

## 生名橋のRC主塔の設計

株式会社 長大 正会員 ○田中 剛

愛媛県今治土木事務所 非会員 岡村 英樹・非会員 岡本 光晴

### 1. 目的

生名橋は、延長約 6.1km の愛媛県の一般県道岩城弓削線において、上島町内の岩城島・生名島・佐島・弓削島を 3 橋で結ぶ上島架橋事業の内、平成 8 年に開通した弓削大橋に続く 2 番目の橋梁で、生名島と佐島の離島間を橋長 515m で結ぶ、中央径間の一部に鋼桁を用いた鋼・コンクリート混合斜張橋である。(図-1) 本橋の構造は、長大橋梁におけるコスト削減を目指し、詳細設計において、愛媛県が開催した上島架橋技術検討委員会などの中で、大幅な建設コスト削減を達成している。

本稿は、種々の検討の中でもコスト削減効果が高い RC 塔の採用に寄与した、塔水平材の設計手法について報告を行う。

### 2. RC塔計画概要と塔水平材の役割

本橋は、良好な支持地盤(風化花崗岩)に計画されるため、鋼製主塔による基礎規模の縮小よりも RC 塔の採用による材料コスト、LCC の削減幅が大きいいため、RC 塔(H=60m)の採用を行っている。以下に、計画概要を示す。

(1) 塔形状は、狭い道路幅員(1.5車線)に対して橋面積の増加を避けるため2面吊り構造を採用した。また、直角方向地震時に塔基部に大きな引張り軸力が発生するA型形状や逆Y型形状を避け、H型形状を採用した。

(2) 塔柱の要求性能は、供用性、修復性の確保から、大規模地震時に弾性領域内に留まる計画としたが、必要最小断面で塔柱の構造を成立させるためには、地震時の塔自重による断面力を抑制する必要がある。

(3) 斜材定着構造は、約25%の塔自重の軽減が図れる中空断面を採用した。斜材張力によって塔断面に発生する引張り力に対しては、PC鋼材を配置した「セパレート型」の定着構造を採用した。なお、本構造の安全性は、3次元ソリッド要素を用いたFEM解析により、発生応力度がコンクリートの許容引張り応力度以下であることを検証した。

(4) 水平材は、橋軸直角方向の地震時のみ断面力が発生する部材であり、それ以外の荷重条件では水平材を必要としない構造であった。また、地震時に水平材の塑性化を許容することで、主塔は必要最小断面寸法で計画することが可能であった。図-2に水平材の塑性化による塔柱への発生断面力の抑制効果を示す。

### 3. 水平材の設計

水平材の設計に対する課題事項を以下に示す。

(1) 塔柱の断面力抑制部材として活用するためには、曲げ破壊が先行する破壊形態とする必要がある。

(2) 水平材の許容塑性率は、RC部材の強軸方向に塑性化させた既往の実験結果の不足から、既往試験の参照だけでは適切に設定することが困難である。

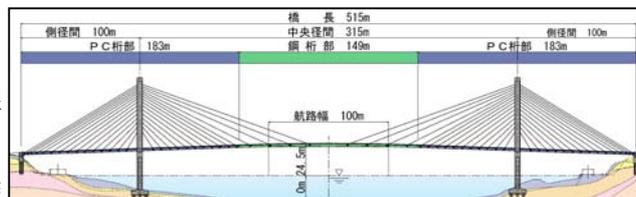


図-1 生名橋諸元

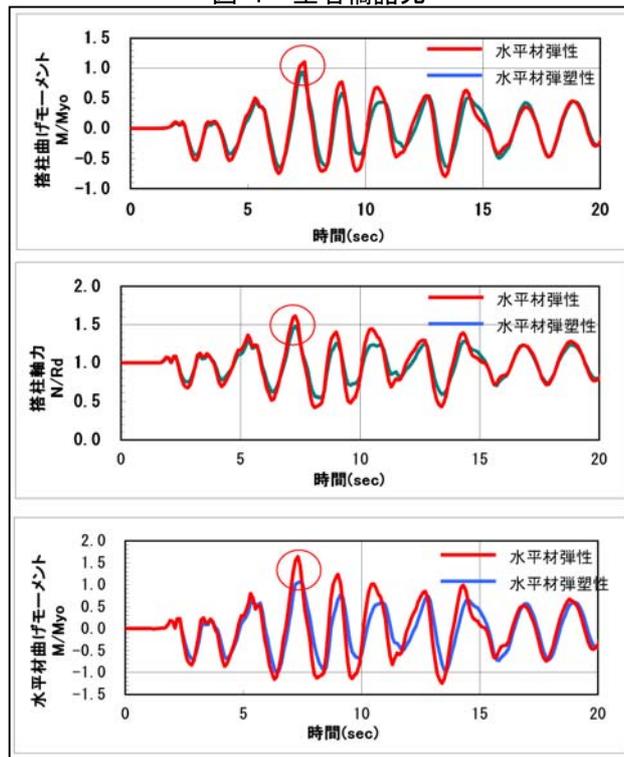


図-2 水平材の塑性化による断面力抑制効果

キーワード 混合斜張橋, RC主塔, FEM解析

連絡先 〒550-0013 大阪府大阪市西区新町2丁目20番6号 (株)長大 TEL06-6541-5795

- (3) 水平材の塑性化が搭柱の損傷原因とならないことを検証する必要がある。
- (4) 許容塑性率は、通行車両の安全性からかぶりコンクリートの剥落等を生じさせない値とする必要がある。  
以上の設計課題に対して、水平材をモデル化した弾塑性微小変位モデルによる非線形FEM解析を行った。  
(解析ツール：WCOMD：平面シェル要素) 解析結果を以下に示す。

- (1) FEM 解析結果は、 $3\delta y$  時に最大水平力 9,405kN を示し、梁理論で求めた保有水平耐力  $P_y=7,500\text{kN}$  を上回った。また、最大水平力以降の耐力低下勾配は緩やかであった。
- (2) 図-3 に示す荷重載荷段階ごとのひび割れパターンは、 $2\delta y$  まではせん断ひび割れが卓越するが、その後のせん断ひび割れの進展は確認されず、 $3\delta y$  以降はハンチ上部に水平方向の曲げひび割れが進展した。
- (3) (1), (2)の結果から、水平材の破壊形態は、曲げ破壊であることが確認できた。
- (4) かぶりコンクリートの剥離は、圧縮側鉄筋位置のひずみが降伏ひずみに達する点とした。図-4 に示す結果から、圧縮側の鉄筋位置で降伏ひずみに達するのは  $4.5\delta y$  以上であり、 $3\delta y$  以下では降伏ひずみに対して 30%以下であった。そのため、水平材の安全性を確保できる許容塑性率として、 $3\delta y$  を設定した。
- (5) 図-5 は、主鉄筋位置における引張りひずみ分布を降伏ひずみで正規化した値と、荷重変化との関係を示す。水平材の引張りひずみは、水平材と搭柱の接合部では大きくなり、ハンチ上部で進展する結果となった。よって、水平材の塑性化を許容した場合でも、水平材の定着鉄筋が搭柱断面に与える影響は小さいと判断した。さらに、 $3\delta y$  時におけるハンチ上部の鉄筋の伸びは 1%程度であり、許容塑性率  $3\delta y$  はハンチ上部においても十分な安全性を確保していると判断した。

以上の結果から、本橋のRC搭は、水平材の塑性化を主搭断面力の抑制部材として設計することで、斜材定着等による必要最小断面での主搭計画を実現した。

4. あとがき

生名橋は、愛媛県が発注し、株式会社長大にて詳細設計を実施した橋梁である。本橋は、その計画、設計段階において、長大橋梁のコスト縮減を目的として、愛媛県が開催する上島架橋技術検討委員会において様々な構造的な検討が行われ、本年2月に供用した。

本稿では、その中の1例として、搭水平材に関する設計事例を示したが、種々の検討において、同委員会の大賀委員長、その他委員会委員の方には細部に渡りご指導とご助言を頂きました。ここに、深く感謝の意を表します。

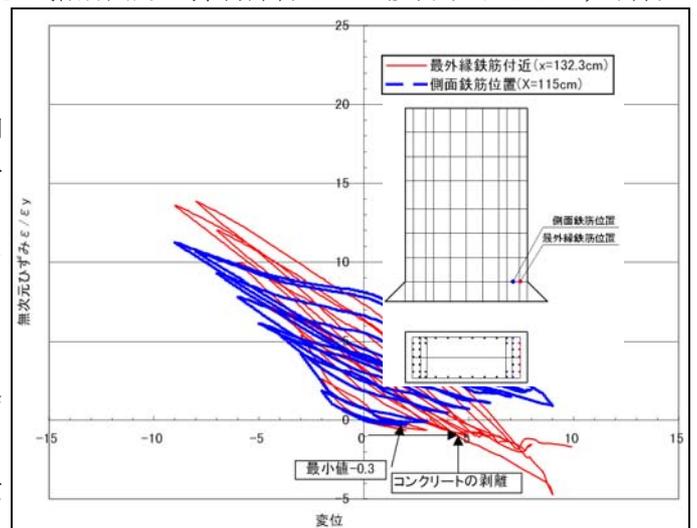


図-4 主鉄筋位置における鉛直ひずみと荷重の関係

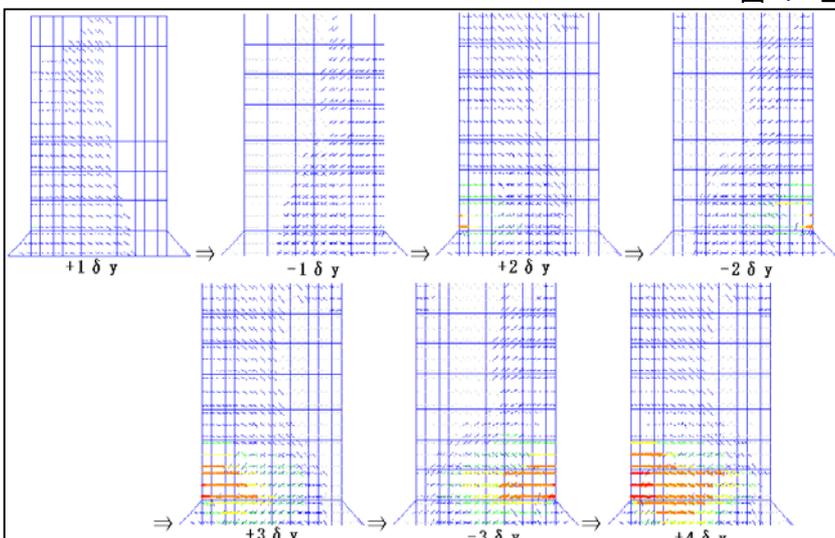


図-3 変形図

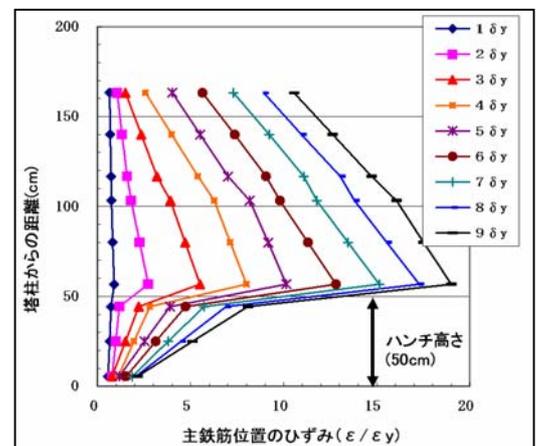


図-5 主鉄筋位置における引張りひずみ分布