

建設 CALS/EC に向けた橋梁設計業務プロセスにおける 現状分析と逆 T 式橋台設計業務のモデル化

Analysis of present bridge design process for Construction-CALS/EC and construction
of practical detailed design process model for inverted T-abutment

三上市蔵*, 保田敬一**, 木原智晴***, 森川陽介+, 今井龍一++

Ichizou MIKAMI, Keiichi YASUDA, Tomoharu KIHARA, Yousuke MORIKAWA and Ryuichi IMAI

*工博 関西大学教授, 工学部土木工学科 (〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35)

**博士 (工学) (株) ニュージェック, 情報技術部 (〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19)

***復建調査設計 (株), 第 1 設計課 (〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-4-13)

+日本技術開発 (株), 大阪支社 構造・橋梁部 (〒531-0072 大阪市北区豊崎 5-6-10)

++日本工営 (株), 情報システム部 (〒102-8539 東京都千代田区麹町 5-4)

An actively engagement with Construction-CALS/EC toward a practical use of digital data and standardization in construction management is carrying out after 1996 in Japan.

In this paper, the life cycle of bridge construction management having many processes is dealt; the present situation of an electronic information flow between each processes is analyzed, the advantages of sharing information are investigated, and issues and measures in the flow of each process are picked out. Next, the process model of practical T-abutment detailed design is constructed by using IDEF. Finally, effective standardization accordance with Construction-CALS/EC is proposed.

Key Words: Construction-CALS/EC, design process, bridge design, IDEF

キーワード: 建設 CALS/EC, 設計業務, 橋梁設計, IDEF

1. まえがき

近年, パソコンをはじめとするコンピュータや, インターネット, LAN を含めた情報技術の急速な発展により, 計画・調査・設計・積算・施工・維持管理といった建設物のライフサイクルの中で, 各業務プロセスごとに情報の電子化や自動化が進められている。この建設物のライフサイクルにおいて, 情報の交換は頻繁に行われ, その情報も多種・多様かつ多量である。さらに, ライフサイクルは長く, 情報の管理は長期間におよぶ。

しかし, 各業務プロセスで生産される情報は独自形式の電子データであることが多く, 互換性がないため, 各業務プロセス間の情報交換は紙を媒体として行われているのが実状である。また, その大量の紙媒体を長期間に渡って保存・保管し, 情報の管理を行っているのが現状である。すなわち, 上流側の業務プロセスにおいてコンピュータ上で全ての業務が行われても, 紙媒体によって業務プロセス間の情報伝達が行われるため, 下流側で受け取った紙媒体を再度電子化する作業が行われている。このような状況は, 手間の無駄であるばかりでなく, 入力ミスの誘発や瑕疵の原因となる恐れもある。

また, 公共事業費縮減の折り, 効率的な業務遂行によるコスト縮減が建設業界に求められていることも事実であ

る。そこで, 情報の交換を広範囲にわたって電子化していかうという動きが生じており, この動きは建設業界では建設 CALS/EC と呼ばれている。建設 CALS/EC は, 建設物のライフサイクル全般にわたって電子情報を整備することにより, 情報の交換・連携・共有・再利用を可能にするものであり, 効率的に事業を遂行させることは, 「コスト縮減」, 「品質の確保・向上」, さらに「契約の公平性・透明性の確保」を目指すものである。

建設業務における技術情報の電子化や標準化の取り組みは, これまでにも行われてきたが, 建設省が 1996 年 4 月に発表した建設 CALS/EC 整備基本構想および 1997 年 6 月に発表した建設 CALS/EC アクションプログラムの後に活発になったといえる。また, 建設省が 1996 年度から実施された総合技術開発プロジェクトの一環としての「統合情報活用による建設事業の高度化に関する共同研究」の中で, 建設 CALS/EC の実用化に向けた取り組みが土木研究所と民間企業との共同研究という形でなされてきていることも CALS に対する取り組みが増加している一因であろう。

これまで建設分野における CALS に関連した研究は, 図面の共有活用^{1)~3)}, 文書の電子化^{3)~4)}, 業務プロセス間でのデータ連携^{5)~7)}などに分類される。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、業務プロセス毎にどのようなデータがあり、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、業務プロセス毎の各作業フローにおいて、電子データ化を実現するための問題点や対策を取り扱った研究はない。

本研究では、建設事業における「技術文書」および「図面情報」に着目して、まずライフサイクル中の業務プロセス間における電子情報の流れの現状を分析する。そして、主に橋梁の建設業務を対象として、情報の共有化による利点を追求し、各業務プロセスの各作業フローにおける電子データの問題点と対策を検討する。そして、橋梁建設事業の中でも地盤条件や交通条件など上流業務から流れてくるデータが多くなる下部工設計、中でも橋台の一般的な形式である逆 T 式橋台の詳細設計業務を対象として、IDEF 手法を用いて現状の業務プロセスをモデル化し、現状分析を行う。

2. 現状分析

2.1 各段階における業務内容およびワークフロー

現在建設事業は、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る非効率的、非合理的なプロセス処理が現状である。建設 CALS/EC 導入に向けた課題を抽出するため、建設事業の中でも橋梁建設事業、特に設計業務を例にとって現状分析し、フローチャート作成、設計プロセス間におけるデータの流れとその受け渡し、および現状の課題を整理した。

現状分析は、橋梁建設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（詳細設計、積算、発注、積算、維持管理、補修）、下部工詳細設計（詳細設計、積算、発注、製鋼、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されていない。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されず、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。

2.2 データの流れ

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。図面情報のデータの流れを図-1に示す。また、道路詳細設計までのデータの受け渡しを表-1に、橋梁詳細設計までのデータの受け渡しを表-2に示す。なお、ここで示す橋梁詳細設計はPC 上部工についてのものである。

(1) データの流れ

① 文書情報の流れ

個々の業務内での電子化は進んでいるが、依然として紙による情報交換が主体である。

② 数量情報の流れ

電子化されている業務も若干あるが、発注者側が電子化されていないため、個々の業務において電子化されているに過ぎない。すなわち、数量計算書を電子化して納品しても発注者側でその電子データを積算システムに連動できなければ再入力などの作業が発生する。

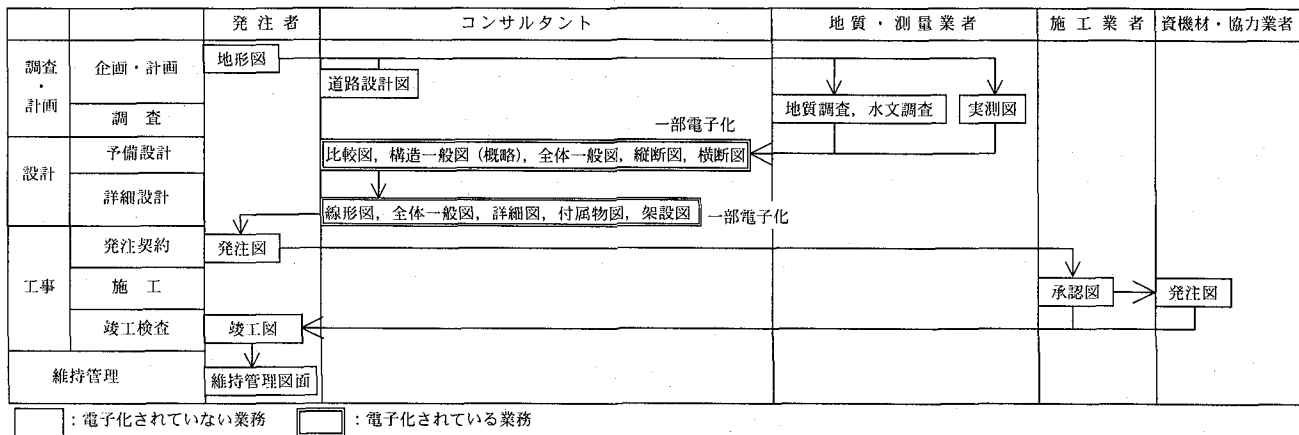


図-1 図面情報の流れ

表-1 データの受け渡し（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
	構造物調査	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	位置図	120		航			L<V>:検討値	航			L<V>:検討値	実				L<V>:検討値	
	平面図	121		航			L<V>:検討値	航			L<V>:検討値	実				L<V>:検討値	
	縦断図	122		18	121		L(V):検討値	18	121		L(V):検討値	18	121			L(V):検討値	
	標準横断図	123	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
	横断図	124	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
	構造物一般図	125		—			—	—	—			—	—	—			
	用排水系統図	126		—			—	—	—			—	—	—			
	土積図	127		—			—	—	—			—	—	—			
	小構造物設計図	128	S=1/100~1/200	—			—	—	—			—	—	—			
	配筋図	129	S=1/100~1/200	—			—	—	—			—	—	—			
	地質平面図	131		121			L<V>:検討値	121			L<V>:検討値	121					L<V>:検討値
	地質縦断図	132		124	133		L(V):検討値	124	133		L(V):検討値	124	133				L(V):検討値
	ボーリング柱状図	133	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
Nd:デジタル数値情報	L:ラスター図面情報
Na:アナログ数値情報	V:ベクトル図面情報
(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

参照

←	前フェーズの値(数値、文書)を参照する
11	同一フェーズの情報番号を参照
外	外部情報を参照
仮	仮定した値を利用
航	航測図面
実	実測図面

表-2 データの受け渡し（橋梁予備設計～橋梁詳細設計）

作業内容			フェイズ	橋梁予備設計 (S=1/10～1/200)			橋梁詳細設計 (S=1/10～1/200)					
				参照		情報内容	参照		情報内容			
文 書 情 報	設計条件	11 交通量	←			Nd:固定値	←		Nd:固定値			
		12 道路区分	←			S:固定値	←		S:固定値			
		13 幅員構成	←			Nd:固定値	←		Nd:固定値			
		140 橋長・斜角		外		Nd:固定値	←		Nd:固定値			
	線形要素	18 平面線形・座標	←			Nd:固定値	←		Nd:固定値			
		19 縦断線形	←			Nd:固定値	←		Nd:固定値			
		110 横断勾配	←			Nd:固定値	←		Nd:固定値			
	上部構造の検討	141 構造形式の選定				S:検討値	←		S:固定値			
		142 架設工法の選定				S:検討値	←		S:固定値			
		143 断面寸法の決定				S:検討値	←		S:固定値			
		144 主桁製作方法の決定				S:検討値	←		S:固定値			
		145 線形計算書		18	19	110	S:固定値	←		S:固定値		
		146 数量計算書					—	156	157	S:固定値		
		147 工事費		外			S:実績値	146	158	S:固定値		
	構造計算	148 曲げ応力度の照査		140	143	13	Nd:計算値		140	143	13	Nd:計算値
149 曲げ破壊安全度の照査						—		140	143	13	Nd:計算値	
150 せん断に対する照査						—		140	143	13	Nd:計算値	
施工法	151 施工工程		141	142	144	S:検討値					S:固定値	
	152 施工方法		141	142	144	S:検討値					S:固定値	
図 面 情 報	比較図	153		143	147		L (V): 検討値				—	
	構造一般図 (概略)	154		13	140	143	L (V): 検討値				—	
	全体一般図	155		120	140	143	L (V): 検討値				—	
	詳細図	156					—		148	149	150	L (V): 固定値
	付属物図	157					—		外			L (V): 固定値
	架設図	158		142			L (V): 参考値		142			L (V): 参考値

用語、参照は表-1と同じ

③図面情報の流れ

CAD による電子化が進んでいるが、依然として紙による情報交換が主体である。

(2)データの受け渡し

表-1 の道路詳細設計まで（道路概略設計、道路予備設計および道路詳細設計）のプロセスおよび表-2 の橋梁設計まで（橋梁予備および橋梁詳細設計）のプロセスともに、業務報告書に記載されている設計情報の大部分が受け渡し（参照）できる。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設計の精度（地形図の縮尺）が異なるため、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。

表-1 および表-2 を参照することにより、どの種類のデータがいつ固定され、何を参照して決定されているかを読みとることができる。例えば、設計の基本となる交通量や道路区分、幾何構造などは最初の道路概略設計段階で固定されるし、コントロール条件も道路予備設計では固定される。一方、線形要素については道路詳細設計で初めて固定される。構造計算になると道路と橋梁ともに詳細設計にならないと固定されない。図面については、各設計プロセスで航測図面や実測図を用いたり、要求される設計の精度（地形図の縮尺）が異なるため、固定されるのは最終段階の詳細設計段階となる。

2.3 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設計の精度（地形図の縮尺）が異なるため、業務の重複（測量など）が発生している。
- (3)文書や図面などは、取り扱われるデータが標準化（互換性の確保）されていない。さらに、使用するソフト、データの保管場所、ファイル名の付け方、データ形式などが統一されていない。このため、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プロセスで要求されるが、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。

3. データを共有することによるメリット

3.1 データの共有と標準化

これまでいろいろな視点から建設 CALS/EC の推進が図られている。例えば、業務を進める中での文書、計算書、設計図書等のデータを共有化することによる作業、業務の効率化、迅速化を図ることが可能である事が示されている

ら。データを共有化するためには、利用するデータが標準化される必要がある。それは、利用するコンピュータソフトはもちろん、作成する報告書の書式、計算書の書式、設計図の様式など、業務の中で作成される成果の内容に直接関係する。

以下では、設計段階のプロセス毎に、データの共有とそのメリットについて述べる。

3.2 条件の整理

条件の整理では、実に様々な種類のデータを取り扱う。標高、地形図、ボーリングデータ、交通量、交差条件等データのフォーマットも種類も様々なものがある。

データを電子化し、共有化を行えば、作業を行う複数の人間がネットワーク環境を利用し電子化されたデータを共有できる。そして、作業者の誰もが常に最新の情報を素早く得ることができる。電子化されたデータでは、変更、修正などの加工が容易であり、整理さえしてやれば検索も容易に行える。つまり、ネットワーク環境では、共有されているデータの中から自分が必要とする最新のデータを取り出し、自分の必要なデータに作り替えるといった作業が簡単に行える。

3.3 検討および設計

条件の整理が終わると、具体的な検討業務に入る。このプロセスでは他のプロセスと比較してプログラム化されている作業が多い。プログラムを使用する場合、電子化のメリットの大きさは、プログラムの対応 OS や入出力方法などのプログラムの仕様に依存することになる。

例えば、DOS 対応のプログラムではデータの切り張りができないため、標高、地形図、ボーリングデータ、交通量、交差条件等の設計条件データ、いわゆる業務フローでの上流のデータを流用することは難しい。

業務フローでの上流業務からのデータを利用してプログラムの入力データを作成すれば、再入力の手間が省け、入力ミスやチェック漏れなどの人為的ミスが削減でき、作業の省力化が図れる。

3.4 設計図面の作成

現在、図面はほとんど CAD 化（電子データ化）されている。また、一般的な形式（例えば、橋梁の JIS 桁や、一般的な橋梁下部工など）については自動設計化され、設計計算を行うと自動的に CAD のデータが作成されるものもある。自動設計を除いて、基本的には上流業務からのデータで流用できるものは少なく、地形図や線形図を取り込める程度である。現状では、設計での出力を参照しながら新たに作成するのが一般的である。

下流業務に対しては、直下の数量算出へのリンクは現状では困難だが、製作、維持補修等には大いに利用できる。また、変更設計への対応が迅速に行えるなどのメリットがある。

3.5 報告書の作成

現状では、報告書の電子ファイルでの提出を要求している発注者も存在するが、紙で提出するのが普通である。保管は紙がほとんどで、紙での情報をスキャナなどで読み込んで電子データ化することもある。これは、発注者に提出した成果品と同等のものを電子データで残すためである。報告書の形式は発注者に依存するため、受注者の自由にはないが、電子化できれば、保管スペースが無くなる点が多い。また、電子データの形で保管していれば、過去の物件の検索も容易であり、変更設計などへの対応も迅速に行える。

3.6 まとめ

以上、設計業務における電子化のメリットを述べてきた。しかし、電子化を実行すればそれでよいというわけではない。データを共有するということは、個人が作成したデータを多数が閲覧し加工することである。したがって、データを誰がどのように作成したかが重要なポイントとなる。そして、電子化されたシステムをいかに運用するかが問題となる。メリットを生かし、有効なシステムとするためには、基本的なルールを決め、それに従って運用すること、つまり標準化が必要不可欠である。使用するソフト、データの保管場所、ファイル名の付け方、データ形式などを統一できれば、システムの運用はよりスムーズなものとなり、コスト縮減、生産性向上、品質確保などの効果が得られると考えられる。

4. 業務の電子化に対する問題点

4.1 電子化の現状

建設業界は CALS などの世界的な電子化への動きから遅れているといわれているが、実務作業で扱う個々のデータの電子データ化はほぼ完了している。過去に手書きであった計算書は表計算ソフトの利用あるいはプログラム化され、手書き図面は CAD を使用することで電子化されている。ではなぜ遅れているといわれるのか、それは建設業自体の多様性に原因がある。現在、多くの団体で標準化の作業が行われているが、まだ最終案にはほど遠い状態であり、この多様性を持つ社会システムをいかに標準化するかという問題は解決されずに残っている。

ここで、電子化されたデータ形式とは、再利用および修正が可能となる形式のことである。現状ではテキストデータ以外はそれぞれ作成されたソフト固有のフォーマットで記述されたファイル（データ形式）となっている。したがって、作成されたソフトがないと、表示や加工は基本的にできないということになる。このことが電子化が進まない一つの原因ともなっている。例えば、土木分野における設計情報電子データの種別はおおよそ以下ようになる。

- ①文書データ：主にテキストや数表
- ②画像データ：ラスターデータ
- ③図形データ：CAD データや CG データ

発注形態を見ても、ほとんどが紙ベースで与えられるし、発注者の要求する成果品も紙ベースが殆どである。

設計業務においては、各受注者は成果品を作る上での他社との差別化をはかり、それを技術力と考えてきた。作業自体は電子化が進んできたが、input, output が紙ベースであり、そのことが成果品の差別化に拍車をかけ、標準化への大きな障害となっていると考えられる。

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問題点を確認した。

4.2 橋梁予備設計での問題点

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（CAD 図面）されているが、CAD ソフトに依存したファイル形式となっている。

測量やボーリングなどで得られるデータは紙で報告されるのが主流であり、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3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、業務の流れの現状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。

4.3 橋梁上部工詳細設計における問題点

このプロセスはほとんどの作業が電子化されている。予備設計から流れてきたデータ（紙）を入力し、コンピュータにより検討または設計業務を行う。

鉄桁や箱桁など標準的な構造は自動設計化されており、CAD データの作成まで一括処理される。詳細設計に付随する検討業務も独立したプログラムで処理される。これにより、コンピュータ処理の部分がブラックボックス化されてしまい、途中段階での詳細なチェックが行えない。各社とも使用するコンピュータが違い、入力仕様や出力書式が異なる。また、MS-DOS のソフトも多く、紙への出力も多い。図面についても同様に、各社が使用する CAD ソフトが異なる。処理自体は電算データ化されているが、成果品は依然紙媒体である。また、データベース化は進んでいない。

表-3 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	利用する資料	現状の成果の取りまとめ	各作業の中で電子化されているもの	電子化を実現するための問題点	現状の問題点の解決策
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で紙ベースで作成している。	条件整理の結果を文書化(電子データ化)している。	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。 ③電子化されていないものが多く、再利用するには手間がかかる。	①電子化されていないものが多いため、電子化する必要がある。また、再利用することを目的としたルールを定める必要がある。 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、それらを全て電子化する必要がある。 ②電子化されていないものが多く、再利用するには手間がかかる。	①電子化されていないものが多いため、電子化する必要がある。また、再利用することを目的としたルールを定める必要がある。
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で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場合も増加している。 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：プログラム処理し、紙で出力。 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プログラムによる出力結果をText等でファイル出力し、電子データで納品する。 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：表計算ソフト作成する。	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。	①一連の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や入力ミスは少なくなる。(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、DB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により作成する。 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。 ③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。	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を残つて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で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。

4.4 橋梁下部工詳細設計における問題点

上部工詳細設計と同様、自動設計および個々の検討プログラムにより処理されている。上部工は、形式、支間、桁高など構造自体により決まる条件によるところが大きい。下部工は地盤条件、河川条件など周辺条件によるところが大きい。よって予備設計から流れてくるデータの重要度は上部工に比べ高い。流れてくるデータは電子化されて

おらず、入力の手作業で行われている。

4.5 まとめ

前節において橋梁予備設計、橋梁詳細設計、橋梁下部工設計のそれぞれのプロセスについて、電子化における問題点を検討した。各プロセスともその内容は共通しており、キーワードをまとめると以下ようになる。

- ①データの標準化（互換性）
- ②プログラムの連動（設計，CAD，数量）
- ③ビジュアル化（視覚的データ，結果の確認）
- ④データベース化（保管，検索など）

ここでは3つのプロセスについて見てきたが，3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。

5. 逆T式橋台設計業務のモデル化

建設CALS/ECを実現するには，既存の業務プロセスの環境変化が伴い，それに柔軟に対応しなければならない。そのために現状を正確に捉え，何故変えるのか，何処をどのようにするか，代案はあるかなど検討する必要がある。すなわち，現状の業務プロセスを正確に理解した後，標準的な業務プロセスを見出し，プロセス間で流れるデータを定義するというトップダウン形式による検討を行う必要がある。

一方で，現在，性能設計やISO2394などの設計手法の多様化・自由化といった動向がある¹²⁾。我が国の対応は，基本的には国際規格を導入，すなわち受け身であるのが現状である。しかし，受け身の状態のままでは，我が国の設計・施工業務において構造物の生産プロセスに大きな影響を受ける。したがって，我が国としては，ISOの動向を把握し，国際的な技術競争という側面も持つ国際規格の制定に対して提言していかなければならない。特に公共事業には，国の基盤整備という重要な使命があり，対応は早急でなければならない。

将来のあるべき業務モデル（To-beモデル）の構築に資するとともに，国際化への対応を図るため，ここでは橋梁の逆T式橋台の詳細設計業務を対象として，モデリング手法の国際標準であるIDEF手法^{8)~11)}を用いて，現状の業務モデル（As-isモデル）を構築する。As-isモデルは，現状の業務プロセスモデル，業務間で流通するデータを定義したデータモデルおよび時系列モデルから成る。

5.1 業務プロセスモデル

情報の流れを把握するために，現状の業務形態を明らかにする必要がある。本研究では，逆T式橋台のライフサイクルのうち，予備設計業務の後の設計→施工→維持管理における業務を調査し，現状の業務プロセスのフローチャートを作成して整理した。整理結果を受けて，IDEF0手法による分析範囲を詳細設計業務から補修業務までとし，業務手順と情報の流れを正確に定義した。IDEF0ノードリストを図-2，ノードリスト中の一部に対してのIDEF0モデルを図-3に示す。モデリングの際，表-3と同様の項目について検討・整理した。整理結果の一部を表-4に示す。

5.2 データモデル

設計業務で生成され流れていく情報は，維持管理業務において再利用される。つまり，下流業務にて再利用される情報が最も生成される。したがって，詳細な情報の定義を

行うためには，設計業務で生成され，流通する情報を明らかにする必要がある。

(1) 設計情報の獲得

本研究では，逆T式橋台設計業務において生成され，流れている情報に着目した。設計業務における複数の成果品（設計計算書，線形計算書，数量計算書，図面）などを資料とし設計情報を網羅した。ある業務が必要とするデータ，次業務へ渡すべきデータについて把握するため，入出力別にデータを分類・整理し，共通I/Oデータファイルを作成した。共通I/Oデータファイルは，共通入力データファイルおよび共通出力データファイルから成る。整理したデータ数は，入力データ約250，出力データ約200であった。共通I/Oデータファイルは，IDEXFIXによる情報の定義を行う際の重要な資料となる。

- A0: 逆T式橋台を設計・施工・管理する
- A1: 設計する
 - A11: 条件整理する
 - A111: 設計条件の整理
 - A112: 地質条件の整理
 - A113: 協議結果の整理
 - A114: 上部工詳細設計業務成果の整理
 - A115: 詳細平面図の作成
 - A12: 設計条件について協議する
 - A13: 逆T式橋台を設計する
 - A131: 形状を設定する
 - A132: 設計計算
 - A1321: 安定計算
 - A1322: 杭の設計
 - A13221: 杭本体の設計
 - A13222: 杭頭処理
 - A1323: パラベットの設計
 - A1324: 堅壁の設計
 - A1325: フーチングの設計
 - A1326: ウイングの設計
 - A133: 設計計算結果を照査する
 - A134: 設計計算結果について協議する
 - A135: 座標計算
 - A1351: 座標計算を行う
 - A1352: 座標計算結果を照査する
 - A136: 図面作成
 - A1361: 図面を作成する
 - A1362: 図面を照査する
 - A14: 数量計算
 - A141: 数量計算を行う
 - A142: 数量計算結果を照査する
 - A143: 数量計算結果について協議する
 - A15: 納品する成果品を作成する
 - A151: 設計照査を行う
 - A152: 納品する設計成果を報告書としてまとめる
 - A16: 設計成果品について協議を行う
- A2: 積算する
- A3: 発注する
- A4: 施工する
 - A41: 設計照査する
 - A42: 現場施工
 - A43: 竣工
- A5: 維持管理する
 - A51: 維持管理
 - A52: 補修する

図-2 ノードリスト

表-4 IDEF0 モデルの検討・整理 (一部)

アクティビティ	作業内容	必要とするデータ	現在の成果の取組のまとめ	作成する電子データ	電子化を実現するための問題点	現状の問題点の解決策
A11: 条件整理する	橋梁予備設計、測量、地質調査、対外協議、上部工設計業務の範囲以下の条件を整理する。 線形条件: 道路規格、幅員構成 道路線形設計条件: 活荷重、橋長、支間長、斜角、上下部工および基礎構造形式、幾何構造(高欄、地覆、舗装等)、支承条件、設計水平位置、設計水位等 交差条件: 道路、鉄道、河川等の線形、断面および将来計画等 地質条件: 地質概要、地層図、柱状図、土質定数等 施工条件: 交差物、周辺状況の確認等 使用材料: コンクリート強度、鉄筋材質、橋台掘込土の土質等	橋梁予備設計業務成果データ (線形条件、設計条件、交差条件、地質条件、施工条件、使用材料等) 測量業務成果からのデータ (詳細断面図) 地質調査業務成果からのデータ (橋梁予備設計時点で作成した地質条件) 対外協議からのデータ (道路、河川、鉄道等管理業者や警察、周辺住民との協議結果) 上部工詳細設計からのデータ (上部工反力、構造高、落橋防止装置および伸縮装置との取合い等)	条件整理結果として条件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。	使用プログラムに含ませて入力データを電子化すればよいが、設計条件決定根拠あるいは設計条件のまとめは必要。	一連の連動したプログラムならば問題はないが、電子情報の正確な伝達などを考慮するならば、フォーマットを統一すること、あるいはアウトプットフォーマットを幾つか選択できるようにすることにより円滑な情報伝達は可能になると考えられる。	設計条件決定根拠あるいは設計条件のまとめとプログラムの入力ファイルとが連動していないと入力の手間やミスはなくなる。
A13: 形状を設定する	下の形状を設定する。 幅員、躯体構造、フーチング長さ、ワーチング厚さ、橋壁形状、パラベント高、パラベント厚、落橋防止装置、ウイング形状等	条件整理データ 線形条件: 道路規格、幅員構成、道路線形設計条件: 活荷重、橋長、支間長、斜角、上部工および基礎構造形式、幾何構造(高欄、地覆、舗装等)、支承条件、設計水平位置、設計水位等 交差条件: 道路、鉄道、河川等の線形、断面および地質条件: 地質概要、地層図、柱状図、土質定数 施工条件: 交差物、周辺状況の確認等 使用材料: 地質調査、地質図、土質定数 形状の設定 幅員、躯体構造、フーチング長さ、厚さ、橋壁形状、パラベント高、厚さ、落橋防止装置ウイング形状等	一連のプログラムを使用して計算結果は電子データで下流業務に渡れ、さらに紙ベースでの結果出力となる。	使用プログラムに含ませて入力データを電子化すればよいが、形状決定根拠あるいは設計条件のまとめは必要。	一連の連動したプログラムならば問題はないが、電子情報の正確な伝達などを考慮するならば、フォーマットを統一すること、あるいはアウトプットフォーマットを幾つか選択できるようにすることにより円滑な情報伝達は可能になると考えられる。	設計条件決定根拠あるいは設計条件のまとめとプログラムの入力ファイルとが連動していないと入力の手間やミスはなくなる。
A132: 設計計算	上流業務の成果から設計計算を行う。設計計算には、連動プログラムを用い、作用力の計算、基礎の安定計算、パラベントの計算、壁型の計算、床版の設計、ウイングの設計を行う。	条件整理データ 線形条件: 道路規格、幅員構成、道路線形設計条件: 活荷重、橋長、支間長、斜角、上部工および基礎構造形式、幾何構造(高欄、地覆、舗装等)、支承条件、設計水平位置、設計水位等 交差条件: 道路、鉄道、河川等の線形、断面および地質条件: 地質概要、地層図、柱状図、土質定数 施工条件: 交差物、周辺状況の確認等 使用材料: 地質調査、地質図、土質定数 形状の設定 幅員、躯体構造、フーチング長さ、厚さ、橋壁形状、パラベント高、厚さ、落橋防止装置ウイング形状等	一連のプログラムの中で下へ渡すデータは電子化されている。	使用プログラムに含ませて入力データを電子化すればよいが、形状決定根拠あるいは設計条件のまとめは必要。	一連の連動したプログラムならば問題はないが、電子情報の正確な伝達などを考慮するならば、フォーマットを統一すること、あるいはアウトプットフォーマットを幾つか選択できるようにすることにより円滑な情報伝達は可能になると考えられる。	設計条件決定根拠あるいは設計条件のまとめとプログラムの入力ファイルとが連動していないと入力の手間やミスはなくなる。
A135: 座標計算	下部工座標図を作成し、その位置を明確にする(フーチング4隅、支間位置等)。	条件整理データ 線形条件: 道路規格、幅員構成、道路線形設計条件: 活荷重、橋長、支間長、斜角、上部工および基礎構造形式、幾何構造(高欄、地覆、舗装等)、支承条件、設計水平位置、設計水位等 交差条件: 道路、鉄道、河川等の線形、断面および地質条件: 地質概要、地層図、柱状図、土質定数 施工条件: 交差物、周辺状況の確認等 使用材料: 地質調査、地質図、土質定数 形状の設定 幅員、躯体構造、フーチング長さ、厚さ、橋壁形状、パラベント高、厚さ、落橋防止装置ウイング形状等	フーチング4隅、支間位置等のXY座標が紙ベースで出力される(プログラム内)。	下部工座標図と線形計算結果とが連動している。座標図への入力は手入力となる。	下部工座標図と線形計算結果とが連動していない。	線形計算結果と座標図が連動し、座標図の自動検証ができることが望まれる。
A136: 図面作成	設計計算結果に基づいて、構造一般図、配筋図等を主にCADで作成する。	下部工座標図、線形計算結果、下部工図面寸法	トレー、マイラ図面(A1、A0等)への出力となる。手書きの図面もまだ若干存在する。	CADでの図面作成が多く、電子データとして残っている。	CADでの作成が多く、ほとんどが電子化されている。ただし、図面と数量とは連動していない。また、ソフトや図面作成フォーマットは統一されていない。	CADの標準化が必要。
A4: 数量計算	コンクリート、鉄筋、型枠、足場、土工等の数量を計算する。	設計図面	数量計算プログラムがある。現状は紙ベースの出力となっている(集計表と内訳とは連動していない)。	数量計算プログラムがある場合は、結果が電子データとして残る。ただし、図面とは連動していない。	現行の図面を見ながら数量計算結果を打ち込んでいく方式が主である。図面と数量計算の連動にはまだ時間が掛かる。	図面と数量計算の連動が必要。
A151: 設計照査する	設計内容が仕様書の内容と合致しているか等を照査する。	設計計算書、設計図面、設計数量計算書等	紙ベースの設計照査報告書がほとんどである。	特になし。	照査業務が照査を行うため、コスト高となる。	設計照査を電子化する意味を考える必要がある。照査用のプログラムがあれば電子化は可能となる。

(2) データモデルの構築

IDEF0 手法による AAM の開発が完了したので、情報の定義を行う ARM 開発が可能となった。そこで、各業務段階で必要とする設計情報を明確にするため、IDEF1X 手法を用いて定義する。設計業務で取り扱われているデータの漏れが生じないように、共通 I/O データファイルを基にして、作業間における情報の相互関係を定義した。IDEF1X 手法にて定義されたモデルの骨格（主要エンティティのみ）は、図4 になる。

IDEF1X モデルから詳細設計業務を解釈すると、取り扱われる情報は次のようになる。まず、予備設計業務成果を整理し、その整理した結果を基に設計計算を行い、形状寸法を決定する。以上が設計業務で必要とされる情報である。設計計算では、決定した形状寸法が強度的に満足しているかを検証するために行う。したがって、出力されるデータは強度特性に関するものである。この情報は、下流業務では、参照するが必ずしも必要とする情報ではない。形状に対する強度特性の検証が満足されると座標計算により、図面を作成するための情報を生成する。ここで作成されるデータは、下流業務で最も必要とする情報といえる。またモデリングの際、重複データが多く存在した。これは、各業務で生成する個々のデータに関して、どのデータが最終成果として出力するべきかが明確に定義されていないためであるといえる。少なくとも図5 に示されている情報については、詳細設計業務へ必ず流すべきであるといえる。

5.3 時系列モデル

(1) 時系列に表現した業務プロセスモデル

IDEF0 手法にて構築された AAM の範囲を対象として、

実施される作業の時間的關係、順序關係を取り入れて表現した業務プロセスモデルを構築する。まず、設計技術者へのヒアリングを行い、IDEF3 手法にて作業内容を表現する UOB（Unit of Behavior）を定義した。次に、時間の流れを意味する矢印（アーク）を UOB 間に接続し、詳細設計

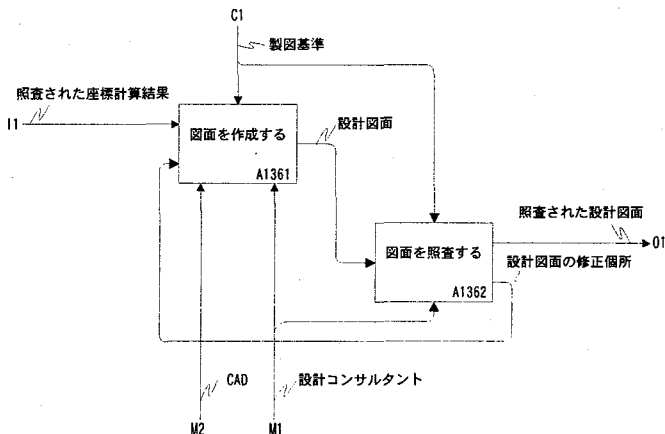


図-3 IDEF0 モデル (A136 : 図面作成)

- 1) 橋名、2) 適用基準および参考資料、3) 道路規格、4) 橋長、5) 支間割り、6) 幅員構成、7) 縦断勾配、8) 横断勾配、9) 斜角、10) 上部工形式、11) 上部工反力、12) 下部工及び基礎形式、13) 支承条件、14) 設計荷重（死荷重、活荷重、浮力、裏込め土）、15) 設計水平震度、16) 地震時保有耐力による下部工が支持する分担重量、17) 土質定数、18) 許容支持力、19) 極限支持力、20) 許容応力度（コンクリート、鉄筋）、21) 詳細測量図、22) 地質調査結果（地層図、柱状図、その他）、23) 交差物件、24) 落橋防止装置の有無、25) 伸縮装置との取合い、26) 対外協議結果

図-5 流すべき情報

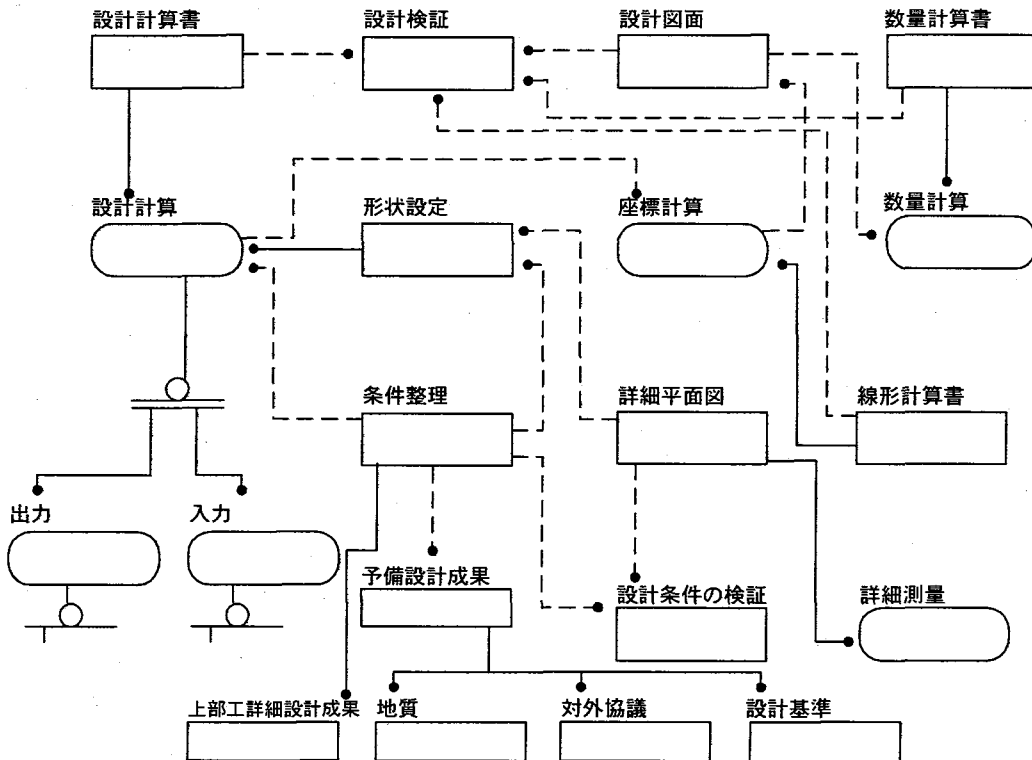


図-4 データモデル (概略)

業務における作業の流れを時系列に表現した。作業の順序・分岐・合流および並行については、ジャンクション(junction)を設けて定義した。そして、各作業段階の流れを示すプロセスモデル(PFD: Process Flow Diagram)を構築した。次に、構築されたプロセスモデル(PFD)を基にして、詳細設計業務に再編成した業務プロセスモデル(PFN)を構築した。図-6に構築した業務プロセスモデル(PFN)を示す。

(2) 関係者ごとの時系列モデル

業務プロセスモデル(PFN)において、発注者の実施する作業と受注者の実施する作業を区別し、オブジェクトとして捉えて列挙し、発注者と受注者の時系列モデル(OSTD: Object State Transition Diagram)を構築した。

次に、発注者と受注者の間において関連する作業を列挙した。そして、構築した発注者と受注者の時系列モデル(OSTD)において、相互に関連する作業間にコネクタを設けて、発注者と受注者の間において作業が関連する状態を表現した時系列モデル(OSTN)を構築した。関連付けした主な作業は次のようである。①設計資料を受注者が発注者より受け取り、設計条件などについて質問し、発注者の意向を確認する。②進捗状況を受注者が発注者へ報告する。③成果品を受注者が発注者へ納入する。図-7に構築した時系列モデル(OSTN)を示す。モデル構築の際、設計技術者からのヒアリングを何度も行った。②の行為について、設計照査を発注者が行うのではなく、第三機関によって行われるのが望ましい。これにより、受発注者間の

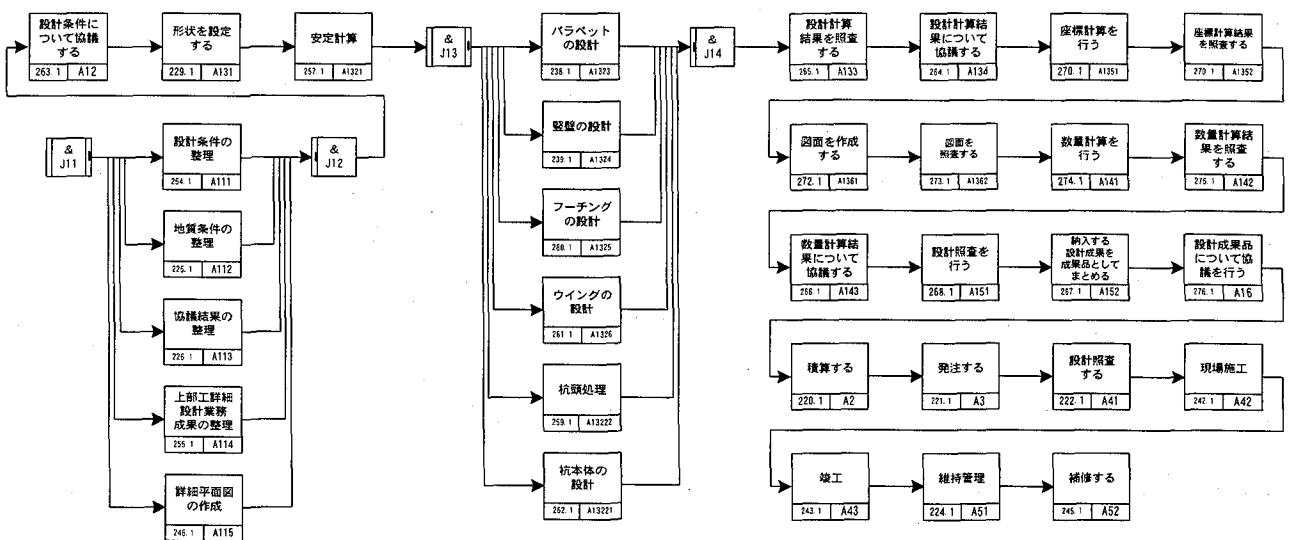


図-6 PFN

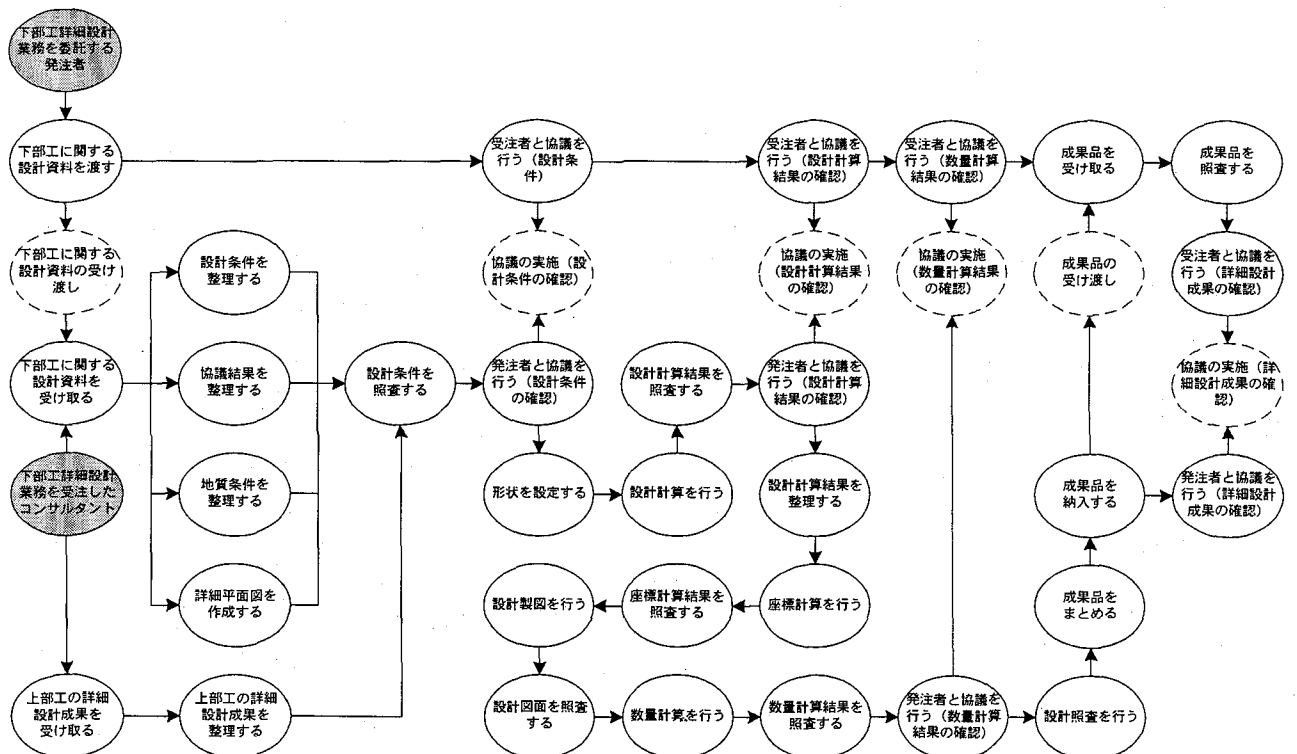


図-7 OSTN

進捗確認を行う必要がなくなり、効率よく業務が流れ、またコストが削減される。また、発注者は受注者との確認作業がなくなるので、他の事業等に従事することができ、さらに国民サービスの向上へ貢献することができる。

5.4 まとめ

本章では、逆T式橋台の詳細設計業務を対象として、IDEF手法を用いて、現状の業務モデル(As-isモデル)を構築した。現状の業務プロセスならびに流通する情報について明確に整理でき、改善するべきことも明確になった。またIDEF手法による分析を行うことによって、4章までの現状分析結果の妥当性を確認することもできた。

ここで構築したAs-isモデルは今後、将来のあるべき業務モデル(To-beモデル)を検討していくにあたって重要な資料となる。

6 あとがき

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、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。次に、建設事業における電子化の提案として、データを共有することにより生ずるメリット、電子化することにより生ずる問題点と将来の理想に対する対策を、各業務プロセスにおける作業フローごとにまとめた。また、現時点における要素技術を用いて電子データ化を行う場合の対応状況・適用可能条件などを、報告書・図面・数量計算書・構造計算書・検証照査・竣工図書といった種別ごとに記述した。さらに、逆T式橋台の詳細設計業務を対象として、IDEF手法を用いて、現状の業務モデル(As-isモデル)を構築した。

以上の研究の結果、業務の電子化における現状の分析と問題点の整理はおおむね行えたものと考えている。今後、これまでの紙を媒体とした業務形態から、IDEF手法などによる業務分析を行い、電子化されたデータに適した業務ワークフローを提案していくことが望まれる。

本研究におけるテーマは、建設CALS/EC実現の過程において避けて通ることのできないものであり、本論文が今後の建設事業における電子化を促進するための参考資料となれば幸いである。

最後に、本研究は(社)建設コンサルタント協会近畿支部土木情報・通信先進技術研究委員会(委員長：三上市蔵)の活動¹³⁾の一環として行ったものであり、関西大学の田中成典助教授、極東工業株の倉富芳朗氏、国際航業株の原田康久氏、川田建設株の松本正之氏、中央復建コンサルタント株の阪本幹己氏、パシフィックコンサルタント株の片浦正雄氏、(株)建設技術研究所の神野裕昭氏、日本建設コンサルタント株の西山卓氏および谷本直樹氏の助力を得たことを付記する。

参考文献

- 1) 田中克則, 高橋広幸, 加藤 潔: 建設CALSを目指した道路設計図面の電子標準化に関する研究, 土木情報システム論文集, 土木学会, Vol.7, pp.49-56, 1998.10.
- 2) 建設省: CAD製図基準(案), 2000.3.
- 3) 建設省: 土木設計業務等の電子納品要領(案), 2000.3.
- 4) 加藤 潔, 前田佳克: 規準・報告書類の電子化手法の提案, 第23回土木情報システムシンポジウム講演集, 土木学会, pp.63-66, 1998.10.
- 5) 新井伸博, 和泉 繁, 笹川 滋: 橋梁設計における共通データファイルの検討, 第21回土木情報システムシンポジウム講演集, 土木学会, pp.33-36, 1996.10.
- 6) 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の開発, 2000.2.
- 7) 大澤健治: 調査-設計-積算段階の情報活用方策研究, CALS/EC Japan 1998 論文集, CALS 推進協議会, pp.117-124, 1998.11.
- 8) National Institute of Standards and Technology: *Integration Definition for Information for Function Modeling (IDEF0)*, Federal Information Processing Standards Publication 183, 1993.12.
- 9) National Institute of Standards and Technology: *Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X)*, Federal Information Processing Standards Publication 184, 1993.12.
- 10) Mayer, R. J., Cullinane, T. P., deWitte, P. S., Knappenberger, W. B., Perakath, B., Wells, M. S.: *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF3 Process Description Capture Method Report*, Knowledge Based System Inc., 1992.5.
- 11) Mayer, R. J., Menzel, C. P., Painter, M. K., Blinn, T., Perakath, B.: *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF3 Process Description Capture Method Report*, Knowledge Based System Inc., 1995.9.
- 12) 土木学会 ISO 対応特別委員会: 「ISO への対応」に関する第2回シンポジウム—ISOとCEN—講演資料集, 1999.11.
- 13) (社)建設コンサルタント協会近畿支部 土木情報・通信先進技術研究委員会: 土木情報・通信先進技術研究委員会報告書—建設CALS/ECの導入とCALS要素技術に関する研究—, 1999.7.

(2000年9月14日受付)