

建設工事における重機使用計画

伏見 正 則

たとえばダム建設のような工事においては、ほうばうの作業現場で土砂等を掘削し、積込運搬し、盛立して転圧するなどの作業のために、トラック、ブルドーザー、スクレーパー等の重機を使用する。ある建設会社では、手持ちの重機を各作業に効率よく配分し、不足の重機があればリース等を利用して調達する計画をコンピュータを使って立てている。入力データはつぎのようなものである。

作業の月間数量：掘削、積込等の作業別の作業量（土砂の体積）を月

別に割りふったもの。これは、気象条件とか作業相互間の関連、たとえば作業の前後関係とか材質ごとの盛立の差が極端に大きくなってはならないという条件とかいったものを考慮して経験的に定める。

機械に関するデータ：機械には、たとえば運搬にしか使えないものもあれば、掘削、転圧、捨土といったように多用途に使えるものもある。ただし、機械の能力は、機械固有のものというよりは、むしろ作業内容によって異なってくるものである。そこで各機械について用途ごとの能力をデータとして与えるとともに、各個の作業の特殊性をあらわす係数（作業係数）を設定して与え、現実の状況に合わせている。機械に関するデータとしてはそのほかに手持ち台数、稼動費用あるいはリース費用がある。

稼動日数：建設工事は、気象条件による影響を受けやすい。また、影響の度合いは作業によって異なり、同じ天候であっても、ある作業は実施できるが他の作業は実施できないといった事情がある。そこで各作業をいくつかのグループにわけ、各グループごとに各月の稼動日数を見積る。

以上のようなデータをもとにして、月別・作業種別の最適な配置計画を立てたい。ここで最適というのは、費用が最小という意味である。また、機械の配置台数は、概略の数がわかればよいので、整数でなくてもかまわないものとする。そうすると、この問題は普通の線形計画問題として定式化できることになる。たとえば、ある月

の掘削作業はA、B、Cの3つであり、使用可能な機械は M_1 、 M_2 の2種類で、手持ちの台数はそれぞれ l_1 、 l_2 台であるものとする。各作業で使う機械台数を変数として、つぎのような記号であらわす。

作業 \ 機械	はりつけ		Aのみ休みの時の転用				AとBの休みの時の転用			
			Aから		Aから		Aから		Bから	
	M_1	M_2	Bへ	Cへ	Bへ	Cへ	Cへ	Cへ	Cへ	Cへ
A	x_1	x_2	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	—	—
B	x_3	x_4	—	—	—	—	—	—	x_{13}	x_{14}
C	x_5	x_6	—	—	—	—	—	—	—	—

ここで、作業A、B、Cの稼動日数は、この順に大きくなっているものとし、たとえば x_{13} は、B作業に投入されている機械 M_1 のうちで、B作業が休みの日にC作業へ応援にゆく台数をあらわしている。これらの変数が満たすべき制約条件は、

$$\begin{aligned} & \text{手持ち台数の条件} \quad x_1 + x_3 + x_5 \leq l_1, \quad x_2 + x_4 + x_6 \leq l_2 \\ & \text{および転用の条件} \quad x_7 + x_9 \leq x_1, \quad x_{11} \leq x_1, \quad x_8 + \\ & \quad x_{10} \leq x_2, \quad x_{12} \leq x_2, \quad x_{13} \leq x_3, \\ & \quad x_{14} \leq x_4 \end{aligned}$$

それに出来高に関する条件、である。

もしも解が存在しない場合には、どの種類の機械を何台借りてきてどの作業に投入すればもっとも安上がりであるか計算して求めればよい。

検討課題としては、たとえば計画の立案順序の問題がある。すなわち、まず掘削について計画を立て、残りの機械を使って転圧の計画を立て、……という順序で処理するのと、これとは異なった順序で処理するのでは一般に異なった解が得られるであろう。また、すべての作業を同時に考えて最適な使用計画を立てるという大型問題を解けば、前述のものとは違った解が得られるであろう。このような点を検討してみるとおもしろいであろう。

(ふしみ・まさのり 東大工学部計数工学科)