

工作所における仮設材の購入管理計画の合理化に関する研究

京都大学工学部 正員 吉川和広

京都大学工学部 正員 山本幸司

京都大学大学院 学員 〇見沢 環

1.はじめに 近年の土木工事の大規模化に伴い、多種多様の建設機械や仮設用資材(両者を合わせて機材と呼ぶ)が大量に投入されるようになり、このことから工事施工の経済性、迅速性、確実性を目的として、機材の運用管理業務の重要度が増大してきている。しかし、この業務を集中的に行っている工作所(あるいは資材センター)においては、従来、熟練者の経験や勘に基づいてその業務が遂行されており、必ずしも機材の有効かつ経済的な運用がなされているとは言えない。そこで本研究は、機材の運用管理・配送等の工作所の業務を合理的に遂行するための一方法を提案するものである。

2. 工作所の業務と本研究の概要 工作所で扱う機材を大きく分類すると、(a)重機械のように単価が高く、保有数量も少ないために単品管理されるもの、および(b)単価が(a)に比べて安く、保有数量が多いため数量管理されるものに分けられ、さらに後者は、(b₁)耐用年数が比較的長く、何回も転用可能な機材、および(b₂)1回の使用で消耗されたり転用不可能な機材に分けられる。本研究では、これらのうち、数量的・金額的に重要度が高いと思われる(b)の機材をとりあげ、その中でも特に頻繁に使用される仮設材を対象とする。

次に工作所の業務について簡単に述べる。工作所は個々の現場が工事を円滑に遂行するために必要な機材を購入・管理し、現場から機材の需要があるとその機材をできるだけ迅速に供給するとともに、各現場からは供給した機材の使用負担として適当な使用料を徴収する。機材はある期間のサービスを終わると工作所に返送され、点検修理が行われた後保管され、それらは現場からの要求があると再び使用に供される。また、点検の段階で以後使用できないものは廃棄処分される。本研究では、これら一連の業務の中で特に購入・運用・配送業務をとりあげ、以下に示すように計画レベルを3段階に分けて考えることにした。

(i)長期的な機材管理-----仮設材を考えてみてもその耐用年数は5年前後のものが多いため、その購入計画は長期的展望に立たねばならない。しかし、将来の機材の需要予測には不確実性が伴うため、需要量を確定量として把握することには無理があるので、ここでは過去の使用実績を分析して、機材の需要量、使用回数、廃棄率等を確率的に与えてシミュレーションを行い、その結果、いつ、どの程度の新規購入が望ましいかというおおまかな計画を求め、(ii)の短期的な機材管理のためのインプット情報とする。

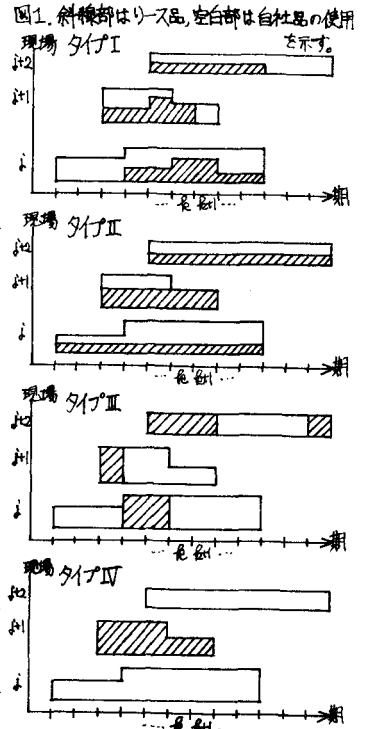
(ii)短期的な機材管理-----土木工事は公共事業が多く、その性格として年度単位で決算が行なわれることから、1年先位までなら各現場での施工計画が明確に作成され、機材の需要量を確定量として扱うことが可能と判断し、計画対象期間を1年とする。本研究では、計画対象期間をK期に分割し(K=12 or 24程度)、各期の自社品配送量、工作所が新規購入する場合にはその時期と購入量、各期のリース量を求めるための数学モデルを提案する。

(iii)日単位の配送計画----- (ii)で得られる結果(特にここでは、各期の工作所から現場への配送量)をインプット情報とし、輸送費を低減化する配送計画や輸送トラックの配車計画を作成する。

この場合、トラックの配送ルート統合、および複数種類の仮設材の混載を考えるものとする。この問題に対しては、吉川・山本・瀬戸が発表する。

3 短期的な機材管理モデルの定式化

工作所は多種の機材を同時に管理しており、相互に関連し合う面もあるが、ここではとりあえず、主要な機材に対して個別に本モデルの適用を考える。モデル化の前提条件として、①各現場での機材の需要量は計画対象期間を通じて確定量として与えられるものとし、これに対して自社品、リース品のどちらか一方あるいは両方を必ず必要な時期に供給するものとする。この場合、工作所の在庫量ではまかないきれない時に不足量をリースすることはもちろんのこと、在庫があっても場合によってはリースすることもあり得る。②各期の期首に工作所から現場へ配送するものとし、現場での供用が終了した期の期末に工作所に返送するものとする。③工作所に返送された機材の点検修理には1期間必要とし、次々期には出庫可能な状態になるものとする。④返送された機材は一定の廃棄率で廃棄されるものとする。次に、以下の2条件により個々の品目を分類する。①同一現場内で自社品とリース品の混合使用が可能かどうか、②同一現場内で自社品とリース品の使用を工期途中で切替えることができるかどうか。この結果、タイプⅠ{混合使用可・中途切替可}、タイプⅡ{混合使用可・中途切替不可}、タイプⅢ{混合使用不可・中途切替可}、タイプⅣ{混合使用不可・中途切替不可}の4タイプに分類することができる。個々のタイプについて各現場での使用状況を想定したのが図1である。いずれのタイプも工作所の所要経費最小化を目的関数とする最適化問題として定式化が可能であるが、ここでは紙面の都合上、タイプⅣの定式化のみを示す。これは自社品とリース品の混合使用が技術的に不可能であったり、管理が困難で、かつ足場などに固定して使用される仮設材に適用可能である。



[変数] $\delta_j = 1$ (現場jで自社品を使用するとき) の0(それ以外), P_k : 初期の新規購入量

[定数] m_{kj} : 初期の現場jでの需要量, I_0 : 初期在庫量, α : 廃棄率, B_k :

初期の返送量(計画対象期間以前に配送された分), $S_k, \bar{S}_k$: 初期の在庫量

の下限、上限値, $M, \bar{M}$: 計画対象期間内の新規購入費用の下限、上限値

$C_k^p, C_k^f, C_k^s, C_k^u, C_k^b$: 初期の単位量当りの新規購入費、在庫管理費、償却費、使用料、破損補償費, N : 現場数

制約条件①各期の需要量を確保すること; $I_0 + (1-\alpha) \sum_{j=1}^N B_k + \sum_{j=1}^N P_k - \alpha \sum_{j=1}^N \delta_j f(m_{kj} - m_{k,j-1}) - \sum_{j=1}^N \delta_j m_{kj} \geq 0$

(ただし $f(x) = x(x \geq 0)$ の $0(x < 0)$) ②在庫量に関する制約; $S_k \leq I_k \leq \bar{S}_k$, ただし I_k は 初期の在庫

量で、 $I_k = \{I_0 + (1-\alpha) \sum_{j=1}^N B_k + \sum_{j=1}^N P_k - \alpha \sum_{j=1}^N \delta_j f(m_{kj} - m_{k,j-1})\} + \{B_k + \sum_{j=1}^N \delta_j f(m_{kj} - m_{k,j-1})\} - \{\sum_{j=1}^N \delta_j m_{kj}\}$

③新規購入費用に関する制約; $M \leq \sum_{k=1}^K C_k^p P_k \leq \bar{M}$, ④ $\delta_j = 0$ 或 1 , $P_k \geq 0$

目的関数; $Z = \sum_{k=1}^K \{C_k^p I_k + C_k^s (\sum_{j=1}^N P_k) - \{\sum_{j=1}^N C_k^f \delta_j m_{kj} + C_k^b \alpha (B_k + \sum_{j=1}^N \delta_j f(m_{kj} - m_{k,j-1}))\}\} \rightarrow \min$

これは N 個の 0-1 型変数と K 個の実変数を持つ 0-1 混合整数計画問題となる。なお、各タイプの実証例については講演時に述べることにする。