

75年間の供用に耐えた木造車道橋「花峯橋」

75-Year Old Hanamine Timber Road Bridge

○飯村 豊* 齊藤 豊** 上杉 基** 中澤隆雄*** 今井富士夫***
IIMURA yutaka, SAITO yutaka, UESUGI motoi, NAKAZAWA takao, IMAI hujio

* 博（農学） 宮崎県木材利用技術センター（〒885-0037 宮崎県都城市花繰町 21-2）
** 宮崎県木材利用技術センター（〒885-0037 宮崎県都城市花繰町 21-2）
*** 工博 宮崎大学工学部土木環境工学科（〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1）

ABSTRACT Hanamine timber bridge is a strutted beam bridge over the Horikawa canal in Nichinan city, Miyazaki. The bridge built with obi-sugi trees has been serving as a road bridge for 75 years. At a recent inspection, some deterioration was detected in wood components exposed to weather and providing a passage for rainwater. The extent of deterioration was evaluated and a loading test using a vehicle was conducted to compare deflection with the one assumed at the design stage. Test results showed that the bridge will be usable for another long period by taking measures to prevent rainwater from accumulating as well as replacing deteriorated portions.

Keywords : 飩肥杉、道路橋、方杖トラス、長期耐用、登録文化財、維持管理
Obi-Sugi, timber road bridge, strutted beam truss, long-term use, registered cultural property, maintenance

1. はじめに

「花峯橋」は昭和4年に宮崎県日南市油津の堀川運河に架橋された。橋長27.25m、最大支間長9.1m、有効幅員5.6mの方杖形式の木造車道橋である¹⁾。この橋は地域材で木造船用の弁甲材として知られる飩肥杉を使用している。現在、重量制限2トンの車両通行規制が掛けられている。平成16年3月に文部科学省より、わが国初の木造道路橋として登録文化財に登録された。日南市は現在、本橋を文化財として保存する方向で検討しており、今後の修復の参考資料にと、今年3月に橋の上部工の木造部分について詳細及び劣化度の概要を調査し、車両を用いた載荷試験を実施した。

2. 花峯橋の概要

本橋は、昭和4年の油津岩崎と東郷間の県道工事に伴い架橋された¹⁾。日南市によれば、設計・施工は橋梁専門の土木業者「井上久七」らによるとされている。架橋場所は、飩肥杉の筏の搬送を主たる目的に1686年に開削された延長900mの運河上流で²⁾、広渡川から約200mの地点である。写真-1は花峯橋の架橋後、6年経過した昭和10年頃に撮影されたもので、写真右下に小さく見えるのが花峯橋である。



写真-1 右下が花峯橋(日南市役所提供:柴田家所蔵写真)

資料によると、この花峯橋は昭和 25 年頃に橋脚の基礎が木造からコンクリート構造に変えられるなどの改造がなされ¹⁾、現在の形状の基本が形づくられた。その後、一部の桁が腐朽のために交換され、その時点で床版、高欄の修繕、アスファルト舗装が施されている。写真-2 に花峯橋の現況を示す。

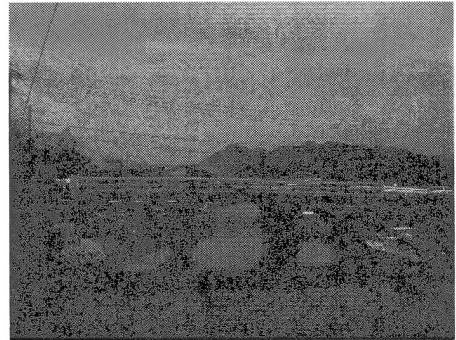


写真-2 下流からの花峯橋

3. 調査

文化財として登録された木橋は過去に 8 橋あるが、全て社寺橋としての歩道橋で、銘木を使い、宮大工による古来よりの伝統木造を基本としていた³⁾。それに対し、花峯橋はボルトやかすがい、金物を使うなど従来の伝統木造とは異なる技術で架設されている。

本橋の特徴は、伝統木造には稀なトラス形式で、従来にない油津独自のシステム技術ともいえる架橋を主に採用していることだ。接合具にはボルトとかすがい、主桁の支持にはまくら梁、台持木を用いている。仕口などの加工は伝統木造の技術を取り入れながらも、雨仕舞いの水切りに金属板を使うなど、さまざまな技術が融合している。

こうした架橋技術を可能にした当時の時代背景を調べていくと新興木構造に行き着く。

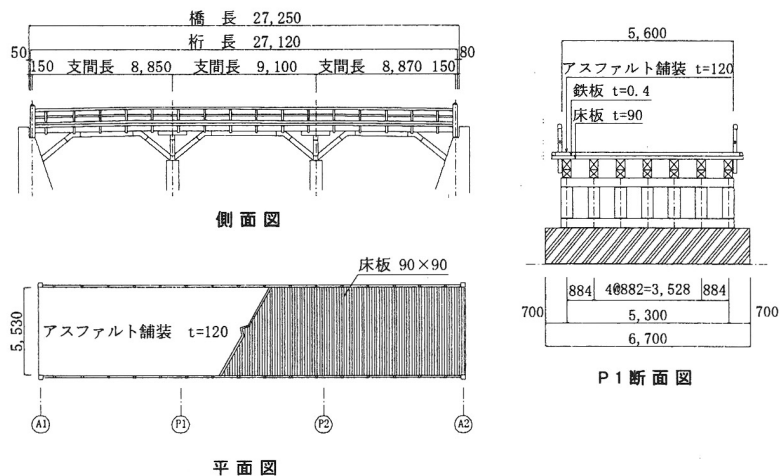


図-1 全体一般図(現在の花峯橋)

3.1 時代背景

花峯橋が架設された昭和 4 年 (1929 年) は、第一次大戦と第二次大戦の間の、世界大恐慌が起きた年である。ドイツをはじめとする欧米及び日本では、鉄材不足を補うため代用資材を他に求める中、木材が再認識された結果、木材の研究・応用が飛躍的に進み、従来にない工学に基本を置いた新しい木造 (新興木構造) が発展していた⁴⁾。

昭和 4 年当時の木構造技術の状況を伝える竹山謙三郎博士の文献には、「大正 12 年の関東大震災以後は筋違、方杖、火打の使用其他接手金物の併用等幾多の耐震的新手法も講ぜられるに様になった。然し之等の構造法が力学的に検討され始めたのは昭和 5 年伊豆地方地震を契機とし、昭和 9 年の関西風水害によって本格的となった⁴⁾」との一節がある。花峯橋にも、方杖や接手金物の併用など新興木構造の影響が伺える。

昭和 4 年は、油津港がまぐろ漁獲量日本一になった年で、木造漁船の大型化と同時に操業船の数が前年対比 2 倍の 284 隻になるなど、油津が活況を呈していた時期である⁵⁾。新興漁業基地を陰で支えた職人は、弁甲材を扱う技術を持つ船大工職をはじめ、大工職、鳶職であった。飢肥杉の大断面長尺材の利用は、橋梁等の土木用途をはじめ、弁甲倉庫、木工所、造船所、製氷・冷蔵工場、製缶工場、社寺等の建築用途などに広がっていた。加えて船釘 (和釘) などの接合具や金物を製造する鉄工所、それを販売する建築金物店などが大正末期から開業しており⁶⁾、飢肥杉を利用した新興木構造を受け入れる素地があったと想像できる。

3.2 調査内容

本橋が新興木構造の影響を受けていることを念頭に置いて、先ず本橋の使用材料である木部材 鉄肥杉の断面、長さ、加工程度、年輪幅、接合金物と接合具の使い方を調べた。

次に、部材の劣化度を診断した。木部材の劣化度は目視とハンマー打撃、ドライバーによる触診によって調査し、各部材の残存有効断面を想定した。鉄の部材の劣化度は、接合金物をはじめボルト、かすがいなどの減厚量を調べ、有効厚を想定した。接合具の形状及び添え板鋼板式の接合法を調べた。

4. 調査結果

4.1 木部材

木部材は全て弁甲材である。表-1 に主要構造部材の断面、長さの概略寸法と本数を示す。断面は、主桁が 300×350 mm、脚柱が 300×400 mm、添え梁や方杖、それに主桁を支えるまくら梁、脚柱を支持する土台は 300×300 mm で、全て心持ち材である。材長は主桁が 9,100 mm (P1-P2)、8,900 mm (P2-A2)、但し A1-P1 は中間継ぎ手があり、4,400 mm である。まくら梁は 5,500 mm、土台は 6,000 mm である。なお、床版用の木材は、断面 90×90 mm、材長は 6,100 mm である。

木部材の加工は、仕口部がほぞ差し、継ぎ手部が突き付けを基本としている。表面仕上げは弁甲はつりである。主桁などの長尺材は末口の角部にそれぞれ丸身を残している。年輪幅は、主桁の末口部で 2~3mm である。耐久性向上のための、保存薬剤は使用していない。また表面も無塗装仕上げである。

木部材の劣化度の調査結果を残存断面の想定値として表-2 に示す。肉やせ(早材部の風化)は、日当たり面で風雨に曝されているところで5から10mmであった。

本橋は、文化財であることから部材の保存状態が変化しないように深部の調査はドライバーによる触診によった。表-2 の始端は、梁桁類が A1 側及び上流側を、柱類が頂部を示す。中央は部材中央部、終端にあっては始端と反対側を示す。

4.2 接合金物と接合具

接合金物の使い方は図-2 に示すように、方杖と添え梁の接合部に添え鋼板を用いてボルト留めをしている。添え鋼板の形状は同一であるが、ボルトの配列は木部材末口の丸みの大きさに合わせて異なっている。図-2 は代表的な配列を示している。材端部(接合部)のボルト配列の端距離は 7d (ボルト径の 7 倍)に近い。

また方杖脚部を基礎と緊結するためにボルトによる

表-1 主要材リスト

部材 (単位)	断面 (mm)	長さ (mm)	本数 (本)
主桁	300×350	4,400	14
主桁	300×350	9,100	7
主桁	300×350	8,900	7
脚柱	300×400	1,400	14
方杖	300×300	2,500	42
添え梁	300×300	5,000	21
まくら梁	300×300	5,500	2
土台	300×300	6,000	2
台持木	300×270	1,900	14
合計			123

表-2 計算用想定断面リスト

部 位	想定断面(mm)								
	A1-P1			P1-P2			P2-A2		
	始端	中央	終端	始端	中央	終端	始端	中央	終端
主桁 上流	270×180	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×300
主桁 内部	300×180	300×350	300×350	300×350	300×350	300×350	300×350	300×350	300×300
主桁 下流	270×180	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×320	270×300
脚柱 上流	270×370	300×400	240×320	—	—	—	270×370	300×400	240×320
脚柱 内部	300×400	300×400	240×340	—	—	—	300×400	300×400	240×340
脚柱 下流	270×370	300×400	240×320	—	—	—	270×370	300×400	240×320
方杖 上流A1側	300×300	270×300	100×100	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200
方杖 内部A1側	300×300	300×300	100×100	300×300	300×300	200×200	300×300	300×300	200×200
方杖 下流A1側	300×300	270×300	100×100	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200
方杖 上流A2側	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200
方杖 内部A2側	300×300	300×300	200×200	300×300	300×300	200×200	300×300	300×300	200×200
方杖 下流A2側	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200	300×300	270×300	200×200
添え梁 上流	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300
添え梁 内部	300×300	300×300	300×300	300×300	300×300	300×300	300×300	300×300	300×300
添え梁 下流	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300	270×300
まくら梁	270×270	270×270	270×270	—	—	—	270×300	270×300	270×300
まくら土台	270×270	270×270	270×270	—	—	—	270×270	270×270	270×270
台持木 上流	270×270	270×270	270×270	—	—	—	270×270	270×270	270×270
台持木 内部	300×270	300×270	300×270	—	—	—	300×270	300×270	300×270
台持木 下流	270×270	270×270	270×270	—	—	—	270×270	270×270	270×270

注)表中の細字は健全な断面

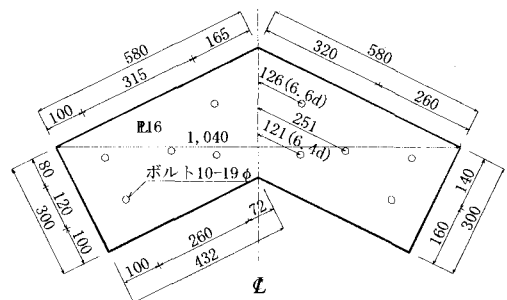


図-2 添え板鋼板接合金物

幅 50mm の帯状添え鋼板がアンカー金物として使用されている。アンカー金物の形状は同一である。

接合具はボルトと丸鋸（かすがい）が使用されている。ボルトは直径 3/4 インチ（19φ）、主に木材と木材の合わせ接合に用いている。かすがいは直径 5/8 インチ（16φ）、長さ 300mm、爪長さ 40mm で、仕口や突き付け部などに用いている。なお、A1-P1 間で主桁とまくら梁をボルトで複合する接合面にはせん断力を負担するジベル類は使用されていない。

鋼板の劣化は、残存厚の平均が約 6.5mm であったが、使用された場所によっては形状を留めないなど減厚が著しく進行している所があった。

ボルトとかすがいについても木材から露出している部分は減厚が大きく、特に雨水の排水経路となっているところは断面全てが融解していた。大気中に置かれた場合の鋼材の減厚は年間平均 0.06mm/年⁸⁾とすると 75 年では 4.5 mm となる。これに塩害による腐食が加わっている。

4.3 水切り金属板の使用

木部材を保護する水切り用の金属板（厚み 0.4 mm 程度）が主桁やまくら梁の天端に使用されており、一部は改造時に交換されたものもあると想像される。薄板の金属板は当時でも入手しやすい材料であった。魚肉缶詰用の製缶工場などで大量に使用されていたり、日南は台風常襲地であることから屋根の仕上げ材等にも多用されていた。劣化の状況は、雨水の排水経路に当たるところでは腐食が激しい。

4.4 雨水の排水経路と劣化状況

本橋の排水構造は、橋面排水で大部分を排水しているが、アスファルト舗装の表面クラックなどにより舗装内に少量の雨水が進入しているものと判断される。橋面の雨水排水経路を図-3 に示した。この雨水通路に面する木材は劣化の進行度合いが激しい。

特に、左岸側（A1 側）で橋台と橋面との間に 50mm の隙間があり、また A1-P1 間の上流側橋面陥没が原因による橋台方向への誘導もあって、流水がこの隙間から浸入し、主桁やまくら梁、さらに方杖脚部に達する。

以上のことから、木部材の劣化は、A1 橋台側が著しく、次に進行しているのは外桁など外側に面する部材である。

図-4 の A1-P1 間の上流側側面図に劣化状況を示した。A1 橋台側は主桁端部とまくら梁に、方杖脚部は内部まで劣化が進んでいる。これらの関係は、残存断面の推定の際の参考にした。

なお、接合具とその周辺の木部の劣化状況は、ボルトとかすがいでは異なる。ボルト孔に雨水が浸入する場合は、ボルト自体の腐食と同時にボルト孔周辺の木部も不朽が進行し、断面減少が半分を超えるものもあった。一方、かすがいでは打ち込み部は接合具と木材が密着していることから、かすがいの腐食と木材の腐朽による断面減少は少ない。

5. かすがいのモデル接合実験

かすがいの接合特性を調べるために、現在地元で流通している一般材オビスギ製材を用い、か

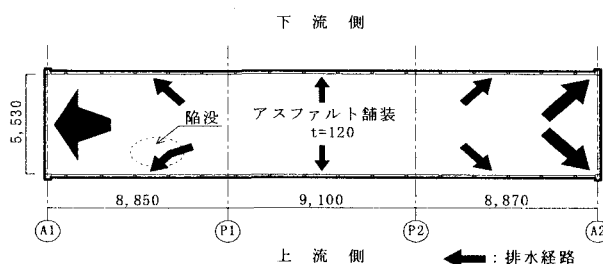


図-3 橋面の雨水排水経路

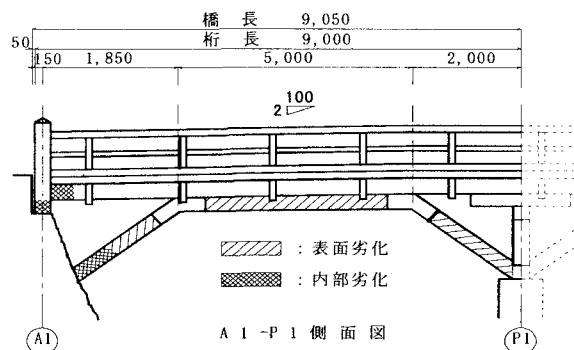


図-4 上流側側面の劣化状況

すがい接合部を含むモデル化した試験体を製作し、交番荷重による実験を行った。

5.1 材料

製材の断面は 195mm 角、試験時の含水率は 126% (全乾比重 0.34 として推定)、動的弾性係数は 5.2GPa (3m材 18 本, 4m材 27 本の計 45 本の平均値) である。かすがいは、材質 SS400、全長 350mm、断面 16mm 角、爪の長さ 125mm で、その内爪先部分の 62mm が角すいである⁹⁾。

5.2 試験体及び試験方法

試験体は図-5 に示すように、オビ
スギ製材をかすがいで接合してサイ
ズ 2,910×2,910 mm のトラスパネル
としたものを、3 体 (K1、K2、K3)
製作した。かすがいの接合特性は斜
材下部と下弦材を対象として接合部
の荷重と変位の関係から調べた。各
部材の接合は、鉛直材は上・下弦材
に対しほぞ差し、斜材端部は突き付
けとした。接合具はすべてかすがい

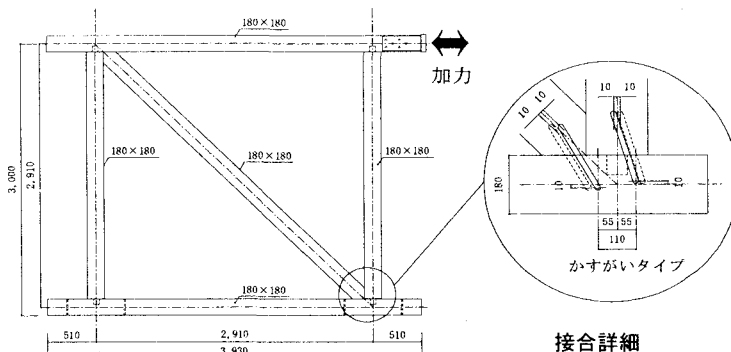


図-5 試験体図

である。かすがいはパネル面の表と裏側一対で、それぞれドリルにより先導孔径 12mm、深さ 100 mm とし、ハンマーで打ち込んだ。加力は、上弦材を水平方向にアクチュエーターにより変位制御の正負交番 3 回折り返しとした。変位制御はトラスパネルの見かけのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad とした。かすがい接合部の変位測定は、表側 1 箇所とし、糸巻きゲージを用いた。

5.3 実験結果

実験結果を図-6 (試験体の荷重-変位曲線) 及び図-7 の 3 体の (荷重-変位曲線の包絡線) に示す。この荷重-変位曲線からは、かすがい接合は初期ガタがない弾塑性の接合であることが分かる。破壊の状態は引張り加力のときで、下弦材に打ち込んだ爪支圧部のめり込み・局部圧縮破壊であった。終局までは荷重が上がらず、変位だけが増大しながら爪が抜け続ける状態であった (写真-3)。

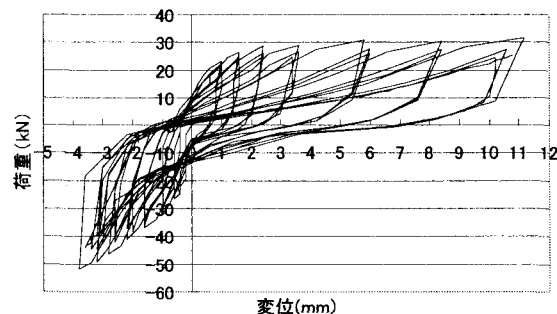


図-6 K1 試験体の荷重-変位曲線

表-3 に 3 体の包絡線からの降伏荷重を求めた。3 体の結果では、バラツキが大きく、標準偏差は 2.16 kN であったことから、信頼水準 75% における 5% 下限許容限界値は 14.4 kN であった。この値はかすがい 1 本当たりでは 7.2kN となる。変位量については、降伏時で 1 から 2mm であった。

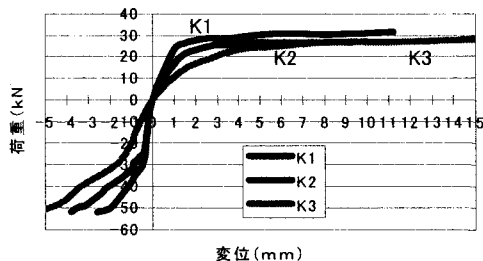


図-7 荷重-変位曲線の包絡線

ここで、木材の支圧強度との関係を示す。荷重角度 45° 方向の支圧基準強度 (F_{45}) は、オビスギの強度等級を E50 とすると¹⁰⁾、

圧縮 (F_0) とめり込み (F_{90}) の基準強度が¹¹⁾、

$$F_0 = 19.2 \text{ N/mm}^2, F_{90} = 6.0 \text{ N/mm}^2$$

であることから、次式によって求められる¹²⁾。

表-3 降伏荷重

試験体	K1	K2	K3	平均	標準偏差	5%下限値
荷重(kN)	23.2	18.9	21.3	21.1	2.16	14.4

$$F_{45} = \frac{F_0 \times F_{90}}{F_0(\sin 45)^2 + F_{90}(\cos 45)^2}$$

$$= 9.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

かすがい爪部の支圧面積 (S) は爪先部を合わせて
 $S = 47 \times 16 + 62 \times 16 / 2 = 1,248 \text{ (mm}^2\text{)}$

オビスギ製材の含水率が繊維飽和点以上であることから、使用環境 I として係数 0.7 を採用する¹³⁾。

従って、爪部の面積による支圧強度 (P) は
 $P = 1248 \times 9.1 \times 0.7 = 7,950 \text{ (N)}$

となる。実験値から求めた 7.2kN は、木材の支圧基準強度から求めた値とほぼ同じである。

従って、オビスギに対するかすがいの接合強度は、かすがいの爪の形状から求められる支圧面積と荷重角度によって求めることができる。

なお、鋼材 SS400 の引張り基準強度を 235 N/mm² とすると、16mm 角の短期許容耐力は 60 kN になる。

花峯橋に使われているかすがいは、16φ で爪の長さが 40mm の円すい形であることから、支圧面積は 192 mm² となり、繊維と平行方向の支圧基準強度 (P₀)、繊維と直交方向の支圧基準強度 (P₉₀) は

$$P_0 = 192 \times 19.2 = 3,686 \text{ (N)}$$

$$P_{90} = 192 \times 6.0 = 1,152 \text{ (N)}$$

となる。

長期許容耐力では、それぞれ 1,352N、422N となる。

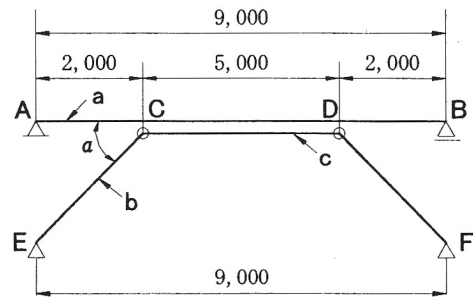


写真-3 終局の状態

6. 方杖トラス構造のモデル化と解析

6.1 構造のモデル化

モデル化の対象は最長スパンである中央径間 (P1-P2) とし、構造モデルは図-8 に示す方杖トラスとした。



a : 主桁, b : 方杖, c : 添え梁, a = 45°

図-8 方杖トラスの構造モデル

6.2 荷重条件

主桁の間隔は 0.9m とし、ここでの死荷重は主桁より上部とする。

① 死荷重

アスファルト : $2.70 \text{ kN/m}^2 \times 0.9 \text{ m} = 2.4300 \text{ kN/m}$

床版 : $0.225 \text{ kN/m}^2 \times 0.9 \text{ m} = 0.2025 \text{ kN/m}$

主桁 : $0.300 \text{ m} \times 0.350 \text{ m} \times 0.5 \text{ kN/m}^3 = 0.0525 \text{ kN/m}$

合計 = 2.685 kN/m

② 活荷重

4 t 車による静的載荷とする。輪荷重による主桁への分配荷重は 1 tf とする。

6.3 使用材料

ここでは本橋に使用されている弁甲材飢肥杉の強度等級を E50 と仮定し、基準強度¹¹⁾を次の通りとした。

Fb (曲げ) = 24.4 N/mm²、Fs (せん断) = 1.8 N/mm²、F₀ (圧縮) = 19.2 N/mm²、F₉₀ (めり込み) = 6.0 N/mm²

調査結果に基づく想定断面は、表-2 の断面リストを参考とした。

6.4 解析結果

死荷重時とスパン中央に1tf 載荷時それぞれについて変位量と応力を算出した。

① 変位量

中央部の変位量は、死荷重時 3.4mm、活荷重時 4.8mm で、方杖に支持された C-D 間 5.0m スパンに対し、1/1,470、1/1,040 であった。

表-4 降伏点荷重

想定断面		応力(単位)	死荷重	活荷重	複合応力
A点	始端	Q(kN)	-0.616	1.997	1.381
C点	中央	M(kN・m)	4.041	3.994	8.035
		Q(kN)	11.863	4.900	16.763
中央	中央	M(kN・m)	4.198	8.256	12.454
		Q(kN)	11.863	4.900	16.763
E点	終端	N(kN)	12.844	9.751	22.595

② 応力と断面に対する応力度

表-4 に応力、表-5 に想定断面に対する応力度の割合を示す。

解析の結果、変位量および想定断面に対する応力度の割合からすると、載荷試験を実施しても問題はない。

また、載荷時に、主桁とまくら梁の接合部反力は活荷重時複合応力として 1,381N の短期浮き上がり応力が発生するが、繊維と直交方向のかすがい 2 本留めは短期許容耐力 (長期許容耐力の 2 倍) が、 $422N \times 4 = 1,688N$ となり、これも問題ない。

表-5 想定断面に対する応力度

想定断面	断面積 (mm ²)	断面係数 Z(mm ³)	圧縮		曲げ		せん断	
			N		M		α・Q	
			A・η・f _c	0	f _b ・K _z ・Z	0	A・f _s	0
A点 始端	270×320	8.64×10 ⁴	4.608×10 ⁶	0	0	0	0.03	
C点 中央	270×320	8.64×10 ⁴	4.608×10 ⁶	0	0.20	0.20	0.42	
中央 中央	270×320	8.64×10 ⁴	4.608×10 ⁶	0	0.31	0.31	0.42	
E点 終端	200×200	4×10 ⁴	1.333×10 ⁶	0.10	0	0	0	

7. 載荷試験

7.1 試験方法

試験方法は、車両 1 台 (車両重量 4 tf) を図-9 に示すように①番から⑨番まで静的に載荷し、高欄支柱位置 U-1 から U-16 (上流側)、D-1 から D-16 (下流側) の 32 点にターゲットプレートを取り付け、測定機器 (トータルステーション) により、無載荷の状態との差異を変位量として測定した。写真-4 は、車両の載荷とターゲットプレート取り付け状況を示す。

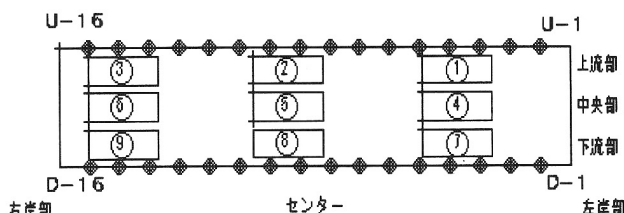


図-9 車両の載荷位置

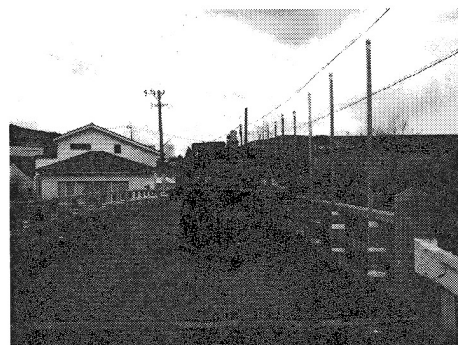


写真-4 載荷試験の状況

7.2 結果

図-10 は、載荷位置⑧のときの、上流側 (U1 から U16) と下流側 (D1 から D16) の高欄支柱の変位量を示している。輪荷重は、外桁と隣接する主桁のほぼ中央に掛けられたことで、外桁に対しては分配荷重 1 tf となる。変位量は、下流側 D10 で最大 2.4mm である。この値は解析値 4.8mm より少ない。

表-5 に載荷位置⑧を含め、①から③、⑦から⑨のときのそれぞれの外桁の変位量を示す。表-5 に示した測定値は、解析値より低い。

表-5 載荷位置と変位量

載荷位置	①	②	③
変位量 (mm)	-2.0	-2.5	-0.9
載荷位置	⑦	⑧	⑨
変位量 (mm)	-2.1	-2.4	-1.0

注) 変位量のマイナスは下方を示す

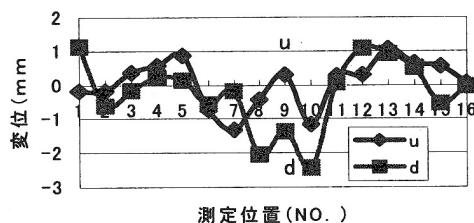


図-10 載荷位置⑧のときの変位量

8. まとめ

地域材飢肥杉を用いた長期耐用の木橋技術を調査した結果、耐久性能を引き出す木橋技術として、以下の点を学ぶことができた。

- ①腐朽に比較的強い飢肥杉の耐久性を最大限発揮できるように、心持材を使う
- ②大断面長尺の採用で、部材数および接合箇所を少なくし、接合面積を減らす
- ③木材は圧縮主体とし、曲げが少ない使い方とする
- ④接合部は欠き込みを最小とし、接合金物は補助的に使用
- ⑤接合具は水の浸入を防ぐことのできる木材と隙間のない圧入型がよい
- ⑥長期的な視点で景観を考えた場合、無塗装にし、肉やせを積極的に活かす方法もある
- ⑦設計段階で橋面、杓座、外桁、橋脚などに雨水の排水対策を織り込む
- ⑧局部的な水切り（金属板など）を重要視する
- ⑨維持管理を容易にするため、全ての部材が見えやすくし、特に重要部材は触診できるようにする

9. おわりに

本稿では、花峯橋の現況と実験を報告したが、今後更に詳細な調査及び実験が実施される予定である。

日南地方は高温・多湿の気候であるうえ、台風常襲地でもあり、木材にとって劣化しやすい環境にある。一部修理はされたが、木材保存処理剤を使わず75年間車道橋として供用され、今も現役の花峯橋は今後の木橋を検討するうえで、参考になる多くの情報を提供してくれると期待している。

謝辞

花峯橋に関する貴重な情報や資料をいただいた日南市役所、宮崎県油津港湾事務所、(株)ナス材木店南壽英男氏、杉村本店杉村圀彦氏、山中勇氏、片岡好之助氏のご好意に感謝致します。

参考文献

- 1) 日南市教育委員会編：花峯橋, 文化財登録証, 2004
- 2) (財)日本ナショナルトラスト編：油津の町並みと堀川運河, (株)トライ社, 1997, pp. 4-7.
- 3) 伊東孝：古橋の魅力, 第5回木の建築フォーラム岩国, NP0 木の建築フォーラム, 2004p66.
- 4) 武山謙三郎：「木構造」, 丸善出版, 1951, pp. 1-4.
- 5) 日南市産業活性化協議会編：「油津」, 鉾脈社, 2003, p. 105
- 6) 都写真館編：「南日向大観」, 油津商工会・日向新報社, 1935
- 7) 飯村豊, 中西幸一, 岩崎新二, 東口清耕：集成材構造物の保守に関する研究, 第9回日本木材学界九州支部大会講演集, 2002, pp. 61-62.
- 8) 日本建築学会編：鉄骨工事技術指針・工場製作編, 1996, p. 525
- 9) 日本建築学会編：木構造設計規準・同解説, 1973, p. 206
- 10) 宮崎県日南地区木材共同組合編：日南地区一般製材（弁甲材）の課題, 1980, pp. 3-20.
- 11) 国土交通省告示：平成13年告示1024号に基づく集成材等の基準強度
- 12) 日本建築学会編：木質構造設計規準・同解説, 2002, p. 206
- 13) 日本建築学会編：木質構造設計規準・同解説, 2002, p. 164