

間伐材を利用した立入防止柵について

—木材防腐処理の検証—

帯広開発建設部 帯広道路事務所 第1工事課

○古市 直人
倉西 秀夫
斉藤 直之

1. まえがき

帯広・広尾自動車道は、芽室町の北海道横断自動車道・帯広JCTから分岐し、帯広市や十勝南部圏を經由して広尾町に至る延長約80kmの自動車専用道路である。

本路線は北海道横断自動車道と連携し、高速交通ネットワークの形成、とから帯広空港や十勝港へのアクセス向上による物流の効率化支援、移動時間の短縮、安全性の向上による緊急搬送や救急医療などに寄与している。

また、平成20年11月29日には幸福ICから中札内ICまでの約6kmの区間が開通し、帯広・広尾自動車道の供用延長は約36kmとなった。

本路線の計画においては、自然豊かな十勝平野に調和する道路景観を目指した工事を推進しており、その一環として平成16年度より、道産間伐材であるカラマツ材・トドマツ材を用いた「帯広型立入防止柵」を施工している。

道産間伐材の利用に当たっては、十勝の地域性を生かした意匠表現と地場産業の活性化を促す地産地消、更に北海道における間伐材利用推進計画等も考慮し、積極的な事業導入を図っている。

ただし、木製工作物では木材の耐久性の確保が不可欠であり、防腐処理対策として加圧式保存処理を行っているが、今後、立入防止柵等への更なる間伐材有効利用の為、適正な防腐処理の把握を目的とし、これまでの取り組みを報告するものである。



図1-1. 帯広・広尾自動車道位置図



写真1-1. 帯広型立入防止柵設置状況

2. 間伐材利用促進について

北海道は面積の約7割を森林が占めており、森林の健全な育成を行い、地域産業の活性化や地球温暖化の防止等を図る上で、森林の間伐は重要な役割を果たしている。間伐材の大半は針葉樹であり、十勝管内においては平成18年度に約10,000haの間伐を行っている(図2-1)。また、十勝管内の森林蓄積量は、平成19年4月の資料¹⁾では、107,312千m³となっており、その内、針葉樹蓄積量は約60%の63,652千m³を占める。さらに、カラマツ類・

トドマツはこれら針葉樹蓄積量の約75%に及ぶ（図2-2）。このため今後も多くのカラマツ類、トドマツの間伐材発生が想定され、利用促進の方策は重要な検討事項であると考えられる。

慮する事から、カラマツ、トドマツ等の木材を使用する場合には一定の強度が必要であり、木材辺材部よりも耐朽性に富む心材部の使用が不可欠となる。又、耐朽性の向上に寄与する防腐処理薬剤の浸透性も重要であるため、下記に心材部の耐朽性、薬剤浸透性について示した。カラマツ材の耐朽性は中程度であり、浸透性のランクは「きわめて困難」とされている。トドマツ材の耐朽性は極小であり、浸透性は「困難」となっている（表3-1, 2）。以上の特徴を勘案し、カラマツ材・トドマツ材について薬剤の浸潤度及び薬剤吸収量に関する防腐処理試験を行った。

3. カラマツ、トドマツにおける心材の耐朽性・浸透性について

立入防止柵では道路法面から滑り落ちる雪荷重等を考

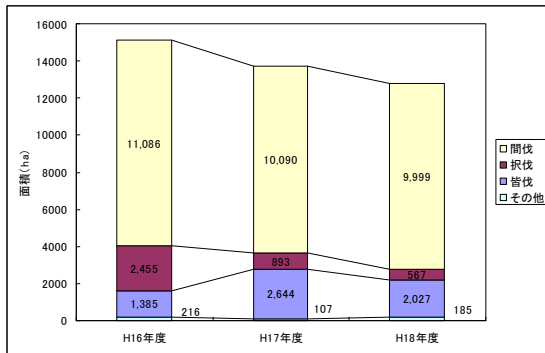


図2-1. 十勝管内における森林伐採面積

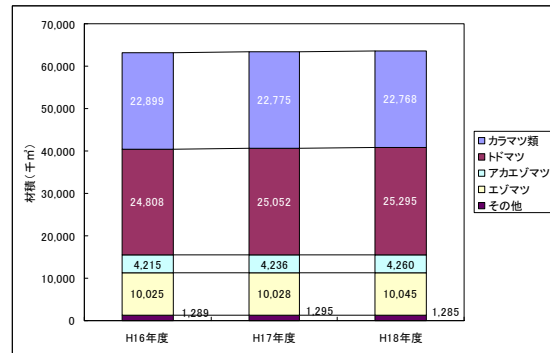


図2-2. 十勝管内における針葉樹の森林蓄積量

表 3-1. 各樹種の耐朽性（心材，国産針葉樹）²⁾

耐朽性の区分	日本材
大（野外で7～8.5年）	ヒノキ，サワラ，ネズコ，アスナロ，ヒバ
中（野外で5～6.5年）	スギ， カラマツ ，イチイ，カヤ，トガサワラ
小（野外で3～4.5年）	モミ，アカマツ，クロマツ
極小（野外で2.5年以下）	トドマツ ，アオモリトドマツ，エゾマツ

表 3-2. 各樹種の心材の浸透性の難易（抜粋）³⁾

良好	やや良好	困難	きわめて困難
ヒバ，エノキ，シデ類，トネリコハンノキ等	アカマツ クロマツ スギ，モミ等	エゾマツ トドマツ トウヒ，ヒノキ等	カラマツ ，カシワ カツラ，キハダ ミズナラ等

要であり（表 4-4）、下記の材料において浸潤度、吸収量試験を行った。尚、今回使用した薬剤は、ACQ（JIS1570 に準拠）である。

試験方法については、立入防止柵で使用している支柱と同様の部材（L=2.9m, φ150mm, 心材部）を用意した。

供試体については、地際部に相当する箇所（L=1.4m）で採取し、薬剤浸透度の目視、及び、北海道立林産試験場にて浸潤度と吸収量の判定試験を行った。

4. 防腐処理試験

加圧式保存処理木材の性能区分と使用環境については、JAS によって基準が定められており（表 4-1）、判断項目は薬剤の浸潤度と吸収量が目安となる（表 4-2, 3）。

立入防止柵の設置環境から、K4 相当の性能区分が必

表 4-1. 針葉樹の構造用製材の JAS（日本農林規格）の耐久性区分（抜粋）

心材の耐久性区分	樹種
D1（心材の耐久性が比較的大きい）	ヒノキ, ヒバ, スギ, カラマツ , ハシバ, ベイスギ等その他のこれらに類するもの
D2（心材の耐久性が比較的小さい）	アカマツ, クロマツ, トドマツ , エゾマツ, モミ, ツガ, ハシバ, ベイツガ等その他これらに類するもの

表 4-2. 針葉樹の構造用製材の JAS の浸潤度の基準

性能区分	樹種区分	浸潤度の適合基準
K1	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が 90%以上
K2	耐久性 D1 の樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 10 mm までの心材部分の浸潤度が 20%以上
	耐久性 D2 の樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 10 mm までの心材部分の浸潤度が 80%以上
K3	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 10 mm までの心材部分の浸潤度が 80%以上
K4	耐久性 D1 の樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 10 mm までの心材部分の浸潤度が 80%以上
	耐久性 D2 の樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 15 mm（厚さが 90 mm を越える製材については 20 mm）までの心材部分の浸潤度が 80%以上
K5	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が 80%以上かつ材面からの深さ 15 mm（厚さが 90 mm を越える製材については 20 mm）までの心材部分の浸潤度が 80%以上

表 4-3. 針葉樹の構造用製材の JAS の薬剤吸収量の基準

性能区分	薬剤名	記号	吸収量の適合基準
K1	ほう素化合物	B	ほう酸として 1.2 kg/m ³ 以上
K2	クロム・銅・ヒ素化合物	CCA	CCA として 1.8 kg/m ³ 以上, 9.0 kg/m ³ 以下
	アルキルアンモニウム化合物	AAC	DDAC として 2.3 kg/m ³ 以上
	銅・アルキルアンモニウム化合物	ACQ	ACQ として 1.3 kg/m³以上
	ナフテン酸銅	NCU	銅として油剤は 0.4 kg/m ³ 以上, 乳剤は 0.5 kg/m ³ 以上
	ナフテン酸亜鉛	NZN	亜鉛として油剤は 0.8 kg/m ³ 以上, 乳剤は 0.5 kg/m ³ 以上
K3	クロム・銅・ヒ素化合物	CCA	CCA として 3.5 kg/m ³ 以上, 10.5 kg/m ³ 以下
	アルキルアンモニウム化合物	AAC	DDAC として 4.5 kg/m ³ 以上
	銅・アルキルアンモニウム化合物	ACQ	ACQ として 2.6 kg/m³以上
	ナフテン酸銅	NCU	銅として油剤は 0.8 kg/m ³ 以上, 乳剤は 1.0 kg/m ³ 以上
	ナフテン酸亜鉛	NZN	亜鉛として油剤は 1.6 kg/m ³ 以上, 乳剤は 2.0 kg/m ³ 以上
K4	クレオソート油	A	クレオソート油として 80 kg/m ³ 以上
	クロム・銅・ヒ素化合物	CCA	CCA として 6.0 kg/m ³ 以上, 18.0 kg/m ³ 以下
	アルキルアンモニウム化合物	AAC	DDAC として 9.0 kg/m ³ 以上
	銅・アルキルアンモニウム化合物	ACQ	ACQ として 5.2 kg/m³以上
	ナフテン酸銅	NCU	銅として油剤は 1.2 kg/m ³ 以上, 乳剤は 1.5 kg/m ³ 以上
ナフテン酸亜鉛	NZN	亜鉛として油剤は 3.2 kg/m ³ 以上, 乳剤は 4.0 kg/m ³ 以上	
K5	クレオソート油	A	クレオソート油として 170 kg/m ³ 以上
	クロム・銅・ヒ素化合物	CCA	CCA として 7.5 kg/m ³ 以上, 22.5 kg/m ³ 以下

表 4-4. JAS の性能区分と使用環境の関係

性能区分	木材の使用状態	具体的内容
K1	屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害の恐れのない場所で、乾燥害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの。	外気に接しない比較的乾燥した状態でヒラタキクイムシの被害を防止する。
K2	低温で腐朽や蟻害のおそれの少ない条件下で高度の耐久性の期待できるもの	北海道など寒冷地で ① 外気又は湿潤環境に常時露出される場合で接地条件で一定の耐用を期待する ② 外気又は湿潤環境に常時露出される場合で非接地で中期の耐用を期待する ③ 外気又は湿潤環境にたまに露出される場合で非接地で長期の耐用を期待する
K3	通常の腐朽・蟻害のおそれのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの	① 外気又は湿潤環境に常時露出される場合で接地条件で一定の耐用を期待する ② 外気又は湿潤環境に常時露出される場合で非接地で中期の耐用を期待する ③ 外気又は湿潤環境にたまに露出される場合で非接地で長期の耐用を期待する
K4	通常よりはげしい腐朽・蟻害のおそれのある条件下で高度の耐久性を期待できるもの	① 外気及び湿潤環境に常時露出される場合で接地条件で一定の耐用を期待する ② 外気及び湿潤環境に常時露出される場合で非接地で中期の耐用を期待する ③ 外気及び湿潤環境にしばしば露出される場合で非接地で長期の耐用を期待する
K5	極度の腐朽・蟻害のおそれのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの	外気及び湿潤環境に常時露出される場合で接地条件で長期の耐用を期待する

※土木用資材としては、木材は屋外の厳しい環境下で使用されることがほとんどである。このような中で、防腐処理が必要となるのは、より高い耐久性が求められる場合である。したがって、上記の性能区分を参照した場合には、K3以上の性能とすることが望ましいと考えられる。

表 4-5. 供試体一覧

樹種	材料番号	表面加工
トドマツ	1	ノーマル
	2	インサイジング
	3	圧縮
	4	インサイジング+圧縮
カラマツ	5	ノーマル
	6	インサイジング
	7	圧縮
	8	インサイジング+圧縮

表（表 4-5）に供試体の各仕様を示す。全ての木材は加圧式保存処理（ACQ 処理）を施し、φ150 mmの丸太を厚さ 20 mmの円盤状にして試験を行った。

本試験では ACQ 処理のみを行った材料と、ACQ 処理前に表面加工処理を行った材料を用いた。

ノーマル材とは木材表面処理を施していない材料である。インサイジング材とは木材表面を刺傷加工し、薬剤浸透力を高めた材料である。圧縮材とは木材表面を圧縮加工機で圧縮加工し、薬剤浸透力を高めた材料である。圧縮+インサイジング材とは表面刺傷加工と圧縮加工の両方を施した材料である。

5. 試験結果

5-1. 防腐処理後の木材断面目視状況

材料によるバラツキはあるがトドマツ材に関しては、表面からある程度の深さまで薬剤が浸透しているのが解る。カラマツ材に関しては表面上に薬剤が浸透している程度であった。

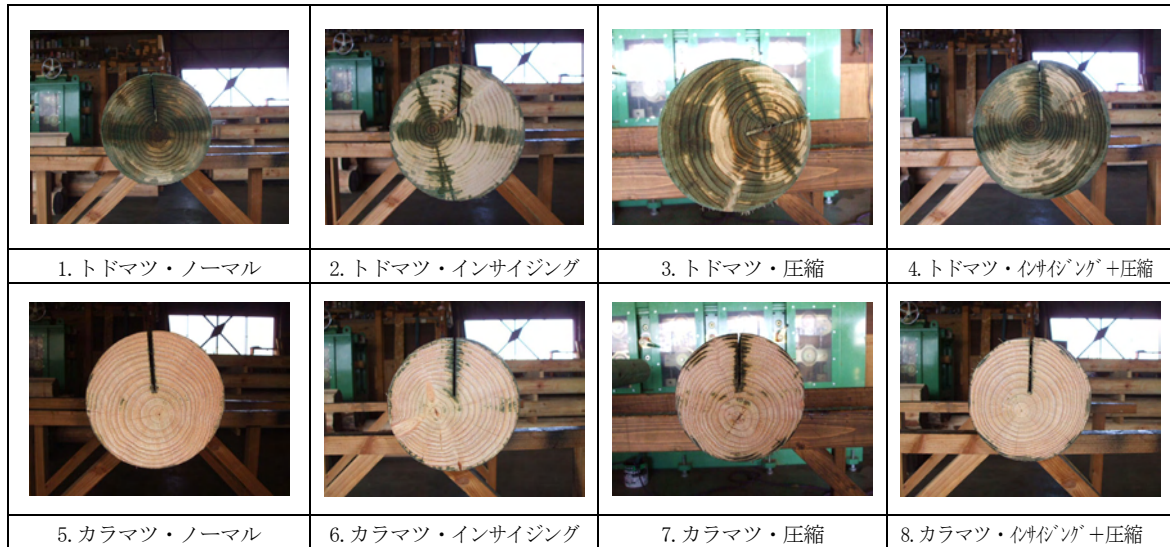


写真 5-1. 供試体試験処理後

5-2. 薬剤吸収量及び浸潤度の試験結果

吸収量、浸潤度とも、トドマツ材が高い成績を示した。立入防止柵の材料として K4 相当の性能区分を必要としていることに関しては、全てを満足する加工方法の

確立には至らなかった。

しかし、トドマツ材を用いた圧縮工法及びインサイジング+圧縮工法については、K4相当に近い成績を得る事ができた。

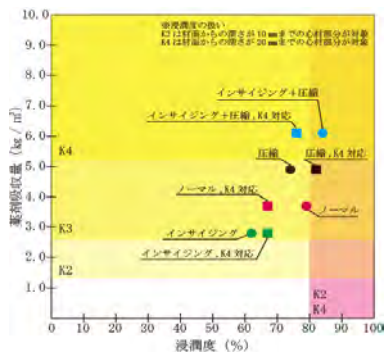


図5-1. トドマツ材試験結果

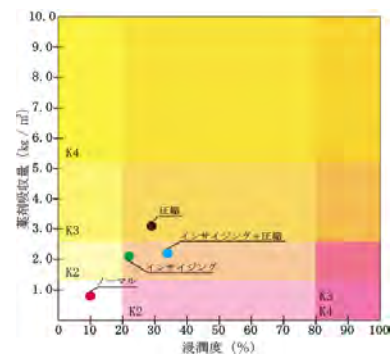


図5-2. カラマツ材試験結果

表 5-1. 防腐処理試験結果一覧表

試験材料	吸収量 (kg/m ²)			判定	浸潤度 (%)		判定	
	ACQ	BKC	銅		心材	辺材		
トドマツ	1. ノーマル	3.7	1.6	2.2	K3 相当	79 (67)	97	K1 相当
	2. インサイジング	2.8	1.2	1.6	K3 相当	62 (67)	96	K1 相当
	3. 圧縮	4.9	2.0	2.9	K3 相当	74 (82)	100	K4 相当
	4. インサイジング+圧縮	6.1	2.5	3.6	K4 相当	84 (76)	100	K3 相当
カラマツ	5. ノーマル	0.8	0.4	0.4	—	10	—	—
	6. インサイジング	2.2	1.0	1.3	K2 相当	34	—	K2 相当
	7. 圧縮	3.1	1.3	1.8	K3 相当	29	—	K2 相当
	8. インサイジング+圧縮	2.1	0.9	1.2	K2 相当	22	—	K2 相当

※トドマツはD2樹種であり、カラマツはD1の樹種、()内はK4に対応した浸潤度

6. あとがき

今年度、帯広・広尾自動車道は中札内 IC 迄開通し、次年度からは中札内 IC 以南の工事を進めて行く予定である。このため、立入防止柵に関しては過年度に引き続き景観を考慮した道路造りの一環として、針葉樹間伐材を利用する方針である。

また、昨今の社会的情勢から、今後は「開発」と「維持管理」の両面を考慮した事業推進が望まれている。これに資するため、今回試験を行った防腐処理試験の結果及び平成 18 年度より行っている試験木の経過観察及び野外暴露試験（H21 年秋予定）の結果を基に、更なる検討を行いより優れたインフラ整備を進めていきたいと考えている。

また、今回の研究においては北海道立林産試験場より資料等の提供を頂いた。これからも地元である北海道の専門機関より理解と協力を得ながら木材利用について検討を続けることが望ましい姿であろうと思われる。

本研究で取り上げた「帯広型立入防止柵」については、前書きでも述べたが、基本的なコンセプトである《地域性の意匠表現》と《地場産業の活性化》を図る【地域戦略】と【地産地消】の両面での成果を得ることを意図としている。

この思想を継承し、ライフサイクルコストの低減、更には道産間伐材の有効利用を図りながら、本道路事業を進めていきたい。

参考文献

- 1)北海道水産林務部編「平成18年度 北海道林業統計」(H19. 12)
- 2) (社) 日本木材保存協会編「木材保存学入門改訂版」(1988)
- 3) 農林水産省林業試験場編，独立行政法人森林総合研究所監「木材工業ハンドブック」(1982)

その他の参考資料

- 1)北海道ホームページより
- 2)北海道森林管理局ホームページより
- 3)北海道立林産試験場ホームページより