

設置後 15 年経過した多様な防腐処理を施したデッキボードの 屋外耐久性及び非破壊強度測定法の評価[†]

渡井純・星川健史・池田潔彦¹⁾

¹⁾農林技術研究所森林・林業研究センター

Evaluation of Durability and Nondestructive Measurement Methods for Deck Boards Treated with Several Wood Preservatives and Exposed to Outdoor Conditions for 15 Years

Jun Watai, Takeshi Hoshikawa and Kiyohiko Ikeda¹⁾

¹⁾ Forestry and Forest Products Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For.

Abstract

We placed deck boards treated with several wood preservatives in the sample forest of the Forestry and Forest Products Research Center of the Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry in March 1999. After 15 years, we investigated their durability using damage grade, dynamic Young's modulus, and Pilodyn penetration depth. We also measured their modulus of rupture after 15 years of outdoor exposure. We attempted to estimate the preservation of modulus of rupture based on the measurements of damage grade, dynamic Young's modulus, and Pilodyn penetration depth.

Sugi (*Cryptomeria japonica*) and hinoki (*Chamaecyparis obtuse*) treated with alkaline copper quaternary (ACQ) preservative, were highly durable and decayed only slightly after 15 years of outdoor exposure. Sugi and hinoki treated with an alkyl ammonium compound (AAC) preservative had decayed after only seven years of outdoor exposure. The durability of the two types of wood coated with Xyladecor[®]R and Stain-proof[®]R was two years longer than the same wood without preservative treatment.

The relationship between dynamic Young's modulus and modulus of rupture was examined in sugi and hinoki treated with ACQ preservative during the 15 years of outdoor exposure. There were significant correlations in both types of wood with ACQ preservative treatment; the retention of modulus of rupture could be estimated using the dynamic Young's modulus.

キーワード：屋外耐久性, 目視劣化度, 動的ヤング率, ピロディン, デッキボード

I 緒 言

近年、景観への配慮や使用感の良さ等から、公共施設・商業施設・オフィスビル・住宅等のエクステリア素材として木材が幅広く用いられるようになってきた。今後も、これらエクステリア製品における木材の需要は増加していくことが予想されるが、木材のエクステリア利用においては腐り等の劣化が生じやすいという課題がある。現在、木材自体に高い屋外耐久性を有する国内樹種

はなく¹⁾、これまでは、素材の耐久性の高い熱帯産広葉樹が多く使用されてきた。しかし、熱帯産広葉樹の使用に関しては、供給の不安定さや熱帯雨林の保護等の問題がある²⁾。また、国産材の利用促進の観点等からも、資源量の豊富な国産材の利用が望ましい。

国産材の屋外利用に関しては、主にスギやヒノキ、カラマツにおいて防腐剤処理技術が確立され、エクステリア素材としての利用は増加している。しかし、デッキボードのように多くの人が利用し、かつ強度が必要な部材への使用例は少なく、実際に施工された施設での調査事

例は少ない^{9,14,15}。そのため、スギやヒノキを原料としたデッキボードの耐用年数についての報告は見当たらない。

また、これら部材の耐用年数の評価手法に関しては、従来から目視による劣化診断が行われており^{4,5,6,8,9}、その評価手法は確立されてはいるものの、正確な判定を行うにはある程度の経験が必要、あるいは、内部で発生した劣化評価がしづらいなどの課題もある。これらの評価が、誰にでも扱える簡易な測定機器により行え、メンテナンスに役立てることができれば屋外木製施設を普及していく上で有益である。

当研究センターでは、国産材のエクステリア部材としての利用促進を目的に、1999年に屋外耐久性向上手法を取り入れたスギ・ヒノキ材デッキボードを製作し、それらをセンター構内に設置した¹⁶。その後15年にわたり非破壊検査による経年調査を行ってきた。本研究では、これらで得られたデータをもとに、デッキボードの屋外設置における経年変化を把握するとともに非破壊検査による残存強度の推定の可否について検討を行った。

II 材料及び方法

1. 材料

(1) デッキ材の概要

デッキ材の断面寸法は幅50mm、厚さ40mm、長さ1,000mmとした。デッキ材に供した樹種は県内産のスギ (*Cryptomeria japonica*)・ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) とし、木材防腐剤の加圧注入及び木材保護塗料の塗布による耐久性向上処理を行った(表1)。耐久性向上処理工程として、無垢製材に各種処理を行ったもの(以下製材)、ラミナを積層した集成材に各種処理を行ったもの(以下集成材1)、ラミナに防腐剤を注入後、それらを積層し集成材にしたもの(集成材2)の3パターン行った。使用した木材防腐剤はACQ系防腐剤(マイトレック ACQ, コシイプレザービング, 以下 ACQ)及び、AAC系防腐剤(レザック R, コシイプレザービング, 以下 AAC)の2種類とした。木材保護塗料は、キシラデコール(武田薬品工業, 以下 X)、ステンブルーフ(コシイプレザービング, 以下 S)とした。また、スギ・ヒノ

表1 試験材及び防腐処理一覧

樹種	スギ、ヒノキ、クロマツ、レッドシダー、スプルース、豪州ヒノキ
材料状態	天然乾燥製材、集成材1、集成材2
防腐処理	無処理、AAC系防腐剤、ACQ系防腐剤
保護塗料	無処理、キシラデコール、ステンブルーフ、

※詳細な試験設計は静岡県林業技術センター研究報告第30号参照¹⁴⁾

キ以外に対象樹種として、クロマツ (*Pinus thunbergii*)、レッドシダー (*Thuja plicata*)、豪州ヒノキ(ホワイトサイプレス) (*Callitris glauca*)、北欧産スプルース (*Picea sitchensis*) を加えた。

(2) デッキボードの設置概要

1999年3月に上記の各デッキ材を組み合わせで作製したデッキボード¹⁶を静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター構内の見本林内に設置した(図1)。設置場所は主にサクラ等の落葉樹が植えられており、春から夏にかけては木漏れ日程度の日照であるが、秋から冬にかけては日照のある環境であった。デッキボードは接地させず、コンクリート製の独立基礎上にデッキボードの土台を設置した。基礎はおよそ100mmの高さであり、土台が100mmの厚さがあるため、デッキ材は地上からおよそ200mmの高さに位置していた。



図1 デッキボードの設置状況

2. 試験方法

(1) デッキ材の経年調査

設置したデッキ材の経年変化を調べるため非破壊検査を行った。検査は、目視劣化度、縦振動法によるヤング率(E_f)、ピロディン(ピンφ2.5mm, Proceq)による貫入量(P値)をそれぞれ測定した。目視劣化度は、森林総合研究所6段階評価基準(表2)に準じ、各年、研究員1名により判定した。E_fは、試験体の木口面をハンマーで叩いた時に発生する共振周波数をFFTアナライザーで測定し、(1)式により求めた。E_fの測定の様子を図2に示す。

$$E_f \text{ (kN/mm}^2\text{)} = (2Lf)^2 \times d \times 10^9 \quad (1)$$

L: 材長 (m)

f: 一次共振周波数 (Hz)

d: 材密度 (kg/m³)

† 本報告の一部は、第64回日本木材学会大会(2014年3月、松山市)で発表した。

P 値は、デッキ材の上面におけるピロディンの貫入量とし、それぞれのデッキ材の両端部と中央部の 3 箇所の平均値とした。P 値の測定の様子を図 3 に示す。

上記検査は、設置前に行った後、設置後 3 年～9 年までの毎年及び 15 年経過時に行った。なお、試験途中で劣化が激しかったデッキ材についてはその時点で取り外し調査を終了した。データの集計上、取り外したデッキ材の取り外し後の数値は、目視劣化度は 5、Efr は 0kN/mm^2 とした。P 値は処理区内で取り外したデッキ材が発生した時点でその処理区については集計を行わないこととした。ACQ 処理材及び各デッキ材の耐久性処理状況、各処理における試験体数、設置前数値を表 3 に示す。

(2) 曲げ試験

15 年経過時に残存強度が認められたデッキ材を回収し、曲げ試験を行った。曲げ試験は、オートグラフ (AG-5000B, 島津製作所) を用い、支点間距離 900 mm の 3 等分点荷重方式により行った (図 4)。試験に際しては、試験時の荷重と中央部のたわみを計測し、破壊形態を記録した。また、非破壊検査の各値と曲げ試験から求めた曲げ強さの関係を明らかにするため、統計ソフト「R」¹⁰ を使用し直線回帰を行った。

III 結果及び考察

1 各デッキ材の経年変化

(1) 目視劣化度

図 5 に各処理におけるデッキ材の目視劣化度の平均値の経年変化を示す。

a) 防腐薬剤処理

防腐処理について、スギ・ヒノキとも ACQ 処理をしたものが高い耐久性を示した。これら処理を行ったものは、いずれの処理工程においても、設置後 15 年経過時で劣化度 1 を僅かに上回った程度であった。目視劣化度については、松岡ら⁶ は劣化度 2.5 を耐用年数の目安としており、ACQ 処理材は屋外設置後 15 年経過時においてもまだ健全な状態であると言える。久保ら⁴ の ACQ 処理木杭の野外杭試験の報告によれば、同等の処理を行った杭の 10 年経過時の地際部劣化度は 0.2 程度、15 年経過時では同 0.5 程度で、24 年経過時でも同 1.5 程度であった。桃原ら⁸ の同様の試験でも、設置後 10 年経過時で劣化度は 0.6 であった。当研究で設置したデッキ材はこれらの報告よりも劣化度が高めであったが、20 年程度は使用可能であると推測された。

AAC 処理材は設置後 7 年目で耐用年数の目安である目視劣化度 2.5 を上回った。AAC 処理材の耐用年数につい

表2 目視劣化度判定基準

被害度0	健全
被害度1	部分的に軽微な腐朽または虫害
被害度2	全体的に軽微な腐朽または虫害
被害度3	全体的に軽微な腐朽または虫害 かつ部分的に激しい腐朽または虫害
被害度4	全体的に激しい腐朽または虫害
被害度5	腐朽または虫害により崩壊

※森林総合研究所6段階評価基準⁶⁾



図2 Efr測定の様子



図3 P値測定の様子

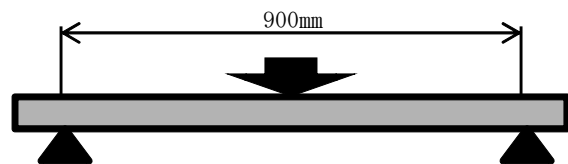


図4 曲げ試験の概要

ては、酒井ら¹³⁾ の野外杭試験による報告では 6～10 年、栗崎ら⁵⁾ の歩道ガイドロープ支柱の調査では 8 年と報告されている。前述の 2 報告が接地状態であったのに対して、当研究で設置したデッキ材は非接地であったことを考慮すると、多少耐久性が低めであったと考えられる。その要因の一つとしては、設置場所が腐朽菌の活動が活発化する春から夏にかけて日陰になることで、デッキ材が腐朽菌にとって適度な湿潤状態になっていたと思われ、木材にとっては厳しい環境であったのではないかと考え

表3 各デッキ材の処理状況及び設置前数値

樹種	材料状態	防腐処理	塗装処理	試験体数	密度 g/cm ³	Efr kN/mm ²	P値 mm	含水率 %
スギ	集成材1	無	無	8	0.394	8.22	20.6	14.6
	集成材1	無	X	8	0.379	7.96	22.0	13.0
	集成材1	無	S	8	0.366	8.40	22.0	12.9
	集成材1	AAC	無	8	0.435	6.79	21.7	14.1
	集成材1	ACQ	無	8	0.532	5.92	19.4	22.3
	集成材2	AAC	無	8	0.389	9.30	19.9	15.7
	集成材2	ACQ	無	12	0.385	7.99	18.4	14.2
	集成材2	ACQ	S	8	0.380	9.09	18.8	18.6
	製材	無	無	8	0.435	8.35	19.4	15.6
	製材	ACQ	無	8	0.553	6.94	21.6	21.2
製材	ACQ	S	8	0.587	6.54	18.5	19.8	
ヒノキ	集成材1	無	無	8	0.500	12.77	11.7	14.5
	集成材1	無	X	8	0.498	12.21	11.9	13.5
	集成材1	無	S	8	0.505	12.79	12.1	13.5
	集成材1	AAC	無	8	0.534	11.45	12.6	15.5
	集成材1	ACQ	無	8	0.663	10.17	11.2	24.1
	集成材2	AAC	無	8	0.496	12.92	12.5	13.5
	集成材2	ACQ	無	12	0.510	12.74	11.0	15.7
	集成材2	ACQ	S	8	0.491	13.04	11.5	15.2
	製材	無	無	8	0.495	13.67	12.6	18.1
	製材	ACQ	無	8	0.735	9.27	12.3	25.0
製材	ACQ	S	8	0.785	12.67	11.1	28.1	
クロマツ	製材	無	無	4	0.467	126.7	12.6	21.6
レッドシダー	製材	無	無	7	0.413	76.0	17.3	14.9
スプルー	製材	無	無	4	0.527	114.9	13.9	21.9
豪州ヒノキ	製材	無	無	7	0.806	88.2	8.3	10.5

※塗装処理の「S」はステンプルーフ、「X」はキシラデコール

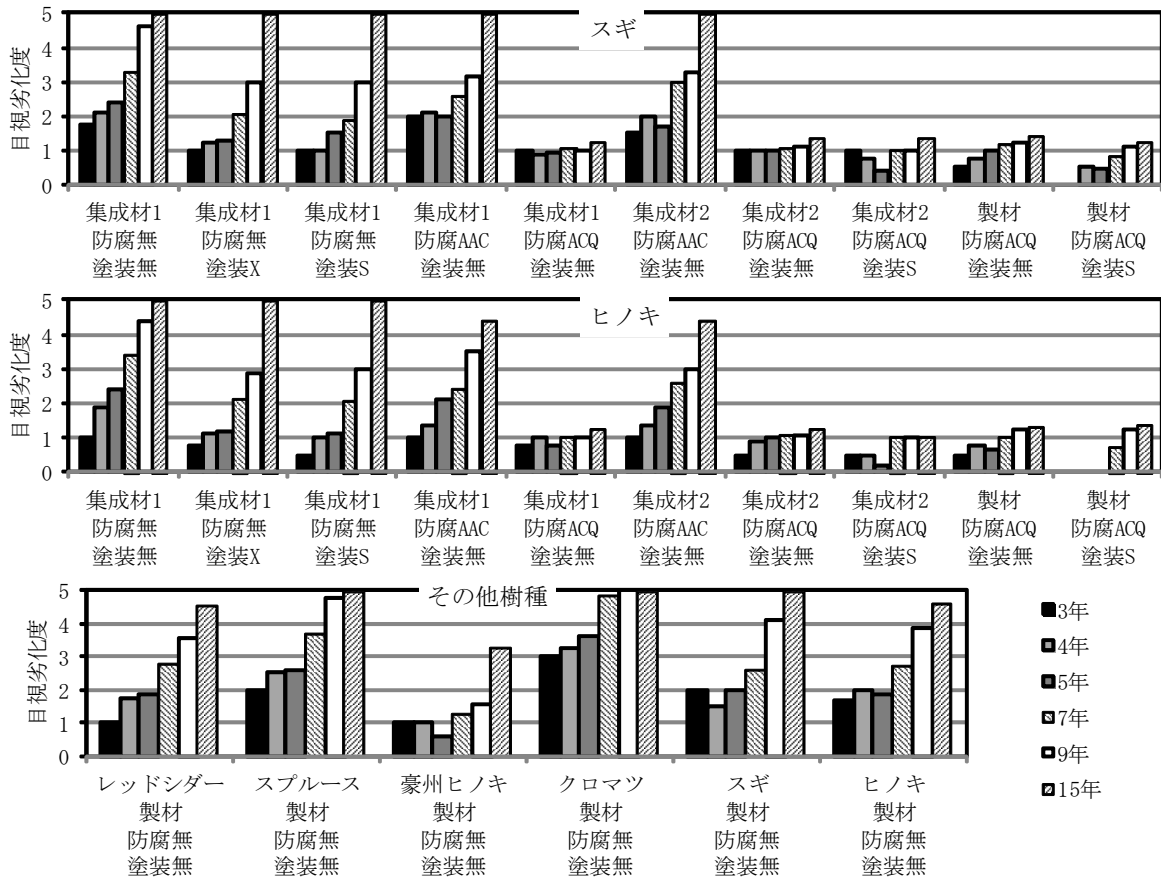


図5 各デッキ材の目視劣化度経年変化

られる。このような環境下では非接地でも腐朽の進行が速くなると推察される。

b) 木材保護塗料

塗装については、キシラデコール、ステンブーフとも1回の塗布で無処理に比べ2年程度腐朽を遅らせることができた。設置後4年目くらいから劣化が進行しはじめており、塗装の効果が薄れてきたものと思われる。持続的に耐久性を維持するためには設置後3年を目安に再塗装する必要があると思われる。防腐処理と塗装を合わせて行ったものは、防腐処理のみに比べ5年くらいまでは多少劣化を遅らせる効果が見られるが、それ以降になるとほぼ劣化度に差はなくなった。

c) 製造工程

集成材1は集成材に仕上げた後防腐剤を注入したもので、集成材2はラミナに防腐剤を注入した後集成材に仕上げたものである。防腐剤は、一般的に木口面からの含浸が多く、その他の面からの含浸は少ない。また、木口面からの防腐剤含浸量は木口に近いほど多く、木口面から内部にいくに従い防腐剤は入りにくくなる。そのため、板厚が小さく、長さが短い材ほど注入性は高くなる。集成材2は板厚の薄い材に防腐剤を注入していることから集成材に仕上がった時の含浸程度は集成材1よりも良好であることが期待される。一方で、防腐処理材の接着性

については接着強度が落ちるとの報告がなされている¹⁾。

集成材1と集成材2の防腐剤ごとの目視劣化度を比較すると、AAC処理では、スギで集成材2が集成材1に比べ5年までの劣化度が多少低かったが、ヒノキでは差は見られなかった。ACQ処理では、スギ、ヒノキとも集成材1と集成材2で差はなく、むしろ製材の劣化度が低くなっていた。今回の試験体の長さは1mと短かったことから、木口面からの含浸が何れの材においても十分行われていたと推察され、ラミナ注入の利点を判別するに至らなかったと思われる。

d) 樹種

樹種については、クロマツとスプリースの腐朽が早く、クロマツが設置後3年で、スプリースが同4年で目視劣化度が2.5を超えた。レッドシダーは初期の腐朽度合いが低かったが、4年目以降はスギ、ヒノキと同等の劣化状況で、7年で劣化度が2.5を超えた。豪州ヒノキの耐久性は高く、9年目の劣化度は2以下であった。15年目では劣化度3を超えたが、無処理でも10年程度は強度を保持できるものと思われた。

(2) 縦振動法によるヤング率及びピロディン貫入量

図6に各処理におけるデッキ材のEfr及びP値の平均値の経年変化を示す。なお、デッキ材の劣化の状況に製造工程及び塗料の種類による違いが少ないことから、そ

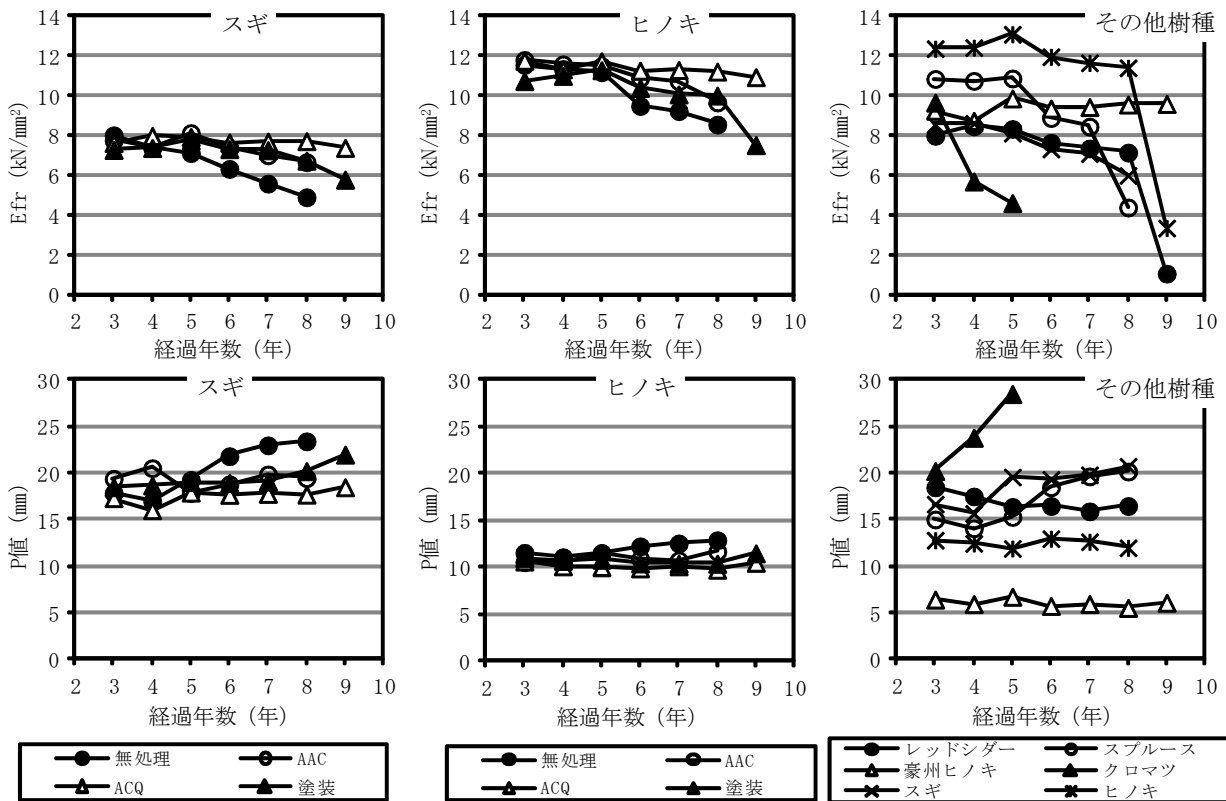


図6 各デッキ材のEfrとP値の経年変化

これらのデータをまとめて示す。

a) スギ及びヒノキ材

スギについて、Efrは、無処理、AAC処理、塗装で経過年数の増加に伴う低下が見られたがACQ処理は8年経過まではほぼ一定であったが9年経過で値の低下が見られた。「日本建築学会木質構造設計基準」¹¹⁾ではスギの基準ヤング率は 7kN/mm^2 であり、無処理では6年、AAC処理と塗装では8年経過時でEfrは基準値以下となり、目視劣化度における耐用年数とほぼ一致した。P値は無処理と塗装では経過年数に伴い値が上昇する傾向が見られた。

AAC処理は8年経過時で目視にて劣化の激しい材が多く見られたが、経過年における値の上下が激しくP値による評価はできなかった。ACQ処理はEfrと同様に、8年経過まではほぼ横ばいで9年経過時に値の上昇が見られた。また、無処理の6年経過時のP値は21.8mm、AAC処理と塗装の8年経過時のP値はそれぞれ18.8mm、17.7mmとばらつきが見られた。

ヒノキについて、Efrはスギと同様の傾向であった。ヒノキの「日本建築学会木質構造設計基準」¹¹⁾における基準ヤング率は 9kN/mm^2 であり、無処理では8年経過時で、塗装では9年経過時で、Efrは基準値を下回った。AAC処理のEfrは、8年経過時には基準値を上回っていたが9年経過時にはすべての材で劣化が激しく測定不能であったため、9年経過時に 9kN/mm^2 を下回ったと言え、Efrが基準値を下回った時期は、目視劣化度による耐用年数とほぼ一致した。P値では無処理とAAC処理ではスギと同様に経過年数に伴う値の上昇が見られたが、塗装はACQ処理と同様に8年経過までは横ばいで9年経過時に値の上昇が見られた。

b) その他樹種

今回対象に取り上げた樹種の中ではクロマツが最も劣化速度が速い結果となった。クロマツはEfr、P値とも4年経過時から急激に劣化が進み、その時点でスギのEfrを下回り、6年経過時に測定不能となった。次に劣化速度

が速かったのはスプルースで、Efrは5年経過まではほぼ一定であったが6年経過時から急激に下がり、8年経過時でスギを下回った。レッドシダーは、8年経過まではEfrは緩やかに減少していたが、9年経過時にはほとんどの材が測定不能となった。P値も8年経過まではそれほど大きな変化はなく、9年目で急激に劣化が進行したと思われる。レッドシダーは一般住宅等の外構材として良く使用されている³⁾木材であるが、今回の試験では、スギやヒノキに比べ高耐久材とは言えない結果であった。豪州ヒノキは、Efr、P値とも9年経過時までほぼ一定であり、屋外設置による各数値の低下が見られなかった。15年経過時には目視による劣化が見られたが、Efrが 8.49kN/mm^2 、P値が9.8mmであり、初期値(表3)からの低下は小さかった。

2 目視劣化度、縦振動ヤング率、ピロディン貫入量の関係

製材及び集成材1について、無処理のスギ及びヒノキデッキ材の目視劣化度とEfrの関係を図7に、目視劣化度とP値の関係を図8に、P値とEfrの関係を図9に示す。

図7から、スギ、ヒノキとも目視劣化度とEfrの間に負の相関が見て取れる(スギ： $r=-0.34$ 、ヒノキ： $r=-0.64$ 、スピアマンの順位相関係数、いずれも1%水準で有意差有り)。いずれの劣化度においても、ヒノキがスギよりもEfrが高かったが、低下の割合はスギの方が緩やかであった。

図8から、目視劣化度とP値の間では、スギ、ヒノキとも正の相関が見られた(スギ： $r=0.54$ 、ヒノキ： $r=0.25$ 、スピアマンの順位相関係数、スギは1%水準で有意差有り、ヒノキは5%水準で有意差有り)が、ヒノキはスギに比べ低かった。ヒノキは劣化度2以上では、P値の最大値が20前後と変わらず、P値だけでは劣化が進んでいると判断しづらい状態であった。

図9から、P値とEfrの間では、スギ、ヒノキとも負の相関が見られた(スギ： $r=-0.47$ 、ヒノキ： $r=-0.22$ 、ピアソ

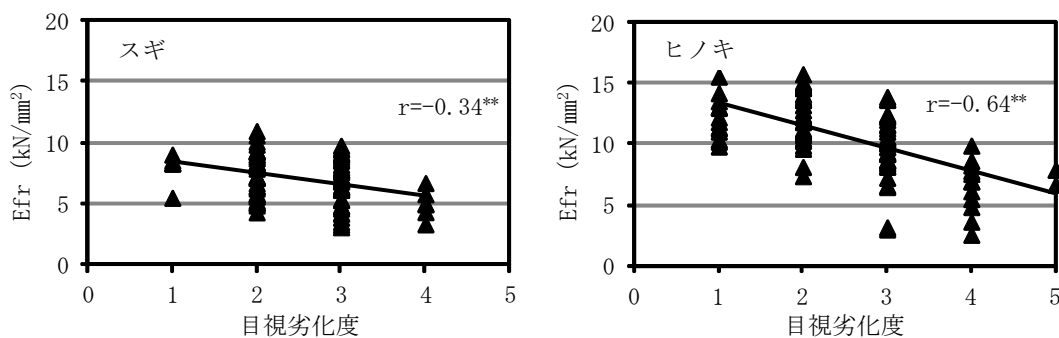


図7 無処理材の目視劣化度とEfrの関係

検定: " **" 1%水準で有意差有り

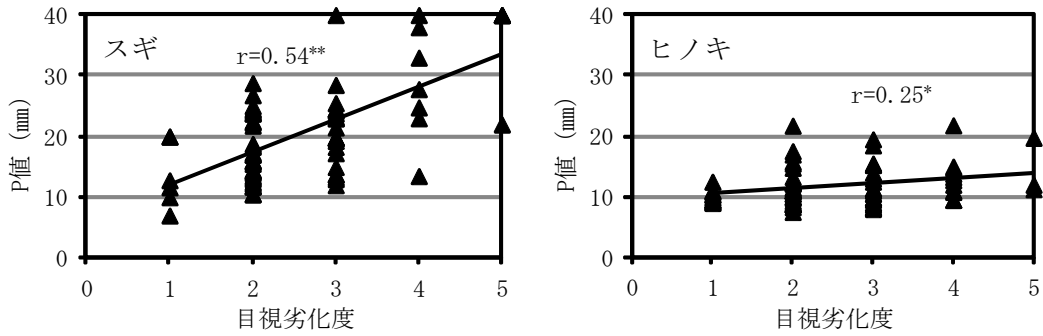


図8 無処理材の目視劣化度とP値の関係

検定: ”***” 1%水準で有意差有り、”**” 5%水準で有意差有り

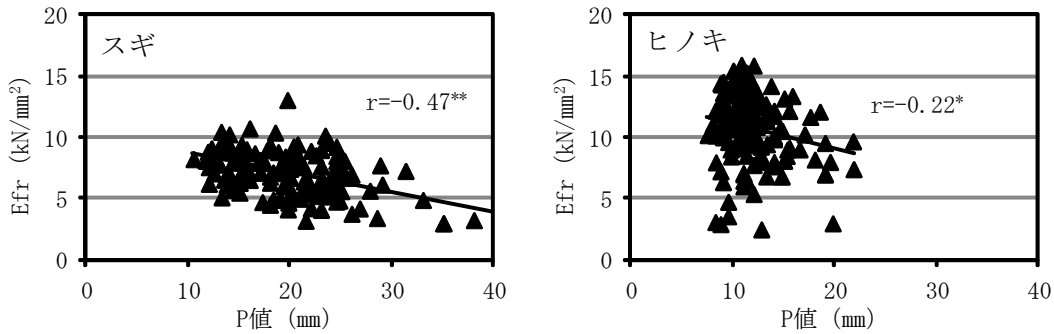


図9 無処理材のP値とEfrの関係

検定: ”***” 1%水準で有意差有り、”**” 5%水準で有意差有り

ンの相関係数, スギは1%水準で有意差有り, ヒノキは5%水準で有意差有り)が, ヒノキはスギに比べ低かった。

以上の結果から, 今回の試験では, 目視劣化度による評価と Efr の値の相関が高かったことから, 目視劣化度判定を行わずとも, Efr を測定することで非破壊による劣化度判定が可能であることが示唆された。P 値は, スギでは目視劣化度との相関は高かったが, ヒノキでは目視劣化度との相関は低めであった。それぞれの非破壊試験の特徴を考えると, 目視劣化度と Efr は劣化の評価を材全体で行うのに対して, P 値はピンの打ち込み箇所みの局所的な評価となってしまう。今回の試験では, 経年変化を把握する目的であったため, ピロディンの打ち込み箇所を試験開始時に設定してあり, 狭い範囲の調査となっていた。そのため, その位置が必ずしも劣化箇所と一致していなかったことが他の非破壊検査との相関が低くなった理由と考えられた。

今回行った非破壊検査の内, 目視劣化度判定は, 正確に判定を行うにはある程度の経験が必要であり, Efr は, 測定対象物が固定されていると正確な値が出にくく, 調査時の条件として調査対象を取り外す必要があるなどの制約がある。これらに対して, ピロディンは扱いが容易で, 客観的な判断が可能であり, 対象物が設置された状態で測定が可能のため, 劣化診断の調査手法として普及させるのに適していると言える。今回の試験では, スギ

では P 値と目視劣化度, Efr とも相関が得られており, P 値を劣化の指標とすることは不可能ではないと思われる。例えば, 調査時に劣化が進んでいそうな箇所にピロディンを打ち込むなど, 打ち込み箇所数や位置などの適正化がピロディンによる劣化診断の可否における今後の課題である。

3 設置後 15 年における残存強度

曲げ試験に供することができた試料のほとんどが ACQ 系の防腐処理を行ったもので, AAC 系及び無処理で供試できたデッキ材は合わせて 3 試料のみであった。そのため, 以降の分析は ACQ 系防腐処理材のみで行う。

(1) 各試験体タイプにおける曲げ強度

図 10 に各試験体タイプの設置後 15 年経過時における曲げ強さの平均値を示す。スギはタイプ毎の曲げ強度に有意な差は見られなかった。ヒノキについても製材の防腐 ACQ+塗装 S で平均値が高かったが, タイプ間での有意差は見られなかった。各試験体全体の平均値はスギで 36.1N/mm^2 , ヒノキで 49.5N/mm^2 となり, 設置後 0.5 年及び 1 年経過した時点で取り外し曲げ試験を行ったデッキ材の曲げ強度¹⁶⁾ に比べ, スギが 30% の低下, ヒノキが 24% 低下してはいるが, 双方とも依然十分な強度を有していた。

製造工程の違いについて, 集材材 1 及び 2 の曲げ強度の平均値には差が出なかったが, 破壊形態には差が見られた。集材材 1 については接着層でのせん断破壊が 16 体

中0体であったが、集成材2では28体中3体見られた。ヒノキについては、集成材1では16体中1体、集成材2では28体中10体見られた。集成材2は防腐剤を注入したラミナを積層接着した集成材であり、前述のように注入性の向上といった利点がある一方で、接着強度の低下が指摘されている⁷⁾。今回最も接着層のせん断破壊による割合が高かった「集成材2・防腐ACQ・塗装無」のせん断破壊の有無の違いによる曲げ強度の平均値を比較すると、せん断無しでは50.0N/mm²、有りでは34.0N/mm²とせん断有りが32%低い値となった。今回の試験では、製造工程による劣化状況に差はなく、残存強度にも差は認められなかったことから、今回のような短尺で小断面な部材の使用に関しては、接着層のはく離のリスクやコスト面等を考慮すれば、無垢製材が好ましいと考えられた。

(2) 縦振動ヤング係数、ピロディン貫入量と曲げ強度の関係

E_{fr}及びP値と曲げ強度の関係を図11示す。E_{fr}と曲げ強度との間にはスギ・ヒノキとも正の相関が認められた(スギ:r=0.71, ヒノキ:r=0.66, ピアソンの相関係数, スギ, ヒノキとも1%水準で有意差有り)。健全材ではE_{fr}と曲げ強度との間に相関があることが一般的に知られているが、屋外に15年設置し、多少劣化が見られる材においても同様の傾向が示され、残存強度の評価に適していると考えられた。

P値と曲げ強度に関しては、スギでは負の相関が認められたが、ヒノキでは認められなかった(スギ:r=-0.47, ヒノキ:r=-0.24, ピアソンの相関係数, スギは1%水準で有意差有り, ヒノキは有意相関無し)。目視劣化度及

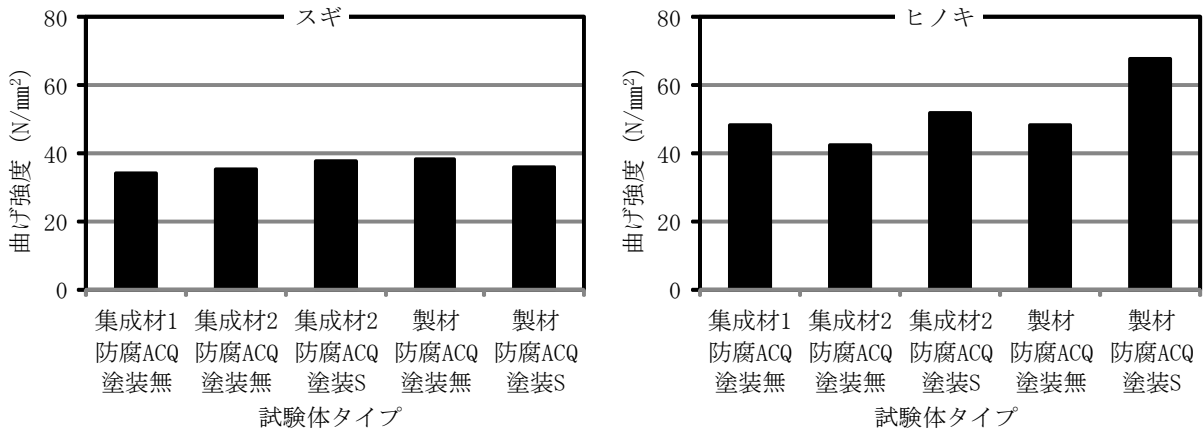


図10 設置後15年経過時における各試験体タイプの曲げ強度

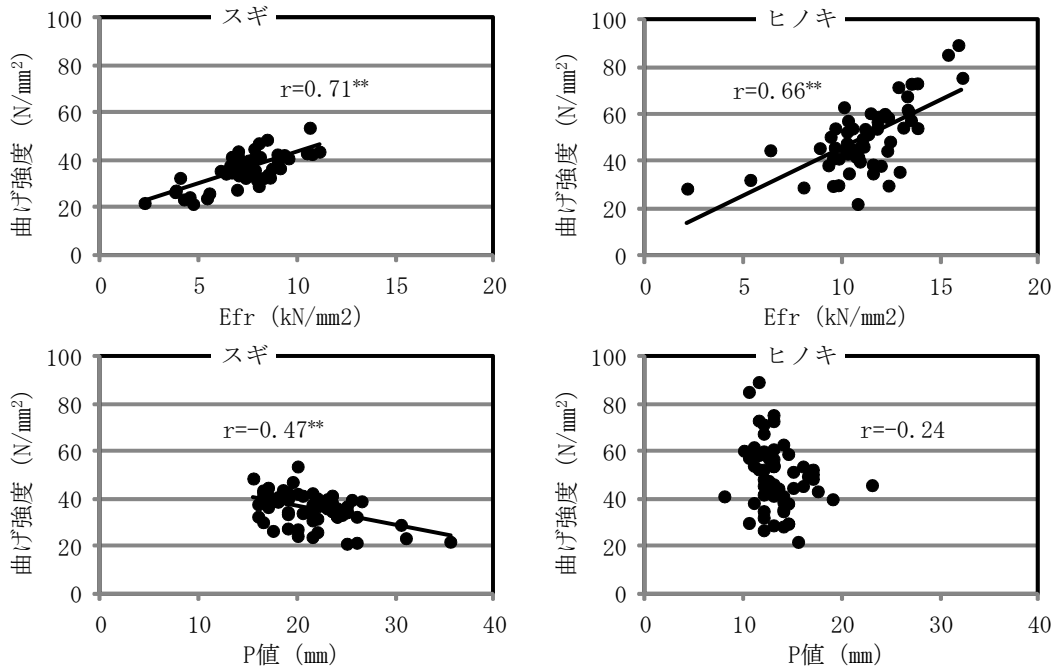


図11 スギ、ヒノキACQ処理材のE_{fr}及びP値と曲げ強度の関係

検定: ” **” 1%水準で有意差有り

び E_{fr} と P 値の関係と同様に、 P 値が局所的な値であることが曲げ強度との関係にも影響したものと思われた。一方で、曲げ強度は著しい欠点により低い値になることがあるため、腐朽による曲げ強度の低下を発生させるような欠点をピロディンで評価できれば、曲げ強度を推定する上で有効な手法となり得る。前述のとおりピロディンの利用には利点も多いことから、ピロディンによる曲げ強度の推定が行える調査手法についての検討が今後必要である。

IV 摘 要

多様な防腐処理を施したデッキ材を使用して作製したデッキボードを 1999 年 3 月に静岡県森林・林業研究センターの見本林内に設置した。それらの設置後 15 年間にわたる経年変化を、目視劣化度、縦振動によるヤング率 (E_{fr})、ピロディンによる貫入量 (P 値) 等の非破壊調査により測定した。また、15 年経過時における残存強度を曲げ試験により評価し、非破壊調査から残存強度を推定する手法の検討を行った。

スギ、ヒノキに ACQ 系防腐剤処理をしたものが高い屋外耐久性を示し、これら処理を行ったものは設置後 15 年経過時においても多くが軽微な腐朽にとどまっていた。AAC 系防腐剤処理材は設置後 7 年の経過で腐朽が顕著に現れた。塗装処理については、キシラデコール、ステンプルーフとも 1 回の塗布で無処理に比べ 2 年程度腐朽を遅らせることができた。また、設置後 15 年経過した材の曲げ試験を行ったところ、 E_{fr} と曲げ強さに高い相関が見られ、 E_{fr} の測定による非破壊検査により残存強度の推定が可能なが示された。

引用文献

- 1) 金森勝義・石川佳生 (1997) : 防腐処理ラミナを用いたカラマツ集成材の薬剤注入性と初期接着性能, 北海道林産試験場報第 11 巻第 6 号, 1-13.
- 2) 間伐材製品開発検討会 (1998) : 4 既存木製施設の調査報告, 間伐材利用促進事業 (間伐材製品開発) 報告書, 18-33.
- 3) 木口実 (2003) : エクステリア, 木材工業 Vol.58, 504-507.
- 4) 久保友治・前田恵史・松永浩史・西村健・大村和香子・桃原郁夫 (2015) : ACQ の野外効力試験 4, 第 62 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (CD-ROM), N16-07-0930.
- 5) 栗崎宏・今村祐嗣・桃原郁夫・酒井温子・山根啓之・山口秋生・松本義勝・蒔田章・岡田真広・北田正司・角谷俊和・手塚大介・前田恵史・内倉清隆・関澤外喜夫 (2012) : JASK4 保存処理スギ丸棒の地際部寿命推定の試み, 木材保存 Vol.38, 163-171.
- 6) 松岡昭四郎・雨宮昭二・庄司要作・井上衛・阿部寛・内藤三夫 (1970) : 各樹種の野外試験による耐久性調査結果, 林業試験場研報 232, 109-135.
- 7) 宮崎淳子・中野隆人・平林靖・岸野正典 (1998) : 接着性能に及ぼす防腐薬剤の影響, 第 48 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 307
- 8) 桃原郁夫・西村健・大村和香子 (2004) : 森林総合研究所第 2 樹木園における杭試験 (1) 防腐処理杭の 10 年間の被害経過, 第 54 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (CD-ROM), Q31530.
- 9) 森満範・菊池伸一・奥村真由己・駒沢克己 (1998) : 防腐処理された木製屋外施設の耐久性, 北海道林産試験場報第 12 巻第 3 号, 16-25.
- 10) (社)日本建築学会 (2002) : 木構造計算基準・同解説一 許容応力度・許容耐力設計法一, 339pp, 丸善(株), 東京.
- 11) (社)日本建築学会 (2002) : 木構造計算基準・同解説一 許容応力度・許容耐力設計法一, 339pp, 丸善(株), 東京.
- 12) (社)日本木材保存協会 (1998) : 木材保存学入門改訂版, 80pp, (社)日本木材保存協会, 東京.
- 13) 酒井温子・岩本頼子・中村嘉明 (2001) : 日本農林規格認定の木材保存薬剤を加圧注入した杭の被害経過, 木材工業 Vol.56, 17-22.
- 14) 山浦好孝 (2008) : 木質土木資材の耐久性と新たな防腐処理に関する研究, 平成 19 年度佐賀県林業試験場業務報告書, 39-48.
- 15) 矢田茂 (1998) : 国内 (近畿地域・北陸地域) における木造外構施設事例調査, 木材資源耐久性維持・向上システム化事業事例調査報告書 (北米及び国内), 55-78.
- 16) 渡井純・池田潔彦 (2002) : 屋外利用木材の耐久性向上技術と評価手法に関する研究 (I) - 耐久性向上を目指したデッキボード等の試作と屋外設置後 3 年経過時までのデッキ材の材質変動 -, 静岡県林業技術センター研究報告第 30 号, 49-69.