

名古屋工業大学 正員 池守 昌幸

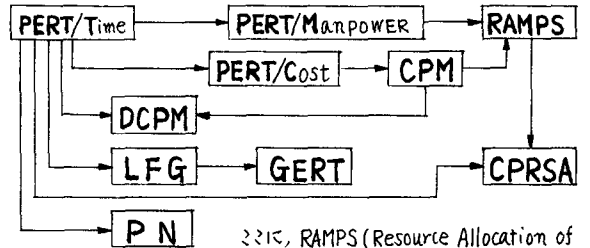
名古屋工業大学 正員 O山本 幸司

1 はじめに

プロジェクトスケジューリングモデルとして **PERT** 手法が開発されてからすでに 20 年以上が経過し、現在では我国の土木工学分野でも土木工事の日程計画、日程管理のための有効な技法として利用されている。しかし現実には **PERT** 系手法に頼るだけでは施工段階で直面するいろいろな日程計画問題を忠実に表現し、最適なスケジュール案を求めることが困難である。このため古典的な **PERT** 手法に対して改良が加えられ、筆者が知る限りにおいても図-1 に示すような各種のスケジューリングモデルがすでに開発されている。これらのモデルは古典的 **PERT** 手法の 2 大欠点——すなわち、①各作業に対する所要時間、必要資源量等に対する検討が不十分である、および、②作業間の順序関係ならびにネットワークの記述方法に自由度を欠いていた——をそれぞれ解決しようとするものであり、前者としては **PERT/Manpower**, **PERT/Cost**, **CPM**, **RAMPS**, **CPRSA**, また後者としては **DCPM**, **LFG**, **GERT**, **PN** があげられる。このうち本研究は **PN** 手法を **PERT** にかわる土木工事の日程計画モデルとして利用することを検討するものである。その際、近年大規模土木工事の工事現場に積極的に導入される傾向にあるマイクロコンピュータによるプログラム化を前提とした。

2. Precedence Network の概要

従来の **PERT** 手法では、ネットワークに属する任意の作業間の順序関係としては、「各作業はその先行作業がすべて終了するまで開始できない」という一通りしか認められなかった。またその際時間遅れも存在しなかった。しかし、これでは施工段階での複雑な作業順序関係を十分に表現することができない。これに対して **PN** は表-1 に示したような順序関係をすべて認め、かつ、**PERT** と同様に各作業の **ES**, **EF**, **LS**, **LF**, **TF**, **FF** を算出することができ、**LFG** や **GERT** では作業間順序関係としてフットバックループが認められているのに対し、**PN** ではループが存在すると日程計算が不可能となる。また **PN** は **PERT** のようなアロー型ではなくサークル型のネットワークとなる。また各作業間の複雑な順序関係は表-1 に示す 4 通りの順序関係もしくはその組合せで表わすことができるが、表より **PERT** は **FS** 関係で、かつ、遅れ時間 n が 0 という特殊な場合であることがわかる。



ここに、**RAMPS** (Resource Allocation of Multi-Project Scheduling), **DCPM** (Decision Critical Method), **LFG** (Linear Flow Graphs), **GERT** (Graphic Evaluation & Review Technique), **CPRSA** (Critical Path Resource Scheduling Algorithm)

図-1 各種プロジェクトスケジューリングモデル

表-1 Precedence Network の作業順序関係表現方法

順序関係の形状	形状	遅れ時間の表現方法ならびに定義
	FS = n	作業Bは作業Aの終了後n日以上経過しないと開始できない
	SS = n	作業Bは作業Aの開始後n日以上経過しないと開始できない
	FF = n	作業Bは作業Aの終了後n日以上経過しないと終了できない
	SF = n	作業Bは作業Aの開始後n日以上経過しないと終了できない

3. Precedence Network の計算アルゴリズムおよびコンピュータプログラム

PNによる日程計算はPERTと同様に Forward PassによるES, EF計算と Backward PassによるLF, LS計算から成る。以下ではその計算アルゴリズムの概要を示す。ここに添字*j*は各時刻を求める当該作業を、またはその先行作業、または後続作業を表わすものとする。

(1) Forward PassによるES, EFの計算

まず、先行作業のES_i, EF_iがすでに求められている作業*j*に対して、

$$ES_j = EF_i + FiS_j \text{ ----- } (i, j) \text{ の順序関係がFS関係の場合}$$

$$ES_j = ES_i + SiS_j \text{ ----- } (i, j) \text{ の順序関係がSS関係の場合}$$

$$ES_j = EF_i + FiF_j - t_j \text{ ---- } (i, j) \text{ の順序関係がFF関係の場合}$$

を求め、その最大値を当該作業*j*のES_j値とし、次式でEF_jを求める。

$$EF_j = ES_j + t_j \text{ , ここに } t_j \text{ は作業 } j \text{ の所要時間を表わす}$$

(2) Backward PassによるLF, LSの計算

まず、後続作業のLS_k, LF_kがすでに求められている作業*j*に対して、

$$LF_j = LS_k - FjS_k \text{ ----- } (j, k) \text{ の順序関係がFS関係の場合}$$

$$LF_j = LF_k - FjF_k \text{ ----- } (j, k) \text{ の順序関係がFF関係の場合}$$

$$LF_j = LS_k - S_jS_k + t_j \text{ ---- } (j, k) \text{ の順序関係がSS関係の場合}$$

を求め、その最小値を当該作業*j*のLF_j値とし、次式でLS_jを求める。

$$LS_j = LF_j - t_j$$

なお、TF_j, FF_jはPERTと同様

に計算できるが、FF_jは各(*j*, *k*)ペアに対する最小値を求める必要がある。なお、本稿

ではSF関係が現実的に少ないこと、およびFF関係に置換えることが可能であるため直接考慮はして

いない。PNのコンピュータプログラムの概略フロー図を示したのが図-2である。本研究ではマイクロコンピュータPC-3200を用いたBASICによりプログラム化した。

4. 計算例および今後の課題

図-3に示すような2基のコンクリートスラブ打設工にPNを適用した結果を示したのが表-2である。ネットワークがさらに大きくなればフロッピーディスク等の利用が必要となろう。本稿では各作業が中断不可能な場合を取上げたが、この場合には山崩れ法の適用も可能となる。またPNは中断可能な作業群から成るネットワークに対しては適用可能である。コンピュータプログラムの詳細ならびにこれらに関しては講演時に詳しく述べることにする。

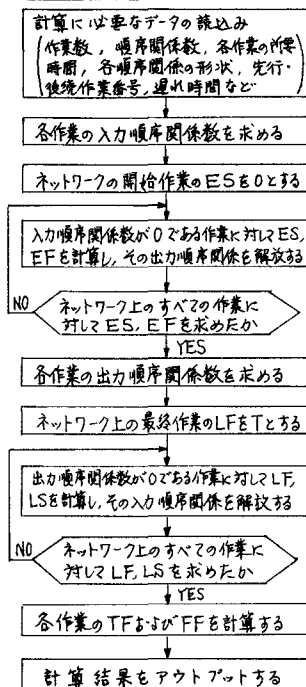


図-2 PNプログラムの概略フロー

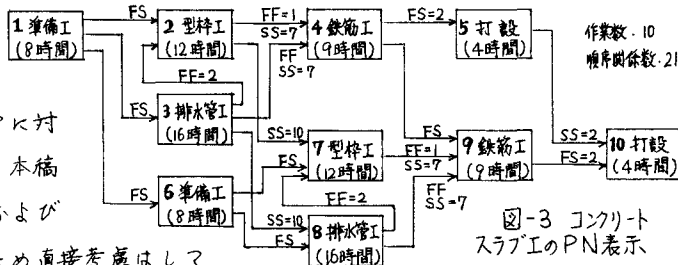


図-3 コンクリートスラブ工のPN表示

表-2 PNによるコンクリートスラブ工の日程計画

作業番号	所要時間	ES	EF	LS	LF	FF	TF	制約カルパス
1	8	0	8	0	8	0	0	*
2	12	14	26	14	26	5	0	*
3	16	8	24	8	24	10	0	*
4	9	21	30	22	31	1	1	
5	4	32	36	40	44	6	8	
6	8	8	16	10	18	2	2	
7	12	24	36	24	36	5	0	*
8	16	18	34	18	34	10	0	*
9	9	31	40	31	40	2	0	*
10	4	42	46	42	46	0	0	*