

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	藤 本 清 彦
論文題目	木材・木質材料の丸鋸切削時に発生する粉塵に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>木材の切削加工では多くの切屑が発生する。その大部分は集塵装置によって回収されるが、回収されなかった微小なものは粉塵となり、作業場内を浮遊する。このような粉塵は、作業者に吸入されることにより気管支喘息やがんを引き起こすなど、作業者の健康に悪影響を及ぼす。木材切削時の粉塵については内外でいくつか研究が行われているが、我が国で最もよく用いられている工具である丸鋸による切削については研究例が少なく、とくに 10 μm 程度以下の、作業者によって体内に吸入されやすい粉塵についてはほとんど研究例がない。このような背景から、本論文は木材および木質材料を丸鋸によって切削したときに発生する粉塵の特性を解明するとともに、その発生を低減する技術の開発を目指した一連の研究の成果を取りまとめたものであり、6章から成る。</p> <p>第 1 章では、本論文で対象とする粉塵、吸入性粉塵、切屑などの用語を整理し、定義を明確にした。次いで、粉塵による作業者の健康障害、丸鋸切削を含めた木材切削時に発生する粉塵、集塵技術などに関する既往の研究を総括し、本論文で取り上げる丸鋸切削時に発生する粉塵の特性解明と発生低減に向けた諸課題について述べた。</p> <p>第 2 章では、スギ材を丸鋸切削したときに発生する粉塵 (粒子径 11 μm 以下) を作業者の口に相当する位置で捕集し、その粒子径分布と粒子形状、それらに及ぼす丸鋸回転数の影響について検討した。その結果、木材切削に由来する粉塵は直径が 2.1 μm 以上の粒子であること、集塵機の運転の有無にかかわらず、丸鋸回転数が大きいほど捕集位置まで到達する粉塵量が多く、粉塵の質量が増加する傾向があること、粉塵の粒子径分布はロジネーラムラー分布で近似され、集塵機を運転した場合は丸鋸回転数とともに大きな径の粒子が占める割合が増加するが、集塵機を運転しなかった場合は丸鋸回転数の影響を受けないこと、粒子形状は丸鋸回転数の影響をほとんど受けず、円形度 0.8~0.9、ラフネス 1.05~1.10 であることなどが明らかになった。</p> <p>第 3 章では、スギ製材、針葉樹合板、南洋材合板、パーティクルボード、中密度繊維版 (MDF) を丸鋸切削したときに発生する吸入性粉塵 (粒子径 7.07 μm以下) を捕集し、粉塵の発生量や性状に及ぼす被削材の影響について検討した。切削は丸鋸回転数が異なる 2 条件で行い、粉塵の質量濃度 (mg/m^3) を測定した。また、質量濃度は 1 s ごとの測定値の幾何平均と幾何標準偏差で評価した。その結果、質量濃度の平均値は南洋材合板とパーティクルボードを切削したときがもっとも高く、スギ製材品を切削したときがもっとも低いこと、濃度の幾何標準偏差は被削材の影響をほとんど受けないこと、スギ製材を除く 4 種類の被削材において濃度の瞬時値が日本での許容濃度 (1 mg/m^3) を超える場合があること、濃度は丸鋸回転数が 3000 rpm のほうが 2000 rpm よりも高いが、標準偏差は 2000 rpm のほうが高いこと、集塵機に回収されない鋸屑はパーティクルボードがもっとも多く、MDF がもっとも少ないことなどが明らかになった。</p> <p>第 4 章では、含水率の異なるスギ材を丸鋸切削し、吸入性粉塵の質量濃度に及ぼす</p>			

被削材含水率の影響を検討した。その結果、濃度の幾何平均値は被削材の含水率が低いほど大きくなる傾向があること、湿っている材よりも乾燥している材のほうが粉塵濃度が高くなること、幾何標準偏差は被削材の含水率が高いほど大きくなることなどが明らかになった。

第 5 章では、丸鋸回転数、送り速度、1 歯当たりの送り量をそれぞれ一定としたいくつかの条件でスギ材を切削し、吸入性粉塵の質量濃度に及ぼす切削条件の影響を検討した。その結果、濃度の幾何平均値は、試験体送り速度および 1 歯当たりの送り量よりも丸鋸回転数の影響を強く受け、丸鋸回転数が大きくなるほど大きくなる傾向があり、丸鋸回転数を低くすれば粉塵の発生を減らせる可能性があることが明らかになった。さらに、集塵機を運転した場合の濃度の平均値は許容濃度より低いですが、濃度の瞬時値は変動するため、許容濃度を超える時間帯が存在する。この時間の総和が全切削時間に占める割合は、丸鋸回転数 2500 rpm、送り速度 7.5 m/min の場合が最大で、約 0.18 であった。一方、濃度の標準偏差と切削条件の間には明確な関係は認められなかった。

第 6 章では、第 4 章の結果を受け、粉塵の簡単な低減策として、切削前に被削材を水中に 1 日あるいは 3 日間浸漬する方法と、切削直前に水を含んだローラで被削材の表面を濡らす方法を採用し、それらの有効性を検討した。その結果、粒子径 10 μm 以下の浮遊粉塵の質量濃度は、被削材を水中に 1 日あるいは 3 日間浸漬するとそれぞれ約 1/2 あるいは 1/3 に低減すること、ローラで水分を付与すると約半分に減少することが明らかになった。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は 1 頁を 38 字×36 行で作成し、合わせて、3,000 字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し審査結果の要旨は日本語 500～2,000 字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

木材の切削加工では多量の切屑が発生する。その大部分は集塵装置で回収されるが、一部の切屑は機械や作業場の床に堆積して作業環境の悪化や作業効率の低下をきたすのみならず、微小な切屑は粉塵となって空气中を長時間浮遊して作業者の健康にも悪影響を及ぼす。とくに、直径 10 μm 以下の粉塵は作業者によって体内に吸入されやすく、気管支喘息やがんを引き起こす原因となることがある。本論文は、加工機械として最もよく用いられている丸鋸盤に着目し、発生する浮遊粉塵の濃度や粒子径に及ぼす被削材や切削条件の影響、粉塵の簡易な低減策について検討したものであり、評価すべき点は以下の通りである。

1. スギ材を丸鋸盤で切削するときの作業者の口付近で捕集した粉塵（粒子径 11 μm 以下）について、切削に由来する粉塵は粒子径 2.1 μm 以上のものであること、粉塵の量は丸鋸回転数が大きいほど増加すること、粉塵の粒子径は集塵機を運転した場合は丸鋸回転数とともに大径となること、粉塵粒子は円形度 0.8～0.9、ラフネス 1.05～1.10 の形状を有することなどを明らかにした。
2. スギ材および 4 種の木質材料をそれぞれ切削したときに発生する吸入性粉塵（粒子径 7.07 μm 以下）の質量濃度について、幾何平均値（以下平均値）は南洋材合板とパーティクルボードがもっとも高く、スギ材がもっとも低いこと、幾何標準偏差（以下標準偏差）は被削材の影響をほとんど受けないこと、濃度の瞬時値は日本での許容濃度（1 mg/m^3 ）を超える場合があることなどを明らかにした。
3. スギ材を種々の条件で切削したときの吸入性粉塵の質量濃度について、平均値は丸鋸回転数が大きくなるほど大きくなる傾向があり、丸鋸回転数を低くすれば粉塵の発生を減らせる可能性があること、集塵機を運転した場合、平均値は許容濃度を下回るものの瞬時値は超えることがあり、この超えている時間の総和の全切削時間に対する比は最大値で約 0.18 であることを明らかにした。
4. 粉塵の濃度が被削材の含水率とともに低下するという知見を得た上で、粉塵の簡易な低減策として、切削前に被削材を水中に 1～3 日間浸漬する方法と切削直前に被削材の表面を水を含んだローラで濡らす方法の有効性について検討し、粉塵の質量濃度を最大で約半分にする効果があることを明らかにした。

以上のように、本論文は木材の丸鋸切削における吸入性粉塵の特性を被削材と切削条件を因子として明らかにするとともに、粉塵を低減する簡易な方法の提案をしたものであり、林産加工学、木材工学の発展のみならず、木材工業における作業者の安全衛生などの実際面にも寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成 25 年 1 月 11 日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降