

## 跨線ラーメン橋の衝突バネを考慮した耐震診断における一考察

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○今枝 潤志  
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 田上 和也  
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 澤田 一三

### 1. はじめに

新幹線の掘割区間には、新幹線開通に伴う機能補償のために架橋された跨線ラーメン橋が数多く点在している。これら、跨線橋は現在においても地域の生活道路としてその役目を果たしており、大規模な地震に見舞われた際に、復旧活動や市民生活に多大な支障を与えるばかりでなく、その末に新幹線に対する二次災害を引き起こすことが懸念される。

このようなことから、跨線橋の大規模地震に対する耐震性能を把握する事が必要であり、本稿では、跨線ラーメン橋の耐震診断を実施し、動的解析のモデル化に着目して得られた知見について報告する。

### 2. 跨線橋の構造形式

多くの跨線橋は、道路橋としては珍しいゲルバー式3径間固定脚ラーメン構造で、**図-1**に示すとおり線路を跨ぐ中央径間が門形のラーメン構造で両側の側径間に単純RC桁がゲルバー形式で架橋されている。支承条件は、橋台側が可動端、ラーメン側が固定端となっている。また、地盤条件は、掘割区間に設けられた橋梁であり、基礎形式も直接基礎であることから、堅牢な地盤上に建設されたものと考え、1種地盤を想定している。

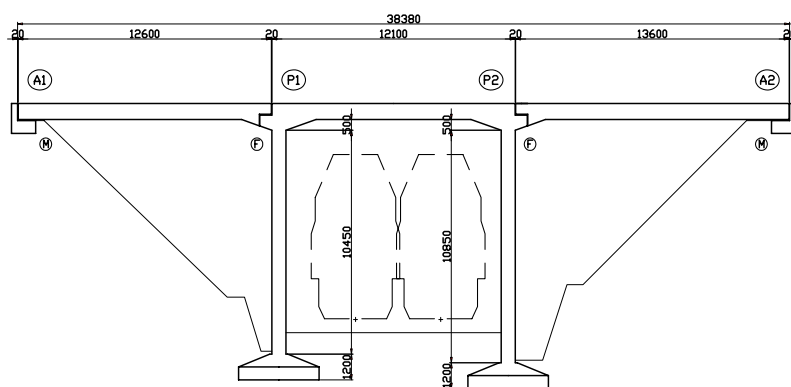


図-1 ゲルバー式3径間固定脚ラーメン橋

### 3. 解析手法

解析の方法は、ラーメン構造であることから道路橋示方書に従い動的解析を適用するものとする。解析ケースとしては、橋台と桁との遊間が20mmと非常に小さいことから、地震時には橋台パラペットと桁とが衝突し、変位が拘束されることが考えられるため、この効果を考慮したモデルと無視したモデルとの比較を行った。

### 4. 解析モデル

解析モデルは**図-2**に示す2次元骨組みモデルとし、上部構造は線形はり要素とした。橋脚は、塑性ヒンジ

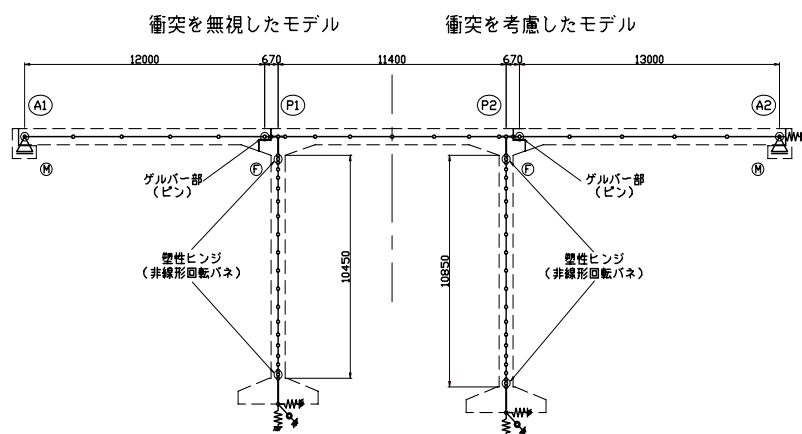


図-2 解析モデル

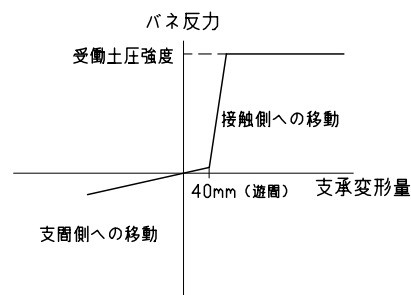


図-3 衝突バネモデル

キーワード 跨線ラーメン橋、動的解析、衝突バネ

連絡先 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄2-5-1 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) TEL052-232-4123

の発生が想定される橋脚上下端に塑性ヒンジを考慮した線形はり要素でモデル化した。

塑性ヒンジのモデル化は、 $M-\theta$  関係による非線形回転バネとし、動的解析における、非線形回転バネの履歴特性には剛性低下型の完全バイリニアモデルを用いた。

橋台パラペットと桁との衝突モデルは、橋台パラペット背面の受働抵抗を上限とし、 $F \cdot M$  両側の桁遊間を考慮し、40mm の初期ギャップを持つ図－3 のバイリニアモデルを用いた。

5．解析結果

表－1 には、橋軸方向の各解析結果をまとめて示している。

表－1 解析結果一覧

|    |                            |                  | 衝突無視     |          |          |          | 衝突考慮     |          |          |          |
|----|----------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    |                            |                  | タイプⅠ     |          | タイプⅡ     |          | タイプⅠ     |          | タイプⅡ     |          |
|    |                            |                  | P1       | P2       | P1       | P2       | P1       | P2       | P1       | P2       |
| 上部 | 最大応答加速度                    | a max gal        | 384.380  | 388.574  | 474.557  | 477.706  | 411.691  | 415.248  | 541.823  | 538.543  |
|    | 最大応答変位                     | d max cm         | 16.732   | 16.731   | 16.961   | 16.962   | 12.672   | 12.672   | 15.362   | 15.362   |
|    | 最大回転角                      | $\theta$ max rad | 0.017073 | 0.013015 | 0.015741 | 0.014972 | 0.012787 | 0.009296 | 0.014188 | 0.013554 |
|    | 許容回転角                      | $\theta$ pa rad  | 0.016346 | 0.015329 | 0.031660 | 0.029620 | 0.016346 | 0.015329 | 0.031660 | 0.029620 |
|    | $\theta$ max / $\theta$ pa |                  | 1.04     | 0.85     | 0.50     | 0.51     | 0.78     | 0.61     | 0.45     | 0.46     |
| 基部 | 最大回転角                      | $\theta$ max rad | 0.011518 | 0.010899 | 0.011422 | 0.011143 | 0.007932 | 0.007161 | 0.009856 | 0.009773 |
|    | 許容回転角                      | $\theta$ pa rad  | 0.005098 | 0.005672 | 0.008937 | 0.010117 | 0.005098 | 0.005672 | 0.008937 | 0.010117 |
|    | $\theta$ max / $\theta$ pa |                  | 2.26     | 1.92     | 1.28     | 1.10     | 1.56     | 1.26     | 1.10     | 0.97     |

結果の比較では、橋台パラペットへの衝突を考慮することで、橋脚上部の応答値は 10～25%程度低下し、橋脚基部においては、12～34%程度低下することが判った。特に、タイプⅠ地震動での衝突による拘束効果の影響が顕著で 25～34%応答値が低下するのに対し、タイプⅡ地震動においては、応答値の低下は 10～14%とわずかな影響にとどまった。

また、表－2 に示すとおり、振動特性においては、卓越する振動モードに影響を及ぼすものではないが、最も卓越する 1 次の振動モードにおける固有周期は、衝突を考慮することで短周期化することが判った。周期が短くなったことにより、橋脚上部の応答加速度は、衝突を無視したモデルより考慮したモデルのほうが大きくなったものと考えられる。

6．まとめ

検討の結果をまとめると以下のとおりとなる。

- ・パラペット背面のみを対象とした、わずかな受働抵抗を考慮することで、橋梁全体での拘束効果が期待でき、塑性ヒンジ部の応答回転角を 10～34%低減可能である。
- ・衝突の影響はタイプⅠ地震動に対して顕著であり、橋脚基部で応答値が最大 34%程度まで低下するが、タイプⅡ地震動に対しては、最大で 14%程度の低下にとどまる。
- ・衝突を考慮することで、卓越する振動モードには変化はないが、橋梁全体での拘束効果により固有周期は 27%程度短くなる。

7．おわりに

本検討により、桁と橋台との衝突がゲルバー式 3 径間固定脚ラーメン橋に対して、変位拘束効果が期待できることが判った。今後は、これらの検討を踏まえ、補強対策の望まれる橋梁に対して、効果的かつ経済的な補強工の設計を進めて行きたい。

最後に、本検討を行うに当たり、ご指導及びご協力頂いた関係者各位に紙面を借りてお礼申し上げます。

表－2 振動特性

| モード<br>次 数 | 固有周期<br>(s) | 有効質量率    | ひずみエネルギー<br>比比例減衰 |
|------------|-------------|----------|-------------------|
| *1         | 0.72790     | 72.27168 | 0.05172           |
|            | 0.52896     | 72.41087 | 0.07485           |
| 2          | 0.23891     | 0.00586  | 0.03039           |
|            | 0.23891     | 0.00663  | 0.03039           |
| 3          | 0.20589     | 0.00606  | 0.03049           |
|            | 0.20589     | 0.00656  | 0.03049           |
| 4          | 0.12503     | 0.00459  | 0.05122           |
|            | 0.12503     | 0.00388  | 0.05122           |
| *5         | 0.08096     | 11.25718 | 0.06155           |
|            | 0.08093     | 11.09521 | 0.06158           |
| 6          | 0.06691     | 0.11140  | 0.06331           |
|            | 0.06691     | 0.11081  | 0.06331           |
| 7          | 0.06073     | 0.02143  | 0.03580           |
|            | 0.06073     | 0.02137  | 0.03580           |
| 8          | 0.05313     | 0.00017  | 0.04026           |
|            | 0.05313     | 0.00017  | 0.04026           |
| 9          | 0.04697     | 11.53910 | 0.07523           |
|            | 0.04697     | 11.55408 | 0.07523           |
| 10         | 0.04414     | 0.37963  | 0.08010           |
|            | 0.04414     | 0.38200  | 0.08012           |

上段 衝突無視  
下段 衝突考慮