

# 鳴子発電所取水口PC桁の健全性評価について

東北電力(株)仙台技術センター 正会員 中山 大輔  
東北電力(株)仙台技術センター 正会員 山形 宏文  
東北電力(株)森吉発電所建設所 法人会員 天野 修一

## 1.はじめに

対象構造物は鳴子発電所取水口の点検橋ならびに鋼製ゲートを収納するための単純ポストテンションT桁橋である(昭和31年竣工,橋長23.5m)。写真-1に示すようにPC鋼材の配置に沿って主桁下フランジ面及び側面に遊離石灰が確認され,かつ大きなひび割れも確認されたため,劣化が進行していると考えられたことから,今後の維持管理を行う上で以下の問題が懸念された。

PC桁としての機能性の低下

主要材料であるPC鋼材の健全性低下

(導入されているプレストレス量の低下)

そこで今回,既設の鋼製ゲート挿入用ガントリークレーンに定量荷重を載荷し各横桁上に移動させ,その時のPC桁歪み測定を行い,実際の応力レベルを把握すると同時に,建設当時の設計レベルを再現・比較することにより本橋梁の健全性を推定することとした。なお対象構造物は2本のPC桁(G1,G2)を横桁で荷重分配させた単純な骨組構造のため,設計レベルの復元は平面フレーム解析にて実施することとした。



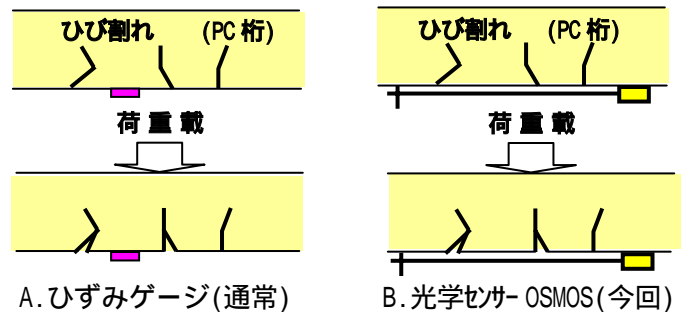
写真-1 主桁側面PC鋼材配置位置に沿った遊離石灰発生

## 2.光ファイバーによる歪み計測

歪み計測のポイントとして,ひび割れが多い劣化したコンクリート構造物の歪み計測を実施することが挙げられる。劣化したコンクリートの歪み計測は,通常の歪みゲージを表面に接着した場合,センサー長が短いため,ひび割れ間に設置してしまうと構造物としての歪みを

評価することはできない(図-1(A))。

一般にはコンクリート内部の鉄筋に歪みゲージを接着し計測するが,コンクリートのはつり及び鉄筋接着位置の鉄筋ケレン等,既設構造物を『痛める』傾向となる。その対処法としては『長さのあるセンサー』を用いて,発生しているひび割れを跨ぐ形でコンクリート表面に設置(図-1(B))し構造物としての歪みを評価する必要がある。



A. ひずみゲージ(通常)

B. 光学センサー-OSMOS(今回)

図-1 ひび割れ構造物へのセンサー取付概念

今回,実施した測定方法は,光学ストランド(光ファイバーの撚り線)を用いることにより構造物全体の動きや変化を感知する手法(OSMOS<sup>1)</sup>)であり,上記に示した弱点を克服することが可能な方法である。測定原理は,光ファイバーの中を通る光が経路に曲がり(マイクロベンディング)があると,その場所で光が外部に漏れ(図-2)ファイバー内部を通過する光の強度が減少することに着眼し,その撚り線からの光の漏洩を計測するというシンプルな原理を用いている。

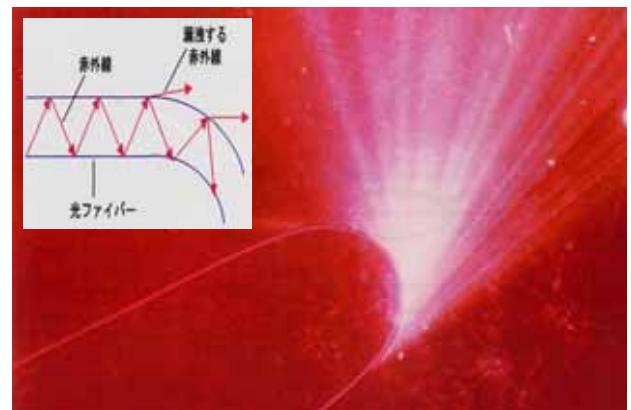


図-2 マイクロベンディング現象

1 OSMOS (Optical Strand Monitoring System) : 日揮株式会社

### 3. PC桁の応力計測による耐荷力判定

#### (1) 荷重載荷後の中立軸変動による主桁劣化進行評価

コンクリートの劣化に伴い中立軸が変動することから、主桁最大応力発生箇所であるPC桁支間中央位置の上下部分(図-3)に光学センサーを設置するものとした。図-4は載荷試験結果と設計上の中立軸位置との関係を整理したものである。

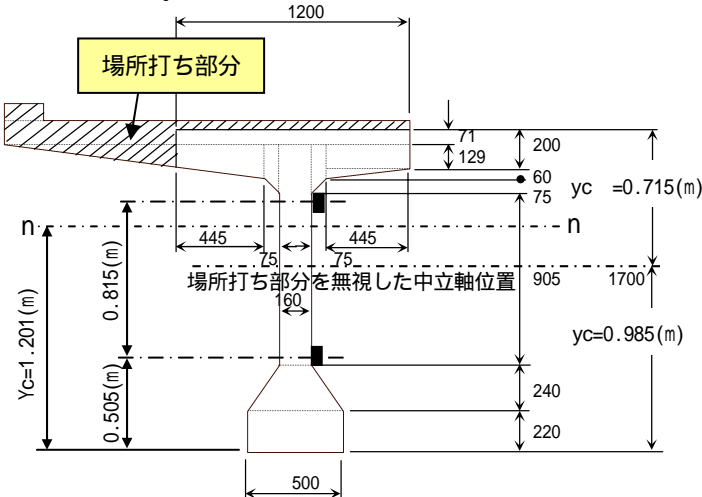


図-3 センサー設置及び中立軸位置関係

対象構造物であるPC主桁は図-3に示すように斜線部分は現場打ち対応である。従ってこの部分を考慮せず、中立軸位置を算定すると、『 $yc=0.985(m)$ 』となる。これを図-4に記載すると、動載荷試験結果では歪み計測結果より得られた中立軸位置とほぼ同じラインに位置するものと判断でき、また静載荷試験により得られた中立軸位置は、『 $yc=0.985(m)$ 』より若干ではあるが下方に位置し、特に支間中央付近に近い第3横桁及び第4横桁載荷時は確実に中立軸が下方位置にあることが確認できた。(1) 動載荷試験 (2) 静載荷試験

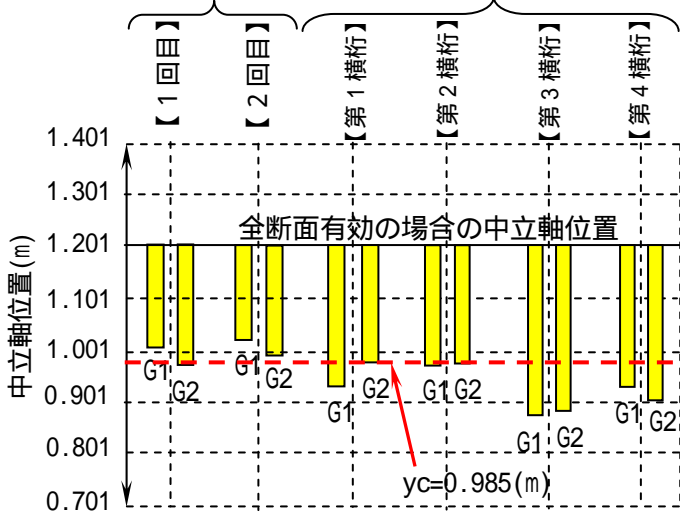


図-4 後荷重載荷による中立軸変動結果

この結果より劣化傾向を判定すると、上部のコンクリートの劣化により中立軸が下方に変動したと推定され、光学センサーを用いた測定方法は劣化の進行状況の把握に有効であると判断できた。

#### (2) 動載荷試験によるPC鋼材

##### のプレストレス導入量レベルの把握

表-1 各横桁載荷時のPC桁上下部発生歪みの計測値と理論値の比較 (単位:  $\mu\text{Strain}$ )

|    |    | 第1横桁                     | 第2横桁                     | 第3横桁                     | 第4横桁                     |                          |
|----|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| G1 | 上側 | 実測値: $\alpha_{\text{上}}$ | -0.43 $\mu\text{Strain}$ | -2.45 $\mu\text{Strain}$ | -4.30 $\mu\text{Strain}$ | -5.25 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 理論値: $\beta_{\text{上}}$  | -1.01 $\mu\text{Strain}$ | -2.67 $\mu\text{Strain}$ | -4.33 $\mu\text{Strain}$ | -3.94 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 比率: $\alpha/\beta$       | 42.6%                    | 91.8%                    | 99.3%                    | 133.2%                   |
|    | 下側 | 実測値: $\alpha_{\text{下}}$ | 2.63 $\mu\text{Strain}$  | 5.10 $\mu\text{Strain}$  | 9.55 $\mu\text{Strain}$  | 8.48 $\mu\text{Strain}$  |
|    |    | 理論値: $\beta_{\text{下}}$  | 5.89 $\mu\text{Strain}$  | 15.61 $\mu\text{Strain}$ | 25.35 $\mu\text{Strain}$ | 23.04 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 比率: $\alpha/\beta$       | 44.7%                    | 32.7%                    | 37.7%                    | 36.8%                    |
| G2 | 上側 | 実測値: $\alpha_{\text{上}}$ | -1.28 $\mu\text{Strain}$ | -1.83 $\mu\text{Strain}$ | -3.43 $\mu\text{Strain}$ | -4.30 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 理論値: $\beta_{\text{上}}$  | -1.01 $\mu\text{Strain}$ | -2.67 $\mu\text{Strain}$ | -4.33 $\mu\text{Strain}$ | -3.94 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 比率: $\alpha/\beta$       | 126.7%                   | 68.5%                    | 79.2%                    | 109.1%                   |
|    | 下側 | 実測値: $\alpha_{\text{下}}$ | 1.05 $\mu\text{Strain}$  | 3.08 $\mu\text{Strain}$  | 7.00 $\mu\text{Strain}$  | 6.95 $\mu\text{Strain}$  |
|    |    | 理論値: $\beta_{\text{下}}$  | 5.89 $\mu\text{Strain}$  | 15.61 $\mu\text{Strain}$ | 25.35 $\mu\text{Strain}$ | 23.04 $\mu\text{Strain}$ |
|    |    | 比率: $\alpha/\beta$       | 17.8%                    | 19.7%                    | 27.6%                    | 30.2%                    |

表-1のとおり実測値と骨組み解析より求めた理論値を比較した結果の特徴として、

上側歪みの値は理論値と実測値に大きな差は無い状況である。これは、もともと上側は大きな圧縮領域にあること、載荷試験に使用した角落とし重量が小さいため、大きな圧縮域では差がでないものと推定される。

下側歪み値は理論値と実測値に大きな差が確認できる状況である。理論値と比較して、『G1桁: 理論値の32~37%の発生歪みレベル』『G2桁: 理論値の20~30%発生歪みレベル』である。この結果より、PC鋼材に導入されている軸力は現状においても十分確認できた。

#### 4. まとめ

以上の応力計測の結果より、建設当初段階よりは中立軸位置が下方に移動傾向が確認できるもののPC鋼材に導入されている軸力レベルは十分確保されていることが確認できた。しかしながら、今後の劣化進行による性能低下は十分考えられるため、同様の手法を用いて定期的に評価していきたい。