

木橋の維持管理技術

軽部 正彦

一九八〇年代後半からの近代木橋と呼ばれる橋も、架橋から二十年以上を経た現在、その性能の維持と管理上の問題が顕在化してきた。現状を整理し、今後の進むべき方向を探る。

一、はじめに

木材は、自然循環から借用してきた歴史的構造材料であり、それを使った橋が木橋です。自然物である木材は、当然ながら自然分解性を備えており、風雨に晒される環境下で構造材料としての寿命は短い方に分類されます。ですが一方で、よく管理された環境状態を維持すれば、千年以上の長期に亘って構造体の形を保った実績もある材料です。一九八〇年代後半から各地で架設されたいわゆる近代木橋も、架橋から一五

年以上の年月を経て、その性能の維持と管理上の問題が顕在化してきました。ここではこれら木橋の現状を整理して、今後の進むべき方向を探ってみたいと思います。

二、木橋架設の歴史

我が国には古くから木橋が存在したことは事実です。丸太を単純に掛け渡した橋は言うに及ばず、三年を掛けて全てを新しく架け替えた錦帯橋（山口県岩国市）を始め、甲斐の猿橋（山梨県大月市、現在は木装鉄橋）、愛本橋（石川県宇奈月

町、明治二三年解体）、木曾の棧（長野県木曾福島町、一六四七年焼失）、祖谷のかずら橋（徳島県西祖谷山村）など、それぞれ独特の構造形態から奇橋と呼ばれる橋も、構造の全体あるいは一部に木材を効果的に使って構成してきたものです。

蓬莱橋（静岡県島田市）も、世界一長い木橋として知られています。これら著名な木橋は、形もさることながら古くからのいわれをもち、歴史的観光的価値から新しい命を得ていると言っても過言ではないでしょう。しかし橋本来の価値である対岸へ渡る機能は、隣に架かる鋼橋やコンクリート橋などの現代の橋が受け持っていることも現実です。これは戦後の経済復興・高度成長に合わせて橋を渡る車は重くなり数が増え、それに見合った経済性追求の結果とも言えますが、それ以外にも昭和三年の日本道路会議論文「木橋の永久橋化促進に関する一考察」（高木他）に代表されるように、架け替えを含めた木橋の維持管理を止めコンクリートを使った永久橋にすることが社会資本コストを下げ、民意に沿うと判断されてきた一面もあります。

一方、コンクリート橋に負けぬ現代の橋を目指して架けられた木橋もあります。近代木橋は、一九八七年の建築基準法改正に合わせて市民権を得たJAS（日本農林規格）構造用集成材など、新しい木質材料を利用したものであり、また近代工学にのっとった設計がなされた橋です。その中には、日

本国内の技術ではなく、欧州や北米の技術を輸入したものも多いことは事実です。

昭和の終わりから平成にかけて続いたバブル経済の好景気時には、さまざまな分野で技術的な限界への挑戦が意欲的に試みられましたが、木材や木質材料を使った構造物も数多く建設されてきました。木橋では、長支間や重く数が増えた通過交通に挑んできた強度設計と、それを支える基盤技術としての耐久性付与技術の、二つの挑戦が同時並行的に行われてきました。現在の情勢を概観すれば、バブル経済が終息するにつれて、木橋は新設から維持管理にその軸足が移って来たと言えるでしょう。

三、木橋の維持管理に関する規準

国内の木橋の技術基準を振り返ってみますと、昭和一五年の「木道路橋設計示方書（案）」（内務省）の後は途絶えて久しく、平成七年の「木橋づくり新時代」（財団法人日本住宅木材技術センター）や平成一五年の「木歩道橋設計・施工に関する技術資料」（財団法人国土技術センター）などがそれを補っています。昭和六三年に建設省土木研究所が「橋梁点検要領（案）」をまとめていますが、木橋以外を対象としており技術的な情報の不足は否めません。



落下した公園内木橋

愛媛県宇和島地方局建設部建設第3課提供

社団法人 土木学会では、平成四年に鋼構造委員会下に「木構造小委員会」を設置し、それまで途絶えていた木橋技術動向と現状の調査を始めました。平成十年からは「木橋技術小委員会」として、設計法と維持管理の二つについて情報収集・整備に当たっています。平成一三年七月には、それまでの成果として木橋技術に関する講習会を実施し、関連研究を集めたシンポジウムを開催しました。

シンポジウムはその後、回を重ね、木橋の歴史・設計施工事例紹介・維持管理調査報告・新技術開発など、幅広い内容の論文報告と意見交換が行われてきました。

この他、橋梁メーカーやコンサルタントなどから構成される日本木橋協会や、集成材メーカーや木材加工会社などから構成される木橋技術協会が、実際の現場を担う立場から技術情報を交換しています。また、長野県など地方自治体が独自に点検要領をまとめて

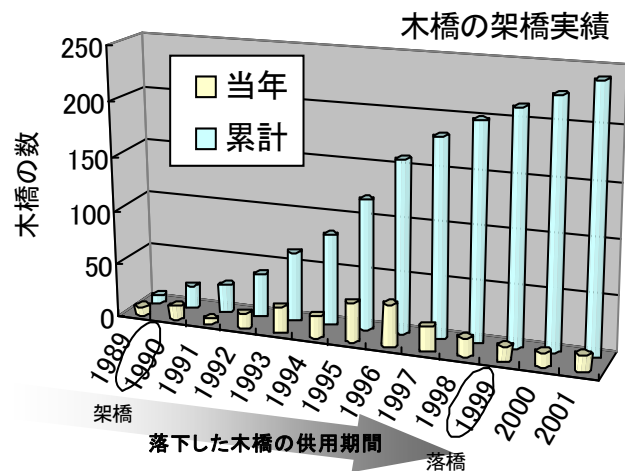
いるところもあります。

四、木橋落下の現実 ―現れてきた問題点―

木橋に関して忘れてはならない事実には、平成十一年九月の公園用木橋の落下事故があげられます。橋長四二mの南アフリカ産ボンゴシ材（アゾベ）を使った公園用木橋が、架橋後九年半で落下しました。原因は木材の腐朽でした。ボンゴシ自体が高い耐久性を有していることは間違いないのですが、欧州での使用耐久実績を基に、同じ橋をそのまま国内に持ち込んだ結果、発生した現実でした。欧州では温度と湿度が共に高くなる時期が無いのに対して、日本では高温高湿の夏が約三ヶ月続く気候であり、気候の違う国内において、海外の技術実績の導入と評価には十分な注意が必要であることを示唆している事件でした。

落下した木橋の供用期間を木橋の架橋実績と重ねてみると、この出来事が近年架けられた木橋に関するこの種の問題の始まりにすぎないことに気づかれます。近代木橋は、木材保存処理技術の進歩を反映して、以前の木橋に比べて長い供用期間と耐久性を備えていると考えられますが、実構造物での検証結果はまだこれからといえます。

平成一六年四月二六日に国土交通省から各木橋管理担当



木橋の架橋実績
(日本集成材工業協同組合調べ)

者宛に「木橋の適切な設計・施工・維持管理について」と題する事務連絡が出されました。その内容は、木橋の特性を踏まえて適切な設計・施工・維持管理を行うことが重要であり、既設木橋も含めて維

持管理や点検の実施を促すものです。具体的には、前述した技術資料などを参考にして、木橋の管理者として事故の無いように万全を尽くすことを求めています。しかしながら、永久橋の材料であったコンクリートの寿命が有限であることが明らかに、また漠然と永久と捕らえてきた構造物の竣工後五十年・百年という期間が身近なものになってきた現在、維持管理やそれを見据えた設計・計画の重要性は、全ての構造物に共通した問題とも言えます。土木学会が毎年刊行している事例集「橋」においても、近年連続して保全技術の特集と

して収録し、材料・工法問わずに紹介しているところです。

五、維持管理の手法と問題点

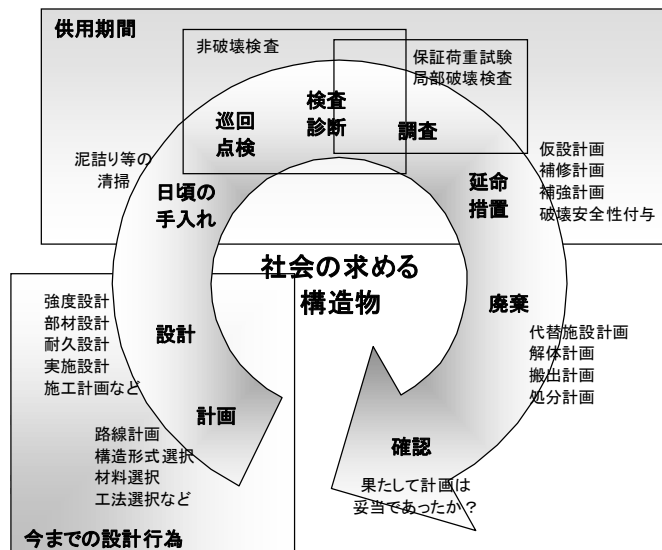
— 耐久性付与と環境負荷の兼ね合い —

橋に求められる仕様と性能が、ごく基本的な対岸に渡る機能を満たせば良いことのみである場合は皆無に等しいと言えるでしょう。耐久性など、他の付随する要求項目について、より高い結果を提示できることが、工法なり材料なりの選択を受ける上で重要なことと言えます。木材だけが持つ他の材料と差別化しうる特性は、自然循環から一時的に借用している物質として元の循環に問題なく戻せることであり、技術的に解決すべき問題は、供用期間中の十分な安全性、そしてそれらを維持循環させる場合の経済的な妥当性です。木材は元々自然循環する材料であるので、必ず来る寿命と廃棄時に発生する環境負荷のバランスを考えながら、他の材料とは違った循環利用体系の構築を目指す必要があります。

木材は、他材料に比べて屋外暴露環境下での寿命が短い材料です。しかし、廃棄された時点では自然同化速度が速くて循環型社会の理想的な材料であるとも言えます。近代においては、木橋の耐久計画は化学的な耐久性付与技術に頼りすぎたと言えるでしょう。材料開発と構造設計作業の分断がもた

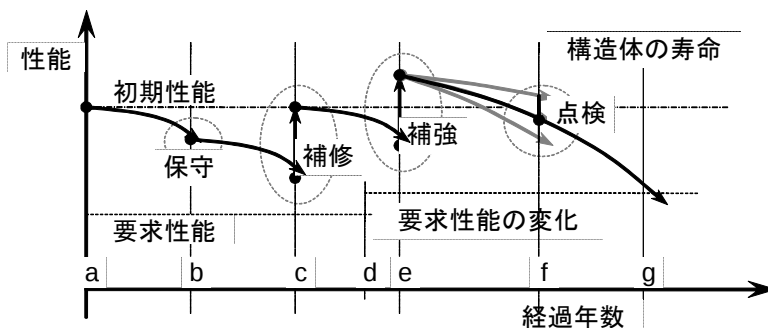
らした結果でもあります。薬剤性能と処理技術の向上は、耐久設計上の構造的制約を減らし、設計の自由度を高め、維持管理の負担を減ずる効果があったのです。

しかしながら、化学的な処理方法は廃棄時の環境負荷が大きく、地球環境保全の観点からはこれを減じていく必要があります。一方、自然分解性を持つ木材は、廃棄後には分解しやすいということが長所だとしても、利用する段階では人知を尽くしてこの自然分解特性を停止・あるいは遅延させるこ



木橋の計画設計行為

とが非常に大切であるといえます。そのシステムの維持や確認を行っていく上で、保全の役割の重要性が高いことは言うまでもありません。



寿命と維持管理の概念図(劣化モデル)

て検証されるものです。それらの結果として導き出される物理的寿命は、供用開始以前には予測値以外の何ものでもありません。木材の寿命は他の構造材料に比べて短いですが、構造的な工夫によって長い寿命を生み出すことが可能であることは古建築物が証明してくれています。そこで行われてきた知恵とは、入手しやすい一般的な材料を使い、不具合部材を交換できるようにし、その交換も簡単にできる、つまり点検・維持管理の容易な構造とすることです。具体

木橋は社会資本構造物として設定した供用期間中、十分な安全性を維持しなければならないことは言うまでもありません。一方、耐久設計は強度設計と並んで大切な技術ですが、その技術は実時間の経過を待つ

六、木橋の設計とその思想



三嶋橋（愛媛県喜多郡河辺村）
大正 12 年(1923)架橋。橋長 14.8m、幅員 2.6m。
屋根は杉皮葺き。日常的に軽トラックが渡っている。

的には、構造物をいくつかの階層に分けて考え、主構造体などを守るために、外装材や保護材を設け、それらが犠牲となつて全ての劣化を引き受け、構造物を守るために劣化した部分を更新して行くものです。材料を知ること、それを活かす構造物の形が生まれ、それを維持する熱意までも架橋計画に盛り込むことが可能なのです。環境との調和が重要性を増すばかりの現

代において、先人の知恵に学び、力任せの耐久性付与から脱却することは、将来にツケを残さないために、非常に重要な課題です。

七、おわりに

二〇〇四年春、ある木橋が木装の鋼橋に架け替わってしまいました。この橋の架け替えにあたつて、その選択枝には木橋が含まれて居ませんでした。木橋の耐久計画の甘さに対する現場管理者の苦悩と、維持管理や余寿命評価に関する情報と技術の不足により選択枝になり得なかった現実は、安全性の担保の重要性を重く物語っているものです。

木材は、他材料より短い屋外暴露寿命ではあるのですが、逆に言えば設計施工の問題点について見直す機会を多くできることと肯定的に捕らえ、材料特性と環境特性を高い次元で両立させるソフトウェアが整備更新されるスピードが速いと理解して取り組んでいきたいところです。

愛媛県には屋根付きの木橋が幾つかあり、周辺住民が日常的に利用しています。利用する人、自身が橋に愛着を持つて接している橋は、日常的に点検活動が行われているようなものです。屋根付き橋は川面を跨ぐ東屋です。雨宿りをしながら、屋根打つ雨、下を流れる川、川面に落ちる雨粒を眺めることは、非日常性が高く楽しい経験です。

（独立行政法人 森林総合研究所 構造利用研究領域
材料接合研究室 主任研究官）