

## 斜張橋のペンデル支承損傷における原因と改良について

首都高速道路公団	正会員	田中 芳和
首都高速道路公団	正会員	時田 英夫
首都高速道路公団	正会員	今井 正智
首都高速道路公団		寺島 善宏
横河工事株式会社		小林 一雄

### 1. はじめに

小松川橋梁は昭和46年3月供用であり首都高速7号小松川線の荒川放水路渡河部に架る3径間連続1面吊斜張橋で桁は鋼床版、橋脚はRC構造である。本橋では、端支点に死荷重時において負反力（上揚力）が作用しており、これに抵抗するため、ペンデル支承を用いている。ペンデル支承は片側の端部橋脚に各2個設置されており、RC橋脚天端を箱抜きすることにより、桁とRC橋脚を連結し上揚力に抵抗している。構造としては、引張材（アイバー）と下部定着金具、桁をそれぞれピンで連結し、アイバーには軸力のみが作用する設計となっている。

### 2. 損傷状況について

公団では1年に1回定期点検を実施し、ペンデル支承の点検は目視によるき裂、変形の有無の観察およびアンカーボルトの打音検査を行っている。今回の点検では図-1に示すようにアンカーボルト全本数16本のうち1本が破断、3本に異状音が確認された。アンカーボルト全数に対する超音波探傷検査を実施した結果、破断したボルトの他に5本のボルトにき裂があることが判明した。アンカ-ボルトの破断した状況を写真-1に示す。

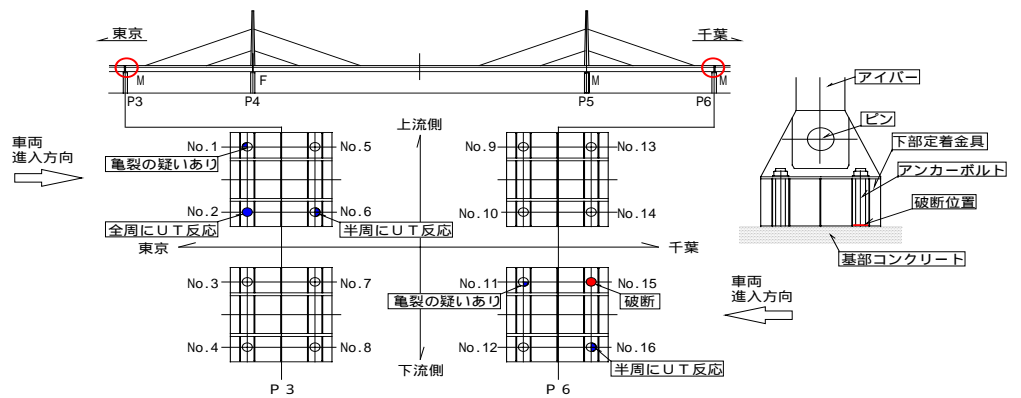


図 - 1 アンカーボルト損傷状況及び位置図

アンカーボルトはコンクリートとの境界位置で破断もしくはき裂が発生しており図-1に示すようにアンカーボルトの損傷は、すべて車の進入側のペンデル支承で発生していることが特徴である。破断したアンカ-ボルトの断面は1/3程度に疲労破面特有の滑らかな筋状の模様が現れており、疲労によりき裂が発生、進展し、最終的にぜい性破壊したと考える。



写真 - 1 アンカーボルト破断状況

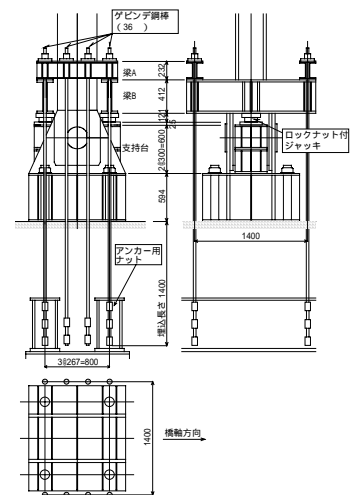


図 - 2 応急対策状況図

### 3. 応急対策について

応急対策としては、図-2に示すようにアンカーボルトに異常が発見された車両進入側のペンデル支承に対して、8本のゲビンデ鋼棒を橋脚内部に埋め込み、油圧ジャッキを用いて下部定着金具を押し付けて固定する構造とした。全面交通止めはせずにペンデル支承上の1車線のみを規制することにより、破断の発見から1週間で応急対策を実施した。

キ-ワ-ド：斜張橋 アンカ-ボルト 支承 PCケ-ブル

首都高速道路公団（東京都中央区日本橋箱崎町 43-5 TEL03-5640-4867 FAX03-5640-4882）

4. 損傷原因について

損傷の原因については現地における応力及び応力頻度測定、主桁・ペンデル支承の変位計測、過去の交通状況の分析により下記の3点にまとめる。

小松川橋梁のアンカーボルトの損傷は長期間に渡り、繰り返し車両重量の大きい大型車両が多数通行していたことによる疲労損傷と考える。

車両進入側のアンカーボルトには、車両が伸縮継手を通過する時の衝撃力がペンデル支承に繰り返し作用することにより、下部定着金具と接しているコンクリートの磨耗、アンカーボルトのナットのゆるみなどが生じ、下部定着金具とコンクリートの間に作用していた部材間圧縮力の一部が開放され、アンカーボルトに大きな変動応力が作用するようになり破断に至ったと考える。

ペンデル支承の両端のピンが車両通行時にはほとんど回転しておらず、アンカーボルトにも設計上の軸力に加え、曲げモーメントによる応力が作用したことも疲労損傷を助長した要因と考える。

5. 改良構造設計について

表 - 1 改良前後構造における荷重支持方法について

	改良前構造	改良後構造
		ペンデル支承
負反力	正・負反力(軸力)をアイバ - にて負担	PC ケ - ブルにプレストレスを導入し負反力は生じない
正反力		BP-B 支承により負担
水平力	ピンの回転により負担	PC ケ - ブルの変形と BP-B 支承変位により負担

構造の改良に際し表 - 1 に荷重支持の考え方を示すとおり、ペンデル支承構造では今回の損傷原因と同様のヒンジ部ピン構造の回転機能の低下によりアイバ - を介してアンカ - ボルトに曲げ応力が生じる恐れがある。そのため負反力をどのような構造にて保持するか検討し、PC ケ - ブル1本当りにプレストレスを941kN導入すること

により負反力の発生を抑え支承が常に正反力の荷重を負担する構造とした。改良した構造を図 - 3 に示す。既設のペンデル支承は、PC ケ - ブルと BP-B 支承設置後に撤去をした。

5.1 PCケーブルの設計

使用したPCケ - ブルは7本のより線のPC鋼線を19本束ねた多重PC鋼線を1箇所4本、合計4箇所に16本を橋脚に孔をあけて橋脚内部の既設箱抜き部に鋼製ブラケットにて設置した。PCケーブルの活荷重及び温度変化に伴う応力変動に対する疲労耐久性の照査について直応力を受けるケ - ブル本体(ロ - プ)のK2等級にて照査を行い疲労強度が十分確保されることを確認した。

5.2 支承の設計

支承については各橋脚に2個、設計反力は5,104kNでありレベル2地震時に対して耐震性能を満足し、また設置スペースが狭いためにBP-B支承を使用することとした。

6. 施工について

PC ケ - ブルに導入するプレストレスは既設ペンデル支承切断時に桁の跳ね上がりを抑えるために切断前後の2段階に分けて行い1次緊張ではPCケ - ブル1本に191kN、2次緊張では941kNのプレストレスを導入し施工した。

7. まとめ

社会資本の老朽化に伴い点検業務における質と効率、補修技術の蓄積及び共有することが重要になってきている。

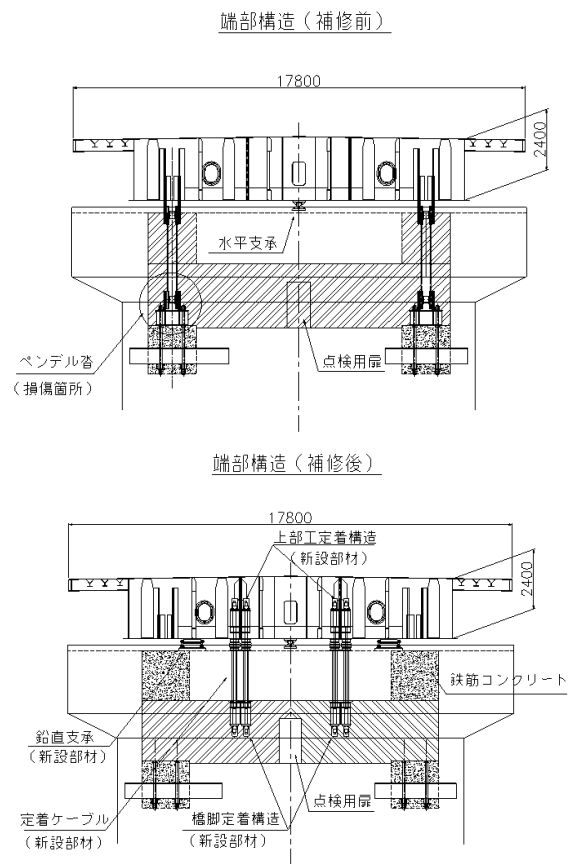


図 - 3 改良構造図