

木の玉をつくる

橋本裕之

キーワード：木製遊具、木の砂場、廃木材、加工機

はじめに

道内には木と親しむための工芸館等の施設があり、そこで人気のある遊具の一つが木の砂場です。木の砂場とは直径1.5～2m、深さ30～40cmほどの木枠の中に直径3cmほどの木の玉10,000～30,000個を入れた小さなプールのようなものです(写真1)。子供達はこれの中へ潜ったり、手で触るなどして遊べます。冬期間に屋外で遊ぶ機会の少ない雪国の子供達にとって、屋内で遊べる遊具として木の砂場の要求が強いのですが、多くの幼稚園や保育園では高価なためプラスチック製の安価なボールを用いた砂場を購入しているのが現状です。



写真1 木の砂場

一方、家屋の解体廃木材や木材加工工場から排出される廃木材は短尺で割れが多く、釘が食い込んでいる等の欠点があり、そのままの形でリサイクルすることは困難です。しかし、含水率が低い場合が多いのでリサイクルの際には乾燥工程が省略できるという利点があります。廃木材の用途には家畜用の敷きわらやパーティクルボード、製紙用チップ、暗渠用疎水材等がありますが、いずれの用途についても粉碎工程を必要とするので多くのエネルギーを消費しています。今後、廃木材には環境負荷の少ない加工方法によるリサイクルが求められると思われます。また、間伐材や枝打ちされた枝等の小径木材の処分・リサイクルが問題になっ

ていますが、木の玉を製造する上では加工工程が少なく済むので好都合の材料です。

以上の背景から廃木材を材料とした木の砂場を製造することは、環境の面においても安価な遊具の提供という面においても有意義であると言えます。

木の砂場に用いられる木の玉の製造においては、前述のように加工方法についても安価なものが必要となります。

今回、安価に木の玉を製造する方法を検討した中で、「木の玉専用NC旋盤」と「傾斜ベルトサンダー」の二つの装置を開発したので、以下に説明します。

木の玉専用NC旋盤

木の玉専用NC旋盤の全景を写真2に、構成を示す平面図を図1に、仕様を表1に示します。通常、旋盤においては、送りをZ軸、主軸をC軸としています。図1に示すように、チップソーはX軸とZ軸によって平面的に運動します。パソコンを用いてサーボモーターを制御することにより正確な運動が得られます。材料は中空のC軸に挿入され、C軸に内蔵している自動送り機構によって送られます。本装置の特徴は6つあります。

①材料の形状が角棒のまま投入できるので丸棒加工機



写真2 木の玉専用NC旋盤

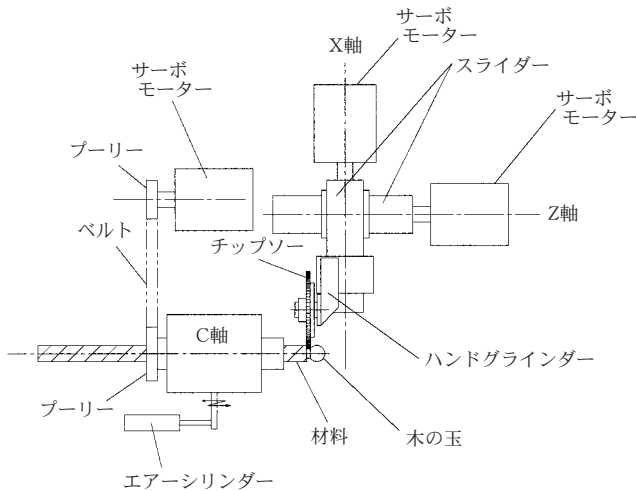


図1 木の玉専用NC旋盤

表1 木の玉専用NC旋盤の仕様

項目	仕様	備考
外形寸法	W1,600×D800 ×H1,600(mm)	制御用コンピュータを含む
Z軸ストローク	100(mm)	
X軸ストローク	150(mm)	
C軸(主軸)回転数	1000(r.p.m.)	
モータの種類	ACサーボモータ	3台
モータ容量	0.18(kW)×3	
刃物	チップソー	横切り用
刃物の駆動方法	ハンドグラインダー	
加工時間	20(秒/個)	材料の挿入時間を含まず

が不要でありコストダウンが図れる。②帯鋸による加工表面のままの加工が可能なので、鉋仕上げのような工程が不要。③材料の送り装置と、主軸(C軸)が一体構造となっているので材料の送り装置が不要。④刃物としてチップソーを採用し、切削効率が良いことから主軸は低速低トルクで済むので特殊なモーターが不要。⑤円形断面だけでなく非円形断面形状も加工できるので、球のみならずいびつな形状の加工も可能。⑥チップソーの駆動には機械加工に使用される一般的なハンドグラインダーを採用したので安価でメンテナンスが容易。

投入可能な角棒は断面3×3cm、長さ1m程度です。材料に曲がりがある場合には、加工中に振れ回るために折れる恐れがあるので、それを防止する簡単な保護具が別途必要です。断面寸法の許容範囲は±0.5mmです。直径3cmの球を加工する時の所要時間は20秒/個で一日当たり約1,400個の生産が可能です。より大きなサイズの木の玉を加工したい場合はC軸のみの別

途製作が必要になります。小さいサイズに関しては部品の交換で対応できます。

加工手順は、まず角棒をC軸の背後から人手で挿入します。スタートボタンを押すだけで加工を開始します。加工開始と同時にC軸が回転し、材料が自動で送られます。チップソーに半円の軌道を与えることで材料の先端が球形に削られます。加工形状はソフトウェアによって決めることができるので非球形も加工できます。1個の玉を削り終わると自動的に材料が送られます。これを繰り返すことで角棒から複数個の玉を連続的に自動で生産することができます。角棒の残りが約20cmになるまで加工が可能なのでチップソーの厚みを考慮すると長さ1mの角棒から22個の玉を生産することができます。残りの角棒を手で排除し、新たな角棒を挿入します。加工後、木の玉の表面にはナイフマークが残っているので、次に紹介する傾斜ベルトサンダーを用いた仕上げが必要です。

傾斜ベルトサンダー

開発した傾斜ベルトサンダーの全景を写真3に、構造を図2に、仕様を表2に示します。廃木材は短尺な形状が多く長尺な角棒を得ることが困難な場合があります。このような場合には廃木材をサイコロ状の木片に切り出し傾斜ベルトサンダーを用いて角に丸味を付与することで立方体形状の木の玉を生産することができます。枝条材の場合には、その直径と同じ長さで玉切りした木片を投入します。また、この装置では木の玉専用NC旋盤によって加工されたものを投入し表面を仕上げるためにも使用します。

加工手順を以下に説明します。研磨ベルトの粒度#100程度で荒加工し、#240程度で仕上げます。まず、



写真3 傾斜ベルトサンダー

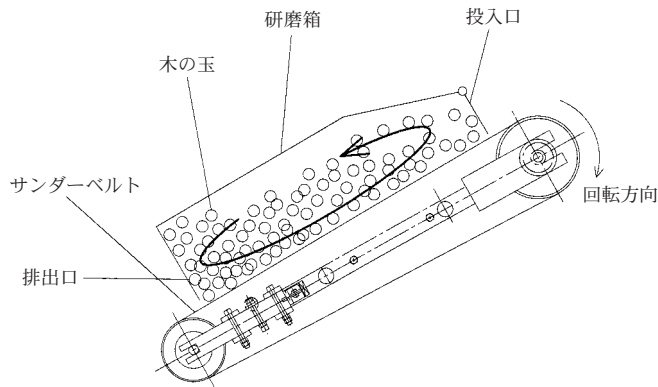


図2 傾斜ベルトサンダー

表2 傾斜ベルトサンダーの仕様

項目	仕様	備考
外形寸法	W1,400×D1,000 ×H1,300(mm)	
ベルト幅	450(mm)	
ローラー間距離	816(mm)	
ベルト走行速度	300(m/min)	
モータ容量	1.5(kW)	
傾斜角	0~50(°)	任意に設定可能
仕上げ加工時間	2時間	木の玉専用NC旋盤による荒削り後の仕上げ(1,000個の場合)

木片を研磨箱の投入口から入れます。3cm角の木片で500個、木の玉専用NC旋盤によって加工した木の玉の仕上げには一度に1,000個を投入することができます。投入口を閉じ、モーターを起動します。研磨ベルトは傾斜を昇る方向に300 [m/min] の速度で走行します。加工中、木片は研磨箱の中で攪拌^{かくはん}されながら研磨ベルトの走行方向に沿って傾斜を昇り、先端で折り返し循環します。このとき傾斜角度が小さすぎると木片は研磨ベルトとの摩擦により装置先端に移動したまま停留し角が削られません。反対に傾斜角度が大きすぎると、木片は研磨ベルトとの摩擦力が働かず装置下部に停留してしまいます。傾斜角度は30~45° が適当であることがわかりました。木片は角から先に削られ丸味を帯びてきます。サイコロ状の木片に見られた平面の部分が無くなるまで丸味を帯びさせるには膨大な時間を要するので、角部分の面取り程度の加工に適しています。この程度の加工に必要な時間は3時間程度です。また、木の玉専用NC旋盤により荒加工された木の玉の仕上げには2時間が必要です。加工が終了した木の玉は、排出口から取り出します。

製造コスト

表3に木の玉の製造コストの試算結果を示します。

表3 木の玉のコスト試算

項目	コスト試算A	コスト試算B
試算条件	・プレカット工場内 ・プレカット廃材の使用 ・本作業の合間の作業	・一般木材加工工場 ・廃木材の有料受入れ ・パートタイマー1人専任
設備費 (円)	2,300,000	同左
原価償却 (円/年)	231,000	同左
稼働日数 (日/年)	280	同左
稼働時間 (時間/日)	8	同左
電力の基本料金 (円/年)	45,200	同左
消費電力(3kW) (円/年)	221,800	同左
消耗品 (円/年)	328,000	同左
材料費 (円/年)	0	70,000
運賃 (円/年)	0	1,151,200
人件費 (円/年)	0	546,000
コスト試算結果 (円/個)	2.1	5.9

前提条件は次の通りです。原材料から長尺角棒に加工するコストとサイコロ状に加工するコスト、釘の除去コストは含んでいません。原価償却の期間は10年、木の玉1個当たりの加工時間を20秒としました。また、木の玉専用NC旋盤での加工と傾斜ベルトサンダーでの仕上げ加工のみを想定し、仕上げ後には抗菌性の塗料やツヤ出し用の塗装をしないこととしました。

試算条件は2通りを仮定しました。コスト試算Aではプレカット工場内で発生した端材を材料として同じ工場内で、既存の作業員が本来の作業の合間に木の玉を製造する場合の試算です。即ち、材料費、運賃、人件費が無視できる場合を意味します。コスト試算Bでは、木材加工工場で発生した廃木材を有料で受入れ、50km先から運搬し、パートタイマー1人を雇った時の試算です。すなわち、原材料費、運賃、人件費を考慮したときの試算です。

試算の結果、コスト試算Aの場合には2.1円/個、コスト試算Bの場合には5.9円/個でした。仮に木の砂場に10,000個を要するときのコストは、長尺角材にするまでの加工費や塗装費等を考慮して木の玉の単価10円/個とすると100,000円になると予想されます。

おわりに

木の砂場を安価に製造するために2つの加工機を開発しました。安価な木の砂場が多くの施設に普及されることを期待しています。

なお、本研究で開発した2つの装置は特許出願済み(特許出願番号 特願2002-340122)です。

(林産試験場 機械科)