

IV-81

ネットワークポロジ理論にもとづく工程計画の作成方法に関する研究

～工事用資源の割付問題を中心として～

立命館大学 正員 春名 攻
 兵庫県 正員 荒川 和久
 立命館大学大学院 学生員 ○山田 幸一郎

1. はじめに

本研究では、現場マネジメント業務の中でも、中核的業務として位置づけられる工程計画業務に着目し、数理計画モデルを導入した工程計画のシステム化のための理論検討を行うこととした。ここでは、これまでに基礎的研究として開発してきたネットワークポロジの理論検討をベースとした、新しいタイプの資源割り付けモデルに関する検討を行ったものである。なお、本稿では、工事への投入可能な資源量のもとで最小工期を与える工程計画の作成方法について述べることとした。

2. 最適工程計画の作成に関する検討

(a) 本モデルの解法方法に関する検討

工程計画の最適化を考えていくうえでは、やはりその中心となる管理的な順序関係に着目し、この順序関係を如何に合理的・効率的に決定していくかについて考察した。管理的順序関係の決定問題は、理論的には順序組み合わせの探索問題であるが、この組み合わせ問題の有効な手段としては、ブランチバウンド法がある。しかし、組み合わせ数が膨大な数になるために、コンピュータ利用において、最適解が求められたとしても、効率的な方法であるとはいえないので、ここではより合理的、効率的に最適解を決定するために、ネットワークポロジのカット理論に注目することとした。この考え方

を図-1に示すような5段階の処理プロセスに沿って求めていくこととしたが、以下では、本モデルの内容をこの処理プロセスに沿って説明していくこととする。また、問題の内容や理論的検討をわかりやすく説明するために、図-2に示すような工程計画の問題の場合を例としてとりあげ、ここでの理論的検討内容とその有効性についての検討を行うこととする。

(b) カットに関する検討

本研究では、従来のPERT/CPMにおいて定義されているカット概念に着目することとした。このカット概念は「ネットワークにおける全ての経路(パス)を同時に短縮することが可能な作業の集合」として捉えられてきたが、本研究では、このカット概念を理論上、「同時施工が可能な作業の集合」として再認識することとした。このことによって、容易に設定すべき順序関係の組合せを作り出すことが可能であり、また、これらのカットに含まれる作業間に順序関係を設定することが可能であることが理解できると考えた。そこで、本研究では、前述したカットを求めるにあたっての、カットの持つべき要件を、「①任意のカットC_iは、つねに工程ネットワークを2分する。②カットC_iに含まれる作業間には、順序関係を存在させない。」とし、このような必要条件を満足するものを本研究の検討で取り上げるカットとすることとする。

(c) カットネットワークへの等価変換

本研究では、カットをそれぞれ単独で扱わずに、カットの相互関係を考慮して行くこととした。

カット上の作業の順序関係を集約すれば、カットも工程ネットワークの作業と同様に順序関係を持つこととなり、もとの工程ネットワークの順序関係が保存されることになる。つまり、工程ネットワーク

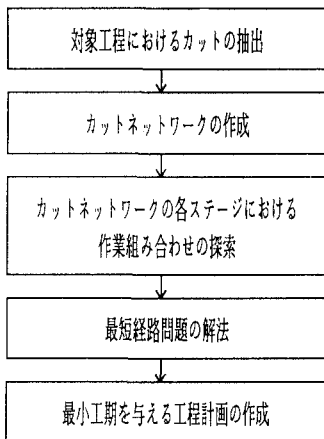


図-1 最小工期探索モデルの
検討フロー

における作業の順序関係は、そのままカット間の関係においても成立していることを利用するのである。

さて、上述の関係をいれば、図-3に示すように、カットも、工程ネットワークと同様に、1つのネットワーク構造（以後、カットネットワークと呼ぶ）として描くことが可能である。カットネットワークの特性をまとめると、次のようである。

- ・始点と終点を結ぶ任意の1経路は、もとの全作業を含んでいる。
- ・経路の順序は、工程ネットワークの順序関係を保持している。

以上のような、カットの有機的な関係を考慮したカットネットワークを利用して、資源割り付けモデルを検討することとした。

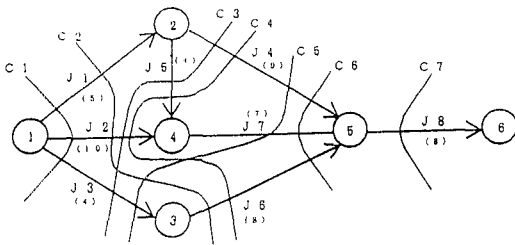


図-2 検討対象ネットワークとカット

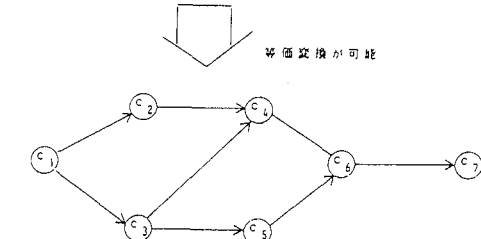


図-3 対象工程におけるカットネットワーク

(D) カットネットワークの各ステージにおける作業組合せの探索方法について

本研究においては、各ステージに含まれるカット C_i について、ブランチバウンド法を適用することとした。つまり、各カットに含まれる作業を、資源制約を条件として実行可能な組み合わせ作業としてブランチを行なった。

ここで、各ステージにおけるカットに含まれる作業のブランチの方法であるが、カットが次の段階の作業の組み合わせのカットに移動する際に、カットに含まれる作業の中で新しく加わってくるものについてのみブランチを行なうこととした。そのブランチ

チされ新しく加わってくる作業、を前ステージで決められた順序関係の後に付け加えることとしている。

しかし、このように求められた組み合わせを前のステージまでの順序関係につけ加えるだけでは、不十分であると考えられた。なぜなら、新たなステージで決められた順序組み合わせが、前ステージで決められた作業のどの作業の後に、どのように付け加えるべきであるかという検討ができないからである。そこで、今回は、同じ資源 S であっても資源に番号をつけて種類を区別することにより、その資源の種類も含めた形で新しいステージでの組み合わせを決定していくこととした。

(E) 動的計画法による最小工期の探索

本研究では、各ステージに含まれる新しい作業の組み合わせ日数を結ぶ経路を、最短経路問題として動的計画法を用いて解くこととした。また、各経路日数は、各カットに含まれる作業を、資源制約を考慮したうえで、ブランチバウンド法を適用した作業の組み合わせ日数とする。この経路問題を動的計画法を用いて解くと、最小工期32日が得られ、図-4に示すような3つの最適工程計画案が作成された。

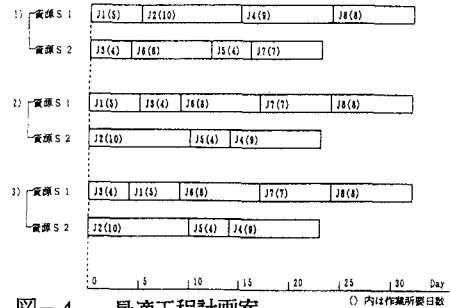


図-4 最適工程計画案

3. おわりに

本論文では、ネットワークポロジの理論を、資源割り付けモデルへ適用をすることによって、その有効性を示した。特に、ネットワーク理論のトポロジカルな特性を、数理計画モデルに組み込むことによって、より合目的・効率的なモデルへと向上させることが可能になり、コンピュータでの処理速度および実行可能性が高められたと考える。

今後は、これまで、計画者が判断して決定していた施工順序の決定問題を援助していくためにもこの理論モデルの実用性への検討を図りたいと考える。