K1-7

振動・騒音測定による自動丸鋸切断機の挙動解析

Behavior analysis of circular sawing process by vibration and noise measurement

○松田礼[1]，柳橋建太[2]，町田信夫[1]，水上健太[3]，西嘉山武[3]，島博志[3]
*Hiroshi Matsuda[1], Kenta Yanagihashi[2], Nobuo Machida[1], Kenta Mizukami[3], Takeshi Nishikayama[3], Hiroshi Shima[3]

Abstract: The objective of this study was to determine the relationship between processing accuracy and cutting conditions of circular sawing machine. The relationship between surface roughness, cut bending, and cutting conditions was analyzed, and the vibration acceleration and sound pressure level during cutting was measured. The experimental results show that there was a moderate correlation between vibration acceleration and cut bending. The results of FFT analysis of vibration acceleration and noise suggest that the vibration frequency is predictable by measurement of sound pressure level.

1.　緒言

自動丸鋸切断機は金切りのこ盤の一種で，金属の長尺の工作物を回転する丸鋸刃によって所望の長さに連続で切断する工作機械である[1]. 切断加工は金属部品加工における最初の工程であるため，表面粗さ等の加工精度が向上できれば鍛造用プレス加工機やマシニングセンタ等による後工程の短縮につながる．また，切断加工では鋸刃回転数，1 刃あたりの切込み量，切断速度等の切断条件により異常な振動や騒音が発生し，加工精度の悪化や工具欠損を引き起こすが，そのメカニズムや切断条件との関係は明確になっていない[2].

本研究では，自動丸鋸切断機の加工精度と切断条件との関係を明らかにすることを目的として，切断加工中の振動加速度と音圧レベルを測定し，工作物の表面粗さと切れ曲がり量，及び切断条件との関係について調べた結果を報告する．

2.　実験及び解析方法

2-1　実験方法

切断加工実験は，回転させた鋸刃を固定した丸棒工作物の軸方向に対して垂直に移動させて切断する自動丸鋸切断機と鋸刃（ϕ285mm，歯数 60，厚さ 2mm，サーメットチップ）を用いて行った．振動と音の測定システムは，図 1 に示す鋸刃近傍のソーヘッド上に設置した 3 軸振動加速度計（リオン，PV-83C）と自動丸鋸切断機の前方 1m, 床上高さ 1.2m に設置した騒音計（リオン，NL-62）で構成され，音圧・振動波形はデータレコーダ（リオン，DA-20）に WAVE 形式で記録した．

切断条件は，表 1 に示す 1 刃あたりの切り込み量 F_T と鋸刃回転数 S を組み合わせた 14 条件で，切断速度 C_R は鋸刃の周速度である．工作物材料は切削や鍛造で加工され，機械部品に広く使われている SUJ2 とした．

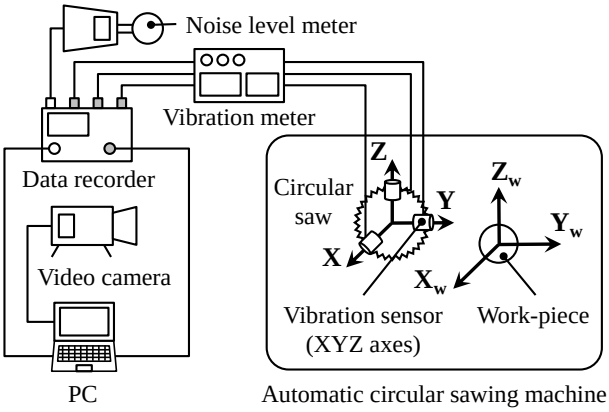

Figure 1. Experimental system

Table 1. Cutting conditions

Feed per tooth F_T (mm/tooth)	Circular saw spindle speed S (min^{-1})	Circumferential velocity C_R (m/min)
0.03 0.05	50	44.8
	75	67.2
	100	89.5
	125	111.9
	150	134.3
	175	156.7
	200	179.1

2-2　解析方法

切断加工による加工精度は，算術平均高さ Ra と切れ曲がり量 C_B で評価した．切れ曲がり量は，鋸刃と工作物が接触する加工開始点と加工終了点の工作物軸方向の距離である．振動は，測定した振動加速度（XYZ 軸）から振動加速度実効値 V_A を算出した．騒音は，平坦特性，時定数 125ms の FAST 特性として音圧レベル L_P を測定した．本実験条件における鋸刃回転数の推奨値は 75～100 min^{-1} 程度で，加工精度の許容値は一般的な切

1：日大理工・教員・精機 CST., Nihon-U.　2：日大理工・研究生・精機 CST., Nihon-U.　3：津根精機株式会社 TSUNE SEIKI Co., Ltd.

断加工の目標値である，算術平均高さ Ra=5μm 以下，切れ曲がり量 C_B=±0.1mm 以内を基準として評価した．

以上の方法で得られた各切断条件における切断加工中の振動，騒音と加工精度との関係について検証した．

3.　結果と考察

3-1　振動加速度と切断条件との関係

測定した振動加速度は，X 軸は鋸刃回転軸方向，Y 軸は鋸刃送り方向，Z 軸は鉛直軸方向である．図 2 に鋸刃回転数と切断加工中の振動加速度実効値の関係を示す．Y 軸と Z 軸方向の振動加速度は鋸刃回転数によらずほぼ一定であるが，X 軸方向の振動加速度は S=150min^{-1} で最大値を示した．次に，X 軸方向の振動加速度に着目して鋸刃回転数と切れ曲がり量との関係を調べた結果，図 3 に示すように，X 軸方向の振動加速度実効値と切れ曲がり量には関連性が認められた．さらに，両者の相関を調べた結果，図 4 に示すように，X 軸方向の振動加速度実効値と切れ曲がり量には直線関係がみられ，中程度の相関が認められた（r=0.63）．

算術平均高さは鋸刃回転数によらず 0.7～1.2μm の範囲でほぼ一定であり，本実験の切断条件においては目標値である 5μm 以下を全て満たす結果であった．

3-2　振動加速度と音圧レベルの FFT 解析

図 5 に示す，X 軸方向の振動加速度と音圧レベルの FFT 解析の結果から，両者の傾向はほぼ同じであり，1 次モードの固有振動数（150Hz）は鋸刃の刃数と回転数から求まる周波数と一致した．これは，鋸刃の刃先が断続的に工作物と接触することによる振動が原因である．よって，切断加工中の振動周波数は音圧レベルの解析により予測可能であると考えられる．

4.　結言

切断加工中の振動加速度と音圧レベルを測定し，加工精度と切断条件の関係を調べ，以下の結論を得た．

(1)　切断加工中の X 軸方向の振動加速度は，鋸刃回転数によりピーク値が表れる．また，切れ曲がり量との間には中程度の相関がみられた．

(2)　切断加工中の鋸刃の振動は，鋸刃の刃先と工作物との断続的な接触が原因である．この振動周波数は，音圧レベルの解析により予測可能である．

今後は鋸刃の寿命測定を行い，高精度と長寿命を両立できる切断条件について検討を進める予定である．

5.　参考文献

[1]　JIS B0105：「工作機械－名称に関する用語」, 2012.

[2]　井澤, 三井：「メタルソーの切削性能に関する研究」, 精密工学会秋季大会学術講演会，pp. 145，2003.

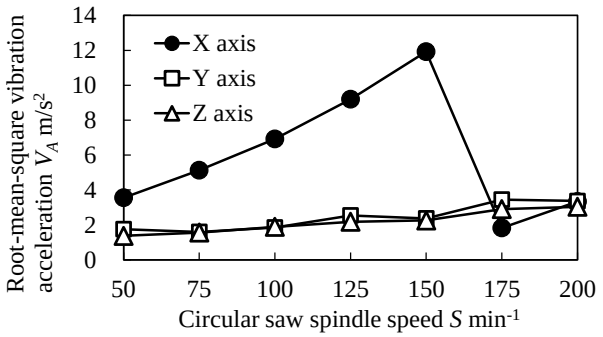

Figure 2. Relationship between circular saw spindle speed and RMS vibration acceleration (F_T = 0.05 mm/tooth)

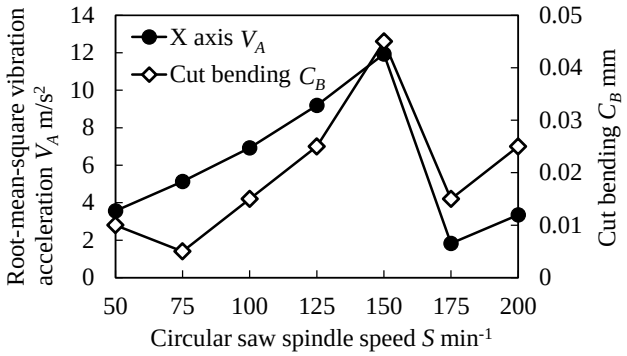

Figure 3. Relationship between circular saw spindle speed and RMS vibration acceleration, cut bending (F_T = 0.05 mm/tooth)

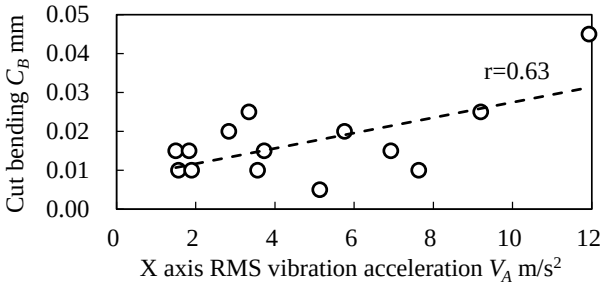

Figure 4. Relationship between X axis RMS vibration acceleration and cut bending (F_T = 0.03 and 0.05 mm/tooth, r = 0.63)

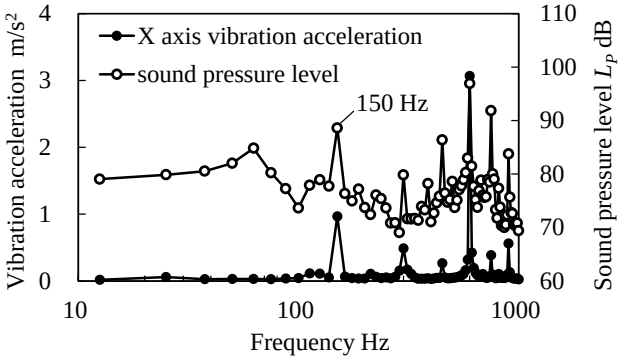

Figure 5. Comparison results of FFT analysis of X axis vibration acceleration and sound pressure level (S = 150 min^{-1}, F_T = 0.05 mm/tooth)