

非CCA防腐剤注入木材の耐久性能評価 (第1報)

— 石川県河内村内における野外杭埋設試験 —

小倉光貴・木村保典・鈴木修治・森 吉昭・松元 浩*

要旨：間伐材が土木用資材として使用される機会が増加している現状から、木材の耐久性に関する知見を得るため、CCA系防腐剤の代替として使用されている4種類の木材防腐剤を加圧注入した試験材の屋外曝露試験を開始した。

I はじめに

人工林資源の成熟に伴い、大量の間伐材が生産され、その利用法、需要拡大の要請から、近年、主に山間地における公共土木工事資材として使用される事例が多くなっている。

山間地の治山、林道等の事業地では、周辺の景観と違和感がないことや5~10年程度で環境に復することから、間伐材および加工製品は簡易な構造物を中心に利用されている⁽¹⁾。

これら構造物の耐用年数は、使用される材料や使用環境により一定ではないため、構造物設置にあたりおよその耐用年数を明らかにしておく必要がある。

また、木材の保存・防腐については、従来広範に使用されてきたCCA系水溶液のクロム、ヒ素の毒性のため、これに替わる防腐剤が種々開発されている。これらの新しい防腐剤はCCAに比して低毒性であるが、防腐効果は劣るとされている。

したがって、これらの新しい防腐剤によって処理された木材が、石川県内においてどの程度の耐久性を有するかについて知見を得ることは、急務と考える。

そこで本報では、CCA系水溶液の代替防腐剤として販売されている4種の防腐剤および無処理の屋外杭試験について、その概要と現況について報告する。

II 試験計画および試験区設定

1 試験体

野外杭試験では、通常は30mm角前後の杭を使用

することが多いが⁽²⁾、処理木材の経年後の曲げ強度測定を予定していること、実施工材に近いデータを得ること、背割りやインサイジングの効果を検証することを目的とするため、実際の土木資材と近似した75mm角材を使用することとした。

供試材は県内産スギ98本(L=4,000mm)を使用し、表-1に示す様にA,B,C,Dの4グループに分け、乾燥および背割り、インサイジング(刃数密度9,000/m²)の加工を施した。乾燥は乾球温度60~65℃、間欠運転(1日当り9~10時間)で延10日間乾燥し、含水率20%以下を目標とした。その後、図-1のように3分割し、292体の実大杭試験体と全乾法による含水率測定用の試験体を得た。

乾燥した実大杭試験体250体に対しEfr(動的ヤング係数)を測定し、強度的に偏りのないように5群(防腐処理用4群および対照材)に分け、防腐処理用4群にナフテン酸亜鉛(NZN)、銅・ホウ酸・テブコナゾール(CuAz-1)、銅・シプロコナゾール(CuAz-2)、銅・アルキルアンモニウム(ACQ)の4種類の防腐薬剤を加圧注入した。種類別試験体数は表-2のとおりである。

表-1 供試材の加工区分

区分	供試材数	人工乾燥	背割加工	インサイジング
A	36	○	×	×
B	24	○	×	○
C	24	○	○	×
D	14	×	×	×

*小松農林総合事務所森林部

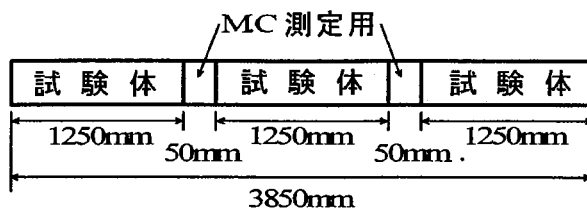


図-1 試験体採取図

なお、薬剤の加圧注入量は屋外での使用を前提として、それぞれの薬剤メーカーが推奨する注入条件（表-3）で加工をし、各前処理区分毎に次式により薬剤注入量を算定した。⁽³⁾

$$\text{注入量(kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{注入後の木材質量} - \text{注入前の木材質量(kg)}}{\text{注入前の木材の体積(m}^3\text{)}}$$

また、薬剤の含浸状況を確認するため、薬剤種類毎（4種）、加工形態毎（3種）に各ロット2体、計24体について、JASの薬剤の呈色法⁽⁴⁾に基づき、次式の浸潤度調査を行った。

$$\begin{aligned} \text{辺材部分の浸潤度(\%)} &= \frac{\text{試験片の辺材部分の呈色面積} \times 100}{\text{試験片の辺材部分の面積}} \\ \text{表面から深さ10mmまでの心材部分の浸潤度(\%)} &= \frac{\text{試験片の表面から深さ10mmまでの心材部分の呈色面積} \times 100}{\text{試験片の表面から深さ10mmまでの心材部分の面積}} \end{aligned}$$

なお、銅・シプロコナゾールについては、JASに規定がないので、(財)日本住宅・木材技術センターの優良木質建材等の品質性能基準試験方法⁽⁵⁾に基づき、5gの酢酸ソーダに脱イオン水を加えて80mlとしたものに、クロマズロールS 0.5gを混合し、これを脱イオン水で500mlに希釈したものを試薬として塗布し、約3分後に深青色を呈した部分を浸潤と見なした。

表-2 加工種および防腐処理別試験体数

区分	対照材	NZN	CuAz-1	CuAz-2	ACQ
A	34	18	18	18	18
B	—	18	18	18	18
C	—	18	18	18	18
D	42	—	—	—	—

表-3 薬液注入条件

薬 剤	前排気	圧入工程	後排気
NZN	0.5mmHg 30min.	1.42MPa 137min.	
CuAz-1	600mmHg 60min.	1.40MPa 70min.	600mmHg 60min.
CuAz-2	600mmHg 50min.	0.98MPa 270min.	600mmHg 10min.
ACQ	30min.	1.50MPa 120min.	30min.

2 試験概要と試験体の設置

全試験体292体のうち、薬剤の浸潤度を調査するための24体を除いた268体について、林業試験場石川ウッドセンター構内（石川郡河内村吉岡地内）に試験区を設定して、平成12年5～6月に設置した。

設置にあたっては、図-2に示すとおり1250mmの試験体を500mm地中に埋設し、1000mm間隔で列状に設置した。設置状況を写真1に示す。

本試験は、図-3のフロー図に示すとおり、目視で地上部の劣化状況を毎年観察しつつ、4年経過ごとに概ね1/3の試験体を抜き取り、被害度、曲げ性能を測定する、12カ年の計画である。

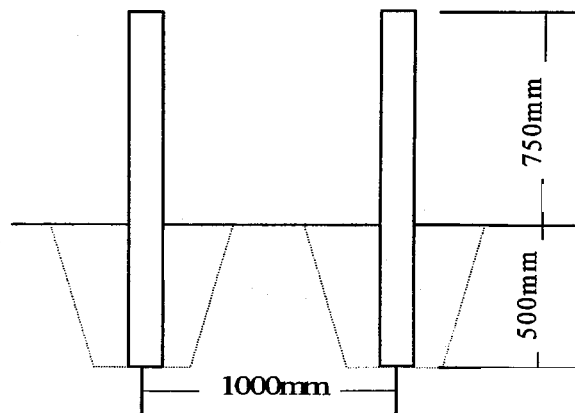


図-2 試験体埋設仕様図

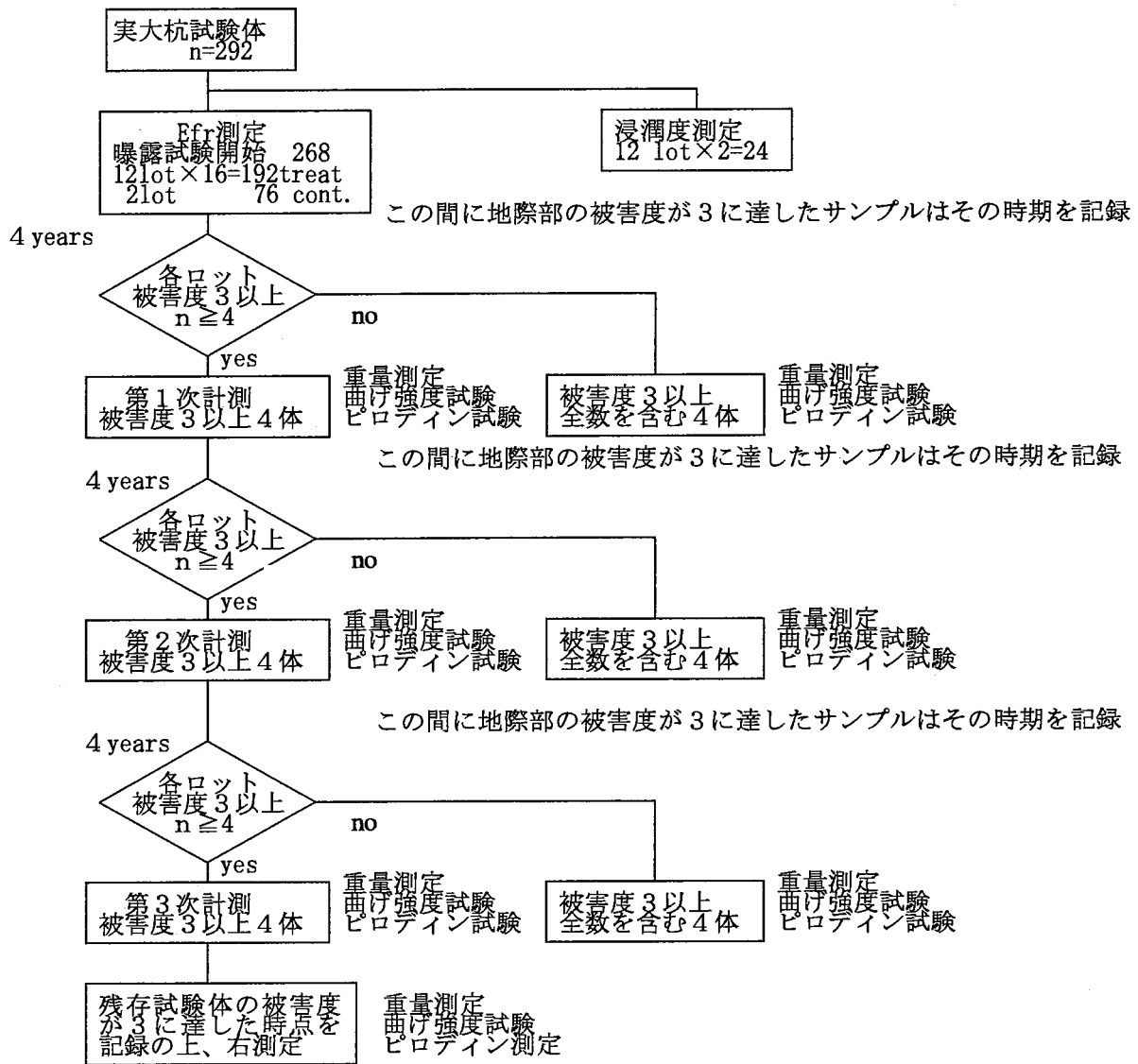


図-3 試験フロー

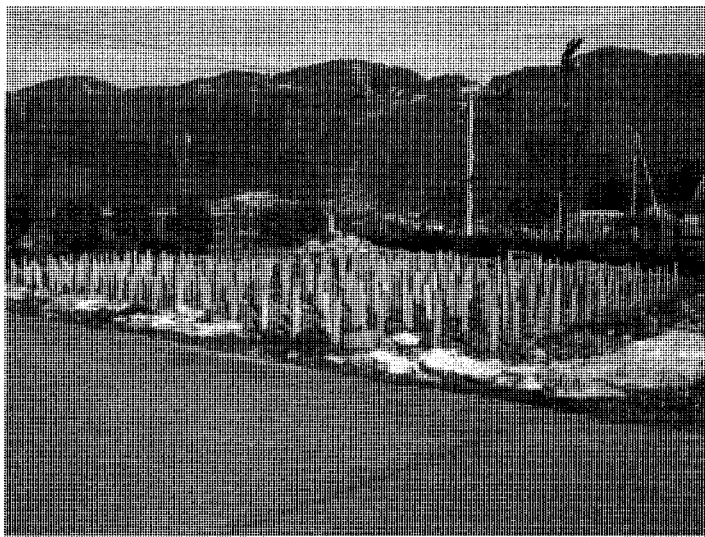


写真-1 試験区設定状況

Ⅲ 試験結果

1 含水率

供試材の初期含水率の測定結果は、表-4に示すとおりで、人工乾燥材については平均で20%、最低で15%程度で、加工区分による差は認められなかった。

表-4 含水率測定結果 (%)

区分	個数	最大値	最小値	平均値	備考
A	36	32.1	15.3	18.8	非乾燥
B	24	46.4	15.3	20.9	
C	24	30.2	15.0	20.0	
D	14	132.0	31.3	99.8	

2 薬剤注入量

加工種別、薬剤種別の平均薬剤注入量は表-5に示すとおりである。インサイジング、背割り加工により注入量が増加する傾向が認められた。

表-5 加工種・薬剤種別薬剤注入量 (kg/m³)

区分	NZN	CuAz-1	CuAz-2	ACQ
A	160	291	628	452
B	226	374	626	485
C	179	326	590	502
平均値	188	330	615	480

3 浸潤度測定

JASの薬剤の呈色法に基づき浸潤度調査を行った結果については表-6に示すとおりで、辺材についてはほぼ90%以上浸潤していたが、心材については薬剤により浸潤度に差が認められた。

表-6 薬剤種毎の浸潤度 (%)

① NZN

区分	浸潤度 (辺材)	浸潤度 (心材)	処理前 含水率
A	100.0	73.9	16.3
	—	33.4	24.7
B	97.0	69.5	19.8
	97.9	66.1	19.0
C	86.8	49.5	16.4
	94.1	64.2	17.5

② CuAz-1

区分	浸潤度 (辺材)	浸潤度 (心材)	処理前 含水率
A	100.0	84.1	15.5
	—	95.5	16.7
B	100.0	100.0	19.3
	100.0	95.6	37.3
C	100.0	95.9	26.7
	100.0	81.3	16.1

③ CuAz-2

区分	浸潤度 (辺材)	浸潤度 (心材)	処理前 含水率
A	100.0	76.8	28.2
	—	97.4	15.5
B	100.0	93.9	22.4
	100.0	92.2	16.9
C	93.3	82.7	23.0
	100.0	75.4	17.6

④ ACQ

区分	浸潤度 (辺材)	浸潤度 (心材)	処理前 含水率
A	100.0	97.5	15.6
	—	80.5	17.6
B	100.0	95.5	16.9
	100.0	95.5	16.2
C	100.0	86.6	30.2
	100.0	98.7	19.7

4 劣化状況

曝露開始から2年経過した平成14年8月に、森林総合研究所の5段階の調査基準(表-7)に基づく被害度調査に加え、地上部の材面割れの発生状況について調査した。

この時点で、全ての試験体に材面割れが発生しており、一部に軽度の腐朽が認められる試験体(被害度1)が5体あったが、被害度2以上の試験体は認められなかった。(表-8)

表一 7 杭試験材の被害度調査基準

被害度	観 察 状 態
0	健全
1	部分的に軽度な腐朽または虫害
2	全面的に軽度な腐朽または虫害
3	2に加え部分的に激しい腐朽又は虫害
4	全面的に激しい腐朽または虫害
5	腐朽または虫害により崩壊する

表一 8 埋設試験体腐朽状況

薬剤名	区分	個数	被害度		平均材面 割れ長さ*
			1	2	
NZN	A	16			67cm
	B	16	2		62
	C	16			40
CuAz-1	A	16			73
	B	16			67
	C	16			59
CuAz-2	A	16			70
	B	16			57
	C	16			66
ACQ	A	16			74
	B	16			63
	C	16			52
対照材	A	34	1		72
	D	42	2		75
計		268	5	0	

*：各試験体の材面割れの最大値の平均

IV 考 察

NZN注入材の心材の浸潤度が調査したすべてについて他の薬剤に比較して低い結果であったことから、今後の当該試験体の劣化状況および強度試験データの取扱いについては、特に留意する必要があると考えられる。また、CuAz-2の一部に

についても心材浸潤度が80%を下回った試験体が見られたが、注入量は十分と認められ、浸潤度試験体の採取位置によるバラツキも否定できない。したがって、当該試験体の場合は今後とも試験を継続して支障ないとする。

加工区分による薬剤注入に対する効果については、薬剤注入量が非加工材に比べてインサイジングで最大41%、背割りで最大12%、向上しており、注入前含水率に差が認められないことから、前加工により注入性が向上していることが認められた。また、浸潤度についても均質化されたと考えられる。

謝 辞

本研究調査の実施に当たり、試験材への薬剤注入に関してご協力頂いた、愛媛県森林組合連合会、ケミプロ化成(株)、(株)コシイプレザービング、(株)ザイエンスの各社、および薬剤注入の評価についてご助言を頂いた、東京農業大学林産化学研究室の飯島倫明教授に謝意を表します。

文 献

- (1) 石川県森林管理課：「間伐材活用治山施設マニュアル」(2000)
- (2) 例えば、長谷川益夫：「富山県における木材の野外杭試験(第1報)-19年間の被害度変化-」富山県林業技術センター研究報告,13, P.97-106, (2000)
- (3) 「木材の加圧式防腐処理方法」(JIS A 9002) (財)日本規格協会 (1995)
- (4) 農林水産省：「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」(社)日本農林規格協会 (2001)
- (5) 「優良木質建材等の品質性能試験に係る防腐・防蟻処理試験の試験方法 (別冊)」(財)日本住宅・木材技術センター (2000)