

扱いやすい道具の研究

— フライス盤的ハンドル機構の違いによる操作性比較 —

日大生産工(学部) ○津留 佑介 日大生産工 村田 光一

1 はじめに

我々はフライス盤のテーブル操作に着目して、扱いやすい道具の研究を行っている¹⁾。研究では小型の卓上縦型フライス盤の手動工作作業を対象とする。機械頭部の回転刃に対してテーブル上に固定した加工物をX・Y方向に移動させて切削加工を行なう。テーブルの移動はテーブル側面の2つのハンドルの回転で自在に行える。通常、ハンドル機構（ハンドル回転に伴うテーブル移動の機構）は右ねじ仕様であり、ハンドル回転とテーブル移動との関係は理解しやすい²⁾。しかし、左ねじ仕様がないため、手動工作作業の道具としての扱いやすさは確かめられていない。

すでに我々は、フライス盤のテーブル操作を模擬した装置での実験³⁾として、左ねじ仕様との比較を試みた。実験では回転刃と加工物の代わりに筆記用ペンと図形用紙を用い、テーブル操作によって図形（下絵）をトレース（描画）した。ハンドル機構が異なる2種類の装置の操作性を作業時間によって比較した。実験では、右ねじ仕様が必ずしも操作性に優れているとはいえない結果を得た。しかし、この実験は円図形一種類だけの実験であり、被験者数が少なくかつ被験者が作業習熟する過程で生じた一現象とも受け取れる。

そこで本研究では、描画図形および作業経験の違いを加味した実験を試みる。2種類の装置の操作性を改めて比較し、違いが生じる要因を明らかにする。

2.1 実験装置

実験では、小型の卓上縦型フライス盤のテーブル移動機構の部分を模擬した装置を使用した。ハンドル（X軸ハンドルとY軸ハンドル）のねじ機構に着目して、フライス盤と同じ機構を装置A、逆の機構を装置Bとした（装置の寸法は同じ：写真）³⁾。

2.2 作業内容

装置AとBは、その模擬するフライス盤に例えれば回転刃と加工物を筆記用ペンと図形用紙に換え、手動によって図形を描画するためにテーブルをX・Y方向に移動させる装置である。筆記用ペンにはボールペン（ペン先径0.5mm）、図形用紙は描画する図形のガイドライン（線幅0.5cm、長さ31.4cm、薄灰色）が予め印刷された用紙を用いる。したがって、作業内容はテーブル上に取り付けた図形用紙の上からペンで引き写すように2つのハンドルを操作する作業になる。ここに、図形の種類は2.3に示すが、図形の長さ31.4cmは既に



写真．実験装置（装置A・B共通）

2 実験の内容

A Study of Easy-to-Use Machine

—Comparison of the Mechanism of X-Y Handles like a Milling Machine—

Yusuke TURU and Koichi MURATA

実験に用いた円形（直径10cm）の円周であり、装置の操作性が描画する線の長さ（作業量）の違いに影響しないようにしている。なお、図形は環状の図形とし、時計回りに描画する。

2.3 描画図形

描画する図形によってハンドル操作に特徴的な違いが生じる。円形や四角形、あるいはそれらの変形図形では操作性に特徴がある。そこで、実験では2つのハンドル（X軸ハンドルとY軸ハンドル）の回転操作が常に両手協調動作になることを前提で、図形をつぎのように3つに分類した。

- (1)円形：2つのハンドルの回転が常に一定しない図形モデル（図1）
- (2)図形H・M：変形図形でハンドル操作の切返し地点を有し、2つのハンドルの回転が常に一定しない図形モデル（図2、図3）
- (3)正菱形：正菱形とは正方形を45度傾けた菱形をいい、2つのハンドルの回転が常に一定する図形モデル（図4）

ここで、図形H・Mは円形（の円弧）を4分割もしくは8分割し、各円弧を反転させたり角度を変えたりすることにより作成した。これにより長さが円形と同じで、形状だけが異なる図形を得ることができた。

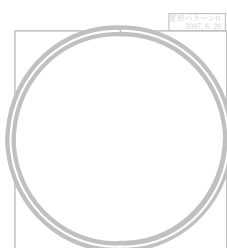


図1．円形

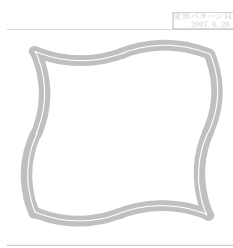


図2．図形H

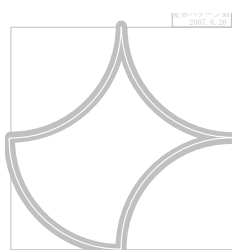


図3．図形M

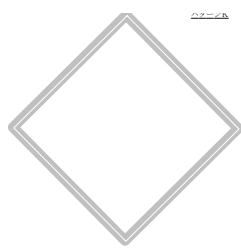


図4．菱形

2.4 被験者

装置A・Bによる描画作業は、その経験によって作業時間に差が生じ、操作性を調べるうえでも違いがでると考えられる。つまり、扱いやすい道具を考えるうえで、経験者だけでなく未経験者を含めて比較する必要がある。そこで、実験では被験者を作業経験の有無によってつぎのように分類した。

- (1)未経験者…装置A・Bのハンドル操作に経験がない者
- (2)経験者…装置Aのハンドル操作に経験があり、描画作業に習熟している者

ここで、(1)の未経験者はフライス盤のような装置のハンドル操作に経験がない者を想定している。また、(2)の経験者は通常のフライス盤のハンドル操作（装置A）に熟練した者を想定したものである。

2.5 予備実験

予備実験では、装置A・Bで行う図形描画作業の最小作業時間（習熟後の時間）を求め、図形による操作性の違いを調べる。ここでは、図形ごとに未経験者が作業に習熟するまでの経過時間と習熟後の最小作業時間を測定した。ある図形の描画に習熟した後はその影響が生じないようにするため、5日間の間隔を空けてつぎの図形の実験を行った。予備実験の結果、図形による最小作業時間の違いが明らかとなった（図5）。また、初期習熟は作業開始から作業回数が10回目で現れている。さらに30回目あたりで作業時間が安定している。

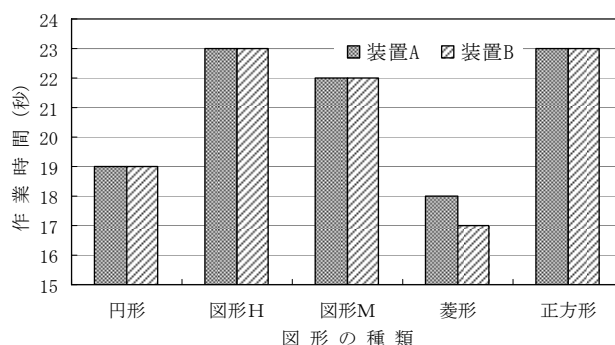


図5．装置A・Bによる図形の最小作業時間（被験者同一）

2.6 実験の区分

未経験者と経験者に対する実験は、つぎの3つの実験に区分した。

(1)実験1：円形の図形描画

(2)実験2：図形H・Mの図形描画

以上の2つの実験により、未経験者の装置A・Bに対する操作性を比較する。

(3)実験3：菱形の図形描画

ここでは、従来のフライス盤の機構(装置A)に熟練している者が、逆の機構をもつ装置Bを用いた場合の習熟傾向を調べる。

2.7 本実験

本実験では2.6の実験の区分に示した実験1、実験2、実験3の描画作業の実験を行うが、これらは図形の種類・被験者の特徴・実験方法の条件が違っただけで基本的には装置A・Bによる図形描画作業であることに変わりはない。とくに図形は、同一図形が異なる実験で繰返し使用することによる習熟への影響を避けるためにその種類を変えている。また、2.2の作業内容に示したように環状の図形を時計回りに1周(実験1、2)、2周(実験3)描画する作業である。ここで、実験3を2周描画する実験としたのは、熟練者の時間がかかる作業を想定したためである。

(1)実験1：未経験者8名が円形を図形描画するが、実験条件を変えるため3つのグループに分けて実験を行う。

①グループⅠ(3人)…装置Aと装置Bを5回ずつ行う。これを1セットとして5セット(計50回)行う。

②グループⅡ(3人)…装置Aと装置Bを10回ずつ行う。これを1セットとして3セット(計60回)行う、

③グループⅢ(2人)…装置Aと装置Bを30回ずつ行う(計60回)。

(2)実験2：未経験者12名とする。ここで、未経験者は装置AとBの2種類のハンドル機構が異なることが知らされていない。図形H・Mの2種類の図

形を装置Aと装置Bで1回ずつ描画するので、描画回数は4回とする。描画作業のミスとは、描画した線が図形のガイドライン(線幅0.5cm)からはみ出た場合であり、その回数をミス回数とする。

(3)実験3：経験者1名(装置Aに熟練した者)が菱形を2周描画することを仮定する。そのため、準備実験として装置Aによる菱形1周の描画作業を60回行い。さらに、菱形を2周描画した作業のビデオ・タイム・スタディを実施した。準備実験から1週間空けて、装置Bによる菱形の描画作業を90回行う。

3 実験の結果

①実験1：作業時間のデータは最小作業時間と移動平均として解析した。実験の結果、作業者によって最小作業時間と最小累計平均値は個人差が見られたが、大半の被験者が装置Aよりも装置Bの作業効率の方がよいことを示した(表1)。

②実験2：実験2のデータは作業時間とミス回数の平均値として解析した。実験の結果、図形Hの場合もMの場合も装置Aよりも装置Bの作業効率が良いことを示した(表2)。

③実験3：実験3のデータは最小作業時間と

表1. 未経験者のグループ別装置A・Bの最小作業時間と初期習熟後の累計平均の最小値(実験1)

グループ名	最小作業時間(秒)		累計平均の最小値(秒)*	
	装置A	装置B	装置A	装置B
グループⅠ	27	28	36	35
	31	31	35	33
	26	24	41	36
グループⅡ	33	32	44	38
	30	30	38	40
	32	27	38	38
グループⅢ	27	26	36	34
	31	27	42	34
平均	30	28	39	36

注*) 初期習熟後(作業開始から11回目以降)を累計平均で表した時の最小値

表2. 図形毎にみる装置A・Bにおける未熟練者12名の平均作業時間と平均ミス回数（実験2）

図形の種類	平均作業時間(秒)		平均ミス回数(秒)	
	装置A	装置B	装置A	装置B
図形H	55.5	54.7	3.8	3.6
図形M	69.3	68.6	6.1	5.8
平均	62.4	61.7	5.0	4.7

表3. 経験者による装置A・Bの最小作業時間（実験3）

装置タイプ	装置A	装置B
最小作業時間(秒)	39.3	38.4

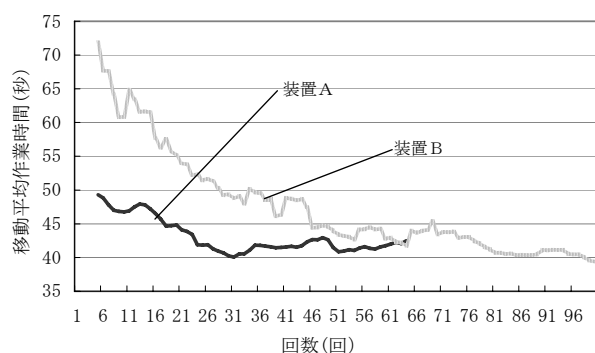


図6. 経験者の装置Aと装置Bの習熟傾向（実験3）

して解析した。実験の結果、装置Aよりも装置Bの作業効率の方がよいことを示した（表3）。ここで注目する点は経験者の場合、未経験の装置Bによる実験で、作業習熟の過程に作業時間のバラツキが著しく現れている（図6）。この期間の作業時間は装置Aの低さに及ばず不安定である。バラツキが大きく、しばらく続くのが特徴的であった。

4 まとめ

本研究では扱いやすい道具の研究として、フライス盤的ハンドル機構の違いによる操作性を比較するため、フライス盤のテーブル機構を模擬した装置による実験を行った。テーブル操作は未経験者、経験者ともにどの図形

でも装置Bの方が装置Aよりも描画作業の時間が短く、さらに作業中のミス回数も少ないことがわかった。このことは、両手の動きと目視する対象、すなわちテーブル移動のハンドル操作とペンによる描画線の出来具合が直結した感覚で作業できる装置Bに扱いやすい要因があるといえる。右ねじ機構の装置Aの場合は、テーブルの移動とハンドル操作の関係は理解できても、ペンで図形を描画するという関係になると思い通りの操作が望めないのではないかと考える。

また、経験者の実験にみる習熟過程の作業時間のバラツキは作業に熟練する過程にみるスランプ状態でもあるといえる。このことは使いやすい道具の研究で、既存の使い慣れた道具と新たな道具を比較する場合の注意点であるといえる。

この研究を進めるにあたり、卒業研究の共同研究者である小山哲治君と安武祐太君からは有益な助言を頂きました。また研究室のゼミナール学生をはじめ多くの学生の協力を得て有意義な実験ができました。ここに記して感謝の意を表します。

「参考文献」

- 1) たとえば最近の卒業研究として、つぎの研究があげられる。
 - ①フライス盤操作の作業効率に関する研究－ハンドルの大きさと作業の容易性（平成16年度）
 - ②フライス盤操作の作業効率に関する研究－訓練方式の違いが習熟に与える影響（平成17年度）
 - ③フライス盤操作に関する研究－訓練作業を段階的に行う効果の検証（平成18年度）
- 2) JIS Z 8907, 方向性及び運動方向通則（1987）
- 3) 村田光一, 扱いやすい道具の研究－フライス盤的ハンドル操作のメカニズム－, 日本大学生産工学部第40回学術講演会マネジメント部会（平成19年度）
- 4) 師岡孝次, 習熟性工学, 建帛社(昭57)