

名古屋工業大学 学生員 福岡 敬介
 名古屋工業大学 正員 山本 幸司
 名古屋工業大学 正員 池守 昌幸

① はじめに 本稿は、時間遅れに自由性を持たせた PN/Manpower モデルによる日程計画モデルのアルゴリズムを提案するものである。従来 Precedence Network で許されていた時間遅れは、「何日以上でなければ作業を開始もしくは終了できない」というものであったが今回はこれに「何日以内に作業を開始もしくは終了しなければならない」という時間遅れ条件を含んだ PN/Manpower を開発したものである。

② PN/Time の計算アルゴリズム PN による日程計算は PERT 同様に Forward Pass による ES, EF 値の計算と Backward Pass による LF, LS 値の計算が主体となる。以下では、その計算アルゴリズムの概要を示す。まず「何日以上でなければ開始できない場合の時間遅れ」及び「何日以内に開始しなければならない場合の時間遅れ」の表記方法を次のように定義する。たとえば SF 関係の場合、先行作業が開始してから κ 日以内に当該作業を終了しなければならない場合の時間遅れを $\overline{SF} = \kappa$ と表わす。同様に先行作業が開始して κ 日経過しなければ当該作業が終了できない場合の時間遅れを $\underline{SF} = \kappa$ と表わす。ここでまず Forward Pass による ES, EF の計算時に、SS, FS の順序関係を持つものを TYPE 1, SS, FS の順序関係を持つものを TYPE 2, 同様に FF, SF を持つものを TYPE 3, FF, SF を持つものを TYPE 4 とする。よって Forward Pass においては、これらの組み合わせとしては、 $\sum_{i=1}^4 C_i = 15$ 通りが考えられるが、ここでは極面の都合上、TYPE 1 ~ TYPE 4 すべてを認める場合をとりあげ、ES, EF, LS, LF の計算方法を説明する。ここに図-1 に示した Precedence 型のネットワークにおいて作業 B1 の先行作業 A1, A2, A3 の最早開始時刻及び最早終了時刻はすでに算出されているとする。

STEP 1 : まず $\underline{S_{A1}S_{B1}}$ 関係によって決定される作業 B1 の最早開始時刻の候補値を次のようにして求める。

$$AFES = ES(A1) + \underline{S_{A1}S_{B1}}, \quad AGES = EF(A1) + \underline{S_{A1}S_{B1}} - DUR(A1)$$

AFES, AGES 中の最大値を MXES とする。

STEP 2 : $\overline{F_{A2}S_{B1}}$ 関係が存在する場合の作業 B1 の最早開始時刻の候補値を次のようにして求める。

$$NWFES = EF(A2), \quad WWFES = EF(A2) + \overline{F_{A2}S_{B1}}$$

STEP 3 : MXES と NWFES, WWFES の大小関係によって、MNES, MWES を以下のように決定する。

- 1) $MXES < MWFEF$ の時, $MNES = NWFES$, 2) $NWFES < MXES < WWFES$ の時, $MNES = MXES$, $MWES = WWFES$, 3) $WWFES < MXES$ の時, 実行不可能となる。

STEP 4 : $\underline{S_{A3}F_{B1}}$ 関係が存在する場合の作業 B1 の最早開始時刻の候補値を次のようにして求める。

$$AFEF = ES(A3) + \underline{S_{A3}F_{B1}} - DUR(A3) \quad (\text{if } AFEF \leq 0 \text{ then } AFEF = 1 \text{ とする})$$

$$AGEF = EF(A3) - DUR(A3) + \underline{S_{A3}F_{B1}} - DUR(B1) \quad (\text{if } AGEF \leq 0 \text{ then } AGEF = 1 \text{ とする})$$

STEP 5 : $\overline{F_{A1}F_{B1}}$ 関係が存在する場合の作業 B1 の最早開始時刻の候補値を次のようにして求める。

$$NWFEF = EF(A1) - DUR(B1), \quad WWFEF = EF(A1) + \overline{F_{A1}F_{B1}} - DUR(B1)$$

STEP 6 : MXEF と NWFEF, WWFEF の大小関係によって MXEF, MWEF を以下のように決定する。

- 1) $MXEF < NWFEF$ の時, $MNEF = NWFEF$, $MWEF = WWFEF$
 2) $NWFEF < MXEF < WWFEF$ の時, $MNEF = MXEF$, $MWEF = WWFEF$
 3) $WWFEF < MXEF$ の時, 実行不可能となる。

STEP 7 : このようにして求めた MNES, MWES, MNEF, MWEF の大小

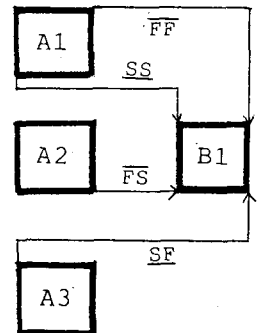


図-1 適用事例のネットワーク

関係によって作業B1の最早開始時刻及び最早終了時刻を求める。

- 1) $MNES > MWEF$ の時, 実行不可能となる。
- 2) $MWEF > MNES > MNEF$, $MWES > MWEF$ の時, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1)$
- 3) $MWEF > MNES > MNEF$, $MWES \leq MWEF$ の時, 中断を認めない場合には, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1)$, 中断を認める場合には, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1) + MWEF - MWES$ となる。
- 4) $MNES \leq MNEF$, $MWES < MNEF$ の時, 中断を認めない場合には実行不可能となる。中断を認める場合には, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1) + MNEF - MNES$ となる。
- 5) $MNES \leq MNEF$, $MWES \geq MNEF$, $MWES < MWEF$ の時, 中断を認めない場合には, $ES(B1) = MNEF$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1)$, 中断を認める場合には, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1) + MNEF - MNES$
- 6) $MNES \leq MNEF$, $MWES \geq MNEF$, $MWES \geq MWEF$ の時, 中断を認めない場合には, $ES(B1) = MNEF$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1)$, 中断を認める場合には, $ES(B1) = MNES$, $EF(B1) = ES(B1) + DUR(B1) + MNEF - MNES$ となる。

次に Backward Pass による LF, LS の計算の際には, \overline{SS} , \overline{SF} の順序関係を持つものを TYPE 1, \overline{SS} , \overline{SF} の順序関係を持つものを TYPE 2, \overline{FS} , \overline{FE} の順序関係を持つものを TYPE 3, \overline{FS} , \overline{FF} の順序関係を持つものを TYPE 4 とすれば, Forward Pass の場合と同様に 15通りの組み合わせが考えられる。本稿では抵面の都合上 Backward Pass による LF, LS の計算のアルゴリズムは省略する。

③ PN/Manpower について PN/Manpower のアルゴリズムは従来の PN/Manpower のアルゴリズムがそのまま適用できるが, 実行不可能になる場合が, 生じやすいことに注意すべきである。

④ 適用事例および考察 図-2に示すような 10作業, 19順序関係のネットワークに資源制約量を 8単位/日と仮定したときの PN/Time による日程計算結果が, 表-1であり, その時の資源山積図が図3-aである。そして資源制約量を 7単位/日として最早開始時刻による山崩しを行った結果が 図3-bである。再計算を4回行ったにもかかわらず工期が, 変化していないことに注目すべきである。

⑤ おわりに

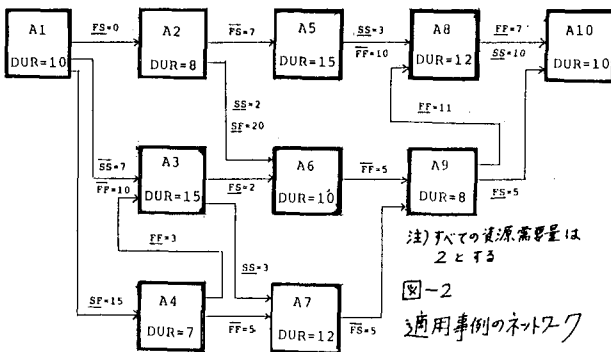
今後は, Forward Pass における 15通りの順序関係の組合せの関連性を検討し, PN/Time の計算時間の短縮に工夫をこらす予定である。

<参考文献> 1) 池守, 山本: マイコンを利用した Precedence Network による日程計画モデル, 第37回全国大会, 1982 2) 池守, 山本, 福岡: Precedence Network/Manpower による日程計画モデル, 昭和59年土木学会中部支部

表-1 PN/Timeによる日程計画

I	DUR	ES	EF	LS	LF	ITS	ASSF
1	10	7	17	7	17	0	0
2	8	11	19	11	20	0	0
3	15	1	19	4	19	3	0
4	7	9	16	9	16	0	0
5	15	19	34	27	42	0	0
6	10	21	31	21	31	0	0
7	12	7	19	7	19	0	0
8	12	22	42	30	43	8	0
9	8	19	31	23	31	4	0
10	10	40	50	40	50	0	0

ITSは最早開始時刻に注目した時の中断日数, ASSFは Precedence Relationを満足して最早開始時刻に注目した時の余裕日数



注) すべての資源需要量は 2とする
図-2 適用事例のネットワーク

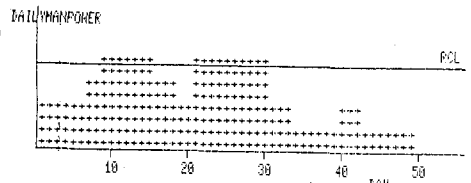


図3-a PN/Timeによる山積み図

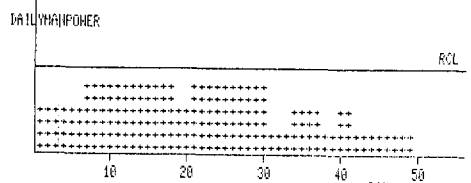


図3-b PN/Manpowerによる山崩し図