

## I-A301 両端ヒンジ構造を有する曲線鋼箱桁橋の設計

建設省山口工事事務所 正会員 原田秀賢

### 1. はじめに

椋野ランプ橋は、山口県下関市一般国道2号の椋野交差点上に計画された4径間連続曲線鋼箱桁橋である。本橋は、平面線形が円曲線であることから水平アーチを利用した両端ヒンジ橋として設計し、走行性、耐震性および景観性の向上を図った。本文は、動的解析による照査結果も含め設計概要を紹介するものである。

### 2. 設計概要

本橋の橋梁形式は、平面線形が円曲線であることや橋脚設置位置が交差点内の交通島や分離帯に限られることから、中間支点到に横梁を有する4径間連続鋼曲線箱桁とした。

また、主桁が単一箱桁で曲線半径が $R=250\text{m}$ と小さいことに着目し、両橋台に水平ヒンジを設置して、温度変化時(以下、温度時という)や地震時の変形量をアーチ作用で橋軸直角方向へ伝達する構造とした。なお、各橋脚の支承は全方向移動可能なゴムを採用した。

このような工夫により、走行性や耐震性の向上が期待される。一方、

- ①温度変化および地震力により、上部工に水平面内の断面力が発生する。
- ②アーチ反力として、両橋台に橋軸方向の大きな水平力が発生する。
- ③両橋台位置で、水平面内アーチ用のヒンジが必要となる。

などの課題が生じた。そこで、温度時や地震時における挙動の把握および動的解析による安全性の確認を行った。

### 3. 設計計算

#### (1) 解析方法

- ①静的解析は、上部構造を骨組み構造にモデル化し、面内荷重を受ける任意形平面骨組み構造として計算した。また、地震時に橋軸方向の慣性力が作用する方向は主桁部材の軸方向とし、橋軸直角方向の地震時の慣性力作用方向は主桁部材の橋軸直角方向とした。

- ②動的解析は、静的解析モデルに下部工および基礎工の地盤ばねを考慮した立体モデルとし、橋軸および橋軸直角方向の二方向について、応答スペクトル法で解析した。

#### (2) 解析結果

静的および動的解析結果を比較して表-1、2、3に示す。静的解析の結果から、変位、反力および上部工の断面力など、いずれも温度時の方が地震時に比べ大きい値を示す。すなわち、本橋梁形式は温度時の作用水平アーチ作用、両端ヒンジ橋

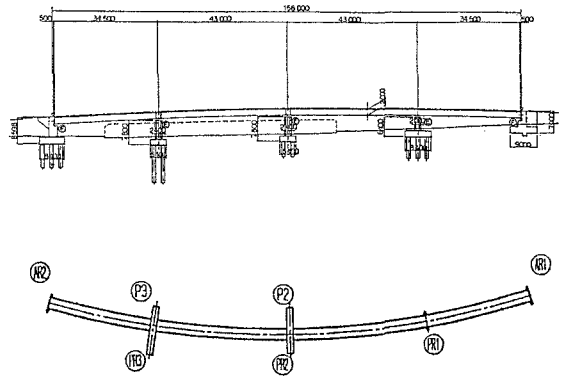


図-1 一般図



写真-1 椋野ランプ橋(施工中)

力が卓越し、温度時の荷重で部材が決定されることが分かる。なお、動的と静的解析結果を比較すると前者がすべて大きい値を示しているが、部材寸法は同じく温度時の作用力で決まっているため、中規模程度の地震力では十分安全である。

また、大規模地震においても同様の性状を示すと仮定し、3倍の加速度を有する地震力を作用させ応答も単純に3倍になると考えると、以下のことがいえる。

① 表-1の水平変位の最大値は140mm (45.5×3=140)で、使用したゴム沓の地震時の許容変位量以内(210mm)であることから、ゴム沓は十分機能し安全である。

② 表-2の地震時(241×3=723)は、温度時(388/1.15=337)の2.1倍である。また同様に、表-3の地震時は温度時の2.2倍である。これらを判定すると、鋼材の基準降伏点に対する安全率が1.7倍あることや橋台は慣性力が相対的に小さいことから、破壊には至らないと考えられる。

### (3) 部材の設計

表-3に示す最大曲げモーメント(877tf・m)および最大軸力(393tf)の荷重状態における主桁や縦桁に発生する応力度を算出した。応力度は、それぞれ356kgf/cm<sup>2</sup>、217kgf/cm<sup>2</sup>となった。このように、本構造特性に起因する応力度の増加は、温度時の許容応力度の割増し量で相殺される程度に小さいことから、板厚を厚くして対応するような大きな影響はない。

水平ヒンジ沓は、圧縮力に対し主桁とバラベツ間にゴム沓を設置、引張力に対しては主桁とバラベツをPCケーブルで連結する構造とした。なお、桁の回転によりゴム沓に発生する引張力を小さくするため、ゴム沓は4分割した。つぎに、フェイルセーフ機能として、橋台沓座と主桁下面の間に落橋防止装置を設置した。図-2に、水平ヒンジ沓および落橋防止装置の構造図を示す。

### 4. まとめ

本橋は、現在まで二径間分の施工を完了したところであるが、所期の目的はおおむね達成することができた。以下に、特長をまとめて示す。

- ① 橋台位置での変位が小さく、走行性の向上や維持管理が容易となる。
- ② 全て可動橋脚としたため、耐震設計に優位な構造形式といえる。
- ③ 可動橋脚は固定橋脚に比べ部材寸法が小さく、修景の際に有利である。

表-1 水平変位(直角方向変位)

| 解析方法 | 地震時(動的) |      | 地震時(静的) |      | 温度時(静的) |       |
|------|---------|------|---------|------|---------|-------|
|      | 橋軸      | 直角   | 橋軸      | 直角   | 上昇      | 降下    |
| 作用方向 |         |      |         |      |         |       |
| 橋    | P3      | 13.2 | 28.6    | 2.3  | 20.0    | -57.5 |
|      | PR3     | 13.0 | 27.1    | 2.3  | 20.0    | -62.9 |
| 脚    | P2      | 3.0  | 45.5    | -1.1 | 28.7    | -88.7 |
|      | PR2     | 3.0  | 45.5    | -1.1 | 28.7    | -93.9 |
|      | PR1     | 13.2 | 27.1    | -3.9 | 18.8    | -62.2 |
|      | PR1     | 13.1 | 26.7    | -3.9 | 18.8    | -62.2 |

表-2 水平反力

| 解析方法 | 地震時(動的) |      | 地震時(静的) |     | 温度時(静的) |     |
|------|---------|------|---------|-----|---------|-----|
|      | 橋軸      | 直角   | 橋軸      | 直角  | 上昇      | 降下  |
| 作用方向 |         |      |         |     |         |     |
| 橋    | AR2c    | 7.4  | 24.1    | 9.1 | 194     | 388 |
| 台    | AR1c    | 11.8 | 23.3    | 9.9 | 188     | 386 |
| 橋    | P3      | 5    | 11      | 1   | 8       | 22  |
|      | PR3     | 5    | 10      | 1   | 8       | 23  |
| 脚    | P2      | 3    | 17      | 1   | 10      | 32  |
|      | PR2     | 2    | 17      | 1   | 10      | 36  |
|      | PR1     | 5    | 10      | 1   | 7       | 22  |
|      | PR1     | 5    | 10      | 1   | 7       | 22  |

表-3 上部工断面力(主桁の最大値)

| 解析方法    | 地震時(動的) |     | 地震時(静的) |     | 温度時(静的) |     |
|---------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|         | 橋軸      | 直角  | 橋軸      | 直角  | 上昇      | 降下  |
| 作用方向    |         |     |         |     |         |     |
| 曲げモーメント | 482     | 587 | 109     | 258 | 877     | 717 |
| せん断力    | 22      | 27  | 5       | 12  | 37      | 28  |
| 軸力      | 119     | 251 | 100     | 201 | 393     | 327 |

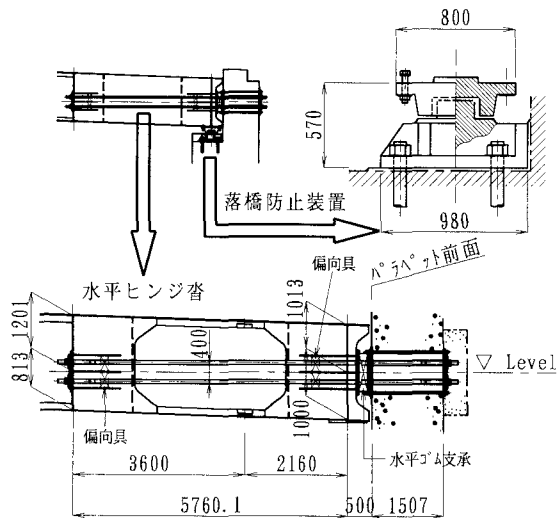


図-2 水平ヒンジ沓および落橋防止装置