

## PC 鋼材を利用した RC 中空断面に対する斜材定着方法の設計例

株式会社 長大 正会員 ○田中 剛  
株式会社 長大 正会員 鍋島 信幸

株式会社 長大 織田 敏彰  
愛媛県 河本 卓朗

## 1. はじめに

岩城橋は、図-1、図-2 に示すように愛媛県上島町の生名島と岩城島を結ぶ、中央径間 475m、橋長 735m の 5 径間連続鋼・コンクリート混合斜張橋である。

本稿では、斜張橋の RC 主塔に対して、経済性に優れた合理的な斜材定着構造に関する計画・設計手法の一例を紹介する。

## 2. 主塔斜材定着部に求める要求性能

岩城橋の主塔は、高さ 130m 超の巨大な RC 主塔であるが、大規模地震時に発生する断面力を抑制するため中空断面を採用し、自重の軽減を図っている。

中空断面に対する斜材定着方法にはいくつかの構造が考えられるが、岩城橋の主塔は、中空断面の壁に斜材を定着し、斜材の引張力に対して PC 鋼材で補強する構造を採用している。

この構造は、近隣の生名橋でも採用された構造であるが、現時点では国内での実績は少なく、構造安全性を確実なものとするためには、いくつかの課題を解決する必要があった。行った検証項目、課題を以下に示す。

- ①斜材定着部に対する力の流れの検証
- ②引張力に対する補強材として使用する PC 鋼材による設計プレストレス量の設定
- ③斜材定着部の限界状態の設定方法

## 3. 斜材定着部の力の流れの検証

斜材に張力が作用した時の定着部への荷重伝達方法を検証した。一般的な設計方法として、簡易法を用いる場合は、斜材張力を水平方向に分力として考え、壁厚の薄くなる水平面で応力照査を行う方法、斜材張力をそ

のまま作用方向のコンクリート抵抗面で考慮した設計方法の 2 通りが考えられる。岩城橋では、両者による設計を行った上で、図-3 に示すように、主塔斜材定着部をモデル化した FEM 解析を行い、斜材張力の伝達(広がり)経路を主応力分布として求め、安全性を検証した。

解析結果から、力の流れはおおむね水平分力方向と斜材定着方向の両者を包括する広がりとなった。これは、斜材定着部の突起の形状にも起因し、水平分力上部方向の壁厚の薄い部分の変形による力の流れと考えられる。設計で想定した分布幅よりも広がる方向となることは、部材応力的には有利に働く結果となるが、一方で、各段の斜材定着部は十分な離隔を必要とする結果となった。

## 4. 設計プレストレス量の設定

斜材定着部の設計は、定着壁と側壁に作用する断面力に対して必要なプレストレス量を求めるストラット・タイモデルを用いた。

一方で、壁断面に導入されたプレストレス力が目標とする断面方向に 100%作用するとは限らないと考え、図-4 に示すモデルから、目標断面に対するプレストレス力の算定を行った。プレストレス量は壁厚に対する PC 鋼材配置位置により伝達経路による減少量が定まったため、設計にこの値(低減)を考慮した。

## 5. 斜材張力の限界値の設定

斜材定着部は、斜張橋の安全性に重要な部位であり、想定外

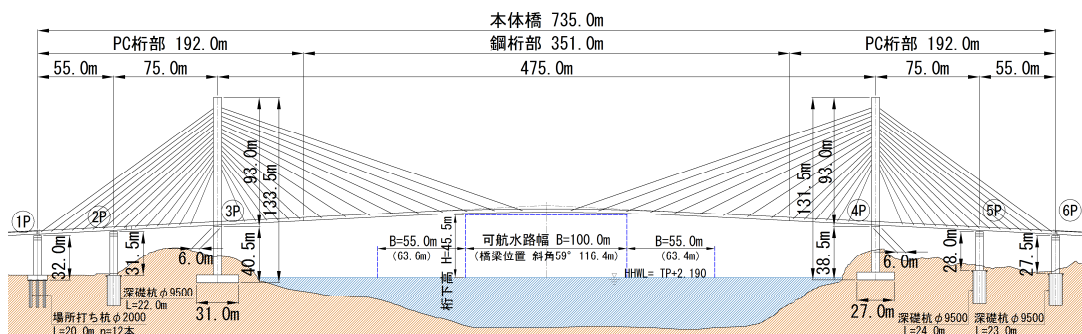


図-1 側面図

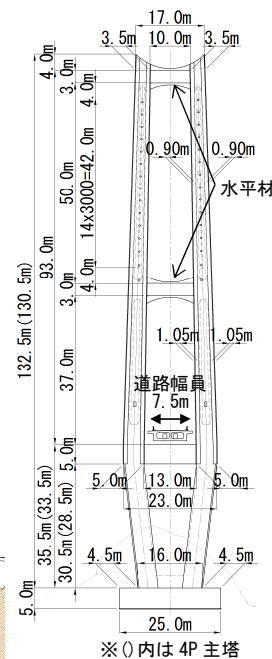


図-2 主塔正面図

キーワード 斜張橋, RC 主塔, 斜材定着構造, 中空断面, 合理的設計手法

連絡先 〒550-0013 大阪市西区新町 2 丁目 20-6 TEL 06-6541-5795 FAX 06-6541-5486

の力に対して、斜材定着部に求められる限界状態を設定し、構造安全性を確保した。

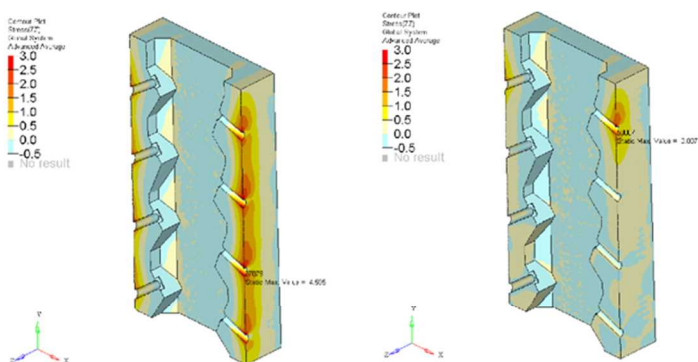
斜材に求める限界状態は、橋全体の安全性から定めた。岩城橋では、大規模地震力で橋の諸元が決定されており、橋軸方向に想定以上の地震力が作用すると、最初に主塔橋脚基部が降伏する設計とした。よって、斜材定着部の設計荷重は、動的解析で求めた斜材張力比率を用いて主塔橋脚基部が降伏する水平荷重を求め、この分力に対して斜材定着部が健全であることを設計上の限界状態とした。

表-1 に作用荷重と設計荷重との対比を示す。

## 6. 解析結果の妥当性の検証

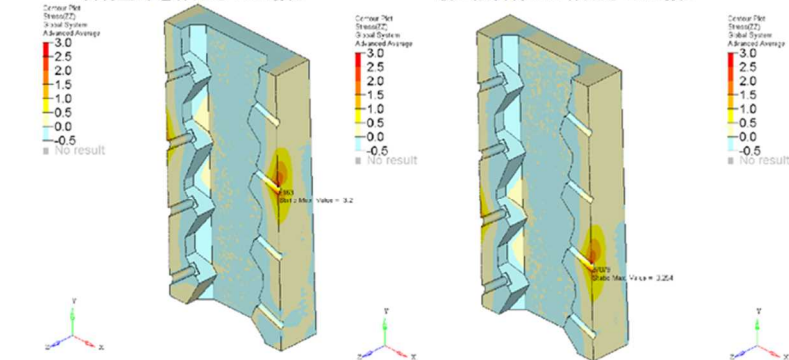
以上のことを考慮し、簡易法で設計した斜材定着部と定着断面に対して、3次元 FEM 解析で結果の妥当性と設計プレストレス力の補正を行った。FEM 解析のもう一つの目的として、各段の斜材ケーブル力によって発生する部材応力度が、各段の斜材で独立性が確保されていることを確認した。

図-5 に解析結果を示す。全斜材を同時に作用させた場合に定着部に発生する応力度と各段の斜材張力を単独で作用させた場合の応力度の比較から、定着間隔は互いの斜材張力に対して独立性を確保できていることが確認できた。



斜材全部を作用させた場合

最上段斜材のみ作用させた場合



2 段目の斜材を作用させた場合

3 段目の斜材を作用させた場合

4 段目の斜材を作用させた場合

図-5 FEM 解析による設計の妥当性の検証結果

## 7. まとめ

国内事例の少ない中空断面の RC 主塔に対して、PC 鋼材で補強した斜材定着構造に対する設計事例を紹介した。なお、本報告で行った斜材定着構造は、設計後に実施した実証実験により、設計荷重に対する十分な安全性を確認できた。

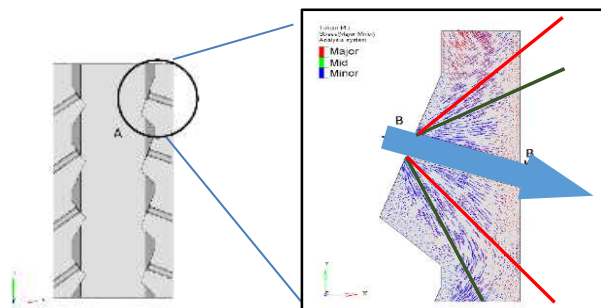


図-3 斜材張力分布

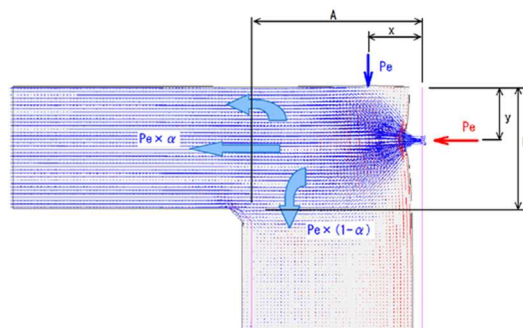


図-4 プレストレスの伝達経路

表-1 作用荷重と設計荷重の対比

|         |           | 斜 材 張 力 (最大引張力)  |                               |      |
|---------|-----------|------------------|-------------------------------|------|
|         |           | 耐震設計で<br>用いる地震荷重 | 主塔橋脚基部が<br>初降伏状態となる<br>時の地震荷重 | 比 率  |
| 側径間側    | 最上段 (kN)  | 4088             | 4129                          | 1.01 |
|         | 2 段目 (kN) | 3720             | 3757                          | 1.01 |
|         | 3 段目 (kN) | 3390             | 3424                          | 1.01 |
|         | 4 段目 (kN) | 2400             | 2424                          | 1.01 |
| 中央径間側   | 4 段目 (kN) | 2753             | 2781                          | 1.01 |
|         | 3 段目 (kN) | 2760             | 2788                          | 1.01 |
|         | 2 段目 (kN) | 2995             | 3025                          | 1.01 |
|         | 最上段 (kN)  | 3420             | 3454                          | 1.01 |
| 合計 (kN) |           | 25526            | 25782                         | 1.01 |

|      | 一括載荷  | 第14段<br>単ケース | 第14段<br>単ケース | 第13段<br>単ケース | 第12段<br>単ケース |
|------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 最上段  | 1,000 | 0.882        |              |              |              |
| 第14段 | 1,000 |              | 0.736        |              |              |
| 第13段 | 1,000 |              |              | 0.785        |              |
| 第12段 | 1,000 |              |              |              | 0.961        |