

光学センサーを用いた載荷試験時におけるPC梁供試体の挙動特性報告

調査設計会社 水空舎 正会員 村坂 宗信  
 日揮株式会社 正会員 門 万寿男  
 オリエンタル白石株式会社 正会員 手塚 正道

1. まえがき

劣化したコンクリート構造物の応力計測項目として、歪み及び変位計測が挙げられる。歪み計測の問題点として、歪みゲージ長が短いため、ひび割れ間に設置すると既に応力解放の状態にあり適切な構造体挙動を評価することが困難である(図-1)。通常はコンクリート内部の鋼材に歪みゲージを接着し計測を実施するが、コンクリートのはつり及び鋼材接着位置の外等、構造物を『痛める』傾向が挙げられる。また実際の橋梁等の変位計測は、架設位置が河川や山間部ではセンサー自体の設置が困難である。

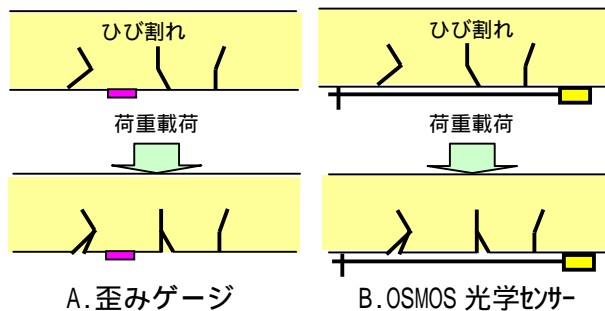


図-1 ひび割れ構造物へのセンサー取付概念

そこで本研究ではPC梁供試体の載荷試験を実施してひび割れたコンクリート構造物を再現し、『長さのある光学センサー』を供試体表面に設置し、『内部鋼材に設置した歪みゲージ挙動との整合性』及び『光学センサーから得られた歪み値より変位を算定し実際の変位計測値との整合性』を検証し、光学センサー1種類での構造全体の応力特性を評価することが可能か実証した。

2. 実験概要

PC梁供試体は、図-2に示す幅300mm、長さ(支間長)2200mm、高さ300mmとし、PC鋼棒11mmを3本使用してポストテンション方式によりプレストレスを導入したものをを使用した。計測センサーは支間中央部コンクリート側面及び内在する鉄筋・PC鋼材に歪みゲージを接着すると同時に、光学センサーを両側面に設置し、2点対称荷重により載荷試験を実施した。なお光学センサーに関しては、センサー長の影響を判断するため左側面(A-A)には2.00m光学センサー、右側面(B-B)には1.00m光学センサーを設置した。

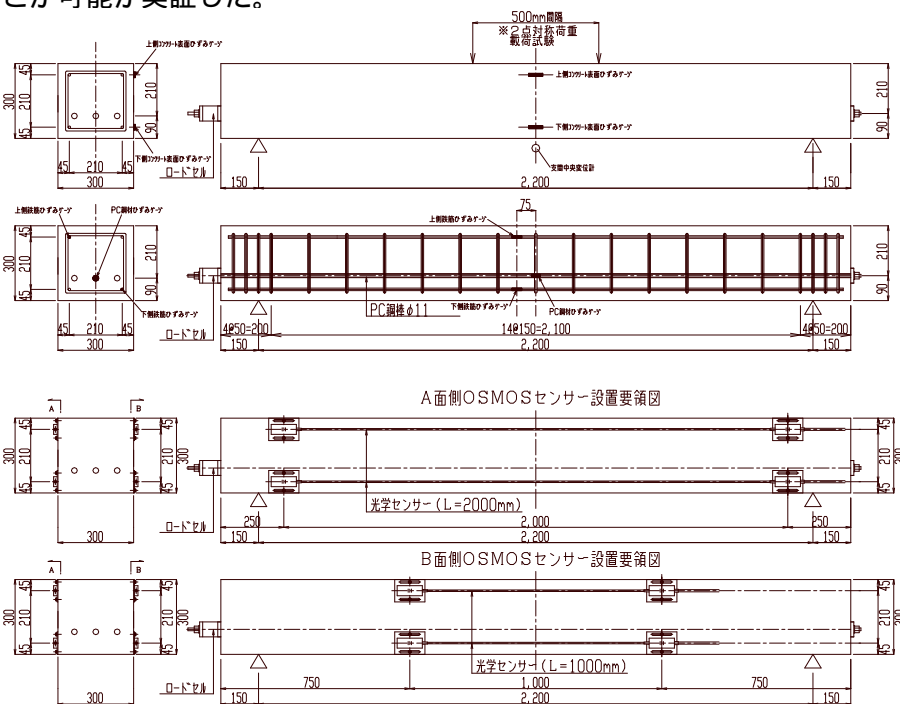


図-2 供試体及びセンサー設置概要

本研究で使用した光学センサーは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(OS MOS)を選定した。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-3)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。

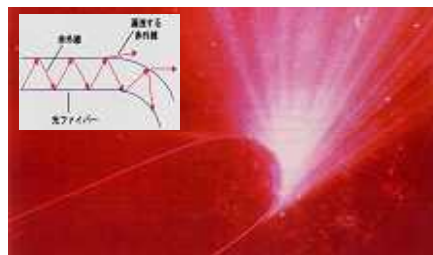


図-3 マイクロベンディング現象

キーワード 光ファイバー, 梁供試体, 載荷試験

連絡先 〒125-0033 東京都葛飾区東水元3丁目17番地4号 調査設計会社 水空舎 TEL 03-6240-3620

### 3. 鋼材に設置した歪み挙動との整合性

図-4(a)は横軸に供試体上側に設置したコンクリート表面歪み(—)、鉄筋歪み(—)、光学センサー歪み 1.00m(—)、2.00m(✕)を縦軸に載荷荷重を示した結果である。上側発生歪みは圧縮傾向を示しており、弾性挙動範囲内までは全センサーとも同じ圧縮レベルが確認できる。鉄筋歪みゲージが引張レベルに転換するまでは『鉄筋歪み』と『1.00m 光学センサー歪み』が類似する傾向が確認できた。また図-4(b)は横軸に供試体下側に設置したコンクリート表面歪み(—)、鉄筋歪み(—)、PC 鋼材歪み(—)、光学センサー歪み 1.00 m(—)、2.00m(✕)を縦軸に載荷荷重を示した結果である。下側歪みは引張傾向を示しており、コンクリート表面歪みゲージ以外のセンサーとも同じ引張レベルが確認できる。鋼材降伏後は、鉄筋歪みゲージが破損するまでは『鉄筋歪み』と『1.00m 光学センサー歪み』が類似する傾向が確認でき、PC 鋼材歪みはほぼ同調する傾向が確認できた。光学センサー同士の発生歪みを比較すると、上側において 1.00m センサー歪みは、2.00m センサー歪みの 2 倍程度の値を示す結果となった。また下側においても 1.00m センサー歪みは、2.00m センサー歪みの 1.5 倍程度の値を示した。

### 4. 光学センサーから得られる歪み値より変位を算定し実際の変位計測値との整合性

図-5 中の(—)は供試体に随時荷重を載荷した時に得られた支間中央位置の変位計測結果を示したものであり、(—)及び(✕)は、供試体上下部分に設置した1.00m及び2.00m光学センサーより得られた歪み値を梁の撓み方程式(面積モーメント法)より算出した支間中央位置の変位である。この結果より 1.00m センサーより算出した変位結果と非常に合致する傾向が確認できた。2.00m センサーにおいて誤差が大きい傾向となる要因として、2.00m センサーの歪み値が PC 梁下面に発生するひび割れ幅の合計に依存する傾向が高いためと考えられる。

### 5. まとめ

以上より、長さのある光学センサーを使用することで 弾性域及び塑性域も含めコンクリート構造内部の鋼材挙動を把握することが検証できた。また 変位計より得られた変位値と高い精度の整合性が確認できた。今回の検証結果は PC 梁供試体という限定した構造を用いた報告である。実際の橋梁等では床組構造による荷重分配や斜角によるねじれ影響等、多種多様の複雑な挙動要素を考慮する必要がある。今後、実際の橋梁に対して検証し、より精度の高い計測システムを確立するものとする。

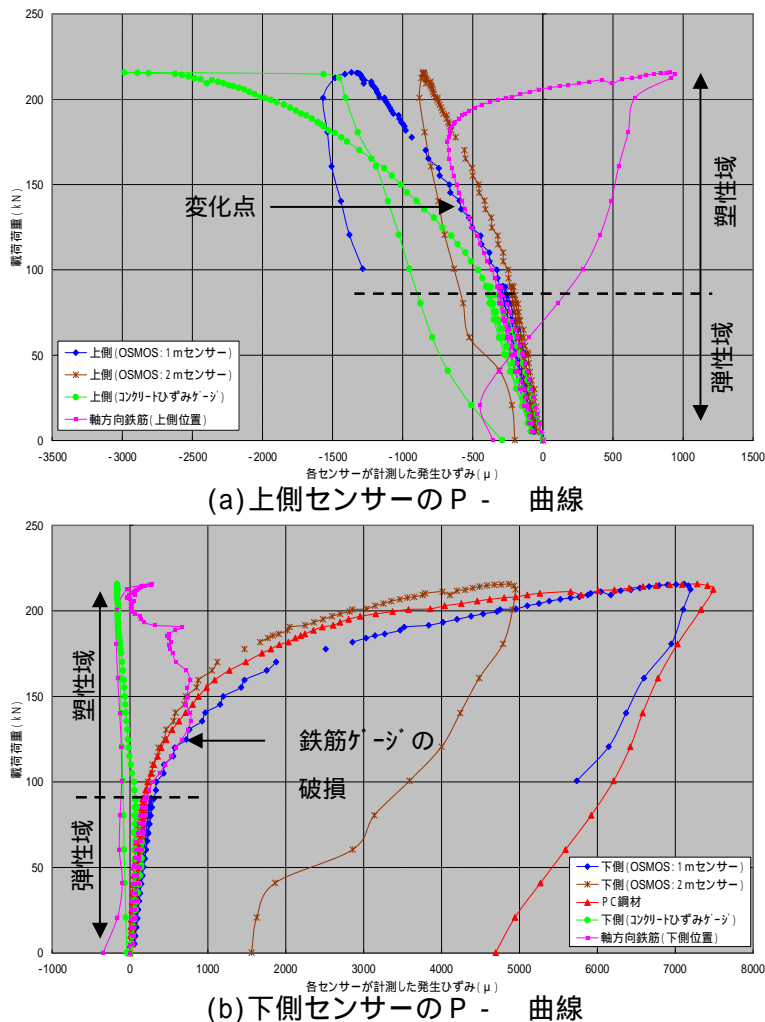


図-4 載荷試験による PC 梁供試体 P - 曲線

