県産スギ材製品の耐候性に関する研究（第２報）

浦井　和彦*　本多　章作*　石井啓貴*

The research on the weather resistance of the prefectural-made SUGI product（Vol.2）

URAI　Kazuhiko,　HONDA　Syosaku　and　ISHII　Hirotaka

抄　録

新潟県産スギ材の間伐材を用いた製品（側溝用木製蓋）の正確な耐用年数の把握と製品の適正な防腐処理方法を検討するために、製品を試験体として、当センター北側の側溝に設置し、屋外暴露試験法による耐候性試験を実施している。設置して２年経過した試験体の劣化の状態を強度試験やピロディンを用いた測定により確認したので、ここに第２報として報告する。

１．緒言

試験に用いた側溝用木製蓋は、県産スギ間伐材を利用した商品のひとつで、管内企業が開発したものである。従来の側溝用製品（コンクリート製、金属製）に比べ、製品素材に木材を用いることで軽量化が図られている反面、耐用年数が短いという欠点を持っている。

当センターでは、この製品の正確な耐用年数を把握すること。また、製品素材であるスギ材の使用環境に適した防腐処理方法を検討するために、製品に各種防腐処理を施し、製品を試験体として、平成１４年よりセンター北側側溝に設置し、屋外暴露による耐候性試験を実施している。

本研究では、２年経過した屋外暴露試験体の劣化の状態を前回同様、強度試験及び試験体の色差測定で評価した。また、木材の腐朽度を現場で確認できる評価機器として普及し始めたピン打ち込み方式による劣化診断機器「ピロディン」による測定を実施したので、ここに第２報として報告する。

２．試験体

試験体は、一般的な防腐防蟻剤を用い処理したもの３種類と保護塗料で処理したもの２種類、これに未処理を併せて６種類、それぞれ６個作成した。

２．１　供試材

・産地　　新潟県上越市
・樹種名　スギ

２．２　試験体の種類と処理方法

・試験体Ａ　木材防腐防蟻剤　加圧注入処理
・試験体Ｂ*　木材防腐防蟻剤　加圧注入処理
・試験体Ｃ*　木材防腐防蟻剤　加圧注入処理
・試験体Ｄ　木材保護塗料　刷毛塗り
・試験体Ｅ　木材保護塗料　刷毛塗り
・試験体Ｆ　未処理木材

＊：（社）日本木材保存協会認定薬剤

２．３　寸法

試験体は、設置する側溝の寸法に合わせ作製した。大きさは、４００×３３０×５０ｍｍ。角材（５０×５０×４００ｍｍ）６本を用い、それぞれの間に座金を入れ、隙間を作った状態で、木ねじにより組み立てた。

３．屋外暴露試験（耐候性試験）

３．１　設置場所

上越技術支援センター北側側溝（図１）

３．２　暴露試験期間

*　上越技術支援センター

平成１４年５月２４日から平成１６年２月２０日まで

図１．設置され試験体

４．劣化診断

木材の劣化とは、自然環境下に長期間曝されることにより発生する木材の割れや菌による分解、昆虫による食害、光等による退色・変色などを含め、木材の性能が低下する現象を言う。

木材の劣化を判断する方法には、破壊検査方法と非破壊検査方法があり、非破壊による最も簡単な方法としては、目視や指蝕による判定法がある。

本研究では、非破壊検査法であり、現場で比較的簡単に劣化診断が可能な検査器具”ピロディン”を用いた測定および曲げ剛性試験と破壊検査法である強度試験による曲げ強さや圧縮強さを求め、劣化の状態を確認した。

５．ピロディン（非破壊試験）

ピロディン（図２）は、木材の強度を簡易的に、かつ、持ち運び容易な検査器具で、検査物に一定の力でピン（検査針）を打ち込み、その打ち込み深さにより、検査物の強度や劣化の度合いを診断する器具である。

ヨーロッパでは、電柱の劣化診断に用いられ、我が国に於いても、現場で手軽に検査が出来ることから、普及し始めた。

図２．ピロディン

５．１　ピロディンによる測定

スギ材の乾燥材（未利用材）および試験体について、針径３ｍｍの検査針を用い、スギ材については１２箇所、試験体については、各部材１本につき２箇所の計１２箇所測定した。(図３)

今回、新潟県森林研究所データ[1)]と互換性を持たせるために、針径３ｍｍの検査針を用いた。

図３．ピロディンによる測定

６．強度試験

耐候性試験体の部材で曲げ剛性試験を実施した後、その部材から曲げ試験片及び圧縮試験片を作製し、ＪＩＳ　Ｚ　２１０１に準拠し、強度試験を実施した。

６．１　曲げ剛性試験（非破壊試験）

木材などの不均一な材料において、同一母材での破壊を伴う強度試験評価は不可能である。そこで、同一母材の強度を評価する非破壊検査方法のひとつとして曲げ剛性試験がある。曲げ剛性試験は、試験材の弾性域に於ける曲げ試験で、試験材をある一定の量に変形させた時、その変形に要した荷重の大きさで表す。

試験は、木材の試験方法(JISZ2101-1994)に準

じ、支点間距離を３４０ｍｍとした曲げ試験で、試験体が２ｍｍ変形した時の荷重を測定した。なお、試験片の数は各条件につき６個である。

６．２　曲げ試験、圧縮試験（破壊試験）

曲げ剛性試験を実施した試料から、圧縮試験片、曲げ試験片を作製した。これを木材の試験方法(JISZ2101-1994)に準じ、圧縮試験および曲げ試験を行い、圧縮強さ、曲げ強さ、曲げヤング係数を求めた。なお、試験片の数は、圧縮試験で各条件につき１８個、曲げ試験は各条件につき１２本である。

７．結果および考察

７．１　非破壊試験結果

７．１．１　ピロディン値（打ち込み深さ）

ピロディンによる測定結果を表１に示す。

スギの健全材では、平均打ち込み深さが約１５ｍｍであった。試験体Ａおよび試験体Ｃ、試験体Ｄの各処理材についても、平均打ち込み深さが１５～１７ｍｍと健全材の最大深さより小さく、文献[1)]の健全材と同等の値を示し、試験体Ｂおよび試験体Ｅの値が、健全材の値に比べ、打ち込み深さが２０％～３０％深く刺さった。この値は、暴露年数でいうと５年経過した値を示し、スギの耐用年数を超えているが、曲げ強度などのデータから、これらの処理材はまだ、耐用年数には至っていなかった。これは、ピロディン測定箇所の状態（木理、節など）により値が大きく、バラツいたものと思われる。

表１．ピロディン値（単位：ｍｍ）

種類	最大深さ	平均深さ	最小深さ
ｽｷﾞ健全材	１７．０	１５．４	１４．５
試験体Ａ	１８．５	１５．５	１４．０
試験体Ｂ	２６．０	２０．４	１５．０
試験体Ｃ	２１．０	１６．３	１２．０
試験体Ｄ	２１．５	１６．３	１３．０
試験体Ｅ	３０．０	１８．６	１２．５
試験体Ｆ	２４．０	１７．４	１２．０

７．１．２　曲げ剛性

各種処理材の変形荷重（単位：ｋＮ）を表２に示す。また、経年劣化による曲げ剛性値の変化の様子を表３に示す。

試験体母材の健全時の変形荷重を１００とした時、試験体Ｂ、試験体Ｃ、試験体Ｆが１５～２０％の強度劣化で、その他は１０％の低下であった。

試験体Ｃについては、前年結果と変化がない結果が出たが、これは、木材そのもののバラツキによるものと前年度測定の試験体が他の試験体に比べ、劣化が進んでいたものと思われる。

表２．曲げ剛性（単位：ｋＮ）

種類	最大	平均	最小
試験体Ａ	１．８０	１．６６	１．４９
試験体Ｂ	１．６５	１．４５	１．０５
試験体Ｃ	１．７９	１．５７	１．２１
試験体Ｄ	１．７７	１．６３	１．４４
試験体Ｅ	１．７１	１．６３	１．４３
試験体Ｆ	１．６９	１．４９	１．３４

表３．経年劣化による曲げ剛性変化の様子

種類	１年目	２年目
試験体Ａ	９７％	９２％
試験体Ｂ	８９％	８０％
試験体Ｃ	８６％	８６％
試験体Ｄ	９４％	９０％
試験体Ｅ	９４％	９０％
試験体Ｆ	９１％	８２％

７．１．３　目視等による状態観察

青カビが発生した試験体Ｆを除いては、試験体に腐朽菌の発生はなかった。また、ほとんどの試験体で、車両通行による表面の石キズや小さい割れが発生したが寿命に影響が出るほどのものではなかった。

試験体の変色・退色については、試験開始時の色から処理前の木材本来の色になり、表面が

灰色から灰褐色に変色した。その中で、試験体Ｅの変色は少なかったが、一部塗装膜が剥離していたところがあった。

なお、試験体の加圧注入処理材の一部で注入不良材があった。（試料作製時に目視確認）

図４．２年経過した試験体

７．２　破壊試験結果

７．２．１　曲げ強さ、曲げヤング係数

各種処理材の曲げ強さおよび曲げヤング係数を表４および表５に示す。

試験体Ｆの曲げ強さについては、試験体Ａに比べ、２５％低い値が出た。また、試験体Ｂ、試験体Ｅともに低い値が出た。曲げヤング係数についても、同様な傾向が見られた。

健全材を１００とした時、試験体Ｆを含めた試験体の劣化度は、曲げ強さで２２％、曲げヤング係数で３０％減少した。

表４．曲げ強さ（単位：ＭＰａ）

種類	最大	平均	最小
スギ健全材	７８．２	６３．４	４０．１
試験体Ａ	７７．８	５６．３	４８．１
試験体Ｂ	５４．３	４４．５	３２．１
試験体Ｃ	７７．７	５２．５	３７．０
試験体Ｄ	６５．６	５４．２	４２．４
試験体Ｅ	５７．０	４８．７	３３．０
試験体Ｆ	５１．０	４２．２	２８．８

７．２．２　圧縮強さ

各処理材の圧縮強さを表６に示す。

健全材に比べ、試験体Ｅの圧縮強さが最も低い値を示した。これは、試験体Ｅの塗膜が一部剥がれていたことと試験片の年輪幅が大きかったことが影響していると思われる。

表５．曲げヤング係数（単位：ＧＰａ）

種類	最大	平均	最小
スギ健全材	８．８６	７．９４	４．５３
試験体Ａ	６．８２	６．１０	４．７６
試験体Ｂ	６．８８	４．９４	２．８２
試験体Ｃ	８．２１	５．７４	４．１１
試験体Ｄ	７．９４	６．２１	３．５４
試験体Ｅ	６．０４	５．１４	２．９６
試験体Ｆ	６．０８	５．３６	３．９７

表６．圧縮強さ（単位：ＭＰａ）

種類	最大	平均	最小
スギ健全材	３５．４	３３．４	２８．１
試験体Ａ	２９．６	２６．９	２４．０
試験体Ｂ	３３．２	２４．４	２０．５
試験体Ｃ	３６．９	３０．２	２３．４
試験体Ｄ	３１．９	２７．８	２２．５
試験体Ｅ	２５．３	２２．０	１７．６
試験体Ｆ	２９．０	２３．８	１８．５

７．３　まとめ

防腐処理の種類別に、測定結果の平均値から疲労度の順位を付け、その結果を表７に示す。

表７．処理の種類別疲労度の評価

種　類	ﾋﾟﾛ	剛性	曲げ	圧縮	ﾔﾝｸﾞ
試験体Ａ	1	1	1	3	2
試験体Ｂ	6	6	5	4	6
試験体Ｃ	3	4	3	1	3
試験体Ｄ	2	2	2	2	1
試験体Ｅ	5	3	4	6	5
試験体Ｆ	4	5	6	5	4

８．結言

（１）屋外暴露試験により２年経過した新潟県産スギ間伐材製品の劣化状況を非破壊検査方法であるピロディン値、曲げ剛性値、および強度試験による曲げ強さ、圧縮強さ、曲げヤング係数で確認できた。

（２）製品の劣化度を非破壊評価および強度試験評価で表すと、ピロディン値および曲げ剛性値では、健全時に比べ１３％の劣化であった。また、曲げ強さでは２２％の減少、圧縮強さでは２４％、曲げヤング係数で３０％の減少であったが、実用的には、寿命に至っていない。

（３）非破壊検査方法であるピロディンによる劣化診断の結果と強度試験による劣化診断結果から、ピロディンによる劣化診断は有効な手段であることが確認できた。

９．参考文献

１）新潟県森林研究所；平成１３年度間伐材の劣化状況調査

１０．謝辞

本研究を行うにあたり、ピロディンによる測定のご指導を頂いた新潟県森林研究所の菅原主任研究員に感謝の意を表します。