

MAN、DAYを変数とする日程計画作成法

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

日本水道コンサルタント 正員 徳田裕平

1. はじめに 一般に工事管理目標としては、迅速性、経済性、確実性、つまり工期の短縮、工費の節減、品質の向上などが考えられている。あるプロジェクトに対して、同一量の工事資源を投入しても、その運用方法によって（効率よい運用計画を立案することによって）ある程度まで迅速性、経済性を同時に追求することが可能である。これまでの日程計画法、すなわち山崩し法、山均し法、RAMPS等においては、資源の有効利用という観点から言えば、まだ改善の余地を残している。そこで本研究では経済性の追求を主たる目的とし、ひいては迅速性をも同時に追求しうるヒューリスティックな日程計画法をシミュレーションモデルで表現し、実証的考察を加えたものである。

2. モデルの作成 そのための手段として、各作業への日々の投入資源量（本稿では以下 Manpower と呼称）、各作業の所要時間（以下 Day）を変数として扱うことにした。まず各作業に対し、仕事量なるものを設定する。仕事量とは、作業量と歩掛りとはから算定しうるその作業を完了するのに必要な延投入資源量であり、多くの場合投入資源量と所要時間とは反比例するために一定の値となる。このため Manpower を増加（減少）すればその分だけ Day が短縮（遅延）することになる。しかし Manpower をいくら増やしても無限に Day が短くなるものではなく、逆に Manpower を除々に少なくした場合には、作業の能率が極端に劣化したり、作業の実行そのものが不可能となる可能性がある。そこで前者の状態を最大投入可能量として設定し、後者の状態を最小投入可能量として設定した。以上のことより本研究では各作業への日々の投入資源量を最小投入可能量以上、最大投入可能量以下の範囲内において決定することにした。以下図-1 に示す概略フローチャートに沿って日程計画モデルを説明する。

インプットデータとしては各作業の仕事量、最大投入可能量、最小投入可能量を与える。また、各作業の所要時間は式(1)によって計算する。

$$D_j = \left[\text{Max} \left(\frac{TM_{ij}}{M_{\text{max}ij}} \right) + 0.999 \right] \quad (i=1, \dots, n, M_{\text{max}ij} \neq 0) \quad \dots (1)$$

ここに [] はカウス記号

TM_{ij}: 作業 j、資源 i の仕事量D_j: 作業 j の所要時間M_{maxij}: 作業 j、資源 i の最大投入可能量

式(1)は作業の最も短い所要時間を意味している。作業間の優先順位を決定する管理項目としては、①進行中で中断不可能な作業、②トータルフロートの小さい作業、③今後作業完了までに要する時間の短い作業、④進行中の作業、⑤直接後続作業の多い作業、の5項目を設定する。この場合同一レベルの管理項目で複数のコンフリクトな作業があれば、それよりひとつ低いレベルの項目で判定した。また本モデルにおいては Manpower が変数であるため、各作業の Manpower を日々決定しなければならず、それを予定投入資源量と定義し、式(2)~(4)のいずれかによって算定する。

$$MA_{ij} = \text{Min} \{ M_{\text{max}ij}, TM_{ij} - MS_{ij} - (D_j - DS_j - 1) \times M_{\text{min}ij} \} \quad \dots (2)$$

$$MA_{ij} = [(TM_{ij} - MS_{ij}) / (D_{ij} - DS_{ij})] \dots (3)$$

$$MA_{ij} = \max \{ Mmin_{ij}, TM_{ij} - MS_{ij} - (D_{ij} - DS_{ij} - 1) \times Mmax_{ij} \} \dots (4)$$

ここに [] はカウス記号

MA_{ij} : 作業i, 資源jの予定投入資源量

MS_{ij} : 作業i, 資源jの今までに投入した資源量

DS_{ij} : 作業iに対して今までに資源が割当てられた日数

$Mmin_{ij}$: 作業i, 資源jの最小投入可能量

これらの種類の計算方法は、その日に進行中でかつ中断不可能な作業数とトータルフロートが1以下の作業数との合計値によって選択される。すなわちこの合計値が大きいときは、工期の延伸に及ぼす影響が大きい作業が多いということであり、個々の作業への資源割当量を少なくしてまでも着手可能とするために、式(4)によって求める。逆に合計値が小さいときは、優先すべき作業への資源割当量を増やすために、式(2)によって求めることとした。

3. 適用事例と結果の考察 まず簡単なネットワークを例にとって、本モデルを適用したところ、表-1, 2のような結果が得られた。この表から、山崩し法と比較して、日々の利用可能資源量を制約とした場合には工期の短縮が見られ、逆に工期を制約とした場合には利用可能資源量の節約が可能であることがいえ、本モデルの妥当性が確かめられた。次に東北新幹線高架橋工事を実証例にしたり、本モデルを適用した結果が表-3である。この場合は山崩し法との比較を直接行っていないが、従来のPERT/TIME計算に基づいて作成した山積み法を、計算結果がほぼ等しいケース3の方が極めて小さいことが読みとれる。よって本モデルは実際のサイズのプロジェクトネットワークに対しても十分有効であることが確認された。すなわち、本研究で提案した日程計画モデルによって、効果的な資源利用、ひいては工期の短縮化をかなりの程度まで期待することが可能になるとと思われる。

図-1 概略フローチャート

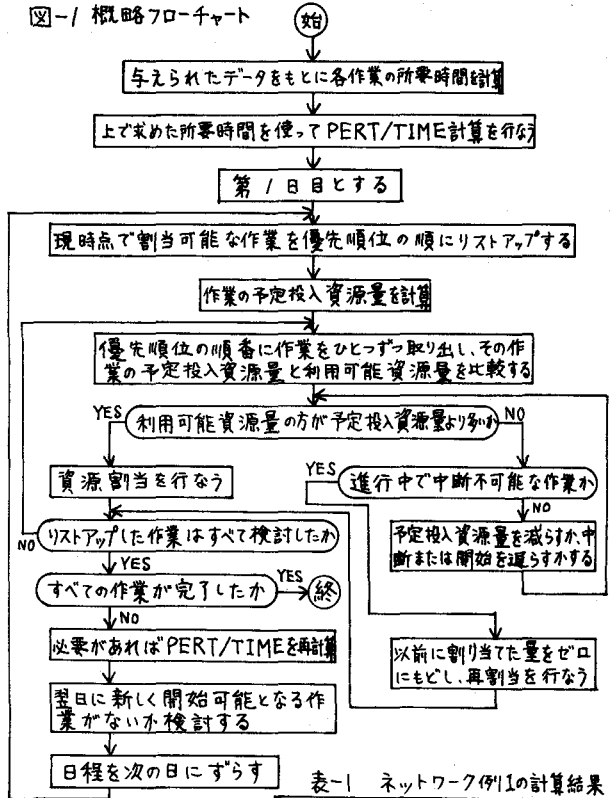


表-1 ネットワーク例1の計算結果

	利用可能資源量			工期(日)
	I	II	III	
ケース1	10	6	8	33
ケース2	9	6	7	35
山崩し法	10	6	8	35
PERT/TIME	13	9	11	31

表-2 ネットワーク例2の計算結果

ケース番号	工期(時)	利用可能資源量								
		0~8時			8~16時			16~24時		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	128	10	8	8	8	6	6	5	5	5
2	120	8	7	7	8	6	6	5	5	5
山崩し	123	10	8	8	8	6	6	5	5	5
PERT	88	10	13	12	10	13	12	10	13	12

表-3 東北新幹線高架橋工事への適用結果

ケース番号	工期(日)	利用可能資源量(山積み最高値)					
		大工	土工	土工	鉄工	コン	舗
1(中断可)	226	17	8	11	10	6	
2(中断可)	235	17	8	11	10	6	
3(中断可)	239	13	8	8	6	4	
4(中断可)	249	13	8	8	6	4	
5(中断可)	272	10	8	5	5	3	
6(中断可)	283	10	8	5	5	3	
PERT	240	28	12	14	12	9	