

IV-94

プロジェクトネットワークにおけるあいまいさを考慮した工程計画モデルの分割計算法

九州大学 学生員 ○曾 浩壘 九州大学 正員 梶木 武
九州大学 正員 辰巳 浩

1. はじめに

ネットワークに基づいた工程計画手法を現実のプロジェクトに適用する際、判断のあいまいさに起因する3つの問題が残されている。これらの問題に対して著者らは個々に現実に即した新たな工程計画手法FPERTを提案してきた。

しかし、提案手法は、線形計画法による表現であり、現実に忠実な判断を導入すればするほど、その分析と計算が複雑になる。また、大規模プロジェクトに適用し計算する際には、コンピュータの容量をオーバーすることが懸念される。これらのことから、本法の実用化のためにはネットワークを分割し、コンピュータ容量の制限内で対処できる計算方法の開発が求められる。

そこで、本研究では、3つの内容のあいまい推定を同時に含む工程計画問題を定式化ののち、そのネットワークをブロック分割し、より実用性の高い工程計画算定法を提案し、また、適用上の工夫について述べるものである。

2. 各作業要素におけるあいまいさの考察と定式化

1) 作業要素間の重複的順序関係について

作業要素間の多様な順序関係については、過去の研究において提案されたとおり、作業要素の開始(S)、完了(F)のペアで考えればSS、SF、FS、FFの4つに分類される。また定式の際、順序関係のあいまいさを定義するメンバーシップ関数の値を λ_0 として用いる。

2) 作業日数推定について

作業日数 t_{ij} の推定も、先の研究において報告されたとおり、そのあいまいさの内容において4つのタイプに分けられ、その際に導入されるあいまいさを定義するメンバーシップ関数を λ_T とする。

3) 作業中断について

作業中断の推定の内容は4つのタイプに分けられ、そのメンバーシップ関数を λ_I とする。なお、作業中断を同時に考慮するので、各要素において必ずしも $F_{ij} - S_{ij} = t_{ij}$ とならない事に留意する必要がある。

3. ネットワークの分割計算モデル

まず、ネットワークの節点を境界として適当にいく

つかのセクションに分割する。その事例を図-1、図-2に示す。分割した各セクションは1つの独立ネットワークと見ればよい。このとき注意すべきはセクション間の連結は作業順序関係であることで、図-2に例示することである。そのとき、破線部分の順序関係を取りあえず1つのダミー作業と仮定すればよい。また、最早プランは、作業日数 t_{ij} 、開始日 S_{ij} 、終了日 F_{ij} の全てが未知数であり、このことを考慮すれば、最早プランにおける目的関数は、ネットワーク日数

$$Z = \sum (S_{ij} + t_{ij} + F_{ij}) \quad (1)$$

を最小にする事といえる。同時に $\lambda_0, \lambda_T, \lambda_I$ を極力大きくするという目的が存在し、

$$\text{Maximize } \Gamma = \lambda_0 + \lambda_T + \lambda_I \quad (2)$$

と定式化できる。結局、本題は2目的問題となるが、その解析は現場に応じた水準値 $\lambda_{00}, \lambda_{T0}, \lambda_{I0}$ を設定し、Zの最小値を求め、目的関数を一本化することができる。

以上の内容を考えれば、分割したネットワークの最早プランが下記のようにえられる。

$$\text{Minimize } Z = \sum_{(i,j) \in W_k} (S_{ij} + t_{ij} + F_{ij})$$

(W_k は第kセクション全ての作業要素)

- 1) $S_{1j} = 0$ (if $k=1$)
 $F_{ij} = F_{ij}^0$ (但し $(i,j) \in W_{k-1}$ かつ、 $k>1$)
- 2) 各作業ペアごとの重複的順序関係に関する式
- 3) 各作業ごとの作業日数に関する式
- 4) 各作業ごとの中断に関する式
- 5) $\lambda_0 = \lambda_{00}, \lambda_T = \lambda_{T0}, \lambda_I = \lambda_{I0}$
- 6) $S_{ij} \geq 0, F_{ij} \geq 0, t_{ij} \geq 0$ (3)

まず最初に、分割したネットワークの第1セクションでは、その最早プランモデルの作業開始日を $S_{1j}=0$ と設定した上で、ネットワーク日数Zを最小にする内容となる。

次のセクションのモデルは前セクションと同じ形式であるが、2)の部分は当セクションの作業間順序関係式のほか、前セクションと分割したセクション間の作業順序関係式をも含む必要がある。また、1)のプロジェクトの開始日はゼロではなく、前セクションから得

られた分割部分の作業間順序関係式と関係する各始点時間 S_{ij}^k と終点時間 F_{ij}^k であり、その内容を式(3)の1')に示す。以上の制約条件のもとで、目的関数を最小にすれば、本セクションの最早プランが得られる。

以降の各セクションは上記のモデルを繰り返し適用すればよく、最後のセクションまで、到達したときプロジェクトの工期 T_n が得られる。また、工期の上限を考慮し、 $\lambda_{00}, \lambda_{T0}, \lambda_{Tn}$ の増減によりネットワーク日数 Z と工期 T_n を調整するという考えにたてば、最終的に、望ましい工期 T_n が得られる。

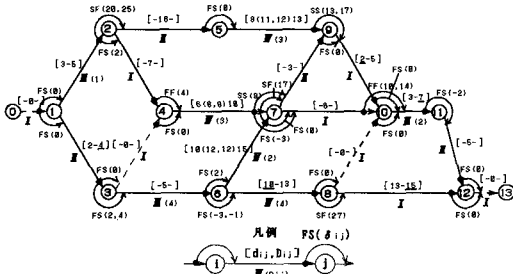


図-1 計算例

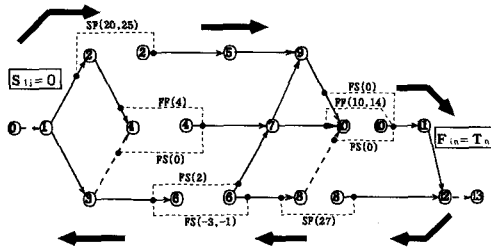


図-2 分割したネットワーク

最遅プランプランは、最早プランから得られた工期 T_n をプロジェクトの完了日に一致させ、最後のセクションに代入し、ネットワーク日数 Z をできるだけ大きくすることである。したがって、最遅プランのモデルは次の式が与えられる。

$$\text{Maximize } Z = \sum_{(i,j) \in W_k} (S_{ij}^k + t_{ij} + F_{ij}^k)$$

(W_k は第 k セクション全ての作業要素)

- 1) $F_{in} = T_n$ (if $k = \ell$, ℓ は最後のセクション)
- 1') S_{ij}^k, F_{ij}^k (但し $(i, j) \in W_{k+1}$ かつ, $k < \ell$)
- 2), 3), 4), 5), 6) の制約条件は式(3)と同じ形

次いで、その1つ前のセクションを計算する。モデルは上述と同じ形であるが、プロジェクトの完了日は T_n でなく、前セクションの計算から得られたセクション分割部分の作業間順序関係式と関係する各始点時

間 S_{ij}^k と終点時間 F_{ij}^k であり、式(4)の1')に示す内容である。以下、このモデルで第1セクションまで繰り返し計算すれば、プロジェクト全体の最遅プランが得られることとなる。

4. 計算例

図-1のネットワークに関し、図中の作業間結合関係、作業日数と作業中断を考慮、 $\lambda_{00}, \lambda_{T0}, \lambda_{Tn}$ に関して、0.8, 0.7, 0.6を設定し、また、ネットワークは図-2の示すように3つのセクションに分け、計算順番は矢印で示すとおりである。計算結果を図-3の(a), (b), (c)に示す。

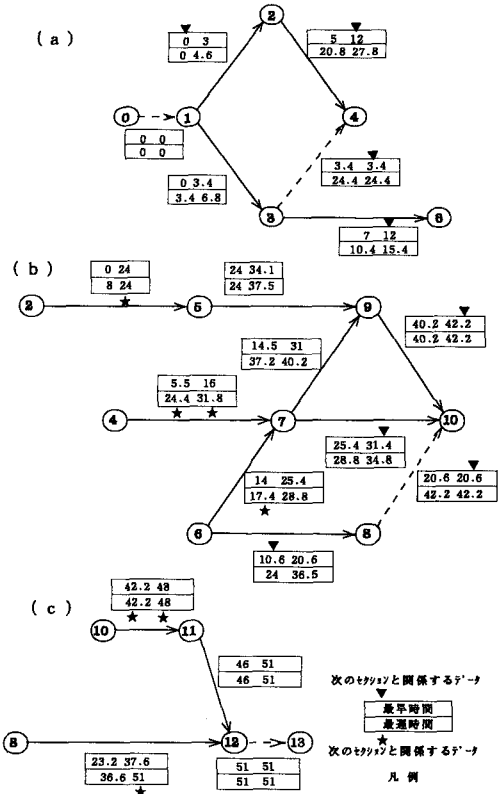


図-3 計算結果

5. おわりに

作業要素間の結合関係、作業日数、及び作業中断のあいまいな推定を内容とするモデルの提案とその分割計算法を提案した。このことにより、大規模プロジェクトにも対処できるようになり、FPERTの実用性をさらに確固たるものにすることができた。残された課題は、あいまいな推定と関連して、資源制約の扱い、また、ネットワークに関するデータの作成を含めて、工程計画のトータルシステムを構築することである。