

現代木橋の劣化予測 — 「かりこぼうず大橋」の維持管理—

宮崎県木材利用技術センター
宮崎大学工学部土木環境工学科
駒井鉄工(株)技術本部

正会員 ○飯村 豊
正会員 中澤隆雄、今井富士夫
正会員 木場和義

1. はじめに

2003 年 3 月に宮崎県児湯郡西米良村に架設された「かりこぼうず大橋」は、橋長 140m、幅員 7m の木造車道橋である(図-1)。本橋は、今後予想される早生樹利用の先駆けともなる宮崎県産の生育が早い人工林スギを使用していることや環境を配慮した防腐処理技術、性能設計手法を取り入れた木構造設計法の 3 点で従来の近代木橋とは大きく異なる。さらには、耐久性向上につながる維持管理法を採用した新しい現代木橋である。



図-1 かりこぼうず大橋（1年経過）

2. かりこぼうず大橋の概要

「かりこぼうず大橋」の概要を表-1に示す。本橋は、15mの単純桁、50mのキングポストトラス2連、25mのキングポストトラス1連で構成される大規模木橋である(図-2)。

従来の近代木橋は主に気乾比重 0.7 から 0.5 の高・中比重材を使用してきたが、本橋に使用した木材は、気乾比重が 0.4 未満の低比重材スギで、年輪幅が広く春材（早材）の占める割合が大きく、暴露されると早材部の表面風化が 0.1mm/年¹⁾に達するなどの材質特性がある。そのため、風化を受け難い木材の利用法に重点を置いた。

防腐処理は、加圧注入タンクのサイズの関係から、長尺集成材に対してはラミナ（曳き板）段階で薬剤を注入し、短尺集成材には製品段階で注入した。薬剤は環境を配慮し、ニコチル・アゾール化合物系薬剤（AQ表示；AZN）及びナフテン酸亜鉛（油剤）（AQ表示；NZN）を使用。防腐薬剤使用による接着性能への影響については、「構造用集成材の日本農林規格」の接着性能試験を実施し、その結果からブロックせん断試験強度が 5.4 N/mm²以上、浸せきはく離率が 5 %以下、煮沸はく離率も 5 %以下、含水率は 15 %以下と、接着性能基準を満たしていることが確認された²⁾。

木構造の設計法は性能設計手法を採用した。最大支間長 50m のキングポストトラスは軽軟で加工性の良いスギの材料特性を活かすボックス型の複集成材を圧縮材とし、引張り材を PC 鋼棒とする混構造としている。キングポストトラス形式とすることで、部材数と接合（金物）数を減らして構造を単純化すると同時にスギの露出表面積を最小化している³⁾。

表-1 かりこぼうず大橋の概要

道路規格	第3種第4級
設計速度	V=30km/h
橋の重要度	A種の橋
設計活荷重	A活荷重
橋長	140m(15m+50m×2+25m)
支間長	14.3m+2×48.2m+23.2m
総工事費	13億5,200万円
上部工形式	単純桁橋+キングポストトラス橋3連
下部工形式	逆T式橋台、円形柱張出し式橋脚
スギ構造用集成材	日本農林規格強度等級E75-F240
下弦材断面	1000×1830mm(複合材)
鋼材	SM400、SS400
PC鋼棒	SBPRφ23(床版および下弦材)
PC鋼棒	SBPRφ32(鉛直鋼棒)
高欄	鋼製高欄

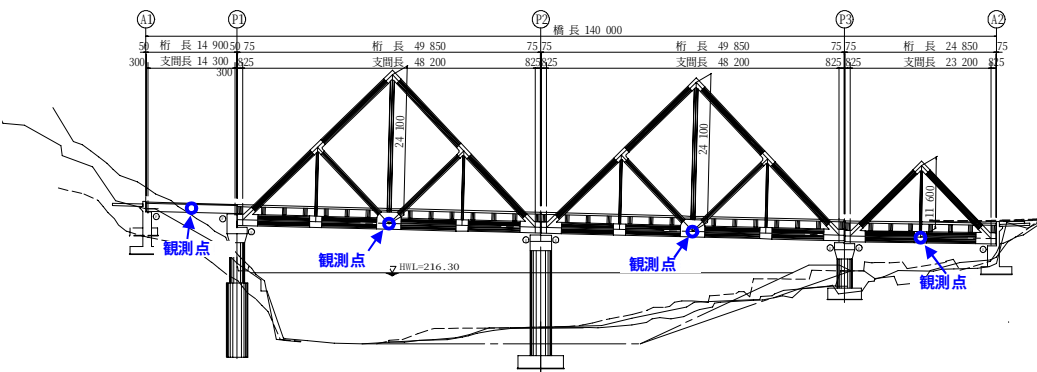


図-2 全体一般図（側面図）

キーワード：現代木橋、低比重材スギ、耐久性、劣化予測、予防点検

連絡先：〒885-0037 宮崎県都城市花繰町2-1-2 宮崎県木材利用技術センター TEL 0986-46-4601

3. 劣化予測

成長の早い樹種を使用した場合、早材の割合が大きいことから長期的には減厚速度が速く肉やせを起こしやすいが、複合大断面材とすることで肉やせの影響を少なくしている。例えば、キングポストトラス上弦材のボックス型複合集成材の断面は1050mm×1000mmである。100年間で肉やせは10mmと予想されることから、肉やせ分を4辺から除いた残存断面は1040mm×990mmとなり、そのときの剛性維持率は96%である。

しかし、木材の劣化は鋼材のように表層から内部に進行する以外に木材深部からも起こり得る。それは使用環境の変化によって急激な劣化が内部で進行し、断面力（剛性）が急速に低下する場合である。つまり、木橋の耐久性は雨水の浸入による生物劣化によって左右されることである。

図-3は、木材特有の現象を加味した「環境変化による劣化予測」を経年と剛性維持率との関係で示している。長期耐久性確保のポイントは箱形金物とボックス型複合集成材内部の劣化防止である。しかし、内部の点検は難しいため、経年劣化の予防が重要となる。そのため、木構造の健全度を固有振動数によって自己診断できる計測機器を橋に設置し、初期値と経年変化を比較することによって劣化度が判定できるようにした。ここでは、木橋の目標耐用年数を60年とし、機能回復には剛性が80%以上必要と想定している。

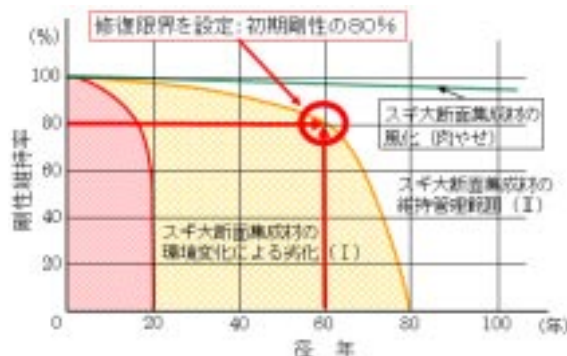


図-3 環境変化による劣化予測

表-2は、各径間別の固有振動数を完成時と剛性維持率が80%時それぞれについて示したものである。50mキングポストトラス橋では、完成時の固有振動数曲げ1次の測定値が2.44Hz（設計値 2.46Hz）に対し、剛性が80%まで低下すると（固有振動数は剛性低下率の二分の一乗根に比例することから）2.18 Hz となる⁴⁾。

つまり、本橋の構造が健全かどうかは経年変化による固有振動数の測定値が、「スギ大断面集成材の環境変化による劣化（I）」のゾーンに突入していないこと、および「スギ大断面集成材の維持管理範囲（II）」にあることによって確認できる。なお、測定場所は図-2の側面図に示した。トラス橋では下弦材中央部下端、桁橋では桁中央部下端に設置した。測定は、加速度計にて大型

表-2 径間別の固有振動数

車通行時に計測する動態観測システムを利用している。

	単位 :Hz			
	A1-P1	P1-P2	P2-P3	P3-A2
完成時	6.37	2.44	2.44	5.08
80%時	5.70	2.18	2.18	4.54

4. 予防点検

木橋は使用環境を整備することで劣化を表層の肉やせだけにとどめることができ、少ないメンテナンスで60年以上の断面機能維持も可能となる。ただ、使用環境の変化に対応（予防）を怠ると、腐朽による急激な劣化が起こり得る。例えば、木材を雨水から守るカバー材が台風などで外れると外部使用の場合と同じような使用環境へと変化する。雨水が接合部などを通じて材深部へ常時浸入し、急速な劣化が始まる。大断面集成材であっても同様である。従って、この急激な劣化を予防することが耐久性の向上につながる。そのためには、変化をいち早く発見するのに有効な、「排水」、「防水」、「水抜き」、「葉注効果」の点検が非常に重要となる。劣化の兆候を早期に発見することで健全な機能維持を図るものである。

5. まとめ

森林によるCO₂吸収を効率的に推進する早生樹に関心が集まる中、森林資源を早期循環させるという視点から早生樹の利用技術開発が急がれる。現代木橋をはじめとする土木用途に今後は低比重木材の利用が進むと予想され、スギの材料特性を活かした本橋に採用されている劣化予防重視の新しい維持管理法は、地域資源の生産性を向上させ、歩留まり良い活用を可能にするものである。

参考文献

- 1) 飯村豊他：集成材構造の保守に関する研究,第9回日本木材学会九州支部大会講演集,61-62(2002)
- 2) 駒井・清本 JV 編：接着性能試験結果(防腐薬剤別), (仮称)新村所大橋建設技術委員会資料3-1,2002,pp.2-3
- 3) 久留島卓朗：新村所大橋(仮称)の計画・設計,土木学会第58回年次学術講習会,1353-1354(2003)
- 4) 池田拓郎他：かりこぼうず大橋の静的・動的性状,第2回木橋技術シンポジウム論文報告集,2003,p.33