

河川内構造物の合理的な耐震補強方法について

日本道路公団中国支社小郡管理事務所 松富 繁、福本 英一郎  
(株)コンサルタンツ大地 正員○矢野 公一

1. まえがき

阪神大震災以前に建設され、平成 8 年 12 月道示 V を適用した照査で耐震性が確保されない河川内橋脚の柱部の補強には仮栈橋、仮締切工といった仮設工設置の必要性により、工費が多大なものとなる。そこで筆者らは、河川内橋脚だけでなく合理的に一連の橋梁の耐震性を向上させる手法を昭和 50 年に建設された橋脚の耐震補強設計業務において検討した。以下にその検討概要を示す。

2. 検討概要

- (1) 橋梁形式
- ・橋長 132. 5m

・支間長 43. 850m+43. 850m+43. 850m

・下部工 張り出し式円柱橋脚 (P18・P19)

・基礎工 直接基礎

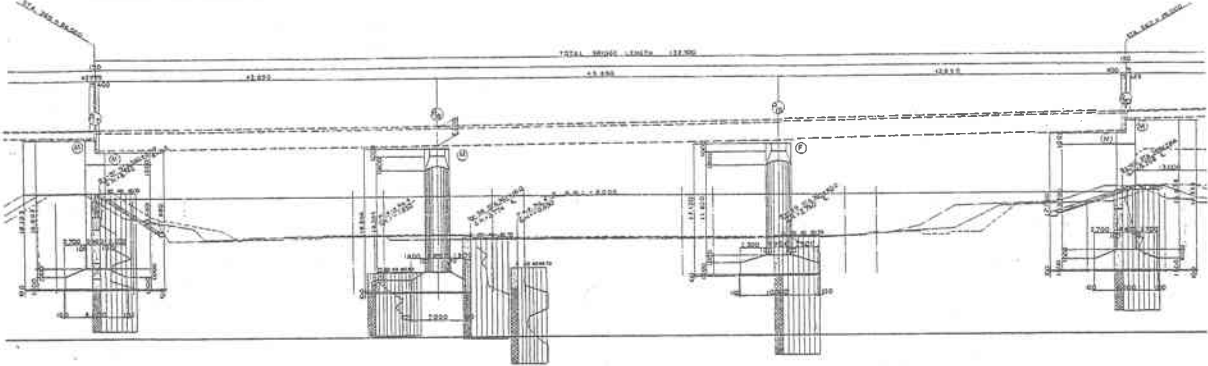


図-1 橋梁一般図

(2) 既設での地震時保有水平耐力の照査

P18 橋脚と P19 橋脚に平成 8 年 12 月道示 V を適用して、地震時保有水平耐力の照査を行う。P18 橋脚は直角方向のタイプⅡの安全率で  $F_s=0.39$  となった。P19 橋脚は柱の段落しとせん断破壊が先行するため、橋脚のじん性を確保し、急激な耐力低下を引き起こさないために、補強を行う必要がある。以下に照査結果 (表-1) を示す。

| 橋脚番号 |    | P18橋脚 |       | P19橋脚         |       |
|------|----|-------|-------|---------------|-------|
| 支承条件 |    | (M)   |       | (F)           |       |
| 地震動  |    | タイプⅠ  | タイプⅡ  | タイプⅠ          | タイプⅡ  |
| 照査   | 橋軸 | 1.07○ | 0.50× | 0.47×         | 0.44× |
|      | 直角 | 0.76× | 0.39× | 1.22○         | 0.59× |
| 破壊形態 |    | 基部破壊  |       | 段落しおよびせん断破壊先行 |       |
| 現地条件 |    | 河川内   |       | 河川内           |       |

表-1 照査結果 (その 1)

## (3) P18 橋脚(可動柵)の耐震性向上検討

(2) で述べた通り、P19 橋脚には補強が必要となり、補強を行うという前提で以下の検討を行う。CASE 1 で P19 橋脚を補強し、柱の曲げ剛性を大きくすることにより、P18 橋脚の地震時における上部工分担重量を低減させる。(直角方向) CASE 2 では P17、P19、P20 橋脚を補強することにより、CASE 1 より P18 橋脚の地震時における上部工分担重量をさらに低減(直角方向)させ、P17～P20 橋脚の柵を分散構造にし、橋軸方向の構造物全体の周期を長くし、地震時において各橋脚に上部工分担重量を分散させる構造とした。非線形動的解析には地域別補正係数( $C_z=0.7$ )を考慮した場合としない場合の 2 ケース行う。なお、フレーム解析による上部工分担重量を用いて照査を行った結果と道示 V に規定されている下限値( $2/3 \times R_d$ )を用いて照査を行った結果とを比較検討する。これらの照査結果(表-2)を以下に示す。

検討ケース(一覧表)

| 橋脚番号  | P17橋脚                           | P18橋脚  | P19橋脚                   | P20橋脚                   |
|-------|---------------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| case1 | 補強断面<br>なし                      | なし     | t=250mm<br>主D32帯D22@100 | なし                      |
|       | 支承条件<br>M、M                     | M      | F                       | M、M                     |
| case2 | 補強断面<br>t=250mm<br>主D32帯D22@100 | なし     | t=250mm<br>主D32帯D22@100 | t=250mm<br>主D32帯D22@100 |
|       | 支承条件<br>E(分散柵)                  | E(分散柵) | E(分散柵)                  | E(分散柵)                  |

| P18橋脚                        |                               | CASE1    |          |          |            |          |          | CASE2      |          |          |            |          |          |
|------------------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
| 支承条件                         |                               | (M)      |          |          |            |          |          | (E)        |          |          |            |          |          |
| 地震動                          |                               | タイプ I    |          |          | タイプ II     |          |          | タイプ I      |          |          | タイプ II     |          |          |
|                              |                               | (ton)    |          |          | (ton)      |          |          | (ton)      |          |          | (ton)      |          |          |
| 地震時<br>保有水平耐力<br>の<br>照査     | 橋軸                            | 168.68   | 201.14   | 1.07○    | 399.55     | 201.77   | 0.50×    | 225.77     | 201.14   | 0.89×    | 272.25     | 201.77   | 0.74×    |
|                              | 直角                            | 232.42   | 177.64   | 0.76×    | 498.05     | 178.20   | 0.36×    | 232.41     | 177.64   | 0.76×    | 285.53     | 178.2    | 0.62×    |
|                              |                               | (130.94) |          | (1.36○)  | (280.60)   |          | (0.64×   | (179.91)   |          | (0.99×   | (221.03)   |          | (0.81×   |
| 非線形動的解析<br>の<br>照査           | 単位                            | (rad)    |          |          | (rad)      |          |          | (rad)      |          |          | (rad)      |          |          |
|                              | C <sub>z</sub> を<br>考慮<br>しない | 橋軸       | -        | -        | 5.98E-03   | 7.24E-03 | 1.21○    | 2.32E-03   | 3.70E-03 | 1.59○    | 3.20E-03   | 7.24E-03 | 2.26○    |
|                              |                               | 直角       | 8.42E-03 | 3.71E-03 | 0.44×      | 6.28E-03 | 7.25E-03 | 1.16○      | 2.32E-03 | 3.71E-03 | 1.60○      | 3.25E-03 | 7.25E-03 |
|                              |                               |          |          |          | (5.69E-03) |          | (1.27○)  | (9.89E-04) |          | (3.75○)  | (6.68E-03) |          | (2.23○)  |
| C <sub>z</sub> を<br>考慮<br>する | 単位                            | (rad)    |          |          | (rad)      |          |          | (rad)      |          |          | (rad)      |          |          |
|                              | 橋軸                            | -        | -        | -        | 3.44E-03   | 7.24E-03 | 2.10○    | 8.54E-04   | 3.70E-03 | 4.33○    | 1.23E-03   | 7.24E-03 | 5.90○    |
|                              | 直角                            | 3.09E-03 | 3.71E-03 | 1.20○    | 3.12E-03   | 7.25E-03 | 2.32○    | 8.67E-04   | 3.71E-03 | 4.67○    | 1.30E-03   | 7.25E-03 | 5.57○    |
|                              |                               |          |          |          | (3.98E-03) |          | (1.82○)  | (3.49E-04) |          | (10.63○) | (1.99E-03) |          | (5.80○)  |

( )はフレーム解析による上部工分担重量を用いて照査を行った結果

表-2 照査結果(その2)

## (4) 耐震性照査結果の考察

地震時保有水平耐力の照査では CASE 1・CASE 2 とともに安全率が 1.00 以下となり耐震性は確保されなかった。CASE 1 で地域別補正係数( $C_z=0.7$ )を考慮せずに非線形動的解析を行うと、タイプ I の安全率(直角)が 0.44 となり、耐震性は確保されなかった。さらに、P17・P20 橋脚に補強を施し、柵を分散構造に変更した CASE 2 では安全率がすべて 1.00 以上となり、耐震性が確保される。CASE 1 で地域別補正係数( $C_z=0.7$ )を考慮して非線形動的解析を行うとタイプ I の安全率(直角)が 1.20(→0.44)となり耐震性は確保された。

## (5) まとめ

今回の耐震性向上検討において、P18 橋脚は既設で耐震性が確保されたが、P19 橋脚は河川内に適した補強が必要となった。ただし、非線形動的解析に地域別補正係数( $C_z=0.7$ )を考慮するか否かについては応答スペクトル解析との整合性を踏まえて、今後も検討する余地がある。