

単価の複合・分解過程を考慮した 海外工事積算システム

OVERSEAS CONSTRUCTION ESTIMATE SYSTEM
IN ACCOUNT OF COMPOUND/BREAKDOWN OF UNIT PRICE

東京大学 ○杉本 光隆*
松本 嘉司**
島崎 敏一***

By M. SUGIMOTO, Y. MATSUMOTO, T. SHIMAZAKI

本研究は、原価管理の一貫した処理体系の構築を前提にした積算システム作成時の考え方を、海外工事積算システムを例にとり、述べたものである。この結果、①原価管理の一貫した処理体系の構築を前提にした積算システムとしては、単価の複合・分割が容易に行えるためのシステム全体の有機的結合、システムの硬直化を避けるための入力方法の多様化が重要である②積算のシステム化のメリットとしては、データ・データフォーマットの標準化、データの蓄積の促進、複数の視点からの見積の解析等が揚げられる、ことがわかった。

【キーワード】WBS、積算システム、海外工事

1. はじめに

ドルショック、オイルショックに端を発して総需要抑制策がとられ、1976年度には公共事業費が戦後初めてマイナス成長となり、日本の高度成長の恩恵を謳歌していた建設業は一転冬の時代に突入した。このため、それまで現場担当者の豊かな経験と勘に依存して行われてきた原価管理に対して、より高度できめの細かい原価管理が要求されるようになった。一方、こうした国内での建設市場の低迷を背景に海外工事への展開がはかられ、1985年度をピークに年間1兆円を超える海外建設工事を日本企業は受注するようになった。海外建設工事においては、日本の特異な契約形態と海外の契約形態とのギャップに苦悩するとともに、その合理的な契約形態を勉強する機会となった。現在、建設業界は安定成長期という新しい時代を迎え、建設財源の効率的運

用を図るための新しい建設マネジメント手法の開発、新規建設プロジェクトの企画立案、周辺業務分野への新たな参入、といった今までにない課題を抱えている。

こうした情勢を背景に、1976年には土木計画学研究委員会の中に施工計画問題分科会が誕生し、1985年には上記分科会は建設マネジメント委員会に昇格し、現在建設業が抱えている諸課題の研究にあたっている。

これらの研究成果のうち、原価管理のシステム化については今までに以下の点が指摘されている。¹⁾

①原価管理の合理化には、O/A化を前提として、積算部門における原価管理（予算作成、工程作成、契約）、現場における原価管理（実行予算作成、出来高管理、支払管理、残工事予測管理、設計変更）の一貫した処理体系の構築が必要である。

②プロジェクトマネジメントにおいて活用されているWBS・WPの概念を、原価管理に適用することは、原価管理をシステム化する上で有効である。

これらは言い替えば、原価管理システムの機能・

* 東京大学工学部土木工学科助手

(〒113東京都文京区本郷7-3-1)

** 東京大学工学部土木工学科教授

*** 東京大学工学部土木工学科助教授

レベル	WBS展開図	VBS展開レベル	工種別予算レベル (建設費方式)
Level 1	(例) ○○○道路工事	トータルプロジェクト	工事費 (課金金)
Level 2	直接工事費 間接工事費	プロジェクト (タリタリ/タリタリ レベル)	費目
Level 3	仮設工事 土工事 測量工事	タリタリ (タリタリ/タリタリ レベル)	工種
Level 4	切土工 盛土工	タリタリ (タリタリ/タリタリ レベル)	種別 細別
Level 5	運搬 搬出し	タリタリ (タリタリ/タリタリ レベル)	作業内訳 単価内訳

図-1: WBS展開による予算体系構成要素
(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」¹⁾
より抜粋)

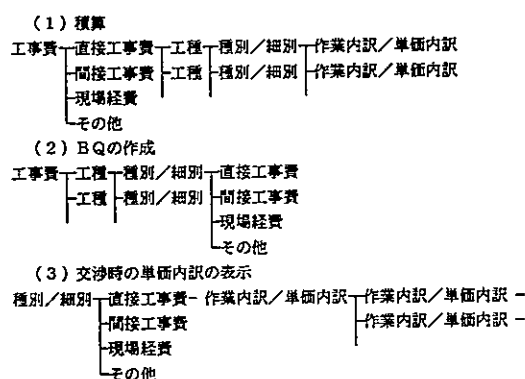


図-2: 海外工事積算における見積データの構成

データ構造として、

- ①工種別、資源別、支払別という3つの視点からの解析が容易に行えるものであること。
- ②WBSの各レベル(図-1参照)において金額・単価の内訳が表示でき、上位レベルに対して金額・単価の複合が容易にできること。

が必要条件であることを示している。

本研究は、こうした建設マネジメント委員会の研究成果をふまえ、これら機能のニーズの高い海外工事積算システムを例にとり、原価管理の一貫の処理体系の構築を前提にした積算システム作成時の考え方とシステム例について述べたものである。

2. 海外工事積算の特徴

海外工事の積算から契約までには、見積データの構成という視点から、図-2に示すように3つの段階がある。以後、海外工事積算の特徴とともに、順を追って説明する。なお、ここでの積算に関する用語は基本的に図-1に準拠している。

(1) 積算

通常の国内の積算と同じく積み上げ方式にて工事費を算出する。すなわち、工事費は、直接工事費、間接工事費、現場経費、その他(安全対策費、金利、粗利等)の費目の合計であり、各費目は工種-種別/細別-作業内訳/単価内訳-資源の階層構造をもって構成されている。

(2) BQの作成

BQ(Bill of Quantity)は入札書の一部をなすもので、工事費の詳細を示したものである。BQは主に種別/細別レベルの項目で構成されていて、各項目に対して労務費・材料費・機械費の外貨・現地貨別の単価・金額を記入するようになっている。したがって、BQが数百ページにのぼることはよくあることである。また、出来高による管理がしやすいように、この単価・金額の内容は国内工事のものと異なり、直接工事費の他に、関連する間接工事費、現場経費、その他の分も含めているのが通例である。このため、「積算」における工事費の構成を、「BQ」に適合した工事費の構成に再編成することが必要となり、莫大な計算量をこなさなければならない。

(3) 交渉時の単価内訳の提示

契約前の交渉時には、BQに記載された単価の内訳の明示を求められることがある。前述したように、BQに記載された単価は直接工事費のみから成り立っているわけではないので、その内訳を作成するには多くの労力を必要とする。また、ある資材についての全体使用数量を求められたりすることもあるが、この場合にも、多くの労力を必要とすることになる。

3. 海外工事積算システムの具備すべき条件とその検討結果

このように海外工事積算においては、単価の複合

・分割、工事費の構成の再編成、種々の視点からの見積の解析等が要求されるため、積算作業システム化のニーズはきわめて高いものがある。これらの点を考慮にいれ、本節では、ハードウェア・ソフトウェアの具備すべき条件、その検討結果について述べる。

(1) ハードウェア

a) 機能的条件

- ①実用的計算速度が得られること。
- ②実用的記憶容量（主記憶・補助記憶ともに）が確保できること。
- ③実用的出力速度が得られること。

b) 設置環境に適合するための条件

海外工事の積算ということで、交渉時には海外出先機関でもシステムが使用できること、および、海外現場でも積算データを原価管理に利用できることが必要となる。これらの条件を言い替えば、以下のようなになる。

- ①設置のための外的制約条件が緩やかであること。
- ②定期的メンテナンスを必要としないこと。
- ③初心者・現地人でもわずかな教育期間で操作できるように、操作性に優れていること。
- ④価格が低廉であること。

c) 検討結果

ハードウェアの具備すべき条件を考慮すると、パソコンによるシステムが最適であることは明かである。また、実用的計算速度・記憶容量を確保するためには、ハードディスクの使用が、実用的出力速度を確保するために、プリンタバファ・高速印字のできるプリンタの使用が必要である。

(2) ソフトウェア

a) 一般的条件

- ①実用的計算速度・出力速度が得られること。
- ②マンマシンインタフェースが良好であること。

b) 機能的条件

- ①積算データの蓄積ができ、再利用できること。
- ②下位レベルのデータの変更に対しては上位レベルの更新が自動的に行えるとともに、WBSの各レベルにおいて直接手入力ができるようにシステムがフレキシビリティをもつこと。
- ③工種・種別／細別と工程との関連づけが行えること。

④BQが作成できること。

⑤工種別、資源別、支払別という3つの視点から、見積の解析が行えること。

⑥WBSの各レベルにおいて金額・単価の内訳が表示でき、上位レベルに対して金額・単価の複合ができること。

c) 検討結果

上記の機能的条件を満足するためには、以下に示す4サブシステム群とこれらのサブシステム群を一元管理するメインシステムで、システムを構成するのが有効である。

①数量・工程に関するサブシステム群

場所・単価内訳の数量の入力、工程データの入力を行う。基本機能としては、これをもとに工程計画の検討が行えることが必要である。

②単価内訳を作成するサブシステム群

資源単価データベース・単価内訳データベースを持ち、これらを参照しながら単価内訳の作成を行う。基本機能としては、単価内訳の階層構造化、資源単価の変更・下位レベルの単価内訳の変更に対して単価内訳の自動更新等が必要である。

単価内訳の階層構造化ができれば、「積算」の構成とは別個にWPレベルの単価内訳をエレメントレベルの単価内訳から作成することができ、現場における原価管理が容易になる。

③①、②のサブシステム群とリンクして工事費を計算するサブシステム群

数量を「数量・工程に関するサブシステム群」から、単価を「単価内訳を作成するサブシステム群」から取り込み、工事費を計算する。基本機能としては、工種別・資源別・支払別に、数量・金額が算出できることが必要である。

④BQを作成するサブシステム群

直接工事費に加算する項目・金額・加算範囲・加算方法を設定することにより、BQを作成する。基本機能としては、BQの単価の内訳を明示することが必要である。

また、ソフトウェアの具備すべき条件を考慮すると、全般的には以下に示す対策が必要である。

- ①実用的出力速度の確保のために、大量に出力を行う項目に対しては、出力部分の並列処理を行う。
- ②マンマシンインタフェースの向上を図るために、

画面のカラー化、統一的なファンクションキーの設定、画面対話型の入力、マニュアルレス化を行う。

③積算データの内、共用できるものについては、データに体系的コードづけを行い、共通データベースを作成する。

④あるデータの変更に対して、関連データの自動更新が行われるような、システム全体の有機的結合が必要である。しかし、一方では、システムの硬直化を避けるために、各レベル、各項目での直接手入力を許すようなシステムでなければならない。

4. 海外工事積算システム例

上記検討にもとづく海外工事積算システム例^{2,3)}を紹介する。

(1) システムの構成

a) ハードウェアの構成

本システムのハードウェアは、FACOM 9450-λの標準構成である。

b) ソフトウェアの構成

本システムのソフトウェアは表-1に示すように、

表-1: サブシステム一覧

No.	システム名	内 容
0	管理	システムを一元管理するメインシステム
1	数量	場所別・種別/細別でマテリアルを組み、山積を集計する
2	山積	場所別の工種別数量・工程をもとに、山積を行う
3	単価内訳	データベースを利用し、単価内訳を作成する
4	機械運転	データベースを利用し、機械運転費を作成する
5	工事費	数量システムと単価内訳システムと連動し、工事費の計算を行なう
6	機械損料	データベースを利用し、機械損料の計算を行なう
7	輸送費	データベースを利用し、輸送費の計算を行なう
8	現場経費	現場経費の計算を行なう
9	BQ	工事費システムと連動し、BQの作成を行なう

1つのメインシステムと9つのサブシステムから構成され、サブシステム間の相互関係は図-3に示す

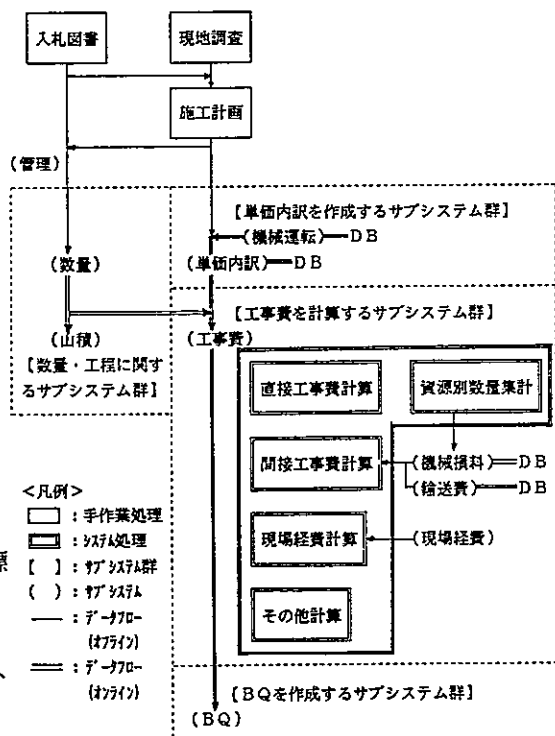


図-3: 海外工事積算システムフロー

表-2: データベース一覧

No.	システム名	データベース名	内 容
3	単価内訳	資源単価DB	資源単価コード、項目、単位、単価(現地貨・外貨)
		単価内訳DB (標準歩掛)	単価内訳コード、名称、単位、作業能力、単価内訳項目、歩掛
4	機械運転	資源単価DB	資源単価コード、項目、単位、単価(現地貨・外貨)
		単価内訳DB (機械運転)	機種コード、名称、単位、作業能力、単価内訳項目、歩掛
5	機械損料	機械損料DB	機種コード、名称、新品単価、償却年数
6	輸送費	輸送費DB	品目コード、名称、単位、M/T、W/T、梱包形状、関税率

とおりである。また、本システムで使用する共通データベースは表-2に示すとおりである。なお、使用した言語は事務用BASIC (APCSIV) である。

(2) システムの特徴

本システムの主な特徴は、単価の複合・分割がフレキシブルに行えるところにある。したがって、ここでは単価内訳の作成・その利用について述べる。

a) 単価内訳の作成

①データベースの利用

単価内訳データベース、他の工事の単価内訳を引用し、画面上で修正しながら、単価内訳を作成できる。この機能により大幅な省力化が可能となる。

②単価内訳項目の入力方法の多様性

単価内訳項目の入力は、資源単価の取り込み・他の単価内訳の取り込み・比率での単価の計算・単価の直接入力の方法で行えるようになっている。この入力方法の多様性により、手作業で行われてきた積算方式をそのまま用いることができる。図-4は単価内訳の出力例である。

③単価内訳の階層構造化

単価内訳に8レベルまでの階層構造を許すとともに、ユーザーはこれを意識することなく使用できるようになっている。この機能により、自在に単価の複合を行えるとともに、下位レベルの単価

内訳の共有化が可能となる。

システムはこの階層構造を解析して、資源単価の変更・下位レベルの単価内訳の変更に対して単価内訳の自動更新、単価内訳構造図の出力を行う。図-5に単価内訳の階層構造を解析するためのアルゴリズムを示す。図-6は単価内訳構造図の出力例である。

b) 単価内訳の利用

①資源別の数量の算出

工事費サブシステムは、数量サブシステムと単価内訳サブシステムと連動し、資源別の数量を算出できる。この機能により、所要資源数量(マンパワー・資材数量・機械稼働時間等)を把握でき、見積精度の向上が可能となる。また、このデータは、仮設計画・輸送費計算・機械損料計算等に用いることができる。

システムは単価内訳の階層構造を解析した後、階層構造の上位レベルにある単価内訳から順番に計算を行う。単価内訳項目が、資源単価の場合には資源別数量の計算を行い、他の単価内訳を取り込んでいる場合にはその単価内訳に対応する数量の計算を行い、比率での単価の計算・単価の直接入力の場合には単価内訳毎に数量の計算を行い、それぞれの計算結果を集計し、出力する。

②場所別・工種別・資源別・支払別の金額の算出

工事費サブシステムは、数量サブシステムと単

***** 2222 (人力計画)				11.0.03				作成年月日-22/11/25			
ITEM NO	ITEM	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	FOREIGN PORTION (Y)		LOCAL PORTION (No)		TOTAL (Y)	REMARKS	
					UNIT PRICE	AMOUNT	UNIT PRICE	AMOUNT			
0000	(常備費)										
0100	土工	1 (100%)	人日	1.00			20.540	20.540	1.640		* 1
0125	コンクリート工	Skilled (100%)	人日	2.00			10.690	21.380	1.690		
0160	土工	Unskilled (100%)	人日	5.00			6.320	31.600	2.520		
0100	小計							73.320	5.860		
0100	単価作業費小計							73.320	5.860		
0000	(材料費)										
0200	金網基礎	2222-2-210g	m3	10.50	824	8,652	63,771	664,366	61,810	*****	* 2
0300	石工		m	1.00			3,666	3,666	232,115		* 3
0200	小計					8,652		664,366	62,042		
0200	単価作業費小計					8,652		664,366	62,042		
0000	(機械費)										
0400	金網基礎	Concrete Mixer	4.5Hr	3.00	269	807	7,073	21,219	2,545	*****	
0400	金網基礎	Bagin Generator	20Hr	2.00	7	14	2,017	4,034	337,000	*****	
0400	小計					821		25,253	2,882		
0400	単価作業費小計					821		25,253	2,882		
0500	合計					9,473		706,585	70,924		
0500	単価作業費合計					9,473		706,585	70,924		
0000	内訳 (材料費)	労働費	m3	10.00			7,332	73,320	5,860	8.32	
0000	内訳 (材料費)	材料費	m3	10.00	865	8,652	64,011	648,012	62,492	87.73	
0000	内訳 (材料費)	機械運搬費	m3	10.00	821	821	2,525	25,253	2,842	4.02	

図-4: 単価内訳の出力例

* 1: 資源単価の取り込み、* 2: 他の単価内訳の取り込み、* 3: 比率による単価の計算

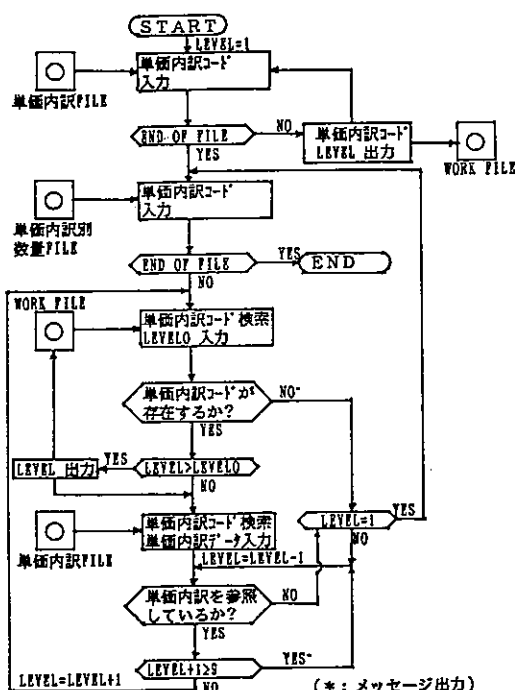


図-5：単価内訳の階層構造を解析するためのアルゴリズム

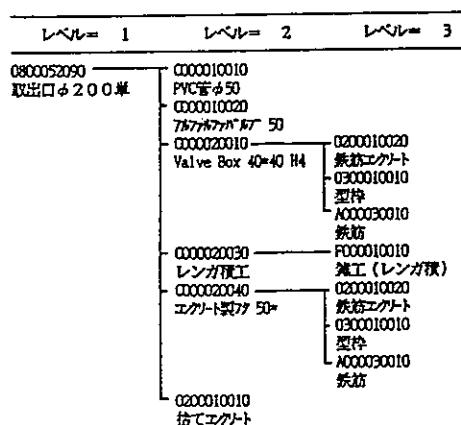


図-6：単価内訳構造図の出力例

価内訳サブシステムと連動し、場所別・工種別・資源別の金額を算出できる。また、資源単価を支払別に作成しておけば、支払別の金額を算出することもできる。この機能により、WBS各レベル

での単価・金額の分割（ブレイクダウン）が行えるとともに、複数の視点から見積を解析できるので、見積精度が向上する。現場においては原価管理が容易に行えるようになる。

5. おわりに

積算システム作成時の考え方を、海外工事積算システムを例にとり述べてきた。本システム例を使用した結果は以下のとおりである。

①原価管理の一貫した処理体系の構築を前提にした積算システムとしては、「3. 海外工事積算システムの具備すべき条件とその検討結果」に述べた事柄は有効である。実用的使用を考慮すると、単価の複合・分割が容易に行えるためのシステム全体の有機的結合、システムの硬直化を避けるための入力方法の多様化が特に重要である。

②積算のシステム化のメリットは以下に示す点である。

- ・データ、データフォーマットが標準化され、その再利用ができるようになるとともに、データの蓄積が促進される。

- ・複数の視点からの見積の解析が行えるようになり、見積精度が向上する。

- ・当然のことではあるが、見積を迅速、かつ、正確に行えるとともに、省力化ができる。

【参考文献】

1. 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，pp.215-224，1987.12.
2. 杉本光隆：パソコンによる海外工事積算システム，日本生産性本部第14回建設業情報システム研究会講演予稿集，pp.105-114，1985.10.
3. 杉本光隆、小野富雄、三浦哲也：データベースを利用したパソコンによる画面対話型、海外工事積算システムについて、土木学会第10回電算機利用に関するシンポジウム講演集，pp.145-152，1985.10.