

設計変更に対応した効率的な積算システムについての考察

Study on Cost Estimation System in Case of Change Contract

立命館大学 春名 攻*

東洋建設(株) 大音宗昭**

By Mamoru HARUNA and Muneaki OHTO

地盤に基礎を置く土木工事には設計変更が多く、この処理を効率的に行うことが原価管理の一つの要諦である。このため設計変更に対応した効率的な積算システムを持つことが有効である。工事途中で生じる設計変更に対して契約前の見積り(積算)段階から予測して準備しておき、すみやかに変更作業に対応する必要がある。このためには、工程計画と連動して見積りができるようなシステムを構築しておき、設計変更時には変更工程計画から円滑に変更見積りができるようにしておくことが最も効率的と考える。また、この見積りを施主側の積算と突き合せ対応する必要があるため、施主側と工程、作業等の分類が共通であることが望ましい。よって、ここでは工程、作業、作業内容、作業単位、規格等については、予めWBS形式で分類・整理し例示することとした。

一方、工程計画については、実施計画(施工計画、工程計画を含む)をエキスパートシステムにより作成した後、複数の工程計画代替案を作成することとし、これらの各代替案について概算見積りをした後、総合評価をする部分にエキスパートシステムを適用して、よりよい一つの工程計画を選択するこれら一連の作業を効率的に行うことを検討した。

【キーワード】 積算システム、設計変更、エキスパートシステム、原価管理

1. はじめに

公共工事における適正で合理的な積算方式については、建設省をはじめ各公共団体で検討がなされ改善されつつある。また、積算システムについては各公共団体が独自のものを所有し運用している。他方、施工を行う業者も各々独自の積算(見積り)方式および積算システムを持ち、運用しているのが一般的である。もともと積算業務が複雑でかつ作業量が多い上に、上記のように官・民の各者がおおむね独自の積算をしているため、入札後や設計変更時に両者突き合せて比較検討する場合大変不便をしている。特に設計変更時には、協議成立に至るまでの時間と労力は当事者に多大の負担となっている。このため「設計変更に対応した効率的な積算システム」の開発をめざして、その内容と方式についての考察をし

たものである。

ここで提案するシステムは工程計画と概算見積りを結びつけるものであり、建設マネジメントの中では施工管理の中の主に工程管理と原価管理に関わるものである。ここでは工程管理の中で工程計画を実施計画作成時の中心部分として位置付け、概算見積りは原価管理の一部として実行予算と対比されるものとして位置付けられるものと考えている。(図-1参照)。¹⁾²⁾³⁾

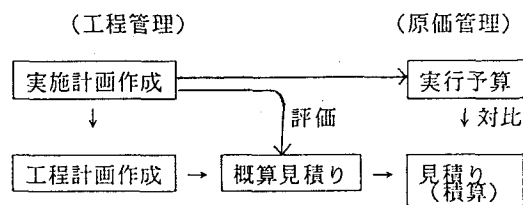


図-1. 計画段階での工程管理-原価管理関係図

* 立命館大学理工学部 075-465-1111

** 東洋建設(株) 鳴尾研究所 0798-43-0661

2. 設計変更に対応したシステムの作業手順

(1) 工事実施例におけるこれまでの対応

ここではこれまでに検討したことのある海上構造物の建設工事2件について考察してみる。一つは関西国際空港建設工事の護岸工事について、他は甲子園フェリー埠頭建設工事の浚渫・埋立工事についてである。

関西国際空港の護岸工事では、11.2kmに及ぶ護岸延長を構造タイプ、工法の差などを考慮して6工区に分割し、発注者、受注者(6J. V.)が協力して工区ごとおよび全体の工程計画を作成した。この計画に基づき実施し、出来高の実績を1週間および1ヶ月ごとに計画と対比しながら工事を進めたものである。多数の作業船、大量の砂、石材等の資機材の確保と配分で工区間での融通の必要が生じ、工区境では工程の調整が行われた。また地盤の沈下による必要資材量の増減、地盤の強度発現と安定管理による工程の早遅、などが生じた。このための設計変更はあらかじめある程度予測されており、速やかな対応ができたものである。

甲子園フェリー埠頭の浚渫・埋立工事では、埋立地を囲む岸壁と護岸の工事を先行し、次いで前面の武庫川河口部の航路の埋没土砂をポンプ浚渫して埋立したものである。元請1社に多数の協力業者が参加して工事が行われた。工区分割は岸壁、護岸は構造タイプにより4工区に分け、浚渫・埋立を1工区の計5工区とした。施工は波の来襲方向に近い工区から順次進めることとした。出来高と計画を月ごとに対比し、当初の地盤改良工事の着工遅れおよび天候による遅延の分を、以後の捨石工事ほかで回復するよう努めた。背面埋立を早めたため護岸が背後に若干傾いて沈下したが、上部工で調整するなど多少の修正工事があっただけで、大きく工程を遅らせる要因にはならなかった。従って設計変更を要するほどのものはなく工事を終えた。

これら2件の工事およびその他数多くの工事実施の経験より、工事着工前の工程計画作成作業を図-2に示すような作業手順で行うことを提案した。⁴⁾

5)

(2) 設計変更に対応した作業手順

これまでの多くの工事実施例での経験から、工事中での設計変更に機敏に対応できる積算システムを考えてみた。設計変更までの作業手順は図-3の

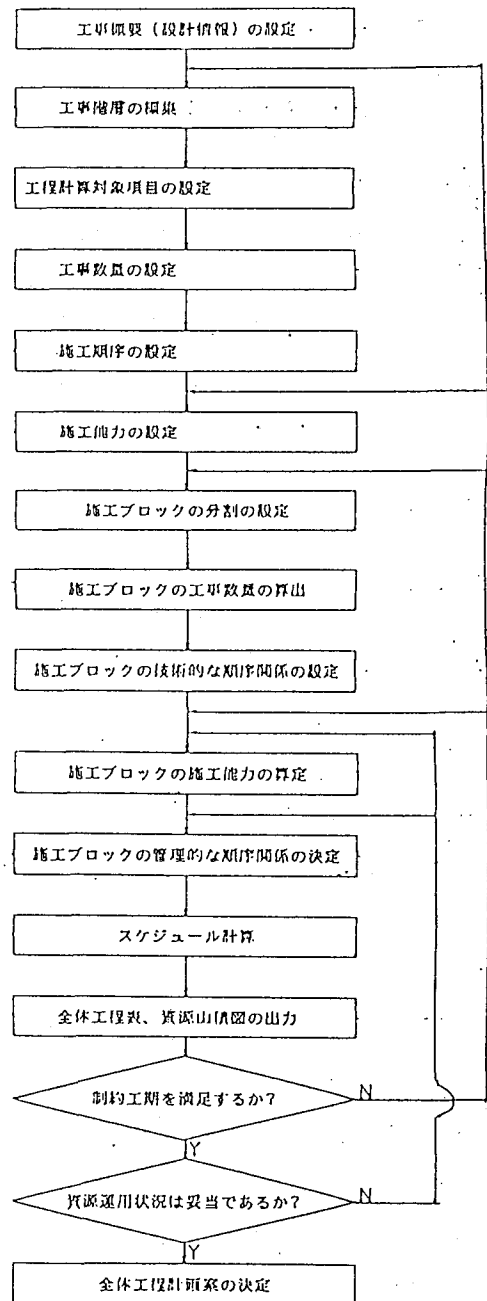


図-2 工程計画作成の作業手順

ようになる。⁶⁾

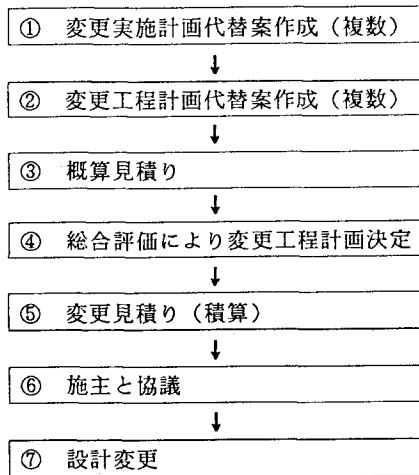


図-3 設計変更に対応した作業の流れ

①～④の手順は変更工程計画を一つに決めるためのもので、代替案が一つしかない場合には⑤からスタートする。①の変更実施計画代替案の作成には地形、気象、土質、施工数量、機械、材料、労務に周辺の状況など多数の条件が影響する。複数の代替案は主として土質の見方、工区分割、投入機械量、工程上の余裕の取り方などの差によるもので、そのまま②の変更工程計画代替案に引継がれる。②についてはネットワーク型の工程表を作成し、資源山積の

均しを行う。③は工程より半自動的に概算見積りを行う。④では複数の変更工程計画代替案を工期、工程上の余裕、資源山積の状況、安全、環境、見積り額、その他から総合評価して一つの案に決める。⑤では官公庁方式に従って通常の積算を行うと共に、実行予算を見積り、両者を対比する。⑥、⑦では施主と接し設計変更の手続きを進める。ここでの①と④をエキスパートシステムで行うこと、②、③は工程、作業、等についてWBS (Work Breakdown Structure) で整理した体系に基づいて行うものとする。⁷⁾⁸⁾

3. 工事の構成の体系化

(1) WBS手法による分析

工事の構成についての体系および分類は、工事発注者と建設業者での共通していることが望ましい。これは前出 図-3 フロー図の⑥、⑦を効率的に行うために必要である。また原価管理において、見積りと実行予算を対比する場合にも有用である。

工事の構成をW. B. S手法により分析・整理した例をグラブ浚渫工事について図-4に示す。[工事]、[工種]、[作業]、[作業内容]、[作業単位]、[規格]、[能率]、[歩掛]の8階層の仕分け方と名称については、見積り作業の方法の違いで若干違った仕分け方も考えられるが、ここではこれを提案する。

〔工事〕	〔工種〕	〔作業〕	〔作業内容〕	〔作業単位〕	〔規格〕	〔能率〕	〔歩掛〕
グラブ 浚 渫	回航	曳航	曳航	グラブ船	xm^3 グラブ	x 時/日	(積上げ)
				引船	xps	xkm/h	(稼働・休止)
	浚渫	掘削	グラブ掘削	グラブ船	xm^3 グラブ	$m^3/時$	(稼働・休止)
			積込	土運船	xm^3 積	$xm^3/回$	(稼働・休止)
			水質汚濁防止	防止膜	シート	m^2/m	(積上げ)
		退避	曳航	引船	xps	$xkm/時$	(稼働)
			休止	グラブ船	xm^3 グラブ	—	(休止)
				土運船	xm^3 積	x 時/日	(休止)
				引船	xps	—	(休止)
		運搬工	運搬	土運船	xm^3 積	x 時/日	(稼働・休止)
				引船	xps	$xkm/時$	(稼働・休止)

図-4 グラブ浚渫工事の構成

(2) 体系化による工程計画と概算見積りの結びつけ

図-4に示したように8階層に設定することによって、工程計画と見積り(積算)を結びつけることができる。ここで示した〔作業単位〕が原価管理で定義しているWork Packageに当るものと考えている。

8)

〔工事〕から〔歩掛〕までの8階層に分けて体系づけることにより工程計画と見積り(積算)を結びつける。工程計画は8階層の中の〔工種〕レベルで作成する。見積り(積算)は〔工種〕を〔作業〕以下のレベルに分解し、ファイル又は別に用意したデータベースより機械、作業船等の〔規格〕を検索し、〔能率〕、〔歩掛〕については自社ソフトまたは市販のソフトを利用して算出するものとする。概算見積りについては〔工種〕レベルまたは〔作業〕レベルで市場単価を入れて算出することが考えられる。こうして後述の6章では工程計画から概算見積りを行う方法と、詳細見積り(積算)を行う方法を使い分けて利用する。

4. 設計変更への対応について

設計変更には、計画段階である契約前の見積り(積算)時点から、工事内容を点検し、変更可能性のある問題点を抽出して準備し、変更が生じた場合に機敏に対応する必要がある。難工事、新工法、事例の少ない工事には特に注意を払うものとする。

(1) 公共工事標準請負契約約款との関連

そこでここでは設計変更と、それに関わる約款について整理しておく。

設計変更の対象となる主なものを「公共工事標準請負契約約款」から拾うと

- ①条件変更時(17条)、
- ②工事の変更・中止等(18条)
- ③賃金または物価の変動に基づく請負代金額の変更(21条)
- ④災害防止等臨機の措置(22条)
- ⑤一般的損害(23条)
- ⑥第三者におよぼした損害(24条)
- ⑦天災その他不可抗力による損害(25条)

⑧特許権その他第三者の権利の使用(9条)

⑨甲の請求による工期の短縮等(20条)

などである。

特に①、②についてあらかじめ対応しておく必要があり、今回システムとして対応しようとする主たるものである。

(2) 計画段階での点検項目

計画段階での点検項目をまとめると次のようになる。

- ・条件明示してあるかー 現場説明時、質問し議事録にしておく、不確定な条件には見積条件を付ける
- ・工法は適切かー 代替工法を考慮
- ・数量は合っているかー 土、鉄筋、コンクリート、仮設備等の量を確認
- ・土質資料は十分かー 柱状図、地層図、N値、土質常数、地下水位等とその精度
- ・補償問題はあるかー 解決時期、附帯条件 その他
- ・周辺住民等の事情はー 公害、環境への配慮、道路交通事情等

以上の点検結果を当初の実施計画作成にできるだけおこんで、工種ごとに工程上の余裕を取っておくことが必要である。

(3) 工事開始後の対応

工事開始後の対応としては

- ・設計変更理由の抽出
- ・設計変更用の資料、写真等を用意しておく
- ・施主に設計変更の可能性を進言し説明しておく
- ・設計変更の申し出時期をタイミングよく速やかに行う

などである。これらの事をシステムの手順の中に組み込んでおく必要がある。

特に設計変更の生じ易い工事、工種として、土留め、盛土、トンネル、シールド、基礎、埋立などがある。これらに対しては、個別に対応するシステムを持つことが考えられる。⁹⁾¹⁰⁾

5. 変更実施計画案の作成

設計変更が生じるとまず実施計画を変更し、順次

実施計画に含まれる工程、品質、安全、原価、環境等の変更計画を確定していく。実施計画は実施計画書として工事契約後最初に施主に提出するもので、これに基づいて工事が進められるが、設計変更の内容をまとめて表現するのは、工程計画と契約額（見積り、原価に関連）である。従って、当初の実施計画から変更実施計画案を作成し、次に変更工程計画案（複数）を作成し、以後順次、概算見積り、実施計画に基づいた変更工程計画案の総合評価、見積り（積算）に進む手順とする。なお変更実施計画作成のプロセスは、当初の実施計画作成のプロセスと基本的には同じであるので実施計画作成の手法として整理する。¹¹⁾

実施計画の作成は経験的な知識による部分が多いため、エキスパートシステムにすると効率的である。比較的単純な工事であるグラブ浚渫工事を例にしてその概念を整理してみた。

グラブ浚渫工事の実施計画の作成は、工事内容、条件を十分に把握した上で、まず工程計画案を考える。これには作業船の稼働計画がキーポイントでグラブ船による掘削効率、土運船による運土のダイヤグラムが決め手になる。次に水質汚濁対策、グラブ船の回航等を検討する。こうした検討作業を経て実施計画の内容として工程計画、作業船稼働計画、水

質汚濁防止計画、安全管理計画その他を作成する。

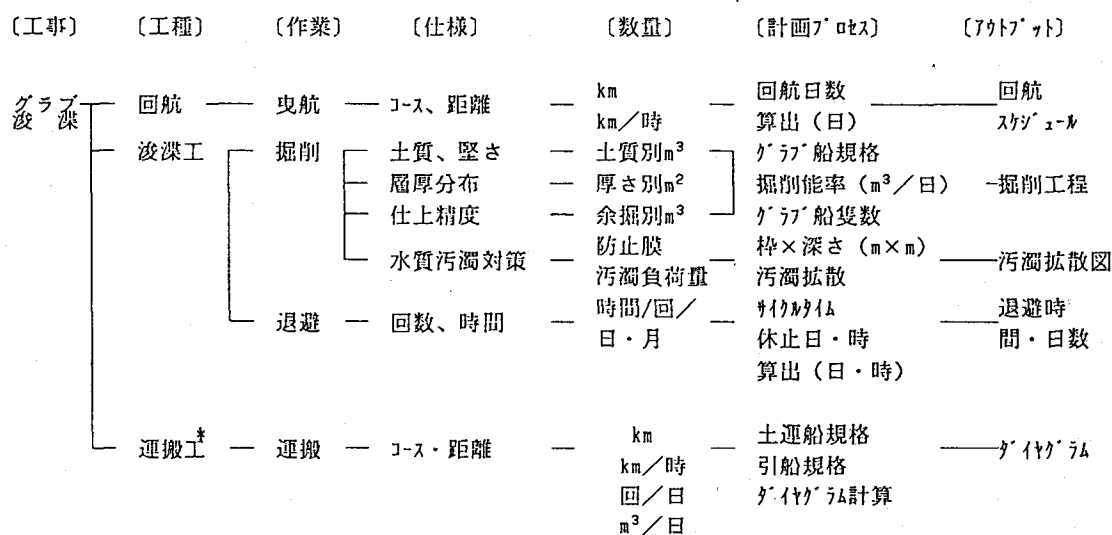
なお、ここでは実施計画の中心となる工程計画についてその作成のプロセスを構成図として整理し図-5に示す。

本図により〔工事〕から〔アウトプット〕までブレークダウンして作業を進めることにより、実施計画書作成のための資料が安全管理計画を除いてほぼ整理される。

エキスパートシステム化の作業の手順と方法について図-5により考察してみる。手順は（１）浚渫工、（２）運搬工、（３）回航の順とする。この例からも解るように実施計画は工事の種類によって特有の工種、作業、仕様がそれぞれのものである。従って工事ごとに実施計画作成システムを持つ必要がある。

（１）浚渫工

掘削ではグラブにより掘削する土質とその状態が要件となる。〔仕様〕より砂質土ならばN値、粘性土ならば一軸圧縮強度又はN値、および含水比などを確認し、かつ土質別の掘削の設計土量を得る。次に掘削の厚さ分布を確認し、厚さ別にひとかたまりごとの面積を得る。次に浚渫の仕上げ精度を確認し、余掘厚と余掘量を想定する。これらの結果を総合し



* 浚渫工のサイクルタイムと組合せる

図-5 グラブ浚渫工事の工程計画作成プロセスの構成図

て土質別－掘削厚さ別のマトリクス表にし、土量とひとかたまりごとの面積を示す。他方掘削厚さと適合グラブ船規格の組合せより、ひとかたまりごとの面積の個所での使用グラブ船規格を知る。次にグラブ船の規格ごとの標準掘削能率 ($\text{m}^3/\text{日}$) を用いてひとかたまりごとの面積の個所での施工日数を計算し、使用グラブ船の隻数を出す。次に使用グラブ船一隻ごとの掘削土量から工区分割を行う。次に工区ごとの掘削工程を掛かる日数で確認する。

掘削時の水質汚濁対策としてグラブ周辺に枠を置き水質汚濁防止膜を設置する。これにはグラブ船規格ごとに枠の規格がほぼ決っているので、グラブ船規格－水質汚濁防止膜（枠と深さ別の膜の規格）の表を作りこれより求める。次いで汚濁負荷量から、枠外への汚濁拡散状況を推定する。拡散が著しい場合、掘削作業を一時休止する場合が生じるが、一般にはほとんどない。

退避については航路、泊地等の浚渫の場合航行船舶を避けて一時退避することがある。あらかじめ退避の回数、時期等が予測されるので、これを見込んでおく。退避1回当りのサイクルタイムを計算し、これに退避回数を掛けて総退避時間を算出しグラブ船の休止日数を求める。

アウトプットとして掘削工程、汚濁拡散、退避時間・日数を出す。

(2) 運搬工

運搬工はグラブ船により掘削した土を土運船に積んで引船により土捨て場まで往航し、土捨ての後再びグラブ船のところまで復航して戻ってくるサイクルを繰り返す作業である。土運船の規格はグラブ船の規格に合せて決り（上下3ランクの容量の中から選ぶ）、引船の規格は土運船の規格に合せて決まる。ただし、土捨て場までの距離によってサイクルタイムが異なるため、積み込み待ちによる引船および土運船の休止がより少ない土運船の規格を選ぶ。引船の往航、復航の速度は、航路での速度規制や待ちのない限り規模によらずほぼ一定である。

アウトプットとして土運船のダイヤグラムを描く。

(3) 回航

グラブ船が工事場所の港に居ない場合、他港から

の回航が必要となる。回航のコース、距離を決め、回航速度を設定する。次いで引船の規格、回航に要する時間、または日数を算出する。

アウトプットとして回航スケジュールを出す。

(4) 実施計画作成のエキスパートシステム化への考察

グラブ浚渫工事を例にして考察してみる。前節で述べた一連の作業をフロー図にすると図-6のようになる。図-6に示す作業フローに従って作業を進めると、ここから出て来る資料およびアウトプットにより実施計画書の工程計画表、作業船稼働計画表、水質汚濁防止計画表等を作ることができよう。この作業フローの中で大部分の作業を過去の実績、理論等から得た方法、数値、数式のファイルまたはデータベースからの資料を用いて選択し、計算をし、作表・作図することになる。専門家が考え判断する部分は図中にマークしたaの厚さ別ひとかたまりごとの面積の“ひとかたまり”をどこまで取るのかと、bの“工区分割”の考え方である。

aについては①分布がまとまっているか飛び地になっているか、②まとまっている面積は厚さ別にメッシュ（約100m）で分けられるか、③同一厚さのひとかたまり、またはメッシュ分けした各区域に同時に複数のグラブ船を投入できるか（グラブ船間の保安距離100m以上として）と順次問うことにより決めていくことができる。

bについては土質別－掘削厚さ別マトリクス表（土量、ひとかたまりごとの面積表示）、ひとかたまりごとの面積の分布図およびグラブ船規格別隻数よりグラブ船規格ごとに土質別－掘削厚さ別ひとかたまりごとの面積との組合せを行うのに、①グラブ船規格ごとに掘削厚さは適当か（グラブ船規格と対象土質で決った値）と問い、適当な掘削厚さのひとかたまりの面積の地区と組み合わせる。次に②グラブ船規格ごとの土量は適当か（工区内稼働日数 $\times \text{m}^3/\text{日}$ ）と問い、②で適当でない場合は多いことになるのでグラブ船規格ごとの隻数でひとかたまりの面積の地区を仕分けする。こうして工区分割ができる。工区分割ができると自動的に掘削工程表の作成ができることになる。

このようにa、bの作業については適当か否かの

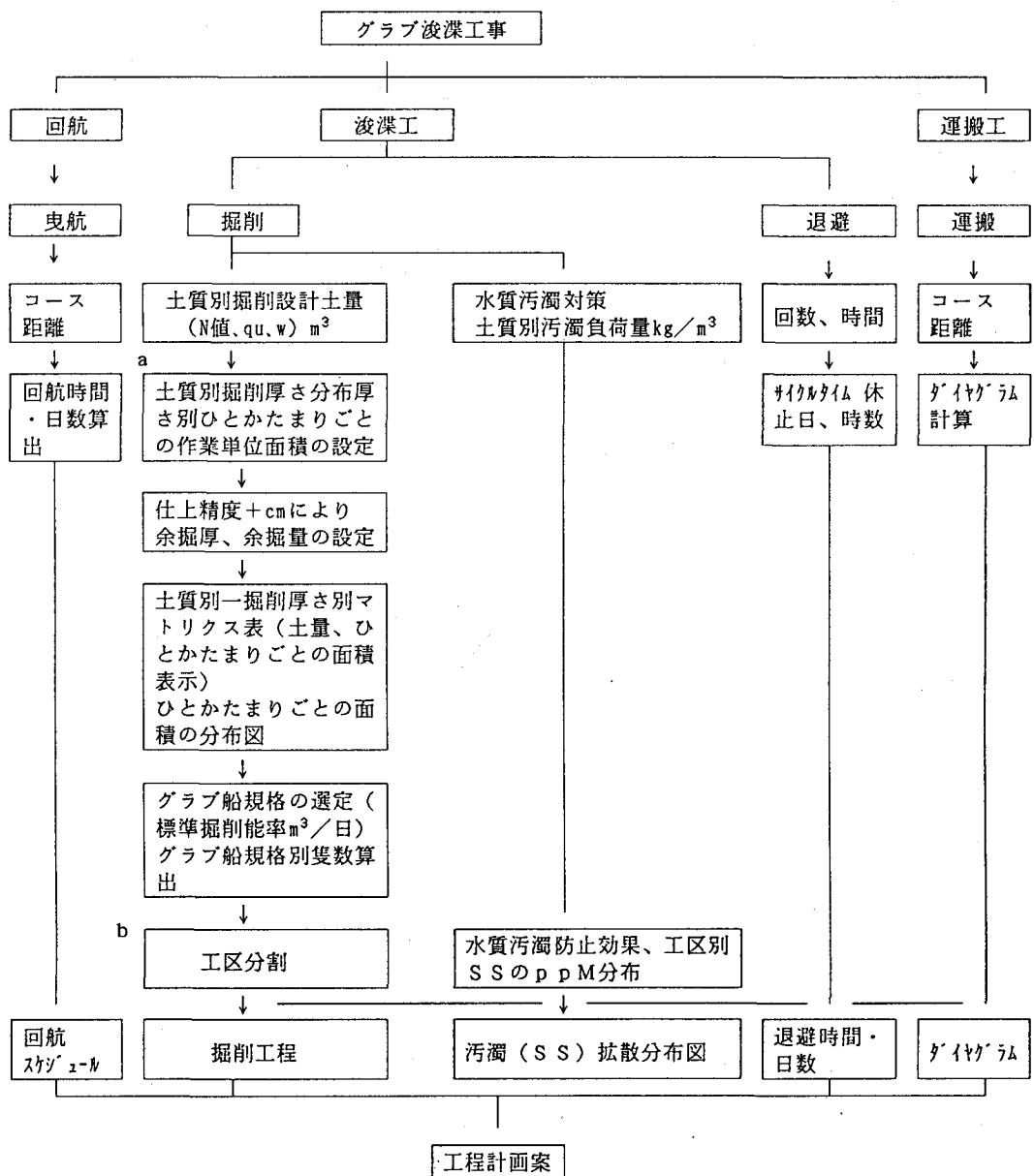


図-6 グラブ浚渫工事における実施計画作成フロー

質問を繰り返すことにより答えが得られる。従って I F - T H E N のプロダクションルールを用いることができる。また、掘削の計画作業の全体について、土質別掘削設計土量表、土質別掘削厚さ別マトリクス表を利用し、プロダクションルールを適用し、グラフ船規格を選定し、隻数を算出し掘削工程表を作成する一連の作業を数量、条件等をインプットす

ることにより、自動的に行うエキスパートシステムとして設計することができる。

なおこの場合、現地条件に合った適当と思われる一つの工程計画ができるわけであるが、実際には適当な規格のグラフ船が確保できない場合、漁期と重なり工期が短い場合、退避が多い場合などが生じ、b の工区分割で複数の代替案が出てくることになる。

これが後述の変更工程計画代替案の総合評価を必要とする理由になる。

回航スケジュール、掘削工程、退避時間・日数およびダイアグラムを総合して工程計画案を作成する。アウトプットとして工程計画案を出す。

工程計画案作成のシステムフローを示すと図-7のようになる

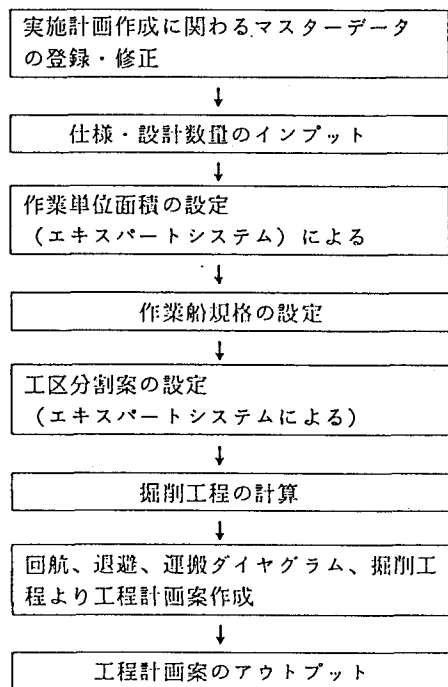


図-7 工程計画案作成のシステムフロー

6. 変更工程計画代替案の概算見積りと総合評価

工事途中で土質が予想以上に固いとか、補償その他の関係で一時休止または工期短縮など様々な理由で設計変更が生じた場合、5章で述べた変更実施計画の作成作業を速やかに行う。この中で変更工程計画についてはグラブ浚渫工事を例にして考えてみても複数の変更工程計画代替案が出てこよう。例えばグラブ船をより大型のものに変えて工程を短縮する、グラブ船を追加する、一部に均し船を併用して仕上げるの能率を上げるなどが考えられる。これらの代替案を総合的に評価して一つに決めねばならない。そ

のためには変更工事費の額も大事な評価項目であるので、複数の変更工程計画代替案について見積りをしなければならない。

(1) 変更工程計画代替案の概算見積り

3章で示した工事の構成の体系化により、工程計画と見積り（概算）作業を結びつけた方法により変更工程計画代替案の概算見積りを行う。グラブ浚渫工事の例でみると〔工程〕レベルの回航、浚渫工、運搬工で変更工程計画表を作成し〔作業〕レベルの曳航、掘削、退避、運搬の各項目で概算見積りを行う。市場単価が判っていれば〔作業〕または〔作業内容〕のレベルで入れるが〔歩掛り〕レベルから自社の又は市販のソフトを使い積み上げて算定してもそれほど手間は掛からない。¹²⁾¹³⁾

(2) 変更工程計画代替案の総合評価

各変更工程計画代替案について、概算見積りができた時点で総合評価を行い、最適と思われるものを一つ選び出す。評価内容は次の10項目で評価することを考えてみた。評価方法は例えばこうしてはどうかと云う一つ案であり、なお多くの専門家に確認して確定するものである。

総合評価項目としては工期、安全、機材、資材、協力業者、資源山積、品質、工費、環境・公害、周辺住民対策を取り上げた。評価方法はできるだけ数字の大小で判定できるものにする。その案を表-1に示す。例えば工期については工期の余裕を%で示し15%以上なら十分満足とし、0~15%なら普通、0%以下なら満足していないとする。工費については粗利益率の大小でみる。品質については変動係数でみるなどである。全体として評価するには各総合評価項目に持ち点を与えて、評価した結果の点数を集計しその大小でみる。持ち点は工期、工費、資源関係を大にし、次いで安全、品質とするのが一般的であるが、工事の性質によっては持ち点の配分を変えることもあろう。工事ごとに類似工事例、施主別の意向の差などを勘案してチェックする必要がある。

このような作業を経て変更工程計画案が決まるとこの変更工程計画により見積り（積算）を行う。この場合の見積り作業は自社方式および施主の積算基

表－１ 変更工程計画の総合評価

評価項目	評価方法	摘要
工期に余裕はあるか	十分、普通、不足	工期の余裕（％で示す）
安全は大丈夫か	十分、普通、不足	主要工種工程の余裕％で示す
機械の確保はできるか	十分、普通、不足	確保数／必要数の％で示す
資材の確保はできるか	十分、普通、不足	確保数／必要数の％で示す
協力業者の協力は得られるか	十分、普通、不足	確保数／必要数の％で示す
資源山積図は平滑か （機材、資材、労務）	十分、普通、不足	変動係数で示す
品質は確保されているか	十分、普通、不足	品質管理の変動係数で示す
工事費は十分か	十分、普通、不足	粗利益率で示す
環境公害への配慮はしてあるか	十分、普通、不足	対策費用／同積算額の％で示す
周辺住民等に不満はないか	十分、普通、不足	周辺対策費用／同積算額の％で示す

注．「安全は大丈夫か」については事故と工期のきびしさとの相関が強いいためここでは主要工種の工程の余裕％で示すことを提案した

準に基づいたもので、工事の構成が同じであれば市販のソフトを利用することもできる。

これらをシステムフローとして示すと図-8のようになる

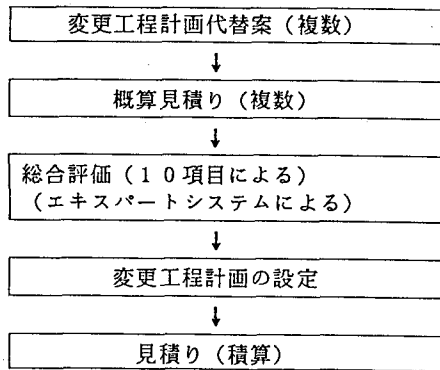


図-8 変更工程計画代替案（複数）の総合評価のシステムフロー

7. エキスパートシステム化のための検討

従来より工事（工種）経験の豊かな専門家によってなされていた、実施計画の作成から設計変更に至るまでの一連の作業を、一般の土木技術者によってできるだけ効率的に行う方法を考えてみた。特に設計変更への対応は手間が掛かる上にすみやかに行わなければならない。このため一連の作業の中で特に専門家の知恵を必要とする変更実施計画の作成と、変更工程計画の総合評価の部分（図-2の①と④参照）のエキスパートシステム化について考えてみた。

設計変更時には工事着手前に作業して得た実施計画、工程計画代替案、概算見積り、総合評価、見積り（積算）等の内容に基づいて、工事条件の変更、計画-施工実績の対比を考慮し、当初計画の変更作業を行う。当初も設計変更時も作業の手順、方法は同じなので、当初に行う作業をイメージして検討する。

なお、前出の図-2設計変更作業の流れに示す①と④にエキスパートシステムを適用するが②、③、⑤についても別のソフトを使って行うので全体としてのシステム化を考えている。

（1）システムの概略構想

現場の作業所で取扱えることを考えパソコン上で使用できるものとする。

言語は、高速でかつエキスパートシステム構築支援ツールなどとも相性のよいC言語とする。

推論はプロダクションルールで行うこと、および様々な要素を簡潔に整理しルール化するためにこれらに対応できるエキスパートシステム構築支援ツールを用いる。（ここでは使い易いと思われる「Super Expert Plus」を採用する）

利用可能な外部データベースやソフトをできるだけ利用する。（例 市場単価、機械規格、積算システムなど）。¹⁴⁾

システム設計作業は以下のような作業メニューに分割して行う。

a. マスターデータ登録

実施計画作成に関わるマスターデータを登録および修正する

b. 実施計画の作成

①工事別に実施計画作成プロセス構成図を描く
図の中で「仕様」、「数量」、「計画」、「アウトプット」の項を設けI P O (Input、Process Output) を明示する

②工事別に実施計画作成フロー図を描く

フローはW、B、Sの流れに沿って工種別、作業別に描く。計画プロセスを手順に従ってH I P O が判るように描く（HはHierarchyで階層性を示す）

③H I P O からフレームモデル、テーブル（表）、推論の部分を取り出し設計する。

c. 工程計画代替案の抽出と概算見積り

①工期の制約、工区分割、投入機械、資材の調達時期その他による工程計画代替案の抽出

②工程計画代替案による概算見積り

d. 工程計画代替案の総合評価

①評価項目、評価方法の設定

②推論部分の設計

③見積り（積算）作業への引渡しデータ作成

e. 見積り（積算）

自社方式および施主ごとの積算基準により積算

（2）システムの概略設計仕様

a. マスターデータ登録

- ・工事、工種、作業、作業内容、作業単位、規格、能率、歩掛の登録
 - ・機材マスター、資材マスター、労務マスター、協力業者の登録
 - ・各項目を表形式で入力し登録する
 - ・概算見積り、見積り（積算）に関する項目はそのデータを引用、編集、集約可能な仕様とする
 - ・見積り（積算）では市販の施主別対応ソフトとのつながりを考慮する
 - ・登録する各項目の詳細登録内容と件数桁数等を決める
- b. 実施計画の作成
- ・工事名称の入力、工事、工種、作業内容、作業単位、規格、能率、歩掛の設定
 - ・機械、資材、労務、協力業者の現況設定
 - ・数量、仕様（工期、開始日、ほか）の入力
 - ・工事を設定することによって作業から歩掛までの基本形が画面に出力されるようにし、追加削除などの編集を行うだけの簡便な入力方式とする
 - ・必要項目をウィンドウ形式で設定、入力できるものとする
 - ・投入機械の選択、工区分割にエキスパートシステムの導入
 - ・実施計画書に関わる工程表（ネットワーク型）、資源山積図、使用機械計画表、ほかの出力
- c. 工程計画代替案の抽出と概算見積り
- ・工期、工区分割、工法、機械規格等の変化によるシミュレーションにより複数の工程計画代替案の抽出
 - ・抽出された複数の代替案の概算見積りを行う。この場合、工種または作業レベルで市場単価を入れる
 - ・各代替案ごとに工程表（PERT／CPM）資源山積図、使用機械計画表、使用資材計画表、協力業者一覧表、品質管理計画表、概算見積り内訳表の出力
- d. 工程計画代替案の総合評価
- ・評価項目と評価方法の設定
 - ・評価方法による計算
 - ・エキスパートシステムによる総合評価
- ・総合評価結果の出力（帳票、グラフ）
- e. 見積り（積算）
- ・施主の積算基準による積算のための入力データの抽出
 - ・施主の積算基準による積算
 - ・概算見積りおよび実行予算との対比
 - ・見積書（積算書）の出力
- 以上を示す順序でシステム設計を行う。
8. おわりに
- 設計変更への対応は機敏に行うことが肝要である。このためにはあらかじめ予測し用意しておく必要がある。変更理由を明確にし、資料を作成し、すみやかに意志決定をして手続きに入る。これらの一連の作業をシステム化してできるだけ効率的に行うための方法を提案した。これらが実施計画作成のエキスパートシステム化であり、工程計画から概算見積りを行う方法であり、変更工程計画代替案を総合評価するエキスパートシステムである。もちろんこれらが有効に利用されることによって工事がよりスムーズに実施され、原価管理が適切に行われることを最終的な目的としたものである。
- 今回のシステム提案は施主側と工事の構成について共通の体系にすることを強く望んでいるが、主体は工事請負者側が効率化を進めて対応しようとするものである。
- 本システムは考え方を提案したもので、現在概念設計を行っている段階である。エキスパートシステムの判定基準の精度については、更に多くの専門家の意見を聞くと共に適用後の見直しが必要である。
- また今回工事の分析の事例として取り上げたグラブ浚渫工事は単純な構成のもので、都市土木における工事では地盤も周辺事情も大変複雑であるので、システムがより錯綜し大きなものとなろう。今後の課題として取組むつもりである。
- なお、提案したエキスパートシステムを含む一連のシステムについては現在鋭意開発中である。
- 従来Construction Managementの課題への取組みはMethod Orientedであり、次にProblem Orientedなアプローチをしてきた。今回これらを踏襲しながら工程計画と見積り（積算）を結びつけるなど、若干で

も Management Oriented なアプローチに踏み込みたい
と思い、あえて考え方を述べさせて貰ったものであ
る。

【参考文献】

- 1) 川西広師、岡田和夫；原価管理のあり方につ
いて、第5回建設マネジメント問題に関する研究発表
・討論会講演集、pp109～116、1985年11月
- 2) 川西広師；作業所における原価管理のあり方、
第4回建設マネジメント問題に関する研究発表・討
論会講演集、pp101～108、1987年1月
- 3) 川西広師；作業所における原価管理のあり方（
その2）、第5回建設マネジメント問題に関する研
究発表・討論会講演集、pp207～214、1987年12月
- 4) 春名攻、荒川和久、辻井裕、竹中弘治、大音宗
昭；埋立工事の施工計画のシステム化に関する研究、
第10回建設マネジメント問題に関する研究発表・
討論会講演集、pp277～286、1992年12月
- 5) 春名攻、大音宗昭；工程計画作成の内容と手順
についての考察、平成5年度土木学会関西支部年次学
術講演会、VI-1-1～2、1993年5月
- 6) 春名攻、大音宗昭；海洋工事における工程計画
作成と見積りの結びつきについての考察、土木学会
第48回年次学術講演概要集第6部、1993年9月（投稿
中）
- 7) 川口寛；WBS（Work Breakdown Structure）
による原価管理の一方法、第4回建設マネジメント
問題に関する研究発表・討論会講演集、pp109～116
1987年1月
- 8) 田坂隆一郎；WBSによる予算作成とWPの導
入に関する一考察、第5回建設マネジメント問題に
関する研究発表・討論会講演集、pp215～224、1987
年12月
- 9) 津田政憲；「設計変更」業務の合理化に関する
研究（その1）、第4回建設マネジメント問題に関
する研究発表・討論会講演集、pp49～55、1987年1月
- 10) 金井進；「設計変更業務」の合理化に関する
研究（その2）第5回建設マネジメント問題に関す
る研究発表・討論会講演集、pp43～54、1987年12月
- 11) 春名攻、大音宗昭；浚渫・埋立工事実施計画
作成手法について、平成4年度関西支部年次学術講演
会概要、VI-15-1～2、1992年5月

12) 中村祥一、鶴見靖夫；歩掛りの利用方法につ
いて、第3回建設マネジメント問題に関する研究発
表・討論会講演集、pp123～128、1985年11月

13) 中村祥一、山田隆、足立千次；歩掛データの
収集について、第4回建設マネジメント問題に関す
る研究発表・討論会講演集、pp117～122、1987年1月

14) 伊藤耕一、島村直幸、宮本勝利ほか；通信ネ
ットワーク技術の建設業への適用に関する研究、第
4回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論
会講演集、pp293～306、1992年12月