

亀裂が生じた帯鋸から発生する音

河原 映

キーワード：帯鋸，亀裂，異常音，周波数

はじめに

製材工場で帯鋸盤^{のこ}を操作しているオペレーターに、帯鋸に亀裂が生じたときの状態をたずねると、音の表現は様々ですが「周期的な独特の音がする」という答えがよく返ってきます。ではこの音はいったいどのような特性をもっているのでしょうか？また、その音を科学的に解析することができれば、帯鋸に亀裂が生じた場合の検知が可能なのではないでしょうか。そこで、帯鋸に人為的に亀裂を入れてその「独特な音」を発生させ、帯鋸の空転時と切削時の音の解析を行いました。

帯鋸の亀裂

帯鋸に入る亀裂の代表的なものとしては、歯底割れ、背部割れ(図1)、接合部割れ^{*1}、胴割れ^{*2}等があります。亀裂の発生する頻度や形態は使用環境等によってさまざまですが、発生は主に以下の要因などによると考えられます。

目立て作業に起因するもの

- ・砥石^{とじし}で歯底を焼いてしまう
- ・腰入れ量が過大または過少
- ・接合部の仕上げ不良

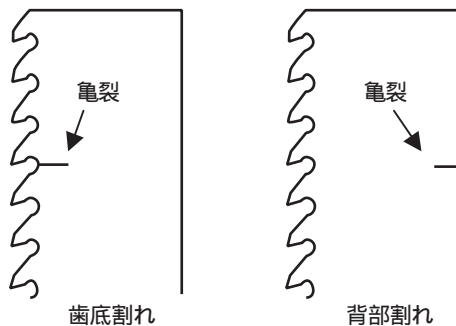


図1 帯鋸の亀裂

帯鋸盤の整備不良などに起因するもの

- ・上下鋸車の芯^{しん}がずれている
- ・緊張装置が良好に作動していない
- ・セリ^{*3}の取り付け不良

挽き材^ひに起因するもの

- ・送り速度が速すぎる
- ・まっすぐ製材していない

鋸身に起因するもの

- ・鋸身が脆弱^{ぜいじやく}な場合

こうした要因が複数重なってしまった場合には簡単に亀裂が生じてしまうことがあります。また一度生じてしまった亀裂は、割れ止め等の処理をしなければ徐々に大きくなり、挽き肌の悪化、挽き材精度の低下、ひいては帯鋸の破断へと進んでしまい大変危険です。

試験方法

試験に使用した帯鋸盤は、林産試験場が所有する送材車付き帯鋸盤(鋸車直径1,200mm)で回転数は65回転/分、使用した帯鋸は長さ8,450mm、幅120mmです。帯鋸に人為的に入れる亀裂は、代表的な歯底割れと背部割れの2種類とし、歯底部分及び背部に鋸身に対して垂直に亀裂を入れました。亀裂の深さは10、20、30mmの3種類とし、比較のため亀裂のない正常な鋸も用い合計7種類にて試験を行いました。帯鋸から発生する音は帯鋸盤横に設置したマイクロフォン(写真参照)を通してパソコンに取り込み、周波数解析用のソフトウェアで0~20kHzまでの周波数解析を行いました。

音の解析は、亀裂のない帯鋸を空転させたときの音を基準波形として保存し、これと亀裂を入れたときの音との差分を解析していく方法としました。音を科学的に評価するには、音の要素といわれる、音の強さ(音圧)、

* 1 帯鋸を輪状にするための溶接箇所^に生じる亀裂。

* 2 帯鋸の幅方向中央部付近(溶接箇所を除く)に生じる亀裂。

* 3 帯鋸の横振れを防ぐためのおさえ器具。



写真1 試験風景

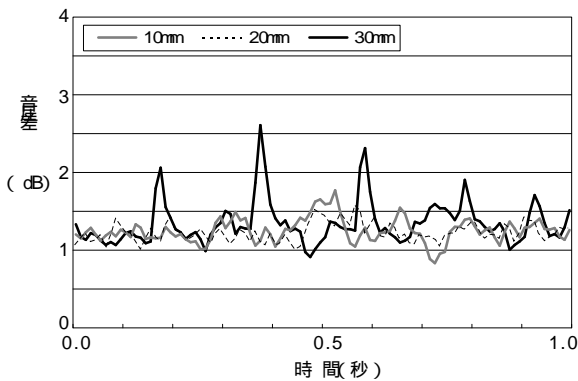


図2 歯底亀裂の全周波数平均の音圧差

音の高さ (周波数) と音色 (周波数の組み合わせ具合) を用いますが、ここでは音圧と周波数について解析しました。

空転時の音

まず歯底に亀裂を入れた場合の空転音を基準波形と比較しました。0~20kHzまでの全周波数の音圧平均と基準波形の音圧平均との差を比較すると、亀裂深さが10mm、20mmでは大きな変化は見られませんでした(図2)。しかし30mmの亀裂を入れた場合には周期的な音圧の変化が確認されました。これがオペレーターが表現していた周期的な独特の音の正体ではないかと推察されます。

そこで、この周期的な音の成分をもう少し詳しく調べるために、30mmの亀裂が入った帯鋸の音を周波数別に解析してみました(図3)。0~10kHzまでの周波数帯にはあまり音圧差は見られませんが10~15kHzの周波数帯から変化が見られ、15~20kHzの領域には大きな周期的な音圧の変動が確認されます。これは帯鋸に亀裂を入れることによって発生した音が、非常に高い周波数

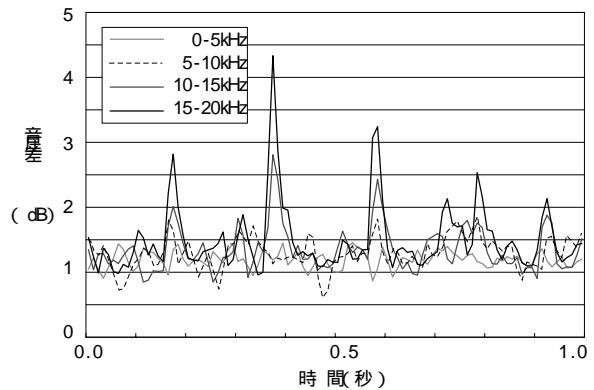


図3 歯底亀裂(30mm)の周波数別音圧差

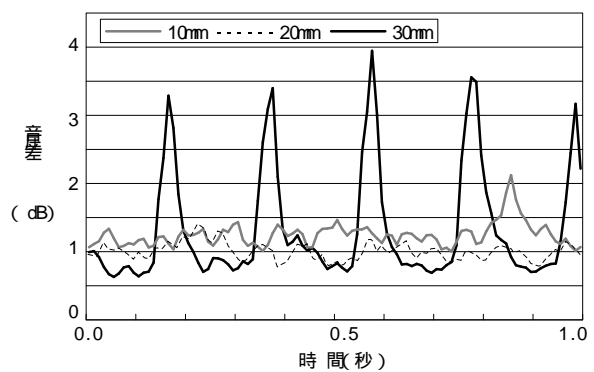


図4 背部亀裂の全周波数平均の音圧差

成分を持つ音であることを表しています。通常人間の耳で聞くことのできる音は周波数が20Hz~20kHzとされています。身近な音を例にとると、時報に用いられている高い音が880Hz、ピアノの一番高いキーでさえ4kHz程度です。これと比較すると帯鋸に亀裂が入ることにより発生する音(15~20kHz)がいかに高い周波数であるかわかると思います。また、この音は10~20kHz間の広い領域で全体的に音圧が上がっており、非常に複雑な音であると言えます。

次に、帯鋸の背部に亀裂を入れた場合の全周波数平均の音圧差を比較すると(図4)、歯底に亀裂を入れた場合(図2)に対し、30mmの亀裂ではより大きな音が発生しており、発生周期は秒間に約5回のはっきりとした周期であることがわかります。この秒間に約5回という周期は、試験に用いた帯鋸盤(鋸車直径1,200mm、回転数650回転/分、帯鋸長さ8,450mm)の鋸が1回転する周期(計算上は4.8回転/秒)とほぼ一致するため、周期的な音の発生源は帯鋸が1回転する間に1回だけ接触するセリなどが関与しているのではないかと考えられま

亀裂が生じた帯鋸から発生する音

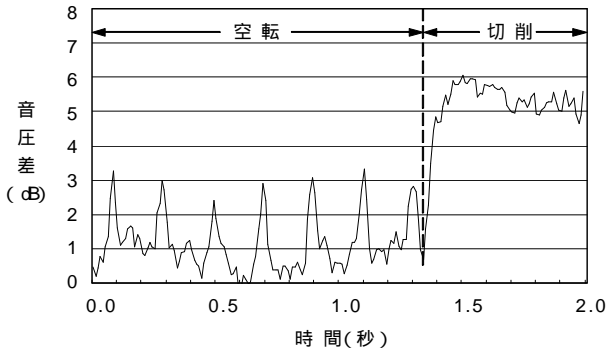


図5 切削による音圧差の変化(背部亀裂 30mm全周波数)

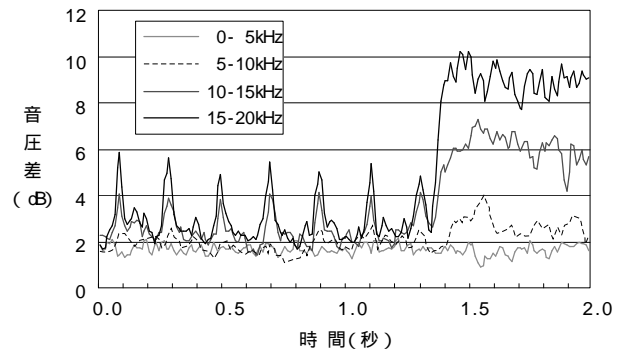


図6 切削音の周波数別音圧差(背部亀裂 30mm)

す。また、周波数分布の解析においても歯底に亀裂を入れた場合と同様に10kHz以上の領域で全体的に音圧が上がる結果となりました。

切削時の音

次に帯鋸の切削時に発生する音について解析しました。試験材はトドマツ平角材(厚さ210mm)を用い、厚さ17mmの板材をグラ挽きしたときの切削音を解析しました。対象とした鋸は空転時の試験で亀裂による周期的な音が最も顕著に発生していた、背部に深さ30mmの亀裂を入れた帯鋸を使用しました。最初に切削前後の全体的な音の変化を調べたところ(図5)、切削前に比べ切削時の全周波数平均の音圧は約5dB増加しました。また空転状態では顕著だった亀裂による周期的な音が切削時には確認することができませんでした。

このデータを周波数別に解析すると(図6)、10kHz以下の領域については切削による音圧の増加は見られないことがわかりました。すなわち空転、切削での音の違いは周波数が10kHz以上の音の変化が原因であるといえます。切削時に亀裂による周期的な音が消えてしまう現象については、切削で影響を受ける周波数域と亀裂によって影響をうける周波数域が同一であるため切削時の音にかき消されたことによるものと考えられます。この原因はまだ解明されていませんが、音の発生源と推測されるセリが木製であったため、亀裂部分とセリが接触する音と、切削時に帯鋸と木材が接触する音が近似した周波数

域の音となり、切削によって常時発生する大きな音(切削音)に消されたのではないかと推測されます。

まとめ

帯鋸に亀裂が入ったときに発生する音を解析してみると以下のことが判明しました。

- ・亀裂が入った場合に発生する周期的な音の周波数は10~20kHzの高周波領域であった
- ・音の発生周期は帯鋸の回転数と一致した
- ・切削時と空転時で音圧に違いがみられたのは10kHz以上の高周波領域のみであった

これらのことから、音により帯鋸の亀裂をリアルタイムで検知するためには、10kHz以上の高周波領域を常時監視することが必要と考えられます。しかし、この試験では20mm以下の亀裂や切削時には周期的な音の変化が認められないことなどから、帯鋸の亀裂を音により検知するには、音の発生源と考えられるセリの位置や材質との関連性なども含めて、さらなる検討が必要であるといえます。

今回の試験では、普段製材工場のオペレーターが感じている帯鋸の亀裂に伴って発生する音を科学的に解析し、その特徴を捉えることができました。このような研究が、作業環境の改善や作業効率の向上等に活用されることを期待します。

林産試験場 製材乾燥科)