

岩国錦帯橋の構造特性に関する解析的研究

早稲田大学 学生員 坂本 雄吾
 早稲田大学大学院 学生員 ○柄澤 尚志
 早稲田大学大学院 学生員 久保野 和彦
 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

本研究では、歴史的建造物である錦帯橋に関して、今後の維持管理に役立てるために、錦帯橋のモデルを作成しFEM解析とを実施し、その結果と以前に行われた実験の結果を比較し考察することにより、錦帯橋の構造特性を明らかにすることを目的とする。

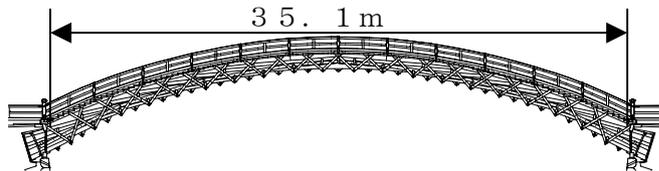


図1. 錦帯橋

2. 解析モデル

本研究では解析を行うにあたり、汎用有限要素法プログラム DIANA を使用し、錦帯橋の1つのアーチリブの2次元モデルを作成した。解析に用いたモデルを図2に示す。桁や梁部分には4節点 shell 要素を用い、巻金を表現するために2節点 beam 要素を用いた。また、界面要素の材料構成則は実験により定めた。

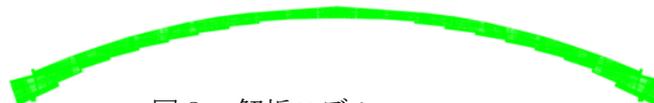


図2. 解析モデル

要素数：約 60000

3. 予備解析

界面要素の材料構成則は接線方向および法線方向それぞれの変位方向における剛性を異なる2つの予備解析を行うことにより決定した。

接線方向の剛性: 2002年2月に行われた錦帯橋の橋桁を単純化したモデルに置き換えた試験体(図3)に対する静加力部分実験のデータをもとに桁と桁の相対変位が完全に一致するまでせん断方向に対する剛性を調整し、接線方向の剛性を定めた。

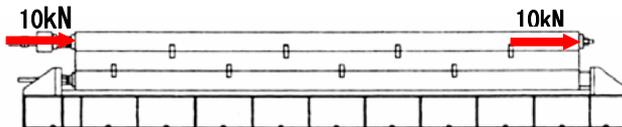
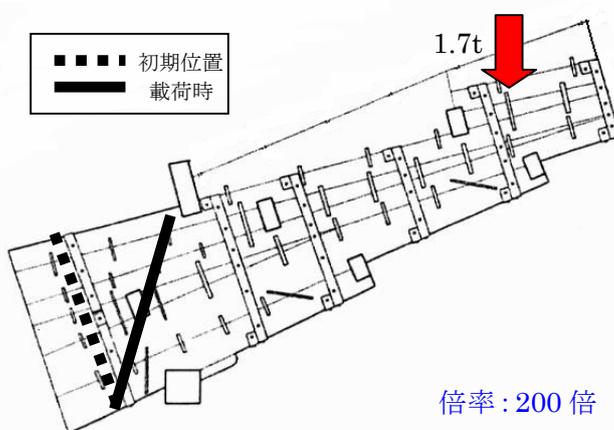


図3. 試験体のモデル化

(接線方向の剛性の決定)

法線方向の剛性: 橋脚から約5mの部分のみを残した片持ちばり状態のアーチリブを試験体(図4)として橋桁端部にモーメントを発生させるような加力実験が2002年12月に行われた。この実験における荷重と桁端部の回転角のデータをもとに接線方向における剛性を変えずに、法線方向の剛性を調整した。



倍率：200倍

図4. 試験体のモデル化

(法線方向の剛性の決定)

得られた界面要素の剛性を表1に示す。

表1. 界面要素の剛性

法線方向の剛性(N/mm ³)	接線方向の剛性(N/mm ³)
720	50.2

キーワード：木造橋 2次元解析 アーチ構造

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 51号館 依田研究室 Tel 03-5286-3399

4. 解析方法および解析結果

本解析では2003年12月に行われた分布荷重実験との比較を行う。解析で得られた変形図および最大変位を図5～8に示す。なお、変形は50倍に拡大して表示している。

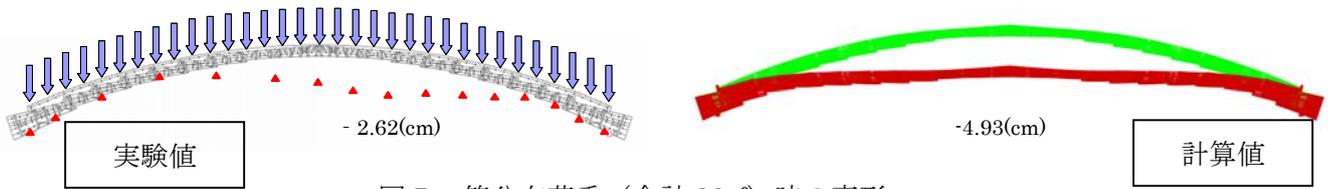


図5. 等分布荷重 (合計 30tf) 時の変形

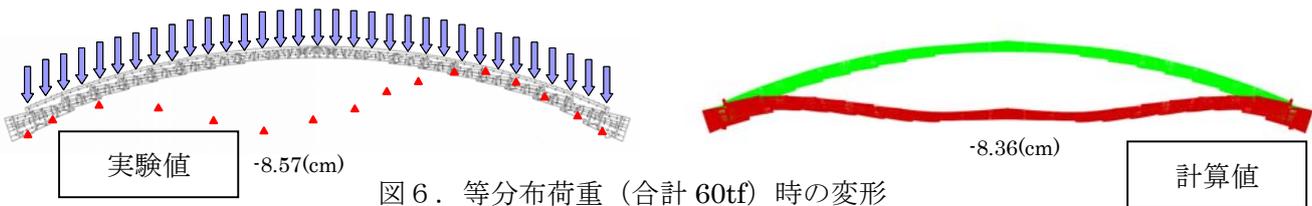


図6. 等分布荷重 (合計 60tf) 時の変形

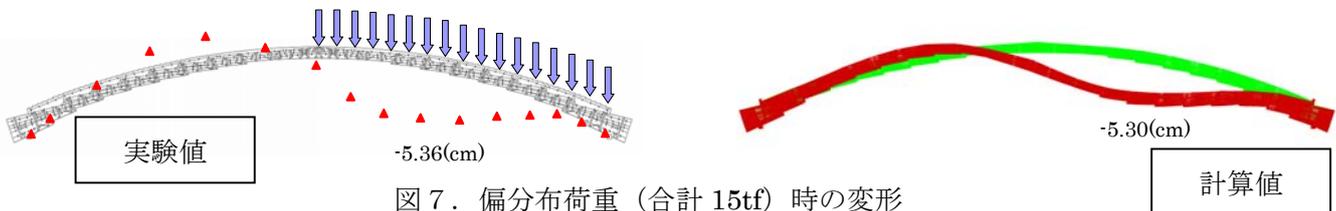


図7. 偏分布荷重 (合計 15tf) 時の変形

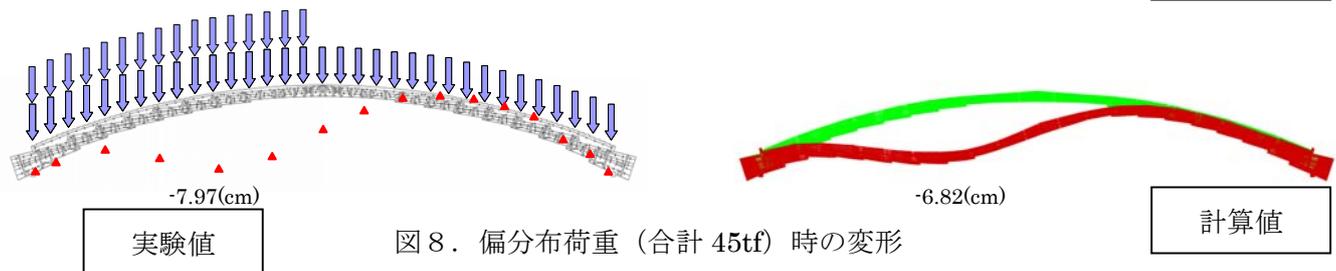


図8. 偏分布荷重 (合計 45tf) 時の変形

5. 考察および結論

変形図を比較してみると、図5と図6との比較において顕著な違いが生じ、最大変位の比較では概ね実験値より小さな値を計算値がとる傾向が見られた。まず、等分布荷重時の変形図だけに顕著な差が生じた原因であるが、解析モデルは構造的に左右対称であるように作成しているが、実際の錦帯橋は桁の強度や剛性が左右非対称であるために図5、6において変形図に違いが生じたのではないかと推察できる。最大変位をみると図5以外はすべて実験値よりも計算値が小さな値となった。等分布荷重を受ける場合の荷重と変位の関係を図9に示す。図9によれば実際の錦帯橋の挙動は非線形であるが、実験と解析の弾性領域を比較してみると、挙動が明らかに異なっており、解析モデルよりも実際の錦帯橋の方が剛性が高いということがわかる。この理由として考えられるのは、モデル化が極めて困難であった銼、ダボの存在である。解析モデルでは、これらの部材による界面要素への影響を予想より低く見積もっていたため、実際の錦帯橋よりも柔らかい構造となった。今後の課題としては界面要素の構成則をより詳細に検討することが考えられる。

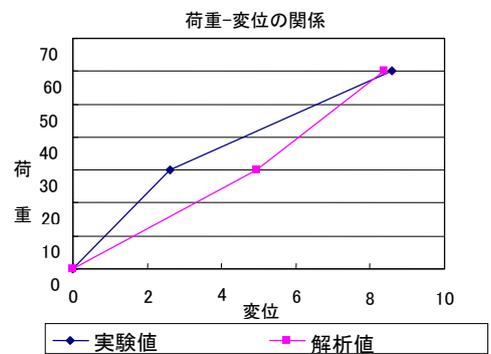


図9. 等分布荷重を受ける場合の荷重-変位関係

参考文献

- 1) 依田照彦：錦帯橋強度試験報告書、早稲田大学理工学総合研究センター、2004年12月
- 2) 依田照彦：錦帯橋振動試験報告書、早稲田大学理工学術院依田研究室、2005年12月