

非 C C A 防腐剤注入木材の耐久性能評価 (第 2 報)

— 石川県白山市河内町内における野外杭埋設試験 —

小倉光貴・鈴木修治*・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 2000 年 6 月に開始した。曝露開始 3 年後の 2003 年 6 月から、毎年 1 回目視による被害度の調査を行っている。また、2004 年と 2008 年には、一部の試験体を抜き取り、非破壊法（ピロディンテスターおよび動的ヤング係数）により残存強度を測定した。

その結果、防腐処理を施していない無処理の杭の耐用年数は概ね 5 年以下が妥当と考えられること、適正に防腐処理を行った杭では 8 年経過後も健全であることが解った。

I はじめに

木製の屋外構造物は、使用される材料や使用環境により耐用年数が一定ではないため、維持管理の面からおよその耐用年数を明らかにしておく必要がある。

木材の保存・防腐薬剤については、環境に対する配慮から、CCA 系（銅・クロム・ヒ素系）に替わるものとして開発された、新しい防腐剤が 1997 年以降主流となっている。これらは CCA に比べ低毒性であるが、防腐効果について実地の検証データが少なく、これらの新しい防腐剤によって処理された木材が、どの程度の耐久性を有するかについて知見を得ることが必要と考える。

このため、2000 年に石川ウッドセンター構内（石川県白山市河内町地内）に試験地を設定し、代替防腐剤として販売されている 4 種の防腐剤、銅・シプロコナゾール（以下 CuAz2）、銅・ホウ素・テブコナゾール（同 CuAz1）、銅・アルキルアンモニウムクロライド（同 ACQ）、ナフテン酸亜鉛（同 NZN）（日本木材保存協会 2005）を加圧注入したもの（以下「処理材」）および無処理の試験体（以下「対照材」）を合計 268 本埋設した屋外杭試験のその後の状況について報告する。

1 試験体

供試材は、75mm 角、長さ 1,250mm のスギ正角材（心持ち）で、薬剤注入はそれぞれの薬剤メーカー等で加圧含浸されたものを用いた（小倉ほか 2003）。また、対照材となる無処理材については、人工乾燥材と未乾燥材の 2 種とした。処理材については、一部処理前に背割りやインサイジング加工を施した。類別毎の埋設本数は表-1 のとおりである。

表-1 加工類別および防腐処理別埋設本数

区 分		対照材	CuAz2	CuAz1	ACQ	NZN
乾 燥 材	非処理	34	16	16	16	16
	背割り	—	16	16	16	16
	IC *)	—	16	16	16	16
非乾燥材		42	—	—	—	—

*)インサイジング

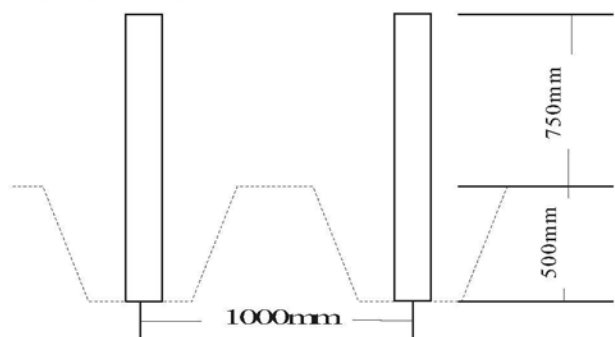


図-1 試験体埋設仕様図

II 試験内容および方法

* 石川県南加賀農林総合事務所森林部

試験体は図-1に示すように、約500mmを地中に埋め、750mmが地上に曝露されるように設置した。

2 目視による観察

曝露による劣化状況を、設置後3年経過した2003年6月より毎年原則として6月に目視による被害度と最大割れ長さを記録した。観察は表-2に示す6段階評価法基準を採用し、被害度判定は偏りのないよう、毎年3人(同一人)の合議により、地際部と地上部について0.5段階刻みで判定を行った。

表-2 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

森林総合研究所編「木材工業ハンドブック4版」

3 ピロディン貫入量

埋設後4年経過した2004年および8年経過した2008年に一部の試験体を抜き取り、材の健全度を推定するため、ピロディン(Proceq社製6J)により、ピンの貫入量を測定した。

測定は抜き取った試験体の地中部の泥を洗い流した後、乾燥機により、高周波式木材水分計(Kett社HM520)による地中部の測定値が30%以下になるまで乾燥した。

測定は4材面のそれぞれ地際部、地上部(地際から50cm)、地中部(地際から30cm)の3カ所について行った。

4 動的ヤング係数

同様に材の残存強度を推定するため、ピロディン貫入量を測定した後、打撃音の固有振動数をFFTアナライザー(RION社SA77)により解析して、動的ヤング係数(E_{fr})を求めた。

Ⅲ 結果

1 目視による観察

表-3 被害度別本数の経年変化

3-1 CuAz2

年度	2003	2004		2005		2006		2007		2008	
本数	48	48		36		36		36		36	
被害度		地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部
0~1	48	47	48	36	36	36	36	36	36	36	36
1~2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3-2 CuAz1

年度	2003	2004		2005		2006		2007		2008	
本数	48	48		35		35		35		35	
被害度		地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部
0~1	47	47	47	35	35	35	35	35	35	35	35
1~2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2~3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3~4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3-3 ACQ

年度	2003	2004		2005		2006		2007		2008	
本数	48	48		36		36		36		36	
被害度		地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部
0～1	48	48	48	36	36	36	36	36	36	36	36
1～2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2～3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3～4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3-4 NZN

年度	2003	2004		2005		2006		2007		2008	
本数	48	48		36		36		36		36	
被害度		地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部
0～1	46	46	46	36	36	36	36	36	36	36	36
1～2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2～3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3～4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4～	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3-5 対照材

年度	2003	2004		2005		2006		2007		2008	
本数	76	76		61		61		61		61	
被害度		地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部	地際部	地上部
0～1	58	67	65	14	45	8	40	8	39	7	39
1～2	16	8	10	26	14	17	18	13	19	9	19
2～3	2	1	1	10	2	23	2	26	2	30	2
3～4	0	0	0	10	0	12	1	13	0	14	0
4～	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1

被害度判定の結果を表-3に示す。対照材は曝露開始後5年を経過した頃から地際部の劣化が進み、8年経過時点では約75%の試験体が被害度2以上であり、地際部は腐朽やシロアリの食害により減肉し、抜き取り調査時に折損するものもみられた。

(写真-1)

2 ピロディン貫入量

曝露後8年経過した対照材では地際部が腐朽により減肉し、測定不能のものがあつた。地上部と地中部は対照材を含めて、4年および8年経過した試験体のピロディン貫入量に大きな変動は認められなかつた。貫入量の測定結果を表-4に示す。



写真-1 曝露後8年経過した試験体

3 動的ヤング係数

試験開始時と抜き取り後の Efr の変化を図-2に示す。

処理材では4年経過、8年経過後も Efr の低下が見られないのに対して、対照材では4年経過時で約10%低下し、8年経過時では約40%低下した。なお、対照材のうち2試験体については、抜き取り時に地際部で折損したため、測定できなかった。

表-4 経年別ピロディン貫入量 (平均値)

薬剤	測定位置	4年経過		8年経過	
		本数	測定値	本数	測定値
CuAz2	地上部	12	17.5	12	16.1
	地際部	12	17.2	12	17.5
	地中部	12	17.4	12	19.0
CuAz1	地上部	13	16.9	11	15.2
	地際部	13	17.4	11	15.8
	地中部	13	17.4	11	17.0
ACQ	地上部	12	16.6	12	21.1
	地際部	12	17.0	12	19.6
	地中部	12	17.1	12	19.8
NZN	地上部	12	17.6	12	17.0
	地際部	12	17.6	12	17.6
	地中部	12	18.5	12	20.8
対照材	地上部	15	17.0	17	17.7
	地際部	15	18.8	9	24.1*
	地中部	15	17.7	17	20.2

*17 体中測定可能であった9体の平均値

IV 考察

調査の結果、防腐処理を施さない杭については、目視による地際部の被害度が6年経過時には過半数が2以上となっていることから、概ね5年以下を耐用限界とするのが妥当と考えられる。

スギ材の耐用限界におけるピロディン貫入量については報告によって20~30mmと幅があるが、(例えば秦正徳ほか 2004、江刺拓史 2004) 今回の測定結果からは対照材の地際部を除いて、大幅な貫入量の増加は見られず、目視上も著しい腐朽には至っていないものは少ない。試験設定区の地下水位が比較的高く(地表下約20cm)、空気との接触が少ないことが影響していると考えられる。

処理材については、8年経過時点においても目視上の減耗や腐朽は認められず、ピロディン貫入量や

Efr の変動の程度から判断して、健全であると考えられる。さらに4年間観察を継続する予定である。

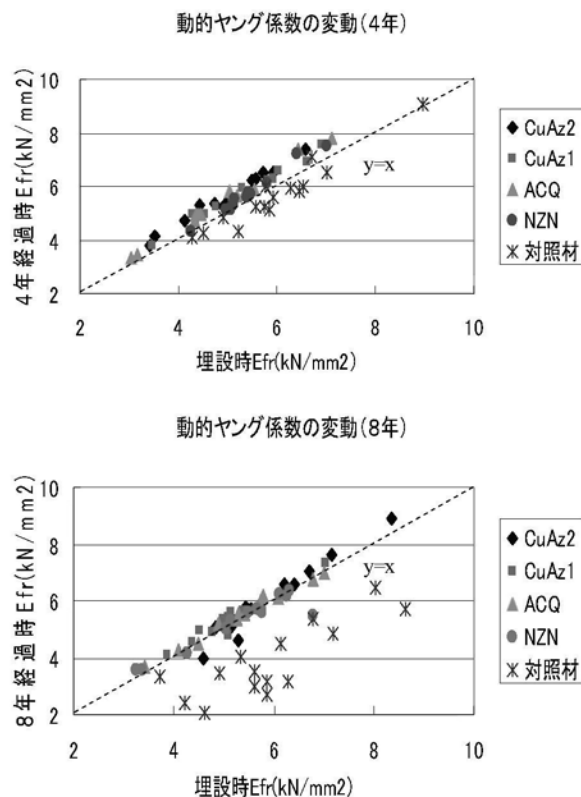


図-2 経年による動的ヤング係数の変動

文献

- 1) 江刺拓司(2004) 土木用杭丸太の劣化度測定に関する試験(宮城県林業試験場)
- 2) 秦正徳ほか(2004) 長期耐用された地域型木造住宅の耐震診断におけるピロディン閾値(「木材保存」vol. 30-1 p. 6~14)
- 3) 小倉光貴ほか(2003) 非CCA防腐剤注入木材の耐久性能評価第1報(石川県林業試験場研究報告 No. 34 p. 31~35)
- 4) (社)日本木材保存協会(2005) 木材保存学入門 改訂2版 p. 87~91
- 5) 森林総合研究所編(2004) 木材工業ハンドブック4版 p. 786 丸善