

荷役運搬の総合能力および所要人員の計算例

- 製材工場の土場作業機械化の経済性と関連して -

鎌田 昭吉

本号(13~17P)では、製材工場の土場作業機械化の経済性に関する研究の第2報として、作業方式による荷役運搬能力の算定方法および結果のあらましを報告した。

以下、この算定方法の具体的な手順を紹介し、現実の工場に適用する際の参考に供したい。

なお、計算の基礎条件は、すべて本号、土場作業機械化の経済性(2)にもとづいていることを予め了承願いたい。

1. S型作業方式

ショベルローダ1台で原木と製品の両土場の作業を行なうので、前掲(3-1)式はつぎのようにあらわされる。

$$x \leq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_{2-1}} + \frac{1}{Z_{2-2}} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}}$$

上式に第5表作業種類別能力 Z_j を入れて整理すると

$$x (67.5 + 0.23\sqrt{2.143xy} + 0.16\sqrt{1.750xy'}) \leq 3,360$$

となり、 y, y' に対応する x の最大値、すなわち荷役運搬能力 (x_s で表現する) はつぎのとおり求まる。

S型における荷役運搬能力 x_s (m³/日)

y	y'	製品在庫日数		
		90 (日)	60	30
原木在庫日数	120 (日)	33.25	34.00	34.75
	90	34.25	34.75	35.75
	60	35.25	36.00	37.00
	30	36.75	37.75	38.75

2. S-F型作業方式

2.1 作業配分型式 - 基本型による場合

ショベルローダは原木土場作業を行ない、フォークリフトは製品土場作業のみを行なう場合の能力の算定式は(3-1)式により、機種別につぎようになる。

(a) ショベルローダの能力

$$i) x_s \leq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_{2-1}} + \frac{1}{Z_{2-2}}}$$

上式に第5表の Z_j を入れて整理すると

$$ii) x_s (43.0 + 0.23\sqrt{2.143x_s \cdot y}) \leq 3,360$$

y に対応する x_s は

$$iii) y = 120 \text{ (日)} \dots\dots x_s = 48.75 \text{ (m}^3/\text{日)}$$

$$90 \dots\dots = 51.00$$

$$60 \dots\dots = 54.00$$

$$30 \dots\dots = 58.75$$

(b) フォークリフトの能力

$$i) x_F \leq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}}$$

$$ii) x_F (35.0 + 0.23\sqrt{1.750x_F y'}) \leq 4,800$$

y' に対応する x_F は

$$iii) y' = 90 \text{ (日)} \dots\dots x_F = 79.25 \text{ (m}^3/\text{日)}$$

$$60 \dots\dots = 84.75$$

$$30 \dots\dots = 94.00$$

(a), (b) により y, y' の組合せに対応して、それぞれ両機種 of 能力を比較してみると、全般的にフォークリフトの能力が大きく、ショベルローダの方が小さい。したがって、両機種 of 組合せとしてみた場合 of 総合能力は、能力の低い機種すなわちショベルローダの能力によっておさえられてしまい、フォークリフトに遊びを生ずることになる。たとえば、 $y = 120$ 日、 $y' = 90$ 日 of 組合せについて検討してみると、つぎのように総合能力は低能力 (ショベルローダ) x_s によって決まってくる。

$$\left. \begin{array}{l} x_s = 48.75 \text{ (m}^3/\text{日)} \\ x_F = 79.25 \text{ (m}^3/\text{日)} \end{array} \right\} \text{Min.} \rightarrow \text{総合能力} \\ = 48.75 \text{ (m}^3/\text{日)}$$

この場合のフォークの稼働時間 (HF) および稼働率 (HF/Ho) は

$$H = x \left(\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4} \right) = x \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{120}{1.5 + 0.023\sqrt{1.750xy'}} \right) + 60} \right]$$

上式に $x = x_s (48.75)$, $y = 90$ を代入し

稼働時間 $H_F = 2.243 \text{ hr}$

稼働率 $H_F/H_o = 2.243/4 = 0.561$

となって、フォークリフトはかなり遊んでいる状態となる。これはシヨベルローダ、フォークリフトそれぞれ一定の作業配分基準によって、独立に稼働するという前提があるためである。また、原木・製品在庫期間の組合せによっても左右されてくるが、S-F型作業方式においては、 y, y' のすべての組合せに対して、シヨベルローダの能力が低いので、作業配分を変えシヨベルローダの仕事を減らし、フォークリフトの余剰能力を活用するというS-F型作業配分方式の場合について、総合能力を計算して確かめてみる。

2.2 作業配分方式 - S-F型による場合

S-F型による場合の計算手順は次のとおりである

(a) シヨベルローダの能力

i) $x_s \leq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_{2-1}}}$

ii) $x_s (29.0 + 0.23\sqrt{2.143x_s \cdot y}) \leq 3,360$

iii) $y = 120 \text{ (日)} \dots\dots x_s = 58.50 \text{ (m}^3/\text{日)}$

90 $\dots\dots = 62.00$

60 $\dots\dots = 66.75$

30 $\dots\dots = 74.75$

(b) フォークリフトの能力

i) $x_F \geq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_{2-2}} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}}$

ii) $x_F (55.0 + 0.23\sqrt{1.750x_F \cdot y}) \leq 4,800$

iii) $y' = 90 \text{ (日)} \dots\dots x_F = 91.75 \text{ (m}^3/\text{日)}$

60 $\dots\dots = 64.75$

30 $\dots\dots = 69.50$

(a), (b) により、 y, y' の組合せに対応してそれぞれ両機種の能力を比較してみると、 y が大きい範

囲では相対的にシヨベルローダの能力が低く、 y が大きい範囲ではフォークリフトの能力が低くなり、 y, y' の組合せによって x の相対関係が変わってくる。たとえば、 $y = 120$ ($x_s = 58.50 \text{ m}^3/\text{日}$) の場合は、 $y' = 90, 60, 30$ 日のどの組合せに対してもシヨベルローダの方が低く、総合力は x_s の値 (58.50) によっておさえられてくる。一方、 $y = 30$ ($x_s = 74.75 \text{ m}^3/\text{日}$) の場合は、 $y' = 90, 60, 30$ 日のどの組合せに対してもシヨベルローダの方が高く、その総合力は、反対に x_F の値 ($y' = 90, 60, 30$ に対してそれぞれ 61.75, 64.75, 69.50 $\text{m}^3/\text{日}$) によっておさえられる。

2.3 総合能力の決定

以上のごとく、2種類の作業配分方式に準ずる場合について、それぞれ総合能力を計算し、両者を比較していずれか能力の高い方を選び、それをS-F型作業方式の総合能力とみなし、以後、この数値を使用することにした。たとえば、 $y = 60$ 日、 $y' = 60$ 日の場合には

作業配分方式	機種別能力	総合力	
1) 基本型	$x_s = 54.00$	} Min. 54.00	}
	$x_F = 84.75$		
2) S < F型	$x_s = 66.75$	} Min. 64.75	}
	$x_F = 64.75$		
			最終的な総合力
			— Max. → 64.75 (m ³ /日)

S-F型における荷役運搬能力

在庫日数 (日)	総合能力 X _{S-F} (m ³ /日)	機種別稼働率 (%)	
		シヨベル ローダ	フォーク リフト
原木 (y)・製品 (y')			
120・90	58.50	100	94
120・60	58.50	100	89
120・30	58.50	100	82
90・90	61.75	99	100
90・60	62.00	100	95
90・30	62.00	100	88
60・90	61.75	91	100
60・60	64.75	96	100
60・30	66.75	100	95
30・90	61.75	80	100
30・60	64.75	84	100
30・30	69.50	92	100

上記のごとく、S-F型の方が約10m³/日の能力増加が見込まれ、両機種の稼働率も上昇するので、これを最終的な総合力とする。

以上、計算結果をまとめると上表のとおりである。なお、作業配分方式はすべてS-F型が選ばれた。

3.2 S-F型作業方式

S-F型の計算手段と同様にして求められ、その過程を要約して示す。

3.1 作業配分型式 - 基本型の場合

(a) ショベルローダ2台の能力 (x_{2S})

$$i) x_{2S} \leq \frac{4 \text{ (時間)} \times 2}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_{2-1}} + \frac{1}{Z_{2-2}} + \frac{1}{Z_4}}$$

iii) y=120 (日) ……x_{2S} = 86.00(m³/日)

90 …… = 91.25

60 …… = 97.75

30 …… = 108.00

b) フォークリフト1台の能力 (x_F)

$$i) x_F \leq \frac{4 \text{ (時間)}}{\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}}$$

iii) y'=90 (日) ……x_F=79.25 (m³/日)

60 …… =84.75

30 …… =94.00

3.2 作業配分型式—S>F型の場合

(a) ショベルローダ2台の能力

$$i) x_{2S} \leq \frac{4 \text{ hr} \times 2}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_{2-1}} + \frac{1}{Z_{2-2}} + \frac{1}{Z_4}}$$

iii) y=120 (日) ……x_{2S} =75.50 (m³/日)

90 …… =78.50

60 …… =83.25

30 …… =90.00

(b) フォークリフト1台の能力

$$i) x_F \leq \frac{4 \text{ hr}}{\frac{1}{Z_3}}$$

iii) y'=90 (日) ……x_F =107.00 (m³/日)

60 …… =118.25

30 …… =139.00

3.3 総合能力の決定

なお、基本型式の計算において、例外的にショベルローダの能力が低い組合せが2通り(y=120 - y=30と、y=90 - y=30)あるので、作業配分型式、S-F型による場合についても比較してみた結果、最終的に上記基本型による場合が選ばれた。この計算過程は省略する。

4. M型作業方式—所要人員の計算例

作業種類別所要人員は(3-2)式に、第5表組作業能力 Z_j, 組作業員 m_jを入れて、つぎのとおり整理される。

$$m_1 = \frac{x}{4 \text{ (時間)} \times Z_1} \times 5 \text{ (人)} = \frac{1}{8} x$$

$$m_2 = \frac{x}{4 \times Z_2} \times 2 = \left(\frac{2.8 + 0.015\sqrt{1.667xy}}{90} \right) \cdot x$$

$$m_3 = \frac{x}{4 \times Z_3} \times 2 = \left(\frac{6.3 + 0.015\sqrt{1.346xy'}}{180} \right) \cdot x$$

$$m_4 = \frac{x}{4 \times Z_4} \times 2 = \frac{1}{28} x$$

2S-F型における荷役運搬能力

在庫日数 (日)	総合能力 X _{2S-F} (m ³ /日)	作業配分 型式	機種別稼働率 (%)	
			ショベル ローダ	フォーク リフト
原木(y)・製品(y')				
120・90	79.25	基本型	89	100
120・60	84.75	〃	97	100
120・30	86.75	〃	100	90
90・90	79.25	基本型	84	100
90・60	84.75	〃	91	100
90・30	91.25	〃	100	93
60・90	83.25	S>F型	100	72
60・60	84.75	基本型	84	100
60・30	94.00	基本型	95	100
30・90	90.00	S>F型	100	79
30・60	90.00	S>F型	100	70
30・30	94.00	基本型	85	100