

東北大学○正員 湯 沢 昭

東北大学 正員 須 田 薫

1 概要

本研究で対象としている港湾工事（防波堤工事や埋立浚渫工事等の海上や海中での工事を狭義の意味で港湾工事と定義する）は、一般の陸上の土木工事に比較して次のような特徴がある。

- (1) 風浪による影響が大であり、従って一般の陸上工事に比べ作業可能日数が限定される。
- (2) 台風や異常気象により災害・手戻りを受けやすい。
- (3) 水中工事が多く、工事の出来高の確認や作業の進捗の把握が困難な場合が多い。また作業員の熟練度が作業効率を大きく左右する。
- (4) 大型の船舶・機械を使用し、また水中での作業が多いため作業区域の制限がきびしい。
- (5) 使用資源が高価なため、資源の稼働率が工事費を大きく左右する。

このような港湾工事の特殊性を考慮して工程計画をたてる場合、工程管理手法としては次のような内容を備えたものが要求される。

- (1) 施工の順序が示されている。
- (2) 施工に必要な期間が把握できること。
- (3) 工事の進捗状況が把握できること。
- (4) 重点的に管理すべき工種が明らかなこと。
- (5) 作業位置が明示できること。

特に本研究で対象としている港湾工事は、埋立工事のように作業範囲が広くまたその大部分が水面下で行われるため、(5)の作業位置を明示することが不可欠である。これを従来の工程管理モデルで行うことは困難であるため、本論文ではメッシュ式工程管理モデル¹⁾を使用し、工程管理を行う。この手法は、工事全体を多層のメッシュ構造に分割し、先行距離と保安距離の概念を用い、工程管理を行うため施工位置を空間的に表示することが可能である。しかし、コンクリートの養生期間や埋立工事における地盤の安定期間の確保のように工種間にある時間間隔を確保する必要がある場合があり、本論文では新たに工種間に時間距離を導入し工程管理を行う。時間距離とは、ある施工位置においてある工種が終了してから次の工種が施工できるまでの最短時間間隔である。また本

手法の適用例としてマルチプロジェクトの同時管理を考える。これは前述したように港湾工事では高価な資源を使用し、また資源によっては工事のある期間しか使用しない等の条件下で資源を有効に利用するためには、複数の工事を同時に管理する必要がある。

2 メッシュ式工程管理モデルとマルチプロジェクト

メッシュ式工程管理モデルを用い、マルチプロジェクトの同時管理を行う場合の問題点は、先行距離、保安距離及び時間距離と資源の配分方法にある。一般にプロジェクト間にはアクティビティの先行関係はないので先行距離は(図・ノ)のように表わすことができる。(図・ノ)における d_{ij}^0 は各プロジェクト内におけるアクティビティ間の先行距離である。また保安距離は(図・2)のようになるが、プロジェクトが近接している場合には、プロジェクト間のアクティビティについても保安距離を設定する必要がある。同様に時間距離(d_{ij}^2)は、(図・3)のように表わすことができる。

次に資源の配分方法としては次の2つの場合が考えられる。

- (1) プロジェクトに優先順位をつけ、最も優先順位の高いプロジェクトに全ての資源を配分し、そのプロジェクト内で資源に遊休が生じた場合のみ次のプロジェクトへ資源を配分する。
- (2) あらかじめ全てのプロジェクトに資源を配分し、各プロジェクト内で資源に遊休が生じた場合のみ、各プロジェクト間で資源のやりとりを行う。

	P ₁				P ₂		..	P _u	
	A ₁₁	..	A _{1s}	A ₂₁	..	A _{2t}		A _{u1}	..
P ₁	A ₁₁	0				∞		∞	
	A _{1s}								
P ₂	A ₂₁	∞				0		∞	
	A _{2t}								
P _u	A _{u1}	∞				∞		0	
	A _{uv}								

P_i:Project A_{ij}:Activity

(図・ノ) マルチプロジェクトの先行距離マトリックス

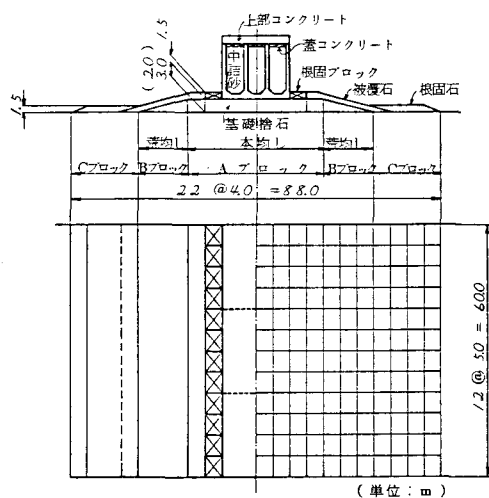
以上のような仮定のもとにマルチプロジェクトの評価を行う場合の操作変数としては、プロジェクトの優先順位（あるいはアクティビティの優先順位）と利用可能資源量が考えられる。従って始めに利用可能資源量を固定し、プロジェクト（アクティビティ）の優先順位を操作変数とし、最小工事期間を与えるプロジェクト（アクティビティ）の優先順位を求め、次に優先順位を固定し利用可能資源量を変化させ費用の最小化を図る。

3 計算例

今、(図・4)に示すケーソン式防波堤工事を例にメッシュ式工程管理モデルによるマルチプロジェクトの同時管理を考える。この場合(図・4)に示すケーソン式防波堤工事を同時に2ヶ所考え工程管理を行うものとする。なお工事断面の寸法は、基礎捨石高さを3.0mと2.0mとし、その他の寸法は全て同じとする。工程管理モデルの全体のフローを(図・5)に、各アクティビティの総工事量、作業グループ/日当りの標準作業量及び作業グループと資源の組合せを(表・1)に示す。なお計算結果等に関しては講演時に発表する予定である。

(参考文献)

- 1) 須田・湯沢：外洋波浪の影響を受ける港湾工事の工程管理と波浪予測，土木計画学研究・論文集 1，1984・1，pp235～pp242



(図・4) ケーソン式防波堤工事例

	P ₁	P ₂	...	P _U
A ₁₁ ... A _{1s}	A ₁₁	A ₂₁	...	A _{U1}
A ₂₁ ... A _{2t}	o	A ₂₁	...	o
A _{U1} ... A _{Uv}	o	o	...	A _{U1}

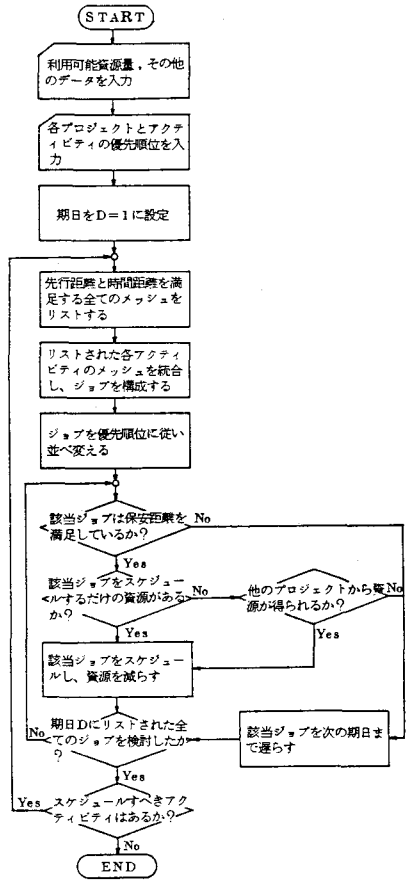
P_i:Project A_{ij}:Activity

(図・2) マルチプロジェクトの保存距離マトリックス

	P ₁	P ₂	...	P _U
A ₁₁ ... A _{1s}	A ₁₁	A ₂₁	...	A _{U1}
A ₂₁ ... A _{2t}	o	A ₂₁	...	o
A _{U1} ... A _{Uv}	o	o	...	A _{U1}

P_i:Project A_{ij}:Activity

(図・3) マルチプロジェクトの時間距離マトリックス



(図・5) マルチプロジェクトの工程管理フロー

(表・1) 各アクティビティのデータ

	単位	総工事量	作業グループ /日当作業量	作業グループ 捨石船/潜水土留/クレーン
基礎捨石	m ³	79,200 (5,280)	250	/ / /
基礎本均し	m ³	19,200	20	/ / /
ケーソン底付	基	3	/	/ / /
掘固ブロック	個	34	4	/ / /
被覆捨石	m ³	720	250	/ / /
被覆均し	m ³	480	40	/ / /
基礎荒均し	m ³	14,400	40	/ / /
B 被覆捨石	m ³	27,600	250	/ / /
被覆均し	m ³	14,400	40	/ / /
C 掘固捨石	m ³	25,200	250	/ / /