

I-4 分散協調型の標準化図面作成システムに関する基礎的研究

A FUNDAMENTAL STUDY OF DISTRIBUTED COLLABORATION SYSTEM
FOR DRAWING UP STANDARDIZED DESIGN DATA三上市藏
Ichizou MIKAMI田中成典
Shigenori TANAKA村田真一
Shinichi MURATA

【抄録】著者らは、先に鋼道路橋（钣桁・箱桁）を対象とした詳細設計支援システムを開発してきた。このシステムは、インターネットを通じて設計技術者により提案された推奨構造の標準化図面を他の設計技術者が加工することにより、複数の設計技術者の知識を付加した推奨構造図を作成するものである。しかし、推奨構造図の洗練に長い時間が必要であり、即時に他の設計技術者が推奨構造図を利用することができない。

本研究では、複数の設計技術者が協調作業を行い、推奨構造図を同時に作成できるシステムを考案した。そして、複数の設計技術者により作成された信頼性の高い推奨構造図を即時に他の設計技術者が利用することを可能にした。

【Abstract】 We had developed an expert system for supporting civil engineers when design the details of steel I- or box-girder bridges. This system was blushed up by adding to the functions of knowledge acquisition and knowledge sharing. It took, however, long time in this system that desirable detail design data was proposed, discussed, polished, and used in detail design process.

In this paper, to solve this problem, we developed the distributed collaboration system which the civil engineers at remote location draw up desirable detail design data under real time.

【キーワード】分散協調処理、図面の標準化、情報の共有化、インターネット、CAD

【Keyword】 distributed collaboration, standardized design data, information sharing, internet, computer aided design

1. まえがき

著者らは先に鋼道路橋のうち钣桁橋と箱桁橋を対象とした詳細設計支援システム¹⁾²⁾を開発した。このシステムは、過去に疲労亀裂が発生した構造詳細を損傷構造、そして専門家により提案された疲労亀裂が発生しにくい構造詳細を推奨構造として、損傷構造に関する情報を事例データベースに、推奨構造に関する知識情報を知識ベースにそれぞれ保持している。また、このシステムはインターネットを通じてオンライン利用できるものである。

さらに、推奨構造の標準化図面の獲得を容易にするために、独自に Web Page 上で利用できるド

メイン CAD³⁾を開発した。また、提案された推奨構造図をオンラインで加工できる機能をドメイン CAD に付加⁴⁾した。これにより、複数の設計技術者の知識を取り入れた信頼性の高い推奨構造図を獲得・洗練することができるようになった。ただし、一度提案された推奨構造図は知識ベースに保存されるため、他の設計技術者がその推奨構造図の図面データを開いて討議し、洗練するのに多くの時間が必要となる。したがって提案された推奨構造図を設計技術者が即時に利用することに限界がある。

そこで、複数の設計技術者がインターネットを通じて推奨構造図の提案、討議、洗練作業を同時に

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 : 06-368-1121 (内線 6521) FAX : 06-368-0850 E-mail : GFH00126@nifty.ne.jp

行うことを考える。その実現のために、複数の設計技術者がコミュニケーションを取りながらネットワークで同時に作業できる分散協調型の標準化図面作成システムを開発することにした。

近年、コンピュータを用いた人間の協調作業支援に関する CSCW (Computer Supported Cooperative Work) に対する関心が高まってきており、ネットワークで協調作業を行うソフトウェア^{5)・10)}が多く開発されている。アプリケーションの例として、Lotus 社の Notes やジャストシステムの Joss などが挙げられるが、これらは資料やノウハウの共有、ワークフロー管理による意志決定の迅速化を目指すものである。また、Microsoft 社の NetMeeting は、複数の人が音声や動画を用いてコミュニケーションを取ったり、ホワイトボードを用いて協調して絵を描画することができる。ただし、動作環境は Win32 のシステム環境に限られる。

土木や建築分野の設計においては、遠隔地の設計技術者同士、あるいは設計技術者と顧客との間で協調作業を行う状況¹¹⁾¹²⁾が頻発している。

本研究では、設計技術者が使えるシステム環境を利用して容易に協調作業が行えるようにインターネットの WWW をベースとした分散協調型の標準化図面作成システムを開発する。

2. 詳細設計支援システム^{1)・4)}の概要

詳細設計支援システムの目的は、過去に疲労亀裂が発生した損傷構造と専門家により提案された推奨構造とを設計技術者にオンラインで提示することにより、新設橋梁の詳細設計に際して過去の損傷構造と同じような構造詳細を採用して疲労亀裂が発生す

ることのないように支援することである。

2. 1 既存システムの構成

既存の詳細設計支援システム^{1)・4)}(図-1)は、過去に疲労亀裂が発生した損傷構造を提示する事例プロセスと、疲労亀裂の発生を防止できる推奨構造を提示する支援プロセスとで構成されたエキスパートシステム(図中①)と、インターネットを介して技術者から直接事例データや知識情報を獲得できる知識獲得サブシステム(図中②)、そしてエキスパートシステムをインターネットの Web Page 上でオンライン利用できる知識共有サブシステム(図中③)から構成されている。

2. 2 情報の標準化

損傷構造に関する事例データや推奨構造に関する知識情報を獲得・共有するための情報交換には、標準化が必要なので ISO の標準化方法に従った。

(1) 文書データ

本システムでは取り扱う文書データを ISO8879 の SGML を用いて標準化した。損傷構造と推奨構造のそれぞれについて構成情報を文書型定義(DTD)により定義した。

(2) 画像データ

本システムでは損傷部の写真データは画像データとして JPEG 形式を採用して標準化した。

(3) 図面データ

本システムにおいて、推奨構造で取り扱う推奨構造図のデータは ISO10303 の STEP に従った。データの汎用性を考えて、STEP のファイル交換規格である実装方式(Part21)を利用した。また、

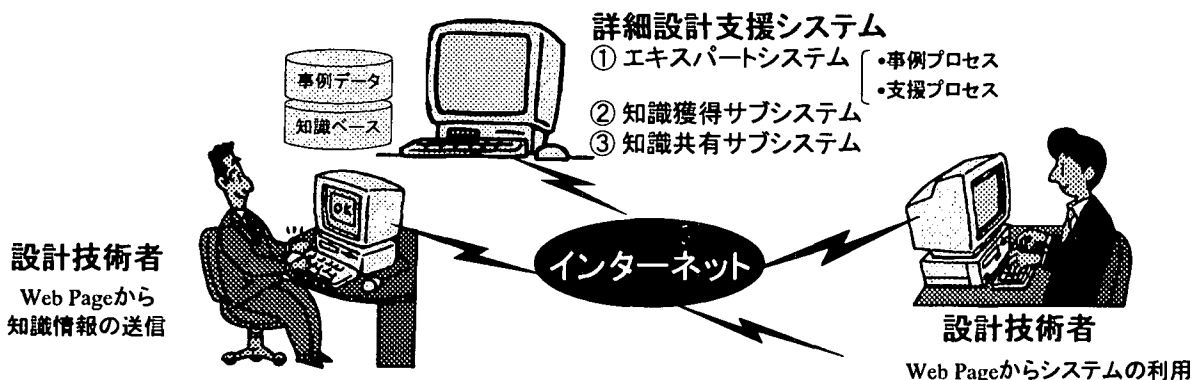


図-1 詳細設計支援システムの概要

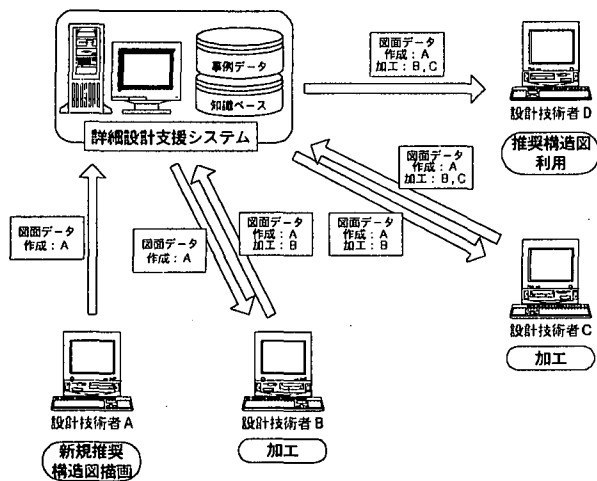


図-2 標準化図面の獲得・共有

推奨構造を対象としたアプリケーションプロトコルを提案し、この規格を利用して標準化を行った。

2.3 ドメインCADの概要

既存の詳細設計支援システム³⁾⁴⁾は推奨構造図の獲得が容易に行えるように独自にドメインCADを開発した。このドメインCADでは、図-2に示すように設計技術者Aにより提案された推奨構造図を他の設計技術者B,Cが討議し、知識の補充・拡張のために加工できる。すなわち、複数の設計技術者の知識を取り入れた信頼性の高い推奨構造図を容易に獲得・洗練することが可能となった。

ただし、既存のドメインCADは非同期型であるため、推奨構造図が提案されてから他の設計技術者により加工され、洗練されるまで多くの時間が必要になり、作成された推奨構造図を即時に利用することに限界がある。

そこで、本研究では遠隔地にいる設計技術者らがインターネットを通じて協調作業が行える同期型の標準化図面作成システムを構築することにした。

3. 分散協調型システムの構想

遠隔地にいる複数の設計技術者が同一内容の画面を見ながら推奨構造図を協調作成することができれば、推奨構造に関する知識を即時に洗練して利用することが可能となる。

3.1 システムの概要

分散協調型のシステムには、時間的特性から判断して、複数の利用者が共用ウィンドウシステムや

画面共用システムを介して同時に作業を行う同期型システム⁵⁾¹⁰⁾と、電子メールや電子掲示板のような蓄積型通信を基本とする非同期型システムがある。また、空間的特性から判断して、複数の利用者が会議室などに集合して対面で利用する同室対面型システム¹⁰⁾と、地理的に分散した複数の利用者がリモート通信機能を用いて利用する遠隔分散型システム⁵⁾⁹⁾がある。

推奨構造図の作成には、提案、討議、加工、洗練と多くの手順を要するため、推奨構造図が提案されてから利用できるようになるまでに長期の時間が必要である。また、日常、設計業務に携わっている技術者達が同一場所に集合することは難しい。そこで、本システムでは図-3に示すように、遠隔地に分散している設計技術者が同期を取りながら標準化図面を作成できるシステムを構築する。これにより、設計技術者が何処にいるかに関係なくWeb Page上から推奨構造図の作成に参加でき、また、その作成作業において推奨構造図の洗練までを行うことが可能になる。

分散協調型の標準化図面作成システムはドメインCADウィンドウ、ユーザウィンドウおよびコミュニケーションウィンドウから構成される。

ドメインCADウィンドウは、ホワイトボードのように複数の設計技術者が同じ図面の作成、加工を行うものである。各設計技術者が作図した内容は、すべての設計技術者が参照することができ、意見を交換しながら加工が行える。

ユーザウィンドウには、設計技術者が討議に参加すると、参加している設計技術者の静止画と設計技術者の個人情報が表示される。これにより、他の設計技術者の存在を互いに強く認識することができ、多くの遠隔型協調作業システムで生じている参加者間の一体感や存在感の薄れ、疎外感の現れなどの問題を解決できる。

コミュニケーションウィンドウでは、設計技術者間の討議や意見の交換を同期を取って行うことができる。これにより他の設計技術者の意見をリアルタイムに確認することができる。また、討議内容を討議記録として保存することができる。

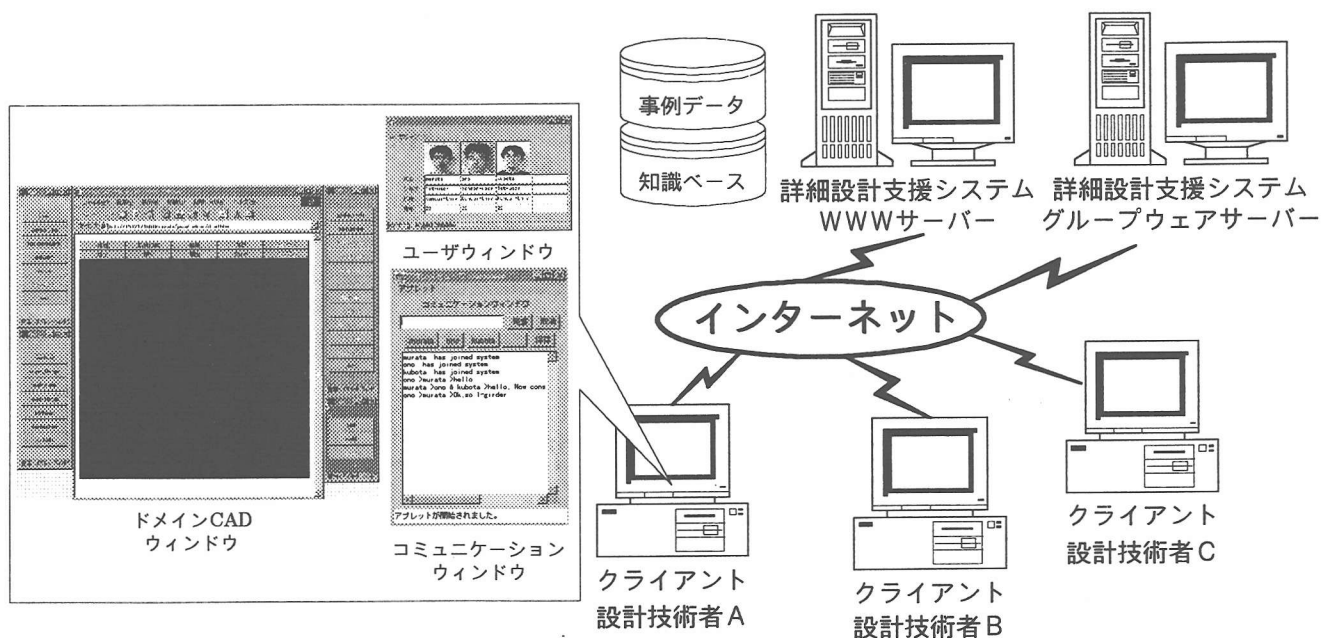


図-3 分散協調型の標準化図面作成システムの構想

3.2 システムにおける協調作業のサービスとルール

本システムでは、推奨構造図の協調作業を行う際に円滑に作業を進めるため、ドメインCADウィンドウとユーザウィンドウ、コミュニケーションウィンドウに以下のサービスとその運用ルールをそれぞれ定める。

(a) ドメインCADウィンドウ

- 1) 加工保護：ある設計技術者が図面を加工しようとするときに、加工する範囲を選択すると、その範囲は赤色で網掛けされ、他の設計技術者が加工できないようにする。
- 2) 保護解除：ある設計技術者が図面の加工を終了すると、加工範囲の赤色の網掛けが消え、加工保護が解除される。そして他の設計技術者がその範囲を再び加工できるようにする。
- 3) 加工観察：ある設計技術者が図面を加工しているときに、加工範囲は塗りつぶしではなく、網掛けのため、他の設計技術者がその加工作業を観察できる。
- 4) マルチ加工：ある設計技術者が図面の特定範囲を加工しているときに、その範囲と異なる範囲は他の設計技術者が同時に加工できる。
- 5) 加工色別属性：推奨構造図の仮の提案要素（討

議中の要素）は白色で示し、設計技術者が加工することができる。討議の結果、確定した要素（討議後の要素）は黄色で示し、再加工はできない。

- 6) 加工優先：複数の設計技術者が同じような推奨構造図を作成した場合は、先に作成された推奨構造図を有効にする。
- 7) 加工履歴管理：推奨構造図の提案・加工に携わった設計技術者を明確にするために、図面の加工履歴を、管理情報として推奨構造図とともに管理する。加工履歴情報は後から閲覧することができる。

(b) ユーザウィンドウ

- 1) 顔写真表示：設計技術者が協調作業に参加すると、サーバ上にある設計技術者の顔写真のデータが表示される。
- 2) 個人情報表示：設計技術者が協調作業に参加すると、サーバ上にある設計技術者の個人情報（アクセス管理のクラス、所属、氏名、備考）が顔写真と共に表示される。
- 3) 参加・退席管理：顔写真および個人情報は設計技術者が参加すると表示され、退席するとユーザウィンドウから消去される。これにより協調作業に参加している設計技術者を視覚的に確認

することができる。なお、本システムでは、最大4人まで参加することができる。

(c) コミュニケーションウィンドウ

- 1) 発信者・対話相手表示：入力エリアに文字列を入力後、対話相手ボタンを押すことにより、誰が誰に話しているのかを出力エリアに明確に表示することができる。
- 2) 聞き手側太字表示：コミュニケーションウィンドウにおける討議内容の内、聞き手側の出力ウィンドウには太字で表示される。これにより、自分に話しかけられた場合、すぐに対応することができる。
- 3) 加工補助：ある設計技術者が図面を加工しているときに、その加工作業を見ている他の設計技術者がクレームやアドバイスなどを伝えることができる。
- 4) 討議記録管理：コミュニケーションウィンドウで行った討議内容は、討議記録として推奨構造図と共に管理する。討議記録情報は後から閲覧することができる。

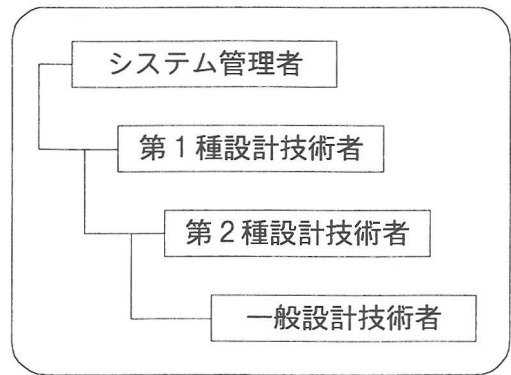


図-4 アクセス管理

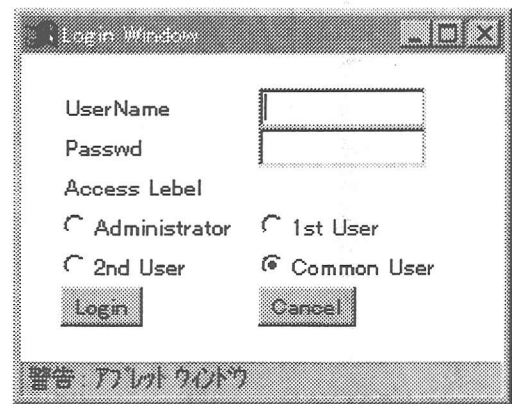


図-5 ログインウィンドウ

これらのサービスとルールに従い分散協調作業を行うことで、円滑に推奨構造図を作成・洗練することができる。

3.3 システムのアクセス管理

システムを有効に利用するためには、アクセスする人の管理をする必要がある。本システムでは図-4に示すように、アクセス権を4階層に分類し、推奨構造図の作成が重なったときや意見が異なるときの優先順位の処理を容易に行えるようにする。ここに、システム管理者クラスはシステムを有効に稼働させるためのあらゆる処置ができるようにする。第1種設計技術者クラスは、推奨構造を提案、討議、洗練する上で最も権限のあるクラスとする。第2種設計技術者クラスは、推奨構造図の提案、討議、洗練に参加し、意見を交換することができるようにする。一般設計技術者クラスは、推奨構造図の提案、討議、洗練には参加できないが、Web Page上で推奨構造図の作成行程を閲覧できるものとする。

設計技術者のアクセス管理として、図-5に示すログインウィンドウに入力された情報とシステム

の保持しているユーザファイルの情報によりユーザ認証を行う。

3.4 分散協調で作成可能な図面の容量

本システムは、推奨構造図の追加、修正など分散協調作業のために作成しており、取り扱われるSTEPのPart21ファイルの容量は数KBである。したがって、レイヤーの取り扱いは考えていないし、大容量の一般的な図面に対する分散協調作業は対象としていない。

Part42の幾何要素を用いて表現したPart21ファイルは、幾何要素の集合として橋梁要素を表現するため、必然的に図面の容量が大きくなる。しかし、橋梁要素を対象に提案したアプリケーションプロトコルを用いることによって、簡潔に橋梁要素を表現することができ、図面の容量も小さくなる。

3.5 システム利用の流れ

システムの流れを図-6に示す。複数の設計技術者が本システムに参加することにより、協調作業

が始まる。推奨構造図を新規に作成するか、加工途中の図面を開き、協調作業により討議を行いながら推奨構造図を洗練する。いずれの場合も推奨構造図が決定され協調作業が終了すると、STEPのPart21ファイル形式で知識ベースに図面データが保存される。知識ベースに蓄えられた推奨構造図は、ドメインCADウィンドウで開くことができる。また加工途中であれば、再度加工することができる。

4. システムの開発

インターネットを通じてオンラインで協調作業のできるシステムは、サーバ側にWebサーバとグループウェアサーバを利用、開発する。クライアント側にユーザウィンドウ、コミュニケーションウィンドウ、ドメインCADウィンドウの3つのウィンドウから構成されるJavaアプレットクライアントを開発する。

4.1 サーバシステムの開発

Webサーバは、Sun Ultra10上のSun Web Server 1.0を用いる。また、分散協調処理を実現するためにグループウェアサーバを開発する。

サーバ処理の技術としてCGI(Common Gateway Interface)とJava Server APIが挙げられる。本システムでは、マルチスレッドを扱うためJava Server APIを用いて、グループウェアサーバの開発を行う。

次に、分散協調処理を実現するため、図-7に示すようにJavaのスレッドを用いる。設計技術者がグループウェアサーバに接続すると、各設計技術者に対して一つの入出力用スレッドが生成される。そしてサーバとクライアント間において一対一の関係の通信処理を行うことができる。したがって複数の設計技術者による接続に対して、サーバの処理を平行して実行することができる。

また、図-8に示すように、各設計技術者から送られたデータは、入出力用スレッドが受け取り、サーバへ一旦送信する。そして、グループウェアサーバが、受け取ったデータを現在生成されている全スレッドに対して配信することで、接続している全てのクライアントに対してデータを同時に配信するこ

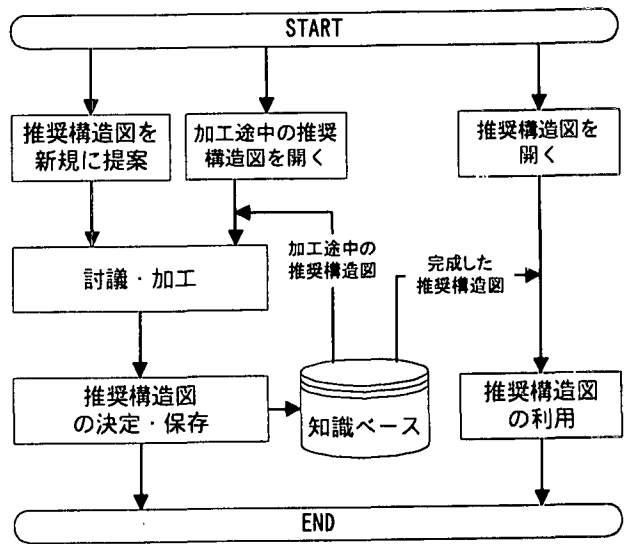


図-6 システム利用の流れ

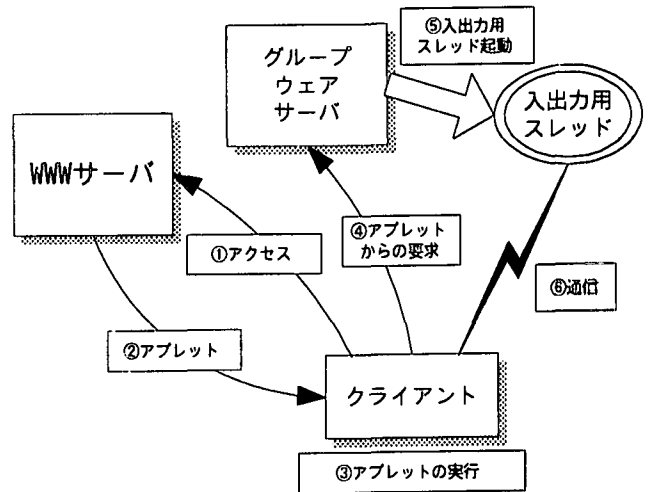


図-7 分散処理の概要図

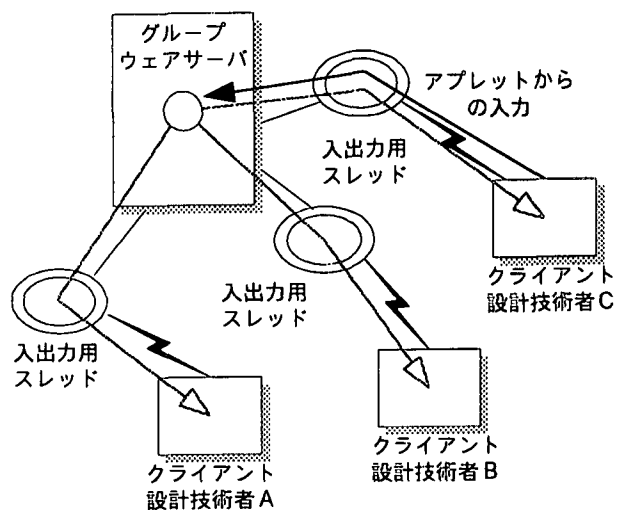


図-8 同期処理の概要図

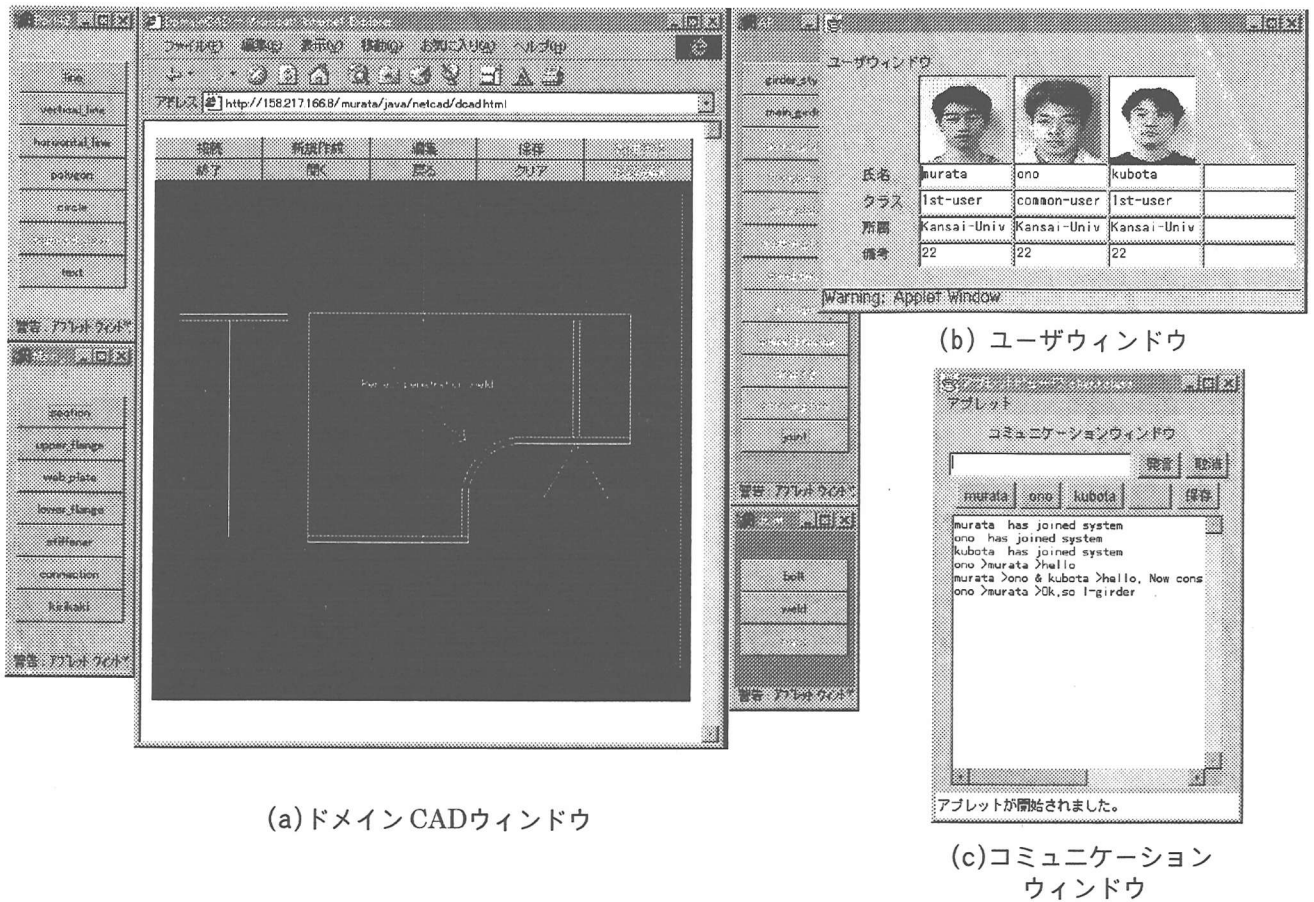


図-9 システムの画面例

とが可能となる。これにより、協調作業において同期処理を実現することができる。これらにより、各設計技術者が行った処理をサーバで確認し、その処理を他の設計技術者のシステムで実行することができる。

4.2 クライアントシステムの開発

Java アプレットクライアントが構成する3つのウィンドウについて以下に説明する。

ドメイン CAD ウィンドウ (図-9 (a)) では、推奨構造図を描画・加工するメイン画面、幾何要素や推奨構造のアプリケーションプロトコルに関するツール、および部材のデータを入力するダイアログボックスから構成される。ドメイン CAD ウィンドウを起動すると、作図画面と作図支援ツールボタンが表示される。作図支援ツールボタンは、STEP の Part42 に従った直線、円、円弧、テキストなどの幾何要素群と、新たに定義した推奨構造のアプリケーションプロトコルに従った I 断面、切欠き部、

ボルトなどの要素群とから構成される。設計技術者はこれらの作図支援ツールボタンを利用して推奨構造図を描く。推奨構造図に対する討議は、幾何要素群のツールを用いて、表示されている図面にコメントを入れたり、図面を変更したりすることにより行う。

各図面要素には、図面討議に関する色の属性を持たせる。黄色は討議により確定した要素とし、白色は現在討議中の要素とする。

ユーザウィンドウ (図-9 (b)) では、システムに参加している設計技術者の写真を一覧できるようにし、設計技術者の参加/退席が確認できるようにした。これにより、推奨構造図の作成に、参加している設計技術者の存在の認識を高めることができる。

コミュニケーションウィンドウ (図-9 (c)) では、インターネットで利用されている IRC (Internet Relay Chat) のように、設計技術者の名前と発言を時系列的に出力するようにした。これ

により、設計技術者の意見交換を迅速に行うことができる。

推奨構造図の作成が終われば、推奨構造のアプリケーションプロトコルを用いた Part21 ファイルフォーマットに変換し、図面データを保存する。そして、設計技術者は作成した推奨構造図の Part21 ファイルをダウンロードし、再利用することができる。

推奨構造図の協調作成において、討議した内容は討議記録として保存し、どのような討議の結果、推奨構造図が提案、討議、洗練されたかを明確にする。

この協調型標準化作成システムを利用することで、疲労亀裂が発生しない推奨構造図に関する知識を、遠隔地にいる複数の設計技術者から迅速に獲得できるようになる。また、新設橋梁の設計にあたって、本システムを利用することで疲労亀裂が発生しない詳細設計が実現できる。さらに、本システムで扱うデータを再利用することもできる。

5. あとがき

本研究では、疲労亀裂が発生しない詳細設計の実現を支援するシステムにおいて、複数の設計技術者がインターネットを通じて討議を行いながら協調して推奨構造図の図面データを作成できるシステムを開発した。

設計技術者達がこの分散協調型の標準化図面作成システムを利用して作成した推奨構造図は、詳細設計支援システムを利用して即時に利用することが可能となった。

最後に、本論文の作成に当たって、関西大学工学部土木工学科4回生 斧浩司君から協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 三上市藏, 田中成典, 黒田 護: 鋼道路橋の詳細設計業務を支援するためのファジイルールベースエキスパートシステムの開発, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.43A, pp.621-632, 1997.3.
- 2) 三上市藏, 田中成典, 黒田 護: 鋼道路橋の詳細設計情報の獲得および共有化方法に関する研究, 土木情報システム論文集, 土木学会, Vol.6, pp.189-196, 1997.10.
- 3) 三上市藏, 田中成典, 黒田 護, 村田真一: 鋼道路橋の詳細設計に関する標準化図面の獲得システム, 土木学会関西支部年次学術講演概要集, 土木学会, 1998.5.
- 4) 三上市藏, 田中成典, 黒田 護, 村田真一: 鋼道路橋の詳細設計における標準化図面の獲得・共有システム, 土木学会全国大会年次学術講演会講演概要集, 土木学会, 1998.10.
- 5) 池端裕子, 安達 理: Java を用いた WWW ページ上での自由度の高い統合型共同作業支援システム, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol.97, No.23, pp.43-48, 1997.3.
- 6) 村上裕治, 両角光男: 建築設計のグループワーク CAD システムに関する開発研究, 日本建築学会計画系論文集, 日本建築学会, No.498, 1997.8.
- 7) 浜嶋鉦一郎: 遠隔協調設計における Web 情報のデザインと活用方法, 土木情報システム講演集, 土木学会, Vol.6, pp.183-186, 1997.10.
- 8) 中川健一, 國藤 進: アウェアネス支援に基づくリアルタイムなWWWコラボレーション環境の構築, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol.97, No.25, pp.19-24, 1997.11.
- 9) 山上俊彦: 遠隔情報共有プラットフォーム構成技術「Java VitaminKit」, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol.97, No.21, pp.181-186, 1997.1.
- 10) 戸泉 協, 川角典弘, 山口重之: デザインミーティングの支援環境に関する研究, 日本建築学会情報システム技術委員会, 第 18 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp.223-228, 1995.12.
- 11) 明野和彦: 建設 CALS/EC アクションプログラムの策定, 橋梁と基礎, 建設図書, Vol.31, pp.180-182, 1997.8.
- 12) 明野和彦: 建設 CALS/EC アクションプログラム, *CALS Expo International 1997 Proceedings Track 1*, pp.9-13, 1997.11.