

上尾トンネルにおける建設 CALS 実証フィールド実験への取り組み ー施工管理業務を対象としてー

Field experiment on CALS for construction management at the Agario tunneling site

建設省大分工事事務所	中村 稔*
建設省大分工事事務所	桃坂 繁*
建設省大分工事事務所	○春田 義信**
株式会社フジタ	曾我部 松男***
株式会社フジタ	岩田 広己***

By M.Nakamura, S.Momosaka, Y.Haruta, M.Sogabe, and H.Iwata

平成8年度より建設省では建設 CALS の実現に向けて実証フィールド実験を進めている。建設 CALS は、公共工事の全てのライフサイクルにおいて情報の共有・交換・連携を可能にし、効率的な業務を行う仕組みを構築することを目的としている。

本論文では、上尾トンネル上り線新設工事において、施工管理段階に CALS を適用した事例を紹介するとともに、今後の本格的 CALS 導入に向けての課題の抽出を行った。具体的には、①テレビ会議システムとサイトモニタリングを組み合わせた「工事打合せシステム」を用いた協議・打合せ、② Web サーバを用いた施工管理情報の共有などの実験を行った。今回の実験で得られた知見をまとめるとともに、CALS 実施上の問題点や今後の課題に関して述べる。

【キーワード】建設 CALS、テレビ会議システム、施工管理、情報の共有化

1. はじめに

建設 CALS (公共事業支援統合情報システム) の整備基本構想の第1段階である実証実験が、設計・積算プロセス、入札・契約プロセス、工事施工中の情報交換などを対象に96年度より行われている。実証フィールド実験は、特定現場を抽出し、業務の部分的なCALS化を試み、期待できる効果と問題点を調べ、本格的CALS導入の検討資料を得ることを目指すものである。

九州地方建設局としても数件の工事事務所で実証フィールド実験へ取り組むこととなり、大分工事事務所でも「大分10号上尾トンネル上り線新設工事」(以下：上尾トンネル)が地建主催のフィールド実験として施工されることとなった。

当工事は、フジタ・さとう特定建設工事共同企業体で受注した後の実証フィールド実験の導入であり、発

注者・受注者間で行われる情報のやり取りに絞って上尾トンネルで試行する実験業務の内容を検討・実施することで、今後の建設 CALS 実現のための課題を抽出することを目的とする。

2. 実証フィールド実験の目的

上尾トンネルへの建設 CALS の適用を通じて、対象業務の省力化・効率化の検証を行うとともに、建設 CALS 実証フィールド実験 (以下：CALS 実証実験) の結果を検証する。今回の CALS 実証実験の対象業務を、以下に示す。

①発注者(監督官)と受注者間の施工管理情報の電子化と交換業務

②工事実績情報の電子化

書類データの作成については全て電子化を行い、管理書類のデータを相互に送信し、情報交換を行う。また、工事実績情報を電子化し、発注者、受注者間で情報の共有を行う。

* 大分工事事務所 0975-44-4167

** 大分工事事務所大分監督官詰所 0975-46-4721

*** 九州支店上尾トンネル作業所 0975-95-1300

3. 実証フィールド実験の概要

今回の CALS 実証実験では、以下の3種類の実験を行った。以下にその概要を示す。

a) 工事打合せシステムを用いた打合せ(CALS試行①)

現場状況をリアルタイムに確認することが出来る「サイトモニタリングシステム」とマルチメディアを通じて情報交換の出来る「テレビ会議システム」を結合させた工事打合せシステムを用いることによって協議・打合せを行う。

①電子メールを用いた文書データの交換

②テレビ会議システムを用いた打合せ

③電子印鑑を用いた承認

b) Webサーバを用いた情報共有(CALS試行②)

Webサーバ上にCALS実証実験のホームページを作成し、工事打合せの結果や計測の結果、出来高状況を掲載し、テレビ会議システムが導入されていない工事事務所からも現場の進捗状況、CALS実証実験の内容を確認することが出来る。

①工事打合せ結果閲覧

②計測結果報告

③出来高状況確認

c) 成果品の電子媒体による納品(CALS試行③)

工事写真をCD-ROM化し、管理スペースの削減、検索作業のスピードアップを図り、その結果をフォトCDにより納品する。またCALSによる打合せの結果をMO(光磁気ディスク)により納品する。

①フォトCDによる工事写真管理

②MOによる成果品の納入

使用機器・ソフトウェアは一般的にネットワークパソコンレベルで使用されている技術(市販されているソフト)を利用するもの

として表-1、2 に使用機器とソフトの一覧を示す。

表-1 使用機器一覧例(テレビ会議で使用する場合)

項目	仕様	適用
パソコン	Pentium166MHz メモリ 64MB	
プリンタ	インクジェット式 A3 カラープリンタ	
スキャナ	A4 (解像度 600dpi)	
デジタルカメラ	38 万画素	
タブレット	ペン入力用	

表-2 使用ソフト一覧

項目	ソフト名	適用
OS	Windows95	
電子メール	Microsoft Exchange	
TV会議システム	フェニックス Live Ware100	監督官詰所 請負業者詰所
ワープロ	Microsoft Word95 一太郎 Ver. 8	
表計算	Microsoft Excel95	
CAD	図脳 WinCAD NT	
画像ソフト	Picture Publisher	
電子印鑑システム	パソコン決裁 Ver. 3	
ホームページ作成	Microsoft FrontPage97	
電子配信	Adobe Acrobat 3.0J	

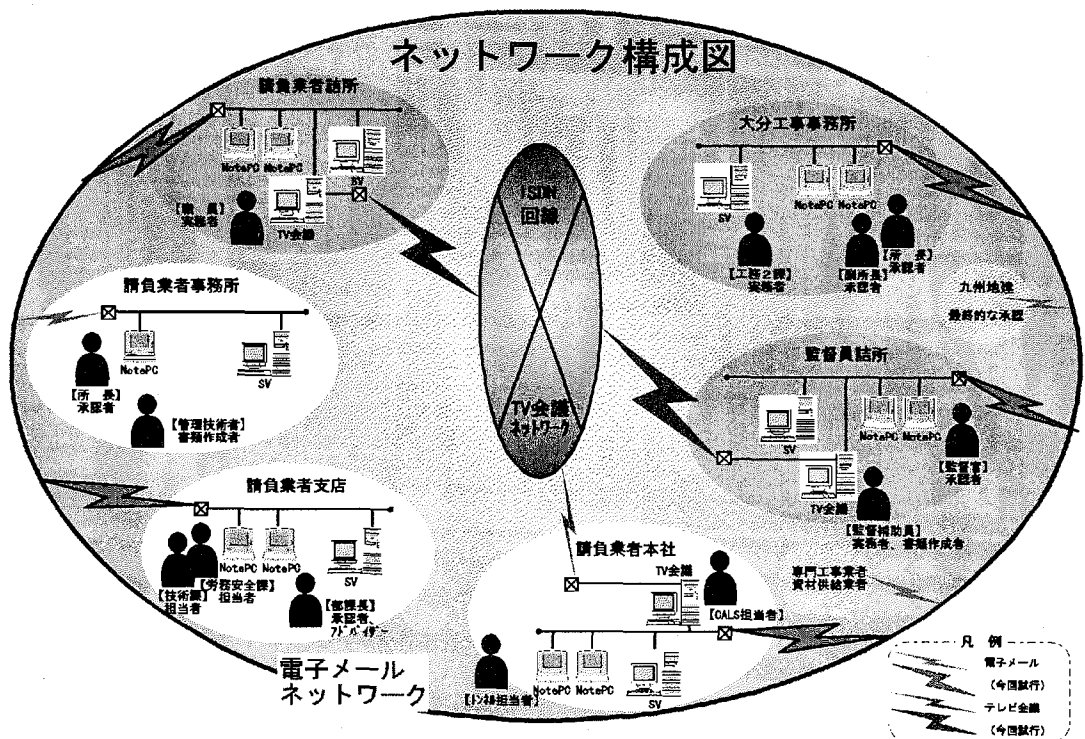


図-1 ネットワーク構成図

各事務所内のネットワーク構成は、担当職員にほぼ一人1台のパソコンを配備し、ピア・ツー・ピアのLAN (Local Area Network) を構築している。テレビ会議システムについては、監督官詰所と請負業者詰所を NTT の ISDN 回線 (INS64) により接続し、システムに付随しているホワイトボードを併用して工事

打合せを行う。また、電子メールにはインターネットメールを使用し、担当者ごとにメールアドレスを設定している。書類の保管、閲覧には Web サーバーにホームページを作成し、CALS 文書や進捗状況、計測管理情報の掲示を行っている (図-1 参照)。

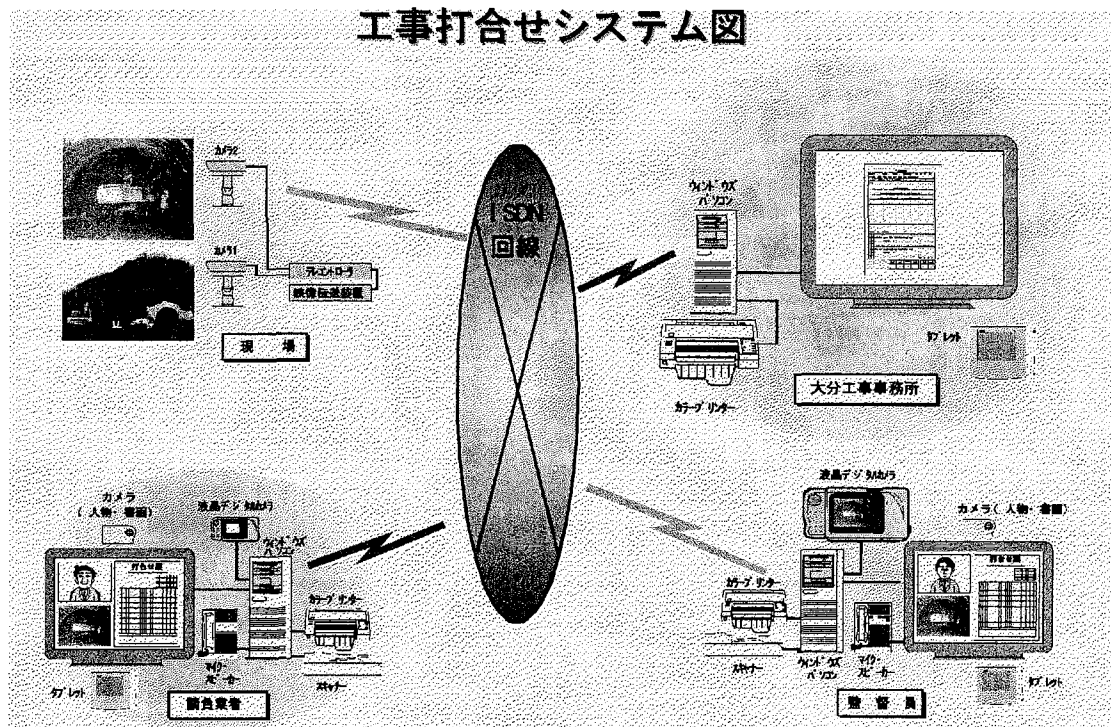


図-2 工事打合せシステム図

4. 工事打合せシステムを用いた協議・打合せ

(1) システムの概要

工事の協議・打合せには、マルチメディアを通じて情報交換のできる「テレビ会議システム」と、「電子メール」による文書データの交換を組み合わせた「工事打合せシステム」を導入した。図-2 に工事打合せシステムのイメージ図を示す。テレビ会議システムに付随しているホワイトボード (電子掲示板) に打合せ書類を掲示し、相互に文書を確認しあい、必要に応じて文書に書き込み等を行うことによって打合せを行う。また、現場に導入されている「サイトモニタリング」の画像は、テレビ会議システムを通じて現場状況を把握することも可能となる (図-3 参照)。テレビ会議終了後、合意の出来た工事打合せ書類を電子メールを用いて送信する。これにより電子メールのみで行われる打合せに比べて、合意形成に要する時間とメールのやりとりによるロスが大幅に軽減された。



図-3 テレビ会議実施状況

(2) 書類のワークフロー

工事打合せシステムを用いた場合の提出書類ワークフローを図-4 に示す。工事打合せシステムでは、請負業者が打合せ資料を作成後、必要に応じてテレビ会議を行い、協議・打合せを行い、その結果を電子メ

ールに添付して、監督員のもとに送信する。

監督官詰所においては、監督員がメールを受信し、承認を行う。その後、主任監督員へメールを転送し、承認を依頼する。このように、監督官詰所内の承認処理も、全て電子メールを用いて行われている。これは、責任の所在を明確にするとともに主任監督員と監督員との連絡ミスを防ぐことにも役立っている。

また、請負業者担当者と監督員とのやりとりの経

緯をメール上に記録しておくことにより、どのような打合せが行われたのかを監督官が把握することも可能となる。主任監督員は、工事事務所の承認が必要な書類に関しては、工事事務所へメールを送信する。そうでない書類に関しては、承認後、請負業者へメールを返送するとともに、打合簿フォルダに書類を格納する。

(3) 実施項目

CALS 実証実験で実施する主な項目としては、施工

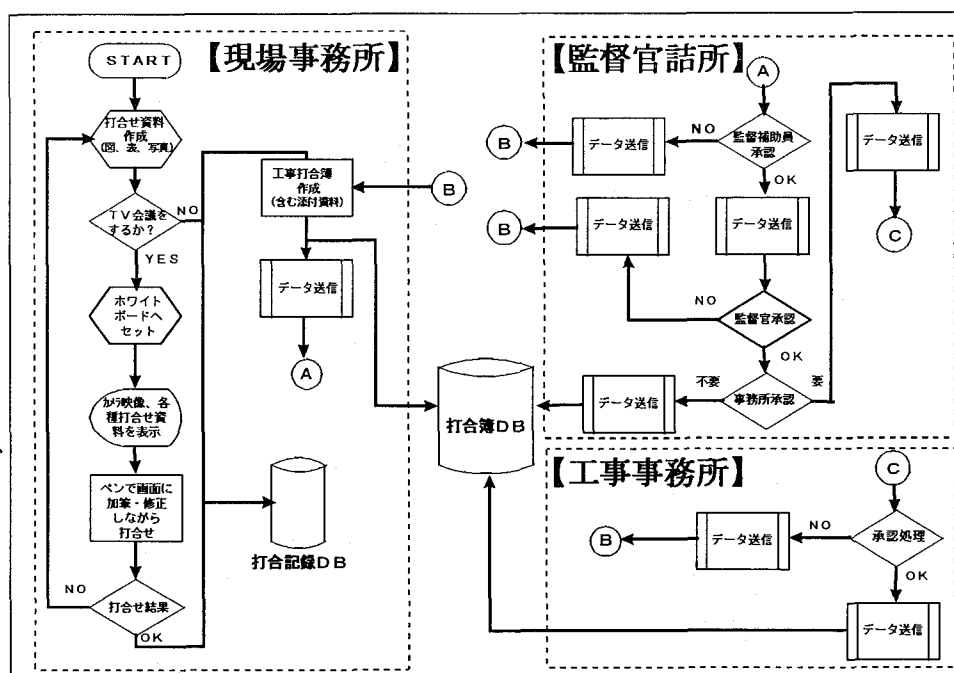


図-4 文書ワークフロー図

管理業務における工事打合せと指示事項の通知、工事実績（計測データ・工事写真等）の提出が挙げられる。これらの対象となる書類を表-3 の管理資料の一覧に示す。なお、CALS 実証実験を実施する上で従来の業務プロセスは原則として行わない。ただし、実際の運用にあたり、工事施工中の情報交換の中で設計図書に関するものや、ネットワーク化されていない専門業者・資材供給業者の情報については今回の実証実験の適用範囲外とした。

表-3 建設 CALS 実施項目の管理資料一覧

項目	細目	内容	頻度	従来方式	CALS 試行①	CALS 試行②	CALS 試行③	備考
工事打合せ	指示・協議	管理業務における工事	随時	△	△	△	△	添付資料の一部持参
	通知・承諾・提出・報告・届出・その他	打合せ・報告等	〃	△	○	○	○	〃
工程管理	実施工程表	フォローアップ時に必要	〃		○	○	○	
出来高管理	工事月報	毎月の監督官詰所への提出書類	月1回		○	○	○	
	工事履行報告書		〃		○	○	○	
立会・確認	段階確認書	管理業務における	随時		○	○	○	
	現地調査・立会願	検査・確認	〃		○	○	○	
	材料確認書		〃		○	○	○	
観察・計測管理	計測A・動態観測・その他の計測	観測・計測業務の報告	〃			○		
	坑内観察記録簿		〃			○		
進捗管理	工事進捗状況	工事進捗状況の説明	〃			○		
工事写真		検査時の提出書類	検査時				○	
安全管理	安全衛生教育・安全訓練	安全管理書類の報告	月1回		○	○	○	
	安全衛生協議会綴り		検査時				○	
その他	休日作業届け	休日作業に伴う書類	随時		○	○	○	
	工事経過記録簿	地元との交渉等の記録	検査時			○	○	
	品質記録保存資料	施工管理上の書類	〃			○	○	

※ ○:実施 △:一部実施

下記に範囲外となる項目を示す。

- a) 設計図面の修正・加工 (A1 サイズ・A3 サイズ)
- b) 設計変更における指示図面 (A1 サイズ)
- c) 資材供給業者の試験成績表・カタログ

d) 専門業者の解析資料・解析データ

e) その他、証拠能力を要求される書類

上記のような今回の実験の対象範囲外となる書類については、従来方式との併用とした。

(4) 文書データの承認

今回の CALS 実証実験で用いられる文書は全て、あらかじめ届けられた電子印鑑を用いて承認を行うこととした。なお、電子印鑑には個別の印鑑IDが登録されており、複製を作成し使用することはできないようになっている。パスワードによりユーザの認証を行っている。

また、押印された承認済みの文書の改ざんを防止するために、最終承認者が押捺後にファイルに保護をかけ、パスワードを設定し請負業者に返送することにより、請負業者側ではその後のファイルに変更を加えることができないようにしている。

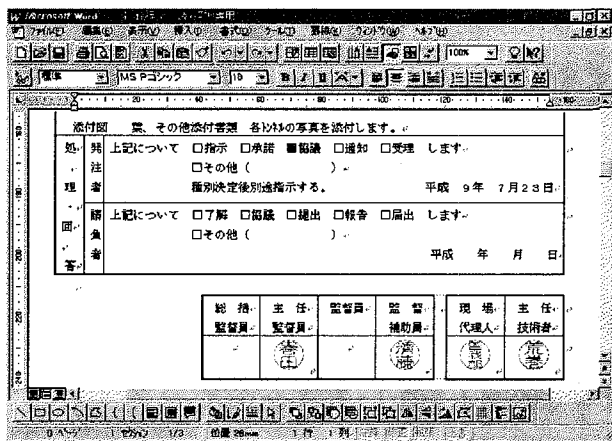


図-5 電子印鑑による承認例

(5) 書類作成上のルール

今回の実証実験では、電子化されていない書類に関してはイメージスキャナで読み込み、ワープロに貼り付けるようにし、写真に関してはデジタルカメラを用いて作成するようにした。その結果、文書データのファイルサイズが肥大化し、電子メールでの送受信に時間を要したり、送ることができないという問題が生じた。そのため、添付ファイルはなるべく 2MB 以下に抑えるようにし、イメージデータに関しては GIF ファイルを、デジタル写真に関しては JPEG ファイルを用いて作成するようにルールを設定した。また、どうしても 2MB を越える書類に関してはファイルを圧縮して送信することも試みた。

5. 情報の管理と共有化

(1) 文書データの管理方法

CALS 実証実験で使用された承認済みの文書データは、監督官詰所と請負業者詰所とのそれぞれの CALS パソコンに図-6 に示すような項目別のフォル

ダを作成し、保存・管理している。各書類には内容と書類提出日がわかるようなファイル名と保存（最終承認者が確認）した日時が記録されている。このように文書データのファイル名に、ある一定のルールを定めることで、文書データの検索を Windows95 のファイル管理ソフト Explorer により簡便に行うことが出来るようにした。しかし、前章でも述べたとおり現段階では、CALS 実証実験の実施項目のなかで書類の提出方法が2通りに分かれるのが現状である。これらについて以下に示すと、

a) カタログ・試験成績表などの添付資料の提出方法と、その後の管理方法。

b) CALS 実証実験の範囲外として提出された書類を併せて管理する方法。

上記のいずれの場合も、CALS 実証実験による管理方式と従来の紙によるファイリングする管理方式との二重作業となるため管理そのものが煩雑になる恐れがある。したがって今回の書類の管理方法は、CALS 実施項目の書類はプリンターで出力することで従来のファイリング方式を継続するとともに、電子化された書類についてはハードディスクにて保管・管理することとした。



図-6 打合せ簿フォルダのツリー構造

(2) Web を用いた情報共有

前述したように、現在書類の管理は、監督官詰所と請負業者詰所での2カ所で行っている。したがって本来の CALS の目的である「情報の一元管理」は実現されていない。そこで、Internet の WWW(World Wide Web)の仕組みを利用して書類をどこからでも閲覧・参照することができるよう、CALS 実証実験のホー

ホームページを作成し文書を掲載することとした(図-7)。こうすることにより、監督官詰所だけでなく工事事務所からも CALS の実証実験の内容を容易に知ることが可能となった。

また、CALS 文書の閲覧だけでなく工事進捗状況や計測データ等の情報も Web を用いて共有化する実験を行った。図-8 に工事進捗状況の表示例を示す。

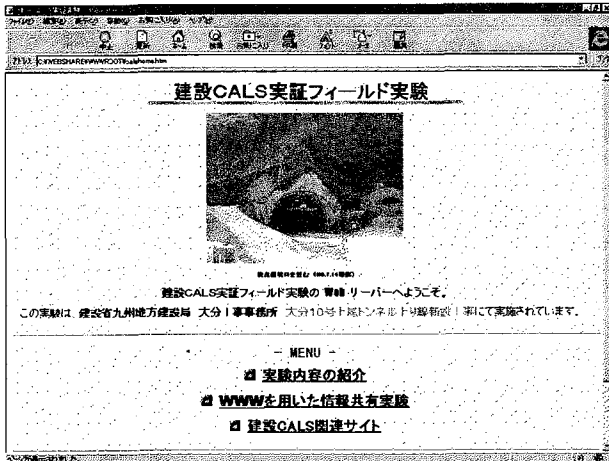


図-7 建設 CALS 実証実験のホームページ

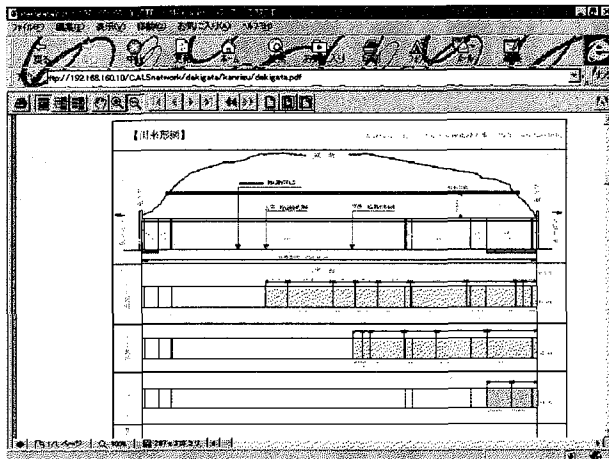


図-8 Web による情報共有(進捗情報)の例

工事進捗状況では、工事出来形管理図や切羽の写真等を掲載しており、現在の掘削状況をタイムリーに知ることが出来る。また、計測管理としてひずみ計測結果や動態観測結果を載せ、計測状況を的確に把握することが出来る。

また、図-9 に今回の実証実験の詳細なネットワーク構成図を示す。図からもわかるように今回の Web による情報共有は Internet を介さずに直接 LAN 間をルータを用いて接続している。現状では、インターネット上で公開するにはセキュリティの面からも問題があるため、工事事務所、監督官詰所、現場詰所の3カ

所からのみ見る事が可能になっている。なお、今回 Web サーバには Windows95 上で簡便に利用できる PWS (Personal Web Server) を利用して構築した。

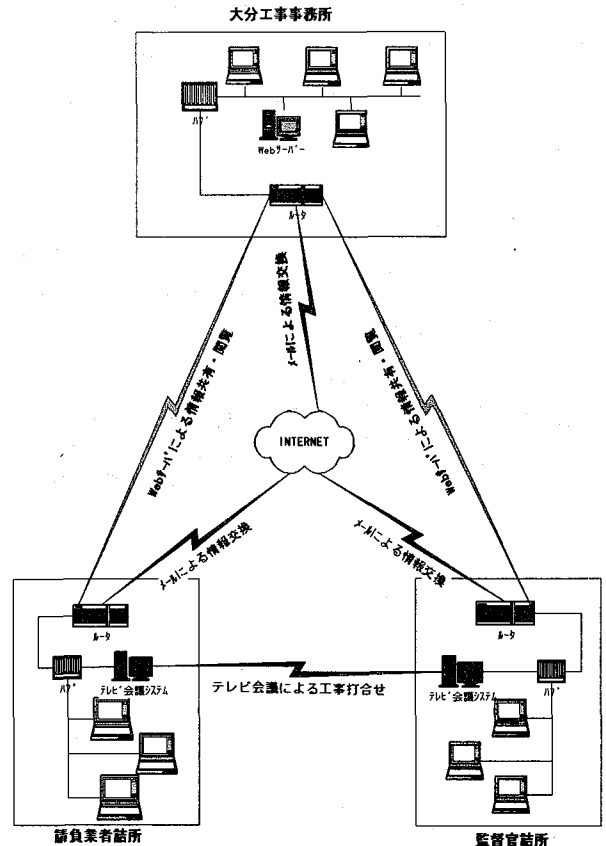


図-9 ネットワーク構成図(詳細)

(3) 文書ファイルの保存方法

上記のような Web サーバでは、文書ファイルは全て PDF ファイルを用いて管理、表示を行った。PDF (Portable Document Format) とは、アドビシステムズ社 (ADOBE Systems Inc.) が開発した汎用性の高いファイルフォーマットである。PDF ファイルは、ワープロや表計算など、どんなアプリケーションからでもプリント操作と同様の容易さで作成することができる。

また、無料で入手可能な Acrobat Reader などの PDF ファイルを再現できるソフトを導入することにより、アプリケーションの違いやプラットフォーム (Windows, Macintosh, UNIX など) の違いに関係なく、オリジナルの体裁を保ったままで、Web ブラウザによりファイルを表示することが可能である(図-10)。

このように作成したアプリケーションに依存しないデータで文書を管理することにより、CALS の目的の一つである「標準化」を試行した。また、PDF フ

ファイルは基本的に編集を行うことが出来ないのも、保管文書としても適している。

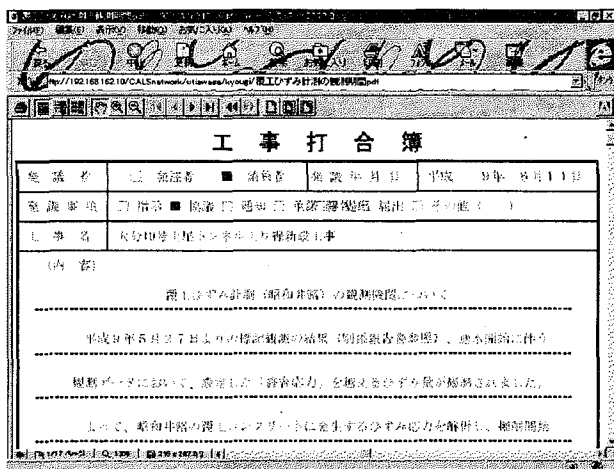


図-10 ブラウザによる PDF ファイル表示例

(4) 工事写真の管理

工事写真に関しては、今回の工事では、フォト CD にて納品することが特記仕様書に明記されている。そのため、現場では「マルチメディア工事写真システム」という写真データベースを用いて工事写真の管理を行っている。このシステムは、フォト CD のデータにインデックスをつけて整理することができ、写真の検索・管理を容易におこなうことができる。

6. 実験の結果と今後の課題

(1) 実験の結果

上尾トンネルにおける CALS 実証フィールド実験は、施工段階での情報交換に電子メールだけでなくテレビ会議システムを用いた工事打合せシステムを適用したことが大きな特徴である。また、Web サーバを用いて文書や進捗状況・計測管理などの施工情報の共有などの新たな取り組みも行った。実験運用中に生じた問題点とそれを克服するために行った工夫を以下に示す。

a) 問題点

- ① 提出書類に、デジタルカメラの映像やスキャナで読み込んだ画像等を貼り付けた場合、ファイルサイズが肥大化し、電子メールにて送信する場合に送信時間を要し、送信出来ないこともあった。
- ② 大量の書類（ファイル）の中から、目的のファイルを効率よく検索すること。
- ③ 提出書類の改ざん防止や電子印鑑のセキュリティを保証すること。

- ④ 提出書類の中に複数のソフトで別々に作成されたデータが混在する場合、その後の書類管理が煩雑になる。
- ⑤ テレビ会議システムに付随しているホワイトボードに打合せ資料を掲示した場合の文字の認識具合があまり良くない。
- ⑥ パソコンやネットワークに関連したトラブルが発生した場合のサポート体制。

b) 実施にあたっての工夫

- ① ファイルサイズを極力小さくするために画像ファイル形式 (GIF, JPEG) を選定した。また、適当なスキャナーの読み取り解像度などを設定した。
- ② ファイルの検索を容易にするためにファイル名称の付け方をルール化。
- ③ 発注者側から受注者側へファイルを返信する際に、発注者側がファイルに保護をかけて改ざんを防止するようにした。
- ④ 複数アプリケーションで作成したファイルを一つの文書にまとまるように指示し、そのための講習会を実施。
- ⑤ テレビ会議で使用する打合せ書類の文字サイズを設定。
- ⑥ 発注者側にシステムの専門技術者を派遣。

(2) 今後の課題

実験結果に基づき、実験対象業務の電子化の本格運用に向けての課題を以下に示す。

a) 業務プロセス及び制度の改善

今回の CALS 実証実験では、現状の業務プロセスをほぼそのまま電子化し、情報交換や共有を行うことを試みた（例：電子印鑑など）。しかし、今後 CALS を進めていくためには、建設 CALS にあわせた形で業務プロセス自体の改善が必要となる。また、発注者内部の決裁処理の電子化や電子書類での検査の実施など制度や慣行の改善も同時に行っていかなければならない。

b) 標準化

現状では、アプリケーションに依存したデータの交換が行われているが、発注者、受注者間のアプリケーションの違いやバージョンの違い等により、様々な問題が生じた。使用するアプリケーションを全ての業者

に対して統一することは事実上困難であると考えられるので、他の業界の動向や電子化の進展に合わせて適当な標準フォーマットによる提出・納品を考慮する必要がある。

c) 建設 CALS の教育と専門技術者の育成

今回の CALS 実証実験では、発注者・受注者側にシステムに精通した技術員がいたこともあり比較的スムーズに実験が行われた。しかし、担当者には、パソコンの教育が必要であり、さらに実験運用中のサポート体制の充実が望まれる。

今後建設 CALS をさらに推進していくためには、発注者・受注者側の両者に、システムの運用やネットワークに精通した、技術員の育成が必要である。

d) 維持管理段階へのデータの移行

今回の実証実験の結果を今後の会計検査や維持管理段階の資料として活用していくためには、担当者以外でもこれらのデータを活用できるようなデータの整理と引継が必要となるであろう。また、これらのデータの検索等が容易に行えるようなデータベースを構築していくことが重要となる。

7. おわりに

大分工事事務所では、平成8年度より上尾トンネル上り線新設工事にて建設 CALS 実証フィールド実験を進めてきた。工事打合せシステムを用いることにより、監督官詰所と現場事務所との行き来が減少し、かなりの時間短縮の効果がみられた。また Web サーバ

を用いて施工管理情報を共有することによって、計測結果等の報告業務の迅速化を図ることができた。

今回は、一つの事務所に対して一つの実証フィールド実験であったので、比較的簡易なシステム構成で実験を行うことができた。しかし、今後複数の工事に対して実証実験を行っていくことを考えると工事事務所側に CALS サーバを設置するなど大規模なシステムを構築していくことが必要となるであろう。同時に高速・大容量のデータ通信が要求されることから発注者、受注者を含めた情報通信インフラの整備が必要であると考ええる。

また、今回の実証実験は施工段階のみを対象としたため、図面等が電子化されておらず、実験対象とすることができなかった。今後はプロジェクト早期（設計・積算）段階から CALS 実証実験を導入し、フェーズを越えた情報共有の実験をおこなって行くことが必要である。

建設 CALS は、本来官と民さらに市民をも含めたグローバルな情報の交換・共有・連携を行うことが目的であり、今後も官民一体となった取り組みが必要不可欠であると思われる。

【参考文献】

- 1)現場マネジメントシステム分科会：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、pp.31～42、1996年12月

Since 1996, the Ministry of Construction (MOC) has been carrying out a field experiment on CALS for EC/EDI in construction work. The purpose of CALS in construction work is to share information by Electronic Data Interchange (EDI), link information throughout the construction process; and thus to construct an efficient business system.

This paper describes the application of CALS for construction management at the Agario tunneling site, and identifies problems involved in implementing CALS. We built a computer network for communications and transferring digital files, and then built a conferencing system that combined video conferencing and site monitoring systems. Information on construction management can then be shared between the client and contractor using a Web server. The paper outlines the field experiment and describes issues that must be addressed in order to implement CALS.