

荷役運搬機械の取り替えの問題について

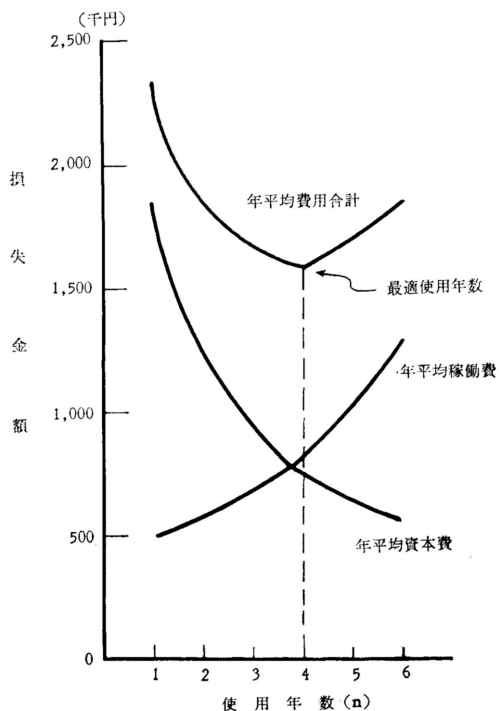
- フォークリフト及ショベル・ローダー更新時期の経済計算 -

鎌 田 昭 吉

更新時期の経済計算

運搬機械を購入して使っているうちに、機械の性能は年々低下してくる。修理回数が増加し、燃料の消費量も増加してくる。このように、しだいに修理費や維持費などの稼働費が増加してくる。一方、年々新しいタイプの機械があらわれ、性能も稼働費の面でも改良されてゆく傾向がある。

このような場合、古くなった機械をいつ取り替えればもっとも有利であるかを考えなくてはならない。取り替えがはやければ、そのための償却費（資本費）が大きな額になり、また反対に、取り替えをゆっくりすれば稼働費が増大してくる。



機械の使用年数と資本費、稼働費の変化

そこで下図にもみられるように、ある時期の資本費と稼働費との和が最小となるように、機械の使用年数をきめることが必要となる。そのための一連の計算方法がいわゆる「設備更新の経済計算」といわれているものである。

この経済計算は、たんに取り替えの問題にのみ使われる手法ではなく、かぎられた一定の資金をもって新しい設備投資を行なうとき、どのような設備を選ぶか（選択の問題）、毎期どのように資金を配分するか（設備投資の資金計画）といった問題を考える場合にも使われるもので、きわめて応用の広い基礎的な計算方法である。いずれにしても、計算の目的によってその要求される内容が異なり、計算の事情もちがってくる。

ここでは、最近製材工場でさかんに採用されているフォークリフトならびにショベル・ローダーをとりあげ、現在工場で使われているものについて、その更新時期の計算実例をまとめてみることにした。

この際大切なことは、機械の使用条件を確実につかんでおくことである。まったく同じメーカー、型式、仕様の機械であっても、その使用条件・使用場所、通路の状況、原木や製品などの積荷の状態、保全管理の状況、運転手の操作技術 etc - によって、稼働費に大きなちがいが認められる。そこで、過去の実績データにもとづいて計算を行なう場合には、それぞれの前提条件を比較して、コストを引き下げるための対策をねることができる。たとえば、通路の改良・整備を行なった場合に、その効果は稼働費の節減、機械の寿命の延長といった形になって現われてくるわけである。

計算の基礎

具体的な問題に入るまえに、あらかじめ計算のしくみについて調べておきたい。

(i) 資本費 - 機械を購入するための費用を機械の使用年数に割り当てた金額で、使用年数が長くなるほど1年当りの資本費は小さくなる。

$$\text{年平均資本費} = \left[\frac{\text{当初の資本費} - \text{売却価格} \times \text{現価係数}}{\text{使用年数}} \right] \times \text{資本回収係数}$$

- (注) 年平均資本費 C1
 当初の資本費 a
 売却価格 b
 現価係数 $Pw = \frac{1}{(1+i)^n} = (1+i)^{-n}$
 資本回収係数 $Cr = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}}$
 利子率 i
 使用年数 n

- 金利と売却価格を考えなければ…… $C1 = \frac{a}{n}$
- 売却価格を考えれば(金利は無視)…… $C1 = \frac{a-b}{n}$

金利と売却価格の両方を考えるならば、当初の資本費からn年目の売却価格の現価をさしひき、その結果に資本回収係数を乗ずれば、それが使用期間n年の場合の年平均額となる。

すなわち… $C1 = [a - b \cdot Pw] \times Cr$

(ii) 稼働費 - 機械を運転・維持するための費用で、年によってかなりの変動があるが、通常年々増加の傾向を示すものとみなされる。

$$\text{年平均稼働費} = \left[\frac{\text{使用期間中に発生する稼働費の現価の総額}}{\text{使用年数}} \right] \times \text{資本回収係数}$$

- (注) 年平均稼働費 C2
 使用期間中に発生する稼働費の総額 Sn'
 使用期間中に発生する稼働費の現価総額 Sn

○金利を考えなければ…… $C2 = \frac{Sn'}{n}$

○金利を考慮するならば、将来の発生費用をすべて現在の価値に換算し、その結果に資本費の計算の場合と同じ要領で資本回収係数を乗ずると年平均額が求まる。すなわち…… $C2 = Sn \cdot Cr$

(iii) 年平均費用の合計 - これら2種のコストの和、すなわち合計費用の年平均額は次のように整理される。

年平均費用の合計 =

$$\left[\frac{\text{当初の資本費} - \text{売却価格} \times \text{現価係数}}{\text{使用年数}} + \frac{\text{使用期間中に発生する稼働費の現価の総額}}{\text{使用年数}} \right] \times \text{資本回収係数}$$

× 資本回収係数

(注) ○金利と売却価格を考えなければ……

$$C = \frac{a}{n} + \frac{Sn'}{n} \quad \text{---(1)}$$

○売却価格を考えるならば(金利は無視)……

$$C = \frac{a-b}{n} + \frac{Sn'}{n} \quad \text{---(2)}$$

○金利と売却価格の両方を考えるならば……

$$C = [a - b \cdot Pw + Sn] \cdot Cr \quad \text{---(3)}$$

上式から解析的に最小値を求めるには、微分計算を使うことになるが、(3)式のように利子率を含む場合の計算はめんどうである。

この年平均費用(合計額)は、ある時点で最小となり、その後は増加の一途をたどる。したがって、この最小値に達したときに機械を取り替えるならばもっとも経済的であり、それ以前では取り替えがはずぎ、それ以後ではいわずらに損失をまねくことになる(前図参照)。要は、この最小の時点の左側にあるか、右側にあるかをみつけ出すことに問題のすべてがかかっているわけである。

計算の実例

1. 資本費の求め方

機械を使用することによって、その機械の価値が正味どれだけ下がるか、実質の減価損失を計らなければならない。その機械を年度当初に売ったと仮定した場合と年度末に売ったと仮定した場合の差額、これが1年間機械を使用したことによって経営が受ける損失、すなわち年間資本費とみてよい。したがって、それぞれの使用年数に応じた売却価格(転売価格)をきめなければならないが、この価格の見積りは専門業者に依

第1表 売却価格の見積り例

機種 年数	フォークリフト	ショベル・ローダー
	3トン	2トン
0	1,900千円	2,500千円
1	700	900
2	300	450
3	150	200
4	80	100
5	40	60
6	30	40

頼るとか、トラック、ダンプカーなど類似の機械などから推算しなければならない。また、すでに売却、下取りなどの記録がある場合には参考になる。

とりあえず、現在での売却価格を第1表のとおり見積るものとする。

2. 稼働費の求め方

更新計算では、対象とする機械について個々につかまえておく必要がある

第2表のごとく、機械ごとに費用がチェックされている場合には問題が少ない。しかし、燃料費、修理費、消耗品費など原価項目別に毎月集計されているが、プール計算のため個々の機械別にはわからないような場合には、それぞれ1つ1つ原始伝票にさかのぼって調べるとか、一定の配布基準にもとづいて分割推定しなければならない。今後、ある一定の期間について臨時的に実績調査することも必要になってくる。

とにかく稼働費は、個々の機械について個別にまとめなければならないが、修理やオーバーホールなど、月によって相当バラツキがあるので、数ヶ月分を平均して(移動平均法などによる)傾向をとらえ、この修正された数値を採用する場合もある。またケースによっては、機械の故障によって引きおこされる損失、たとえば故障修理のため1時的に土場から工場内への原木搬入がとだえ、挽立が中断するといったような場合には、そのロスも含めて考えなければならぬ。

なお、稼働費をとらえる場合に基準となる尺度とし

ては、

- (i) 月間当り, 年間当り
- (ii) 運転時間当り, 就業時間当り
- (iii) 運搬量当り (m³, km, ton, ton - km etc)

などがあるが、実務上は(1)もしくは(2)の方法が望ましい。ただ、季節的に原木や製品の出し入れ量に大きな変動があって、それに対応して各月の運転時間が大きく変わる場合には(2)か(3)の方法をとるべきであって、その際には記録計(アワメーターやタコメーターなど)を備え付けることが必要条件となってくる。

3. 年平均費用の計算結果

稼働費の実績集計と売却価格の見積りができれば、前項の計算手順にしたがって、第3表-1, 2に示すとおり、それぞれの使用年数に見合った年平均費用が求められる。なお、この計算では利子率*i*を年10%とした。

- (注)1) 利子率は期待収益率あるいは割引率などともいわれている。
- 2) 前図は第3表-1の計算結果をグラフ化したものである。

計算の結果、A工場のショベル・ローダー(第3表-1)は、4年間使用した時点において、すでに最小値に達しているのであるから、できるだけはやく更新すべきである。

一方、B工場のフォークリフト・トラック(第3表-2)は、これからも使った方が有利であるという結果が

出ている。しかし、年々平均費用の低下率が小さくなってきているので、そろそろ取り替えの時期にさしかかっているとみて大過ない(年平均費用は最小値の付近で

第2表 稼働費の集計例

年・月	就業時間		修理費 千円	燃料費(軽油)		エンジン油		その他 油 千円	その他 消耗品 千円	費用合計 千円	
	月間	累計		ℓ	千円	ℓ	千円			月間	累計
41・1	150	5,400	6.0	450	14.4	13	2.0	0.8	2.4	25.6	885.3
2	170	5,570	—	500	16.0	7	1.1	2.0	—	19.1	904.4
3	250	5,820	58.6	800	25.6	—	—	1.5	8.4	94.1	998.5
11	200	7,450	—	650	20.8	—	—	1.2	—	22.9	1,387.6
12	180	7,630	—	500	16.0	—	—	0.9	2.4	19.3	1,406.9
42・1	160	7,790	180.0	450	14.4	60	9.0	6.5	12.0	221.9	1,628.8
2	200	7,990	—	620	19.8	—	—	0.6	—	20.4	1,649.2
3	310	8,300	—	900	28.8	4	0.6	3.0	9.0	41.4	1,690.6
機械名	フォークリフト・トラック		耐用年数	8,000hr		運転時間					
型式	XD---3T		購入価格	1,900,000円		購入期日		昭和Y年Z月			
能力	3T										

荷役運搬機械の取り替えの問題について

第3表-1 更新時期の計算結果（A工場—ショベルローダー2T）

使用 期間	現 価 係 数	資本回収 係 数	資 本 費				稼 働 費				年平均費用 合 計
			売却価格	現 価	正 味 資 本 費	年平均	各年費用	現 価	現価累計	年平均	
年 数	(1)	(2)	(3)	(4) = (1)×(3)	(5) = 2,500 - (4)	(6) = (2)×(5)	(7)	(8) = (1)×(7)	(9) = Σ(8)	(10) = (2)×(9)	(11) = (6) + (10)
			千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円
1	0.9091	1.1000	900	818	1,682	1,850	500	455	455	501	2,351
2	0.8264	0.5762	450	372	2,128	1,226	700	578	1,033	595	1,821
3	0.7513	0.4021	200	150	2,350	945	900	676	1,709	687	1,632
4	0.6830	0.3155	100	68	2,432	767	1,300	888	2,597	819	1,586
5	0.6209	0.2638	60	37	2,463	650	2,300	1,428	4,025	1,062	1,712

第3表-2 更新時期の計算結果（B工場—フォークリフト3T）

使用 期間	現 価 係 数	資本回収 係 数	資 本 費				稼 働 費				年平均費用 合 計
			売却価格	現 価	正 味 資 本 費	年平均	各年費用	現 価	現価累計	年平均	
年 数	(1)	(2)	(3)	(4) = (1)×(3)	(5) = 1,900 - (4)	(6) = (2)×(5)	(7)	(8) = (1)×(7)	(9) = Σ(8)	(10) = (2)×(9)	(11) = (6) + (10)
			千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円
1	0.9091	1.1000	700	636	1,264	1,390	300	273	273	300	1,690
2	0.8264	0.5762	300	248	1,652	952	450	372	645	372	1,324
3	0.7513	0.4021	150	113	1,787	719	600	451	1,096	441	1,160
4	0.6830	0.3155	80	55	1,845	582	800	546	1,642	518	1,100
5	0.6209	0.2638	40	25	1,875	495	950	590	2,232	589	1,084
6	0.5645	0.2296	30	17	1,883	432	1,050	593	2,825	649	1,081

は扁平に近いカーブを描く。

以上、更新時期の計算例を通じて、計算の手順や注意事項などについてみてきたがフォークやショベルを導入しているところでは、一度はその更新時期をチェックしてみる必要があると思われる。

同時に、よそと比較して稼働費の絶対額が極度に大きい場合には、前述の使用条件の改善を検討し、稼働費そのものを引き下げることに努力を払うべきであろう。

- 林産試 経営科 -