

工事管理のシステム設計に関する研究

運輸省 港湾技術研究所 奥山育英、佐藤恒夫

1. はじめに

土木工事における工程計画は、工事の施工期間を把握し、また、所定の期間内に工事を完成させるため、作業の順序、その施工期間、施工速度などを規定するものである。これは施工管理のための最も基本的な情報の一つでもあり、工事が大規模かつ複雑になればなるほど、工程計画の良し悪しが、施工の成否を大きく左右することも少なくない。

工程計画には、従来から横線式工程表が最も多く使われている。アメリカで開発されたPERTの工程計画手法も、わが国に紹介された当時とは主として研究ベースでもてはやされたが、一般化するには至らず、現在でも横線式工程表が主流である。

港湾工事、および、人工島建設などの海岸工事（以下、港湾工事等とよぶ）における工程計画の作成に関しても、大々的な手法が採用されたケースは少なかった。

しかし、関西国際空港プロジェクトに伴う人工島建設工事に見られるように、最近の大規模工事においては、財政・資源・環境問題など公共事業をとりまく厳しい経済社会的環境のもとで、周囲のコンセンサスを得ながら所要の施設整備を進めていかなければならない。したがって、工程計画の作成には、従来にも増してその合理性が要請されてきている。さらに、今後計画されている港湾工事等には、種々の条件から沖合へと展開するものも多く、これらの工事は大規模化、複雑化の傾向にある。したがって、合理的な工程計画作成に対する要請は今後とも高まるものと考えられる。

これに対して、大規模かつ複雑な港湾工事等の工程計画に有用な手法、すなわち、これら工事の特質に充分配慮した合理的かつ実用的な工程計画手法は未開発のままであった。

本研究は、関西国際空港プロジェクトに伴う埋立護岸工事のように、大規模かつ複雑な直線の工事の工程計画作成に有用な手法を開発することを目的としたものである。合理的かつ実用的な手法の開発にあたっては、対象とする工事の特性から

①工事が作業船でなされるため、気象海象条件、他の海域利用、作業船間の競合などにより、その作

業区域の制限が厳しい。

②護岸工事は直線の工事であり、作業は併行的かつ連続的になされる。

③工程および使用機械（船舶）が決まると、その順序は一定で逆順にはできない。

などの特質を考慮しなければならない。

以上の認識に立ち大規模な埋立護岸工事を前提として、座標式工程表を用いた工程計画手法を開発した。管理の場面にあたっては、現在のところ、大型電子計算機の高速性能に頼って、計画代替案を多数計算することで逃げているが、これは関西国際空港建設が、今まで計画段階であったことによるもので、工事を着工する時までには計画の代替案（管理の場面では、計画と実際との差異が生じたときの実際の数値である）として取扱わずに、計画と実際とのずれが生じた場面から計画案を修正する型にする予定である。

2. 座標式工程表による工程計画システム

座標式工程表は、予定工程との進ちょく、あるいは、その間の工事量の多寡、変動を明らかにするために、横線式工程表との併用などにより、トンネル工事その他で用いられてきたが、比較的なじみの浅い工程表である。

したがって、本章においては、他の工程表との比較をしつつ、港湾工事等における座標式工程表の位置付けを明らかにする。

2.1 各種工程表の比較

(1) 工程表の種類

土木工事をはじめ各方面で工程を表現するために用いられている工程表として一般的なものは、横線式工程表、座標式工程表およびネットワーク工程表である。

a) 横線式工程表

横線式工程表は、工事を構成する工種ごとに施工時期を横線で表現するものである。工程計算にあたっては、工程表に表現できる精度も勘案して、通常、各工種所要日数を施工量と標準的な施工能力（施工速度）から算出する。施工時期は工事全体が工期内に納まるように試行錯誤的に割り当てると

いった方法がとられる。したがって、横線式工程表は、経験あるいは実績が豊富で、比較的単純な工種構成から成る工事に対して適用される。

b) 座標式工程表

座標式工程表は、工事の進ちょく度、あるいは、その間の施工量の多寡や変動および工種の施工順序がわかりにくいという横線式工程表の欠点を補うために、横線式工程表と併用されることが多い。

座標式工程表は、横軸を施工期間、縦軸を施工量（進ちょく率）とした2次元座標上に各工種の工程を折線で表現するものである（縦軸と横軸の取り方を逆にしたものもある）。座標式工程表はトンネル工事のように直線的に伸びる工事で、工事を構成する工種の施工量を同一次元とりわけ一次元で表しうる工事に適用すると、工種ごとの施工速度の比較、進ちょく度の把握が可能であり非常に有効である。

c) ネットワーク工程表

ネットワーク工程表は、工事を構成する工種の関連関係とその流れを結節点と矢印の組み合わせで表現するものである。これには、矢印が工種（作業）を表すアロー型ネットワークと、結節点が工種を表し矢印はそれらの関連関係と流れを表すプレシーデンス型ネットワークがある。

ネットワーク工程表においては、その工程計算に対して最適化手法としてのPERTあるいはCPMといった手法が開発されている。データの精度に信頼性があれば、工事の細部にわたってスケジュールを定めることができる。また、計算結果として、投入資源量（資材、機材、人員など）、費用および重点工種などが明らかとなり、従来の経験を越えた大規模かつ複雑な工事に適用すると有効であるといわれている。

(2) 各種工程表の特質比較

工程表は、工程計画を図表化したものである。しかし、単に予定表の役割を果たすのみでなく、工事の進ちょく状況をチェックするために活用されたり、資機材の管理計画に活用されたりするものであるから、以下のような性質を具備していなければならない。

- ① 施工に必要な期間（工期）が把握できること
 - ② 施工の順序が示されていること
 - ③ 工事の進ちょく状況が把握できること
 - ④ 重点的に管理すべき工種が把握できること
 - ⑤ 工種間の関連関係が把握できること
- さらに、いずれの工程表を採用するかは、工事の

規模や特性、工程表の精度、工程計画作成にかかる作業の難易度や煩雑さなどを考慮して決定する。各種工程表の比較を表-1に示す。

項目	工程表	横線式工程表	座標式工程表	ネットワーク工程表
工期の把握	○（見やすい）	○（見やすい）	○（見やすい）	○
施工順序の把握	△	○	○	○
進ちょく状況の把握	△	○	○	△
重点工種の把握	×	×	×	○
工種関連の把握	×	○	△	△
工程表の精度	×	△	○	×
作業の難易度、煩雑さ	○	○	×	×
適用性	小規模、概略	直線的工事	大規模、複雑	

表-1 各種工程表の特質の比較

2.2 工程計画システム

以上より、座標式工程計画手法を適用して、工程計画システムを作成し、関西国際空港建設計画の検討に利用した。その概念図は、図-1である。

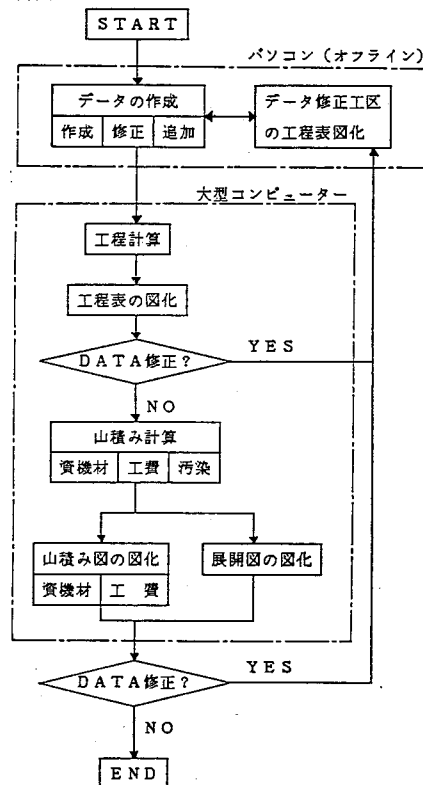


図-1 工程計画手法の概念

3. おわりに

計画の段階におけるシステムづくりはほぼ完了しており、現在は、工事管理の段階におけるシステムづくりを開発中である。