

木橋・外構木質構造物の利用上の問題点と検討

Problems and examinations in the use of timber bridges and exterior timber structures

○上月裕* 渡辺浩** 池田元吉*** 谷川充****

KOUZUKI Yutaka, WATANABE Hiroshi, IKEDA Motoyoshi and TANIKAWA Mitsuru

*博(工学) 熊本県土木部 (〒862-8570 熊本市水前寺 6-18-1)

**博(工学) 福岡大学工学部 社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1)

***熊本県林業研究指導所 (〒860-0862 熊本市黒髪8丁目222-2)

****博(農学) 株式会社ザイエンス (〒372-0855 群馬県伊勢崎市長沼町2208)

ABSTRACT Wood utilizations are progressing from the reason as development of timber technology and response to environmental problems. However, generally the necessity has not received just evaluations from various misunderstanding. It is this reason that the recent timber technologies are not recognized enough. When steel and concrete are compared with timber, it is only artificial material that they have advantage. As the performance of construction materials is decided at the plan and design of the structure, it will be satisfactory if timbers are used within the limits of the performance of timbers. So, some problems of the timber bridges and the exterior timber structures in the designs, constructions and maintenances are examined by showing examples.

Keywords: 木材利用、外構木質構造物、維持管理、耐久設計

wood utilization, exterior timber structures, maintenance, durability design

1. はじめに

環境問題への対応、木材利用技術の革新、構造物への要求の変化といった理由から、公共構造物への木材の活用が進んできている。しかしながら、「CO₂削減や森林の保護のためには木を伐ってはいけない。」「木材は鋼やコンクリートと比べて性能が劣り維持管理も大変で長持ちしない。」等の様々な誤解から、木材活用の意義や木材利用の技術が、一般には、正当な評価を受けていない面がある。写真-1はかつての木橋のイメージがよく残されている事例であり、写真-2は一般橋と同じ手法で設計された近代的な木橋の事例である。これらはともに支間約10mの道路橋であるが、細かい部材を組み合わせた写真-1に対して写真-2では大断面集成材の主桁を有するなど両者の外観は大きく異なる。このことは維持管理に対する考え方も大きく異なることを意味している。しかしながら、このような近年の木質構造物の技術の進歩が、一般的には、必ずしも十分に認識



写真-1 かつての木橋の例～一新橋

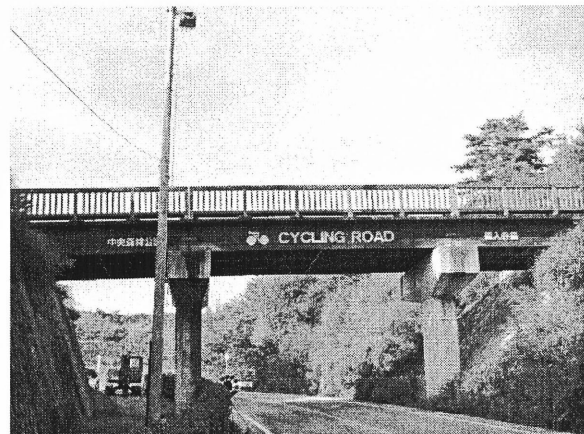


写真-2 新しい木橋の例～善入寺橋

表-1 建設材料としての鋼・コンクリートと木質材料の比較

	鋼・コンクリート	木材
基本	人工材料	天然材料
過去は	● なくはなかったが高嶺の花であった。	○ 入手しやすく、古くから多く用いられてきた。
現在は	○ 必要なものを必要なだけ入手できる。	● 入手は資源ストックや生産性にも依存するため、大量の場合時間がかかることもある。
性質	○ 性質をコントロールできる。またそれに対するコストアップはわずかである。	● 性質は原木に依存する。コントロールできなくはないがコストに跳ね返る。
ばらつき	△ 理想的にはばらつきは小さい。が現実には難しい。	△ 原木の範囲内でばらつくので、それを仕分けて利用する。
点検補修	△ 容易ではあるが、いざ問題が生じた場合の対処は難しい。	△ 煩雑ではあるが、問題に対する対処は容易である。
耐用年数	△ 基本的に長い。ただし初期コストも大きいため、ある程度長くしないと見合わない。	△ 長いとは言えないが、コストも小さいため更新による維持も現実的である。
環境面	● 環境に対する効果があるわけではない。	○ CO ₂ の貯蔵等、環境負荷を減らす効果がある。

されていない状況がある。また、木材の特性を活かした設計の考え方が十分に認知されないまま、コンクリートや鋼と同じような考えで設計や施工が行われている事例も見受けられる。このようなことが、前述した木材の耐久性や維持管理に対する誤解へとつながっていると思われる。

そこで、本研究では木橋、外構木質構造物の現状における問題点について具体的な事例を検討し、今後の利用に対する留意点を取りまとめた。

2. 建設材料としての鋼・コンクリートと木質材料

表-1は、建設材料としての鋼・コンクリートと木質材料の比較を示したものである。両者を比較した場合、一般には鋼やコンクリートの方が多くの点で優れていると思われるが、実は、それらが人工材料であることが評価されているにすぎないことがわかる。建設材料に求められる性能は個々の構造物の計画や設計の時点で設定されるものであるから、鋼やコンクリートのような人工材料であっても、木材のような天然由来の材料であっても、その性能の範囲内で使用すれば問題はない。すなわちこのことは、木材の特性を理解し、それを生かすような計画や設計が重要であることを示している。逆に、鋼やコンクリートと同じ感覚で木質構造物が設計されれば、維持管理や耐用年数に対して大きな影響を及ぼすことになる。



写真-3 劣化を想定していなかった例

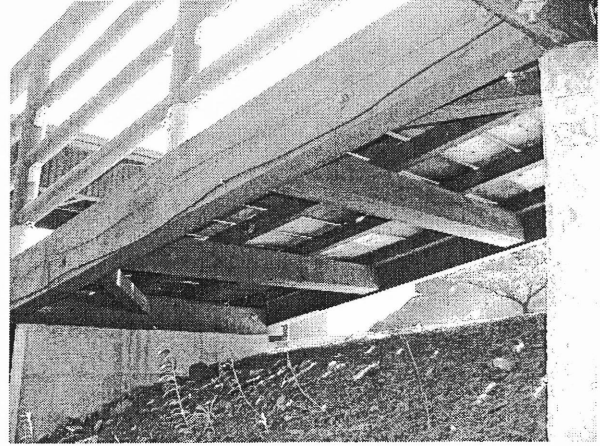


写真-4 劣化を想定していなかった例



写真-5 構造力学を無視した例

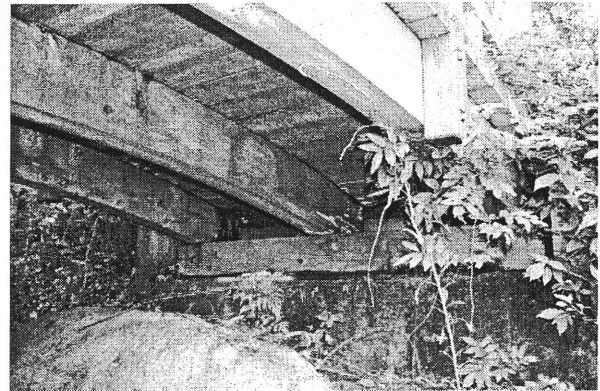


写真-6 構造力学を無視した例

3. 検討を要すると考えられる事例

ここでは、木材を外構木質構造物として利用した場合に検討を要すると考えられる事例を示す。

(1) 劣化を想定していなかった例

写真-3は壊れた木デッキの例である。過大な荷重により破壊したようでもあるが、同じ構造である別の部分の写真-4を見ると、壊れても仕方ない構造であったことがわかる。床組を支える横桁は主桁に取り付けられているが、そのための金具等が見えないことからホゾ加工されており、この見えない部分で腐朽が進行していたと考えられる。また横桁は、主桁断面の下半分に取り付けられているため、部材の中立面付近に大きな引張力が作用しており、常時作用する曲げせん断により主桁が割れるように破壊したものと考えられる。このように外構木質構造物では、使用環境下の劣化も考慮しつつ設計する必要がある。

(2) 構造力学を無視した例

写真-5ではわずか4mほどの木橋であるにもかかわらず主桁が継がれている。太鼓橋のイメージを出すためであろうが、モーメントが最大となる中央に継ぎ手という弱点を作ってしまった。写真-6を見る限りアーチとして設計されたわけでもなく、いずれ継ぎ手部分の腐朽により落橋する可能性があるといえる。外構木質構造物では、構造力学的に無理しない構造物の方が長く安心して使い続けることができる。

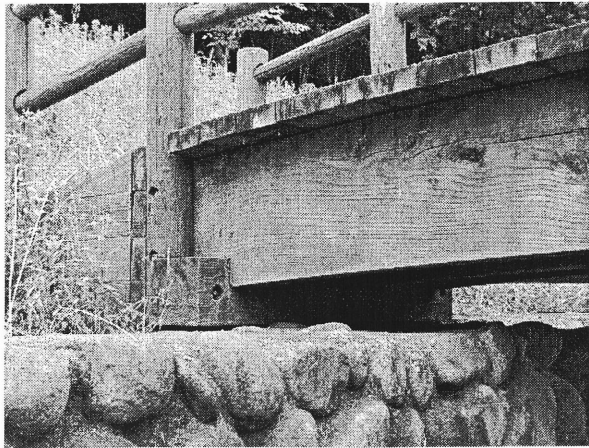


写真-7 不要な切り欠きを設けた例

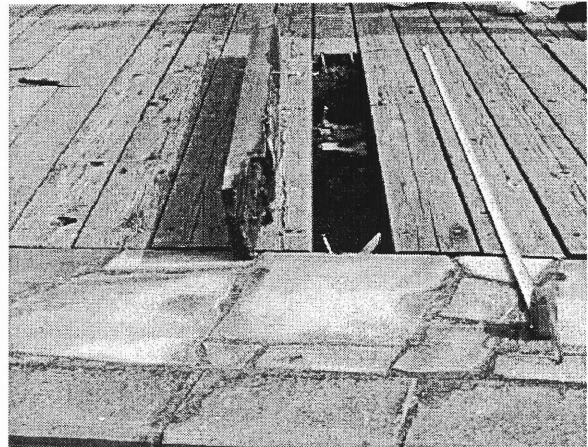


写真-8 木材の使用環境への検討を要する例

(3) 不要な切り欠きを設けた例

木桁橋の主桁では支承の部分に写真-7のような切り欠きを有するものも多くあるが、構造的には切り欠くメリットは何もなく、この部分に木口面が現れ、部材相互の接触部であることから腐朽もしやすい。桁橋で主桁材を交換するには更新と同等の費用が必要であることから、主部材をいかに長持ちさせるかを設計時から、検討しておくことが大切である。

(4) 木材の使用環境への検討を要する例

写真-8は、海岸沿いのボードウォークの腐朽状態である。材の表側の薄い層は乾燥し、裏側は、明らかな湿潤状態を示している。これは、ボード下の空間が常に多湿なために発生した腐朽である。木材が乾いた状態に維持されるような使用環境になるよう設計段階での配慮が必要である。

(5) 水の滞留対策に検討を要する例

写真-9はトラス橋の事例である。この橋では各トラス材を鋼板で挟むことで格点部を構成している。写真-10はその格点部を上から見たものである。排水口は設けられてはいたが、ここに落ち葉と雨水がたまり腐朽していた。この橋は、これらの部分の腐朽が原因で撤去されている。

外構木質構造物の耐久設計では水の滞留を防ぐことが基本中の基本であり、計画時点で供用中の維持管理も想定しておく必要がある。

(6) 間違った補修を行っている例

写真-11は既存の木橋の路面に合板が敷かれた例である。状況から床版が劣化したための補強のようであるが、合板を釘打ちで重ねてもほとんど補強効果はなく、雨水がたまり腐朽が促進されること、また腐朽の進行を目で確認できない等、デメリットの方が多いといえる。

また、この他に、腐朽部分にモルタルやアスファルトが詰められている例もよく見られる。応急処置ならともかく、長持ちさせたいなら、補修の方法を今一度検討すべきである。

(7) 木材の耐久性を過信したことで腐朽を招いた例

写真-12は、高耐久性樹種と呼ばれる外国産材を用いた木橋の高欄の腐朽状況である。部材表面は問題なさそうだが、内部が腐朽しているのがわかる。設計者や管理者の絶対腐らないという思いこみが、腐朽を促進させる引き金となったとも考えられる。一般的に腐朽しにくいとされている高耐久性樹種を利用する場合も、維持管理やライフサイクルコスト等の十分な検証を行い、適材適所で利用していく配慮が必要である。

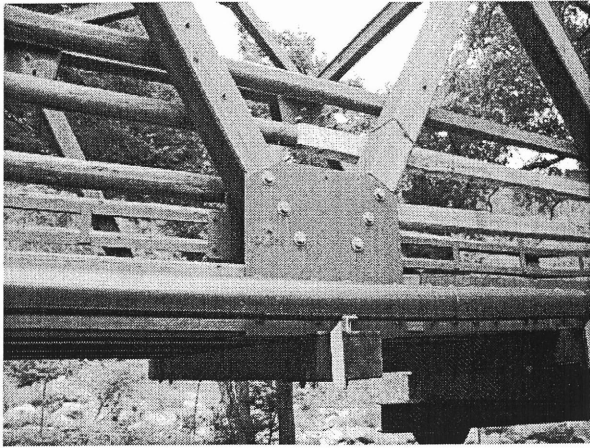


写真-9 水の滞留対策に検討を要する例

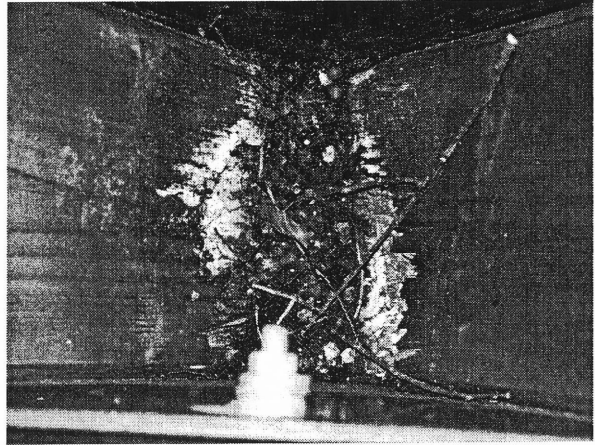


写真-10 水の滞留対策に検討を要する例

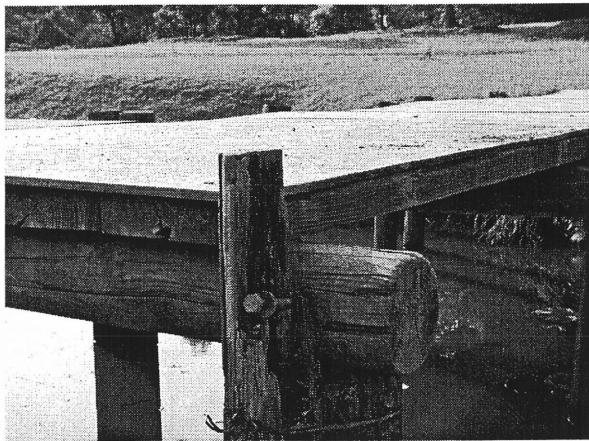


写真-11 間違った補修を行っている例

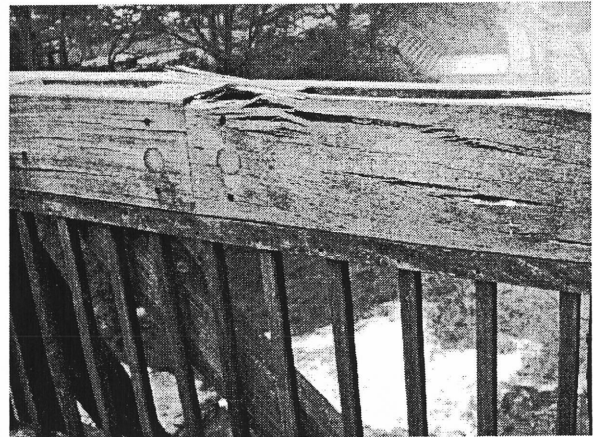


写真-12 木材の耐久性を過信したことで腐朽を招いた例

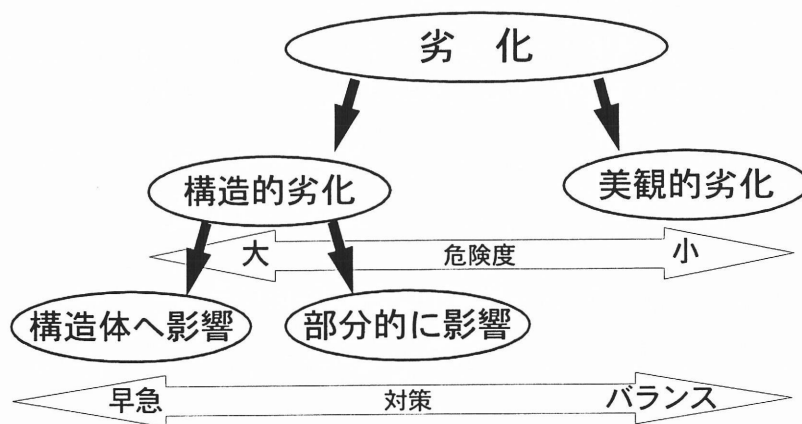


図-1 構造物の劣化と対策の概念

4. 外構木質構造物の保守における考え方

図-1は構造物の劣化について、その対策の概念を示したものである。劣化には構造物の安全に関わる劣化もあれば美観に大きな影響を与えるものもある。劣化がどちらか一方のみであることはないが、どちらか一方に大きな影響を及ぼすことはよくある。また構造的劣化の中でも主構造材の劣化は危険度が高く、早急な対策が求められる。それに対して付属物等の劣化であれば主構造への影響を食い止めるための対策が主眼となる。

これに対して美観的な劣化は、危険度はないが利用者の視点からは影響が大きい劣化である。これは軽視できるものではないが、昨今の外構木質構造物の補修ではこの美観的劣化のみに着目しているような補修事例も見受けられる。美観的劣化に対して補修しても安全性は向上しない。その割に費用はかかることから、この点について今一度整理し、目的に応じた維持管理を行う必要があるといえる。

また、外構木質構造物の劣化の原因を考えたとき、その原因のほとんどが、木材の腐朽に起因するものである。木材が腐朽するには、適度な温度、酸素、水分の3つの条件が必要であるが、木材を保守していくには、このなかで唯一コントロールが可能な水分について、水を溜めないような設計・維持管理を行うことが必要となる。これとあわせて、耐久性を向上させるためには、木材自体を菌が繁殖できないように、耐用年数等の目的に応じた適切な薬剤と処理法を採用し防腐処理することが重要である。防腐処理が不要という理由で、西欧諸国等での実績をもとに20世紀後半より日本でも公共事業等に導入されてきたボンゴシやイペ等に代表される高耐久性樹種についても、日本では腐朽環境が厳しいことを考慮し、相応の維持管理が必要であることを念頭においておく必要がある。

5. まとめ

本研究では、木橋、外構木質構造物の現状における問題点について具体的な事例を検討し、設計・施工、維持管理における考え方を示した。

以上のことから、留意すべき点をまとめると以下のようになる。

- ① 木材は優れた建設材料であるが、天然材料であるためのクセもある。それらを理解し、それらを活かすことが必要である。
- ② 構造物である以上、力学性能に支配される。力学的に無理をすれば当初はよくても長期の供用下での不都合が必ず生じる。
- ③ 外構木質構造物は木造建築物とは違い、建築物では常識であることが外構木質構造物ではタブーであることが多々ある。
- ④ 外構木質構造物の耐久性向上策は水対策である。雨晒しであることは仕方ないが、その水を溜めないような配慮が必要である。また、耐用年数等の目的に応じた適切な薬剤と処理法を採用し防腐処理することが重要である。
- ⑤ 劣化しやすい部材は交換することを想定しておくべきである。木質構造物は一般に交換が容易であるが、そのためには設計時から配慮されていることが必要である。

なお、本文には失礼な表現も多々あろうかと思うが、外構木質構造物の今後の発展のためとご容赦いただければ幸いである。

謝辞

本論文は、九州橋梁・構造工学会(KABSE)の後援で2008年2月25日に開催された日本木材加工技術協会九州支部、日本木材学会九州支部主催「エクステリア、構造等への木材の間違った使い方事例報告」セミナーのテキスト¹⁾をもとにまとめました。関係各位に記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本木材加工技術協会九州支部、日本木材学会九州支部:「エクステリア、構造等への木材の間違った使い方事例報告」セミナー, 2008.2