |          |                     |                |     |     |
| A 0 YEAT 0.20          |                            |     |     |          | A 0 2 2 2T 0.20     |                |     |     |
| 許容進み量[mm/年]            | 4.88                       |     |     |          | 許容進み量[mm/年          | 4.88           |     |     |
| 保守周期[年]                | 18.76                      |     |     |          | 保守周期[年]             | 18.76          |     |     |
| 保守回数(回/年)              | 0.05                       |     |     |          | 保守回数(四/年)           | 0.05           |     |     |
| 維目衝撃率                  | 0.05                       |     |     |          | 維目衝撃率               | 0.05           |     |     |
| 安全性,使用性の照査             |                            |     |     | 1        | 安全性、使用性の照           | Ē              |     |     |
| 照查対象                   |                            | 安全性 | 使用性 |          | 照查対象                |                | 安全性 | 使用的 |
| 応答値(保守前変位:             | 応答値(保守前変位量)[mm]<br>限界値[mm] |     |     | 応答値(保守前3 | 応答値(保守前変位           | 2量)[mm]        |     |     |
| 限界値[mm]                |                            |     |     | 限界值[mm]  |                     | վ              |     |     |
| 部材係数                   |                            |     |     | 部材係数 判定  |                     |                |     |     |
| 判定                     |                            |     |     |          |                     |                |     |     |

図5 計算結果のイメージ(軌道変位進み)

### 4. まとめ

国土交通省鉄道局より通達された「鉄道構造物等 設計標準・同解説 軌道構造」に基づき、バラスト 軌道の設計ツールを開発した.今後は必要により本 ツールを改良し、本標準の普及に努めたいと考えて いる.

#### 参考文献

 国土交通省鉄道局監修:「鉄道構造物等設計標準・同解説 軌道構造」,(2011)