

鴻池組 正員 川崎 健次
 鴻池組 正員 ○ 田坂 隆一郎
 鴻池組 正員 折田 利昭

1 はじめに PERT等のネットワーク手法が我が国に導入され、建設工事の工程計画・管理手法として取り入れられてから、既に10数年になろうとしている。工事の運営管理を確実かつ効率良いものとするためには、工事用資源の使用状況・工期・工費等に関して施工工程の合目的性・実行可能性が定量的に評価されていなければならない。工期・各作業日程およびクリティカル・パスについてはPERT計算結果から、また工費については総工事原価を算出することにより、各代替案を定量的に評価することが可能である。しかし、工事用資源の使用状況等に関してはいまだに定量的な評価法が確立されていないのが現状である。本報においては、施工計画作成のシステム化という観点からネットワーク手法による工程計画作成の位置づけを行ない、工事用資源の使用状況等の定量的評価法に関して考察することとする。

2 施工計画作成要素の分類 施工計画作成にあたって調査・検討すべき項目を初期計画期と詳細計画期とに分けて分類すると表-1のようである。前者では、施工法の選定・仮設計画の作成・工程の配分等の工事運営の基本方針を定めるとともに作業要員・建設機械・仮設資材・本設材料・現場施設・運営資金・近隣関係等に関する諸調査を進めることになる。後者はさらに工程計画作成と施工計画作成とに分割されるが、計画作成作業の中心となるのは工程計画作成である。この時期には施工工程の内容を詳細に分析するためにネットワーク・モデルが用いられる。工程計画の作成にあたっては建設機械や仮設資材の運用順序は管理的順序関係として表されるので、これらの良否は各工程計画代替案の工期・クリティカル・パスおよび各種工事用資源の使用状況を評価することによって判定される。工事用資源の中でも作業要員の使用状況に関しては各単位作業内容の分析とともに山積み図を作成することにより工事

表-1 施工計画作成要素の分類

計画期 計画内容	初期計画期	詳細計画期	
		工程計画作成	施工計画作成
工程計画	施工法の選定 仮設計画作成 施工量の算出 工程の配分	作業特性値 作業間順序関係 作業日程表 クリティカル・パスおよびフロート	
作業要員計画	職種別調達可能最大数とその期間	職種別一定継続使用期間 職種別延投入員数 総延投入員数 使用効率・山積みパターン	調達・使用予定表 労務費
機械計画	機種選定 保管場所 *調達可能最大数とその期間	*組立・解体・修理作業 運用順序(現場内動線) 機種別延拘束日数	調達・使用予定表 稼働率 運搬費・機械使用料・管理費
仮設資材計画	仮設資材種類の選定 *加工・在庫場所 *調達可能最大数とその期間	*加工・修理作業 転用回数・転用順序 資材種類別延拘束日数	調達・使用予定表 準備率(現物在庫量) 運搬費・使用料・管理費
本設材料計画	*所要材料規格数量の抽出 *加工・在庫場所 *調達可能最大数	*加工作業	調達・使用予定表 現場在庫量 購入費・加工費・管理費
現場施設計画	*利用可能用地面積 搬入路・取付通路 施設の設計		施設配置 現場内の動線 用地費・使用料・管理費
資金計画	*調達可能金額とその時期		支払予定表・出来高予定表 入金予定表・利益率

*印は調査項目

全体の立場から評価しなければならない。作業要員の使用状況は建設機械や仮設資材の運用順序とも密接に関係しており、工程計画作成にあたっての重要な評価要素の1つであるといえる。

3 評価モデル

直接施工を行なう作業要員の使用計画は工程ネットワー

ク代替案に対して調達可能最大数の制限を与え、山崩し計算を行なうことによつて作成することができる。しかし、一般に工事現場における作業要員の調達数は直接施工を行なう作業要員のほかに準備・加工・後片付け等の補助作業要員を見込んで山積み図をさらに平滑化して算出されている。したがつて、山積み・山崩し計算より求められる作業要員数(使用数)と調達数とは異なることになるが、作業要員計画の評価にあつては(1)施工法の組合せが異なる場合、(2)施工法の組合せは同じで機械・資材の投入数および運用順序が異なる場合、の2つのケースについて検討する必要がある。前者では代替案によつて施工内容が異なり、作業要員の使用数に差が生じるので、次式により評価するのがよい。²⁾

$$DR_{\delta}^1 = {}^1R_{\delta}^d / {}^0R_{\delta}^d \cdots \cdots (1), \quad TDR^1 = {}^1R^d / {}^0R^d = \frac{{}^1R_{\delta}^d}{\sum_{\delta=1}^n {}^1R_{\delta}^d} / \frac{{}^0R_{\delta}^d}{\sum_{\delta=1}^n {}^0R_{\delta}^d} \cdots \cdots (2) \quad \text{ただし、} R_{\delta}^d: \text{職種} \delta \text{の使用数}$$

DR_{δ} : 職種 δ の省力化率, TDR : 工事全体の省力化率, 0: 標準とする施工法の組合せ, 1: 施工法の組合せの代替案
後者では各代替案において施工内容は変わらず使用数は同数となるので、調達数と使用数の差に注目して、次式を用いて評価するのが良い。

$$f_{\delta} = R_{\delta}^o / R_{\delta}^d \cdots \cdots (3), \quad \bar{r}_{\delta}^s = \frac{1}{T_j} \sum_{t=1}^{T_j} (r_{\delta}^o(t) - r_{\delta}^d(t)), \quad \sigma_{\delta}^s = \sqrt{\frac{1}{T_j} \sum_{t=1}^{T_j} \{ (r_{\delta}^o(t) - r_{\delta}^d(t)) - \bar{r}_{\delta}^s \}^2} \cdots \cdots (4)$$

ただし、 f_{δ} : 調達数 R_{δ}^o と使用数 R_{δ}^d (一定) の比で使用効率の逆数, $\bar{r}_{\delta}^s$: 余剰数(調達数-使用数)の平均値,

σ_{δ}^s : 余剰数の標準偏差, T_j : 代替案 j の工期, $r_{\delta}^o(t)$: 時刻 t における調達数,

$r_{\delta}^d(t)$: 時刻 t における使用数

式(1)および(2)は初期計画期における施工法選定の評価基準として、また式(3)および(4)は管理的順序関係の変更による工程ネットワーク代替案の評価基準として有効である。

4 適用事例とその考察 本報告では式(3)および(4)を対象とするケース(2)について考察する。

適用事例の対象とした土木工事は名古屋地区の高速道路高架橋工事である。運用対象とした工事用資源の組合せを表-2に示す。評価の対象とした職種は土工・トビ工・鉄筋工・大工・斫り工の5職種である。職種ごとに調達可能最大数を3期に分けて与え山崩し計算を行なつた。さらに一定継続使用期間の条件を与えて調達数を算出し、式(3)および(4)を適用した結果が表-3である。当工事は土工・鉄筋工・大工の比重が大きく、代替案Ⅱが有利であろうと判断される。ただし、工事全体から各代替案を総合的に評価するためには、このほかに工期の余裕、契約金額と予算金額の差、工事用資源の調達しやすさ、周辺環境への影響など、それぞれの重要度を定め、その順位にしたがつて各代替案を評価していくのが良いと考えられる。

表-2 運用資源の組合せ

ケース	1	2	3	4
ベント掘削機	2台	2台	2台	1台
万能掘削機	2台	1台	1台	1台
柱型枠	6セツト	6セツト	4セツト	4セツト
スラブ型枠	6セツト	6セツト	4セツト	4セツト

表-3 各代替案の評価

代替案	項目	資源の使用状況					工期日
		土工	雇工	鉄筋工	大工	斫り工	
I	f_{δ}	1587	2276	1245	1444	1822	172
	$\bar{r}_{\delta}$	503	328	109	330	166	
	σ_{δ}	1081	839	285	939	284	
II	f_{δ}	1552	2000	1359	1443	1907	195
	$\bar{r}_{\delta}$	464	428	209	319	139	
	σ_{δ}	1454	1472	631	918	324	
III	f_{δ}	1641	2282	1472	1501	1453	223
	$\bar{r}_{\delta}$	455	251	224	306	072	
	σ_{δ}	1324	460	521	806	194	
IV	f_{δ}	1714	2558	1530	1645	1439	242
	$\bar{r}_{\delta}$	433	274	226	328	083	
	σ_{δ}	1384	597	544	883	117	

注1)川崎・春名・田坂・笹嶋, "ネットワーク・モデルによる施工計画システムに関する研究" 土木学会論文報告集, 第204号, 1972

2)山本・田坂・初沢, "施工法の組合せによる工程計画の評価方法に関する一考察" 第29回土木学会年次学術講演会概要集第IV部 昭和49年