

(研究資料)

ブナ枕木の高压注入

雨 宮 昭 二⁽¹⁾
井 上 衛⁽²⁾

1. ま え が き

ブナ偽心材をはじめ各樹種の心材、ならびに辺材が注入困難といわれている樹種に対して、現在までに行なわれている各種の低压処理法（圧力約 10 kg/cm^2 以下の方法）では、防腐剤を要求される量まで注入することはほとんど不可能な状態にある。これがある特別な処理方法により、満足できる注入量まで増加させることができるならば、上記の材を使用した防腐処理材の耐用年数は飛躍的に増大するであろうと考えられる。

そのため各所において、難注入材に対する処理方法の研究が行なわれているが、その成果のあらわれの一つとして、オーストラリアの Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (C. S. I. R. O.) 林産部防腐研究室において、高压を用いて加圧注入を行なつた場合、今まで注入困難といわれていたユーカリ枕木に対して非常に良好な結果をえたとの報告があつた。

そこでわれわれも小さい試験片で高压を用いて注入を行なつてみたが、試験片が小さいため、結果の良否の判断は下しえなかつたので、実物大の材料で注入実験を行ないたいと考えていた。たまたま、C. S. I. R. O. 林産部長 S. A. CLARKE 氏、同研究所の W. E. HILLIS 氏来朝の際に、まことにめんどろなことで申しわけないとは思つたが、日本の材料を送つて、オーストラリアの高压注入装置を用いて、処理実験を行なつてもらえないかと、お願いしたところ、快く引き受けてくれたので、国鉄用ブナ枕木5本を1957年6月に同研究所に送り、実験終了後、2本はかの地において切断し、残り3本を切断せずに日本に送り返してもらうということで実験を依頼した。

実験が終了して、本場にもどつてきたのは1958年7月であつた。

ここでは、C. S. I. R. O. における高压処理の結果と、本場木材部防腐研究室において行なつた高压および低压処理の結果との両者を比較することにより加圧注入処理を行なうために非常に参考となる資料をえたので、それらを取りまとめて報告する。

本実験の実現のため多大のご尽力を賜つたオーストラリア C. S. I. R. O. の上記の諸氏ならびに C. S. ELLIOT 氏、防腐研究室長 N. TAMBLYN 氏に対して、また斎藤場長、小倉部長、堀岡科長、稲垣調査室員、枕木を提供していただいた国有鉄道技術研究所山名成雄氏に対して深甚な謝意を表する。

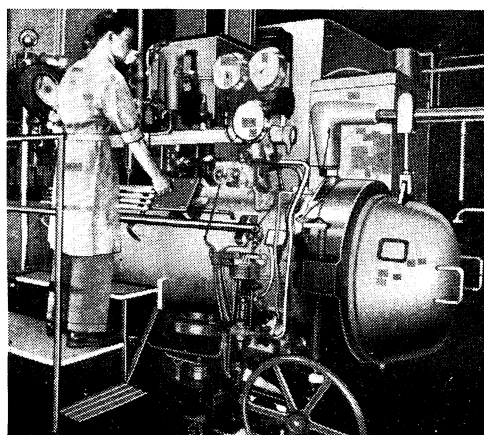
2. C. S. I. R. O. 林産部防腐研究室 における実験結果

(1) (2) 木材部材質改良科防腐研究室員

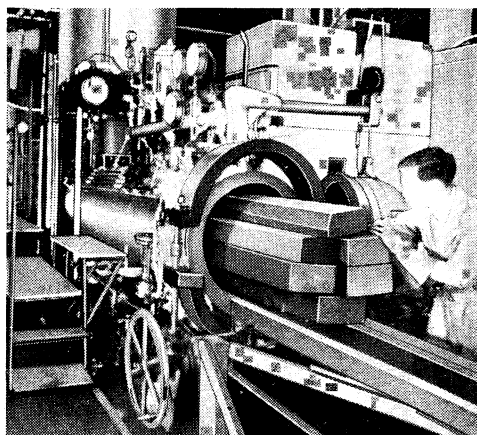
(1) C. S. I. R. O. の高圧注入装置¹⁾

細部については明らかでないが、文献によれば、注薬カンの直径は 686 mm (26 in)、長さは、 3360 mm (11 ft)、カンの厚さは 25.4 mm (1 in) であり、そのふたは特別に設計された迅速閉鎖式になっており、ふたとカンとの接触部は特殊な構造をもった密閉方法を用い高圧にも耐えられるようになっている²⁾。加熱方式は内部コイルをやめて、外部にスチームジャケットをつけている。加圧方式は液を送りこむことによって、圧力を高める方法である。

注薬カンの最大枕木収容本数は6本である。Phot. 1 は注薬カンの側面を示し、右部に特別構造のふたがみえる。下部の大きなハンドルを廻すことによってふたの開閉が迅速に行なわれるらしい。Phot. 2 はふたを開いて、枕木を入れるところである。

Phot. 1 C. S. I. R. O. の高圧注入装置の側面¹⁾

Side view of high-pressure pilot cylinder
in C. S. I. R. O. (Transferred from F.
P. Newsletter of C. S. I. R. O.¹⁾)

Phot. 2 高圧注入装置への枕木の仕込み¹⁾
(ふたの密閉機構に注意)

Loading a charge of six sleepers in the
high pressure pilot cylinder (note door-
closing mechanism) (Transferred from
F. P. Newsletter of C. S. I. R. O.¹⁾)

(2) C. S. I. R. O. においてすでに発表された高圧処理の結果¹⁾³⁾

14 kg/cm^2 (200 lb/in^2) の低圧処理では非常に少量しか注入できなかったユーカリの心材が、 70.2 kg/cm^2 ($1,000\text{ lb/in}^2$) の高圧では注入量において2.3倍の増加を示した。また、ユーカリの数樹種について高圧処理を行なった結果、生材では平均吸収量 $50\sim 80\text{ kg/m}^3$ ($3\sim 5\text{ lb/ft}^3$) を与え、乾燥した材料ではこれらの値の約2倍の吸収量を示した。その結果は、Table 1 のとおりである。処理法は充細胞法、圧力 70.2 kg/cm^2 、インサイズなし、処理時間1.5時間。

Table 1. ユーカリ枕木の高圧処理による吸収量
Retention of eucalypt sleepers with
high pressure treatment

樹種 Species	吸収量 lb/ft^3	Retention kg/m^3
Jarra	12.9	206
Karri	6.7	107
Marri	8.3	123

高圧で処理すると、材の外観的破壊がおきるが、これはそのときの油温と関係するからユーカリの場合は $65\sim 70^\circ\text{C}$ ($150\sim 160^\circ$) の油温であれば、大した破壊は生じない。

これに対して、比較的比比重の針葉樹で、注入困難な樹種の場合は、相当低い油温 (150°F) でも高圧による破壊がおきる。

たとえば、低圧で注入困難な Douglas fir と注入容易な Radiata pine の高圧処理が行なわれたが、 70.2 kg/cm^2 の圧力で、1時間の加圧、 59°C の油温で処理された Douglas fir は Phot. 3 (1) に示すように、ひどい破壊とねじれを生じ、浸透は悪く、クレオソート油の吸収量は 88 kg/m^3 (5.5 lb/ft^3) であった。Radiata pine は同一処理で Phot. 3 (2) に示すように完全に、クレオソート油が浸透しており、吸収量は 680 kg/m^3 (43 lb/ft^3) で、非常に過剰な吸収量を示し、しかも材の破壊も全然おきなかつた。Douglas fir は 28.5 kg/cm^2 (400 lb/in^2) の圧力と 54°C (130°F) の油温で、1時間の処理で破壊がおき、 21.4 kg/cm^2 (300 lb/in^2) の圧力と 54°C の油温で、2時間の処理が最良の浸透と吸収量 191 kg/m^3 (11.9 lb/ft^3) を示した。

これらの結果から推定すると Radiata pine が高圧に対して、材の破壊がおき

ないのは、その材への防腐剤の浸透が容易なため、高圧をかけると、ただちにその材の細胞に油が充満して比較的圧縮により破壊されないものに変化するからであると考えられ、Douglas fir が高圧に対して破壊されやすいのは、浸透性が悪いため、液の浸透も少なく、圧力の伝導も悪いから木材内部と外部の圧力差が非常に大となり、破壊されてしまうのであると考えられる。

結局、圧力による材の破壊は、油温、木材の圧縮強度、材の浸透性によつて支配されるということが明らかとなった。

(3) 国鉄用ブナ枕木高圧処理の結果

Table 2. ブナ枕木処理時含水率
Moisture contents of beech sleepers

No.	表面からの深さ Depth from surface		
	Surface	2.5 cm	5 cm
1	12 %	17 %	19 %
2	15	21	29
3	13	16	17
4	15	20	22
5	20	20	24



Phot. 3 クレオソート油による高圧処理材³⁾，圧力 70.2 kg/cm^2 1時間，油温 59°C
Timber samples treated at $1,000 \text{ lb/in}^2$ for 1 hr
with a creosote temperature of 138°F
(Transferred from F.P. Newsletter of C.S.I.R.O.³⁾)

実験に使用した国鉄用ブナ枕木は北海道南部産のもので、寸法は長さ $210 \sim 217 \text{ cm}$ ，断面の大きさは $14 \times 19 \text{ cm}$ ，処理時の含水率は Table 2 のとおりである。処理の時期は1958年3月下旬であった。

防腐剤はオーストラリア規格 K55 クレオソート油を用い、処理条件は次のとおりである。

枕木 No. 3, 5

リユーピング法処理

処理条件 空気圧 6.4 kg/cm^2 (90 lb/in^2) 30 分, 圧力 42.1 kg/cm^2 (600 lb/in^2) 2 時間, 後排気 670 mm Hg 1 時間, 油温 $65 \sim 75^\circ\text{C}$ 。

長さの半分の全面がインサイズされたもの(Phot. 4, 5 参照)。

枕木 No. 1

リユーピング法処理

処理条件 圧力 70.2 kg/cm^2 ($1,000 \text{ lb/in}^2$), その他の条件は No. 3, 5 と同じ。

枕木 No. 2, 4

ローリー法処理

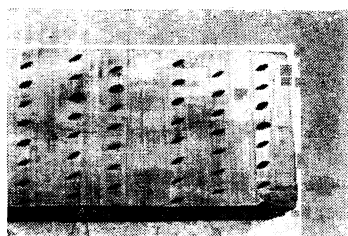
処理条件 圧力 14 kg/cm^2 (200 lb/in^2) 2 時間, 後排気 670 mm Hg 30 分, 油温 $67 \sim 71^\circ\text{C}$ 。

No. 2A, 2B, 4A, 4B

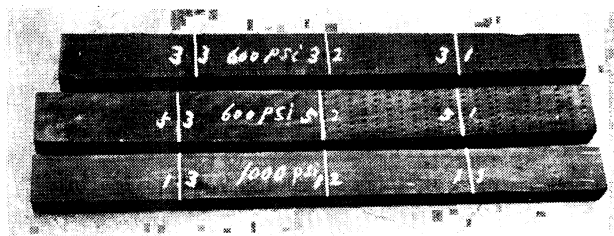
処理条件 圧力 42.1 kg/cm^2 , 油温 75°C , その他の条件は No. 2, 4 と同じ。

No. 2B, 4B

処理条件 圧力 70.2 kg/cm^2 , その他の条件は No. 2, 4 と同じ。



Phot. 4 C. S. I. R. O. にてインサイズされた枕木
Insized sleeper in C.S.I.R.O.



Phot. 5 枕木の切断箇所
Cutting position of sleepers

Table 3. プナ枕木高圧処理結果
Results of high pressure treatment for beech sleepers

No.	容 積 Volume l	心 材 率* Heart-wood ratio %	初 重 量 Initial weight kg	容 積 重 Density kg/m ³	吸 収 量 Retention kg/Sleeper	kg/m ³	処 理 法** Treating process
2	52.4	83.0	38.7	739	5.2	99.3	L
4	56.6	58.0	36.8	650	12.1	214.0	P-14 kg/cm ²
2A	26.7	86.0	20.2	756	3.9	245.3	L
2B	29.4	90.0	22.6	768	3.6	222.3	L
4A	26.7	59.0	22.6	846	3.6	349.0	P-42.1 kg/cm ²
4B	28.6	56.0	24.9	870	3.5	336.0	P-42.1 kg/cm ²
2B	29.4	90.0	26.2	860	1.1	259.8	L
4B	28.6	56.0	28.4	995	1.1	374.4	P-70.2 kg/cm ²
3	52.4	77.0	31.2	590	10.3	195.0	R
5	56.2	73.5	33.6	598	10.0	178.0	P-42.1 kg/cm ²
1	51.0	79.5	32.8	644	10.5	203.0	R
							P-70.2 kg/cm ²

* 心材率 Heart-wood ratio = $\frac{\text{心材面積 Area of heartwood}}{\text{枕木断面面積 Cross section area of sleeper}} \times 100$

** L=Lowry process, R=Rueping process, P=圧力 Pressure

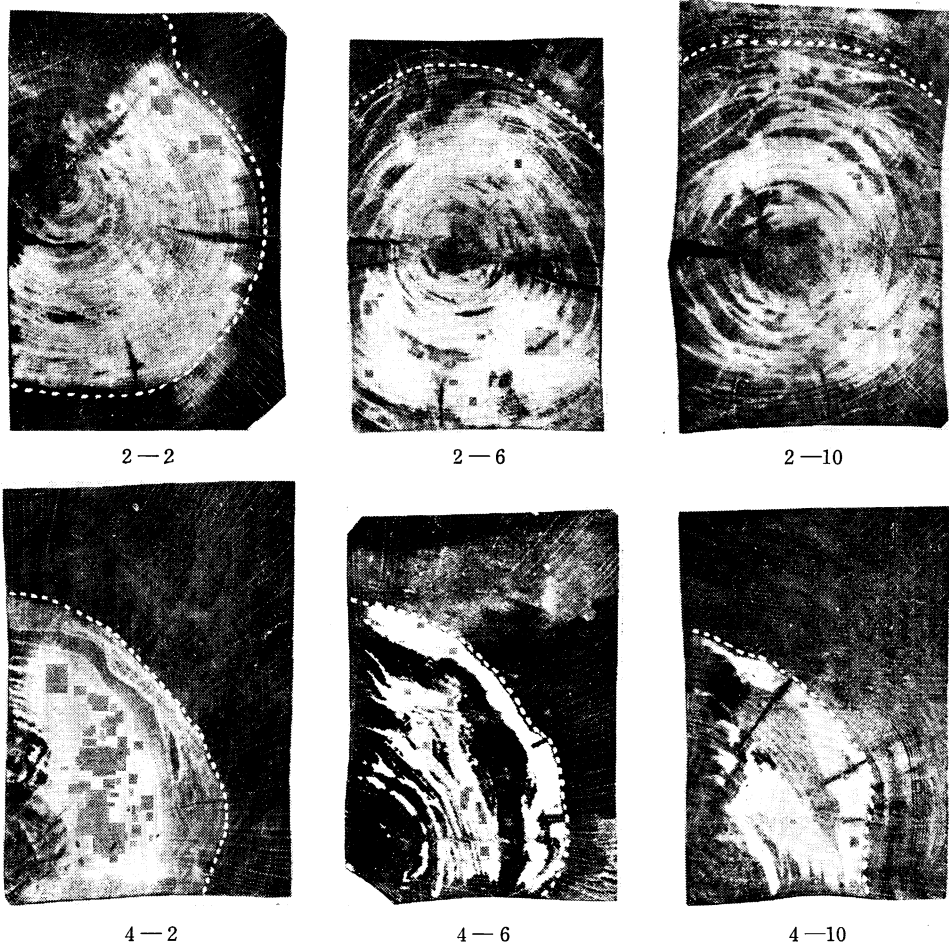
No. 2, 4 の処理終了後ただちに 枕木の中央部から切断され、その半分の枕木をそれぞれ 2A, 2B, 4A, 4B として、これらの 4 本の材を同時にカン内に入れ、上記の条件で処理され、その後ただちに 2A, 4A は中央部で切断され、残りの 2B, 4B はそのままさらにもう一度上記の条件で処理された。

以上の各処理における規定圧力までの上昇時間はポンプが動きだしてから約 10 分という非常に短時間でなわれている。

No. 1, 3, 5 は処理後切断されずに本場に返還され、No. 2, 4 はかの地で切断されたものである。

処理結果は Table 3 に示す。各枕木は Phot. 5 のように全長を 4 等分して、その各部分より横断片をきりとつた。

No. 2, 4 は第 1 回処理後、その中央部が切断されて、2—2, 4—2 の横断片がとられ、第 2 回処理後、



Phot. 6 C. S. I. R. O. で処理した No. 2, No. 4 の枕木の断面（C. S. I. R. O. 撮影）
Cross sections of No. 2 and No. 4 sleepers treated in C. S. I. R. O.
(Photographed in C. S. I. R. O.)

—2……treated 200 p. s. i. pressure. —6……treated 600 p. s. i. pressure.
—10……treated 1000 p. s. i. pressure.

注：点線は辺心材の境を示す。以下の写真は同じ。

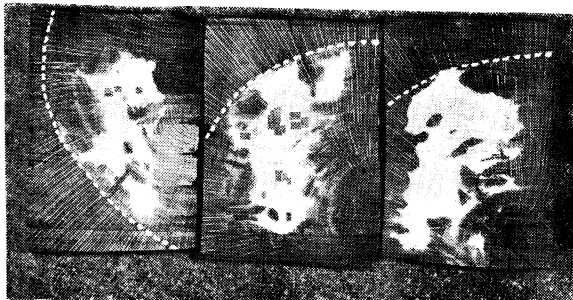
The spot line is a border-line between sap and heart



1—1

1—2

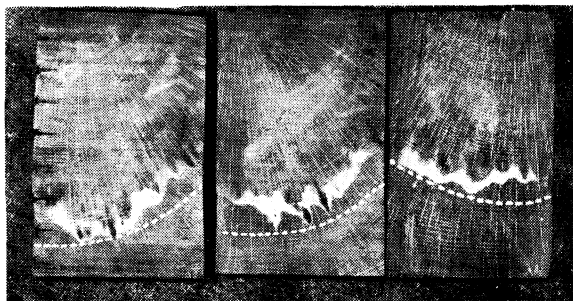
1—3



3—1

3—2

3—3



5—1

5—2

5—3

Phot. 7 C. S. I. R. O. にて高圧処理した No. 1, 3, 5
の 3 本の枕木の断面

Cross sections of No. 1, 3 and 5 sleepers treated
by high pressure in C. S. I. R. O.

を示している。

Phot. 6. をみると、2—2, 4—2 の低圧処理では偽心部分にほとんど防腐剤が浸透していないのに、2—6, 4—6, 2—10, 4—10 のように高圧処理では偽心部分の浸透は斑点状ではあるが、非常に増加している。Phot. 7 でも木口から 50 cm の部分は偽心部分でもほとんど完全にはいつているものもあり、中央部分ではまだ相当未浸透部分が残っているが、それでも低圧処理より浸透は良好である。

注入圧力が 14 kg/cm^2 から 42.1 kg/cm^2 に増加したとき、 42.1 kg/cm^2 から 70.2 kg/cm^2 に増加し

2 A, 4 A の中央部が切断されて、2—6, 4—6 の横断片がとられ、第 3 回処理後、2 B, 4 B の中央部が切断されて 2—10, 4—10 の横断片がとられた。その断面の写真は C. S. I. R. O. において撮影されたもので、Phot. 6 に示す。

No. 1, 3, 5 は本場防腐研究室に返された後、切断した。各横断面の—1, —3 の記号は両側、—2 が中央部を示す。3 本の枕木の断面の写真はそれぞれ Phot. 7 に示す。

上記の実験において、No. 2, 4 のような実験計画が選ばれたのは、試験材の本数が少なかったので、同一材料で圧力の差を比較しようとしたためである。

この方法で注意しなければならないことは、2—2, 4—2 の断面は両木口から約 1 m の部分であつて、木口よりの防腐剤の浸透の及ぶにくい部分であること。2—6, 2—10, 4—6, 4—10 は両木口から約 50 cm の部分であり、しかも 2—6, 4—6 は 2 回、2—10, 4—10 は 3 回同じ処理をくり返しておつて、木口よりの防腐剤の浸透の影響が 2—2, 4—2 より強くあらわれるであろうと考えられることである。

これらの条件の差が、圧力差ほど強く防腐剤の浸透に影響しないものと仮定すれば、吸収量と浸透結果において、 14 kg/cm^2 の低圧より 42.1 kg/cm^2 , 70.2 kg/cm^2 の高圧の方が非常に良好な結果

たときの吸収量の増加を比較してみると、前者が後者より3倍も大きく、飛躍的な増加を示しているのに対し、後者は大した増加を示していない。

これらのことから圧力の増加に応じた吸収量の増加には、ある圧力まではある程度圧力の増加量に比例して吸収量も増加するが、それ以上の圧力の場合には圧力が相当増加しても、吸収量はほとんど増加しないという、限界の圧力が存在するのではないかと考えられる。

高圧注入で最も問題となることは、処理の間材が破壊することであるが、ブナの場合この実験では、処理前の小さな干割れが 42.1 kg/cm^2 の圧力ではいくぶん大きくなり、材の内部にも Phot. 8 に示すように数箇所に $2\sim 3 \text{ cm}$ のクラックがはいっており、 70.2 kg/cm^2 の圧力ではさらにその程度がはげしくなっているが、ひどい外観的な変形破壊はほとんどあらわれていない。はたしてこれらの処理材の強度的性質が使用に耐えないほど劣化しているかどうかまだ明らかにしていないが、実用的見地からは今後検討すべき重要な問題であろう。



Phot. 8 高圧処理によるクラック
Crack caused by high pressure treatment

3. 本場防腐研究室における実験結果

(1) 小試片による高圧処理の結果

実験装置としては高圧用のオートクレーブを用い、加圧方法はボンベに圧縮された水素ガスの圧力を利用した。

試験片は大きさが $3 \times 3 \times 20 \text{ cm}$ のスギ、ブナの辺心材、アピトンの心材を用い、各片とも木口を合成樹脂で封鎖した場合と封鎖しない場合との2種類を用いた。

実験方法はオートクレーブ内に試験片を入れ、防腐剤を充填してから密閉し、ボンベから水素ガスを送って、容器内を $90\sim 100 \text{ kg/cm}^2$ の圧力に瞬間的に上昇させて、防腐剤を圧入し、30分間加圧した後、常圧にもどした。

これと比較のため同種の材料を圧力 10 kg/cm^2 以外は同じ条件で処理された。

処理結果は Table 4 に示す。これらの結果において、高圧と低圧の吸収率を比較してみると、いずれの場合でも高圧の方が非常に小さい。この原因が何であるかははつきりわからないが、一つの考え方としては、急激な圧力上昇のため、材の表層が急速に圧縮され、それらの部分の各細胞がつぶれて、各通導孔を封鎖したので、圧力が内部に及ばず、防腐剤も深く浸透しなかつたのではないかと考えられる。

また、高圧処理による材の破壊の程度は、樹種により多少異なるが、明らかに木口封鎖した材の方が破壊変形の程度ははなはだしい。とくにスギの場合、辺心材ともに木口封鎖したものは、各年輪の春材部は深く落ちこんでいたり、表層に近い数年輪の部分は各年輪ごとにはく離していた。これに反して、木口を封鎖しないものはほとんど変形していないか、あるいは多少春材部が落ちこんでいた。その程度は心材の方がはなはだしかった。

ブナの場合には木口封鎖材は辺心材とも、4側面が多少落ちこんで、その横断面が糸巻状に変形した。

Table 4. 小試片による高圧低圧処理の結果
Results of high pressure and low pressure treatment for small test pieces

樹種 Species	辺心材 Sap- or heart- wood	木口の開閉 Sealed or no sealed cross section	圧力 Pressure kg/cm ²	注入薬剤* Impreg- nated chemical	初重量 Initial weight g	吸収量 Retent- ion g	吸収率 Retent- ion ratio %	材の破壊状況 Condition of collapse on pieces
スギ Sugi	辺 Sap	封鎖 Sealed	100	W	45	25	55	破壊大、年輪剝離 春材部の落込み Severe collapse, annual rings are torn off, raised grain
			90	C	44	14	32	
			10	W	44	85	194	
			10	C	47	79	166	
		封鎖せず No sealed	100	W	42	29	69	破壊小 Slight collapse
			90	C	43	9	21	
	心 Heart	封鎖 Sealed	10	W	36	66	183	なし None
			10	C	38	39	103	
			100	W	41	26	63	破壊大、年輪剝離 春材部の落込み Sever collapse, annual rings are torn off, raised grain
			90	C	40	13	33	
		封鎖せず No sealed	10	W	39	80	205	なし None
			10	C	38	54	142	
ブナ Beech	辺 Sap	封鎖 Sealed	85	W	63	18	29	破壊小 Slight collapse
			75	C	68	11	16	
			10	W	78	35	45	
			10	C	72	39	54	
		封鎖せず No sealed	85	W	73	23	32	なし None
			75	C	72	12	17	
	心 Heart	封鎖 Sealed	10	W	76	48	63	なし None
			10	C	77	49	64	
			85	W	84	30	36	破壊小 Slight collapse
			75	C	85	19	22	
		封鎖せず No sealed	10	W	88	66	75	なし None
			10	C	88	50	57	
アピトン Apiton	心 Heart	封鎖 Sealed	85	W	92	27	29	なし None
			75	C	93	20	22	
			10	W	93	56	60	
			10	C	95	53	56	
		封鎖せず No sealed	80	W	83	45	54	なし None
			70	C	91	9	10	
			10	W	87	18	21	
			10	C	90	10	11	
		封鎖 Sealed	80	W	93	45	48	なし None
			70	C	85	9	11	
			10	W	96	39	41	
			10	C	98	16	17	

*W=水 Water, C=クレオソート油 Creosote oil

しかし、年輪ごとにはく離することはなかつた。これに対し木口封鎖しない材は変形はほとんど認められなかつた。

アピトンの場合には、木口封鎖しても、しなくても、変形はおこなかつた。

これらの結果から、高圧処理による材の破壊は、材の強度的性質と通導性とに密接に関係していることがわかる。すなわち、材の内部と外部との圧力差が急激に大になつたとき、通導性の良い材であるならば

ただちに内外の圧力差は小さくなり、材を破壊するにいたらないであろう。ところが、木口が封鎖されたり、心材のように通導の悪い材では、内外の圧力差がいつまでも高く、その圧力差に耐えられない強度の材であるならば、ひどい破壊を受け、その圧力差に十分耐えられる強度をもっている材では、破壊を受けないということになる。

ただ以上のような考え方では一つの矛盾がおきる。それはスギ辺材の木口封鎖していない材は高圧で処理しても、ほとんど変形を受けていないのに、吸収率は大きくない。上記の考え方でゆけば、変形を受けていないのは、内部まで外圧が及んだからということになり、そうなれば、液がもつと多量に吸収されても良いはずであるが、変形したものも、しないものも、吸収率はあまり差がない。この点がうまく説明がつかないが、これは実験方法に欠点があるのか、あるいは試験片が小さいためなのか、今後検討すべき問題であろう。

結局、本実験による高圧処理では低圧処理より吸収量は少なく、変形破壊が大きいということで、はたして良い方法であるかどうかは疑問であつた。

(2) 国鉄用ブナ枕木低圧処理の結果

実験に使用したブナ枕木はオーストラリアに送つたものと同種類のもの数本と、その他は産地は異なるが、同寸法のブナ枕木を用いた。処理時の含水率は表層において 15~20 %であつた。防腐剤は JISK 2404 クレオソート油 1 号を用いた。

処理条件は次のとおりである。

枕木 No. 1, 2, 3, 4

リューピング法処理

処理条件 空気圧 3 kg/cm^2 (43 lb/in^2), 圧力 10 kg/cm^2 (142 lb/in^2)

その他の条件はオーストラリアで処理された枕木 No. 1, 3, 5 と同じ。No. 1, 2 は全面インサイズされたもの。

枕木 No. 5, 6, 7, 8

ローリー法処理

処理条件 圧力 10 kg/cm^2

その他の条件はオーストラリアで処理された枕木 No. 2, 4 と同じ。

枕木 No. 5, 6, 7A, 7B, 8A, 8B

No. 5~8 の処理と同じ条件。

枕木 No. 5, 6, 7B, 8B

No. 5~8 の処理と同じ条件。

結局 No. 5, 6 は同一処理を 3 回くり返し、No. 7, 8 は 1 回処理後半分に切断して 7A, 7B と 8A, 8B とし、7A, 8A はさらに 1 回、7B, 8B はさらに 2 回同一処理をくり返した。

枕木 No. 9, 10, 11, 12

ベセル法処理

処理条件 前排気 670 mm Hg 30 分, 圧力 14 kg/cm^2 2 時間, 後排気 670 mm Hg 30 分, 油温 80~90°C

処理結果は Table 5 に示す。また各処理枕木は高圧処理枕木と同じように、全長を 4 等分して、切片

Table 5. ブナ枕木低圧処理結果
Results of low pressure treatment for beech sleepers

No.	容 積 Volume l	心 材 率* Heart-wood ratio %	初 重 量 Initial weight kg	容 積 重 Density kg/m ³	吸 収 量 Retention		処 理 法** Treating process
					kg/Sleeper	kg/m ³	
1	53.8	44.3	32.0	686	5.0	93	R P-10 kg/cm ²
2	53.5	72.6	43.7	817	4.7	88	
3	54.5	52.9	38.9	715	7.5	138	
4	52.8	58.2	37.4	710	5.4	102	
5	54.6	86.7	35.2	645	8.8	161	L P-10 kg/cm ²
6	55.1	65.9	51.8	940	7.1	129	
7	51.0	79.8	42.8	838	5.4	106	
8	56.3	78.7	42.2	750	10.7	190	
5	—	—	43.4	795	1.3	184.8	L P-10 kg/cm ²
6	—	—	58.4	1059	1.2	150.8	
7-A	25.9	85.0	23.5	906	0.5	125.3	
7-B	24.8	74.6	23.9	963	0.7	134.2	
8-A	28.6	72.0	25.8	904	1.5	242.6	
8-B	26.7	85.4	25.3	946	2.1	268.8	
5	—	—	44.7	818	0.9	201.3	L P-10 kg/cm ²
6	—	—	59.6	1080	0.4	158.1	
7-B	24.8	74.6	24.6	992	0.4	150.3	
8-B	26.7	85.4	27.4	1025	0.8	298.8	
9	49.5	62.6	38.7	783	10.0	202	B P-14 kg/cm ²
10	57.5	65.3	37.8	650	12.6	219	
11	55.0	48.5	38.2	695	9.5	173	
12	55.6	72.5	37.0	665	17.0	306	

*心材率 Heart-wood ratio = $\frac{\text{心材面積 Area of heart-wood}}{\text{枕木断面面積 Cross section area of sleeper}}$

** L=Lowry process, R=Rueping process, B=Bethell process, P=圧力 Pressure

をとりそれぞれ端より —1, —2, —3 と記号をつけ、浸透状態をしらべた。

リューピング法、ベセル法の各処理による油の浸透状態の一例として、No. 2 と No. 10 のそれぞれの断面の写真を Phot. 9 に示す。

ローリー法処理による油の浸透状態を示す一例として、No. 5 と No. 7 のそれぞれの断面の写真を Phot. 10 に示す。No. 7 の切片は第 1 回処理後に枕木の中央部より—2 の切片を、第 2 回処理後に No. 7A の中央部より—1 の切片を、第 3 回処理後に No. 7B の中央部より—3 の切片をきりとつたものである。

リューピング法により処理された枕木は、吸収量においては、高圧処理の約半分であり、各断面におけるクレオソート油の浸透状態をみると、心材にはほとんど浸透していない。

ローリー法によるくり返し処理では、同じ圧力でくり返していても吸収量の増加は非常に少なく、2 回目では 20~80 kg/m³、3 回目では 10~30 kg/m³ であり、浸透状態もあまり増加せず、やはり心材には

あまりよく浸透していない。このようなくり返し処理による吸収量，浸透面積の増加は，低圧ではあまり大きな期待はできない。

ベセル法で処理されたものは吸収量のみでみれば，高圧処理における吸収量とほとんど同じであるが，浸透状態ではやはり，心材にはほとんどはいっていない。

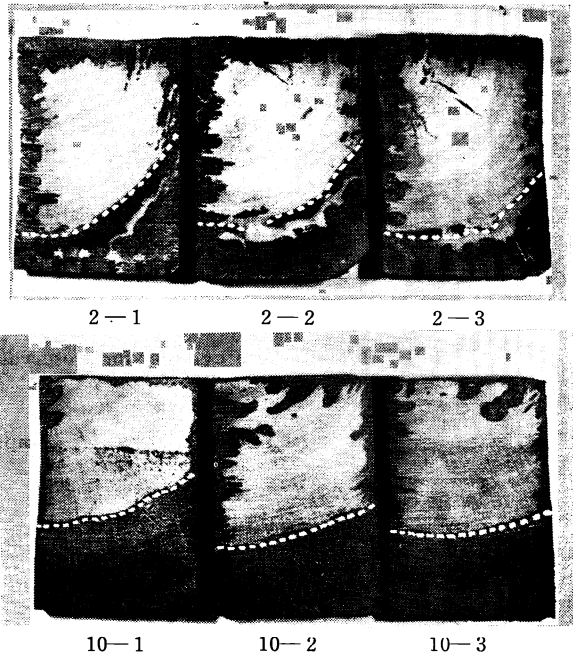
結局，いかなる処理方法でも 10kg/cm^2 前後の低圧で処理した場合は，吸収量，浸透が高圧処理より非常に少なく，とくにブナの偽心材部にはほとんど浸透していない。

4. む す び

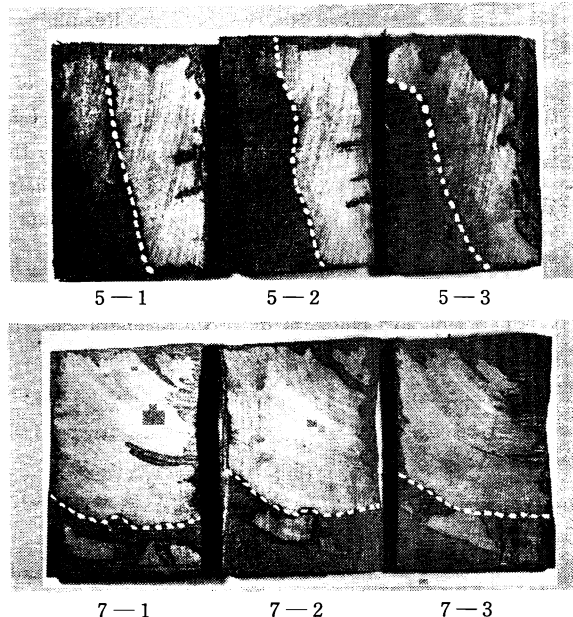
小試片を用いて行なつた高圧処理と低圧処理とを比較すると，吸収量，浸透状態変形破壊ともに高圧が悪く，低圧の方がよい。

これに対して実物大のブナ枕木を用いて，両処理を比較すると，防腐剤をよく浸透させるということのみを主眼とするならば，高圧処理の方が良い。このように小試片と実物大の材料の結果が全く異なるのは，いかなる原因によるのか今のところわからない。

高圧処理では，処理中に材がどうしても破壊するが多い。とくに注入困難な材ほどひどい破壊がおきやすい。このことは注入困難なものに注入するために高圧を用いるのであるから，防腐剤をよく浸透させるということと，材を破壊させないということとは，どうしても矛盾することである。この矛盾を解決することは非常にむずかしいであろうが，今までの結果によれば，各樹種に応じて，処



Phot. 9 低圧処理による No. 2 と 10 の枕木の断面
No. 2—リユース法処理 No. 10—ベセル法処理
Cross sections of No. 2 and 10 sleepers
treated by low pressure
No. 2—Rueping process No. 10—Bethell process



Phot. 10 繰り返し低圧処理による No. 5 と 7 の枕木の断面
No. 5, 7—ローリー法処理
Cross sections of No. 5 and 7 sleepers treated
repeating by low pressure
No. 5 and 7—Lowry process

理条件, とくに圧力と油温との組合せを適当にすれば比較的材の破壊は少なくなるようであるから, 今後この点を樹種別に検討すべきであろう。

ただ, 破壊の問題を扱うのに, 小試片で行なう場合と実物大のもで行なう場合とでは相当異なつた形があらわれる可能性が本実験からも想像されるので, 十分考慮する必要がある。

文 献

- 1) TAMBLYN, N.: Problems of rail sleeper preservation in Australia II, C. S. I. R. O., Forest Products Newsletter, 194, (1953) p. 5~7.
- 2) Boyd, J. D.: High pressure cylinder for preservation of timber, Commonwealth Engineer 40, 12, (1953) and 41, 1, (1954)
- 3) ELLWOOD, E. L.: Effects of high pressure impregnation on softwoods, C. S. I. R. O., Forest Products Newsletter, 205, (1955) p. 2~4

(Research materials)

High Pressure Treatment on Beech Sleepers

Shozi AMEMIYA and Mamoru INOUE

(Résumé)

We sent Japanese beech sleepers to Division of Forest Products, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (C. S. I. R. O.) and entrusted the experimental high pressure treatment of the beech sleepers to there.

The results of high pressure treatment of their beech sleepers were carried out in C. S. I. R. O., and high and low pressure treatments in our laboratory are reported in this paper.

1. The results of high pressure treatments in C. S. I. R. O.

The moisture contents of beech sleepers treated by high pressure in C. S. I. R. O. are shown in Table 2.

The treating conditions are shown as follows
sleepers No. 3 and 5 Rueping process

90 p. s. i. Rueping air for 1/2 hour.

600 p. s. i. pressure for 2 hours at 150~170°F (creosote oil temperature).

27 in final vacuum for 1 hour.

These sleepers were treated after incising on all four sides for half the length of each.
sleeper No. 1

This sleeper was treated to a similar schedule to No. 3 and 5 except that the sleeper was not incised beforehand and the treating pressure was raised to 1,000 p. s. i.

sleepers No. 2 and 4. Lowry process.

no initial air or vacuum.

200 p.s.i. pressure for 2 hours at 153~160°C (creosote oil temperature).

27 *in* final vacuum for 1/2 hour.

no incising.

half sleepers No. 2B, 2A, 4A and 4B.

A similar schedule to No. 2 and 4 except that the treating pressure was raised to 600 p.s.i.

half sleepers No. 2B and 4B.

A similar schedule to No. 2 and 4 except that the treating pressure was raised to 1,000 p.s.i.

The sleepers No. 2 and 4 were cut in half length after treating. The four halves were numbered 2A, 2B, 4A and 4B, and treated repeating.

The results of these treatment are shown as Table 3. The cutting position of the beech sleepers is shown as Phot. 5. The cross sections are shown as Phot. 6 and 7, and they show the depth of penetration of creosote oil from side surface in the beech sleepers. The penetration of creosote oil into the false-heartwood of the beech and retention gained by treating pressure at 600 p.s.i. and 1,000 p.s.i. are more than that of 200 p.s.i. pressure, but it is appeared that the increase in penetration and retention resulted from increasing pressure from 600 p.s.i. to 1,000 p.s.i. would be very slight.

The high pressure treatment is apt to occur the damage of timbers. Very slight collapse on faces and visible cracks in the inside occurred and hair line checks (nil rating before treatment) opened to 1/16 *in* wide on both heart and sap faces in the beech sleepers subjected to high pressure.

2. The results of the pressure treatments in our laboratory.

The size of the test pieces treated by high and low pressure in our laboratory is 3×3 *cm* cross section and 20 *cm* length. A small autoclave for high pressure was used as treating cylinder, and a compressed hydrogen gas in a bomb was used as high pressure source.

The results are shown as Table 4. As shown in Table 4, the retentions of water and creosote oil retained more adequately by test pieces on the low pressure treatment than on the high pressure treatment, and visible collapse occurred more severely on pieces treated by high pressure than by low pressure and on sealed pieces than on no sealed pieces.

The results of low pressure treatment of the beech sleepers with creosote oil was carried out in our laboratory are shown as Table 5. The cutting position of the beech sleepers is shown as Phot. 5. The cross sections of their beech sleepers are shown as Phot. 9 and 10. The treating processes are Rueping, Lowry and Bethell, and the treating schedules of Rueping and Lowry process are same as the treating schedules carried out in C. S. I. R. O. except the treating pressure. The treating schedule of Bethell process are 27 *in* initial vacuum for 1/2 hour, treating pressure 14 *kg/cm*² (200 p.s.i.) for 2 hours at 80~90°C creosote oil temperature and 27 *in* final vacuum for 1/2 hour.

The penetration of creosote oil into heartwood of beech and the retention of the beech sleepers is slight on each process.