

静的載荷試験とFEM解析による木歩道橋の劣化診断

岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部 正会員 宮本 裕
岩手大学工学部 ○小野寺 悦子

1. まえがき

自然と調和し景観も優れ、森林資源の有効活用ができる木歩道橋は集成材の開発により耐荷力が向上したため公園などに多く用いられるようになった。1990年代に多数架設された木歩道橋は維持管理年限（15年）を迎えている。このような状況のもと、木歩道橋の劣化診断手法の確立は今後の重要な課題といえる。本研究の対象橋梁は岩手県下閉伊郡田野畑村の思惟大橋コミュニティ公園内に架設された唐松集成材を主材料とする2号橋（写真-1、上路式アーチ橋、橋長21.0m、有効幅員2.0m、高さ4.75m）である。本橋の架設年次は1991年10月であり、木橋の管理年限である15年を経過し損傷が著しいために現在は通行禁止となっている。この損傷は積雪寒冷地で三陸沿岸沿いに位置する田野畑村の気候の影響も考えられる。本研究では目視点検・打音調査、さらに人力荷重を用いた静的載荷試験を2回（平成18年度と平成19年度）実施し、得られたたわみの計測値より、現状の試験結果とFEM解析結果が一致するような劣化モデルを作成した。また損傷領域の特定を含む木歩道橋の劣化診断を試みた。



写真-1 思惟公園内2号橋全景写真

2. 静的載荷試験概要

本試験では、人力荷重（総計14名、総重量885.2kgf）を7つのケースで所定の位置に載荷させ、着目する各部の静的ひずみおよび静的変位量を計測した。2号橋の電気抵抗線ひずみゲージと変位計の測点位置と測定番号および荷重の載荷位置と載荷番号をそれぞれ図-1に示す。測定は各載荷点につき3回ずつ行い、測定を行う前に初期ひずみ（残留ひずみ）を測定した。

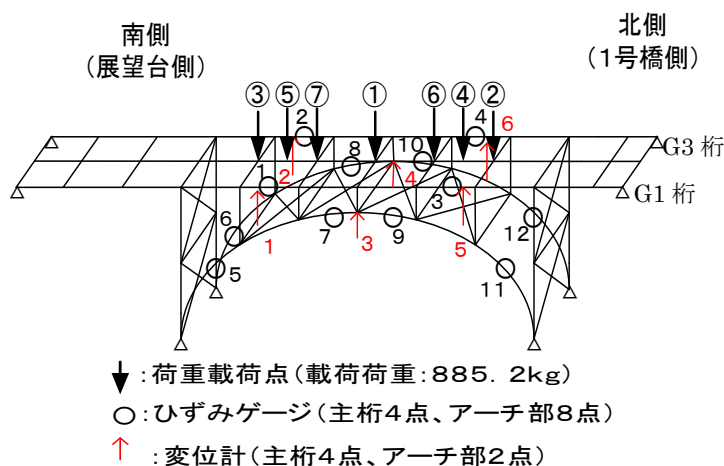


図-1 2号橋の載荷位置及び測点位置

3. 劣化診断結果と考察

図-2から図-4は、それぞれ2号橋の荷重ケース①から③の鉛直変位の分布図を示す。各図中の横軸は、展望台側の支柱上の支点を原点とするx軸方向（橋軸方向）の距離を支柱間の主桁長（アーチ部の主桁長）で割って無次元化した座標であり、縦軸は測定変位（たわみ）を表す。変位計1,3,5を設置している主桁をG1桁とし、変位計2,4,6を設置しているG3桁とする。図-2の荷重ケース①（支間中央載荷）の場合、変位計2,6は変位計1,5に比べて変位量が大きく出ている。支間中央の変位計3,4を比較すると、多少ではあるが変位計3の方が変位量大きい。このことから橋梁の中央部はG3桁よりG1桁の方が剛性が低下しているが、橋梁の両端部についてはG1桁よりG3桁のほうが剛性が低下していることが推察される。図-3、図-4は、

支間中央点を挟んで対称点にそれぞれ荷重を載荷する荷重ケース②と③の場合のG1桁（変位計 1, 3, 5）とG3桁（変位計 2, 4, 6）の変位分布を示したものである。本橋が健全なら②と③の荷重ケースでは、変位分布は中央点に対して対称な分布を示すはずである。ところが荷重ケース③の最大変位に対して荷重ケース②の最大変位が著しく大きいことから、橋梁の展望台側よりも1号橋側の部材の剛性低下が考えられる。つまり変位計6を設置した近傍の部材の損傷あるいは劣化が進行したために、その領域の剛性が局部的に下がっている可能性がある。写真-2は、G3桁側で1号橋側のアーチ部（変位計6近傍）の劣化状況を示したものである。部材に亀裂が入り、千枚通しを刺しても指で押さえなければいけないほど中はスカスカで相当劣化していることが分かった。

4. あとがき

静的載荷試験は平成18年度と19年度の2回実施したが試験結果はほぼ同等であったため、変位計を多く設置した平成18年度の試験結果を採用することにした。試験結果から局所的な劣化診断ができたが、この試験結果に合うようなFEM解析モデルを作成することでさらに詳しい劣化診断が可能になる。試験結果の変位に合わせて橋梁全体を一律の弾性係数でモデル化した場合、架設時（1992年）の実測結果¹⁾には $E=8.62 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ （高欄は $E=5.10 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ ）で、平成18年度の実測結果には $E=7.33 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ （高欄は $E=4.33 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ ）でほぼ一致した。もし、荷重ケース①の変位分布をもとに劣化モデルを作成すると、床版部分の弾性係数3種類、アーチ部分の弾性係数3種類、高欄の弾性係数1種類の合計7種類の弾性係数でモデルを作成することができる。さらに荷重ケース②、③の変位分布も考慮すると、床版部分は6種類、アーチ部分は6種類、高欄1種類の合計13種類の弾性係数を用いてモデルを作成することができる。これらの解析結果については当日発表予定である。

なお、載荷試験においては田野畑村役場の協力を得ました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 出戸秀明、五郎丸英博、岩崎正二、宮本裕、土田貴之：集成材を用いたアーチ形式歩道橋の振動実測と解析、土木学会構造工学論文集，Vol. 40A，PP. 1321-1330，1994. 3

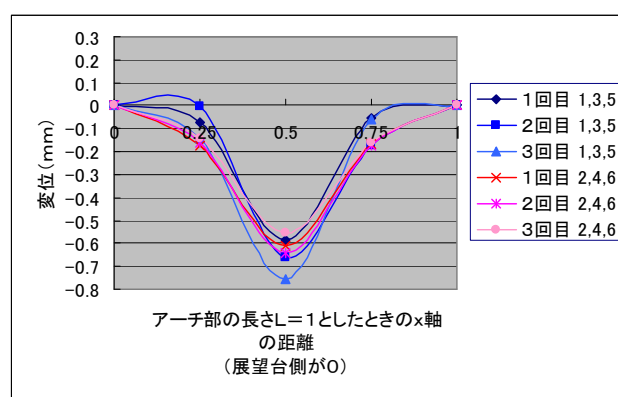


図-2 2号橋荷重ケース①の変位分布

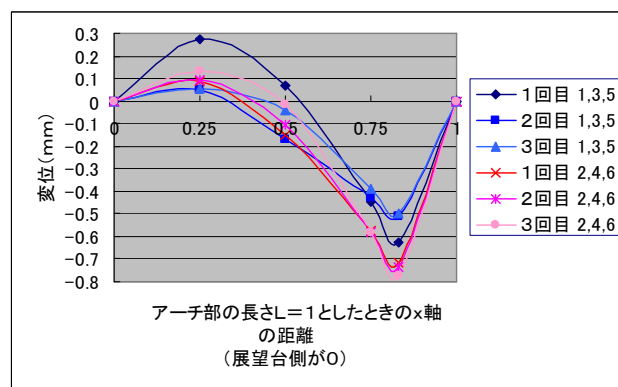


図-3 2号橋荷重ケース②の変位分布

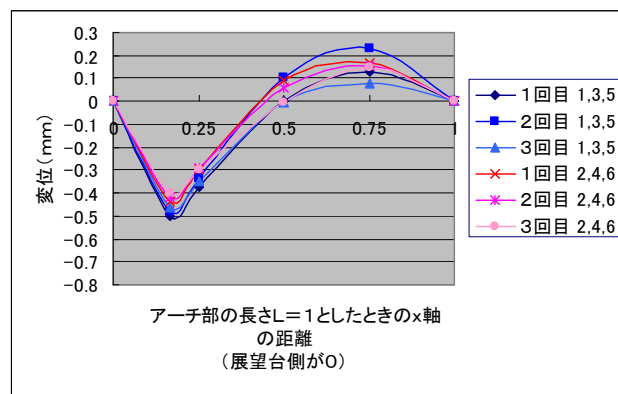


図-4 2号橋荷重ケース③の変位分布



写真-2 2号橋アーチ部の劣化状況