

建設機械捐料の算定法の解説

中 岡 二 郎*

まえがき

最近建設工事における機械化施工が一般化されてきたために機械経費の積算基準を求める要望が強くなり、34年日本道路公団の関係団体である高速道路調査会建設機械小委員会の研究課題として提出され、種々検討された結果「土木工事の機械経費積算方法」が作られ、道路公団に答申された。

一方建設省においてもかねてから機械経費の積算基準を改訂する意図があったので、これを契機としてその具体化をはかることになり、適正を期するため、これにともなう調査を日本建設機械化協会に依頼することになった。

日本建設機械化協会は建設省の依頼にもとづき、建設機械捐料調査委員会を組織し本年2～5月の間に高速道路調査会案を基礎として検討を加えた結果「建設工事の機械経費積算基準」を作成して建設省に答申した。

この答申案はさらに建設省、建設業審議会、建設省以外の建設関係諸官庁で検討されたのち、一般に通用する積算基準として取扱われるようになると思われる。

この積算基準は機械を使用することにもなつて生ずるすべての経費をもれなく計上することを立前としているが、その重点はいうまでもなく機械捐料の算定にある。従つてここではこの積算基準に示されている機械捐料の算定方式を解説し、算定に用いられる諸標準値を決定した経過を説明することにする。

(1) 償却費と定期整備費の合計額は運転時間に比例して発生する。

償却費累計額および定期整備費累計額はいずれも運転時間 x の関数である。これらをそれぞれ機械購入価格 P を基準として、 $D(x) \times P$ 、 $R(x) \times P$ で表わし、比例常数も購入価格を基準として $C \times P$ と表わすことにすれば、上述の前提条件は、

$$D(x) \times P + R(x) \times P = C \times P \times x$$

$$\therefore D(x) = Cx - R(x)$$

同様に残存価値を $S(x) \times P$ で表わすと

$$S(x) \times P = P - D(x) \times P$$

$$\therefore S(x) = 1 + R(x) - Cx$$

となつて累計償却費率 $D(x)$ 、残存価値率 $S(x)$ はいずれも C および累計定期整備費率 $R(x)$ が与えられればみづから定まる値である。

しかるに累計定期整備費率 $R(x)$ は一般に部品の耐久度構成により上凹の曲線形を示すから、上式により累計償却費率 $D(x)$ は下凹の曲線形、残存価値率 $S(x)$ は上凹の曲線形を示すことになる。

経済的使用時間 X における残存価値率を 0、累計定期整備費率を f とし、耐用時間 \bar{X} における残存価値率を税法上の規定に従つて 0.1、累計定期整備費率を R とすれば、

$$0 = 1 + f - CX$$

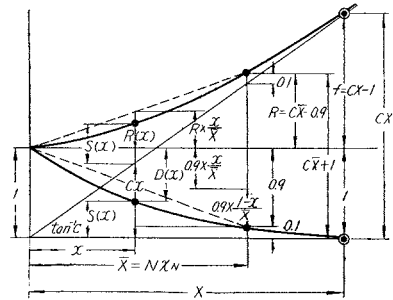
$$0.1 = 1 + R - C\bar{X}$$

$$\therefore C = \frac{1+f}{X} = \frac{0.9+R}{\bar{X}}$$

このように C の値は f, X で表わしても R, \bar{X} で表わしてもさし支えない。

図上の関係は、耐用時間 \bar{X} では縦座標 $C\bar{X} + 0.1$ の点をちやうど曲線 $R(x) + 1$ が通過し、 $R(\bar{X}) = R$ であるが、経済的使用時間 X では縦座標 CX の点で曲線 $R(x) + 1$ が直線 Cx に接し、 $R(X) = f$ である (図-1)。

図-1



$R(x)$ 、 $D(x)$ 、 $S(x)$ を f, X で表現する式はすでに与えられている。すなわち、

$$R(x) = f \left(\frac{x}{X} \right)^{1 + \frac{1}{r}}$$

$$D(x) = Cx - f \left(\frac{x}{X} \right)^{1 + \frac{1}{r}}$$

$$S(x) = 1 + f \left(\frac{x}{X} \right)^{1 + \frac{1}{r}} - Cx$$

$$C = \frac{1+f}{X}$$

となるが、これらを R, \bar{X} で簡単に表現できるのは

$$C = \frac{0.9+R}{\bar{X}}$$

だけである。しかしながら $S(x) = 0.1$ では R と f, R と $\frac{X}{\bar{X}}$ 相互の関係式が成立するから、 R, \bar{X} の値から f, X の値を求め、上式によって任意の運転時間 x に対する

* 正員 工博 武蔵工大教授 土木工学科

$R(x), D(x), S(x)$ の値を計算することができる。

すなわち $S(x)=0.1$ では、

$$C\bar{X}=0.9+R$$

$$R=f\left(\frac{\bar{X}}{X}\right)^{1+\frac{1}{f}}$$

別に

$$CX=1+f$$

$$\frac{\bar{X}}{X}=\frac{0.9+R}{1+f}$$

$$\frac{R}{f}=\left(\frac{0.9+R}{1+f}\right)^{1+\frac{1}{f}}$$

上式によって R と f , R と $\frac{X}{\bar{X}}$ との関係を求めた結果を図-2, 3 に示してある。

実際上は機械を経済的使用時間 X 一杯に使い切ることはいわめてまれであるから、 f , X の実績値はきわめて少ない。

また法定の耐用年数に対応する時間は耐用時間 \bar{X} であって経済的使用時間 X ではない。

上述のごとく C に関しては f, X で表現しても R, \bar{X} で表現しても同じであるから、このさい税法上の償却との関連を明らかにするために、この積算基準では C の値を R, \bar{X} で表わすことにしてある。

耐用時間 \bar{X} に対する年数は耐用年数 N であるから、標準年間運転時間を x_N とすれば、

$$\bar{X}=N \cdot x_N$$

となる。従って $Cx, R(x), N, x_N$ の間には合理的な関連がとられていなければならない。

今回の調査では、運転時間 x に対応する $R(x)$ の実績値を数多く集めこれを図上にプロットし、べつに稼動状況調査によって決定された x_N の値と土木工業協会が経団連を通じて大蔵省に提出した「建設工業設備の耐用時間および標準年間使用時間の調査」に示されている耐用年数 N の値によって \bar{X} の値を想定し、図上で想定した $R(x)$ の標準曲線と \bar{X} の想定値、 C の想定値が合理的な関連を示すように調整して、 C, R, \bar{X} の標準値を決定した。このさい \bar{X} の値の調整は x_N の値よりも N の値を加減して行なう方針であったが、結果においてあまり N の値の変更はなかった。

実績点と $R(x)$ の標準曲線との関連は主観によって相

当異なるから、調整作業関係者全員の了解が成立するまで調整をつづけたのである。

このようにして実績を基礎とし、税法上の償却との関連を明らかにして諸標準値を定めた点はこの積算基準の大きな特色である。

米国の参考資料をあげると、Kellog 資料からは R の値、A.G.C.A 資料からは N, R の値、Purifoy 資料からは N, R, x_N, \bar{X}, C の値が提供され、Ackerman 資料からは f, X, C の値、Internal Revenue 資料からは N の値が提供される。また建設省の建設機械貸付料算定基準からは f, X, C の値、高速道路調査会案からは N, R, x_N, \bar{X}, C の値が提供される。従って、これらの資料との関連性を全く無視することはできない。

これらの資料を比較すると残存価値の取り扱い方が税法上の取り扱い方と異なっていることがわかる。米国の資料はすべて耐用年限において購入価格の 100% を償却することになっており、建設省の基準では経済的使用時間において 0.12~0.16 の残存価値があることにしてある。また税法上は耐用年限において 0.1 の残存価値があることを規定しているが、残存価値の本質については何もふれていない。このように残存価値に対しては本質的な問題が残されているのであるが、一応次のように解釈される。

経済的使用時間 X で残存価値が 0 であると見たことはこの時間で機械の効用を失なうことを意味する。耐用時間では機械の効用はまだ残っており、残存価値としては 0.1 に当たる。しかし、この効用を将来発揮する見込みが全くないか、売却して換金することができないならばこの効用は無効であるから、耐用年限内の運転時間に割かけておく必要がある。この場合 $C=\frac{1+R}{\bar{X}}$ として計算しなければならない。米国ではこのような考えに従って耐用年限で購入価格の 100% を償却することにしていて、耐用年限で残存価値が 0 であるということとは意味が違う。明らかではないが大體耐用年限における残存価値は 0.12~0.16 くらいに当たっているようである。実際には残存価値が全く回収されない場合も、100% 回収される場合もまれであって、残存価値の幾分かスクラップ代金などの形で回収される場合が多いであろう。すなわち、

$$\text{回収不能の場合 } C'=\frac{1+R}{\bar{X}}$$

$$\text{一部回収の場合 } C''=\frac{1-\alpha+R}{\bar{X}} \quad 0<\alpha<0.1$$

$$\text{完全回収の場合 } C=\frac{0.9+R}{\bar{X}}$$

と計算すべきである。

R の値が 0.5~1.0 では $\frac{C'}{C}=\frac{1.5}{14} \sim \frac{2.0}{1.9}$ であって C の値と C' の値には大差がない。 C の値と C'' の値の差はさらに少ないであろう。従って実用上、残存価値

図-2 R と f の関係

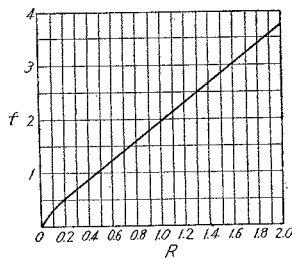
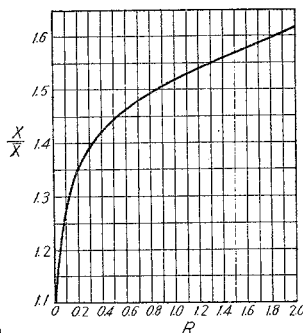


図-3 R と $\frac{X}{\bar{X}}$ の関係



の本質的問題は不問にふして $C = \frac{0.9+R}{\bar{X}}$ として計算してもさし支えない。

機械化のレベルが向上し機械の耐久度がますと R の値があまり変わらなくても、 \bar{X} の値が大きくなって C の値は小さくなる。また機種相互の競争も激しくなり、陳腐化が起る傾向も強くなるから耐用年数 N が短縮される傾向はあっても延長される傾向は少ない。従って年間標準運転時間 x_N が大きくなる。Purifoy 資料は最近のアメリカの数値を示すものであるが、 C の値が小さく、 x_N の値が大きい。ブルドーザの x_N を例にとれば 2000 h であるが、わが国の現状では 1500 h くらいが標準であろう。従って Purifoy 資料はむしろ将来の目標値として取扱うべき値であると思われる。

図-4 (a) ブルドーザ (国産 16t)

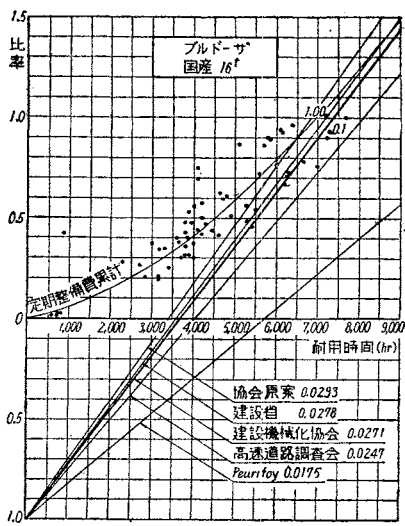


図-4 (b) パワーショベル(0.6 m³)

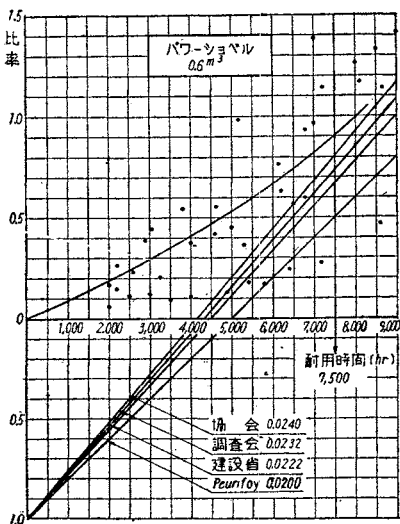


図-4 (c) アスファルト フィニッシャ(1.8 m)

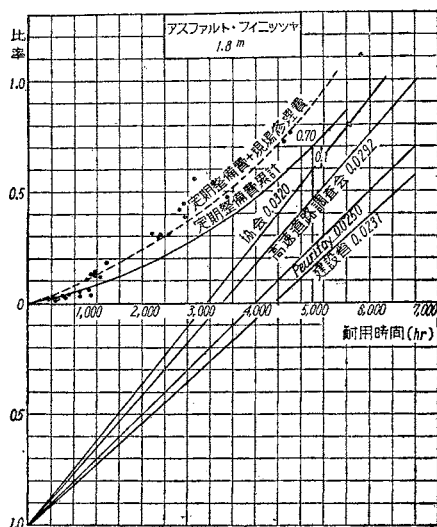
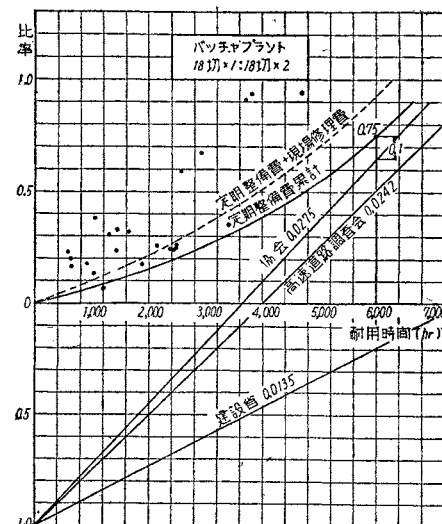


図-4 (d) バッチャ プラント (18切×1:18切×2)



さて機種によって5つの分科会を組織し、まず各分科会の独自の見解によって、所属の機種に対して上述の要領で調整を行なって、 C, N, x_N, \bar{X}, R の標準値を決定し一覧表を作成した。次に在来の資料、特に建設省の建設機械貸付料積算基準、高速道路調査会案、Purifoy 資料と比較し、機種相互のアンバランスを調整しつつ、再び上記の調整作業を行ない、諸標準値を最終的に決定した。

機種によって実績資料の数が非常にことなっていたので、実績資料の少ない機種では参考資料との関連に重点がおかれたが、とにかく現状においてできるだけ実情にそくすることに努めた点は正当に評価されるべきであろう。図-4(a)~(f)に調整作業図の例を示す。

(2) 機械管理費は利子、税金、保険、格納保管経費よりなり年間定額発生する。

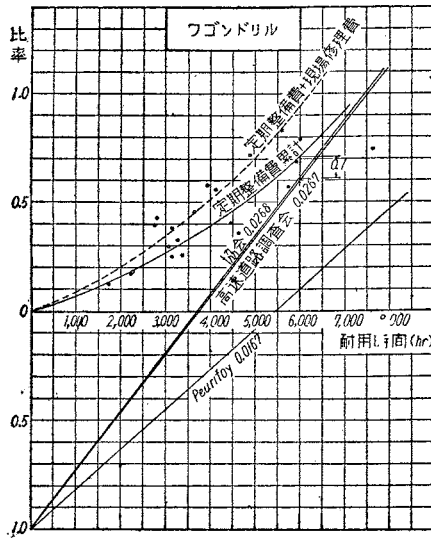
機械管理費の内訳は A.G.C.A 資料と同じである。建設省の建設機械貸付料算定基準では建設省保有の機械を対象としているから利子、税金、保険を考慮する必要がなかった。また民間保有の機械に対してこれらの値をどの程度に見積ればよいか十分な調査がされていなかった。

今回の調査では特に専門的分科会を組織して検討した結果、次の結論が得られた。

a) 利子 銀行で行なっている長期融資に対する金利は日歩2銭7~9厘、年約1割になる。定額償却を行ない残存価値に対する複利を考慮すると、平均して年7%に当る。

b) 税金 地方税法第350条により年1.4%標準として固定資産税が課税される。償却を考慮して耐用年数内の税額

図-4 (e) ワゴンドリル



を平均すると年 0.9% に当る。

c) 保険 主として自動車保険で平均年 1.2% の保険料率である。償却を考慮すると平均年 0.6% に当る。

d) 格納保管経費 建設省の建設機械貸付料算定基準から推定した率および A.G.C.A 資料の率を勘案して年平均 3.5% とした。

以上を合計して機械管理費は機械の運転時間に関係なく平均して年間に機械購入価格の 12% 必要である。

標準の稼働状況では年間の運転時間は x_N であるから、標準の時間当り機械管理費率は $\frac{0.12}{x_N}$ で与えられるが、稼働状況が異なる場合は実際の運転時間は $x_{N'}$ であって x_N でない。従ってこの場合の時間当り機械管理費率は $\frac{0.12}{x_{N'}}$ となり、標準の時間当り機械管理費率と一致しない。

(3) 機械損料は償却費、定期整備費、機械管理費よりなる。

従って標準の作業条件、標準の稼働状況における時間当り機械損料率は、

$$C + \frac{0.12}{x_N} = \frac{0.9+R}{\bar{X}} + \frac{0.12}{x_N}$$

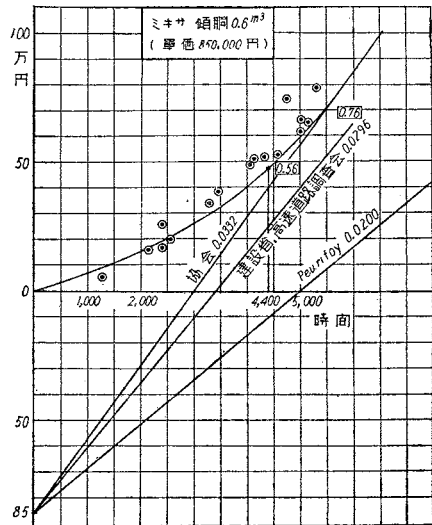
$$= \frac{0.9}{\bar{X}} + \frac{R}{\bar{X}} + \frac{0.12 \times N}{\bar{X}}$$

と表わすことができる。

上式から標準の時間当り機械損料率は R の値および N の値が小さく、 \bar{X} の値が大きいほど小さい値になる。

すなわち、定期整備費が安くなる一方、耐用年数が短縮されても年間標準運転時間 x_N が増大されて、耐用時間総体としては増加する傾向があるときに標準の時間当り機械損料率が低減するのであって、この数字はいわばその国の建設機械化の水準を示すものである。従って環境の異なる米国の数字をそのまま使用することは適当で

図-4 (f) ミキサ傾胴 0.6 m³ (単価 850,000 円)



ない。

またいわば建設機械化の過渡期にあるわが国の現状においてこの数字を固定すべきではない。建設機械損料委員会にしばらくその活動を存続させるべき理由はここにあるのである。

運転時間に対する機械損料は時間当り機械損料率に機械購入価格を乗じて時間当り機械損料を求め、この値にさらに所要の運転時間を乗ずれば求めることができる。

(4) 便宜上現場修理費を上記の機械損料にふくめない。現場修理費は運転時間に比例して発生する。

現場修理の対象となる部品は耐用時間が短かく、耐久度構成も単純であるから、現場修理費累計曲線には上凹の傾向は少なく、直線と見なしてよい。すなわち現場修理費は運転時間に比例して発生すると考えてよい。また修理の実施は現場で行なわれ、作業条件によって影響される度合も大きい。従って定期整備費と分離するために、上記の機械損料にふくめてない。

算定式は便宜上時点を耐用時間にとって、耐用時間までの現場修理費累計額が機械購入費に対する比率 F を耐用時間 \bar{X} で割った値を時間当り現場修理費率とする。

この値の標準値は実績資料を整理して決定した。

運転時間に対する現場修理費は時間当り現場修理費率に機械購入費を乗じて時間当り現場修理費を求め、この値にさらに所要の運転時間を乗ずれば求めることができる。

(5) 時間当り定期整備費率、時間当り現場修理費率は作業条件その他によって修正する。

作業条件が苛酷であれば各部の耐用時間が短縮されるから、時間当り定期整備費率および時間当り現場修理費率は標準より大きくなる。この傾向は現場修理費の方が大きいと思われる。維持管理や運転の不良、機械自体の

耐久度の不足によってこの傾向が生ずるが、これらは業者の責任範囲であるから、このための修正は通常の場合必要ではない。作業条件によってどの程度の修正を加えるべきかについては調査が十分でないために、今回は基準を与えていない。この点については将来の調査研究をまたなければならない。

(6) 稼働状況が標準といちじるしく異なる場合には機械管理費の補正額を計上する。ただし天候その他の現場条件などの業者の責任外の事由による場合に限る。

稼働状況が標準と異なる場合の時間当り機械管理費率と標準の時間当り機械管理費率との差は、

$$\frac{0.12}{x_{N'}} - \frac{0.12}{x_N} = \frac{0.12}{x_N} \left(\frac{x_N}{x_{N'}} - 1 \right)$$

で与えられる。 $\frac{x_N}{x_{N'}}$ は任意の期間に対して標準の運転時間が実際の運転時間に対する比率である。従って所要の運転時間に対する補正額の算定式は、

$$\text{補正額} = \text{標準の時間当り管理費} \times \text{運転時間} \times \text{補正率}$$

$$\text{補正率} = \frac{\text{標準の運転時間}}{\text{実際の運転時間}} - 1$$

となる。

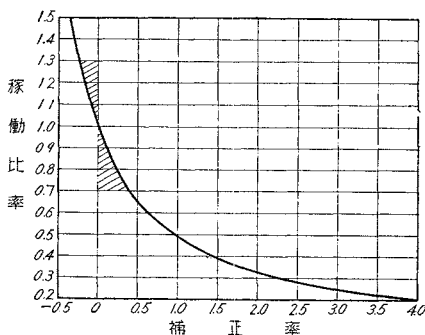
実際の運転時間が標準の運転時間に対する比率を稼働比率と称することにすれば上式は、

$$\text{補正率} = \frac{1}{\text{稼働比率}} - 1$$

となる。補正率と稼働比率の関係を示せば 図-5 のごとくである。図からわかるように稼働比率がいちじるしく低下すると補正率の値は非常に大きくなるが、稼働比率が1より大きくなる場合のマイナスの補正率はさほど大きくならない。プラスの補正率とマイナスの補正率のバランスがとれるのは大体において稼働比率 0.7~1.3 の範囲である。

年間標準運転時間 x_N の値が適正であれば、稼働比率の屢度曲線は稼働比率1を中心とする確率分布をなすから、この範囲では補正計算を省略し、稼働比率0.7以下または1.3以上の場合に補正計算を行なえばよいと思われる。ただし年間標準運転時間 x_N の値が適正でない場合には屢度曲線の位置がずれるから、このような省略を行なうべきでない。すなわち上述の省略には年間標準運

図-5 稼働比率と補正率の関係



転時間 x_N の値が適正であることが前提になっている。

ある期間における実際の運転時間は作業可能日の可能運転時間を集計すれば求めることができる。

ある期間における標準の運転時間を求めるには次の方式が提案される。すなわち標準の年間供用日数とその期間の供用日数との比率によって年間標準運転時間 x_N をその期間に割当てて。

供用日数とは機械が工事に用いられる日数をいい、年間では365日から定期整備日数および整備基地における遊休日数を控除した日数、工事期間では機械の現場在場日数に搬入搬出に要する日数を加えた日数であるが、現場で定期整備を実施する場合はその日数を現場在場日数から控除する。

標準の運転時間の算定式は、

$$\begin{aligned} \text{標準の運転時間} &= \frac{\text{その期間の供用日数}}{\text{年間標準供用日数}} \times \text{年間標準運転時間} \\ &= \text{その期間の供用日数} \times \frac{\text{年間標準運転時間}}{\text{年間標準供用日数}} \\ &= \text{その期間の供用日数} \\ &\quad \times \text{標準の供用1日当り運転時間} \end{aligned}$$

で与えられる。

(7) 償却費と定期整備費の合計額が運転時間 x に比例して発生することを前提にして算出される償却費累計額 $D(x) \times P$ と実際の償却費累計額とは必ずしも一致しない。ただし現場の条件など業者の責任外の事由による場合に限る。

たとえば僻遠の工事現場に設置された工事事用設備は工事後の転用ができないものとして設備の全額を当該工事で償却しなければならない場合もあろう。また機械の陳腐化が生じる傾向が強い場合には年間定額償却を行なった方が適切である。

前述の 図-1 において、耐用年数 N に対する実際の運転時間が x であったとする。また年間定額償却の場合にも時間当り定期整備費率は $\frac{R}{X}$ であるとする。

この場合の償却費と定期整備費の合計額が機械購入費 P に対する比率は、

$$\begin{aligned} 0.9 + \frac{R}{X}x &= \frac{0.9}{X}x + \frac{R}{X}x + 0.9 - \frac{0.9}{X}x \\ &= Cx + 0.9 \times \frac{1-x}{X} \\ &= Cx + \frac{0.9}{X} \left(\frac{X}{x} - 1 \right) \times x \end{aligned}$$

と表わすことができる。

上式を観察すれば次のことがわかる。

- a) 年間定額償却では標準の積算よりも $\left(0.9 \times \frac{1-x}{X} \right) \times P$ だけ余分に償却することになる。
- b) 年間定額償却を認める場合には、所要の運転時間に対する償却費の補正額は、次式によって算定すればよい。

$$\text{補正額} = \text{標準の時間当り償却費} \times \text{運転時間} \times \text{補正率}$$

ただし補正率は機械管理費に対するものと同じである。

(8) 機械損料に対する補正額として、別に工事現場の修理施設に対する補正額を考慮する。これは通常必要と認められる規模以上の現場修理施設を工事現場の条件によって特に設ける必要がある場合に適正額を計上することにする。

(9) 機械経費としては以上のほかに、運転経費、輸送費および解体組立費があり、これらはそれぞれ実情に応じて適正に計上される。

(10) $N, x_N, \bar{X}, R, F, \frac{0.9}{\bar{X}}, \frac{R}{\bar{X}}, \frac{0.12}{x_N}, \frac{0.9}{\bar{X}} + \frac{R}{\bar{X}} + \frac{0.12}{x_N}, \frac{F}{\bar{X}}$ 等の標準値、および定期整備、現場修理、消耗部品の内容を別表に一覧して示してある。

(11) 機械購入価格 P および運転時間 x は積算上の基礎となる値であるから、その定義を明らかにしてある。すなわち、

a) 機械購入価格は建設業者を対象とした標準の時価とし、支払条件は検収後現金払い、工場渡しの場合とする。この価格には原則として作業現場までの輸送費、据付費はふくめない。また輸入機械は海上運賃、輸入税、諸掛等をふくめたものとする。

b) 運転時間は実際に作業をしている時間、作業のための空転時間、作業のための自走移動時間、その他作業にともなって発生する関連運転時間の総和とする。

在来は作業時間または使用時間と称していたが、内容を明確にするためにこの基準では特に運転時間と称する。

あとがき

以上の解説によって「建設工事の機械経費積算基準」を構成する骨子を明らかにしたが、この基準の重点が機械損料の標準値の算定方式に置かれているために、そのほかの経費については簡単に内容を示し適正額を計上すべき旨を記述してあるに過ぎない。また補正額の算定方式および時間当り定期整備費率および時間当り現場修理費率の修正に対する算定方式は現在の条文より具体的に記述すべきであろう。

この積算基準が要望される動機となったのは、建設省の建設機械貸与料積算基準によって算定される機械経費が安きにすぎるといふ建設業側の不満にあった。その原因としては次の事項が考えられる。

- C の値が適当でない。
- 機械管理費が過少でなる。
- 運転時間に比例して発生せず、年間に定額発生する経費に対する補正額が十分に計上されない。

これに対して本積算基準では、

a) C の値は建設省の基準よりやや大きく決定されたものが多い。

b) 年間定額管理費は建設省の基準に相当する値の約 3.4 倍に修正されている。

c) 原則として機械管理費は年間定額発生するものとし、補正額の算定方式を明らかにしている。また場合によっては償却費も年間定額発生するものとして取扱う余地を残してある。これによっていわゆる拘束損料を合理的に見積ることが可能である。

以上の結果から判断して、本基準案によって建設業側の不満はほぼ解消されるものと判断される。建設業側には償却費も原則として年間定額発生するものとした方がよいとの主張があったが、本基準案では上述の線に止めてある。その理由としては次の事項があげられる。

a) 稼働比率が低く低い場合に償却額を不当に大きく見る傾向が強い。

b) 機械管理費に対する補正額は $\frac{0.12}{x_N} \times \text{補正率} \times x \times P$
年間定額償却費に対する補正額は $\frac{0.9}{\bar{X}} \times \text{補正率} \times x \times P$

である。 $\bar{X} = Nx_N$ であるから、 $N=5$ とすれば前者は前者の 1.5 倍に当る。在来は機械管理費が適正に認められていなかったために、いわゆる拘束損料を年間定額償却によって裏付けようとする傾向があったが、機械管理費を適正に認めた本基準案において両者を計上することは行き過ぎの感がある。

c) すでに述べたごとく機械化の進歩は稼働率の向上にある。従って機械の稼働率が低下した場合の損失を不当償なうことは機械化の発達をさまたげることになる。

逆に事業主体側からは本基準案の採用によって機械経費が増大され、工事費の見積増をきたすかもしれないという危惧の念が表明されたが、本基準案では機械を使用することにもなって生ずるすべての所要経費を適正に計上する立前が慣れており、その結果として所要経費の見積増を生ずるとしても、その責任は本基準案にはなく、在来の積算法の不備に由来するものと解すべきである。この点に関しては機械管理費の影響が大きい。在来の約 3.4 倍の機械管理費を適正として認めるのであるから、在来の機械管理費の約 2.4 倍に相当する額が総工事費中の間接経費の中に見込まれていない場合には明らかに所要経費の見積増を来たすことになる。またいわゆる拘束損料を在来十分に計上していないならば、ここにも所要経費の見積増を来たす要因がある。

(原稿受付：1960.7.4)

土木学会誌“合本用ファイル”頒布

体 裁： B 5 判 学会誌 12 冊綴用、薄グリーンクロス装、金文字入り
頒 価： 1 部 140 円 (〒 30) 申込方法： 入金次第発送します