

遠隔モニタリングによる RC 橋の健全性に関する長期的変動解析

芝浦工業大学 学生会員 豊田 晋也
 東京大学生産技術研究所 正会員 宮崎 早苗
 芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1.はじめに

構造物の維持管理について、高度経済成長期に急速に建設された大量の既存橋梁の劣化が予測されていることに加え、熟練の技術者が減少していることが問題点として挙げられている。よって、効率化、低コスト化、人員の削減などによる省力化を目指した維持管理が望まれている。そのためには、遠隔モニタリング技術を使用、構造物の挙動状態から健全度の評価自動的に行うことが有用な手段として考えられる。特に長期的な橋梁の挙動の評価には、対象となる橋梁の定常時の状態を把握することが、異常時の状態を知る上で重要な意味を持っていると考えられる。本研究の目的としては、コンクリート道路橋に設置した健全性モニタリングシステムを使用し、そのセンサーデータによるひずみの長期的変動と橋梁の健全性の変化の関係について明らかにすることである。

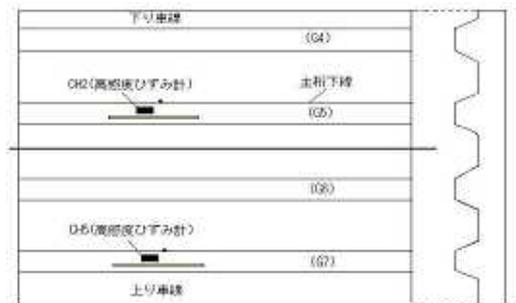
2.研究の概要

2-1 システム概要

モニタリングの対象橋の概要は表(1)のようになっている。上り車線下り車線下縁の主桁それぞれに高感度ひずみ計、光ファイバ、速度計を図()のように設置し対象橋で計測されたデータは光ケーブルによってパソコンに順次蓄積される。そして、蓄積されたデータの収集と管理は、遠隔地のデータ室において行われる、

表() 対象橋の概要

| | |
|-----|---------------------|
| 橋長 | 45m |
| 支間長 | 15m |
| 形式 | 3 径間連続鉄筋コンクリート T 桁橋 |
| 架設年 | 昭和 45 年 |



図(1) センサ設置状況

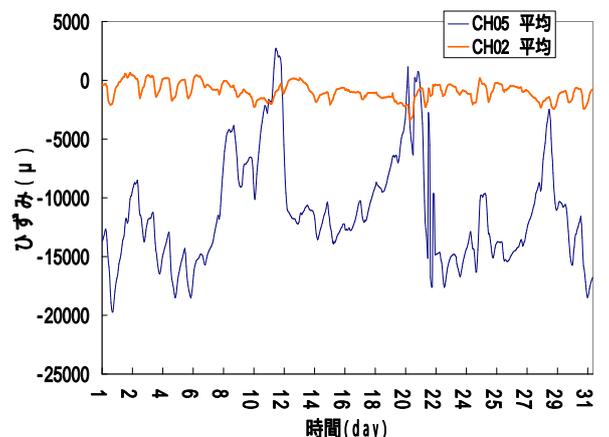
2-2 解析概要

今回の解析は 2005 年から 2006 年とし、得られたデータのうち、完全にバックアップの残っている、約 350 日間分のデータを秒単位で集計し、その一分ごとの平均ひずみ値(分平均値)、一時間ごとの平均ひずみ(時間平均値)および一日ごとの平均ひずみ(日平均値)をベースに橋梁の健全性についての考察を行った。

3. 解析結果と考察

3-1 ひずみ変動の特徴

まず、一日のひずみ変動について検討する。一例として 2006 年 5 月における、一時間ごとの平均ひずみ(時間平均値)の変動を図()に示す、対象橋の一日のひずみ変動は CH2、CH5 共に、多少のばらつきがあるものの、ラッシュ時にピークを迎える形を取ることから、一日のひずみの変動幅は、交通量、通行車両の重量などの外力に依存していることがわかった。一方、一ヶ月間の長期変動を見てみると、CH2 はほぼ同様な値を保ちながら振動を繰り返すが、CH5(ひび割れをまたいでいる)は日によってひずみの値が大きく異なることがわかった。これにより CH5 で計測している上り車線の構造には、CH2 には発生していない何らかの現象が発生している可能性があることがわかった。



図() 2006年5月の時間平均による一ヶ月のひずみ変動

次に、長期のひずみ変動について検討する。一例として2006年3月～10月の一日ごとの平均ひずみ(日平均値)を図()に示す。CH2では、気温が上昇するに従い、ひずみ変動は圧縮方向へ向かい、気温の周期に相対した変動をしているのがわかる。CH5においては、異常値が多数観測されているが、それ以外のひずみ変動に着目すると、気温に沿った挙動をしている。

さらに、日平均値の長期変動と一日の平均気温との関係を調べた。ただし、CH5に関しては、短期間での異常値があるため、異常値を取り除き、解析を行った。温度による橋梁の熱挙動は図()に示す。このグラフから回帰分析を行った結果、いずれのR²値も0.7程度を示し、グラフから見てもひずみ変動と気温との相関性は明らかである。散布図を図()と図()に示す。このことより、コンクリート構造物の長期的な変動には気温によるコンクリートと鉄筋部材の熱膨張によって構造物自体のひずみは周期的に変動すると考えられる。これに対し、経年的、または突発的な劣化が起こった場合、外力による橋梁のひずみ応答に継続的な変化がおこると予想されるので、変化気温の変遷とひずみの変動とに相関性が失われる時期があると考えられる。

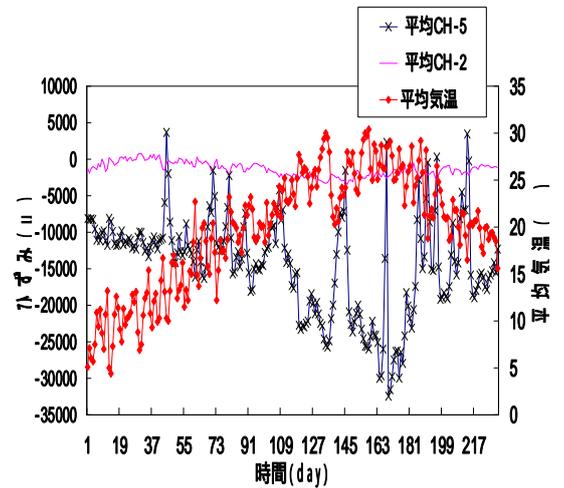
3-2 地震時のひずみ変動の特徴

最後に、地震発生時のひずみ変動について調べた。2005年10月16日に起きた、茨城県南部を震源とする地震に際しての挙動について、一秒間のひずみを平均し、地震が発生した日の変動を図()に示す。地震発生時後、CH2では平均ひずみ量の大幅な変動の後、地震発生前における定常的な挙動を保っている。これによって、地震後の健全性は維持されているものと判断できる。ここで、もし突発的に桁ずれなど、上部構に異変が起こった場合には、ひずみの挙動がそれまでの周期には戻らず、ひずみの挙動は著しく変化すると考えられる。また、CH5のデータに関して、地震発生時において、ひずみの大幅な変動は示されていないが、地震発生時前後一ヶ月の変動を示した図()を見ると、ある一週間のうちに27000μ近くの大幅な変動が見られるため、ひずみの定常的な挙動を判断することは難しく、対象橋梁の健全性を確かめることはできない。

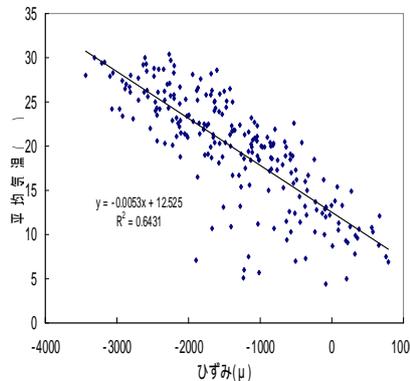
4 まとめ

対象橋梁には、交通量、交通車両による外力への周期的な応答と、気温による周期的な挙動を取ることがわかった。長期モニタリングによって、ひずみの挙動を追うことは、各構造物の特性、通常の状態を知見し得る情報として構造物の健全性評価において有用であると考えられる。

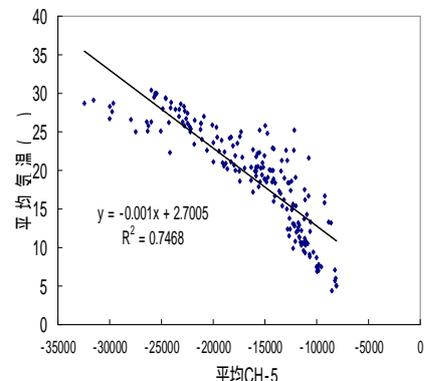
謝辞 本研究は東京大学生産技術研究所で行ったもので、機会を与えて下さった、魚本健人教授、勝木太教授、指導していただいた、宮崎早苗准教授、岸利治准教授、加藤佳孝准教授ならびに岸・加藤研究室の皆様、ICUSの皆様へ深く感謝いたします。



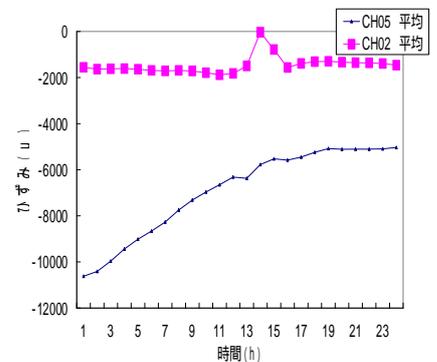
図() 2006年3月から10月の時間平均によるひずみの変動と平均気温



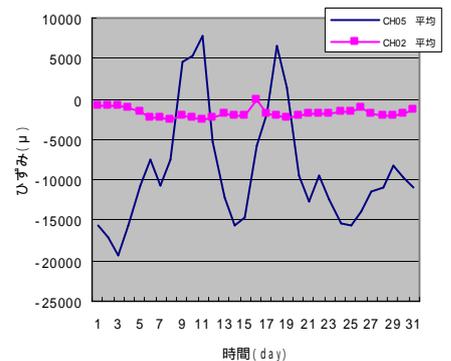
図() 平均CH-2-平均気温散布図



図() 平均CH-5と平均気温の関係



図() 2005年10月16日の分平均による一日のひずみ変動



図() 2005年10月の時間平均による一ヶ月のひずみ変動

