

VI-69

光素子センサーを用いた変形計測システムによるPC橋の変位計測

愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲
 宇都宮大学工学部 正会員 佐藤 良一
 住友建設株式会社 正会員 山本 浩嗣
 新東京国際空港公団 正会員 岡沢 繁

1. はじめに

近年、コンクリートの高強度化や高品質化、構造物の多様化により短期のみならず長期の変形に対しても高い精度が要求されるコンクリート構造物が増えてきている。この傾向は今後ますます増加することが考えられ、要求どおりに変形が制御されているかを確認する必要も生じるが、建設された構造物、特に大型構造物に対して長期的に変形を計測した報告は極めて少ない。

本研究は大型構造物においても簡便に変形を計測することを目的に開発された光素子センサーとレーザー光線を組み合わせた変形計測システムを用いて、既に供用されているPC中空床版橋の短期および長期変形を計測し、光素子センサーを用いた変位計測システムの有用性について検討を加えたものである。

2. 計測概要

変形計測システムは光素子センサー(分解能:0.05mm)を有する受光器とレーザー発振部を取り付けた超精密セオドライト(測角精度、水平:0.65'、垂直:1.0')から成る。変位は受光器を計測対象構造物に取り付けて、セオドライトの測角機能を用いて常に一定方向にレーザー光線を照射し、受光器から出力される座標(最小表示:0.1mm)を読みとることによって計測される。受光器の測定範囲は200m離れた位置からレーザーを照射した場合、水平方向および垂直方向ともに±30mmである。

本計測で対象とした構造物は成田空港内に架設されているPC中空床版道路橋(桁長:35.1m、支間:34.1m、総幅員:11.4m)である。標準断面を図-1に示す。

図-2は受光器およびセオドライトの設置位置を示す。セオドライトはPC橋から約90m離れた位置に1.0x1.0x1.5mのコンクリート基礎の上に設けた鋼製架台に取り付けた。受光器は橋中央および支点(固定部)の位置に取り付けた。また、橋台および橋脚に視準点を設け、これらを不動点とみなして受光器にレーザーを照射する際の基準点とした。

3. 計測結果

短期変位計測として、橋を載荷した場合の変位と日温度変化に伴う変位を計測した。表-1は総重量21.9tfのトラックをスパン中央の壁高欄から3.4mの位置に停車させた前後の計測結果を示す。受光器から出力される値は受光器の光素子センサーのどの位置にレーザー光線が当たっているかを表すものであり、従って、載荷前後の受光器の出力値の差が載荷によって生じた受光器の取り付け位置の変位を表す。受光器Bは支点に取り付けられていることから、載荷されてもほとんど変位していない。また、本計測では橋のスパン中央と支点位置に受光器を取り付けていることから、これら受光器の水平方向の差が伸縮(正が伸び、負が縮み)を、垂直方向での差がスパン中央でのたわみ(正が下方に反るたわみ、負が上方に反るたわみ)を表す。実測されたたわみは2.2mmであり、梁として計算したたわみは2.4mmであった。

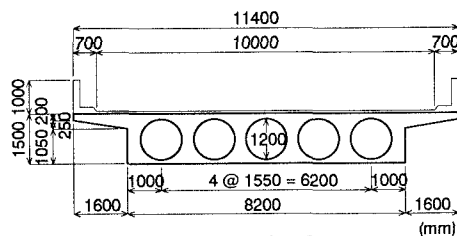


図-1 断面図

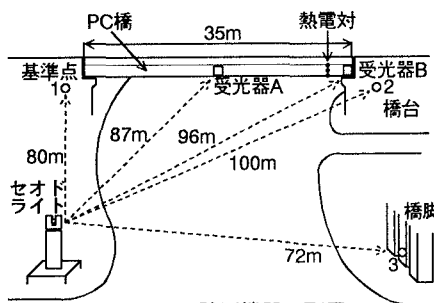


図-2 計測機器の配置

表-1 短期変位計測結果

変位方向 受光器	水平方向		垂直方向	
	A	B	A	B
①無載荷時 出力値(mm)	-10.7	-32.6	15.3	6.3
②載荷時 出力値(mm)	-10.3	-32.3	17.3	6.0
②-①(mm)	0.4	0.3	2.0	-0.3
変位量(mm)	0.1		2.3	

図-3は橋の下縁から5cm、50cmおよび90cmの位置(深さ: 2cm)に埋設した熱電対より計測した温度変化量の分布を示したものである。この温度変化によって生じた橋軸方向変位を図-4に、たわみを図-5に示す。図中の計算値は橋の線膨張係数を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ として、橋軸方向変位の場合は図-3に示した温度変化量の平均値を用いて、たわみの場合は温度変化量がほぼ直線分布していることから下縁から5cmと90cmの位置の温度変化量の勾配から計算したものである。計算に用いた温度は橋の側面の表面近くで計測したものであり、また、橋上面の温度は計測していないけれども、計算値と実測値を比較すれば一部異なる傾向を示す点もあるが、概ね一致しており、本変位計測システムは短期的な構造物の変形挙動を把握できるものと考えられる。

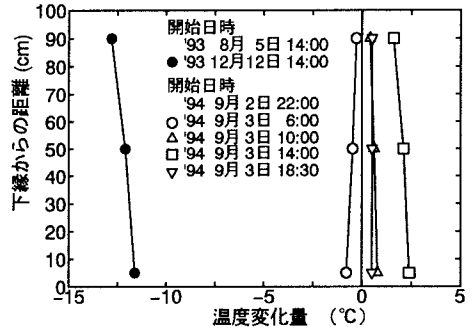


図-3 温度変化量の分布

次に図-6は長期的な橋のたわみを示す。図中の計算値は著者らが既に開発した重ね合わせ法を用いたクリープ解析によって計算した値であり、この解析手法はプレストレスの導入から長期材齢に至るまで連続的に変形を解析できるものである¹⁾。解析において、コンクリート、鉄筋およびP C鋼材の弾性係数および初期導入プレストレス量は設計の際に用いられた値を使用した。また、クリープ係数および乾燥収縮ひずみはCEB MODEL CODE90の算定式²⁾より計算される値を用いた。さらに、材齢7日にプレストレスが導入され同時に乾燥が開始するとし、主桁自重は材齢7日に、橋面荷重は材齢28日に作用するとした。解析結果によれば、橋面荷重の作用後はクリープと乾燥収縮により時間とともに橋は下方にたわむが、計測を行った建設から約2000日後の4ヶ月間ではクリープと乾燥収縮による変形はほとんど生じておらず、大部分が図-3に示される温度変化(黒丸)によるものである。実測値は計算値と良く一致しており、本計測システムは長期的な構造物の変形計測においても有効であると思われる。

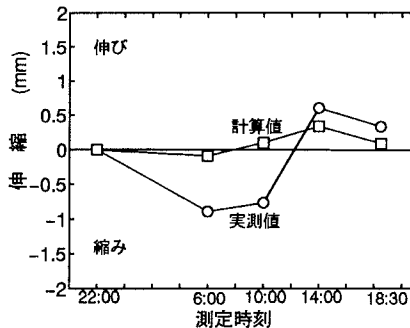


図-4 受光器間の伸縮の経時変化

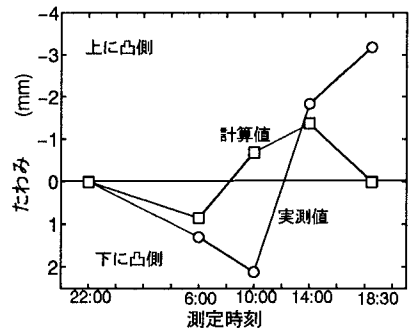


図-5 たわみの経時変化

4. 終わりに

P C橋の短期および長期変形の計測を行い光素子センサーとレーザー光線による変形計測システムの有用性について検討した。今回別な計測方法による変形の正確なデータがないため、本変形計測システムの精度についてはさらに検討する必要があるが、本研究で示した計算結果と比較した範囲では本変形計測システムは大型構造物の短期および長期の変形計測に関して有益な情報をもたらすものと考えられる。最後に、本研究は文部省科学研究費補助金(試験研究(B)、代表:名古屋大学教授田辺忠顕)を受けて行った一部である。また、計測にあたり新東京国際空港公団舗装課関係各位に多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

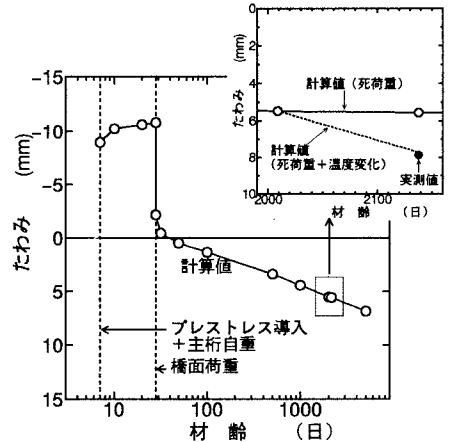


図-6 スパン中央のたわみの経時変化

4. 終わりに

参考文献)1)山本浩継、佐藤良一、涌井一、落合勝:PRC部材の長期変形挙動の検討、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.16、No.2、pp.973-978、1994。2)CEB-FIP:CEB-FIP MODEL CODE 1990, Final Draft, 1991。