

モニタリングシステム(OSMOS)の特徴と使用方法

宮地鐵工所 フェロ - 能登 宥愿 正会員 山下 久生

1. はじめに

モニタリングシステムは、構造物の変状を経時的に捉え、必要に応じ構造物の終局状態への進行状況を明示するものである。ここで報告する“OSMOS”は、光ファイバ - を撚った光学ストランドを利用し、構造物の変形を静的に、または連続して動的に計測するシステムである。本報告では“OSMOS”の使用方法、変状の追跡方法、ひずみゲ - ジとの比較 構造物の安全性評価法 応用的利用法等について述べるものとする。

2. “OSMOS”の使用法の概要

構造物を構成する部材のモニタリング対象とする部位を挟んで、固定された端子間の光学ストランド（又は光学伸縮計）で、伸び、縮みの連続的な変位の変化を計測する。まず、光学ストランドの荷重 - 変位の相関係数を求める。この係数は広い範囲で完全な線形性を示す訳ではない。高い精度を追求する場合は、使用するひずみの範囲の中央付近で相関係数即ち校正計数を作成する。こうすることにより、高い精度でデ - タを得ることができる。センサ - の使い分けは、部材の広い範囲には光学ストランド（標準の長さ：2m、5m、10m）を使用する。鋼橋の部材には2mのストランドを使用することが多い。また局所的な部位には光学伸縮計を使用し、適材適所に使い分ける。これらのセンサ - は、亀裂が発生していない箇所のみならず、既に亀裂が発生している箇所を跨いで設置し、測定することができる。

次にセンサ - としての光学ストランドに対する温度影響を考える。構造物を構成する部材の材料は、一般的に鋼またはコンクリ - トである。これら材料のおよその線膨張係数は 1.2×10^{-5} または 1.0×10^{-5} である。これに対しガラス繊維ストランドの線膨張係数はおよそ構造部材の十分の一である 1.0×10^{-6} 位である。そこで構造物に対する温度影響は考慮すべきであるが、センサ - に対する温度影響は考慮する必要がないと考えられる。

3. 変状の追跡法

本システムは基本的に構造物のポイントとなる箇所にセンサ - を設置し、その寿命をマクロ的に捉えるものである。センサ - を貼付した着目範囲の測定（静的測定）は一定間隔（例えば30秒間隔）で行う。但し、急激な変形や衝撃が生じたときは、静的測定と平行して自動的に20Hzで動的測定も行うシステムとなっている。その測定値は連続的にコンピュータに収録される。その結果、デ - タとしての加工は静的にも、動的にも処理することが出来る。着目範囲の測定値（変形量）には、弾性ひず

キ - ワ - ド：モニタリング、計測、光ファイバ - ケ - ブル

〒2980-8580 市原市八幡海岸通り3番地 （株）宮地鐵工所 技術開発部 TEL0436-43-2114 FAX0436-43-8182

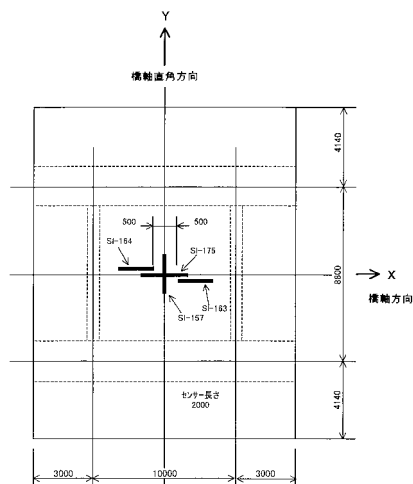


図-1 OSMOS センサ - の設置位置

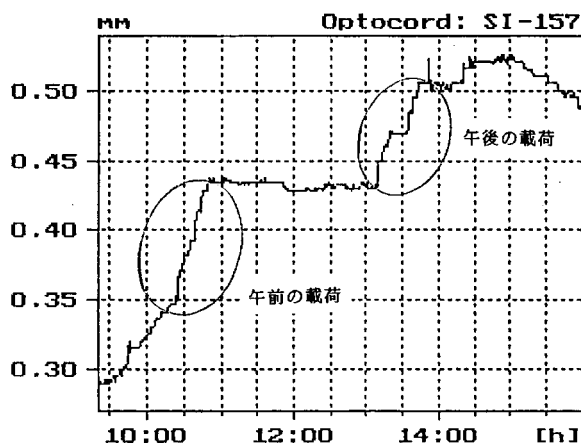


図-2 Y方向センサ - の荷重(時刻) - 変位

表-1 OSMOS とひずみゲ - ジの比較

	ひずみゲージ		OSMOS	
	TOTAL	差分	変位	平均ひずみ
第1 ST	-661.0	—	0.344	—
第1 EN	-604.9	56.1	0.434	45
第1 ST	-612.0	—	0.43	—
第1 EN	-570.2	41.8	0.51	40

但し、平均ひずみ = $(0.434 - 0.344) / 2000 = 45 \times 10^{-6}$

み、塑性ひずみ、クラックが混在することもある。しかし、長期的にデ - タを収録していけば、ある程度各々の値を分離することができる。弾塑性ひずみは、必要に応じて貼付したひずみゲ - ジで特定することができる。クラック発生時は衝撃値がプラスされクラック幅よりその分だけ大きくなる。このことより、クラックの位置および発生時刻（または発生荷重）を知ることができる。しかし、この衝撃値は瞬間的な値であり、その後はクラックとひずみ（一部はクラック解放後のひずみ）を合計した変形量となる。構造物の温度変化による挙動を知るには、昼間部のデ - タ以外に構造物全体の温度分布が一定となる夜間のデ - タを採取する必要がある。即ち、構造物全体の一定温度差に対する影響は、夜間の異なる一定温度のデ - タを採取することにより明確になる。但し、この場合二時点の残存亀裂、影響を与える荷重が同一である条件が必要である。

4. ひずみゲ - ジとの比較

光学ストランドとひずみゲ - ジとの比較を示す。対象構造物はP C床版を有する開断面鋼 2 箱桁モデルである。図 - 1 に示すように、橋軸方向 3 センサ - 、橋軸直角方向に 1 センサ - を設置した。橋軸直角方向の測定値は図 - 2 に示す様に、各々 6 段階の荷重ステップであることが読みとれる。また載荷前の変化部は温度影響値である。次にひずみゲ - ジとの比較値を表 - 1 に示す。良く対応していることが分かる。

5. 構造物の余寿命評価法

構造物の部材断面が腐食等により損耗した場合、今後どのくらい余寿命があるかを見積もることは、非常に重要なことである。そこで、まず現状の死荷重でどのくらいの応力が発生しているかを調べる必要がある。磁歪法等の計測による方法もあるが、制度等を考えると解析的に求める方が現状では良いようである。この場合に、応力は変化を見るために原断面と損耗断面の両方で求める。但し、死荷重応力として使用するのは、損耗断面の方である。次に現状以降の応力は OSMOS により変形量（ひずみ量）から求める。もちろん、変形量がどのような割合で進行するかを経時計測で確認していく。前述の死荷重応力と現状以降の応力を加算して合計応力を求める。これを許容される設定応力（許容応力 $\times (1 + \alpha)$ ）と対比して、その変化率から余寿命を推定することになる。但し、この変化率は時間と共に変化していくので、この値を利用することにより、余寿命はさらに精度の良いものとなっていく。

6. 応用的な利用法

応用的利用法として、変形量（またはひずみ量）そのものの測定は目的ではないもの、ひずみ量とその波形形状の波数の相関関係を求めるもの等がある。例えば、前者は線膨張係数が小さいことを利用した貯蔵庫の温度管理がある。後者は斜材ケ - ブルの振動数と張力、頻度計測のひずみ量と発生頻度数のカウント等、動的なデ - タを利用することが考えられる。その他にもいろいろな利用法がある。

7. まとめ

本システムは、トンネルのクラック調査等のモニタリングシステムとして有効性が認められている。東京オリンピックに向けて架設された鋼橋は、40 年を経ている。その間当初想定した車両荷重に対する重量増、走行車両の頻度増加等にもより、橋は老朽化が進んできている。しかるに、橋の維持管理の重要性が叫ばれているおり、本システムは簡易でタフなシステムなので、現場には非常に適していると思われる。

<参考文献>

1) 能登：OSMOS の使用方法とその特徴，宮地技報 No.17，PP.127～130，2001

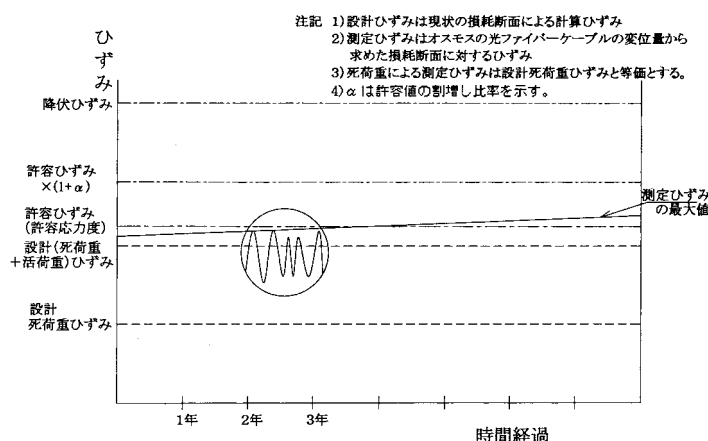


図-3 設計ひずみとモニタリングによる測定ひずみ