

道有林に架けられた二つのカラマツ歩道橋

石川 佳生

はじめに

岩見沢道有林管理センター管轄の、2か所の道有林に架設する木橋の設計を行いました。これらの橋は、いずれも林道の歩道橋として平成8年度に架設されたものであり、北海道では初めて、道内の工場で道産のカラマツひき板に防腐剤を加圧注入し、それらを積層接着した構造用集成材を用いました。本稿では、二つの木橋の基本コンセプト、設計概要、施工などについて説明します。

設計基準と最近の事例

本題に入る前に、木橋の設計基準と新しい事例について簡単に触れます。

わが国では、昭和62年と平成4年の建築基準法の一部改正を契機に、構造用大断面集成材を用いた大規模木造建築物が全国各地で建設されています。また、最近では周囲景観との調和や自然環境との共生という観点からも、天然素材である木材が見直されてきています。この動きは土木分野の橋についても例外ではなく、ここ数年の間に、構造用集成材を用いた木橋が全国の林道や公園を中心に数多く架設されています。

8年度の構造用大断面集成材の生産量は3万5300m³に達し、前年比18.8%増で4年連続の増加となっています。また、構造用大断面集成材を用いた木橋の架設数も年々増加傾向にあり、7年度には36橋が架けられ、

前年比55.6%増となっています。

しかし、木橋の設計指針については、これまで戦前に内務省が制定した「木道路橋設計示方書案」があるのみです。このため(財)日本住宅・木材技術センターでは、7年に林道橋に限定した新たな設計・施工指針を作成しました。また、一般道における木橋の新しい設計基準については、現在関係機関によって協議されています。

次に、木橋の最近の事例をみてみますと、国内では、林道における車道橋の最大設計荷重はこれまで20トンでしたが、昨年長野県内にプレストレス床版による25トンの橋「木のかげはし」が初めて架けられました。愛媛県でも昨年、県道に国内初の木造横断歩道橋が

型ラーメン・アーチ橋で架設されました。また、これはいまだ研究段階ですが、集成材を鋼板で補剛した主桁と鋼床版とをずれ止め鋼板で相互に連結した複合構造の橋(SW橋と呼ばれている)も今年提案されています。

一方、世界の事例をみると、オーストリアでは、一昨年に集成材の桁の中にプレストレスケーブルを通すことにより、50mという長いスパンの桁橋「ムラウ橋」が架けられました。アメリカでは、低コストで高耐久性のプレストレス床版橋の需要が、地方の比較的交通量少ないところで根強く、ミシシッピ州ほか3州の今後の市場は材積換算で年間354万m³も見込まれてい

表1 北海道内で架けられた木橋の事例

名称	場所	完成 (年. 月)	橋長 (m)	構造形式	使用樹種	防腐処理
すこやか橋	滝川市丸加高原	H. 5. 9	30.0	斜張橋	ベイマツ	表面保護着色剤塗布
やすらか橋	滝川市丸加高原	H. 5. 9	30.0	ニールセン アーチ橋	ベイマツ	表面保護着色剤塗布
平岡橋	札幌市平岡公園	H. 5. 9	70.0	3ヒンジ アーチ橋	ボンゴシ	なし
千樹橋	岩見沢市 はぎぞの緑地	H. 6. 5	32.5	単純桁橋	ダグラスファー	床板：クレオソート油塗布 桁材：ナフテン酸亜鉛加圧注入
にしはら橋	栗沢町万字地区	H. 6. 12	12.3	単純桁橋	カラマツ	AAC系防腐薬剤加圧注入

ます。ノルウェーでは、昨年に全長が世界トップクラスの180mに達する車道アーチ橋「イペスタッド橋」が架けられました。

ここで、北海道に限定した事例をいくつか紹介します(表1)。これらの事例の中で、構造材の使用樹種について着目しますと、「にしはら橋」以外はすべて外国産材となっています。

なお、道内の木橋については、林産試験場のホームページ(<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/>)の「北海道木造建築物データベース」に掲載しています。

基本コンセプト

今回の木橋の設計にあたり、岩見沢道有林管理センターからいくつかの要望が出されました。まず、最近道内に架けられた木橋のほとんどが外国産材で造られていることから、道産のカラマツ材を使うことが提示されました。続いて、耐久性が高いこと、周囲の景観と調和する意匠であること、安価であること、などの要望がありました。

これらの要望を踏まえ、特に耐久性の向上に関する基本コンセプトを3点に絞り、設計を行いました(図1)。

材料の防腐処理による耐久性の向上

構造部材には、耐久性を高めるために、防腐処理を施したカラマツ構造用大断面集成材を用いました。

カラマツ材は薬剤の注入性が極めて悪い樹種の一つですので、集成材の製造にあたっては、ひき板の4材面にインサイジング処理を施しました。この処理は、木材の表面に、人為的に刃物で傷をつけることによって、薬剤をより深く均一に浸透させるためのものです。このひき板に安全性の高いAAC(アルキルアンモニウム化合物)系防腐剤を加圧注入し、再乾燥後、それ



図1 基本コンセプト

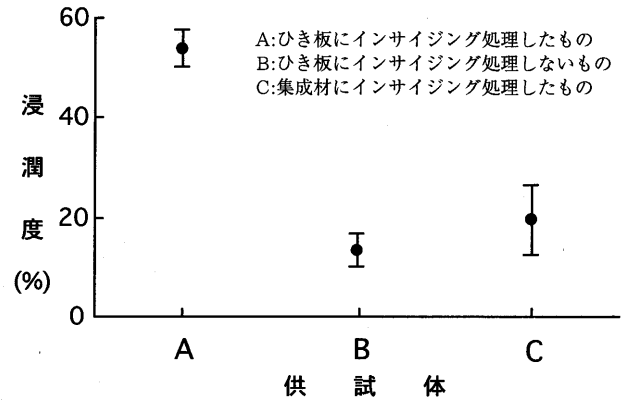


図2 各供試体の浸潤度

注) 図中の値は平均値と95%信頼限界を表しています。

らを縦つぎしたラミナを材厚方向に積層接着して集成材を製造しました。

一般に、集成材の防腐処理については、積層接着前のひき板の状態で行う場合と、集成材に仕上げしてから行う場合に大別されます。今回は、薬剤の注入性に優れ、道内の防腐処理工場にある注薬缶の利用が可能な前者の方法を採用しています。しかし、AAC系防腐剤を加圧注入処理した道産カラマツのひき板を対象に、注入量や浸潤度、それらを積層接着した集成材の接着性能について検討した資料がありませんでした。そこで、類似の研究を参考にして、実験によって調べました。この結果、ひき板の薬剤の注入量(加圧注入処理後に木材中に残っている薬液量)は $263\text{kg}/\text{m}^3$ で、インサイジング処理を施さない場合の1.7倍の値でした。浸潤度(試験片を木口面から見たとき、木材表面から10mmまでの面積を対象に、薬剤がどの程度浸潤したかを面積の比率で表したものは54%で、インサイジング処理を施さない場合の4.2倍の値が得られました(図2)。

これらの値を、JASの「針葉樹の構造用製材」に規定されている保存処理材の浸潤度の適合基準で見ますと、インサイジング処理を施した供試体Aは5ランクの下位から2番目、インサイジング処理を施していない供試体Bは最下位でした。なお、参考として、集成材に仕上げしてから、その断面の外周をインサイジング処理した供試体Cの場合は19%で、そのランクは供試体Bと同様に、最下位でした。

このように、薬剤の注入量や浸潤度に対するインサイジング処理の効果は極めて有効でしたが、木橋の使用環境を考えると、カラマツ材への薬剤の注入性改善について、今後の検討が望まれます。

次に、防腐処理したひき板を用いて製造した集成材の接着性能について、JASの「構造用集成材」に規定されているブロックせん断試験と減圧加圧はくり試験で調べました。前者の試験では、ひき板にインサイジング処理したもののせん断接着力と木部破断率は、そうでないものとの間にほとんど差がなく、いずれも合格しました。

このように、集成材の接着性能は、今回のインサイジング処理および防腐剤に影響されずに、構造用集成材のJASに規定されている適合基準値をクリアすることが分かりました。

以上の実験結果に基づき、今回の木橋に用いた集成材の防腐処理と製造を担当した両工場に対して、ひき板のインサイジング処理条件、加圧注入条件、集成材の製造条件などについて技術指導を行いました。

設計手法による耐久性の向上

木橋は、木製屋外施設に不可欠である雨水の進入と滞留を抑え、風通しを良くすることを考慮した設計としなければなりません。耐久性の向上を図るために、次の5つの設計手法について検討しました。

- ①桁の天端を鋼製防水カバーで覆い、床板のすき間から落下する雨水は、カバーの上を通り、桁にはかからない構造としました（写真1）。
- ②横なぐりの雨を想定し、床板は桁を雨水から保護させる庇の役割を持たせるようにしました（写真1）。



写真1 鋼製防水カバーを設置した桁



写真2 ゴム支承



写真3 高欄

- ③既往の木橋の耐久性性能調査によると、最も腐朽しやすい部位は支承部と報告されています。したがって、支承部には、厚さ25mmのネオプレーンゴムを主桁と橋台の間に敷き、雨水の滞留防止と風通しを良くしました（写真2）。
- ④高い強度性能が要求される高欄には鋼材を併用し、人間が直接接触れるところには、カラマツを化粧材として使用しました（写真3）。
- ⑤床板の摩耗抑制とすべり止めのため、硬い材質のアサダ材を床板の細い溝の中に埋め込みました（写真4）。
- ⑥床板を桁に固定する際に、上方からボルトを埋め込むと雨水の進入や滞留が発生するので、下方からL型金物を介してラグボルトにより取り付ける方法を採用しました。



写真4 床板

メンテナンスによる耐久性の向上

木橋の架設後に、発注者や管理者がメンテナンスを容易にできるように配慮しました。

今回の設計では、木橋の部位の中で、雨水や紫外線によって劣化しやすい高欄と床板をそれぞれ、破損または腐朽したとき簡単に部材の交換や修理ができるようにしています。床板は、あらかじめ工場で、主桁の防水カバーを兼ねるL型金物とラグスクリューによって一体化されます。そして現場で、ユニット化された床板と高欄を重ね合わせて、橋台に設置されている主桁の上に載せ、ボルトでこれらを固定します。このように、工場でユニット化された床板を、現場で高欄とともに主桁の上に載せるため、メンテナンスが容易で施工性が優れているだけでなく、工期の短縮と部材品質の安定化も期待されます。ただし、今回は、規模がそれほど大きくないので、床板のユニット化は行わず、現場で床板と高欄の施工を行いました。

以上のように、設計段階では耐久性の向上やメンテナンスに配慮しました。しかし、木橋の耐久性をさらに高めるためには、設計段階の配慮のみでなく、架設後のメンテナンスが極めて重要です。このためには発注者や管理者側の理解が必要であり、定期的な再塗装や部材交換などに対する予算措置が望まれます。

設計概要・構造計算

設計概要については、表のとおりです(表2)。

構造計算については、架設場所がいずれも多雪地域であるため、積雪量は3m、その積雪荷重は600kgf/m²としました。たわみの許容値は、(財)日本住宅・木材技術センター発行の「木橋設計施工の手引き」で示され

表2 設計概要

所在地	栗沢町万字地区	当別町神居尻地区
構造形式	単純桁橋	単純桁橋
橋長	10,740mm	11,940mm
有効幅員	1,500mm	1,500mm
完成	平成8年10月	平成8年12月
事業名	万字地区生活環境保全林整備事業	治山の森小規模治山事業

ている立体横断施設技術基準(橋長の400分の1以下)を採用しました。

構造設計の中で、最も厳しい条件だったのが上記のたわみの許容値であり、この数値によって主桁の断面寸法が算定されました。特に、治山の森に架設した木橋については、車椅子の利用を想定し、主桁にはキャンパー(自重によるたわみを考慮して、製造時あらかじめつける反り)をつけなかったため、その断面は比較的大きな180mm(幅)×750mm(背)としました。

「治山の森」の木造歩道橋

施工の工程順序について「治山の森」の木造歩道橋を例に説明します。

はじめに、地上でL型金物と横桁との接合金物をボルトによって主桁に取り付けます。

次に、あらかじめ設置されたコンクリート橋台の上に3本の主桁を架け渡します(写真5)。そして、主桁に横桁・バルコニー部の桁をそれぞれラグボルトによって緊結します。そして、鋼製の高欄と防水カバーを主桁の上に載せ、床板とともにラグボルトとボルトナットによって主桁に固定します(写真6)。

最後に、高欄に木製の手摺を取り付けて完成します。

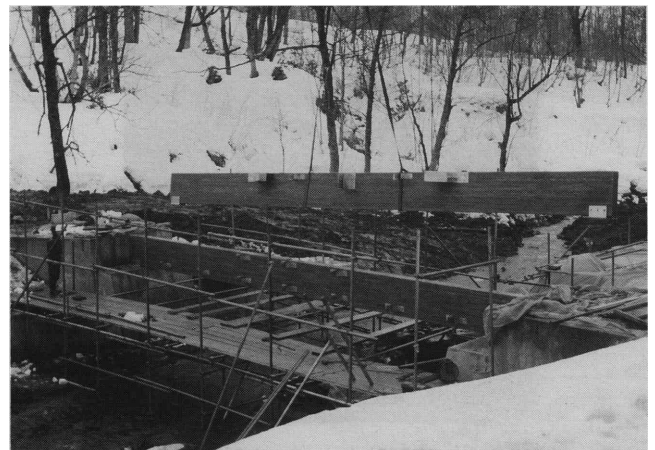


写真5 主桁の設置状況

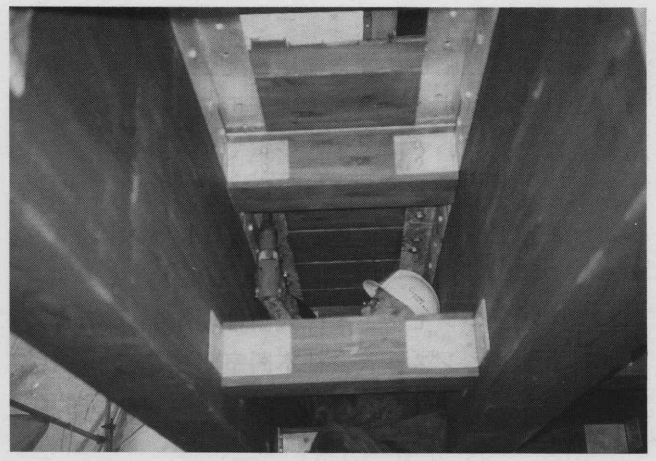


写真6 床板の取り付け

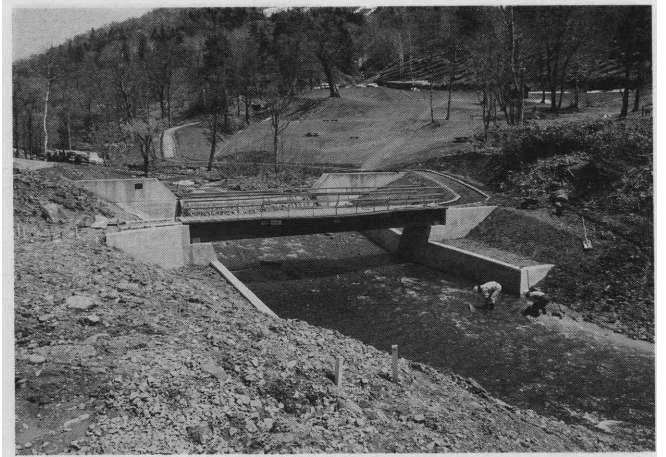


写真7 周囲景観と調和した木造歩道橋

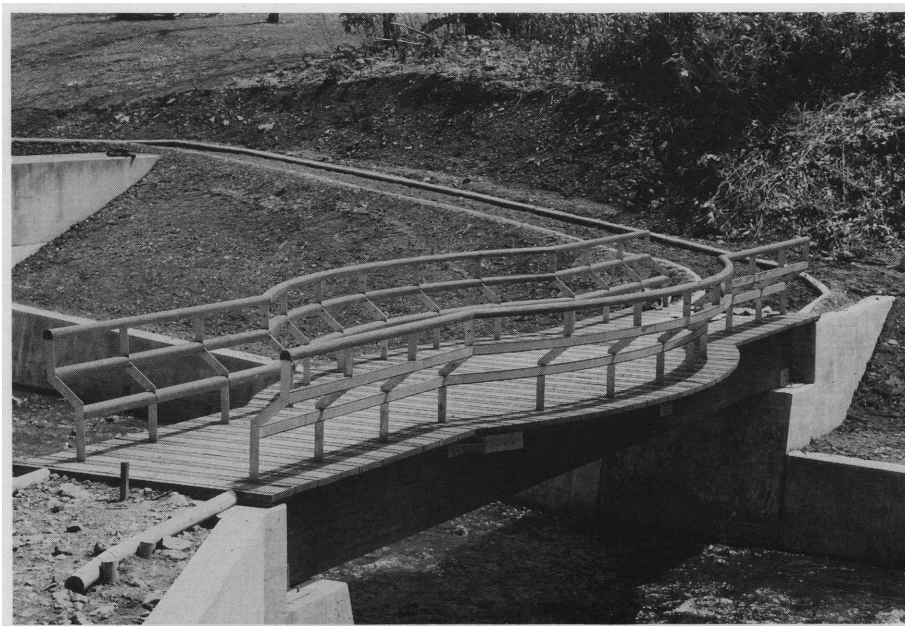


写真8 「治山の森」の木造歩道橋

「治山の森」を車椅子で利用する人への配慮として、高欄の位置を車椅子から手の届く範囲に設定しました。そして、その形状は人が腰掛けられるようなデザインとしました。

色彩計画は、「治山の森」が各種の治山工法、工種を組み合わせた治山施設のPRの場となっているため、歩道橋自体をあまり目立たせないように、周囲の森よりも彩度の低い配色としました（写真7）。平面の意匠性を付与するために中央部にバルコニーを設けました。そして、その桁にはわん曲集成材を使用することにより、自然と融合した柔らかな曲線実のものとなりました（写真8）。

万字地区生活環境保全林の木造歩道橋

万字地区^{まんじ}の架設現場は狭くて大型重機が使えないため、主桁は3分割に製造したものを現場で接合することとしました。主桁には、キャンバーを設け、垂直荷重によるたわみを軽減させました。また、主桁への荷重負担を軽減させるため、バルコニー部の桁に方杖を配置しました。

色彩計画は、この橋が公園内のシンボリックな役割を果たすように、周囲の景観よりも彩度の高い配色を施しました（写真9）。構造形式が単純な桁橋であるので、個性あるデザインとするため、方杖を配置するとともに、中央部にバルコニーを設けることによって意匠性を付与したものとしました（写真10）。



写真9 強靱性の高い木造歩道橋

おわりに

今後は木橋の腐朽状態や使用状況を定期的に調査し、カラマツ材に対する防腐剤の注入性の改善や新たな構造形式などについて検討する予定です。

最後に、今回の木橋の設計・施工にあたり、岩見沢道有林管理センター波佐署長をはじめ、佐藤森林保全課長、長谷育林係長、伊藤同主任、中山治山林道係長、白石同主任、サンモク工業株式会社製造部坂田集成材二課長、ガイエンス株式会社本間室蘭製造所長のご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。



写真10 万字地区の木造歩道橋

参考資料

- ・日本住宅・木材技術センター：木橋設計施工の手引（1995）。
- ・鈴木憲太郎：高耐久性集成加工材の開発，農林水産技術会議事務局発行，研究成果296，p.36-49（1995）。
- ・市原恒一：同上，p.111-117（1995）。
- ・小松幸平：最近の木橋（ ），木材工業Vol.49，No.2（1994）。
- ・小松幸平：最近の木橋（ ），木材工業Vol.49，No.3（1994）。
- ・石川佳生ほか3名：カラマツ集成材を用いた木造橋の設計・施工（1），平成8年度林業技術交流大会講

演集，投稿中

・金森勝義，石川佳生：カラマツ集成材を用いた木造橋の設計・施工（2），平成8年度林業技術交流大会講演集，投稿中

・堤拓哉ほか6名：カラマツ集成材を用いた木造橋の設計・施工（3），平成8年度林業技術交流大会講演集，投稿中

・金森勝義，石川佳生：第47回日本木材学会大会講演要旨集，p.593（1997）。

・石川佳生：同上，p.538（1997）。

（林産試験場 デザイン科）