

## フレキシブル高橋脚を有する鋼長大トラス橋の動的解析

廣瀬 彰則<sup>\*1</sup>・門田 克史<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 総合1部 (〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 MB33)

<sup>\*2</sup>工修 中央復建コンサルタンツ株式会社 総合1部 (〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 MB33)

### 1. まえがき

高速道路では、渓谷等を跨ぐ長大橋において、高橋脚を有する鋼連続トラス橋が選定されていることが多い。従来、鋼長大トラス橋では、橋脚に作用する地震時水平力の軽減を目的として、中間橋脚全ての橋軸方向支承条件をヒンジ、橋台を固定とするフレキシブル構造が採用されてきた。

一般に、この形式の橋脚に対する耐震補強は容易でないが、このような特殊性を有する橋梁への耐震補強ニーズが高まることを考え、モデルケースとして掛違い橋脚を含む鋼連続トラス橋の橋軸方向に着目した補強検討を実施することとした。フレキシブル橋脚は、上部構造の慣性力を負担せず、橋脚自身の水平力の一部も橋台が受け持つものとして設計されているため、現時点の地震時保有水平耐力法で地震時の挙動を的確に表現することは難しい。ここでは、個々のトラス部材をはじめ、かけ違い部も含めた橋梁全体系をモデル化し、動的解析を行うことでその地震時挙動を確認し、耐震性能を照査した。

本文では、フレキシブル構造のモデル化にあたっての考え方や仮定などを含め、その解析の概要と耐震性の照査結果について報告する。

### 2. 対象モデル橋梁

対象とした橋梁の構造緒元は以下であり、図-1に概要図を示すが、掛違い橋脚も含めてフレキシブル構造として設計された鋼連続トラス橋である。

- ・橋長(桁長) : 422.6m(181.05+241.00m)
- ・支間長 : 3@60.0=180.0m+4@60.0=240.0m
- ・上部工 : 3径間および4径間連続上路トラス
- ・下部工 : ラーメン式橋台  
: 独立2柱式(フレキシブル)橋脚
- ・基礎工 : 場所打ち杭(φ1.500m)

図-2に代表橋脚の断面構造および柱部材の配筋略図を示す。その他の橋脚も柱部材の断面寸法および配筋要領は同一であるが、軸方向鉄筋径の違いによって、2ないし3段の断面変化いわゆる“主鉄筋の段落し”(以下、段落しと略す)が行われている。

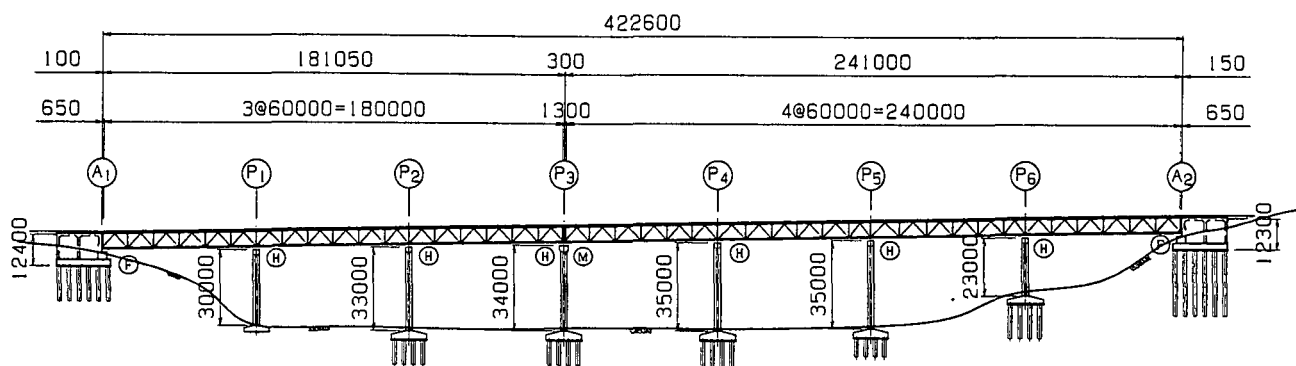


図-1 橋梁概要図

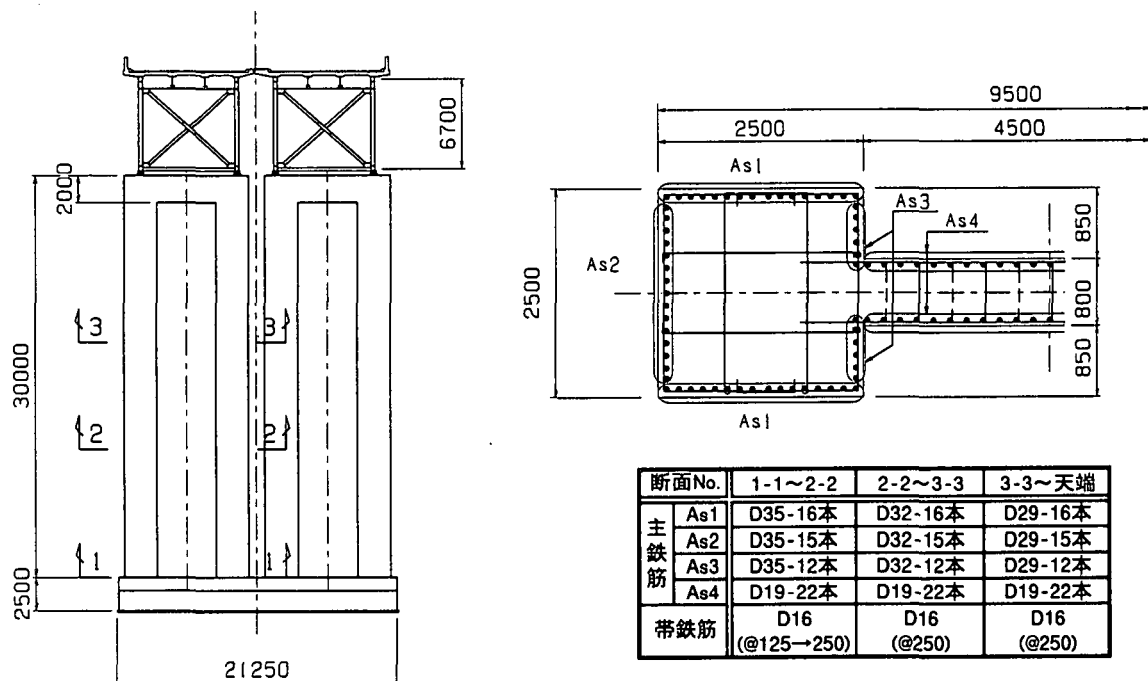


図-2 橋脚構造および柱部断面(P1 橋脚)

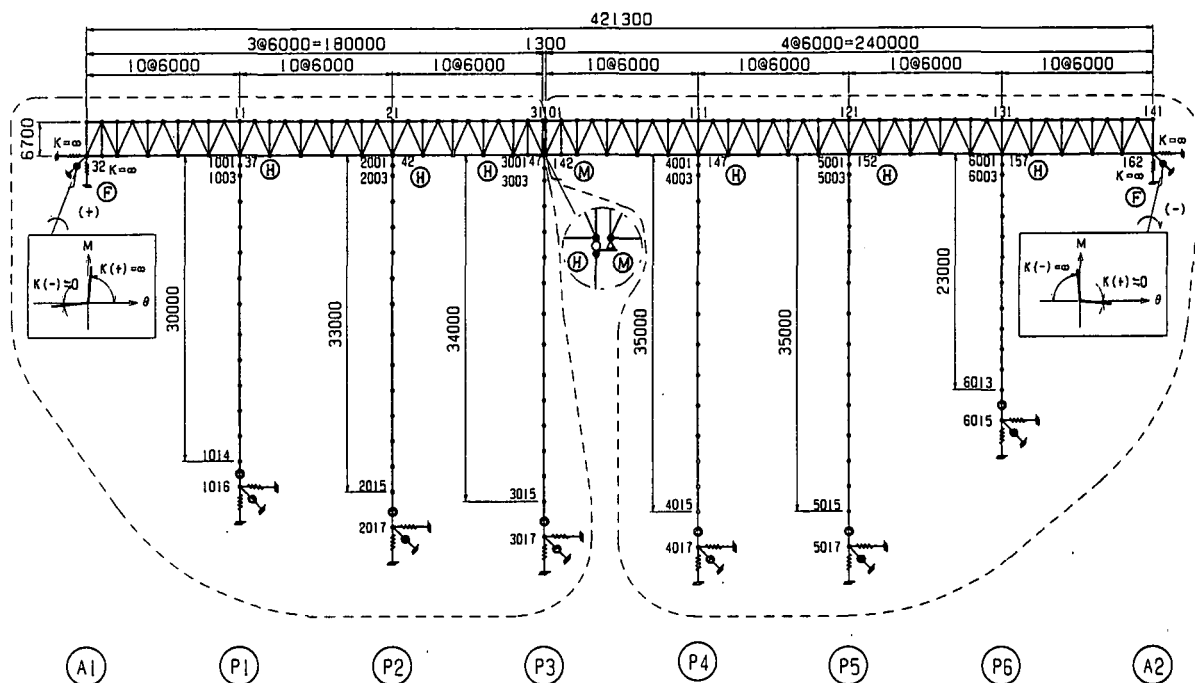


図-3 解析モデル

### 3. 動的解析概要

#### (1) 各部材のモデル化

本橋の橋軸方向振動単位は、図-3の解析モデルにおける破線で囲まれる2つの構造系となる。本解析では、掛違い部に生じる変位によって、桁と桁の衝突や落橋の危険性についても評価する目的で、2つの振動単位を含む橋梁全体系をモデル化した。

#### a) 上部工および支承条件

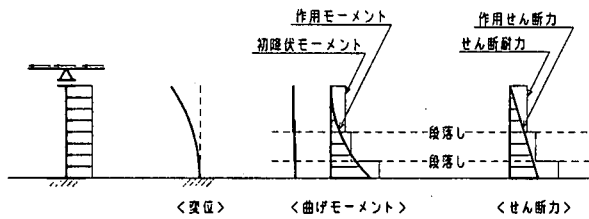
上部工は、主構について個々の部材断面に見合う

表-1 支承部のモデル化

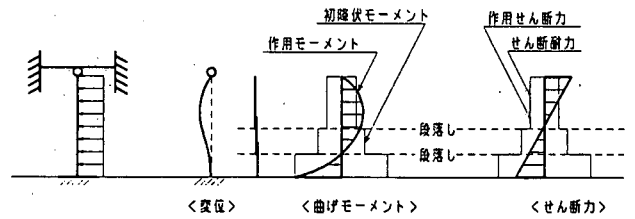
| 下部工No. | A1, A2 | P1, P2<br>P4~P6 | P3掛違い |    |
|--------|--------|-----------------|-------|----|
| 支承条件   | F      | H               | H     | M  |
| 橋軸方向   | 拘束     | 拘束              | 拘束    | 自由 |
| 鉛直方向   | 拘束     | 拘束              | 拘束    | 拘束 |
| 橋軸直角回り | 自由※    | 自由              | 自由    | 自由 |

剛性を持つ梁要素としてモデル化し、上弦材では床版の剛性も考慮した。

支承部の拘束条件は表-1に示すとおりとしたが、

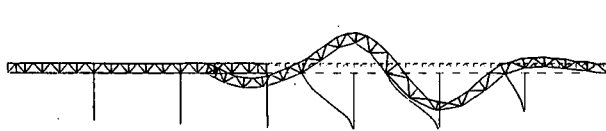


(i) 支承が損傷した場合



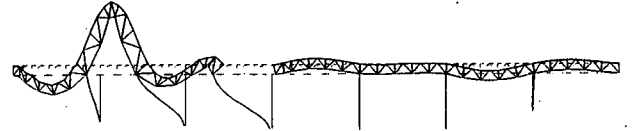
(ii) 支承が損傷しない場合

図-4 フレキシブル橋脚の地震時挙動



(i) 3次モード

$T=0.444$  秒,  $f=2.253\text{Hz}$ , 有効質量比 25%



(ii) 5次モード

$T=0.397$  秒,  $f=2.516\text{Hz}$ , 有効質量比 20%

図-5 橋軸方向卓越モード図

※印の橋台部橋軸直角軸回りの自由度については、ラーメン式橋台のため剛度が高いパラペット側への回転を拘束した。

#### b) 下部工および基礎工

主鉄筋の段落しが行われている既設橋脚では、一般的な支承条件のものであれば、「既設道路橋の耐震補強に関する参考資料」<sup>1)</sup>に示されるように、躯体の安全性照査に先立って損傷断面の判定を行う。

今回対象とするフレキシブル橋脚の破壊形態は、図-4に示すように、地震時における支承部の損傷具合によって異なる。

支承が壊れた場合は、可動橋脚として挙動するため、一般的な損傷断面の判定が可能となる。

一方、支承条件が保たれ天端の変位が拘束される場合は、柱部材の途中でモーメントの反曲点が生じ、通常の損傷断面の判定法を適用することができない挙動となる。柱部材に生じる断面力分布を考えると、柱上方部の段落し位置で曲げ破壊あるいはせん断破壊が生じる可能性がある。

支承が壊れる場合を想定して損傷断面の判定を行った結果、全ての橋脚で段落し部が先行損傷するものとなったため、解析にあたっての前提条件として、大規模地震時にも支承条件は壊れないものとし、段落し部には補強を行った状態を想定するものとした。

橋脚のモデル化では、柱のどの位置が弱点となるか不明なため、塑性ヒンジは設けず全高に非線形特性を考慮し、格点分割も均等とした。なお、フーチング・基礎が一体で、上下線分離の独立2柱式橋脚であるが、上下線対称構造であることから、基礎バ

ネ値を1/2とした単線橋梁としてモデル化している。

橋台については、他のトラス部材や橋脚に比べてはるかに剛性が高いことから、躯体はモデル化せず、支点位置に水平・鉛直バネを設定した。

#### (2) 固有値解析結果

固有値解析はハウスホルダー法を用いて行った。

解析結果を図-5に示すが、本橋では、橋軸方向の地震時応答に大きく寄与する振動モードは、4径間側が主に応答する3次モードと、3径間側が応答する5次モードであることが分かった。

動的解析では、この2つの卓越する振動モードから係数を設定したレーリー減衰を使用した。

#### (3) 動的解析結果

動的解析は、Newmark- $\beta$ 法による直接積分法を用いて行った。

入力地震動は、対象橋梁の地盤種別がⅡ種であり、「道路橋の耐震設計に関する資料」<sup>2)</sup>で示されるⅡ種地盤用の振幅調整波を用いた。

タイプⅠ、タイプⅡ地震動とも標準波3波形の計6ケースの解析を実施したが、応答はタイプⅡ地震動が大きくなったため、ここではタイプⅡの解析結果を報告する。

支承部および橋脚躯体の最大応答値の一覧を表-2に示す。

標準波1(Ⅱ-Ⅱ-1波形)による解析で得られた最大応答図(絶対値表示)および橋脚基部の応答履歴曲線を図-6および図-7に示す。

表-2 動的解析結果(タイプⅡ地震動 最大応答値)

|                  |                        |                            |                            | 絶対最大応答値(タイプⅡ地震動) |          |          |             | 備 考            |          |          |          |          |
|------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------|----------|-------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| 支<br>承<br>部      | 入 力 地 震 動              |                            |                            | Ⅱ-Ⅱ-1            | Ⅱ-Ⅱ-2    | Ⅱ-Ⅱ-3    | 平均          | 1支承あたり水平力(H/2) |          |          |          |          |
|                  | 応答<br>水平<br>力<br>H(tf) | A1                         | (F:固定)                     | 3176.8           | 3208.2   | 3017.8   | 3134.3      | 1567.1 (tf)    |          |          |          |          |
|                  |                        | P1                         | (H:ヒンジ)                    | 311.2            | 344.2    | 315.7    | 323.7       | 161.9 (tf)     |          |          |          |          |
|                  |                        | P2                         | (H:ヒンジ)                    | 478.6            | 505.5    | 489.6    | 491.2       | 245.6 (tf)     |          |          |          |          |
|                  |                        | P3                         | (H:ヒンジ)                    | 843.7            | 854.3    | 750.8    | 816.3       | 408.1 (tf)     |          |          |          |          |
|                  |                        | P4                         | (H:ヒンジ)                    | 599.5            | 651.9    | 643.1    | 631.5       | 315.8 (tf)     |          |          |          |          |
|                  |                        | P5                         | (H:ヒンジ)                    | 656.1            | 676.4    | 560.3    | 631.0       | 315.5 (tf)     |          |          |          |          |
|                  |                        | P6                         | (H:ヒンジ)                    | 221.3            | 253.5    | 229.5    | 234.8       | 117.4 (tf)     |          |          |          |          |
|                  | A2                     | (F:固定)                     | 4202.6                     | 4211.9           | 3993.5   | 4136.0   | 2068.0 (tf) |                |          |          |          |          |
| 橋<br>脚<br>軀<br>体 | 入 力 地 震 動              |                            |                            | Ⅱ-Ⅱ-1            | Ⅱ-Ⅱ-2    | Ⅱ-Ⅱ-3    | 平均          | ひび割れ           | 初降伏      | 終局       |          |          |
|                  | P1                     | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)              | 柱上部 ※1           | 1761.7   | 1947.1   | 1747.0      | 1818.6         | 1661.5   | 4134.3   | 4979.9   |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部※2           | 821.8    | 893.3    | 987.9       | 901.0          | 1836.1   | 4479.2   | 5338.7   |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 2051.7   | 2301.9   | 2186.7      | 2180.1         | 1904.4   | 4596.9   | 5484.6   |          |
|                  |                        | 応答φ<br>(tf・m)              |                            | 柱上部              | 1.196E-4 | 1.715E-4 | 1.154E-4    | 1.355E-4       | 9.148E-5 | 8.481E-4 | 8.954E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部             | 4.525E-5 | 4.919E-5 | 5.439E-5    | 4.961E-5       | 1.011E-4 | 8.713E-4 | 7.826E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 1.440E-4 | 2.105E-4 | 1.799E-4    | 1.782E-4       | 1.049E-4 | 8.856E-4 | 9.428E-3 |          |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 214.2    | 235.6    | 215.8       | 221.9          | せん断      | 822.9    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 369.1    | 417.2    | 359.5       | 381.9          | 耐力 Ps    | 822.9    | (tf)     |          |
|                  |                        | P2                         | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)    | 柱上部      | 2315.0   | 2398.7      | 2366.2         | 2360.0   | 1692.4   | 4747.6   | 5679.4   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 779.9    | 834.5       | 678.7          | 764.4    | 1846.5   | 5046.2   | 5994.2   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 3995.4   | 4063.2      | 4095.7         | 4051.4   | 1983.5   | 5290.7   | 6274.3   |
|                  |                        |                            | 応答φ<br>(tf・m)              |                  | 柱上部      | 2.374E-4 | 2.571E-4    | 2.495E-4       | 2.480E-4 | 9.095E-5 | 8.601E-4 | 8.968E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 4.191E-5 | 4.485E-5    | 3.648E-5       | 4.108E-5 | 9.923E-5 | 8.795E-4 | 7.967E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 5.583E-4 | 5.735E-4    | 5.808E-4       | 5.709E-4 | 1.066E-4 | 9.022E-4 | 9.162E-3 |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 293.1    | 307.5    | 297.7       | 299.4          | せん断      | 837.5    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 493.0    | 469.3    | 478.9       | 480.4          | 耐力 Ps    | 837.5    | (tf)     |          |
|                  | P3                     | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)              | 柱上部              | 3571.2   | 3534.0   | 3296.0      | 3467.1         | 1701.8   | 6598.7   | 7902.9   |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部             | 1176.7   | 1516.0   | 1305.2      | 1332.6         | 1862.9   | 6894.3   | 8216.1   |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 6007.3   | 5953.1   | 5649.2      | 5869.9         | 2041.8   | 7198.6   | 8567.0   |          |
|                  |                        | 応答φ<br>(tf・m)              |                            | 柱上部              | 3.794E-4 | 3.735E-4 | 3.360E-4    | 3.630E-4       | 8.491E-5 | 8.865E-4 | 8.433E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部             | 5.870E-5 | 7.563E-5 | 6.511E-5    | 6.648E-5       | 9.294E-5 | 9.040E-4 | 7.642E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 7.119E-4 | 7.035E-4 | 6.568E-4    | 6.907E-4       | 1.019E-4 | 9.289E-4 | 8.765E-3 |          |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 396.6    | 388.0    | 359.0       | 381.2          | せん断      | 880.9    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 645.3    | 654.5    | 632.1       | 644.0          | 耐力 Ps    | 880.9    | (tf)     |          |
|                  |                        | P4                         | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)    | 柱上部      | 2855.4   | 3236.1      | 3093.1         | 3061.5   | 1796.3   | 6384.1   | 7612.8   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 1142.7   | 932.0       | 671.9          | 915.5    | 1966.8   | 6698.1   | 7942.1   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 5389.3   | 5867.3      | 5501.7         | 5586.1   | 2118.3   | 6953.9   | 8238.0   |
|                  |                        |                            | 応答φ<br>(tf・m)              |                  | 柱上部      | 2.678E-4 | 3.314E-4    | 3.075E-4       | 3.022E-4 | 9.092E-5 | 8.910E-4 | 8.291E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 5.784E-5 | 4.717E-5    | 3.401E-5       | 4.634E-5 | 9.955E-5 | 9.099E-4 | 7.395E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 6.404E-4 | 7.183E-4    | 6.587E-4       | 6.725E-4 | 1.072E-4 | 9.325E-4 | 8.521E-3 |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 355.9    | 404.8    | 379.6       | 380.1          | せん断      | 880.9    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 536.3    | 600.6    | 585.6       | 574.2          | 耐力 Ps    | 880.9    | (tf)     |          |
|                  | P5                     | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)              | 柱上部              | 3321.1   | 3505.3   | 2812.0      | 3212.8         | 1613.1   | 4776.7   | 5723.8   |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部             | 1034.9   | 892.9    | 824.1       | 917.3          | 1824.8   | 5187.2   | 6161.9   |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 5509.7   | 5759.6   | 4733.2      | 5334.1         | 1972.0   | 5450.4   | 6462.8   |          |
|                  |                        | 応答φ<br>(tf・m)              |                            | 柱上部              | 4.748E-4 | 5.167E-4 | 3.589E-4    | 4.501E-4       | 8.600E-5 | 8.526E-4 | 9.562E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 反曲点部             | 5.517E-5 | 4.760E-5 | 4.393E-5    | 4.890E-5       | 9.728E-5 | 8.790E-4 | 8.168E-3 |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 8.655E-4 | 9.192E-4 | 6.986E-4    | 8.278E-4       | 1.051E-4 | 9.027E-4 | 9.309E-3 |          |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 476.7    | 442.7    | 350.0       | 423.1          | せん断      | 842.4    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 600.4    | 627.8    | 514.0       | 580.7          | 耐力 Ps    | 842.4    | (tf)     |          |
|                  |                        | P6                         | 曲<br>げ<br>に<br>対<br>し<br>て | 応答<br>M(tf・m)    | 柱上部      | 1459.0   | 1280.5      | 1190.6         | 1310.0   | 1713.7   | 5135.2   | 6066.6   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 1748.3   | 1481.3      | 1950.0         | 1726.5   | 1807.6   | 5316.5   | 6258.7   |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 2594.2   | 2605.2      | 2621.8         | 2607.1   | 1889.8   | 5458.5   | 6432.0   |
|                  |                        |                            | 応答φ<br>(tf・m)              |                  | 柱上部      | 7.712E-5 | 6.768E-5    | 6.293E-5       | 6.924E-5 | 9.058E-5 | 8.655E-4 | 9.319E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 反曲点部     | 9.242E-5 | 7.830E-5    | 1.255E-4       | 9.874E-5 | 9.555E-5 | 8.770E-4 | 8.658E-3 |
|                  |                        |                            |                            |                  | 柱基部      | 2.474E-4 | 2.498E-4    | 2.532E-4       | 2.501E-4 | 9.989E-5 | 8.923E-4 | 1.026E-2 |
|                  |                        | 応答せん<br>断力 S(tf)           |                            | 梁付け根             | 164.7    | 155.4    | 142.8       | 154.3          | せん断      | 844.9    | (tf)     |          |
|                  |                        |                            |                            | 柱基部              | 280.3    | 360.0    | 322.4       | 320.9          | 耐力 Ps    | 844.9    | (tf)     |          |

※1 : 柱上部とは、基部から柱高の約2/3付近を示す。(図-6参照:基部以外での最大応答が生じる部材)

※2 : 反曲点部とは、同約1/3付近を示す。(最も応答が小さくなる部材)

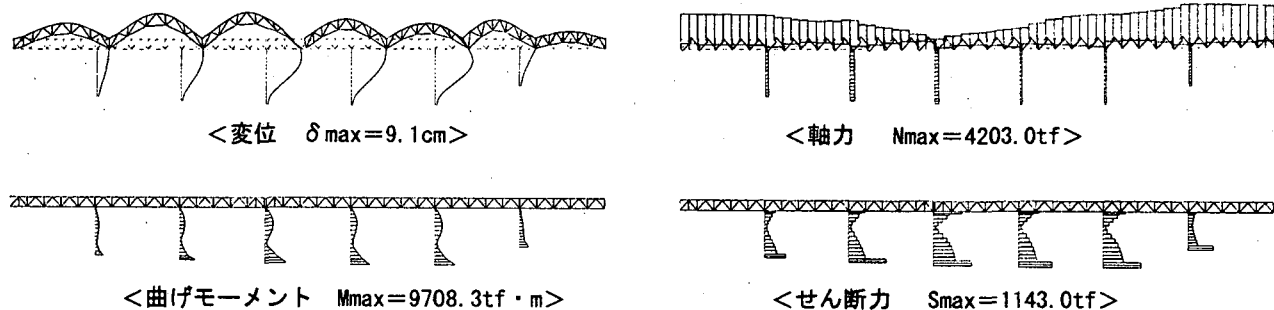


図-6 最大応答図 (II-II-1 波形：絶対値表示)

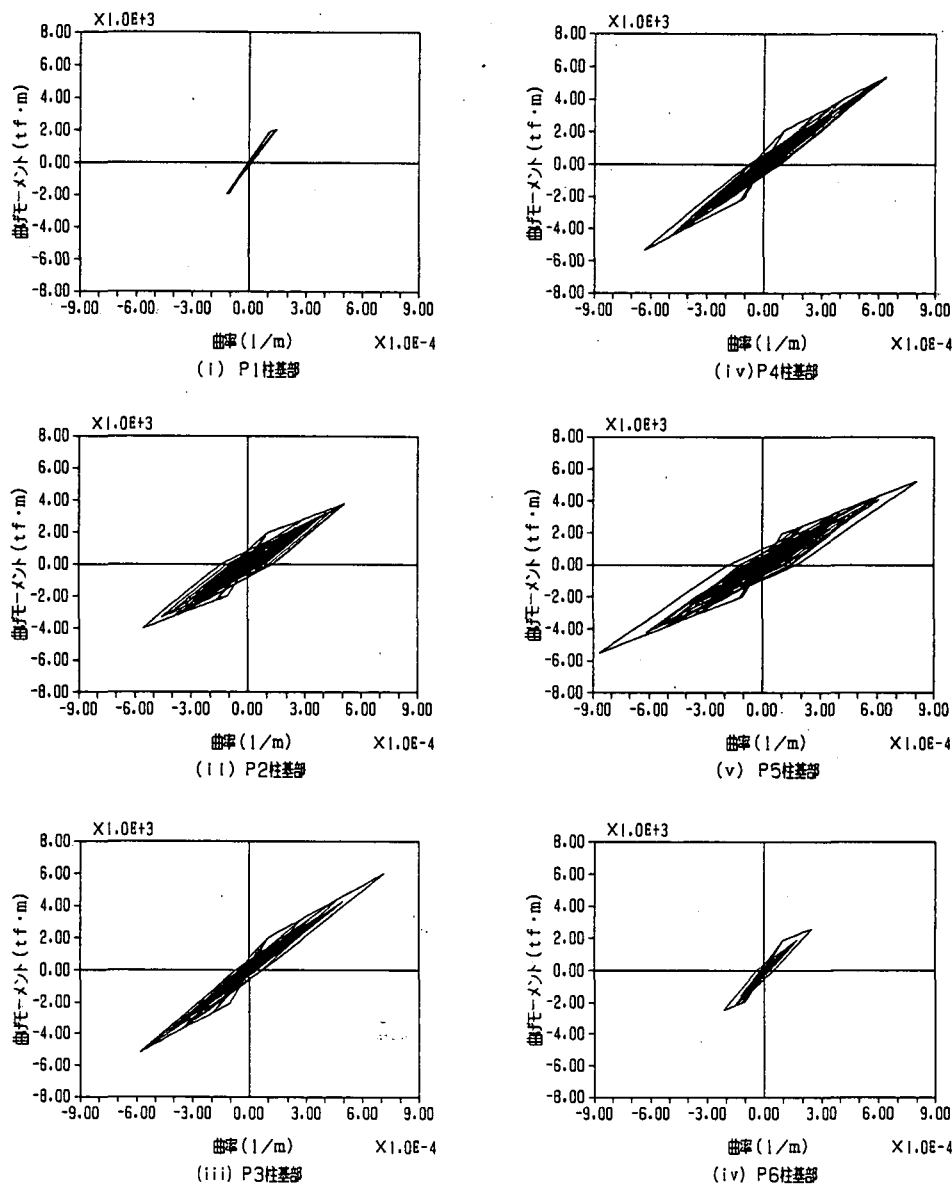
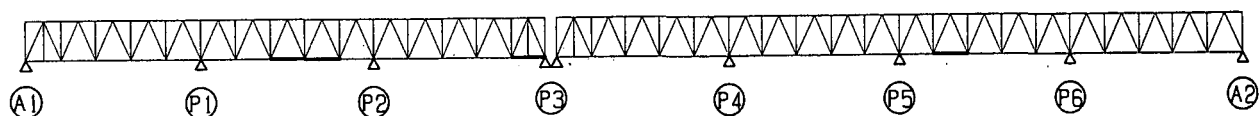


図-7 各橋脚柱基部の応答履歴曲線 (II-II-1 波形)

図-6の最大モーメント図では、躯体に生じる最大応答は柱基部ではあるものの、特にP1など柱基部と比較して柱上方部においても比較的大きな応答が生じていることがわかる。

また、図-7では橋脚高の低いP1、P6の応答が、他の高橋脚と比べて非常に小さくなっている。

これは、通常の支承条件であれば、構造高が低く剛性が高い橋脚ほど上部構造の慣性力分担率が大きくなるため地震時応答も大きくなるのに対し、フレキシブル橋脚では上部構造慣性力が橋脚には作用せず、躯体重量に起因する水平力のみが作用するという挙動を表現できた結果を示すものと言える。



<下弦材軸力分布>



図-8 上部工照査結果 (3 波形平均応答)

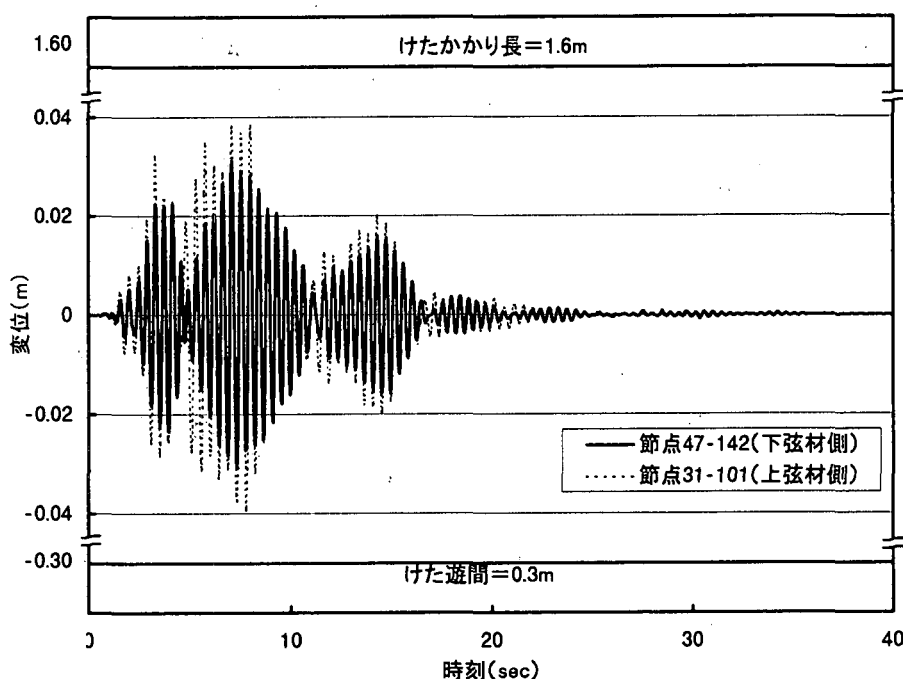


図-9 掛違い部における相対変位 (3 波形平均応答)

#### 4. 耐震性能照査結果

##### (1) 上部工の照査

トラス部材については、最大応答軸力によって発生する軸方向圧縮応力度が、地震時の割増しを行った各部材の許容応力度以下であるかを照査した。

当初、橋台部支承の橋軸直角軸回りの回転を完全自由として解析したが、この場合、特に両端部に近くなる下弦材では作用する軸圧縮力が極端に大きくなって、大幅に許容値を満足しない結果となった。

今回のように高さを有するトラス部材として上部工をモデル化する場合、橋台部のけたの回転は、ラーメン式橋台で剛性が大きいパラペット側への動きが拘束されるため、大きな圧縮力は上弦材に作用すると考えられる。その挙動を非線形回転バネでモデ

ル化した結果、図-6 で示した最大軸力図で明らかのように、端部になるほど上弦材に大きな軸力が作用することとなった。

上弦材については、床版部材を考慮することで生じる応力度に問題は無く、斜材および鉛直材では応答軸力が小さいため生じる応力度は許容値を満足した。ただし、下弦材については、図-8 に太線で示す部材において、若干ではあるが許容値を満足しなかったため、このようなケースでは何らかの補強を考慮することが必要である。

掛違い橋脚部に生じる 2 連の桁の相対変位について、遊間およびけたかかり長との関係を照査したところ、図-9 のように変位量は小さく、桁と桁が衝突したり、逆に離れることで落橋するなどの危険性はないことが判明した。

表-3 支承の照査結果 (3 波形平均応答)

| 下部工No. | 支承の種類    | 応答水平力<br>Hmax(tf) | 設計時水平<br>力 Hd(tf) | $\frac{Hmax}{Hd}$ |
|--------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A1 (F) | せん断型ピン支承 | 1567.1            | 513.0             | 3.1               |
| P1 (H) | 支圧型ピン支承  | 161.9             | 92.3              | 1.8               |
| P2 (H) | 支圧型ピン支承  | 245.6             | 92.3              | 2.7               |
| P3 (H) | 支圧型ピン支承  | 408.1             | 96.9              | 4.2               |
| P4 (H) | 支圧型ピン支承  | 315.8             | 92.3              | 3.4               |
| P5 (H) | 支圧型ピン支承  | 315.5             | 76.8              | 4.1               |
| P6 (H) | 支圧型ピン支承  | 117.4             | 92.3              | 1.3               |
| A2 (F) | せん断型ピン支承 | 2068.0            | 513.0             | 4.0               |

## (2) 支承部の照査

支承部については、解析で考慮する大規模地震時にもその支承条件が保たれていると仮定としたが、支承に作用する応答水平力と設計時水平力とを比較した結果、表-3 に示すように、フレキシブル構造の命綱とも言える橋台固定部も含め、すべての支承において応答値が設計値を大幅に上回っており、補強方法の検討が必要である。

## (3) 橋脚の照査

橋脚については、表-2 の解析結果一覧表で示したように、曲げモーメントの応答は全ての部材で初降伏点まで至っておらず、せん断力についても耐力以下で安全性に問題無い結果となった。

解析の条件として、段落し部には補強することを想定したが、曲げモーメントの応答が全ての部材で初降伏点以下であることに注目すると、段落しがある状態での解析においても同様の結果となれば、想定する地震規模においては段落し部が損傷することではなく、補強しなくてもよいことになる。

段落し断面を考慮したモデルで解析を実施したところ、同様に段落し部も含めて全ての部材が初降伏に達しない結果となった。

したがって、本橋では設計段階のフレキシブル構造としての条件が保たれれば、段落し部についても耐震上問題無いと判断でき、橋脚躯体については補強の必要性がないものと判明した。

## 5. まとめ

本検討では、フレキシブル高橋脚を有する鋼長大トラス橋について、今後耐震補強を実施していく必要性を考え、特殊性がある橋軸方向における地震時挙動や耐震上の問題点を明らかにすることを目的として動的解析を実施した。

解析では、想定する大規模地震時にも支承条件が変わらないように支承部全てを補強するものとし、

設計段階で考えているフレキシブル構造として挙動することを前提条件とした結果、橋脚躯体については段落し部を含めて補強の必要がなく、上部工についても下弦材の一部について軽微な補強を実施すれば、掛違い部の挙動も含め、橋梁全体系の耐震性が満足されることを確認した。

トラスという上部工形式から、杓座に空間的な制約が少ないことを考えると、構造高の高い橋脚の一般的な耐震補強は不合理である。

フレキシブル橋脚を有する橋梁の耐震補強では、橋脚躯体の耐震性向上に着目するのではなく、構造全体の弱点であり、また命綱とも言える支承部の補強を実施すべきである。

今後の課題としては、支承部の具体的な補強工法の検討を行うとともに、他の同形式橋梁を対象とした解析を実施し、今回得られた結果の妥当性の確認と検証を行うことを考えている。

## 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：既設道路橋の耐震補強に関する参考資料，1997. 8
- 2) (社)日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料，1997. 3