

# 木製構造物耐久性調査 中間報告書 (林道編)



佐賀県林業試験場  
2007年2月

## はじめに

---

国産材の利用は、外材との価格競争や木材に替わる資材（プラスチック等）の出現により低迷しており、当県においても県産材利用の推進に向けた取り組みが重要となっています。

木材を土木資材として野外で使用する場合、積極的な利用につながない理由の一つとして、耐久性への不安が要因となっています。また、森林土木事業をはじめとする各種公共事業では、木材の利用促進を図るための取り組みとして木製構造物等の施工が行われていますが、その耐用年数は明らかになっておりません。

このような状況を踏まえ、土木分野における木材利用の推進に資するため、平成14年度から県内一円で施工された既設木製構造物の耐久性調査を実施しています。

今回の報告は、林道等に設置されている既設木製構造物について調査を実施したものであり、中間報告として取りまとめたものです。また、現在は治山事業や森林土木事業以外で設置された水路施設等についても、耐久性調査を実施しておりますので、その調査結果についても今後報告していく予定です。

# 目 次

---

1 耐久性調査の概要	・・・ 1
2 既設木製構造物の耐久性	
切土法面丸太伏工	・・・ 3
簡易丸太柵工	・・・ 5
丸太階段工	・・・ 7
丸太擁壁工（ウッドブロック）	・・・ 9
3 木製構造物耐久性データ集計表	・・・ 11
《 付録 》	
1 木材の劣化	・・・ 12
2 木材の風化と腐朽	・・・ 12
3 木材の耐腐朽性	・・・ 13
4 木材の使用環境と劣化	・・・ 13
5 木材保存剤	・・・ 14
6 防腐・防蟻処理の方法	・・・ 14
7 J A S 性能区分	・・・ 15
8 A Q 認証	・・・ 15

## 1 耐久性調査の概要

---

### 調査箇所

林道6路線、生活環境保全林(管理道)1地区において、平成7年度～17年度に施工された伏工、柵工、階段工、擁壁工など109箇所、6,250本を調査しました。



### 調査方法

木製構造物の調査には、ピロディン6J(木材試験器)を使用し、施工年度、工種毎に1～2箇所、1箇所につき20本前後の木材を測定しました。また、各工種別の耐久性調査結果のグラフは、すべての測定値を工種・経過年数毎に集計して平均値を算出し、腐朽の進行状況から耐用年数を評価しました。

ピロディン 6 J は、木材の腐朽度合を測定する機器として、一般的に使用されている木材試験器です。直径 2.5 mm の鋼鉄製ピンを 6 J (ジュール) の仕事量を持つバネで木材に打ち込み、ピンの深さによって木材の腐朽度合を測定するものです。ピンの打ち込み深さの値が高いほど、腐朽度合も大きくなります。通常、スギの新材では打ち込み深さが 15 mm 前後であり、打ち込み深さが 30 mm 程度を超えると、木材の腐朽がかなり進んでいるものと考えられます。

ジュール・・・仕事、熱量、エネルギーの単位。1ジュールは、1ニュートンの力が働いて、その力の方向に 1 m 動かすときの仕事

### ピロディン 6 J による腐朽度評価

腐朽度	打ち込み深さ	耐久性の目安(スギ材 = 100mmの場合)
極小	10mm未満	かなり良好な状態を維持している。
小	10mm～20mm未満	良好な状態を維持している。
中	20mm～30mm未満	やや耐久性が低下している。
大	30mm～40mm未満	かなり耐久性が低下している。
極大	40mm以上	著しく耐久性が低下している。



ピロディン 6 J (木材試験器)



ピロディン 6 J による測定状況

## 2 既設木製構造物の耐久性

### 切土法面丸太伏工



( 蛤岳横断線 )

#### 施工目的

- ・ 走行車両の視距確保
- ・ 維持管理の軽減

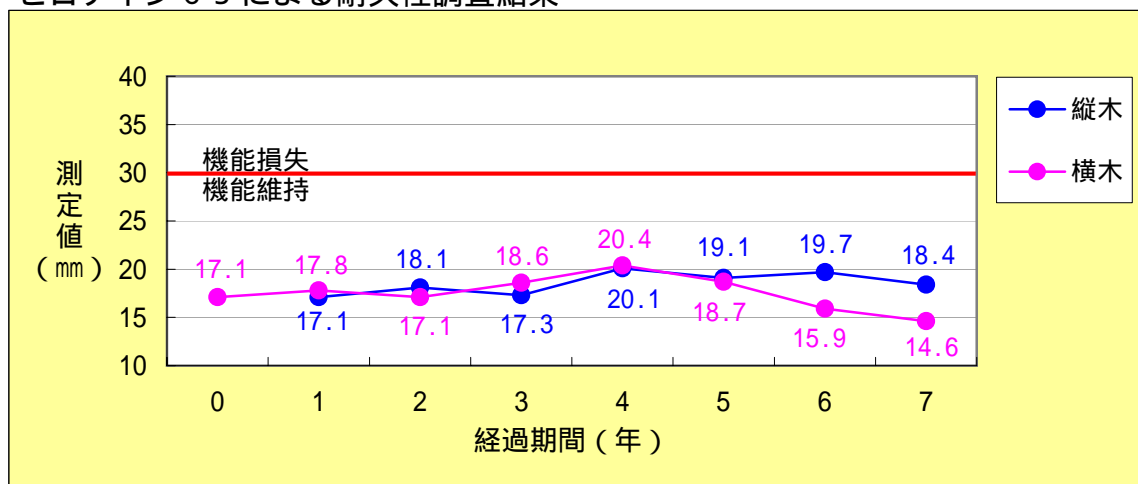
#### 材料規格

- ・ スギ材（皮無）を使用し、環境配慮型クレオソート等による浸漬防腐処理

#### 耐用年数

- ・ 7年以上（継続調査中）

#### ピロディン 6 J による耐久性調査結果



縦木、横木ともに中央付近を測定

## 調査結果

施工後7年経過した箇所でも概ね腐朽度小(P2参照)で推移しており、高い耐久性を示しているため、環境配慮型クレオソート等による防腐処理が効果を発揮しているものと考えられる。目視による確認では、一部の箇所に風化等による耐久性の低下が認められるが、構造物としての機能は維持している。

施工後3年経過（ひび割れは発生しているが腐朽等は認められない。）



施工後7年経過（表面に苔の付着などもあるが耐久性は維持している。）



施工後7年経過（一部の箇所に風化等による耐久性の低下が認められる。）



## 2 既設木製構造物の耐久性

### 簡易丸太柵工



(九千部山横断線)

#### 施工目的

- ・ 降雨等による地表水の流速緩和と分散
- ・ 植生定着までの表面浸食防止

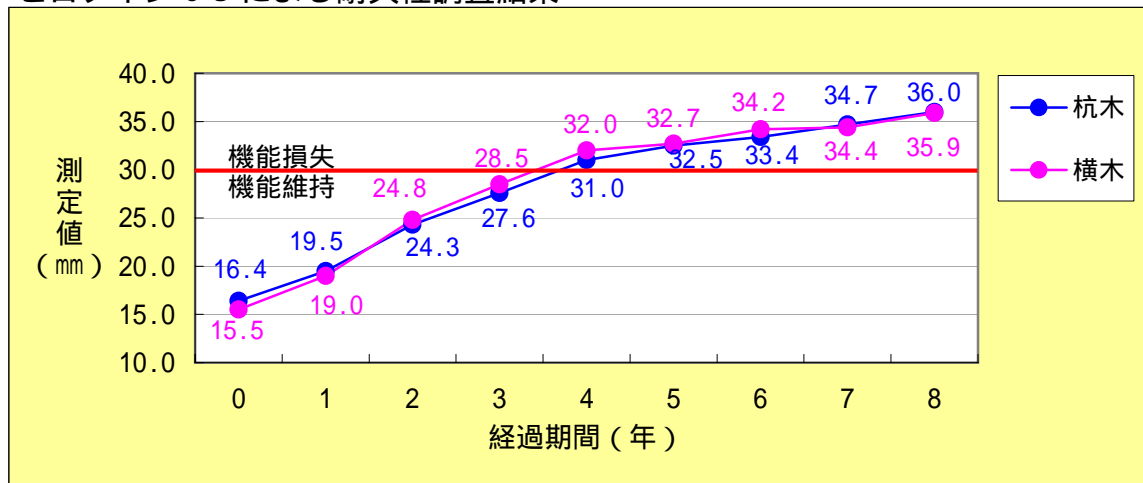
#### 材料規格

- ・ 現場発生したスギ材（皮付）を無処理の状態で使用

#### 耐用年数

- ・ 約3年

#### ピロディン6 Jによる耐久性調査結果



杭木は地際付近、横木は中央付近を測定

## 調査結果

無処理の木材が使用されているため、他の工種に比べて測定値の上昇が大きく、早い段階での耐久性の低下が認められる。施工後4年経過した箇所では、かなり腐朽が進行しており、構造物としての機能が低下しているものが多くを占めているが、自生の草本類や樹木等の生育も認められるため、盛土法面自体は非常に安定した状態を保っている。施工後3年程度で植生が定着している箇所については、施工目的がほぼ達成されたものと考えられる。

施工後3年経過（樹皮が剥げ落ち、辺材の腐朽が進んでいる。）



施工後5年経過（辺材の腐朽が著しく、心材にまで腐朽が進んでいる。）



施工後8年経過（ほとんどのものが腐朽し、自生の樹木等が生育している。）



## 2 既設木製構造物の耐久性

### 丸太階段工



(九千部山横断線)

#### 施工目的

- ・法面部における山林への入口確保

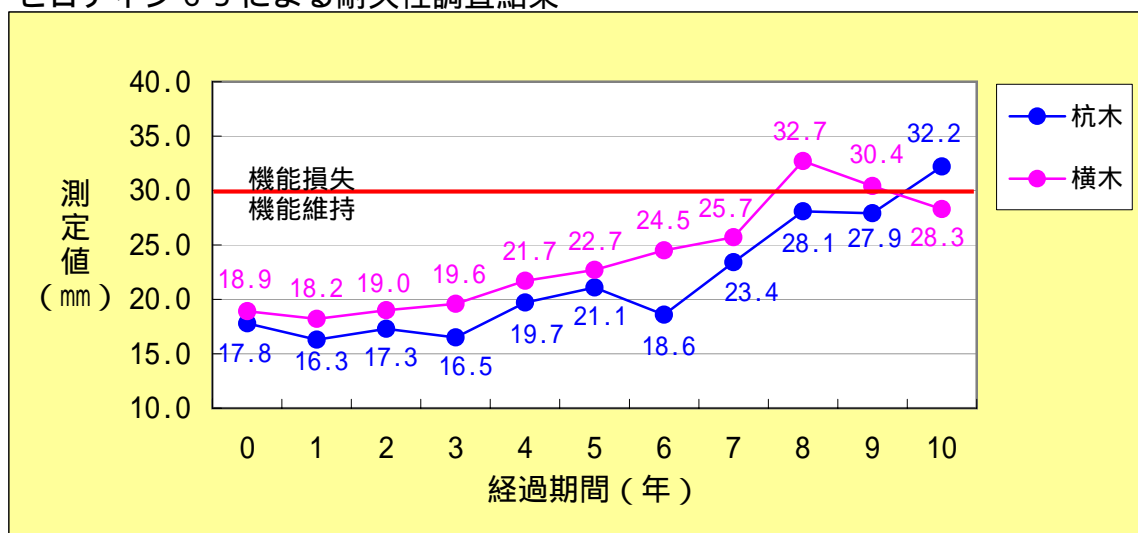
#### 材料規格

- ・スギ材（皮無）を使用し、環境配慮型クレオソート等による浸漬防腐処理

#### 耐用年数

- ・約7年

#### ピロディン6 Jによる耐久性調査結果



杭木は地際付近、横木は中央付近を測定

## 調査結果

施工後 8 年が経過した箇所において、測定値が 30 mm 付近に達しており、目視による確認でも、著しく腐朽が進んでいる状況である。また、杭木に比べて横木の測定値が全体的に高い値を示しており、構造的に降雨等の影響を受けやすいためではないかと考えられる。

施工後 2 年経過（若干の変色しているが良好な状態を維持している。）



施工後 4 年経過（変色しているが耐久性は維持している。）



施工後 9 年経過（腐朽の進行が著しく、構造物としての機能が失われている。）



## 2 既設木製構造物の耐久性

### 丸太擁壁工（ウッドブロック）



（陣の山線）

#### 施工目的

- ・ 盛土法面の崩壊防止

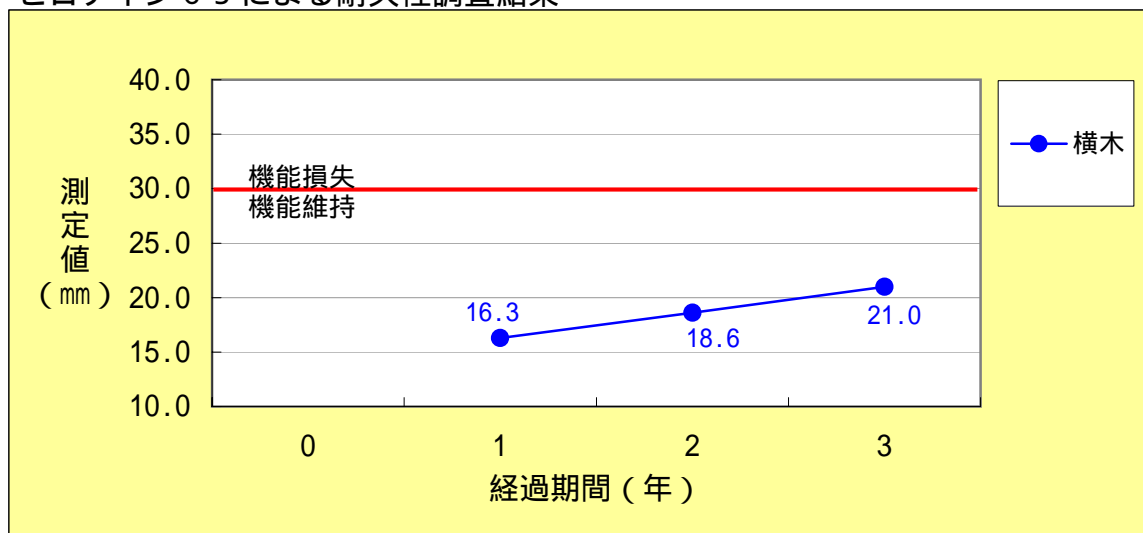
#### 材料規格

- ・ スギ材（皮無）を使用し、C U A Z（タナリス）等による加圧注入防腐処理

#### 耐用年数

- ・ 3年以上（継続調査中）

#### ピロディン6 Jによる耐久性調査結果



横木の中央付近を測定

---

## 調査結果

設置後の経過年数が長いもので3年程度であることから、現状では耐久性の低下は認められない。独立行政法人森林総合研究所において、C U A Z 処理杭による野外での耐久性試験が行われており、設置後8年経過した時点での被害度は0（健全）という調査結果が示されていることから、施工後8年以上の耐用年数は見込めるものと考えられる。

施工後3年経過（変色はあるが良好な状態を維持している。）



施工後3年経過（ほとんど腐朽は認められない。）



### 3 木製構造物耐久性調査データ集計表（ピロティン測定データ集計表）

（単位：mm）

路線名（地区名）	工 種	設置条件	累計調査本数	経 過 年 数										
				設置時	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
蛤岳横断線	切土法面丸太伏工	縦木	300		19.0	20.2	18.5	20.1	19.1	19.7	18.4			
陣の山線	"	"	115		16.0	16.0	15.4							
篠岳地区	"	"	20		17.3	18.0								
2路線1地区			435		17.1	18.1	17.3	20.1	19.1	19.7	18.4			
蛤岳横断線	切土法面丸太伏工	横木	300		21.4	18.7	18.6	20.4	18.7	15.9	14.6			
九千部山横断線	"	"	40	14.6	14.6									
陣の山線	"	"	115		15.6	15.4	17.2							
篠岳地区	"	"	260	18.4	18.5	17.2	20.2							
3路線1地区			715	17.1	17.8	17.1	18.6	20.4	18.7	15.9	14.6			
蛤岳横断線	盛土法面丸太柵工	杭木	270		18.3	22.2	28.4	29.9	32.3	33.7	32.4			
九千部山横断線	"	"	400	16.0	17.4	24.2	29.0	33.8	33.3	32.5	34.8	34.8		
陣の山線	"	"	230		24.6	28.5	30.0	31.4	33.8	32.9				
大川眉山線	"	"	240		22.1	28.3	26.1	30.6	31.5	34.7	37.6			
滝野線	"	"	370	16.9	18.6	22.4	27.4	29.9	30.8	26.6				
杵島山線	"	"	160				24.8	35.0	34.7	38.9	34.0	39.0		
篠岳地区	"	"	180		16.9	23.6	24.6	25.5						
6路線1地区			1850	16.4	19.5	24.3	27.6	31.0	32.5	33.4	34.7	36.0		
蛤岳横断線	盛土法面丸太柵工	横木	270		20.8	22.8	27.6	32.4	31.4	33.2	36.6			
九千部山横断線	"	"	400	12.9	13.6	20.8	29.4	30.7	32.0	32.2	33.6	35.5		
陣の山線	"	"	230		21.7	27.0	30.9	34.1	35.5	34.6				
大川眉山線	"	"	240		23.5	34.4	31.1	34.5	34.2	34.9	37.8			
滝野線	"	"	370	18.2	16.7	23.2	27.0	30.5	30.4	34.2				
杵島山線	"	"	160				23.4	32.4	33.7	38.6	30.4	37.0		
篠岳地区	"	"	180		20.9	25.9	28.0	32.0						
6路線1地区			1850	15.5	19.0	24.8	28.5	32.0	32.7	34.2	34.4	35.9		
蛤岳横断線	丸太階段工	杭木	70		22.5	17.8	16.8	23.6	22.0	21.1	22.8			
九千部山横断線	"	"	110	15.1	16.4	14.9	16.7			18.5	23.7	28.1	27.9	32.2
陣の山線	"	"	120		15.7	18.6	17.4	23.9	22.2					
大川眉山線	"	"	60		14.8	14.4	15.6	16.1	18.1	18.5				
滝野線	"	"	160	20.6	16.3	17.6	15.1	17.8	20.3	16.3				
杵島山線	"	"	30				16.8	22.5	24.0					
篠岳地区	"	"	50		14.7	16.8	17.7							
6路線1地区			600	17.8	16.3	17.3	16.5	19.7	21.1	18.6	23.4	28.1	27.9	32.2
蛤岳横断線	丸太階段工	横木	110		21.2	18.6	19.7	22.5	23.3	26.0	28.3			
九千部山横断線	"	"	110	17.1	16.0	18.7	17.6			23.9	24.5	32.7	30.4	28.3
陣の山線	"	"	120		18.9	19.2	19.8	19.9	22.9					
大川眉山線	"	"	60		16.4	16.1	16.9	23.2	19.4	21.2				
滝野線	"	"	160	20.7	18.3	20.3	19.4	21.1	22.1	26.6				
杵島山線	"	"	30				22.5	24.1	26.2					
篠岳地区	"	"	50		18.4	18.9	21.1							
6路線1地区			640	18.9	18.2	19.0	19.6	21.7	22.7	24.5	25.7	32.7	30.4	28.3
陣の山線	丸太擁壁工	横木	80			19.0	21.0							
篠岳地区	"	"	80		16.3	18.1								
1路線1地区			160		16.3	18.6	21.0							

注1) 各測定値は、経過年数毎に測定値を合計し、調査本数で割り戻した平均値である。

注2) 累計調査本数は、その路線で測定を行った調査本数の合計本数である。

注3) 木材腐朽状態の目安

良好な状態を維持 (測定値20mm未満)
  やや耐久性が低下 (測定値20～30mm未満)
  かなり耐久性が低下 (測定値30mm以上)

## 《 付録 》

### 1 木材の劣化<sup>1</sup>

私たちの周辺で利用されている木材は、日光や風雨などの無生物的な原因やシロアリなどの昆虫による食害、微生物や菌類による分解などの生物的原因により劣化します。劣化とは、木材が使用される環境で時間の経過とともに様々な作用によって、その機能を低下させる現象のことを言います。

### 2 木材の風化と腐朽<sup>1</sup>

木材の劣化には、日光や風雨等にさらされることにより起こる風化と菌類が木材を分解することにより起こる腐朽があります。風化は、水、日光（特に紫外線）の作用と風雨による摩耗などが原因であり、これに空気（酸素）、温度、湿度などが関係して起こります。また、腐朽は、褐色腐朽菌、白色腐朽菌などの木材腐朽菌が原因によって起こります。

#### 風化による劣化因子

因子	劣化作用
日光	紫外線によるリグニンなどの成分の低分子化と変色
雨水	光酸化反応における触媒作用、反り、割れ、剥離の発生
風	土砂、埃による損傷、摩耗、破細片の脱落
空気(酸素、O <sub>2</sub> )	酸化作用
湿度(水蒸気)	雨水に準ずる
温度(熱)	光酸化作用の促進、凍結・解凍による微少割れの発生
大気汚染物質	酸性雨による光酸化作用の促進、セルロースの加水分解
微生物	腐朽菌、カビによる変色

#### 腐朽による劣化因子

因子	劣化作用	代表的な腐朽菌
褐色腐朽菌	セルロース、ヘミセルロースが分解、吸収され、リグニンは分解されずに残るため、褐色腐朽を起こす	トドヅク、オウゴン、 ナミダヅク、マツオジ、 イヨウヅク、カガヅク
白色腐朽菌	セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンが分解、吸収され、腐朽材が退色、または白色腐朽を起こす	カガヅク、カワヅク、 スエロヅク、ヒロヅク、 ホシヅク

### 3 木材の耐腐朽性<sup>2,3</sup>

木材には、辺材（外側の白い部分）と心材（中心付近の赤い部分）があります。辺材は、樹種による耐腐朽性の差がほとんどなく、野外に設置されたものは約2～3年で腐朽してしまいます。心材は、樹種によって耐腐朽性に差があり、辺材に比べて高い耐腐朽性があります。

樹種別（心材）の耐腐朽性

樹種	耐用年数(屋外)	耐腐朽性区分
スギ	5～6.5年	中
ヒノキ	7～8.5年	大
アカマツ、クロマツ	3～4.5年	小
カラマツ	5～6.5年	中
ケヤキ	7～8.5年	大
クリ	7～8.5年	大
ヒバ	7～8.5年	大
ナラ	5～6.5年	中
モミ	3～4.5年	小
ブナ	2.5年以下	極小
ベイヒ	7～8.5年	大
ベイマツ（マウンテン）	5～6.5年	中
ベイマツ（コースト）	3～4.5年	小
オウシュウトウヒ（ホワイトウッド）	2.5年以下	極小

注）耐用年数は、各樹種の心材部を屋外に設置し、使用に耐えられなくなるまでの平均年数

### 4 木材の使用環境と劣化<sup>4</sup>

木材の使用環境による劣化の程度は次のとおりです。

使用環境の違いによる劣化状況

使用環境	劣化の状況
地中・水中	酸欠状態にあるため木材は腐朽しにくく、地上に設置した場合に比べて、長期間必要な機能を有している事例が数多く見られる。
地上	気象条件の影響により、変色・ひび割れ等を引き起こしやすい。また、部材の接合部、割れ目、ボルト穴など、雨水が浸入しやすく乾きにくい箇所からの腐朽が進みやすい。
地際・水際	乾湿を繰り返す場所であり、栄養分も豊富であるために、腐朽・ひび割れ等の劣化が進行しやすい。

## 5 木材保存剤<sup>3</sup>

木材を屋外で使用する場合、無処理のままで使用すると腐朽の進行が早く耐用年数も短くなるため、木材保存剤等を用いた防腐・防蟻処理が行われています。木材保存剤の規格等については、JIS（日本工業規格）やJAS（日本農林規格）に規定されているほか、新たに開発された製品の品質性能を認証する制度として、AQ認証（財団法人日本住宅・木材技術センターによる優良木質建材等認証事業）が行われています。

### 主な木材保存剤

分類	木材保存剤の種類	主成分	色	主な商品名
水溶性	AAC(第四級アンモニウム化合物系)	DDAC	透明色	アンキアニュー-BM、レザックR
	CUAZ-2(銅・アゾール化合物系)	酸化銅アゾール	緑～淡褐色	タリスCY
	CUAZ-3(リグニン・銅・アゾール化合物系)	〃	緑～淡褐色	LC-350
	ACQ-1(銅・アルキルアンモニウム化合物系)	酸化銅・ベンザルモニウムクロリド	緑～淡褐色	マイルックACQ
	BAAC(杣素・アルキルアンモニウム化合物系)	杣酸・DDAC	透明色	セルボ-P
乳化性	NCU-E(ナフテン酸銅系)	ナフテン酸銅	緑色	トヨールCU
	NZN-E(ナフテン酸亜鉛系)	ナフテン酸亜鉛	透明色	トヨールZN、モホ-ZE
	VZN-E(ハートリック酸亜鉛・ビスノイド系)	ハートリック酸亜鉛・ハートリック	透明色	エハート PN-700
油溶性	NZN-O、NCU-O(ナフテン酸金属塩系)	ナフテン酸亜鉛・ナフテン酸銅	透明～緑色	ニッサクリンZN
	AZN(ニコチン・アゾール化合物)	ジプロパゾール・イミダゾール	透明色	ニッサクリンCI
油性	A(クレオソート油)	トルエン、ナフレン、タール酸類	透明～褐色	環境配慮型クレオソートR

## 6 防腐・防蟻処理の方法<sup>4</sup>

防腐・防蟻処理の処理方法には、加圧式、浸漬、塗布などがあり、効果や経費を考慮して、適切な方法を選定する必要があります。また、木材保存剤の浸透性は樹種によって多少の差がありますが、一般的に辺材は浸透しやすく、心材は浸透しにくい傾向にあります。

### 主な防腐・防蟻処理方法

防腐処理区分	防腐・防蟻処理の方法と性質
加圧式	加圧注入施設を用い、加圧や減圧の操作を行って薬剤を注入する方法であり、薬剤の浸透効果に優れ、防腐効果の信頼性が高い。
浸漬	木材を薬剤槽に漬けて処理する方法である。多量の薬剤を必要とし、部分的に処理することができない。
塗布	刷毛等で木材表面に薬剤を塗る方法であり、簡易で小規模な設備で実施できる表面処理法である。補修方法としても用いられる。薬剤の浸透深さが浅く、長期にわたる防腐効果は期待できない。

## 7 JAS性能区分<sup>3</sup>

木材の耐久性は、使用される環境によって大きく異なるため、JASでは性能区分をK1～K5まで5段階に分類されています。

JAS規格における性能区分

性能区分	木材の使用環境	具体的内容
K1	屋内の乾燥した条件で腐朽・蟻害の恐れのない場所で、乾材害虫に対して防虫性能のみを必要とするもの	ヒラタキクイムシを対象
K2	低温で腐朽や蟻害の恐れのない条件下で高度の耐久性の期待できるもの	比較的寒冷地域での建築部材
K3	通常の腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの	土台等建築部材用
K4	通常より激しい腐朽・蟻害の恐れのある条件下で高度の耐久性の期待できるもの	屋外で風雨にさらされる場所
K5	極度に腐朽・蟻害の恐れのある環境下で高度の耐久性の期待できるもの	電柱、枕木、海中使用等極めて高い耐久性を要するもの

性能区分は、防腐処理剤の種類毎に吸収量 (kg / m<sup>3</sup>) が規定されています。

## 8 AQ認証<sup>4</sup>

AQ (Approved Quality) 認証は、新しい木質資材等について品質性能等を客観的に評価・認証し、消費者に対し安全性等に優れた製品の提供を目的として、(財)日本住宅・木材技術センター (以下、センターという) が認証した製品にAQマークを表示するというものです。企業から申請された製品は、センターが品質・性能試験等を行い、判定基準に適合し、生産状況などから品質の安定性が十分確保できると認められた製品だけが認証されます。

AQ保存処理製品の性能区分

性能区分	認証に必要とする性能基準	具体的内容
1種	針葉樹の構造用製材等のJASに規定する保存処理性能区分のK4相当のもの	極めて高度の耐久性が要求される用途向け
2種	JASに規定する保存処理性能区分のK3相当のもの	屋内や地面に接しない用途向け
3種	JASに規定する保存処理性能区分のK2相当のもの	比較的寒冷な地域で、屋内や地面に接しない用途向け

### 【引用・参考文献】

- 1) 木材化学講座12 保存・耐久性 屋我嗣良・河内進策・今村祐嗣 編 (1997 海青社)
- 2) 改訂4版木材工業ハンドブック (2004 丸善株式会社)
- 3) 加工式保存処理木材の手引き (2006 日本木材防腐工業組合)
- 4) 森林土木木製構造物等施工マニュアル (2005 (社)日本治山治水協会・日本林道協会)

調査担当者 山口 修 , 山浦 好孝  
調査員 馬場 信貴 , 永守 直樹  
西尾 憲幸 , 井手 義人  
木村 義孝  
調査協力 各農林事務所 (森林土木担当)

---

## 木製構造物耐久性調査 中間報告書 (林道編)

---

発行年月 平成19年2月

編集・発行 佐賀県林業試験場

(編集担当: 山浦 好孝)

〒840-0212 佐賀市大和町大字池上3408

TEL 0952-62-0054 FAX 0952-51-2013

---