

- 研 究 -

製材工場の土場作業機械化の実態調査（1）

- フォークリフト・トラックおよびショベル・
ローダーによる機械化作業 -

鎌 田 昭 吉* 佐 藤 真**

1. はじめに

ここ数年前から、北海道の製材工場においても、工場内の搬送をコンベアシステムに切替えると同時に、土場作業の機械化についても強い関心が向けられ、各種の荷役・運搬機械が利用されるようになってきた。なかでも応用性の広いフォークリフト・トラックやフォークアタッチメントをつけたショベル・ローダーの普及がめざましい。

これらの機械導入は、従来の伝統的な人力依存型の土場作業を根底からくつがえすだけの力をもち、労働力の節減の面だけをとり上げてみても、その効果は著しいものがあるといわれている。しかしながら、機械はかなり高値であり、また導入の前提条件として平らで固い通路が必要であるため、通路の新設やレイアウトの改造に相当費用がかさむなど、機械化は半面、経営の弾力性を阻害する危険性をもつ。

このようなことを考慮するならば、あらたに機械を導入するにあたっては、導入前のプランニングの過程がきわめて重要であり、それには適格な判断を下すための客観的なデータが必要になるであろう。一方、

すでに機械化した工場においてもまだ日が浅く、その作業方式は完成されていないように思える。明らかに合理化を要する問題、解決しなければならない課題を数多く残している。

このような観点から、機械化作業の実態を明らかにし、作業特性や経済性の検討を進め、それに基づいて土場作業の合理的なあり方を見出すための基礎資料を提出したいと考えている。

そのまず第1段階として、現実の工場土場で行なわれている機械作業の実態 - 2, 3の針葉樹製材工場におけるフォークおよびショベルの使用事例 - を調査し、作業研究的な側面から検討を加えてみることにした。

なお、現場での作業実態調査は次の2点でいろいろ問題がある。

- 1) 調査方法 - できるだけ簡単で、かつ日常作業の実態が正しく反映されなければならない。
- 2) 結果の分析と結論の導き方 - 評価の尺度としての標準資料や実際工場での調査資料が充分用意されていないければ、客観的な判断を導きがたい。しかるに製材工場の作業実態を調査し、科学的検討

製材工場の土場作業機械化の実態調査(1)

第1表 調査工場のあらまし

工場記号		S - I	S - II	F - I	F - II	M - I	M - II
1) 運搬機種		シヨベル 1台	シヨベル 1台	フォーク 2台	フォーク 1台		
2) 作業方式	原木土場	S	S	C - F ¹	-		
	製品土場	S - m	S	F ²	F	m	m
	機械化の沿革	37年7月	36・7	38・8	38・6		
工場概要	3) 挽立樹種	道産 N.L込	道産 N	北洋 道産 N	道産 N	道産 N	道産 N
	原木挽立量	9,000 m ³ /年	9,000	13,000	18,000		
	拘束時間	9時間30分	11.00	9.30	9.00	9.00	
	規定作業時間	8時間00分	9.45	8.00	7.50	7.30	
	兼業種	チップ, パネル材加工	チップ, 経木パネル材加工	チップ生産	チップ生産	インチ商材	
調査日程	年月日数	41.7.18~20 3日間	41.9.26~28 3	41.7.21~23 3	41.10.10~12 3	41.6.20~22 3	41.8.20~ 11.30 延5

(注) 1) シヨベル シヨベル・ローダー
 フォーク フォークリフト・トラック
 2) S シヨベルによる全面的機械化作業方式
 F フォークによる全面的機械化作業方式
 m 人力依存型の作業方式
 S-m シヨベルと人力依存型の混合(部分的機械化)
 C-m モビークレーンとフォークの混合(全面的機械化)
 3) N 針葉樹
 L 広葉樹

第2表 運搬機械および運転手

工場記号		S - I	S - II	F - I	F - II	M - I
調査の対象機械	運搬機械	シヨベル・ローダー	シヨベル・ローダー	フォークリフト (1号)	フォークリフト (2号)	フォークリフト
	メーカー	東洋運搬機	小松製作所	東洋運搬機	トヨタ自動車	東洋運搬機
	型式	SD-22	SD-20	FDT-25T-300	LG-25T	FDT-25T-300
	最大荷重	2.2 ton	2.0	2.5	2.5	2.5
	アタッチメント	ダンピング	ダンピング	ダンピング	ダンピング	サヤフォーク
	使用済年数	1年4ヶ月	5年2ヶ月	3年	1年4ヶ月	3年4ヶ月
運転手	年齢	28才	31	45	43	30
	運転経験年数	3年	6	3	2年6ヶ月	5
	運転資格	あり	あり	なし	なし	あり

を加えられた例は数少なく、その大半が工場建物内の生産作業にかぎられ、その前後工程の土場作業についての資料はほとんど見当たらない。このようなことから本資料はできるだけ最小限の人員と時間で現場調査を試み得られたもので、実態作業を部分的に再現するとどまるが、この種調査の基礎資料の1つとして、あわせて調査方法、解析方法の1例として紹介したい。

今後、さらにこの種のデータが集積されていくことによって、重要な意義をもってくるものと思う。

2. 調査の概要

できるだけ簡単な方法で、作業の実態を把握することにし、正味の観測は1工場につき2日程度、測定員

は3名のわく内でおこなった。

2. - 1調査工場、運搬機械および運転手について
 調査の対象とした製材工場は第1表に示すとおり、シヨベルおよびフォークの導入工場(各2工場)、さらに比較のため、人力依存型の作業方式についても2工場で適時調査をおこなった。機械化工場の導入機械および運転手のあらましを第2表にとりまとめた。

2. - 2調査事項および調査の要領

第1日目

a. 土場レイアウトおよび状況下調べ(A, B, C 3名) 土場区画, 通路, 極積状況, その他基礎事項を実測および聞きとり調査した。

第2, 3日目

第3表 荷役・運搬作業内容の分類

作業区分		内容説明	分類No. 単位作業分類名	
拘束時間 ($T = t_1 + t_2$)	A 準備・後始末	始業の身仕度・機械点検および終業時の手入れ、後始末		
		機械が製材生産活動に直結する仕事を実際に行なっている有効時間(すくいこみ、おろし、積走行、空走行時間)で運搬サイクル中に発生する段取り、木直し、打ち合せなどのアイドルタイムは除く	① 原木の受け入れ補助 ②※原木の出荷(貨挽依頼) ③ 原木の選別・仕訳 ④ 原木の捲立 ⑤ 剥皮のための原木運搬 ⑥ 剥皮原木の捲立・小運搬 ⑦ 剥皮原木の工場搬入 ⑧ 製品の搬出 ⑨ 製品の仕訳・小運搬 ⑩※製品の出荷 ⑪ 製品の受け入れ(貨挽依頼)	
	B 他部門	正味運搬	機械が本来の仕事を円滑に運行できるように作業条件や環境をつくるための稼働時間で、段取り、手直し、作業場移動などのサイクル中に発生する要素	⑫ 土場内移動 ⑬ すくいこみの段取り ⑭ すくいこみ荷の直し方 ⑮ 置場・荷台の整理 ⑯ 置荷・積荷の直し方
		正味附帯	チップ、加工、インチ生産など兼業部門の荷役運搬作業に要する正味運搬時間と附帯作業時間	⑰ 加工材料製品の整理・小運搬 ⑱※加工製品の出荷 ⑲ チップ原料の搬入 ⑳ インチ製材の仕入れ運搬
	C 雑作業時間	職場余裕	管理上の不備にもとづくアイドルタイムおよび作業進行上、不規則に起きるさげ得ぬおくれ	㉑ 作業の打合せ ㉒ 油補給・車の手入れ ㉓ 通路直し ㉔ 作業待ち
		疲れ達裕	午前、午後の規定の休憩時間は除く	㉕ 小休息・雑談・その他
	D 雑作業時間	生産作業と直接関係のない雑作業時間や機械の長時間の不在、故障修理その他別作業に従事する時間	㉖ 機械故障修理 ㉗ 他工場、他所での雑運搬作業 ㉘ 機械をはなれての作業	
	休憩・休憩時間(t_1)	規定の休憩時間(昼休み、午前、午後の休み)		

※トラックへ積込む作業

a. 稼働状況の測定(A1名)

「連続時間観測法」により、1台の運搬機械を終日追跡観測し、1分目盛用紙に作業の内容、行動を線記号で記録し、機械と運転手の稼働状況をチェックした。

b. 単位作業能率の測定(B, C2名)

主要な単位作業(作業区分No.2~11-上掲第3表参照)が発生するたびに2人の測定員が並行して時間(秒単位)、運搬距離運搬量を測定することにした。1人は運搬サイクルタイム(積込・卸し・積走行・空走行・その他附帯作業時間)と移動位置を記録し、他の1人は運搬の対象(原木・製品材種)と数量(長さ・径・厚さ・本数・束数など)をチェックし、1日の作業終了後にチェックした移動位置間を実測するようにした。

なお、作業区分は第3表のとおりである。

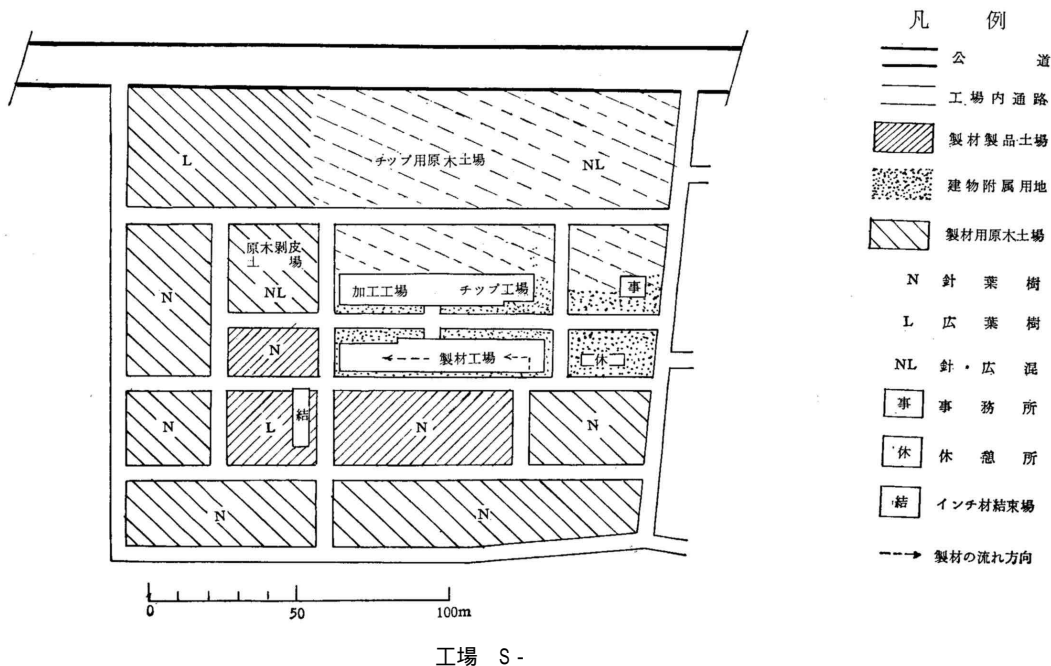
3. 調査結果

以下、若干の解説をまじえながら調査結果のあらましを紹介する。

3. - 1 土場レイアウトおよび作業の流れ

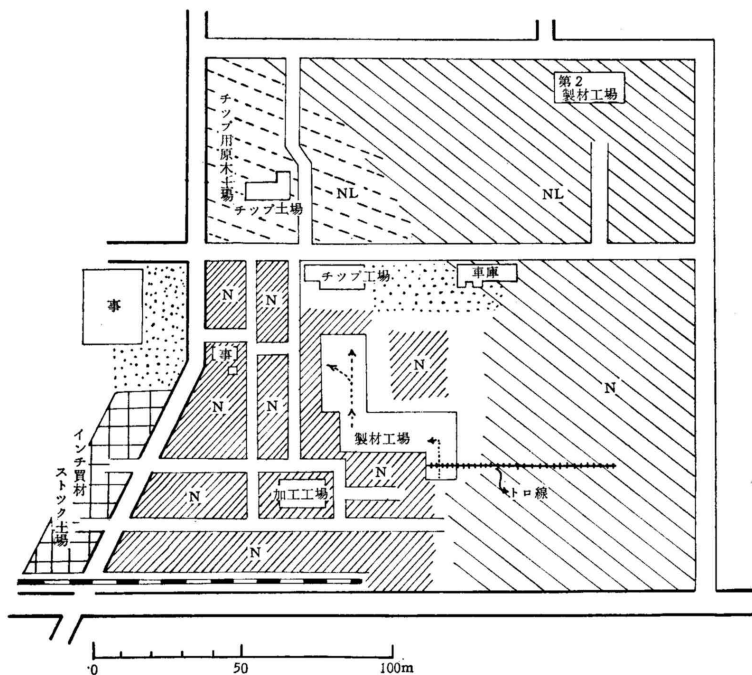
工場建物、設備、機械、土場などの区画、配置の良否は運搬の経路や作業距離を決定づけ、荷役・運搬の能率や、コストを左右するもっとも基本的な要素である。それはまた工場全体の生産速度にも大きな影響を及ぼす。そこで最初に、調査工場のなかで能率的に設計されていると思われるS- およびF- 工場のレイアウトについてみることにする。(第1図参照)

工場の敷地は、両工場とも全面的に平坦に整地され縦横に走る巾5~6mの通路によって、用途の異なるいくつかの長方形のブロックに分けられている。この通路網は工場外の一般通路ともつながっており、原木の入荷や製品の出荷のためのトラックは、どのプロ



- 凡 例
- 公道
 - 工場内通路
 - ▨ 製材製品土場
 - ▤ 建物附属用地
 - ▧ 製材用原木土場
 - N 針 葉 樹
 - L 広 葉 樹
 - NL 針・広 混
 - 事 事務所
 - 休 休憩所
 - 結 イン材結束場
 - > 製材の流れ方向

工場 S-



工場 F-
第1図 土場のレイアウト

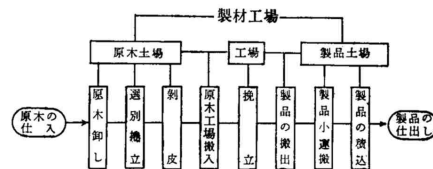
ックにも自由に近づけるようになっている。

路面は全面的に砂利、細砂を混入し平らに地固めされ、逆勾配も大きな凹凸もなく、運搬に支障のない

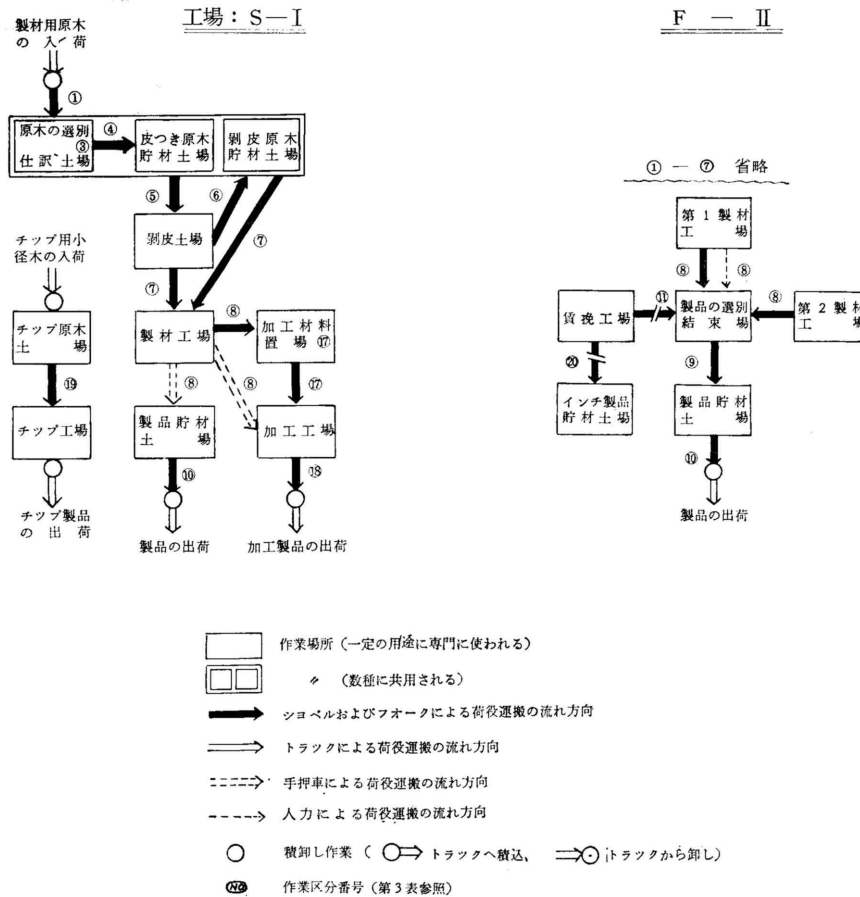
ようよく手入れされている。ただし、コンクリート舗装はほとんど行なわれていない。

つぎに作業の流れについてみる。工場全体の流れは原則として第2図のように一定の方向に向かって連続的に進行している。

しかし、現実の日常作業の流れは途中にいろいろな作業が複雑に介入し、流れが中断するためどういふ角度からとらえるか、追跡の主体を「材の流れ」、「機械の稼働」、「人の動き」のいずれにするか問題とた



第2図 作業工程



第3図 荷役運搬作業の流れ

る。

ここでは「材の流れ」に着眼して、作業の進行経路を模式的に表示することにした(第3図 S-I, F-II工場は省略する)。

第3図でみるように、機械化作業の姿態はきわめて多様である。全体的に機械の汎用性の高いことから、作業変化の巾が広く、作業内容も複雑で、機械化の段階が進むにつれて管理の重要性がますます高まってくるものと思う。

このことに関連して、通路の効果について考えてみる。

通路を配置して、土場を格子状に区画することは、時間的にも場所的にもたえず変動を余儀なくされている複雑な土場作業を、単純な移動作業に置き換えるこ

とを意味する。土場の用途を明確に区分し、運搬経路も確定するから、作業の遅れや混乱をさげ、経済的なカットで作業を進めていくことができる利点がある。たとえば、トラックで入荷した原木を樹種・品等・径級などによって適度に仕訳し、生産計画にもとづいていつでもその日の挽立に必要な材のみを挽立工程に供給できるような体制をとることが可能となる。このように機械の導入にともなう通路の設定は、作業能率の面だけでなく、作業の質をも高めるという間接的な効果のあることを指摘しておきたい

3. -2 荷役・運搬能率

現場作業の能率を下式のとおり、機械および運転手が作業可能な状態に置かれた時間割合(稼働率)と、

その状態における作業の成果(作業速度)の積の型に分解して考えてみることにする。

$$\text{作業能率} = \text{稼働率} \times \text{作業速度}$$

そうすると、この種の時間観測にもとづく能率調査データを分析する場合に、接近の仕方には大きく分けて2つの立場がある。

1つは、できるだけむだな時間を取り除いて、有効な作業に従事する時間の割合を高めるといふ方向、い

ま1つは、それと対応して作業ペースを高め、有効作業時間を短縮するという2つの方向がある。前者は稼働率の分析で、後者は運搬に関する固有技術の検討が主役となる。一方、それはまた責任分野を経営管理者側のものと、現場作業員のものと2分していることにもなるであろう。

このような見方に立って、稼働率や作業速度に直接関係のある問題を取り上げて検討を加えてみる。

第4表 作業時間集計表

工場 機 種 観測月日	S - I		S - I		F - I		F - I		
	シヨベル		シヨベル		フォーク (1号)	フォーク (2号)	フォーク		
	7.19	7.20	9.27	9.28	7.22	7.23	10.11	10.12	
拘束時間 (T=t ₁ +t ₂)	585分	570分	660分	660分	630分	600分	570分	270分	
拘束時間 100%	休憩・休息時間 (t ₁)	14.5%	15.1%	6.8%	9.1%	12.5%	16.2%	13.0%	5.6%
	[規定の休憩・休息時間]	[15.4]	[15.8]	[11.4]	[11.4]	[14.3]	[15.0]	[12.3]	[3.7]
	作業時間 (t ₂)	85.5	84.9	93.2	90.9	87.5	83.8	87.0	94.4
	A 準備・後始末	2.1	0.9	0.3	0.6	3.2	1.5	3.5	3.7
	B 運 転	79.0	80.5	61.5	79.8	45.1	31.7	68.9	75.2
備 考	C 余 裕	3.8	3.5	3.9	4.4	7.1	32.5	3.7	7.4
	D 雑 作 業 (故障時間)*	0.7	0	27.4	6.1	32.1	18.2	10.9	8.1
	(0)	(0)	(5.0)	(0)	(3.5)	(0)	(7.0)	(5.9)	
B 運転 時間 100%	製材 正味運搬	66.5	73.0	66.7	77.2	76.8	86.8	45.5	67.0
	部門 附帯作業	15.2	19.6	13.3	11.8	23.2	13.2	23.2	28.1
	他部門(正味, 附帯)	18.4	7.4	20.0	11.0	0	0	31.3	4.9
備 考	当日挽立樹種	N	L	N	N	N	N	N	N
	原木挽立本数 (本)	106	84	46	60	180	165	—	—
	原木挽立材積 (m ³)	25.2	19.9	27.9	27.2	49.5	47.8	59.4	—
	作業時間	15分残業	正規作業	観測は工場の作業時間に合わせた**		1時間残業	30分残業	正規作業	午前で観測打ち切り

(注) * 雑作業の内数(%)

** シヨベルの運転は工場の作業時間(7.00~18.00)よりも早動かつ残業も行なつた。したがって始業前、終業後の準備・後始末時間は含まれていない。

第5表 機械および運転手の稼働率(%)

工場 機 種 観測月日	S - I		S - I		F - I		F - I		
	7.19		7.20		9.27		9.28		
	7.19	7.20	9.27	9.28	7.22	7.23	10.11	10.12	
機 械 稼 働 率	作業時間対運転時間 k ₁	92	95	66	88	52	38	79	80
	運転時間対正味運搬時間 1) k ₂	81	79	83	87	77	87	66	71
	作業時間対正味運搬時間 2) k ₈	75	75	55	76	40	33	53	56
運 転 手 率	作業時間対実働時間 3) l ₁	95	96	66	89	88	61	83	84
	実働時間対運転時間 l ₂	98	99	100	99	59	62	95	95
備 考	職工 1人補助		補助員なし		1号フォーク*	2号フォーク**	補助員なし		

(注) 1) 他部門の運転時間は正味運搬と附帯時間に区分していないので、製材部門の比率をもつて代用する。

2) 上の1)の理由により、間接的に(k₁×k₂)により算定した。

3) 運転手の実働時間は運転時間と準備・後始末(A)および機械をはなれての作業(No.28)の和とした。

* 機械をはなれての作業(No.28) 一原木の横切り、剥皮作業もかねる。

** 同 上 一製品の選別結果、剥皮作業もかねる。

3. - 2 - 1 機械および運転手の稼働状況について

第3表の作業分類基準により時間集計し、その構成比率を求めた(第4表)。

つぎにこの時間集計結果により、作業を通じて「人と機械」がどの程度生産に有効に活用されたかを示す主要稼働率を求め、第5表にまとめた。ここでもっとも問題となる機械の稼働率のもつ意味や役割について考えてみると、一般に次のようなことがいえるであろう。すなわち

- 1) 運転時間 / 作業時間(k_1) - 生産管理および保全管理レベルの判定指標 - 機械が生産に使われた割合を示し、いわゆる操業度の概念に相当する。非運転時間は遊休時間や保全時間などで占められている。
- 2) 正味運搬時間 / 運転時間(k_2) - 運搬管理レベルおよび作業方法優劣の判定指標 - 機械が本来の目的に対して有効に働いているのがこの正味運搬時間だけであり、運搬活動に対する直接の寄与率を表わす。またこの比率は附帯作業時間が多いか少ないかなど、作業方法の構成を知る尺度であって、100%に近いほど優れた作業方法である。
- 3) 正味運搬時間 / 作業時間(k_3) - 機械の稼働効率の最終的な判定指標 -

これら3種の稼働率の間には次の関係がある

$$k_3 = k_1 \cdot k_2$$

実際に「もの」が積・おろし・移動などのサービスを受けるのは、正味運搬作業時間においてのみであるから、 k_2 は作業効率を表わす。これに対して k_1 は生産管理の効率を表わしている。

つまり、稼働率が極度に低い場合には、作業配分やレイアウトを検討し、段取り作業の改善に努力すべきである。一方、稼働率が高い場合には作業の高速化が

効果的であって、機械の性能や運転操作技術などが問題とされるであろう。

この他、機械保全の尺度、たとえば

$$\text{タイム比} = \frac{\text{実作業時間}}{\text{実作業時間} + \text{保全所要時間}}$$

なども稼働率の1種と考えられる。

第4表の機械故障修理時間についてみると、表の数字は工場の規定作業時間に占める分だけを計上し、時間外に修理工場へ廻わされている損失時間は含めていないにもかかわらず、修理にかなり時間をくわれていることが注目される。また故障の発生頻度の高いこともみのがすことができない。一般に機械の点検・整備についての十分な配慮に欠けるうらみがあり、保全管理の重要性が指摘されるであろう。

一方、運転手の稼働効率についても考えてみる必要がある。とくにF-工場のように、運転手が機械をはなれ、まったく別の作業 - 原木の剥皮・横切・製品の選別・結束など - に長時間従事するような場合にはいろいろと問題があろう。

以上、概説したごとく稼働率は作業活動の特性を明確にし、管理や作業改善の指針として役立つところが多い。しかし今回の調査結果は限られた短時間の観測データであるから、年間を通しての稼働実態について云々することは難かしい。

通常、製材工場の生産活動、とくに土場部門の仕事量(負荷)は季節的にかんがりの変動がみられ、それに対応して稼働率も変わる。その点、調査を実施した時点の負荷の状態や、作業の環境条件など季節性を充分考慮して、なんらかの形でデータを修正して考えてみる必要があることをつけ加えたい。

- 林産試 *経営科

**林産機械科 -