

ワークサンプリングによる

製材作業の観測

神 和 雄

はじめに

一昨年の秋、道内の7製材工場で作業観測をおこなってみました。観測はストップウォッチ法により、テーブルバンド作業の正味鋸断時間は、どのくらいであろうかという点に最大のネライをおきました。それらの結果は、テーブル作業の観察という一文にまとめて、北海道製材技術研究会発行の機関紙「製材」第113号に掲載されましたので、これをお読みになられた諸賢は、テーブル作業の正味鋸断時間、つまり、鋸が鋸屑をだしている時間が、全作業時間の僅か30パーセントに過ぎないということで驚かれた方々が多いことと思います。

私は作業観測では、ストップウォッチとのニラメッコで、凡そ3間ほど全く身うごきができませんでした。そのうえ、データの整理で思わぬ大きな時間を費してしまいました。こんなことでは、作業観測は、製材工場で自らがやりなさいといっても、全く受け入れられがたい無理なことであると、つくづく痛感いたしました。どこの工場でもやれるような、もっと簡単な方法はないものだろうか。私は、どこの工場でも自らの力で作業観測がおこなわれることを願いながら、いろいろ考えてみました。

私は、多くの時間が得られぬまゝに、テーブル作業の観測のみにとどまってしまうましたが、製材工場では、送材車式帯鋸盤作業も、原木搬入作業も、横切り作業も、製品運搬作業も、マーク刷作業も、結束作業も、あらゆる工程の作業観測が必要であると考えました。製材工場に、一歩足をふみいれると、どの作業かが、作業時間のバランスを破っており、どの作業かが甚だしく大きな非能率の要因を含んでいるにちがいないと思うのですが、どの作業に、どんな処置を講ずるべきかは、作業観測によってはっきりつかめるにちがいないと思うのです。そこで、本稿では、ワークサンプリングによる製材作業の観測をとりあげてみました。すでに、作業観測をおこなった工場の既知のデータをもちいて、ワークサンプリングによる机上観測をおこなってみました。

製材作業の再現

私は、考えをすすめるために、7工場のデータの中から、もっとも印象の深い1工場をえらび出しました。しかも、3時間に及ぶこの工場の観測データのうち、凡そ6000秒を目やすとして再びデータをまとめ直してみました。それは次のようです。

6000秒中の鋸とおし回数は612回です。正味鋸断時間が1804秒で612回なのでから1回当たり2.95秒となります。材扱いは、材を挽き終わってから次に挽きはじめるまでの時間、ハラオシが、材置台上の材をとりあげ挽きはじめるまでの時間を含んでいるのですが、これは2792秒で612回なのでから、1回当たり4.56秒です。全作業時間6000秒に対しては鋸断1回当たり9.8秒となります。

つまりこの工場では、平均してみると、1回鋸をとすのに2.95秒、材扱いが4.56秒というぐあいに挽材作業が繰返えされているのです。この作業に対して、私は、寒風の吹きこむ製材工場の中で、1点を1秒とする6000点の連続観測をおこなったことになるわけです。しかも、この作業観測の結果得られたものは、正味鋸断時間が、僅かに30パーセントにすぎぬという事実です。それとともに処置を講ずべき数々のことがつかめました。材扱い時間に46パーセントもかかっている。鋸替えに8.2パーセントもかゝり、手まちや打合せのために8.4パーセント

もかゝっているということがつかめました。

私は、いろいろな考えを確かめるために、最初に観測した当時の作業を、そのとおり再現する必要を感じました。これを全観測時間についておこなうことは全く容易ではありません。再現のためのデータでは6000秒にとどめたのは、別に深い意味がないのですが、せめてこのくらいは必要であろうと考えたのにすぎないのです。

6000秒のデータのうちの最初の1000秒、中間の1000秒、最後の1000秒についてそれぞれの作業の時間比率がどうなっているかを第1表製材作業観測データとして掲げました。

さて、連続1000点、1000秒のうちのどれが、この工場の実態に近い姿を現わしているでしょうか。最初の1000秒では、材扱い時間が圧倒的に大きく、中間の1000秒では、打合せや手まち時間がバカにならず、最後の1000秒では鋸替え時間が圧倒的に大きく、ともかく1000秒だけを見るとすると、どれを問題にしたらよいか、全く、めんくらってしまいます。このことは、作業観測では、できる限り長い時間の観測が必要であることを意味するでしょう。このために、うんとちぢめてもどうしてもこのくらいはというところで6000秒になってしまったのです。そこで、西洋紙に最初の1秒から最後の6000秒までの秒数欄を書き、正味鋸断、定規扱い、材扱い、手まち、打合せ、鋸替などの該当作業を記録した一覧表をつくりました。これさえあれば6000秒に関する限り、いつでも作業の様子を再現できるようにしたのです。

もしも、あなたが、「1963秒目と2623秒目は何の作業をしていたかね」と聞かれようものなら、直ちに1963秒目は材扱い作業、2623秒目ほ手まちであると答えできうように一覧表をつくったのです。

第1表 製材作業観測データ
(作業時間比率)

作業区分	最初の1000秒	中間の1000秒	最後の1000秒	6000秒
正味鋸断時間	36.89	23.66	20.82	30.07
定規扱い時間	4.37	2.48	3.47	5.09
材扱い時間	58.74	33.21	28.56	46.54
手まち時間		12.29	3.83	3.15
打合せ時間		26.82		5.29
鋸替時間			43.32	8.21
その他時間		1.54		1.65
計	100	100	100	100

瞬間観測

私は6000秒の作業一覧表を眺めているうちに、一定時間毎に、瞬間観測をやったら、どういふ結果になるだろうかと思いつきました。そこで、一定時間をどうきめようかと考えたすえ、5分おき、3分おき、1分おきにやってみることにしました。この観測は、たいしてむづ

かしいわけではありません。事務所の女の人でもよいでしょう。工場の中に椅子をもちこんで坐らせ、Aさんは5分おき、Bさんは3分おき、Cさんには1分おきに瞬間観測をしてもらい、その結果を用紙に記録してもらうことにしてみましょう。項目ごとに正の字で回数を記録するのでですから簡単です。ともかく、6000秒に関する

5分間隔観測

第2表 瞬間観測データ

時間間隔	5分おき%		5秒ずらす%		10秒ずらす%		20秒ずらす%		最大最小差%	備考
鋸 断	11	55	12	63.16	9	47.38	11	57.91	15.78	こゝでは材戻しと材扱いを分離したが合計値は材扱いとして下欄に掲げた。
材 戻 し	2	10	3	15.79	3	15.79	1	5.26	10.53	
材 扱 い	4	20	2	10.53	3	15.79	3	15.79	9.47	
定 規 扱 い	1	5			1	5.26	1	5.26	5.26	
手 ま ち	1	5	1	5.26	1	5.26	1	5.26	0.26	
打 合 せ	1	5	1	5.26	1	5.26	1	5.26	0.26	
鋸 の 替	1	5	1	5.26	1	5.26	1	5.26	0.26	
そ の 他	1	5	1	5.26	1	5.26	1	5.26	5.26	
計	20	100	19	100	19	100	19	100		
材 扱 い	6	30	5	26.32	6	31.58	4	21.05	10.53	

3分間隔観測

時間間隔	3分おき%		5秒ずらす%		10秒ずらす%		20秒ずらす%		最大最小差%	備考
鋸 断	12	36.37	15	45.46	12	36.37	10	30.30	15.16	こゝでは材扱いと材戻しを分離したが合計値は材扱いとして下欄に掲げた
材 戻 し	5	15.15	5	15.15	6	18.18	5	15.15	3.03	
材 扱 い	8	24.24	6	18.18	7	21.21	11	33.34	15.16	
定 規 扱 い	2	6.06	2	6.06	2	6.06	1	3.03	3.03	
手 ま ち	1	3.03			1	3.03	1	3.03	3.03	
打 合 せ	2	6.06	2	6.06	2	6.06	2	6.06	0	
鋸 の 替	3	9.09	3	9.09	3	9.09	3	9.09	0	
そ の 他	3	9.09	3	9.09	3	9.09	3	9.09	0	
計	33	100	33	100	33	100	33	100		
材 扱 い	13	39.39	11	33.33	13	39.39	16	48.49	15.16	

1分間隔観測

時間間隔	1分おき%		5秒ずらす%		10秒ずらす%		20秒ずらす%		最大最小差%	備考
鋸 断	48	48	47	47.48	39	39.40	42	42.43	8.60	こゝでは材戻しと材扱いを分離したが合計値は材扱いとして下欄に掲げた。
材 戻 し	13	13	15	15.15	13	13.13	15	15.15	2.15	
材 扱 い	19	19	15	15.15	21	21.21	21	21.21	6.06	
定 規 扱 い	3	3	5	5.05	8	8.08	3	3.03	5.08	
手 ま ち	3	3	3	3.03	3	3.03	3	3.03	0.03	
打 合 せ	5	5	5	5.05	5	5.05	5	5.05	0.05	
鋸 の 替	8	8	8	8.08	8	8.08	8	8.08	0.08	
そ の 他	1	1	1	1.01	2	2.02	2	2.02	1.02	
計	100	100	99	100	99	100	99	100		
材 扱 い	32	32	30	30.30	34	34.34	36	36.36	6.06	

る限り、いつでも再現できるように一覧表ができていたのだから、3人の観測ぶりを、検討することもできるし、だいいち比較してみたら面白いことになるのではないかと思います。

もちろん、私は、女子事務員の手をかりるまでもなく、自ら観測をしてみました。そのついでに、5秒、10秒、20秒づつずらした場合にはどうなるかについても記録してみました。その結果は第2表に掲げました。

この場合には、6000秒の連続観測によって、正味鋸断時間比率は(第1表参照)30.07パーセントであることが、すでに分っていますが、5分、3分、1分間隔で瞬間観測をした結果は、第2表に掲げましたようにまちまちです。いずれの場合も30パーセントをオーバーしており、5分間隔では55~63.16パーセント、3分間隔では30.3~45.46パーセント、1分間隔では39.4~48パーセントとなりました。6000秒の連続観測によって、材扱い時間比率は46.54パーセントであることがわかっているのに、5分間隔で瞬間観測をした結果は21.05~31.58パーセント、3分間隔では33.33~48.49パーセント、1分間隔では30.30~36.36パーセントとなっており、得られる数値は過少です。しかし、鋸替時間比率は、連続観測では8.21パーセント、3分間隔では9.09パーセント、5分間隔では5~5.26パーセント、1分間隔では8~8.08パーセントとなり、打合せ時間比率は、連続観測で5.29パーセント、5分間隔で5~5.26パーセント、3分間隔で6.06パーセント、1分間隔で5~5.05パーセントであり、ひく、材を戻す、材をとるという一連の作業の周期性と瞬間観測の時間間隔の周期との関連が、特に問題となるように考えられます。周期性の少ない作業、この場合の鋸替え、打合せ、手まちなどは、比較的に近似的につかめますが、ウエイトの大きな鋸断、材扱い作業などは、個々

には実態をつかみにくいこととなります。

製材工場の作業観測の際、働いているか否かに大別することにしてみよう。正味鋸断、材の戻し、鋸断のための材扱いの3つの作業が働いているものとし、鋸替、打合せ、手まち、その他の作業は動きをさまたげるものとしてみよう。このように考えると、6000秒の連続観測によって、働いている時間比率は76.61パーセントであることがわかっているのに、第3表にま

第3表 鋸断、材戻し、材扱いの合計値(%)

間隔	ずらし 時間	0	5秒	10秒	20秒	最 小 差
	5分 間 隔		85	89.48	78.96	78.96
3分 間 隔		75.76	78.79	75.76	78.79	3.03
1分 間 隔		80	77.78	73.74	78.79	6.26

とめて掲げたように、瞬間観測では、3分間隔の 때가75.76~78.79パーセントで、最も実際にちかく、秒をずらしてもバラツキが少ないのに5分間隔では、観測回数の少ないせいもあるが、えられる数値は大きく最大では89.48パーセントにも及び、秒をずらすとバラツキも特に大きくなるようです。

そこで、この工場の場合には、女事務員に3分間隔で、凡そ6000秒の作業を瞬間観測させたらよいのではなからうかということが一応考えられると思うのです。このためには、ストップウォッチはいらない。秒針のついた時計なら、腕時計でも置時計でも何でもよい。じっと針のうごきを見ていて、ちょうど3分となった瞬間テーブル作業では、どんなことがおこなわれているかをキャッチすればよい。正味鋸断がされていたのか。サキトリが材を戻しているのか。ハラオンが材を扱っているのか、定規を扱っているのか、手まちか、打合せか、セリ修正か、油差しか、鋸替をしているのか、その他の雑作業をしているのかを忠実に記録すればよいこととなります。(項目ごとに正の字で回数を

記録すればよい。)又、これらのことを他の工程でもやればよいのですが、連続観測では、データをまとめるのに大きな時間を要するとしても、瞬間観測では、全観測完了と殆んど同時に、その日の作業の実態がつかめうることになるので効果的であると考えられます。

ランダム時間観測

私は乱数表を用いて、ランダム時間観測を試みることにしました。乱数表は、手もちの「統計数値のまとめ方」という本の付録の表を用いて、次のようにして観測時間を割り出しました。(こゝには一例として掲上)

27502 49347 48755 93750
 2750 2493 4748 7559 3750
 27'30" 24'56" 47'29" 75'35" 37'30"

6000秒に関しては、いつ、どんな作業がされ

ていたのかが一覧表として、すでにわかっているのだから、実際の作業観測をしているように、机上観測もできるわけです。そこで、ランダム時間観測の手法を応用してみたら、いったい、どういう結果になることだろうかと大きな興味を感じたわけです。

こゝでは、6000秒についての連続観測の結果、鋸断、材の戻し、材扱い作業時間の総和は76.6パーセントであることが、すでにわかっているのですが、凡そ76パーセントという見込みをつけることにしてみましょう。そこで、信頼区間95パーセント、精度を4パーセントとすると、絶対誤差は、 $0.76 \times 0.04 = 0.0304$ から凡そ3パーセントとなることがわかります。又、必要な観測回数は、次のような計算から768回であることがわかります。

第4表 ランダム時間観測データ

観測回数	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	備考
鋸断	38	37.5	37.33	38.25	37.6	36.83	36.43	36.63	35.89	35.9	こゝでは材戻しと材扱いを分離したが合計値は材扱いとして下欄に掲げた
材戻し	21	20	20	18.75	17.4	17.17	16.29	16.5	16.78	16.3	
材扱い	22	22.5	22.67	22	24	23.17	24	23.62	23	23.2	
小計	81	80	80	79	79	77.17	76.72	76.75	75.67	75.4	
定規扱い	8	6.5	6.66	7.25	7	7.33	7	7	6.67	6.7	
手まち	3	4	3.67	4	4.6	5.33	5	5.12	5.44	5.2	
打合せ	3	4	4.67	4.5	4	3.83	4	3.75	3.89	3.9	
鋸替	5	5.5	5	5.25	5.2	6.17	6.28	6.38	7.22	7.4	
その他					0.2	0.17	1	1	1.11	1.4	
小計	19	20	20	21	21	22.83	23.58	23.25	24.33	24.6	
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
材扱い	43	42.5	42.67	40.75	41.4	40.34	40.29	40.12	39.78	39.5	

$$\text{必要な観測回数} = \frac{1.96^2(1-0.76)}{0.04^2 \times 0.76} = 768.3 \text{回}$$

この計算の結果から考えると、768回の観測をすればよいことになるのですが、私は、ランダム時間観測をつづけて、とうとう1000回までやってみました。その状況を100回毎に区ぎって掲げると第4表のようになります。

さて、計算の結果は768回の観測をすればよ

いのだが800回の観測をしてみましょう。第4表で明らかなように、800回では鋸断、材戻し、材扱いの総和は76.75パーセントです。絶対誤差は3パーセントだから76.75±3パーセントの範囲に含まれるということになります。6000秒の連続観測では76.6パーセントなのだから、800回のランダム時間観測によって、大まかな作業の実態をつかみうるといえ

るでしょう。観測回数を高め1000回もやると、76.75パーセントは75.4パーセントに低下します。だが、このことは、次の計算のように、精度は3.6パーセントに高まり、絶対誤差は2.7パーセントにちぢまったことを意味することになるわけです。

$$\text{絶対誤差 } E = 1.96 \sqrt{\frac{0.754(1-0.754)}{1000}} = 0.0274$$

$$\text{精度 } S = \frac{0.0274}{0.7540} = 0.0363$$

だが、この程度の観測回数では、鋸断、材戻し、材扱いの個々の作業を分離することは面倒です。

観測回数800回の際の正味鋸断時間比率は36.63パーセントで、実際の時間比率30.07に比し6.56パーセントも大きくなっていますが、次の計算のように、絶対誤差は3.3パーセント、精度は9パーセントであるということになるわけです。

$$\text{絶対誤差 } E = 1.96 \sqrt{\frac{0.366(1-0.366)}{800}} = 0.033$$

$$\text{精度 } S = \frac{0.033}{0.366} = 0.0901$$

材の戻し時間比率は16.5パーセントですが、次の計算のように、絶対誤差は2.5パーセント、精度は15.2パーセントということになります。

$$\text{絶対誤差 } E = 1.96 \sqrt{\frac{0.165(1-0.165)}{800}} = 0.025$$

$$\text{精度 } S = \frac{0.025}{0.165} = 0.152$$

鋸替の時間比率は6.38パーセントですが、次の計算のように、絶対誤差は1.7パーセント、精度は26.6パーセントということになります。

$$\text{絶対誤差 } E = 1.96 \sqrt{\frac{0.0638(1-0.0638)}{800}} = 0.0170$$

$$\text{精度 } S = \frac{0.0170}{0.0638} = 0.266$$

正味鋸断と材の戻しの合計時間比率は53.1パーセントですが、次の計算のように絶対誤差は3.3パーセント、精度は6.27パーセントということになります。又、この場合に、精度を4パーセントにしようとすれば、観測回数は2000回以上やらねばならぬことになります。

$$\text{絶対誤差 } E = 1.96 \sqrt{\frac{0.531(1-0.531)}{800}} = 0.0333$$

$$\text{精度 } S = \frac{0.0333}{0.531} = 0.0627$$

精度4パーセントの際の必要観測回数

$$\frac{1.96^2 (1-0.53)}{0.04^2 \times 0.53} = 2124$$

あ と が き

私は、以上において、製材工場の作業観測として、短時間連続観測（観測時間1000秒）、長時間連続観測（観測時間6000秒）、定時間隔瞬間観測（5分、3分、1分間隔）、ランダム時間観測の4例について机上観測をおこない、夫々の比較を試みました。すでに明らかなように、各作業毎の時間比率を明確につかむためには、多少の困難さを伴っても、長時間連続観測をやるべきであると考えられます。

又、鋸断、材の戻し、材扱いを含めた時間比率をつかむのには、3分間隔の瞬間観測とランダム時間観測と、いずれがよいかということになるのだが、ともかく、6000秒に対して、前者は33回、後者は600回以上を要するとなら、えられた数値やわづらわしさの点よりみて

も、33回観測でもよいのではないかと考えられます。従って実際的には、製材作業にも一般に凡そ2時間ごとに区ざりがつけられているのですから、2時間単位で瞬間観測をやったらよいと思います。

本稿で述べた程度の範囲では、連続観測以外の方法では、各作業ごとの時間比率を明確につかめないのが、挽く、材を戻すという作業は10~20回程度個々の実測をして標準値を見出すべきであると考えます。

つまり、1枚の板或は1本の角材をつくるのに、挽くのに3秒、材をもどすのに2秒、合計で5秒を要するならば、1日8時間、28800秒で

は5560枚又は本となります。この場合、1日8時間での実際生産量が2780枚又は本ならば、作業能率は50パーセントとなります。なぜ、作業能率が、50パーセントにとどまるかというと、挽く、戻すという以外の作業動作が、残りの50パーセントのうちに含まれているからです。

どんな作業が、どのくらい生じているかは、作業観測によって見出さねばなりません。そこで、作業能率向上のためのアクションをとるために作業観測データが重要さを増すこととなりますが、その方法の1つとして、3分間隔瞬間観測が、容易にして効果的であると判断しうる1例について述べたのです。

- 林指林業専門技術員 -