

# 落差式木柱防腐処理に関する研究 (第 II 報)

—F・D 系防腐劑による研究—

教授 芝 本 武 夫  
庄 司 龍 史

Takeo SHIBAMOTO and Ryuji SHOJI:  
Studies on the Head Pressure Process (so-called Boucherie Process)  
for Wood Poles Preservation by Water Born Preservatives. (2)  
—On the F・D Group Preservative—

## 目 次

I 緒 言	39	IV 参考文献	46
II 実験の部	40	Résumé	47
III 結 論	46		

## I 緒 言

F・D 系防腐劑とは NaF と Dinitrophenol または Dinitrocresol 塩類との混合物を主体とする水溶性木材防溶剤の総称で、多くの場合に Wolman 塩とも呼ばれている。

1909 年オーストリア人 BASILIUS MALENKOVIC 氏は、従来から用いられていたクレオソート油の代りに、異臭がなくて処理材をも汚染しない新しい木材防腐劑として、NaF と Dinitrophenol aniline との混合物をつくり、Basilit と命名したのが最初である。第一次歐洲大戦後、彼の知友 ADOLF BECKER 氏はさらに研究を重きねて、水溶性の Na-dinitrophenol を木材に注入してから、不溶性の安定したものにする目的をもつて、少量のアンチモン複塩  $SbF_3 \cdot Na_2SO_4$  を混合した Malenit をつくり、特許を得るにおよんで、歐洲各国で広く採用されるようになった。これに属するものとしては、組成や・製造者の相違などによつて、Basilit・Malenit・Tanalith・Minalith などの名称で市販され、またこれに防虫効力を与えるために砒酸塩などを混合したものもある。

わが国では大正の末頃 Basilit に関する研究が行なわれ、のち志賀工業所が Malenit を紹介してその普及を図り、昭和 2 年はじめて国内で生産されるようになった。現在では日本マレニット株式会社、岩崎産業株式会社が NaF と Na-dinitrocresol を用いて、それぞれ Malenit・Iwanit を生産し、木材防腐に関する特別措置令による指定防腐劑となつている。

F・D 系防腐劑は黄色または黄赤色・無味・無臭の粉末である。アンチモン複塩による固着機構は判然としていないが、処理材に完全に固定させることは困難であらう。主として電柱・坑木

などの防腐剤として加圧処理法によつて注入され、一部枕木防腐のためにも使用されている。

F・D系防腐剤による落差式木柱防腐処理は北欧で行なわれているようであるが、筆者らは前報<sup>1,2)</sup>につづいて、東京大学農学部附属千葉県演習林清澄作業所で、スギ木柱に対する適切な処理条件を求めるために実験を行ない、これにともなう2,3の基礎的実験を終つたので、ここに報告する。

本研究を行なうに当つて終始御指導と御協力を得た演習林長高原末基氏・川名明氏・日本マレニット・岩崎産業株式会社に深甚なる謝意を表する。

## II 実験の部

F・D系防腐剤による加圧注入処理は広く行なわれているので、それに関連した殺菌性・防腐効力などについては多くの報告がある。しかしながら前述したように、それらの組成が一定してないので、筆者らが用いたF・D系防腐剤(以下F・Dと記載する)についても若干の基礎的実験が必要とされる。その組成および日本工業規格はつぎのとおりである。

Table 1. Composition of F・D

	NaF (%)	DNP or DNC (%)	Sb (%)	Insoluble matter in water (%)	Moisture (%)	pH (at 1 25% solution)
JIS K 1550	80.0<	8.0<	1.0<	1.0>	2>	6.2~7.2
Used sample	81.2	9.9 (DNC)	?	1.35	?	6.7

Notice: DNP...Dinitrophenol  
DNC...Dinitroresol

### 1. 基礎的実験

#### (1) F・Dの殺菌性

寒天培地による殺菌性はつぎのとおりである。

Table 2. Killing concentration (on agar medium)

Fungi	K.P (%)
<i>Fomes pinicola</i> (Sw) Fr.	0.05
<i>Irpex lacteus</i> Fr.	0.06
<i>Polyporus sulphureus</i> Fr.	0.04
<i>Polystictus versicolor</i> (L) Fr.	0.06
<i>Poria vaporeia</i> (PERS.) Fr.	0.06
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	0.07

#### (2) F・Dの防腐効力

F・D水溶液で処理した木材試験体を、ワタグサレタケ菌叢上に乗せて腐朽させた結果は、第3表のとおりである。

#### (3) F・Dの浸潤性

F・D水溶液中に短冊型濾紙を懸垂させて溶液を上昇させたのち、溶媒(水)・NaFおよび

Table 3 (1). Preservation effect of F·D

Experimental conditions:  
 Wood piece...Sugi (*Cryptomeria japonica*  
 Don.) 1×1×6 cm. 4~6 pieces  
 Fungus.....*Poria vaporaria* Fr.  
 Decaying.....28°C, 90 days

Conc. (%)	wt. of pieces before decaying*(g)	Decreased weight after decaying (%)			Impact bending		
		Range	Average	Ratio	Range	Average	Ratio
0.000	1.55	—	—	—	30.2~33.1	31.3	100.0
"	1.53	43.92~45.28	44.77	100.00	0.6~0.9	0.7	2.2
0.001	"	31.17~37.25	33.84	75.59	0.1~1.8	1.4	4.4
0.010	1.64	24.54~28.05	25.76	57.54	3.0~3.9	3.6	11.5
0.100	1.49	7.95~11.84	10.70	23.90	9.8~12.5	11.4	36.4
0.500	1.55	2.47~4.46	3.63	8.22	14.4~19.0	16.3	52.1
1.000	1.54	0.0	0.0	0.00	19.0~23.6	22.0	70.3
2.000	1.51	0.0	0.0	0.00	23.6~23.2	26.6	85.0

Notice: \* Average value

1. Amount of penetrated solution 300 kg/m<sup>3</sup>
2. Impact bending shows the absorbed energy in radial section

Table 3 (2). (After immersed into water for 24 and 48 hrs.)

Experimental conditions: Same as Table 3 (1)

Conc. (%)	Immersed time (hrs.)	wt. of pieces be- fore decaying(g)	wt. after decaying (g)	Decreased weight (%)	Refer.
0.000	—	1.53	0.85	44.77	Shows an averaged value
1.000	—	1.54	1.54	0.0	
"	24	1.52	1.47	3.29	
"	48	1.55	"	5.16	

Table 3 (3). (After weathering treatment)

Experimental condition:  
 Wood piece...Sugi (*Cryptomeria japonica*  
 Don.) 0.8×1.6×4.0 cm. 4~5 pieces  
 Fungus.....*Poria vaporaria* Fr.  
 Decaying.....26±2°C, 90 days  
 Weathering condition...Tables 4

Conc. (%)	Absorbed weight of solution (kg/m <sup>3</sup> )			Decreased weight after decaying					
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 1		Class 2		Class 3	
				Rang.	Aver.	Rang.	Aver.	Rang.	Aver.
0.0	—	—	—	—	—	—	—	47.1~54.3	49.9
1.5	270	268	263	3.0~7.8	4.4	1.1~3.0	2.4	0.0~2.6	1.6
3.0	268	266	259	3.1~8.7	4.4	1.7~2.9	2.4	0.0~1.7	1.2

Table 4. Weathering conditions

Class	Evaporation		Leaching out by tap water		Repeating times
	Temp. (C°)	Time (hrs.)	Temp. (C°)	Time (hrs.)	
1	60	22	25±3	120	5
2	"	"	"	30	2
3	"	"	—	—	1

Na-dinitrocresol の上昇長を測定して比を求め、第1 図に示した。

#### (4) F·D の安定性

F·D水溶液中に少量の aC 塩が混在していると、弱塩基性で、NaF は容易に置換して水に不溶性の CaF<sub>2</sub> を沈澱する。



## (1) NaF および Na-dinitroresol の検出・定量法

NaF の検出にはつぎのジルコン試薬 (第1, 第2液を等量に混合したもの) を用い, Na-dinitroresol はそれ自体の黄色によつて確認した。

ジルコン試薬の組成

第1液 8.4 gr. の Zirconium-oxychloride を1立の水に溶解する。

第2液 5 gr. の Na-alizarinsulfonate を濃塩酸 100 cc に溶解したのち  
水を加えて1立とする。

NaF の定量は一定容積の試験体を灰化し, 稀塩酸に溶解して濾過し, 濾液に稀炭酸ソーダを加えて弱塩基性とする。これに 10% の塩化カルシウムを加えて,  $\text{CaF}_2$  を沈殿させ, 稀醋酸で洗滌したのち灼熱して秤量し, NaF に換算した。Na-dinitroresol は定量しなかつた。

## (2) 実験の経過および結果

供試材の性状および処理条件はつぎのとおりである。

Table 6. Wood samples

Sample No.	Length (m)	Volume ( $\text{m}^3$ )	Diameter (cm)			Sap wood (area %)		Yeasting density (per cm)
			Butt	Middle	Top	Butt	Top	
17	5.0	0.139	24.5	18.3	17.3	40.0	47.3	4.9
18	"	0.140	24.3	18.9	16.6	54.6	67.2	4.7
19	"	0.127	27.3	18.0	—	54.1	—	4.4
20	"	0.122	21.5	17.6	14.8	57.6	75.7	5.6
21	"	0.111	21.6	16.8	15.3	66.5	70.6	5.8
22	"	0.126	24.2	17.9	16.0	68.9	77.7	3.7
23	"	0.195	23.4	17.6	13.4	56.1	64.4	3.6
24	"	0.046	15.3	14.0	12.5	57.2	72.9	6.1

Table 7. Treatment conditions

Sample No.	Conc. (%)	pH	Height of head pressure (m)	Treatment time (hrs.)	Consumed solution (L)	Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )
17	1.0	6.7	7.5	65	180	23~31
18	0.5	6.3	"	"	200	"
19	1.5	6.8	"	40	130	24~25
20	1.0	6.7	9.0	65	180	24~27
21	"	"	"	89	230	"
22	2.0	6.9	7.5	120	120	17~19
23	1.0	6.7	9.0	145	220	16~25
24	"	"	"	41	50	18~24

Notice: Sample No. 19 had broken in treatment.

これらの実験結果を処理条件別にまとめるとつぎのとおりである。

## (イ) 溶液濃度と F・D の浸潤速度

供試材の長さおよび落差高を一定にして処理した。

Table 8. Result  
(1) Penetration velocity of NaF and Na dinitroresol related to concentration.

Sample No.	Conc. (%)	Consumed F · D (kg/m <sup>3</sup> )	Time needed for detection of F.D at top end (hrs.)		pH
			NaF	Na-DNC	
18	0.5	7.143	12	16	6.3
17	1.0	12.950	—	—	6.7
19	1.5	15.345	—	—	6.8
22	2.0	19.048	16	21	6.9

Notice: Length of poles...5.0 m. Height of head pressure...7.5 m.

(ロ) 材の長さ と F · D の浸潤速度

溶液濃度および落差高を一定にして処理した。

Table 8. Results  
(2) Penetration velocity of NaF and Na-dinitroresol related to length of poles.

Sample No.	Length (m)	Consumed F · D (kg/m <sup>3</sup> )	Time needed for detection of F.D at top end (hrs.)		pH
			NaF	Na-DNC	
24	3.0	10.870	7	10	6.7
20	5.0	14.754	12	16	—
21	—	20.721	8	10	—
23	8.0	11.282	20	34	—

Notice: Concentration...1.0. Height of head pressure...9.0 m.

(ハ) 処理時間と NaF の浸潤量

末口円盤の辺材部から6ケの小試験体を取り、NaFを定量して1立方

「メートル」当りの浸潤量に換算した。

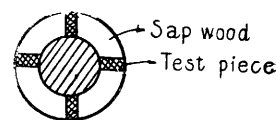


Fig. 2 Test Pieces for determination of NaF.

Table 8. Results  
(3) Penetrated weight of NaF related to treatment time.

Sample No.	Treatment time (hrs.)	Penetrated NaF (kg/m <sup>3</sup> )	Consumed F · D (kg/m <sup>3</sup> )	Sample No.	Treatment time (hrs.)	Penetrated NaF (kg/m <sup>3</sup> )	Consumed F · D (kg/m <sup>3</sup> )
17-1	16	1.846	3.237	22-1	43	1.354	4.762
17-2	40	3.204	8.633	22-2	67	4.885	7.302
17-3	65	3.614	12.950	22-3	91	4.483	8.016
				22-4	120	4.281	19.048
18-1	16	1.735	3.286	23-1	36	1.791	5.897
18-2	40	3.204	5.214	23-2	60	2.836	6.256
18-3	65	3.305	7.143	23-3	84	3.764	8.154
				23-4	145	3.893	11.282
20-1	16	1.617	3.237	24-1	17	1.992	7.391
20-2	40	3.305	11.967	24-2	41	2.849	10.870
20-3	65	3.338	14.754				
21-1	16	1.370	4.054				
21-2	18	1.955	—				
21-3	40	2.569	10.811				
21-4	64	3.392	16.216				
21-5	80	3.755	20.721				

Notice: Sample No. 19 was not examined.

Test pieces prepared as shown in Fig. 2

## (二) NaF の浸潤量と防腐効力

NaF の浸潤量を定量した試験体の隣接部から 6 ケの小試験体を取り、ウスバタケ菌叢上にのせ、40 日間腐朽させて、重量減少率を測定し、無処理の対照試験体の重量減少率に対する比を求めた。結果はつぎのとおりである。

Table 10. Preservation effect related to penetrated weight of NaF

Experimental conditions:

Fungus.....*Irpex lacteus* Fr.

Decaying...28°C. 40 days

Sample No.	wt. of penetrated NaF (kg/m <sup>3</sup> )	wt. of pieces before decaying (g)	Decreased weight of pieces after decaying (%)	Ratio
Contrast	0.000	5.60	12.50	100.0
17-1	1.846	5.26	0.0	0.0
17-2	3.204	5.86	0.0	0.0
16-1	1.735	6.09	0.0	0.0
21-1	1.370	6.86	0.98	7.8
22-1	1.354	5.27	1.90	15.2
23-1	1.791	6.60	0.90	7.2

Notice: Samples contains more or less Na-DNC.

また末口滴下液量は、Na-PCP の場合と同じように時間の経過とともに減少し、元口部には黒黄色の泥状物が沈積した。その部分を切り捨てると、滴下液量は増加する。生成の原因はまだ確認していない。

## (3) 考察

落差法による F・D の浸潤は NaF と Na-dinitroresol とが分離して行なわれるが、その速度は Na-PCP に比較して大きく、従来用いられている硫酸銅に匹敵する。またその防腐効力も大きいので実用価値は高いと思われる。

浸潤状態については、とくに実験しなかつたが NaF は部分的にあまり差がなく、Na-dinitroresol は元口部に多く浸潤しているようである。

## (イ) 溶液濃度および材の長さとの F・D の浸潤速度

毛管上昇試験結果からも推定できるように、送液開始後 10~20 時間で末口面に NaF が検出され、数時間または十数時間おきて Na-dinitroresol の黄色を呈する。濃度による浸潤速度の差はみられない。No. 22 の値が小さいのは元口部に多量の泥状物が附着したためであろう。

材の長さが 3 m のものと、5 m のものの浸潤速度は変わらないが、これは落差高が高過ぎたために測定できなかつたものと考えられる。8 m 材では長時間を要している。

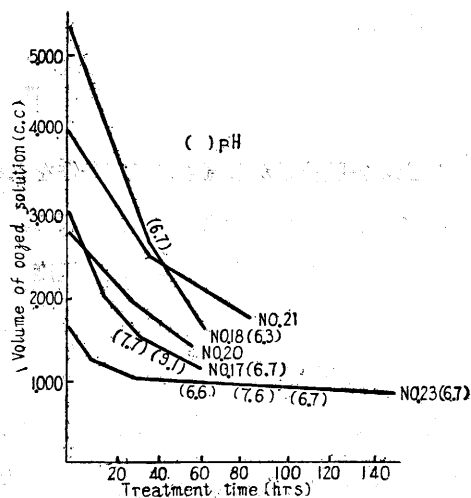


Fig. 3. Volume of oozed solution per hour

## (ロ) 処理時間と NaF 浸潤量

末口面に NaF が検出されたときの浸潤量は  $1.3\sim 1.8\text{ kg/m}^3$  で、処理条件による差はみられない。このとき Na-dinitroresol はまだ末口面に到達していない。40 時間経過すると、NaF の浸潤量は  $3\sim 5\text{ kg/m}^3$  となり、以後あまり増加しない。これに反して Na-dinitroresol は木材組織に吸着されるものと考えられ、時間の経過とともに色調は濃厚になる。

末口滴下液の pH は第 3 図に示したように、一時は原液のそれよりも高くなり、後同一値となる。これは Na-dinitroresol の浸潤と関係があるのではないかと考えられるが判然としない。

## (ハ) NaF の浸潤量と防腐効力

これまでの防腐効力試験はほとんどワタグサレタケを用いたが、この場合はウスバタケを採用したために、腐朽による重量減少率が若干小さく出ているようである。

実験範囲内では  $1.8\text{ kg/m}^3$  以上の NaF が浸潤しているものはほとんど菌糸の発育を許さない。しかし、さきに行なつた基礎試験の結果や水に対する溶脱などを考えると、末口面に充分な量の Na-dinitroresol を浸潤させることが必要と考えられ、そのためには NaF の浸潤量は  $3\text{ kg/m}^3$  以上になることが望ましい。この場合 F・D の消費量は  $6\sim 10\text{ kg/m}^3$  となり、多量の NaF が末口滴下液として浪費されることになる。

### III 結 論

以上の実験結果から直ちに処理条件を求めることは困難であるが、既往の加圧処理条件などを参考にすれば、つぎのような結論が得られる。

(イ) F・D 系防腐剤の水溶液は濃度 1.0 %、pH は 7.0 以下とする。溶解には軟水を用い、もし用水中に多量の Ca 塩が含まれているときには、これを除去しなければならない。

(ロ) 使用溶液量は、木材 1 立方「メートル」当り 600~900 立とし、末口面の辺材部が充分に黄色を呈したときをもつて終点とする。また落差高を材の長さと同しくしたときは、材長を「メートル」で表わした数値に 0.5~1.0 を乗じた日数だけ処理する。しかし、NaF の浸潤をよくして浪費を防ぐために落差高を低くして、徐々に浸潤させることが有効ではないかとも考えられる。

(ハ) 他の水溶性防腐剤と同じように、処理木柱の地際以下を「コール・タール」などで被覆して、地下水の毛管作用による薬剤の上昇を防止することが望ましい。

### 参 考 文 献

- 1) 芝本武夫, 庄司龍史: 東京大学農学部附属演習林報告 No. 44, p 189. (1953).
- 2) " " ; 東京大学農学部附属演習林, 本誌 p. 31 (1954).
- 3) 防腐木材協会技術研究委員会: 防腐木材研究資料 (1953).
- 4) G. M. Hunt and G. A. Garrett: Wood Prerervation (1953).



### Résumé

The authors studied on the head pressure process (so called Boucherie process) by F · D group preservative (NaF and Na-dinitroresol mixture) for preservation of wood poles.

Penetration velocity of F · D. solution is very fast, and it can be distribute into wood tissu as same as  $\text{CuSO}_4$ .

The practical treatment conditions are summarized as the following;

1. F · D solution: 1.0 %, pH < 7.0
2. Volume of solution: 600~900 liters per cubic meter of wood.

If the height of head pressure is same as length of pole, the treatment time in necessary for  $L \times 0.5 \sim 1.0$  days, but L is the length value of pole represented by meter.