

## Ⅱ-17 建設 CALS を指向した橋梁設計業務プロセスの現状分析

三上 市蔵  
Ichizou MIKAMI

保田 敬一  
Keiichi YASUDA

阪本 幹己  
Masaki SAKAMOTO

神野 裕昭  
Hiroaki JINNO

【抄録】 橋梁の建設に関わるプロセスは非常に複雑であり、現状では上流業務から下流業務へとデータがスムーズに流れていない。また、各業務プロセスごとのデータがどのように下流業務へ流れているかは正確に把握されていない。本研究では、将来の建設 CALS 導入に向けた課題の抽出を行うために、橋梁設計業務を対象に現状の業務分析から、各設計プロセス間におけるデータの流れとその受け渡しについて分析した。そして、建設 CALS 化のための各設計段階での電子化に対する問題点とその対策を検討した。

【キーワード】 橋梁, CALS, 標準化, 設計業務プロセス

### 1. まえがき

建設 CALS/EC 実現へ向けての動きが活発になってきている。建設事業は、計画→調査→設計→積算→入札・契約→調達→施工→検査→運用・維持管理→リニューアル・更新といったプロセスで実施されている。このライフサイクルに多くの企業や関係組織が関わり、多くの情報が不連続的に流れているため、情報の再構築を余儀なくされているような非効率的、非合理的なプロセス処理が現状である。さらに、図面や文書を電子化し、標準化することで、上流業務から下流業務へとデータがスムーズに流れることを理想としているが、業務プロセスごとにどういうデータがあり、そのデータがどのように流れ、下流業務へ受け渡されるかという実態は正確に把握されていない。また、各業務プロセスごとの各作業フローにおいて、データの電子化を実現するための問題点や対策を取り扱った研究はほとんどない。

本研究では、将来の建設業への CALS/EC 導入に向けた課題の抽出を行うために、建設事業の中でも橋梁事業、特に設計業務を例にとり、現状の業務分析からフローチャート作成、各設計プロセス間におけるデータの流れとその受け渡し、および現状の課題の整理を行う。そして、建設事業における「技術文書」および「図面情報」に着目して、主に橋梁の建設業務を対象として、業務プロセスごとの各作業フローにおける電子データ化に対する問題点と対策を抽出し、建設 CALS/EC に沿った効率的な電子

化のための提案を行う。

### 2. 各設計プロセスにおける業務内容

現状分析は、橋梁事業における業務のワークフローを、予備設計まで（計画・企画、予備調査、予備設計、二次調査）、上部工詳細設計および下部工詳細設計（詳細設計、積算、発注、積算、維持管理、補修）といったプロセスに分類し、まず各プロセスにおけるワークフローを作成した。予備設計までのプロセスのフローチャートでは、計画・企画、予備調査、予備設計、二次調査とも独立した業務として実施されている。上部工詳細設計におけるフローチャートでは、予備設計からのデータに基づいて上部工詳細設計が実施されている。下部工詳細設計におけるフローチャートでは、橋梁設計業務、測量、地質調査、対外協議および上部工詳細設計からのデータに基づいて下部工詳細設計が実施されている。

いずれの業務プロセスにおいても紙による情報の交換・保管が行われているため、情報の連帯は参照・閲覧といった形態でしかなく、このように、ワークフローについては、1つの事業の中で業務が細分化され、大部分の報告書が紙を媒体としている。そのため、各業務間の情報は、紙による参照・閲覧といった形態でしかなく、さらにこの大量な情報を長期間保管し、管理しているのが実状である。

### 3. データの流れおよびデータの受け渡し

データの流れについては、文書情報、数量情報および図面情報に分けて、データの受け渡し表においては文書および図面情報に分けて整理した。図面情

報の流れを図-1 に示す。また、道路概略設計から道路詳細設計までのデータの受け渡しを表-1 に示す。

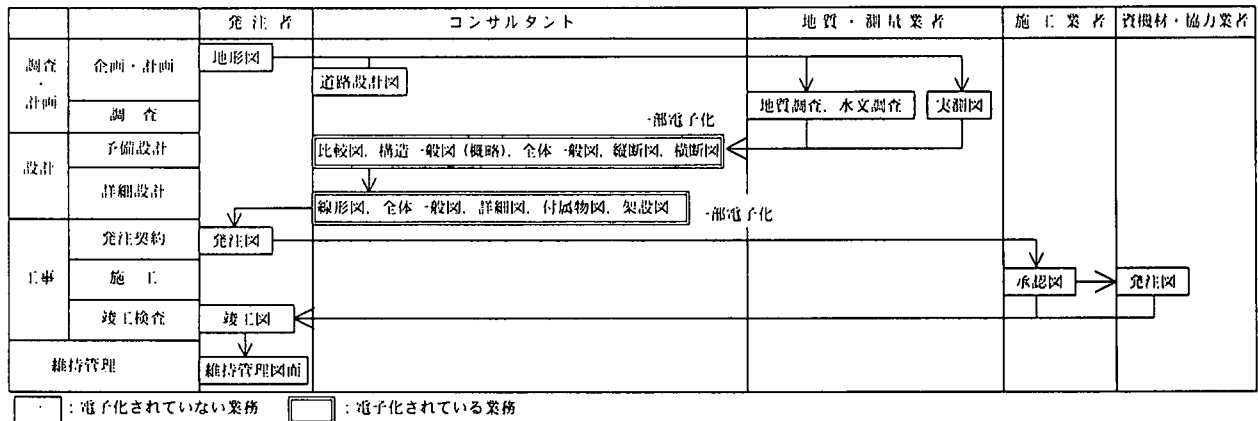


図-1 図面情報の流れ

表-1 データの受け渡し (道路概略設計から道路詳細設計まで)

作業内容	フェイズ	道路概略設計 (S=1/5000~1/2500)				道路予備設計 (S=1/1000)				道路詳細設計 (S=1/1000~1/500)							
		参照		情報内容		参照		情報内容		参照		情報内容					
文書情報	設計条件	11	交通量	外		Nd: 固定値	←			Nd: 固定値	←			Nd: 固定値			
		12	道路区分	11		S: 検討値	←			S: 固定値	←			S: 固定値			
		13	幅員構成	12		Nd: 検討値	←			Nd: 固定値	←			Nd: 固定値			
		14	幾何構造基準	12		Nd: 固定値	←			Nd: 固定値	←			Nd: 固定値			
		15	舗装構成	仮	11		Nd: 固定値	←			Nd: 検討値	外			Nd: 検討値		
	コントロール条件	16	平面線形	外	121		S: 検討値	←	外	121		S: 検討値	←	121		S: 固定値	
		17	縦断線形	外	122		S: 検討値	←	外	122		S: 検討値	←	122		S: 固定値	
	線形要素	18	平面線形・座標	14	16	121	Na<Nd>: 検討値	←	14	16	121	Na<Nd>: 検討値	←	14	16	121	Nd: 検討値
		19	縦断線形	14	17	122	Nd: 検討値	←	14	17	122	Nd: 検討値	←	14	17	122	Nd: 検討値
		110	横断勾配	14	18		Nd: 検討値	←	14	18		Nd: 検討値	←	14	18		Nd: 検討値
	構造物調書	111	縦断構造物	121			S: 検討値	←	121			S: 検討値	←	121			S: 検討値
		112	横断構造物	121	122		S: 検討値	←	121	122		S: 検討値	←	121	122		S: 検討値
		113	数量計算書	111	112	124	Nd: 計算値	←	111	112	124	Nd: 計算値	←	111	112	124	Nd: 計算値
		114	概算工事費	外	113		Nd: 計算値	←	外	113		Nd: 計算値	←	外	113		Nd: 計算値
	構造計算	115	用排水施設断面	外	121		Nd: 計算値	←	外	121		Nd: 計算値	←	外	121		Nd: 計算値
		116	安定計算	-			-	←	-			-	←	-			Nd: 計算値
		117	土構造物断面計算	-			-	←	-			-	←	-			Nd: 計算値
施工法	118	施工工程	-			-	←	-			-	←	-			S: 計算値	
	119	施工法	-			-	←	-			-	←	-			S: 計算値	
土質条件	130	土質データ	外			N: 検討値	←	外			N: 検討値	←	外			N: 検討値	
図面情報	120	位置図	航			L<V>: 検討値	←	航			L<V>: 検討値	←	実			L<V>: 検討値	
	121	平面図	航			L<V>: 検討値	←	航			L<V>: 検討値	←	実			L<V>: 検討値	
	122	縦断面図	18	121		L (V): 検討値	←	18	121		L (V): 検討値	←	18	121		L (V): 検討値	
	123	標準横断面図	S=1/100~1/200	121	122		L (V): 検討値	←	121	122		L (V): 検討値	←	121	122		L (V): 検討値
	124	横断面図	S=1/200~1/500	121	122		L (V): 検討値	←	121	122		L (V): 検討値	←	121	122		L (V): 検討値
	125	構造物一般図	-			-	←	-			-	←	-			-	
	126	用排水系統図	-			-	←	-			-	←	-			-	
	127	土積図	-			-	←	-			-	←	-			-	
	128	小構造物設計図	S=1/100~1/200	-			-	←	-			-	←	-			-
	129	配筋図	S=1/100~1/200	-			-	←	-			-	←	-			-
	131	地質平面図	121				L<V>: 検討値	←	121			L<V>: 検討値	←	121			L<V>: 検討値
	132	地質縦断面図	124	133			L (V): 検討値	←	124	133		L (V): 検討値	←	124	133		L (V): 検討値
	133	ボーリング柱状図	S=1/100	外			L (V): 検討値	←	外			L (V): 検討値	←	外			L (V): 検討値
用語の定義	N: 数値情報		S: 文書情報				参照	←				前フェーズの値(数値、文書)を参照する					
	Nd: デジタル数値情報		L: ラスター図面情報					11				同一フェーズの情報番号を参照					
	Na: アナログ数値情報		V: ベクトル図面情報					外				外部情報を参照					
	(平面線形のように、線形要素は決まっているが始点終点座標がデジタルに決定していない)		固定値: 他で決定した情報で、変更不可能 検討値: 当該フェーズで変更可能な値 計算値: 参考資料をもとに、単純計算で算定できる値					仮				仮定した値を利用					
						航				航測図面							
						実				実測図面							

例えば、データの受け渡しについては、設計条件などは変更がほとんど不可能であるのに対し、コントロールは予備設計まで、線形条件や構造物関係は詳細設計時点でも変更される。図面に関しては前フェーズにおけるデータを参照しながら検討される。

データの流れにおいては、文書情報、数量情報および図面情報の流れがあるが、いずれのフェーズにおいてもほとんどが電子化されておらず、紙による情報交換が主体である。また、電子化されている業務も若干あるが、発注者側で電子情報を取り扱うことができないため、個々の業務において部分的に電子化されているに過ぎない。一方、データの受け渡しに関しては、①道路詳細設計まで（道路概略設計、道路予備設計および道路詳細設計）のプロセスおよび②橋梁詳細設計まで（橋梁予備および橋梁詳細設計）のプロセスでは、ともに文書情報の大部分が受け渡し（参照）出来るが、図面情報では、位置図および各業務プロセスで基本となる平面図が各業務で精度（縮尺）が違うため、受け渡しが出来ない。また、全ての業務プロセスにおいて基となる地形データは、数値地図化がまだ進んでおらず受け渡しは不可能な状態である。

#### 4. 現状での課題

以上のことをまとめると、現状として以下のような課題が挙げられる。

- (1)各プロセスが独立した業務であり、紙による情報の交換・保管が行われているため、情報連帯は参照・閲覧といった形態でしかなされていない。
- (2)各プロセスで要求される図面の精度（縮尺）が異なるため、測量などで業務の重複が発生している。
- (3)文書や図面などは、利用するソフトウェアの標準化（互換性の統一）がなされていないことも、成果品の電子媒体化が進まない原因となっている。
- (4)地形図データと線形座標データのみが下流業務で要求されるが、2次元データであるため、標高の情報を追加し、3次元データにする必要がある。
- (5)上流側のプロセスにおいて電子化した業務が行われていても、下流側プロセスで再度電子化される際に、転記ミスによる誤りが生じやすい。

#### 5. 各設計段階での電子化に対する問題点と対策

ここでは、実際の業務の中から、橋梁予備設計、橋梁上部工詳細設計、橋梁下部工詳細設計を例にとり、それぞれのプロセスでの電子化に対する問題点を確認した。例えば、橋梁予備設計における問題点は以下のとおりである。

予備設計は、構造物を設計する際の基本条件を検討設定するという性質を持っている。このため、地形、地盤、河川、周辺環境、交通量、地域計画など、様々なデータを取り扱う必要があり、収集した膨大なデータを元に基本条件を設定していく。これらのデータはそれぞれデータの種類や様式に統一性が無く、予備設計の進行具合により、対象（必要）とするデータレベルも変化する。特に地形図などでは扱うデータの縮尺が1/25,000から1/500へと変化する。個々の検討ではプログラムが整備されているものも多く、電子データ化されているが、プログラムやデータ書式の標準化は行われていない。扱うデータによっては、その多様性から電子化（標準化）が難しいものもある。図面データはほとんど電子化されているが、ソフトや図面作成フォーマットが統一されていないという問題点もある。測量やボーリングなどで得られるデータは紙が主流であり、そのデータを使用する場合は手入力となる。収集されるデータ量や検討項目に比べ、要求される成果品は少なく、紙ベースである。表-2に橋梁予備設計における業務プロセスごとの現状の出力形式、作成する電子データ、電子化を実現するための問題点と将来の理想プロセスに対しての対策を示す。このように、現状の業務の流れとその現状とが把握されていれば、将来の理想プロセスに対しての検討には有効である。

#### 6. おわりに

本研究では、まず橋梁業務を対象としたワークフローの作成を含む業務内容の現状調査、データの電子化の現状調査、および建設業務一般に対して建設CALS/ECを適用する場合の課題調査の結果を述べた。そして、橋梁予備設計および橋梁詳細設計の業務プロセスそれぞれについて、電子化における現状と問題点および将来の電子化に向けての対策を検討した。各プロセスともその内容は共通しており、キーワードは①データやプログラムの標準化、②プロ

グラムの連動, ③ビジュアル化, ④データベース化となる。ここで検討した業務の類似性から見てもこれらは建設業務全体が抱える問題といえる。今後は、これらの課題の対策について検討していく必要がある。

本研究は、(社)建設コンサルタンツ協会 近畿支部 土木情報・通信先進技術研究委員会の活動の一環と

して行ったものである[1]。

参考文献

- [1] (社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 土木情報・通信先進技術研究委員会：建設 CALS/EC の導入と CALS 要素技術に関する研究, 1999.7.

表-2 業務プロセスにおける問題点と対策 (橋梁予備設計)

フ ロ ー	作業内容	必要とするデータ	現状の出力形式	作成する電子データ	電子化を実現するための問題点	将来の理想に対しての対策
道路設計条件の設定	計画する道路の性格、条件を整理し、基本的な条件を設定する。	交通量、道路規格、幅員構成、幾何構造基準	設計条件の決定根拠あるいは条件のまとめを紙ベースで作成している。	条件整理の結果を文書化し、電子データとして下流業務まで使用可能なようにする。	①引用した資料や関係資料も全て電子化する必要がある。 ②結果の総括表と途中計算とが連動していないため、変更や修正等が発生した場合手間がかかる。	→①電子化されていないものが多いため、再利用するためには手間がかかる。 →②表計算等を利用する。
概略調査	関連他事業調査、地盤に関する調査等を行い、ルート選定における問題点を抽出する。	文化財調査、都市計画道路調査、土地利用計画調査、地域計画調査、地形調査、土質・地質調査、既往資料調査	調査結果から、ルート選定における問題点を紙ベースで作成している。	ルート選定における問題点を整理し、文書化(電子データ化)する。	①他の調査結果も成果品に含むものとする、それら全て電子化する必要がある。	→①電子化されていないものが多いため、再利用するためには手間がかかる。
路線の決定	路線の比較検討を行い、路線を選定する。橋梁については、架橋区間が決定する。	平面・縦断線形、座標、道路概略計画図	報告書：路線の決定根拠のまとめを紙ベースで作成している。 線形計算書：紙ベースで作成している。 電子データ化される。 設計図面：トレベ、マイラ図面への出力となる。手書きの図面もまだ存在する。	報告書：路線決定根拠をとりまとめ、文書化(電子データ化)する。 線形計算書：紙での出力も多いが、プログラムによる出力結果を例えばText等でファイル出力すれば下流業務での使用が可能となる。 設計図面：CADでの図面作業が多く、その場合は電子データとして残っている。	①線形計算(平面、縦断)は全てプログラムにて処理されるが、紙での結果受け渡しが多く、下流業務で線形を取り扱う場合は再度入力しなければならない。 ②縮尺の違いやCADソフトの違いにより、下流業務でこの図面データを100%利用できない場合がある。	→①電子データ(textデータ)で納品する。 →②CADの標準化、数値地図の利用
一次選定	上・下部工の構造形式を仮定し、積算工事費の算出を行い、一次選定比較表を作成する。	第一次選定比較表構造形式、地質条件、断面形状、概略工事費	一次選定比較表を紙ベースあるいはCADで作成している。	比較表：CADにより作成 図面：CADにより作成 検討書：文書化(電子データ)したもの 工費算出根拠：表計算ソフトでの利用が主である。	①形状決定→工費→比較表とデータが連動していないため、各プロセスごとに再度データを入力していく必要がある。 ②工費算出のための資料などは既往のものを用いるが、これが電子化されていないため、直ぐに利用できない。 ③比較表のコメント等は通常設計者が考えなければならない。	→①連動したプログラムあるいは中間ファイルがあれば再入力する手間(形状変更と工費とが連動している)。 →②既往資料を電子化し、データベース化すれば利用しやすくなる。 →③過去の資料をデータベース化しておけば直ぐに引用可能となる。
二次選定	第一次選定比較表から選定された数案について、詳細な比較検討を行う。	構造形式(上下部工、基礎工)、断面形状、架設工法、工期、概略設計、概算工費	数量計算書：一部数量計算プログラムがある。現状では紙ベースでの出力。 設計図面：トレベ、マイラ図面への出力となっている。	一般図、構造図：CADにより作成 設計計算書：プログラムにより計算結果は一部電子化されている。 工費算出根拠：表計算ソフトが主 数量計算書：表計算ソフトが主	①各プロセスごとに上流からの出力結果を再入力しなければならない(一部連動プログラムあり)。 ②工費算出のための単価や歩掛は各発注者毎に異なるため、適宜変更しなければならない。	→①条件入力～設計計算～数量～工費が一連で流れるプログラムが望まれる。あるいは各プロセスごとに出力されるデータのFormatを統一するか、あるいはOUTPUTのFormatを幾つか選択できるようにすれば円滑な情報伝達が可能となる。 →②統一したデータベースがあればよい。
形式決定	上部工、下部工および基礎工の形式を決定する。	第二次選定比較表	二次選定比較表を紙ベースあるいはCADで作成している。 報告書：形式決定根拠のまとめを紙ベースで作成している。	二次選定比較表：CADにより作成	①比較表に記入されるコメントは設計者がその都度考えなければならない。 ②数量や工費と比較表とが連動していないため、新規・修正にかかわらず再入力の手間が発生する。	→①既往の資料や関係資料をデータベース化することで、引用は可能となる。 →②連動したプログラムあるいは中間ファイルがあれば再入力ミスは少なくなる。