



土木研究所資料

土工情報システムの標準化・連携化に 関する研究

平成9年2月

建設省土木研究所
材料施工部施工研究室

Copyright © (1997) by P.W.R.I.

All right reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土工情報システムの標準化・連携化に関する研究

施工研究室 室 長 塚 田 幸 広
主任研究員 青 山 憲 明

要 旨

本報告では、計画・調査・設計・積算・施工・維持管理までの一連の業務において、土工情報システムを用いた業務の合理化・省力化を推進するために、システムの標準化、連携化の方策を提示するものである。

キーワード：土工、情報システム、標準化



目 次

1	研究目的	1
2	研究項目	1
3	土工情報システム連携化の現状	2
3.1	土工情報システムを構成する要素技術の開発状況	2
3.2	土工情報システムの現状	3
3.3	土工情報システムの連携化の現状	4
3.4	現状における問題点	5
4	土工事における情報システムの全体像（将来目標）	7
4.1	情報化システムの全体像の構築	7
4.2	各業務に必要な情報システム	9
4.3	システム間で引き渡す情報	9
4.4	共有すべきデータベース	12
5	情報連携化手法の検討	15
5.1	各組織における情報連携化のあり方	15
5.2	組織間における連携化手法の検討	17
6	土工情報システム連携化による改善効果	23
6.1	組織毎の業務改善内容	23
6.2	省人化、高度化の具体的効果	26
7	情報連携化の理論の構築	29
7.1	情報連携化の概念	29
7.2	情報連携化の目的	30
7.3	情報連携化の段階的整備計画の設定	31
7.4	開発コストと導入効果の定量的評価手法	37
	参考資料：大規模土工時のCAD活用事例のシステム検証	38
	工事監督支援システム検証	

1 研究目的

土工事においては、工事の大規模化と複雑な地形、地質条件にともなって、設計、施工におけるデータ処理量が膨大化の一途をたどっている。また、施工管理においても、膨大なデータを即時処理し、迅速で精度の高い対応が求められている。

一方、近年、データ計測機器や情報処理機器の急速な進展・普及にともなって、膨大なデータを正確に計測、処理が可能となってきており、これらの機器を用いた土工情報システムが、各々の工事においても行われるようになってきている。

現在、土工事の調査・設計・施工における情報処理システムは、それぞれの業務において個々に開発して、業務を支援している。しかしながら、組織が異なるシステム同士の連携化がなされていないことから、データ入力をその都度行っているといった状態となっており、コンピューターによる情報処理、業務支援の推進を阻害する原因となっている。

本研究では、計画・調査・設計・積算・施工・維持管理までの一連の業務において、土工情報システムを用いた業務の合理化・省人化を推進するために、システムの標準化、連携化の方策を提示するものである。

2 研究項目

本研究は、平成3年度より4カ年で、下記の項目について検討を加えた。

- ①既存情報システムの収集整理
- ②現状の土工情報システムの課題検討
- ③土工情報システムの全体像の検討
- ④土工情報システム連携化手法の検討
- ⑤土工情報システム連携化による効果分析
- ⑥情報連携化の理論と計画の構築

3 情報システム連携化の現状

土工情報システム連携化の現状を把握するため、既存文献・資料による調査を実施した。調査は、土工事における企画、調査・計画、設計、積算、発注・契約、施工、施工管理、検査、維持管理の各段階において、情報システムの収集し、さらにシステムの連携化を扱ったものは、連携化の方法と問題点を整理した。

3.1 土工情報システムを構成する要素技術の開発状況

土工情報システムを構成する要素技術として、現在以下のものが開発あるいは導入されている。

(1) ハードウェア

◎実績多数 ○実績あり △ほとんど実績なし

①入力、記録装置	②記憶装置
◎携帯端末(ハンディターミナル、ポケットコンピュータ)	◎FD、磁気テープ
◎電子スチールカメラ	○大容量記録媒体(MO、CDROM、CMT)
◎デジタイザー、タブレット	③情報処理装置
○カラーイメージスキャナ	○スーパーコンピュータ
◎光波測量装置、動態観測装置 (デジタル計測機)	◎汎用コンピュータ
○ICカード	◎EWS
○バーコード	◎パーソナルコンピュータ
	④建設機械
	△ロボット、無人ダンプ

データ入力に関しては、ハンディターミナル、ポケットコンピュータの利用、測量・計測分野におけるデジタル計測機による自動計測、自動記録、または各種の機械管理や労務管理のICカードの利用等、現場におけるデータ入力の簡素化、自動化の技術が導入されてきている。また、電子スチールカメラ、イメージスキャナ等を用いて写真、図面情報のデジタル入力が進められている。

コンピュータに関しては、情報処理装置の技術革新を反映して、現場においてもパソコンを主体としたシステム化が進み、現場のパソコンとEWSやホストコンピュータとのネットワーク上でリンクした形態がとられてきている。

(2) ソフトウェア

◎実績多数 ○一部実績あり △ほとんど実績なし

○人工知能(エキスパートシステム)	○構造解析、数理解析、統計解析
◎CAD	○通信制御・管理
○CG	○データベース運用、管理
△VR(遠隔操作システム)	△マンマシンインターフェイス
△シミュレーションシステム	
○マルチメディア	

ソフトウェアは、現在のところ土工のために汎用的なソフトウェアが広く普及しておらず、3次元CADが上げられる程度である。3次元CADはプレゼンテーションやシミュレーション等に用いられている。マルチメディアはまだ事例が少なく、プレゼンテーション等にシステム化がなされ始めている。また、技術レベルの均質化を目的としたエキスパートシステムも導入されてきている。

(3) 情報通信

◎実績多数 ○実績あり △ほとんど実績なし

◎公衆回線によるオンラインデータ転送	△無線LAN
◎LAN	○特定小電力無線
○ISDN	△画面・映像通信
○移動体通信	△インターネット

昨今ISDNによる大容量デジタル回線、あるいはインターネット等の世界的な情報ネットワーク等、情報通信技術に関する進歩はめざましい。土工では、現場と事務所間では電話回線によるオンラインデータ転送が実現してきており、また事務所内ではLANによるコンピュータネットワークによるデータの分散環境、共有化等を図って、業務の効率化を行っている事例がみられる。

3.2 土工情報システムの現状

収集した土工情報システムについて、業務段階とシステムの利用形態で整理した。

表-3.1 業務段階とシステムの利用形態

業務段階	データベース	計測・集計・帳票・作図等	構造計算等
①企画			
②調査・計画		測量関連システム 土質試験システム	線形計算システム 斜面安定システム 圧密沈下システム
③設計	技術図書データベース 設計計算例データベース	道路設計システム 土工計画システム 造成計画システム	地盤解析システム 円弧すべり計算システム
④積算	積算情報データベース	積算システム 見積システム 数量計算システム	
⑤発注・契約	発注実績情報データベース 入札結果データベース	業者推薦調書作成システム 業者指名支援システム	
⑥施工		情報化施工システム	土量管理システム
⑦施工管理		施工計画・原価管理・予算・作業日報・出来形管理・労務管理システム 工事監督支援システム	
⑧検査			
⑨維持管理			

現在開発されている情報システムは、大きく以下のような2つの領域に分類することができる。

① 測量・土質試験→設計(CAD)→数量計算→積算

② 測量→施工計画→施工管理

前者は設計を目的としたものであり、設計のために必要なデータを処理し、設計を支援しようとするものであり、さらに、CADを通じて作図、積算のための数量計算へ連携化しようとするシステムである。後者は、施工を目的としたものであり、測量、地形データ・設計データから施工計画の作成、さらに施工中の計測データを加えた施工管理を支援するものである。

3.3 土工情報システム連携化の現状

土工事の情報システムの連携化の主な事例として、以下のようなものがある。

①道路土工事における土量管理と測量自動化システム

自動測量データをもとに現場の土量管理を合理化、自動化するシステム

②土量管理支援システム

調査設計段階で用いたデータをデータベース化し、土工事の現場管理業務における各種帳票等の作成を自動化するシステム

③設計・積算合理化システム

土木構造物の設計成果を数量化し(一部CAD導入を含む)、数量計算システム、積算システムと連携するもの

④工事監督支援システム

建設省発注の工事において、監督に必要な書類の様式を定形化、システム化して、施工計画、施工管理の書類作成業務の改善を図るもの

⑤土量管理一貫システム

設計図面と測量(出来高)結果を連携させて、土量管理における出来高計算作業を効率化するもの

⑥軟弱地盤における道路土工の情報化施工

動態観測結果を設計システムにフィードバックさせてコンピューターで判定を行い、道路盛土施工を合理化するもの

上記に示した事例に基づいて連携化内容を整理すると表-3.2のとおりである。

現在開発されている情報化システムは、それぞれの業務の効率化、合理化を目的に開発されたものであり、局所的な最適化にとどまっており、システム相互の連携化は部分的にしか行われていないことが判明した。これは、土木部門における次のような要因によるところが大きいと考えられる。

- ・工事の各業務段階において参画者が異なり、異なる組織間での連携がとりにくい
- ・土木工事における生産活動は、基本的には一品生産であるため、標準化しにくい

表－3.2 システム連携化内容の整理

業務段階	①測量自動化システム	②土量管理支援システム	③設計・積算合理化	④工事監督支援システム	⑤土量管理一貫システム	⑥情報化施工システム
①企画						
②調査・計画	●				●	●
③設計			●		●	●
④積算			●			
⑤発注・契約						
⑥施工	●	●	●	●		●
⑦施工管理		●		●	●	
⑧検査					●	
⑨維持管理					●	

3.4 現状における問題点

電子化情報の連携化について、体制、システム開発環境、データ規格、システム開発方針、情報化の理論の各項目の現状の問題点を検討した。

①体制に係わる主な問題点

- ・発注者におけるシステム仕様、データ規格の統一化とオーソライズ化を図る体制がない
- ・データの受け渡しは官民の間で行われるが、官民の協力体制、検討が行われていない
- ・標準化を進めるために関係者の意識改革が必要であるが、その方法論が十分検討されていない
- ・組織間での技術レベルの差が大きい
- ・標準化を進める上で、現状の書類の簡素化が必要
- ・組織間の手続きのルールの変更

②システム開発環境に係わる主な問題点

- ・従来の情報化システムは、メーカー主導であったため、システム環境の互換性がなく連携化に限界があった
- ・情報化システムを規格化した場合、これまで蓄積されたソフトウェアやデータが使用できなくなる問題がある
- ・現在、飛躍的に情報処理技術の革新によるネットワーク化の進展から、データの互換性の問題は過去のものとなりつつあり、システム開発環境の問題は少なくなっている。

③データの規格化に係わる主な問題点

- ・データの規格化は、必要最小限考慮すべき事項であるが、データ収集項目、データフォーマット、コード体系、発注者へ提出する成果品の統一化が行われていない。この部分が組織間の連携化を図る上で大きな問題となっている。

④システム開発方針に係わる主な問題点

- ・システム開発方針では、情報連携化に対する効果の予測手法、業務発注におけるコンセンサス（例えば、情報連携化に対応した仕様書の見直し、業務連携化、標準化の推進）、システム開発の費用便益等が確立していない、官民の研究開発体制がない等の問題がある。

⑤情報化理論に係わる主な問題点

- ・情報化の理論では、情報連携化の目的、目標（段階的な目標と最終目標）が不明確である、連携化計画の一連のプロセスや情報連携化の対象範囲が不明確である、情報連携化の実際の業務における位置づけやメリットが不明確である等、情報連携化を進める理論的根拠が明確でない。

システム化の阻害要因を上記5つに分類して抽出したが、個々の要因は独立したものではなく、複雑に錯綜している。システム連携化の阻害している全体の関連図を描くと、図-6.3.1に示しておりである。同図より、最も根底にある阻害要因は、情報化理論に起因する課題であり、この次にくるのが体制に起因する課題である。

このうち、情報化理論に関する要因は、土工情報化システムの範疇を越えたあらゆるジャンルの情報化システムの共通の課題といえる。現状では情報化理論は、システム連携化による目標と連携化されたメリットが明確となっていないことが、根本的問題といえる。

システムの開発方針やシステム開発環境といった要点は、どちらかといえば純技術的な阻害要因であり、連携化する環境（標準化、オーソライズ化）さえ整えば、それほど大きな阻害要因とはならず、現在の情報処理技術を活用すれば解決可能な問題である。

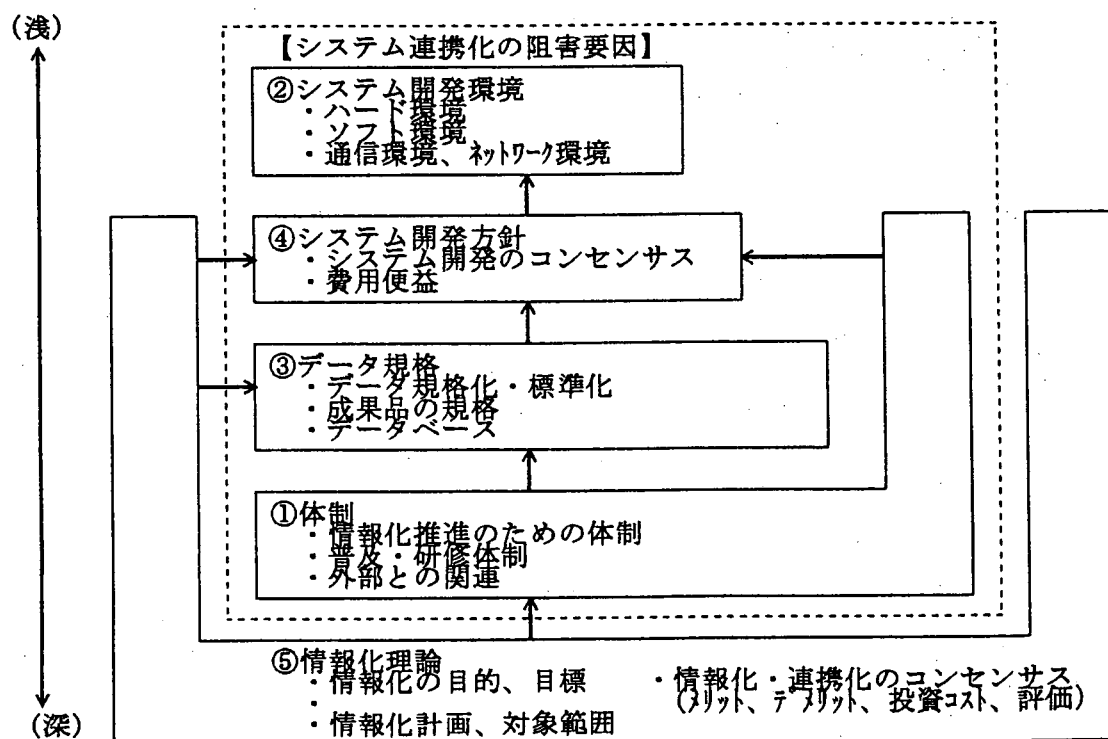


図-3.1 システムの連携化の課題整理

4 土工事における情報システムの全体像（将来目標）

4.1 情報化システムの全体像の構築

将来の土工情報システムの全体像を整理する上で、以下のことを基本方針とすることにした。

- ①調査から維持管理までの一貫した情報連携化を目標とする
- ②調査から維持管理にいたるまでの各業務段階において、各業務の参画者と情報処理内容を明らかにする
- ③組織間、業務段階間での情報の連携化を明らかにする
- ④組織間、業務段階間での情報連携化に加えて、システム間関連が必要となる箇所を明らかにする
- ⑤現状の要素技術に加えて、将来の情報収集技術、通信技術、情報処理技術の開発をにらんだシステムとする
- ⑥将来の施工自動化、ロボット化技術の開発、及びプレハブ化技術の開発をにらんだシステムとする

以上の結果を受けて、土工情報システムの全体像を業務の流れに沿って、必要となる要素技術ならびに関連する参画者を取り込んで、全体像（将来目標）を描くと図-6.4.1のとおりである。

将来の土工情報システムの全体像

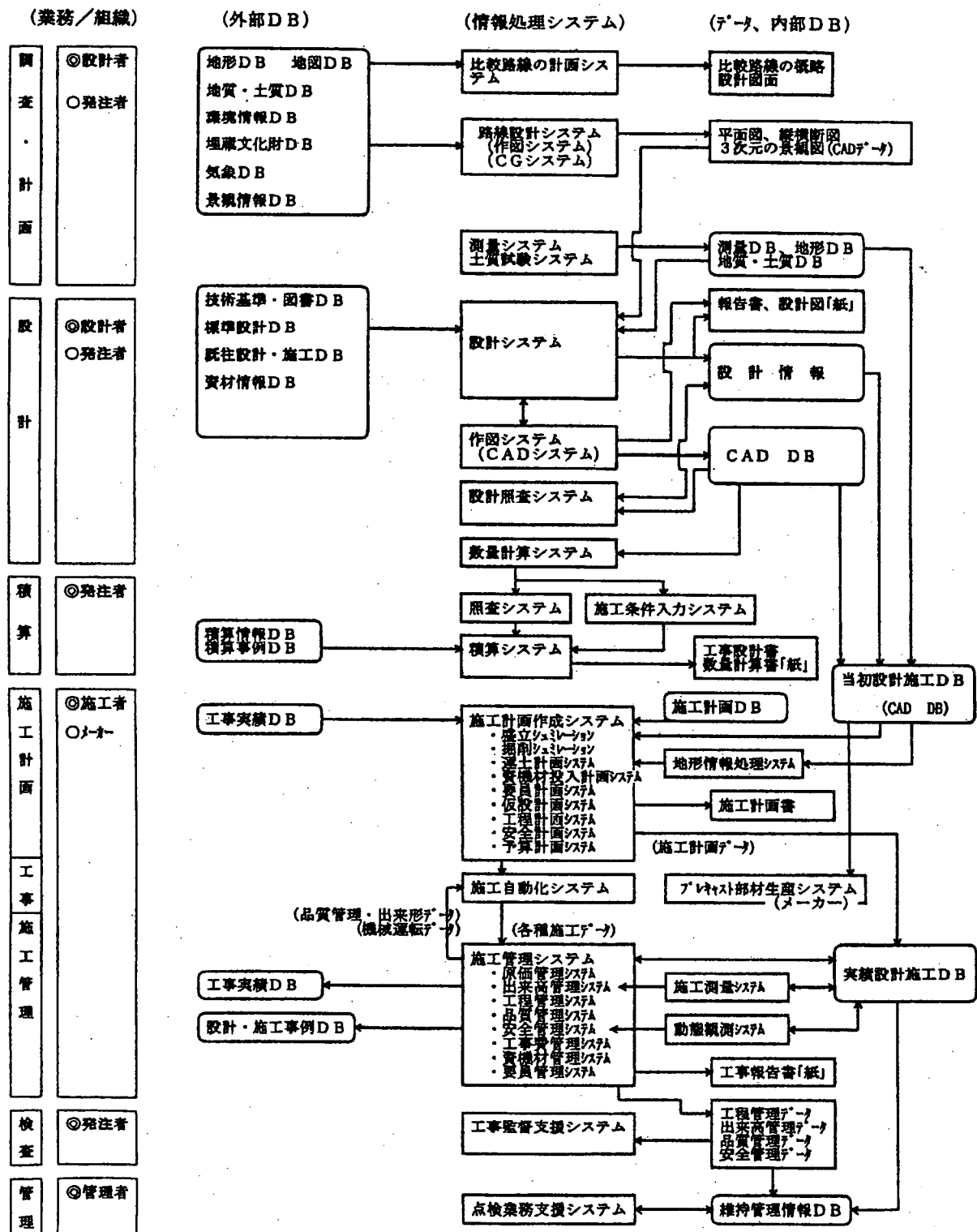


図-4.1 将来の土工情報システムの全体像

4.2 各業務に必要な情報システム

大規模土工事に必要となる情報化システムについて、各事業段階で整理すると以下のようになる。

表-4.1 大規模土工を構成する情報システム

事業段階		処理システム	データベース
①調査・計画		・土質試験システム ・各種測量システム	・土質データベース ・測量データベース ・地形データベース
②設計		・設計システム ・作図システム (CAD) ・設計照査システム	・設計事例データベース ・技術図書データベース ・CADデータベース
③積算		・数量計算システム ・数量照査システム ・施工条件入力システム ・積算システム	・積算情報データベース
④施 工	施工計画	・地形情報処理システム ・盛立シミュレーション ・掘削シミュレーション ・運土計画等各種計画作成システム	・工事実績データベース ・施工計画データベース
	施工管理	・施工測量システム ・動態観測システム ・資機材管理システム ・原価管理システム ・工程管理システム ・出来形管理システム ・品質管理システム ・安全管理システム ・工事監督支援システム	・工事実績データベース

4.3 システム間で引き渡す情報

(1) システム相互間の整理

システム全体像における各業務段階の情報システムの位置づけから、事業段階に沿った形でシステム相互に関連する内容を出力側システム、データベースまたはデータ、入力側システムとに分けて整理すると表-4.2のとおりである。

表-4.2 システム相互間の関係

事業段階	出力側システム	データベース	入力側システム
①調査・計画	・土質試験システム ・各種測量システム	・地質・土質DB ・測量DB ・地形DB	
②設計	・設計システム ・作図システム	・設計事例DB ・技術図書例DB ・資材(ブレイク等) ・CAD DB	・設計システム ・作図システム ・設計照査システム
③積算	・数量計算システム ・照査システム ・施工条件入力システム	・積算情報DB	・数量計算システム ・数量照査システム ・施工条件入力システム ・積算システム
④ 施工	施工計画	・CAD DB ・施工計画作成システム ・地形情報処理システム ・工事実績DB ・施工計画DB	・地形情報処理システム ・施工計画作成システム
	施工管理	・設計・施工DB ・設計・施工DB ・設計・施工DB	・動態観測システム ・安全管理システム ・施工測量システム ・出来形管理システム ・資機材管理システム ・原価管理システム ・工程管理システム ・品質管理システム ・工事監督支援システム

(2) 同一組織内のサブシステム間で引き渡されるデータ項目の整理

表-4.2の内、同一組織内のサブシステムの間で引き渡されるデータ項目を整理すると、表-4.3のとおりである。

表-4.3 同一組織内のサブシステム間で引き渡すデータ項目の概略

使用者	出力側システム	入力側システム	引き渡すデータ項目
設計者	設計システム	作図システム	作図条件、設計データ
	作図システム	設計システム	図面データ
発注者	数量照査システム	施工条件入力システム	数量データ
	施工条件入力システム	積算システム	数量データ+設計条件
施工者	地形情報処理システム	施工計画作成システム	標高データ
	施工測量システム	出来形管理システム	座標データ
	動態観測システム	安全管理システム	動態観測データ

(3) 異なる組織間のサブシステム間で引き渡されるデータ項目の整理

異なる組織間のサブシステム間で引き渡されるデータ項目の整理に先だって、異なる組織間でのシステム連携化を改めて整理すると次のとおりである。

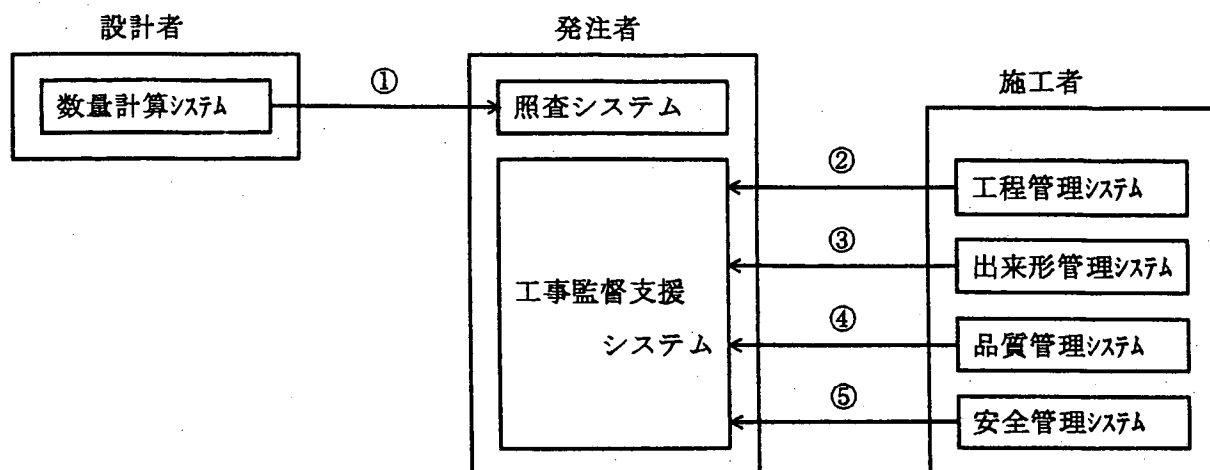


図-4.2 異なる組織間のシステムが連携を必要とするサブシステム間の関係

上図に示す①～⑤における引き渡す必要のあるデータ項目を以下に示す。

①「数量計算システム」⇒「照査システム」

土工事における数量計算において、設計者から発注者に引き渡す主たるデータは以下のとおりである。

・掘削	.....	流用土量	.....	・盛土	.....	流用土量
	.....	発生土量	.....		.....	発生土量
	.....	捨土量	.....		.....	購入土量
・床堀	.....	現地掘削土量	.....		.....	採取土量
	.....	仮置掘削土量	.....	・埋戻	.....	現地埋戻土量
・作業残土処理	.....	発生土量	.....		.....	運搬埋戻土量
	.....	捨土量	.....			

②「工程管理システム」⇒「工事監督支援システム」

工程管理システムでは、施工者が提示した内容で発注者側の監督職員が、工程の進捗状況が把握できるようになっていなければならない。工程管理システムのアウトプットとして発注者へ提出すべきデータ項目は、以下の通りである。

○工程表	.....	・工種
	.....	・種別
	.....	・細別
	.....	・単位
	.....	・数量
	.....	・期間
○総合工程	.....	・出来高率

③「品質管理システム」⇒「工事監督支援システム」

品質管理においては、施工者が発注者に提出すべき内容は品質管理図表であり、その内容は」

ISで規格されている。

○工程能力図・表	・測点 ・設計値 ・規定値 ・規格値
○ $\bar{x}$ -R _m -R _s 管理図表	・測点 ・設計値 ・規定値 ・規格値

○ $\bar{x}$ -R管理図・表	・測点 ・設計値 ・規定値 ・規格値
○ヒストグラム	・度数
○工事材料検査表	・品目 ・検査年月日 ・規格 ・搬入数量

④「出来形管理システム」⇒「工事監督システム」

安全管理システムから工事監督支援システムに受け渡すデータとしては、大きく次の2つ区分される。

○安全記録関係	・安全巡視日誌に記載すべきデータ項目 ・定期点検表に記載すべきデータ項目
---------	---

○事故に関するデータ

事故に関するデータは、今後の安全管理の向上の必要性から、建設省でも取り上げており、既に平成6年度から事故データベースの整備に取りかかっている。また、工事实績情報（直轄工事分のみ）においても、以下のような事故に関連したデータを収集している。

・事故等件数 ・事故等の種類 ・被災程度と数	- 負傷者数 - 死亡者数	- 軽傷者数（人） - 重傷者数（人）	（8日間以上休業）
・事故の区分	（公衆損害事故／工事関係者事故）		

4.4 共有すべきデータベース

データベースの目的は、データの共有化・一元化であり、特定の処理システムと1対1で対応するものではない。すなわち、1つのデータベースは、複数の処理システムのデータ入力源として対応することで、データ入力を効率化するものである。

土工情報システムの全体像の中には、幾つかのデータベースが必要であると考えられるが、その中でも組織を越えて同じデータを利用することで効率化が図られるものは、共有データベースとして整備する必要がある。必要と考えられるデータベースを以下に示す。

表-4.4 土工情報システムに必要なデータベース

業務段階	データベースの種類
調査・計画	・地形・地図データベース ・土地利用データベース ・環境・災害情報データベース ・埋蔵文化財データベース ・気象データベース ・景観情報データベース ・測量データベース ・土質・地質データベース
設計	・技術基準・技術図書データベース ・標準設計データベース ・既往設計・施工データベース ・資材情報（プレイスト等）データベース ・CADデータベース
積算	・積算情報データベース ・積算事例データベース
発注	・工事实績データベース
施工	・CADデータベース ・設計・施工データベース
維持管理	・維持管理データベース ・構造物診断データベース

主なデータベースについて以下に示す。

①地形データベース

計画、設計、施工段階において基礎情報となる地形情報は、そのデジタル化に膨大な費用と時間を要するのが現状である。また、地形情報はプロジェクトの初期から最終段階まで一貫して使用するデータの一つである。このデータベースを整備すれば、プロジェクト全体にわたるCAD化（ビジュアル化）促進と、このためのデータ処理の大幅な効率化が可能となる。ただし、地形データはプロジェクトの規模により、すでに数値化された国土地理院のデータをそのまま使用できる場合と、より細かい精度のデータを必要とする場合が出てくる。

②土質データベース

ボーリングデータについては、すでに（財）日本建設情報総合センターが作成したフォーマットによって、成果品として発注者側に提出し、上記センターでデータベース化している。土質データ、地質データは、当該プロジェクトの工事でも基礎情報となり、調査、計画、設計、施工計画立案時等で大いに使用されるデータである。

③CADデータベース

設計情報としてのCADデータを、設計者から発注者を介して施工者に提供することで、施工者側で施工計画の初期段階での労力の軽減が期待できる。また、設計変更が生じた場合に、データベース化しておけば必要な箇所のみをシステマテックに変更が可能となる。

④工事实績データベース

このデータベースは、施工者側が施工計画立案時における類似工事の検索のために整備するも

のと、発注者が入札・契約制度の一層の透明性の確保のために整備しているものがある。

⑤設計・施工データベース

このデータベースは、施工者が施工における施工計画、施工管理のデータを一括して収納し、施工計画システム、施工管理システムの入力データとして活用するものである。このデータベースには、設計CADデータベース、地形データベース、測量データベース等を基に、施工計画データ、施工管理データが逐次収納される。

⑥維持管理データベース

このデータベースは、設計・施工データベースより維持管理に必要とする箇所が引き継がれ、さらに、維持管理段階のデータが逐次収納され、補修、更新計画に活用される。また、災害復旧においても、迅速な検索が可能となる。

5 情報連携手法の検討

5.1 各組織における情報連携化のあり方

(1) 発注者側のシステム連携化のあり方

発注者は、事業主体として企画、調査・計画、設計、施工、維持管理の各段階において係わりを持ち、また各段階で発生する情報のほとんどが集まることになる。このため、発注者は自らが行う業務のための他に、各業務段階に係わる情報を連携化するためにデータを整理・構築して、外部組織（測量業者、設計者、施工者）との情報連携に応じていくことが必要となる。

発注者における土工情報システムの連携の関係を図-5.1に示す。土工情報システムとして考えられるデータの利用形態も組織内でクローズするものと、外部との円滑な情報交換の手段として位置づけるものがある。

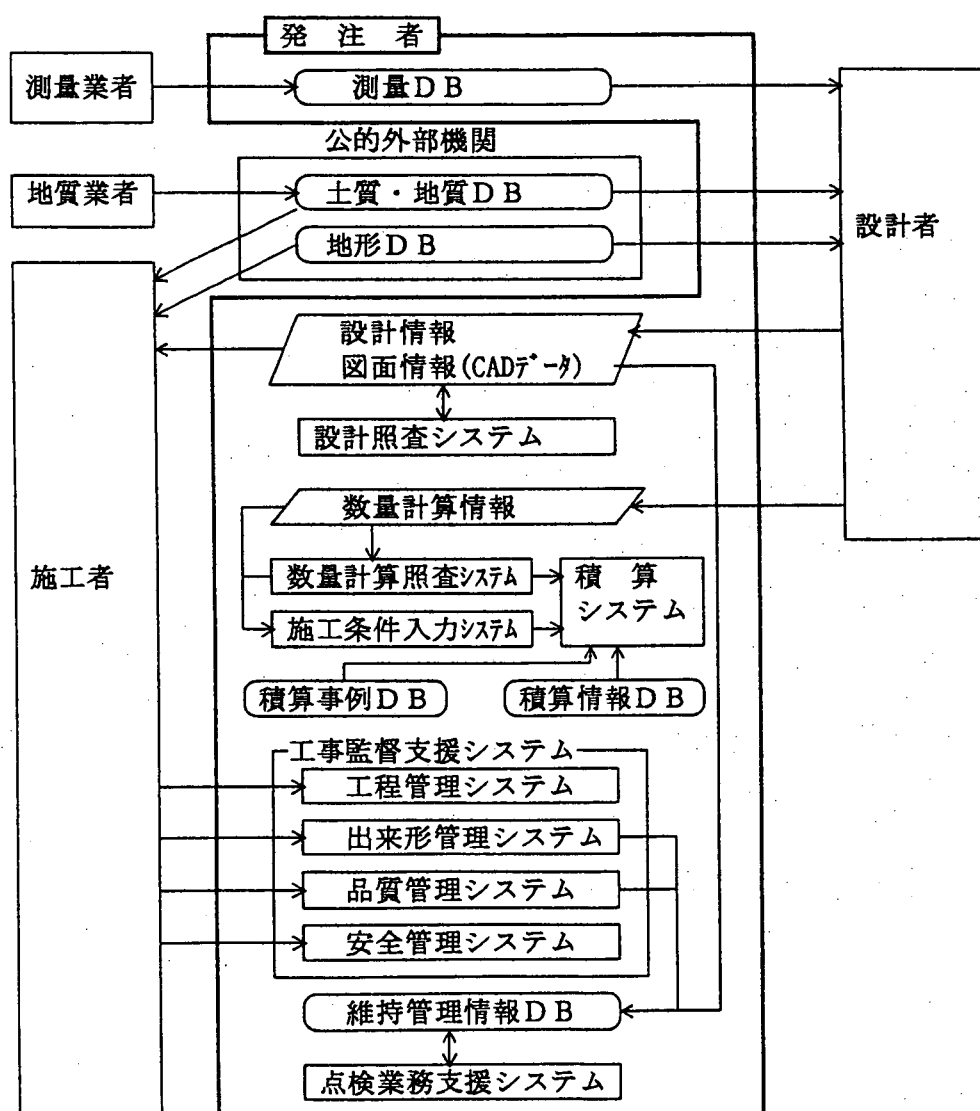


図-5.1 発注者における土工情報システム連携の関係

発注者側における情報連携化のメリットは、外部関係機関との情報交換を図ることにより、事

業進捗の効率化が図れる点にある。組織の内部的には、設計数量と積算システムをリンクさせることより、設計変更等への対応が速やかに図られるほか、CADシステムの導入により、設計図面の照査も効率的に行える。また、工事が竣工した後の維持管理段階では、設計情報や施工中の品質管理情報等をデジタル化した形態で保管しておけば、防災面や災害復旧時に有用なデータを迅速に提供することができる。

(2) 設計者側のシステム連携化のあり方

設計者であるコンサルタントにおいては、発注者の技術的パートナーとなって各種業務を遂行することから、基本的には上記(1)に示す発注者と同じデータベースを保持することが望ましい。特に、設計業務のCAD化が進行しつつある状況の中で、CADデータベースは地形情報を基にしたCGを用いたパーツ作りや、他のデータ(地質データ等)と組み合わせた解析業務に大きな力を発揮するものと考えられる。また、CADデータベース、数量情報は、設計変更に伴う作業の効率化に大きく寄与するものと考えられる。

設計者側で行う設計情報、図面情報のデジタル化、データベース化は、後に施工者に引き渡されて施工計画や施工管理の入力データとして活用されることから、全体の土工情報システムの重要なポイントとなる。

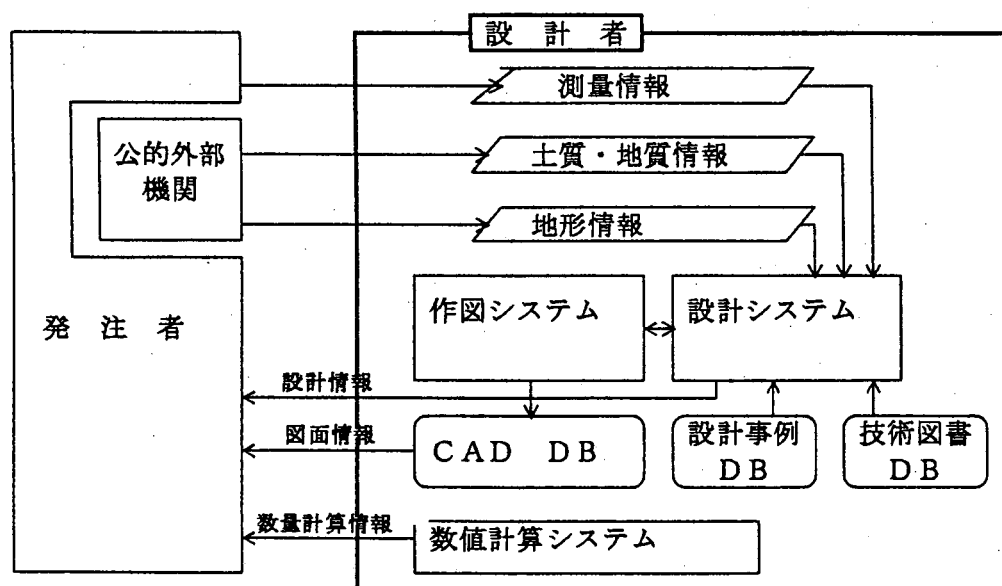


図-5.2 設計者における土工情報システム連携の関係

(3) 施工者側のシステム連携化のあり方

施工者は、個々の現場によって必要とするシステムや情報が異なることから、汎用性を持たせたシステムの連携化というものの確立は困難であるが、大規模土工においては膨大な量のデータを処理する必要があることから、システムを連携化させる意義は非常に大きい。連携化されることによって、作業の効率化、ミスの低減等、工事全体の省力化と品質の確保、全体コストの低減

に資することになる。

施工期間中は、施工計画支援システム、施工管理支援システムの中の数多くサブシステムを用いて情報を処理することから、組織内でのサブシステムの連携化が重要となってくる。また、地形情報、設計図面等のデータは発注者からデジタル情報として提供を受けることで、設計・施工データベース構築の初期段階の労力が大幅に軽減される。さらに、施工管理においては、発注者側の工事監督支援システムと連携することで、施工管理が迅速かつ円滑に行うことが可能となる。

将来的には、施工の自動化、ロボットがなされた場合には、連携化されたデジタル情報は、これらの施工機械を運用するデータとして大きく寄与すると考えられる。

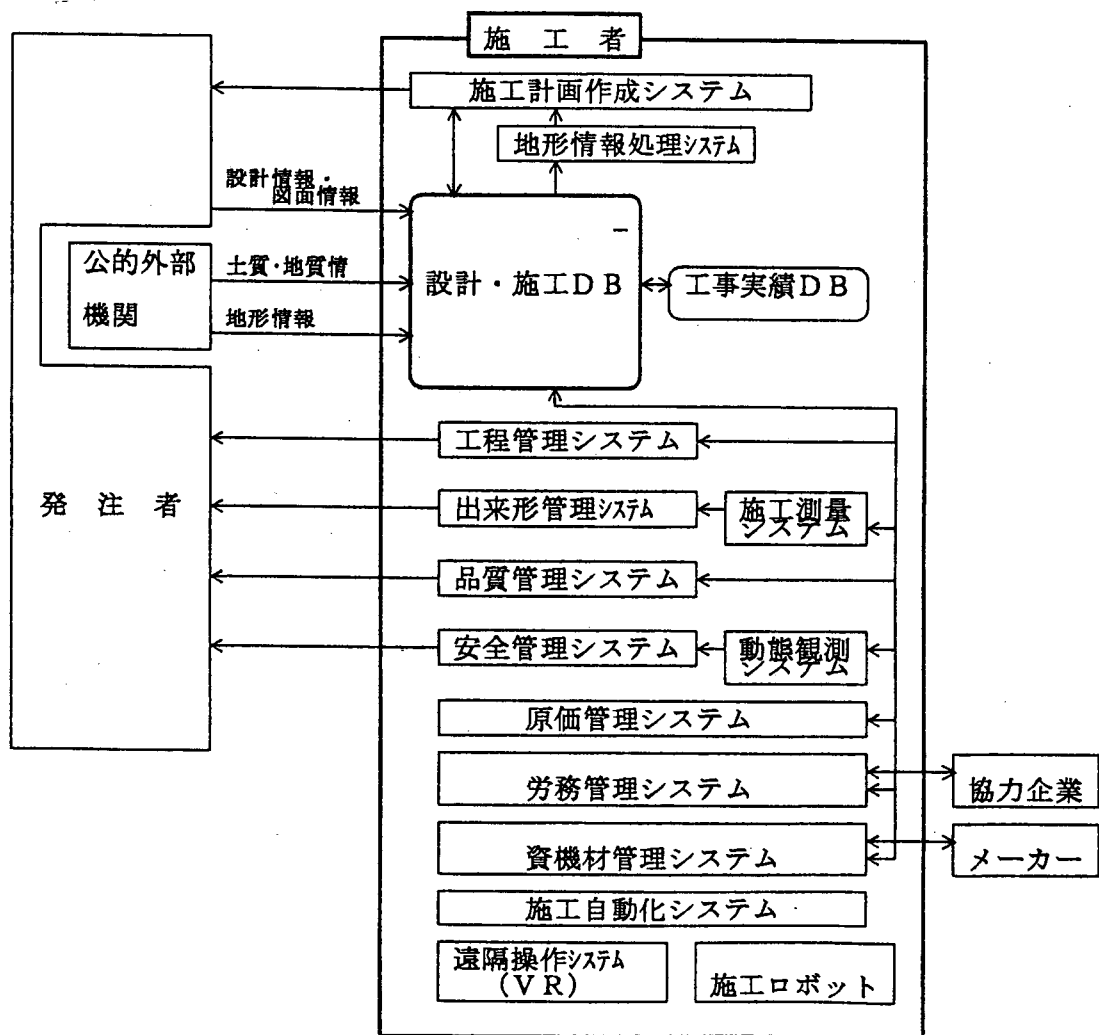


図-5.3 施工者における土工情報システムの連携関係

5.2 組織間における連携化手法の検討

異なる組織間における情報連携化は、規格化されたデータの受け渡しとなることを前提に、プロジェクトの一連の事業段階ならびに事業段階間におけるデータの受け渡し方法について検討し

た。また、データの受け渡しに伴い、各組織で有する情報化システムで考慮すべきシステム機能（特にデータ入出力機能）を抽出し、連携化に適したシステム環境の設定方法を整理した。

(1) 土工における組織間のデータの流れ

土工事の調査・計画、設計、積算、施工、管理といった各事業段階における組織間での主要なデータの流れは概ね以下のとおりである。

表-5.1 土工プロジェクトにおける組織間の主要なデータの流れ

段階	発注者	設計者	施工者
企画			
調査・計画	地質情報 地形情報	地質情報 地質業者 地形情報 測量業者	
設計	図面情報 設計情報 数量情報 数量情報 積算情報	図面情報 設計情報 コンサルタント 数量情報 数量情報 コンサルタント	
施工	施工計画情報 施工管理情報 工程、出来形 品質、安全		施工計画情報 施工管理情報 工程、出来形 品質、安全
管理	維持管理情報		

(2) 事業段階ならびに事業段階間のデータの受け渡し方法

各事業段階ならびに事業段階間において、異なる組織間でデータの受け渡しが発生するのは、表-5.1のとおりである。現状では、これらのデータの受け渡しは、報告書や図面といった紙ベースのアナログ情報となっている。

異なる組織間でのデータの受け渡し手段としては、連携化の度合いによって、レベルの低いものから高いものまで以下の5通りの方法が考えられる。。

- ①「紙」レベルの情報連携 (図面、報告書等)
- ②「音声」レベルの情報連携 (電話、打ち合わせ等)
- ③オフライン (デジタル情報) (FDやMOの受け渡し)
- ④オンライン (デジタル情報) (電話回線等の通信技術を用いたデジタル情報伝達)
- ⑤データベースによる情報を一元化した連携

上記の5つのデータ受け渡し方法の利害特質を整理した結果を表-5.2に示す。この表より理想的な方法は④オンライン (デジタル情報) 及び⑤データベースによる情報を一元化した連携であるが、現実的な方法としては③オフライン (デジタル情報) によるデータ受け渡しがあげられる。ただし、FD等を媒体としたオフラインによるデータ受け渡しでは、受け取った側（一般

に発注者)でのデータの照査を行うためのチェックシステムを別途用意しておく必要がある。また、デジタル情報には法的証拠能力がないといった問題もある。

従って、現実的な案としては、必要最低限の紙ベースの情報とデジタル情報(FDやMO等)でのデータ受け渡しが望ましいといえる。

なお、同一組織内でのデータベースの受け渡しについては、デジタル情報をベースにしてデータの一元化を確立するために、データベースを中核としたシステム整備が望ましい。

表-5.2 情報連携化の手段の比較

比較項目		低 ← (情報連携化のレベル) → 高				
		① 「紙」レベル	② 「音声」レベル	③ 電子化情報の オフライン	④ 電子化情報の オンライン	⑤ DBの一元化 ・共有化
情報連携の イメージ	→: オンライン					
	--->: オフライン					
情報の形態		・各種図面 ・各種報告書	・音声	・FD ・MO ・CMT	・ネットワーク上の デジタル情報	・ネットワーク上の デジタル情報
必要となる インフラ		・ファクシミリ	・電話	・コンピュータ ・各種ソフトウェア	・通信ネットワーク ・コンピュータ ・各種ソフトウェア	・通信ネットワーク ・DBMS ・コンピュータ
情報連携の 評価	情報伝達 の迅速性	×	△	△	○	○
	情報伝達 の正確性	△	×	○	○	○
	情報の 画一性	△	×	○	○	◎
備 考		・現状の情報レベル		・短期的 ターゲット	・中期的 ターゲット	・長期的 ターゲット

(3) 受け渡すデータの種類による考慮すべき事項

異なる組織間でデジタル情報を受け渡しする場合、データの規格化(フォーマットの統一や同一コードの使用)が大前提となる。ここでは、受け渡すデータの種類を次の2通りに分類することを前提に、各々の場合について、各組織で有するサブシステムで考慮すべきシステム機能を抽出する。

- ・受け渡すデータの種類
 - 文字情報
 - 図面情報(ラスター情報、ベクトル情報)

1) 文字・数値情報

文字・数値情報を受け渡す場合には、データフォーマットを統一しておく必要がある。また、データ構造（データの並び）も統一しておけば、ある機関のサブシステムでの出力結果がそのまま別機関のサブシステムの入力データとすることも可能となる。仮に受け取ったデータの並びが異なっていたり、入力するシステム側で必要とするデータの並びや必要データの内容が異なっていたとしても、デジタル化されていれば、データの編集システムを介することで、比較的容易に受け取ったデータを再利用することが可能である。

上記は一般的な文字・数値情報に関してであるが、特に次の2項目については、連携化に当たっては、注意を要する。

①コードデータ

②漢字データ

コードデータについては、組織間で利用しているコードが異なると、そのままではデータを利用できないため、テーブル変換などの処理を介する必要がある。ただし、コード体系自体が異なっている場合には、1対1での変換が困難な場合もあり、事前にデータフォーマットの統一と合わせて、コード体系の標準化を図っておく必要がある。

一方漢字データについては、使用するプログラムによって、デジタル化された場合に違いが生じる可能性があるが、比較的に普及しているソフトを使用した漢字データであれば、漢字データ変換ソフト等も存在するため、それほど大きな問題にならない。ただし、次の2点についてはデータ変換ができないケースが多く、使用しないことを前提とすべきである。

- ・半角漢字

- ・外字（ユーザーが自由に登録できる漢字データ）

外字に該当するもので、かつ比較的使用頻度の高いと予想されるものが、各種の単位記号であり、これらについてはコード化して対応するか、あるいはデータ軒各課の際に使用ルール（フォーマットの中で明記）を予め決めておく以外に対応方法はない。

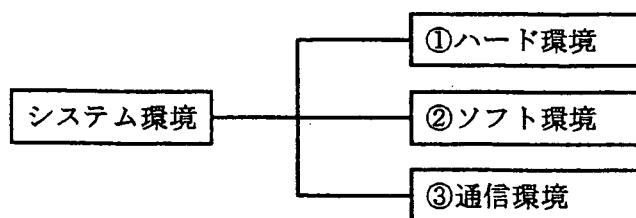
2) 図面情報

図面情報には、ラスタ情報とベクトル情報とがあるが、異なる組織間でデータの受け渡しを行う場合には、図面データの処理加工が可能な数値化されたデータであるベクトル情報を基本とすべきである。また、図面情報を構成する線や寸法、さらには文字情報については、使用するCADソフト等に依存している部分が大きいいため、できれば各組織で使用するCADは統一されている方が望ましい。

(4) 連携化に適したシステム環境の設定方法

異なる組織間の連携化に必要なシステム環境は、次の3つに大別できる。ここでは、(2)で整理したように現状の制約条件の中で最も実現性の高い案としてデジタル情報のオフラインによるデータの受け渡し方法と将来の理想案としてのオンラインによる方法とに分けてシステム環

境の設定方法について整理する。



図一5.4 連携化したシステム環境

1) オフラインによる連携化の場合

オフラインによるデジタル情報の受け渡しを前提に連携化を考えるために、ここでは③の通信環境については検討対象外とする。

(a) ハード環境

ハード環境を考慮する上で、その前提条件となるのが受け渡すデータの格納媒体であるが、現時点ではFDが最も普及しているために、それを前提とする。ただし、FDで格納できるデータ量が1MB程度であり、それを超える大量データの格納には向かない。そのような場合には、磁気テープやMO（光ディスク）等の大容量データが格納可能な媒体が望まれるが、一般的にはパソコンの場合はMO、EWSの場合はMOまたはCMT（カセットMT）であろう。

ハード環境としては、パソコンかEWSを主体にしたものが、現時点では最も妥当であるといえる。ただし、地形データのような大容量のデータを取り扱う場合においては、MOかCMTが必要である。

以上のことから、必要となるハード環境としては、最低限以下の機能を有していることが望ましい。

- ・ コンピューター本体 パソコンまたはEWS（エンジニアリング・ワークステーション）
- ・ FDドライブが標準装備
- ・ 光磁気ディスク（MO）またはCMTの増設が可能であること
- ・ ハードディスクの増設が可能であること

(b) ソフト環境

ソフト環境については、基本的に受け取ったデジタル化されたデータが扱えばよく、こうでなければならないといった事項は少ないが、市販ソフトを扱う場合には、無料ソフト等を使用するのではなく、出荷実績の多い標準的なシステムを使用すべきである。無料ソフトを利用した場合には、ウィルス等に感染する恐れがあり、FDを媒体として、データを作成した組織から受け取った組織へウィルスが蔓延するといった事態が生じる可能性がある。

受け取ったデータの内容を照査するといった観点からいうと、データを可視化するためのツール（ソフト）が必要であり、そうすることによって異常データ等のミスを容易に発見することを可能とすることができる。

2) オンラインによる連携化の場合

(a)ハード環境

異なる組織間がオンライン接続可能とした場合には、データ受け渡し用の媒体（FD等）が不要となる。各組織で必要となる環境については、特にオフラインの場合と変わらない。なお、オフラインに必要となる各種通信機器（ルータ等）については別途用意する必要がある。

(b)ソフト環境

各組織が保有すべき各種処理システムを円滑に稼働させるための環境が必要なことは、オフラインの場合と同様である。これに加えてオンライン接続する場合には、データをオンライン転送するためのソフトや相手先と文字コードの違いによる変換ソフトも用意しておく必要がある。また、別組織のデータベースをオンラインでダイレクトに参照する場合には、データベース運用管理ソフト（RDBMS）等の組織間での統一を図る必要がある。RDBMSの統一が難しい場合には、データ転送用ツールを利用したデータのダウンロード化もしくは、データベース全体の変換ツールが必要となる。

オンライン接続した場合に、最も留意すべき点はセキュリティ対策である。即ち、いずれかの形で外部からアクセスが生じることになるから、各組織における機密保護の観点から各種のアクセス制限等を十分考慮しておく必要がある。

(c)通信環境

異なる組織間をオンライン接続した場合に最も大きな課題となるのが、通信環境である。今後の情報処理技術の趨勢としては、標準的な規約等に基づいたオープンなシステム環境に移行していくことが予測される。次のような点は統一化しておかないと、実際にはオンライン接続できないこととなる。

- ・通信プロトコルの統一化（データ通信を行う上での規約）
- ・通信媒体

通信プロトコルについては、現時点では事実上の世界標準となっているTCP/IPを必然的に使うことになり、また通信媒体としては、当面公衆回線（ISDN：64K～1.5M）の利用以外は選択の余地はないものと考えられる。

なお、通信環境面における必要なハードとしては、ISDN用の機器やルータ等の接続機器である。

6 土工情報システム連携化による改善効果

6.1 組織毎の業務改善内容

ここでは、各業務における情報システムの位置づけを明確にし、従来の業務がどのように変化し、業務の高度化あるいは効率化に寄与するのかを明らかにする。なお、整理にあたっては、発注者、設計者、施工者、メーカーといったそれぞれの組織毎に行うことにした。

(1) 発注者

1) 調査

コンサルタントが電子化・標準化された地形情報、土質情報、測量情報を利用可能となることで、以下の効果が期待できる。

- ・調査業務の効率化・低減化（コンサルタントにおけるデータ再作成作業の省力化による）
- ・調査成果の品質確保（コンサルタントにおけるデータ再作成におけるミス減少による）
- ・コンサルタントにおける情報化促進のインセンティブの創出

2) 計画

地形DB、CADDDB等を利用してCGを用いることで以下の効果が期待できる。

- ・プレゼンテーションの高度化

3) 設計

設計者が電子化された地形情報が利用可能となることで以下の効果が期待できる。

- ・設計業務の効率化
- ・設計業務の精度向上

CADデータを成果として受け取ることで以下の効果が期待できる。

- ・設計成果のチェックの照査の確実化、効率化
- ・他のシステムとの連携させることにより、CGとの組み合わせによる各種シミュレーションの実施が容易になる他、構造設計以外の要素の設計成果の評価支援が可能
- ・図面保管スペースの削減

プレハブ製品等の資材DB等を用いることで以下のことが効果できる。

- ・プレハブ製品利用を前提とした設計が容易

4) 積算

設計者からデジタル化された数量情報を受け取ることで以下の効果が期待できる。

- ・数量計算における違算チェックの適正化、効率化
- ・積算業務の簡素化・省力化
- ・設計変更時の対応の迅速化

過去の積算実績データベースを活用することで以下の効果が期待できる。

- ・類似事例を取り込むことによる積算業務の省力化・効率化
- ・初心者に対する積算支援

5) 施工

施工者からデジタル化された施工管理情報を受け取ることで以下の効果が期待できる。

- ・ 施工管理レベルの標準化、施工管理業務の高度化
- ・ 工事監督業務の簡素化（異常値等の発見が容易になる）
- ・ 書類保管スペースの削減

6) 維持管理

維持管理情報をデータベース化することで以下の効果が期待できる。

- ・ 資料保管スペースの削減
- ・ 必要資料の検索の迅速化（特に、災害や応急復旧時に必要）
- ・ 保全情報の履歴に基づく管理業務の高度化

計測機器や電子スチルカメラを用いた点検業務を自動化することで以下の効果が期待できる。

- ・ 点検業務の省力化・高度化（日報作成等の簡素化）
- ・ 点検担当職員の安全の確保

(2) 設計者

1) 調査・計画

発注者からデジタル化された地形、土質、測量情報を受け取ることで以下の効果が期待できる。

- ・ 調査業務の入力作業における大幅な省力化
- ・ データ再作成に伴うデータの作成ミス等の排除による調査精度の確保

測量の高度測量技術を用いることで以下の効果が期待できる。

- ・ 高度測量技術を活用した測量の省力化

2) 設計

地形情報等を連携化を図ることで以下の効果が期待できる。

- ・ 設計情報の入力作業における大幅な省力化
- ・ データ再作成に伴うデータの作成ミス等の排除による設計精度の確保

CADシステムを導入することで以下の効果が期待できる。

- ・ 作図作業の大幅な省力化
- ・ 成果品の品質向上
- ・ 単純な図面作成作業からの解放

数量計算結果をデジタル化することで以下の効果が期待できる。

- ・ 膨大なペーパー量の削減
- ・ 社内照査のレベルアップ

外部技術情報DB等を用いることで以下の効果が期待できる。

- ・ 設計業務の効率化

(3) 施工者

1) 施工

発注者からデジタル化された設計情報を受け取ることで以下の効果が期待できる。

- ・設計情報の照査の簡素化
- ・施工計画書作成の時間短縮、省人化
- ・施工計画書作成のシステム化の促進

デジタル化された施工管理情報の連携を図ることで以下の効果が期待できる。

- ・現場管理業務の省力化ならびに精度向上
- ・現場管理業務の省力化ならびに精度向上
- ・管理レベルが標準化されることによる若手技術者の活用
- ・建設労働者不足への対応
- ・現場管理業務のイメージアップ

計測機器やコンピューターによる観測業務の自動化・システム化を図ることで以下の効果が期待できる。

- ・現場観測業務の省力化ならびに精度向上
- ・遠隔監視可能とすることによる安全確保
- ・各種の書類作成の効率化

I C等を活用した現場管理業務のシステム化を図ることで以下の効果が期待できる。

- ・現場管理業務の省力化
- ・現場管理業務業務の正確化および信頼性の向上

関連企業との情報交換のネットワーク化を図ることにより以下の効果が期待できる。

- ・各種取引事務の効率化
- ・資材、労働力等の確保の合理化

以上のように、各組織、各業務において、多数の業務改善が可能であると判断される。業務の改善効果は概ね次のようにまとめられる。

- ・省人化 (業務の効率化、時間の短縮、省力化等を含む)
- ・高度化 (単純労働作業からの解放、判断の高度化、業務の均質化、構造物の品質確保、人為的ミスの削減等を含む)
- ・省スペース化 (ペーパーレス、保管スペースの削減)
- ・イメージアップ
- ・データ検索の効率化
- ・作業安全の向上

6.2 省人化、高度化の具体的効果

ここでは、情報化システムの効果を「省人化」と「高度化」の2つの視点からとらえて、各々の視点から効果をまとめることにする。

(1) 省人化の効果検討

一般に、情報化の推進によって省人化の効果が期待できるのは、次の2つの場面である。

1) 人手による作業をコンピューターを用いて機械化する場合

従来、人手に頼っていた作業内容を標準化あるいは提携化して、コンピューターを用いて処理することにより、当該作業に係わっていた人手をゼロに近くする場合がこのケースに該当する。

ただし、部分的な情報化の場合は、人手によるオペレーションや各種の確認作業等が必要となる。

2) 情報を電子化する場合（データ入出力場面）

従来、「紙」情報を主体のアナログ情報であったものを電子化してデジタル情報に変換することによって、アナログ情報をデジタル情報に変換していた作業（あるいはその逆の作業）が必要となくなり、省人化に結びつくこととなる。特に、現状では、特定の組織内ではデジタル情報を用いても、各種の制度や慣習等が要因となって、別組織との間では全ての情報を「紙」で行うといった無駄な作業が生じている。

次に、省人化の効果について、各組織内でクローズした効果と、別組織間での効果があるといった視点から各事業段階毎に整理する。

①発注者

表-6.1 発注者における情報化施工の省人化効果

事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
調 査	・ 必要情報の収集時間の短縮	・ 調査委託先でのデータ再作成時間の短縮
設 計	・ 設計成果のチェックの機械化	・ 設計者側での地形データ等のデータ再作成時間の短縮
積 算	・ 積算事例参照による時間短縮 ・ 積算入力データ作成の時間削減	・ 設計変更時の設計者との情報交換の迅速化
施 工	・ 工事監督業務の簡素化	
管 理	・ 必要資料の検索時間の短縮 ・ 点検業務の省人化	

②設計者

表-6.2 設計者における情報化施工の省人化効果

事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
調 査	・ データ入力作業の大幅削減	
設 計	・ 設計情報の入力作業の大幅時間短縮 ・ 図面の再作成の時間短縮	・ 設計変更に伴う必要処理時間の短縮

③施工者

表-6.3 施工者における情報化施工の省人化効果

事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
施 工	・設計情報の照査時間の短縮 ・施工計画書作成の時間短縮 ・現場管理業務の簡素化 ・現場観測業務の時間短縮	・発注者への提出書類の効率化

(2) 高度化の効果検討

情報化における省人化効果とは一般に、情報化による高度化効果とは、次のような効果の総称としてとらえることができる。

①情報化による精度の向上

- ・人為的なミスの排除等により、計算精度が高まること
- ・計算結果の詳細なチェック等が可能となり、成果品の信頼性が高まること

②情報化により作業の標準化が図られること

- ・作業担当者の能力や資質によらず、一定の作業レベルが確保できること

③情報化により安全性の確保がより行われやすいこと

- ・人間に代わって機械が作業を行うことにより、安全の水準が高まること

④情報化により分かりやすい情報提供が行えること

- ・口頭や文書で情報伝達を行うよりも、よりビジュアルな可視可能な情報提供を行うこと
によって、情報の受けて側の理解の促進につながる

次に、高度化の効果について、各組織内でクローズした効果と、別組織間での効果があるといった視点から各事業段階毎に整理する。

①発注者

表-6.4 発注者における情報化施工の高度化効果

事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
調 査	・資料収集時間の別作業への振替	・成果品の信頼性の向上
設 計	・設計成果のチェックの確実性の向上	・設計精度の向上
積 算	・初心者に対する積算支援が可能 ・数量計算における違算チェックの信頼性向上	
施 工	・施工管理業務のレベルの均質化 ・工事進捗状況に係わるような各種の処理加工が容易になる	・施工計画内容の精度向上 ・施工状況における異常値等の発見が容易となる。
管 理	・維持管理計画支援が可能となる ・点検担当職員の安全確保が可能となる	

②設計者

表-6.5 設計者における情報化施工の高度化効果

事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
調 査	・調査精度の向上 ・調査成果の内容の高度化	
設 計	・設計精度の確保が可能 ・成果品の品質の向上 ・成果品の信頼性の向上	

③施工者

表-6.6 施工者における情報化施工の高度化効果

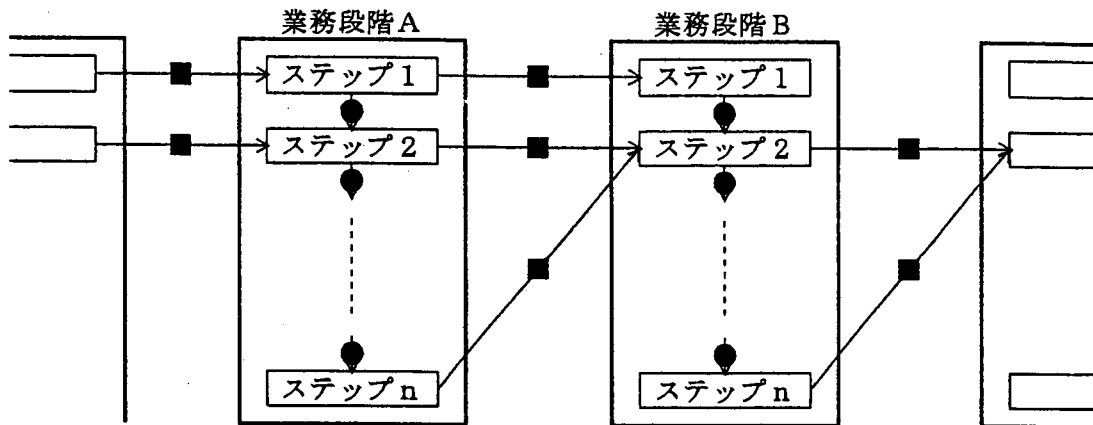
事業段階	組織内でクローズした効果	別組織間での効果
施 工	・現場管理業務の精度向上 ・現場管理業務のイメージアップ ・現場観測精度の向上 ・現場管理業務の成果化	

7 情報連携化の理論の構築

7.1 情報連携化の概念

(1) 業務の視点から見た情報の連携化

土木工事には、調査～設計～積算～施工～管理までの各業務段階があり、各業務段階にはさらに詳細な業務ステップが存在する。各業務段階では、必要な情報を収集し処理、加工することによって、次の段階に進むこととなるが、各情報は別の段階に引き継ぐ必要がある。この場合、各業務段階の中でのみ引き継がれる情報と、各業務段階間で引き継ぐべき情報とがある。



注) ● : 業務段階の中でクローズした情報の連携
■ : 業務段階間における情報の連携

図-7.1 業務の視点からみた情報連携の概念

(2) 組織からみた情報の連携

土木工事では、発注者、設計者、施工者、メーカー等が参画することになるが、これらの組織間においても、一般に次のような情報の連携が存在する。

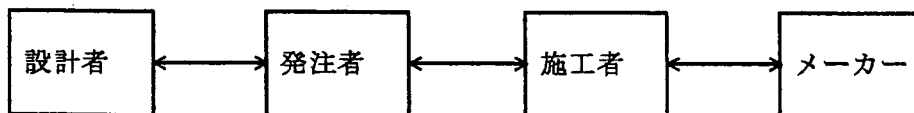


図-6.7.2 組織の視点から見た情報連携化の概念

(3) 情報連携化の手段

情報を連携する手段には、以下に示すように連携化の度合いによって、低レベルのものから高レベルのものまで、幾つかが考えられる。

①「紙」レベルの情報連携

これは、図面や報告書といった「紙」をベースとした情報の連携であり、最も低レベルの情報連携に位置づけられる。

②「音声」レベルの情報連携

これは、電話や打ち合わせ等での報告や指示といった形で、音声をベースにした情報の連携であり、①同様、低レベルの情報連携として位置づけられる。

③電子化情報のオフラインによる連携

これは、デジタル化された情報をFDやMO等の電子媒体を用いて、オフライン（手渡しや郵送等）により情報の連携を行う方法であり、中レベルの情報連携として位置づけられる。

④電子化情報のオンラインによる連携

情報の形態は③と基本的には同様であるが、その伝達方法が通信技術を活用したオンラインとなっており、高レベルな情報連携として位置づけられる。

⑤データベースにより情報一元化した連携

情報がデータベース化されることによって、一元化できかつ④に示すような連携も可能とする高レベルの情報連携として位置づけられる。

7.2 情報連携化の目的

情報を連携化する事を別の言葉で置き換えてみると次の4つに集約できる。

- ①情報を電子化する。
- ②情報発生現を一元化できる。
- ③同じ情報を何度も利用できる。
- ④情報伝達を速くかつ正確にする。

上記①～④によって、実現可能なことは次のとおりである。

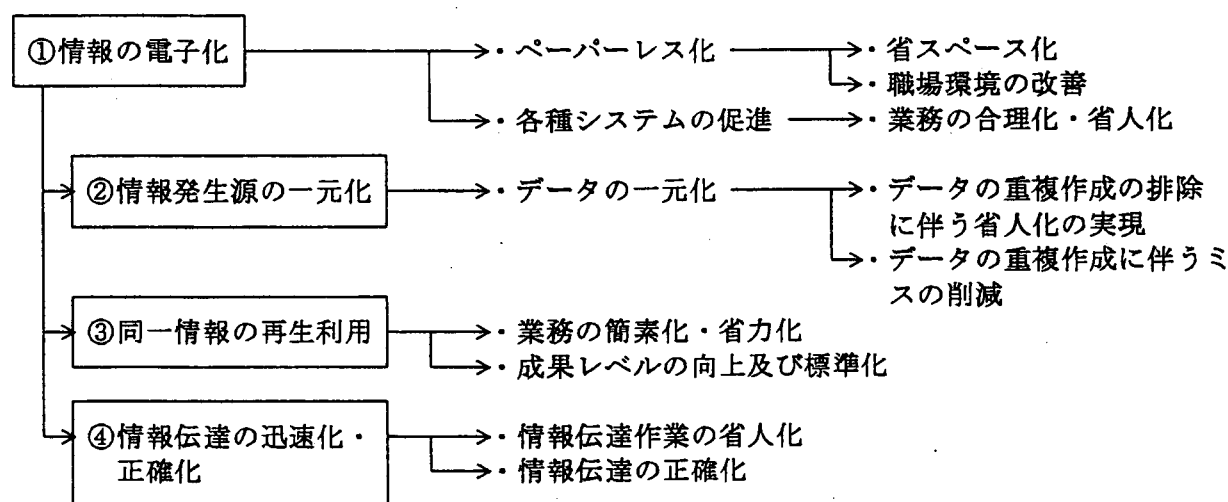


図-7.3 情報連携化によって実現可能な事項

以上のことから、情報連携化の目的は次のように整理される。

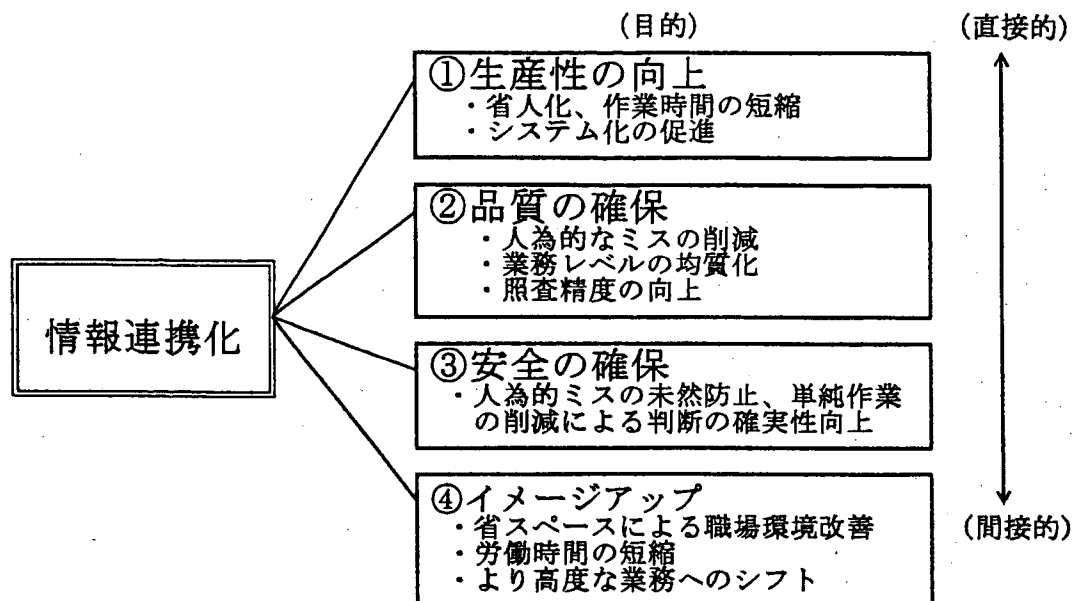


図-7.3 情報連携化の目的

7.3 情報連携化の段階的整備計画の設定

(1) 段階的整備目標設定にあたって考慮すべき点

土工情報システムにおける情報連携化の段階的目標を設定するに当たって考慮すべき視点について、以下に説明する。

1) 情報伝達システムの開発状況

情報の連携化を図る場合において、その手段の基盤をなすものとして情報伝達システムの開発状況、即ち、通信ネットワーク基盤の整備状況が重要である。情報連携を行う場面において、通信ネットワーク環境が整備されていれば、オンラインによる連携が可能となる。さらに、より大容量のネットワークが完備されていれば、単なる数値データのみならず、イメージデータや動画といったマルチメディアの情報通信が可能となる。

2) 情報処理システムの開発状況

情報連携を行う場合の必要条件の一つとして、連携化された情報（電子情報）を受けて、処理加工可能な情報処理システムが整備されている必要がある。即ち、いくら情報を電子化して連携しても、それを生かせる情報処理システムが開発されていなければ、意味をなさないことになる。

3) 導入コスト

上記①、②に深く係わる事項として、導入コストの問題がある。特に民間企業においては、費用対効果分析の結果、導入コストの回収が見込めない場合、情報連携化自身が促進されなくなる。そのためにも、広く連携化が行えるような状況を作り出し、情報連携化効果を高める必要がある。

4) 体制

情報を連携化するためには、関係する組織とともに、より一層の情報化を進める必要がある。

この場合、従来の「紙」主体の情報処理をネットワークを駆使した「電子化情報」を主体とした情報処理に改善していく必要がある。また、これに伴い、情報化を推進するための各組織内部でのコンセンサス作りのための体制整備や情報化に対応した人的資源の確保につとめる必要がある。

5) ルールづくりの容易さ

情報連携化を阻害する要因として、従来の制度や慣行がある。情報連携化を実現するためには、標準化・規格化は避けて通れないものであり、ルール化しやすいものから順次連携化に着手することが重要である。

6) 早急にルールをつくらないと二重投資になるもの

情報連携化の中で比較的システム規模が小さく、その開発効果が直接的に理解しやすいものに施工管理中の発注者と施工者間の情報連携化を対象とした施工管理システムがある。施工管理システムについては、各発注機関で独自に開発を進めても、二重投資となる可能性が高く、今後一般競争入札等が増える傾向にある中で、工事の品質確保が重要視されることから、特に早急にルール化して、システムの開発の二重投資を避けるべきである。

(2) 情報連携化の目標と課題

従来の「紙」ベースの情報交換から、「電子化情報」の情報交換に移行することを情報連携化の前提としてとらえた場合、次の3段階の実現目標が考えられる。

①電子化情報のオフライン連携

②ネットワークを駆使した電子化情報のオンライン入力

③データの一元化・共有化を前提とした組織の枠組みを越えたシステム統合化

ここで、①～③を実現するために、解決しておかなければならない課題を整理すると次のとおりである。

①電子化情報のオフライン連携を実現するための課題

⇒電子化対象となる情報の標準化・規格化

⇒発注者に対する提出資料の様式の統一

⇒各種の既存制度や慣行の見直し

②電子化情報のオンライン連携

⇒異なる組織間で共通利用可能なネットワーク環境の整備（例えばインターネットの活用）

⇒電子情報交換の規約（プロトコル）の統一

⇒ネットワーク上のセキュリティの確保

③組織の枠組みを越えたシステム統合化

⇒データを共有化することの土壌づくり

⇒①、②よりさらに進んだ情報の標準化・規格化（文書情報の標準化）

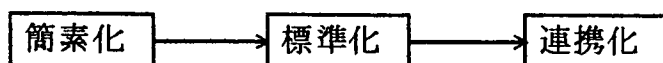
(3) 段階的整備計画

情報連携化の段階的整備計画を設定すると次の通りである。

【第1ステップ】

情報連携化を行う上で最低必要な情報の規格化と標準化をまず行うことをターゲットとし、その上でできるところから情報の連携化を進めることにする。

その場合、具体的な整備手順としては、現状のままでは情報の規格化・標準化を行うことが困難であるために、まず現状の異なる組織間の情報のやり取りの手続きの簡素化を優先する必要がある。



また、情報の規格化は全ての項目から一度にはできないために、最も規格化・標準化の効果が大きいと考えられる項目並びに容易性等から優先順位をつけて行う必要がある。当面は、施工管理段階における発注者と施工者との間の施工管理情報の規格化・標準化をターゲットとし、工事品質の確保に努めることを推奨する。

なお、この段階では、「紙」ベースの情報の電子化のみが情報のターゲットとなるものであり、異なる組織間での電子情報交換が可能なネットワーク環境は整備されていないため、オフラインでの情報連携となる。

【第2ステップ】

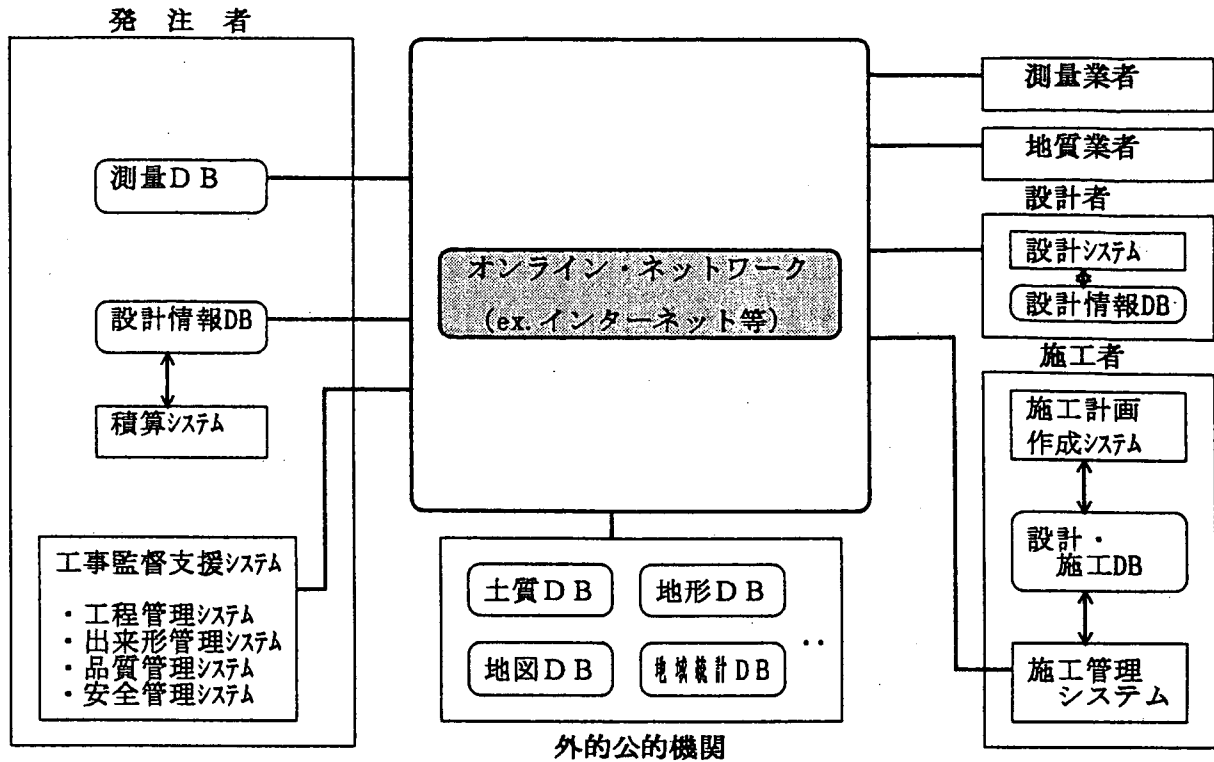
この段階では、一応情報の規格化・標準化が完了しているという前提で、工事に係わる各組織がオンラインネットワークの利用可能な環境となっており、情報連携はネットワーク上でのやり取りとなることを目標とする。

ただし、この段階では依然各組織内でデータベースを持つこととなり、本来の意味での共有化は行われない。（データベースは重複所有）

【第3ステップ】

この段階では、第2ステップをさらに進めて、各組織間でデータベースを共有化することによって、より生産性を高めることを目的とする。図-6.7.6に示すデータベースの配置については、各組織分散でもかまわないが、重複することなく一元化することが重要となる。

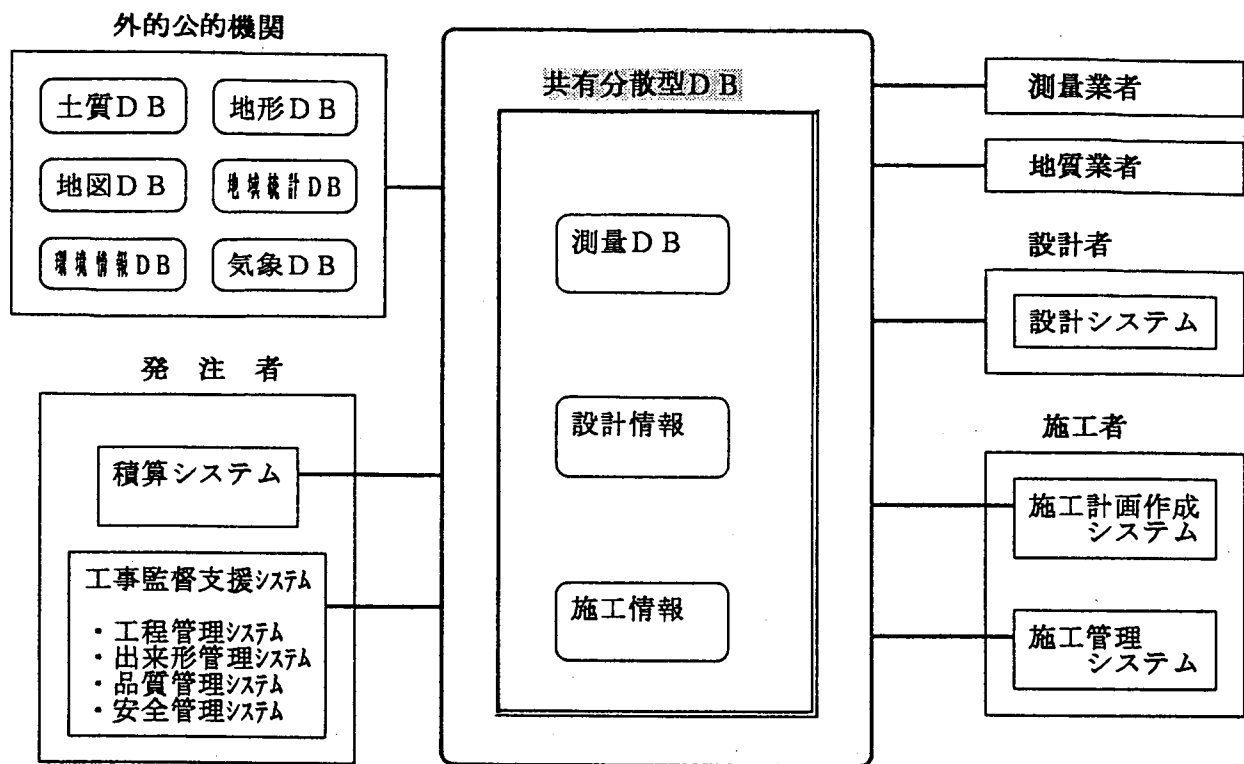
以上の情報連携化に関する段階的整備計画を情報化施工の全体像と関連づけて示すと各整備段階で実現可能な連携化のイメージは、図-6-7.4～6.7.6に示す。



【情報連携化に期待される効果】

- ①組織間でのオンラインでのデータの受け渡しが可能となる
⇒組織間でのデータ受け渡しの迅速化
- ②ネットワークの活用で各種データベースへアクセスできる
⇒必要データの入手が容易
- ③ネットワークを通じた調達が可能となる
⇒品質がよく安価な資材、機材等の入手ができる

図-7.5 第2ステップの情報連携化の位置づけ (電子化情報のオンライン連携)



【情報連携化に期待される効果】

- ①データの一元化が可能となる
⇒流通データの精度向上
- ②データ保有に伴う経費の削減が期待できる
⇒事業費全体のコストダウンへの寄与
- ③各組織は欲しい時に欲しい情報を利用することが可能となる。
⇒生産性の向上（データ利用の制約条件からの解放）
⇒作業進捗状況の相互確保による作業の効率化

図－7.6 第3ステップの情報連携化の位置づけ（共有DBによるシステム統合化）

7.4 開発コストと導入効果の定量的評価手法

一般に、情報システムを評価する方法として、次の3つがある。

①チェックリスト方法

この方法は、システム化の効果を定量・定性の両面から広く把握でき方法であるが、評価が金額という絶対的数値で行われるのではなく、評価者の「○」か「×」の判断によるため、説得力という観点からは弱い面がある。従って、この方法は、一般的に次のような相対的比較評価の場合に使われる。

- ・期待効果と実現効果の比較（効果の達成度）
- ・機器導入のアプリケーション開発の優先度設定
- ・機種を選択評価
- ・類似ケースとの相対比較

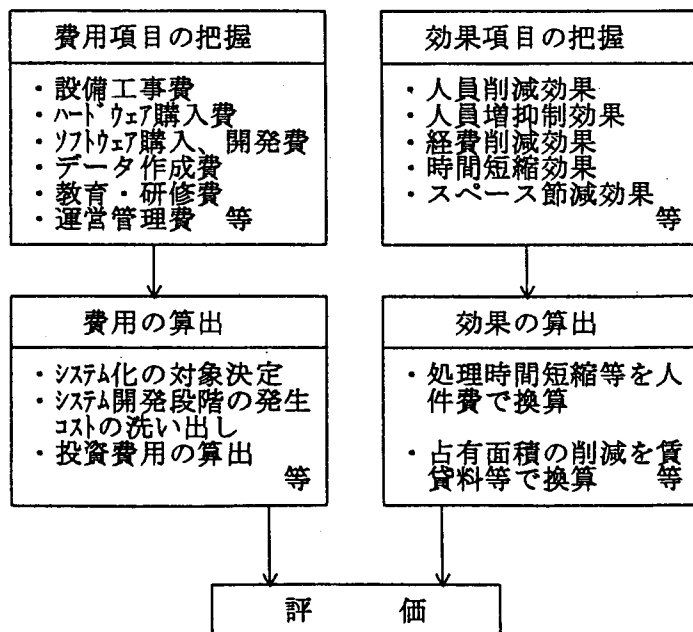
②スコアリング・モデル方式

この方法は、評価方式ならびに手順とも基本的にはチェックリスト方式と同じであるが、効果判定を相対的数値で行うために、チェックリスト方式と比較して、以下の点が改善される。

- ・評価の対象となる要因間の重みが考慮される
- ・評価の対象となる要因の効果の程度が明確になる。従って、改善効果の程度が表現される

③費用対効果分析

費用対効果分析とは、システム化に伴う費用と効果を換算金額を比較することにより評価する方法であり、その手順は次の通りである。



システム連携化の検証

ここでは、2.、3.の検討結果を実際の大規模工事に用いられたCAD活用の事例や施工管理に用いようとしているシステムの事例に照らして、システムの連携化の実現可能性や課題について整理する。

1 大規模土工事の

CAD活用事例に基づく検証

(1) 対象工事内容の整理

大規模土工事を伴う工事の事例により調査・計画～管理に至る各事業段階における内容を以下の項目について整理した。

- 使用された情報システム
- 組織間における受渡しデータ

1) 対象工事現場の選定

土工情報システムの標準化・連携化を検証するにあたってケーススタディとして具体的な工事現場を対象に土工に関する情報システムの実態調査を行った。

(a) ケーススタディにおける現場の要件

- ① 大規模土工の現場であること。
- ② 特殊な施工条件下の現場でないこと。
- ③ 今回の検討対象に適したシステムを使用していること。
- ④ 土木研究所からの協力要請に比較的容易に対応できる現場であること。
- ⑤ ヒアリング調査等が容易に行える条件を備えた現場であること。

(b) 対象工事現場の候補

(a)の要件を満たす現場として次の4候補を選出した。

表 - 1 ケーススタディ対象現場候補

No.	発注者	施工者	工事名称	所在地	使用システム
①	近畿地建	T社JV	垂水ジャンク新設工事	神戸市	新土工総合管理システム
②	関東地建	K社JV	宮ヶ瀬ダム建設工事	神奈川県	土工システム
③	"	H社JV	宮ヶ瀬ダム碎石工事	"	"
④	中国地建	K社JV	温井ダム工事	広島県	"

(c) 対象工事現場の選定

(b)の4候補のうち地理的条件ならびに土工事の内容(掘削工事)から、今回のケーススタディとして宮ヶ瀬ダム本体工事を選定した。

宮ヶ瀬ダムは相模川水系中津川および相模川本川の洪水調節、流水の正常な機能の維持、神奈川県の水道用水の確保および発電を行うために築造される多目的ダムである。

同工事は、堤体掘削量約 2,000,000 m³と土工量においても我国有数の規模を誇る大工事である。

宮ヶ瀬ダムの施設概要、工事数量を表-2、表-3に示す。

表-2 宮ヶ瀬ダムの施設概要

貯水池	総貯水量	193,000,000 m ³
	有効貯水量	183,000,000 m ³
	湛水面積	4.6 km ²
	流域面積	213.9 km ² (うち導水流域112.5 km ²)
ダム	形式	重力式コンクリートダム
	堤高	155.0 m
	堤頂長	400 m
	堤体積	約2,000,000 m ³
	ダム基礎地質	火山礫凝灰岩

表 - 3 宮ヶ瀬ダムの主要な工事数量

工 種	名 称	単位	数 量
基 礎 掘 削	土石掘削	m ³	567,030
	岩石掘削	m ³	1,270,320
	仕上掘削	m ³	57,660
	岩盤清掃	m ³	58,850
コンクリート工	セメント	t	284,182
	堤体コンクリート	m ³	1,933,580
	減勢工コンクリート	m ³	53,032
型 枠 工	上流面型枠	m ²	29,720
	下流面型枠	m ²	49,550
	その他	m ²	46,947
基 礎 処 理	コンソリデーショングラウト	m	44,752
	カーテングラウト	m	144,404

2) 対象工事現場に対する調査

この調査は、発注者、設計者、施工者間で土工に関する情報システムをどのように連携すればよいかを見いだすことが目的である。

ここでは、各組織で情報システムおよび他機関との情報の受渡しについて調査した。

(a) 調査対象先

調査対象先は次のとおりである。

発注者（クライアント）

建設省 宮ヶ瀬ダム工事事務所 調査設計課 工務課

設計者（コンサルタント）

A 社（本体実施設計担当）

施工者（コントラクター）

宮ヶ瀬ダム本体鹿島・O 社・T 社 J V 工事事務所

なお、設計者の調査を受けて、測量会社について予備的な調査を行った。

(b) 建設事業の流れ

調査にあたって、建設事業の流れと役割分担を整理するとおおむね次のとおりである。

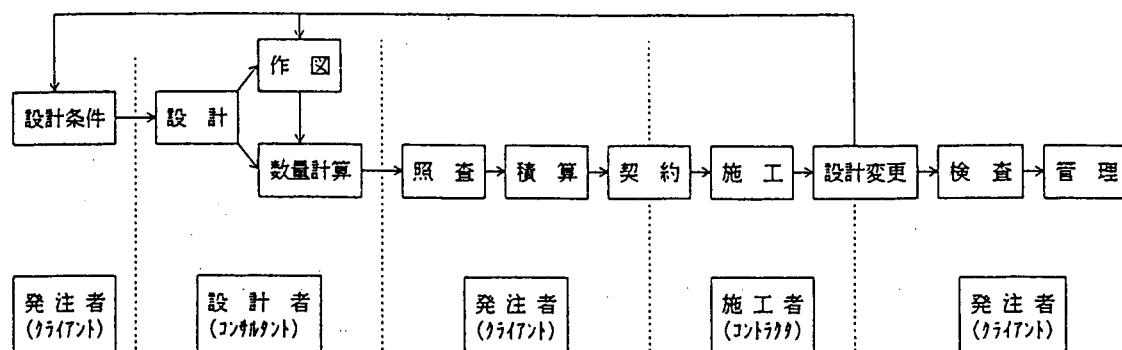


図 - 1 建設事業の流れと役割分担

(c) 施工者への調査結果

(i) 施工者における使用システムの概要

宮ヶ瀬ダムにおける施工者は3次元CADシステムのCADDStationをベースとしたシステムを使用している。

CADシステムフローを図-2に示す。

施工者は、同システムを下記の作業に用いている。

① 写真測量を用いた地形、出来形把握での利用

ダム工事では、現況地形と掘削出来形の把握がまず必要となるが、施工場所が広範囲にわたっており、また急峻な箇所も多いことから着工前の地形測量や掘削後の出来形測量では、労力と時間を要すほか測量困難な箇所も生じる。

このため、航空測量を行い、航空写真から対象範囲の地形における任意点の標高を、デジタル値に変換してCAD化を行い、コンター図を出力した。

② 出来形管理等での利用

出来形管理業務等については下記の項目にCADを利用した。

○ 基本計画関連業務・堤体掘削計画図作成ならびに計画数量算出。

・工事用道路（中段進入路）掘削、盛土計画ならびに計画数量算出。

・法面保護計画

・ケーブルクレーン基礎計画

○ 変更計画関連業務

・堤体掘削変更

・工事用道路、線形変更および数量算出。

・工事用道路、坑口形状変更および数量算出。

○ 出来形関連業務

・堤体掘削出来形図作成および数量算出。

○ レイアウトおよびシュミレーション関連業務

・堤体掘削と工事用道路との取合図作成および数量算出。

・堤体掘削の完了予想図作成。

・堤体掘削ずり堆積予想図作成、および数量算出。

・ベルトコンベヤー基礎及び法面の完了予想図作成。

・カウンターウェイト基礎形状の出来形検討。

- 堤体及び内部構造の完成予想図・景観図作成。

③ 地質情報のCAD化とその利用

地質調査で得られた断層面図をCADシステムに入力し、3次元化することにより地中の状態を立体的に把握することができる。この図形データベースを基に、すべりの検討およびグラウト管理等での利用を目的として、断層面及び地表面を3次的に処理し必要な情報を抽出し図形処理を行う。

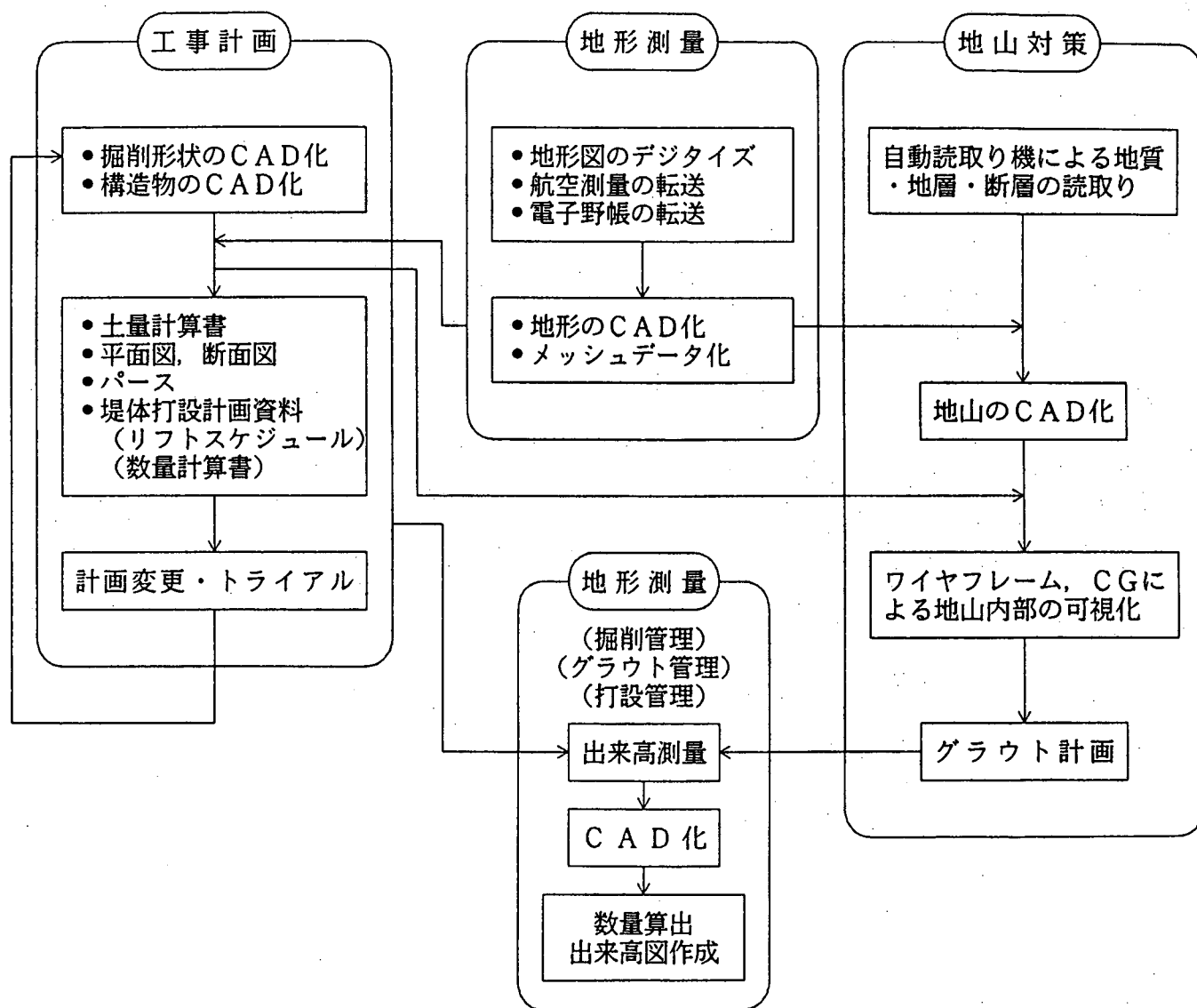


図 - 2 宮ヶ瀬ダムCADシステムフロー

(ii) 施工者のヒアリング結果

ヒアリング結果は、おおむね次のとおり。

① 発注者より入手した情報の内容と形態

コンサルタントの行った設計成果を図面で受け取っている。特にCADデータとして受け取るということはない。

② 使用しているシステムで取り扱う情報項目の内容とその入手方法

ここで使用しているシステムはCADシステムに限られており、入力する情報は、地形情報および設計情報（構造物の形状情報）である。入手方法は設計情報は図面として、地形情報は設計時の図面および受注後に行った測量の情報を入手している。

③ 施工者の成果品とシステムの関係

出来形・品質管理図表等の作成についてこのシステムを使用して出力を得る事は考えていない。こういった図表等の作成にあたってはスタンドアローンのパソコンあるいはワープロで十分に対応できると考えている。

ここで使用しているシステムは工事全体を把握する技術者を補助するためのものと考えており、日々の工事管理に直接的に使用する事は考えていない。

④ 発注者側と施工者側で情報交換を行う際の課題

管理図表等の作成についての省力化については、システムの構築よりも書類の簡素化の動きに期待している。

⑤ コンサルタントが提出する成果ならびにコンサルタントへの要望

設計者（コンサルタント）から設計情報をデジタル情報として受け取ることができれば入力作業を省略することができる。

⑥ システム化によるメリット

地形情報、設計情報を入力することによって断面図（スライス図）の作成、リフトごとの数量の算出といった作業に迅速に対応可能となっている。

設計変更等の検討の際にはこのシステム上で設計作業を行い、3次元CADの特性を生かしてパース等の資料作成を行っている。また、発注者からこういった3次元の検討成果を依頼されることが多くなっている。

各工区ごとに設計者が異なっている場合などで、それぞれの設計成果が互いに干渉し、矛盾を生じている事があるが、3次元CADに設計情報を入力する

事によって確認することができる。

⑦ システムの汎用性について

このシステムは特にダムに対応させるため構築しているものではなく、システムを他の工事に対応することは基本的に可能であり、汎用性は高いと考えている。帳票の打ち出しフォーマット等を修正する必要があるが、これについては容易に対応できる。

⑧ 現状のシステムの課題

このシステムは、宮ヶ瀬ダムで初めて使用したものであるが、現在は他の現場でも現場事務所に配置し、使用し始めている。これから多くの現場で使用し熟成させる必要がある。

ヒアリング結果によると施工者は、現在独自にシステムを構築して利用しているが、設計情報をデジタルで受取ることができれば、データの入力作業が省略できるため、この面での組織間の連携化を望んでいるようである。

なお、発注者からの受渡しデータは、CADデータとしてではなく、設計図面等（ペーパーベースのアナログ情報）である。

(d) 発注者への調査結果

組織間におけるシステムの標準化・連携化を考えていく上で、工事の発注する者からの情報が必要と考え、宮ヶ瀬ダム工事事務所に対してヒアリングを実施した。

ヒアリング結果の要旨は、次のとおり。

- ① 事務所としてはシステム導入の必要性を今のところ考えていない。
- ② 設計者からは図面、報告書、数量計算書を成果として受け取り、事務所で積算を行って、施工に必要な図面、数量等を現状では紙を媒体として施工者に提出している。特にデジタル情報で提出するようなことはない。
- ③ 現状ではグラウト解析のために施工者からデータをフロッピーディスクで受取りコンサルタントへ貸与している。
- ④ システム化によって少しでも省力化がはかれるのであれば、事務所で実務にあたっている人は使用するという雰囲気はある。（特に若い人はそれを使って方が簡単と考えれば実際に使うだろう）

ヒアリング結果によると、発注者と施工者又はコンサルタントとの間では、システムの連携化はなされていない。

但し、グラウト解析において、発注者を介在して、コンサルタントと施工者のデータのやりとりが可能であり、双方のシステムは異なるがデータ互換の面では連携化がなされているといえる。

(e) コンサルタントへの調査結果

発注者へのヒアリングと同様の主旨で、コンサルタントに対してもヒアリングを実施した。ヒアリング結果の要旨は、次のとおりである。

① 設計業務の際に発注者より入手した情報の内容と形態

- 宮ヶ瀬ダム工事事務所からの委託は、既往の本体実施設計（他のコンサルタントが実施）の変更実施設計で、設計の図面集、報告書一式をすべてアナログ情報で貸与された。
- 本業務では、土工情報に関するシステム化は行っていない。
- システムとしては、配筋図の作成、リフトスケジュールの作成、グラウト解析、温度応力解析がある。

② 設計時に使用したシステムの概要

- 配筋図はAuto-CADを用いて作成した。
- グラウト解析では、一式システムを工事事務所に売込んで、ハード（リース）を事務所に設置した。これは、工事中的数据受渡し時のロス防止（迅速な管理）、発注者が管理すべき（コンサルタントの解析のみに頼るべきでない）という理由による。
- 温度応力解析について、現在事務所からソフト作成の依頼がある。
- ダムの三面図（平面、標準断面、上下流面図）は、CADで作成している。

③ 設計時に使用したシステムで取り扱う情報項目の内容とその入手方法

- 配筋図の作成に必要な入力データ（構造寸法、配筋径、かぶり等）は、構造計算を行って作成した。
- リフトスケジュールの入力データ（リフト別数量）は、発注者から入手した。
- グラウト解析の入力情報（解析に必要なデータ）は請負業者から工事事務所を経由してフロッピーディスクで受けとった。

④ 成果品と使用システムの関係

- 各システムを使用して配筋図、グラウト注入結果図を作成し、アナログで提出している。

⑤ 発注者側と設計者側で情報交換を行う際の課題

- それぞれがシステムを所有する場合には、ソフトのデータ互換が必要である。

⑥ 発注者に対する成果品ならびに発注者への要望

- CADの活用を考えているが、ダムではデジタル化した地形図（地形情報）が発注者から提供されることが必要不可欠である。コンサルタントで、地形のデジタル化を行うと莫大な費用がかかる。
- この場合、従来の地形図と、デジタル情報に基づいて作成した地形図が同一というコンセンサスが、あるいは入出力の規格化が必要である。（デジタル化では、やり方によって誤差が生ずる）
- CADの互換性についても発注者が標準仕様を決める必要がある。

⑦ システム化によるメリット

- 品質の向上が主目的である。この他、ミスの排除、鮮明さが考えられる。
- 現状ではCADを使うよりも手で書いた方がまだ速いし、コストもかからない。（ワープロの初期の頃と同じ）
- CAD化のメリットは、コンサルタントよりもむしろ管理する側にあると思われる。ひいては出来高管理として請負業者が使用する場合の方がメリットがあるろう。
- コンサルタント、発注者、請負業者が同一のCADを使用すると、同一レベルでの議論が可能となる。（事業遂行上の情報交換がスムーズになる）

⑧ システムの汎用性について

- グラウト解析ソフト（WSクラス対応）は宮ヶ瀬ダムバージョンであり、他のダムにそのまま適用することはできない。ダムは個々に条件が異なるため基本的に汎用ソフトを開発する考えはなく、基本となるソフト（アイドルで開発したもの）を個々のダムに対応できるように、それぞれ改良している。

⑨ 現状のシステムの課題

- 官側でシステムに対する評価方法（著作権，歩掛等）を確立してもらいたい。
- 発注者がCADでの成果品の提出をコンサルタントに求める場合には，ワープロ化の初期の頃（ワープロ費用を発注者へ請求していた）のように，CAD化にあたっては，投資費用（ソフト，ハード）を受注金額に見込むべきだ。
- データの一元化（コンサル，発注者，請負業者間）が図られた場合，従来のチェック機能がなくなる恐れがあるので注意しなければならない。

⑩ その他

- デジタル情報とした場合，捺印をどうするかが問題である。修正経緯の情報を含めたデータの保管に注意を要する。現行では，原図に赤字を併記して修正過程がわかるメリットがある。
- 現在扱っている図面を全てCADで対応するには5年程度かかると考えられる。アイドルでは民間のAuto-CADの試験を活用して教育している。
- 工事中の設計変更時に，発注者から数量算出等の業務を求められることはない。この作業は，基本的に発注者と請負業者との間で行っているようだ。従って，工事中のデータが，コンサルタントへフィードバックされることはない。即ち，CADデータが，コンサルタント，発注者，請負業者の3者間を移動することは考えにくい。
- 発注者がCADの使用について通達等で指導した場合，トレーサーや中小のコンサルタントへの影響（失業，倒産等）が大きいかもしれない。

ヒアリング結果によると，コンサルタントでは土工情報システムとしては動いていないが，現状ではCAD化を進めようとしている。しかし，地形データの入力作業とその費用がネックとなっている。こうしたことから，設計者は発注者から地形データがデジタル情報として提供されることを望んでいる。これがなされれば，今まで地形図のデジタル化に要していた労力と費用の負担が削減され，本来の設計作業（例えば，掘削・盛土計画）に力点を置くことが可能となるため，CAD化が促進されるであろう。この事によって，CADを中心とした土工情報システムの構築，さらには連携化が進むと考えられる。

(f) 測量業者に対するヒアリング調査結果

コンサルタントに対するヒアリング調査の結果をうけて、地形・情報をデジタル情報として受けとることが可能であるか、また地形情報を作成する測量業者の現状がどうかを把握するためにA社にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング結果の要旨は次のとおり。

① 測量技術の現状

航測の3次元処理（デジタル化）を社内では、やっている。

② 3次元処理を発注者に提出することがあるか。ある場合に費用はみているのか。

東京都、電源開発(株)に提出したことはあるが、費用はほとんどみてくれない。

③ 今後は3次元処理の方向に進むのか

確実に進むだろう。

④ 3次元処理して発注者へ提出する際の問題点

- フォーマットの統一が必要である。
- 東京都は都の様式で提出させられる。
- 電源開発(株)からは、コンピュータビジョン（1民間）の様式で出すよう求められる。この様式で提出すると、自社のノウハウが流出することになるので問題である。

⑤ コンサルタントへ3次元処理して提供する場合の問題点

コンサルタントへの提供した経験はまだない。そこまでは、まだ進んでいない。

ヒアリング結果によると、技術的には3次元処理したデジタル情報を提供することは可能である。しかし、デジタル情報の提出する際のフォーマット（様式）をどうするか、また、デジタル化に対する費用をどのようにするか等、課題点を抱えている。

(2) システム連携化の検証

3. で検討されたシステム連携化手法の妥当性を検証するためシステムの連携化を具体的に想定する。

1) 連携化すべき情報システム

(1)の対象工事現場に対する調査の結果より、次のことが明らかになった。

- 施工者（コントラクタ）、設計者（コンサルタント）においては、それぞれが所有する情報システムについて下記のような入力情報、特にCADを用いたシステムの入力情報を求めている。これらの情報は、いずれも入力者にとって入力作業、経費の面で大きな負担を伴う。

{ 施工者 → 設計情報
設計者 → 地形情報

- しかし、反面発注者はこれらの情報のシステム化については、今のところ積極的とは言い難い。
- また、施工者と設計者は、発注者からそれぞれの情報システムの入力情報としてデジタル化された情報を求めている。

以上をふまえると、連携化すべき情報システムとしては、次のものが想定される。

- 地形情報システム
- 掘削情報システム（計画、施工）
- 盛立情報システム（計画、施工）

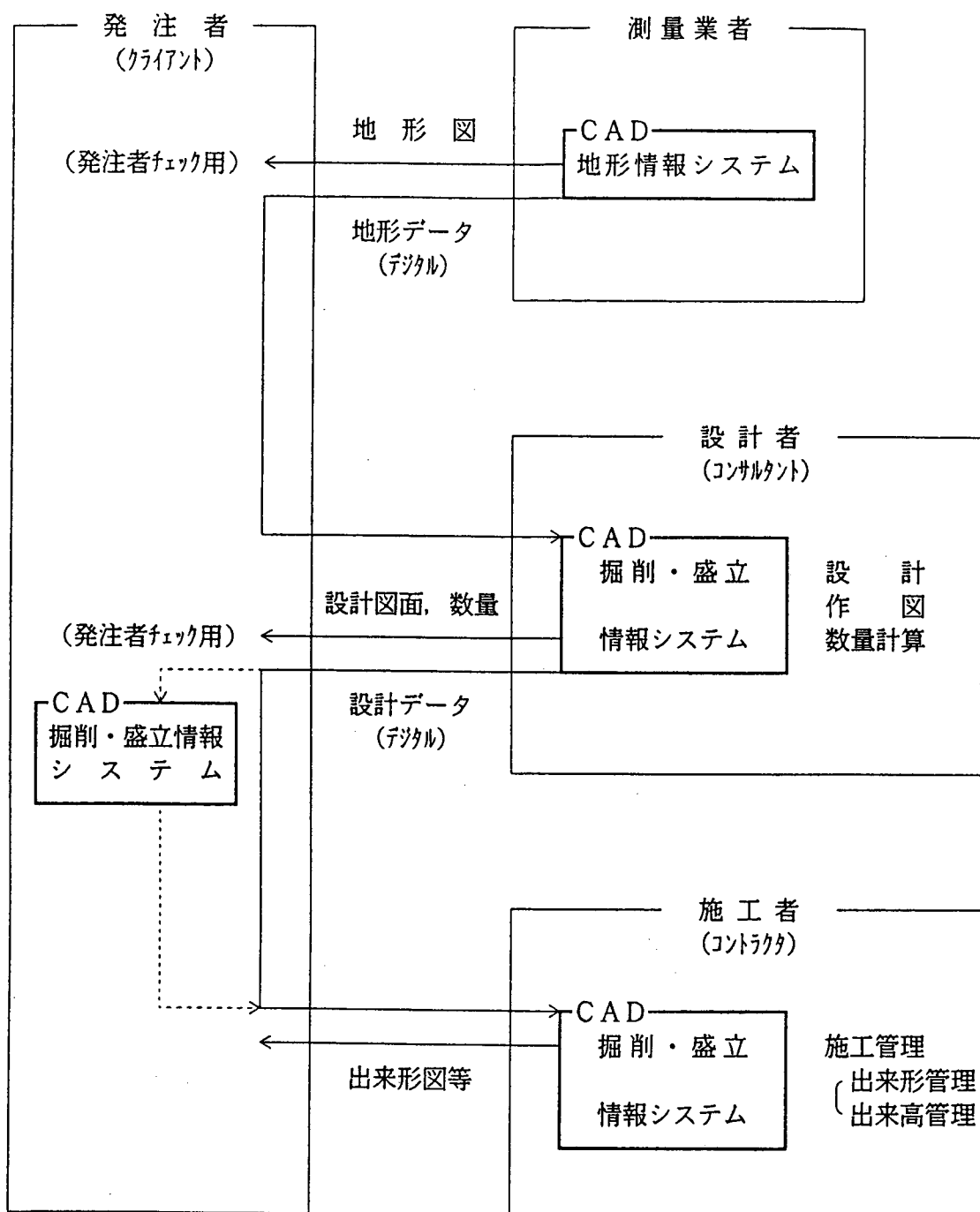
連携化としては、発注者を介した3者間のCADによる連携化が想定される。

図 - 3 にCADによる情報システムの連携化イメージを示す。

2) 規格化すべきデータ項目

土工情報において、図 - 3 に示す情報システムの連携化をはかるためには、それぞれのシステムの出力が次ステップのシステムの入力情報としてデジタル化する必要がある。特に、設計者、施工者は図面に関する情報のデジタル化を望んでいることから、規格化すべきデータ項目としては次の項目が考えられる。

- ① 地形データ（等高線のデジタル情報）
- ② 設計データ（掘削・盛立図面（線、寸法、文字情報）等のデジタル情報）



注1) 発注者の枠内の → は、発注者がCADを所有しない場合を示す

注2) 発注者の枠内の ⇨ は、発注者がCADを所有する場合を示す

図 - 3 CAD によるシステム連携化イメージ

3) 実現可能性の検討

(2)の検証結果に基づき、システムの連携化にCADを用いる場合のメリットおよび課題と対応から実現の可能性を探ることとする。

(a) CADによるシステム連携化のメリット

CAD化によるシステムの連携化によって発注者、設計者、施工者はそれぞれに次のような効果が期待できる。

- 設計者、施工者

設計者における地形データの入力、施工者における設計情報の入力作業等、従来多くの人力を必要としてきた作業において大幅な省力化を図ることができる。

- 発注者

現組織において、連携化のために発注者がCADシステムを導入することは、費用、体制等の面から問題が多く考えにくい。ただし、測量業者と設計者、あるいは設計者と施工者との仲介を発注者が行うならば発注業務を円滑かつ効率的に行うことができよう。

さらに、将来CADが発注者に導入されるようになれば、三者間の連携化が図られることになり、発注業務の省力化、効率化が期待されよう。

上述の他、付加的にはCAD化によって作業の単純化がはかられ、数量計算、作図における人為ミスを減少させることが可能となろう。

(b) CADによるシステム連携化の課題点と対応

① 現状ではデータ互換性が低い ⇔ データの規格化

現状で、設計者から発注者へ、また、発注者から施工者へとCADデータを提供する場合、それぞれのシステムが異なっている場合には、そのまま情報（データ）を伝達することは難しい。

しかし、最低限各組織におけるシステム間のデータの規格化、すなわち情報の受渡し部分の標準化（規格、仕様の統一）がなされれば連携化を図ることができよう。

この場合、連携化に必要なデータの規格化、標準化は、発注者が主体的に実施すべきだろう。

② コストがかかる ⇔ 発注金額に見込む

特に地形情報をCAD化するには、相当な費用を要する。

発注者がCADの使用を指導した場合、中小のコンサルタントや施工業者への影響（CAD化に対応できないところは淘汰される）が懸念される。

これについては、ある程度CAD化が浸透するまでの期間については発注者が歩掛や特記仕様書の面で配慮する等、柔軟な対応が望まれる。

③ CAD推進の旗手の不在 ⇔ 発注者主導による推進

現在CADを中心とした情報化は、設計者・施工者独自にいわゆる民間ベースで行われている。しかし、CAD導入のための投資は膨大であり、運用するためにはそれに携わる技術者に新たな負担がかかることになる。CADを用いた土工情報システムの連携化を図るためには、発注者の積極的な推進の姿勢と官民協力体制の確立が必要であろう。

特にCAD開発はこれまでメーカー主導で進められてきた観があり、ユーザのニーズがあまり反映されてないように見うけられる。発注者が音頭をとって土木技術者を開発当初から参画させる等の対応をとればニーズに合ったCAD開発が進み、ひいては、システム連携化の可能性は高まるものと考ええる。

①～③の対応によって、CADによるシステム連携化は大いに可能性があるといえよう。

2 工事監督支援システムに基づく検証

ここでは、建設省が取り組んでいる工事監督支援システムに基づいて、システムの連携化を検証し、実現の可能性を探る。

(1) システム概要

1) システムの目的

出張所業務は、職員が少ない上、多忙で、その業務内容は、多岐にわたっている。施工業者においても、技術者の不足、魅力ある職場とするためのイメージアップの対応が課題となっており、施工管理においても、複雑な管理、手続きの簡素化が求められている。また、施工管理に関する指導に機関、個人による差があり、適切な確立されたルールに従った適切な処理が求められている。

施工管理支援システムは、検査のための書類作成に止まらず日々の施工管理に生かされ、また、施工管理の高度化及び簡素化を図るとともに、施工管理の統一的運用及び均質化を図ることを目的とする。

2) システムのイメージ

工事監督支援サブシステムは、施工計画書の作成から、工程・品質・出来形・安全管理、及び工事報告書の作成までのプロセスにおける情報の処理を標準化、システム化するものである。システムのイメージを、図 - 4 に示す。

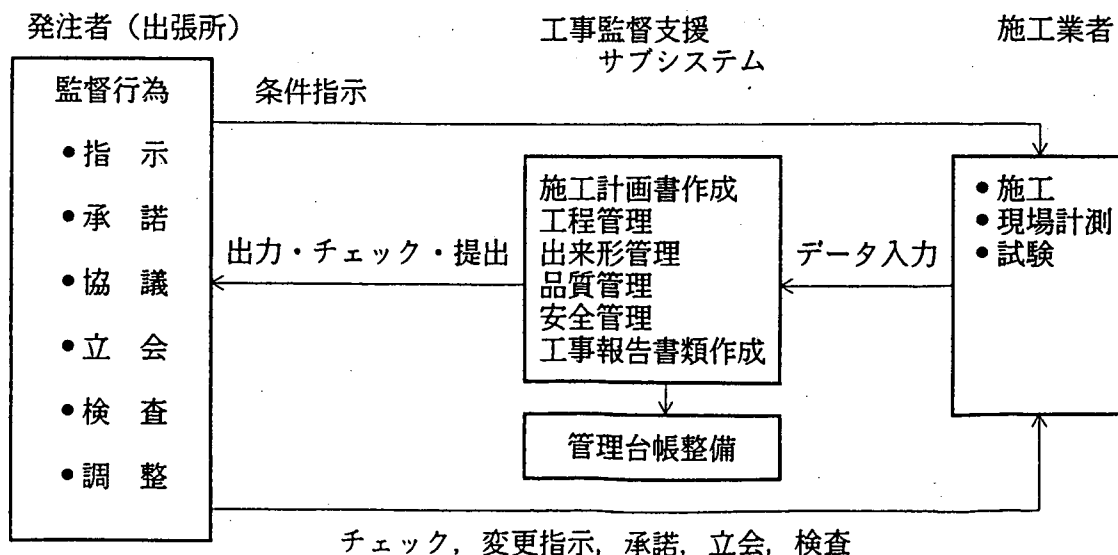


図 - 4 工事監督支援システムのイメージ

3) 工事の流れにおける工事監督支援システムの位置付け

工事監督支援システムの位置付けは、図 - 5 のとおりである。

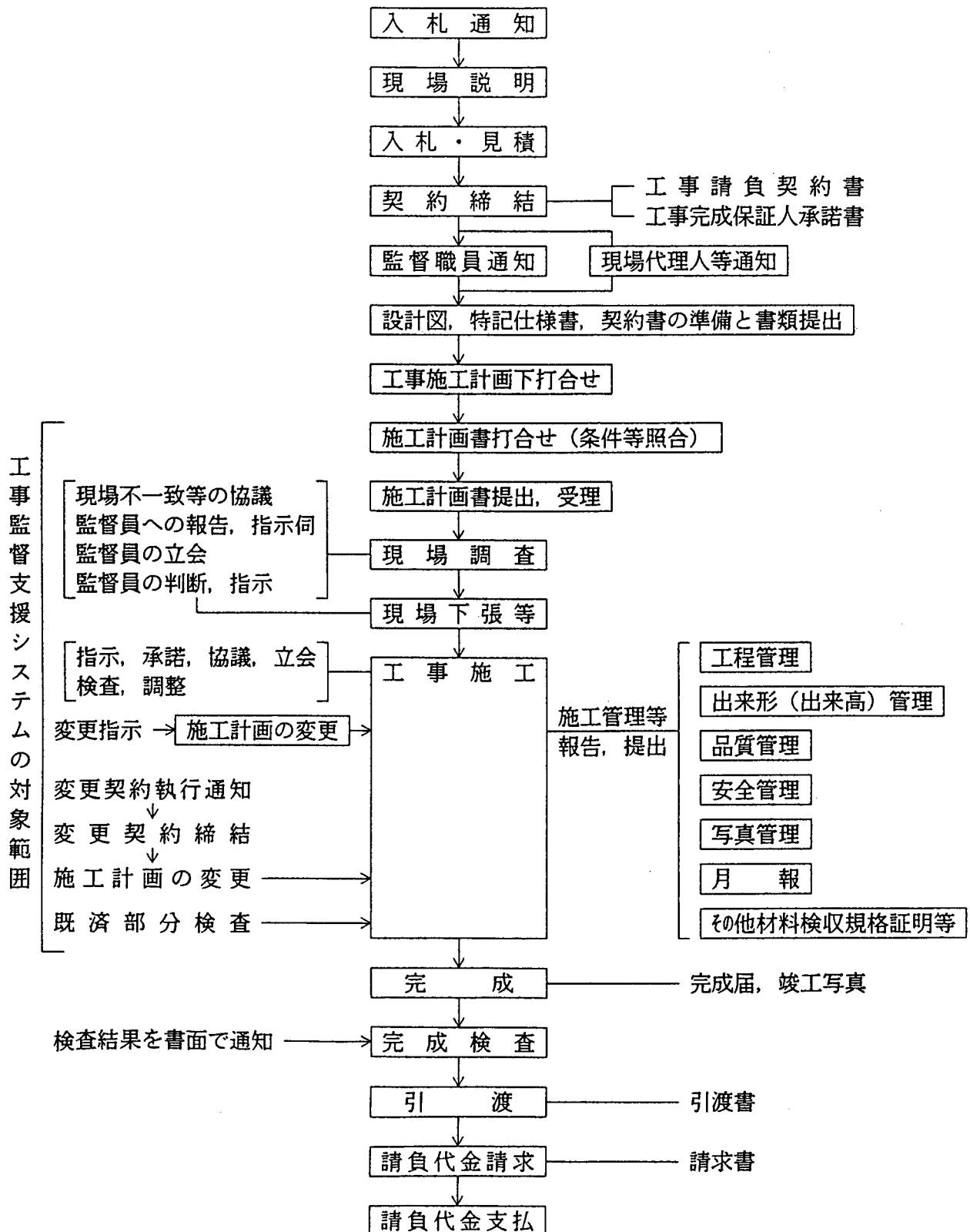


図 - 5 工事の流れと工事監督支援システムの位置付け

4) 出張所における施工管理業務上の問題点

施工管理支援システムの開発にあたって、建設省の出張所施工管理業務を行う上での問題点を、施工監督の視点から要約すると次のとおりである。

① 発注に係わる問題点

- 設計変更が多い。
- 年度末に工事が集中する。
- 発注条件が不明の工事がある。

② 基準に係わる問題点

- 検査項目が多い。
- 基準、仕様書が多く、判断基準の不明なものがある。あるいは基準等の照合が厄介。

③ チェックに係わる問題点

- 提出書類が多い
- チェックの対象（設計、積算、法令、基準）が広い。
- 出来形、品質の管理値のチェック、判定が手間取る。

④ 業者に係わる問題点

- 技術者不足、人不足、高齢化のため指導に手間取る。
- 管理意識が薄い。（書類提出が遅い、管理結果をまとめて提出、管理値のチェック不足）

⑤ 手続きに係わる問題点

- 他官庁、関係期間との手続き、協議に時間、手間がかかる。
- 事務所内の決裁が遅い。

⑥ その他の問題点

- 他事業所、出張所の管理状況の情報が無い。
- 意識が少ない。

5) システム開発の視点

施工管理支援システムを開発する上での視点は、次の通りである。

- 施工計画の作成、工程管理および現場で日々行なう品質、出来形管理並びに指示、承諾、検査など完成検査時に提出する書類作成等の作業を支援する。

- 施工管理には出張所が直接管理するものと、施工業者が管理するものがあるが、双方の係わりが深い施工管理を支援するシステムを優先的に開発する。
- システム化によって施工管理の省力化、合理化をめざすものであり、出張所、施工業者に余計な負担を強いるものであってはならない。
- システム化によって監督職員の技術力の低下を招くものであってはならない。
- 入力機器は、施工現場になじみやすいパソコン程度とする。
- システム化するよりもワープロ対応の方が役立つ場合もある。

6) 工事監督支援システムの全体像

1) ～ 5) に基づく、工事監督支援システムの全体像を発注者における業務改善に視点を置いて、イメージした。(図-6 参照)

7) 必要な情報項目

工事支援システムを構成する各サブシステムにおいて、必要な情報項目は、2-2の(3)で整理しており、ここでは省略する。

8) システムフロー

工事監督支援システムのうち開発優先度の高い品質管理支援システムのフローを図-7 に示す。

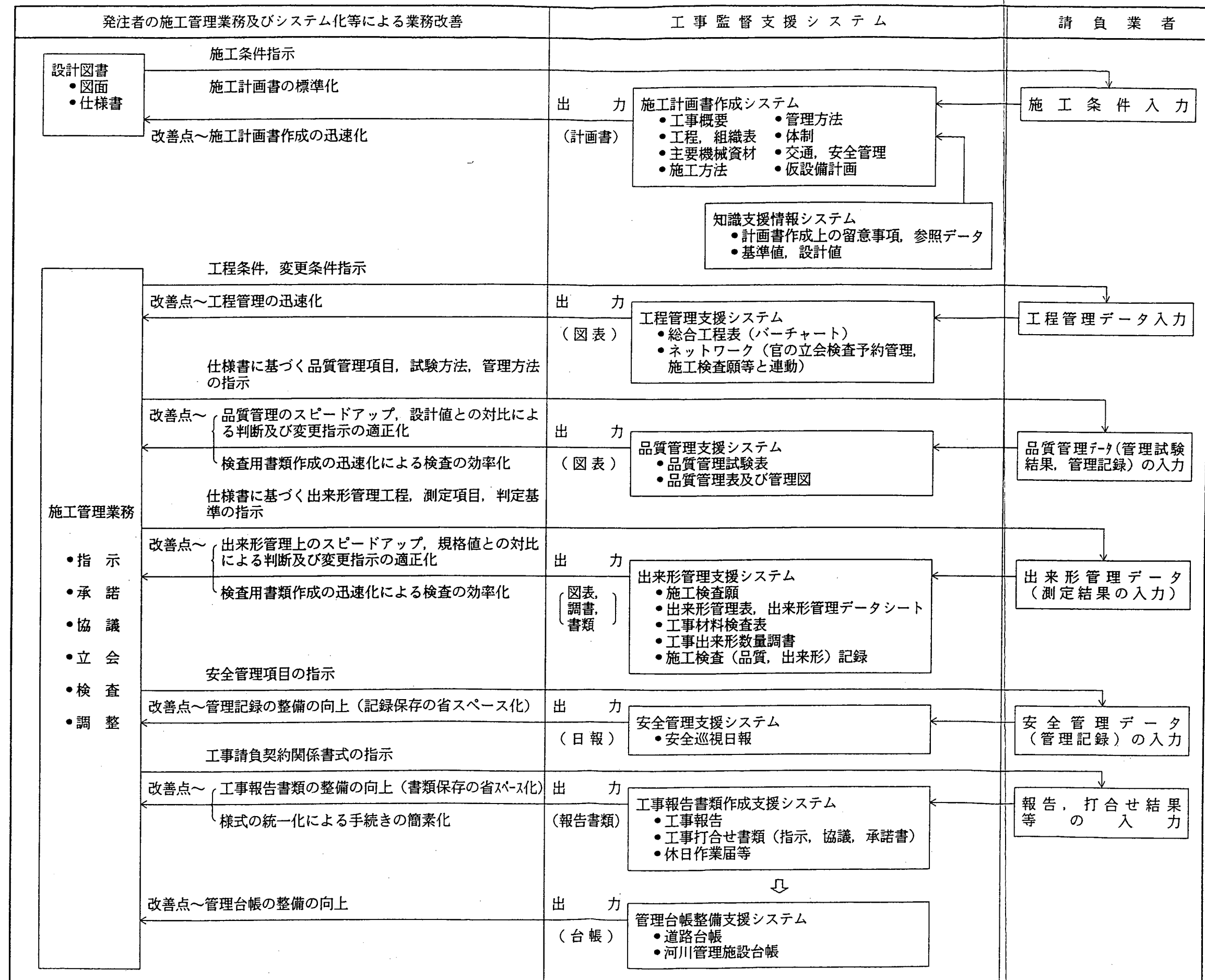


図 - 6 工事監督支援システムの全体像

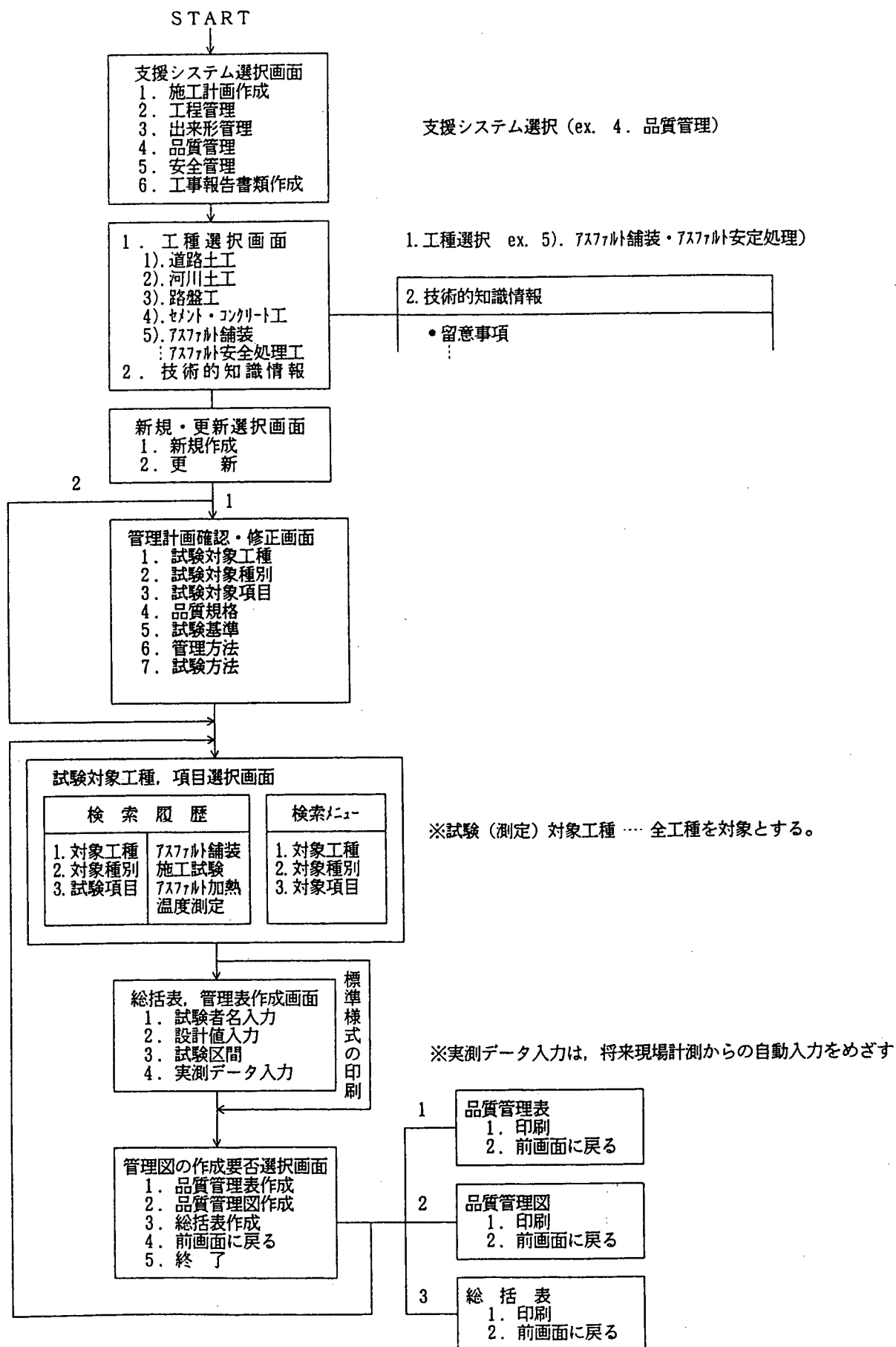


図 - 7 品質管理支援システムのフロー

(2) システム連携化の検証

ここでは、工事監督支援システムが、如何にして連携化を図っていくかを検証する。

1) システム開発レベルの設定

同システムは、大手ゼネコンではなく中小の施工業者を対象とすることから、汎用性の高い安価なパソコンを使用することとした。

また、システム開発は、出来形管理システムを例にとると、現場計測結果入力自動化、プリンタの高度化に対応できるよう図 - 8 に示すように、レベル-1～3の順に行うこととしている。

2) システムの整備方法

工事監督支援システムの整備方法には、①各システムを順次開発して、現場に活用していく方法と、②全システムを開発していく方法が考えられる。

システムの連携化及び現場への導入効果を考えると、後者②の方法が妥当で効率的と言える。

3) システムの段階整備

一時に各システムを構築し、工事監督支援システムとするには相当の期間を必要とする。従って、段階的にシステムを開発し連携化を図りながら、工事監督支援システムとして構築するのが妥当であろう。

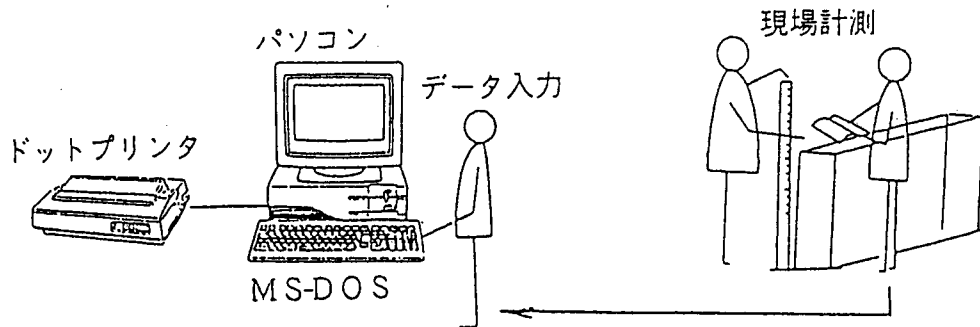
段階的なシステム整備は、当面目標と将来目標を設定して行うことが考えられる。段階整備のイメージを図 - 9 に示す。

上記に述べる1)～3)の手順を踏むことによって、システムの連携化は充分図られるものとする。

システムレベルー 1 対応

管理図表の標準化をめざす。

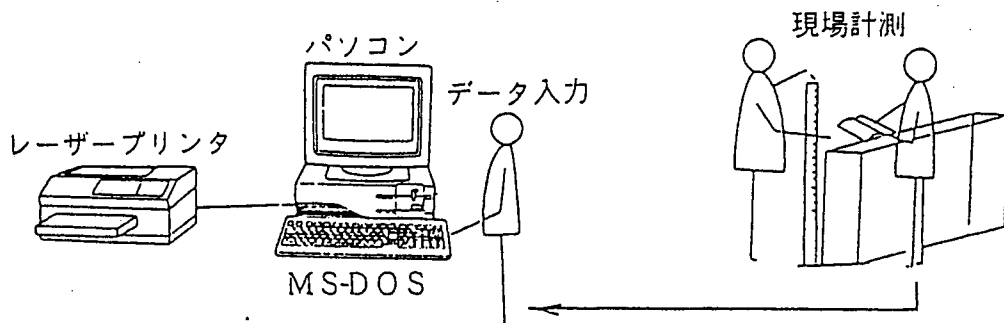
- ① 現場計測結果は、従来通り、野帳等に記入する。
- ② 管理表のみシステム化する。
- ③ 管理図は、プリンタで出力可とするが、折線は、鉛筆書きも認める。



システムレベルー 2 対応

管理図表の精度向上をめざす。

- ① 現場計測結果は、従来通り、野帳等に記入する。
- ② 管理図表共システム化し、プリンタはレーザプリンタ使用とし、鉛筆書きは認めない。



システムレベルー 3 対応

施工管理の一貫したシステム化をめざす。

現場計測結果の入力から、管理図表の出力まで全てをシステム化する。鉛筆書きは、原則認めない。

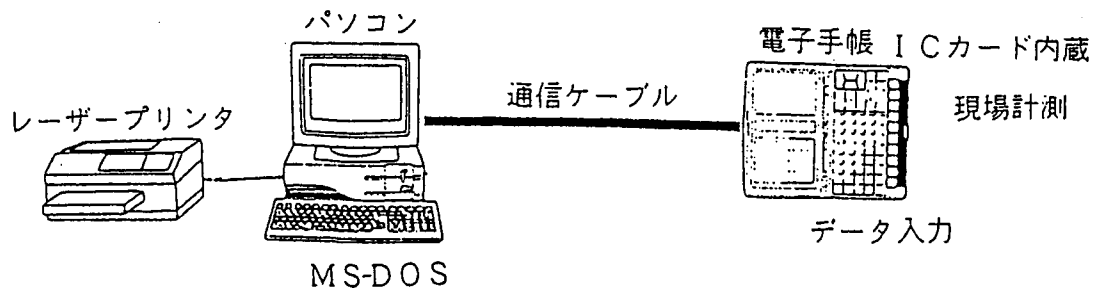
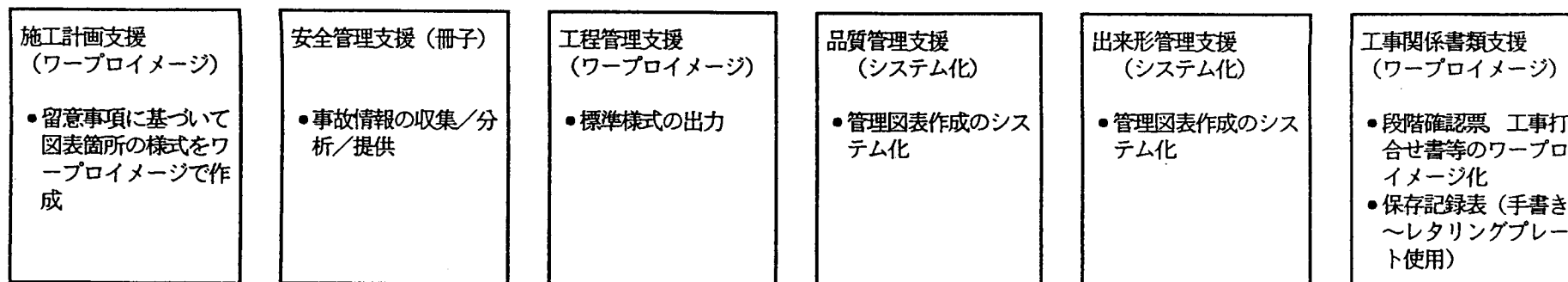


図 - 8 出来形管理システムのレベルイメージ

(1) 当面目標のシステム



(2) 将来目標のシステム

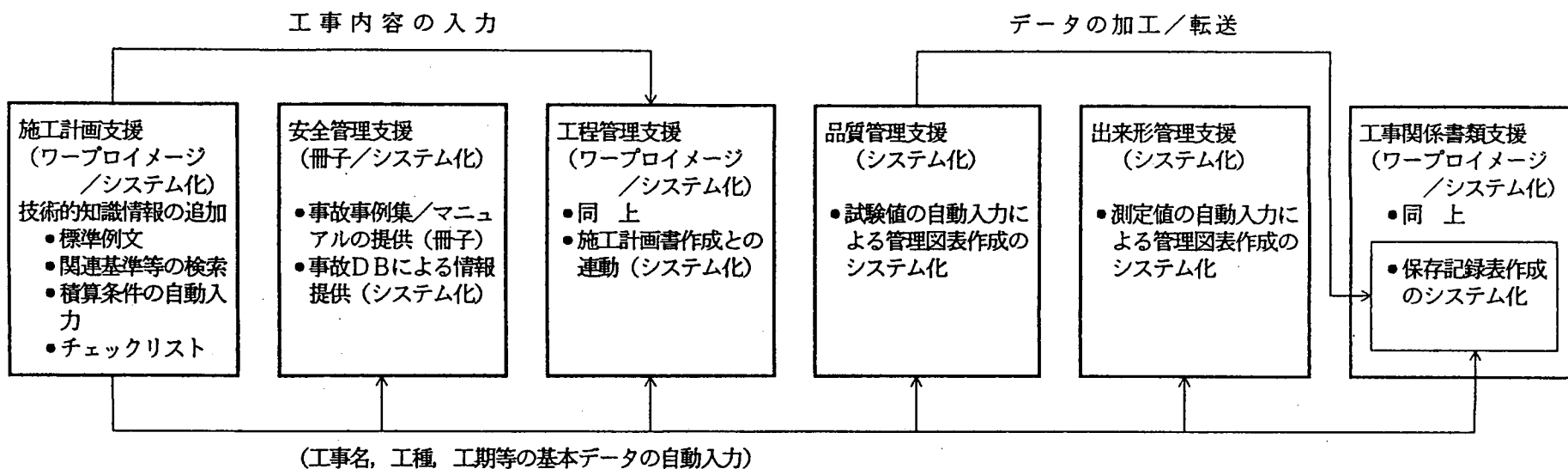


図 ー 9 工事監督支援システムの段階整備のイメージ

(3) 実現の可能性と課題の検討

工事監督支援システムの連携化におけるメリット及び課題と対応から実現の可能性を探る。

1) 連携化のメリット

特に発注者側におけるメリットを以下に述べる。

- ① システム化を図る過程において、管理図表、書類等の標準化、統一化がなされるため、監督職員による監督行為（指示、協議、承諾、検査等）の迅速化、適正化が図れる。
- ② 施工管理結果（図、表等）の集計、統計処理が可能となるため、施工管理基準における試験（測定）項目、試験（測定）基準、規格値等の見直しが容易となる。
- ③ 同種あるいは類似工事の施工管理データの収集が可能となるため、当該工事における施工管理が適正か否かの判断が的確に行える。
- ④ 将来的には、施工データや工事発注データ等を加工することによって、各種台帳の作成、維持管理資料作成の自動化のみならず発注状況の把握、発注の年度計画等にも活用できる。
- ⑤ 大規模工事においては、現場の計測結果を逐次設計、施工にフィードバックさせる情報施工が進んでおり、同システムの開発は、これを後押しするものとなろう。
- ⑥ 多様化する入札・契約方式の導入にあたっては、指名業者抽出時の請負者の工事実績等の情報も情報化施工支援サブシステムから入手することが可能となる。建設省では、現在指名業者選定の透明性を確保するために、工事カルテ（工事実績）を収集し、これを用いて指名支援サブシステムを稼働させている。これに必要なデータや格付等に必要なデータの全てを情報化施工支援サブシステムから提供することも考えられよう。
- ⑦ 特に今後一般競争の入札の増加が予想されるが、発注者にとっては、事務量の増大への対応に加えて、如何に目的物の品質を確保するかが最大の焦点となる。このような場合に、工事監督支援システムは、監督職員の判断に必要なデータを迅速かつ的確に提供しうるものとなろう。
- ⑧ 加えて、施工管理結果の設計、積算、契約への反映等、単に施工管理にとどまらず、これらへの情報の発信基地となり得る。

このように、情報化施工は、単に施工管理の情報化のみならず、設計、積算、契約、管理への情報提供を行う等、幅広い意味を含んでいるものである。従って、情報化施工（工事監督）支援サブシステムは、発注者にとって、極めて有用な情報を提供するシステム、役立つシステムと言えよう。ひいては、情報化施工支援サブシステムが、来たるべき情報公開における貴重なデータバンクとして活用されよう。

2) 連携化の課題点と対応

① 出力様式がバラバラ ⇨ 様式の全国統一

システムの連携化を図る前提条件として、地建毎に異なっている出来形、品質管理等の出力様式を標準化して、全国統一する必要がある。地建毎、発注機関毎に異なっている各種書類の様式の統一化が図れるならば、システム化が進み、システムの連携化もスムーズに図られるであろう。

② 提出書類が多い ⇨ 書類の簡素化

提出書類は、地建毎に様式が異なる上に工事の着手から完成までに種類、量共に多いのが現状で、これがシステム化、システムの連携化を遅らせている一因といっても過言ではない。従って、システムの連携化を図るためには、極力簡素化を図って少なくすることが望まれる。

③ データ入力省力化 ⇨ データ入力の自動化

現場においては、ICカードによる自動入力が進みつつあるが、機種が少なく（メーカーが特定される）、ハードな土木現場で活用する場合の耐久性にも問題がある。

発注者主導によるICカードの開発が進められれば、データの入力手間が大幅に省力化され、かつ転記ミス等の人為ミス等も減って、システムの連携化が進むであろう。

①～③の対応によって、システムの連携化、現場への導入、ひいては、工事監督の円滑化が進展するであろう。

本報告では、計画・調査・設計・積算・施工・維持管理までの一連の業務に
おいて、土工情報システムを用いた業務の合理化・省力化を推進するために、
システムの標準化、連携化の方策を提示するものである。

キーワード：土工、情報システム、標準化

○

郵便はがき

郵便切手
は
つ
て
下
さ
い。

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市旭一番地

建設省土木研究所

材料施工部施工研究室行

No. 002

No. 002

配布先氏名

配布先住所

○

○

土木研究所資料 第 3 4 9 2 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

○