

フィルダム工事管理システムの開発研究

フィルダム施工管理システム研究グループ 折田 利昭 (鴻池組)

1. はじめに

近年、マイコン等情報処理機器は長足の進歩をとげており、土木工事分野においてもそれらを活用する場合が増加してきている。特に、施工技術面では計測業務を中心として利用されてきている。一方、情報処理機器を活用し、工事を効率良く管理するための工事マネジメントシステムの開発が進められているのが現状である。

さて、この工事マネジメントシステムの開発にあたっては、その対象となるシステムの構造を明確にすることが重要である。その構造は、トップマネジメント（本社）のレベル、ミドルマネジメント（支店）のレベルおよび現場レベルの階層構造¹⁾となっていることは知られており、さらに対象とする業務の現状認識および問題点の明確化が主要な要素と考えられる。

当グループ^{*}は現場レベルの工事マネジメントシステムの開発を最終目的とする。あわせてシステム開発を効率的に進める為のシステム技法の利用に関し、知見をうることを目的としている。

本報告は、当グループにおいてこれまで研究してきた経過と成果をとりまとめたものである。

2. システム設計の手順

2.1 対象工事種類

ダム建設工事において、全体工事を構成する各工事要素は地域的に広がりを持っており、さらに工事内容の特性の点で

独立した面と相互に影響する面の両面をもっている。このことからダム建設工事は複雑なシステムとなっており、工事マネジメント上の課題が多いと考えられる。

ここで、地質的に、また経済的にコンクリートダムに適する地点が限られてきており、今後はフィルダムの建設がより進められるという背景をフィルダム建設工事をとりあげることにした。

2.2 設計の手順

工事マネジメントのような複合的なシステム設計の方法として段階的方法が春名から提案されている^{2),3)}。

これは、概念システムの設計段階、実験システムの設計段階をへてから実働するシステムの設計を行う方法である。各設計段階に対応した検討範囲は図-1に示すとおりであり、さらにシステムの概念設計の手順は図-2のようである。

ここでは、図-2に従って概念システムの設計を進めていくことにした。

Stage 1	システム構築の動機と開発目標のイメージの明確化
Stage 2	既存システム（現行システム）に関する調査とシステムの整理 (1) 調査 (2) 分析 (3) 整理
Stage 3	既存システムの問題点の明確化とシステム構築における課題の整理・確認 (1) 問題点の明確化 (2) 他所におけるシステムに関する調査 (3) システム構築における課題の明確化
Stage 4	概念システムの設計 (1) 全体システムと個別システムの機能構成の決定 (2) システム構成要因の設定と要因間の関連関係の規定 (3) システムの運用プロセスの明確化 (4) 個別プロセスにおける作業処理方法（技法も含む）の決定 (5) 入力情報・出力情報と情報化の形態の想定 (6) 意思決定構造と判断材料の想定 (7) （情報システムを含む）システム構成と役割分担関係の想定

図-2 システムの概念設計の手順

概念論的 検討レベル	概念論的検討	システムの 構想化	検討課題 の整理	方法論の 開発 アルゴリズム の開発	設計情報の とりまとめ	設計条件 の整理	ハードウェア の選定 ハードウェア の導入	運用マニュアル の作成
実体的 検討レベル				運用実験			運用実験 (I)	(II)
	I. 概念システムの設計			II. 実験システムの設計			III. 実働システムの設計	

図-1 システム設計の3つの段階と検討範囲

3. 業務内容の整理

3.1 調査・整理方法の概要

フィルダム建設工事における業務活動を以下の4つの段階に大別して、調査し、整理することにした。

- ① 工事の情報を調査・整理する調査段階、
- ② 各種計画を作成（修正）する計画作成段階、
- ③ 作業の指示・監督および作業実施の実施段階、
- ④ 実績と計画を対比し、診断する診断段階、

(1) 整理の方法

現行業務活動の実態をまずSADTを利用して整理することにした。このSADTとはシステム記述のための図式表現法であり、各業務ごとに情報の入出力関係等を具体的に明確化でき、かつ各業務内容を明らかにすることによってシステムの把握が容易となる等の長所を有している技法である。

上述の4つの段階について示すと図-3のようになる。

(2) 調査の方法

調査の方法としては、文献調査、ヒアリング調査、アンケート調査等がある。ここでは文献調査を主体とし、一部についてはヒアリング調査を実施した。

(3) 調査の手順

前述の4段階ごとに業務を抽出し、その各業務に対して以下の項目に分類して調査を行った。

- a. 業務活動内容、
- b. 業務活動遂行に必要な情報（入力情報）、
- c. 業務活動遂行の結果えられる情報（出力情報）
- d. 業務活動遂行上で関連する法規や規準等の情報（照会情報）

3.2 調査段階における業務の整理

(1) 業務の抽出

工事に関する情報は、発注者の意思に基づく条件（提示条件）、現地の状況により施工上の制約となる条件（現場条件）、施工業者自身が保有している条件（自己条件）、類似工事の施工実績等の資料か

らえられる情報（経験情報）に大別される。これらに基づいて業務を抽出し、整理した結果を示すと図-4である。

(2) 業務内容の把握

抽出した業務間において情報が関連しており、SADTを利用して整理した。その一部をとりだして示すと図-5のようになる。

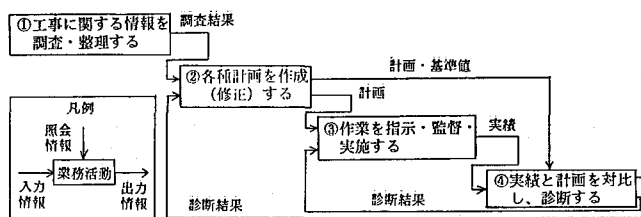


図-3 業務の情報関連図

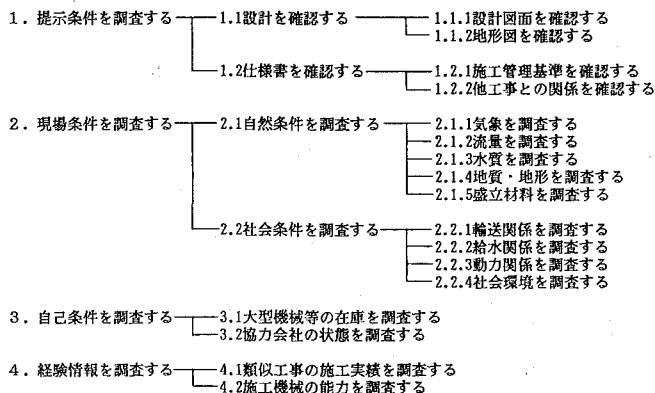


図-4 調査段階の業務展開図

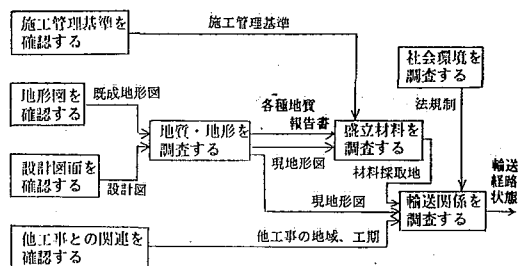


図-5 調査段階における業務の情報関連図

3.3 計画作成段階における業務の整理

(1) 業務の抽出

フィルダム建設工事を構成する工種は、図-6のようである。

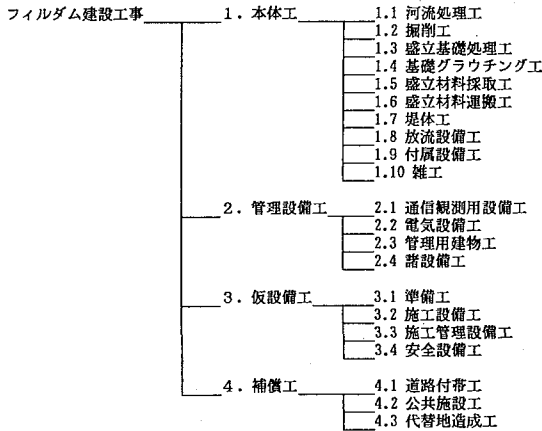


図-6 工種展開図

ここで計画内容の観点からみると、図-6に示す工種別に作成する計画と全工種を対象として作成する計画の二つに大別できると思われる。全工種を対象とする計画としては、全体工程計画、原価計画（予算書）、品質管理計画、安全管理計画、重機計画、労務計画、環境管理計画、計測計画がある。

(2) 業務内容の把握

工種別の計画作成業務にあたっては、他工種よりえられる情報や工事全体の情報を適確に把握し、遂行する必要がある。それらの情報は、各工種間と複雑に関連し合い、全体計画を左右しているといえる。

一例として盛立工に関する情報をとりだして示すと図-7のようになる。

3.4 実施段階における業務の整理

ここでの業務は、

- 作成された諸計画に従って作業の指示および監督する業務、
- 材料等の試験を実施する業務、
- 実施工の状態を把握する為に各種計測を実施する業務、

に大別できる。それぞれの業務については諸計画に表現されていることから、新たな調査は実施しなかった。

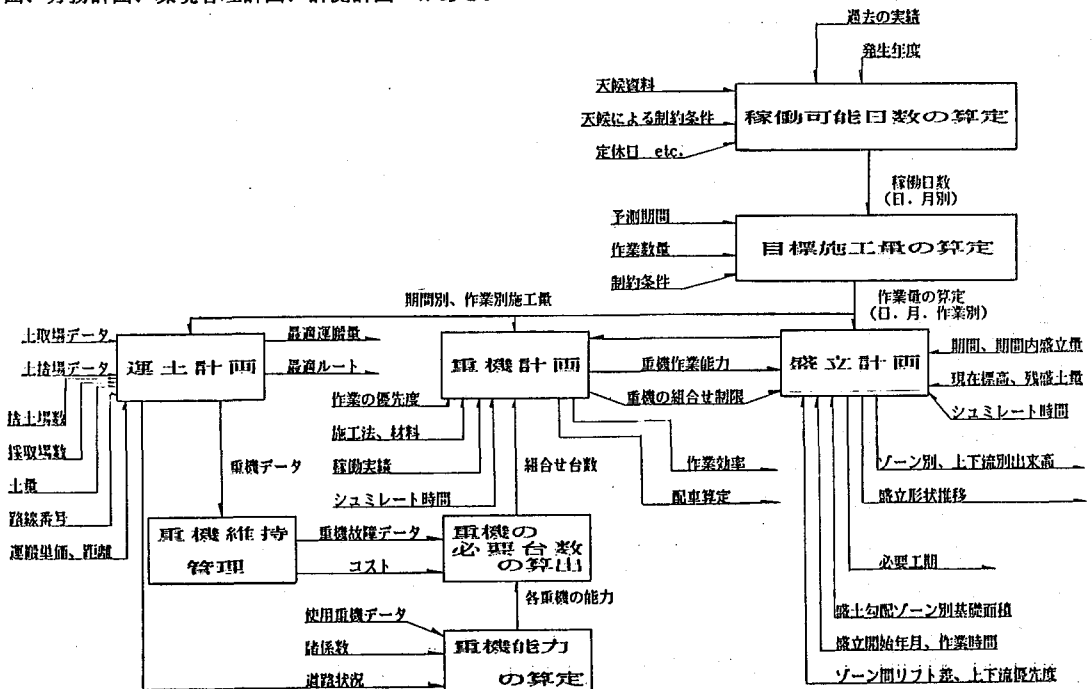


図-7 盛立計画作成業務の情報関連図

3. 5 診断段階における業務の整理

実績と計画を対比し、今後も同様に工事を進めていくべきか否かを予測し診断することが業務である。したがって診断に必要な項目すなわち管理項目を抽出した。盛立工の工程管理における管理項目をとりだして示したのが、表-1である。これら管理項目は階層となっていると考えられ、ISM手法⁹⁾を用いて整理を試みたが、うまく層別できなかった。

さて、工事管理における管理業務は、管理項目ごとにそれらに関する計画作成業務（PLAN）、実施業務（DO）および診断業務（SEE）で構成されていると考え、整理を行った。一例として盛立材料を管理項目とした場合を図-8に示す。このように管理項目別では把握できるが、管理項目間には相互に影響する部分があり、全体としてSADTを利

表-1 盛立工程管理における管理項目

出来形に関する項目	盛土量 形状 品質 土量変化率
機械に関する項目	台数、組合せ効率 稼働率、安全 故障率、公害 施工能力
労務に関する項目	労務人数 労務歩掛り 稼働率 安全
材料に関する項目	採取量 品質 土量変化率
その他の項目	特に基礎グラウチング工の進捗 資材の調達

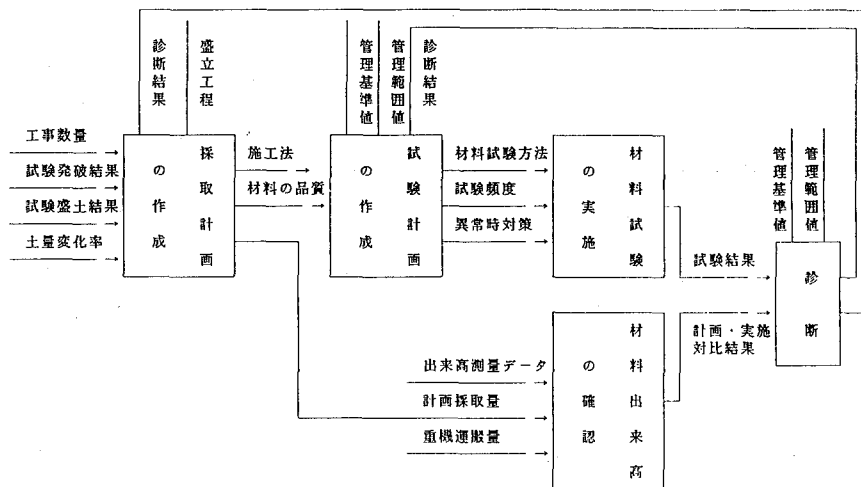


図-8 材料管理業務の情報関連図

用し整理しても把握が難しかった。

このことから、次段階としてシステム構想し、その構想に基づき現行業務を整理し、かつ問題点を分析していくことにした。

4. 工事管理システムの構想

4. 1 システム化の範囲

フィルダム建設工事を構成する各工種は、面的な広がりの中に点在しており、また、工種間で相互に影響する接点をもっている。

各工種の複合的で多重的な関係を主要な工種に関して整理すると図-9のようになる。

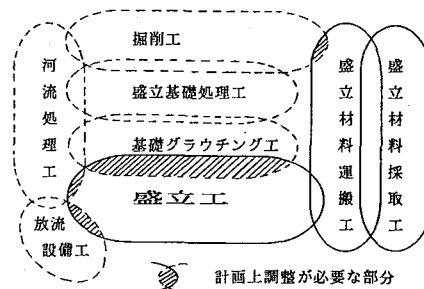


図-9 主要工種間の関連図

ここでは、核となる盛立工を中心として、工事管理システムを検討した。いま、図-9に示したように、基礎グラウチング工、河川処理工および放流設備工は、盛立工の工程上制約条件となる点で関連する。最終的には、も考慮するが、現時点ではに示された工程について取り扱い、関連工程も反映できるシステムとして考える。

なお、3.でのべた管理業務をシステム化の範囲とし、実際の工事管理を行う状況を想定した。

4.2 システムの骨格

管理項目は、計画に採用した諸データで、それが計画の見直しに際しフィードバックできなければならない。ここで、工程上管理すべき、かつできる項目の整理、および実際の工事で工程を阻害する要因の整理を行った。前者について、日・週・月・年を管理レベルとして整理すると図-10のようになる。

これらの討議経過より、管理項目の中心に工程を置いた図-11のような全体の骨組みを構想した。すなわち、盛立工程管理システムを中心に、上位には全体工程管理、下位には日常管理を受け持つ作業管理システムを位置づけることにした。

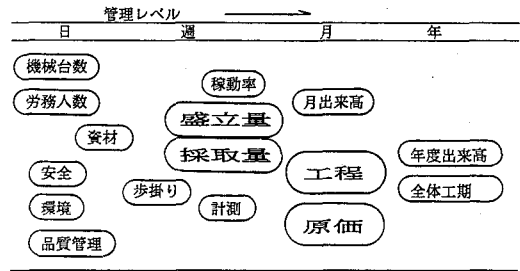


図-10 管理レベルと管理項目

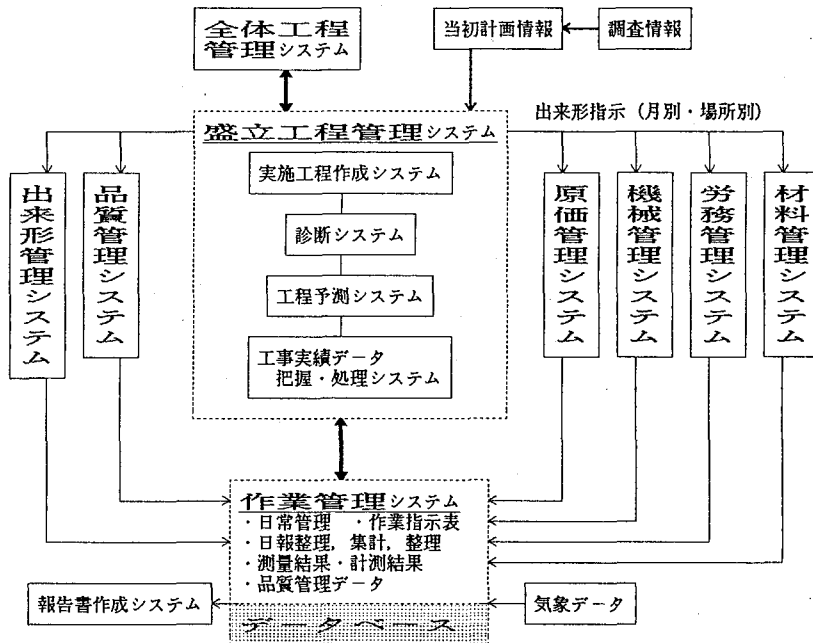


図-11 全体の骨組み

4. 3 機能分担

図-11の骨組みを基にして、各管理システムにおける機能分担を討議した。工程と機械管理システムとの機能分担と関係(図-12)を例として説明する。

工程管理システムの中には、実施工の作成・診断・予測・実績の把握の4つサブシステムが含まれる。

実施工計画が作成されると、その工程を進めるための施工量(月別・場所別)が指示される。機械管理システムでは、指示された施工量に応じた機械計画を作成し、診断をへて工程管理システムの総合診断に送られる。

総合診断でOKとなれば、作業管理システムに送られ、作業計画作成より作業指示が出され、盛立工事を動かすことになる。

工事のデータは、各種計測などにより、日報・伝票・報告となって、作業管理システムに入り、帳票報告書の型式で、工程管理システムの実績把握システムに格納されることになる。

4. 4 全体構成と課題

各管理システムにおける機能分担を考慮し、全体構成を整理して示すと図-13となる。

ここでの課題を列挙すると、以下のようである。

(1) 作業内容(機能)に関する課題

- 各管理システムにおける診断の具体的内容および作業の難易度を明確にする必要がある
- 工程管理システムの中の総合診断において、各システムから入ってきた診断結果に対しての優先度は、現場の状況、管理者の考え方により大きく変化されるが、明確にする必要がある
- 工程管理システムと原価低減のための原価管理システムとの関わり合いを明確にする

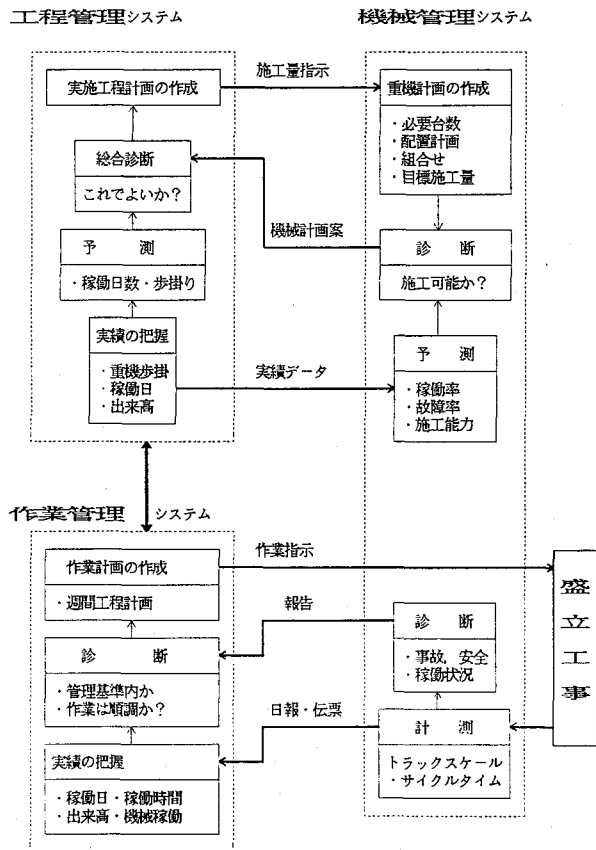


図-12 機能分担と関係の一例

(2) 情報に関する課題

- 歩掛りデータに基づいて最終原価予測を行う時に、現場の施工状況が変化するので、実績データの利用方法について検討が必要である
- 共通データベースにストアしておくデータを明確にしておくことが必要である

これらの課題に対しては、実際に現場で管理に当たっている人々にヒアリング調査を行い、意見を盛り込むことが必要であると考えられる。

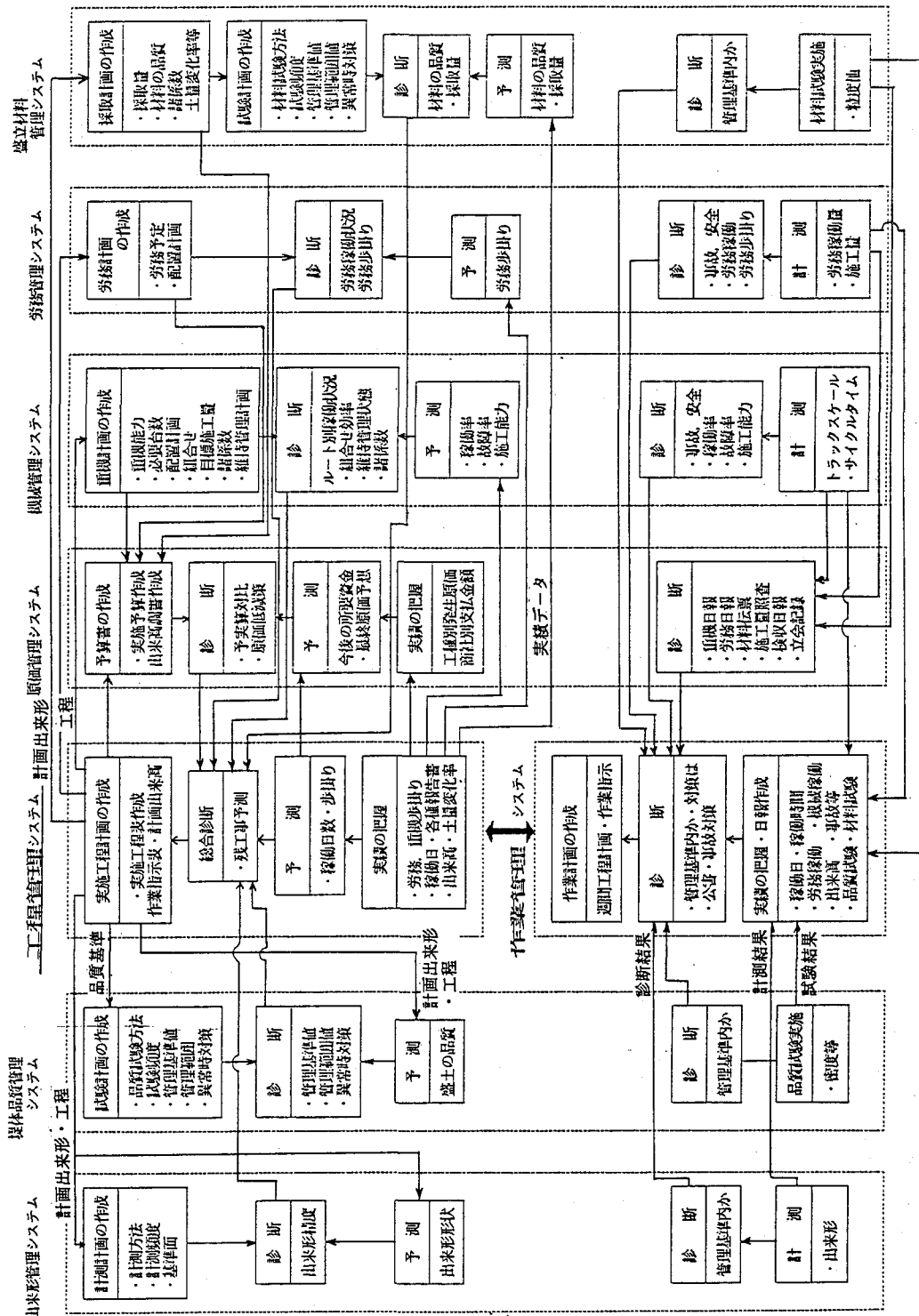


図-1.3 盛立工事管理システムの全体構成図

5. おわりに

当グループの構成メンバーは、フィルダム建設工事をかなり把握している人からまったく知らない人までを含んでおり、かつ文献調査を主体としたことからフィルダム建設工事の内容の学習に時間をかける結果となった。現在概念システムの設計をすすめ、システムの全体構成を描くまでに至り、各メンバーがフィルダム建設工事の概要を把握できたところである。今後、全体構成図のところでの課題等に本格的に取り組める状況にあると考えられる。

最後に、本研究をすすめるにあたって貴重な御意見・御討議を頂いたシステム開発研究分科会の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北角哲;“システム開発研究分科会の活動報告”
土木施工と情報Ⅱ pp23~26,土木学会土木計画学研究委員会施工情報システム小委員会,
昭和59年8月
- 2) 春名攻;“土木工事のマネジメントシステムの設計方法について” 土木施工と情報 pp19~23,土木学会土木計画学研究委員会施工情報システム分科会,昭和57年7月
- 3) 春名攻、武政功、荒井清;“マネジメントシステム開発の方法について” 土木工事のマネジメント問題に関する研究討論会講演・資料集
pp186~187,土木学会土木計画学研究委員会施工情報システム小委員会,昭和58年11月
- 4) Douglas T.Ross;Structured Analysis(SA):A language for Communicating Ideas,IEEE TRANSACTION on software engineering Vol.SE-3,NO.1 January 1977
- 5) 日本大ダム会議;ダム施工マニュアル
- 6) 建設省河川局;多目的ダムの建設(第1,2,3,4巻)
- 7) 電力土木技術協会;最新フィルダム工学
- 8) 土質工学会;盛土の調査・設計から施工まで
- 9) 橋本義一・河村和彦編;参加型システムズ・アプローチ

* 当グループの構成メンバーは以下の各氏である。

荒井清(京大)、 五十嵐善一(奥村組)、
大屋悟(間組)、 ○折田利昭(鴻池組)、
関根浩二(日本埋立浚渫協会)、
高田知典(三井建設)、土橋広實(フジタ工業)、
野間真吾(日本埋立浚渫協会)、
本名誠二(熊谷組)
(○印：グループ主査、昭和59年10月現在)