

## 現場計測システムの現状と課題

－現場計測システムに関する調査報告書を踏まえて－

結城知史 ○苦瀬博仁 猪狩哲夫  
久保 滋 落合辰巳 伊藤祐二

### 1. はじめに

土木工事が複雑かつ高度になっている今日において、品質管理や工程管理を確実に行うためには、過剰な計測や不十分な計測を排除し、それぞれの工事に適した計測を実施することが重要である。

このためには、現場計測システムの実態を把握し、現場計測システムの本来のあり方や解決すべき課題を明らかにする必要がある。

現場計測システム小委員会では、現場計測システムの実態把握のために「現場計測システムに関するアンケート」（昭和59年9月実施）を行った。そして小委員会内に設けられた現状調査ワーキンググループ（主査苦瀬博仁（昭和61年3月まで）、結城知史（昭和61年4月以降））において、集計・解析を行ってきた。

ここでは、それらの調査結果の概要、および現場計測システムのかかえている問題点と課題をまとめることにより、現場計測システムの今後の方向を考えようとするものである。

なお、アンケート調査結果は、工種ごとに分析し、それぞれに解説を加えて「現場計測システムの現状と課題」（B5版153ページ、昭和61年4月発行）にまとめられているので参考いただければ幸いである。1)、2)

### 2. 現場計測システムの位置づけ

#### 2.1 工事の流れと現場計測

一般に建設工事は、図-1に示すように企画・構想に始まり、計画・調査・設計へと進み施工に至る。施工するにあたり、工事担当者は長年にわたる経験とデータをもとに施工計画を立案し、これに基づいて工程管理・資機材管理・および労務管理を行いながら施工を進めていく。

しかし、近年の施工技術の発達さらには環境問題等様々な諸条件により、土木工事は複雑かつ高度な施工技術や管理技術が要求されるようになってきた。

こうした状況の中で、計画段階では予想され得ない地盤や構造物などの様々な挙動が、施工に大きな影響を及ぼすおそれがでてきた。そこで各種計器を設置し、施工中の様々な挙動を定量的に把握し、施工にフィードバック

クさせながら工事を進める情報化施工が行われるようになってきた。

このような傾向は、現場計測によって得られたデータを分析・評価することにより、施工計画の再検討を行い、最適な施工方法の選択が可能になったことに起因するものである。さらに設計変更を必要とする問題に至った場合には、迅速な対応をすることが可能である。

従来からの計測は、工事の安全性の確認といったもの

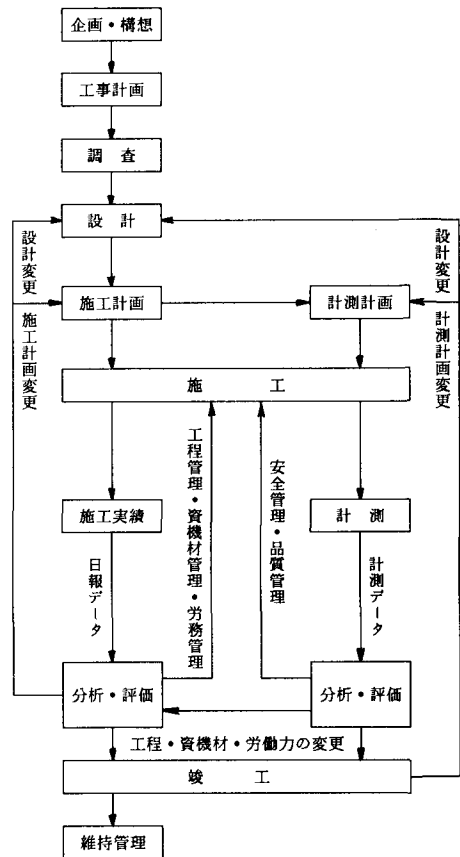


図-1 設計・施工と現場計測管理のシステムフロー 3)

に主眼がおかれていたが、これからの計測は、安全管理は勿論のこと工程・原価といったいわゆるマネジメント情報としての有効活用を図ることを考えるべきであろう。

言い換えれば、工事の内容・工程に合わせた計測計画とリアルタイムに施工にフィードバックできるシステムを構築し、施工と一体となった計測を行うことにより、工事をより良く・安く・早くかつ安全に施工することができる。

## 2.2 計測データの流れと現場計測システム

現状の現場計測システムにおいて、センサーにて検出されたデータは、スキャナーを介してコントローラーに収録され、コンピュータにて処理・保存された後利用される。この流れはコンピュータの利用により省力化されており、システムの統括、データ処理等、ソフトの占める役割は大きい。(図-2 参照)

また計測データは、ハードおよびソフトにて情報へと加工され、現場計測システムより施工管理システムに出力される。これらの情報はデータベースを経て、他工事に利用される。さらに、施工管理システムとデータベースからのフィードバックにより、現場計測システム自体も改良されてゆく。

このように、現場計測システムは情報を提供する役目をはたしている。情報を有効に利用するためには、情報が円滑に流れる必要があり、このため現場計測システム内は勿論、他のシステムとの間におけるデータの互換性を保証するようにソフトおよびハードの統一化または互

換性の向上を進めなければならない。

しかしながら現状の計測データは、当該工事の施工管理のみに利用される場合が大部分である。したがって計測データを他工事に広く利用するためには、センサーの配置や計測ピッチ等計測方法の標準化、データベース化の標準化(フォーマットの統一)、オンラインによる各システムのリンクを進める必要があると思われる。

## 3. 現場計測システムの現状

### 3.1 現場計測システムに関するアンケート

#### (1) アンケートのねらい

現場計測システムは、工種により計測項目が異ったり、計測目的により計測方法が異なるため、その実態の把握も一部の工種や一部の計測項目に限られることが多かった。

今回実施したアンケートは、種々の工種について共通の設問を設けることで、工種にまたがった現場計測システムの特徴と、工種ごとの特徴の二つを同時に把握することを可能にしている。

#### (2) アンケートの方法

アンケートは、以下の方法で実施された。なおアンケート用紙については紙面の都合上省略するが、参考文献1)・2)を参照されたい。

アンケートの対象：建設マネジメント委員会に参加している建設会社(回答数 144)

アンケートの実施時期：昭和59年9月～12月

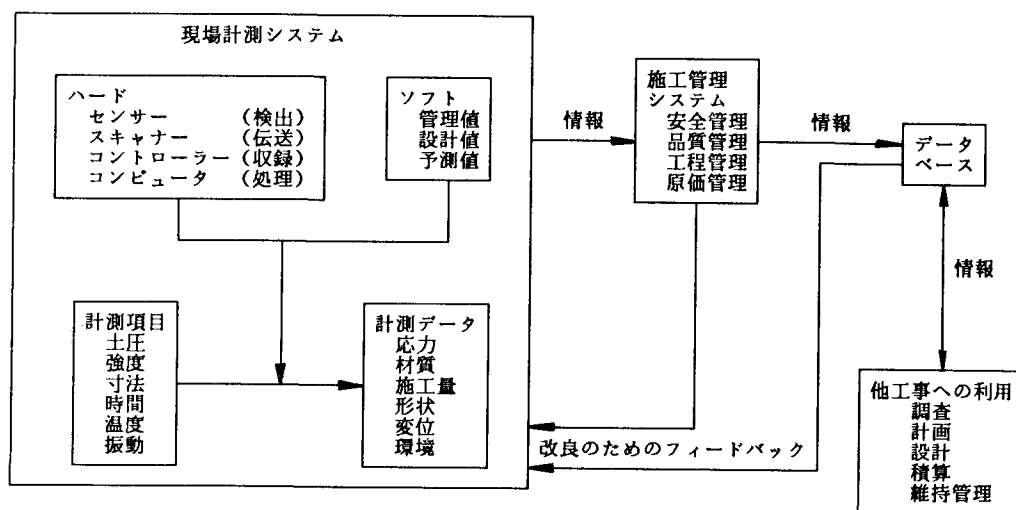


図-2 現場計測システムと他のシステムの相互関係

アンケートの内容：

設問Ⅰ：計測を実施した工事の概要（工種・構造物の概要・地盤・コスト）

設問Ⅱ：計測の内容（項目・目的・計測器・計測方法・計測条件・故障・データ処理・データ利用・自由意見）

アンケートの分析方法：

注）  
工事を10工種に分類し、各工種ごとに、①計測目的と計測項目、②計測器と故障、③計測方法と計測条件、④データ処理、⑤データ利用、⑥コスト、⑦代表的な意見、⑧問題点と留意事項、の8つについて分析している。

注）なお工種は表中に示したとおりであるが、「掘削1」は、建設基礎および根切り工事など、また「掘削2」は、開削・管路埋設工事などである。

### 3.2 アンケート結果の概要

#### (1) 計測項目と計測目的

一工事あたりの計測項目別実施率は、工種により3～4項目であるが、全工事の平均では3.5項目である。一工種あたりの計測項目別実施率は、工種の特徴を反映して、計測項目が固定しているもの（盛土、など）と、計測項目が平均化して必要な計測を選択して実施しているもの（掘削2など）がある。（表-1参照）

また、計測の主たる目的は、安全管理、設計法の確

表-1 アンケートの回答のあった工事件数と  
工種別の計測項目の実施率

| (単位：％，項目別) |            |                |                      |                |                 |                |          |           |              |
|------------|------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------|-----------|--------------|
| 工 種        | 工 事<br>件 数 | a.<br>土圧<br>水圧 | b.<br>沈下<br>層別<br>沈下 | c.<br>応力<br>軸力 | d.<br>変位<br>ひずみ | e.<br>位置<br>傾斜 | f.<br>温度 | g.<br>その他 | 平均の計<br>測項目数 |
| ① 掘削1      | 27         | 74.0           | 44.4                 | 92.6           | 37.0            | 92.6           | 59.3     | 14.8      | 4.2          |
| ② 掘削2      | 14         | 35.7           | 35.7                 | 85.7           | 50.0            | 78.6           | 50.0     | 21.4      | 3.2          |
| ③ 盛 土      | 10         | 100            | 100                  | 0              | 80.0            | 30.0           | 0        | 30.0      | 3.9          |
| ④ ダ ム      | 4          | 0              | 50.0                 | 0              | 75.0            | 0              | 75.0     | 0         | 2.0          |
| ⑤ 埋立など     | 4          | 75.0           | 50.0                 | 25.0           | 100             | 50.0           | 25.0     | 25.0      | 4.0          |
| ⑥ 施設基礎     | 9          | 33.3           | 77.8                 | 100            | 100             | 44.4           | 100      | 11.1      | 5.5          |
| ⑦ トンネル     | 28         | 50.0           | 64.3                 | 85.7           | 96.4            | 35.7           | 25.0     | 17.9      | 3.8          |
| ⑧ シールド     | 22         | 50.0           | 50.0                 | 36.4           | 31.8            | 54.5           | 27.3     | 18.2      | 2.7          |
| ⑨ 橋 梁      | 7          | 28.5           | 28.5                 | 57.1           | 100             | 28.5           | 57.1     | 0         | 3.0          |
| ⑩ その他      | 19         | 10.5           | 5.3                  | 63.2           | 63.2            | 26.3           | 47.4     | 21.1      | 2.4          |
| 合 計        | 144        | 48.6           | 52.1                 | 66.7           | 68.8            | 51.4           | 43.1     | 17.4      | 3.5          |

(注) 実施率は、各工種の(計測項目別の数/工事件数)である。実施率が、100%を超える場合は、100としてある。  
(例、盛土の沈下・層別沈下、施設基礎の変位・ひずみ、など)

認、施工管理の順に多く、このうち1～2の目的で計測を実施している。

#### (2) 計測器の故障原因と故障率

計測器の故障原因は、工種にかかわらず破損・断線と絶縁不良・ノイズの二つが大半を占めている。しかし、工種によって各々の割合は異なる。(表-2参照)

例えば、トンネルや盛土は破損・断線が第一位であり、センサーやケーブルに対する施工時の不注意が主たる理由と思われる。また、埋立や施設基礎は絶縁不良・ノイズが第一位であり、計器の埋設などにもなるものと考えられる。

計測項目別の故障は、表-2にあるように、工事全体で計測点数の約4%であるが、シールドの9.8%からトンネルの2.1%まで工種によって違いがある。

#### (3) データ処理

計測頻度を「何時間ごとに計測しているか」という面からとらえると、全体では、1回/日を中心に分布しているが、この分布状態も工種によって異なる。

計測に使用しているコンピュータは、パソコンが半数が占めている。この傾向は、一部の工種（ダム・橋梁など）を除き、各工種に共通している。

すなわち、計測頻度やデータ精度の面からみても、パソコンが適している場合が多く、その他のコンピュータは必要に応じて使用しているものと判断できる。

#### (4) データの利用と計測の効果

計測したデータの利用については、現場内・社内・

表-2 計測機器の故障原因と故障率

| (単位：％) |          |                |                 |               |                |      |       |                |  |
|--------|----------|----------------|-----------------|---------------|----------------|------|-------|----------------|--|
| 故障原因   | a.       | b.             | c.              | d.            | e.             | f.   | 合 計   | 工 種 別<br>故 障 率 |  |
| 工 種    | 破損<br>断線 | セン<br>サー<br>故障 | 絶縁<br>不良<br>ノイズ | 沈下<br>の<br>精度 | 温度<br>湿度<br>風雨 | その他  |       |                |  |
| ① 掘削1  | 45.1     | 9.0            | 31.3            | 0             | 4.8            | 9.6  | 100.0 | 4.2%           |  |
| ② 掘削2  | 51.4     | 1.4            | 8.6             | 0             | 0              | 38.6 | 100.0 | 4.9%           |  |
| ③ 盛 土  | 57.6     | 0              | 15.2            | 0             | 0              | 27.3 | 100.0 | 4.1%           |  |
| ④ ダ ム  | 0        | 75.0           | 25.0            | 0             | 0              | 0    | 100.0 | 7.4%           |  |
| ⑤ 埋立など | 28.6     | 17.9           | 35.7            | 0             | 17.9           | 0    | 100.0 | 5.6%           |  |
| ⑥ 施設基礎 | 25.0     | 5.6            | 47.2            | 0             | 5.6            | 16.7 | 100.0 | 3.2%           |  |
| ⑦ トンネル | 66.3     | 7.5            | 10.6            | 0             | 10.9           | 4.6  | 100.0 | 2.1%           |  |
| ⑧ シールド | 17.3     | 10.7           | 12.0            | 21.3          | 8.0            | 30.7 | 100.0 | 9.8%           |  |
| ⑨ 橋 梁  | 59.4     | 0              | 40.6            | 0             | 0              | 0    | 100.0 | 3.2%           |  |
| ⑩ その他  | 52.9     | 0              | 47.1            | 0             | 0              | 0    | 100.0 | 6.5%           |  |
| 全 体    | 46.9     | 8.0            | 19.7            | 3.3           | 6.4            | 15.7 | 100.0 | 3.6%           |  |

(注) 回答は複数回答であるが、複数の事例は極めて少数であったので、合計を100%として計算している。

(注) 全体は、全工事数の故障原因の分布である。故障率は、各々の項目について、点数の比率(故障点数/計測点数)を算出している。全体は、全工事数の故障点数と計測点数により算出している。

社外のいずれも利用している工種（例、掘削1・トンネルなど）、利用範囲が片寄っている工種（例、橋梁・埋立など）、計測してもあまり利用されない工種（例、盛土など）がある。

これは、計測の目的が施主へのデータ提出に重点がある場合、計測の目的が危険予知（安全管理）にあって、施工時に計測したものの利用する機会がなかった場合など、工種によって事情が異なるものと考えられる。

計測効果については、当該工事に役立てた場合が全工事の平均で74.6%と最も高く、この傾向は各工種に共通している。このことは、計測データや現場計測システムが当該工事に限られていることを示しており、ノウハウの蓄積や別の工事にも効果を挙げるような手段（例、データベース化など）の余地があることを意味するものと考えられる。

#### (5) 計測費用

工事金額に占める計測費用の割合は、全工事の平均で2.0%であるが、工事の内容によって同一工種においても1.0～8.0%程度の開きがある。

また、計測費用におけるハード（コンピュータ・計測器など）とソフト（プログラムなど）の比率も概ね7対3である。（表-3参照）

計測費用は、全工事の平均で約6割程度の費用が発注者負担となっているが、発注者が75%以上の負担の場合と25%以下の負担の場合の二つに分化している。このことは、工事の難易度、計測目的、発注形態などにもとずく費用負担の割合が統一されていないものと考えられるべきであろう。

表-3 計測費用とその負担

| 工 種    | 工事金額に占める<br>計測費用の割合 |       | 計測費用の発注者の負担割合 |           |                 |           |     |
|--------|---------------------|-------|---------------|-----------|-----------------|-----------|-----|
|        | ハード                 | ソフト   | 平均<br>負担率     | 75%<br>以上 | 25%<br>～<br>75% | 25%<br>以下 | 合計  |
| ① 掘削1  | 1.68%               | 62:38 | 51.4%         | 46        | : 18            | : 36      | 100 |
| ② 掘削2  | 2.19%               | 81:19 | 46.7%         | 38        | : 23            | : 38      | 100 |
| ③ 盛 土  | 1.10%               | 20:80 | 62.2%         | 58        | : 11            | : 33      | 100 |
| ④ ダ ム  | 0.13%               | 100:0 | 46.3%         | 25        | : 50            | : 25      | 100 |
| ⑤ 埋立など | 7.21%               | 84:16 | 75.3%         | 75        | : 0             | : 25      | 100 |
| ⑥ 施設基礎 | 1.59%               | 88:12 | 72.8%         | 67        | : 22            | : 11      | 100 |
| ⑦ トンネル | 2.31%               | 69:31 | 70.1%         | 68        | : 24            | : 8       | 100 |
| ⑧ シールド | 1.24%               | 82:18 | 41.4%         | 33        | : 14            | : 52      | 100 |
| ⑨ 橋 梁  | 1.17%               | 84:16 | 98.3%         | 100       | : 0             | : 0       | 100 |
| ⑩ その他  | 1.35%               | 43:57 | 45.6%         | 47        | : 6             | : 47      | 100 |
| 平 均    | 2.00%               | 71:29 | 61.0%         | 56        | : 17            | : 27      | 100 |

（注）平均とは、表に記載されている数値の平均を意味しており、全工事の工事金額の合計と計測費用の合計から算出したものではない。

### 3.3 工種別の分析内容

#### (1) 工種別の分析項目

報告書（参考文献1）においては、アンケート結果の概要とともに、工種（10工種）ごとの分析をおこなっている。

ここでその内容を紹介すると以下のとおりとなる。

##### 1) 計測目的と計測項目

- ① 計測目的
- ② 計測項目の実施率
- ③ 計測項目別の計測目的

##### 2) 計測器と故障

- ④ 計測機種別使用実績
- ⑤ 計測機種別故障頻度
- ⑥ 計測メーカー別使用実績
- ⑦ 計測メーカー別故障頻度
- ⑧ 計測器の故障原因

##### 3) 計測方法と計測条件

- ⑨ 計測項目別の計測方法
- ⑩ 計測項目別の計測頻度

##### 4) データ処理

- ⑪ コンピュータの使用比率
- ⑫ 伝送方法

##### 5) データの利用範囲

- ⑬ データの利用範囲
- ⑭ データの精度
- ⑮ 計測項目別効果

##### 6) コスト

- ⑯ 工事金額に占める計測費用と割合
- ⑰ ハードとソフトの割合
- ⑱ 発注者の費用負担率
- ⑲ 規模別の計測費用

（工種によっては分析していない）

##### 7) 項目別代表意見

自由意見を計測項目ごとにまとめたもの。

##### 8) 問題点と留意事項

当該工種の分析を通じて明らかになった問題点と、計測をおこなう際の留意事項をまとめたもの。

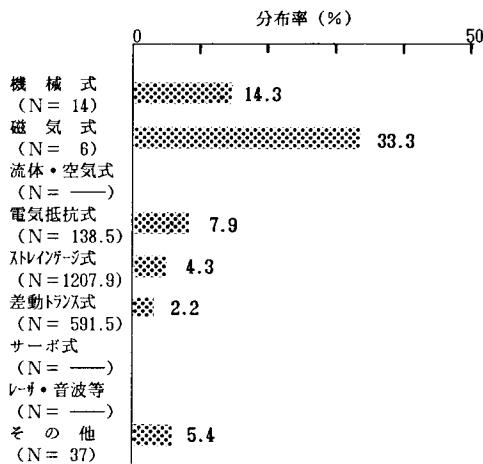
#### (2) 工種別の分析例

工種ごとの分析について例示すると、前記⑤に対応するものが図-3である。

これは、掘削1（建設基礎・根切りなど）について分析したもののだが、ストレインゲージ式のもの最も多く使用されていて、故障頻度は4.3%となっていることを示している。なお計測点数が整数となっていないものは、複数の計測機種を併用している工種があり、計測点数を比例配分していることによる。

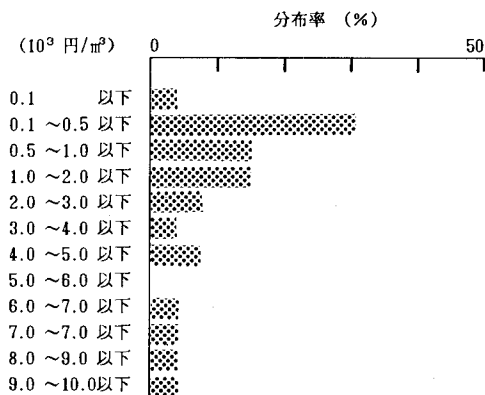
また図-4は、上記⑨に対応したトンネルについて分析したもので、掘削1㎡当りの計測費用の分布を示している。

これらの工種別分析においては、サンプル数が非常に少ない工種や、記入された数値が分析に使用できないこともあったので、実態を反映しているとはいえない場合もある。



(注) ① 比率：  $\frac{\text{各機種別故障点数}}{\text{各機種別計測点数}}$

図-3 計測機種別故障頻度  
(工種：掘削1. 文中の⑤に対応)



(注) ① 単 位： 円／掘削1㎡当り  
 ② 対象工事件数 = 26 件  
 ③ 平均計測費用 = 2,280 円／㎡

図-4 規模別の計測費用  
(工種：トンネル. 文中の⑩に対応)

#### 4. 現場計測システムの課題の捉え方

##### 4.1 現場計測システムの課題

建設工事において現場計測を実施する場合、種々の問題点や課題があり、これらの課題は現場計測システムそのものに対するものと、それを利用する面からのものとに分類することができよう。さらにこれらの課題は、計測に対する立場や意識の相異によってもその捉え方が異なってくる。

すなわち、計測に対する立場には次に示すような2つの立場が考えられる。

- ① 計測担当者（現場計測システム担当）の立場
- ② 計測関与者（施工管理システム、設計、積算など担当）の立場

計測担当者の立場からは、センサーの故障や計測方法および計測頻度といった、いわゆる現場計測システムそのものに対しての課題が主となる。

一方計測関与者の立場からは、計測と施工との作業上の課題や計測の効果・コストおよび計測データの利用方法といったものに対する課題が主となる。このように現場計測に対する着目点や課題の捉え方はそれぞれの立場によって異ってくる。（表-4参照）

したがって、本章ではこのような立場の相異による計測の課題に着目し、検討を行う。

表-4 現場計測システムの立場別課題

| 立 場   | 課 題 項 目   | 具 体 例                |
|-------|-----------|----------------------|
| 計測担当者 | 機器・コンピュータ | 故障が多い<br>機器が大きい      |
|       | データ収集・利用  | 計測頻度が高すぎる            |
|       | 費用負担      | 計測費の負担区分が不明確         |
| 計測関与者 | 計測の効果     | 計測目的が不明確             |
|       | 計測のコスト    | コストが高い<br>データの信頼性が不明 |
|       | 施工手順との整合  | 工程が延びる<br>配慮が必要      |

##### 4.2 計測担当者の立場からの課題

「報告書」<sup>1)</sup>は、主として現場（計測）に携わる者すなわち4.1で述べた「計測担当者」の立場で分析したものであり、以下に述べるような課題が明確になった。

- (1) ハード（機器・コンピュータ等）

###### 1) 故 障

計器の故障率は、2.1～9.8%であり、そのうちの

約半数が断線の原因としてあげている。これは、重機等を使用する建設現場においては避けられないとも言えるが、ケーブル敷設計画の再検討、あるいは信号のコードレス伝送方式（光・電波伝送等）の採用等によって、かなり防げるものと考えられる。

## 2) コンピュータ

現在計測で使用されているコンピュータは、パソコンが50%を占めているものの、計測頻度が概ね1回/日程度を対象としており、その能力が十分に発揮されていない。したがってコンピュータの利用範囲を原価管理等のマネジメント部門全体に広げ、工事マネジメントシステムの構築をめざすか、あるいは計測専用コンピュータの開発による安価な現場計測システムの構築をめざす必要があると思われる。

## 3) 計測機器

現在計測機器は、メーカー独自の方式によって製品化されており、現場計測システムその他工事への転用が困難となっている。したがって、データ入出力方式の規格化や互換性のある計測機器の開発を行う必要がある。

## (2) ソフト（データ利用等）

### 1) データ利用

データの利用範囲は、「ダム」「埋立」で社内利用率が0%と他に比べて極めて低く、データ蓄積による情報化施工の実施が望まれる。

### 2) 計測の効果

計測の効果に関しても、「ダム」「埋立」において当該工事のみの利用率が高い。

以上のことから、データ利用の分野においては、データ利用法の拡張やデータベースの構築を前提として計測計画を立案し、データの単発利用を避ける必要があると思われる。

## (3) 計測費用（負担率・ソフトの費用割合）

### 1) 発注者側の計測費用負担率

発注者の計測費用負担率が0%のものがほとんどの工種においてみられ、かつその件数比率も少ない。

従来、計測工は一部の工種や実験工事を除き、発注時にその費用の割掛が仕様書等に明記されているものは少なく、発注者側担当者の「計測」に対する考え方、すなわち、「計測」を「工事遂行に伴う副産物」と考えるか、あるいは「安全管理、品質管理等を行う上で不可欠な工種」と考えるかによって、計測費用の負担率が大きく異なってくるものと思われる。

この点については発注者側と受注者側のいずれにおいても再考すべきであり、計測の必要性・目的等を充分討議し、考え方の統一を図る必要がある。

## 2) 計測費用に占めるソフトの割合

計測費用に占めるソフトの割合は全工種平均で約30%程度であり、さほど高い比率ではないと思われる。しかしこれらの中には、同じ計測項目について類似の出力様式をもったソフトを各社が独自に開発している場合が少なくないと考えられる。

特殊な計測を除き、これらは統合し得るものであり、データ収集プログラムの公表や出力様式の規格化等により、経済的なシステムの構築が可能になると思われる。

## 4.3 計測関与者の立場からの課題

### (1) 課題と特性要因

計測関与者から見た現場計測システムの課題については、特性要因に関する系統図を用いて分析を行う。

### (2) 系統図（要因展開型）とその構造

図-5は、計測関与者から見た現場計測の課題について要因展開を行った系統図である。これは、筆者らがこれまでに経験した例などを中心に、ブレインストーミングを実施して作成したものである。

ここでは、現場計測の課題となっている要因を、A計測効果、Bコスト、C施工との競合、の3つの面からとらえ、これらを第1レベルの主要因とした。そして、さらにこの主要因を導くに至った多くの要因にもとづき、第2、第3、第4レベルの要因を分類した。これらの各レベルの要因は、下位に展開していくにつれて課題解決のための方策や手段につながると考えられる。

### (3) 系統図（要因展開型）の内容

#### 1) 主要因A：「現場計測の効果が不明」

この2次要因として考えられるのは、A1,計測効果の目的がはっきりしていない、A2,計測結果が施工に活かされない、の2つである。

A1は、その計測が何のために行う計測なのか不明瞭なままに計測がなされている場合がある、ということである。計測目的に対して最適な計測計画を設定することは、一義的には決められない。しかしセンサーの種類や個数、データ採取頻度を無意味に多くして、採れるデータは何でも採るといった思想の設計や現場管理は、施工の障害になるばかりでなく、データの解析もできないままに終わってしまうと言う事例をよく耳にする(A11)。

したがって計測計画の立案にあたっては、現場の状況をよく把握したうえで、計測担当者や工事担当者とともに検討を行い、計測目的について十分なコンセンサスを持たなくてはならない(A12)。

A2は、計測結果が施工へフィードバックされていないということである。最近NATMなどでは、逆解析の手法も用いられてきているものの、全般的になが

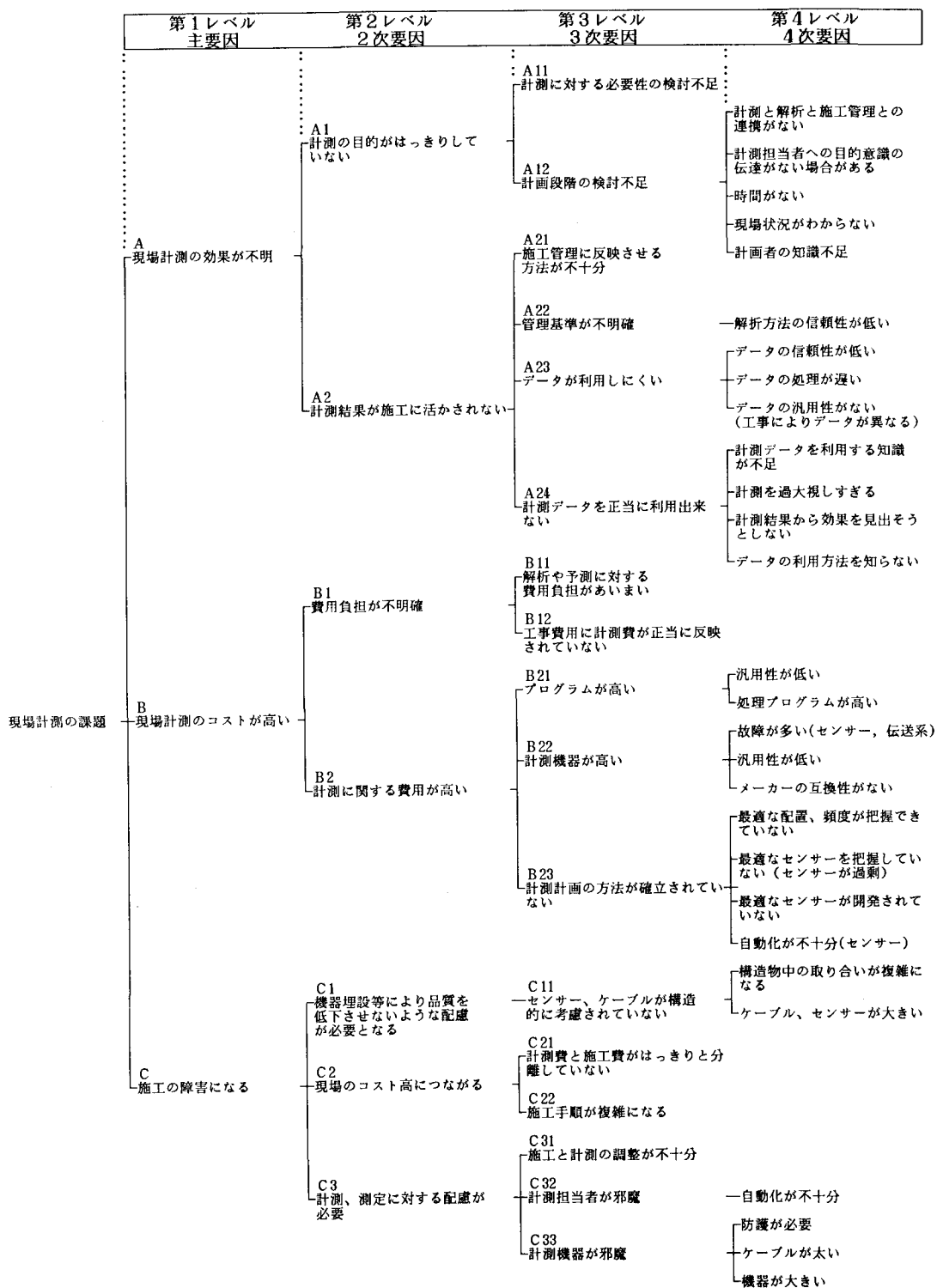


図-5 「現場計測の課題」の系統図(要因展開型)

めると、「計測は計測、施工は施工」といった考え方が少なくない。

この原因は、計測関与者の勉強不足もさることながら、管理基準の設定根拠や信頼性が不明確であるために、いわゆる「土木屋のKKD(感・経験・度胸)」が、優先されてしまったり(A21, A22)、また得られたデータからアウトプットまでに時間がかかり、リアルタイムな情報を施工に反映できない(A23)、などによるものと考えられる。さらに、せっかく得られたデータの意味するところがわからずに、計測結果を過大視したり、逆にその効果を見出そうとしない例がある(A24)。

これらの傾向は、単に受注者側ばかりの問題でなく、発注者側や発注形態にも課題があると思われる。

## 2) 主要因B:「現場計測のコストが高い」

コストの面から見た場合の2次要因として、B1,発注者と受注者の費用負担が不明確である、B2,計測費用が一般に高い、ということがあげられている。

B1は、とくに施工中の発注者の指示によるデータ解析や予測解析が、計測費用にどこまで組入れられているかということ、そして、これらの計測費用と工事費との境界が不明確となっていることである。

一般に計測を行う場合には、計測データの解析や次段階の施工に対する予測解析が行われ、特にこのデータ解析や予測解析が、施工管理を行う上で重要なものになってきている。しかしながら、依然としてこれら解析・予測は、計測に伴う付随的なものとして取り扱われることが多く、このためこれらの費用が正当に評価されなかったり、その負担区分が曖昧となっている(B11)。

さらに、データ解析や予測解析を含めた計測全体に対する費用も、工事費との境界が不明確なため、施工管理における安全管理費の一部という名目で、受注者がその一部、もしくは大部分を負担せざるを得ない場合があり(B12)、このため工事原価を大きく圧迫することになる。

またB2は、プログラム(ソフト)の開発費が高い割に施工条件のちがいの理由により他工事に転用ができなかったり(B21)、計測機器(ハード)のメーカー相互の互換性が乏しいことに加え、土木工事の性格上、センサーやケーブルなどの破損や断線が多く、コスト高につながる(B22)ということである。さらに、センサーの精度と得たいデータの精度にギャップがあったり、計測の自動化が遅れているなど、計測計画の方法が確立がされていない(B23)ことによることも大きい。

これらは、センサーを開発する専門者と、それを使用する者との間の連携や双方のニーズの把握が不足しているためと考えられる。

## 3) 主要因C:「施工の障害になる」

ここで考えられた2次要因は、C1,機器埋設により構造物自体の品質を低下させないような配慮が必要となる、C2,現場のコスト高につながる、C3,施工中の計測・測定に際して、工程調整や人員配置などの配慮が必要である、などである。

C1は、地中埋設する機器では問題は少ないが、コンクリート構造物中に埋設されるようなセンサーやケーブルなどの場合、構造上の問題が生じないかどうか、また品質的(美観・出来ばえ)に見て、かし工事につながるような現象(たとえば、漏水・剝離)が発生しないかどうかなど、施工時に気を配らなければならない(C11)。

C2は、主要因Bとも関連しているが、計測にかかる時間や経費などを過少評価してしまい、これらが工事費と分離されていないため、結局工事金額に大きくはねかえってしまう(C21)、ということである。

また、施工工程にセンサーの配置やケーブルの敷設、測定などの作業が錯綜して、次工程に影響を与えたり、施工手順が複雑になったりすることがあり(C22)、これらがコスト高の大きな要因となっているものと考えられる。

C3は、計測と関連工事の間での調整と理解が不十分(C31)、ということであり、この場合には工程と原価にしわよせが生じる。また計測担当者や機器が、邪魔者扱いされる例(C32, C33)がよくある。これらのことが計測機器の大きさや自動化の不十分さに起因する場合には、今後の現場計測システムの改良方向を示唆するものであるが、この一方、現場計測システムの重要性に対する認識不足に起因する場合も多い。

## 5. 現場計測システムの今後の方向

### 5.1 課題の解決方向

近年の建設工事においては、その施工の合理化や情報化施工が進められている。このような状況下において、現場計測も従来の研究のための計測や工事の安全性の確保といった利用目的から、品質・工程・原価という、いわゆる工事マネジメント全体への有効利用へと活用され始めており、さらに、今後とも現場計測における計測データが、多方面での情報提供の手段として大いに利用されていくものと思われる。

一方、計測における課題は前章で述べたように、計測担当者と計測関与者の双方において種々の課題がある。

したがって、計測データを工事の安全性や品質の向上で利用する場合は無論のこと、マネジメントといった施工管理全体にも有益な情報として活用させるには、先に述べた課題を解決することが大切となる。

現場計測システム小委員会における各ワーキンググ



ループ（以下W/Gという）は、このような課題の明確化とその解決方法の模索を基調として、それぞれの立場から研究活動を行っている。

ここで、前章の課題を概念的に大きく捉えたと以下に示すように4つに分類することができる。

- ① 建設マネジメントから見た現場計測システムに関する課題
- ② データ利用・活用に関する課題
- ③ センサーおよび測定技術に関する課題
- ④ 計測に対する意識および計測費用と効果に関する課題

この分類された課題は、今後現場計測システム全体の精度を向上させ有益な情報として利用したり、工事マネジメントに対する有効な情報源として現場計測システムを活用させるためには解決しなければならない課題である。

したがって、各W/Gの研究活動とともに他のW/Gや他の小委員会との連携を図りながらその解決方法を検討しなければならない。

## 5.2 計測関与者の立場と意識

建設工事には、発注者から計測担当者まで種々の異なる立場の人々が関与しており、計測の目的や効果に対する認識もそれぞれの立場により異なっているものと考えられる。

例えば、工事を企画あるいは設計する立場からは、工事の安全性や経済性から見て計測にメリットがあるかどうかといったことや、計測結果から設計変更や設計法の

修正が必要となるかということに注目するであろう。

一方計測を実際に行う立場からは、計測により安全にしかもロスがないように施工できるかどうか、あるいは工程が短縮できるかということに注目するであろう。

計測に対する認識の相異は、計測方法や計測データの使用方法にも相異が生じる。このため、それぞれの立場における目的や効果についての議論が十分なされず、またそれぞれの計測に対する認識が伝達されない場合には、データとして意味のない計測を行ったり、その効果が十分に発揮されなくなり、ひいては「なぜ計測を行うのか」あるいは「なぜ計測データが有効に利用できないのか」という意識に陥る。

しかしながら、計測データは工事マネジメントに対して重要で有益な情報であり、その活用のしかたによっては、種々の目的に用いることができる。

例えば、工事の安全管理ということだけに着目した計測でも、計測により工事の安全性が十分に定量的に確認されれば、工程を短縮するような対策を講じることも可能であり、さらには工程の短縮により工事の原価管理において経済性の確保といったことにも反映させることができる。

したがって、計測データを有益な工事マネジメントの情報として活用させるためには、第一にそれぞれの立場による計測に対する認識の相違を明らかにすることが必要となる。次に、それぞれの立場に応じた計測の目的や効果について、それぞれの関与者が十分に認識できるような方法を考えることが必要である。

表-5 各W/Gの研究活動と計測の課題

| 各W/G  | 研究活動概要 4)                                           | 概念的な分類からみた課題                | 解決すべき問題点<br>(図-5より)                                       |
|-------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 体系化研究 | 現場計測の分類を基礎にして計測システムとしての体系化への展開と建設マネジメント全体から見た体系化の研究 | ・建設マネジメントから見た現場計測システムに関する課題 | ・計測の目的がはっきりしていない(A1)                                      |
| 周辺技術  | 計測情報の利用面および建設マネジメントにおける計測情報の位置づけ                    | ・データの利用・活用に関する課題            | ・計測結果が施工に活かされない(A2)<br>・計測に関する費用が高い(B2)                   |
| 要素技術  | 計測機器(センサーから収録器まで)の各機器の種類・精度・メカニズムおよび計測方法など現状を踏えた研究  | ・センサーおよび測定技術に関する課題          | ・計測に関する費用が高い(B2)<br>・機器埋設等により品質を低下させないような配慮が必要(C1)        |
| 現状調査  | 現場計測における現状調査を通じて現場計測全般に亘る課題を抽出するとともにニーズの方向性を研究      | ・計測に対する意識および計測費用と効果に関する課題   | ・計測・測定に対する配慮が必要(C3)<br>・費用負担が不明確(B1)<br>・現場のコスト高につながる(C2) |

さらに、これらを参考にして、それぞれの立場での目的や効果に応じた計測計画を立案し、各関係者の目的や効果を十分に反映させた計測を実施することが必要となろう。

#### 6. おわりに

以上のように本稿では、昭和59年11月に実施した「現場計測システムに関するアンケート」の調査結果の概要と、この調査結果にもとづき検討を行った現場計測システムにおける問題点や課題について述べてきた。

計測データを施工管理といった工事マネジメントに活用するためには、現場計測システムそのものに対する課題を解決することは勿論のこと、計測データを利用する方法や、計測に対する立場的な認識の相異といった課題も解決することが必要となる。

従来とかく現場計測システムは、「なぜ計測が必要なのか」といったことから、工事の邪魔的な扱いをされてきた感がある。これは、現場計測システム自体のもつ課題に起因するものではなく、むしろ計測関係者（施工管理、設計、積算などの担当者）の計測に対する認識や計測データの活用に対する意識といった面での課題に起因するものと考えられる。

したがって、今後は他の小委員会との連携を図りながら、このような計測に対する課題の解明に取り組んでいきたい。

#### 参考文献

- 1) 現場計測システムに関するアンケート調査報告書  
： 現場計測システム小委員会 1986
- 2) 苦瀬博仁： 実態調査にもとづく現場計測の現状と課題、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 P19～P26  
土木学会 建設マネジメント委員会 1985
- 3) 神崎 正： 計測の体系化について、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 P29 土木学会 建設マネジメント委員会 1985
- 4) 植松 健： 現場計測システム小委員会活動概要、建設とマネジメントVI P44～P45  
土木学会 建設マネジメント委員会 1986

#### 執筆者

結 城 知 史（五洋建設㈱）  
苦 瀬 博 仁（東京商船大学）  
猪 狩 哲 夫（㈱ 間 組）  
久 保 滋（東洋建設㈱）  
落 合 辰 巳（矢作建設工業㈱）  
伊 藤 祐 二（フジタ工業㈱）