

静的解析による長大斜張橋の損傷検知に関する検討

茨城大学 学生会員 ○杉山 裕一
 茨城大学 フェロー 横山 功一
 茨城大学 正会員 原田 隆郎

1. 本研究の背景

近年、構造物の老朽化と地震の影響により、大規模構造物の安全性の確保と同時に経済性の追求が重要な課題となっている。しかし、これらのことは、大規模な補強工事とそれに伴う莫大な工事コストの投資が避けられず、社会資本投資の観点からも現実的に困難または不可能と判断される場合が多い。従って、大規模構造物も経済的に維持管理するためには、その合理化が強く求められ、計測機器を取り付けて異状を検知するヘルスマニタリングが望まれている。

2. 研究の目的

モニタリングには、PVDF フィルム、IC タグ、加速度計などを用いたものがある。しかし、それを長大斜張橋に用いる場合、たくさんの場所で計測するため、計測機器が多数必要となり、結果的にコストがかかってしまう。

そこで本研究では、汎用静的・動的非線形解析プログラム (RESP-T) を用いて、長大斜張橋である多々羅大橋をモデル化し、損傷有無、損傷位置、損傷程度を検討する。

3. 損傷の有無による曲率比較

3-1. 研究対象物をモデル化

広島県生口島と愛媛県大三島を結び、愛媛・広島県境を繋ぐ多々羅大橋を対象とする。解析には水平方向の変化を考慮しないため、多々羅大橋を平面骨組みモデルとしてモデル化をした。主桁とタワーは1本棒とし、2面吊り21段マルチファン式のケーブルは1面とした。主桁とタワーはビーム要素、ケーブルはトラス要素と設定した。解析の目的として変位、曲率を計算し、健全時と損傷時を比較することによって損傷検知の可能性について検討した。

3-2. 自動車荷重の設定

自動車荷重を次のように設定する。諸元は表1のようにする。

表1 自動車荷重の諸元

W (t)	L (m)	L (m)	P (t/m)
36	16.5	5	6.7

セミトレーラ...

国土交通省道路局ホームページ²⁾より、『セミトレーラ連結車・フルトレーラ連結車は、通行する道路種別ごとに総重量および長さの特例が設けられています。(車両制限令第3条第2項)』となっており、その重量の最大値である36tを設定した。長さについては、より不利な条件を与えるため、セミトレーラの制限値である16.5mとした。

3-3. 解析ケース

図1のように一つの損傷ケースから3パターンの荷重ケースを考えた。荷重4については損傷2の場合のみ解析を行った。また、損傷ケースは、それぞれ健全時、損傷10%、損傷30%を設定し、損傷はヤング率を低下させた。

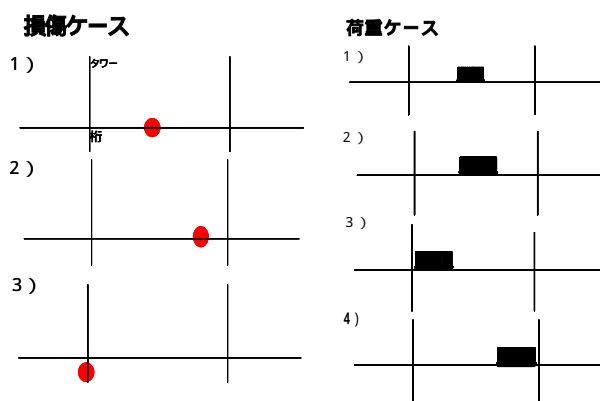


図1 解析ケースについて

キーワード 長大斜張橋, 損傷検知, ヘルスマニタリング, 自動車荷重, 温度荷重

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学日立キャンパス Tel0294-38-5004 FAX0294-38-5268

3-4. 解析結果と考察

今回、損傷位置を特定できるか検討するために、変位の二回微分で定義される曲率を求めた。健全時との曲率変化を求めることにより、損傷評価に有用である³⁾。

健全時と損傷時の曲率差は、損傷箇所と荷重載荷位置が近いほど顕著になることが分かった。これは、ヤング率を低下させたことによる変位の増加が原因と考えられる。図2と図3は損傷箇所と荷重載荷位置が同じ2ケースである。いずれも損傷を与えた部分に健全時との曲率差が表れている。健全時との変位の差はそれぞれ1cm、2cm程度だが、曲率差を比較することによって、損傷箇所を特定できることが分かった。

また、損傷箇所と荷重載荷位置が異なる場合、変位に差は表れにくく、曲率差を求めてみると、図4のようになった。損傷を30%与えたときに荷重載荷場所と橋桁左端から200mの場所で曲率差が表れている。これは、変位の値が小さいので、曲率を求めるときに誤差が発生した可能性が考えられる。そのため曲率の精度が落ち、損傷検知に利用するのは難しいことが分かる。

タワーに損傷を与えたケースでは、解析ケース9において、健全時のときの変位が最大となった。(図5) 解析ケース8、9においては、損傷10%を設定したときが、変位が最大となった。タワーがケーブルにつながれており、橋桁の変位がタワーに影響したためと考えられる。図6でタワーの健全時との曲率差を求めたが、損傷箇所と曲率に差が表れているものの、タワー高さ100m前後で曲率が乱れている。これも、変位の値が小さく、誤差が発生し、曲率の精度が落ちたためと考えられる。このことから、損傷検知に利用するのは難しいことが分かる。

4. おわりに

静的解析として、温度荷重を設定する。部材温度を一様に変化させ、それによる変位、曲率差を比較する。また、算定した応答結果が実際の計測機器で観測できるのか検討する。

5. 参考文献

- 1) CHING WOEI LING: 長大斜張橋に関する損傷解析, 修士論文, 2007年
- 2) 国土交通省道路局ホームページ;
<http://www.mlit.go.jp/road/>
- 3) 水澤富作、高木信治: 曲率変化に基づく
はり構造物の損傷評価について、

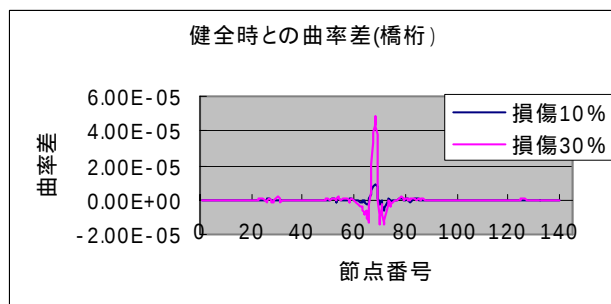


図2 損傷ケース1×荷重ケース1

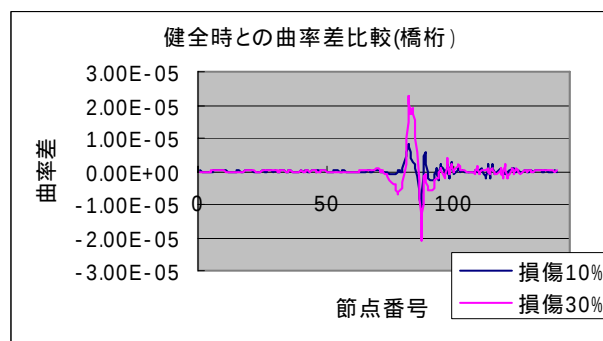


図3 損傷ケース2×荷重ケース4

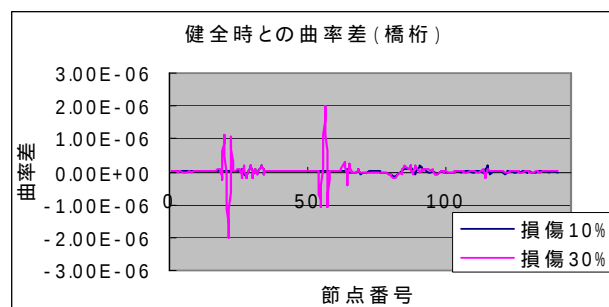


図4 損傷ケース2×荷重ケース3

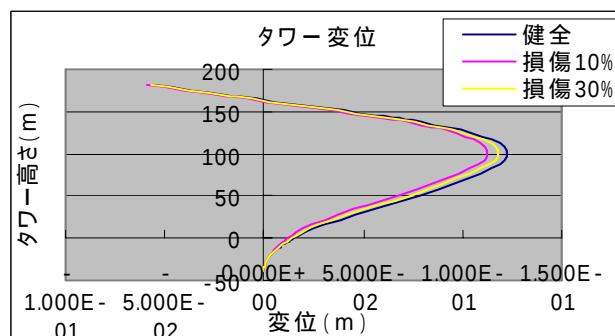


図5 損傷ケース3×荷重ケース3

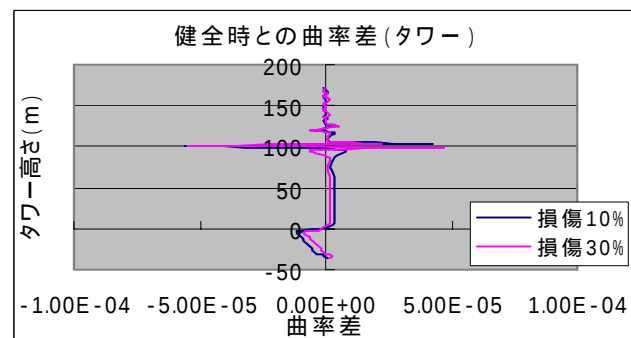


図6 損傷ケース3×荷重ケース3