

土木計測業務の積算に関する研究

Study on Cost Estimation system for Civil Measurement Works

佐藤工業(株) 植松 健 *1
(株)大林組 小山浩史 *2
建設情報センター(株) 鈴木明人 *3
東急建設(株) 鈴木祥三 *4
(株)間組○福島勝輝 *5
飛鳥建設(株) 村上清基 *6
五洋建設(株) 結城知史 *7

By Takeshi UEMATSU, Hirofumi KOYAMA, Akito SUZUKI, Shozou SUZUKI,
Katsuteru FUKUSHIMA, Kiyomoto MURAKAMI, Tomofumi YUKI

近年の土木工事においては、施工状況の多様化に伴い、計測にもとづく情報化施工の重要性がますます高くなっている。しかし、土木計測業務に関する積算については、現在特に明確な積算基準がなく、積算項目や積算範囲が不明確であるのが実状である。本研究では、まず現状における土木計測業務の内容とその流れを整理し、同時に現状ではあいまいとなっている計測関連用語の内容を明確にする。そして、現状での計測に関連する積算基準の内容とその問題点について検討し、土木計測業務の積算体系を確立するために必要な検討課題を抽出した。

【積算・見積り、計測業務、積算基準、積算体系】

1. はじめに

建設事業の透明性と公平性が問われている現在、入札・契約制度の改善や建設投資の最適化、低コスト化に対する見直しが急速に進みつつある。

入札・契約制度の改善により、新工法や技術提案に対して入札資格や入札ランクを決める「技術提案型」入札制度や、新工法・新技術に対する「技術評価制度」など、請負者の技術力を数値的に評価しようとする傾向にあるようである。このことは、同時に新工法の採用などによる建設コストの削減にも

つながることになる。しかし、新工法・新技術採用時の不確定要素を確認するためには、計測による情報化施工が必要となる。

また、土木工事における大深度化・大規模化や建設用地の制約にとまらぬ、より設計・施工状況が厳しい工事計画が増加しており、過去の計測データの蓄積や最近の計測・解析技術の高度化・高速化の結果、計測を用いた情報化施工により、工事が実現する事も可能となっている。

一方、これほど計測に関連する業務の重要性が高まっているにもかかわらず、土木計測業務に関する積算については、現在特に明確な積算基準があるわけではなく、その都度各企業体もしくは各現場毎の積算方法で実施されているのが現状である。

本WGでは、上記の状況を踏まえ、現状では曖昧となっている計測業務内容とそれに関する用語の明確化を図り、現状の積算体系における計測関連業務の位置づけを明確にする事を目的に研究を行った。

*1 情報システムセンター技術システム部	03-3661-1644
*2 土木技術本部技術第一部	03-5689-9005
*3 システム事業部	03-5386-2333
*4 技術本部土木技術部技術第二課	03-5466-5275
*5 情報システム部開発第二課	03-3661-1644
*6 土木本部土木技術設計部	03-3288-6515
*7 技術部門技術本部第1技術部	03-5381-7552

2. 研究の目的

ひとことで計測と言っても、土留め壁の変形を単に計測し、工事の現状における安全性を確認するものから、その変形や応力などの計測データを用いてシミュレーション解析する予測管理、さらには計測によりシールドマシンの姿勢制御を行うことまでなど、その内容は多岐にわたっている。現状における計測業務に対する積算が不明確である原因の1つとして、計測に関わる個人の知識（認識）レベルに違いがあることと、各人の用語の定義が明確でないことが考えられる。

ここでは、まず現状における土木計測業務の内容とその流れを整理し、同時に現状ではあいまいとなっている計測関連用語の内容を明確にする。そして、現状での計測に関連する積算基準の内容とその問題点について検討し、土木計測業務の積算体系を確立するために必要な検討課題を抽出していくこととする。

3. 計測業務内容の明確化

計測業務の積算体系上の位置付けとしては、建設省基準によれば、「間接工事費」－「共通仮設費」－「技術管理費」に含まれることになる（4章参照）。しかし、

- ・シールド工事に代表される例のように、掘進管理、線形管理は、シールドマシン自体の設計、製作やシールド施工方法に関わること。
- ・近接施工時において計測管理業務（計測計画、計器設置、測定、解析）のみを独立させて一工事として発注する場合があること。

などから、「直接工事費」のなかで扱うほうが理解しやすい場合や、「業務委託料」で積算する場合もあり、計測業務の積算体系上の位置付けを一概には確定しがたい。

そこで、本章では計測に関わる積算項目と積算範囲を関係者が共通に認識することができるように、計測業務費を積み上げていく場合に必要な項目（作業名）とその内容を明確にする。

3.1 計測業務の内容

計測業務をここでは、

- ①開削工事や山岳トンネル工事の例のように工事本体と計測を独立して扱いやすい場合
- ②シールド工事の掘進管理、線形管理のように工事本体と計測とを独立して扱いにくい場合（自動掘進管理、自動方向制御も含む）

に大別し、計測業務の一連のフローと作業内容を明確にした。表3－1、表3－2にフローと作業内容を示す。

表3－1 計測業務フローと内容（工事本体と計測を独立して扱いやすい場合）

フロー	内 容
計測計画策定	ある工事計画に対し、何のために（計測目的）、どこに（計測位置）、何の計器（変換器の種類）を何点（計測点数）設置し、どのように（手動か自動か、測定装置の種類）何回測定（計測頻度）していくか、を計画することをいう。管理基準値の設定を含む。
計測システム設計	変換器の選定や、どのような図化処理を行うのか、といった計測システムの詳細設計をいう。
計測システム製作	計測システム設計にしたがったプログラムの製作をいう。
計 器 設 置	計器（変換器、配線、測定装置、処理装置）の設置、初期作動確認。設置のためのボーリング工を含む
測 定	日常の測定、施工状況の確認、異常値の確認。
データ整理	経時変化図や分布図のように計測結果のデータを整理したもの。
データ分析	変位・沈下・応力の相関図作成や管理基準値との比較など、技術的考察を伴う分析。
解 析	逆解析や予測解析など計測結果に対し、技術的判断のために行う解析。管理基準値を再設定するために行った解析も含む。
保守・点検	計器およびシステムの保守・点検、機器交換。

表3-2 計測業務フローと内容（シールド工事の掘進・線形管理）

フロー	内 容
計 測 および 制御計画策定	ある工事計画に対し、何のために（計測目的）、どこに（計測位置）、何の計器（変換器の種類）を何点（計測点数）設置し、どのように（測定装置の種類）、何回測定（計測頻度）していくか、を計画すると同時に、計測結果を何の機械制御に（制御対象）どのようにして制御していくかを計画する。
制御システム設計	変換器の選定や、計測結果と制御方法の詳細設計、シールドマシンの設計も含む。
制御システム製作	制御システム設計にしたがったプログラムの製作をいう。
機 械 製 作	計器（変換器、配線、測定装置、処理装置）の設置、制御機構の製作、試運転、現地での組立・調整。
運転・測定	日常の測定と制御へのフィードバック、施工状況の確認、異常値の確認。
データ整理	経時変化図や分布図のように計測結果のデータ整理。
データ分析	方向制御性と掘進管理の確認、地表面沈下量と切羽圧との相関関係など、技術的考察を伴う分析。
解 析	施工実績の分析の結果生じた、制御システムや制御機構の修正・変更。地表面沈下予測解析など技術的判断のために行う解析。
保守・点検	計器、制御機構および計測・制御システムの保守・点検。維持管理上の機器交換。

3.2 その他の用語の内容

ここでは、3.1で明確にした用語以外で特に積算に関わると考えられる用語の説明を行う。

・計測管理

計測計画策定から計器設置、測定、解析、保守点検までの一連の作業の総称。

・計測計画策定費

計測計画を策定するために要する費用。主に技術者の人件費で構成される。

・計器

図3-1に示すように、「変換器」、「配線」「測定装置」、「処理装置」の総称をいう。

ここで「配線」とは、データを伝達する手段全体を指し、無線や電話回線なども含む。

・計器費

変換器、配線、測定装置、処理装置の材料費または機器損料をいう。

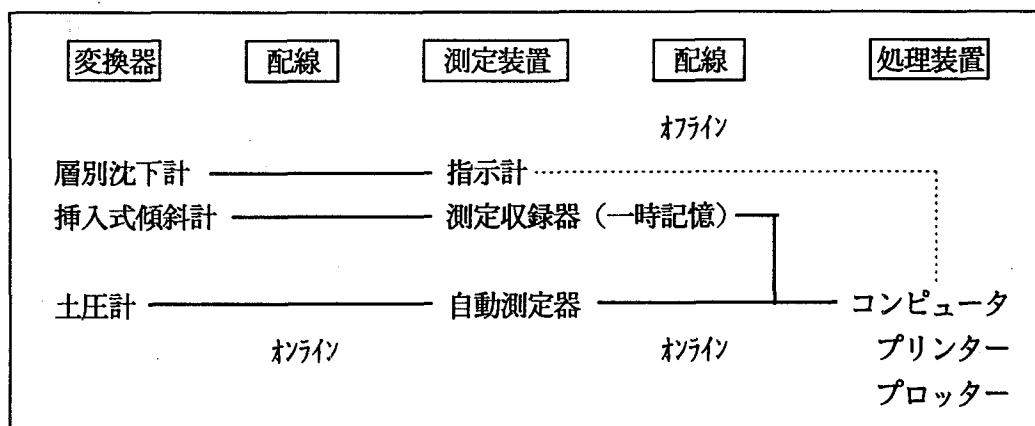


図3-1 計器の範囲

- ・計器設置費
計器設置のための人件費、ボーリング費などをいう。
- ・計測システム費
一定時間毎に自動測定させたり、計測結果をコンピュータ等の処理装置で図化、出力するためのプログラム仕様設計およびプログラム制作や使用料に要する費用をいう。
- ・測定費
測定のための人件費をいう。
- ・データ整理費
経時変化図や分布図のように計測結果のデータ整理と印刷に要する費用をいう。一般にいう「計測月報」などの作成費用をさす。
- ・データ分析費
変位・沈下・応力の相関図作成や管理基準値との比較など、技術的考察を伴う分析と報告書作成に要する費用をいう。
- ・解析費
管理基準値の設定や計測結果に対し技術的判断のために、解析を行う費用をいう。
- ・保守、点検費

計器およびシステムの保守、点検、機器交換に要する費用をいう。

- ・技術経費
データ分析や解析など計測に関する平素からの技術能力の高度化に要する経費で、技術研究費および専門技術料からなる。

4. 現状における土木計測業務の積算体系

これまでの土木計測業務の積算に用いられている積算体系は、主として「請負工事費」として積算されるものと「業務委託料」で積算されるものに大別される。前者は建設省土木工事積算基準に代表されるように、直接工事費、間接工事費のうち共通仮設費の技術管理費または一般管理費で積算されるものである。一方後者は、設計業務積算基準で積算されるものである。

4.1 建設省土木工事積算基準

建設省土木工事積算基準における請負工事費の構成を図4-1に示す。

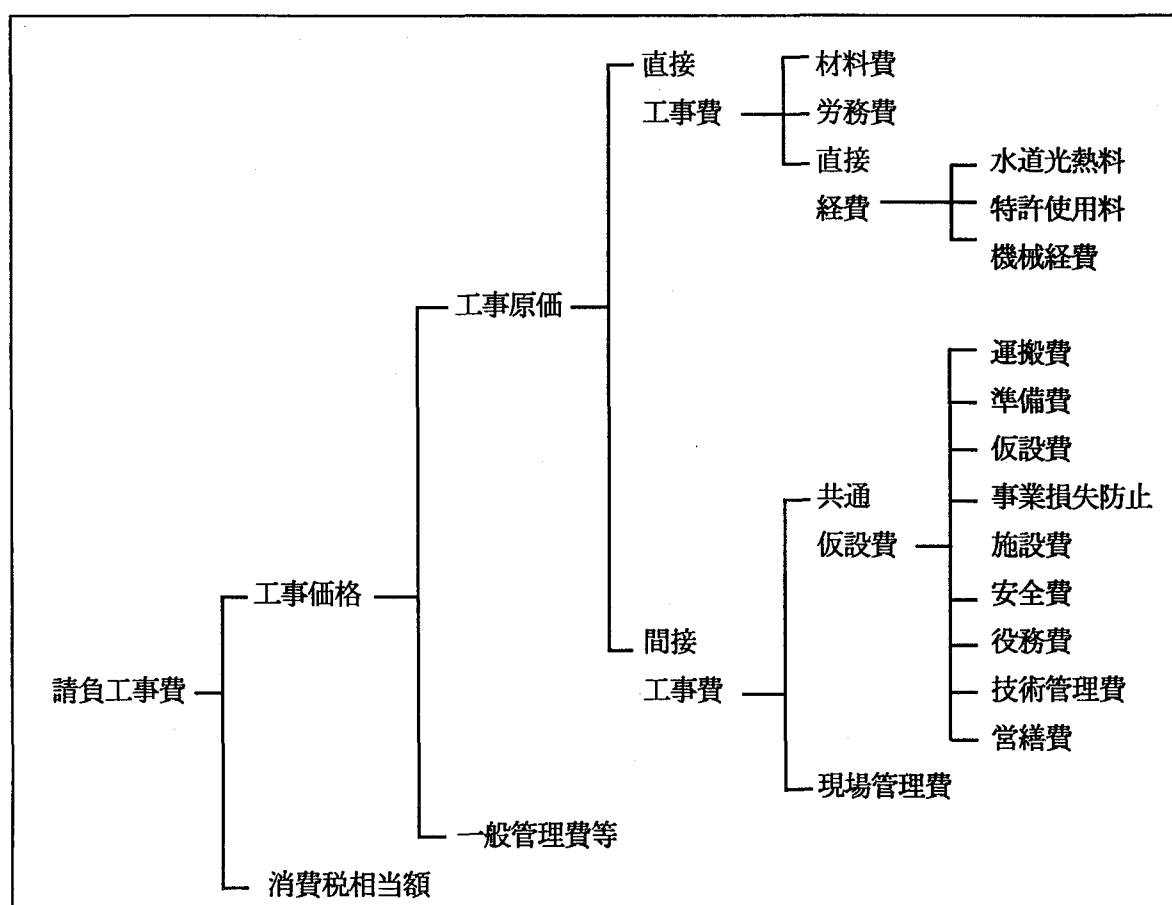


図4-1 請負工事費の構成

これらの項目の内、「土木工事積算基準マニュアル：建設大臣官房技術調査室監修、建設工事積算研究会編、財団法人建設物価調査会 発行」によれば、計測業務に該当するのは、「共通仮設費」のうち、「技術管理費」に含まれるといえる。また、一部であるが「一般管理費」のなかにも関連する項目が記述されていることから、「一般管理費」についても述べる。

(1) 技術管理費

技術管理費とは、

- (イ) 品質管理のための試験などに要する費用
- (ロ) 出来形管理のための測量などに要する費用
- (ハ) 工程管理のための資料の作成に要する費用
- (ニ) (イ)から(ハ)にまで掲げるもののほか、技術管理上必要な資料の作成に要する費用

をいう。

積算にあたっては、工種区分に従って所定の率計算により積算する項目と、積み上げ計算により積算する項目がある。

A) 積み上げ計算による内容

- a) 自主的施工により工事を請負に付する場合の加算費用
- b) 特別な品質管理に要する費用
 - ・土質等試験：品質管理基準に記載されている項目以外の試験
 - ・地質調査：平板載荷試験、ボーリング、サウンディング、その他原位置試験
 - ・溶接試験：放射線透過試験（現場）
- c) 現場条件等により積み上げを要する費用
 - ・軟弱地盤における計器の設置、撤去及び測定
 - ・取りまとめに要する費用
 - ・試験盛土等の工事に要する費用
 - ・下水道工事の目視による出来高管理が困難な場合に用いる特別な機材に要する費用
- d) その他前記 a)、b)、c) に含まれない項目で特に技術的判断に必要な資料の作成に要する費用。

B) 率計算による内容

- ①品質管理基準に含まれる試験に要する費用
- ②出来形管理のための測量、図面作成、写真管理

に要する費用

- ③工程管理のための試料の作成に要する費用
- ④完成図およびマイクロフィルム作成に要する費用
- ⑤建設材料の品質記録保存に要する費用
- ⑥コンクリート中の塩化物総量規制に伴う試験
- ⑦PC 上部工、アカー工等の緊張管理、グラウト配合試験等に要する費用
- ⑧トンネル工（NATM）の計測 A に要する費用
- ⑨塗装膜厚施工管理に要する費用
- ⑩施工管理で使用する O A 機器の費用

上記の記述によれば、計測業務の位置付けとしては、上記中、

- (イ) 品質管理のための試験などに要する費用
- (ニ) (イ)から(ハ)にまで掲げるもののほか、技術管理上必要な資料の作成に要する費用

に相当すると考えられ、積算上は、

- ・軟弱地盤における計器の設置、撤去及び測定
- ・取りまとめに要する費用

- d) その他前記 a)、b)、c) に含まれない項目で特に技術的判断に必要な資料作成に要する費用

⑧トンネル（NATM）の計測 A に要する費用に含まれると考えられるが、明確でない部分がある。

(2) 一般管理費等

一般管理費等は工事原価（純工事費＋現場管理費）に標準的に定められる率を乗じて得た額の範囲内とする。この費用の中に工事施工にあたる企業の継続運営に必要な費用で、

- ・調査研究費（技術研究、開発等の費用）
- ・試験研究費償却（新製品又は新技術の研究のため特別に支出した費用の償却額）

等も含まれている。

上記の記述から考えて、計器費や計器設置費、計測システム費は含まれるべきではないといえる。

4.2 建設省設計業務積算基準

設計業務積算基準による、設計業務委託費の構成を図4-2に示す。

業務委託料は次式で算出される。

$$\text{業務委託料} = ((\text{直接人件費} + \text{直接経費}) + (\text{諸経費} + \text{技術経費})) \times (1 + \text{消費税率})$$

直接人件費：設計業務等に従事する技術者の人件費とする。

直接経費：設計協議、現地調査費、プログラム利用料、プログラム取扱い経費

諸経費：直接人件費×120/100

技術経費：直接人件費×220/100×(技術経費率)

技術経費率は20%～40%の範囲とする。ただし、同工種の設計業務であっても、その処理が技術的にきわめて高度であり、かつ複雑困難なものであ

ると認められるときは、20%の範囲内で増すことができる。

技術経費は、建設コンサルタント等における平素からの技術能力の高度化に要する経費等で、技術研究費及び専門技術料からなる。

したがって、3章で述べた「計測計画策定」、「計測システム設計」、計測システム製作」、「データ分析」、「解析」の5項目は、上記の積算構成に準ずることができると考えられる。

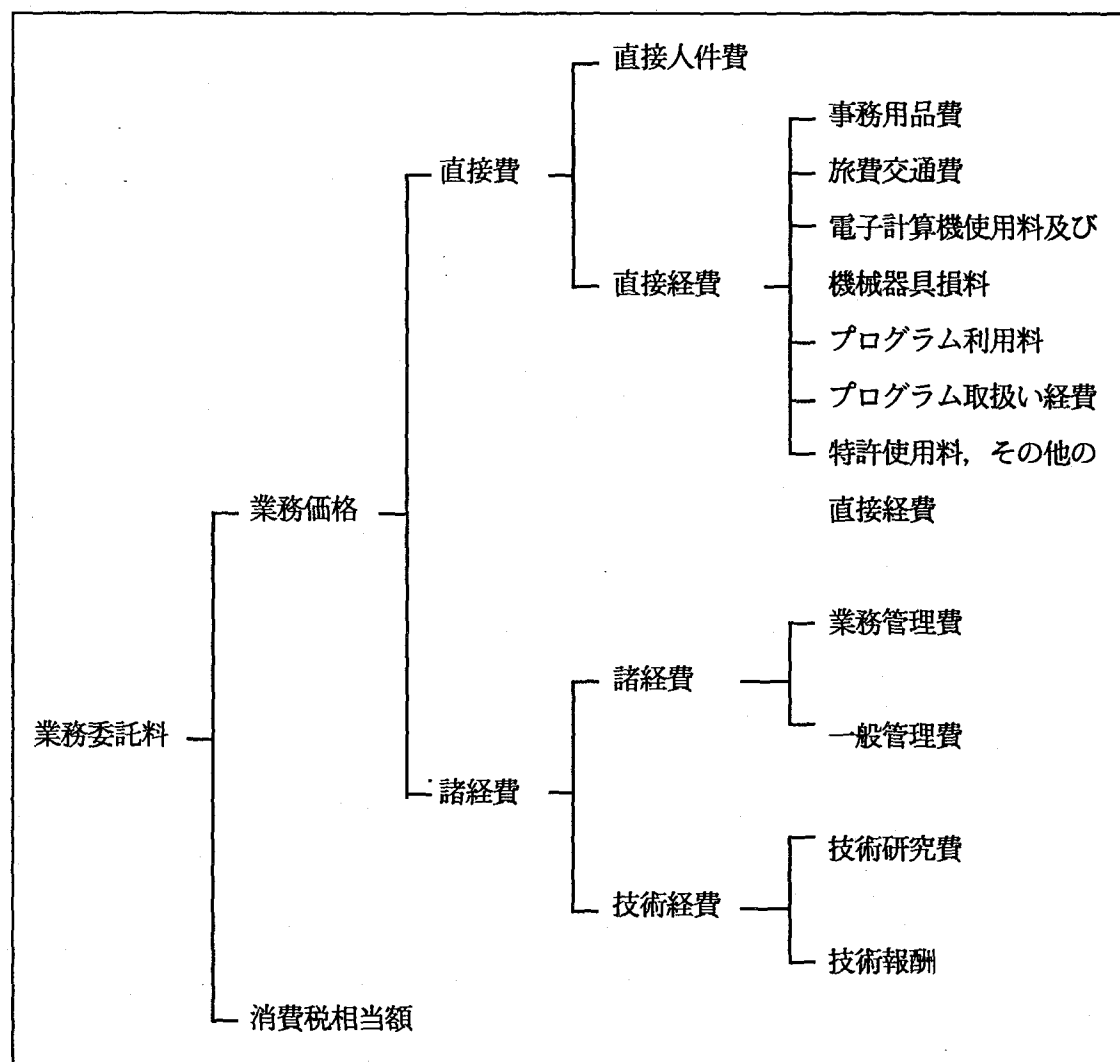


図4-2 業務委託料の構成

5. 現状における積算状況と問題点

4章で述べたように、建設省の積算基準によれば計測関連業務および計測に関連する技術検討業務は、計器費、計器設置費、測定費、データ測定費は積み上げ計算を行うことにより、また計測計画策

定費、計測システム設計・制作費及びデータ分析、解析費は設計業務積算基準に準ずれば、適正に評価できるようになっている。しかし、企業体によっては計測関連業務の積み上げ計算が不明確になっているとの声も多数聞くのが実状である。

そこで、現状の積算項目がどのような分類されており、どのように扱われているかを調査するために、金抜き設計書と工事中の実状の実態調査を実施した。

調査は、金抜き設計書での計測に関わる項目を抽出し、同時に実施工時に実施した項目を元請け業者にヒヤリングした。

今回は計測工に関する積算項目として、

- ・計測計画策定費（技術者の人件費、管理値の設定は含まない）
- ・計器費（変換器、配線、測定装置など材料費または機器損料）
- ・設置費（設置のための労務費、ボーリング費など）
- ・システム費（計測結果を出力するためのソフト）
- ・測定費（測定のための人件費）
- ・報告書作成費（計測結果のみを整理したもの）
- ・解析費（管理値の設定、計測結果に対し技術的判断のために解析などを行う費用）
- ・保守、点検費（維持管理のための人件費と材料費）

に分類し、各項目が金抜き設計書にどう表現されているか、実際はどこまで実施したかを調査した。その結果の例を以下に示す。

- ①「計測工」は、「杭打ち工」等と並列に「直接工事費」に区分されている場合が多い。
- ②計測関連費の項目がないのに、実際は計測工が生じた。
- ③上記8項目の区分が明確でないため、積算範囲が不明確である。

例えば「計器設置工」の項目しかなく、測点数は明記されているが、計測頻度についての条件がない。しかし実際は測定、報告書作成をおこなった。

- ④施工中、計測結果に対し技術的判断のためにFEM解析を行ったが、解析費は共通仮設費の「技術管理費」に含まれているといわれた。

以上の結果から、

- ・計測に関わる積算項目および積算範囲が企業主にもよるが、不明確であり、発注者側と元請け業者側との認識がくいちがっていること。
- ・計測システム費や解析費などソフトに対する元請け業者の技術力の評価が不明確であること。

などが明らかになった。

この原因としては種々考えられるが、

- ①各工事によって「計測工」の意味する範囲が異なる。つまり、計測工に関連する言葉の定義が明確でないこと。

- ②計測に関する積算基準がないこと。

- ③工事発注段階で計測項目、計測頻度を計画・設定する根拠が乏しいこと。

- ④計測項目、計測頻度を設定しても積算する基準がないこと。

- ⑤「解析費」については、解析の必要性の判断や解析手法（手計算レベルなのかFEM解析なのか）の設定が難しいこと。

などが大きな要因と推定される。

なお、上記の調査は、元請け業者側だけの意見であるため、発注者側の意見を反映していく必要もあるが、上記に示す原因抽出のための現状把握調査としては、ある程度十分な情報となっていると考えられる。

6. 今後の検討課題

「5. 現状における積算状況と問題点」で述べたように、計測に関する積算基準がないこと、工事発注段階で計測項目、計測頻度を計画・設定する根拠が乏しいこと、計測項目、計測頻度を設定しても積算する基準がないこと。などが現状において積算業務の不明確な要因と考えられる。

今回提案した計測関連の用語の明確化により、積算項目、範囲がある程度明らかになったとしても、実務上はこれですぐ計測工の積算ができるわけではない。つまり、通常の工事、例えば杭工事の積算を行う場合と同様に、地盤条件や工事規模、工事方法が決まれば、ある基準に従って計測工を積算できるような以下の資料が必要となる。

- a) 工種、工事規模、地盤条件毎に標準的な計測項目、計測点数、計測頻度がある程度設定できる「計測計画マニュアル」があること。
- b) 計測計画設定後は、積算体系、積算項目、積算範囲、歩がかり等が明確になっている「計測工事積算基準」があること。
- c) 「解析費」については、例えば、FEM解析の弾塑性解析1ケース当たりの標準単価または標準歩掛かり（「技術検討費積算基準」のようなもの）が明確になっていること。

上記の資料を作成していくことが今後の検討課題といえる。

なお、本文は、建設マネジメント委員会のうち「マネジメント技術小委員会、計測情報分科会、計測積算WG」で実施した研究をまとめたものである。

【参考文献】

- 1)「建設省土木工事積算基準：建設大臣官房技術調査室監修、土木工事積算研究会編」
- 2)「土木工事積算基準マニュアル：建設大臣官房技術調査室監修、建設工事積算研究会編」