

〈資 料〉

スリット処理によるスギの柱材と梁材の乾燥割れと断面変形の抑制効果*

小野広治・杉本英明・久保 健・成瀬達哉

スギの柱材と梁材の熱気乾燥やその後における割れや断面変形を抑制するために、従来から行われている柱材の背割りのような1材面に1本の処理ではなく、対面する2材面に2本のスリット処理した場合の割れや断面変形の抑制効果について検討した。得られた結果は以下のとおりである。

- ① 対面する2材面に2本のスリット処理が、割れや断面変形を抑制するのに効果的であった。また、スリットは各材面に現れる板目部分の両端付近にいと効果的であった。
- ② 熱気乾燥で含水率20%以下に乾燥した材にスリット処理を行ったが、既に発生していた割れの幅が拡大したり、長さが伸長して断面変形が大きくなるなど処理効果は認められなかった。したがって、スリット処理は生材時に行うことが必要であり、そのことにより熱気乾燥やその後の割れの発生と断面変形を抑制することができると考えられた。
- ③ 実大材の生材を長さ方向で2等分して、一方にスリット処理し、他方は無処理で熱気乾燥するとともに、モルダ―仕上げして、その後の割れや断面変形の抑制効果について検討した。その結果、無処理材では割れが発生し、断面変形が大きくなったが、スリット処理材では割れは発生せず、断面変形も小さくなった。

1. はじめに

建築基準法の改正や「住宅の品質確保の促進に関する法律」等が施行されたことにより、木造住宅で使用される構造材には、寸法精度の高い乾燥材が求められている。現在、県内の製材工場ではスギ、ヒノキの柱材を対象に人工乾燥が行われているが、今後は柱材だけではなく、断面寸法の大きな梁材でも乾燥が不可欠になっている。

これまでに、実大スギ梁材の熱気乾燥による乾燥性や乾燥経過に伴う強度性能の変化等について検討してきたが¹⁾、乾燥温度が80℃程度の中温域の熱気乾燥では、日本農林規格に示される含水率基準の20%以下に短時間で割れの発生を少なく乾燥することは困難であった。短時間で乾燥割れを少なく乾燥する方法には高周波・蒸気複合乾燥のように、高周波加熱により材内部の蒸気圧を高くすれば可能と考えられるが²⁾、現在、奈良県内の製材工場に導入されている乾燥装置の多くは中温域の熱気乾燥装置である。また、含水率計の測定で20%以下に乾燥した場合でも、背割り処理した柱材では割れの発生は少ないが背割り幅が拡張することにより断面変形が生じる。また、梁材では長辺の中央部分に大きな割れが発生する場合が多くみられる。これらのことにより施工後に断面が変形して、壁面の割れ、建具の不具合、床鳴り等のクレームの原因になっている。

そこで、中温域の熱気乾燥でスギ梁材等を人工乾燥す

る場合に、乾燥中や乾燥後の割れの発生や断面変形が少なくなる処理として、1材面に1本の背割り処理ではなく、対面する2材面にそれぞれ2本のスリット処理した場合の割れや断面変形の抑制効果について検討した。

2. 材料と方法

2.1 最適なスリット形状の検討

スギ梁材(12.0cm×24.0cm、2m)4本からそれぞれ材長85cmの材を2本採取して、一方には図1に示すような4種類(処理1～処理4)の背割りあるいはスリット処理し、他方は無処理で試験材とした。処理1は短辺にチェーンソーで幅が6mmで、深さ約12cmの背割り処理であり、処理2と処理3は長辺の対面する2面の中央部に丸鋸で幅が3mmで、深さ1cmと2cmの1本のスリット処理で、処理4は長辺の対面する2面の3等分点に丸鋸で幅が3mmで、深さ1cmの2本のスリット処理である。熱気乾燥は、乾球温度80℃、乾湿球温度差2～8℃の乾燥条件により恒温恒湿装置で14日間行った。また、熱気乾燥後の割れや断面変形を促進するために、試験材を温度50℃に制御した恒温装置内で24日間乾燥した。

2.2 スリット処理時期と処理効果の検討

乾燥材と製材直後の生材を用いて、効果的なスリット処理時期とスリット処理の有無による乾燥経過、割れの発生、断面変形の差異を比較した。

*：本研究の一部は日本木材加工技術協会年次大会(2002:大阪)において発表した。

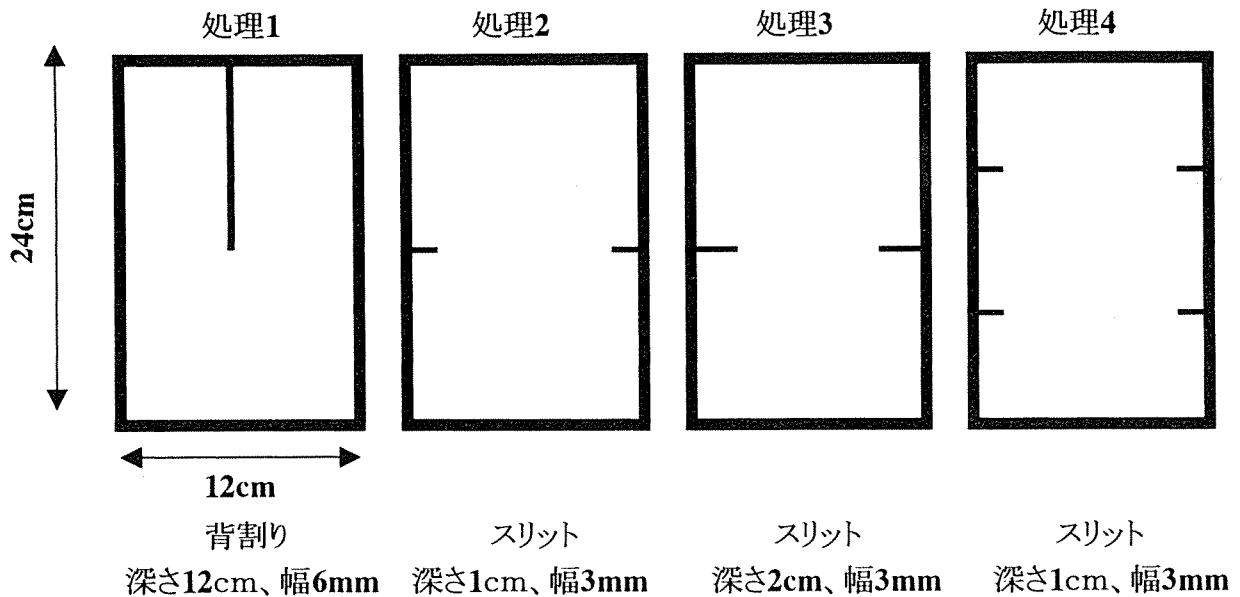


図1 背割りとスリットの形状

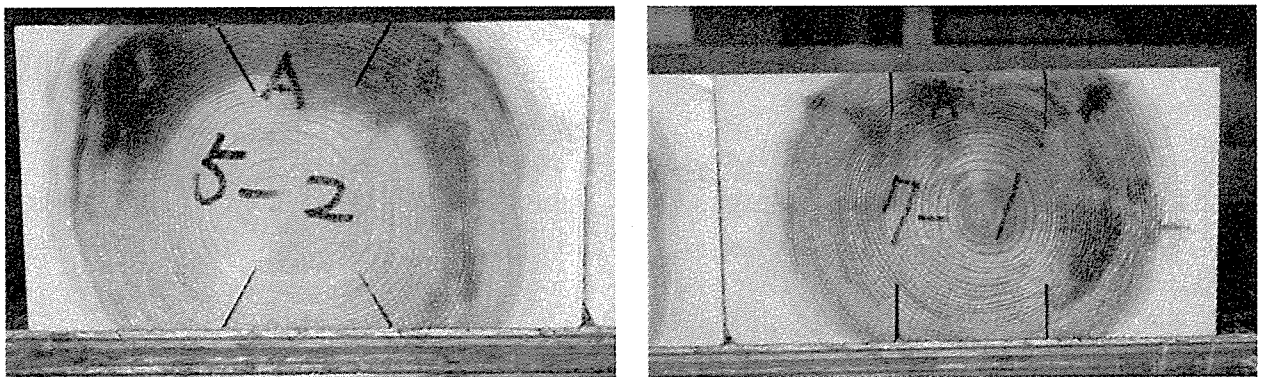


図2 2種類のスリットの形状

2.2.1 乾燥材のスリット処理試験

県内の製材工場でマイクロ波透過型の含水率計で含水率20%以下に熱気乾燥して、モルダ―仕上げされたスギの柱材(12.0×12.0cm、3m)と梁材(12.0×24.0、4m)それぞれ6本を中央部分で2等分して、一方にはスリット処理し、他方は無処理で試験材とした。スリット形状は、2.1の結果から最適と考えられた図2の右側に示す対面する2材面に2本のスリット処理で行った。それらを乾球温度50～70℃で、相対湿度は成り行き(乾湿球温度差20～30℃)の条件下で7日間促進乾燥した。なお、本試験の試験材には熱気乾燥時に既にいくらかの割れが発生していた。

2.2.2 生材のスリット処理試験

製材直後のスギ柱材(13.5cm×13.5cm、4m)と梁材(26.0cm×14.0cm、4m)、それぞれ8本を材長の中央で2等分して、一方にスリット処理し、他方は無処理で試験材とした。スリットの形状は2.2と同様な対面する2材面に2本のスリット処理で、スリットの角度を図2に示す

ように材面に直角と45度の2種類で行った。

熱気乾燥は、乾球温度83～85℃で乾湿球温度差0～15℃で10日間行った。熱気乾燥後、柱材は断面寸法が12.5cm×12.5cm、梁材は24.0cm×12.5cmにモルダ―仕上げし、その後の含水率の減少や断面寸法の変化、割れの発生を促進するために、乾球温度55～70℃、相対湿度は成り行き(乾湿球温度差20～30℃)の条件下で柱材は12日間、梁材は21日間乾燥した。

なお、いずれの試験においても、試験開始時、熱気乾燥後、促進乾燥後、モルダ―仕上げ後、試験終了時にそれぞれ重量、断面寸法、割れ等を測定した。断面寸法は各試験材の材長の中央部分の幅と厚さを測定した。割れは、各材面に発生した割れの長さ(幅)を測定した。断面の変形は、図3に示すように曲尺によりで木口断面の2辺の直角度で評価した。各時期の含水率は、終了時に各試験材の3カ所から採取した全乾法含水率を基準にして算出した。

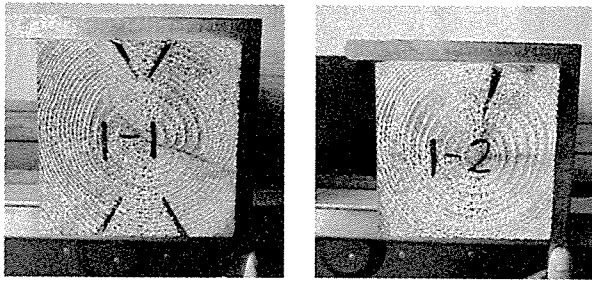


図3 断面変形の測定方法

3. 結果と考察

3.1 最適なスリット形状について

処理の有無による初期含水率と熱気乾燥後の含水率の関係を図4に示す。短辺にチェーンソーで背割りした材の含水率の減少量が大きくなったが、長辺に丸鋸で深さ1~2cmのスリット処理した材と無処理材では、減少量に大きな差は認められなかった。また、熱気乾燥後の温度50℃で相対湿度を成り行き条件に設置したときの乾燥経過でも、処理の有無による乾燥経過の大きな差は認められなかった。

熱気乾燥において背割りとスリット処理した材には割れは発生しなかったが、無処理材では4本中2本の試験材に長辺の中央部分に長さ10~45cmの割れが発生した。また、温度50℃の条件に24日間設置しても処理材には割れは発生しなかったが、無処理材では、4本中3本の試験材に長辺の中央部分に長さ85cmの全通割れが発生した。

試験終了時、処理の有無による木口断面の形状を比較すると、無処理材では長辺の中央部分に割れ幅が7~10mmの1本の全通割れが発生したことにより断面形状が大きく変形した。また、背割り処理材、スリット処理材でも背割り幅やスリット幅が拡大することにより断面は変形した。すなわち、短辺に背割り処理した材では、背

割り幅が拡大することにより断面変形は大きくなり、長辺の中央に1本のスリット処理した材では、無処理材の割れによる断面変形と同様に1本のスリット幅が拡大することにより断面変形が大きくなった。しかし、2本のスリット処理した材では、1本のスリット処理にくらべて変形が分散されることにより断面全体の変形は小さくなった。

以上のことから、割れや断面の形状変化を少なくするためには、対面する2材面に2本のスリットを入れる形状が、また、本試験では長辺の3等分点に2本のスリットを入れたが割れは板目の中央部分で発生することが多いために、スリットは板目部分の両端付近に入れることが効果的と考えられた。

3.2 乾燥材へのスリット処理効果

含水率20%以下でスリット処理を行った柱材と梁材および無処理材の乾燥経過を図5に示す。柱材の方が断面が小さいために促進条件下での乾燥速度は梁材にくらべて速くなったが、3.1の結果と同様にスリット処理の有無による乾燥経過には大きな差は認められなかった。

本試験は透過型のマイクロ波式含水率計の測定値で20%以下に熱気乾燥されモルダージュ仕上げされた材で、熱気乾燥によりいくらかの割れが発生している材が、スリット処理により割れがそれ以上拡大せず、断面変形を抑制できるかを検討するために行ったが、促進乾燥では図6に示すようにスリット幅は変化しないで、既に発生していた割れがさらに伸長し、割れ幅が拡大する傾向が認められた。また、無処理材でも既に発生していた割れがスリット処理材と同様に变化した。そのためにスリット処理の有無にかかわらず断面寸法が大きく変化した。したがって、含水率計で20%以下に乾燥された材であっても、既に割れが発生しているような材にスリット処理をしても割れや断面変形の抑制には効果がなく、スリッ

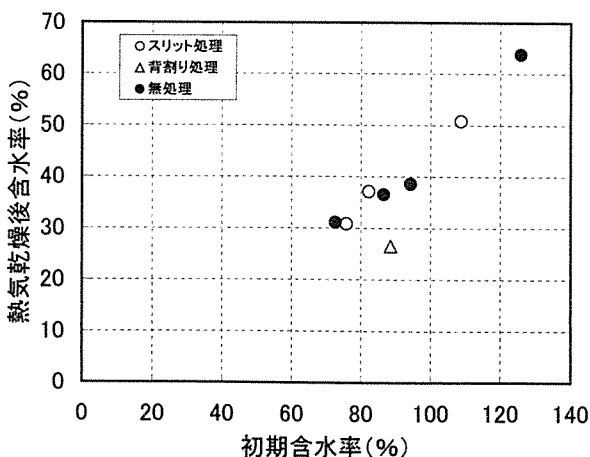


図4 処理の有無による初期含水率と熱気乾燥後含水率

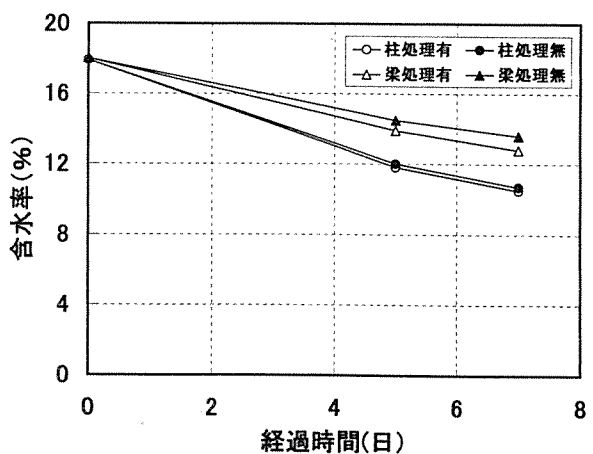


図5 スリット処理の有無による乾燥経過

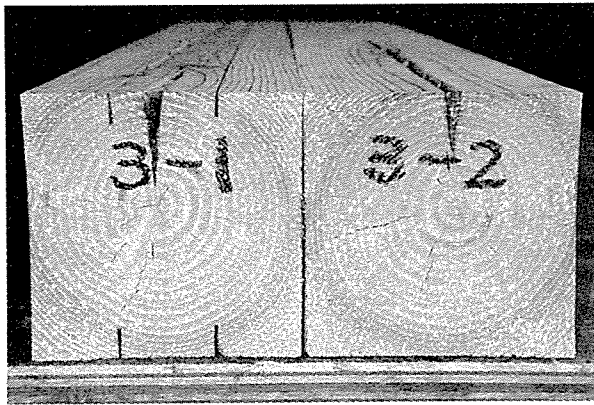


図6 促進乾燥でのスリットの形状変化

ト処理は生材時に行うことが必要と考えられた。

3.3 生材のスリット処理効果

3.3.1 スリットの有無による熱気乾燥時の重量変化

図7にスリット処理の有無による柱材と梁材の熱気乾燥前後の重量の関係を示す。柱材、梁材ともに乾燥前重量の重い材は乾燥後重量も重く、スギ製材品を10日間で全体を均一に乾燥することは困難であった。スリット処理の有無による効果を重量減少率(減少重量/生材重量)で比較すると、3.1の小試験体の乾燥経過では顕著な差はみられなかったが、本試験では柱材の重量減少率は処理材が27.0%、無処理材が23.8%、梁材では処理材が23.3%、無処理材が21.1%となり柱材、梁材ともにスリット処理材の重量減少率は約1割大きくなった。

3.3.2 スリット処理による割れ防止効果

熱気乾燥時、スリット処理した柱材、梁材には割れは発生しなかったが、無処理の柱材には8本中5本の試験材に長さ54~181cm、幅0.5~6.0mmの、梁材には8本中6本の試験材に長さ15~58cm、幅1.0~5.0mmの材面割れや木口割れが発生した。したがって、スリット処理することにより、熱気乾燥中の割れを防止することが可能で

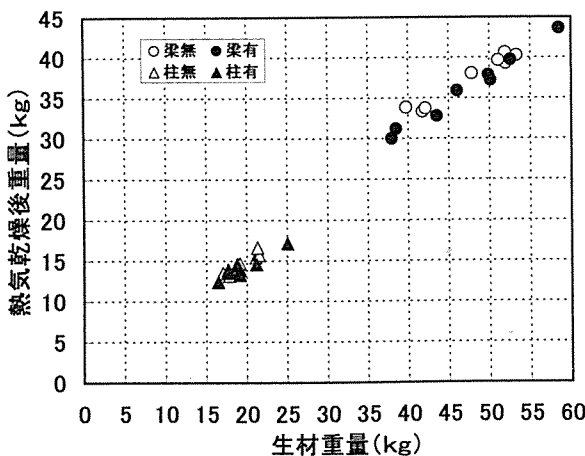


図7 スリット処理の有無による重量変化

あった。

3.3.3 モルダージュ仕上げ後の含水率と割れならびに寸法変化

図8にモルダージュ仕上げ後の柱材と梁材の含水率変化の1例を示す。モルダージュ仕上げ後の処理の有無による含水率変化を平均値と比較すると、柱材では12日間で、無処理材の平均含水率は16.6%から8.6%に、処理材では11.6%から7.2%に低下した。また、梁材では21日間で、無処理材の平均含水率は39.0%から15.9%に、処理材では35.4%から13.6%に低下した。柱材、梁材ともにスリット処理の有無による含水率の減少量に大きな差は認められなかった。

割れの発生については、柱材、梁材ともにモルダージュ仕上げ後に乾球温度55~70℃の条件下に設置してもスリッ

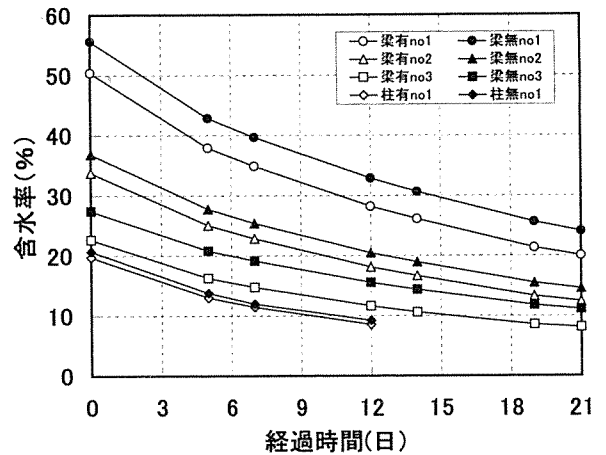


図8 モルダージュ仕上げ後の乾燥経過

ト処理材には割れは発生しなかった。特に熱気乾燥後の含水率が高かった無処理の梁材では、図9に示すように熱気乾燥時に発生した割れの幅が広がり、長さが伸長した。

断面変形については、生材時に材長の中央部分に基準線を設定して断面寸法を測定したが、割れの発生により正確な収縮率の測定は困難であったため、曲尺で木口断面の2面の直角度を測定したが、スリット処理材の方が無処理材にくらべて断面変形は小さかった。断面変形は収縮率の大小よりも発生した割れ幅の影響が大きいと考えられる。すなわち、無処理の柱材ではどの面に割れが

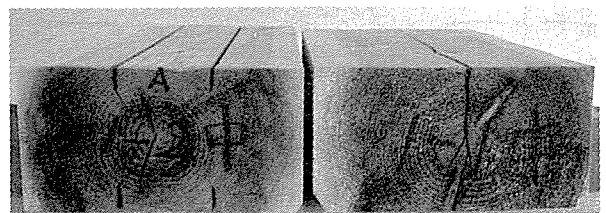


図9 スリット処理の有無による割れの発生状況

発生するか不明であり、ある1面に発生した場合には他の3材面に割れが発生することは少なく、梁材では長辺に現れる板目部分の中央部分に1本の大きな割れが発生することが多い。そのため、無処理の柱材、梁材では1材面に大きな割れが1箇所が発生することが多く、そこに変形が集中するために断面変形が大きくなる。それに対して、スリット処理材でもスリット幅が拡大するとともに、乾燥による収縮で寸法は変化するが、無処理材に発生する割れとは異なり、2材面に2本のスリット処理しているために変化が分散されることにより断面変形が小さくなると考えられる。

なお、スリットを材面に直角に入れた場合と角度45度で入れた場合の乾燥経過、割れ、断面変形の差は認められなかった。

引用文献

- 1) 小野広治ほか：地域産材の低コスト乾燥技術の開発 (Ⅱ) .奈良県森技セ木材加工資料. 30, 7-11 (2001)
- 2) 寺西康浩ほか：高周波加熱併用乾燥法の実用化試験 (第1報) .奈良県林試研報. 28, 29-33 (1998)
(2002年12月6日受理)