光学センサーを用いたコンクリート構造物の健全度評価法の提案

ＯＳＭＯＳ技術協会　正会員　○門　万寿男
ＯＳＭＯＳ技術協会　正会員　村坂　宗信
芝浦工業大学　正会員　勝木　太
芝浦工業大学　ﾌｪﾛｰ会員　魚本　健人

１．まえがき

橋梁等コンクリート構造物の健全度評価を実施する場合、長期にわたる歪み・変位やひび割れ状況等の経時変化を計測し、その情報を基に耐荷・耐久性能を評価している。しかしながら実際の現場では、短期計測によりコスト縮減を図りつつ健全度を評価することが急務である。ここでは実際の橋梁において光学センサーによる歪み計測のみから得られた情報から構造物の劣化進行を定性・定量的に評価した事例を報告するものとする。今回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(OSMOS)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(ﾏｲｸﾛﾍﾞﾝﾃﾞｨﾝｸﾞ)があると、その場所で光が外部に漏れ（図-1）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。

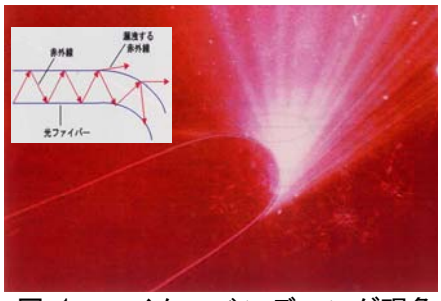


図-1　マイクロベンディング現象

２．健全度評価法の概要

２－１．劣化進行の有無判定（中立軸変動の管理）

図-2(a)(b)のように主桁上下面２箇所に設置した光学センサーより得られる歪み値より、構造体の中立軸位置が算出できる。一般に健全な状態では、載荷荷重に対して中立軸位置はセンターになるが、コンクリートの劣化に伴い、この位置が変動する。この変動レベルを感知することで、劣化進行の有無が判断できる。この手法はあくまでも劣化進行の有無という定性的な判断手法である。

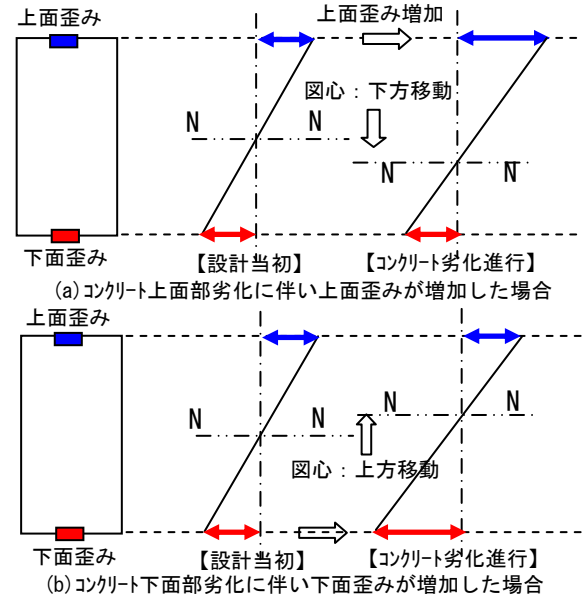
２－２．周波数解析による剛性“ＥＩ”の低減率評価

一般に計測で得られた自由振動部分の応力波形における動的波形の１周期が、その構造物の固有周期と考えられるため、経年変化に対する固有周期の変動も固有周期解析を実施することで確認可能（図-2(c)）と考えられる。この実構造物の固有周期が確認できれば剛性劣化影響もＥＩの変動値として評価可能となるため、劣化レベルの判定が可能と考えられる。

３．光学センサーによる歪み計測による構造物の劣化進行評価事例

３－１．中立軸変動による橋梁劣化判定

写真-1 に示すＳ橋において、20tf 検測車両を用いた載荷試験により平成 17 年 2 月(冬期)と平成 17 年 6 月(春期)の計測歪み値に大きな差が確認できた。当初判断は「劣化進行」により歪み変動が確認された可能性が高いと考えられ



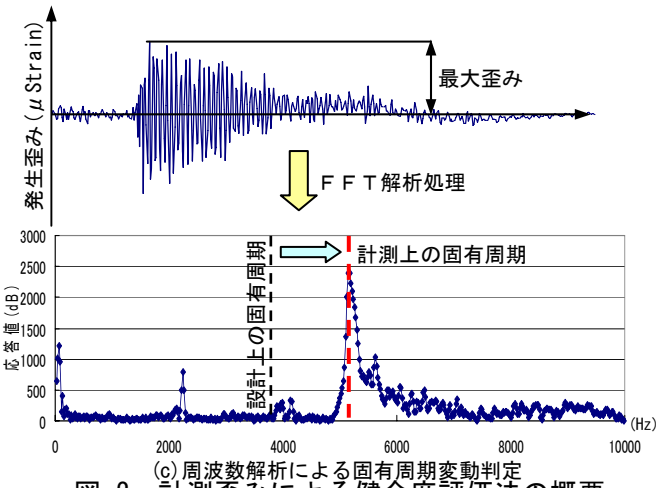


図-2　計測歪みによる健全度評価法の概要

キーワード　光ファイバー，中立軸変動，周波数解析
連絡先　〒220-6001　横浜市西区みなとみらい２丁目３番地１号　日揮（株）OSMOS ｸﾞﾙｰﾌﾟ　ＴＥＬ045-682-8395

た。また目視調査レベルでもひび割れ進展等は確認できず、劣化進行判断は難しい状況であった。本計測では**図-3** 示す主桁側面の上下部に光学センサーを設置し、載荷試験時の発生歪みを計測しており、この歪み値より算定される中立軸位置変動を確認したところ、冬期では上面より414.5(mm)の位置に、春期では上面より 418.2(mm)の位置に中立軸があり、その変動はほとんど無い結果が得られた。従って劣化進行性は無いものと判断した。

写真-1　S橋下面状況

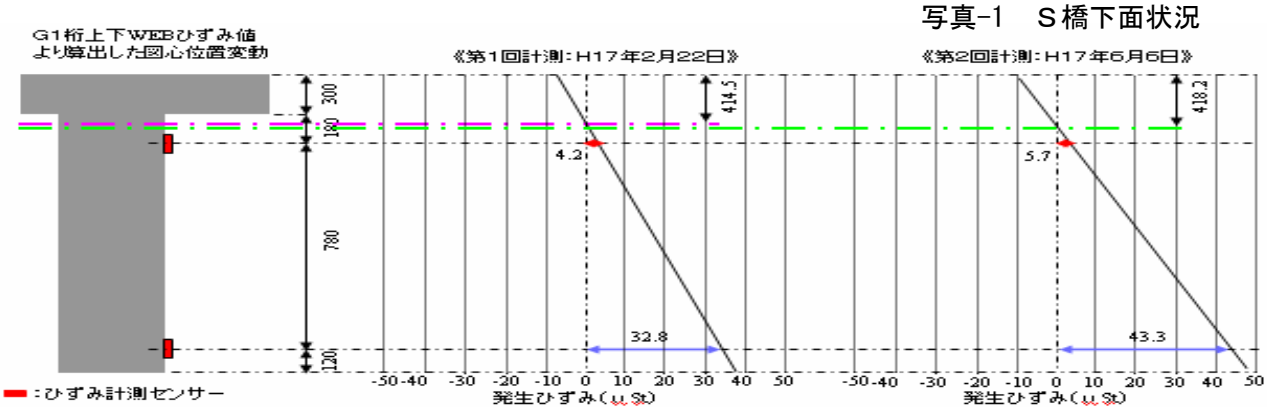


図-3　G1 主桁上下フランジ部の歪み値より算定された冬期及び春期の中立軸位置変動結果

３－２．動的挙動の周波数解析より判断できた構造物の剛性低下評価

図-4 は上面にひび割れが発生したＰＣ梁の動載荷試験により得られた支間中央下面歪み波形及びその波形の周波数解析結果である。(b)が平成 15 年 8 月に、(c)が平成 20 年 2 月に実施した結果である。視覚的には平成 20 年の動的歪み変動において細かい波形が多数確認でき、ひび割れ進行に伴う衝撃影響が大きくなったことが判断できる。また周波数解析結果より卓越振動数が5.814(Hz)から3.945(Hz)へと長周期化傾向が確認できた。振動数と剛性は比例関係にありひび割れ発生による剛性低下を定量的に評価することが可能と考える。

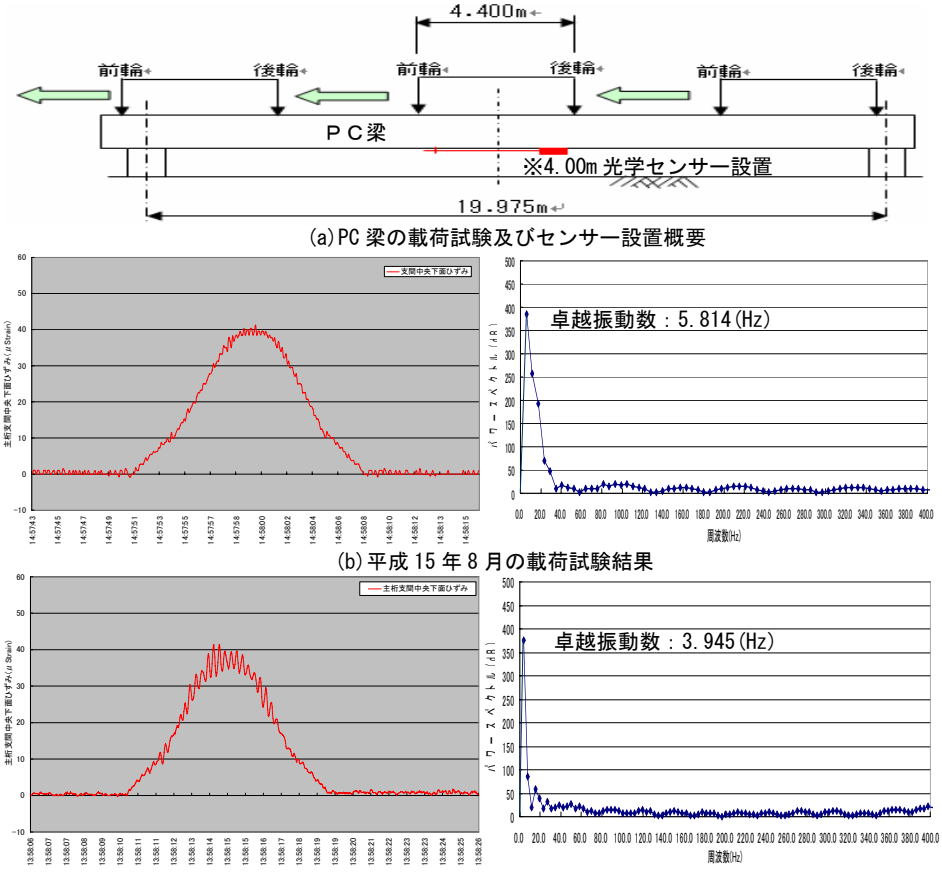


図-4　ＰＣ梁上面のひび割れ進行に伴う構造物の卓越振動数の変動結果

５．まとめ

以上より、光学センサーを使用することで①主桁上下に設置した２センサーから得られる歪み値より中立軸を算定することで劣化の有無が定性的に判断でき、また②得られた動的波形を周波数解析することで構造物の剛性低下を定量的に評価することが可能と判断できた。今後はより多くの橋梁に対して検証し、精度の高い計測システムを確立するものとする。