

I - 42

静的載荷試験に基づくタイドアーチ式木車道橋の
静的特性評価

株式会社 日本製鋼所 正 員 寺田 寿 別所 俊彦
岩手県遠野地方振興局林務部 菊池 伸裕
岩手大学工学部 正 員 岩崎 正二 ○佐藤 純

1. まえがき

岩手県遠野市附馬牛町のふるさと林道小出中滝線に、県産カラマツ集成材を利用した小出橋が完成した。一般車両が通行できる A 活荷重で設計された岩手県初の木車道橋である。小出橋は、岩手県が進める県産材利用促進のための公共工事木製化の一環として整備されたものであり、大断面のカラマツ集成材が緩やかなアーチを描き、周囲の山村風景や背後にそびえる薬師岳等の地域景観にゆったりと溶け込んでいる。近くに早池峰神社や重湊溪の観光名所が控えており、周辺地域を整備することで地域のランドマークとしての効果も期待されている。小出橋の完成直後に静的載荷試験を実施し、実測値と FEM 解析値を比較検討することにより、本橋の静的剛性、静的強度および安全性を検証する。完成直後の初期データを収集しておくことは、将来において損傷の発生や補修の必要が生じた場合に、これらの値と比較検討することで本橋の安全性を評価できるので本橋の維持管理にとって重要である。

2. 対象橋梁の概要

本橋は、図-1 に示すような橋長 29.4m、幅員 5m の下路式タイドアーチ木車道橋である。圧縮力の作用するアーチ部材と橋全体の荷重軽減効果が大きい床版部等に県産カラマツ集成材が使用されている。また、その他の吊材や桁材等に鋼材を併用することで、強度や安全性および耐久性を実現している。高欄にも集成材を使用し、木橋への親しみと景観上の配慮をしている。床版形式は、集成材パネル床版である。アーチリブの断面は、幅 20cm、高さ 120cm のカラマツ構造用集成材を 3 体側面を接着し、幅 60cm、高さ 120cm の大断面を形成している。アーチの製作にあたっては写真-1 に示すようにスパン方向を 2 分割し、現場にて連結した。連結部は 3 枚の挿入鋼板を用いてドリフトピンで固定している。アーチリブを日射や雨水から保護するためにアーチ上面には鋼板が葺かれている。鋼材の種類は、床桁は SMA490W、その他の補剛桁、吊材、縦桁は SMA400W である。各支承部には、積層ゴム支承が用いられている。なお、含水率の変化等による木床版の動きに追従できるように特殊弾性舗装が施されている。

3. 試験方法

静的載荷試験では、約 196kN のダンブトラックを 2 台用意し、表-1 に示すように車両台数や載荷位置を幅員方向や橋軸方向に変化させ、ひずみおよびたわみを測定する。幅員方向の載荷方法は、中央載荷と G2 桁側偏載荷とし、写真-2 に示すように橋軸方向の 2 台載荷では後部対面載荷とした。図-1 中に、変位計とひずみゲージの計測位置を示す。G1、G2 各補剛桁のたわみ測定は、L/4 点、L/2 点、3L/4 点と両支点に変位計を設置して行い、桁全体のたわみ挙動を把握する。アーチリブのたわみの計測点は、アーチ中央のみとした。補剛桁から足場を組み立て計測したので、アーチ

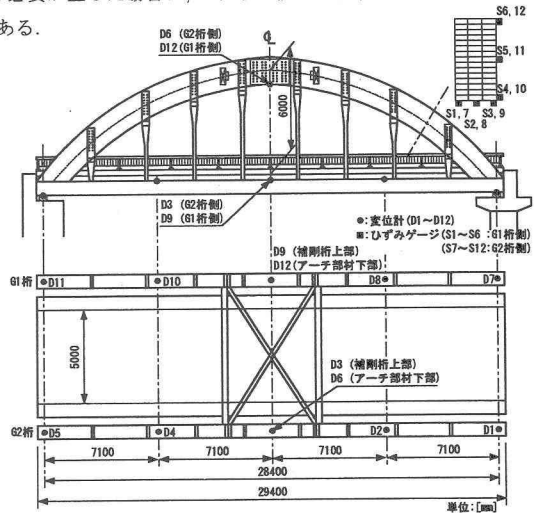


図-1 ひずみ計・変位計設置位置

表-1 載荷パターン（L:支間長）

実験No.	載荷条件		
	トラック	幅員方向	橋軸方向
CASE 1	1台	中央	L/4
CASE 2		G2桁側	L/2
CASE 3		中央	
CASE 4		G2桁側	L/4
CASE 8		中央	
CASE 9		G2桁側	
CASE 5	2台	中央	3L/4
CASE 6			L/2
CASE 7			L/4

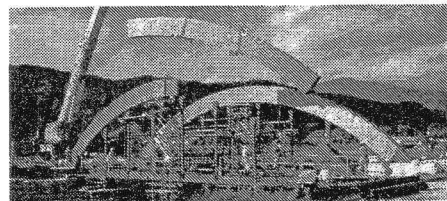


写真-1 アーチ部材施工風景

中央の実たわみは計測値から補剛桁の支間中央たわみを引いた値となる。ひずみ計測は、図-1中に示すG1,G2桁の支承から3.53mの点の直上に位置するアーチ断面の下面に3点($S_1 \sim S_3, S_7 \sim S_9$), 側面に3点($S_4 \sim S_6, S_{10} \sim S_{12}$)木材用ひずみゲージを設置して行った。

4. 解析手法

静的構造解析では、汎用有限要素法プログラムABAQUS Ver6.4.1を使用する。本橋の詳細な3次元構造解析モデルを作成し、静的載荷試験と同様の荷重条件で静的構造解析を行い実測値と比較検討した。図-2に本橋の3次元FEM解析全体モデルと節点数、要素数を示す。モデル化に際しては、アーチ部材、対傾構、木床版、地覆、ゴム支承に8節点固体要素を用い、吊材、縦桁、床桁、補剛桁、その他の鋼板に4節点シェル要素を用いた。高欄のみ2節点梁要素を用いている。集成材は、カラマツ構造用集成材(E105-F300)で異等級対称構成断面を有しているが、等方性材料として取り扱った。集成材と鋼材等の材料特性の入力値を表-2に示す。弾性係数は設計値を用いている。

5. 試験結果とFEM解析結果の比較検討

図-3は静的載荷試験結果の一例として、CASE 1の場合のアーチ部材の側面3点($S_4 \sim S_6, S_{10} \sim S_{12}$)のひずみ計測結果を示したものである。アーチ上面に小さな引張りひずみが生じていることから、曲げ応力の影響も入っているようである。図中に、FEM解析による断面高さ方向のひずみ分布がほぼ直線で示されている。幅員中央載荷のため、実測値と異なり解析値ではG1桁側とG2桁側のアーチのひずみ分布は一致する。ひずみの計測結果は他のケースを含めてばらつきが見られるが、本ケースではFEM解析値より同等ないしは小さめに計測されており安全側である。実測した最大ひずみ値は、CASE 7の場合で 109×10^{-6} であった。実測されたひずみ値は、ほとんどが計算ひずみ値より若干小さいため、アーチの応力度に関しては本橋は十分安全といえる。次に、図-4は図-3と同様にCASE 1の場合の、補剛桁のたわみの計測値を示している。図中にFEM解析より求めた補剛桁全長にわたるたわみ分布が示されている。ひずみ計測の場合と異なりG1桁とG2桁で、ほぼ一致した実測たわみ値が得られた。また、FEM解析による静的たわみ値は、計測値とほぼ一致した。他の荷重ケースもほぼ一致していることから、本橋は少なくとも本研究の3次元構造解析モデルと同等の静的剛性を有しており、本橋の安全性は検証されたものと思われる。なお、静的載荷試験と同時に動的載荷試験¹⁾も実施している。

参考文献

1) 小枝日出夫, 奥野寛人, 菊池伸裕, 出戸秀明, 荒田智博: 動的載荷試験に基づくタイドアーチ式木車道橋の動的特性評価, 土木学会東北支部技術発表会講演概要, 2004.

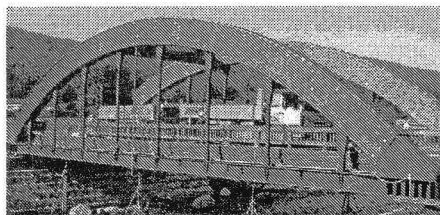
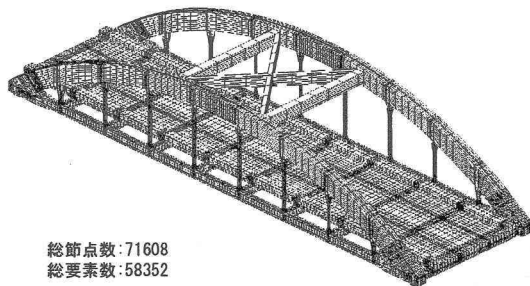


写真-2 載荷状況 (載荷位置: 2台中央 L/2)



総節点数: 71608
総要素数: 58352

図-2 3次元構造解析モデル

表-2 材料特性

材料	材料特性	弾性係数 E [kN/m ²]	せん断弾性係数 G [kN/m ²]	ポアソン比 ν
集成材		1.03×10^7	3.70×10^6	0.400
鋼材		2.06×10^8	7.90×10^7	0.300
ゴム支承		2.94×10^3	9.81×10^3	0.499

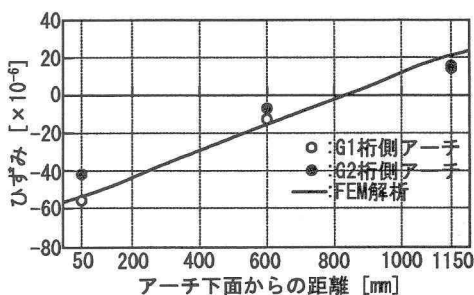


図-3 アーチ部材のひずみ分布 (CASE 1)

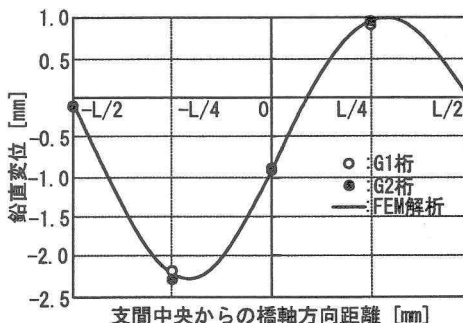


図-4 補剛桁の鉛直変位分布 (CASE 1)