

「杉の木橋」の余寿命

Remaining useful life of Suginoki-bashi timber road bridge

○飯村 豊* 上杉 基** 中澤隆雄***

IIMURA yutaka, UESUGI motoi, NAKAZAWA takao

* 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 This paper describes the field performance of the Suginoki-bashi bridge located in Miyazaki, Japan. The bridge is a deck arch timber road bridge (38.6m in length and 7.0m in width), which was constructed with sugi glued laminated timber and completed in 1997. It was designed to have 30 years of useful life. Results from tensioning steel bars in the stress laminated deck one year and seven years after construction indicated that the bar force was not stabilized at a constant level. Based on the field data collected, the bridge's healthiness was determined in terms of its remaining useful life.

Keywords : スギ集成材、木造車道橋、プレストレス木床版、点検、余寿命
sugi glulam, timber roadway bridge, stress laminated deck, inspection,
remaining useful life

1. はじめに

「杉の木橋」は 1997 年に宮崎県小林市大字細野字山中之前「平成の森」森林公園に架設されたスギ集成材による上路アーチ橋である（図-1）。この橋は、1991 年から連続してスギ丸太生産量日本一となった宮崎県が、県産木材活用の展示効果を狙って建設したもので、公園内の象徴的な施設となっている。

本稿では、供用後 7 年を経過した時点で実施した点検結果などを基に、目標耐用年数に対する余寿命（対策を行わなければ供用できない状態になるまでの期間）¹⁾ を考察する。この点検では予期しない現象がプレストレス木床版の一部に見つかっており、余寿命の検討は、今後、道路管理者が維持管理計画を立案する際の基礎資料の一部とすることが目的である。

本橋の設計に際しては、橋の規模が 1995 年以降ではわが国最大のスギ車道橋となることから、設計を担当する宮崎県平成の森木橋設計委員会（委員長秋田大学薄木征三教授）が（財）日本住宅木材技術センター内に設置された。同委員会の下、長期耐用を目指し、海外技術などを参考にしながら最新技術を駆使して設計された本橋は、橋長 38.6m のプレストレス木床版を橋床とする上路アーチ形式を採用している²⁾。

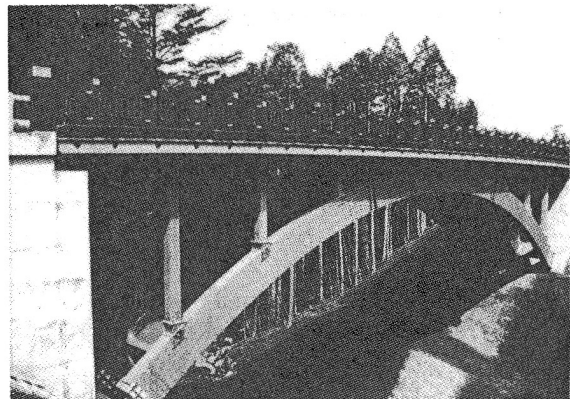


図-1 完成直後の「杉の木橋」

2. 「杉の木橋」の特徴

「杉の木橋」の概要を表-1に示す。使用材料は、スギ集成材が日本農林規格に定める強度等級 2 級、接合金物類が SS400、プレストレス用 PC 鋼棒が A 種 2 号である。材料使用量はスギ集成材等の木部材が 97.2 t (243m³)、鋼材が 65.6 t である。本橋は全体重量 162.8 t のうち鋼材重量が 40% を占めており、接合部など随所に鋼材が使われているいわばハイブリッド構造ともいえる。

木材の保存処理は、集成材製造前の原板段階で AAC 系の薬剤を加圧注入している。表面保護塗料は浸透性型のノンロット 205 (サンテクノケミカル (株)) である。

本橋の主な特徴は、1) 曲げ弾性係数やめり込み強度が比較的低い特性を持つ南九州産軽軟スギを主材料に使用することから剛性を高めるために 2 ヒンジアーチ形式を採用していること、そして 2) プレストレス木床版用ラミナを大断面のスギ通直集成材 (140~153mm×400~440mm×4,350~10,750mm) の軽軟性を活かして多機能な橋床をつくりあげたことである (表-2 参照)。

特に、プレストレス木床版は、橋面の排水勾配を確保しやすくするため、縦断および横断方向に三次元加工されており、そこに鉛直に立つ高欄支柱を表面で支持している (図-2、3 参照)。

プレストレス木床版工法は、北米から日本へ導入間もない工法であり、本橋では独自の試みもあるため本橋のプレストレス木床版について次に詳しく述べる。

3 プレストレス木床版の設計

3.1 背景

プレストレス木床版の設計・施工技術は、近年カナダで開発され、北米を中心に実用化が急速に進んだ。北米では、現在に至るまで数多くの実績を残している。開発の背景には 19 世紀後半以降 150 年に亘って北米で築き上げられてきた近代木橋づくりの歴史とシステムがある。

「杉の木橋」が設計された 1995 年から 1997 年は、わが国の木橋づくりの基準整備が始まった時期ともいえ、1995 年 1 月には、(財)日本住宅・木材技術センター編集の「木橋設計施工の手引：木橋づくり新時代」が (株)ぎょうせいから出版され、近代的な木橋を架設する際に必要な設計・施工の技術指針ともなった。

日本にプレストレス木床版技術が導入されて、最初に架設された橋は 1993 年に竣工した「揚の沢橋」で、その設計・施工技術の研究開発が進み、いくつか事例も蓄積され、技術の実用化が図られていった。

「杉の木橋」の形式選定に際しては、宮崎県産スギを使用する前提から、経済性や安全性、耐久性、景観等が考慮された上で、プレストレス木床版技術を用いた上路アーチ橋が採用された。しかし、

表-1 「杉の木橋」の概要

発注者	宮崎県(林務部森林保全課)
設計者	宮崎県木橋設計委員会
施工者	下部工:株式会社谷川組 上部工:山佐木材株式会社
総工事費	2億8700万円
道路規格	2車線(第3種4級)
設計荷重	A活荷重
上部工形式	上路式集成材2ヒンジアーチ橋
下部工形式	橋台;逆T式 基礎工;杭基礎(現場打ち杭φ1000)
橋長	38.60m
幅員	7.00m
床版	プレストレス木床版(t=400~440mm)
使用材料	スギ集成材(JAS2級)他;97.2t(243m ³) 鋼材・PC鋼棒;65.6t

表-2 主要部材リスト

部材(単位)	樹種	断面(mm)	長さ(mm)	本数(本)
アーチ材	スギ	2-220×1,200	11,820	8
		2-220×1,200	11,757	4
水平支材	スギ	220×1,070	1,530	9
		220×690	1,530	9
		400×600	1,560	3
横構	スギ	140×500	3,613	6
支柱Ⅰ柱	ヒノキ	340×340	4,366	4
水平材	ヒノキ	79×340	1,660	6
		158×340	1,660	3
支柱Ⅱ柱	ヒノキ	300×300	2,433	4
水平材	ヒノキ	300×300	1,700	3
支柱Ⅲ柱	ヒノキ	300×300	959	4
床版	イタジイ スギ	150×400	38,500	2
		140×400	38,500	8
		143×400	38,500	2
		150×400	38,500	2
		150×420	38,500	16
		153×420	38,500	4
		150×440	38,500	16
		153×440	38,500	4
合計				117

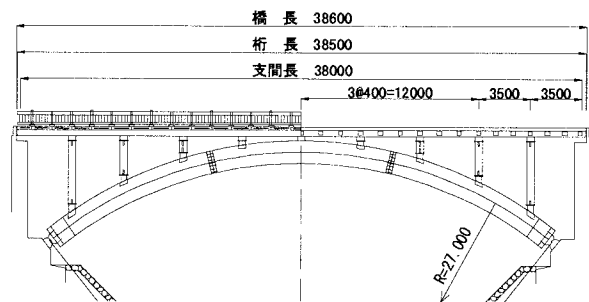


図-2 全体一般図(側面図)

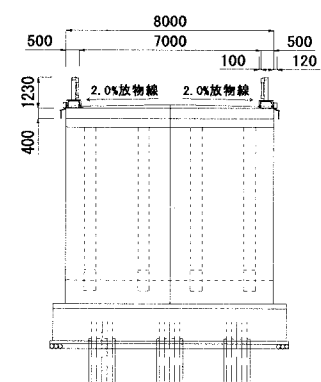


図-3 全体一般図(断面図)

この形式は橋面排水のため、プレストレス木床版の横断方向に対しては中央を高くするようにラミナ高を変え、縦断方向は集成材の曲げ変形を利用してキャンバーを確保するといった、従来にない集成材による高度な床版加工技術を必要とする難しい面もあった。

上部工を施工した山佐木材(株)の佐々木幸久氏は、月刊雑誌「木材工業」で、「九州に完成した木造橋」と題し「30メートル、40メートルもあるような長大な橋となるとその部材も大きく取扱いに相当の神経を使う。部材製作の点からも、加工の点でも特殊な治具工具を使うことが多い。宮崎の「杉の木橋」でもいくつかの特殊な作業があったので、専用の加工のための道具を作り、終了後は解体した。中には工程に要する作業工数の約半分を、その加工を行うための専用工具作りのために要した作業もあった」³⁾とわが国独自の3次元加工を伴う新しいスギプレストレス木床版工法の難しさを述べている。

図-4 に示したように、現場では、通直集成材が、曲率半径880,590mm に追従するように、4m 間隔の横桁に圧縮金具によって曲げ固定された。三次元の曲面木床版は、いわば、乾式工法によって現場でつくられたことになる。

さらに、三次元曲面木床版には、高欄支柱支持用のベースプレートを水平に据え付けるため、勾配のかかった曲面に水平の掘り込み加工も施さなければならなかった(図-4、5 参照)。

3.2 プレストレス木床版が担う構造と機能

先ず、設計書で指示されたプレストレス木床版は、次のような構造と機能を併せ持っている。

構造：死荷重、活荷重、風荷重、地震荷重への対応、及び高欄支柱の支持

機能：橋面排水用の橋床としての縦断勾配・横断勾配の確保、外観上の表面景観

3.3 設計書の指示した曲面状のプレストレス木床版

次に、設計書では、橋床としての曲面プレストレス木床版をつくるために、縦断と横断方向それぞれに製作法を指示している。縦断方向では床版長 38,000mm に対し、205mm のキャンバー量を指示(図-6 参照)。この放物線縦断勾配 1.0%によるキャンバー量を円弧に近似すると、曲率半径は 880,590mm となる。集成材のキャンバービームはわが国では未だ一般的でなく、例えば、北米の場合、一般に流通する工場生産の集成材キャンバービームは、曲率半径が 488,000 mm から 610,000 mm である。このことから、本曲率半径 880,590mm は、工場生産の立場からすると未経験の曲率半径といえるかもしれない。38,000mm の長さ方向は、4,350~10,750mm 長の集成材(ラミナ)

の A から E の 5 列それぞれを 5 材または 6 材で継いでおり、継ぎ手が分散するように割り付けている(図-7、表-2 参照)。

現場での施工は連続した部材でないだけ



図-4 木床版工法の施工写真

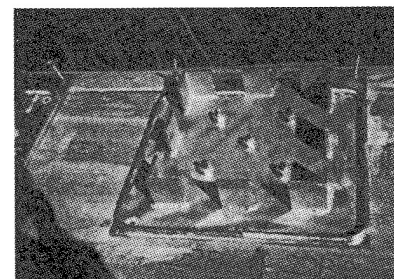


図-5 木床版とベースプレート

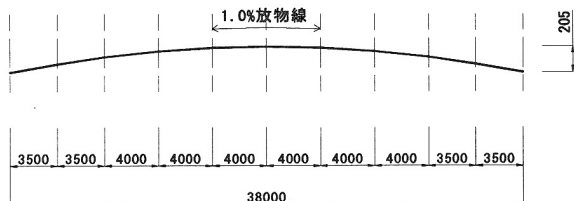


図-6 縦断勾配図



図-7 プレストレス木床版断面図

にキャンバーをかけるのが難しい。

横断方向では、図-7に示したように、54本のラミナの高さを勾配に合わせ440mmから400mmへと段階的に低くしている。これも強軸方向の剛性が異なることから、曲げ加工を難しくしている。

3.4 PC鋼棒によるプレストレス力

PC鋼棒の張力を受ける54列のラミナは、全体として下記の計算により24mm収縮すると仮定された²⁾。従って、床版幅員8,000mmを確保するためには、30mmの余裕を加えた8,030mmが製作寸法と決められた。

$$\Delta l = \epsilon \cdot L = N i / G_{TS} \times L = 6.00 / 2000 \times 800 = 2.4 \text{ (cm)}$$

ここで、 Δl : ラミナの収縮量、 L : 床版幅員、 $N i$: 施工時必要圧縮応力(設計で求めた圧縮応力2.40kgf/cm²をクリープ等により60%が失われるものとして、ここでは6.00kgf/cm²を採用)、 G_{TS} : 繊維と直交方向の弾性係数(ヤング係数70,000kgf/cm²に湿潤調整係数0.8とベイマツに対する実験式により求めた係数0.035を乗じた値、ここでは1960kgf/cm²)

図-8は、木床版長38.5mに対し約1.2m間隔に配列されたPC鋼棒の位置とそれぞれの初期プレストレス力を示したものである。

PC鋼棒の位置によって初期プレストレス力に差が生じたのは、

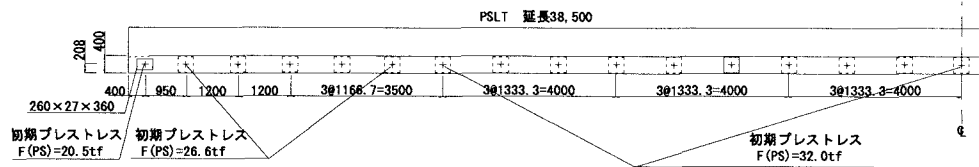


図-8 プレストレス木床版構造図(側面図)

中心付近の支間4,000mに対し側径間は3,500mと短くなることによる。

3.1.5 完成時出来形

表-3は、PC鋼棒31本のうち代表的な10本について、施工時(完成時)及び1年後の張力再導入の記録を示したものである。完成時では、プレストレス木床版は3回に分けてプレストレス力の設計値が導入された。

しかし、床版幅員の出来形は、表-3に示したように、最大8,027mmから最小8,003mm、平均では8,016.5mmと目標の8,000mm、に至らなかった。

表-3 完成時のでき形と1年後のPC攻防の張力再導入量

PC鋼棒位置	—	1	2	8	9	16	17	23	24	30	31
初期プレストレス設計値(tf)	—	20.5	26.6	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	26.6	20.5
床版幅員設計値(mm)	—	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030	8,030
完成時											
第1回目張力(30%)(t)	1997.2.20	7.0	8.0	12.0	19.0	12.0	12.0	10.0	10.0	9.0	7.0
第1回目床版幅員(mm)		8,070	8,070	8,070	8,070	8,050	8,050	8,045	8,045	8,045	8,045
第2回目張力(70%)(t)	1997.2.24	14.4	20.0	20.1	23.2	23.5	22.4	22.2	22.5	20.0	15.5
第2回目床版幅員(mm)		8,060	8,060	8,060	8,060	8,040	8,040	8,030	8,030	8,025	8,025
第3回目張力(100%)(t)	1997.3.18	20.5	27.0	32.5	32.1	32.5	32.0	32.0	32.1	27.1	21.1
第3回目床版幅員(mm)		8,026	8,026	8,027	8,027	8,025	8,025	8,015	8,015	8,003	8,003
1年後											
下流側最終プレストレス(tf)	1998.5.18	21.0	27.1	33.0	32.2	32.6	32.5	33.0	32.5	27.0	22.1
プレストレス導入量(mm)		0	0	0	0	0	1.0	2.0	3.0	3.0	0
上流側最終プレストレス(tf)	1998.5.19	21.5	27	32.5	32.5	32.6	32.7	32.7	32.2	26.8	21.4
プレストレス導入量(mm)		0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 設計耐用年数と維持管理計画

次に、本橋の目標耐用年数と維持管理について触れたい。目標耐用年数は、本橋の設計に当たった平成の森木橋設計委員会の議事録によると30年とすることが検討されている⁴⁾。但し、高欄についての目標耐用年数は舗装に支障がない状態で10年程度経過した後に、取り替えることを前提としている⁵⁾。しかしながら、これら目標耐用年数に関する記述は最終の設計書の中には入っていない。そのため維持管理の計画書も作成されていない。ただ、塗装については、木橋設計委員会によると、1年後再塗装、その後5年経過毎に再塗装が提案されており⁶⁾、実際に完成から7年後に再塗装されている。

5. 「杉の木橋」の点検結果

5.1 完成1年後の点検結果

完成から1年後の1998年5月に、プレストレス木床版のPC鋼棒についての張力点検が実施された(表-3参照)⁷⁾。点検方法はセンターホールジャッキを用いて張力と変位量を確認している。張力の管理は、設計書によって指示されたそれぞれの初期プレストレス設計値に対し、低下している場合は初期値に回復するまで張力を再導入し、そのときの導入量を測定した。表-3に示したように、1年後の張力の再導入状況は、PC鋼棒の位置17で1.0mm、23で2.0mm、24と30で3.0mm、他は0mmであった。

5.2 完成1年後の他事例との比較

ここでスギ集成材によるプレストレス木床版を用いた「かりこぼうず大橋」の1年目点検時における張力の設計値と実測値の関係を比較してみたい。

「かりこぼうず大橋」では、床版全幅7,850mmに対して同一のスギ集成材ラミナ150mm×330mmを用い、クリープによりプレストレス力が約60%減少することを見込んでいる。プレストレス力は、幅員方向の曲げモーメントによって床版下面に引張り応力が生じないこと、さらにせん断力によって隣接ラミナが滑らないことを満足する12.5kNに決められた⁸⁾。

図-9は、完成1年後の木床版長75.0mに対し約2.0m間隔に配列されたPC鋼棒38本のうち15本の張力維持の状況を示したものである。張力の継続状況は、最小5.8tf、最大8.3tfとバラツキがあるものの、平均6.9tfは55.2%で、設計で見込んだ40%よりは大きな値を示している。

この事例と比較すると「杉の木橋」の1年後の張力緩和は極めて少ないことが分かる。

5.3 完成7年後の点検結果

完成から7年後の2004年3月に実施された再塗装時に、プレストレス木床版の張力測定・再導入及び木部材の劣化度点検が実施された。7年後の点検で予期しない現象が一部に見つかったのは、高欄再塗装工事の際に発生したと思われる洗浄水の木床版下面からの滴下であった。橋面に舗装割れがないことから、この原因は床版に固定した高欄支柱脚部との関係によるものと判断された。

図-10に高欄構造の断面を、図-11に高欄支柱部詳細を示す。高欄を支持するベースプレートは床版を貫通するアンカーボルト8本で最下面の丸座金によって定着されている。アンカーボルトの位置は床版端部から1、3、5列目の各ラミナである。座金の腐食が進行していること、座金周辺の木材が膨張した分座金がめり込んでいることから、なんらかの原因でベースプレート下部に雨水が浸入してアンカーボルト孔に滞留しやすい状況であることが分かった。このことから、ベースプレート下部の床版は常に湿気の多い状況、つまり湿潤状態に近い環境にあることが推察できる。

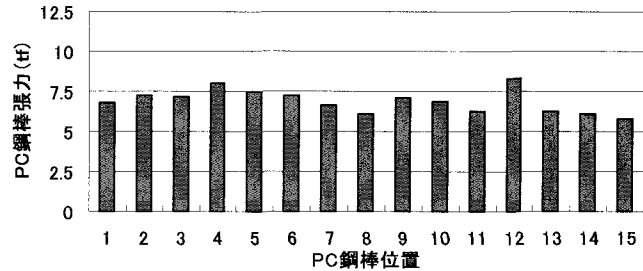


図-9 「かりこぼうず大橋」の1年後の張力

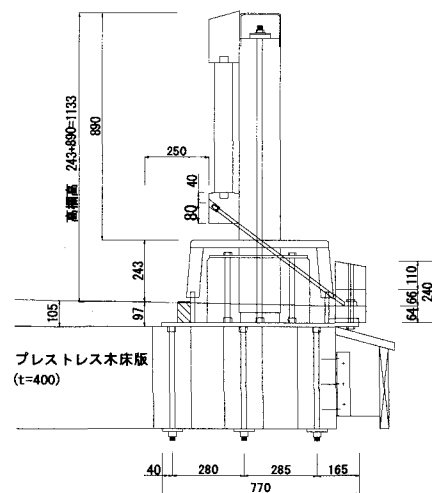


図-10 高欄支柱構造断面図

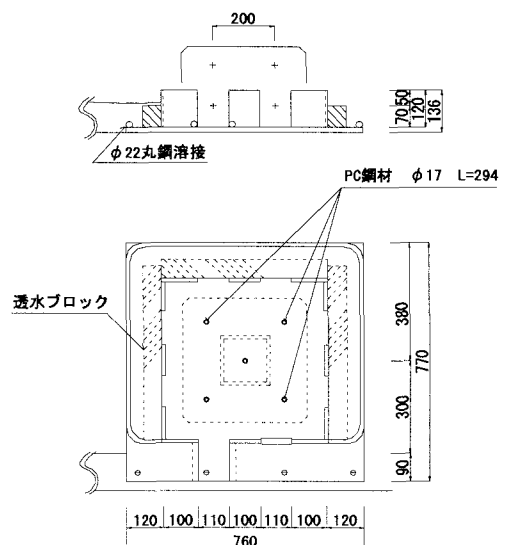


図-11 高欄支柱部詳細

表-4 は、1 年後の点検と同様に初期プレストレス設計値に対し、低下している場合は初期値

表-4 7 年後の PC 鋼棒の張力再導入量

PC鋼棒位置	—	1	2	8	9	16	17	23	24	30	31
初期プレストレス設計値(tf)	—	20.5	26.6	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	26.6	20.5
7年後 下流側最終プレストレス(tf)	2004.3.8	20.4	26.5	28.1	28.1	31.6	31.6	26.5	26.5	22.4	19.4
プレストレス導入量(mm)		2.0	2.5	3.5	4.0	0	0	5.5	5.5	4	1.5
上流側最終プレストレス(tf)	2004.3.9	18.9	26.5	31.6	31.6	29.6	28.6	31.6	31.6	26.5	20.4
プレストレス導入量(mm)		2.0	0	0	0	3.5	4.0	0	0	0	0

に回復するまで張力を再導入、そのときの導入量を測定した。表-4 から、張力の低下状況は下流側と上流側を合計すると、1 年後の再導入時の回数より大幅に増えて、全ての PC 鋼棒で、1.5 mm から 5.5 mm の張力導入量が記録された。下流側 24 の地点では累積量が 8.5mm である。

この記録から、PC 鋼棒の位置によっては完成後から 7 年経過しても初期のプレストレス力の設計値が持続したままで張力の緩和が少ないところがある一方、累積で 8.5mm まで収縮しているところがあるなど、安定していない状況が分かる。

6 「杉の木橋」の余寿命の検討

ここでは、木床版からの雨水滴下現象の今後への影響について、プレストレス木床版工を中心に、設計で狙った品質（30 年耐用）に対し、現場での製作・施工作业を通じて作り込んだ品質との差異を、設計書、施工記録、点検結果から健全度として判定し、余寿命を検討することを試みた。

6.1 健全度判定

余寿命を検討するため、ここでは主にプレストレス木床版を対象に、設計書、施工記録、点検結果から健全度判定を試みる。

表-5 健全度の定義

健全度ランク	点検ランク (点検結果)	定義	余寿命の目安 (対策工までの期間)	
			機能劣化	構造劣化
I	1	変位・損傷が極めて著しく、直ちに何らかの対策を行う必要があるもの	0年(緊急)	0年(緊急)
II	2	変位・損傷が著しく、早急に何らかの対策を行う必要があるもの	~2年	~2年
III	3	変位・損傷があり、速やかに何らかの対策を行う必要があるもの	~5年	~5年
IV	4	変位・損傷があり、計画的に何らかの対策を行う必要があるもの	~10年	~10年
V	5	変位・損傷があるが、現状は継続的に監視を行う必要があるもの	~10年超	~10年超
VI	OK	変状が全くないもの	30年以上	30年以上

6.1.1 判定基準

表-5 に健全度の定義を示した。この定義は、鉄筋コンクリート構造物であるトンネルの維持管理法として中村一樹氏らが開発した「トンネルマネジメントシステムの構築」²⁾の中での提案例を参考にした。

6.1.2 健全度判定

6.1.2.1 主構造

プレストレス木床版を支持する主構造の健全度判定結果では、部材及び接合部共に構造劣化はなく、点検ランク 5 と判断され、良好な状態であった。余寿命の目安は、公園内の象徴的な施設としての塗装色維持という視点からは、数年で表面塗装が褪色することを考慮し、彩色機能劣化に対する点検ランクは 3~4 と判断した。従って健全度ランクとしての総合評価は IV~V とした。

6.1.2.2 プレストレス木床版

縦断方向に所定のキャンバーを掛けるには、8m を超える通直集成材を用いて 4m 間隔に配列された横梁を利用して、曲率半径の中心方向に 300kgf を超える圧縮力が必要になる。この圧縮力は PC 鋼棒によるプレストレス導入時に摩擦力を引き起こすことが考えられる。即ち、圧縮力が弛緩するまでは設計張力は導入されないことになる。

プレストレス木床版全体としての設計性能が現在までのところ発揮されていないと想定されることから、健全度ランクの評価は IV とした。

なお、木床版と橋面舗装は、クラックの発生もなく健全な状態で推移していることから問題はない

と判断される。これは、図-12 に示したように、弾性系舗装材を用いた舗装構成を採用することで木床版の含水率変化などによる床版の幅・厚み方向に対する寸法変化に追従でき、また不透水の舗装体は、木床版の防水性を高めているからだろう。

しかし、高欄支柱周辺のプレストレス木床版は、橋面アスファルト舗装からの浸透水の通路になっているため、アンカーボルト周辺の環境は将来共に湿潤状態が予想され、生物劣化の発生しやすい状況にある。即ち、設計で狙った通りの効果が発揮されていないことから目標耐用年数 30 年は再検討する必要がある。しかも、浸透水の通路となるところは汚れや、藻類の発生など表面の彩色劣化が著しく進み、景観を損ねる恐れがある。これらのことを考慮して、健全度ランクの評価はⅢとした。

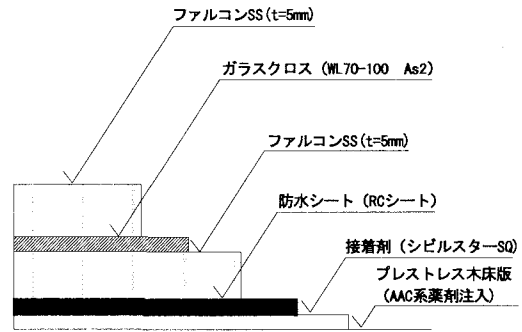


図-12 木床版舗装断面図

6.1.2.3 高欄

高欄の目標耐用年数 10 年は、舗装に支障がない状態で 10 年程度経過した後に、取り替えることを前提としている。7 年目の点検では、上段横木、縦棧、下段横木などに干割れ発生はあるもの構造上の問題は特にないと判断された。このことから、残り 3 年の耐用は可能である。

ただ、点検結果からは、高欄支柱脚部のプレストレス木床版が浸透水の通路になっていることから、含水率が高くなることによってアンカーボルトを留める座金の支圧強度の低下およびアンカーボルト周辺に不朽の恐れがあり、設計で見込んだ車の衝突荷重に対する要求性能を満たせなくなる可能性がある。従って、健全度ランクの評価はⅢとした。

6.2 余寿命

健全度判定の結果から、目標耐用年数に対する余寿命を考察する。

6.2.1 主構造

主構造に用いられたスギ集成材技術は、施工者の実績の多い工法である。点検を通じて設計で狙った品質（性能）が製作・施工段階でつくり込まれていることが判明してきていることから、余寿命は 30 年（残り 23 年）以上と考えられる。

6.2.2 プレストレス木床版

健全度を判定するために設計書、施工記録、点検結果などを調べて分かったことは、プレストレス木床版工が、三次元加工されるなど未知の点を多く抱える中で施工されていったことである。加えて、経験の浅い技術であるにもかかわらず、設計から製作・施工・維持管理に至る一貫したシステムが未整備であった。これらのことが、各段階で設計と現場との間に品質のズレを生じさせることになったと考えられる。

プレストレス木床版全体の現況は、PC 鋼棒によるプレストレスによって所定の設計値幅員 8,000mm まで圧縮されていない状況である。また高欄支柱アンカー部の腐朽進行も懸念される。設計品質と現場での実態が一致していない以上、情報の再整理と善後策を対策工として検討する必要がある。従って、現在のところでは目標とする余寿命 30 年（残り 23 年）はないと判断される。

なお、余寿命に直接影響する腐朽等による変質は、木床版用ラミナの断面スギ集成材が原板の状態では保存処理されているため、早急には発生しないとも考えられる。余寿命の観点からは、将来を予知するためにも今後の推移に注意が必要であり、次回以降の点検の際にはプレストレス再導入（ここでは初期プレストレス力）を検討すべきと考える。その際、導入変位量が多いところは、腐朽との関係を再調査すべきである。

6.2.3 高欄

高欄支柱は、木床版に直付けされていることから、床版の異常が直接高欄支柱のぐらつきにつながる。従って、高欄支柱の余寿命は支柱脚部の木床版の余寿命と連動する。そのため、高欄も

目標とする余寿命はないとみられる。

今後、支柱のぐらつきについては常にチェックする必要がある。チェックの際は、全ての支柱を対象に人間一人の体重を掛ける程度加力し、ぐらつきを感じた場合は、設計荷重 $0.7\text{tf}^2)$ 程度をかけるなど、衝突荷重を前提とした加力によって安全性を確認したい。

まとめ

本稿では「杉の木橋」の余寿命は、設計書、施工記録および点検結果の精査に基づき、設計で狙った品質と、現場での製作・施工作业を通じて作り込んだ品質との差異を明確にすることで判断可能であることが分かった。

床版を支えるアーチ構造の余寿命は設計で狙った品質を満足させていることから耐用年数 30 年を確保するものと判断できるが、木床版が 30 年の供用に耐えられそうもなく、対策を検討する必要があることも分かった。

実績の少ない、しかも未知な点の多い、いわば挑戦的な橋づくりでは、各段階で品質のズレが生じやすい。実績がない場合、そのズレが全体の品質に及ぼす影響は完成間もない時期では想像し難い場合も多い。設計で狙った耐用年数から、施工記録、点検結果によって逆算する余寿命の考え方は、そうしたズレ品質を軌道修正する有力な手段といえよう。

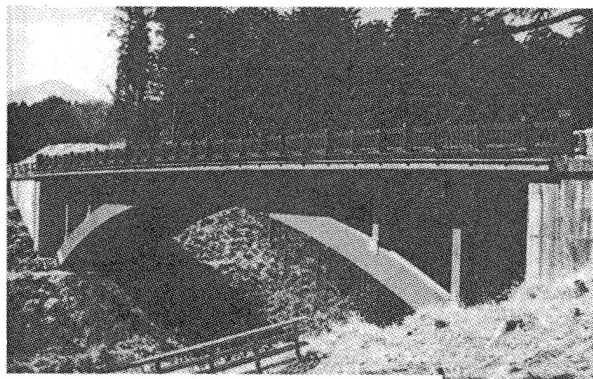


図-13 供用後7年経過の「杉の木橋」

謝 辞

「杉の木橋」に関する貴重な情報や資料をいただいた(財)林業土木コンサルタンツの池内巖氏、山佐木材(株)の有馬宏美、イマムラテクノ(株)の興梶譲氏、プレストレス木床版に関する情報いただいた秋田県立大学木材高度加工研究所の佐々木貴信氏、(株)長野技研の久保田努氏のご好意に感謝致します。また、本橋に関係された秋田大学薄木征三教授をはじめ宮崎県木橋設計委員会や、多くの方々のご尽力に対し改めて感謝申し上げますと共に、今後共本橋に対する御指導をお願いする次第である。

参考資料・文献

- 1) 伊藤哲男,馬場弘二,太田裕之,中村一樹:トンネルマネジメントシステムの構築,土木学会第 59 回年次学術講演会,2004,6-335,pp.667-668.
- 2) 宮崎県木橋設計委員会編:平成7年度平成の森木造車道橋設計委託業務(集成材アーチ橋)上部工報告書,宮崎県林務部森林保全課・(財)日本住宅・木材技術センター,1996,pp.115-125.
- 3) 佐々木幸久:九州に完成した木造橋,木材工業,Vol.53,No.5,1998,pp.223-226.
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター編:平成の森アクセス道木橋調査設計企画書,1995,p.1
- 5) (財)日本住宅・木材技術センター編:宮崎県木橋設計委員会第1回資料,1996,p.2
- 6) 下沖 誠,永友義和:「上路式アーチ橋の設計・施工」杉の木橋」,土木施工,Vol.38,No.5,42-47(1997)
- 7) (株)イマムラテクノ編:木床版出来形(PC張力、幅員)検測状況,平成15年度県民ふれあいの森快適空間整備事業-木造車道橋「杉の木橋」維持工事記録-,2004
- 8) 宮崎県児湯農林振興局・(株)建設技術研究所:平成11年度林道事業委託ふるさと林道緊急整備事業林道小山重線(仮称:村所新大橋)報告書,2-1,2001