

## 研究展望

# 統合情報の活用による建設事業の高度化

## —建設 CALS/EC を中心とした動向—

DEVELOPMENT OF ADVANCED CONSTRUCTION TECHNOLOGIES BASED ON INTEGRATED INFORMATION SYSTEMS—CONSTRUCTION CALS/EC—

塚田幸広<sup>1</sup>・青山憲明<sup>2</sup>・  
光橋尚司<sup>3</sup>

Yukihiko TSUKADA, Noriaki AOYAMA  
and Hisashi MITSUHASHI

<sup>1</sup>正会員 建設省土木研究所 材料施工部 施工研究室 室長  
(〒305 茨城県つくば市旭1)

<sup>2</sup>正会員 建設省土木研究所 材料施工部 施工研究室 主任研究員

<sup>3</sup>正会員 建設省土木研究所 材料施工部 施工研究室 研究員

Key Words : CALS, EC, integrated information system, STEP, CAD

### 1. はじめに<sup>1)</sup>

1993年12月、中央建設業審議会は、公共工事の入札・契約制度全般にわたる改革を内容とする「公共工事に関する入札・契約制度の改革について」を建議した。この建議に基づき、一般競争入札や公募型指名競争入札の導入をはじめとする入札・契約制度の90年ぶりの大改革が行われ、公共事業の執行プロセスにおいて「公正さ」が高められることとなった。新しい入札・契約制度においては、従来以上に透明性を確保するとともに競争性を高める観点から、建設業者に関するデータを集積・活用することが必要とされ、情報化に対する技術的かつ制度的な体制の整備が要求されている。

また、公共事業の執行にあたっては、工事の品質の確保と建設費の縮減が常に求められる。公共工事の品質を確保するためには、企業情報や技術者情報に基づく優良な業者の選定や事業執行の各段階で発生する多量の技術情報を的確に管理・活用することが重要であり、データベースを中心とした情報システムの構築が必要となる。同様に建設費の縮減を図るためには、工程管理の合理化、設計書・報告書作成等の作業の省力化により生産性の向上を図ることが重要であり、発注者・受注者双方の情報化が有効な手段となる。

さらに、サービス分野も対象とするWTO(World Trade Organization:世界貿易機関)の新たな政府調達協定の発効に象徴されるように、建設市場の国際化が進展する中での海外からの情報アクセスの向上、行政情報の高度利用や行政サービスの高度化、建設産業における企業体質の強化等の観点からも情報化が必要となっ

ている。

一方、他産業に目を向けると、製造業では、コンピュータネットワーク技術を利用して製品開発期間の短縮、製造コストの削減を図っている。最近この傾向はCALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support:継続的な調達とライフサイクルのサポート)またはEC(Electronic Commerce:電子商取引)の概念を取り入れた統合情報システムを構築して系列会社や業種の

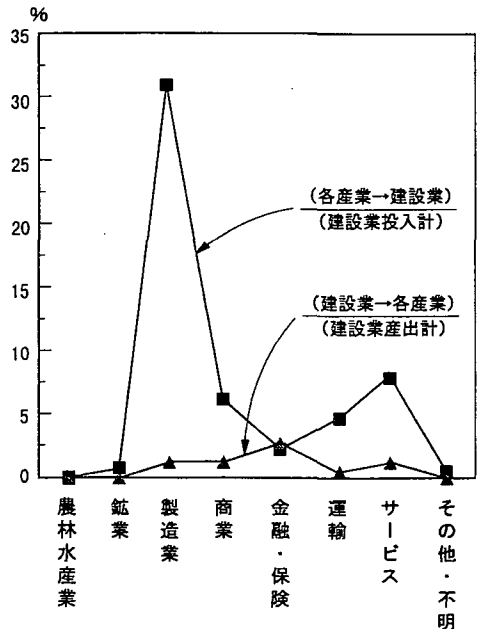


図-1 建設業と各産業間の取引状況<sup>2)</sup>  
(平成2年産業連関表より作成)

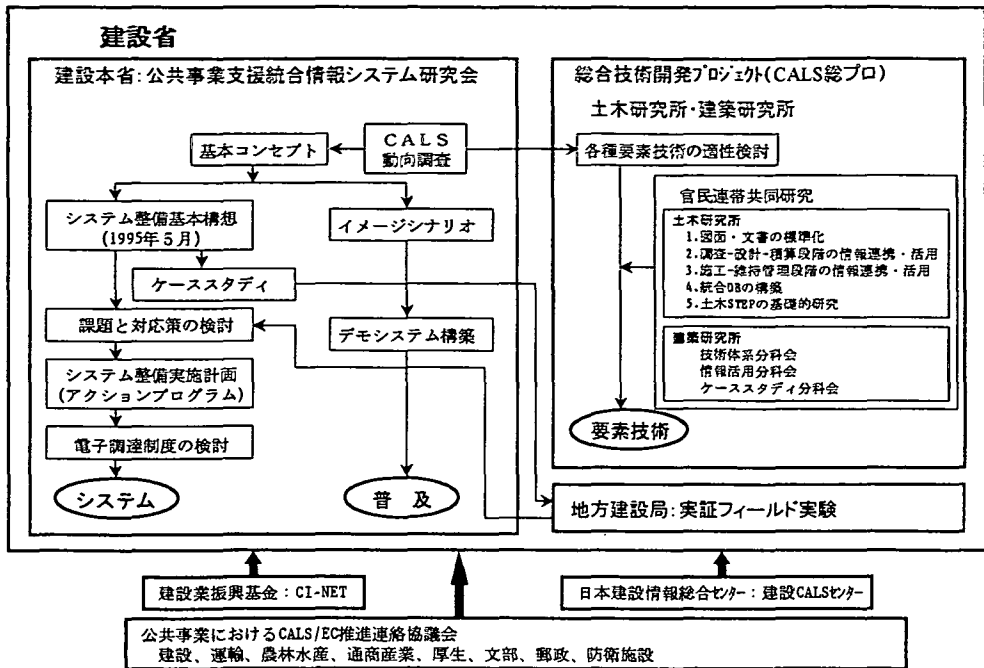


図-2 建設 CALS/EC の取組み状況

枠を越えた統合情報化に発展しつつある。

しかしながら、建設事業においては現在紙による情報の交換や管理が主流であり、たとえば設計・施工段階で設計変更のために日数を要するなど、情報連携の効率化が課題となっている。建設事業に CALS/EC の概念を導入することにより、公共施設の品質確保・向上と建設費の縮減が実現できる可能性がある。建設産業は、図-1 に示すように製造業、サービス業等幅広く他産業との関連性が高いため、情報連携にあたっては他産業との整合性を考慮するとともに急速に展開しつつある他産業の電子情報化の動向を常にキャッチアップすることも必要である。

## 2. 建設 CALS/EC の実現に向けた動向

### (1) 建設省公共事業支援統合情報システム研究会

建設省では、1995年5月「公共事業支援統合情報システム研究会」を設置し、CALS/ECを念頭に置いた公共事業執行の情報化の研究に着手した。研究会での検討は、図-2に示すように、システムについての検討、要素技術に関する検討、普及に向けての検討の3つに大別される。

システムについての検討では、システムのイメージを作成するため、システム全体像の検討を行った後、整備の方向性を示すシステム整備基本構想を策定した。また、CALS/ECの導入は、当初から最終形を目指さず公共事業の執行プロセスの中からいくつかのフェーズを選

び出し、効果の高いところ、実現可能なところからケーススタディを行い、業務プロセスの分析と評価等を行った上で、実証フィールド実験を行いながら、段階的に導入することとしている。具体的には、① 設計・積算、② 入札・契約手続き、③ 工事施工、④ 技術基準類の電子化、⑤ 維持管理、⑥ 許認可の6つのフェーズを対象にケーススタディを行い、CALS/ECの適用による業務の処理手順、方法を想定し、効果や課題、解決方法を整理している。

要素技術の検討では、SGML (Standard Generalized Markup Language: 標準一般化マーク付け言語)、EDIFACT (EDI for Administration, Commerce and Transport: EDI ファクト/エディファクト)、STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data: 製品データの表現と交換) 等 CALS/EC を構成するデータ標準や規格等の国際的な検討状況、検討内容を調査し、公共事業支援統合情報システムへの適用性について検討している。これらについては、国際的な標準の検討状況に併せて検討を進める必要がある。

普及に向けての検討では、システム全体像を踏まえたデモンストレーションシステムを作成し、周知・普及活動を進めることとしている。デモンストレーションシステムは、1996年にCALS推進協議会(CIF)が実施したVE2006(CALS/ECの普及を図ることを目的として作成されたデモンストレーションシステム)に協力する形で、具体的な橋梁の建設工事をモデルとして作成し、1996年10月に東京で開催されたCALS JAPANにおい

表-1 建設 CALS/EC 整備基本構想<sup>1)</sup>

対象期間	短期(1996～1998年)	中期(1999～2005年)	長期(2006～2010年)	
整備目標	実証フィールド実験の開始と電子データ交換の実現	統合DBの構築と電子化に対応した制度の確立	21世紀の新しい公共事業執行システムの確立	
個別目標	・実証フィールド実験の開始 ・技術基準類の電子化 ・電子調達ルールの確立	・成果品の一部電子化 ・プロジェクトDBの構築 ・技術標準の選定	・調達電子化 ・統合DB環境の確立 ・新たな業務執行システムの確立	
活動内容	戦略立案	・実証フィールド実験の実施方針 ・電子調達ルールの検討	・各種制度の見直し ・情報インフラ整備方針策定	・電子データ環境における新たな事業執行システムの確立
	研究	・基礎技術研究 ・国際標準の技術動向調査 ・技術標準に関する研究	・データ統合化技術に関する研究 ・特許技術に関する研究	・技術動向を踏まえた新たな技術標準の検討・導入
	適用技術研究	・図面・文書に関する基準の適用性検討	・電子化評価基準の研究	
	システム整備	・実証フィールド実験 ・既存システムの連携・再構築	・電子マニュアルの整備 ・プロジェクトDBの構築 ・サービス調達のオンライン化	・統合DB環境の実現
	運用・教育支援	・実験の支援と市販ソフトの検証	・既存資料の電子化支援等	・中小企業への助成措置等
	周知・普及活動	・各種PR活動の実施と他産業との交流	・継続的なPR活動の実施	・継続的なPR活動の実施
普及予見範囲	発注者側	建設省・関係公団	建設省・関係公団・一部の地方公共団体	ほとんどの公共発注機関
	受注者側	実験参加企業（建設コンサルタント・建設会社等）	一部の建設コンサルタント・建設会社等	ほとんどの建設コンサルタント・建設会社・建設関連会社

表-3 実証フィールド実験実施内容 (1996年実施分)<sup>1)</sup>

対象フェーズ	実施内容
①設計・積算	電子メールによる打ち合わせ、文書交換、デジタル写真・スキャナ読み込みデータの交換、設計図面のCADデータによる納品、報告書の電子媒体化、WWWブラウザによる受注者側ホームページ上の図面などの参照
②入札・契約	ホームページの利用による公募情報の揭示、技術資料作成要領の交付、各種書類様式の共有、指名・非指名通知、電子メールによる業者選定手続きのオンライン文書交換
③工事施工	電子メールによる打ち合わせ、文書交換、デジタル写真・スキャナ読み込みデータの交換、工事記録写真の電子媒体化、施工図・完成図のCAD化

て公表されている。

公共事業支援統合情報システム研究会では、建設 CALS/EC の整備の方向性を示すものとして、「建設 CALS/EC 整備基本構想」を策定した(表-1 参照)。ここでは、1996～2010 年を対象期間とし、短期、中期、長期の目標を設定している。また、それぞれの期間において、どのような事柄を実現するかを示した整備目標と、手段、手順を示した個別目標を設定した上で、これらを実現するための具体的な活動内容を示している。短期(1996～1998 年)では、公共事業の一部で CALS/EC を実現するため、実証フィールド実験の開始と電子データ交換の実現を図ることとし、このため実証フィールド実験の実施、技術基準類の電子化、電子調達ルールの確立を個別目標としている。中期(1999～2005 年)では、統合データベースの構築と電子化に対応した制度の確立、長期(2005～2010 年)では、新しい公共事業執行システムの確立を図り、建設 CALS/EC を完成させることを目標としている。さらに、1997 年 6 月には、この構想を早期に実現するために「建設省が自らの事業の中で行うべき行動」を示すアクションプログラムを作成した(表-2 参照)。

## (2) 実証フィールド実験

実証フィールド実験は、建設省において電子情報化システムの検証を行いながら、建設 CALS を段階的かつ具体的に導入するために実施している。1996 年からは、公共事業支援統合情報システム研究会でケーススタディを実施した業務プロセスに関して、実際の現場で、従来の打ち合わせや書類の授受に代わって電子情報により業務を実施し、電子化の影響度や課題を把握することを目的として、実証フィールド実験を実施している。対象とする業務は、① 設計・積算のプロセス、② 入札・契約のプロセス、③ 工事施工中の官民の情報交換とし、建設省地方建設局および工事事務所、コンサルタント、建設業者が共同で実施した。この中には、全ての工事(業務委託)を対象に取り組んで、工事会社 27 社(29 件)、コンサルタント等 30 社(35 件)が参加した関東地方建設局首都国道工事事務所のような先進的な例も見られる。ここで使用する要素技術は、本来は CALS 標準を用いて実施すべきであるが、当面は広く普及しているワープロ、CAD ソフトや既存のネットワークを使用することとしている。

1996 年に実施した主な実証フィールド実験内容を表-3 に示す。実証フィールド実験の結果、文字化けや技術的知識の不足によるトラブルが多く発生した。また、業



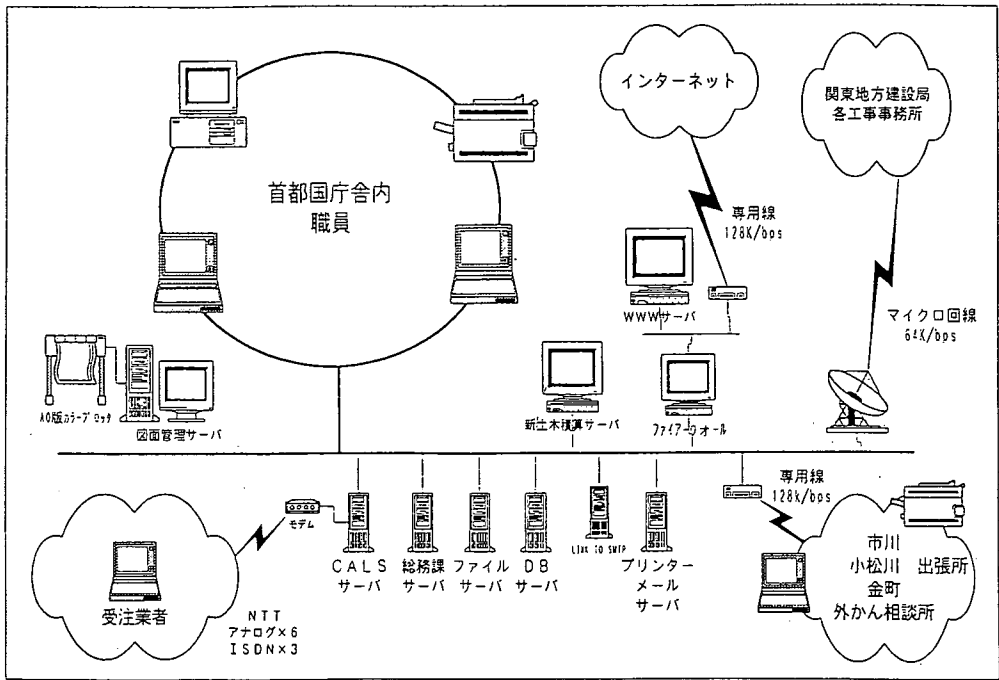


図-4 首都国道情報通信システム<sup>3)</sup>

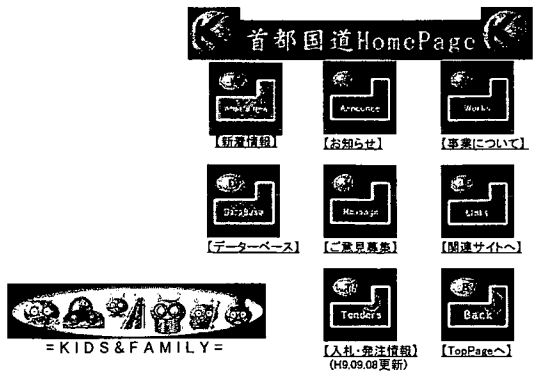


図-3 首都国道ホームページ<sup>3)</sup>

パソコン通信でのやり取り、幹部職員のスケジュール管理、各種情報の共有化などを積極的に進め、ホームページでは国内外に向けて首都国道の事業に関する情報、建設行政に係る情報、発注予定工事や入札結果の情報などを発信し、外部からも情報収集などを行っている。また、1996年には、イントラネットの活用を進め、各課がホームページを持ち、電子所内報の発行、幹部の月例会資料、会議室や配車の予約管理のペーパーレス化・オンライン化、各課から所内への情報発信などを行っている。

1996年からは直轄事業において始まった建設 CALS/EC 実証フィールド実験に積極的に取り組むとともに、最新の地理情報システム (GIS、電子化された地図) を取り込み、計画調査から環境アセスメント、設計、用地取得管理、工事発注、施工管理、維持管理までの一連の作業プロセスを連続的・一元的に電子管理できる「GISを基盤とした道路 CALS の実証実験」に地域高規格道路の一つである「北千葉道路」を具体のモデル事業として位置づけ取り組んでいる。

### 3. 建設 CALS/EC 実現に向けた標準化・共有化の取り組み

建設省では、1996～1999年の間、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」(以下、総プロと称する)において、建設事業に CALS/EC を導入するための技術的研究に取り組

務プロセスの改善の観点からは、FAX での資料送付や電話連絡が不要となる反面、電子化の知識・技術の習得、電子化にかかる作業が新たに必要となっている。さらに、電子決済の導入と関連する法制度の見直しの必要性が確認されている。

### (3) 建設省における先進的な取り組み<sup>3)</sup>

首都国道工事事務所では、1995年に3出張所と外かん相談所を含めた事務所内 LAN を構築するとともに職員全員にノートパソコンを配備し、1995年10月にはインターネット上に首都国道ホームページ (図-3、<http://www.skk.moc.go.jp>) を開設するなど情報通信システムの整備を進めてきている (図-4 参照)。

このシステムを活用して、電子メールでの所内の連絡・打ち合わせ、外部とのインターネット電子メールや

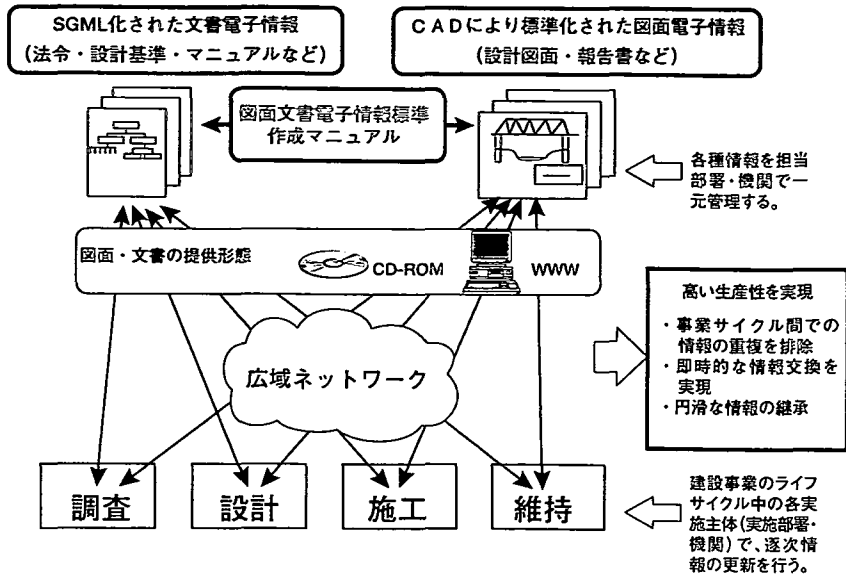


図-5 図面文書の標準化研究の達成イメージ<sup>5)</sup>

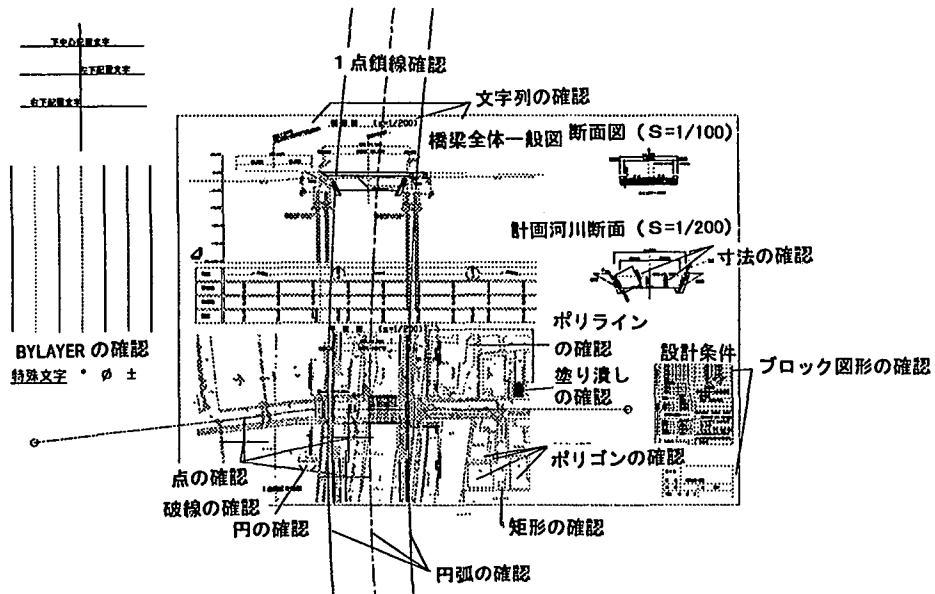


図-6 実験図面<sup>5)</sup>

んでおり、このうち土木分野において建設省土木研究所、(財)日本建設情報総合センター及び民間会社24社からなる官民共同研究を実施している。ここでは、土木分野における図面文書の標準化と調査設計積算段階の情報連携への取り組みを紹介する。

### (1) 図面文書の標準化<sup>5)</sup>

建設 CALS/EC の実現には情報の交換のために、情報の標準化が必須の要件となる。構造物の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

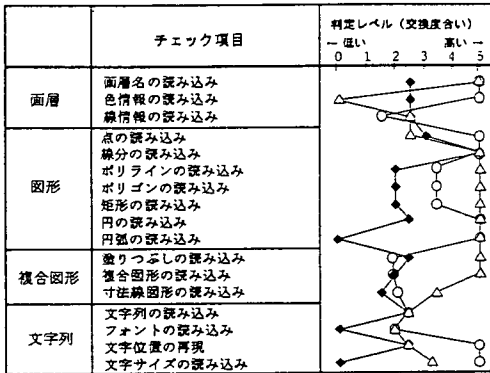
化されていなければならない。

図面に関しては、ISO規格である製品モデルデータ STEP が多くの産業で本格的に検討され導入が試みられつつあるため、土木分野も長期的には STEP に移行していくものと考えられる。しかし、土木分野の STEP の策定・移行までには数年から十数年程度かかることが予想されるため、それまでは図面情報を現在の標準的な CAD 技術によってデジタルのまま修正加工しながら伝達を可能にすることが求められている。

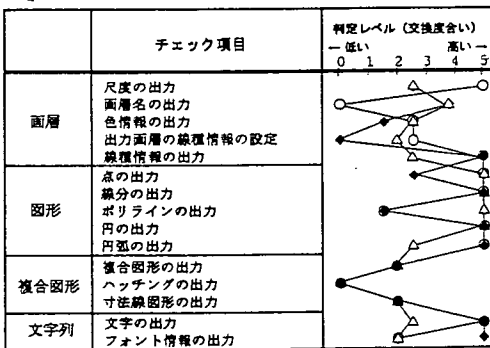
文書については、CALS 標準である SGML の適用を前提とした文書の標準化の方向に進むものと考えられ

表-4 標準化対象文書の整理例

業務段階	特性		業務特性										情報特性											
			参照・引用		検索		更新		発生の頻度		共用範囲		長期保存		定型性・構造化		レバブルの自由度		テキストの比率		図面の属性	保存形態		
			多	少	多	少	多	少	多	少	広	狭	長	短	高	低	普通	選択	置換	多	少	有	無	電子
公示・発注	資格申請公示	発注者	○				○		○	○														
	資格申請書	受注者					○		○															
	有資格者名簿	発注者	○		○		○		○	○												○	○	
	資格認定通知書	発注者	○		○		○		○	○												○	○	
入札・契約	発注公示	発注者	○				○		○															
	技術資料作成要領	発注者					○		○															
	施工要領	受注者	○		○		○		○															
	予定技術者	受注者		○	○		○		○															
	作業計画書	受注者			○		○		○													○	○	
	質疑応答書	発注者/受注者	○		○		○		○															
	指名通知書	発注者	○		○		○		○															
	共通仕様書	発注者	○				○		○															
	特記仕様書	発注者	○				○		○															
	契約書	発注者	○		○		○		○															
設計・施工	契約約款	発注者	○		○		○		○															
	着工届	受注者		○			○		○															
	現場代理人届	受注者		○			○		○															
	管理技術者届	受注者		○			○		○															
	許認可申請書	受注者	○				○		○															
	総工計画書	受注者	○		○		○		○															
	打合記録	受注者			○		○		○															
	施工管理書類	受注者			○		○		○															
	竣工図書	受注者			○		○		○															
	検査報い	受注者			○		○		○															
	検査承認書	発注者			○		○		○															
	管理	工事竣工届	発注者			○		○		○														
管理台帳		発注者	○		○		○		○															
	管理記録	発注者	○		○		○		○															



【DXFデータの読み込み (AutoCAD→他CAD)】



【DXFデータの出力・読み込み (他CAD→AutoCAD)】

図-7 図面データ交換実験結果

る。これには、発注者と受注者が交換する書類の種類や様式を標準化することが必要となる。図面文書の標準化研究の達成イメージを図-5に示す。

a) CAD図面の標準化への試み

総プロでの研究では、現状技術によって土木図面を作成・交換・管理・検索するために図面のデータ構造と様式を標準化することを目的としている。1996年は、DXF (Drawing Interchange File) 形式を介したCADデータ交換実験を行った。交換実験に用いた図面データを図-6に示す。図面には、橋梁下部工の設計図に座標値や特殊文字、様々な線種を加えている。実験では、土木分野で多く用いられているCAD上で作成した図面データをDXF形式を介して別の各種CADソフトに取り込んで修正した後、再びDXF形式を介してもとのCADに取り込み、各段階で図-7に示す項目の確認を行った。

3種類の市販のCADソフトウェアで試みた結果から、DXF形式は狭い範囲における単純なデータ交換やある程度の性能を備えたCADソフトウェアではデータ交換が可能であることが分かった。今後は、DXFを介した確実なデータ交換の手法を検討するとともに、レイヤーと属性情報の標準化に取り組むことにしている。

b) 文書の標準化への試み

建設事業、特に公共事業で扱われる文書を標準化する場合には、様式を標準化することに加えてその文書が事業の中で果たす役割と項目・内容・構造を明確に規定する必要がある。これまでに発注者と建設コンサルタントおよび施工会社の間で交換される文書を収集し、その文書の作り手と受け手の関係及び文書にある情報に注目して整理した例や、業務に関わる特性 (業務特性) と情報処理の面で考慮すべき特性 (情報特性) に着目して整理した例 (表-4) がある。

また、今後文書のISO規格であるSGML形式に対応

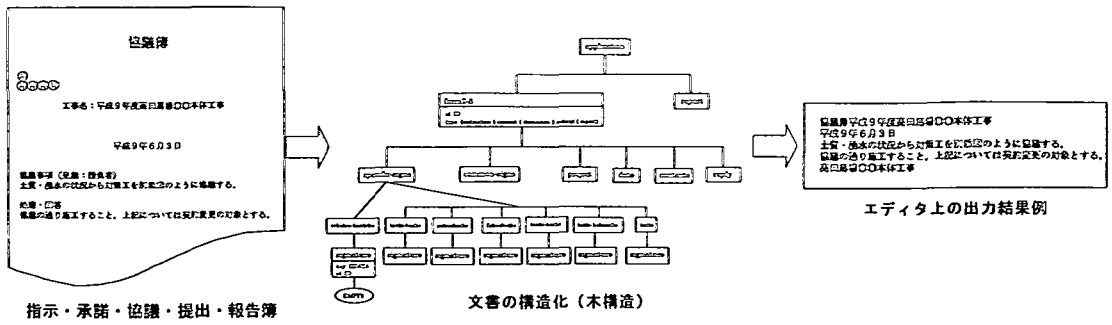


図-8 SGML 文書交換基礎実験結果例

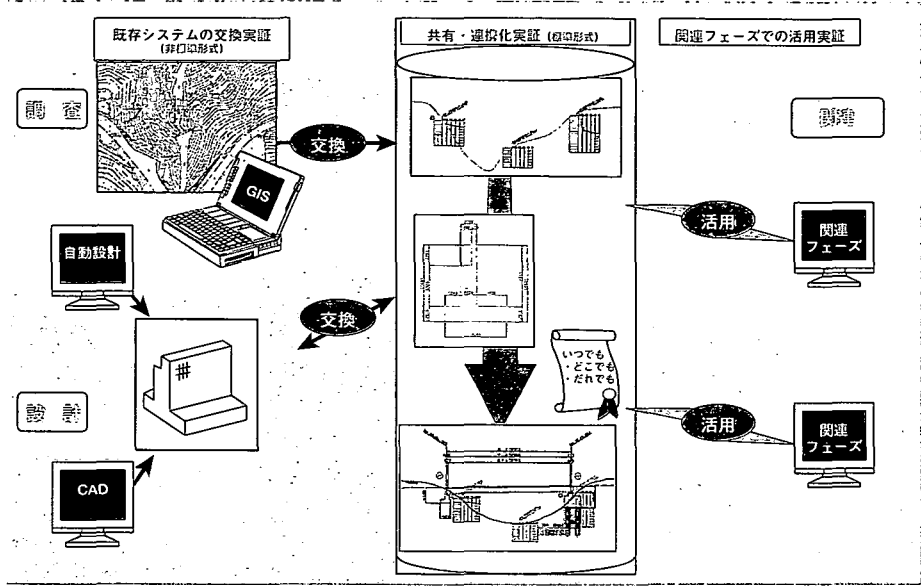


図-10 調査—設計—積算段階の情報活用研究の達成イメージとその効果

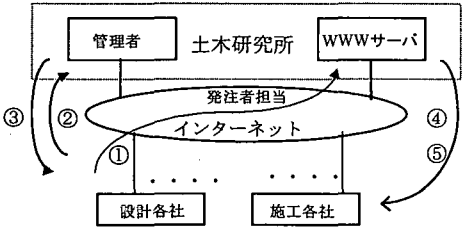


図-9 実験システムの概念図

するため、SGML 文書の交換基礎実験を行っている。この基礎実験では、定型化され構造化が容易な「管理技術者通知書」と「指示・承諾・協議・提出・報告簿」を SGML 化し、異なるソフト間での互換性を調査した。その結果得られた課題として、① SGML ツールの日本語対応化、② 文書構造のディスプレイへの表示、③ 印刷時の体裁定義の確立、④ SGML エディタ上での体裁互換性の確保、が挙げられ、現状では一般ユーザが SGML を意識しないで文書を作成・利用できる仕組みを作る必要があることが分かった。

今後は、建設事業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管理するシステムを実験的に構築することになっている。このシステムは、図面・文書の管理情報(項目)を取り決め、その管理情報を SGML で管理し、インターネットで共有できる構造である。これにより図面・文書の作成や修正、参照はアクセスした人がその場で可能であり、図面、文書の実データはいわゆる一般のワープロ形式や SGML などあらゆる形式が使用できる。管理情報を SGML 化した図面、文書交換実験を 1997 年に実施している。この実験は、図-9 に示すシステムで行なっている。番号のついた線は次の情報の流れを表す。

- ① 文書、図面、管理情報の登録 (WWW ブラウザ)
- ② 登録済み通知依頼
- ③ 登録済み通知
- ④ 文書、図面、管理情報の参照 (SGML ビューア)
- ⑤ 文書、図面、管理情報のダウンロード (WWW ブラウザ)



表-5 システム分析手法

分析手法	内容
① 構造化分析	構造化分析は、データフローに着目した分析手法である。この分析手法として、最も良く知られているのは、T.DeMarco によるもので、1979 年に「構造化分析とシステム仕様」と題した出版物で紹介されたものである。構造化分析の特徴としては、DFD による記述、データフロー(構造化定義のルール化)、データ正規化の概念、データディクショナリの概念があげられる。
② IDEF0	IDEF0 はもとも、米国防務省の発注の際に、複数のメーカーに対し、標準的な仕様で発注を行うために開発した標準化手法である。 現在では、既述の通り ISO 規格への採用の動きが有るほか、STEP の標準化の活動においても標準化範囲及び内容を表現する手段として使用されている。この言語を用いる事によって、複雑なビジネスモデルやシステムにおけるプロセス、関係構造及び情報を正規化する事が可能となる。
③ オブジェクト指向分析	オブジェクト指向分析は、現実世界から得られる「もの」などを手かりにして、業務の構成単位としてのオブジェクトを定義する手段である。オブジェクト指向分析の方法論には、OMT 法、Booch 法、Coad/Yourdon 法などがある。
③-1 OMT 法	OMT 法は、元 GE の Rumbaugh 氏によって開発された分析方法論である。この方法論は、オブジェクトモデル、動的モデル、機能モデルの 3 モデルから構成される。
③-2 Booch 法	Booch 法は、Booch 氏によって開発された分析方法論である。Booch 法は、この 10 年ほどの間に、徐々に進捗してきている。この方法論は、要求分析、ドメイン分析から構成される。
③-3 Coad/Yourdon 法	Coad/Yourdon 法は、多少の表記の違いはあるが、OMT 法のオブジェクトモデルのサブセットと考えてよい。この方法は、オブジェクトモデルを五つのレイヤに分けて考える。特にサブジェクトレイヤを導入する事で、複雑な業務を分割して分析する事ができる。
④ データ主導型分析	データ主導型分析は、先にデータの存在を認め、その分析を徹底した後業務の構造を決定する方法論である。この方法論は、古くからファイル指向、データ指向と呼ばれていた概念であり、近年では、既述したオブジェクト指向とも共通するものである。
⑤ CRUD 分析	CRUD(C(Create),R(Read),U(Update),D(Delete))分析は、データに対してどのような処理が各プロセスで行われているかを分析するものである。データを軸として CRUD 分析を行うことにより、重複して利用される事の多いデータを優先して電子化し、情報連携を図るべきであるといった分析が可能となる。

(2) 調査設計積算段階の情報活用

建設事業の上流過程である調査設計積算段階では、情報連携の効果が大きい。ここでの情報活用の達成イメージとその効果は図-10 のように示すことができる。

情報連携・活用の観点から改善すべき事項を抽出するにあたって、現状業務の各種の情報、リソース、処理が複雑に絡み合うことからまず業務の流れを明確にし把握する必要がある。一般的によく用いられる業務解析手法とその特徴を表-5 に示す。

道路事業の調査～設計段階に簡易な構造化分析を用いた場合の例を図-11 に示す。その結果、得られた主な業務プロセスの改善点として、次が挙げられる。

- ① 調査結果のデジタル化によって調査～設計間の情報連携を図る (図-12 参照)。
- ・地形測量→デジタル (DM) 化
- ・地質調査→ボーリングデータのデジタル化
- ・環境調査→衛星画像の活用や GIS によるデジタ

ル図化等

- ② 既往データのデータベース化等による有効活用を図る。
- ③ 既往データの有機的な結合による情報の統合活用を図る。
- ④ 協議や承認等、事業執行に係わる受・発注者間のネットワークを利用したコミュニケーションにより調査業務の効率化を図る。

建設事業の上流側に位置し建設 CALS の導入効果が特に期待される調査～設計段階については、測量データから図面データの連携がもっとも効果的であると考えられる。そこで、土木研究所では交換実験等を通じて以下のような課題の検討を行っていく予定である。

- ① 地形データのデジタル化とその有機的な結合による活用方法の検討
- 例 3次元 DM、ハイブリッド

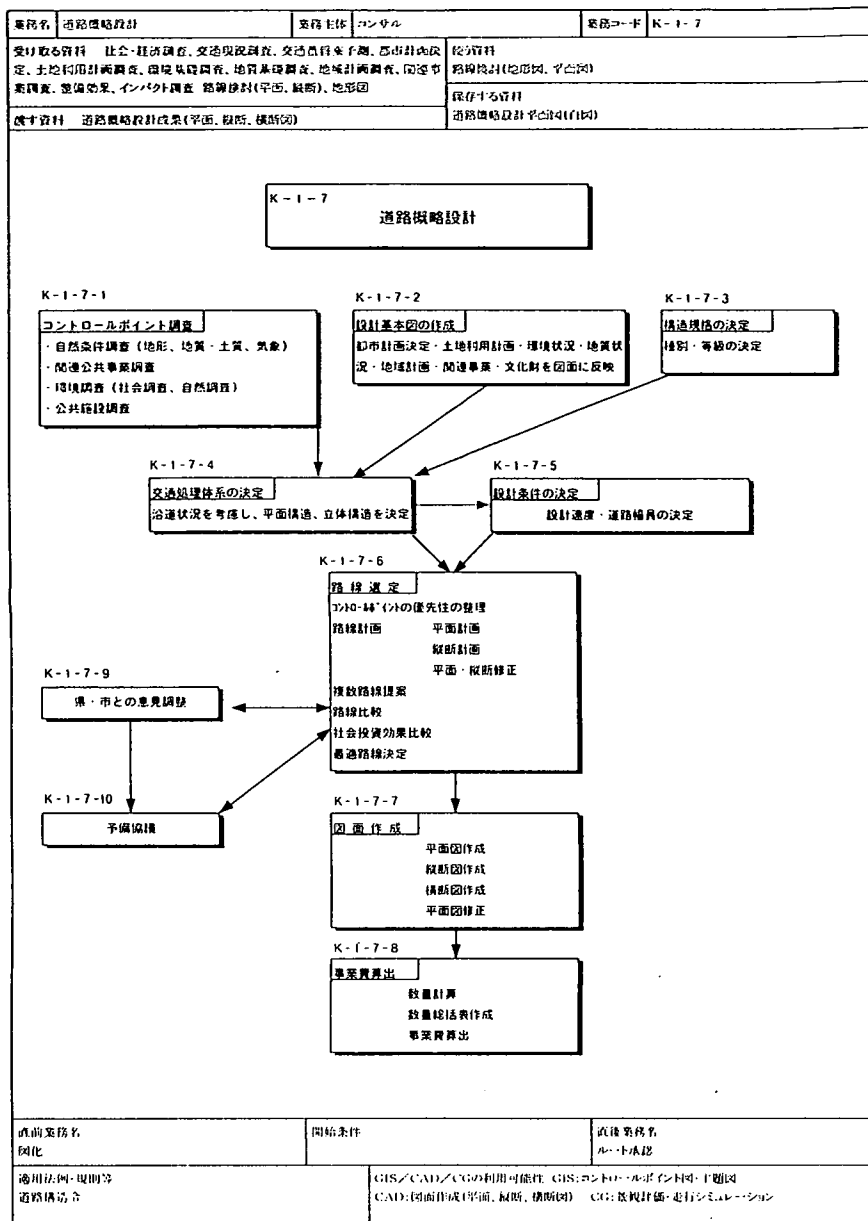


図-11 調査—設計段階の情報活用研究の達成イメージとその効果

- ② 地質データのデジタル化に基づくデータ交換と柱状図作成の可能性検討
- ③ GIS 利用可能性検証の検討
- ④ CAD データ構造の検討
- 例 レイヤー構造
- ⑤ 図面の履歴管理に関する検討
- ⑥ 絶対座標の設定に関する検討

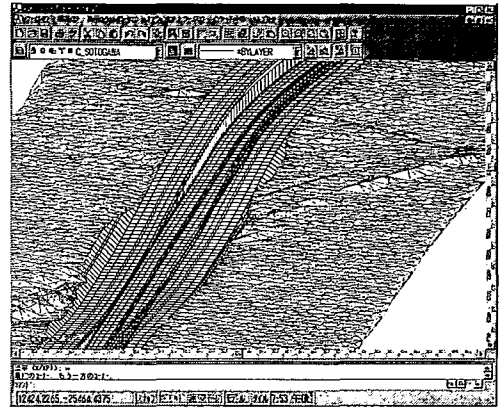
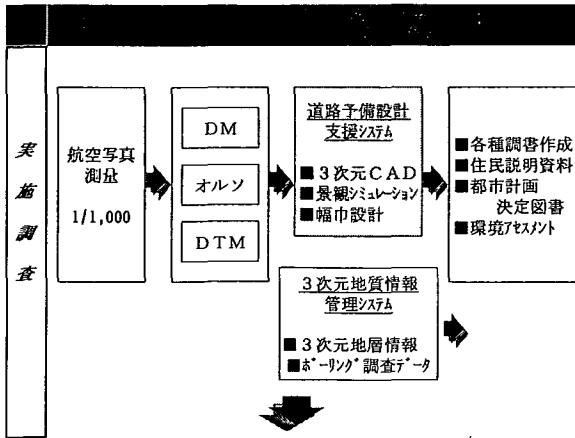
建設事業においては、設計図面をもとに積算を行う段階で大きな労力と時間が必要となっている。標準化され

た CAD データを活用すれば、数量算出や積算作業がある程度自動化される可能性がある (図-13 参照)。

#### 4. 土木 STEP について<sup>6),7)</sup>

##### (1) 土木 STEP の研究の目的

公共事業に CALS の概念を導入して建設 CALS/EC 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も最も重要な



道路予備設計支援システム

図-12 実施調査段階におけるツールの活用例

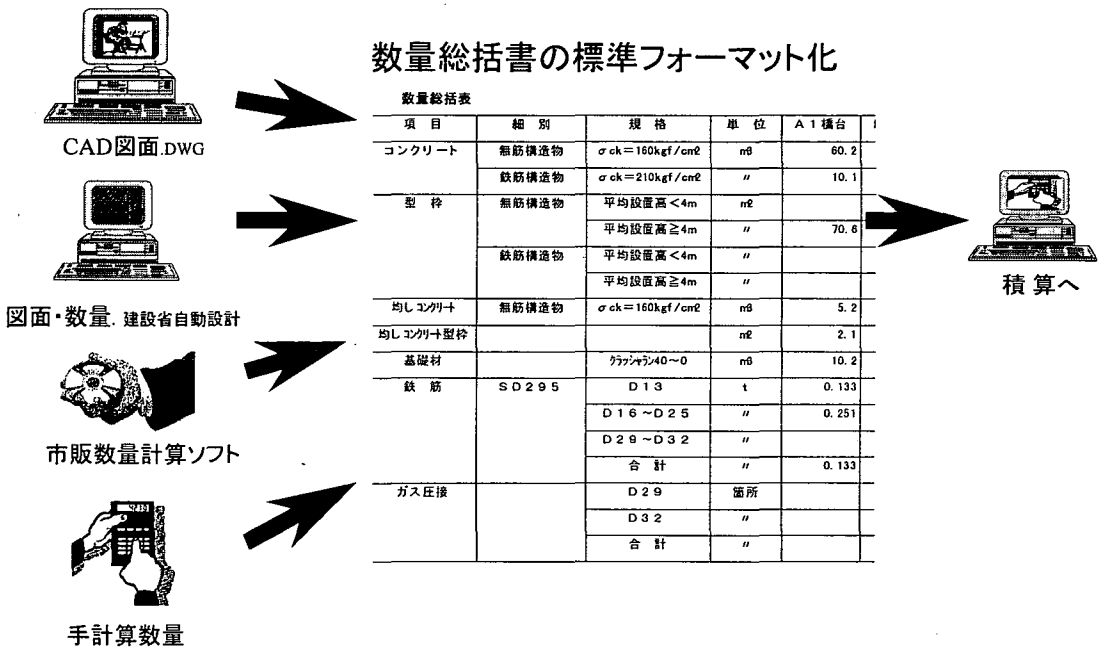


図-13 設計一積算間を連携する数量情報の標準化

位置付けになると考えられる。現在、STEPはISO国際標準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。

STEP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、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。

## (2) 土木分野におけるSTEP基準の開発動向

土木に関連するSTEPの規格化の動きがすでに始まっており、これらの動向については常に注目していく必要がある。ここでは、土木に関連する規格化の動向に

ついて紹介する。

### a) ROAD AP (AP: Application Protocol: アプリケーションプロトコル)

SNRA (スウェーデン国立道路局) では、道路管理業務を支援するシステムの基盤となる道路と関連情報製品モデル (ROAD AP) の構築を実施している。ROAD APは、1996年6月のISO/TC184/SC4 (STEP) グラス会議にて、Ver. 1.0が報告された。また、1997年3月に「Road Product Model/Entity Reference Manual ver. 1.0」が発行され、ROAD APの詳細が明らかになった。現在はスウェーデン国内規格として位置づけられており、IS化については推進国が不足しているために保留状態にある。

## b) CROW Protocol

CROW は、オランダにおける土木工学及び交通工学の調査と基準作りのためのセンターである。CROW Protocol は、道路並びに鉄道の調査、計画、設計段階でのデータ連携をめざしている。その特徴は、道路建設プロセスや EDI メッセージを包含していること、また道路建設のための 3 次元データや測量データの標準化をめざしていることである。CROW Protocol の概要は、ISO/TC184/SC4 (STEP) トロント会議で報告されている。

## c) Road Robot Project

Road Robot Project は、ポルトガルの UNINOVA という研究機関が STEP をベースとした道路舗装機械の自動化をめざしたプロジェクトである。Road Robot Project は、The 13th International Symposium on Automation and Robotics in Construction で発表されている。

## d) IAI における標準化活動

IAI は、オートディスク社の提案で結成された国際組織で、建設関連会社と CAD メーカー等が参加しており、建設情報を共通的に記述するルールや言語を規定した IFC を策定している。IFC は STEP と類似のコンセプトを持っており、単に CAD にとどまらず、解析、見積り、工程計画等のデータを含めてオブジェクト指向での標準化を目指している。建築分野を対象とした R1.0 が 1997 年 3 月に公表されており、さらに対象領域を拡大した R2.0 の検討も始まっている。土木分野については、IAI ドイツ支部で道路、鉄道に関する検討が進められており、日本支部でも検討に着手しようとしている。

## (3) 生産モデル構築の観点からの土木分野の特徴整理

生産モデル構築の観点から土木分野の特性を整理するためには、そもそも「生産モデル」をどのようにとらえるかを明らかにする必要がある。このことから、ここでは、「生産モデル」なるものの概念的な定義づけを行った上で、土木分野の特性を整理することにした。

### a) 土木分野における生産モデルとは

生産モデル構築の一つの目的は、特定の CAD やアプリケーションに依存しない普遍的な土木構造物に対する記述手法を確立することにある。

これは、土木構造物が通常の工業製品と異なり、できあがった構造物の寿命が長期に及ぶことに起因している。特定の CAD やアプリケーションに依存した形で生産モデルを構築してしまうと後々生産途中で制作した電子データは情報技術の革新により、確実に使えないものになってしまう。

別の捉え方をすると生産モデルは土木構造物の調査・計画～設計～施工～維持管理に至るまでのライフサイク

ル全てにわたって利用可能なモデルである必要があり、ライフサイクルの各フェーズで必要となる情報のマネジメントの体系化（標準化）とも言える。

### b) 土木分野の特性

ここでは、生産モデルを構築しようとする観点から、土木分野の特性を抽出する。土木分野の持つ特性が、製造業などの他の分野と明らかに違う点は次のとおりである。

#### ① 生産物のライフサイクルが長期間に及ぶ

土木構造物自身のライフサイクルは極めて長期間に及ぶ。このため、維持管理コストをミニマム化するような生産モデルの考え方を導入する必要がある。

#### ② 自然条件の影響を強く受ける

土木構造物は、その属地性から自然条件の影響を強く受けざるを得ず、生産物の形状や性能を決定するための大きな要素として働くこととなる。このようなことから生産モデルを構築し、製品情報を表現するためには、必然的に自然条件の要素を生産モデルの中に取り込む必要があるといえる。

#### ③ 単独製品として取り扱えない

自動車や航空機等を対象とした通常の製品モデルを異なり、土木構造物は一つの製品として捉えることができない。これは、その完成物が自然環境（主に地上）の中に位置することに起因し、上項でも示したとおり、自然条件や地理的要件等の周辺環境と密接に関係していることが原因であると考えられる。

#### ④ 生産行為がより重要な要素である

土木では「プロジェクト」と「プロダクト」という 2 つの概念があり、プロジェクトの結果としての生産物としてプロダクトが完成するといった考え方を基本としている。すなわち、生産行為そのものが製品の品質・価格を大きく左右する重要な情報であり、生産モデルを構築する上では、生産時における各種管理情報として盛り込むことが有効であると考えられる。

#### ⑤ 運用を考慮する必要がある

先にも示したとおり、土木構造物のライフサイクルは長期に渡る。生産行為の長さもさることながら生産後から破棄までの運用期間は、どの構造物でも大きな時間的ウェイトとコストのウェイトを占めることとなる。生産モデルとしては、構造物を作るまでのプロセスで必要となる情報と完成した構造物を運用するために必要となる情報の双方を取り込む必要がある。

#### ⑥ 適用範囲が広い

土木分野の範疇では、橋梁上部工のように部分的に工場生産可能なものから宅造や浚渫、さらには、土工事などのように構造物としては捉えにくいオブジェクトまで、様々な生産行為をモデルとして取り扱っていく必要がある。

#### ⑦ プロダクトの範囲の特定が難しい

道路の「打ち換え」は部分的に行われるため、どこからどこが、一つのプロダクトになるか決めにくい。また、主プロダクトに対して、プロダクトに付帯する設備（電気設備、制御設備など）が多く、これらの取扱い方法も考慮する必要がある。

#### ⑧ プロダクトの属地性

他産業のプロダクトとの一番の違いは、属地性にある。土木のプロダクトはどの段階であろうと全て特定の場所に構築されるため、属地性を持っている。

#### ⑨ 生産プロセスで情報の精度が不連続に変化する。

道路の設計では使用する地形図、測量図などの情報の精度が設計の各段階で変化する。このためデータが全てライフサイクルで回るとは限らない場面もある。

### (4) 土木図面の特性整理

生産モデルの観点から土木分野の特性を具体的に把握するためには、まず土木分野で取り扱う情報の特性を知る必要がある。そこで、製品情報表現の基本であり、製品モデルの表現媒体の重要な要素の一つとなる図面（土木業界で取り扱う図面）の特性を以下に整理する。

#### a) 図面自体の特性

##### ① 定型化が困難

土木構造物は、地形と連動した構造体系を基本としており、地形・地質によってその形状自体を変える必要がある。このため、図面としても非定型になりやすい。この点は、標準設計が普及しにくい事実からも明らかである。

##### ② 構造性が比較的低い

土木構造物は一部の付帯施設を除き、部材そのものが巨大であり、かつ構造物に含まれる部材総数が比較的小ないため、構造性が低いという特性を有している。

##### ③ 3次元表現が重要となってくる

土木構造物は、基本的に形状が線形により構成されているという特徴を有している。3次元表現の必要性は必ずしも高くなく、自ず2次元表現が主体となる傾向が強い。しかしながら、景観を考慮した設計や住民参加のもとでの計画の推進等の要請があり、従来の2次元表現主体の表現方法から、3次元表現主体へと移行することが予想される。

#### b) 生産プロセスにおける図面のやり取りに関する特性

##### ① 成果図面が後々まで利用される

初期段階（調査、計画、設計）の後期段階（施工、維持管理）での再利用性の頻度は高い。

##### ② 図面の UpDate が多い

土木構造物は一連のプロセスの流れとして製品全体の情報を扱うことが多い。また、製品全体として、一つの

構造物を有しているため、設計変更によって基本形状が変更される場面が多い。

##### ③ 受発注者間での情報共有にとどまる場合が多い

土木分野の業務特性として、情報のやり取りは基本的に受発注者間で行われる。すなわち時間軸における横の関係で情報共有にとどまり、プロセスの視点から捉えた場合、プロジェクトの一連の流れ（縦の関係）で情報を共有するに至っていない。

##### ④ 成果図面のわかりやすさが必要となってくる

従来、土木製品の製造工程の関係者は、常に技術者であり、専門的な知識を有していることから、比較の見栄えを必要としない。したがって、製品情報として図面データを用いる際には、見た目の美しさよりも厳密な情報交換を行うことに重点が置かれる傾向が強い。しかし、先に示したような社会情勢から、一般市民を含む技術者以外によるプロジェクト評価は、今後増加することが予想される。

すなわち、土木構造物の表現方法は、わかりやすさや見栄えを必要とするようになってくると考えられる。

このように、土木分野の AP 開発の際、自動車や航空機等を対象とした通常の製品モデルとは異なり、以下のような土木分野固有の特性を考慮しなければならない。

- ・土木構造物自信のライフサイクルが極めて長期間に及ぶ。
- ・土木構造物は、その属地性から自然条件の影響を強く受ける。
- ・土木構造物は一つの製品として捉えることができない。
- ・土木構造物の建設においては、生産行為そのものが製品の品質、価格を大きく左右する重要な情報である。

従って、土木分野の AP 開発を行う際には、

- ① 維持管理コストをミニマム化するような生産モデルの考え方を導入する必要がある。
- ② 生産モデルとしては、構造物を作るまでのプロセスで必要な情報と、完成した構造物を運用するために必要となる情報の双方を取り込む必要がある。
- ③ 生産モデルを構築して製品情報を表現するためには、必然的に自然条件の要素を生産モデルの中に取り込む必要がある。
- ④ 生産モデルを構築する上で、周辺環境を表現する手段が重要な要素と考えられる。
- ⑤ 生産モデルを構築する上では、生産時における各種管理情報を製品情報として盛り込むことが有効であると考えられる。

等の、生産モデル構築時における特殊性を考慮した上で、AP 開発の対象構造物や対象域の選定を行う必要が

ある。実際、先行して AP 開発を行っているスウェーデンの「ROAD-AP」でも、道路の製作（施工）ではなく、道路ネットワークと道路構造物の情報モデル構築という、維持管理や運営管理に重きをおいたものとなっている。

#### (5) 生産モデル構築によって期待される効果

生産モデルは土木分野においても多くの利益をもたらすことになると考えられる。一般的な製品の製造プロセスと比較して、土木分野でより有効に機能すると予想される効果を以下に整理する。

##### a) データ共有

生産モデルは発注者、受注者、資機材供給業者間での直接的な共同作業を可能にする。(ex. 図面データ、基礎調査データ等)

また、プロジェクト全体の作業は、全ての生産定義データ (the product definition data) を含む統合データベースから行うことができるようになる。

##### b) データ保管方式の実現

土木プロジェクトは非常に長期間のライフサイクルを保持しており、製品によっては、半永久的に補修—管理を繰り返すものも存在する。

生産モデルの構築によって、半永久的なデータの利用が可能となる環境を整理することが可能となる。

##### c) 土木プロジェクトの開発コストの縮減と品質の向上

生産モデルを用いたデータ交換・共有を行うことで、以下のような効果が期待され、ひいては開発コストの縮減と品質の向上につながると予想される。

- ・良質なデータのストック
- ・経験の集積
- ・データ再入力のためのコストの縮減
- ・人為的ミスによる品質問題の回避

#### (6) 土木 STEP の研究内容

総プロにおいては、

- ① 海外における土木 STEP のデータモデルの我が国への適用性に関する研究
- ② 新規モデルとしての橋梁を対象としたデータモデルに関する研究

の 2 テーマで進めることにしている。海外における土木 STEP の適用性の研究ではスウェーデンの国立道路局が進めている道路 AP について調査を実施する。道路 AP は、土木分野の STEP 開発を進めている主なプロジェクトであり、道路の維持管理を対象としたものである。すでに IS 化を進める動きがあるため国際標準化作業において、我が国の意見を反映させるためには、現段階で分析し、適用性を検討した上で、日本独自のモデルを築いておくことが必要である。

道路橋梁を対象としたデータモデリングでは、既存のストック情報を極力有効活用することを前提にモデリング作業を行い、それに基づき STEP に準拠したシステム構築を行い、実証実験・評価まで行う。

具体的な対象を絞り込むにあたっては、比較的構造的・汎用性が高く、モデリングが容易と考えられ、しかも維持管理のウェイトの高い道路橋梁を選定することとした。

本研究では、道路橋梁を対象とした今後 AP に必要となるモデル・ドキュメント類の開発を行っていく予定である。

本研究では当面、モデル作成に主眼を置き ARM (製品データを定義するデータモデル) までを開発対象とし、関連 AP の制定状況や国内の体制に合わせて順次開発対象を広げていく予定である。

#### 5. おわりに

ここでは、建設 CALS/EC を主体とした電子情報化、情報統合化の最近の動向を述べてみた。土木分野においては、いまだ一握りのコンサルタント業あるいは建設業のみではあるが、具体的な CALS/EC の体制を整備し、間違いなく到来する電子情報化・統合化に向けた先駆的な取り組みを実際の事業の中で展開している。また、建設省の一部の工事事務所においても具体的な事業の中で実証している。建設 CALS/EC がもたらすメリットは、公共事業に関連する発注者、受注者さらには資材のサプライヤー等全ての参加者が享受すべきである。また、官庁・各企業においてはリストラの切り札として活用が期待されている。

1995 年の建設 CALS/EC に関する米国調査では、電子情報化・統合化のアプローチとして当面の間は絶対的な標準を特に気にせず、土木技術者が本来の高度な判断をするための環境づくりの観点が重要であるとの経験談をヒアリングしてきた。最近ようやく、官民共同研究を進めている中で、公共事業の計画・調査・設計・施工・維持管理の様々なフェーズにおいて建設 CALS/EC の作り出す新しい環境のイメージがおぼろげながら見えてきた。そのイメージは透明感・公平感を高めるものの、現状の体制・仕組みを大きく変えるものでもある。

また、本編で折りに触れて述べたように、研究レベルでは国際標準化への対応を常に意識しておく必要がある。土木分野においても CAD, STEP 等で国際的な標準化を視野に入れた組織作りや、ISO へのアプローチが盛んになりつつある。これらの動向に取り残されないためにも、我が国が国際的に貢献できる成果をいち早く発信したいと考えている。

また、建設 CALS/EC は要素技術、標準化基準等の整

備が大切である一方、最後はそれを生かす技術者の育成が重要である。その意味で、早くから建設 CALS/EC に関する技術の取得とトレーニングを展開した企業、組織が将来的にそのメリットを最大限に享受できるものと考えられる。昨年、米国で開催された CALS International において、先駆的に CALS/EC を推進してきた米国国防省の高官が、すでに技術開発が 2～3 巡目に入り技術的水準はかなり高いレベルに到達したが、この技術を効果的に普及させるためにも教育とトレーニングの広がりが今後の最大の課題であると強調していたことを今実感として感じている。

ここで紹介した内容は建設省土木研究所、(財)建設情報総合センター (JACIC)、民間企業 24 社から構成される官民共同研究の中間的な成果の一部である。また、土木 STEP に関しては(財)国土技術開発技術研究センター内に設けた委員会において、寺井達夫千葉工大助教授をはじめ多くの専門委員の方々から頂いた意見を整理したものの一部である。ここに、関係各位に対し謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 平出純一：建設 CALS/EC の構築に向けて、JACIC 情報第 44 号, 1996. 10.
- 2) 塚田幸広, 吉田正, 阿部徹, 青山憲明, 光橋尚司：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, CALS Japan '96, 1996. 11.
- 3) 藤森祥弘：首都国道における建設 CALS への取り組み, JACIC 情報第 44 号, 1996. 10.
- 4) 磯部猛也, 坂口修司, 山田敬三：建設現場の生産性向上に寄与する情報化に関する研究, 第 14 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, 1996. 12.
- 5) 光橋尚司, 川西広師, 福島勝輝, 一條俊之, 宮西洋太郎, 近藤嘉男：CALS の概念による建設事業の図面文書の標準化研究, CALS Expo International 1997 論文集, 1997. 11.
- 6) 塚田幸広, 磯部猛也：土木分野における STEP AP 開発に関する基礎的研究, CALS Expo International 1997 論文集, 1997. 11.
- 7) 青山憲明：公共土木事業における STEP 開発の取り組み, 施工第 380 号, 1997. 6.

(1997.10.9 受付)