

シベリア産カラマツの浸透性改善技術

栗崎 宏, 水本 克夫

Improvement in treatability of Siberian Larch

Hiroshi KURISAKI, Katsuo MIZUMOTO

シベリア産カラマツの浸透性を改善するため、高密度インサイジングと圧縮処理の効果を評価した。7,200 個/m²の高密度インサイジング処理を施したシベリア産カラマツ角材と5段ローラー圧縮処理を施した厚板材に、ACQを加圧注入処理して注入量と浸潤度を測定した。高密度インサイジング処理した角材の注入量と浸潤度は、4,600 個/m²の通常インサイジング処理材より、有意に高い値を示した。高密度インサイジングの前、または後に人工乾燥を行うことにより、浸潤度はさらに増加して80%以上となった。すなわち、JAS K3の品質基準に適合した。一方、厚板材では圧縮処理による浸潤度の増加が認められた。通常インサイジング処理後に圧縮処理を行うと、浸潤度はさらに増加して80%以上となった。これらの結果から、高密度インサイジングと人工乾燥の併用、ならびに従来インサイジングと圧縮処理の併用は、シベリア産カラマツの浸透性を大きく改善できると結論付けた。

1. はじめに

シベリア産カラマツは、優れた強度性能を持つ。薬剤注入性が低く、保存処理を施しても浸潤度基準値の低いJAS K2格付けしか得られないため、屋外構造材としての需要は少ないが、日本海側地方や長野ではK2土台材として広く用いられてきた。

ところが、平成12年に施行された住宅品質確保法の性能表示制度において、JAS K3以上の性能の土台材を用いた住宅でなければ、劣化軽減項目に関して高い等級を得られない。住宅金融公庫仕様においても、平成13年度改訂版からJAS K3以上の土台材の使用が融資条件の一つとなり、木造住宅を取り巻く状況は、JAS K2土台材にとって不利な方向に変化しつつある。

このような状況下で、シベリア産カラマツの需要を確保するには、浸透性を改善してK3規格に対応する必要がある。さらに、ウッドデッキなど屋外材分野でシベリア産カラマツの新需要を開拓していく上でも、K3、好ましくはK4の保存処理品質が必須であるため、浸透性改善技術の開発が必要である。

浸透性改善効果が期待できる技術として、まずインサイジングの高密度化^{2,4)}が考えられる。高密度インサイジングは、その基盤となるインサイジング処理装置がすでに防腐処理工場に広く普及しており、現場へは適応しやすいと考えられる。しかし、インサイジングの高密度化は、刺傷が目立つようになるため、デッキ材などある程度的美観も要求される屋外材には不向きと予想される。

一方、新たな設備が必要ではあるが、多段ローラー式圧縮加工⁵⁾も浸透促進効果が期待される技術である。ベイマツなど⁶⁾では効果が確認されており、シベリア産カラマツに対しても有効である可能性が高い。本技術は、比較的加工速度が速く、従来密度インサイジングと併用できる可能性もある。しかし、心持ち材では圧縮時に破壊を起こしやすい¹⁾ため、心持ち材の多い角材よりデッキ材などの厚板材に適した技術と考えられる。

そこで、本実験では高密度インサイジングによる角材の浸透改善効果、ならびに圧縮処理による厚板材の浸透改善効果を検討した。

2. 方法

2.1 角材の高密度インサイジング処理

120mm×120mm×2000mm (L) のシベリア産カラマツ (*Larix sp.*) 芯持ち材を64本製材し、A～Dの4グループに分けて表-1のインサイジングを施した。

一般に、木材の浸透性は注入時の含水率に影響を受けることから、注入前の乾燥条件も同時に検討した。

Aは、現行の処理条件を想定した条件で、従来密度でインサイジングした後、屋内に3日間放置した。Bは、高密度でインサイジングした後、屋内に3週間放置した。C、Dは、それぞれ高密度インサイジングの後、または前に人工乾燥を行った。

高密度インサイジングは、刺傷密度7,200個/m²の刃物ロールを装着したインサイジングマシンを用いて、2面ずつ行った。従来密度のインサイジングは、刺傷密度4,600個/m²の刃物ロールを装着して4面同時に行った。

C、Dの人工乾燥条件は、割れや変形を抑制しながら表層を迅速に乾燥する予備実験を行ない、その結果に基づき表-2のとおりを設定した。

表-1 シベリア産カラマツ角材の前処理条件

Table-1 Treatment subjected to Larch lumber

条件名 Group code	刺傷密度 (個/m ²) Incising density (Incise /m ²)	乾燥条件 Drying condition
A	4,600	屋内3日間放置 Air drying within doors for 3 days
B	7,200	屋内3週間放置 Air drying within doors for 3 weeks
C	7,200	インサイジング前に人工乾燥 Kiln drying before incising
D	7,200	インサイジング後に人工乾燥 Kiln drying after incising

表-2 シベリア産カラマツ角材の人工乾燥スケジュール

Table-2 Kiln drying schedule for Larch lumber

	蒸煮 Steaming step	加熱 Heating step
乾球温度 Dry bulb temperature	98°C	120°C*
湿球温度 Wet bulb temperature	98°C	99°C
時間 Period time	24時間 24hours	12時間 12hours

各試験材とも、高周波式含水率計を用いて含水率を測定した後、薬剤処理に供した。

2.2 厚板材の圧縮処理

35mm (T) × 120mm (R) × 4000mm (L) のシベリア産カラマツ板目厚板材を40枚製材し、E～Iの4グループに分けた。各グループの厚板材をさらに中央で長さ約2000mmに分割し、E1とE2、F1とF2、G1とG2、H1とH2、そしてI1とI2の5ペアのマッチング試験材とした。各試験材に対して、表-3に示した圧縮処理を施した。一部の試験材では、前述の刺傷密度4,600個/m²のインサイジング処理を施した後、圧縮処理を行った。

圧縮処理には、試験材を5段のローラーで連続的に圧縮するロールプレス装置(「つぶしんぼう」(株)コシプレザービング製 写真-1)を用いた。圧縮率は、次式により求めた。

表-3 シベリア産カラマツ厚板材の前処理条件

Table-3 Pretreatment subjected to Larch board

グループ名 Group code	インサイジング Incising	圧縮処理 Roll compression
E 1 / E 2	なし/あり No / Yes	なし No
F 1 / F 2	なし No	なし/あり 15% No / Yes 15%
G 1 / G 2	なし/あり No / Yes	あり 15% Yes 15%
H 1 / H 2	なし/あり No / Yes	あり 20% Yes 20%
I 1 / I 2	なし/あり No / Yes	あり 25% Yes 25%

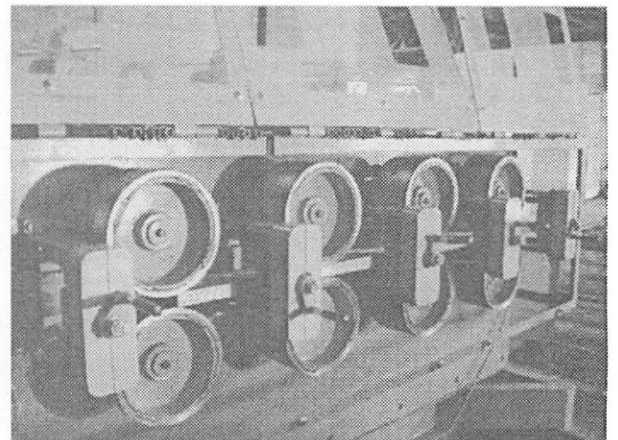


写真-1 5段ローラー式圧縮処理装置

Photo-1 Compression treatment machine with 5 pair of roller.

$$\text{圧縮率(\%)} = \frac{\text{圧縮前の試験材厚さ} - \text{ローラー間隔}}{\text{圧縮前の試験材厚さ}} \times 100$$

人工予備乾燥は、三村らの国産カラマツラミナの乾燥試験結果³⁾を参考に、乾球温度 65～85℃、乾球温度差 5～25℃、合計 64 時間の蒸気式乾燥とした。

2.3 薬剤処理

商用加圧注入装置を用い、ACQ 水溶液（有効成分として 0.7%）を下記条件で注入した。

前排気： - 0.08 MPa × 60 分

加 圧： 1.76 MPa × 180 分

後排気： - 0.08 MPa × 30 分

注入処理の前後に、各試験材の重量を測定し、下式により注入量を求めた。

$$\text{注入量(kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{注入後試験材重量} - \text{注入前試験材重量}}{\text{試験材体積}}$$

注入後、屋内で 2 週間以上風乾した試験材の中央部から横断面サンプルを採取し、クロマズロール S にて呈色後、画像解析ソフトを用いて薬剤浸潤面積を測定して、下式により JAS143 号針葉樹の構造用製材の日本農林規格に定める浸潤度を求めた。

$$\text{浸潤度(\%)} = \frac{\text{表層 10mm の薬剤浸潤部面積}}{\text{表層 10mm の全面積}} \times 100$$

3. 結果

3.1 高密度インサイジング、ならびに高密度インサイジングと人工乾燥の効果

図-1 に、A、B 両グループの各試験材の含水率と浸潤度を示した。JAS では、K3 保存処理材の浸潤度基準値を 80% 以上と規定している。高密度インサイジングした B の平均浸潤度を求めたところ、76% であり JAS K3 基準には適合しなかった。しかし、B の浸潤度は従来密度インサイジングを施した A より高いレベルに分布し、高密度化による浸透促進効果が示唆された。各グループの試験材の含水率と浸潤度の関係を比較すると、A の浸潤度は含水率に関係なく 80% 未満だったのに対し、B の浸潤度は含水率低下に伴って増加する傾向が見られ、含水率 50% 以下の試験材に限れば浸潤度は全て 80% 以上であった。

このことから、高密度インサイジングはシベリア産カラマツの浸透性を改善し、その効果は適切な含水率管理によりさらに促進されると予想される。

A～D の各グループの含水率、注入量、ならびに浸潤度の平均値を、図-2、3、4 に示した。写真-2 には、A グループと C グループの試験材断面の例を示した。A、B は、いずれも平均含水率は 60% 以上、平均浸潤度は 80% 未満であった。これに対し、人工乾燥と高密度インサイジングを施した C、D は平均含水率が 25% 以下に低下し、浸潤度は 80% 以上、すなわち K3 基準に適合するレベルに達していた。人工乾燥と高密度インサイジングの併用による浸透促進は、写真-2 から明らかである。

なお、C と D はそれぞれインサイジングの前、後に人工乾燥を行ったが、両グループの平均浸潤度間に有意差は認められなかった。浸透促進効果は、人工乾燥とインサイジングのいずれを先行しても変わらないことが確認された。

以上のように、高密度インサイジングはシベリア産カラマツの浸透性を改善し、人工乾燥を併用して含水率を管理することにより、改善効果はさらに高まった。高密度インサイジングと人工乾燥の併用により、シベリア産カラマツ土台用角材の K3 区分保存処理も可能である。

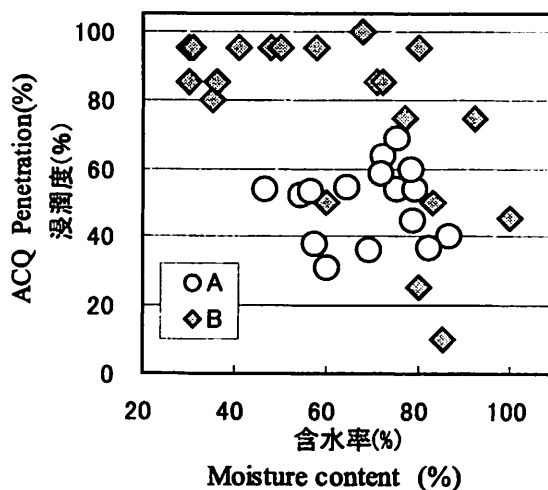


図-1 シベリア産カラマツ角材の含水率と ACQ 浸潤度（人工乾燥なし）
記号：表-1 参照

Fig.-1 Moisture contents and ACQ penetration of incised Larch lumber without kiln-drying.
Symbol: See Table-1.

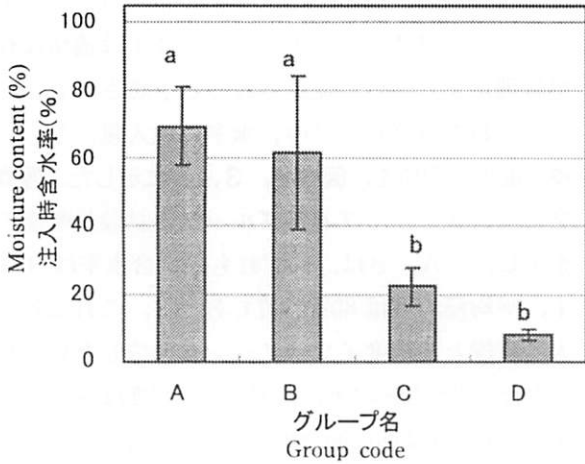


図-2 シベリア産カラマツ角材の注入前の含水率
グループ名：表-1 参照。図中の文字は、危険率 5%のテューキーの多重比較検定結果を示す。

Fig.-2 Moisture contents of incised Larch lumber. Group code: See Table-1. Different letters indicate significant difference by Turkey's Test ($P < 0.05$).

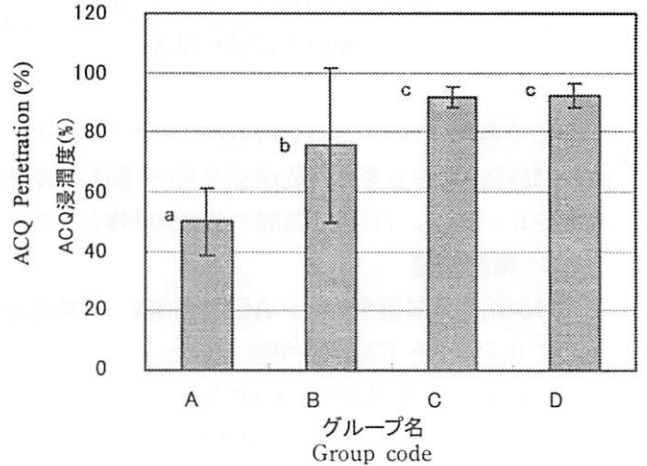


図-4 シベリア産カラマツ角材のACQ浸潤度
グループ名：表-1 参照。図中の文字は、危険率 5%のテューキーの多重比較検定結果を示す。

Fig.-4 ACQ penetration of incised Larch lumber. Group code: See Table-1. Different letters indicate significant difference by Turkey's Test ($P < 0.05$).

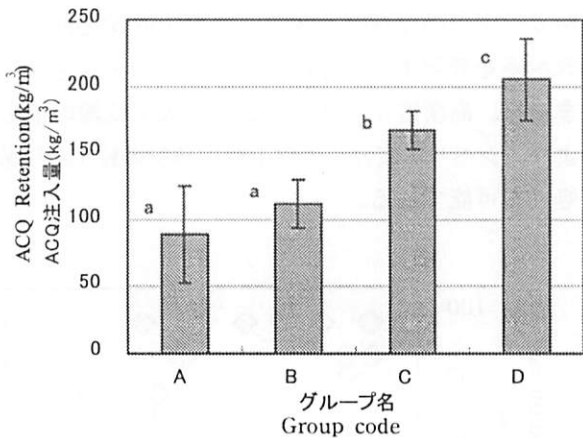


図-3 シベリア産カラマツ角材のACQ注入量
グループ名：表-1 参照。図中の文字は、危険率 5%のテューキーの多重比較検定結果を示す。

Fig.-3 ACQ retention of incised Larch lumber. Group code: See Table-1. Different letters indicate significant difference by Turkey's Test ($P < 0.05$).

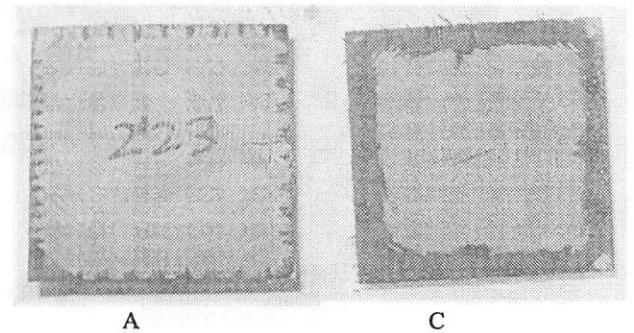


写真-2 インサイジング後にACQ注入したシベリア産カラマツ角材の断面

刺傷密度は(A) 4,600 個/m², (C) 7,200 個/m²
A, Cの条件は表-1 参照。

Photo-2 Cross sections of ACQ treated Larch lumbers, which were incised prior to treatment.
A: Incised with density 4,600 incision / m².
C: Incised with density 7,200 incision / m².
Refer to Table-1 for detail of A and C.

3.2 圧縮処理の効果、ならびに圧縮処理とインサイジングの併用効果

各グループの注入量と浸潤度を図-5, 6 に示した。呈色後の断面の様子は、写真-3 に示した。

Eのマッチングペアを比較すると、従来密度のインサイジングによる浸潤度増加が認められるが、インサイジング処理したE2においても平均浸潤度は

JAS K4 浸潤度基準である 80% に達しなかった。F のマッチングペアを比較すると、圧縮処理による注入量と浸潤度の増加が認められるが、圧縮処理した F2 においても平均浸潤度は 80% に達しなかった。以上の結果から、インサイジング、あるいは圧縮処理を単独で行うことにより、シベリア産カラマツ厚板材の浸透性を K4 浸潤度基準に適合可能なレベルに改

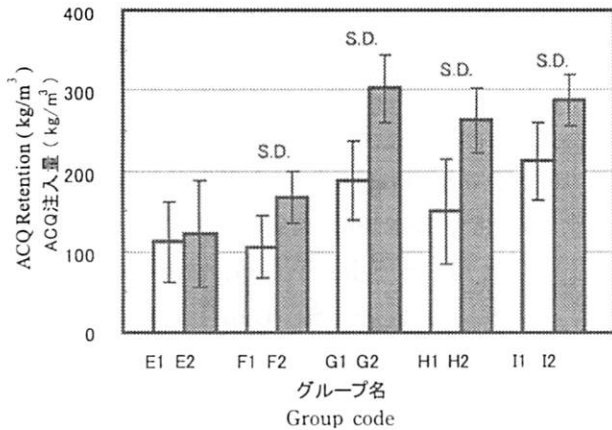


図-5 シベリア産カラマツ厚板材のACQ注入量
グループ名は表-3参照。S.D. : 各マッチングペア間の危険率5%*t*-検定における有意差を示す。

Fig. -5 ACQ retention of incised and roll compressed Larch board.
Group code : See Table-3.
“S.D.” indicates significant difference in matching pair by *t*-Test ($P < 0.05$).

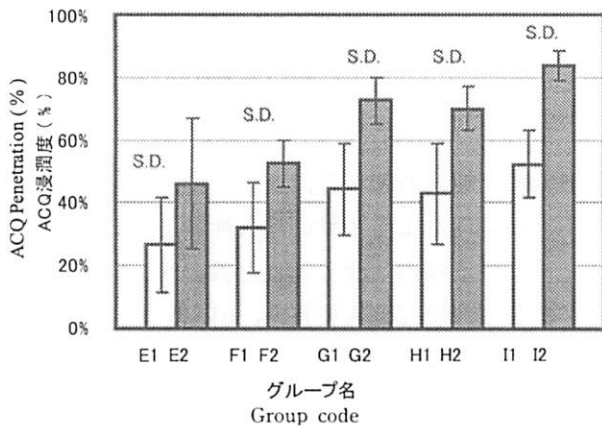


図-6 シベリア産カラマツ厚板材のACQ浸潤度
グループ名は表-3参照。S.D. : マッチングペア間の危険率5%*t*-検定における有意差を示す。

Fig. -6 ACQ retention of incised and compressed Larch board.
Group code : See Table-3.
“S.D.” indicates significant difference in matching pair by *t*-Test ($P < 0.05$).

善することは、困難と考えられる。

G, H, Iの各マッチングペアでは、圧縮処理とインサイジングの併用効果を検討した。圧縮処理のみを施したG1, H1, I1の場合、圧縮率の増加に伴って浸潤度も増加するが、最も圧縮率の大きなI1でも52%にとどまり、JAS K4基準には達しなかった。しかし、インサイジング後に圧縮処理を施すこ

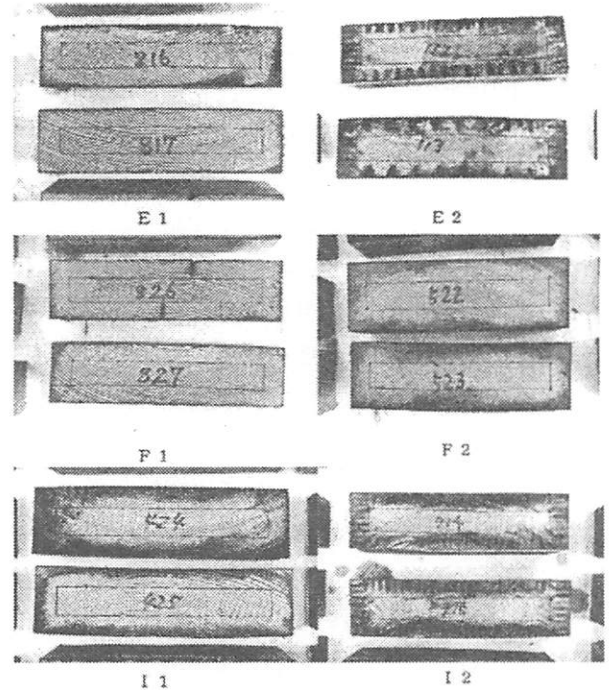


写真-3 シベリア産カラマツ厚板材の断面
グループ名は表-3参照

Photo-3 Cross section of ACQ treated Larch board, which were compressed prior to treatment.
Group code : See Table-3.

とにより注入量と浸潤度は顕著に増加し、インサイジング後に25%の圧縮率で圧縮したI2では浸潤度は84%まで増加して、JAS K4基準に適合した。

以上のように、インサイジングと圧縮処理の併用処理により、シベリア産カラマツ厚板材の浸透性は顕著に改善され、デッキ材等に要求されるK4区分保存処理も可能となる。

インサイジングと圧縮処理の併用による浸透促進のメカニズムは、圧縮処理による刺傷の拡大、あるいは規則的な刺傷による圧縮変形の促進、などが考えられるが、その解明には、組織観察などによる詳細な検討が必要である。

4. まとめ

シベリア産カラマツにおいて80%以上の浸潤度を達成するため、120mm角材と厚さ35mmの板目材に対して各種前処理を施し、浸透性改善を試みた。

長さ2mの試験材に、インサイジングや圧縮処理を施した後、ACQを加圧注入処理し、注入量と浸潤度を比較した。

120mm角材に対しては、刺傷密度約7,200個/m²の

高密度インサイジングを施し、従来インサイジングと比較した。その結果、インサイジングの高密度化により浸潤度は増加した。高密度インサイジングと人工乾燥を併用することにより、浸潤度は80%以上になった。

厚板材に対しては、ロール圧縮処理を施し、浸透改善効果を検討した。刺傷密度約4,500個/m²の従来インサイジングとの併用についても検討した。その結果、厚板材の浸潤度は圧縮処理やインサイジングにより増加するが、80%には達しなかった。しかし、両者を併用することにより浸潤度は顕著に増加し、インサイジングした厚板材に圧縮率25%の圧縮処理を施すことにより、浸潤度は80%以上となった。

シベリア産カラマツにこれら前処理を施すことにより、80%以上の浸潤度が要求されるJAS K3土台やJAS K4デッキ材の製造も可能となる。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、試験材の調製や各種処理に関して、伊藤木材(株)、(株)コシイプレザービング、(株)巽商店、(協)プレカットタテヤマの各社にご協力いただいた。試験材の人工乾燥に関しては、材料加工課 坂井副主幹研究員と橋本主任研究員(現企画管理部)にご協力いただいた。ここに深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 飯田生穂, 守繁和, 中村嘉明, 酒井温子, 今村祐嗣: 圧縮処理剤の液体浸透(第5報)ー繰り返しの圧縮処理, 注入薬剤の種類および木材の木取りが吸液量に及ぼす影響ー, 木材学会誌, 42(6), 581-588, (1996)
- 2) Kim G. H., Jee W. G. and Kim J. J. : Treatability of Siberian larch and spruce with chromated copper arsenate. IRG/WP 96-40060 (1996)
- 3) 三村典彦, 橋爪丈夫, 吉田孝久, 奥村俊介, 小林大徳, 向山繁人: カラマツ材の乾燥, 長野県林試験報告, 1, 19-,
- 4) Morris, P. I., R. Silcox, and J. N. R. Ruddick. : Development, design, and construction of a double density incisor. Forest Prod. J. 41(2), 15-20, (1991)
- 5) 西岡久寛, 中村嘉明, 飯田生穂, 今村祐嗣: 圧縮前処理による木材の注入性向上(2)ーロール加圧装置を用いたスギ丸棒加工材の薬剤浸透性試験ー, 木材学会大会研究発表要旨集, 50, 473, (2000)
- 6) 杉至朗, 西岡久寛, 飯田生穂, 今村祐嗣: 圧縮前処理による木材の注入性向上(3)ー板材における浸透性改善効果と強度的影響ー, 木材学会大会研究発表要旨集, 51, 639, (2001)

Summary

To improve the treatability of Siberian Larch, the effect of high density incising and roll compression treatment were evaluated. Larch lumbers which were incised with a density of 7,200 incise/m² and Larch boards which were pressed with five rollers, were pressure treated with ACQ, then their retention and penetration were measured. ACQ retention and penetration of lumbers incised with high density were significantly higher than those of lumbers conventionally incised with a density of 4,600 incise/m². By Kiln-drying the lumber before or after incising with high density, ACQ penetration increased above 80%, and satisfied the penetration criteria of JAS K3. Press treatment increased the ACQ penetration of larch boards. ACQ penetration of boards which were incised with conventional density prior to roll compression treatment, was increased above 80%. These results indicate that a combination of high density incising and kiln-drying, or conventional incising and roll compression treatment improved the treatability of Siberian Larch.