

## I-21 情報プロトコル構築のための鋼道路橋詳細設計業務に関する現状のモデル化

AN AS-IS MODELING OF PRACTICAL DETAILED DESIGN OF  
STEEL HIGHWAY BRIDGES FOR CONSTRUCTING INFORMATION PROTOCOL

三上 市藏            田中 成典            今井 龍一  
Ichizou Mikami    Shigenori Tanaka    Ryuichi Imai

【抄録】 円滑な情報伝達の確立、企業間における電子技術情報の流通による共有化・連携の促進によるコスト縮減を実現するために、国際標準規格に準拠した情報プロトコルの構築が望まれる。

本研究では、鋼道路橋の詳細設計業務に着目し、現状の詳細設計業務について調査し、業務プロセスを示すフローチャートを作成した。そして、As-is モデルの構築を行った。そこでは、IDEF0 を用い、現状の業務プロセスを明確に定義した後、業務間で流れている情報を IDEF1X にて定義し、情報プロトコルの明確化を図った。

【Abstract】 An information protocol should be constructed immediately in order to flow the information efficiently in the design process by using the international standards.

In the present paper, the practical detailed design process of steel highway bridges in Japan is surveyed, and the flow chart of the process is constructed. Then, IDEF0 is used for the definition of the processes. And, the information flowing in the processes is formalized. The informations of the processes are classified and arranged, in the form of common I/O data files. Next, the information model for the processes is defined by using IDEF1X. By using the process models of IDEF0 and the information model of IDEF1X, the As-is model is constructed.

【キーワード】 鋼道路橋, 詳細設計, IDEF0, IDEF1X, As-is モデル, 情報プロトコル

【Keyword】 steel highway bridges, detailed design, IDEF0, IDEF1X, As-is model, information protocol

## 1. まえがき

社会基盤である土木構造物のライフサイクルは長期間に及び、その間、情報交換は頻繁である。また、交換される情報は多種多様で膨大な量である。このような特徴を持つ土木事業において、事業遂行の円滑化・効率化、品質確保、コスト縮減を実現するため情報化を推進する必要がある。既存の資産を将来、有効に活用するためにも情報基盤の整備を積極的に行う必要がある。建設 CALS/EC では、土木事業のライフサイクル全般における情報を交換・連携・共

有を行うことにより、効率的に業務を遂行することを目指し、調査・研究・実証実験が行われている[1]～[8]。しかし、情報のやりとりの複雑さ故に、未解決な問題も多々ある。

土木事業の中でも情報交換および業務形態が複雑なものとして、鋼道路橋の建設事業があげられる。鋼道路橋のライフサイクルにおける各業務段階で発生する情報は、受発注者独自の電子データ形式であることが多く、情報交換は、多くの場合、紙を媒体として行われている。情報交換を重要視しないシス

連絡先 関西大学 工学部 土木工学科

〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35

TEL : 06-6368-1121 (内線 6521) FAX : 06-6368-0940 E-Mail : GFH00126@nifty.ne.jp

テム化が受注企業においてなされているため、情報の円滑な伝達が阻害されたり、情報が重複管理される無駄があったりしている。

円滑な情報の伝達を確立し、関係者間における技術情報の共有を促進し、品質の確保、コストの縮減を実現するために、国際標準規格を用いて、情報プロトコルを早急に構築する必要がある。

著者ら[9]は、橋梁関連企業における現状調査を行い、鋼道路橋の業務プロセスを明らかにした。業務プロセスの中で設計業務にて流れている情報に着目し、各業務段階で必要とするデータ、出力されるデータに整理し、共通 I/O データファイルを構築した。これらを基に国際標準である IDEF0 を用い、ライフサイクルのモデル化を行った。IDEF0 モデルより、詳細設計業務は生成される情報量は膨大で製作業務へ情報を流す重要な業務である。そこで、トップ事象を“詳細設計を行う”とした IDEF0 によるモデル化を行い、データと手続きの情報の流れを定義する必要があるとの結論を得た。

本研究では、鋼道路橋の詳細設計業務における現状の業務モデルとなる As-is モデルの構築を行う。現状の業務について調査した後、IDEF0 を用い、現状の業務プロセスを明確に定義する。業務間で流れている情報を IDEF1X にて定義し、情報プロトコルの明確化を図る。ただし、対象とする構造形式は、現在、我が国で最も適用されている鉄桁・箱桁橋とする。

## 2. 情報プロトコルの構築手順

国際標準である IDEF 手法を用い、情報の伝達方法となる情報プロトコルを図-1 に示す手順で構築する。橋梁は形式によって構成要素が異なるため、ここでは、鉄桁・箱桁橋を対象を絞って構成要素の情報に対応した As-is モデルを構築する。

## 3. 現状の詳細設計業務

著者ら[9]は、鋼道路橋のライフサイクルにおける業務形態を明らかにするために、橋梁関連企業へ現状の調査を行い、業務プロセスを示すフローチャートを作成した。しかし、詳細設計業務についての詳述には至っていない。

本研究では、現状の詳細設計業務についての業務

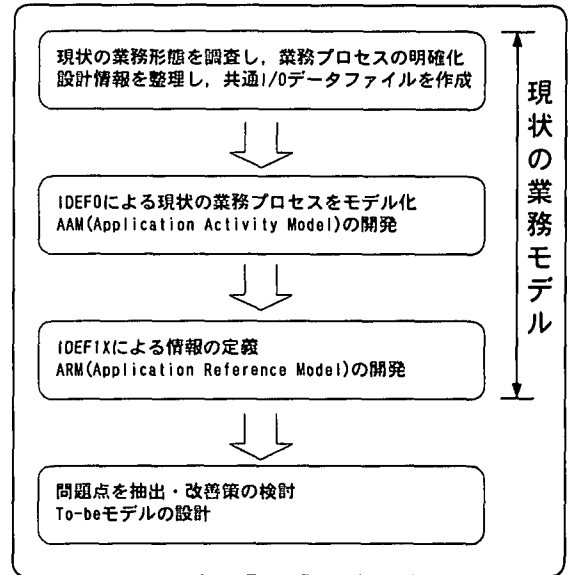


図-1 構築の手順

プロセスについて調査した。詳細設計業務内での情報の流れは、設計計算プログラムの入出力データの流れといえる。そこで我が国で用いられている最も小さな設計計算プログラム単位にまで着目[10]～[13]し、業務プロセスを示すフローチャートを作成した。図-2 に鉄桁橋の業務プロセスのフローチャートを示す。調査結果は、IDEF0 によるモデル化の重要資料となる。

## 4. 設計業務の情報

設計業務で流れている情報は、当該橋梁形式の構成要素に関するものである。したがって、情報プロトコルにおいて詳細な情報の定義を行うためには、橋梁形式の構成要素となる情報を明らかにする必要がある。

著者ら[9]は、最も良く普及している鋼橋の鉄桁・箱桁の上部工設計計算プログラムを対象として、設計計算プログラムを開発した情報処理企業からデータベースに関する資料の提供を受け、入出力データを整理した。詳細設計業務で用いられている複数の設計計算プログラムのデータベース資料を基に、データを整理し、特定のソフトウェアに依存しない共通 I/O データファイルを作成している。本研究では、設計情報の漏れを防ぐために、さらに設計計算プログラムに関する資料の提供を受け、既報[9]で作成した線形計算、構造解析、部材設計（鉄桁・箱桁）に

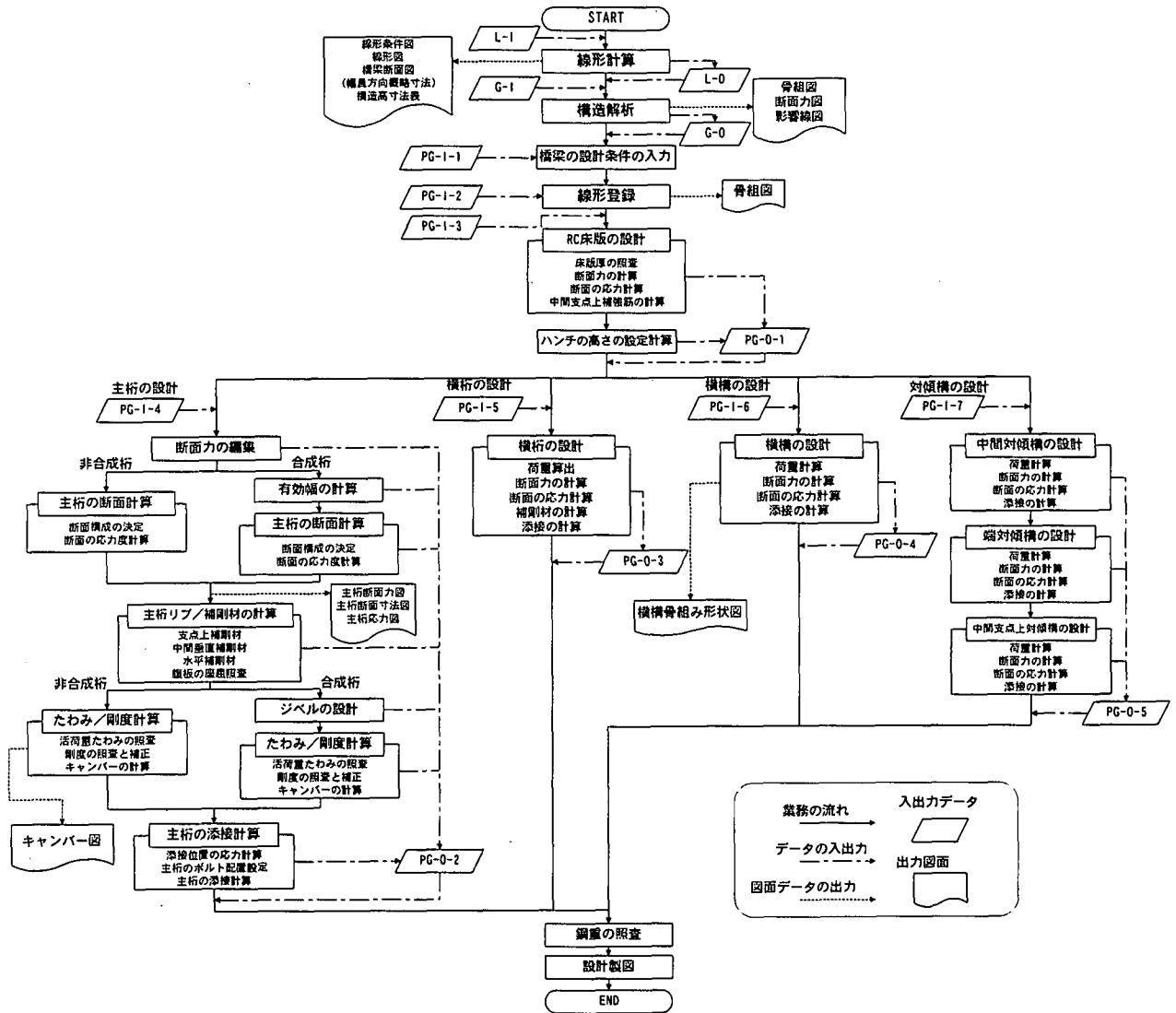


図-2 鋼桁詳細設計業務プロセスのフローチャート

表-1 分割した共通 I/O データファイル

ファイル名	説明
L-1	線形計算 INPUT DATA
L-0	線形計算 OUTPUT DATA
G-1	構造解析 INPUT DATA
G-0	構造解析 OUTPUT DATA
PG-I-1	設計条件の入力 INPUT DATA
PG-I-2	線形登録 INPUT DATA
PG-I-3	RC床版の設計 INPUT DATA
PG-I-4	主桁の設計 INPUT DATA
PG-I-5	横桁の設計 INPUT DATA
PG-I-6	横構の設計 INPUT DATA
PG-I-7	対傾構の設計 INPUT DATA
PG-O-1	RC床版の設計 OUTPUT DATA
PG-O-2	主桁の設計 OUTPUT DATA
PG-O-3	横桁の設計 OUTPUT DATA
PG-O-4	横構の設計 OUTPUT DATA
PG-O-5	対傾構の設計 OUTPUT DATA

関する共通 I/O データファイルに対し、I/O データを付加した。また、第3章にて作成した業務プロセスフローチャートで入出力されている情報[14]~[16]について明確にするため、共通 I/O データファイルを分割し、共通 I/O データファイルの再構築を行った。分割した共通 I/O データファイルについて、図-2 のフローチャートに記述した。これは、各業務間で交換する情報に関するプロトコルの作成に大きな役割を果たす。ある業務にはどのようなデータが入力データとして必要か、次業務へ渡すために出力すべきデータは何か、設計のノウハウとして残すべきデータについて把握するため、入出力に分けて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を作成している。表-1 に、分割した共通 I/O データファイルの一覧を示す。表-2 に、共通 I/O

表-2 共通 I/O データファイル (一部)

データ No.	項目	データ名	複数型	単位	備考
1	平面線形登録	ライン名	N		
2	平面線形登録	要素番号	N		一つのラインはいくつかの直線、曲線要素からなっている。それらの認識番号。
3	直線要素	要素長	N		
4	直線要素	始点X座標	N		
5	直線要素	始点Y座標	N		
6	直線要素	始点における要素の方位角	N	°' ''	
7	直線要素	終点X座標	N		
8	直線要素	終点Y座標	N		
9	直線要素	終点における要素の方位角	N	°' ''	
10	円要素	要素長	N		
11	円要素	始点X座標	N		
12	円要素	始点Y座標	N		
13	円要素	始点における要素の方位角	N	°' ''	
14	円要素	終点X座標	N		
15	円要素	終点Y座標	N		
16	円要素	終点における要素の方位角	N	°' ''	
17	円要素	曲率中心方向 (カーブの向き)	N		上り方向に対して曲率の中心が路線の左右どちらにあるか?
18	円要素	中心角	N		
19	円要素	曲率中心のX座標	N		
20	円要素	曲率中心のY座標	N		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

表-3 共通 I/O データファイルのデータ数

データファイルの種類		データ数
線形計算	IN	59
	OUT	26
格子解析	IN	101
	OUT	235
钣桁設計計算	IN	1573
	OUT	363
箱桁設計計算	IN	2971
	OUT	636

データファイルの一部を示す。表-3 に、整理した各ファイルのデータ数を示す。

### 5. 国際規格によるモデル化

我が国は WTO/TBT 協定に調印したが、その中の政府調達協定に「ISO を遵守する」の一文がある。ISO (国際標準化機構) とは世界的な非政府機構であるが、実体は欧州主導である。欧州主導の設計基準が ISO 規格となった場合、我が国の土木事業はそれに準拠して構造物を設計しなければならない [17][18]。我が国としては、構造物の計画・調査・設計・積算・施工・維持管理の各事業段階の情報を収集・分析し、統一的な規格を策定し、ISO に提案するために研究・開発を行わなければならない。したがって本研究では、モデル化手法に国際標準規格

を用いる。

新情報化社会の構築における業務改革推進と統合情報システム構築のための国際標準として IDEF (ICAM DEFinition) がある。IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) [19] と IDEF1X (Integration Definition for Information Modeling) [20] は、ISO10303 STEP (Standard for the Exchange of Product model data) の AP (Application Protocol) を開発する上で必要となる要素技術である [21]。両手法は、1993 年 12 月に NIST (National Institute of Standards and Technology : 米国標準技術院) により、FIPS (Federal Information Processing Standard : 米連邦情報処理基準) に採用されている [22][23]。本研究では、業務プロセスモデルには IDEF0、データモデルには IDEF1X を用いる。

#### 5.1 詳細設計業務のモデル化

本研究では、国際的に規格化されている IDEF0 を用いて、詳細設計業務をモデル化し、機能を定義する AAM (Application Activity Model) を開発した。钣桁・箱桁の構成要素の中核となる部材設計については最下層に定義した。その結果得られた IDEF0 ノードリストは次のようである。

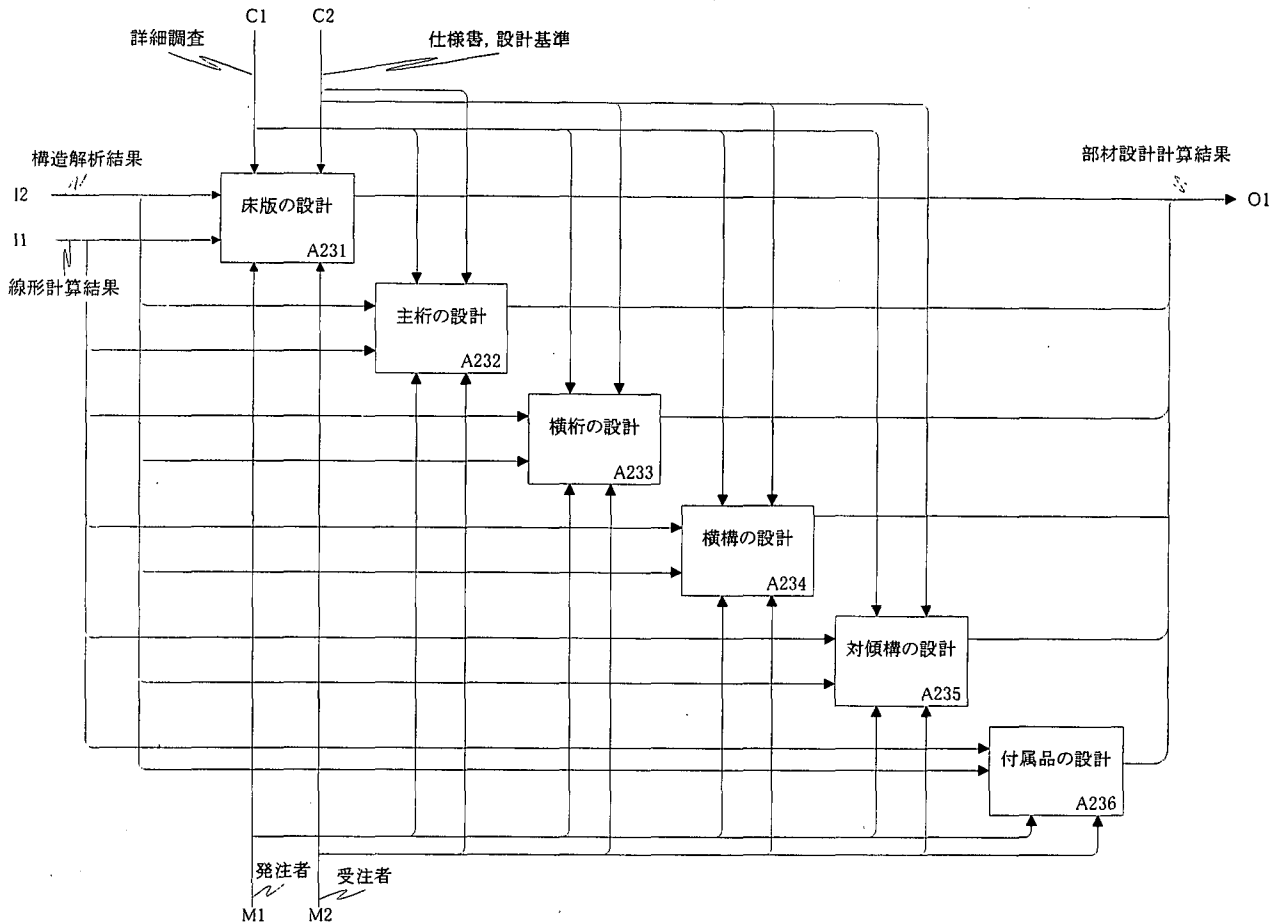


図-3 鋼桁詳細設計業務の IDEF0 モデル (一部)

- A0: 鋼桁橋の詳細設計を行う
- A1: 設計条件の確認
- A2: 設計計算
  - A21: 線形計算
  - A22: 構造解析
  - A23: 部材設計
    - A231: 床版の設計
    - A232: 主桁の設計
    - A233: 横桁の設計
    - A234: 横構の設計
    - A235: 対傾構の設計
    - A236: 付属品の設計
- A3: 設計製図
- A4: 数量計算

このノードリスト中の一部に対して IDEF0 モデルを図-3 に示す。

<A1: 設計条件の確認>の業務以外のプロセスは、作業が電子化されている。上流業務より受けた情報を手作業により入力し、電算処理により業務を遂行する。使用する設計計算プログラムが異なると、入

出力の仕様が異なる。また、使用されているソフトは DOS 版が多く、出力についても紙が多い。図面についても、使用する CAD ソフトが異なり、中間ファイルフォーマットとして Auto Desk 社の DXF 形式が一般的には採用されているが、正確な図面交換が難しいという問題がある。

総括すると、各業務の処理においては、電子化されているが、成果品については、紙を媒体としている。また、データベース化においても進んでない。

IDEF0 で作成したモデルやドキュメントは、作成時の試行錯誤やレビュー時の結果により、何度もモデル化を繰り返し、より完全なものに仕上げる作業が必要とされる。本研究でも完全なモデルに近づくため、設計技術者と更なる検討を行う必要がある。

## 5.2 データモデリング

IDEF0 による AAM の開発が完了したので、情報の定義を行う ARM (Application Reference Model)

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を用いて定義する。入出力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、詳細設計業務の作業間における情報の相互関係を定義した。図-4 に箱桁詳細設計業務の IDEF1X モデルを示す。IDEF1X による ARM 開発は、鉸桁・箱桁橋詳細設計業務の情報プロトコルで必要となる。

以上の作業を経て As-is モデルの構築が完了した。

## 6. 考察

詳細設計業務の遂行において、一連のプログラムを使用する上では、データは電子化されている。しかし、詳細設計業務の成果品のデータ構成は、文字・数値・図表などが混在しており、下流業務に必要なデータと設計計算過程で出力されるデータ（説明に使用する情報）について分類されていない。詳細設計業務の成果品の内容は、①設計根拠、②構造物の形状、③使用材料および材料の数量、④形状・強度などの特性に関する情報である。詳細設計業務の遂行の円滑化を図るため、これらの情報について、上流業務から受け取るべき情報および下流業務が必要とする情報を明確にし、定義する必要がある。また、下流業務へ流す必要性は低いが、詳細設計業務の情報の再利用において重要となる設計のノウハウに関するデータを明確にし、定義する必要もある。これらを実現するために、今後、構築した As-is モデルを用いて設計技術者の意見を聴き集め、図-5 に示す構想を目指し、To-be モデルの設計を行っていく。

## 6. あとがき

本研究では、現状の詳細設計業務について調査し、業務プロセスを示すフローチャートを作成した。業務プロセスフローチャート入出力されている情報について明確にするため、共通 I/O データファイルを分割しフローチャートに記述した。これらの整理結果を基に、IDEF0 を用い、現状の業務プロセスを明確に定義した。業務間で流れている情報を IDEF1X にて定義した。

AAM と ARM の開発作業を行うことにより、鉸桁・箱桁橋詳細設計業務の現状の業務モデルとなる As-is モデルを構築し、情報プロトコルの明確化を

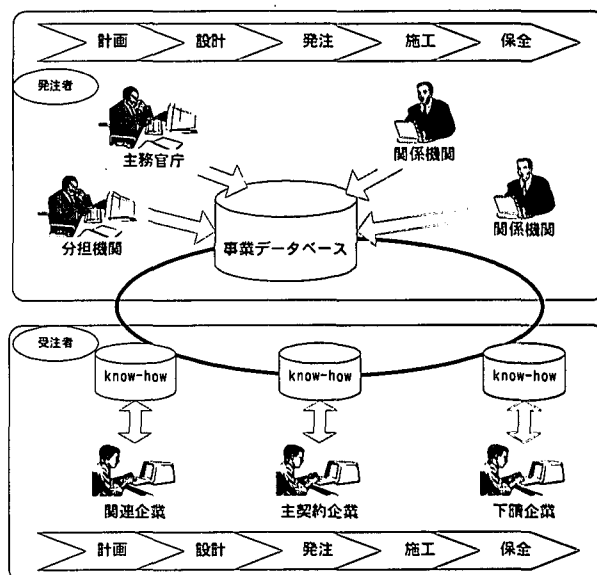


図-5 本研究の構想

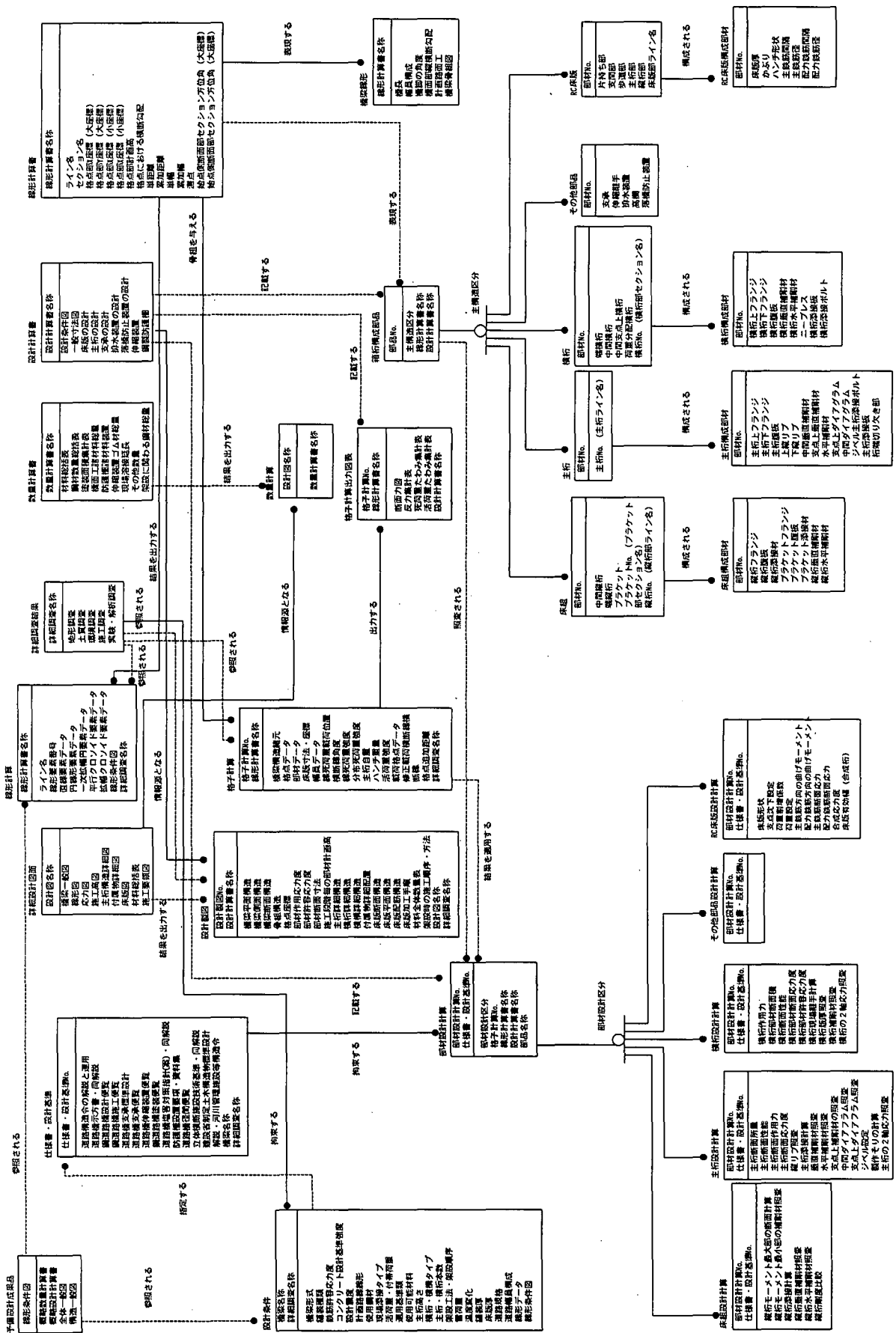
図った。今後、As-is モデルを用い、設計技術者の意見を聴き集め、問題点を抽出する。そして改善策の検討を行い、国際標準となるような To-be モデルの設計を行う。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、(株)横河技術情報の長崎富彦氏、日本電子計算(株)の丹羽量久博士、(株)栗本鐵工所の岸上信彦氏、駒井鉄工(株)の福住 建氏および篠田隆広氏には貴重な資料・御意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

## 参考文献

- [1] 明野和彦：建設 CALS/EC アクションプログラム、*CALS Expo INTERNATIONAL 1997 Proceedings Tracks 1*, pp.9-13, 1997.11.
- [2] 日本土木工業協会 公共工事委員会 CALS 検討 WG：'98 建設 CALS/EC の実践、1998.6.
- [3] 日本橋梁建設協会：建設 CALS に関する検討報告書—鋼橋建設データのデジタル化へ向けて—、1998.3.
- [4] CALS 推進協議会：CIF 技術部会平成 8 年度成果報告書、1997.3.
- [5] 建設省土木研究所：統合情報活用におけ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）、共同研究報告書 第 208 号、1998.8.



図一4 箱桁詳細設計業務の IDEFIX モデル

- [ 6] 建設マネジメント委員会 マネジメント技術小委員会 建設 CALS 情報共有化分科会：公共インフラ整備事業における業務プロセスの研究報告書，土木学会，1998.6.
- [ 7] 土木情報システム委員会情報共有技術小委員会：平成 9 年度活動報告書，土木学会，1998.6.
- [ 8] 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，1999.7.1
- [ 9] 三上市藏，田中成典，今井龍一：鋼橋の設計業務における情報プロトコルに関する基礎的研究，構造工学論文集，土木学会，Vol.45A，pp.493-500，1999.3.
- [10] 日本橋梁建設協会：鋼橋の設計と施工，1991.2.
- [11] 日本橋梁建設協会：鋼橋の計画，1988.10.
- [12] 日本橋梁建設協会：鋼橋の概要，1994.4.
- [13] 日本橋梁建設協会：鋼橋の製作，1994.9.
- [14] 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ 共通編，Ⅱ 鋼橋編），1996.12.
- [15] 阪神高速道路公団：設計基準第 2 部構造物設計基準（橋梁編），1995.1.
- [16] 首都高速道路厚生会：鋼構造物設計基準，1992.4.
- [17] ISO 対応特別委員会：ISO 規格と我が国の技術基準，土木学会，1998.9.
- [18] ISO 対応特別委員会：「ISO への対応」に関するシンポジウム講演資料集，土木学会，1998.9.
- [19] Marca, David A., and McGowan, Clement L., *IDEFO/SADT Business Process and Enterprise Modeling*, Eclectic Solutions Corp., 1988. (邦訳，研野監訳：IDEFO/SADT ビジネスプロセスとエンタープライズモデリング，(財) 社会経済生産性本部，1996.)
- [20] 松本聡：IDEF1X リレーショナル・データベースモデルの新しい表現法，日経 BP 社，1996.7.
- [21] Fowler, Julian, *STEP for Data Management, Exchange and Sharing, Technology Appraisals*, 1995. (邦訳，プラント CALS 研究会：STEP がわかる本 情報管理・交換・共有のための世界標準，工業調査会，1997.)
- [22] National Institute of Standards and Technology (NIST), *Integration Definition for Information for Function Modeling (IDEFO)*, Federal Information Processing Standards Publication 183, Dec., 1993.
- [23] National Institute of Standards and Technology (NIST), *Integration Definition for Information Modeling (IDEF1X)*, Federal Information Processing Standards Publication 184, Dec., 1993.