

統合情報活用による建設事業の 高度化技術に関する共同研究報告書 (その2)

平成10年8月

建設省土木研究所 材料施工部 施工研究室

建設省土木研究所 材料施工部 機械研究室

建設省土木研究所 建設マネジメント技術研究センター 建設システム課

財団法人 日本建設情報総合センター

株式会社 大林組

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

鹿島建設 株式会社

株式会社 熊谷組

株式会社 建設技術研究所

株式会社 鴻池組

国際航業 株式会社

清水建設 株式会社

大成建設 株式会社

株式会社 竹中土木

株式会社 長大

東亜建設工業 株式会社

東急建設 株式会社

西松建設 株式会社

日本国土開発 株式会社

日本電気 株式会社

株式会社 間組

パシフィックコンサルタンツ 株式会社

株式会社 パスコ

復建調査設計 株式会社

株式会社 フジタ

前田建設工業 株式会社

三井建設 株式会社

三菱電機 株式会社

Copyright©(1998) by P. W. R. I.

All rights 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。

統合情報活用による建設事業の 高度化技術に関する共同研究報告書 (その2)

建設省土木研究所材料施工部長
建設省土木研究所施工研究室長
建設省土木研究所機械研究室長
建設省土木研究所建設システム課長
(財)日本建設情報総合センター
(株)大林組
(株)オリエンタルコンサルタンツ
鹿島建設(株)
(株)熊谷組
(株)建設技術研究所
(株)鴻池組
国際航業(株)
清水建設(株)
大成建設(株)
(株)竹中土木

片脇 清
塚田 幸広
吉田 正
大澤 健治
菅原 信二
本多 昭
和田 紘二
松本 喬
垣内 弘幸
磯部 猛也
伊藤 克彦
太田 守重
川西 広師
中川 有司
坂口 修司

(株)長大
東亜建設工業(株)
東急建設(株)
西松建設(株)
日本国土開発(株)
日本電気(株)
(株)間組
パシフィックコンサルタンツ(株)
(株)パスコ
復建調査設計(株)
(株)フジタ
前田建設工業(株)
三井建設(株)
三菱電機(株)

野水 清
畑 久仁昭
野上 公平
一條 俊之
黒木富士夫
東野 正
須田 清隆
近藤 嘉男
四方田重明
福田 直三
小谷 勝昭
吉田 信雄
加藤 洋次
宮西洋太郎

(いずれも代表者のみ)

要旨：

近年米国や製造業で進められている CALS に代表される統合情報システムは、設計段階から管理段階まで、関係する企業間の情報共有化を目指したものであり、産業全体の生産性や経済効率の向上が図られるとして期待されている。公共事業においても、業務の効率化、公共施設の品質確保、適切な維持管理のために、CALS の導入はきわめて有効であると考えられる。

本報告書は、建設省総合技術開発プロジェクト「統合情報活用による建設事業の高度化技術に関する研究」の一環として建設省土木研究所と(財)日本建設情報総合センター及び上記 24 社とで平成 8 年度から研究を開始した「統合情報活用による建設事業の高度化技術に関する共同研究」の平成 9 年度の研究成果をとりまとめたものである。

キーワード：CALS、図面、CAD、文書、標準化、調査、設計、積算、施工、維持管理、統合情報データベース、STEP、IDEF

- AutoCADLT95 は、米国 Autodesk 社の米国およびその他の国における登録商標です。

目 次

1. 研究目的	1
2. 研究概要	2
2.1 研究内容	2
2.2 研究計画	4
2.3 研究体制	5
3. 図面・文書の標準化研究(図面文書WG)	6
3.1 研究目的	6
3.2 研究概要	6
3.3 研究計画	6
3.4 図面の標準化研究	7
3.5 文書の標準化の研究	15
3.6 実証交換システムの構築	22
3.7 今後の課題	29
4. 調査－設計－積算段階の情報活用方策研究(調査設計WG)	30
4.1 研究目的	30
4.2 研究概要	30
4.3 予備実験	30
4.4 平成 10 年度実証実験計画	44
4.5 今後の課題	47
5. 施工－維持管理段階の情報活用方策研究(施工維持WG)	48
5.1 研究概要	48
5.2 研究目的及び研究方法	50
5.3 研究スケジュール	51
5.4 施工業務モデル研究SWG	52
5.5 施工情報活用研究SWG	58
5.6 維持管理業務モデル研究SWG	72

6. 統合情報DBによる情報共有化研究(統合DBWG)	78
6.1 研究目的	78
6.2 研究経緯	78
6.3 研究概要	84
6.4 おわりに	101
7. 土木事業の情報高度化に関する研究(STEPWG)	102
7.1 平成9年度の活動概要	102
7.2 諸外国のデータモデルに関する我が国への適用可能性に関する研究	105
7.3 橋梁データモデルに関する研究	118
7.4 今後の活動予定	129

1. 研究目的

建設事業においては、設計や施工の各段階においてコンピュータ支援での業務の高度化、効率化が行われているが、それぞれの段階を結びつけるところでは、依然として「紙」を介した情報交換が行われている。このため事業全体を通じて電子情報が連携化されず、各事業段階での情報の不整合や作業の重複といった問題が生じている。一方、製造業などでは、各段階での情報を系統的に結びつけた統合情報システムを形成するに至っており、これらが生産性の向上、品質の安定に大きな貢献を果たしている。

近年、米国などで進められている「CALS」に代表される統合情報システムは、設計段階から管理段階まで関係する企業間の情報共有化を目指したものであり、産業全体の生産性や経済効率の向上が図られるとして期待されている。公共事業においても、業務の効率化、公共施設の品質確保、適切な維持管理のために、CALSの導入はきわめて有効であると考えられるため、建設省では平成7年5月に「公共事業支援統合情報システム研究会（CALS研究会）」を発足させ、さらに平成8年度からは3カ年の計画で建設省総合技術開発プロジェクト「統合情報システム活用による建設事業の高度化技術の開発」において、技術的な面からの研究開発に取り組んでいる。

建設産業における情報の標準化の効果は産業界全体で取り組んだ場合に大きいことから、総プロの一環として官民共同研究を平成8年度から3カ年の計画で（財）日本建設情報総合センターと民間会社24社の参画を得て実施している。本共同研究では建設情報の標準化と建設事業の高度化を目指した情報活用方法について実証的に検討し、建設事業にCALSを導入するための手法の確立を図ることを目的としている。

本共同研究報告書は、平成9年度分の成果をとりまとめたものである。

2. 研究概要

2.1 研究内容

本共同研究は、建設事業における情報の標準化技術、CALS 導入を前提とした情報活用方策について実証的に検証し、建設事業に CALS を導入する手法の確立を図るものである。

このため、本共同研究では以下の 5 つの課題について WG をつくって検討を行う。課題毎の研究概要は次の通りである。

① 図面文書の標準化（図面文書 WG）

建設事業で電子標準化される図面、文書を選定し、実証的な検討を行って、ライフサイクルにわたって図面・文書データを正確かつ効率的に作成・交換・管理・検索するためのデータ構造と様式の標準形式を提案する。図面に関しては実務に活用できる現状の技術を活用した図面データ交換の短中期的な標準化、文書に関しては SGML を前提にした文書データの構造化・標準化を提案する。

② 調査－設計－積算段階の情報活用方策（調査設計 WG）

調査－設計－積算段階における CALS の概念を取り入れた新しい業務モデルシステムを提案するとともに、実証的な検討を行って、それらの実現に向けた技術的課題を検討する。

道路土工および橋梁構造の業務プロセス分析を行い、GIS、CAD、標準設計、CG 等の既存システムを活用した新たな業務プロセスに基づくモデルを構築して実証実験と効果検証を実施する。

③ 施工－維持管理段階の情報活用方策（施工維持 WG）

施工－維持管理段階における CALS の概念を取り入れた新しい業務モデルシステムを提案するとともに、実証的な検討を行って、それらの実現に向けた技術的課題を検討する。

道路土工およびシールドの業務プロセス分析を行い、施工計画策定支援システム、道路維持管理支援システム等の既存システムを活用した新しい業務プロセスに基づくモデルを構築して実証実験と効果検証を実施する。

④ 統合情報 DB による情報共有化（統合情報 WG）

CALS の概念を取り入れた情報の共有利用を実現するための情報の伝達および統合情報データベースの構築・利用に必要な基盤技術を提案する。

情報共有の技術を調査し、DB に格納する情報とその属性を整理する。その後、構築した仮想事業モデルによる統合情報データベースの実証実験の結果検討をもとに建設 CALS/EC 情報基盤への提言を策定する。

⑤土木事業の情報高度化（STEPWG）

公共土木事業で利用される情報のより高度な活用を目指すため、構造物の形状データだけでなく調査、設計、施工、維持管理などで必要な属性データを含む統合データの規格化のための方針を確立する。さらに、情報共有環境における建設事業情報システムの展開方策を確立する。

構造物のライフサイクルにわたる規格化を図る STEP が今後技術情報のデータ交換規格として最も重要な位置づけになると考えられるため、我が国の土木分野における STEP 導入の基礎を築くとともに、構造物のモデルを作成して ISO における土木 STEP 制定作業に我が国の意見を反映できるようにする。

2.2 研究計画

共同研究の研究計画を図 2.-1 に示す。

研究項目	研究細目	年次計画		
		平成8年度	平成9年度	平成10年度
図面・文書の標準化	・電子標準化される図面文書の選定 ・システム調査 ・データ交換、保管蓄積の標準化形式の検討 ・電子データ交換通信インフラの検討 ・実証実験及び評価 ・とりまとめ			
調査・設計・積算の情報活用方策	・業務分析 ・実証実験計画作成 ・標準ルールの検討 ・新しいプロセスの提案 ・実証実験 ・実証実験の検証・評価 ・とりまとめ			
施工・維持管理段階の情報活用方策	・業務分析 ・官民間の情報連携の分析 ・情報体系の構築 ・メタデータ・シソーラスの構築 ・モデルシステムの開発 ・デモ実験による導入効果の評価			
統合情報DBによる情報高度化	・統合DBの概念の整理 ・プロトタイプDB検討 ・統合情報DBメタデータ試作 ・実証実験 ・実証実験の検証評価 ・とりまとめ ・統合情報基盤への提言作成			
土木事業の情報高度化	・STEP構築の基本方針検討 ・STEP開発の手法及び実施計画の検討 ・業務分析及びモデリング ・APの開発 ・評価及びとりまとめ			

図 2.-1 共同研究の研究計画

2.3 研究体制

共同研究の体制を図 2.-2 に示す。

各 WG で研究内容が重複する部分の整合性を図るために、適宜幹事会を行い、他の WG に対する研究発表会を各 WG 1 回ずつ実施した。

また、専門家の立場より建設事業における情報高度化に関する方向の提言や研究開発に対する技術的助言をいただく外部委員会を設置した。平成 9 年度には図面標準の検討委員会において、建設事業における図面情報とその利用方法の標準化について研究方針を審議頂いた。情報高度化の検討委員会では、「土木事業の情報高度化WG」で STEP 開発を進めるにあたっての研究の方向性について平成 8 年度から引き続き審議頂いた。

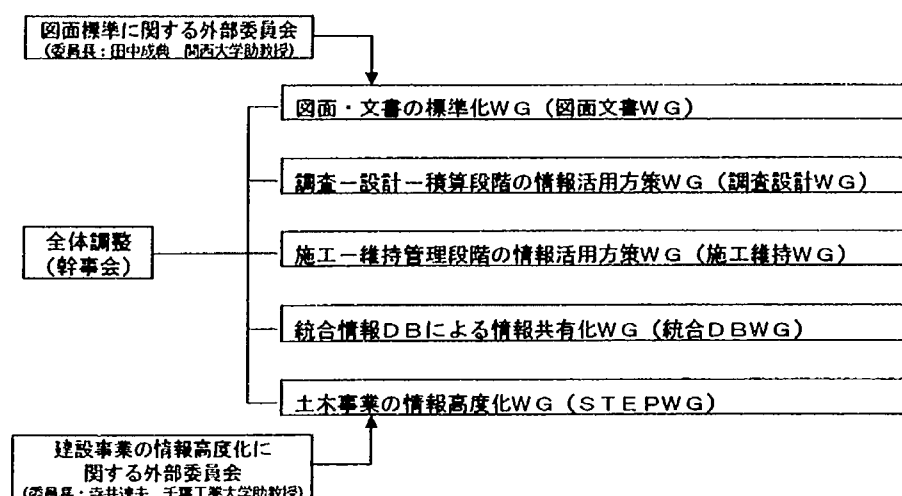


図 2.-2 共同研究の体制

表 2.-1 各WGの参加機関

WG名	参加機関
図面・文書の標準化WG (図面文書WG)	建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、㈱大林組、㈱熊谷組、清水建設㈱、東亜建設工業㈱、東急建設㈱、西松建設㈱、日本電気㈱、日本国土開発㈱、㈱間組、パシフィックコンサルタンツ㈱、復建調査設計㈱、前田建設工業㈱、三菱電気㈱
調査-設計-積算段階の情報活用方策WG (調査設計WG)	建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、㈱オリエンタルコンサルタンツ、㈱建設技術研究所、国際航業㈱、㈱長大、日本電気㈱、パシフィックコンサルタンツ㈱、㈱パスコ、復建調査設計㈱、三井建設㈱
施工-維持管理段階の情報活用方策WG (施工維持WG)	建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、㈱オリエンタルコンサルタンツ、鹿島建設㈱、国際航業㈱、㈱竹中土木、東急建設㈱、日本電気㈱、㈱間組、三井建設㈱
統合情報DBによる情報共有化WG (統合DBWG)	建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、㈱鴻池組、大成建設㈱、東亜建設工業㈱、東急建設㈱、日本電気㈱、パシフィックコンサルタンツ㈱、㈱フジタ、復建調査設計㈱、三菱電機㈱
土木事業の情報高度化WG (STEPWG)	建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、㈱建設技術研究所、国際航業㈱、清水建設㈱、東亜建設工業㈱、日本電気㈱、パシフィックコンサルタンツ㈱、㈱フジタ

3. 図面・文書の標準化研究

3.1 研究目的

建設事業に CALS を導入するための技術的課題の中の要素技術の研究として、図面・文書情報の標準化の研究を行う。図面・文書のデータを正確かつ効率的に作成・交換・管理・検索するためにはデータ構造と様式が標準化されていなければならない。図面については調査、設計から施工、維持管理までのライフサイクルにわたる図面情報を現在の技術水準でデジタルのまま修正加工しながら伝達を可能にするための課題、効果を把握する。文書については CALS 標準である SGML の適用を前提とした文書情報の標準化による課題、効果を把握する。

3.2 研究概要

図面・文書の標準化研究 WG は平成 8 年度に引き続き、土木研究所施工研究室、日本建設技術情報総合センターと参加企業 13 社で行っている。

平成 8 年度は主に既存技術調査を中心に現状技術の把握を行ったが、平成 9 年度は、平成 8 年度の調査を踏まえ、実証実験を中心に図面及び文書の標準化研究に取り組んだ。

3.3 研究計画

平成 8 年度～平成 10 年度の 3 ヶ年の研究計画概要は表 3-1 である。

今年度は平成 8 年度と同じく 3 つの SWG を設け、各々以下の項目を検討した。

①図面標準化 SWG

- ・ CAD 製図仕様の標準化
- ・ 標準 CAD 機能のスペック設定
- ・ DXF 形式による図面データ交換の範囲設定
- ・ 図面管理の実証実験と標準準拠図面の交換実験

②文書標準化 SWG

- ・ SGML 関連技術調査
- ・ 標準化対象文書の調査・整理と文書標準化（定型化、構造化）
- ・ 管理情報の SGML 化と SGML 文書プロトタイプの作成

③ライフサイクル SWG（実証交換システム担当）

- ・ ライフサイクルでの図面・文書の管理項目検討
- ・ 図面・文書の入力方法検討
- ・ Web 上での管理情報の登録・編集の実現性検討と実証システムの構築

表 3-1 図面・文書の標準化研究計画

研究項目	年次計画		
	8年度	9年度	10年度
・電子標準化される図面文書の選定	■		
・システム調査	■		
・データ交換、保管蓄積の標準化方式の検討	■	■	■
・電子データ交換通信インフラの検討	■	■	
・実証実験及び評価		■	■
・とりまとめ			■

3.4 図面の標準化研究

3.4.1 概要

今年度は平成 8 年度研究の結果を踏まえて、以下の項目の研究を行った。

上半期

- ・ DXF¹形式による図面データ交換の考え方
- ・ 標準 CAD 機能
- ・ CAD 製図仕様の標準化案

下半期

- ・ CAD 製図仕様の標準化案に準拠した図面の実証交換実験
- ・ ライフサイクル SWG の実証交換システムを用いての図面管理の実証実験

下半期の実証実験では、上半期に検討した「CAD 製図仕様の標準化案」の検証と、受発注者間の図面データ共有に関する「図面管理情報」の検証を目的とした。

3.4.2 DXF 形式による図面データ交換の考え方

(1) 図面データ交換のあり方

建設 CALS における図面データの交換には公的標準が使われるべきであるが、現状では使用に耐える機能があり、かつ、普及しているものはない。したがって、当面は、AutoCAD のデータ交換形式である DXF を使用せざるを得ない面がある。

理想的には、「交換」ではなく「共有」が必要である。すなわち、同じ図面データフォーマットを複数の CAD ソフトのフォーマットとして使用することである。

(図 3-1 参照)

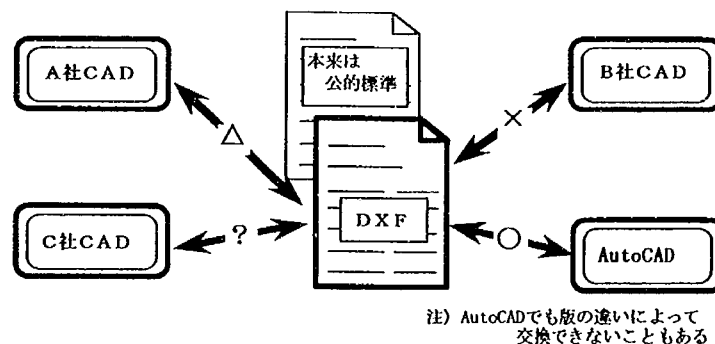


図 3-1 図面交換フォーマット

(2) DXF データ交換の考え方

図面データ交換においては、データを渡され、加工する側の立場になって考えなければならない。ポリライン²を扱えないような CAD ソフトで作成され DXF 出力された図面データを是とするなら、ここで推奨する多くの項目の意味がなくなる。このようなデータを受け取った担当者は大変な努力をして再加工しなければならない、紙図面の方がよい場合も発生する。

しかし、すべての段階の図面交換で高度な CAD 機能を必要としているわけではないので、図面交換局面を整理し、局面によっては低い CAD 機能の CAD も利用可能とし、表 3-3 に示すような条件でデータ交換を行うものとする。

(3) 図面交換局面の整理

¹ DXF: Drawing Interchange File Autodesk 社が規定した CAD データ交換の中間ファイル

² 1 つの図形として作成した一連の線分セグメントを接続したもの

受け取るデータは高機能な項目が含まれている正しいデータであるとして、図面データを交換する局面を図面データを受け取ってから後の処理に注目して以下の3つに整理できる。(図 3-2 参照)

- A 図面の変更を行わない場合
- B 軽微な変更や追加を行うが、再利用しない場合
- C 図面の変更や追加を行い、他者に渡す場合

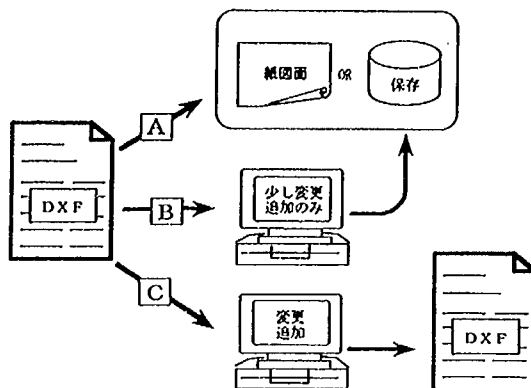


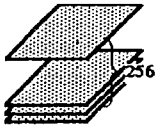
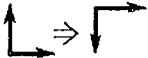
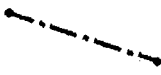
図 3-2 図面交換局面

3.4.3 標準 CAD 機能の検討

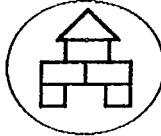
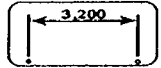
(1) データ交換に必要な CAD 機能

交換局面によってはデータを低機能のデータに分解あるいは代替して取り込んでも差支えない場合もある。データ交換に必要な CAD 機能を表 3-2 に示す。

表 3-2 データ交換に必要な CAD 機能

項 目		説 明	
レイヤ ³			図面を層分けして扱う機能である。図形要素を任意のレイヤに割り当てることで、線種や線色の指定、表示／非表示など図面上の情報をまとめて扱える。 建設 C A L S ではレイヤ数 256 以上、レイヤの区別をレイヤ名(半角英数字、一部の特殊文字 31 文字以内)で行う。レイヤ毎に線種と線色が定義でき、図形要素の線種・線色定義にはレイヤ定義に従うよう指定できること。
数値精度		123456.78901234	一般的な DOS 系パソコンの倍精度実数が扱えるものとするが、図面の性格上、絶対値の大きさではなく、有効桁数(約 15 桁)を満足すること。場合によっては単精度実数の範囲でも良いが、書式として有効数字 15 桁で表現された数値を単精度の範囲内(約 7 桁)で読み込めること。
座標系			数学座標系の直交座標を基本座標系とするが、利用者定義の座標系でも表示できること。データ交換の際は基本座標系で行う。 図面枠の概念を持つ CAD では図形要素を定義する座標値原点が図面枠内にならない場合にも対応できること。
図 形 要 素	点		点は本来、座標値のみであるが、表示のために点を表すシンボルを表示することができる。シンボルは定義可能で用途に応じて異なるものが表示できること。表示色の定義が行えること。
	線分		単一の直線。線タイプとして実線、破線、鎖線などがある。線種として実線以外の線タイプの実部・空部の長さを定義できること。線種・線色が画層依存を含めて定義できること。
	円		単一の円。線種・線色等は線分と同じ。

³ 画層のこと。複数の図面を重ねて 1 枚の図面とする時、その複数の図面の各 1 枚を指す

円弧		円の一部。線種・線色等は線分と同じ。
ポリライン		複数の線分や円弧からなる線で、閉じた図形(一般にはポリゴンと呼ばれる)もこれに含めることができる。
文字列	{文字は文字列}	図中の文字は一連の文字からなる文字列が多いため、一体で扱える必要がある。文字列の位置の基準点として左右方向には左端・中央・右端が、上下方向には上端・中央・下端あるいは基準線で位置合わせできる必要がある。 文字の形状は様々なものがあるが、基本的には文字の高さとピッチが設定できれば良いと考える。日本語に対応できることが必要である。
複合図形		複数の図形要素を一体として扱う機能。元の図形要素の集団に名前を付け全体を扱う。全体を拡大、縮小、回転して目的の場所に配置できる。 複合図形の入れ子ができること、即ち、先に定義した複合図形を後の複合図形定義の中で使える。
寸法図形		寸法の構成要素(引出線、寸法線、寸法文字)を一体として扱う機能。寸法定義の機能は非常に多くの要素があり、逐一の説明は省略する。 最低限は一体で扱えることと、寸法の種類として水平寸法、垂直寸法、平行寸法、角度寸法、並列寸法、直列寸法がある。

(2) CAD 機能と交換局面

3.4.2(3)で分類した CAD データ交換局面においてどの CAD 機能が必要になるかの関係を表 3-3 に示す。

表 3-3 交換局面と必要 CAD 機能

CAD 機能		図面の変更を行わない	軽微な変更 再利用しない	追加・変更 他者に渡す
レイヤ		○	△	×
数値精度		*	*	*
座標系		*	*	×
図形要素	点	○	△	×
	線分	○	△	×
	円	○	△	×
	円弧	○	△	×
	ポリライン	○	○	×
	文字列	○	△	×
	複合図形	○	○	×
	寸法図形	○	○	×
交換場面の一例		紙出力のみ 紙の代わりに保存	少し変更 簡単仮設の追加	設計検討 設計変更

○：互換程度が不十分であってもデータ交換は、可能。

△：互換程度によってデータ交換できないことがある。

×：互換程度が不十分であればデータ交換は、不可能。

*：図面内容によって可能・不可能が変わる。

3.4.4 CAD 製図仕様の標準化

土木学会製図基準や ISO の基準等を参考にして、CAD データ交換のための図面作成の標準を検討した。以下に今年度検討した標準案を示す。

(1) 印刷出力時の初期設定

出力図面は土木学会製図基準に準ずる。

(2) コンピュータ画面表示色

画面での表示は背景は黒、各種図形の線色は、表 3-4 を標準とする。この色設定はカラー出図に適用することは考慮していない。

表 3-4 コンピュータ画面の表示色

色	対象図形	色	対象図形
赤	構造物、計画高	青	
黄色	その他の構造物	紫 (Magenta)	
緑	現況地形、鉄筋	白	中心線、寸法、 旗上げ、注記関係
水色 (Cyan)	排水構造物		

(3) ファイル名称

ファイル名称は、英字 5 文字 + 数字 3 文字、拡張子とし、各々が表すものは図 3-3 のとおりとする。

(例) D PLAN 00 1. 拡張子

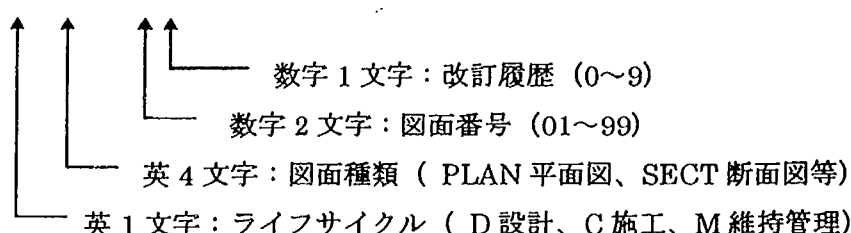


図 3-3 ファイル名称構造

(4) レイヤ名称

1) 基本的な考え方とレイヤ名称の構造

図面のライフサイクルと図面交換の容易性を考慮し、階層構造のレイヤ名称の標準 (案) とした。

- 3 階層の構造とし、各階層が表すものは図 3-4 のとおりとし、階層の区切りはハイフン “-” で繋ぐ。
- レイヤ名は半角英数字を使用し、CAD の画層コントロール表示ボックスで一目瞭然で判読できる文字数とする。

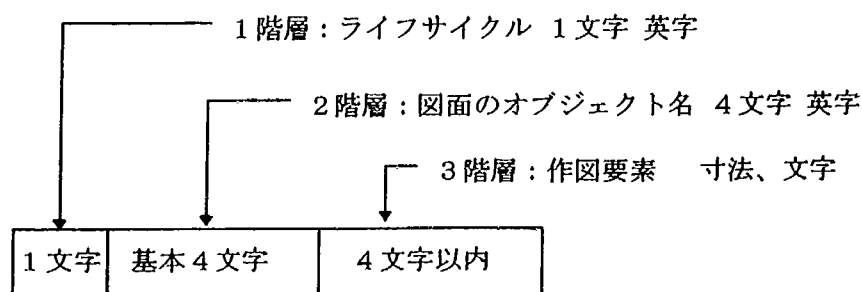


図 3-4 レイヤ名称構造

2) レイヤ分けの考え方

- 原則としてオブジェクト⁴ (構造物) 別にレイヤを分ける。オブジェクトのレ

⁴ CAD 図面に書かれた図形または図形要素を指す場合もあるが、この場合は CAD で表そうとす

イヤ分けは、図面のライフサイクル全体を通じて最小限の分け方とする。

- オブジェクトには原則として寸法の DIM⁵と文字列の TXT⁶のレイヤが連動して付属する。
- 調査・設計段階から維持段階各々の段階で、後工程に対して影響を与えないレイヤであれば各々の段階に適してレイヤ名称を定めて追加しても良いがレイヤ数が多くなりすぎない様注意する。(例：配筋図)
- 道路中心線、グリッド⁷といった従来の慣用表現⁸を踏襲し、重要と思われる作図要素はオブジェクトと同じ扱いにする。
- 図面の慣用表現を踏襲するのに必要な図形情報についてはオブジェクトと同じ扱いをする OTHR(Other)に集め、第3階層で区別する。(例：D-OTHR-FRM 図枠、D-OTHR-BAND 縦断図の表、等)

3.4.5 標準化図面による実証交換実験

(1) 目的

3.4.4 で検討した CAD 製図仕様の標準案を基に図面データを作成し、交換実験を通して標準案の有効性を検証する。さらに図面管理情報を付加して、受発注者間で図面データを共有することが可能かどうかを検討する。

(2) 実験の概要と方法 (図 3-5 交換実験のフロー 参照)

1) 実験対象図面の設定

工種は道路土工+橋梁とし、ライフサイクルを意識して、過去の建設省工事から平面図、縦横断図、一般構造図(形状、鉄筋)、付帯構造物など 11 枚を選定した。

2) 紙図面から CAD 標準案に基づくデジタル図面データの作成

対象図面全てについて 3.4.4 で検討した CAD 製図仕様標準案を基に CAD 化した。

3) 発注者、コンサルタント、施工会社の各々の立場での実証交換実験

調査設計フェーズ、現場施工フェーズの 2 局面を想定した交換実験を行い、図面管理情報項目と CAD 製図仕様標準化項目の検証を行った。

4) 実験に使用した CAD

今回の実験は標準化案とデータの共有の可能性の検証が目的であり CAD データ交換時のトラブルを避ける意味で、実験 CAD を統一することとし AutoCAD LT95 を使用した。

る実体の構造物や地形等を示す。

⁵ DIM : Dimension 寸法

⁶ TXT : Text 文字

⁷ グリッド : 座標の碁盤目

⁸ 従来からの紙の図面による情報の表し方

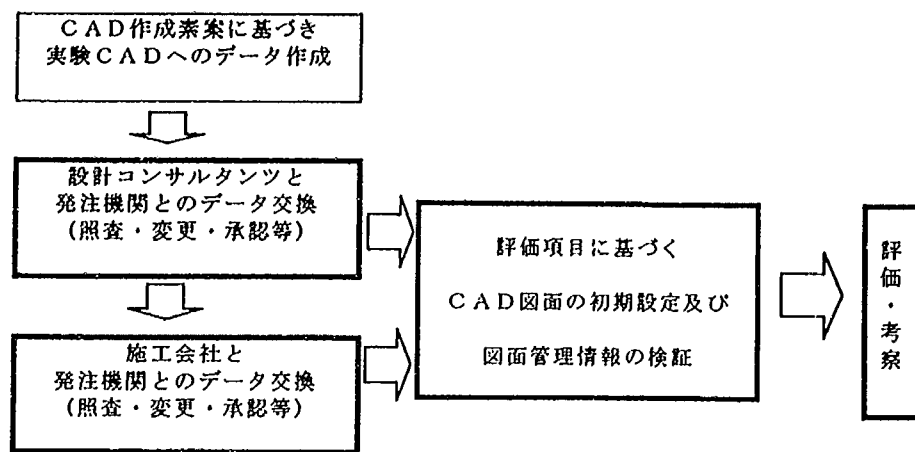


図 3-5 交換実験のフロー

(3) 評価の項目

1) 図面管理情報項目

図面管理情報の項目の評価は「必須で必要」「必須ではないが必要」「不要」の3段階とした。項目は結果表 3-7 を参照。

2) 標準化項目

標準化項目の内、出力しないで確認できる項目として表 3-9 の項目を評価項目とした。評価は「良い」「悪い」の2段階とし、気づいた点、意見等をまとめることとした。また設計変更等の指示事項が CAD データだけで伝えられるかの検証として「指示等」を項目に追加した。

(4) 設定図面

1) 使用図面

今回使用した図面の一部を表 3-5 に示す。

表 3-5 使用図面

	図面タイトル	図面の用途	元図ファイル名称
1	道路平面図	仮設道路計画	DPLAN000.DWG
2	道路縦断図	設計変更	DPROF000.DWG
3	道路横断図 1	仮設道路計画	DSECT000.DWG
4	道路横断図 2	設計変更	DSECT100.DWG

2) レイヤ名称の一例（設計の橋脚構造一般図）

レイヤ名称の一例を表 3-6 に示す

表 3-6 レイヤ名称と内容

レイヤ名	レイヤに書かれている内容	レイヤ名	レイヤに書かれている内容
D-BASC	基礎材（砕石、均しコンクリート等）	D-PIER-TXT	橋脚の文字
D-OTHR-FRAM	図枠、タイトル（文字含む）	D-SSTR	上部工構造線
D-PIER	橋脚構造線	D-SSTR-DIM	上部工の寸法
D-PIER-DIM	橋脚の寸法	D-SSTR-TXT	上部工の文字

(5) 実験結果

1) 図面管理情報項目

図面管理情報項目評価結果を表 3-7 に示す。また、実験結果をもとに作成した図面管理情報項目（案）を表 3-8 に示す。

表 3-7 図面管理情報項目評価結果

管理情報項目		評価			まとめ
		必須項目	必須ではないが 必要	不要項目	
タイトル		9	0	0	図面名称を入力
サブタイトル 1		1	7	1	予備的用途として必要
サブタイトル 2		0	2	7	不要
著作権情報		2	3	4	土木図面と著作権の関係が不明瞭であるため、除外する。
文書番号		5	1	3	図面番号に変更
関連文書	タイトル	4	3	2	関連図書に変更
	備考	3	4	2	
備考		3	5	1	
図面情報		5	2	3	作図ソフト及びバージョンを入力
縮尺		6	2	1	必須項目
作図単位		7	2	0	必須項目
設計条件		2	7	0	内容を吟味する必要あり
改訂履歴	版数	9	0	0	必須項目
	改訂内容	7	2	0	必須項目
作成者、作成日		8	1	0	必須項目
照査者、照査日		5	4	0	
承認者、承認日		5	3	0	
発行者、発行日		3	3	2	
添付ファイル	タイトル	3	1	2	図面名称を表示
	ファイル名	5	1	1	

* 数値は回答数（人）

表 3-8 図面管理情報項目（案）

管理情報項目		◎：必須項目 ○：必須ではないが 必要な項目
タイトル		◎
サブタイトル		○
図面番号		◎
改訂履歴	版数	◎
	改訂内容	◎
備考		○
図面情報	作図ソフト	◎
	バージョン	◎
	縮尺	◎
	作図単位	◎
	設計条件	○
関連図書	タイトル	○
	備考	○
作成者、作成日		◎
照査者、照査日		○
承認者、承認日		○
発行者、発行日		○
添付ファイル	タイトル	◎
	ファイル名	◎
著作権情報については、土木図面と著作権の関係が不明瞭であることから、現状では除外とした。		

2) 標準化項目

標準化項目の評価結果を表 3-9 に示す。

表 3-9 標準化項目評価

チェック項目		良い○	悪い×	結果のまとめ
指示等	1.変更等の指示が明確に伝わるか	20	1	変更指示レイヤ名称及び文字色の統一が必要。
	2.送信者が付加した情報が何であるか分かるか	21	0	変更指示レイヤに付加情報を記入する。
ファイル	3.ファイル名の構造は良いか	26	10	先頭文字のD,C,Tなどは良いが図面枚数が多い場合はディレクトリ管理と併用した名称設定が必要。
	4.ファイル名称は良いか	22	14	半角8文字でファイルの内容を理解させることはむずかしい。「悪い」には英語がなじまないとする意見が多い。
レイヤ	5.レイヤ名称の構造は良いか	25	5	構造は良い。
	6.レイヤ名は分かり易いか	22	8	「悪い」の評価は英語がなじまないとする意見が多い。
	7.レイヤの数は適切か	20	10	1層は不可、多すぎるのも不可。施工時に付加される図層は少なくすること。
	8.レイヤ名でレイヤに描かれている情報が何であるか分かるか	22	8	皆が理解できる言葉をレイヤ名称につける工夫が必要。
線色	9.線色の数は適切か	23	7	7色程度を使い分ける。
	10.オブジェクトの線色は適切か	17	14	
線種	11.線種の数は適切か	30	1	従前からの製図手法による線種を適用。
	12.オブジェクトの線種は適切か	25	6	従前からの製図手法による線種を適用。
文字	13.文字の色は適切か	24	7	
	14.文字の大きさは適切か	30	2	従前からの製図手法による文字の大きさを適用。

チェック項目によって使用した図面数が違う。よって「良い」「悪い」の合計値は項目毎に違う

* 数値は回答数（人）

(6) 考察

1) 図面管理情報項目

実験結果からサブタイトル2は不要であり作図ソフト及びバージョンは必須項目であると思われる。著作権に関しては土木図面と著作権の関係が不明瞭であり、除外することとした。また入力する内容が分かりにくい項目もあり、入力内容を明確にする必要がある。

今後は発注者、受注者の入力項目の明確化、データの交換時と保管時の必要項目の明確化を図らねばならない。

2) 標準化項目

総合的には今回の標準案は概ね良好である。

今回の実験では、「指示等」に関しては「指示等」を書くためのレイヤを設定しそれを使用することによって CAD データだけで「指示等」を明確に伝えることは可能であるという結果になった。

レイヤ数については、多すぎると図面全体の把握がやりにくくなるとの意見もあり、施工段階で付加するレイヤを極力少なくすることが必要である。

ファイル名称及び構造については、今回案の構造及び名称のままでは多量の図面を扱う場合や改訂が多数回に及ぶ場合にファイル管理が難しいと考えられ、今後、図面の管理・保管を考慮した名称、構造の検討が必要である。

ファイル名称、レイヤ名称についての「悪い」の回答の大部分は、アルファベット表記ではわかりにくいとの意見であり、「ファイル名称一覧」「レイヤ名称一覧」等の補助手段を含めて今後の検討課題としたい。

また線色については、現状ではライフサイクルのほとんどの局面で紙図面への出図と、それによる確認がされていることから、出図を考慮した場合の線色と線の太さの関係も今後考える必要がある。これについては CAD ソフトの機能や出力装置に依存する部分もあり、慎重な検討が必要である。

3.5 文書の標準化の研究

SGML は ISO で規格化されたタグつき言語であり、欧米では実績が多く、その効果も十分に証明されている技術である。

建設事業で取り扱う書類には構造化された文書が多く、これらの書類を電子化し、ライフサイクルに亘る再利用を考えた場合 SGML は有効なツールである。

3.5.1 概要

文書の標準化 SWG では平成 8 年度に引き続き以下の 3 項目における研究を行い、合わせてライフサイクル SWG のシステムを利用して管理情報 DTD⁹を用いた文書の実証実験を行った。

平成 9 年度研究項目

- SGML の関連技術調査
- 標準化対象文書の調査・整理
- 文書の SGML 化

SGML 関連技術調査では、SGML 関連ツールの調査を行うと共に、最近注目を浴びている XML¹⁰や PDF¹¹の動向に注目し、SGML 以外の文書標準化技術についても動向調査を行った。標準化対象文書の調査・整理では、調査、設計、施工の各段階における交換文書を整理し、文書標準化の有効性を判定して実証実験に使用する文書を選定した。文書の SGML 化では、標準化対象文書の調査・整理で選定された「工事打合簿」及び「施工計画書」の 2 文書の DTD 及び入力ツールを作成した。DTD 及び作成ツールの検証に関しては平成 10 年度の研究で行う予定である。

また、実証実験では各種文書や図面の共通的な項目（工事名、作成者、改訂履歴等）をまとめた管理情報 DTD を作成し、文書の交換実験を行った。実験で用いたシステムはライフサイクル SWG で開発したシステムを利用した。SGML の利用はツールに依存する部分が大きく、現状では使い難いものが多い。しかし、SGML 関連ツールも急速に開発され始めており、実用化に向けてはあと 1 歩の段階まで来ているといえる。

3.5.2 SGML 関連技術について

本年の SGML に関する動向として、最も顕著で影響力のある規格が新たに制定された。

これが XML である。これは、SGML で制定された数ある規約のうち使われなくなったものを廃止し、一部の情報の付加形態に関してある程度の制約をつける代わりに、インターネット上で流通できうる程度の実装を施したものである。

HTML ではタグのひとつひとつに意味があるのに対し、SGML も XML と同様に意味を作者が指定することができる。ただし、意味に対応する見栄えを指定する必要があるので、XML では SGML の関連規格として制定された DSSSL¹²を初め DHTML¹³で規格化されつつある CSS¹⁴や XSL¹⁵をもスタイルシートの文法として容

⁹ Document Type Definition : 文書型定義

¹⁰ eXtensible Markup Language

¹¹ Portable Document Format

¹² Document Style Semantics and Specification Language

¹³ Dynamic HTML

¹⁴ Cascading Style Sheets

¹⁵ eXtensible Style Language

認できる仕様になっている。

また、タグに対して自らが意味を持たせることができる利点を生かし、EC¹⁶の発展に寄与するものとなると推察される。なお、詳細は W3C (<http://www.w3.org/>) で随時最新情報を提供しているので、あわせてご覧いただきたい。

3.5.3 標準化対象文書の調査・整理

平成 8 年度から引き続き、発注者（建設省）と建設コンサルタントおよび施工業者の間で交換される文書を対象として、以下の内容で現状調査を行った。

【平成 9 年度実施内容】

- 調査、設計、施工各段階における交換文書の建設省各地方建設局間の差違を調査。
- 施工段階における交換文書について、実証実験のための対象文書を選定。

(1) 交換文書（書類）の建設省各地方建設局間の差違

1) 調査対象文書

建設省各地方建設局の所定書類を対象として、刊行資料（業務必携、標準書式集、等）等を基に、各局間での差違を調査した。調査対象は、以下の通りである。

① 調査段階……関東、近畿、中国、九州－4 地方建設局

② 設計段階…… “ “ “

③ 施工段階……東北、関東、北陸、中部、近畿、四国、九州－7 地方建設局

2) 調査結果

結果として、各地方建設局の間に以下の様な相違が頻繁に見られ、現状の文書（書類）管理は、大部分が各局ごとの判断に基づいて行われていることが判明した。

- 業務必携、標準書式集、共通仕様書等、書類を規定する文献が異なる。
- 書類自体に各局で有無があり、必要な（定められる）書類が異なる。
- 同一内容の書類でも、書類名称や書式が異なる。
- 同一名称もしくは同類の書類でも、記載すべき項目が異なる。
- 同一内容を記すべき箇所でも、書類間でその項目名称が異なる。

文書の電子化は、標準化のための手段と言える。CALS を意図するのであれば、電子データ形式や通信プロトコル等の IT の研究、整備も重要であるが、情報の内容や構造、および処理プロセス等を標準化することが最重要と考える。

従って、文書に関しては、「管理基準の整備」や「様式の統一」などが、電子化（システム構築）よりも優先して為すべきことと考え、さらにそれは、省庁間にも亘って取組む必要があるものと判断する。

(2) 実証実験のための対象文書を選定

文書交換・管理の実証実験への適用を目的として、平成 8 年度に調査・収集した工事施工段階における交換文書（121 種）の中から対象文書を選定を行った。

選定に当たっては、一次選定として、電子化および標準化を行うことで効果大と見込まれる文書の抽出を図り、以下の特徴に着眼し、該当する文書を選別した。

- ライフサイクルに渡って有用→施工計画書，実施工程表，各種報告書等
- 作成頻度が多い→工事月報，工事打合簿，安全巡視日報等
- 参照利用が多い→工程表，請負代金内訳書，施工計画書等
- 構造的に有る→工程表，請負代金内訳書，施工計画書等

¹⁶ Electronic Commerce:電子商取引

- 次に、二次（最終）選定として、一次選定で抽出された文書（12 分類 23 種）について、業務特性、情報特性、および電子化・標準化による期待効果を判定し、実証実験のために、以下 2 種類の文書を取り上げることとした。

- また、これらの文書は調査及び設計の各段階においても文書名が異なったり、記載項目に多少の違いがあるものの文書構造は類似しているので、上記の二次選定理由が同様に該当する。

以上より、施工段階における施工計画書と工事打合簿の標準化を図れば、調査及び設計段階においても利用が可能であると考えられる。

前節で選定された「工事打合簿」と「施工計画書」の DTD 及び入力ツールの作成を行った。

1) 工事打合簿書式と DTD

工事打合簿の書式としては、後日のデータベース化、検索利用を考慮して「件名」を付加し、次のような書式とした。また、DTD について木構造を示す。(図 3-6 参照)

工事打合せ									
発議者(会社名/個人名)		発議年月日		西暦		年		月 日	
発議事項		(指示/依頼/通知/承認/提出/報告/提出/その他)							
工 事 名									
内 容 件名:									
参加者 7/7/18									
地 点		上記について (指示/承認/依頼/通知/受領) します。 _____ その他 _____							
調 査		西暦 年 月 日							
客		上記について (了解/依頼/提出/報告/提出) します。 _____ その他 _____							
		西暦 年 月 日							

調 査 担当者	立 会 担当者	監 査 担当者	成 果 担当者	調 査 代理人	成 果 代理人	成 果 担当者

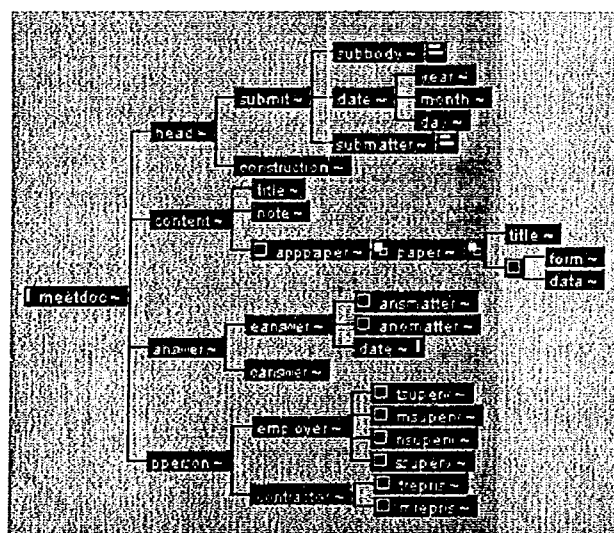


図 3-6 工事打合簿書式と工事打合簿 DTD

SGML 化工事打合簿の入力ツールは、代表的な文書作成ソフトを利用して作成した。文書作成ソフト A による入力ツールの作成は、DTD がある場合、ユーザーレベルでの対応が可能であり、簡単な帳票の SGML 化には便利である。一方、文書作

成ソフトBによる入力ツールの作成は、マクロ機能を利用したもので、ユーザーレベルでの入力ツール作成は非常に難しいと考えられる。しかしながら、DTDの要求に対応した、より複雑な文書については、マクロ機能、DTDを熟知した者が作成する文書作成ソフトBによる方がよい。

3) 工事打合簿の交換、検索利用

SGML化工事打合簿の交換方法としては、メール送信による場合とサーバ登録を利用する場合が考えられるが、発議、回答、確認の交換フローの後には、検索利用を考慮し、データベース化する必要がある。検索利用については、今後の課題であるが、Web画面を利用してデータベース検索する方法が、利用範囲の発展性から判断して最も有効と思われる。工事打合簿の場合、検索方式については、索引検索と特定のSGMLタグ内容に関しての全文検索との組み合わせによることが、合理的であり、SGMLの特徴を生かすことができる。

(2) 施工計画書

1) 施工計画書の DTD

今回、SWG 各社の数例の施工計画書を基に、文書構造の分析を行い DTD を作成した。この DTD の作成にあたっては、汎用的なものとするため、現在公開されている NCALS-DTD や MIL-M-38784C を参考としている。また、表の DTD としては、CALS テーブルと呼ばれる DOD¹⁷ の MIL-M-38784 シリーズで使用している表モデルを採用した。

2) 施工計画書作成ツール

施工計画書作成ツールは、工事打合簿と同様マクロ機能を利用して作成した。このツールは、文書作成ソフトのテンプレート機能を利用して文書を入力し、マクロ機能で SGML のタグ変換を行うものである。このツールで作成する SGML 文書は、本文情報（工事施工計画書）、工事基本情報（工事名、工期、請負金額等）、後述する管理情報（改訂履歴、配布履歴等）の 3 つであり、これら 3 つの SGML 文書で 1 つの工事に関する文書となる。

ただし、3 つの文書は汎用性を高めるため、それぞれ独立して使用することもできるような構成としている。例えば管理情報と本文情報を組み合わせれば、工事に関係しない一般的な文書に適用でき、また、管理情報のみでも適用が可能（3.5.5 参照）である。

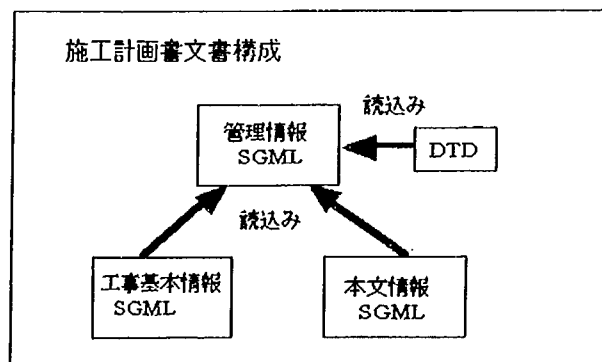


図 3-7 施工計画文書構成

施工計画書の構成は、管理情報 SGML 文書で DTD を読み込み、管理情報 SGML 文書内で本文情報および工事基本情報の SGML 文書を参照の形で関連させる構成

¹⁷ Department of Defense

作成にあたっては、それぞれの文書作成用のテンプレートがあり、そのテンプレートに従って文書を作成し、文書作成後に SGML 変換を行う。全体の SGML 文書作成は本文情報及び工事基本情報の SGML 文書を作成し、管理情報の SGML 文書の作成時にこれら 2 つの SGML 文書を登録して作成する。

3.5.5 管理情報の SGML 化

建設工事で作成・運用される文書は、今後、文書作成や文書交換を電子的に行うことを目指すため、文書の共通事項についてある程度標準的なものにまとまる可能性がある。

[illegible]

管理情報のイメージは、図 3-8 に示すように、文書や図面の始めに付く情報であり、文書管理を標準化する上で、共通な情報となり得るものと考えられる。

文書や図面の管理情報として、書類情報、配布先情報、改定履歴情報、添付書類情報の4つに区分して DTD の構築を行った。以下にその代表的な項目について示す。

① 書類情報

この書類が文書又は図面であるか区分を行い、工事名、文書名、著作権情報、文書番号で基本的な書類の情報を表現する。

② 改定履歴情報

文書や図面の改定履歴情報として、作成者などの責任所在を明らかとする。また、この要素は複数回出現することを許し、バージョン管理ができるようにしている。

③ 配布先情報

配布先が分かるように管理番号や配布先、配布日などを明らかにし、管理ができるようにしている。

④ 添付書類情報

外部実体参照として、ファイル名を入力する。また、文書を受け取った側で用意するアプリケーションを特定させるため、この参照ファイルがどのツールで作成されているか形式を明記するように配慮した。

3.5.6 文書管理実証実験

(1)実験の概要

ライフサイクル SWG で開発した実証実験システムを利用して、文書管理の実証実験を行った。実験の方法は、表計算のファイルや文書のファイルを交換実験用文書とし、最初の実験担当者が文書を作成し、文書登録を行う。次の担当者がダウンロード・改訂・登録、そして次の担当という手順で全担当者が作業を行う。特に実務の流れは想定せず、実験の目的は、あくまでも管理情報 DTD の妥当性検証、文書交換・共有時の問題抽出とした。

(2)実験結果

実証実験システムは、文書標準化 SWG で作成した管理情報 DTD を実装している。実験結果としての評価は、その DTD 自体の問題は何か、文書管理を行おうとした場合システムとして問題は何か、そして付随する問題は何かの三つに分けられる。

1)管理情報項目の評価

- コード化されたユニークな文書管理番号をシステムが自動設定、収録することが必須。
- 管理情報の項目数が多いので、見直し、絞り込みが必要。
- 工事コードは、コリンズ番号やテクリス番号のように特定の工事・設計を指し示すものにならない。
- 会社のコードを DTD 項目に入れた方がよい。
- DTD の項目は、用途によって表示を変えた方がよい。

2)実証実験システム全般に対する評価

- 操作は容易である。
- データ参照時、特に工事及び図面、文書の一覧表示において、表示情報が不足。
- ユーザ管理の機能が弱い。
- 入力データの記入ルールが不明瞭で説明が必要。
- 保存された工事データ及び図面、文書ファイルの検索機能が必要である。

- 図面、文書ファイルについて、ダウンロード前のプレビュー機能が欲しい。

3) その他の問題

- 使用した SGML ビューワの設定が難しい。
- SGML ファイルの形式 (SGML 宣言、DTD、インスタンス) には規定が無いいため、使用する SGML ビューワにあった設定が必要になる。
- 実務上、データの登録後に相手先に通知が必要となる場合が多い。任意の者もしくは指定するメールアドレスへ、メールを送信する機能が望まれる。
- アップロードするファイルのパス名、ファイル名が半角英数文字である必要があった。

(3)課題

今後、本システムの本格的な実用化に向け、最低限に具備すべき機能の検討を行わなければならない。例えば、誰でも簡単に入手し設定できる SGML ビューワが必要であるし、実際の図面文書の交換に際しては、ワークフローに関する考え方を明らかにし、運用ルール等を定めることが必須となる。

また現在のシステムは、図面文書交換管理システムであり、その用途での機能は果たすと考えられる。しかし、DTD の評価とこの実験を通して、建設プロジェクトのライフサイクルを管理するシステムが上位に必要であり、役割分担のもとに運用されなければならないということが再認識された。

3.6 実証交換システムの構築

3.6.1 システムの概要

(1) 目的

公共工事のライフサイクルにわたって使用される図面・文書を電子データによって保管蓄積するシステムを構築し蓄積管理の効果と共有使用（データ交換）の効果を実証する。蓄積管理の方式として ISO の文書標準の SGML を利用し、SGML の利点を確認する。また、電子データの保管蓄積の通信インフラとしてインターネット技術を利用し、インターネットの利点を確認する。

SGML は 2 つの視点からその利点をあげることができる。第 1 は文書を一括再利用したり、文書中の内容を検索したり、一部再利用するために、文書そのものを SGML 化することである。

第 2 は自由に定義できるタグがコンピュータで規則的に扱えるので（データベース的处理）、そのタグを利用して業務アプリケーションを柔軟に構築することである。例えば、設計業務では、道路橋の損傷事例を集めた文書集（SGML 文書）のタグを利用することにより、道路名、損傷箇所、損傷原因などのタグを指定して過去の設計不良を検索し、結果を設計に反映して設計品質を向上させることができる。また、完成図書の保管業務では、工事中に作成される多数の文書に識別のタグを定義し、例えば維持管理に必要な竣工図書を抽出するなどの応用が考えられる。

本研究では、このような SGML の利点を第 2 の視点から図面文書管理業務に適用できないか実証することにした。具体的には、業務に必要な管理・交換データをタグ定義（SGML 文書）し、これに図面または文書の本体（実体）を添付する方式とした。この方式により業務アプリケーションのタグ利用だけでなく、従来から使用されているワープロ文書なども CALS 文書として一括再利用できるようになる。

(2) 仕様

1) 運用管理

本システムは、工事管理、文書図面管理、文書図面参照の業務をサポートする。

システム使用者は、プロジェクト管理者、ドキュメント管理者、一般利用者に分け、システム使用時の認証により利用できる業務が決まる。

プロジェクト管理者は全ての業務、ドキュメント管理者は文書図面管理、文書図面参照の業務、一般利用者は文書図面参照の業務が利用できる。

2) 図面文書の蓄積管理の方式

図面文書は工事単位（契約単位）で管理する。蓄積管理の方式として、図面または文書の実体と、実体の属性（例えば、工事情報、作成者情報、作図情報等）を管理項目として付加する方式とする。

管理項目は、Web ブラウザから入力を行い、Web サーバ¹⁸で SGML に変換して保管蓄積する。

1 管理項目で、1 または複数の実体を管理する。（図 3-9 参照）

¹⁸ Web サーバ:World Wide Web サーバ、ブラウザからの要求に対してファイルを提供するなどの機能を持つサーバ

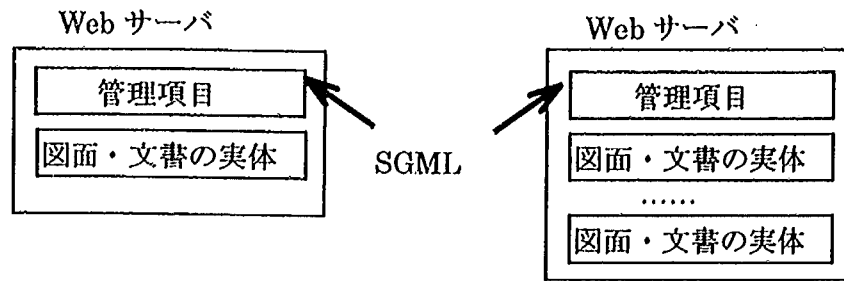


図 3-9 図面文書の蓄積管理方式

3) 図面文書の保管（登録）と参照（利用）の方式

図面文書の保管は、Web ブラウザ上で管理項目の入力と実体を指定することにより行う。

図面文書の参照は、管理項目が SGML である利点を生かし市販 SGML ビューアで行う（ソフト開発不要）。市販 SGML ビューアには、Web サーバに格納されている SGML、DTD、外部参照ファイルをサポートでき、表示形式を選択できるものを採用する。従って、SGML ビューアで管理項目の表示や、図面文書の実体である外部参照ファイルを表示する方式とする。（図 3-10 参照）

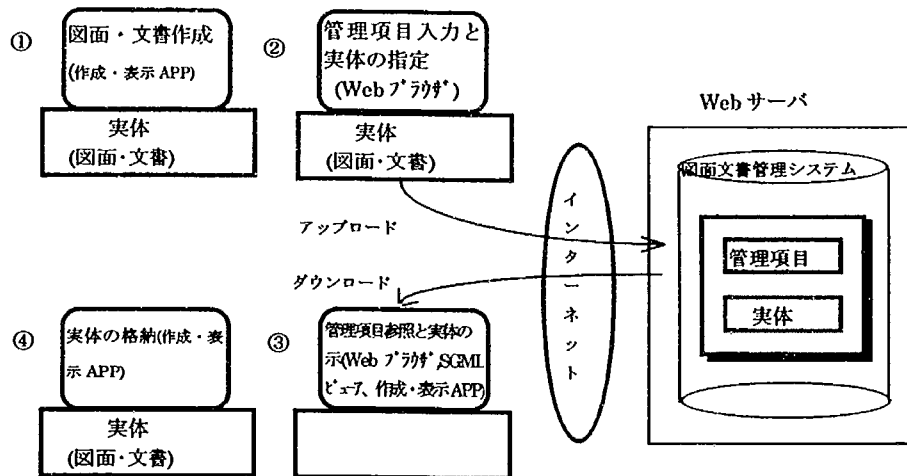


図 3-10 図面文書の保管・参照方式

4) 添付書類（図面または文書の実体）情報

添付書類のファイル形式は、業界において広く使用されているソフトウェアのファイル形式を可能とする。

3.6.2 管理項目の検討

管理項目には、図面文書を保管蓄積するのに必要な管理データと図面文書を交換共有するのに必要な交換データを検討した。図面と文書の管理項目は同一になるよう検討し、図面固有の管理項目は一部にとどめた。

保管蓄積の管理データとして工事情報と参加機関情報、交換共有の交換データとして著作権情報、作成者情報などを設定した。（表 3-10 参照）

表 3-10 管理項目

工事情報	工事名、工事コード、JV名称、JV住所、団体名、等
参加機関情報	団体名、団体住所、所属部署、所属部署住所、担当者名、等
図面文書情報	タイトル、サブタイトル、文書番号、等
著作権情報	団体名、団体住所、等
改定履歴情報	版数、改定内容、等
作成者情報	団体名、団体住所、所属部署、作成者名、作成年月日、等
照査・承認情報	照査者、照査年月日、承認者、承認年月日、等
添付書類情報	タイトル、ファイル名、等
図面情報	縮尺、作図単位、設計条件、参考図書、等

3.6.3 運用利用の検討

図面文書の保管蓄積と交換共有に Web サーバを利用する方針のもと、業務の利用シナリオと Web ブラウザの画面を検討した。

(1) 業務選択（画面省略）

業務の利用シナリオすなわち工事関係の情報登録と、図面文書の保管及び、図面文書の参照の3業務を想定した。

工事管理：工事情報（工事名、参加機関）の登録と利用者の登録。

文書図面管理：図面文書の保存と交換

文書図面参照：図面文書の参照と交換

(2) 業務認証（画面省略）

各業務を行う前にシステムにより利用者の認証（ユーザ名、パスワード）が行われる。

プロジェクト管理者：全ての業務可能。

ドキュメント管理者：文書・図面管理、文書・図面参照の業務が可能

一般利用者：文書・図面参照の業務が可能

(3) 工事管理

工事情報と参加機関及び利用者情報を入力する。工事情報の画面を図 3-11 に示す。

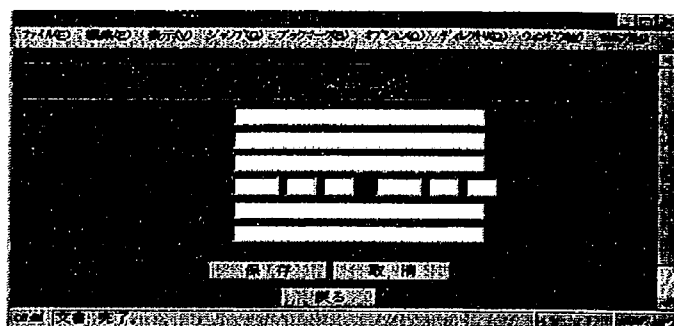


図 3-11 工事情報入力画面

(4) 文書図面管理

文書または図面の管理項目の入力と添付ファイルの入力を行う。入力必須の項目に対しては赤字、入力任意の管理項目に対しては黒字で表示し、操作性を工夫した。文書の管理項目入力画面を図 3-12 に示す。

(5) 文書図面参照

工事で蓄積保存している文書の一覧を SGML ビューアで表示する。

図 3-13 は管理項目表示画面である。左欄に工事名とその工事で登録した文書・図面の一覧が表示される。右欄には入力した管理項目が表示される。

左欄の図面・文書一覧から参照したい文書または図面を左クリックすると右欄にその管理項目が表示され、添付文書のアイコンを左クリックすると、対応するアプリケーションが起動され、内容が表示される。内容の格納は起動されたアプリケーションの機能で行う。

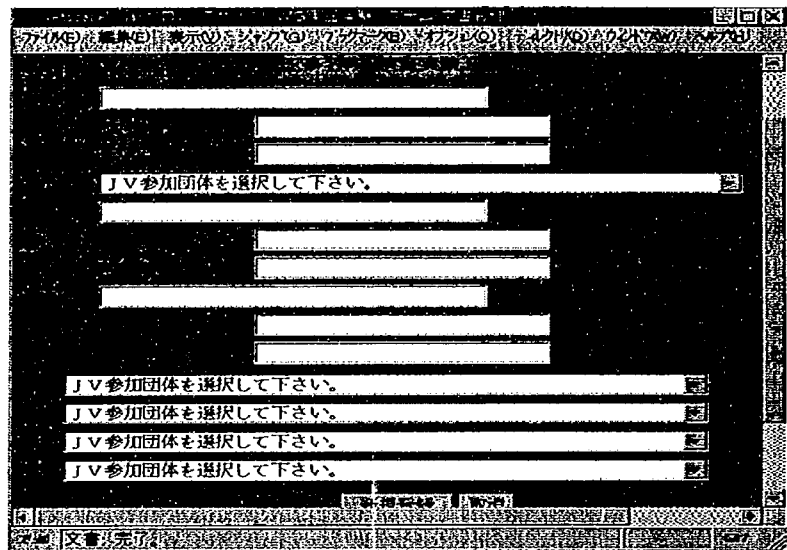


図 3-12 文書の管理項目入力画面

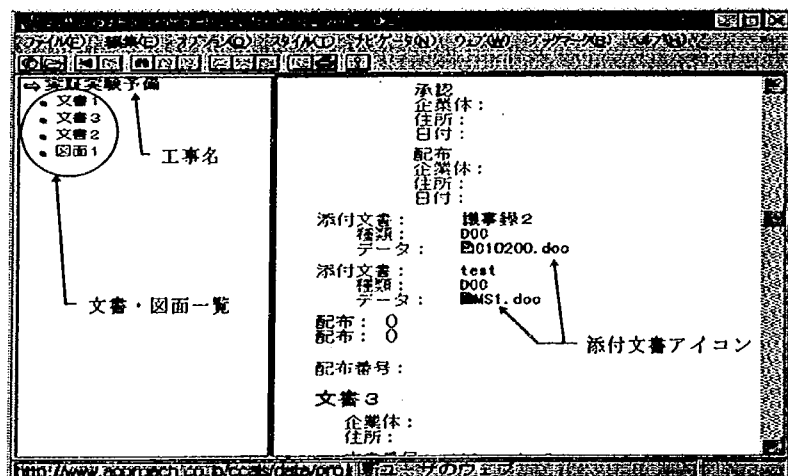


図 3-13 SGML ビューアの管理項目表示画面

3.6.4 実証交換システムの評価と課題

(1) 電子データ保管蓄積の標準化形式の評価と課題

保管蓄積の管理方式として ISO 文書標準の SGML を利用し次の確認ができた。
(表 3-11 参照)

表 3-11 保管蓄積の標準化形式の評価と課題

SGML の利点		評価	課題
分類	内容		
仕様が標準	オープン性:ベンダーやプラットフォームに依存しない安価なソフトの利用	市販 SGML ビューアで管理項目の表示、実体のダウンロードはできた。下記の結果 3、4 を参照。	市販 SGML ビューアの機能不足により実現出来ない機能があった。アプリケーションで対応する必要がある。下記の課題 1、2、3 を参照。
	資産化:情報の長期利用が可能。維持管理に適す。	—	管理項目の SGML により資産価値大。
	インターネットとの親和性: HTML、XML は SGML のサブセットであり Web アプリケーションの作成が容易	アプリケーションを HTML と CGI を使って実現。下記の結果 1、2 を参照。	Web ブラウザの SGML サポート。(XML サポートは実現の方向)
	データベースとの連携が容易:変換ツールが作成し易い	—	・管理項目の DB 化により、業務アプリケーションとの連携を実証。 ・統合 DB との連携を実証。
	他製品との連携が容易: PDM ¹⁹ 、グループウェア、メール等	—	他業務との連携を実証。
自由なタグ定義	土木業界独自の定義:タグをデータとして扱い、業務アプリケーションを構築	図面文書の保管蓄積、交換の業務に適用できた。	市販 SGML ビューアの機能不足をアプリケーションで実現。
システムの構造化に適す	ライフサイクルで作成される図書の体系化が容易	—	図書の体系化の検討
運用管理に適す	特定多数の利用者管理に適する。	—	評価方法の検討

結果 1 : Web クライアントから入力した管理項目が、Web サーバに SGML で保管蓄積することができた。

結果 2 : 同時に添付書類データの実体(文書ソフト、図面ソフトなどで作成されたファイル)を Web サーバに保管蓄積することができた。

結果 3 : 保管蓄積した管理項目を市販 SGML ビューアで表示することができた。

結果 4 : 同時に保管蓄積した添付書類データの実体を Web サーバからダウンロード

¹⁹ PDM:Product Data Management、製品データ管理

し、市販 SGML ビューアが対応する文書ソフト、図面ソフトなどに処理を委ね、文書ソフト、図面ソフトで表示、格納などができた。

課題 1 : SGML ビューアでの SGML ファイルの表示

本システムでは、管理項目がメインドキュメント、添付ファイルの SGML ファイルがサブドキュメントの関係にある。市販 SGML ビューアの仕様はサブドキュメントをサポートしていないため添付ファイルで指定した SGML ファイルの表示ができなかった。一般的にはサブドキュメントの構造をメインドキュメントの構造の一部として取り扱ったり、DTD をサーバで一括管理する等の方法を用い SGML ファイルを表示するようにする。

課題 2 : 管理項目(SGML)の表示・検索

市販 SGML ビューアで管理項目を表示するが、大量の図面、文書を登録した工事では表示までに時間がかかった。また、図面文書の一覧表示が 2 階層のため目的とする図面、文書、添付ファイルの検索の使い勝手が悪かった。

課題 3 : 図面、文書、添付ファイルの履歴管理

市販 SGML ビューアにより、管理項目を表示し、指定した図面または文書の履歴データは表示できるが、履歴の一覧表示、差分表示などの機能がないため使い勝手が悪かった。

(2) 電子データ保管蓄積通信インフラの評価と課題

インターネット技術を利用し次の確認ができた。(表 3-12 参照)

表 3-12 保管蓄積通信インフラの評価と課題

インターネットの利点		評価	課題
分類	内容		
仕様が標準	オープン性： 利用環境が整っている	参加機関のインターネット環境で本システムを利用できた。ファイル送受信は参加機関のプロキシを考慮し HTTP を利用した。	
運用管理が容易	運用をサーバの維持管理者にまかせられる。	Web サーバを共有することにより参加機関でバックアップ等の管理は不要である	
	不特定多数の利用管理に適す	—	評価方法の検討

(3) その他の課題

1) 添付ファイルのファイル名

通常、URL²⁰に 2 バイトコードを含めないとの制限があり、今回はファイル名に日本語の使用を認めなかったが、馴染めないとの意見があり検討を要す。

2) インターネットの応答性

²⁰ URL: Uniform Resource Locator、インターネット上の情報サーバの所在とアクセス方式を示す書式

表に添付ファイル（バイナリデータ）のダウンロード時間を参考値として示す。一般にインターネット利用者が多い時間帯は、応答が遅くなる傾向にある。また、図面交換では、キャラクタに比べ、バイナリデータは遅くなることを考慮する必要がある。（表 3-13、図 3-14 参照）

3) Web サーバのコード変換

コード変換している Web サーバに接続している Web クライアント利用者は Web ブラウザ画面に文字化けが発生した。

表 3-13 ファイルのダウンロード転送性能（参考）

ファイル容量	A 社		B 社	C 社	D 社	E 社
	ダイヤルアップ (28.8Kbps)	LAN (256Kbps)				
540KB	2 分 44 秒 (18 時)	1 分 09 秒 (11 時 30 分)	35 秒 (18 時 30 分)	26 秒 (8 時 30 分)	3 分 49 秒 (15 時～)	2 分 40 秒 (15 時～)
1121KB	5 分 55 秒 (20 時)	15 分 05 秒 (15 時)	1 分 45 秒 (18 時 30 分)	49 秒 (8 時 30 分)	9 分 52 秒 (15 時～)	4 分 45 秒 (15 時～)
2096KB	10 分 29 秒 (18 時)	15 分 04 秒 (12 時)	2 分 22 秒 (18 時 30 分)	1 分 46 秒 (8 時 30 分)	14 分 24 秒 (15 時～)	8 分 20 秒 (15 時～)

() 内は測定を行った時間

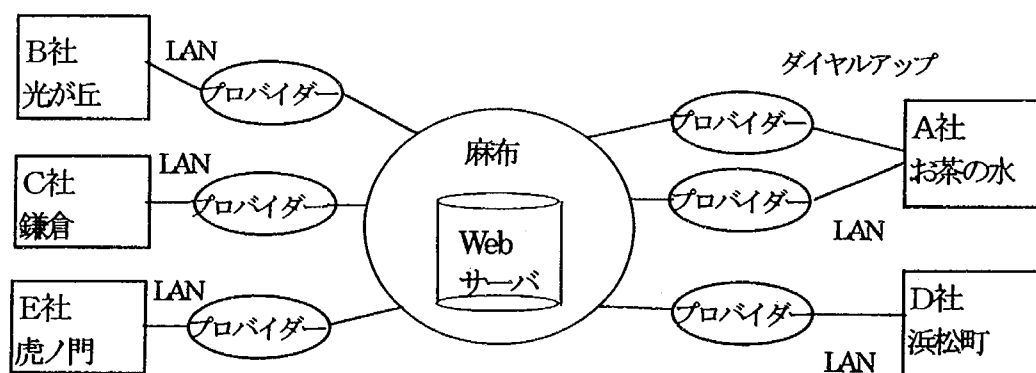


図 3-14 性能測定のインターネット環境

3.7 今後の課題

平成9年度は、図面・文書の標準化を推進するために具体的な実証モデルを構築し、ライフサイクルにわたる図面情報の伝達と、SGML文書の有効性を検証した。現段階は基本的な標準化仕様の確認レベルであり、標準化の方向性を明確にする準備段階といえる。

平成10年度は、本WGに与えられている研究目的と今までの成果を踏まえて、標準化の方向性を明確にする。また、実証モデルをベースに、現在の技術水準で達成可能な分かり易いモデル（試作デモシステム）を構築し、標準化の効果と課題を具体的な形に示す。以下、平成10年度の図面と文書の活動内容についてそれぞれ記述する。

(1) 図面の標準化について

CAD製図仕様をもとにCAD図面標準の作成を行う。新たに標準化対象図面の調査を行い、標準図面についてはCAD図面標準に従った電子化を一部試み、電子図面標準図集の構築に資す。

1) CAD図面標準の作成

- 設計・施工段階における標準図面のCAD標準（ファイル名、画層、色の設定）案の作成。
- 受発注者間における望ましいデータ交換方法や工事事務所における望ましい電子図面データの保管方法の提案

2) 標準化対象図面の調査と電子化

- 標準化対象図面の調査
- 標準化提案（共通化可能な図面对象の抽出とその具体策）
- CAD図面標準に従った電子図面標準集の試行

3) 電子データの作成・保管・閲覧に関するプロトタイプシステムの構築

(2) 文書の標準化について

文書体系の整備を行い、SGMLの有用性と分かりやすいモデルの構築を行う。

1) SGML関連技術の研究（関連ソフトの検証も含む）

2) 標準化すべきSGML文書の提案（プロトタイプ版も含む）

3) 文書交換、保管の標準化（プロトタイプ版の作成）

- SGMLを使った管理情報の標準化
- 図面と文書データ交換と保管方法について、統合DBとの役割分担の明確化

以上

4. 調査－設計－積算段階の情報活用方策研究（調査設計WG）

4.1 研究目的

社会経済活動を支えるもっとも基幹的な産業である我が国の建設産業は、GDPの約2割、就業人口の約1割を占めている。近年、逼迫した財政事情等から、この基幹産業である建設分野に対し、コストの縮減、品質の確保等についての社会的関心も高く、これらの声に応えるためにも、今後の社会資本整備に当たっては、効率性のより一層の向上が不可欠となると考えられる。

一方、情報技術の急速な進展と普及は建設産業に著しい変化をもたらし、CAD、GIS等様々な情報利用技術の導入が試みられている。しかし、これらの情報の受け渡しは、現在のところ、電子媒体によるものとはなっていないものが多く、調査、設計、積算、施工、維持・管理の各フェーズごとに、あるいは、各利用者ごとに利用されているに過ぎない。

このような状況の下、建設産業全体に与えられた課題に対するひとつの方策として、公共事業の執行プロセスにおいて作成された電子情報を有効活用する手法の整備が考えられた。電子情報は、言うまでもなく、初めて作成するときには困難を伴っても、それを再利用することは、アナログ情報に比べ極めて容易であるという特性を有している。このため、一旦作成された電子情報は、それが自ら作成したものであっても、あるいは、他者が作成したものであったとしても、その有効利用という観点からは、情報受け渡しの“ルール”が確立されていれば、最大限に再利用を図ることができ、建設業界全体としての業務の流れの効率化を進めていくことが可能となる。

本研究では、こういった建設CALSの概念に基づき、特に導入効果が期待される調査～積算段階における設計数量等の情報の連携を通じて、調査～積算段階における情報受け渡しに関わる“ルール”の確立を図るものである。

4.2 研究概要

調査設計WGは、建設省土木研究所とJACICおよび民間9社の共同研究による、道路土工、橋梁構造、標準化の3つのサブワーキング（以下SWGと記す）の構成とした。本WGの平成9年度の主な活動内容として、各フェーズ間の情報連携を促進するために必要と考えられる個々の要素技術等について、特に図面上で受け渡されるデータを対象として検討を行うとともに、検討結果等踏まえて実証実験詳細計画の作成に着手した。

4.3 予備実験

平成10年度に実施を予定している実証実験に際し、事前に確認を必要とする要素技術に着目し、測量データ～設計CADデータ～数量データなどについて電子情報の連携と利活用方策についての研究を実施した。

4.3.1 予備実験概要

以下に実験項目・内容・評価の概要（表4-1）を示す。

表 4-1 H9 予備実験内容と評価

情報分類	データ項目	データ仕様	検証対象プロセス	検証内容	評価
地形データ	3次元DM	・1/1000 航測図化(山岳地) ・1/1000 航測図化(都市近郊) ・1/500 TS(田園地帯)	土工(概略、予備、詳細) 橋梁設計(予備、詳細) 基本DBの利用可能性検証	・各社のシステムで読み、設計に使えるか ・DMの高度利用 ・構造化(ポリゴンと属性)の課題整理 ・オルソフォトの利用可能性 ・データ取得端点数の妥当性	・DXF形式のデータはシステムへの読み込み及び設計業務が可能であることが検証された。ただし、道路専用CADシステムへはデータ変換(自動)が必要である。 ・3次元地形モデル上での設計及びGISシステムで検索・解析に利用できることが検証された。 ・データのレイヤ分け、構造化(ポリゴンと属性)など設計に用いるためのデータの構造を検討した。これについてはH10実証実験で検証する予定である。
地質データ	ボーリング柱状図	JACIC 数値データ、図形情報に分けたデータ変換	橋梁設計(予備、詳細)	・一般図に表示 ・杭の支持力、横方向K値算出に利用	・市販ソフトを利用して、電子化されたボーリングデータの変換、柱状図化を行うことで、データの連携化及び作業の効率化を図ることが可能である。また計算等、ボーリングデータ値そのものを利用する場合も、データがテキスト形式なのでほぼ問題なく使用可能である。今後はデータベースからのダウンロード方法について検討する必要がある。
GIS利用		1/5000 航測図化(疑似高分解能衛星データ)都市近郊	路線選定	・路線比較検討に対する有効性 ・解析機能の満足度 ・主要ソフトの比較(各社のシステム) ・DMの仕様に対する要求 ・GISを使用した路線選定の今後のあり方(B/C分析等)	・路線選定において、各種コントロールポイントと計画路線線形との地理的関係を把握し、解析することで、業務効率化が可能。 ・主要なGISソフトの汎用機能により処理は可能であるが、CADとのデータ連携や概算事業費算出の専門ソフトとの連携が課題。 ・GISを適用することにより、B/C等を考慮した路線選定が可能であるが、調査データの情報基盤整備が課題。
データ分析			土工: 予備(A)、予備(B)、詳細 橋梁: 予備、詳細	・前工程のデータが活用されるプロセスを分析 ・詳細側から遡る ・図面のみに着目する ・レイヤー構造に反映させる	・図面に表現されるオブジェクトに着目して、オブジェクト毎のデータをベクトルデータ、数値データに分類して抽出した。 ・抽出したオブジェクト毎のデータが、各図面でもどのように利用されているかその関係を整理した。
CADデータ構造	レイヤー構造		土工: 予備(A)、予備(B)、詳細 橋梁: 予備、詳細	・対象図面の抽出 ・データ分析からあるべきレイヤー案を作成 ・テスト用サンプル図面データの編集、作成 ・引き渡し利用のテスト ・総プロ暫定標準案作成	・現行の図面種別毎にレイヤーを設定する事とし、構造は橋梁一般図、配筋図、土工は平面図、縦断面図、横断面図を対象図面とした。 ・レイヤー名称を3階層(ライフサイクル構成要素-作図要素)14文字以内とし、図面種別はファイル名に反映。各図面情報を構成要素(オブジェクト)単位に分析・分類、各構成要素の作図要素(文字、線、寸法等)をもってレイヤーを整理作成した(地形・地質情報については、橋梁土工とも共通に設定)。 ・H10年度実証実験にて、これらレイヤーに対する効率化検証および追加修正を予定している。
	CADデータへ数量計算		土工: 詳細 橋梁: 詳細	・数量編集の70%テスト分析 ・対象項目の絞り込み ・図形オブジェクトと数量DBとのリンク ・プロタイプ作成及びテスト	・土工: 数量のデータが多く含まれる平面図の図面上に着目し、図上情報と表計算ソフト等の連携については可能であることが検証された。 ・橋梁: 配筋図における加工図、重量表および鉄筋数量の連携をめざし、AutoCadとActiveX機能をもちいたプロトタイプを作成。H10実証実験にて検証、改修予定。
図面の履歴管理	DWGの修正履歴		土工: 詳細 橋梁: 詳細	・AutoCAD R14の機能調査 ・図面の履歴管理	・R14の機能は、処理速度の向上、高品質の図面作成、オプティミゼーションの強化等により、大幅な生産性の向上が図られる。ただし、図面管理に特化した機能は、これまでのバージョンと同様持っており、必ずしもオプティミゼーションを必要としない。履歴管理手法の検討等を行ったが、業務プロセスや情報の標準化などの対象情報が明確になっていないため試行は行わなかった。今後の実証実験において、対象情報を明確にし、履歴管理手法を確認する。
設計情報の標準化		・設計条件等	土工: 予備(A)、予備(B)、詳細	・必要設計情報項目の抽出 ・標準化についての提案	・必要設計情報項目の抽出については、プロセス分析の結果を踏まえることが必要であり、引き続き絞り込みの検討を行う。
絶対座標の設定		・予備実験用模擬データ	土工: 路線選定、予備(A)	・ラスターデータの座標について ・異なる座標系の位置合せ	・ラスター図面に座標系を持たせる手法では、ラスター図面の位置を示す設定ファイル(テキストファイルまたはDXF等のファイル)をラスター図面といっしょに交換することで問題ないと思われる。 ・座標系の異なる図面の位置合せは、座標変換またはCAD上での位置合せ(2点もしくは1点と回転角)を行うことで問題ないと思われる。

4.3.2 地形形成

(1) 実験目的

本予備実験は、設計段階のベースとなる地形図をデジタルデータとしてCAD・GISに取り込み、その利活用方策を検討する事を目的とする。

本予備実験で使用する地形データは、3次元化したデジタルマッピング（DM）データとし、データフォーマットはDXF形式とする。

(2) 実験内容

本予備実験で実施する内容は表4-2に示すとおりである。

表4-2

データ仕様	データ内容	実験内容
1/1000 航測図化 山岳地	・等高線 ・標高単点	・平面・縦断線形及び幅員の定義 ・切り盛り発生 ・図面作成
1/1000 航測図化 都市近郊	・等高線、標高単点 ・土地利用、家屋 ・数値地形モデル、オルソフォト	・線形コントロール図作成 ・用地面積・補償物件の算出 ・3次元シミュレーションの背景地形作成
1/500 TS 田園地帯	・等高線、標高単点 ・土地利用、現況道路、家屋	・平面・縦断線形及び幅員の定義 ・用地幅の算出

(3) 予備実験結果

3種類のDMを各社の道路の道路設計CAD及びGISシステムに読み込み、それぞれ設計業務を実施した。結果はCADシステムに読み込み現況地形の再現は特に問題はないが、それを計画・設計に利用しようとしたときにいくつかの問題点が生じた。設計上生じた問題点を以下に示す。

- ・等高線の標高値の箇所が結線されていない。
- ・データ（等高線・行政界名・地図記号など）のレイヤ分けおよび家屋データのポリゴン化。
- ・田畑・法面などデータの境界が不明確。
- ・データの取得（2次元・3次元）。

(4) 設計に使用するDM仕様の提案

上記結果から設計に利用する視点からのデータの構造を下記に示す。

- ・被覆を構成している線分はすべて、始終点座標が一致している線分で取得する。
- ・被覆をあらわす線分で囲まれた領域の中には一つの注記情報（点情報）を記載する。
- ・地図記号を必ず建物図形の内側に取得する。
- ・切土、盛土を区別して取得する。
- ・等高線、標高点のみではなく被覆を表す線分をすべて3次元で取得する。

(5) まとめ

現行の地形データの取得仕様を改善することができれば大幅に設計業務の効率化が期待できる。また、設計業務がシステム上で展開されるため、前後の設計工程とのデータの連携がスムーズとなりCALS的な効果が現れると判断できる。

今回提案した地形データの取得仕様は、現在の航空測量技術において十分対応可能であり、平成10年度の実証実験で用いる地形データは今回提案した仕様で取得して、実証実験の中でさらに検証を行う予定である。

4.3.3 地質データ

(1) 目的

各設計段階間のボーリングデータの受渡しは紙ベースのため、再度柱状図を作成しなければならない場合が多く、作業効率およびデータの連携面から見て改善すべき部分である。

現在、JACIC および各地方建設局ではボーリングデータのデジタル化およびデータベース化を進めており、そのデジタル化されたボーリングデータを基に、インターネット等を通じて柱状図の検索およびデジタルデータのダウンロードが可能な状況になりつつある。そういったシステムを利用することを前提に、ダウンロードされたボーリングデータを図面化（CAD データ化）する手段として市販システムの活用を考え、柱状図の作成および図形情報の他図面への合成、あるいは地盤係数等算出システムへのデータの受け渡しを行い、作業の効率化、デジタル情報の連携化を図れるかどうかを検討する。

(2) 実験内容

デジタルボーリングデータが提供されることを前提に以下の項目について検討を行った。

1) 各地方建設局で進められている柱状図検索システムについて

柱状図検索および柱状図データのダウンロード等のシステムが平成 9 年度中に完成している。システムを利用できるのは原則として発注者に限る。ダウンロードされるボーリングデータは提出形式（建設省に提出する FD 用のデータ形式）と同じ様式で提供する。

2) 市販の土質柱状図作成システムの検証

柱状図を DXF に出力可能で、出力様式の変更ができ、しかも各地方建設局から提供されるデータを読み取り可能という条件でいくつかの市販システムを検証した。その結果、ほぼ条件を満足するものを選定した。

3) 提供されるボーリングデータの読込みに関する検証

提供されるデータの形式が、一般的に良く知られている FD 提出形式に決定した。これをうけ、市販システムの制作会社に、FD 対応のデータ変換システム構築を依頼した。

4) 柱状図データの検証

柱状図を他図面（AutoCAD 図面）へ合成する方法は以下のとおりである。

① モデル空間上で既存の図面に柱状図データ（DXF）を読込む。

② ペーパー空間にして柱状図用のビューポートを作成しスケール調整を行う。

③ ビューポートを微調整して貼り付け位置を合せる。

ただし、柱状図は柱状図作成システムから出力される時点で既に縮尺さている（1/100、1/200 など）ため、ペーパー空間上で尺度を調整する必要がある等、いくつか注意すべき点がある。

5) ボーリングデータ（数値データ）の検証

提供されるボーリングデータはカンマ区切り形式（CSV 形式）なので、表計算ソフト等で容易に読込み可能であり、地盤係数の計算に利用可能である。

(3) まとめ

市販システムを利用して、関係各機関で整備されつつある電子化されたボーリングデータを読込み、柱状図に変換することで、データの連携化および作業の効率化を図ることが可能である。

今後の課題としては、市販システムを実証実験で使用する際に、新たな問題が発生しないか検証していかなければならない。また、各地方建設局で進められている柱状図検

素システムからボーリングデータをダウンロードするに当って、実用上問題がないかの検証を関係各機関の協力を得て行う必要がある。

4.3.4 路線選定

(1) 実験目的

GIS は CALS を推進する上での一つの有効な要素技術として期待されている。具体的には交通量配分シミュレーション・路線検討・概算事業費算定・景観評価等に適用可能と考えられるが、予備実験では、GIS を道路事業の主要な業務である路線選定に活用した場合の期待効果と実施上の課題を整理することとした。

(2) 実験内容

本研究では、テストデータとして国土地理院刊行の数値地図 50m メッシュ（標高）を用い検証を行った。評価対象として3項目（地質、植生、動物）を設定し、路線1、2のふたつの路線候補についてテーマ別に評価することを試みた。

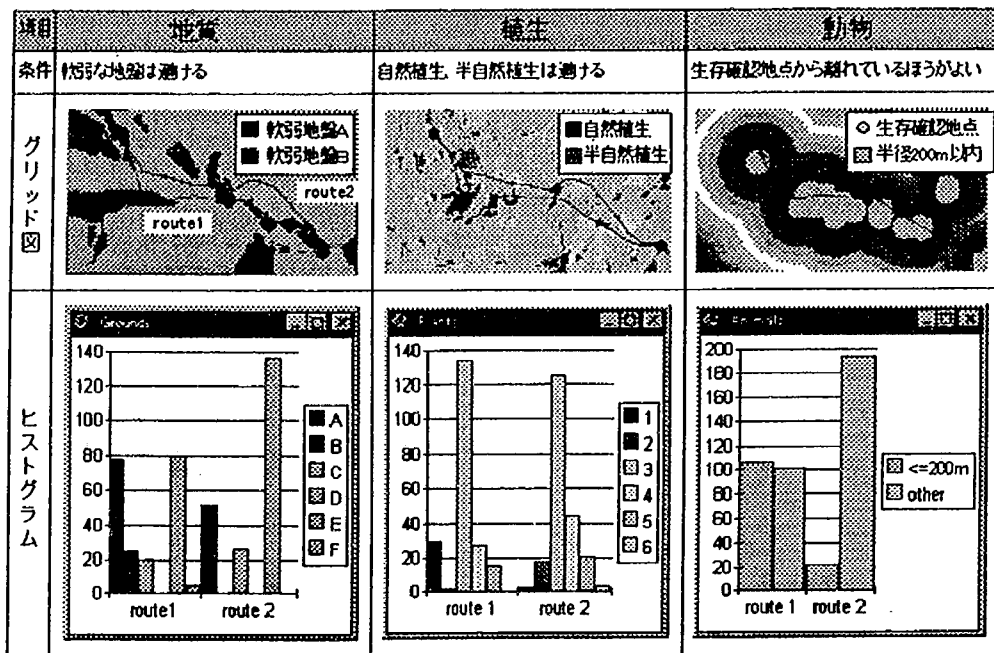


図4-1 テーマ別評価(地質・植生・動物)

- ① 各テーマをデジタル化する。(ポリゴン化・ポイント化等)
- ② 各テーマについて評価基準値を設定する。ここでは、各グリッドを通過する抵抗値として1から10までの値を設定した。
- ③ 標高データのグリッド(25m×25m)化。
- ④ 各テーマと路線の線形データを重ねあわせ、路線別のヒストグラム作成。

- ⑤ 各路線の適性は、計画路線が通過するグリッドの抵抗値の合計として求めることができる。

テーマを重ねあわせる際の重みづけは論理的な裏付けが必要な部分であり、場合によっては重ねあわせの結果に大きな差異を生じてしまうことが考えられる。ここでは各テーマに等しい重みづけを設定している。結果として、「地質」、「植生」、「動物」のいずれのテーマに関しても、路線2が路線1よりも適当な案であるという評価を得ることが出来た。

	地質	植生	動物
項目	抵抗値	項目	抵抗値
A	10	1	10
B	10	2	8
C	2	3	0
D	2	4	1
E	1	5	2
F	1	6	3
重み	1	1	1

図4-2 評価基準と重み付

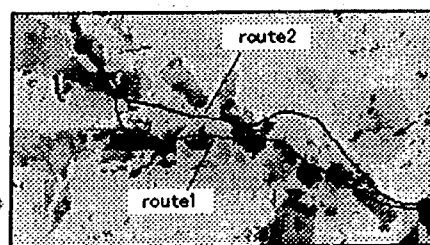


図4-3 オーバーレイによる総合評価

	route1	route2
グリッド数	209	215
抵抗合計値	917.73	558.03
抵抗平均値	4.3911	2.5955

図4-4 路線別の総合評価

(3) まとめと今後の課題

道路の路線選定を行う際に GIS を適用し、テーマ別評価やオーバーレイによる総合的な評価によって路線選定の際に有用な情報を得ることができる可能性を示した。今後の課題としては、総合評価の際の評価基準や重みづけ設定の論理的な裏付けに関する議論、経済的条件に関して費用対効果の分析手法の確立、あるいは GIS を実際の業務に適用した場合の問題点の整理が挙げられる。

実証実験では、GIS 技術の設計業務への適用効果と課題をさらに具体化するため、路線検討及び概算事業費算定について検証したいと考える。

4.3.5 データ分析

(1) データ分析の目的と実施手順

1) データ分析の目的

データ分析は、事業プロセス間のデータの有効活用を図るために、各プロセス間でどのようなデータが受け渡されるべきであるかを検討するものである。

平成9年度予備実験では、特に情報密度が高く、繰り返し利用されることの多い【図面】に含まれるデータを対象に実施した。

2) 実施手順

実施方法は、図面に含まれているデータをオブジェクトに着目して分析し、図面とオブジェクト、データの関係を整理事ることにより、データの相関度、利用度を分析するものである。

実施手順は図4-5に示すとおりである。

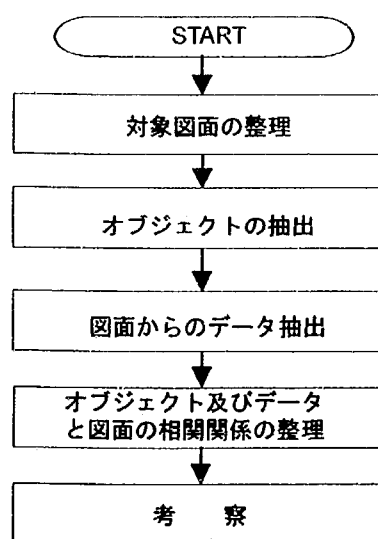


図4-5 データ分析実施手順

3) 検討結果の考察

上記の実施手順に基づいてデータの分析を行い、検討結果から以下の知見を得た。

4) ① 次工程に引き継ぐ重要性が高い図面及びデータ

データ	図 面
● 平面線形 ● 縦断線形 ● 交差道路, 交差河川等の平面線形上に交差する構造物の位置情報	● 平面図 ● 縦断面図 ● 標準断面図

② 今後の課題

平成9年度のデータ分析は、基本的に図面に表現されるデータの分析を行った。

しかし、これら図面に現れるデータは、設計成果の1つの表現方法であり、図面に表現されないが、設計作業としては各種のデータ処理を行っている。

これらデータ処理プロセスを分析し、図面に表現されているデータがどのような処理により生成されているか、図面と同時に連携すべきデータはなにかを分析・整理することが、今後の課題として挙げられる。

4.3.6 CADデータ構造（土工）

CAD 内部で設定される情報として以下の項目について標準化案を提案する事とした。

- ① Layer 名称構造、及びそれらの名称
- ② Layer に付随して発生する色情報、線種情報

Layer 名称の標準案の決定方法は、ノルウェー、ISO 等で決定されてある Layer 構造を鑑み、Object 指向的に Layer を図面情報から抽出した。

(1) ライフサイクルを考慮した図面区分

平面、縦断、横断図とする。（4文字で括る）

○平面：PLAN ○縦断：PROF ○横断：SECT

データのライフサイクルのフラグを以下の様に決め、図面区分の名称の前に接続する。

設計	D Design
施工、工事	C Construction
維持、管理	M Maintenance

ex) DPLAN 設計の平面、 MPLAN 維持管理の平面

(2) Layer の階層構造の考え方

Layer の階層構造は表 4-3 を基本とし Layer の階層がネストする段階の接続記号は“_”を使用する。尚、この“_”は Layer 名称が同一の場合には使用せず、Layer 名称の接続には“-”を使用する。

ex) DPLAN_LOW-CONTOUR（平面の主曲線で LOW と CONTOUR は一つの意味を持っている。）

表 4-3 図面全体の中での決め事

Layer 名称	Color	LT	
_DIM	White	CONT	寸法
_TXT	White	CONT	文字列
_HATATXT	White	CONT	旗上げ文字列、図形
_DRAINAGE	シアン	CONT	用排水系の図形
_STEEL	Green	CONT	鉄筋の図形
_BRID	20 番	CONT	橋梁
_TUNNEL	20 番	DASH	トンネル
_CROSSTRUCT	20 番	CONT	代表的な横断構造物 BOX,OV,PIPE

注) 寸法は寸法図形を指す。

注) 文字は文字列を指す。

注) 上記の線種、色は全て共通とする。

(3) 図枠その他に関する取り決め事

- 1) 図枠は全て_FRAMEに作成する。
- 2) 図枠に記入する Layer は当然_FRAME_TXT となる。
各図面でタイトルが発生した場合には、_TITLETEXT で記入する。

表 4-4 道路土工 平面図レイヤー構成案

レイヤー名称	レイヤーに含まれる内容
D — PLAN — GEO — LWON	主曲線
HICN	計曲線
— EXST	現況地物情報
— TXT	文字
— ERSR	現況地形ラスター
— ALGN	道路中心線
— HTXT	道路中心の旗上げ文字列
— PICH	道路の測点ピッチ
— SRVR	測量ポイント
— BRDG	橋梁
— HTXT	橋梁の旗上げ文字
— CUT	切土法面
— FILL	盛土法面
— CRST	代表的な横断構造物
— HTXT	代表的な横断構造物の旗上げ文字列
— OFST	道路幅員
— FRRD	側道
— HTXT	側道旗上げ文字
— DRNG	用排水
— HTXT	用排水の旗上げ文字列
— ICSP	インターチェンジサービスエリア
— HTXT	上記の文字列
— SFTY	交通安全施設
— HTXT	交通安全施設施設旗上げ
— WMEN	特殊法面
— HTXT	特殊法面の旗上げ文字列
— OTHR — FRAM	図枠・タイトル（文字を含む）
— GRID	座標等のグリット線（座標値を含む）

4.3.7 CAD データ構造設定（構造）

(1) 実験目的

設計情報の電子化に伴い、ライフサイクルを通して円滑な CAD データ交換を行うため、データ作成に関するルール化（標準化）に対する必要が高まってきている。

本研究では、このような背景から、土木分野の中でも道路事業の調査・設計段階における道路土工および橋梁設計分野を対象とし、具体的なレイヤー構成等の標準化の提案を試みたものである。本章では、橋梁設計分野での研究結果を報告する。

(2) 実験内容

橋梁設計分野のうち、本研究では以下の図面及び工種を例にとり、レイヤー構成や線種・色の標準化の方向性を検討した。

・橋梁構造物：橋梁一般図、下部構造配筋図

(3) 標準化案の主な内容

標準化については、レイヤー構成と線の属性に対する考え方が重要と考えられ、以下のような考え方に基づき具体的な標準化案を作成した。

1) レイヤー名

レイヤーは CAD 特有の機能であり、この構成により作業性やデータの利用に大きく影響する。よって、設計対象となる工種の特徴やデータ活用の仕方を十分に考慮して決定する必要がある。

・レイヤー名の通則

レイヤー構成の定義には、基本的にレイヤー名の付け方と各レイヤーにおける記述内容をどのように定義するか問題となる。

各レイヤー毎の記述内容については、これまでの図面種類や内容を基本的に踏襲することとし、記述される各要素の内容及び利用の類似性により分類を行った。

基本的レイヤー名の付け方については、全体の統一性を確保するため「総合情報活用による建設事業の高度化に関する共同研究」内での基本的な方針に基づき 3 階層（ライフサイクル構成要素－作図要素）とし、対象とする工種の特性を踏まえレイヤー名を決定した。また、図面種類については、ファイル名に反映させる事とした。

2) レイヤー構成

表 4-5 橋梁一般図レイヤー構成案

レイヤー名称			レイヤーに含まれる内容
D	— SPR	—	上部工構造線
		DIM	〃 寸法(寸法値を含む)
		TXT	文字
	ABUT	—	下部工橋台構造線(基礎を含む)
		DIM	〃 寸法(寸法値を含む)
		TXT	文字
	PIER	—	下部工橋脚構造線(基礎を含む)
		DIM	〃 寸法(寸法値を含む)
		TXT	文字
		BLOG	柱状図
	OTHR	—	帯(帯の文字列を含む)
		BAND	図枠・タイトル
		FRAM	表
		TBL	
以下地形情報の構成要素、作図要素は土工に準拠			

表 4 - 6 配筋図レイヤー構成案

			レイヤーに含まれる内容
D	— BLIN	— DIM TXT	外形線 " 寸法(寸法値を含む) 文字
	— BASC		基礎材
	— PBAR	— DIM TXT	主鉄筋 鉄筋線 主鉄筋 寸法 主鉄筋 文字
	DBAR	— "	(配力筋)
	SBAR	— "	(補強筋)
	STRP	— "	(スターラップ)
	EBAR	— "	(組立筋)
	HOOP	— "	(帯鉄筋)
	LBAR	— "	(横拘束筋)
	CBAR	— "	(地覆鉄筋)
	RBAR	— "	(壁高欄筋)
	— OTHR	— OPT FRAM TBL	付属物 図枠・タイトル 表(文字を含む)

3) その他

その他の主な内容については、設計時における基本情報である地形データ等の取り扱いについての基本的事項についてとりまとめを行った。

(4) まとめと今後の課題

本検討では、対象を絞りモデル的に CAD データ作成のルール化を行い、基本的な考え方を提案した。今後、平成 10 年度に予定されている実証実験にて、ライフサイクル間での利活用という観点等より、評価、改修して行く予定である。

しかし、今回対象とした工種においてもこれ以外に多種の図面が存在しており、これらについても今後整理が必要と考えられる。

また、各建設会社や土木設計コンサルタント会社においては、各社が社内において独自にレイヤー等に関する事項を定めている場合もあるため、新たな定義は直接作業性に影響するため標準化については十分な普及の時間が必要と考えられる。

4.3.8 CADデータ数量連携（土工）

従来、設計と数量算出のロジックは別々にあると考えられていた、即ち、設計図を紙の上に情報を記入することにより行い、その紙の上に記入された情報を第3社が拾い出していた事を指している。

それらは、紙しかなかった時代の事と、もう一つは紙でしか成果品が納品されなかった事が一般的な時代の話である。

昨今のコンピュータ技術、CAD ソフトウェアの発達は、それらのロジックの中で、設計情報と数量の連携を可能と判断させるには十分な機能と拡張性をもっている。

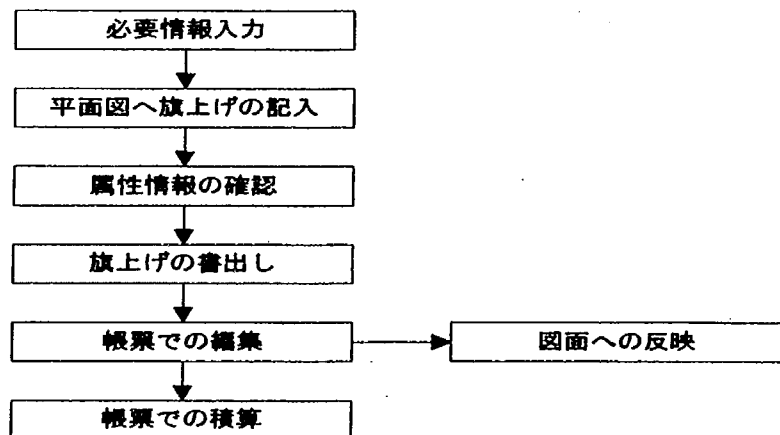
通常、建設関係での数量とは、以下の部分に大きく分けられる。

1. 土工数量（道路を構成している切盛部分）
2. 舗装数量（道路サーフェース部分）
3. 排水数量（路側、中央分離帯、小段部分に設け主に水処理の構造物）
4. 安全施設（道路に付属して発生する安全構造物）
5. 面数量（平面部分に展開され面で表現される部分、平場など）
6. に関しては、この説明で作成した用語であるが、単純に 2 次元の平面の地形図上に展開した面積のことである。

上記の数量算出の区分として、平面図に“旗上げ”として記入され数量総括表に反映される設計情報は、2～4の項目である。

旗上げされた文字と記号を読み取り、数量総括表を作成し、その総括表から工事費を算出するのである。

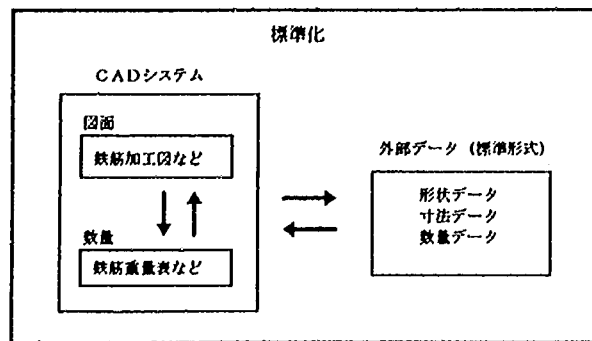
図面から、数量総括表にデータを書出す FLOW を以下に示す。



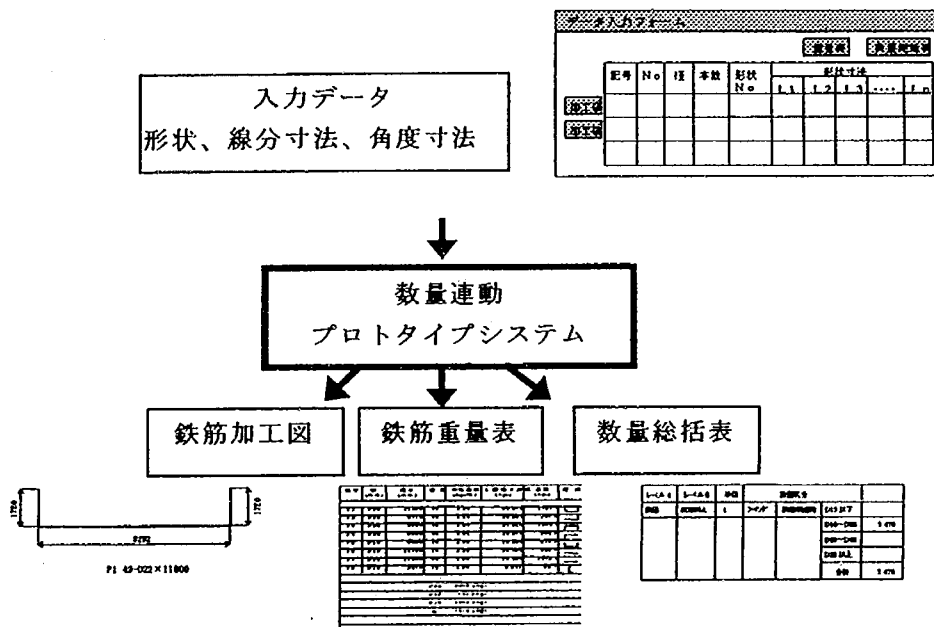
帳票へ書出されたデータは、単価リスト等のテーブルとのリンクも可能である。

4.3.9 CADデータ数量連携（構造）

実際の設計で必要となる図面は非常に多岐にわたり、また、図面の書き方自体も区々である。設計・積算連携実証実験では、これらの標準化によるCAD図面の二次利用の可能性を、詳細設計の成果物であるCADデータと、積算の入力データとなる数量データとの連携を実現するプロトタイプシステムによって検証する。



構造物における鉄筋加工図は、形状が比較的単純な上、多くの形状がすでに定められている。また、作図のために必要な線分寸法値や角度寸法値を明確に入力する必要があるため、事前に設計されて求められた形状と数値にのみで作図することが可能である。さらに、与えられた寸法値、径、本数から鉄筋重量を求め、鉄筋重量表を作成したり、規格ごとの鉄筋重量を数量総括表としてまとめ、積算用データとして作成することが可能である。



4.3.10 図面の履歴管理

(1) 目的

調査設計段階における図面の履歴管理を実現するための要素技術の確認を行い、実証実験に向けての基礎資料とする。

(2) 内容

予備実験の対象・範囲は、初期段階の情報交換単位として一般図などの成果品（図面単位：CAD ファイル単位）とする。なお、広く一般的に使われている AutoCAD の R14 についての機能調査を行い、履歴管理手法の参考とする。

1) AutoCAD R14 の機能調査項目

新機能、カスタマイズ機能、図面データベース、図面管理ソフト

2) 図面の履歴管理検討項目

図面履歴の目的、履歴管理手法の検討、STEP における管理の考え方

(3) 結果

1) AutoCAD R14 の機能調査

AutoCAD の新機能としては、主として以下の項目が挙げられる。

- アドイン・ソフト等の機能強化による「生産性の向上」
 - Web 対応による「インターネット／イントラネット上のデザイン情報の共有化」
 - ActiveX オートメーションがサポートされることにより、アプリケーションから AutoCAD オブジェクトにアクセスする「カスタマイズの実現化」
- なお、R14 において履歴管理に関する機能についての拡張はなかった。

2) 図面の履歴管理検討

図面の履歴管理手法およびその特性を表 4-7 に示す。

表 4-7 履歴管理手法

履歴管理の手法		履歴管理上、必要となる情報	付加情報	手法の特性				研究の範囲
				必要性	汎用性	CAD/カーへの依存度	DXFでの対応	
① ファイルの集合体	プロジェクトに関する全てのファイルの管理	プロジェクト情報、プロジェクトに関わるファイル	同左	高い	高い	低い	◎	統合DB
② ファイル単位	1ファイル(1図面)の履歴管理	ファイルの更新年月日、時間	更新情報	↑	↑	↑	◎	統合DB、本予備実験
③ レイヤ単位	図面内のレイヤの履歴管理	レイヤの更新年月日、時間	レイヤの更新情報	↑	↑	↑	◎	本予備実験
④ 図形の集合体	図面の中のある図形のまとめ	図形情報のグループ情報	更新情報	↓	↓	↓	×	
⑤ 図形の単位	修正された図形を対象	図形情報に関する更新情報	更新情報	低い	低い	高い	×	

(4) 今後の方針

本予備実験においては、他の予備実験等で行っている設計業務分析や設計情報の標準化などが明確にならなかったため、図面履歴を行うフェーズや着目点に焦点をあてることができなかった。したがって、予備実験を実施することはできず、管理手法の検討等までしかできなかった。

今後の方針としては、これまでの検討結果を踏まえて、実証実験を進めて行く上で対象をしばらく、実証実験の中で取り組んで行くこととする。

4.3.11 設計情報の標準化

設計情報については「上流から下流へ計画設計データが流通する場合、下流側ほどその情報は図面に集約されるとするならば、図面作成(設計)の基礎となる情報も図面に付随して流通された方がより利便性が向上し、データの離散にも対応可能と考えられることから、報告書等とは別に基礎的な設計情報のあり方について検討を行った。

現状における設計成果は、従来以下のような3種類の単位にまとめられてきた。

- 設計図面 : 構築物の形状についての情報
- 設計計算書 : その構築物を造るためには、どのような材料がどの程度必要かについての情報
- 設計報告書 : 形状や強度などその構築物の設計根拠や付与された特性等の情報

しかし、本来、そこで設計されたもの(たとえば、側溝や盛土等)個々が下図に示された情報構成を持っているものと考えられる。これまでは表現上の制約として、図面、計算書、報告書等といった視点により整理されてきたが、成果品の利用という観点や将来のデータベース(STEP等のデータモデル)を視野に入れた場合、

構築物単位に着目して整理する方法も考えられる。

実際の電子ファイルとしては、現状でも下図に示すようにCADファイル、表計算、ワープロ等で作成された各要素の情報を相互にリンクし参照できる仕組みが可能である。

設計成果等の情報の構成要素（形状、材質・量、根拠）を電子ファイル化する場合、材質・数量（数量計算書）については集計等が行われるため、数値である必要があり、報告書等は、各設計又は施工段階で計画又は設計の条件となる事項であり、後の事業プロセスでは、修正や更新は生じるものではなくまたデータの改変がないことが必要である。また、データとしては、文字・数値・図・表等が混在する場合が多い。設計条件などがあり、関係する技術者が容易に閲覧・作成できる必要がある。

また、電子化を前提とした設計情報（設計成果品）の整理の仕方には、従来のスタイルと異なったまとめ方が可能であり、将来的な統合DB等を見据えると情報のまとめ方を変更することも考えられる。今後はこのような点も検討していく必要がある。

4.3.12 絶対座標の設定

(1) 実験の目的

道路事業において取り扱う図面は多種多様であり、設計レベルにより座標系・縮尺が異なるものが取り扱われている。そこで本実験は図面を交換する際の座標系の問題についてを検討することを目的とする。なお、本実験では基本的に平面図（地形図）を対象とする。

- ・ラスター図面に座標系を持たせる手法の検討
- ・座標系の異なる図面での位置合わせの検証

(2) 実験の内容

1) ラスタ図面に座標系を持たせる手法の検討

- ・ラスタ図面にそれぞれ付属する設定ファイル等を持たせ、これに位置を特定できる情報（左下、右上の座標値等）を格納する。

2) 座標系の異なる図面の位置合わせの検証

- ・現在利用されている座標系の種類を確認し、位置合わせ等でこういった不具合があるかを確認する。
- ・ラスタ図面と同様に設定ファイルを持たせることで、座標系、位置等が確認できる情報を管理する。

3) 結果の取りまとめ

- ・ラスタ図面の取り扱い、座標系が異なる図面の取り扱いの問題点、設定ファイル必要性等を整理してまとめる。

(3) 実験結果

1) ラスタ図面に座標系を持たせる手法の検討

- ・ラスタ図面に直接座標を持たせることはできないためラスタ図面の位置を示す設定ファイル（テキストファイルまたはDXF等の図形のファイル）をラスタ図面といっしょに交換することで問題ないと考えられる。

2) 座標系の異なる図面の位置合わせについて

- ・現在道路設計（平面図作成）に利用されている座標系はほとんどが19座標系

(公共座標系) であると考えられる。また、座標点等についてはすでに経緯度等を介した変換式が利用されており、これを利用すればよいと考えられる。また平面図を位置合わせしようとした場合、図面で共通ポイント(2点もしくは1点と回転角)があればCAD上で位置合わせを行うことは容易であると考えられる。

(4) まとめ

この予備実験では平面図作成(地形図等の利用)の座標系について検討してきた。位置合わせの方法としては座標変換式を用いる方法と、CAD上で2点の座標もしくは1点の座標と回転角を設定する方法で位置合わせについてはほとんど問題がないと考えられる。実際にCADで作成されたファイルを交換する場合、作成された図面の座標は図面を作成したCADの座標の考え方(例えば原点の位置、座標軸の方向等)に依存してしまうため、これらの問題を解決するためには同一CADの利用または、座標の考え方に関して記述したファイル(例えばテキストファイル)を併せて図面ファイルと共に交換する必要があるのではないかと考えられる。

4.4 平成10年度実証実験計画

4.4.1 概要

平成9年度に行った予備実験結果をもとに調査・設計・積算までの主に図面に着目した有効活用方策の検証および評価を目的とした実証実験を、調査段階・道路詳細設計および橋梁詳細設計の3つのSWGにより、行う予定である。

また、各実証実験の工程を10月末までを目途として行う予定で。

4.4.2 工程

表4-8 H10実証実験工程(調査・設計WG)

実験項目	4～6	7～9	10～12	1～3
道路計画				
地形図作成	_____			
概略設計	_____	_____	_____	
予備設計	_____	_____	_____	
評価		_____	_____	_____
とりまとめ			_____	
道路詳細				
予備B	_____	_____		
詳細設計	_____	_____	_____	
評価		_____	_____	_____
とりまとめ			_____	
構造詳細				
データ作成	_____			
詳細設計	_____	_____	_____	
履歴管理		_____	_____	
施工段階	_____	_____	_____	
評価		_____	_____	_____
とりまとめ			_____	

4.4.3 道路（道路計画・事業化決定）実験計画

(1) 実験方針

地形図作成から 1/2,500 概略設計、1/1,000 予備設計を行い都市計画決定までの段階の実験を行う。地形図の作成は予備実験で得られた結果を基に、設計で利用する際のデータの仕様にに基づき地形データを取得して設計を行う。概略設計は各種の調査データをGISを活用して一元管理して数案によるルート比較を実施し、最適路線の抽出を行う。そこで得られた線形情報、調査データをもとに 1/1,000 地形図を用いた予備設計を行う。予備設計では都市計画決定に向けて道路中心線の確定を行うと共に、3次元シミュレーションによる分かりやすい協議用資料の作成を行う。

(2) 実験項目

本実験の実験項目および内容を表4-9に示す。

表 4 - 9

実験項目	実験内容
地形図作成	・ 予備実験結果に基づき地形データの取得 ・ 1/2,500、1/1,000 地形図の作成
概略設計	・ 線形コントロール図の作成、ルート比較、最適路線の抽出 ・ 概算事業費の算出 ・ 予備設計段階へのデータの引き渡し
予備設計	・ 概略設計成果の受け取り、線形コントロール図の作成 ・ ルート位置の調整、図面作成 ・ 3次元シミュレーション ・ 概算事業費の算出 ・ 詳細設計段階へのデータの引き渡し
協議・打合わせ	・ 協議用資料、打合わせ資料の作成
次工程への引き渡し	

(3) 評価項目

実験結果に対する評価を以下の項目について行う

- 設計仕様の地形データ作成の作業効率
- GISとCADとのデータ連携
- 比較検討の量および質的向上
- 道路構造の視覚的確認
- 概算事業費算出の効率化
- 効果的な説明資料作成の時間短縮、作業効率
- 設計時間の短縮、作業効率の向上

4.4.4 道路詳細設計

(1) 実験方針

予備実験で得られた各要素技術を実際のフィールドを通し、以下のような実証シーンを想定して検証を行う。

1) 予備設計 B

- ① 予備設計 A での設計条件とコントロールの確認依頼→承認（官）
- ② 平面図作成、全体の道路構造の確認依頼→縦断線形変更指示（官）→変更
- ③ 平面・縦断・横断図作成、承認依頼→承認（官）
- ④ 数量算出・概算事業費算出、承認依頼→承認（官）
- ⑤ 成果とりまとめ納品→受理（官）

2) 詳細設計

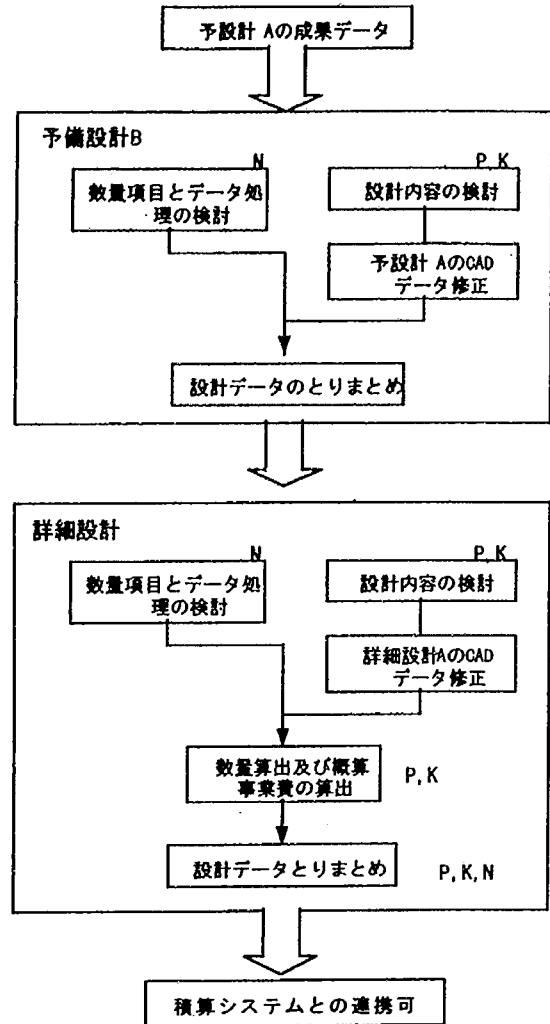
- ① 予備設計での設計条件とコントロールの確認依頼→承認（官）
- ② 平面図作成、工種、道路構造の確認依頼→一部工種変更指示（官）→変更
- ③ 平面・縦断・横断図作成、承認依頼→承認（官）
- ④ 数量算出、承認依頼→承認（官）
- ⑤ 成果とりまとめ納品→受理（官）

(2) 実験内容

- ・ 図面作成及び数量算出とも作業の中心とする工種は、土工とする。
- ・ 予備設計 A から設計成果が電子データで流れることを前提とする。
- ・ 対象区間を橋梁の前後で 2 つに分け、予備設計 B の作業をそれぞれ行う。
- ・ 詳細設計では、担当する区間を交換する。
- ・ CAD データについては、設計検討を基にデータ入力を依頼する。
- ・ 数量等データについては、CAD データ内に埋め込まれた EXCEL オブジェクトに入力。詳細設計時の数量のとりまとめは、積算との連携を考慮したものとする。
- ・ 数量については、土量を対象とする。

(3) 検証項目

- ・ レイヤー構成
- ・ 電子データによる承認等
- ・ CAD データと数量・設計データ連携とデータ格納
- ・ その他、実業務適用に向けての課題の抽出



4.4.5 橋梁詳細設計実験計画

(1) 実験方針

- ・ 総プロ終了後の直轄事業への「標準的な運用ルール」を提案
→ C A D 図面をベースに調査・設計・積算への連携上の運用ルール検証
- ・ 実業務上で予測される「問題点・課題・効果」を事前に確認
- ・ 従来手法と新たな C A L S 手法の相違点を具現化
- ・ 混乱を避けるため、現実解と将来解とを分離して整理し実験を行う。
- ・ 橋梁構造・詳細設計フェーズの内、図面・数量に着目する。
- ・ 基本計画、予備設計は対象から外し詳細設計フェーズを実験対象とする。
- ・ 上下部構造の設計計算は省略し、適当な標準設計（上部：単純 or 連続 P G、下部：逆 T 式橋台）を利用する。

(2) 実験内容

1) C A D 図面の作成

① 橋梁一般図および配筋図の作成

- ・ 各図面のレイヤー検証
- ・ D M データの活用
- ・ 地質柱状図の活用
- ・ ラスター・ベクター化された地形データの活用

② 橋台位置検討

- ・ D M 利用による橋台位置決定

2) C A D 図の連携

- ・ 施工段階での設計 C A D 図面の修正活用

3) 積算数量算出

- ・ C A D 図に連携した数量帳票の作成（プロトタイプ作成）

4) 図面の履歴管理

- ・ ライフサイクル間での図面修正を想定し履歴管理検証

(3) 評価項目

- ・ 各項目に対し効率化および問題点の抽出
- ・ D M データの平面図および縦断図利用時のメリット・デメリット評価
- ・ C A D レイヤーによる作業効率、作業効果の評価および構造物レイヤー作成指針の提案
- ・ C A D と数量帳票の連携による作業効率化および精度の評価
- ・ ライフサイクル間での図面履歴管理の効果検証および管理手法の提案

4.5 今後の課題

平成 9 年度は、各フェーズ間の情報連携を促進するために必要と考えられる個々の要素技術等について、特に図面上で受け渡されるデータを対象として検討を行ってきたが、従来、建設分野で幅広く利用されているルールについては、そのルールを規定している主要機関との情報交換や調整等が重要となることから、今後は可能な限りこれら関係機関との連携を図りながら検討を進めるとともに、平成 10 年度に予定している実証実験結果等を踏まえて、最終的には「実現可能となる提案」等としてまとめていきたいと考えている。

5. 施工-維持管理段階の情報活用方策研究（施工維持 WG）

5.1 研究概要

5.1.1 概要

施工維持 WG は、CALS/EC アクションプログラムにおける“施工管理情報の電子的交換・共有”を実現するための WG であり、CALS/EC 構築に必要な技術的事項のとりまとめを 3 つの SWG に別れて進めている。

5.1.2 参加企業

(1) 施工業務モデル研究 SWG

建設省土木研究所、（財）日本建設情報総合センター
○鹿島建設（株）、（株）竹中土木、日本電気（株）

(2) 施工情報活用研究 SWG

建設省土木研究所、（財）日本建設情報総合センター
○東急建設（株）、（株）間組、三井建設（株）

(3) 維持管理業務モデル研究 SWG

建設省土木研究所、（財）日本建設情報総合センター
○（株）オリエンタルコンサルタンツ、国際航業（株）、日本電気（株）

※○：SWG 幹事会社

5.1.3 施工業務モデル研究 SWG

情報交換を円滑にしよう！

→施工プロジェクトデータベース（PDB）の提案

施工時に発注者－受注者間で交換される情報は、仕様書、施工計画書、打合せ記録簿など、その量は膨大である。例えばシールド工の本掘進で作成される情報は、重要な打合せだけでも 100 回、紙で 2,000 頁になり、工事全体では A4 ファイルの厚さが 5m 以上にもなるため、膨大な施工情報を円滑に交換・管理するシステムが必要である。そこで、発注者－受注者間で共通に利用できるデータ項目と最適な情報の流れを実現するプロジェクトデータベースの提案を行う。

具体的には、シールド工事を対象に、発注者－施工業者間で共通に利用できるデータ項目と最適な情報の流れの整理を行い、最終的には、PDB 構造の提案、システム開発、実証実験を行う。

5.1.4 施工情報活用研究 SWG

データを戦略的に活用しよう！

→情報化施工の利用イメージの検討

コンピュータや計測機器、ネットワークの導入により、施工管理情報も電子情報として生成されるようになりつつある。つまり、紙で情報交換を行う場合には不可能であった戦略的な情報活用が可能になる。

具体的には、“土留めの計測管理”“RI 計測”“GPS 測量”“デジタル写真管理”“3 次元情報による品質管理”の 5 つの要素技術を対象に、情報項目のとりまとめ、データ交換方法、利用イメージの提案、システム開発、実証実験を行う。

5.1.5 維持管理業務モデル研究 SWG

施設物情報と維持管理業務情報を連携しよう！

→維持管理 CALS/EC 実現シナリオの策定

道路維持管理業務とは、“不具合への対処”“計画的な保守作業”“巡回”などを行い、道路の安全性を確保し、施設物を長期にわたり利用することなどである。

維持管理情報には、道路台帳や施設調書のような“施設物情報”と、巡回日誌や作業日報のような“維持管理業務情報”がある。これらの情報は主に紙を媒体としているため、相互参照・活用を行うことが大変困難である。したがって、業務の効率化を図るためには“施設物情報”と“維持管理業務情報”との連携が不可欠である。

具体的には、まず、維持管理業務の業務分析、維持管理業務の情報体系の整理・分析などを行う。これらの検討結果を踏まえ、道路施設物の維持管理共有データベースのプロトタイプシステムによる実証実験の評価・検証を通して、維持管理 CALS の実現に向けた提言を行う。

5.2 研究目的及び研究方法

5.2.1 研究目的

施工－維持管理段階においてCALSの概念を取り入れたプロトタイプシステムを使用した実証実験を通じて業務モデルを提案し、その実用に向けた技術的課題を検討する。この業務モデルが、その後の建設CALSの実用化へ向けた第一歩となることを目的とする。

5.2.2 研究範囲

研究範囲は、発注者内部及び、発注者と受注者、一般住民（民）とのインターフェースまでとする。（図 5.2-1）

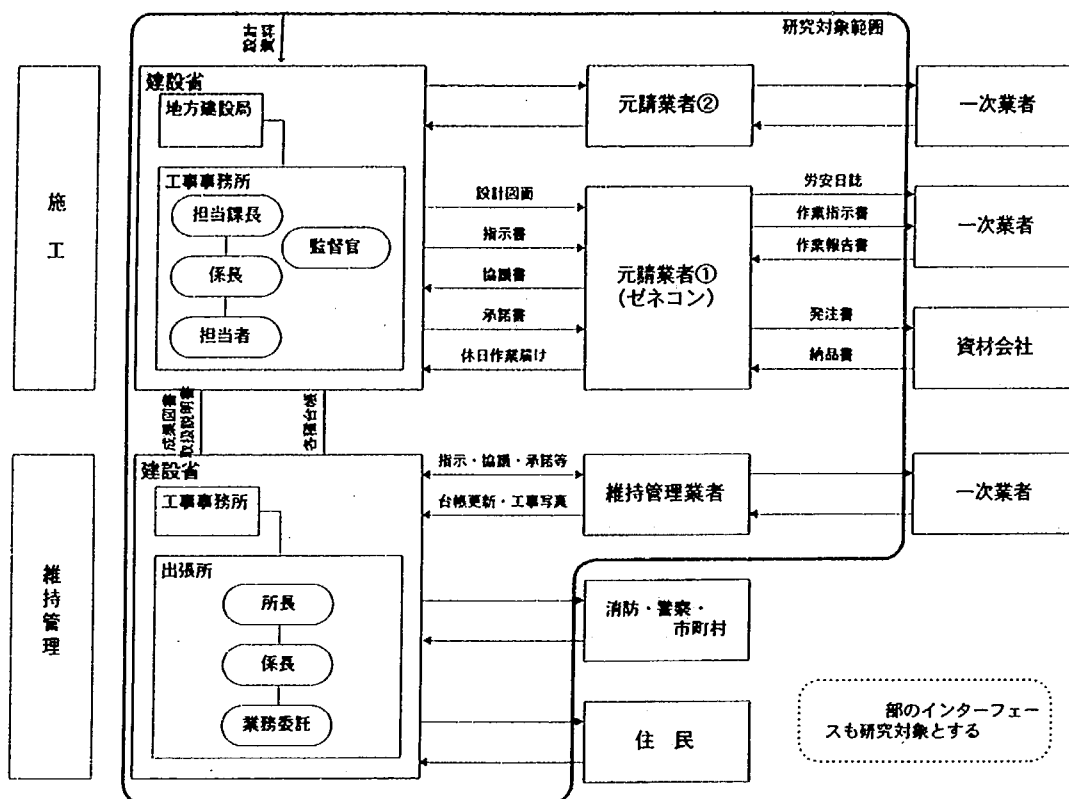


図 5.2-1 研究範囲

5.2.3 研究のコンセプト

土木研究所、民間各社で研究範囲を業務内容に応じて分担し、効果的に進める。

- ・メタデータなどの情報共通基盤に着目する
- ・他のフェーズとの交換情報を整理する
- ・最新技術の活用→(例) GISデータの有効活用
→ 道路AP (Application Protocol) (スウェーデン提案)

5.2.4 業務モデルの目標

- ・CALS導入後のイメージを分かりやすく示すこと
- ・CALSの導入効果を分かりやすく示すこと（評価軸の設定と実証実験）
- ・CALS導入後の情報利用と情報構造を検討し、業務モデルを構築する。
- ・この業務モデルを核にして、評価・検討を重ねることにより、その後の実稼働へ向けた展開をスパイラル的に図れること

5.3 研究スケジュール

5.3.1 施工業務モデル研究 SWG の研究スケジュール

研究の内容	年度	8年度						9年度												10年度											
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
シールド工事における業務分析																															
現場ヒアリング																															
書類サンプル収集																															
書類に含まれる情報項目の 整理・分析																															
PDB対象情報項目の抽出																															
PDB利用イメージ検討																															
PDB構造の検討																															
データモデル作成																															
プロトタイプシステム構築																															
実証実験																															
課題抽出と研究のまとめ																															

図 5.3-1 施工業務モデル研究 SWG の研究スケジュール

5.3.2 施工情報活用研究 SWG の研究スケジュール

研究の内容	年度	8年度					9年度												10年度											
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
業務調査																														
基本設計 仕様検討																														
簡易プログラムによるテスト																														
プロトタイプ開発																														
ユーザープログラムの改良																														
実証実験																														
まとめ																														

図 5.3-2 施工情報活用研究 SWG の研究スケジュール

5.3.3 維持管理業務モデル研究 SWG の研究スケジュール

研究の内容	年度	8年度					9年度												10年度											
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
研究の範囲・対象の選定																														
維持管理業務の分析																														
情報体系の整理・分析																														
維持管理業務と情報体系の 標準化の策定																														
プロトタイプ開発 システム設計																														
システム構築																														
実証実験																														
評価・検証																														
CALSの実現シナリオ策定																														

図 5.3-3 維持管理業務モデル研究 SWG の研究スケジュール

5.4 施工業務モデル研究 SWG

5.4.1 研究内容

(1) シールド工事の業務分析

本年度の研究として、まずシールド工事の業務モデルシステムの提案の一環としてのプロジェクトデータベース構築の研究を進めた。

すなわち、まずシールド工事全体の業務プロセスと内容を過去の知見に基づき洗い出し、プロジェクトとしての業務の流れを確認した。

次に、そのプロセスの中で、当研究の対象とする施工段階（発進立坑完成後）での作業に注目して、そのフローを分析し、確認を行った。

作業は、発進準備工、発進防護工、掘進工（初期掘進、本掘進）、到達工、及び坑外準備工の5つに大別できるが、主作業である発進防護工と掘進工に絞って IDEF0 分析図と ICOM リストを作成し、業務の詳細分析と情報の流れの分析を行った。このことにより、共同研究メンバーのシールド工事の施工段階における業務と情報に関する共通理解と認識を獲得した。ただし、IDEF0 による分析だけで業務モデルシステム提案のためのデータ構造を構築するには、アクティビティの数が膨大なため、多大の労力と深い階層のダイアグラムの表現が必要であることがわかった。また、現時点の IDEF0 図による分析だけでは工事全体の情報とそれに関連するデータ構造を表現することが出来ないこともわかった。このため、本研究では、IDEF0 は先に述べたように共通理解・認識のツールとして利用するにとどめ、(2)で述べるようにデータ構造は、実際工事現場における受発注者間の交換情報を調査・収集・分析することにより構築することとした。また、研究対象も専門業者の範疇である「発進防護工」は除外し、「掘進工」に絞った。

一方、上記の分析の成果として、シールド工事の工種体系とそれに伴うシソーラス作成のための資料を提案することができた（表 5.4-1）。なお、提案にあたっては、下水道協会と建設省の積算体系を参考にし、掘進の部分だけを取り扱うものとした。また、階層数と階層名は他工種への展開を考慮して決定した。

表 5.4-1 シールド工事の工種体系

レベル1 工事区分	レベル2 工種	レベル3 集計項目	レベル4 上位内訳	レベル5 下位内訳	レベル6 規格・仕様	単位
シールド工事	泥水シールド	一次掘工工事	シールド機械工	シールド機製作		式
			他	他		
			後継台車設備工	台車製作		式
			他	他		
			セグメント工	セグメント製作	セグメントタイプ	R
				セグメント組立		R
				セグメント止水		R
			発進準備工	底部コンクリート		式
			他	他		
			掘進工	初期掘進		m
				本掘進		m
				到達掘進		m
		二次掘工工事	裏込注入工	裏込注入		m3
				二次注入		m3
				プラント管理		式
			他			
		補助工事	スチールフォーム設備工			式
			コンクリート工			式
			漏水処理工			式
			裏込注入工			式
		付帯工事	他			
			地盤改良工			式
			防音設備工			式
		共通設備工事	重要構造物監視工			式
			他			
			インバート工			式
		共通設備工事	他			
			管設設備工			式
			板設設備工			式
			軌条設備工			式
			運搬設備工			式
			他			

(2) シールド工事現場における交換情報の現状調査

実際の現場で流れている情報の具体的な内容と量、更に情報の再利用の状態を把握するため、一つの現場の書類を例にとり、情報項目と内容を調査した。調査対象とした工事は東京都営地下鉄 12 号線環状部汐留・浜松町工区のシールド掘進工である。

調査においては、掘進施工時に現場で作成される情報に的を絞り、現場情報をもとに発注側へ提出される報告情報、更には現場管理のために作業所内で利用される情報などを対象とした。また、書類の中に含まれる個々の情報の作成者や参照先、書類の保存先なども調査した。次に、調査した書類に含まれる個々の情報項目を情報量と再利用の観点から再整理した。

発注側へ報告されている情報の殆どが、現場内で蓄積される日報類の中の情報や、発注時に示される数量データを書き写しているものであることから、日常管理に用いられる日報類のデータをデータベースとして蓄積していれば、シールド掘進時の発注側への報告は殆ど自動的に行えることが、整理の結果から判断された。さらには、このデータベースの中のデータのうち、発注側に提示する必要のある情報だけを共有することによって、日々の報告業務を省略できる可能性もうかがえた。

図 5.4-1 は、上述のようなデータの再利用・共有のイメージを示した一例である。データは図の下側の「入力情報」のところに示した書類から、中段の「データベース (DB)」に蓄積され、上段の「共有情報」のところに示された報告書類の情報として利用される。

図 5.4-1 では、図の下側のシールド掘進管理表、測量シート、シールド掘進日報など作業所内で利用される書類の情報から、図の上側に示した管理旬報や作業実施日報など発注者側へ提出される書類の情報へ、どの様なデータが利用されているかを具体的に番号を付けて示した。例えば図 5.4-1 において、「入力情報」の欄の左下のシールド掘進管理表の⑫に記入された裏込め注入量のデータは、「DB に蓄えられる情報」の欄の左下の⑫裏込め注入量データの表に示されるようなイメージで DB に蓄積され、「共有情報」の欄のシールド掘進管理旬報の最下段の施工量の欄に利用される。

なお、発注側へ報告するためなどに共有する情報には、設計情報など現場内で作成されない情報も含まれる。そこで、中段のデータベースのイメージ図では、各表の下欄にそれぞれのデータの参照元をゴシック文字で示した。

本研究では以上のような調査結果に基づいて、プロジェクトデータベースとしての施工業務モデルの構造や、官民間の情報共有の可能性について、(3) で検討することとした。

(共有情報)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭

シールド管理旬報

作業実施日報

(DBに蓄えられる情報)

①発注者名簿情報

氏名	役職	etc.
伊藤 良行	総括監理員	
施設構成情報		

②施工者名簿情報

氏名	役職	etc.
亀岡 哲夫	現場代理人	
施設構成情報		

③工種情報

工種名	単位
シールド掘進工	m
一次覆工	R
施設構成情報	

④設計数量情報

工種名	路線区分	単位	設計数量
シールド掘進工	外廻り	m	50.0
施設構成情報			

⑤蛇行量データ

施工日	路線区分	リング番号	平面線形蛇行量	縦断線形蛇行量
H9.3.16	外廻り	R276	-45	37
測量シート				

⑥工事区分情報

工事名	シールド名	etc.
汐留浜松町工区	築地シールド	
施設構成情報		

⑦作業区間情報

リング番号	測点番号	距離程
R1	No.935	18716.400
施設構成情報		

⑧ジャッキ推力データ

施工日	路線区分	リング番号	推力(ton)
H9.3.16	外廻り	R276	1744
シールド掘進日報			

⑨掘進量情報

施工日	路線区分	リング番号
H9.4.1	外廻り	R38
シールド掘進日報		

⑩セグメント組立情報

施工日	路線区分	リング番号
H9.4.1	外廻り	R37
シールド掘進日報		

⑪セグメントタイプ情報

リング番号	施工位置	セグメントタイプ
R1	No.935	単SD-II
シールド掘進管理表		

⑫裏込注入量データ

施工日	路線区分	リング番号	注入量
H9.3.16	外廻り	R276	8.7
シールド掘進管理表			

⑬日付(カレンダー)情報

年	月	日	曜日	天候
9	4	1	火	晴
施設構成情報				

⑭裏込注入圧情報

施工日	路線区分	リング番号	注入圧
H9.4.1	外廻り	R37	3.4
シールド掘進管理旬報			

(入力情報)

⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

シールド掘進管理表

測量シート

シールド掘進日報

図 5.4-1 DBに蓄えられる情報案

(3) プロジェクトデータベース構築のための基本検討

ここでは、(1)および(2)で得られた業務と情報の分析をふまえ、実証実験用の実装モデルシステム構築のための基本検討を行った。実装モデルシステムは、プロジェクトデータベース（以下、PDB）を核としたプロトタイプシステムである。PDBシステムは、施工フェーズにおいて受注者の情報活用だけでなく工事に関わる受・発注者などの間で有効な情報共有を可能とするものである。以下に、基本検討の要点を示す。

- λ PDB のプロトタイプシステムとして適切なデータベース構造を選択する。
- λ 受・発注者間の各種帳票に記載されているデータに着目し分析すると、集約単位が報告帳票とその元となる帳票間で互いに異なっていることが分かった。そこで、官－民間でやりとりされる帳票とその元となる入力帳票間のデータの関連付けを IDEF1X を用いた業務モデル分析により行ってみる。（図 5.4-2）
- λ 関連付けられたデータ項目に対し、下記工夫により、投入誤りや重複、無駄の防止、帳票間の整合性が図れることがわかった。
 - ①上流工程のデータが統合DBの中の施設構成情報に登録済であるとの前提の下での引用。
 - ②異なる場所、時間、人（測定機器）で個別に入手されるデータのワンエントリーコンセプトに基づく入力方法の採用。
- λ 前項で得られたデータをプロジェクトデータベースに記録・蓄積し、システムとしての利用イメージを検討し、受・発注者間の施工時における情報共有（報告・承認）が図れることを確認する。（図 5.4-3）
- λ 結果として登録されたデータが残るので、それを統合DBにアップロードすることにより、後日、同種工事間の比較・分析等に利用できることを示す。
- λ 上記目的を達成する為のシステムの概要を検討する。（図 5.4-4）

5.4.2 研究成果

平成9年度は、図 5.3-1に示した研究スケジュールに沿って研究を進め、各研究段階でいくつかの研究成果が得られた。それらを要約すると以下ようになる。

- ・ シールド工事の施工段階における業務と情報に関する共通理解・認識の獲得
- ・ シールド工事のPDBに格納すべき標準情報項目の提案
- ・ シールド工事の標準工種体系の提案
- ・ 現時点で適当と考えられるPDB構造の提案
- ・ PDB利用シナリオの提案
- ・ IDEF1Xによるデータモデルの作成

出来形・出来高モデル

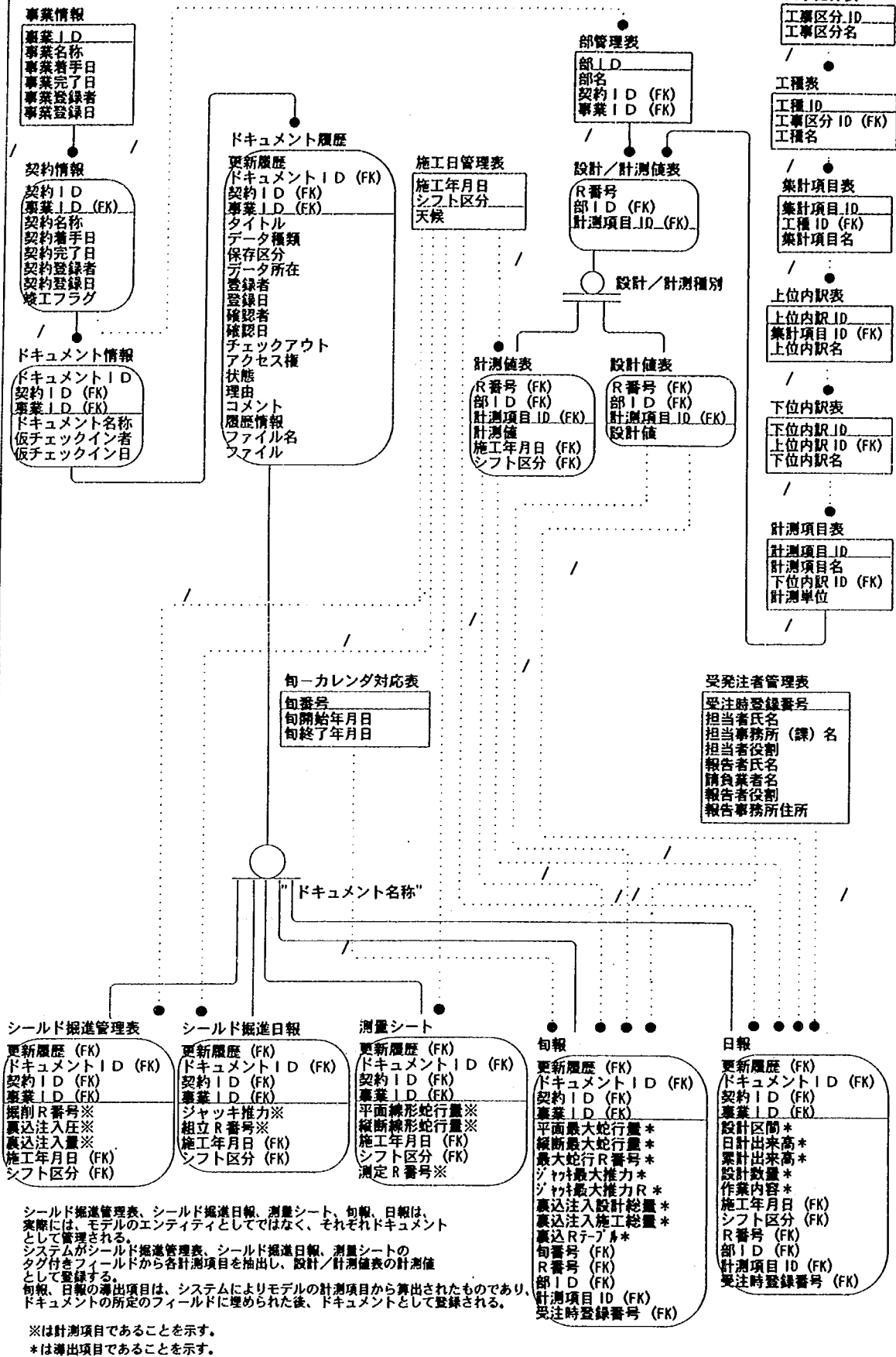


図 5.4-2 出来形・出来高管理データモデル

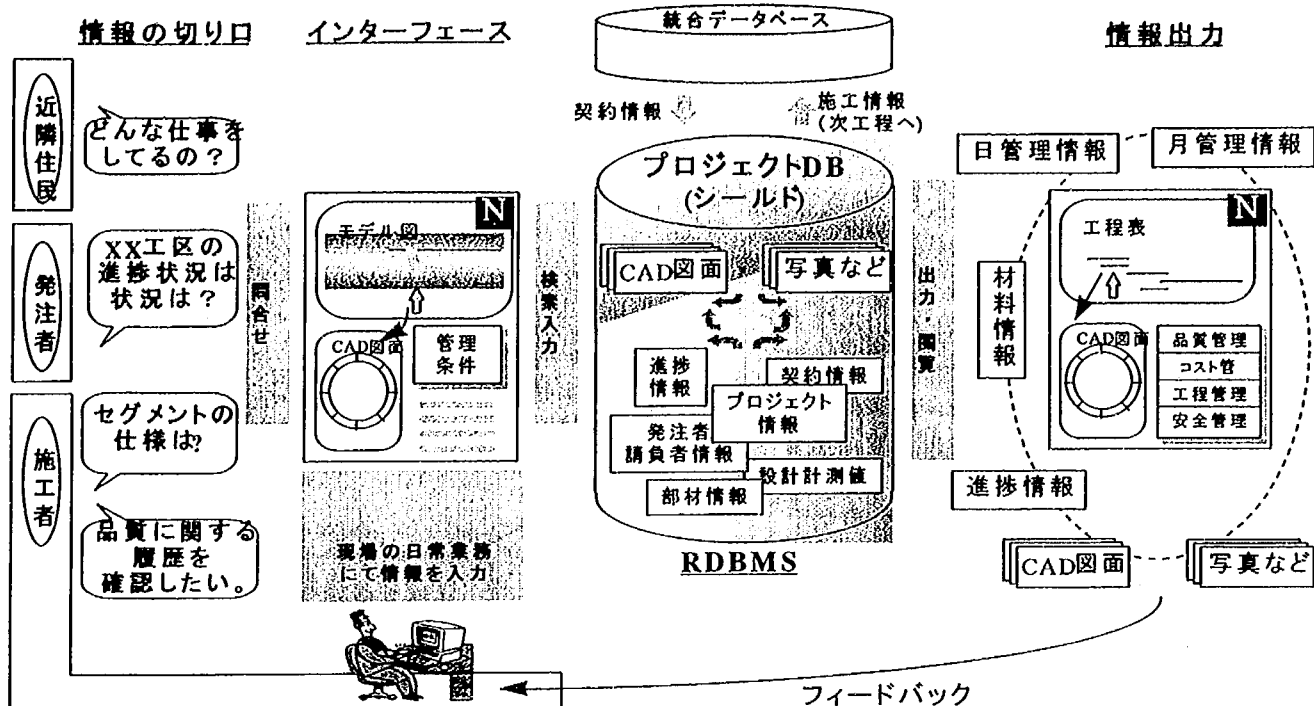


図 5.4-3 PDB の利用イメージ

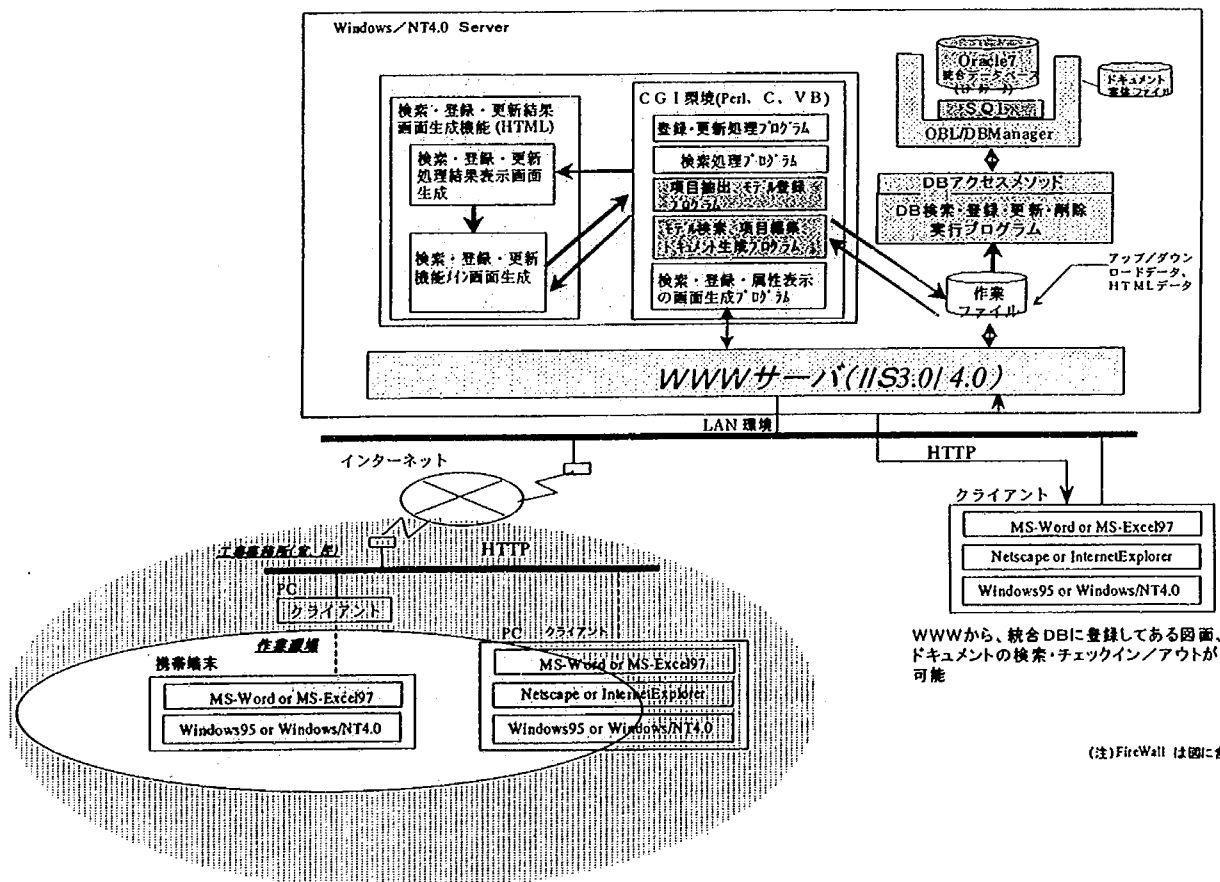
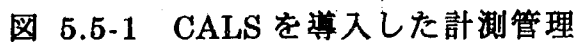


図 5.4-4 システム構成図

(注)FireWall は図に含めていません

5.5.1 テーマ1 計測管理におけるデータ共有・標準化

計測管理（土留め）を対象に、データ書式の標準化、ブラウザを利用したデータ共有、データベース化による計測結果の有効利用について研究する。CALS を導入した計測管理の形を図 5.5-1に示す。



この方法の特徴を下記に示す。

- プロジェクトに必要なDBは施工者事務所にある
- 建設省事務所からはダイヤルアップで報告DBを参照して計測結果を把握し、日常の管理を行う。但し施工者事務所から電子メールで送付する方法も併用する。
- 各工区および他工事から計測概要DBを収集し、土留計測DBシステムに蓄積する。
- 計測データは項目ごとに標準コードを持つ。

この方法による効果を下記に示す。

(A) 発注者

- 複数工区の同時施工管理……複数工区を関連つけた管理が可能
- 工法選定、研究開発などのためのデータが蓄積できる
- オンラインによる自由なデータ読み取り……設計変更時など施工者、発注者のコンカレント作業が可能となる。

(B) 施工者

- 現場と管理部門とのデータ共有が容易となる
- 協力業者との共同作業が容易になる
- 結果報告のペーパーレス化が可能となる
- 計測データの標準化により、データの分析や二次加工あるいはデータベース化が容易となる。ほとんどの施工会社で計測データ処理は主に計測会社が開発したプログラムで行っており、建設業界どころか同じ会社の中でさえデータの保存書式が統一されていなかった。標準化する事により、貴重な技術資産である計測データを有効に使用する事が出来るようになる。

(2) 研究成果

今年度の研究成果として下記の事項があげられる。

1) 計測データ標準化手法の検討

土留計測を例とした標準化手法を表 5.5-1に示す。

表 5.5-1 計測データ標準化案

注 先頭にZが付く

コード1 項目 コード	コード2 ブロック コード	コード3 深度 コード	項目	センサー	特徴
01	数値 (2桁)	数値 (2桁)	土留壁 の変形	多段式傾斜計 挿入式傾斜計	・1本当り多数の 計測点がある ・変形を求めるには 下から積分する
02	同上	同上	土留壁 の応力	鉄筋計 ひずみ計	・(計測値－初期値) ×校正係数
03	同上	同上	切梁軸力	荷重計 ひずみ計	同上
04	同上	同上	間隙水圧	荷重計	同上
05	同上	同上	土圧	荷重計	同上
06	同上	同上	地下水位	水位計	同上
07	同上	同上	切梁温度	温度計	同上
08	同上	同上	地すべり	地すべり計	同上
09	同上	同上	地表面沈下	沈下計	同上
10	同上	同上	地中沈下	層別沈下計	同上
11	同上	同上	外気温度	温度計	同上
12	同上	同上	PH		同上
13～	同上	同上	その他		・計測項目に合わせ 任意の設定

ブロックとは計測断面

例

傾斜計 2ブロックの5番目(上から)はZ010205

切梁軸力 3ブロックの2番めはZ030302

計測データを技術資産として有効利用するためには、土留壁、支保工の使用部材や地質の状況も必要である。

3) 土留め計測データベースシステムの開発

計測データを蓄積し、類似工事の管理や工法選定に使用することを目的としたものでACCESS（2.0）で開発したものである。初期画面、検索方法の選択画面などを図 5.5-3に示す。このシステムはほぼ完成している。

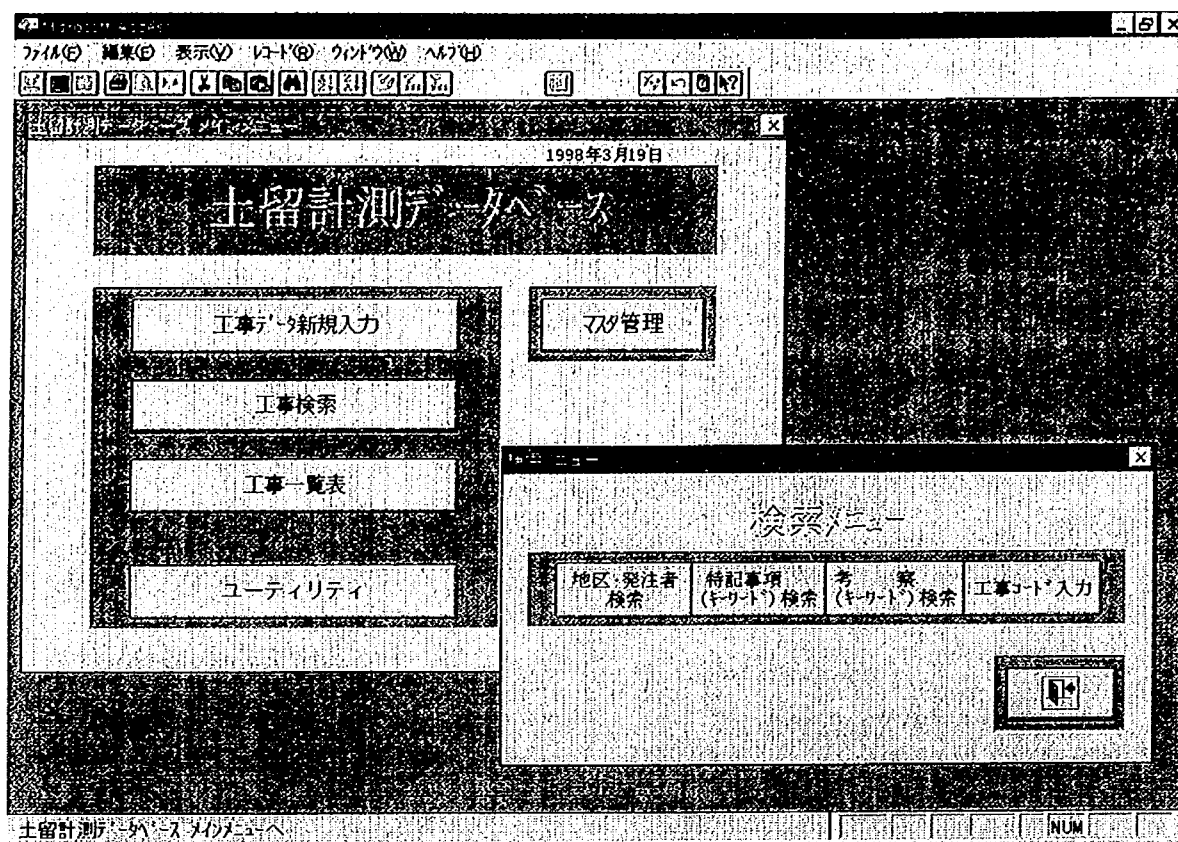


図 5.5-3 土留計測データベースシステム

5.5.2 テーマ2 品質、出来形、工事写真のための支援システム

(1) 研究内容

1) 方針・対象

研究の主目的として、情報交換／情報共有化システムの研究開発を実施し、さらにはプロトタイプシステムにとどまらず実用化に近いシステムの構築を目指す。

具体的には以下のような目的を掲げる。

- 現状の業務をサポートする実用化システムの構築と提供
- 管理情報（管理基準、取扱説明、実績など）のネットワークによるビジュアルな提供
- 管理帳票・データ形式の統一によるデータ再入力などのコスト削減
- 主に土工事を対象とした施工現場の作業・業務の効率化を目的に、具体的な3つの業務を対象にその業務分析を行い、実用化システム／データベース／ネットワークを構築し、その実用性を実証する。

2) スケジュール

システム分類	作業内容	1997												1998		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
1. 全体システム	(1)実施計画の策定 (開発システムの絞り込み)															
	(2)基本方針の決定 (開発システムの仕様策定)															
	(3)インフラの整備															
	(4)サーバーの構築															
	(5)対象工事の選定															
	(6)実証実験															
	(7)検証・評価・まとめ															
	(8)報告書の作成															
2. RI計器を用いた品質管理 サポートシステム	(1)業務分析															
	(2)情報の分析・標準化															
	1)サーバー・データベースの構築															
	2)入出力仕様の決定															
	3)ネットワークの構築															
	(3)実証実験															
	1)システムの構築															
	2)実証実験の実施															
3. GPS測量サポートシステム	(1)業務分析															
	(2)情報の分析・標準化															
	1)サーバー・データベースの構築															
	2)入出力仕様の決定															
	3)ネットワークの構築															
	(3)実証実験															
	1)システムの構築															
	2)実証実験の実施															
4. デジ外画像を用いた検査・ 監督支援システム	(1)業務分析															
	(2)情報の分析・標準化															
	1)サーバー・データベースの構築															
	2)入出力仕様の決定															
	3)ネットワークの構築															
	(3)実証実験															
	1)システムの構築															
	2)実証実験の実施															
	3)検証・評価															

3) 研究ステップ

従来の業務における情報を整理し、データベース/Web を利用した情報の共有化/交換システムを構築する。

① 業務調査

盛土の品質管理業務、GPSを用いた測量・出来形計測業務・工事写真管理業務のフローを調査し、情報の流れ及び種類・内容等について整理する。

②基本設計

業務調査の結果を踏まえ、データベース/Web/インターネットを用いた情報交換の仕様・利用環境等を決定する。業務効率化のためのコード体系整備などのシステム手法の研究を行う。

③インフラ環境の整備

データベース/Web/システム運用のためのインフラ整備。

④システム開発

仕様に従い、データベース/Web の構築及びアプリケーションシステムの開発を行う。

⑤実証実験

システムの実証実験を行ない、適用効果・課題について確認・検証する。
個々の CALS システムの概要は以下のとおりである。

	利用する保有技術	対 象	
盛土の 品質管理システム	RI密度・水分計	品質管理	盛土工 密度、締固め度 等
GPS運用による 施工管理システム	RTK-GPS	出来形管理	出来形測量 施工土量計測 出来形形状計測 等
		品質管理	盛土工 重機による締固め回数 の確認、記録 等
	D-GPS	安全管理 工程管理	盛土工 重機の稼働状況の確認 記録 等
デジタルカメラを用いた 工事写真管理システム		工事管理	写真管理

(2) 研究成果

1) RI 計器を用いた品質管理サポートシステム

RI 密度・水分計による盛土の品質管理基準に基づき現場管理を行うためのサポートシステム。マニュアル・基準の電子化をはじめデータ入力・帳票の自動作成から記録写真、土質試験結果のデータベースの構築を目指す。具体的機能として、管理帳票・データのネットワークによる入出力、Web による管理データ・実績の電子化による事例参照、品質管理基準・マニュアルのビジュアルな提供を行う機能を持つ。

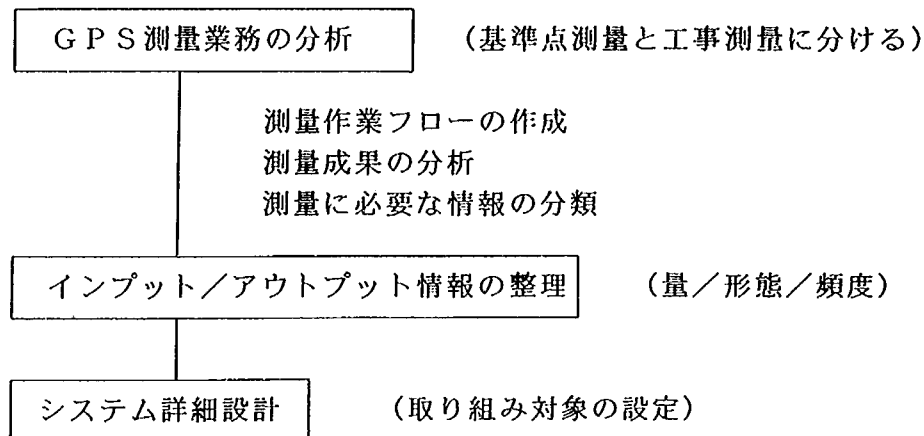
2) GPS 測量サポートシステム

2) GPS測量サポートシステム

A. 目的

- 最新の測量技術であるGPS測量に対応した業務効率化システムの構築と運用
- 測量成果の電子化によるペーパーレス化、良質な事例、経験の蓄積
- GPSに関する基本情報の提供
- GPS測量計画に関するコンサルティング機能
- GPS測量成果の加工機能

B. 作業手順



C. 対象

測量業者が専門に行うGPS基準点測量（多くが公共測量）と施工会社も行うGPS工事測量とに分けて業務の分析を行い、情報の流れを明らかにする。

a. GPS基準点測量

建設省公共測量作業規程においては、従来から基準点測量の実施手順が定められている。GPSによる基準点測量の場合は、在来法に比較して特に「計画」、「踏査・選点」及び「精算」段階でのノウハウが異なる。そこで、これらの工程を中心として、必要とされる情報の内容を調査するとともに、出力（書類、図面）との関連を整理する。

b. GPS工事測量

施工業者が実施する工事測量において、RTK-GPSを使用できる次の測量について情報の流れを整理する。

- 点検測量 調査、設計段階で作成された縦横断図の検測
- 施工測量 施工用ポイント、トンボ、丁張り設置
- 出来形測量 縦横断測量、メッシュ測量

D. GPS測量データの標準化について

a. RTK-GPSのデータ形式

RTK-GPSの計測結果の主なデータフォーマットは以下のようになっている。

- 汎用CAD: DXFが事実上の標準フォーマットとなっている。
- 測量CAD: 日本測量機器工業会で制定されたSIMAフォーマットが標準としてある。
- GIS: 標準として数社のフォーマットがある。

b. 標準化検討の手順

出力フォーマットの標準化を検討するに際しては次の手順が考えられる。

①現状のCAD、GISの入力フォーマット詳細調査

②標準フォーマットの必要性の検討

SIMAやDXFなど既存のフォーマットに合わせるか。

CADやGISに変換しやすい中間ファイルの標準フォーマットをつくるか。

③CALSを考慮したネットワーク伝送時操作性・信頼性の比較実験

④標準フォーマットの提案

3) デジタルカメラを用いた工事写真管理システム

A. 開発の目的

建設省の直轄土木工事の工事写真において、デジタルカメラの利用が認められるようになったことから明らかな様に、建設業界におけるデジタルカメラの利用は、今後急速に拡大していくと思われる。そこで、現場事務所で撮影された工事写真全てを管理するための「工事写真管理ソフト」とともに、従来の工事写真アルバムの役割を果たす、Webを利用した共有データベースによる「共有写真管理システム」の開発に取り組む。

- 現場における工事写真管理業務の効率化
- デジタル画像とネットワークを利用した、迅速かつ正確な情報伝達
- 写真解析ソフトウェアなどの導入による、交換される画像データの有効利用

B. システムの概要

工事写真管理システムは、現場管理のシステムとネットワークの利用により共有されるシステムの2種類に分かれる。次に、E-mail添付による画像データの転送の画面を示す。

工事写真管理 操作画面

編集 帳票作成 新規登録 検索

写真の取り込み Ctrl+F
帳票(Excel)の出力 Ctrl+E
検索項目のクリア

撮影日 1997/8/2

工事種別 PCI工事

棟 A

階 B 条件設定なし

工区 A 条件設定なし

部位 配筋検査 条件設定なし

備考

写真ID 7222 時刻 10時0分

担当者 高田

1/7

検索 修正・登録 終了

5.5.3 テーマ3 3次元形状情報と施工情報とのリンク

(1) 研究内容

本グループにおける研究の目的は、施工情報と3次元形状情報とをリンクし、調査・設計・施工・維持管理という建設サイクルの中で3次元情報を共有化することで品質管理業務を効率化し、品質の向上・生産効率の改善・コストダウンの効果について検証を行なうとともに、建設サイクル全体におけるコンカレントエンジニアリングの可能性について検討することである。また、事業者－施工業者間における情報共有の実証実験を通して、3次元情報での品質管理基準の在り方についても検討する。

対象工種は、コンクリートダムにおける主要掘削工及び堤体打設工とし、現状における情報の流れを分析した上で建設サイクル全体における品質管理の重要項目を洗い出し、プロトタイプシステム及びデータベースシステムを構築し、情報共有の実証実験を行なう。プロトタイプシステムは、品質情報の①正常値確認、②異常値の早期発見、③異常値の発生原因の追跡を可能とするものである。

平成9年度の研究としては、上記のプロトタイプシステム及びデータベースシステムの開発に先立ち、情報利用環境の整備を行なう為、現状の情報分析を行ない整理した結果を受けて、3次元可視化システム、データ入力ツール及び形状モデル格納用データベース等の環境整備を行ない、実証実験の準備をする。

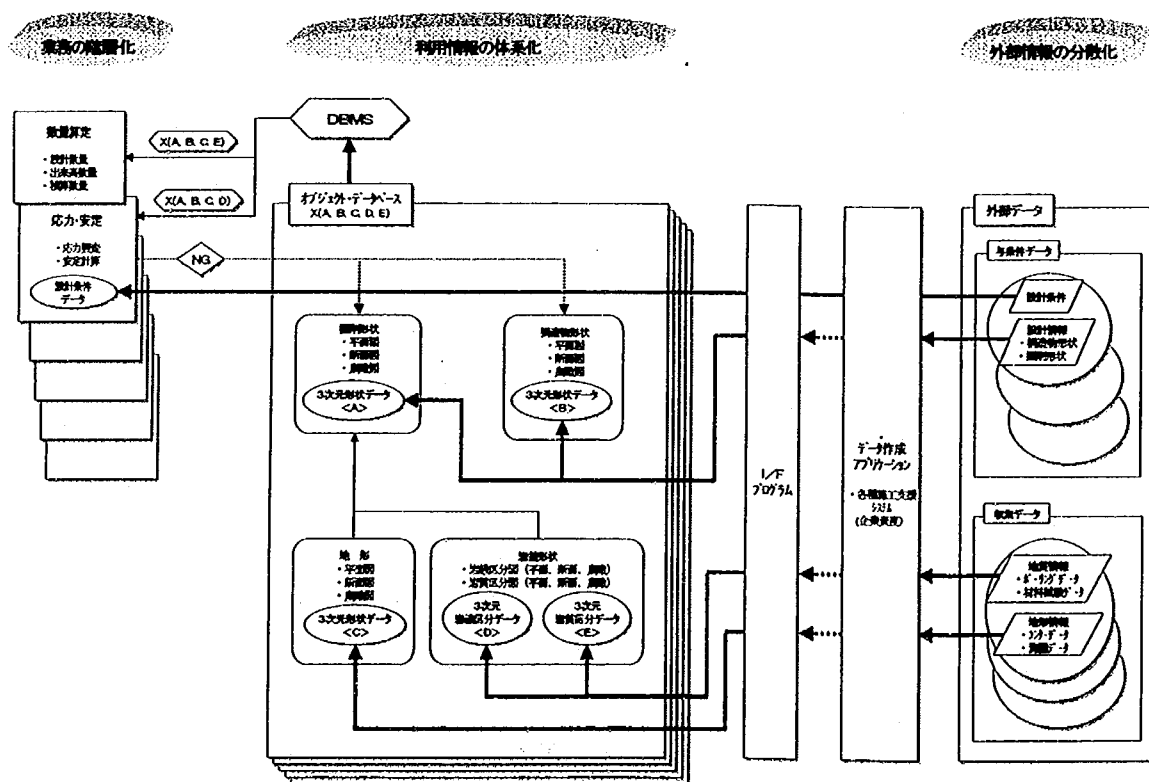


図 5.5-4 コンカレントエンジニアリング概念図

表 5.5-2 平成9年度工程表

[illegible]

研究は次のような手順で進めていく。

1) 現状分析

土木工事における情報流通の現状分析を行ない、本研究で対象とする情報項目を決定する。

2) プロトタイプシステム構築

現状分析の結果を踏まえ、プロトタイプシステムの仕様検討及び3次元可視化システム、データ入力ツール、データベース等の環境整備を行なう。

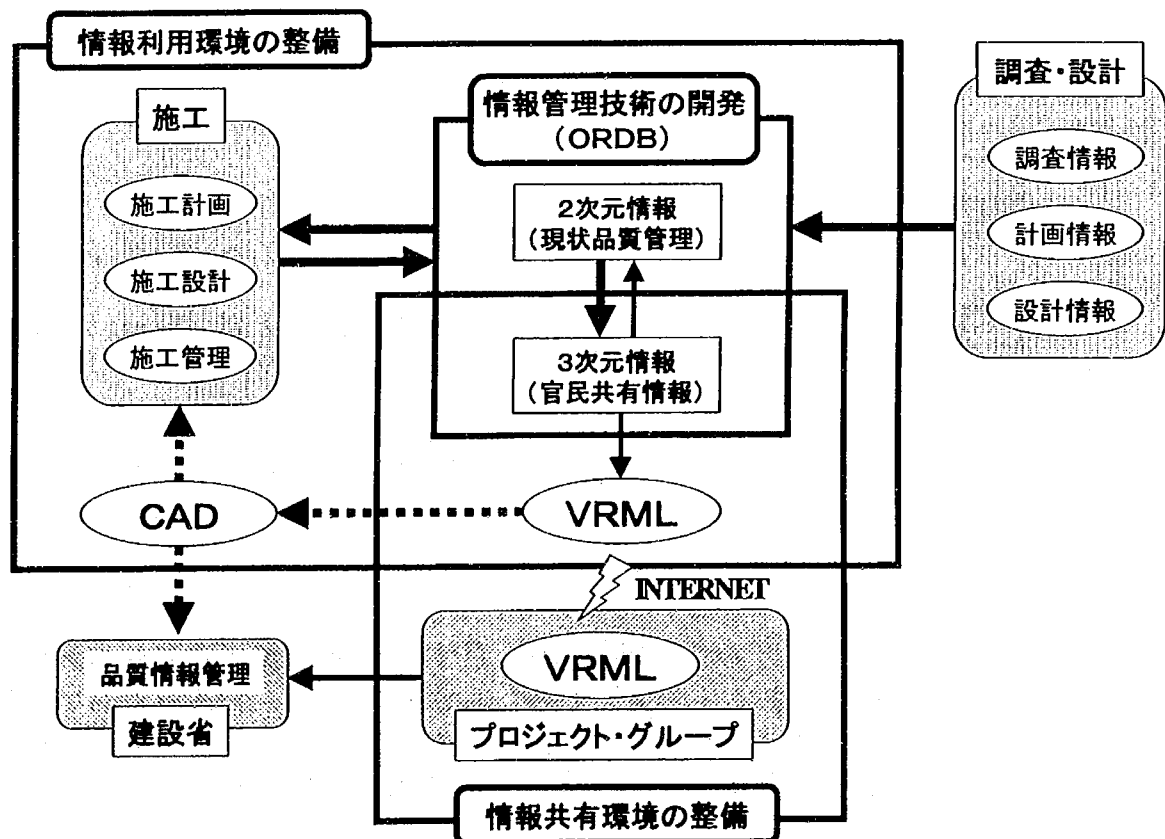


図 5.5-5 プロトタイプシステム概念図

(2) 研究成果

1) 現状分析

A. 背景

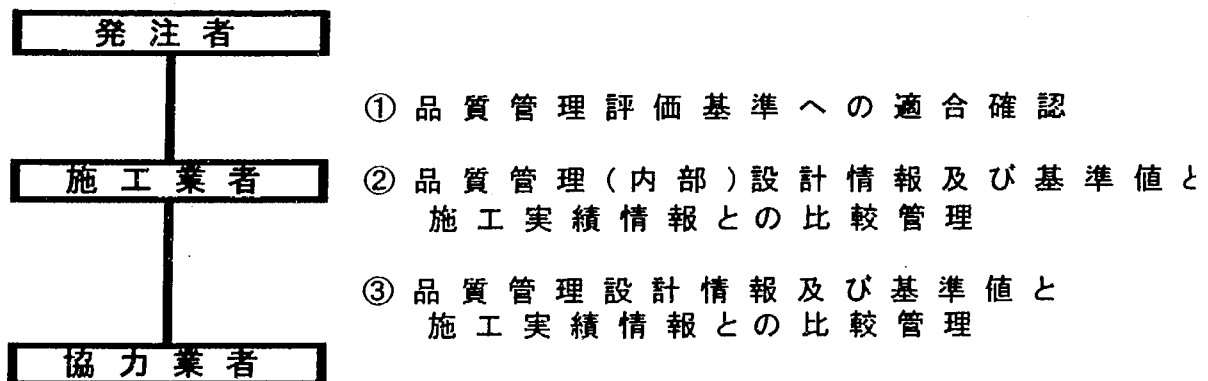
以上のような3次元情報共有システムの導入にあたり、従来から導入が試みられている施工管理システムをベースにする場合、単価・歩掛りを重視するがゆえにシステムの普及、定着が思わしくない。これは、さまざまな施工条件にシステムが対応しきれていない等の原因によるものである。また、施工における意志決定の判断基準（品質管理基準）としての2次元情報の生産が最終目的であるために、2次元とはデータ構造が異なる空間情報の適用に制約を与えているところがある。すなわち、調査（3次元情報）⇒設計・評価（2次元情報）⇔施工（3次元情報）という制約により3次元情報から2次元情報の作成、2次元情報から3次元情報の作成という作業負荷が発生しており、当然コストも大きくなっている。

本研究は、3次元情報による品質管理を可能とするシステムを構築することで調査－設計・評価－施工間での3次元情報共有を可能とし、3次元品質管理基準を整備して管理業務を簡便化することで品質向上・業務の効率化・コストダウンを図るものである。

研究対象とする情報としては、業務の効率化・コストダウンに直接関与し、短期的に効果が期待できる施工管理項目ではなく、品質向上を目的とし業務の効率化・コストダウンには間接的、長期的ではあるが着実に成果を期待できる品質管理項目に着目する。

B. 品質管理の分類

土木工事における「品質管理」は、下記のように分類できる。



C. 現状と問題点

土木工事における品質管理では、①の発注者と施工業者間の評価基準への適合確認が最も重要であると考えられる。しかしながら、発注者においては断片的な2次元情報による為、十分な確認が困難である。また、施工業者においては施工時の3次元情報から2次元情報を作成するのに大きな作業負荷がかかっているのが現状である。

ここでは、以上のような観点から本研究の対象範囲とする品質管理項目を整理し、さらに実証実験において検証する項目を抽出している。なお、検証の対象とする項目は、建設サイクル全般にわたって利用頻度が高く、施工品質管理において3次元化の効果が高いと判断されるものとした。

2) プロトタイプシステム構築

A. 機能概要

本システムの基本目的は、施工時における①正常値確認、②異常値の早期発見、③異常値の発生原因の追跡であり、機能の概要は以下の通りである。

a. 形状比較

形状の差異の早期発見のために設計形状と施工出来形とを比較し、その差異を表示する。

- 設計形状と施工出来形の同時表示を行なう。
- 設計形状と施工出来形との差異を設計形状上にカラーコンターで表示する。

b. 要因追跡

異常値の発生原因を追求する為に、品質管理情報を重ね合わせて表示する。

- 要因パラメータのカラーコンターを施工出来形上に表示する。
- 形状異常のカラーコンター+要因パラメータのカラーコンターを施工出来形上に表示する。

B. 3次元可視化システム

a. 視点移動

- あらかじめ設定された視点の切り替え（正面、上、側面、東南上等）
- パラメータ設定による視点変更

b. 断面図表示

- 任意の各継目（ブロックジョイント）での断面表示

c. 時系列グラフ表示

- ブロック別に各種情報を時系列グラフ及びリストで表示

C. データ入力ツール

a. 設計情報入力

- 設計図面、計算書から形状情報を入力する。
- 施工ブロック単位に各種情報を表示する為、ブロック単位の情報に変換して入力する。
- C A Dソフトにより形状データを作成し、D X Fファイル経由で入力する。

b. 出来形情報入力

- 施工ブロック単位に出来形情報を入力する。
- C A Dソフトにより形状データを作成し、D X Fファイル経由で入力する。

c. 計測情報入力

- 施工ブロック単位に画面より各種計測情報を入力する。

d. 品質管理情報入力

- 施工ブロック単位に画面より各種品質管理情報を入力する。

e. 外部要因情報入力

- 施工中の外気温、降水量等の気象情報を入力する。
- 気象情報ファイルからの一括入力とする。

5.6 維持管理業務モデル研究 SWG

5.6.1 研究内容

(1) 研究方針

本 SWG 研究の最終目的は、道路施設物の維持管理共有データベースのプロトタイプシステムによる実証実験の評価・検証をとおして、維持管理 CALS の実現に向けた提言を行うことである。

平成 8 年度の研究初年度に立案した基本計画に基づき、引き続き平成 9 年度の研究を進めた。ただし、平成 8 年度に検討が不十分であった研究対象について充分に対象をしぼってから具体的な研究項目の着手を行った。平成 9 年度の主な研究成果は、IDEF による業務分析等となった。

なお、研究の考え方は、維持管理業務の現在の業務のやり方（方法・手段）を情報技術（CALS）を用いて改善し、この試みの繰り返し（スパイラルアップ）の中で維持管理 CALS を作り上げることに努めることとする。

(2) 研究対象範囲

本 SWG の研究の対象範囲を以下に示すように定めた。

- 1) 対象施設 : 標識、道路排水
- 2) 実証実験区間 : 国道 50 号 水戸バイパス 1 km 程度 (KP138.3~139.5)

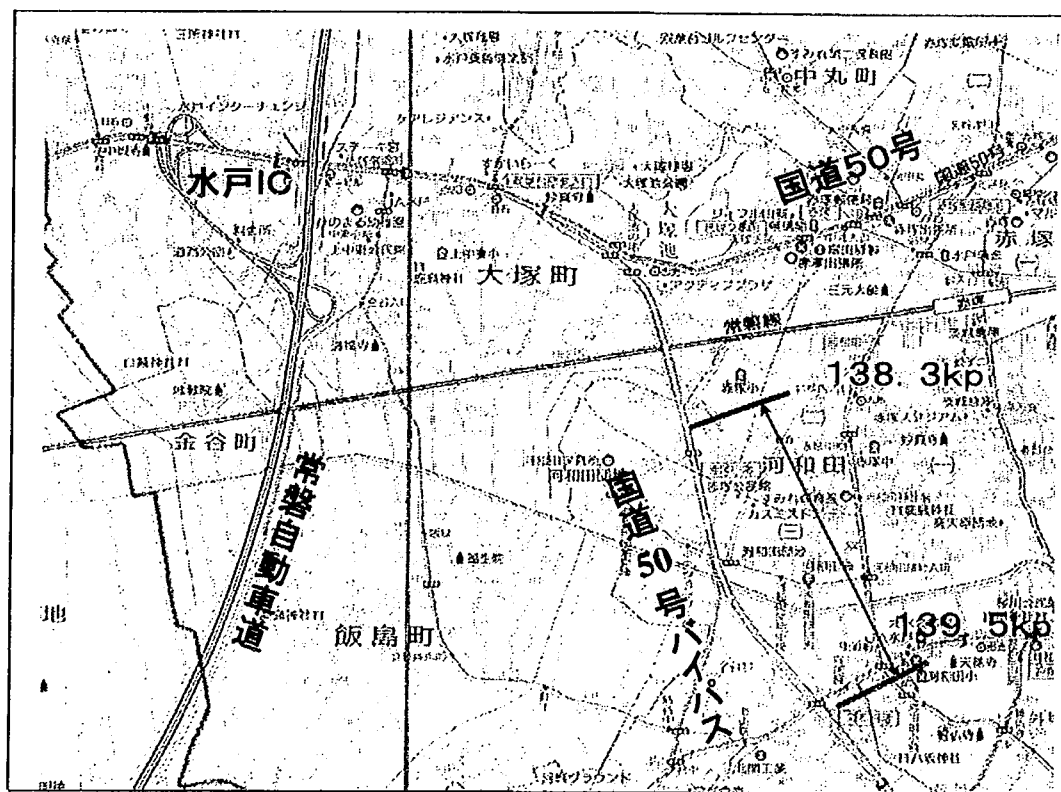


図 5.6-1 実証実験区間

- 3) 対象事務所 : 建設省 常陸工事事務所 水戸国道出張所
- 4) 対象情報 : 出張所で取り扱う情報を基本とする。
道路管理台帳、標識調書、排水施設調書など（表 5.6-1参照）

表 5.6-1 対象情報

建設・施工	完成図書 施工図面	帳票等 1/500図面
維持管理	↓ 完成図書 施工図面 道路管理台帳 標識調書 排水施設調書 維持工事完了報告書	1/500図面 帳票、1/500位置図 帳票、1/500位置図 帳票、1/500図面

(3) 研究項目

平成9年度に行った主要な研究項目を以下に示す。

- ・維持管理段階における業務分析
- ・維持管理段階における情報体系の整理・分析
- ・プロトタイプのシナリオ、基本設計

上記の研究項目中、研究成果として「業務分析」と「情報体系の整理・分析」を次に示す。

5.6.2 研究成果

(1) 維持管理業務の分析

1) 機能構造図

維持管理業務を機能単位で分類し、作業項目の体系的に分類する機能構造図の作成を行った（図 5.6-2参照）。本作業を行うことにより、IDEF0 の分析範囲や全体の構造が明確になった。

2) IDEF0

業務手順を正確に表現するために IDEF0 による分析を行った（図 5.6-3参照）。トップ事象は、“直轄国道の排水施設と標識を一年間維持管理する”とした。対象範囲は、年間計画の立案～実際の維持管理作業までとし、大災害の発生は対象外とした。分析は詳細に行い、コントロールの例としては、道路維持修繕要綱のような法律名称とし、メカニズムは作業場所、作業者レベルで記述を行った。全アクティビティ並びに主要用語の説明文章を作成した。

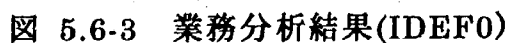
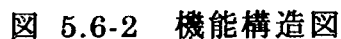
3) IDEF1X

道路台帳の項目を RDB 的に整理し、さらに、日常業務で利用し台帳と密接に関係し合う調書類（巡回日誌、苦情票、指示書など）の整理を行った。

特徴として、以下の2点がある。排水施設は、不具合発生時に影響箇所をネットワーク的に表現できるようにするため設備 CAD を参考にした。また、各施設の位置を明確にするため、現在の KP（キロポスト）だけでなく XY 座標も含めた。（図 5.6-4 参照）

(2) データベース設計

注) 機能構成図、IDEF0、IDEF1X、データベース定義書は、添付資料として別添する。



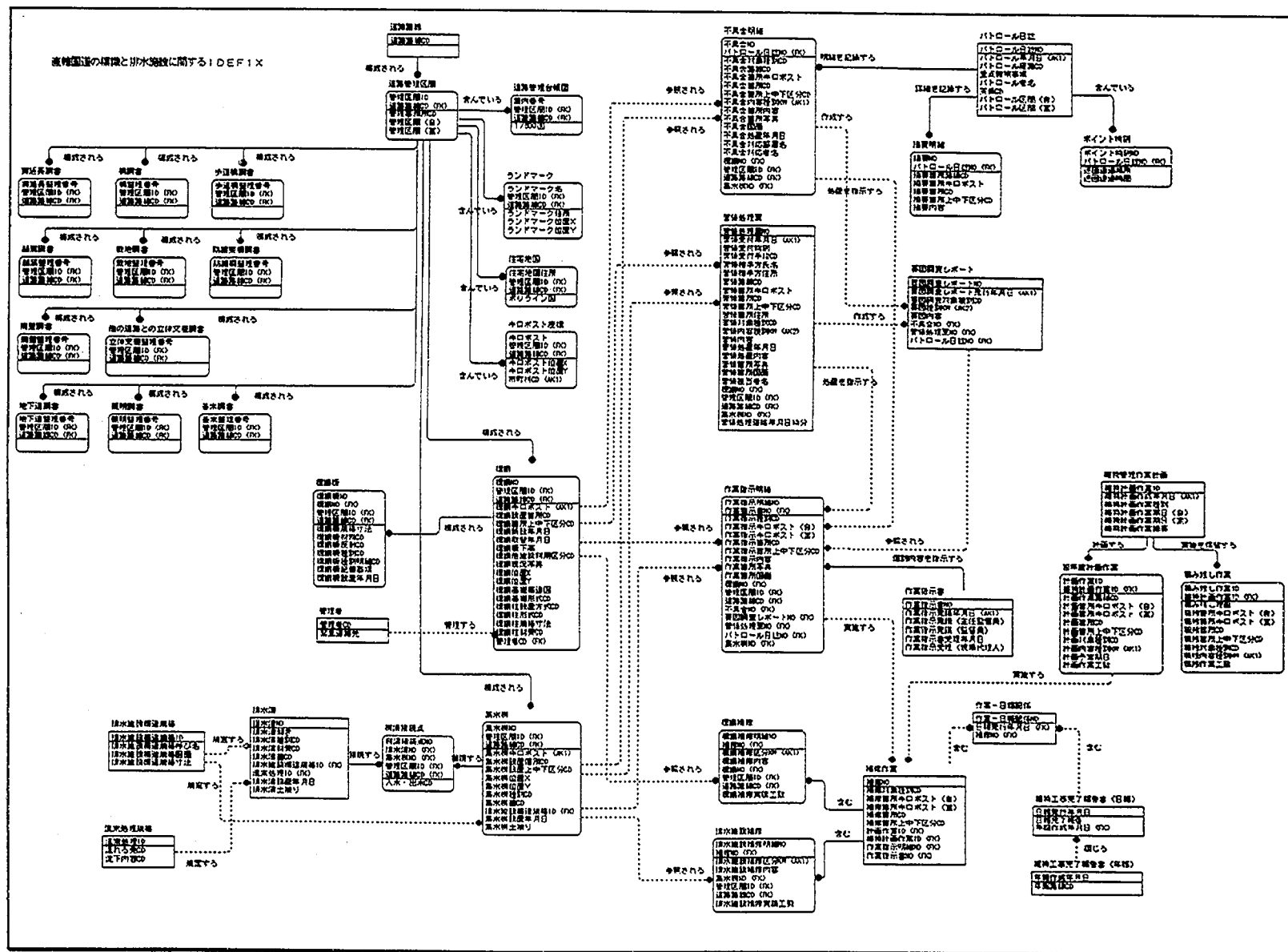


図 5.6-4 情報体系分析結果(IDEF1X)

5.6.3 実証実験計画

(1) 目的

平成10年度に予定している実証実験の目的は、プロトタイプシステムを開発し、その評価・検証を行うことにより、CALS効果の検証、種々の技術検証および問題点を抽出することである。

(2) 実験計画

上述した業務分析、情報体系の検討結果を踏まえ、実証実験を行うためのプロトタイプシステムの開発を行う。特に、図5.6-5の計画フローに示すとおり、「プロトタイプシステムのねらい」、「適用範囲」等を明確にして方針を定める必要がある。

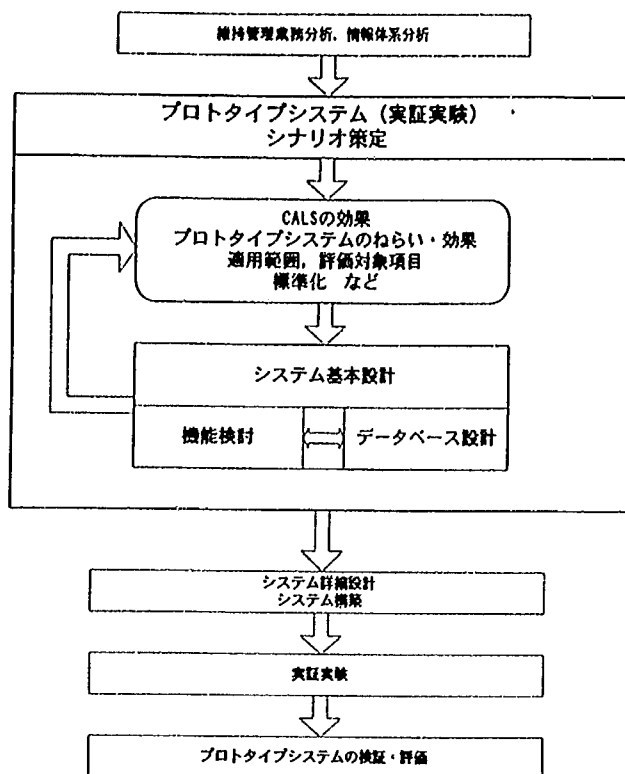


図 5.6-5 実験計画フロー

(3) プロトタイプシステムのシナリオ

プロトタイプのシナリオは、図5.6-6に示すように、「誰でも、どこでも、情報の入手が可能になること」などの基本的な情報共有から、定期補修計画や年度計画などのトータル的な情報管理効果を実現できるものを目指す。

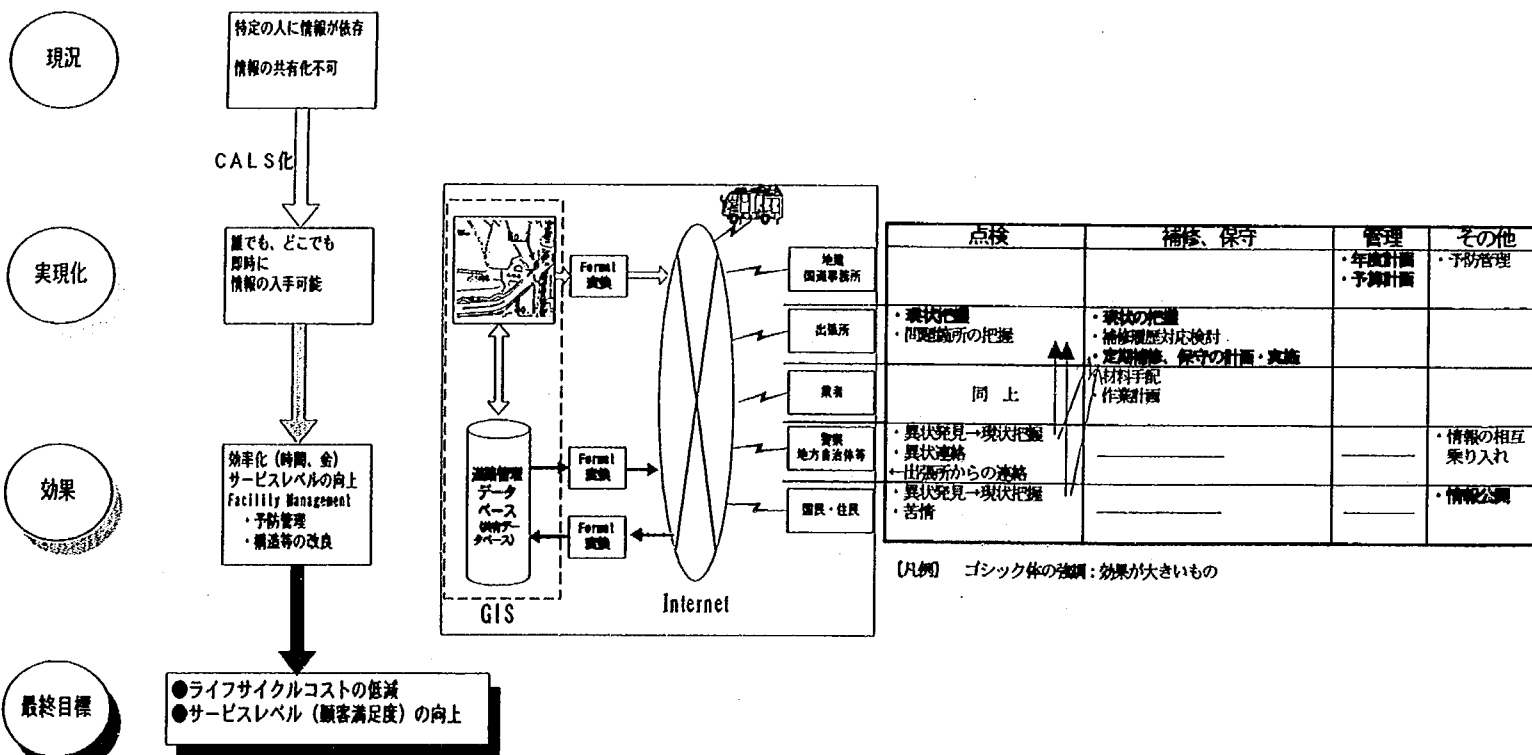


図 5.6-6 プロトタイプシステムのシナリオ

(4) 実験方法

プロトタイプシステムは、図 5.6-7に示す「維持管理業務のサイクル」と「維持管理業務における官民における情報共有・連携」の実現を目指す。

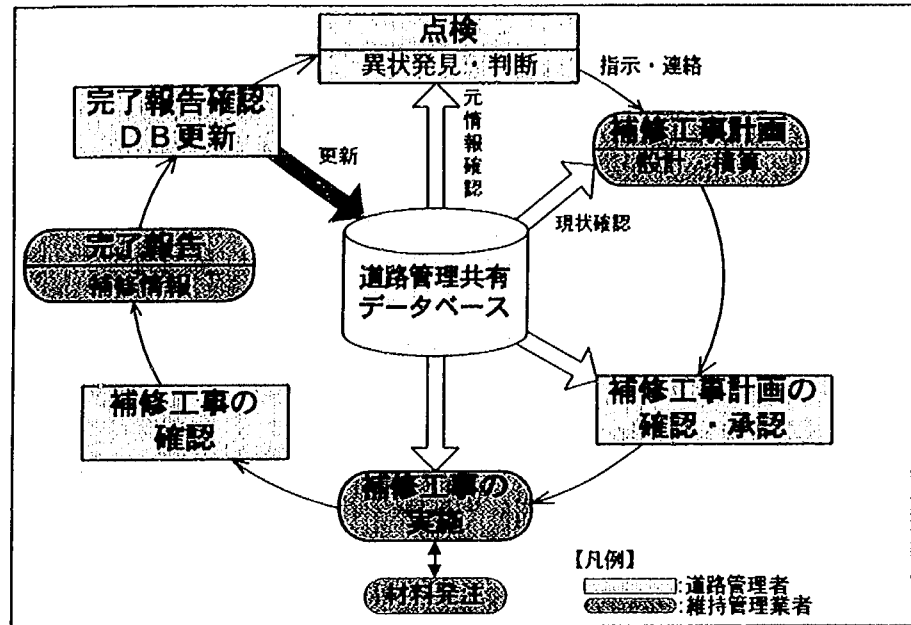


図 5.6-7 維持管理業務における情報共有モデル

(5) プロトタイプシステムの概念

プロトタイプシステムは図 5.6-8に示すように、GISシステムと道路管理共有データベースを核として、地図情報や施設情報を視覚的に表現することにより、誰でも使えるユーザインターフェースの実現および情報内容の確認の容易性も追求するものである。ただし、ネットワーク環境においては、今後の技術水準の向上を待たざるを得ないものもある。

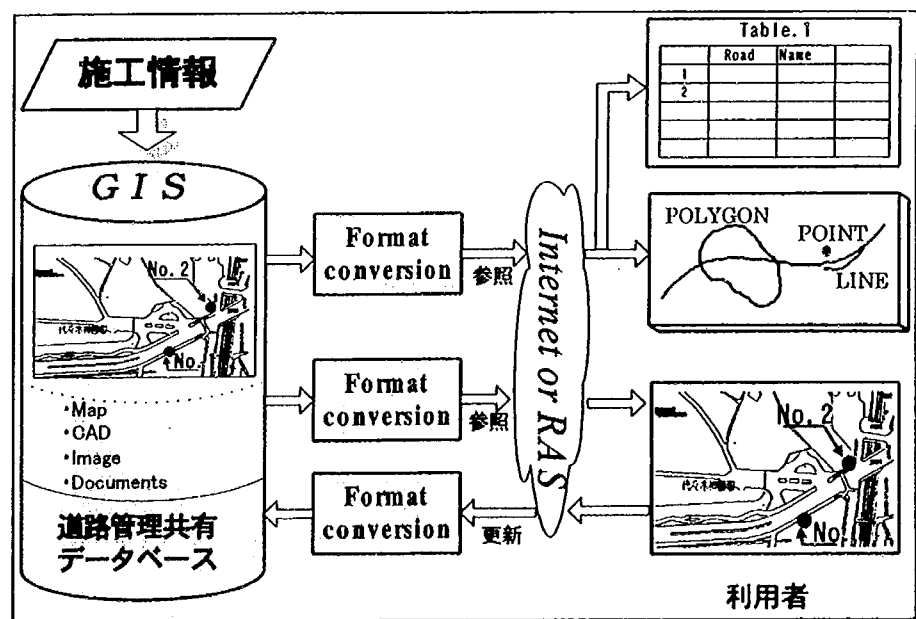


図 5.6-8 プロトタイプシステムの概念図

6. 統合情報 DB による情報共有化研究

6.1 研究目的

平成 9 年度統合 DB WG の研究目的は、統合 DB で管理する情報、統合 DB の機能、統合 DB の利用イメージ、システム化技術等の重要テーマをサブワーキング単位で詳細に調査・検討することによって、より明確で具体的な統合 DB のイメージを確立することである。建設 C A L S / E C において統合 DB が真にその役割を果たすためには、そこで検討した統合 DB の考え方が容易に利用者に受け入れられ、又機能・サービス等が建設プロセスにおいて有効に機能するものでなければならない。

そのため上期活動では、現行の建設業務プロセス及びそこで扱われている情報の整理・分類、統合 DB に求められる機能・サービスの検討、統合 DB の利用イメージの検討などを行い、「統合 DB 基本設計書」を作成した。

また、下期活動では、プロトタイプシステム(実証システム)を構築し、それを用いた実証実験を行った。実証システムは、統合 DB の基本設計を踏まえて設計、構築し、実際に業務で扱っているデータを使用して実験を行うもので、システムとしての統合 DB を評価するとともに、実際の統合 DB 利用シーンからみた基本設計の妥当性、有効性について検証を行った。

6.2 研究経緯

本共同研究の全体活動工程を以下に示す。

6.2.1 全体スケジュール

活動内容	1997 年							1998 年					備考
	平成 9 年度												
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	
統合 D B W G (開催日/開催数)	22 日 ⑥	11 日 ⑦	10 日 ⑧	5 日 ⑨	9 日 ⑩	14 日 ⑪	18 日 ⑫	19 日 ⑬	30 日 ⑭	27 日 ⑮	20 日 ⑯	4 月 ⑰	
テーマ別調査・討議(1)													
第 1 S W G 格納情報の整理・分類													
第 2 S W G 格納情報のインデックス整理・分類													
第 3 S W G D B サービス機能の整理・分類													
第 4 S W G 格納情報の所有形態検討													
第 5 S W G 統合 D B の利用イメージ検討													
第 7 S W G D B アーキテクチャ最新動向検討													
統合 D B 基本設計 説明会								★12 日					
テーマ別調査・討議(2)													
第 6 S W G レガシーデータの取り扱い検討													
第 7 S W G													
第 8 S W G 高度通信/暗号化技術検討													
実証実験													
実験シナリオ検討													
第 1 フェーズ実験													
第 2 フェーズ実験													
平成 9 年度報告書作成													

6.2.2 WG活動報告

平成9年度統合DBWGの活動経緯は以下の通りである。

表 6-1平成9年度統合DBWG活動

WG開催	開催日時	開催場所	開催内容
第6回 WG	H9.5.22	(株)フジタ	・平成9年度研究活動の進め方について検討 →サブワーキングを編成し、テーマ別に検討を行う →研究テーマと担当会社の決定 ・統合DBイメージ説明 →カーネルDB/コアレイヤ/サービスレイヤ等
第7回 WG	H9.6.11	土木研究所	・各SWGの研究活動の進め方について議論 ・共同研究成果発表について ・FORMTEK/Interleaf デモ案内 ・NCALS/CIF 成果発表会について ・CALS Expo 発表論文について
第8回 WG	H9.7.10	三菱電機(株)	・SWG 研究内容中間発表(1SWG/3SWG/4SWG/7SWG) ・共同研究サーバ管理・運用方針案説明
第9回 WG	H9.8.5	インダストリアルホール	・SWG 研究内容中間発表(1SWG/3SWG/4SWG/7SWG) ・NCALS/CIF 成果発表会報告 ・総プロ Web サーバ公開用コンテンツ作成について説明 ・2SWG 発足
第10回 WG	H9.9.9	パシフィックコンサルタンツ(株)	・SWG 研究内容中間発表(1SWG/3SWG/4SWG/7SWG) ・建設CALS 実証実験内容について説明
第11回 WG	H9.10.14	JACIC	・SWG 研究内容中間発表(2SWG/3SWG/4SWG/5SWG/7SWG) ・統合DB基本設計書目次案検討 ・統合DBシステムイメージの再検討 →統合DBの範囲、情報区分、インデックス等について再定義 ・実証実験の進め方について検討 ・土木研究所共同研究サーバの使い方(Q&A)
第12回 WG	H9.11.18	日本電気(株)	・SWG 研究内容中間発表(1SWG/2SWG/3SWG/5SWG/7SWG) ・他WGへの報告について
統合DB基本設計説明会	H9.12.12	日本電気(株)	・統合DB基本設計説明会&意見交換会(2.3 参照)
第13回 WG	H9.12.19	大成建設(株)	・統合DB基本設計説明会報告 ・SWGの再編成 ・実証実験概要説明(第一フェーズ実験システムデモ) ・実証実験シナリオ案説明 ・第2フェーズ実証実験の概要説明

第 14 回 WG	H10.1.30	日本電気㈱	・ 実証実験シナリオ内容確認 ・ 実証実験システム概要説明(プロトタイプシステムのデモ) ・ 実証実験実施スケジュール説明 ・ 実証実験作業分担決定 ・ SWG 研究内容中間発表(6SWG/7SWG/8SWG)
第 1 フェーズ実証実験	H10.2.13	三菱電機㈱	・ 第 1 フェーズ実証実験実施
第 15 回 WG	H10.2.27	㈱鴻池組	・ 実証実験第一フェーズ報告 ・ 実証実験第二フェーズ準備状況報告 ・ 実証実験第二フェーズシステム開発状況報告 ・ 平成 9 年度共同研究報告書目次案検討 ・ SWG 研究内容中間発表(6SWG/7SWG/8SWG)
第 2 フェーズ実証実験	H10.3.13	日本電気㈱	・ 第 2 フェーズ実証実験実施
第 16 回 WG	H10.3.20	土木研究所	・ 実証実験第二フェーズ報告 ・ 平成 9 年度共同研究報告書(各社分担分)確認

6.2.3 統合DB基本設計説明会報告

統合DBWGでは、平成9年6月から11月の約半年間、テーマ別にサブワーキングを発足させ、統合DBの基本設計を検討した。その検討結果を「統合DB基本設計書(第1版)」にまとめ、その説明及び意見交換会を他共同研究WGに対して行った。

- 日 時：平成9年12月12日 13:00～17:00
- 場 所：日本電気(森永ビル23階会議室)
- 参加者数：43名(他共同研究参加者27名)
- 配布資料：「統合DB基本設計説明書(第1版)」

(1) 統合DB基本設計書の説明

配布資料に沿って、統合DBの基本設計について説明を行った。

表 6-2 統合DB基本設計の説明内容

説明内容(配布資料中の項番)	説明者
統合DB基本設計書の目的(1)	土木研究所
格納情報種別(2.1)	大成建設(株)
格納データベースの分類(2.2)	パシフィックコンサルタンツ(株)
利用対象者種別(2.3)	//
統合DB設置・運用形態(2.4)	//
コンピュータ技術(2.5)	三菱電機(株)
DBMSの形態(2.6)	//
統合DBシステムイメージ(3.1)	日本電気(株)
統合DB格納情報一覧(3.2)	大成建設(株)
統合DBインデックス情報一覧(3.3)	//
統合DB機能設計(3.4)	(株)鴻池組

(2) 質疑応答

説明会では、以下の質疑応答が行われた。

- 統合DBWGの実証実験は具体的な工種、工事等を想定して行うのか？
→現時点では、決まっていない。
- 契約物情報とは、何かモデルがあるのか？
→統合DBでは、契約単位で作成される全ての公式な(特記仕様書等で官側への提出を明記されている)ドキュメントの一つ一つを契約物情報と考えている。
- 統合DBで扱えるデータタイプはどんなものか？
→統合DBは、原則としてマルチメディアデータに対応できることを考えている。
- どのデータをいつまで保存するかといった事を考えているか？
→検討はしたが、現時点ですべてを決定するのは不可能と考えている。
- 工種、工事によって情報の種別は少しずつ異なるのではないのか？
→統合DBWGでは、統合DBを介して情報(ドキュメント)の共有、交換等を行うことについて主に研究しており、そこで扱うデータの形式等については、図面・文書WGの成果を取り込むというスタンスでいる。図面・文書WGの成果に期待している。
- コストパフォーマンスは大変になるのではないのか？

→SGMLで記述された文書の管理情報の中から統合DBに入力すべきインデックス情報を選択し、自動的にインデックスとして格納する仕組み(API)が可能ではないかと考えられる。そのAPIでデータ登録等の省力化を図るつもりでいる。来年度実証実験では、図面・文書WGと連携して、その検証を行う予定である。

- DBをどこに置くのか？又、DBは一個所に置くのか？
→原則として、発注者側での分散配置を考えている。
- 統合DBで扱う事業の範囲はどこまでなのか？
→後述
- 図面・文書WGでは、情報の管理を文書、図面単位で考えている。
- 履歴管理をどう考えているか？
→コンフィグレーション機能として実装する。

(3) 意見交換

1) 実証実験について

各WGの実証実験の方針、及び統合DBWGの実証実験に期待する点等について意見交換を行った。

(施工・維持WG)

- 実証実験は、特定工種の具体的な現場を想定した、かなり詳細なものになりそうである。統合DBは、それらの情報を入れる器と考えている。
- タグの意味付けを検討している。将来的には、SGMLで統合DBにメタ情報を引き渡す事が可能と考えている(統合DBWGとの連携)。

(調査・設計WG)

- 圧縮しても大容量となるデータについては、DBでオンライン利用することを考えていない。

2) その他

- 日報等、頻繁に更新されるデータのチェックインについてはどう考えているか？日報を作成するたびに契約物情報を追加するのか。となると統合DBで管理する情報が増え過ぎるのではないかと？
→日報の場合は、一つの契約物(ID)として日報を登録し、報告のたびにそれを更新する形になると現時点では考えている。
- ワークフローにおいて、ユーザ認証をどう考えているか？
→ユーザ認証の単位であるが、会社単位で行うのは問題が大きくなりすぎると考えている。一方、(何らかの権限を持つ)個人単位でユーザ認証を行う場合には、本来決定権を持たない者が統合DBを利用して、契約その他で問題が発生するケースも考えられるが、それは民側の責任と考える。
→統合DBの導入、運用に際して、現行のやり方を変えなければならないというのは好ましくないと考える。
→公開区分、利用者区分については、現在検討中である。
- 運用形態について、設置場所、運用コスト、管理責任等をどう考えるか？
→今後の検討課題である。
- 第三者機関の運用コストは軽くして欲しい。
→設計は出来ても、構築が出来なくなる恐れがある。
- 運用ルールについては、検討が必要である。

6.3 研究概要

6.3.1 統合DB基本設計検討

(1) 統合DBの位置付け

1) 建設CALSの特徴

建設CALSは「統合情報活用による建設事業の高度化」と位置づけられている。建設CALSの姿は、建設事業をどのようにとらえるかによって異なるが、本研究では、「建設事業の中心は事業の執行」であり、「現在の建設事業の執行形態を大きく変えない」ことを前提としている。

この場合、現在の建設事業は、以下のような特徴を有している。

- 発注者は、調査・設計・施工の各フェーズにおける業務自体を発注するのであって、業務の最終成果品（設計計算書、建設物等）は、「調達」対象の一部ではない。
- 各フェーズにおける業務管理の主体は発注者であり、管理のために多数のドキュメントを必要とする。これらは契約上提出が義務づけられており、最終的には発注者がオーナーとなって管理する。従って、これらのドキュメント全てが建設CALSにおける「調達」の対象であると言える。
- 上記ドキュメントは、その多くが受注者が作成し、発注者の承認を経て正式なドキュメントとなる。その意味で、建設事業における調達対象であるドキュメントは、発注者と受注者のコラボレーションであり、建設CALSはこのコラボレーションをサポートする必要がある。

以上のことから、建設CALSのイメージは、「建設物の調達と維持管理」ではなく、「建設事業の執行に必要な各種業務の調達と建設物の維持管理」と捉えることが出来る。すなわち、建設CALSは現在の建設事業執行形態を丸ごと電子化したものとなり、受注者に提出が義務づけられているドキュメントの全てを対象にすることが要求されるため、アメリカのCALSで成功したCITISのように、「調達」の対象を「製品」に限定し、業務において発生するドキュメントを受注者が管理する形態は、日本の建設CALSには適応しない。

2) 統合DBの位置付け

上記を踏まえ、統合DBは「建設事業の執行において要求される各種ドキュメントを、承認作業を含めて一元的に取扱う環境」と位置づけられる。つまり、統合DBは建設CALSそのものと考えることが出来る。

(2) 検討経過

統合DBの基本設計を行うにあたっては、先ず統合DBの構築に必要な各項目を抽出し、これらをテーマとしたサブWGを設け検討を行った。ただし、各テーマの検討にあたっては、関連するサブWGの結果を踏まえる必要があるため、以下に示すようなフローに従って順次検討を行った(図3-1)。

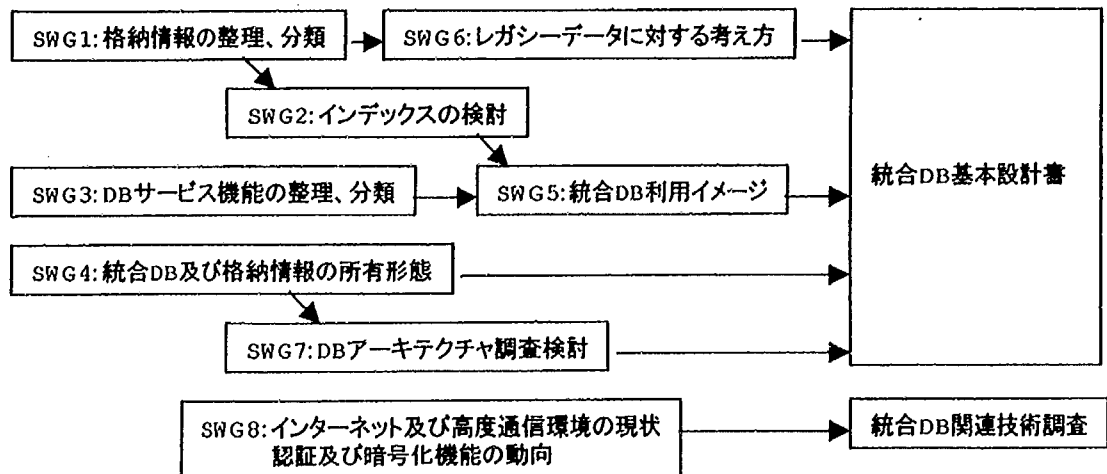


図 6-1検討経過

次に、これらサブWGの検討結果を踏まえた「統合DB基本設計書(第1版)」を作成し、他の共同研究メンバーに対して説明会を開催した。別冊1に挙げる「統合DB基本設計書(第2版)」は、説明会等で出た意見他を取入れ、加筆、修正を加えた物である。

(3) 統合DBの概要

1) システムの構造

統合DBは、発注者、受注者だけでなく、一般ユーザも利用する巨大なシステムである。そのため、運用管理の容易なシステムを構築する必要があり、以下に示すレイヤ構造のアーキテクチャとした。

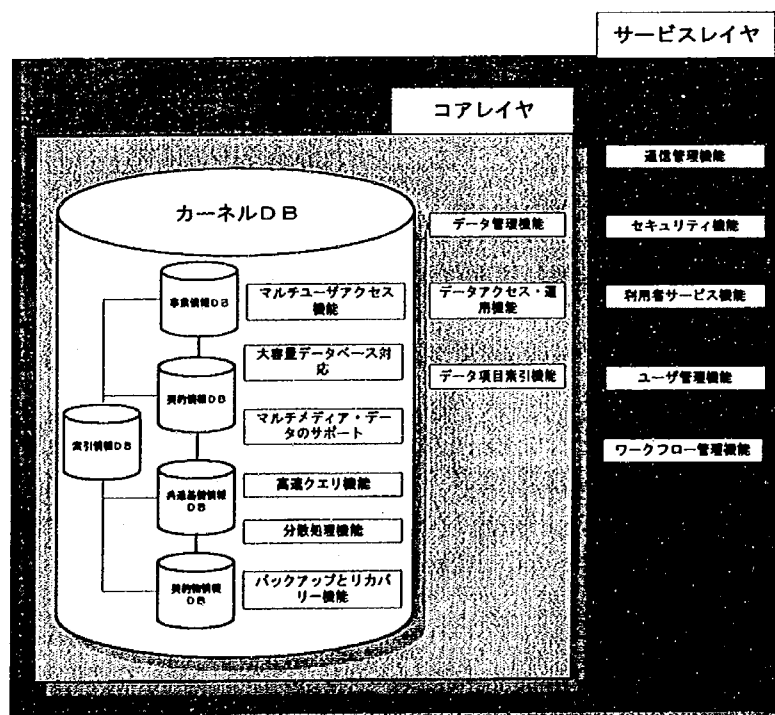


図 6-2統合DBのレイヤ構造

ここで、各レイヤは次の機能を分担する。

- カーネルDB：データの実体と属性情報(インデックス)を管理する。
- コアレイヤ：データ索引を持ち、カーネルDBとのデータアクセスを制御する。
- サービスレイヤ：利用者の窓口で、通信、セキュリティ、ユーザ管理を行う。

2) 設置・運用形態

現在の建設事業の執行形態では、契約に関する一部を除き、受注者側がドキュメントを所有することはない。受注者が所有するのは、あくまでも「発注者に提出したドキュメント」であって、「発注者が承認したドキュメント」ではなく、「発注者が承認したドキュメント」のコピーを受注者が所有することはない。

これら両者の位置づけは全く異なるものであり、たとえ両者の内容が同じでも、受注者が正式なドキュメントして再利用するためには、改めて発注者側から「発注者が承認したドキュメント」を受領する必要がある。

つまり、現在の建設事業の執行形態では、ドキュメントの所有・管理は発注者の責任において行われており、受注者側にドキュメント保存義務はない。

以上より、現行の業務執行形態を踏襲する統合DBにおいて、CITISのような統合DBを受注者側に設置する形態は、情報の所有者を発注者とすることがシステムの管理上困難であって、統合DBの設置・運用は発注者側が行い、受注者側はユーザとしてアクセスすることが必要となる。

3) 格納情報

現行の建設事業において、情報は「設計計算書」「竣工図面集」といったドキュメントを単位にして取扱われている。これらのドキュメントには通常複数の「情報」が含まれているが、統合DBで「情報」を格納情報の単位とするためには、事業執行形態を根本的に見直す必要があり、本検討では、統合DBは情報の格納単位をドキュメントとし、含まれる情報をドキュメント名称から従来の習慣によって判断する形態を取るものとした。

上記のドキュメントは、発注者の承認を必要とするものとそうでないものが存在する。従来発注者が管理していたのは前者であり、後者は担当者の手元資料等の公式には再利用されないドキュメントである。そこで、本検討では前者を「公式なドキュメント」、後者を「非公式なドキュメント」と定義し、統合DBでは「公式なドキュメント」のみを取扱うものとした。

「公式なドキュメント」は再利用性が各々異なるが、本検討では、ドキュメントの帰属段階に着目して、「事業情報」と「契約物情報」の2種類に分類した。ただし、「共通基盤情報」については、統合DB外からの利用を考慮した分類であり、「契約物情報」の一部が該当する。

(4) 統合DB利用イメージ

統合DBによって事業の執行が電子化された場合、従来契約完了時まで再利用不可能であったドキュメントは、個々のドキュメントの承認後直ちに再利用することが可能となる。

その一方で、ドキュメントを再利用するためには、それが公式なドキュメントである必要がある。そのためには、

- 必要なドキュメントが明確に規定されており、
- 事業の適切な時期に提出され、
- ドキュメント毎にすみやかな承認作業が行われる。

ことが必要となる。

これは、現在の業務執行をより厳密に行うことを要求するため、発注者・受注者共に大きな負担になる。しかしながら、従来のように契約を単位としたあやふやな業務執行形態のままでは、統合DBを有効に機能させることは困難であると言える。

(5) 導入への課題

1) レガシーデータの取り扱い

レガシーデータとは、統合DB以外に格納されているデータであり、具体的には、統合DB以外のデータベース、統合DB導入以前に発生したドキュメント及び統合DB導入以後に発生するドキュメントを指す。

これらの内、特に問題となるのは、統合DB以外のデータベースである。これらは統合DBとの連携を意識しておらず、またインターネットを用いたアクセスに対応していない。そのため現時点においては、統合DBからシームレスな利用を行うことは不可能である。

しかしながら、利用者から見れば、どこのデータベースにアクセスしているかを意識せずに利用出来ることが望ましく、今後これらの外部データベース所有者との間で協議することが必要である。

2) 法的問題について

統合DBにおける法的問題の内、格納情報(契約物情報)の公表に関しては、現行の法制度で特に問題を生じない。また打合わせ議事録等、従来押印が必要であったドキュメントに対しては認証の問題が存在するが、統合DBで取扱うドキュメントは全て承認作業を伴うため、原則的に運用で対応出来ると考えられる。

ただ、技術提案書等、デジタルデータの所有権に関しては、現状での取扱いが明確でなく、今後の法整備が急がれる。

3) 統合DBに対応した建設事業執行形態

現行の建設事業執行形態は、紙ベースのドキュメントを対象にしているため、統合DBを前提とした事業執行形態へ対応するためには、若干の変更が必要である。これについては、以下の事項が挙げられる。

- 内容の重複するドキュメントを統合し、資料管理のための合本作業が主な目的である最終報告書等を廃止する。
- 再利用を容易化するために、建設事業で発生するドキュメントを標準化する。従来発注者側担当者の裁量に任されていた格納情報(公式なドキュメント)を特記仕様書等で明確化し、情報の再利用を容易化すると共に、ドキュメント作成に要するコストを低減する。

- ドキュメント単位の提出、承認を徹底する。ドキュメントの承認作業は契約終了時にまとめて行われることが多いが、これではドキュメントの有効な再利用が不可能であり、ドキュメントは、事業執行の適切なタイミングで、作成・提出・承認が行われなければならない。

6.3.2 実証実験

統合DBWGでは、建設事業の執行プロセスにおいて作成され、再利用される各種ドキュメントの電子データの共有化、連携化のために必要と考えられるシステム構造、設置・運用形態、格納情報等について概念を整理するとともに、システム等についての現状技術レベル調査結果を踏まえ、建設事業に適合した統合DBのあり方を検討してきた。

平成10年度末までの残された研究期間の中で、これまでの研究成果を検証する必要から、特に官民間での契約単位毎の業務成果について、ドキュメント単位のデータ受け渡しに限定した実証実験を行うこととした。

また、実験を行うに先立ち、検証内容とその難易度等から、実験を以下のような3つのフェーズに分け、実証実験計画を作成した。

● 第1フェーズ

簡易な情報管理システムを市販のパーソナルデータベースを用いて構築し、電話回線を用いて各端末間を接続する環境で、情報の格納・取り出しといった一般的な情報管理について、実際の建設事業の流れに沿ったシナリオに基づき、簡易な仮想データも用いて、システムの基本的な機能の確認を行う。

● 第2フェーズ

Webを利用者インタフェースとしたPDM(Product Data Management)ベースの統合DBプロトタイプシステムを構築し、インターネット接続により、第1フェーズと同様なシナリオに基づき、新たなシステムの機能確認を行う。

● 第3フェーズ

第1及び第2フェーズの実験結果と抽出した課題を踏まえ、システムの再構築を行い、より現実に近いデータを使用した場合の検証を行う。

平成9年度は、このうち第1及び第2フェーズについて実験を行ったので、その結果を以下に示す。なお、詳細については、分冊の実証実験報告書「3. 第1フェーズ実証実験」及び「4. 第2フェーズ実証実験」を参照のこと。

● 第1フェーズ

ユーザ登録、発注者による契約情報登録・利用許可発行、ドキュメントのダウンロード・アップロード、DBによる簡易検索については、問題なく実施できた。ダイヤルアップ環境のため、データの伝送時間を計測したが、当然の事

ながら、数百 KB のファイルでは、数分にも及ぶ伝送時間が必要となり、建設 CALS では実用的とはいえなかった。その他、この RAS のシステムを利用するにはネットワーク環境の変更をとまなう等、不便な点があった。

● 第 2 フェーズ

(「表 6.1 第 2 フェーズ実証実験での検証項目」参照のこと)

以上のような実験結果から、第 1 フェーズの問題点としてあげられた事項は、システム環境をインターネットを利用する環境に変更したことによって、ほとんど解消されていることがわかった。また、インターネットを利用したシステム環境を基本とした検討が、実用上必要であることも明らかになった。

今後の課題として、大量のデータがデータベースに格納された場合、及び大勢のユーザが同時にアクセスした場合の処理能力、また、分散環境になった場合に安定したシステム運用が可能かどうか等、より現実在即した条件設定に基づく検証が必要である。今後、さらに検討を進める予定である。

表 6-1 第 2 フェーズ実証実験での検証項目

検証内容	検証結果
統合 DB に実務で使用しているデータが格納できるか。	格納できる。
統合 DB を複数ユーザが同時に利用できるか。	利用できる。
インデックスにより統合 DB に格納したデータを迅速かつ適切に管理・利用できるか。また、データ検索が可能か。	現在は大量の情報が格納されていないので、大量の情報を格納して確認する必要がある。
データのステータス(発注者確認中等)管理及び表示ができるか。	確認中等の表示ができる。
データのバージョン管理ができるか。	バージョン管理ができる。
インデックスとデータの実体を統合 DB に格納できるか。	格納できる。
インデックスを利用して、情報を参照できるか。	参照できる。
チェックアウト中、データに対して排他制御が行えるか。	排他制御ができる。
発注者が確認するとともに、その旨の通知が届くか。	電子メールが届く。
納入データの承認、非承認の処理を電子的に行え、その保持表示が行えるか。	承認、非承認の処理を行い、表示ができる。
統合 DB のデータに対して、コメントの追記が行えるか。	コメントを入力することができる。
ブラウザから統合 DB に格納されている情報の検索が行えるか。	検索が行える。
統合 DB のデータをオフライン保存できるか。	できる。ただし、ファイル名の拡張子が変わる場合がある。
データが納入された旨を統合 DB が発注者に通知できるか。	電子メールにより、自動的に通知できる。
利用者により、適切な画面が表示されるか。	現在のバージョンでは適切とはいえない。
データ形式、バージョン、データ移行状況を確認できるか。	確認はできるが、画面表示がわかりにくい。

6.3.3 サブワーキング活動報告

(1) 第1サブワーキング

1) 研究テーマ

統合情報DBに格納すべきプロジェクト情報、プロダクト情報、共通基盤情報を整理・分類する。

2) 参加機関名

土木研究所、大成建設(株)、(株)フジタ、復建調査設計(株)、東亜建設工業(株)

3) 活動経緯

SWG開催	開催場所	内容
第1回 H9.6.4	東亜建設工業(株)	- WG内容の進め方について - 検討作業のスケジュール - DBに格納すべき情報の基本的考え方
第2回 H9.6.19	大成建設(株)	- DBに格納すべき情報の収集整理の範囲 - DBに格納すべき情報の種別分類 - 統合情報DBとデータのタイプ
第3回 H9.7.14	(株)フジタ	- DBに格納すべき情報の区分定義 - DBに格納すべき情報の利用フェーズ、シーン毎の整理分類
第4回 H9.7.31	復建調査設計(株)	- DB格納情報の区分再定義 - DB格納情報の利用イメージ - DB格納情報の情報公開について - DB格納情報の利用シーンでのチェックイン、チェックアウト整理分類
第5回 H9.8.26	東亜建設工業(株)	- DB格納情報の利用シーンでのチェックイン、チェックアウト整理分類再検討 - DB格納情報の利用イメージ再検討 - DB格納情報の格納条件整理
3SWGと合同開催 H9.9.5	(株)鴻池組	- グループ間での定義の確認 - インデックスについての今後の方針

4) 研究テーマのまとめ

SWG活動当初は、情報区分を「プロジェクト情報」、「プロダクト情報」、「共通基盤情報」としていたが、情報名称のカタカナ表記が、内容の解釈に誤解を生じさせやすいこと等から情報区分名を日本語表現に変更した。以後の討議の中で、「事業執行情報」、「成果物情報」等、いくつかの情報区分が定義されたが、最終的に以下の定義に納まった。

a. 事業情報

「公式なドキュメント」でかつ「事業のみに帰属する」情報である。事業情報は、特定の契約に関する属性を持たない。事業計画等が挙げられる。

b. 契約物情報

「公式なドキュメント」でかつ「事業情報」を除く情報全てを指す。作成者が官民いずれの場合にも適用され、積算に関わるドキュメント等の「契約」に関する発注者側だけで利用される情報も含まれる。

契約物情報は、共通仕様書、特記仕様書または契約書で明記されている必要がある。なお、契約物情報のうち、統合DB以外でも再利用される情報については、契約物情報と共通基盤情報(後述)両方の属性を持つ。

c. 共通基盤情報

「公式なドキュメント」でかつ「複数の事業あるいは建設省以外の事業において、共通的に利用される情報」である。共通基盤情報は以下の3種類に分類出来るが、統合DB利用者はこれらを意識することはない。

- ① 「公式なドキュメント」でかつ「統合DB外でも再利用される」情報。この場合、情報は契約物情報と共通基盤情報両方の属性を持つ。ボーリング柱状図や測量図等が挙げられる。
- ② 統合DB以外の建設省が管理する情報で、統合DBでの利用価値が大きいもの。積算基準や指定建設業監理技術者登録等が挙げられる。
- ③ 建設省以外が管理する情報で、統合DBでの利用価値が大きいもの。TECRIS/CORINS、コンクリート標準示方書、国土地理院の地図情報等が挙げられる。

d. 交換物情報

「非公式なドキュメント」に分類され、共通仕様書、特記仕様書または契約書に明記されていない情報である。交換物情報は、統合DBでは取扱わない。参考資料や発注者側担当者の手元資料と言った通称バックデータと呼ばれる情報、FAXやメールと言ったコミュニケーションに関する情報、設計者－施工者と言った民民間の情報等が挙げられる。

統合情報DBで扱う情報の単位は、「ドキュメント」とする。統合情報DBで扱う情報は多くの場合再利用されるが、再利用性を確保するには、発注者側によって正当性が保証された「公式なドキュメント」でなければならない。詳細については、別冊「統合DB基本設計書(第2版)」に記述する。

(2) 第2サブワーキング

1) 研究テーマ

統合DBに格納すべき情報の共通インデックス及び固有インデックスの実例を調査する。

2) 参加機関名

土木研究所、大成建設(株)、(株)フジタ、復建調査設計(株)、東亜建設工業(株)

3) 活動経緯

回次	開催場所	開催内容
第1回 H9.9.17	大成建設(株)	・インデックスの概念 ・インデックスの一覧 ・インデックスの利用イメージ
第2回 H9.10.1	(株)フジタ	・利用イメージからのインデックスの実例 登録イメージ 参照(検索)イメージ ・インデックスの分類と内容 ・外部DBとの連携 CORINS/TECOIS等
第3回 H9.12.10	東亜建設工業(株)	・インデックスの実現機能 ・情報のコード付けについて ・実証実験システム上の関連事項

4) 研究テーマのまとめ

インデックスとは、統合DBに格納されるドキュメント(事業情報、契約物情報、共通基盤情報)を管理、再利用するために付加される属性情報である。

各ドキュメントには、ドキュメント自身に関する属性情報とそのドキュメントが属する契約、事業に関する属性が発生する。

これらは階層化されたものであり、以下のように分類される。

- 事業情報インデックス
- 契約情報インデックス
- 契約物情報インデックス
- 共通基盤情報インデックス

統合DBに格納される情報のチェックインは、ワークフローが制御するものとする。ワークフローは、一般に仕様書及び特記仕様書に基づき、契約時に発注者が作成する。ワークフローは、チェックインすべき契約物情報のデータ名称一覧を持ち、それらの承認プロセス及びアクセス権を制御する。

以上の詳細については、別冊「統合DB基本設計書(第2版)」に記述する。

(3) 第3サブワーキング

1) 研究テーマ

統合DBの設計にあたり、システム構造はデータの登録・更新、ユーザ管理等の維持管理が容易なレイヤ（階層）を基本とし、機能別にカーネルDB、コアレイヤ及びサービスレイヤに分割して各レイヤの定義を明確にするとともに、それぞれの機能を整理・分類した。

2) 参加機関名

土木研究所、パシフィックコンサルタンツ(株)、(株)鴻池組、日本電気(株)

3) 活動経緯

ISWG開催	場所	活動内容
第1回 H9.5.29	(株)鴻池組	・作業スケジュールの確認 ・各レイヤの定義について意見交換
第2回 H9.6.25	日本電気(株)	・レイヤ分割の意見交換および各レイヤの定義について討議 ・サービスレイヤの各機能について中間報告
第3回 H9.7.23	(株)鴻池組	・コアレイヤの各機能について中間報告 ・統合DB利用イメージを検討後、必要に応じて機能の追加・修正を行う
第4回 H9.8.20	(株)鴻池組	・コアレイヤの各機能について討議 ・データの標準化については、図面・文書WGに準拠
第5回 ISWGと合同開催 H9.9.5	(株)鴻池組	・カーネルDBの各機能について討議 ・カーネルDB、コアレイヤ、サービスレイヤの各機能について取り纏め ・第1SWGと合同打合せにより、各レイヤの定義とインデックスの内容について確認

4) 研究テーマのまとめ

a. 統合DB機能レイヤの定義

統合DBのプロトタイプモデルとしてレイヤ分割し、カーネルDB、コアレイヤとサービスレイヤの概念を定義した。

b. カーネルDBの機能整理・分類

建設CALS統合情報DBの中核をなすデータベースであるカーネルDBについて、その機能を整理・分類した。

- マルチユーザアクセス機能
- 大容量データベース対応
- マルチメディア・データのサポート
- 高速クエリ機能
- 分散処理機能
- バックアップ・リカバリー機能

c. コアレイヤの整理・分類

DBサービスの中核機能であるコアレイヤに必要とされる機能について、整理・分類した。

- データ管理機能（品質管理含む）
- データアクセス・運用機能
- データ項目索引機能

d. サービスレイヤの整理・分類

DBサービスの情報アクセス窓口であるサービスレイヤに必要とされる機能について、整理・分類した。

- 通信管理機能……情報基盤調整SWGと同調
- セキュリティ管理機能
- ユーザ管理機能
- 利用者サービス機能
- ワークフロー管理機能

上記内容を中心として、統合DBを用いる場合に必要なそれぞれの機能詳細を、「統合DB基本設計書(第1版)」に記述した。

(4) 第4サブワーキング

1) 研究テーマ

統合DB格納情報の所有形態に関する検討を行う。

2) 参加機関名

土木研究所、(財)日本建設情報総合センター、東急建設㈱、パシフィックコンサルタンツ㈱

3) 活動経緯

SWG開催	参加機関	検討内容
第1回 H9.5.22	パシフィックコンサルタンツ㈱	- SWGの進め方について - 作業分担と実施スケジュール
第2回 H9.6.13	同上	- 所有形態と管理形態の検討 - デジタルデータの有効性
第3回 H9.7.2	同上	- プロジェクトデータ、プロダクトデータの定義 - 所有形態と管理形態の検討
第4回 H9.8.22	同上	- データの整理分類 - 所有・管理形態の取りまとめ - 法的課題の取りまとめ

4) 研究テーマのまとめ

a. データの種類

統合DBで扱うことが考えられるデータを利用・所有形態、保存形態等から分類整理した。

b. 所有・管理形態の整理

官民間におけるデータの所有・管理形態を整理した。

- データ管理機能（品質管理含む）
- 共通基盤情報は、第三者が所有する
- 契約物情報は、発生源が更新する
- 契約物情報は、発注者が所有する

c. 法的課題の整理

- 現行の契約形態から、統合DBにおける契約物情報（最終成果品）の公表は、著作権に抵触しないと考えられる。
- 打合せ議事録等は現在捺印行為が必要であり、統合DB環境ではデジタル署名が必要となる。
- 技術提案書類は、デジタルデータの所有権問題が発生する。但し、契約物情報ではないため、統合DBの法的問題では議論しない。

(5) 第5サブワーキング

1) 研究テーマ

統合DBの利用イメージ(コンテンツのチェックイン、チェックアウト、検索等)を整理・検討する。

2) 参加機関名

(株)鴻池組、パシフィックコンサルタンツ(株)、日本電気

3) 活動経緯

SWG開催	開催場所	検討内容
第1回 H9.9.18	日本電気(株)	- 作業スケジュール確認 - 検討内容と担当決定 →利用イメージを「調査・設計」/「入札・契約」/「施工・維持」の各フェーズごとに検討する - 第5SWGの報告内容について検討 - 第3SWGの報告(統合DB機能レイヤについて)見直し
第2回 H9.10.2	日本電気(株)	- 各フェーズにおける統合DB利用イメージの確認・検討 - 用語の統一 - 第1SWG作成資料「格納情報一覧」を参考に、統合DB利用時の情報を確認 →「参照」と「チェックアウト」は区別した方がいいのでは? →統合DB利用イメージを検討しながら、情報のマトリクスを見直すこととする。
意見調整 H9.10.22	大成建設	- 統合DBの範囲について幹事会社間で意見調整。 →第1SWG/第5SWGで統合DBの範囲(具体的には「事業執行情報」)の捉え方に相違があった。今後、統合DBのシステムイメージ等の検討を進めていく上で、問題が出てくると思われるため、相違点について幹事会社間で調整を行った。 →格納情報及び情報区分を見直すことになった(「統合DB基本設計書」の「2.1」参照)。 - 共通基盤情報の分類について調整
第3回 H9.10.29	日本電気(株)	- 格納情報についての幹事会社間の調整結果報告 →格納情報等の再定義に従って、利用イメージを見直し、第12回全体WGで最終的な確認を得ることとする。 - 各フェーズにおける統合DB利用イメージの確認

4) 研究テーマのまとめ

- 各フェーズごとの統合DBの利用イメージを、発注者/受注者それぞれについて検討した。

→コンサルタント会社が「R道路詳細設計業務」を受注・納品するまでの情報の流れを整理。

→建設会社が「R道路工事」を入札・落札するまでの情報の流れを整理。

→建設会社が「R道路工事」を受注し、施工・維持管理を行うまでの情報の流れを整理。

- 上記活動経緯に示したように、再定義された情報区分(事業情報、契約情報、契約物情報、共通基盤情報)に従って、統合DBの利用イメージを見直した(「統合DB基本設計書」の「4. 統合DBの利用イメージ」に取りまとめた)。

(6) 第 6 サブワーキング

1) 研究テーマ

レガシーデータの考え方について整理・検討する。

2) 参加機関名

土木研究所、大成建設(株)、東亜建設工業(株)、復建調査設計(株)、(株)フジタ

3) 活動経緯

SWG 開催	場所	検討内容
第 1 回 H10.1.20	(株)フジタ	レガシーデータの考え方について ・ レガシーデータの定義 ・ レガシーデータの取り扱い
第 2 回 H10.2.2～ H10.2.26	電子メール にて意見交 換	共通基盤情報（レガシーデータ）の利用要件について ・ 統合DBとの連携について ・ データ検索キーについて
第 3 回 H10.3.2～ H10.3.19	電子メール にて意見交 換	報告書草案について ・ 活動報告（案） ・ 報告書（案）

4) 研究テーマのまとめ

a. レガシーデータの定義

レガシーデータとは以下に示す 3 種類のデータを指す。

- 統合DBでは直接管理を行わない外部DBのデータ
- 統合DB導入以前の過去のデータ
- 統合DB導入後も発生する紙のデータ

b. レガシーデータの取り扱い

- 統合DBでは直接管理を行わない外部DBのデータ

統合DBに外部DBを包含した形の運用が望ましいが、実現までには種々の課題が残されている。今回の研究では、統合DBが外部DBを利用するための要件のみを示し、今後の外部DB整備に向けた提言とする。

- 統合DB導入以前の過去のデータ

保管場所、連絡先等が解るインデックスのみの対応とし、ドキュメントについては統合DBの対象としないことを原則とする。

- 統合DB導入後も発生する紙のデータ

保管場所、連絡先等が解るインデックスのみの対応とし、ドキュメントについては統合DBの対象としないことを原則とする。

(7) 第7サブワーキング

1) 研究テーマ

RDB、PDM、オブジェクトDB等のDBアーキテクチャの最新技術動向、製品化動向を調査検討する。

2) 参加機関名

土木研究所、東急建設㈱、三菱電機㈱

3) 活動経緯

SWG開催	場所	検討内容
第 1 回 H9.5.24	三菱電機㈱	取り組み方針検討
第 2 回 H9.6.18		CALS 実証実験のシステム概念の検討
第 3 回 H9.7.2		ネットワークコンピューティング関連技術検討
第 4 回 H9.7.18		SWG のアウトプット検討
第 5 回 H9.7.31		PDM 製品の機能比較調査 (8 製品) グループウェアの機能調査
第 6 回 H9.8.22		
第 7 回 H9.9.24		情報の共有とエージェント機能の検討
第 8 回 H9.10.7		統合DBアーキテクチャの検討。開発思想から実装モデルまで。
第 9 回 H9.10.30		
第 10 回 H9.11.11		コンピュータアーキテクチャとデータベースアーキテクチャの検討
第 11 回 H9.11.26		
第 12 回 H9.12.11		インターネット技術の検討
第 13 回 H10.1.14		

4) 研究テーマのまとめ

本サブワーキングの目的は、DBアーキテクチャの調査検討であるが、DBだけでなく統合DBを実現するうえでのコンピュータやネットワークの最新のアーキテクチャについて調査した。この成果は、「統合DB基本設計書」の2.5節コンピュータ技術、2.6節データベース技術にまとめた。詳細は前述の設計書に譲るとして、ここでは建設 CALS を実現する技術として重要なネットワーク下での情報処理技術とデータベースの利用技術について述べる。

ネットワーク下での情報処理技術は、近年は世界規模でネットワーク上にコンピュータが接続されたインターネットが登場し、そこでは、WWW(World Wide Web)と呼ばれる情報の受・発信機能が実現され各組織において様々な業務への活用が図られている。とくに最近では企業内情報システムのイントラネット、企業間連携情報シ

システムのエクストラネットという活用の形で進んでいる。そこでは情報共有の仕組みが重要なカギとなっている。

データベースは、定型処理分野で利用されていたリレーショナルデータベース (RDBMS) が、非定型処理分野でも利用が進み主流となっている。一方、オブジェクト指向データベースなどの新しいデータベースが研究されマルチメディアデータを扱う有効な手段となっているが、最近では既存の RDBMS もオブジェクト指向の考えを取り入れてきており、今までの数字や文字のデータだけでなくマルチメディアデータもサポートするようになってきた。また、RDBMS は、並列処理機能、クエリ高速化機能などの高速化のための技術開発も進められている。

情報共有のアプリケーション製品として、PDM、グループウェア製品があるが、これらの製品もインターネット技術、RDBMS をサポートしてきている。また、最近では、Web クライアント、Web サーバとデータベースサーバを複合した新たなシステムの構築も脚光を浴びている。

(8) 第8サブワーキング

1) 研究テーマ

暗号化／セキュリティ技術の現状を調査し、統合DBに適用可能な技術の検討及び問題点の洗い出しを行う。

2) 参加機関名

(株)鴻池組、パシフィックコンサルタンツ(株)、日本電気(株)

3) 活動経緯

回	開催日時	開催場所	内容
第1回	H10.1.26	日本電気(株)	・SWG活動方針の検討 ・平成9年度共同研究報告書記載事項検討
第2回	H10.2.13	パシフィックコンサルタンツ(株)	・平成9年度共同研究報告書記載事項検討 ・作業分担について ・実施スケジュールについて
第3回	H10.3.12	日本電気(株)	・高度通信技術に関する現状調査報告 ・暗号化／セキュリティ技術に関する現状調査報告 ・統合DBに適用すべき技術についての調査報告 ・統合DBに適用する上での問題点についての報告

4) 研究テーマのまとめ

● 高度通信技術の現状調査

→IPv6, VPN, xDSL、モバイル等

● 暗号化／セキュリティ技術の現状調査

→暗号／認証の最新技術、暗号化電子メール、Webのセキュリティ技術(SSL等)、ファイアウォール等

● 統合DBに適用可能な技術

→打ち合わせメール等へのS/MIME技術の適用

→統合DB利用者のユーザ認証への公開鍵認証技術の適用

→各分散サイト間でのVPN技術の適用

● 統合データベースに格納するデータについては暗号化を検討しない。

● 統合DBに暗号化技術を適用する際の問題点

→システムのセキュリティとユーザビリティは反比例の関係にある。セキュリティをあまり高度に設定すると、ユーザビリティは低下する。よって統合DBではセキュリティレベルとユーザビリティレベルを均衡させる必要があり、格納する情報の種類や性質に応じて、暗号化やセキュリティレベルを検討する必要がある。

→更に、統合DBを利用するユーザレベルは様々であり、必ずしも思うようなユーザビリティを確保できないと予想される。よって講習会の開催やヘルプデスク等の設置によって一般ユーザからの使い勝手に対する声を集め、改善・改良を重ね、システムアップを図る必要がある。

6.4 おわりに

本年度、統合DBWGでは、前年度に整理した統合DBの概念をより具体化させることを目的として、WG内を課題別に検討小グループに別け、多方面からの調査検討を約1年間にわたり実施した。その結果、統合DBに関する基本設計書の策定、統合DBプロトタイプシステムの構築、及び2つの実証実験の実施という、この統合DB研究の上で大きなマイルストーンともなり得る成果を残すことができた。

次年度は研究の最終年度にあたるが、主な活動としては、実証実験(第3フェーズ)を予定している。これは、実証実験としては最後となり、これまでで最も大きな規模の実験となることが予想される。このことから来年度の実験は、システムやWG内で整理した概念等の実運用に対する適用可能性についても検証する等、これまで実験できていない部分についても検証を行い、将来の統合DB実現につなげるための「有意義な実験」にしていく必要があると考える。そのため、この実証実験を成功させるための詳細な計画づくりに対する取り組みは、今後重要になると思われる。

7. 土木事業の情報高度化に関する研究

7.1 平成9年度の活動概要

7.1.1 研究の目的

公共事業に CALS の概念を導入して建設 CALS を実現し土木事業の情報の高度化を図っていく上で、STEP は技術情報のデータ交換規格として最も重要な位置づけになると考えられる。現在、STEP は ISO 国際標準 (ISO10303) として位置づけられており、各業界で標準化に向けての作業が進められているところである。

本研究においては、我が国の土木分野における STEP 導入の基礎を築くとともに、また海外の関連機関との情報交換等を積極的に行う過程を通じて、ISO における土木 STEP 制定作業において、我が国の意見を反映できるようにすることを目的とする。

7.1.2 活動経緯

(1) STEP・WG の活動経緯

平成9年度における WG の活動経緯を簡単に記述する。なお、平成9年7月以降においては、2つの SWG に分かれて活動を行っており、SWG の活動については後述する。

WG	日時	場所	討議内容
第5回 STEP・WG	H9.4.11	パシフィックコンサルタンツ	・ STEP の利用イメージとメリット ・ 平成8年度成果報告書の内容調整
第6回 STEP・WG	H9.4.25	フジタ	・ モデリングの対象領域について ・ 平成8年度成果報告書の原稿最終確認
第7回 STEP・WG	H9.5.9	建設技術研究所	・ WG における研究対象の絞り込みについて
第8回 STEP・WG	H9.5.23	国際航業	・ ISO/TC211 におけるデータモデルの紹介 ・ 今後の研究方針について
第9回 STEP・WG	H9.6.4	JACIC	・ STEP ビューワークのデモ
第10回 STEP・WG	H9.6.20	清水建設	・ 研究計画について ・ CROW Protocol の紹介 ・ モデル開発の手順について
第11回 STEP・WG	H9.7.11	東亜建設工業	・ 研究計画について ・ SNRA の Workshop 対応について ・ モデル開発の手順について
NCALS との意見交換会	H9.7.23	NCALS	・ プラット STEP の岡田氏との意見交換
IDEF0 講習会	H9.8.22	パシフィックコンサルタンツ	・ 建設情報センター柏崎氏を講師とした講習会開催
第12回 STEP・WG	H9.10.30	パシフィックコンサルタンツ	・ SWG 間の情報交換 ・ 欧州調査結果の報告 ・ 今後の WG 活動の進め方について
第13回 STEP・WG	H10.2.5	土木研究所	・ 今後の WG 活動の進め方について ・ デモシステムについて

(2)委員会の活動経緯

本 WG がオブザーバー参加している「建設事業の情報の高度化に関する研究開発情報高度化の検討委員会」の活動状況を簡単に記述する。

委員会	日時	場所	審議内容
第1回委員会	H9.11.11	国土開発技術研究センター	・土木 STEP の研究計画 ・欧州土木情報モデル調査結果概要報告 ・「調査・設計・積算段階の情報活用方策研究」活動報告
第2回委員会	H10.2.10	国土開発技術研究センター	・STEP WG の今後の進め方について ・既存 AP の土木分野への適用 ・橋梁の維持管理を中心としたモデリング ・施工維持 WG の研究内容報告 ・事例紹介（デジタル写真管理、外郭放水路実証フィールド実験）
第3回委員会	H10.3.17	国土開発技術研究センター	・橋梁維持管理をモデルにした STEP 実証実験計画 ・これまでの委員会における審議内容について ・STEP WG の今後の進め方について ・道路維持管理の業務分析

(3)SWG の活動経緯

平成9年7月に研究計画を策定し、それ以降、次の2つの SWG に分かれて活動している。

1) SWG-A：諸外国におけるデータモデルの我が国への適用可能性に関する研究

本 SWG では 10 月まで諸外国（主に欧州）の土木分野におけるデータモデルに関する最新資料の収集を行い、10 月7日～16日の間、下記の4機関を訪問し情報交換を行い、貴重な収穫を得た。

- ・ SNRA（スウェーデン）：ワークショップ参加
- ・ POSC/Caesar（ノルウェー）
- ・ C.R.O.W（オランダ）
- ・ UNINOVA（ポルトガル）

帰国後においては、調査結果をとりまとめるとともに、最も参考になると判断される POSC に焦点を絞って詳細調査を実施している。

2) SWG-B：橋梁を対象としたデータモデルに関する研究

本 SWG では、道路橋梁を対象として、社会状況の変化等に対応した維持管理のあり方をモデル化することを目的に、関連資料（橋梁マネジメントシステム等）を収集するとともに、プロセスモデルを作成し現場工事事務所へのヒアリング調査まで実施した。

(4)研究活動の全体スケジュール

なお、平成8年度～10年度の研究活動の全体スケジュールの概略は、以下のとおりである。

研究項目	H8	H9				H10			
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1. STEP 関連情報の収集	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2. 基本方針の確立	●								

3. 実施計画の作成									
4. Road AP 等の適用可能性研究									
5. 橋梁デモモデルに関する研究									
6. デモシステムの構築及び実証実験									
7. 総フロ以降の展開方針の確立									
8. 最終成果のとりまとめ									

7.2 諸外国のデータモデルに関する我が国への適用可能性に関する研究

(1) 海外調査の概要

以下の4機関を事前調査・訪問した。(期間:平成9年10月7日~16日)

- SNRA : スウェーデン国立道路局
- POSC/Caesar : 石油産業に関わる標準化プロジェクト
- C.R.O.W : オランダの建設産業界の標準化団体
- UNINOVA : リスボン新大学とベンチャ企業との産学協同研究所

なお、SNRAのみ、国際ワークショップへの参加という形態で訪問した。

7.2.1 スウェーデン国立道路局の Road Product Model

(1) プロジェクトの概要

SNRA では、業務のリエンジニアリングならびに情報管理のコンピュータ化等の必要性が高まったことから、論理的な基盤 (Logical central infrastructure) が必要となり、RPM(Road Product Model)を構築した。RPM は、道路建設設計のコアモデルであり、将来的には橋梁やトンネルへの拡張を考えている。また、並行してネットワークモデルも作成中である。

(2) モデルの対象

1) RPM

道路の物理・利用関係全般をカバーしている。具体的には、地下構造、舗装構造、付帯物 (標識、排水溝等)、利用 (走行レーン、路側帯、パーキングエリア等) 等を管理対象オブジェクトとしている。

2) ネットワークモデル

1 レーンを1つの道路と見なしたトポロジーモデル。通行方向や合流・分岐を管理できる。

(3) モデルの開発方法

AAM は開発しておらず、SNRA の道路管理者に実業務でどのような情報を必要としているかについてのヒアリングを実施した。

(4) モデルの概要

RPM については、汎用的なモデリングをしているので拡張も容易である。特に、テンプレートをモデル化しているので、標準型を柔軟に運用で追加できる。

(5) 実業務への適用

RPM 自身、まだ全ての要求を満たしておらず、実装のスケジュールは現時点ではない。ただし、SNRA と取引関係のあるコンサルタント会社が、RPM に関する実装検証をし、以下の点が確認されている。

- RPM は、アプリケーション間の情報交換の基礎となる
- 2つのモデルをマッピングすることは可能であった
- 使用したツールは期待どおり動作した

なお、担当との議論から、今後の我が国におけるデータモデル構築においても、そのコンセプト・解説があるドキュメントの整理が重要であることが判明した。

(6) IS 化について

RPM は ISO の場で Preliminary Work Item としての提案は可能である。

(7) 今後の予定

スキーマの日本での利用・改変を許可して頂いた。SNRA でのモデルの拡充は今後

とも進められる予定。この分野において新たなモデル構築を行うとした場合、将来協力が可能という観点では次のようなテーマがある。

- 社会基盤ネットワーク（道路ネットワークでは狭い）
- 事故モデル（ただし、当該国の法律等に大きく依存する）
- STEP と GIS のハーモナイゼーション
- 環境アセスメントモデル（ex.騒音、排気ガスなど）
- 橋梁モデル（日本のモデリング成果を、可能であれば、RPM に組み込むことも考えたい）

7.2.2 POSC/Caesar のデータモデル

(1) プロジェクトの概要

石油業界も業務の仕方が変化してきて、メンテナンスや建設をアウトソーシングしており、業務管理やコントラクタ（交替可能性）等から電子データの交換・共有の要請が高まった。このような背景のもと、POSC/Caesar プロジェクト（POSC と CAESAR Offshore の共同プロジェクト）は以下の目標を達成することを目的として行われている。

- 石油生産設備のデジタル記述に関する標準を作成すること
- 標準化モデルを実装するための利用技術の会得と促進
- 標準および技術を業務で使用する場合の支援と奨励

なお、プロジェクトの人員構成は常駐者 16 名とパートタイムとなっており、CAESAR Offshore プロジェクト参加企業から派遣されている。

(2) モデルの対象

石油・ガス生産設備を対象として、EPISTLE(European Process Industries STEP Liaison Executive)の拡張したモデルの構築とデータモデルのリファレンスライブラリの構築を行っている。

(3) モデルの開発方法

1) スキーマ

約 250 の企業と組織から要求項目を調査し、EPISTLE モデルをベースにモデル化を行っているため、AAM は作成していない。

2) 実装に用いるアプリケーション

POSC/Caesar では、標準化とモデリングを対象としているので、ソフトウェアの開発は行わず、既存製品（メーカーが提供するインデントも含む）を使用している。システムで使用しているアプリケーションには以下のものがある。

- Mapping Magician(IBM) : POSC/Caesar モデルへのバッチ型データ変換ツール (98 年に製品化予定)
- Intergraph NOTIA(Intergraph) : PDM 商品 (製品化済み)
- Sybase : RDBMS (Oracle8 へ移行中)

(4) データモデルの概要

ANSI SPARC (American National Standards Institute Standards Planning and Requirements Committee, Computers and Information Processing (ANSI/X3), 1975) での概念モデルに相当する。

- 外部モデル : データ構造が特定目的によるデータの視点に対応しており、特定目的に適したデータに関する規則が含まれる。
- 概念モデル : 適用範囲に該当する有効な視点であれば、どのような視点でもサポートすることができる中立的モデル。このようなモデルには、意図されたモデル存続期間の全適用範囲にわたり、普遍的に正しいデータに関する規則のみが入る。その結果、データを特定の事業に使用することから生じたほとんどの規則や制約は、概念モデルから除外されることになる。
- 物理モデル : データ保管方法の定義。エンティティは、実務上のデータの意味ではなく、保管およびアクセスに重要なことがらを反映する。(例 : レコードとは「保管された情報」を意味する。)

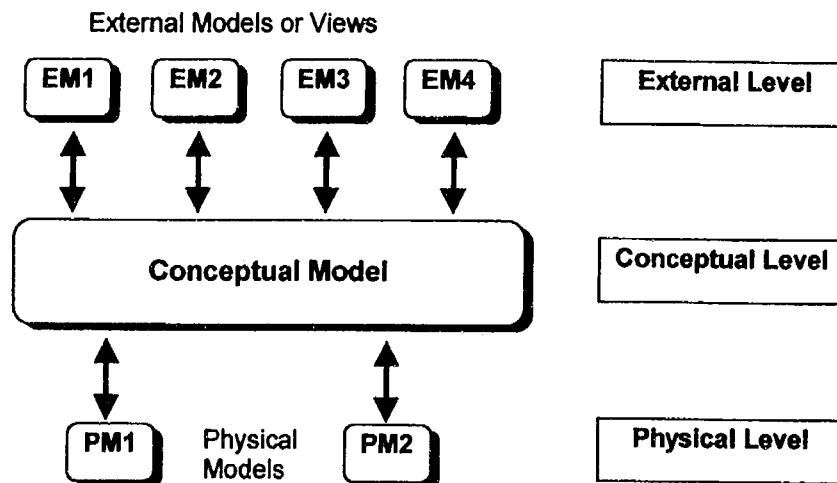


図 7-1 ANSI/SPARC three-level architecture
(出典 : Snapshot C/D, POSC/CAESAR Project, 1997)

プロダクトモデルは EPISTLE の Generic Entity Framework に基づいている。
 基本的かつ汎用的なオブジェクトや管理構造のみを定義し、実世界の業務分野のデータは基本オブジェクトのインスタンスとして表現することが、特徴である。

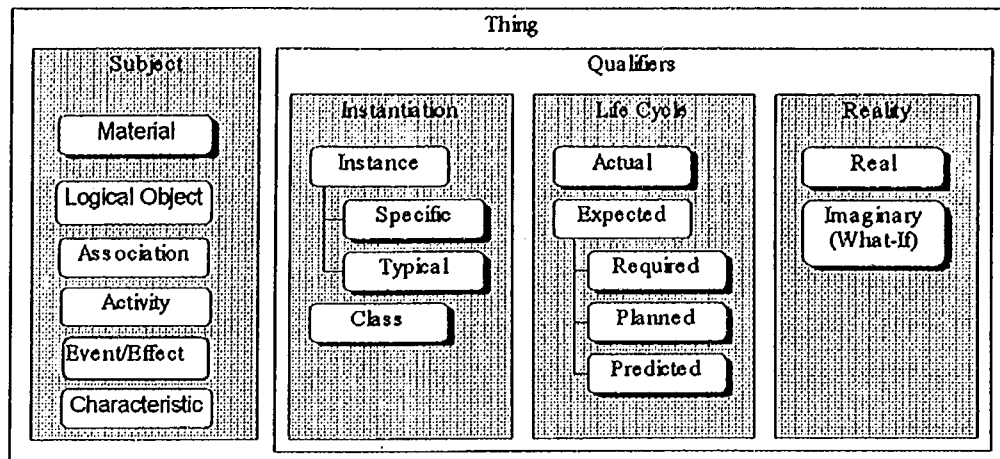


図 7-2 EPISTLE Generic Entity Framework
 (出典：Snapshot C/D, POSC/CAESAR Project, 1997)

データモデルは、ダイアグラムとエンティティ概要書および参照データライブラリによって構成される。

- ダイアグラム：エンティティとエンティティ間の関連を示す。
- エンティティ概要書：エンティティとその属性に関する定義
- 参照データライブラリ：クラス（エンティティの分類）情報を個々のクラス毎に定義したもの

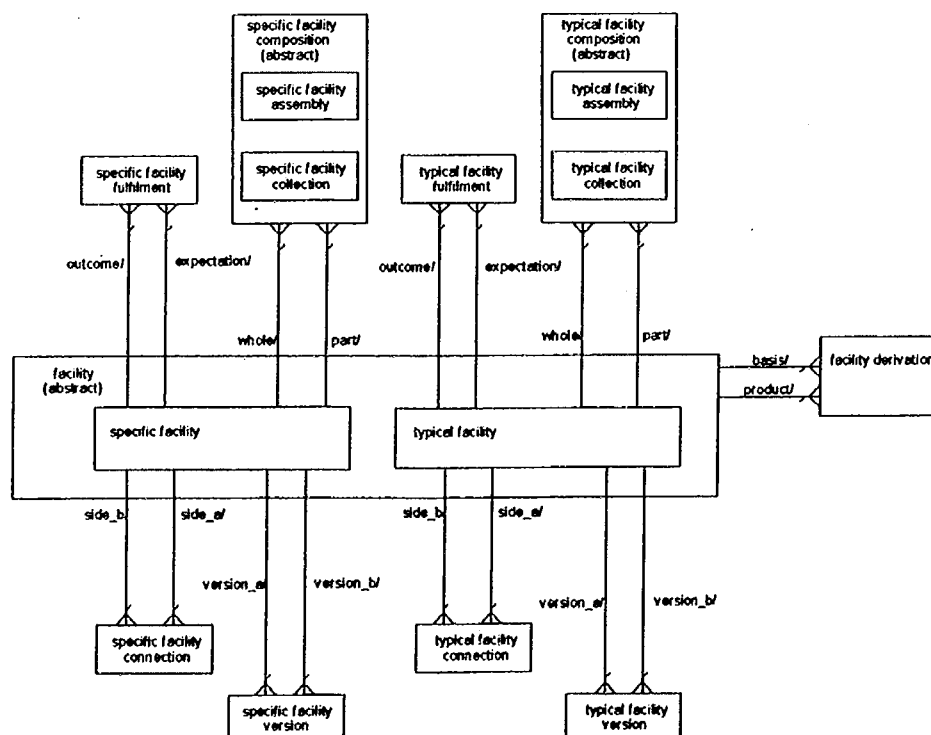


図 7-3 ダイアグラムの例
 (出典：Snapshot C/D, POSC/CAESAR Project, 1997)

1) 地盤等自然環境の情報モデルの有無

POSC/Caesar モデルでは、地質等の自然環境・条件については、モデル化していない。

(5) 実業務への適用

1) 現在のプロジェクトの状況

プロジェクトの当初計画は 96 年に終了しているが、対象範囲を拡大したため、もう 1 年期間が延長されている。（さらに次のプロジェクトも審議中）

2) POSC/Caesar モデルを利用したプロジェクト

- The UK offshore Eastern Through Area Project(ETAP)
- The Norwegian offshore project Asgard Varg and Visund(VAV)：成功例
- NORSOK

(6) ISO への AP の提案に関して

STEP の AP とはタイムスパン等が異なるため、石油・ガス産業分野の標準化案として ISO の別アイテムとする予定である。（ISO-15926）

(7) 今後の予定

- データリファレンスライブラリの拡張・追加を順次行う予定。
- データベースシステムの更新

7.2.3 オランダ CROW プロトコル

(1) プロジェクトの概要

現在オランダでは、建設事業において測量会社、建設関連会社は各社においてデジタル化が進んでおり、様々な収集データが電子データとして蓄積されている。電子化は各社において、様々なシステムの様々なフォーマットで管理・運用されている。そこで、各社のデジタルデータが迅速、明確、確実、安全にシステム間を問題なく移動できることが必要となった。

CROW プロジェクトは、測量データと図面データの互換を行うための標準仕様 URD (Uniform Road and Railway Data Model CROW) の取り決めを行ったものである。プロジェクトの目的は以下の3項目である。

- ① 3次元の測量データを図面で扱う
- ② 測量データと図面データのデータ互換
- ③ 入札システムのための標準仕様

(2) モデルの対象

プロジェクトは、道路建設事業に焦点をあて、プロジェクト初期の段階では、測量データを扱うプロジェクト (WEET) と図面データを扱うプロジェクト (TVW) の二つのプロジェクトで行われた。さらに、それを統括するプロジェクト (BWT) を発足しプロジェクトを遂行した。

(3) モデルの開発方法

STEP の AP 開発に準拠しており、AAM を構築している。

(4) モデルの概要

モデル化の基本的考え方は、地形データは3次元、図面データは2次元である。

URD は、基本的に道路設計に関する図面情報をモデル化しているものである。また、図面作成に必要な現況地形のデータをモデル化している。

モデル化で道路の意味モデルを規定し、その表現にはDXFフォーマットを利用している。さらに、DXFのレイヤー構造を利用しその表現方法を規定している。

(5) 実業務への適用

ケーススタディで測量データを図面レベルに展開するためのデータ変換を行い、それを利用して設計を行っている。設計は、いわゆる三次元というイメージではなく、測量データを縦横断図に展開し2次元のCADシステムを用いている (図7-4 参照)。

(6) IS 化について

この標準は、オランダの国内標準を目指したものであり、ISO への提案は考えていないとしている。

(7) 今後の予定

具体的なタイムスケジュールはないが、URD を拡張し ISO10301 Part202, Part225 に対応することになっている。

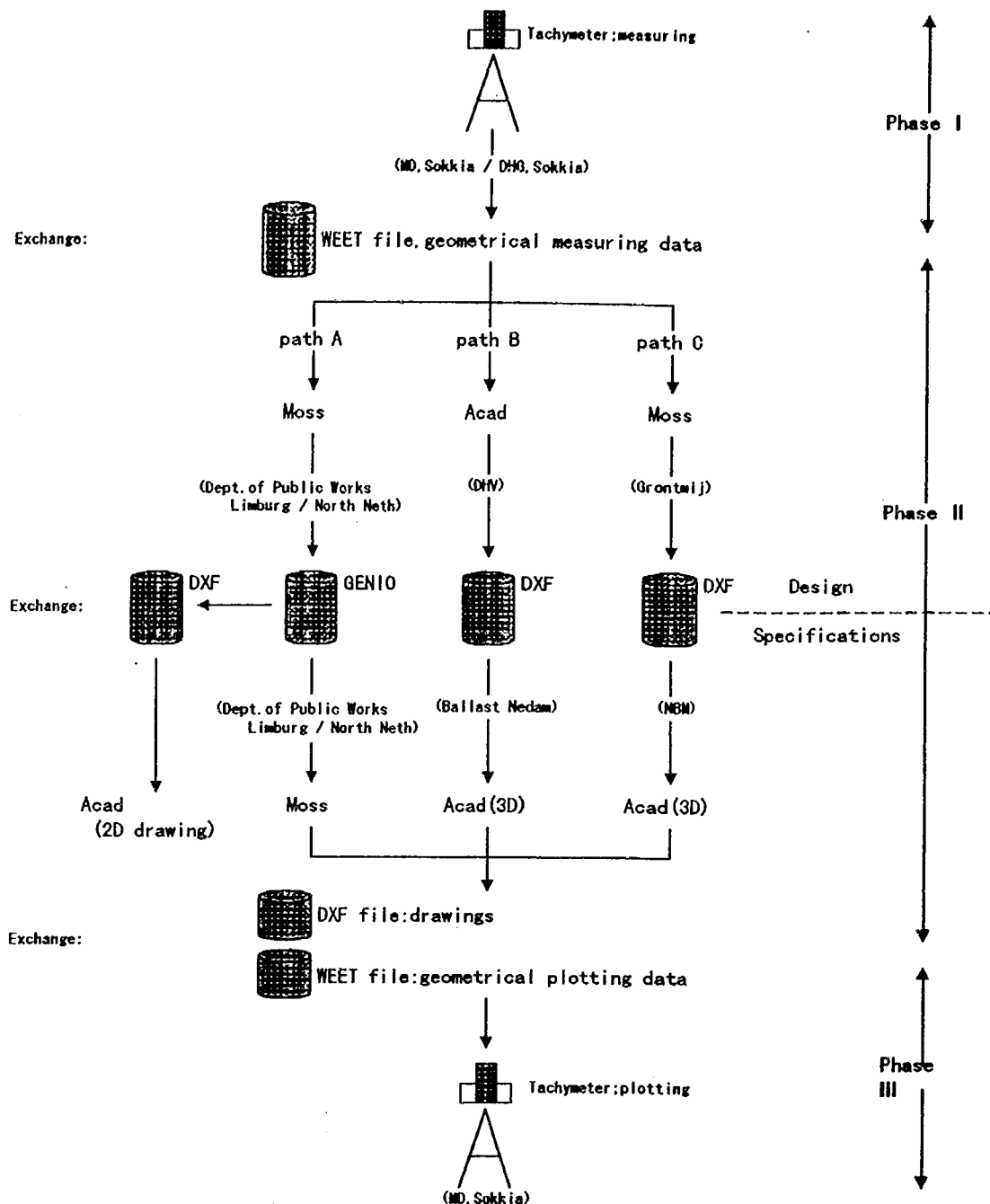


図 7-4 テストシナリオ概略フロー図

Dutch C.R.O.W Protocols for Civil Works URD Uniform Road and Railway Data Prototype External Application Protocol:3D Exchange of Design and Geodetical data, draft version June 1st, 1995

(8) 適用可能性

C.R.O.W プロトコルでは、モデル化に AAM を採用しているが、最終的なデータ互換形式に DXF を利用している。そのため、STEP におけるデータモデルの適用効果は低いと考えられる。しかしながら、互換フォーマットに、現在もっとも普及している DXF を利用していることから、デジタルデータ互換のテストとしては有効である。これにより、各フェーズ（調査・設計・維持管理）におけるデータモデルの妥当性の検証を行うことが可能であると考えられる。例えば、データモデルの検証内容として以下のことが挙げられる。

- ①データモデルの完全性：データモデルの内容が十分であるか否かの確認
- ②データモデルの信頼性：データモデルが各フェーズにおける作業で十分な内容であるか否かの確認

7.2.4 ポルトガル UNINOVA の Road Robot

(1) プロジェクトの概要

UNINOVA とは、ポルトガル経済省の推進する、リスボン新大学とベンチャ企業との産学協同研究所である。設立は 1986 年。知的ロボットセンタには 4 つの STEP 関連プロジェクトがある。

1) CIMTOFI プロジェクト：EU の家具会社内向けの CIM システム (1989～92)

→既存ツールを統合する汎用アーキテクチャ "SIP(STEP-based Integration Platform)"を開発（開発費 5～6 億円）。

SIP : DB + EXPRESS コンパイラ + Part21 I/O

2) ESPRIT III 道路ロボットプロジェクト：有人道路ロボット (1992～96)

→CIMTOFI のアーキテクチャにツール接続機能を付加。メッセージ機構とエキスパートシステムを STEP モデルに搭載。

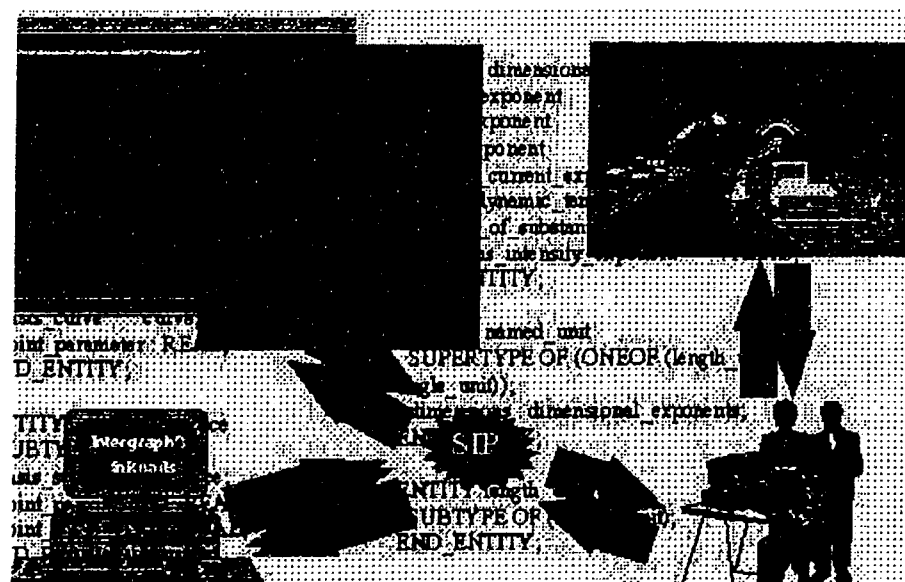


図 7-5 ESPRIT III Project Road Robot 概念図

出典：http://www.uninova.pt/CRI/GR_SSNC/RESEARCH/roadrobot.html

- 3) ESPRIT IV funSTEP プロジェクト：家具会社内外の統合環境(1996～99)
→顧客の寸法指定をパラメトリックで表現。SDAI を利用。
 - 4) ESPRIT IV - Ecos プロジェクト：家具(材料・メーカ・流通)の EC(1997～2000)
→EDIFACT でなく STEP を EC に利用。インターネット技術を利用。
- UNINOVA は、政治力も強く、EU プロジェクトに好確率で採択されている。

(2) モデル化の対象

道路ロボットプロジェクトは、ESPRIT III(European Specific Program for Research and Development in Information Technology III)のプロジェクトとして 1992 年～96 年まで実施されたものであり、それ以前に実施された家具会社向けの CIM システムのアーキテクチャ SIP にツール接続機能を付加し、メッセージ機構とエキスパートシステムを搭載したものである。道路ロボットモデルの目的は、道路建設目的に合った汎用システムアーキテクチャを開発し、デモすることであった。舗装と掘削に絞った理由は、共同研究会社にそういった機械制御の会社（特にキー会社の VOGELE は世界市場で 60%以上のシェアがある）があったことである。

(3) モデルの開発方法

AAM の代わりにオランダにおける TNO の道路設計用 Road Model Kernel が用いた GARM (General AEC Reference Model : Glielingh ,1988) という方法を用いている。GARM は PDU(Product Definition Units)という形でモデルを記述する。要求定義フェーズの PDU は FU(Functional Unit)、プロジェクト化フェーズの PDU は TS(Technical Solution)という。

道路建設モデルの Id は、B.Luiten,F.Tolman の製品建設モデルに基づいている。

1) TNO の Road Model Kernel

道路ロボットスキーマの内、設計フェーズの一部に RMK を使用した。

2) Intergraph の InRoads

InRoads の情報は、企画者に渡され、さらにスケジュール作成者に渡される。その後、EDITUS という編集・検索ツールに渡される。

(4) モデル化の現状

1996 年で道路ロボットプロジェクトは終了している。参加企業に最終報告書を提出し、掘削活動用の新プロジェクト“DBLASTROCK”を提案した。

また、欧州に 2,000 社以上ある家具メーカをターゲットに、家具スキーマを開発中である(FunSTEP)。顧客の要請に合わせたパラメトリック・モデルが必要で、ISO/TC184 のパラメトリック WG にも参加している。

また、ここで開発されたモデルの特長としては、以下の 2 点が挙げられる。

1) 属性の少なさ

参加企業が製造している Backhoe 掘削機、舗装機にのみ属性を与えた。

2) 継承属性の少なさ

ターゲットが少ないため、継承属性に相当するものが無かった。全体スキーマ（企画、スケジューリング、資源配分）を開発するのはスコープ外だった。

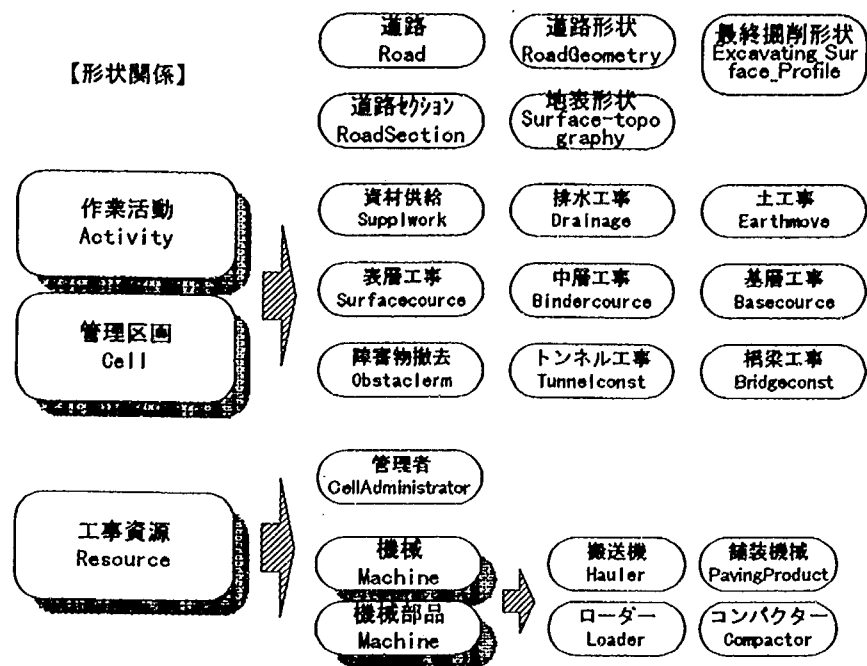


図 7-6 RoadRobot で開発された製品モデルの概略構成

(5) 実業務への適用

96 年 5 月に道路交差点が本当に舗装できるかどうかを検証するデモをした（ビデオ入手済み）。検証方法は、Intergraph の InRoads にデータを入れて行った。なお、参加企業が実際にこのプロジェクトの成果を使用したかどうかはフォローしていないとのこと。UNINOVA は非営利組織であり、“非営利組織には、製品保守など手数が掛かり過ぎる”ことから最終的な製品を作ることを目的とはしていないとのこと。

しかし、家具 STEP では、Interest Group を設けて、ユーザの意見を随時吸い上げるように工夫した。

(6) IS 化について

IS 化に関しては、“採択されそうなものに達した時点で検討する予定”とのことであった。

(7) 今後の予定

家具会社内外の統合環境を構築する FunSTEP というプロジェクト（1996～99）で、アーキテクチャの応用を図る計画となっている。また、各国の共同プロジェクト（日本も参加）である IMS(Intelligent Manufacturing Systems)にも関わっていく予定である。（日本：中央大、大阪府立大、鹿島、間、東洋エンジニアリング、小松、リコー）

UNINOVA や経済省は、日本に限らず国際的な産業界との連携を望んでいる（例えばリスボン新大学の卒業生の雇用や修論生の利用・訓練など）。“ポルトガルはオープンな国であり、情報は公開・共有する。道路ロボットプロジェクトは終了しているが、興味ある方々にはサポートを惜しまない”とのこと。

7.2.5 とりまとめ

(1) 諸外国のデータモデリングに関するまとめ

今年度の活動では、土木分野における情報モデルの開発動向を中心に、前述のモデルに対する調査・研究を行った。これらの調査・研究結果のまとめてみると以下のとおりである。

- どのプロジェクトも STEP の AP を開発するというスタンスではなく、情報の標準化を進めるために、データモデリングを実施している傾向が強い。ただし、各プロジェクトに共通していることは、STEP で用いられる共通言語としての EXPRESS を用いてモデル表現していることである。
- いずれのプロジェクトも相互関係がなく、IS 化を行うといったレベルにはないが、今後の国際協調が課題となっている。
- モデル開発と実業務への適用は、別次元のテーマと認識されており、モデラーは情報の共通基盤を構築することを目的とし、それをどう実装するかはユーザーの問題と認識されている。しかしながら、実装段階においてモデルの理解が困難であるという点が問題となっており、SNRA のケースを見てもデータモデルに関するドキュメントの整理が重要なポイントの1つである。
- 今後我が国において、土木分野で STEP に関して取り組む際には、IS 化を念頭におきつつも、より実践的なデータモデル作りを行い、併せて実業務への展開を図ることとし、その全過程を広く国際的に情報発信することが必要である。

(2) 今後の我が国の研究活動に対する参考点

今回調査した前述のプロジェクトごとに、今後の我が国の研究活動に対する参考点を抽出して整理すると以下のとおりである。

1) SNRA

- RPM は依然プロトタイプの段階であり今後の発展が期待されることから、今後もその活動状況に関する情報収集に努める必要がある。
- 総プロでモデリングの対象としている橋梁は、SNRA の RPM に組み込める可能性もある。（RPM は今後トンネルや橋梁を組み込んで拡張する計画である）

2) POSC/Caesar

- 統合データモデル（Integrated Data Model）の考え方は今後の調査研究テーマに値する。特に建設 CALS において統合 DB の将来を考える上での参考になる。
- 特に具体的なプロジェクトで実装まで実施して成果を挙げていることから、これらのモデルに対する概念は参考になる。
- POSC で実施している海底地盤のデータモデルについては、継続的な情報収集が必要であると思われる。

3) C.R.O.W

- 当面の現実解としての CAD レイヤー構成の標準化の行い方は、文書・図面 WG や調査・設計 WG 等の研究活動の参考となる。
- 当面の我が国における図面データの実証実験の行い方においても、C.R.O.W は参考事例となる。

4) UNINOVA

- 今後施工機械を対象としたモデリングを行う場合には、参考事例となり得る。

(3) 本 WG への反映

上記のプロジェクトの概要をまとめると以下のようになる。

開発機関	SNRA スウェーデン国立道路局	POSC/Caesar 石油産業に係わる標準化プロジェクト	C. R. O. W オランダの建設産業界の標準化団体	UNINOVA リスボン新大学とベンチャ企業との産学研究所
開発目的	既存システムの論理的な基盤を構築するため	石油生産設備のデジタル記述に関する標準を作成するため	測量データと CAD 図面データ間の互換性を確保するため	道路建設に適合した汎用システムアーキテクチャを開発し、デモを行うため
モデル化の対象	道路設計のコアモデル（一般的な道路の構成要素、インターチェンジ、橋梁、トンネル、道路付帯施設）ネットワーク（幾何形状表現）	石油・ガス生産設備を対象として、EPISTLE の拡張したモデルの構築	道路設計に関する図面情報（2次元） 図面作成に必要な現況地形のデータ（3次元）	舗装用機械を用いた自動舗装
開発手法	道路管理者に対するヒアリング調査（AAM は開発していない）	約 250 の企業と組織から要求項目を調査しモデル化した。 EPISTLE をもとに開発した。	AAM を開発した DXF フォーマットに従って図面情報をモデル化した	TNO が道路設計用の Road Model Kernel で用いた GARM という方法を用いた
開発期間	2.5 年間	4 年間	7 年間	4 年間
実装方法	既存ツール STEPtool（米国STEPtools社製）によりDBを構築 開発ツール SNRA用CADソフト 既存CADソフトのデータとPart21形式のマッピングツール	既存ツールを利用 Mapping Magicain (IBM)（マッピングツール） Intergraph NOTIA (PDM) Sybase (DB オラクルに移行中)	測量データを Moss、ACAD 上の縦横断面図に展開し、紙データに描画した 異なる CAD 間は DXF ファイルを介してデータを交換した	Inroads (Intergraph 社製)
実用化の 目途	現時点では考えていない	既に実用化	オランダの国内標準を目指している。	実証実験は行ったが、実用化は参加企業が決める。
IS 化の 目途	ISO の場で PWI として提案することは可能	石油・ガス産業分野の標準として ISO15926 として提案予定	予定していない（オランダの国内標準を目指しているため）	採択されそうになった時点で検討する
将来の見 通し	ネットワークモデルはパイロットシステムの段階であり、1998 年に国内標準とする予定。		URD (Uniform Road and Railway Data Model CROW) を拡張し ISO10303 Part202, 225 に対応する予定。	

これらをみると、各プロジェクトごとに色々と参考になる点が多いが、特に本 WG では、すでに実用化されており、IS としても提案が予定されている Posc/Caesar プロジェクトの統合データモデルが、今後の研究開発活動にとって最も参考になると思われ、この統合データモデルを中心に調査研究を行っていく。

7.3 橋梁データモデルに関する研究

橋梁データモデリングに関する研究は、平成9年6月より開始し、2回／月の割合で研究活動を実施した。現在までの活動内容及び活動経過は以下の通りである。

- VE20006の学習
- VE20006を参考にしたIDEF0によるプロセス分析
- 道路橋梁の維持管理に関する文献の調査
- モデリングを前提としたシナリオの検討
- シナリオからの実証実験を意識したプロセスモデルの作成
- 実証実験（デモ）イメージの検討

本報告書では、最初に本研究の目的とその意義を述べた上で、1年間の活動成果を紹介する。

7.3.1 研究の目的と意義

(1) 研究の目的

社会基盤の整備も充実期に入ると、構造物のライフサイクルの中で竣工までの期間に比べ、その後の維持管理期間の占める割合が増加し、維持管理に関する費用も増大してくる。したがって、建設省が推進している建設CALSの目的であるライフサイクルコスト削減を実現するためには、竣工にいたるまでのコスト削減も大切ではあるが、その占める期間・費用から、維持管理に関するコストの削減が重要な課題となってくる。

そこで、本総合プロジェクトのSTEP-WGでは、道路橋梁を対象として、社会状況の変化等に対応した維持管理のあり方をモデル化することとした。なお、モデリング対象として今回は道路橋梁を選択しているが、これはMICHI等将来的に利用可能なデータベースが存在することに加え、本WGの海外調査からも土木分野においては道路や鉄道などに対するモデル化が進んでいるからである。日本において、道路橋梁のモデル化を行うことにより、将来海外のモデリンググループとの相互協力の可能性も高いと思われる。

(2) データモデリングの意義

前述の、道路橋梁を対象とした「維持管理のデータモデル」を作成することにより想定される効果は、以下のとおりである。

- 初期性能維持への適切な維持管理計画が立てられる。
- 外力の変更、耐荷力の変更等に対して、設計に溯り適切な判断を下して構造物の寿命を延ばすための情報を提供できる。
- 構造物築造に関するイニシャルコスト、メンテナンスコスト情報を提供する事により、トータルコストの試算を通してコスト面からの適切な補修計画を立てられる。

7.3.2 プロセスの分析

(1) VE2006を参考にしたIDEF0によるプロセス分析

本WGで対象とする橋梁のモデリングに関しては、まずVE2006（平成8年10

月の CALS JAPAN '96において提示された、西暦2006年を想定した公共事業の執行形態をモデル化)の内容について検討した。

VE2006のIDEF0によるプロセス分析は、現状(As-Is)の業務プロセスを前提として作成されていたので、この結果を参考にしながらも追認することなく、将来(To-Be)の業務執行の望ましいあり方を議論しながら何回も修正を加えて、最終的に本WGとしてのIDEF0(図7-7～図7-9)を決定した。

ここでのIDEF0作成の目的は、AAMの段階で取り扱うデータモデルのビューポイントを設定することであり、業務プロセス自体を改革するためではない。次工程であるデータモデリングのARM段階で必要となるデータがもれなく抽出できるレベルまでに止めてある。従って業務プロセス全般にわたっての詳細分析は行わず、橋梁のライフサイクルの中でもっとも期間の長い維持管理段階に重点をおいて分析を行った。

なお、このプロセスモデルのレビューにおいては、施工維持管理WGにおける具体的な維持管理作業の分析結果との調整、道路維持管理のための各種マニュアルの収集と分析、試行中の橋梁マネジメントシステムとの連携検討などを通して、将来の維持管理業務を想定しながら進めた。

表7-1に、このIDEF0の目的、見解、およびプロセスモデル化の意義をまとめた。

表7-1 道路橋梁モデル(AAM)のビューポイント

目的	道路橋梁を対象として、社会状況の変化等に対応した維持管理のあり方をモデル化する。このモデルのビューを決めるためのIDEF0ダイアグラムを作成する。
見解	道路管理者がライフサイクルを通して発生する「維持管理に必要な情報」と、その情報を活用する維持管理プロセスを記述する。
プロセスモデルの意義	社会基盤の整備も充実期に入ると、構造物のライフサイクルの中で竣工までの期間に比べ、その後の維持管理の占める割合が増大し、維持管理に関する費用も増大してくる事は明白である。 また、建設省で推進している建設CALSの目的であるライフサイクルコスト削減を実現するためには、竣工までも大切ではあるが、その占める期間・費用から維持管理に関するコストの削減も重要な課題になってくるであろう。 この社会状況の変化等に機敏に対応できる「維持管理のデータモデル」を作成することによる効果は、いかに掲げられるとおりである。 ・外力の変更、耐荷力の変化に対して、設計に溯り適切な判断を下して構造物の寿命を延ばすための情報を提供できる。 ・構造物築造に関するイニシャルコスト、メンテナンスコスト情報を提供することにより、トータルコストの試算を通してコスト面からの適切な補修計画を立てられる。

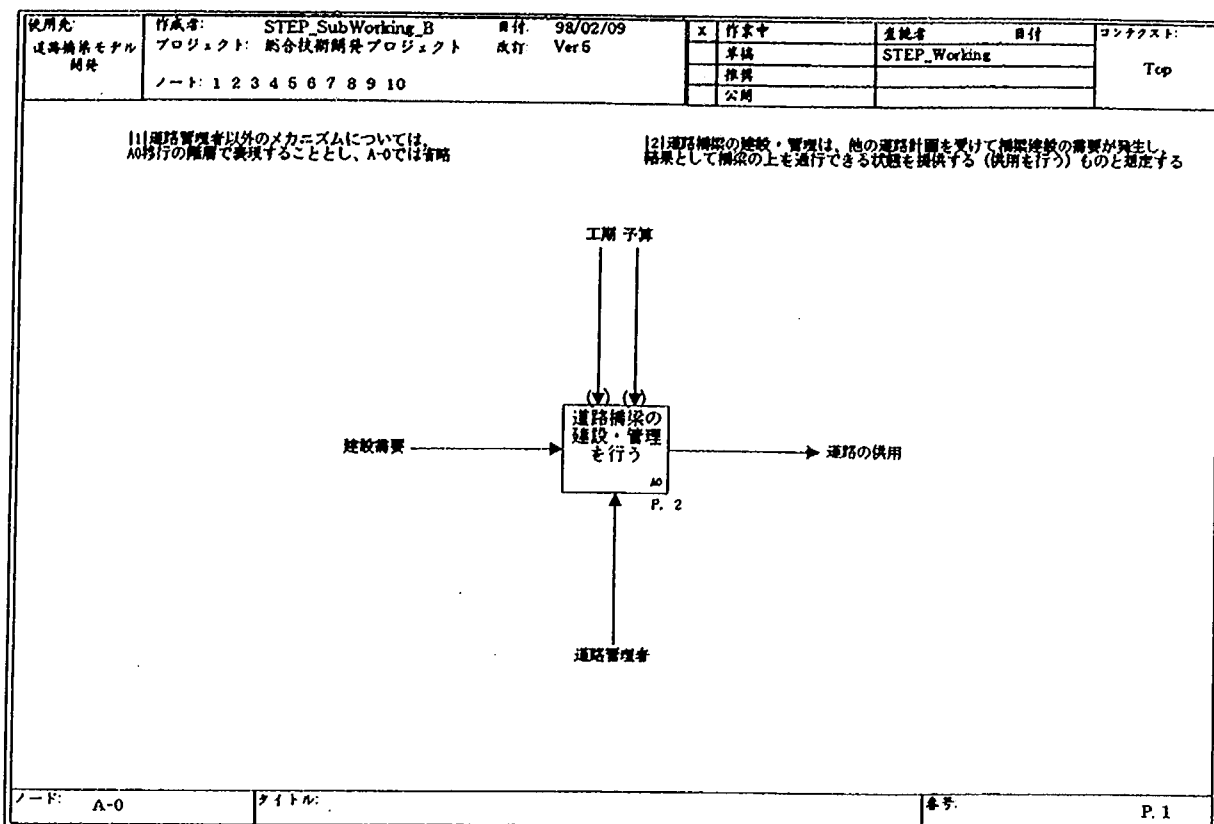


図 7-7 道路橋梁の建設・管理を行う (A-0)

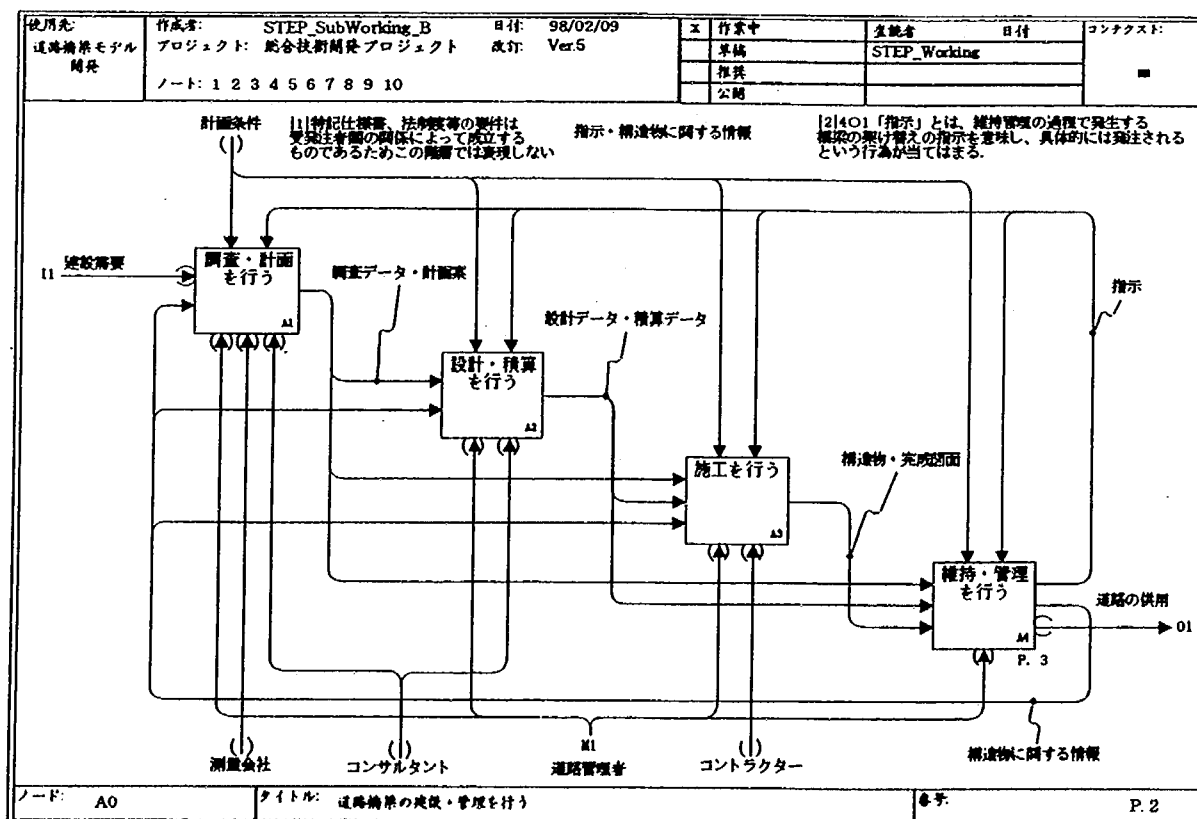


図 7-8 道路橋梁の建設・管理を行う (A0)

- ⑦補修計画の作成
- ⑧補修計画の発注
- ⑨補修結果の受領
- 3) 点検業者の業務
 - ①定期点検の実施
 - ②点検結果による橋梁健全度の評価
 - ③点検結果及び評価結果の報告
 - ④詳細調査の実施
 - ⑤詳細調査結果の報告
- 4) 補修業者の業務
 - ①補修作業の実施
 - ②補修結果の報告

(2) 詳細シナリオ

STEP (ISO 規格文書としての STEP) では、各規格 (データモデル) がどのような業務のどのようなプロセスに利用できるのかを明確にするため、SCOPE (適用範囲) を規定することが義務づけられている。規格文書としては、AAM と呼ばれる IDEF0 手法によるプロセスモデルを作成し、適用範囲を定義する事項を文章で記述することになる。

本研究では、よりデータモデルの利用性を把握しやすくするため、これに代わるものとして、データモデルの利用場面についてのシナリオを作成し、その適用範囲・開発範囲を明確化することとした。

なお、本研究ではデータモデリング行為を行う上での担当者間のイメージ統一の材料としても、このシナリオを利用することとした。

1) シナリオの概要

前項にも示したとおり、対象となる「橋梁の維持管理業務における維持管理計画～点検～評価及び判定～補修計画作成～補修実施」について、各プロセスの業務内容の流れを整理する。

2) 前提となる環境

データモデリングの対象となる業務は、あくまで橋梁の維持管理の基幹的業務 (本来実施すべき作業であり普遍的なもの) であるため、システム環境や登場人物によって左右されるべきものではない。よって、ここで挙げる前提条件は、あくまでシナリオを作成し、イメージをつかむための前提であることに留意されたい。

- 道路の維持管理で必要となるデータを格納した統合 DB (道路管理 DB) が維持管理機関上に存在する。
- 登場人物は、全員一つのネットワーク上に存在する。
- 現場作業を伴う業務 (点検・補修) においても、モバイルシステム等が存在し、オンラインにより業務が遂行される。
- 点検結果の評価・判定、補修計画の作成の際には、*橋梁マネジメントシステムが稼働する。

※建設省総合技術開発プロジェクト「社会資本の維持更新・機能向上技術の開発」(H3～H7)の一環として開発された橋梁維持管理用システム。健全度評価及び補修計画作成の二つの機能から構成。

3) 詳細シナリオ

以上の前提のもと、本研究で対象とした業務の詳細プロセスを各登場人物毎に整理したものを図 7-10 および図 7-11 に示す。

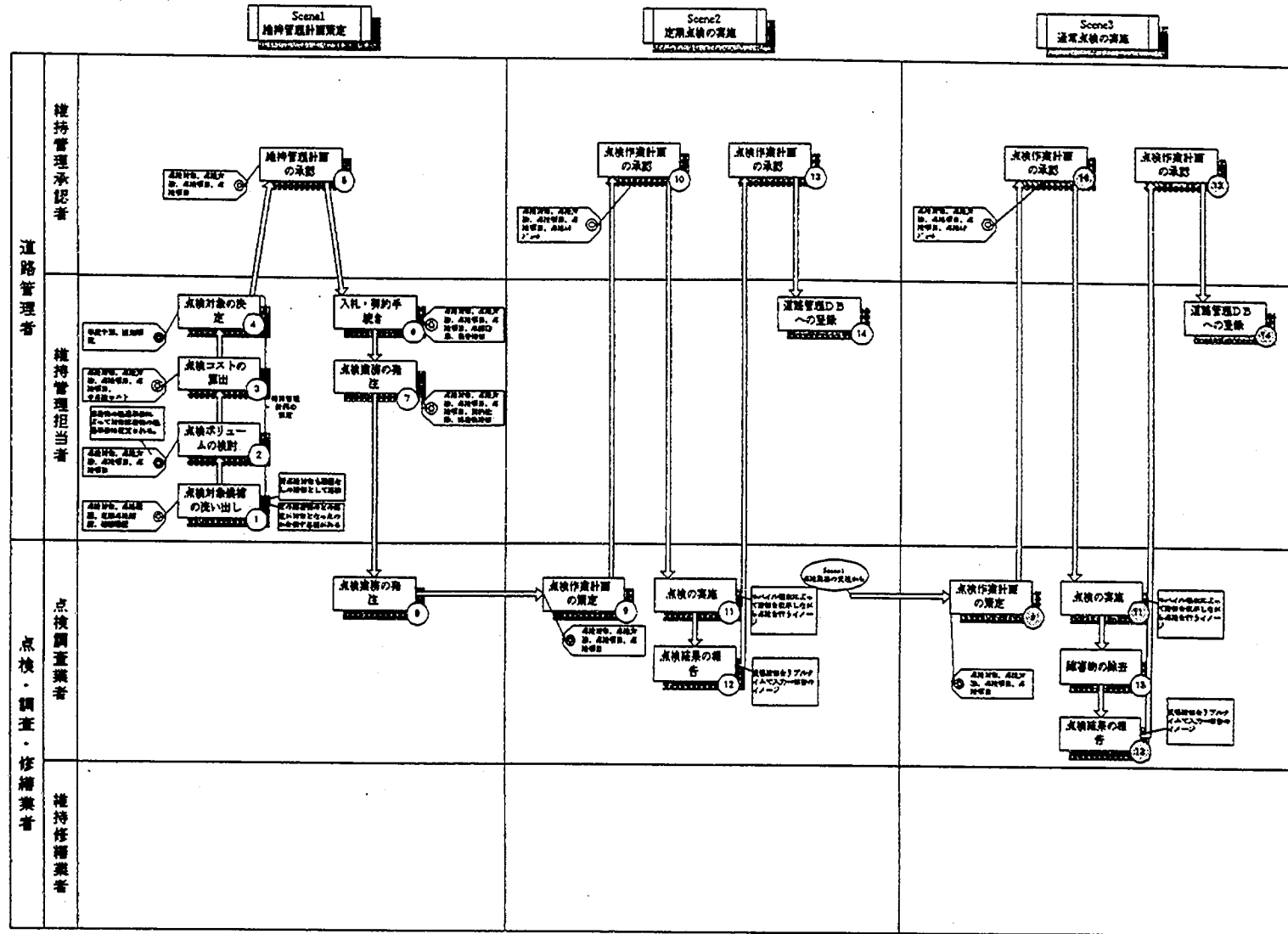


図 7-10 維持管理計画策定から点検実施にいたる業務プロセス

定期点検データ取込後のデータ詳細及び判定シナリオ

STEP-DWG-B 資料B-08

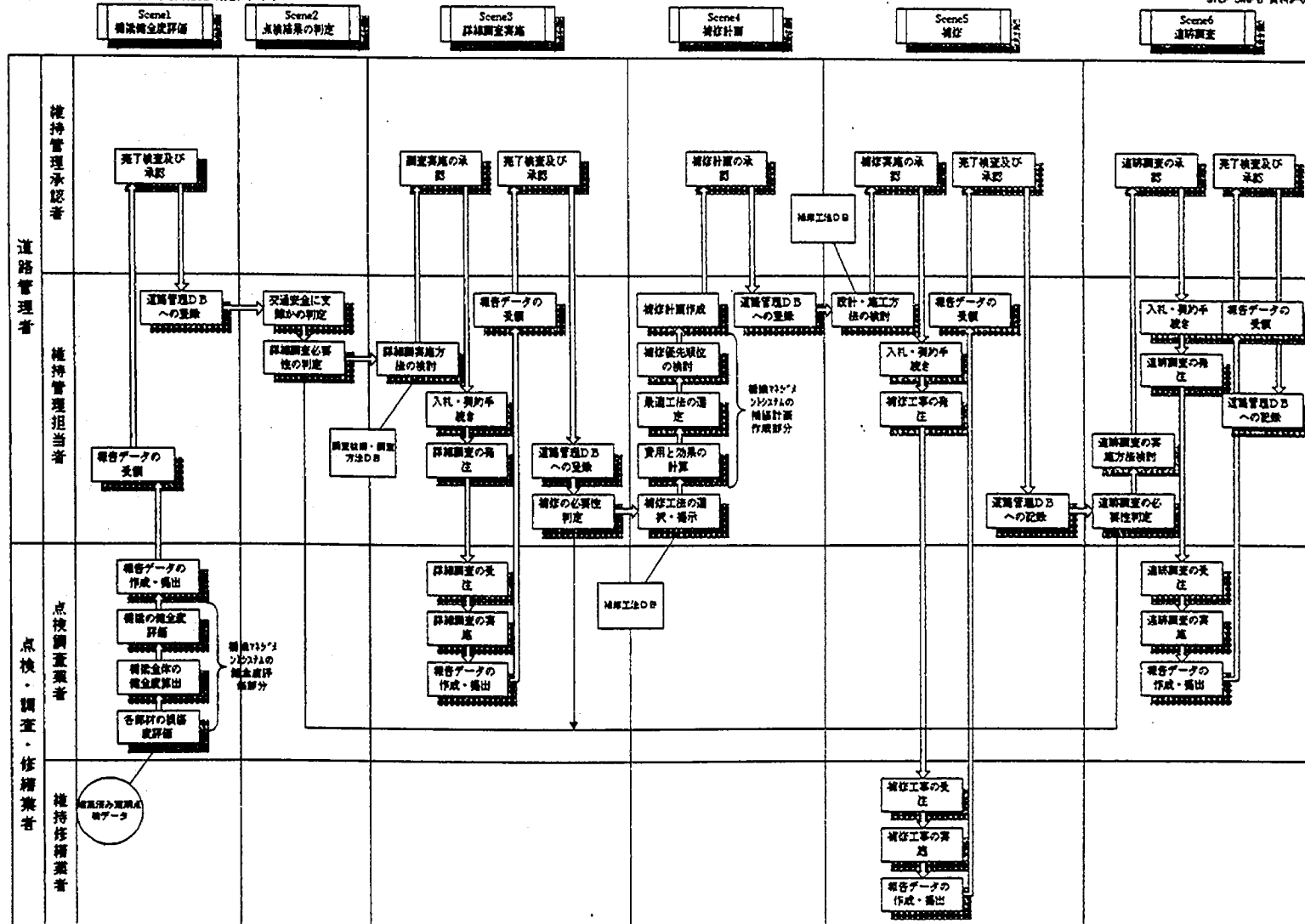


図 7-11 点検結果の判定から補修にいたる業務プロセス

7.3.4 研究成果の実証実験

(1) 実証実験で示すべき STEP 導入の効果

橋梁維持管理モデルの導入により、以下のような導入効果を説明できる実証実験を目指す。

1) 道路管理者側のメリット

- ①データの長期蓄積、長期利用
- ②履歴やバージョンの管理機能
- ③必要な情報を簡単に検索できる検索の容易さ
- ④情報の変更や更新に関する説明責任の確保
- ⑤情報登録、更新の省力化と最新情報の提供機能
- ⑥データ表現の標準化による市場の開放と業者選択範囲の拡大

2) 点検・補修業者側のメリット

- ①データの再利用による業務効率の向上と、迅速な対応
- ②本質的でないデータ入力業務の削減により注力分野に特化
- ③文書や図面、資料などの電子化及びネットワークを通じた受け渡しによる業務の効率化とコスト削減
- ④市場参入機会の拡大
- ⑤ソフトウェア選択の自由度の拡大

(2) 実証システムのイメージ

1) デモシステムによる実証

橋梁の維持管理の統合 DB の運用を目的とした実証実験（デモ）のイメージは、図 7-12 のとおりである。

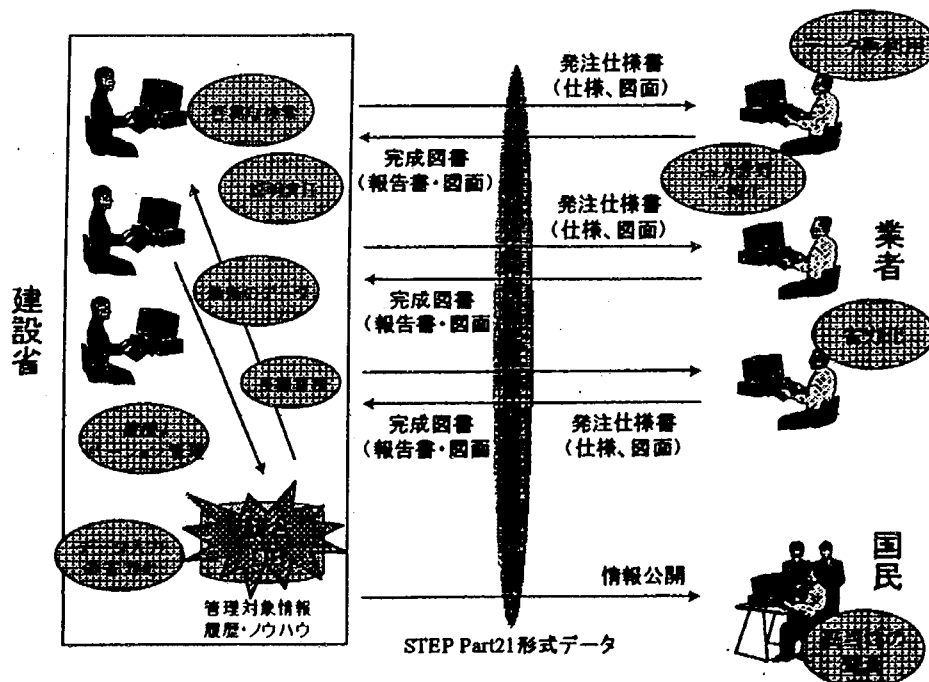


図 7-12 実証実験（デモ）のイメージ

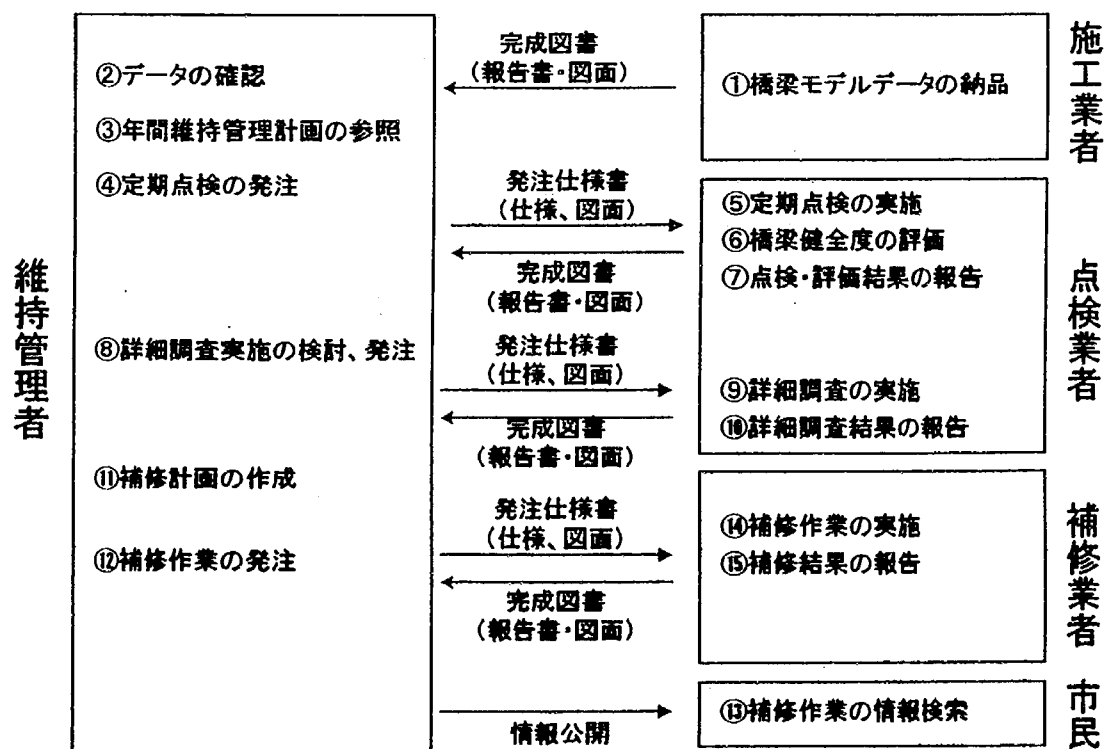
施工／点検／補修管理、計画作成、情報公開などをターゲットに STEP を応用したモデル化を行い、その中で特に説明効果の高い個所についてデモシステムを作成する。さらに、関係者に意見を伺うことにより評価実証を行う。

デモのストーリーとしては、前述のプロセスシナリオに対して、コンクリート橋梁のひび割れのケースを用いる。

2) 納入・点検・補修プロセスの整理

実証システムでの業務プロセスの流れは以下のとおりである。

- ①施工業者による橋梁モデルデータの納品（施工業者）
- ②納品された橋梁モデルデータの確認（維持管理担当者）
- ③年間維持管理計画の作成、承認（維持管理責任者、維持管理担当者）
- ④定期点検の発注（維持管理責任者、維持管理担当者）
- ⑤定期点検の実施（点検業者）
- ⑥点検結果による橋梁健全度の評価（点検業者）
- ⑦点検結果及び評価結果の報告、受領、判断（点検業者、維持管理担当者）
- ⑧詳細調査実施の検討、発注（維持管理責任者、維持管理担当者）
- ⑨詳細調査の実施（点検業者）
- ⑩詳細調査結果の報告、受領、判断（点検業者、維持管理担当者）
- ⑪補修計画の作成（維持管理責任者、維持管理担当者）
- ⑫補修作業の発注（維持管理責任者、維持管理担当者）
- ⑬補修作業に関する情報の検索（一般市民）
- ⑭補修作業の実施（補修業者）
- ⑮補修結果の報告、受領（維持管理責任者、維持管理担当者、補修業者）



※説明効果の高い場所（デモ構築候補）：（①～②、）③、（⑤～⑦、）⑪～⑫と思われる。

3) 実現イメージ

A. 道路管理者と業者間のデータ交換

建設省と業者の間で交換する発注仕様書や完成図書は STEP/Part21 形式とする。
図面情報は、AP202、ビットマップ画像もしくは DXF/DWG を使用する。
(簡易的な Web 上の図形表示ツールも採用したい)

B. 橋梁マネジメントシステム (BMS)

健全度判定や補修計画策定には、土木研究所殿の BMS (橋梁マネジメントシステム) を参考にする。

C. データベース

STEP-WG で検討する橋梁維持管理データモデルを STEP/EXPRESS で記述し、データベースのスキーマ定義に適用する。

D. 操作画面

建設省側、業者側ともに、検索やデータ入力などの操作を行って、実際の業務を行う雰囲気を示すために操作画面を作成する。

E. 通信・連携方法

道路管理者と業者間での通信は、インターネットを用いることが予想されるため、メッセージ通信は E-mail、データ交換は FTP など、インターネットで一般的なし組を用いる。

道路管理者の内部では、DB サーバと PC との間は、DBMS の備える API を使用し、密度の高い連携を行う。

7.3.5 今後の活動

本 WG では、平成 9 年度の活動を継続し、

- ・工事事務所へのヒアリングの実施およびヒアリング結果による実証実験 (デモ) の見直し。
- ・橋梁のモデリング
- ・実証実験 (デモ) システムの開発
- ・実証実験 (デモ) の実施および評価

という活動を行っていく予定である。

7.4 今後の活動予定

平成10年度は、平成9年度に引き続き、2つのSWGで研究活動を行うこととする。

(1) 諸外国におけるデータモデルの我が国への適用可能性に関する研究 (SWG-A)

1) POSC データモデルの調査

平成9年度に実施した海外現地調査結果からも POSC のデータモデルが最も充実していると判断されるため、より詳細な調査を継続する。

- 概念モデルの詳細調査
- 地盤関連データモデルの調査
- 空間データモデルの調査

2) 既存 AP 利用による実装モデルの作成 (SWG-B と共同)

橋梁データモデルと既存 AP との組合せにより実装モデルを作成する。

3) 海外関連情報の収集

以下のような観点から、引き続き有益な情報収集に努める。

- STEP 国際会議の状況
- OKSTRA2 (ドイツの道路分野を対象としたデータモデル)
- 国際ワークショップの開催による意見交換

(2) 橋梁を対象としたデータモデルに関する研究 (SWG-B)

'98.10 に橋梁データモデルをベースとした実証システムのデモを行うことを前提に、以下のような活動を行う。

1) データモデルの構築

デモに必要な部分を中心に詳細化したデータモデルを作成する。

2) デモデータの収集・作成

デモシステムで使用するデータを収集または作成する。

3) デモシステムの評価

デモシステムの評価項目の具体化と評価結果のとりまとめを行う。

以上の活動を通じて、STEPWG 全体としては次の研究成果を目標としている。

(1) 公共土木分野において情報の連携効果が見込まれる範囲の抽出

→情報の標準化 (データモデリング対象領域の特定)

(2) 土木関連のモデル (AP202,203、欧州事例、IAI 等) の情報収集

(3) 土木関連のモデル (AP202,203、POSC 等) の適用性検討

(4) 「STEP 導入マニュアル」の作成

(5) 橋梁の維持管理段階を例にしたデモシステムの構築と実証実験

