

港湾工事等における工程計画作成手法の開発と応用

運輸省港湾技術研究所 正員 奥 山 育 英
 運輸省港湾技術研究所 正員 ○ 佐 藤 恒 夫
 埋立浚渫協会(大本組) 中 西 克 也

1. はじめに

我々は、従来より港湾工事等における合理的かつ実用的な工程計画の作成手法に関する研究を行い、その開発を進めているが、

- ア. 現在懸案となっている関西国際新空港の工程計画の作成
- イ. 現場技術者にとって実用的な工程計画作成手法及び工程管理手法の確立
- ウ. パーソナル・コンピュータの普及に対応した工程計画作成手法及び工程管理手法の確立

等の要請から、種々の工程計画作成手法について検討したところ、

- ア. 大規模かつ多くの工種から成る工事に対しては、工程計画の作成に際し、計算処理の簡便さ、計算過程及び計算結果に関する理解のしやすさがより一層要求される。
- イ. ネットワーク式工程表では表現が難しい工種間の関連性が容易に把握できる。
- ウ. 工程計画作成手法の一部改良により、工程管理に適用できる。
- エ. 対話型の計算処理が望ましい。

等の理由により、グラフィック・ディスプレイを備えたパーソナル・コンピュータによる座標式工程表が有用であるとの結論を得たので、その検討結果を報告するものである。

2. 座標式工程表による工程計画の概要

(1) 港湾工事等における座標式工程表の位置付け

港湾工事等の工程計画に対しては、従来より各種手法が研究、開発され、実用化の検討がなされて来た。

港湾工事等において用いられている工程計画作成手法の特質比較を表-1に示すが、最も多く用いられている手法はバーチャート式工程表であり、他の手法については試験的採用が多く、採用された実績は限定されているようである。

表-1 各種工程計画作成手法の特質比較

項 目	バーチャート式	座 標 式	ネットワーク式
工 期	判 明	判 明	判 明
工種関連	不 明	判 明	やや判明
施工順序	やや判明	やや判明	判 明
進捗状況	やや判明	判 明	判 明
重点工種	不 明	不 明	判 明

本論では、各手法の詳細な特質の比較は避け、本研究において採用した座標式工程表についてのみ、その特徴と適用にあたって解決すべき課題に絞ることとする。

まず、座標式工程表の特徴としては、以下の事項が挙げられる。

- ア. 工種間の関連を関連を手之なくとも自動的に工程に計算できる。

- イ. 施工速度と与えることにより、施工期間及び待機期間を自動的に計算できる。
- ウ. 任意の時点における任意の工種の進捗度（出来高）が容易に把握できる。
- エ. 任意の工種の施工速度が容易に把握できる。
- オ. 任意の工種について、施工期間と待機期間を容易に把握できる。

次に、座標式工程表を適用するにあたって解決すべき課題は以下の通りである。

- ア. 工事を構成する工種に応じた計算タイプを採用する必要がある。
- イ. 各工種間の保安距離と出来る限り正確に把握する必要がある。
- ウ. 入力データの作成に手間を要する。

(2) 本手法の概要

本研究で開発した工程計画作成手法の概念は、図-1に示す通りである。

本研究では、座標式工程表により工程計画を作成するにあたって、以下のような改良、開発を行った。

①保安距離の導入

保安距離とは、施工の安全性、確実性を確保するために必要とされる工種間の施工間隔と定義することができる。

保安距離には大別して2種類あり、1つは前作業との保安距離であり、1つは同一工種内における保安距離である。前者は矢板工事における掘工と矢板打込み工のように前作業がある程度進捗しないと次作業に着工できないために設ける距離であり、後者は同一工種に複数の施工機械を投入して併行して作業を進める場合に必要作業区域間の距離である。

保安距離を導入することにより、工程表上に工種間の関連を表現することが可能になった。

保安距離は、現場の条件に応じて設定すべきものであるが、本研究では、現時点において想定し得る条件の下で設定することとし、例えば表-3のような値を用いた。

②工種の施工特性に応じた計算タイプの開発

計算タイプとは、工種毎の施工特性に応じた計算方式である。すなわち、港湾工事を構成する工種には、他工種との関連性、施工機械の特質等によりそれぞれ他工種とは異った施工特性も有するものがあり、それぞれの施工特性に応じた計算方式を採用する必要がある。表-2に各種計算タイプの特徴を示す。

③入力データの作成及び入力

入力データは、現場条件により異なり、また、その精度も工程計画を作成する時期（段階）によって異なるため、それぞれ個別に検討しなくてはならないが、ここでは、実用化も勘案して、過去の実績等による標準的、平均的な値を初期データとして入力し、必要に応じて修正、変更できることとした。

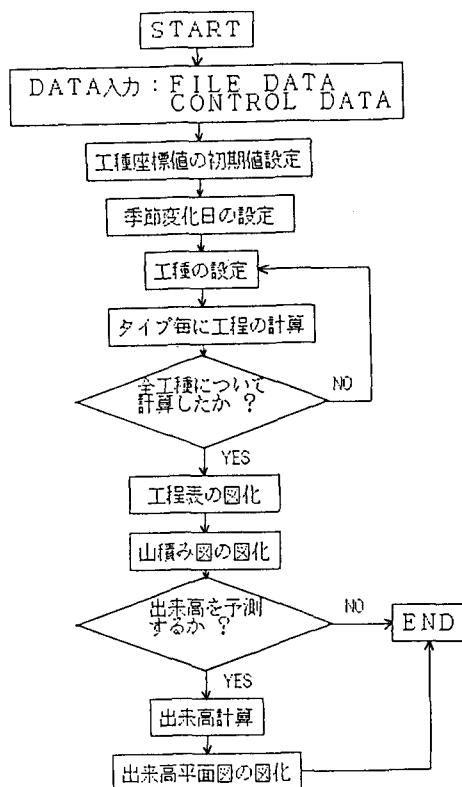


図-1 座標式工程表による工程計画作成手法の概念

表-2 各種計算タイプの比較

名称	特 徴	適 応 工 種
タイプⅠ	施工速度と保安距離によってのみ制約される	ケーソン据付け工、敷砂工
タイプⅠ'	1日以上の施工量が確保されるまで待機する	蓋コンクリート工
タイプⅡ	複数の施工機械によって並列的に作業する	捨石均し工
タイプⅡ'	施工延長を投入機械の整数倍に分割する	DMM工
タイプⅡ''	1度施工した箇所にもどって施工速度を変えて施工する	SCP工
タイプⅢ	ある施工延長について一定期間当該区域を拘束する	深浅測量工
タイプⅣ	施工延長内のある地点についてのみ区域を一定期間拘束する	計測器設置工

(解説)

タイプⅠ 基本的なタイプで、同種の作業が単一で行われ、本作業の施工速度と、前作業との保安距離によってのみ工種を制約され、保安距離が確保されるまで待機する。

タイプⅠ' ケーソンの蓋コンクリート打ちのように、施工速度が早く、前作業との保安距離のみの制約では施工期間が1日に満たない作業が生じ、非現実的であるので、1日以上の施工量が確保されるまで待機する作業に適用される。

タイプⅡ 捨石均し工のように、同一作業に複数の機械を投入し、機械間の保安距離を最小と保ちながら並列的に進める作業に適用される。

タイプⅡ' タイプⅡの変形で、施工延長を投入機械数の整数倍に分割し、各機械毎の施工延長及び回転数を等しくして施工を進めていく作業に適用される。

タイプⅡ'' タイプⅡの変形であり、例えば、施工延長内の中央部と端部で作業は同一でありながら仕様が異なる場合のように、1度施工した箇所にもどって施工速度を変えて施工する作業に適用される。

タイプⅢ 深浅測量のように、施工延長もある区分延長で分割し、その工区延長についてある期間当該区域を拘束し、後続の作業の着手を制約する作業に適用される。

タイプⅣ 計測器設置工のように、施工延長内のある地点についてのみ、一定期間当該区域を拘束し、後続作業の着手を制約する作業に適用される。

3. 座標式工程表による工程計画作成事例

本研究で工程計画の作成対象事例とした関西国際新空港埋立護岸工事の概略平面図を図-2に示す。

本工事は非常に大規模な工事であり、また、工種も多数になるため、同一の工種群で構成されるブロックにより9工区に分割し、さらに、必要に応じて各工区を細分した。なお、工区の細分については、工程計算の結果により必要性の可否を判断した。

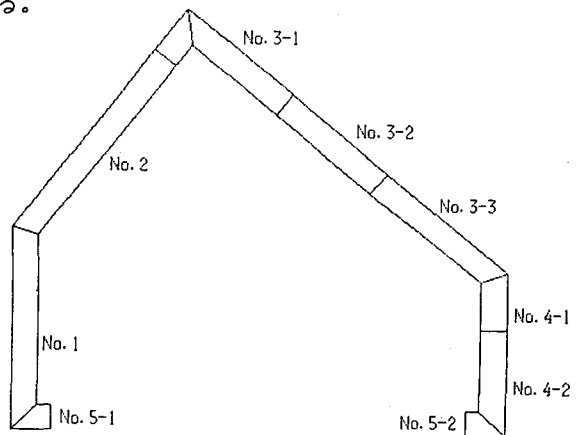


図-2 関西国際新空港埋立護岸工事平面図

本計算に用いた入力データ項目の一覧を表-4に示す。

入力データのうち、FILE DATA及び資機材原単位DATAについては、現時点ではこれらも変更する新たな情報が出ないといので、本計算においては固定値とした。従って、工程の変動、山積みの変化を見るために、工程計画作成上の基本的な考え方と与える情報、すなわち、CONTROL DATAを変化させて計算を行った。

なお、データ項目の中で、季節変化率とは季節による稼働率の変化を表わした値であり、表示法とは、当該作業を最早とするか後づめとするかをコントロールする変数である。

これらの条件の下で、図-1に示す手順により計算した結果の例を図-3～図-5に示す。

図-3は各工種の工程を示しており(すなわち座標式工程表)、図-4は本工事における山積み図であり、図-5は所要の時期における出来高と予測した結果である。本計算により以下のような結論を得た。

工程表については、

- ア 所要の時点における進捗度が容易に読みとれる。
- イ 工種間の関連が容易に把握できる。
- ウ 各工種の施工速度が容易に読みとれる。
- エ 工期最小を目的としたため、蓋コンクリート工のように待機期間が施工期間に比して長くなる作業が生じた。

山積み計算については、投入機械の工区間での有効利用の評価がなされていないため、計算結果をそのまま活用できない。すなわち、資材運搬船のように、複数工区で1船も利用できる場合には、その稼働性を評価した上で山積み計算を行う必要があると考えられる。

出来高予測については、表示上の問題ではあるが、作業毎の進捗度も容易に読みとれるよう改良する必要があると考えられる。

なお、山崩れについても本計算の一連の作業として試みたが、非現実的な結果となり、山積み計算の結果を見ただけ、外部入力により処理することが妥当であるとの結論を得たが、この点については今後の課題としたい。

4. おわりに

今回の検討結果から、「PERT手法のように工種間の関連付けを事前に設定しなければならない」といった作

表-3 各工種毎の保安距離

工種名	前作業との保安距離	自船団の保安距離
1 敷砂工	0m	
2 DMM工	200m	150m
3 SD工	200m	
4 計測器設置工	0m	
5 捨石工	200m	
6 荒均し工	100m	40m
7 本荒し工	40m	40m
8 ケン掘付け工	200m	
9 蓋コンクリート工	200m	

表-4 入力データ項目一覧表

1. FILE DATA					
工区延長	工種数				
工種コード番号	計算TYPE番号	季節変化率	施工速度	保安距離	自船保安距離
資機材原単位 DATA					
船舶コード番号	組合せ隻数	資材コード番号	使用資材量		
2. CONTROL DATA					
工区区分数	計器設置による低減率				
施工開始距離	準備期間	施工終了距離	片付け期間	隻数	表示法

業を必要としない等、本手法の有用性が確認されたが、一方、

- ア. インputデータの処理の簡便化
- イ. 山崩し計算手法の確立
- ウ. 最適性の評価
- エ. 手法の汎用化

等の課題が残っており、本研究の今後の発展に期待されるところは大きい。

また、パーソナル・コンピュータの計算能力の向上により、より精緻な条件での演算が可能になれば、現場での工程管理にも本手法も適用することが可能である。

工区番号 No. 1 (延長 2,180)

工種名 1 敷砂工 2 DMM工 3 SD工 4 計測器設置工
5 捨石工 6 荒均し工 7 本均し工 8 ケン付工
9 蓋コクリ工

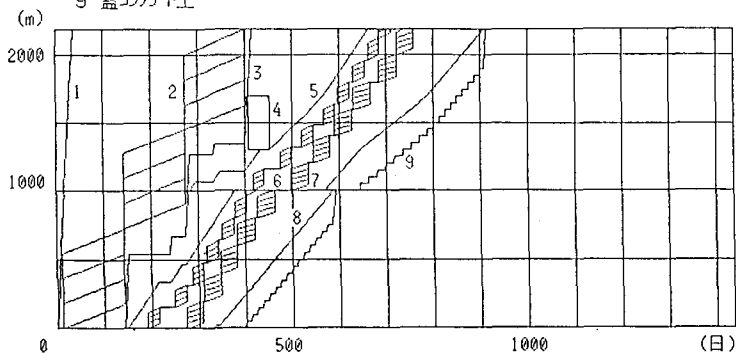


図-3 座標式工程表

工区番号 No. 1

資材名: 捨石材 (最大数量 5,710 m³/日)

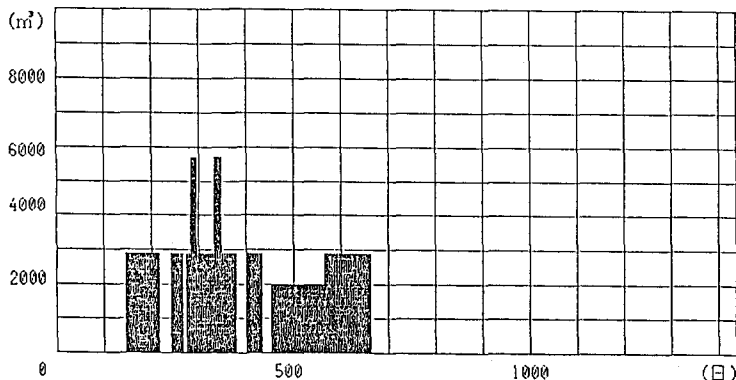
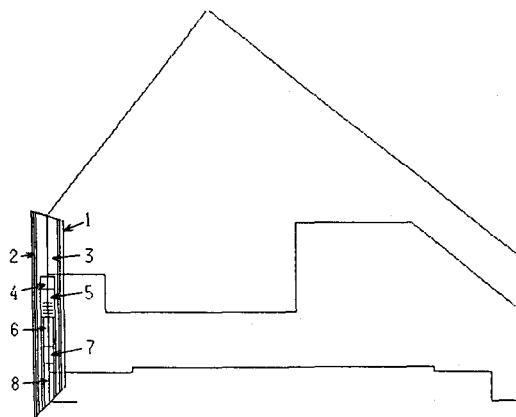


図-4 資機材山積み図

工区番号 No. 1

出来高予測日: 施工開始日より 500日目



工種名 1 敷砂工 2 DMM工 3 SD工 4 計測器設置工
5 捨石工 6 荒均し工 7 本均し工 8 ケン付工
9 蓋コクリ工

図-5 出来高予測図