

I-2 朱入れを利用した図面修正支援SXFブラウザの開発

Development of SXF Browser for Modifying CAD Drawings

南 佳孝*
Yoshitaka Minami

田中 成典**
Shigenori Tanaka

古田 均**
Hitoshi Furuta

【抄録】 建設関連のCAD図面の電子納品には、ISO10303-202 (STEP/AP202) に準拠したSXF (SCADEC eXchange Format) が採用される。そのため、発注者は、日本建設情報総合センター (JACIC) が提供するSTEP/AP202ブラウザを用いて電子納品されたCAD図面を閲覧することになる。ただし、このブラウザは、基本機能が充実していないことや受発注者間で図面の修正を簡便化するための機能が存在しないなどの問題がある。そこで本研究では、STEP/AP202ブラウザの問題点を解決し、図面修正を支援する機能を付加したSXFブラウザを開発する。

【Abstract】 The SXF (SCADEC eXchange Format) which conforms to the ISO 10303-202 (STEP/AP-202) will be adopted for the electronic delivery of CAD drawings in the Japanese construction industry in future; therefore, orderers will be reproducing on their displays electronically delivered CAD drawings with a STEP/AP202 browser offered by the Japan Construction Information Center (JACIC). Although JACIC developed STEP/AP202 browser, its basic functions are poor and there is no function for simple making correction of a drawing among the parties. Under the circumstances, the authors developed an SXF browser that is free from the shortcomings of the STEP/AP202 browser developed by SCADEC and that adds the function that supports drawing.

【キーワード】 CALS, ISO, STEP, CAD, SXF

【Keywords】 CALS, ISO, STEP, CAD, SXF

1. はじめに

2001年4月、国土交通省直轄工事の一部で図面の電子納品が施行された。国土交通省は、電子納品の施行を鑑み、土木設計業務等の電子納品要領[1]や工事完成図書の電子納品要領[2]を策定し、CAD図面をCAD製図基準[3]に従った形式で納品することを定めた。また、ガイドライン[4][5]にも、今後は、図面の電子納品を義務づけると明記している。そして、CAD製図基準には、電子納品に使用するCAD図面の交換標準フォーマットは、国際標準規格であるISO10303-202

(STEP/AP202) に準ずると明記されている。そのため、電子納品には、STEP/AP202 に準拠した交換標準フォーマットが採用される。

日本建設情報総合センター (JACIC: Japan Construction Information Center) では、1999年3月、CADデータ交換標準開発コンソーシアム (SCADEC: Standard CAD data Exchange format in Japanese Construction field) を組織し、2000年8月、建設事業で一般的に用いられている2次元図面データを対象に、ISO10303-202 CC2 (関連を持った製図に関する規格の2次

* 関西大学大学院 総合情報学研究科

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491

** 関西大学 総合情報学部

〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 (TEL) 0726-90-2404 (FAX) 0726-90-2491

元部分)に準拠した図面データ交換フォーマットの標準仕様(SXF:SCADEC eXchange Format)を開発した。そして、図面データ交換フォーマットを活用するための4種類のアプリケーションソフトウェアを開発した。さらに、SXF仕様が有効に機能しているかを検証するために、建設業界関係者による実証実験が行われた。その結果、STEP/AP202ブラウザ[6]において、発注者にとって必要なレイヤの切り替え機能やスクロール機能といった基本機能が充実していないことがわかった。そこで、著者らは、SXFのフィーチャ仕様書[7]と共通ライブラリ機能仕様書[8]に基づいて、SCADECで開発されたSTEP/AP202ブラウザの問題点を補うために、建設CALS対応型SXFブラウザ[9]を開発した。現状では、STEP/AP202ブラウザの問題点は、市販のCADソフトウェアやブラウザなどで改善されつつある。そこで、本研究では、受発注者にとって、さらに必要な機能を考案する。

受注者の納品した図面が、発注者の意図する図面と異なる場合、図面の修正作業が発生する。図面の修正作業では、変更指示の記入(朱入れ)と修正作業が繰り返し行われる。CADが普及してきた現在でも、依然として図面を紙に印刷し、印刷した図面に修正箇所を記入することが多い。そのため、郵送等により図面を受け渡さざるを得なくなるため、非常に手間や時間がかかる。また、図面データ交換フォーマットであるSXFが開発され、電子図面交換の環境が整いつつある。しかし、それにも関わらず、従来と同様に紙の図面上で朱入れを行うことは、図面の電子化による業務効率の向上を阻害する一因となるだけでなく、紙の図面と電子データとの整合性を確認するといった余分な作業を発生させる。このような図面修正を電子図面上で行うことができるように、建設CALS対応型SXFブラウザ[9]には、朱入れ機能を実装した。本研究では、朱入れの履歴を管理することによって、図面修正の無駄を省き、作業を合理化・簡便化・省力化することを考える。

一方、土木や建築分野の設計においては、遠隔地の発注者と受注者との間で協調作業を行う状況[10][11]が頻発している。発注者と受注者が遠隔

地にいる場合、図面修正に関する意志疎通を行うことが困難である。また、図面を紙でやりとりする現状では、意志疎通にかかる無駄な時間や郵送などのコストの浪費が大きい。近年のコンピュータ技術の向上やインターネットの普及に伴い、遠隔地間で高速通信を行うことが可能になった。このようなインフラを利用して、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[12]を進展させ、受発注者間において、円滑で確実な意志疎通によって修正作業を効率化するために、インターネットを利用した分散協調の機能を実現することを考える。

そこで、本研究では、受発注者間の修正作業を合理化・簡便化・省力化するために図面修正支援機能を実現し、発注者の朱入れ作業を効率化するために分散協調朱入れ機能を実現することを目的とした図面修正支援SXFブラウザの開発を目指す。

2. 本研究の概要

本研究では、著者らが開発した建設CALS対応型SXFブラウザ[9]に、電子納品に向けた受発注者間におけるCAD図面の修正作業を合理化・簡便化・省力化し、設計作業全体を効率化するための機能を実装することを目的とする。本研究では、建設CALS対応型SXFブラウザ[9]で開発した基本機能、新たに提案する図面修正支援機能と分散協調朱入れ機能を考案し、システムに実装する。システムの概要を図1に示す。ユーザは、SXFブラウザをインタフェースとしてシステムを利用する。具体的には、受注者が修正したCAD図面をSXFブラウザで読み込むと、SXFブラウザは、読み込んだ図面と修正前の図面とを比較することによって差分データを生成し、生成した差分データをサーバに送信する。サーバは、受信した差分データを履歴データベースに保存し、サーバに接続しているユーザにその差分データを送信する。発注者は、サーバから受け取った差分データをSXFブラウザで表示し、朱入れを行う。SXFブラウザで朱入れが行われた場合、サーバに自動的に朱入れデータが送信され、サーバに接続しているユーザにも朱入れデータが送信される。

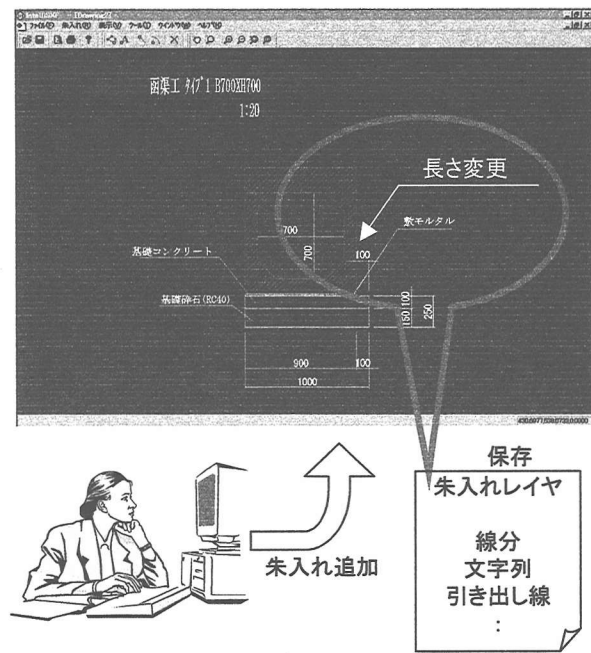


図 2 朱入れ機能

4. 2 朱入れ履歴管理機能

設計作業中、あるいは設計完了後に、過去にどのような朱入れ指示があり、それに対して修正が適切に成されたかどうかを検証することや、特定の修正段階まで戻って設計をやり直す必要が発生する場合がある。現状では、各図面データと各図面データを関連付けるデータを全て保存しなければ、上記の要求を解決することはできない。そこで、受発注者間における修正作業の合理化・簡便化・省力化を目的に、朱入れ機能によって行った

朱入れ履歴を最小限のデータ量で管理できる機能を実現する。

朱入れ履歴管理機能では、図面に関する修正指示とそれに基づく実際の図面の修正とを関連付けて保存するため、受発注者間における設計作業中あるいは設計完了後の任意の時点で過去の図面の修正履歴を確認できる。関連付けは、修正図面を読み込んだ時点で行う。朱入れ履歴管理機能の概要を図 3 に示す。通常、業務は、発注、受注、納品、検証といった過程を経る。この過程の内、納品と検証の間には、数回にわたって繰り返される図面の修正作業がある。このような修正過程の作業は、主に印刷した紙図面に訂正を加えて電子データと共に郵送することが多く、多大な手間、コスト、時間等の浪費が発生する。そこで、本システムでは、次のような処理を行う。発注者が納品物を検証し、朱入れを行った場合、その朱入れを履歴として履歴データベースに保存する。受注者が修正した図面データを読み込んだ場合、表示している図面データと読み込んだ修正後の図面データとの差分を修正履歴データとして履歴データベースに保存する。そのため、少ないデータ量で修正履歴を保存することができる。このように、履歴データを履歴データベースに保存すれば、保存された履歴データと最初の図面データだけで、任意の修正段階の図面を完全に再現することができるため、修正の度に全図面データを保存する必要はない。

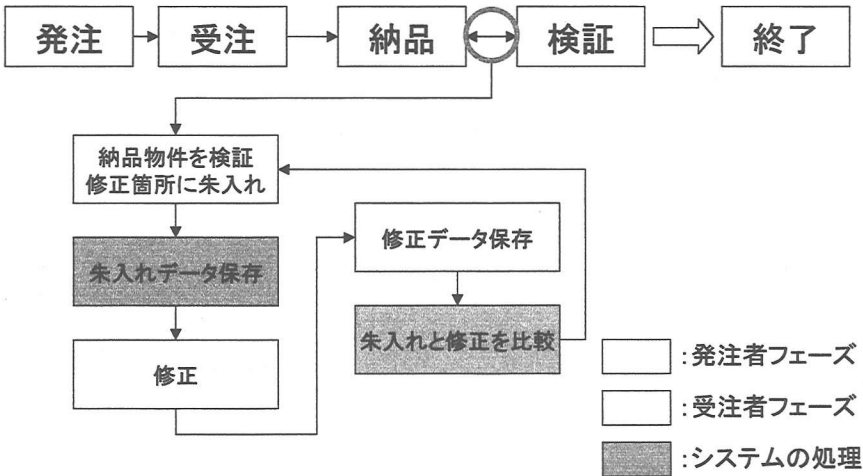


図 3 朱入れ履歴管理機能

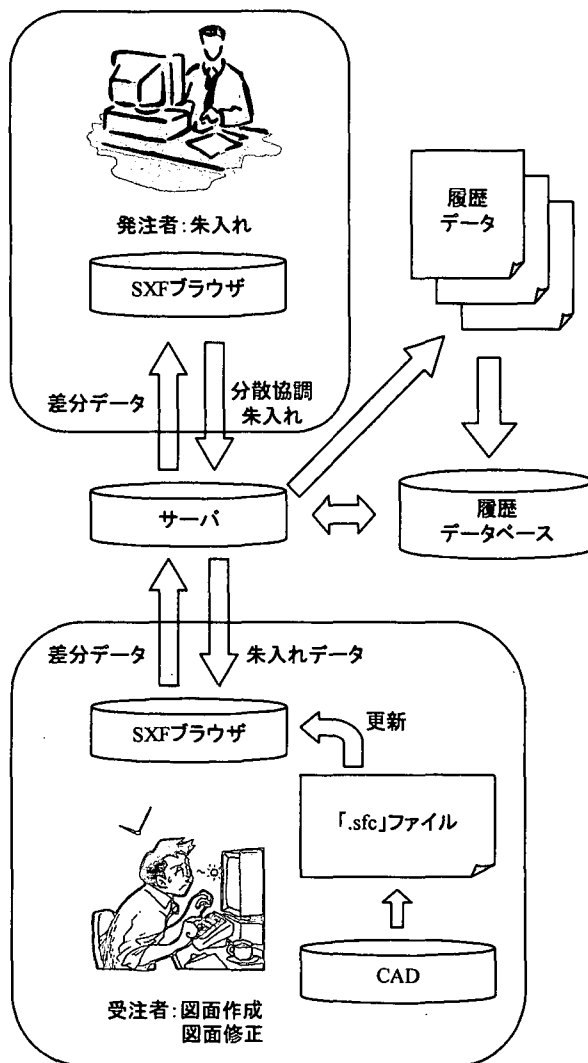


図1 システム概念図

3. 現状の問題点

SCADECの実証実験から、STEP/AP202ブラウザの操作性や実用性を検証[6]した上で、次のような問題点が報告されている。

- 1) 一度に複数のレイヤの表示切り替えができない
- 2) スクロールバー以外のスクロール機能ががない
- 3) データ表示に時間がかかる
- 4) 画面に表示した要素の情報を表示できない
- 5) 寸法線の矢印が表示できない
- 6) 印刷時に用紙指定や縮尺の指定ができない

これらの問題点は、建設CALS対応型SXFブラウザ[9]において、全て解決することができた。

しかし、これらの問題点の解決だけでは、効率的に図面を納品することに対して十分でないことがわかった。建設業界の受発注者間における図面の修正作業に注目すると、まず、受注者が図面を作成し、その図面に発注者が朱入れを行う。次に、その朱入れの内容に従って設計者が図面を修正する。そして、修正された図面に対して、発注者が再び朱入れを行う。このような修正過程の作業は、主に印刷した紙図面に訂正を加えて電子データと共に郵送しているのが現状である。図面の修正は、一般的に数回に渡って繰り返されるため、紙の図面と電子データとの間に不整合が生じる可能性がある。さらに、図面の修正とそれに伴う図面の郵送は、多大な手間、コスト、時間等の浪費が発生する。これは、CALS/ECの視点から見ても、早急に解決すべき課題であると考えられる。

また、受注者と発注者が遠隔地にいる場合、受発注者間において修正に関する意志疎通を行うことが困難である。朱入れを行った紙の図面だけでは、修正の意図の誤解が生じやすく、再度修正作業が発生する可能性がある。

そこで、図面の修正に分散協調を用いることで、早い段階で問題を発見・解決することができる。そのため、分散協調により修正作業を行うことは、コスト削減に必要不可欠であると考えた。

4. 修正支援機能

受発注者間等で簡便に図面の修正を行うことを支援する目的で、修正支援機能として、まず1) 朱入れ機能、次に2) 朱入れ履歴管理機能、そして3) フィードバック機能、さらに4) 修正候補提示機能を実現する。

4. 1 朱入れ機能

朱入れには、線分、円弧、文字と引き出し線を用い、朱入れ専用のレイヤにそれらの図形情報を保存する。朱入れのレイヤ名には、保存時の日時を付加し、再度編集する場合、レイヤ名が重複することを避ける仕組みを考えた。また、分散協調で朱入れ機能が利用できるように、サーバに接続しているログイン名をレイヤ名に付加する機能を実現した。

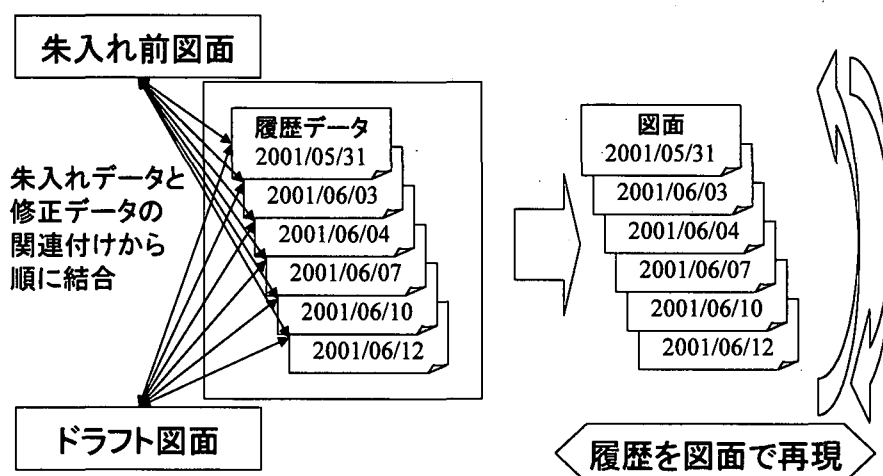


図4 フィードバック機能

4. 3 フィードバック機能

フィードバック機能では、朱入れ履歴管理機能で保存した朱入れ履歴データと修正履歴データを基に、修正の履歴をブラウザ上に再生、または逆再生する。フィードバック機能の概要を図4に示す。朱入れ前図面、またはドラフト図面を指定すると、履歴データベースに保存した履歴データを基に図面を表示する。このように、朱入れ履歴管理機能で履歴データベースに朱入れのデータと修正データを関連付けて保存しておくことによって、フィードバック機能で修正段階の各段階の図面を表示することができる。そのため、時系列に沿って昇順に表示させることや降順に表示させることもできる。フィードバック機能を実装することによって、発注者側の重複した指示や受注者側の修正不履行など、受発注者間における修正作業に問題が無かったかどうかを検証することができる。また、フィードバック機能を用いて修正履歴を活用することによって、受注者の朱入れの癖や発注者の朱入れに対する図面修正のノウハウを得ることができる。受発注者それぞれの癖やノウハウを抽出することができれば、より詳細な仕様での発注や納品前に修正箇所の軽減ができるため、設計業務全般に対して非常に役立つと考えられる。

4. 4 修正候補提示機能

修正候補指示機能では、朱入れ履歴管理機能で履歴データベースに保存した朱入れ履歴データと修正履歴データを基に、修正候補を提示する。修正候補提示機能の概要を図5に示す。修正候補の提示には、まず、履歴データベースに保存された朱入れ履歴と修正履歴から、過去にどのような朱入れが多く行われ、どのように修正が行われているかをルール化する。次に、ルール化した結果を提示候補リストとして保持する。そして、読み込んだデータに提示候補リストと適合した図形が存在すれば、その図形を修正候補として提示する。修正候補提示機能によって、発注者は、修正候補を参考に簡単に朱入れを行うことができる。そのため、図面の検証に掛ける時間を軽減することができる。また、受注者側では、納品前に修正候補を確認することによって、無駄な修正作業を削減することができる。

5. 分散協調朱入れ機能

発注者と受注者が遠隔地にいる場合や同一の図面を複数の人間で閲覧しながら修正作業を行う必要がある場合に、受発注者が協調して朱入れを行うことができる機能を実現する。分散協調朱入れ機能として、まず1) 朱入れ保護機能、次に2) 保護解除機能、そして3) 朱入れ観察機能、さらに4) 差分データ送受信機能を実現する。分散協

調朱入れ機能の概要を図 6 に示す。分散協調朱入れ機能を利用して行われた朱入れの情報には、日付だけでなく、朱入れを行ったユーザの名前をレイヤ名に付加し、誰が朱入れを行ったのかを保持するようにする。ユーザの名前は、ユーザがサーバにログインした時に入力する文字列を使用する。分散協調朱入れ機能を用いると、複数の人間でリアルタイムに朱入れを行うことができるだけでなく、受発注者間で協議を行いながら朱入れを行うことができるため、的確に修正箇所を指摘でき、受注者は効率よく修正作業を行うことができると考えられる。また、遠隔地の発注者と受注者の意思疎通を確実にを行うためには、電話やチャットといった別のコミュニケーション手段を併用するこ

とが望ましいと考える。

5. 1 朱入れ保護機能

朱入れ保護機能は、発注者が行った朱入れに対して、受注者がその朱入れを誤って編集することを回避するための機能である。朱入れの保護は、次の二通りの場合を考える。一つは、最初に朱入れを行った場合、もう一つは、保護解除された図形を編集した場合である。朱入れのレイヤ名に付加されたログイン名と図形を編集しようとしているユーザのログイン名が合致した場合のみ、ユーザは、保護された朱入れを編集することができる。

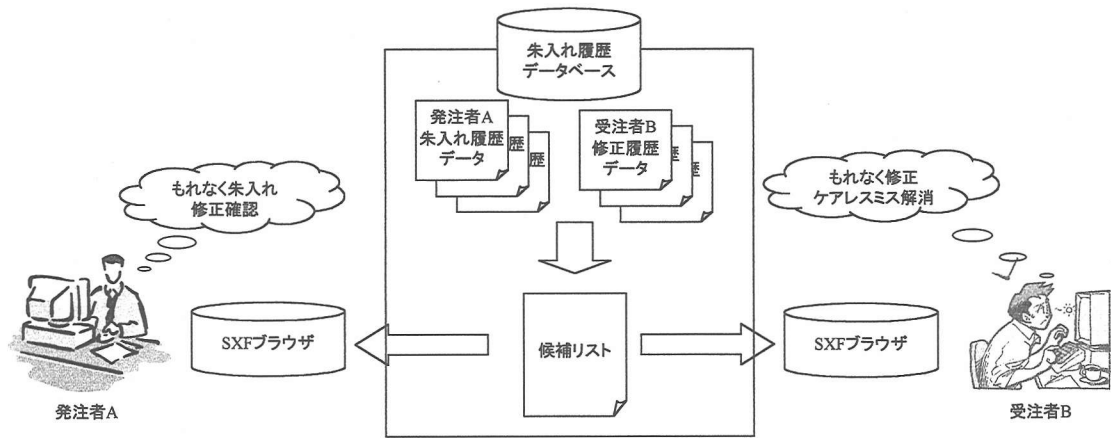


図 5 修正候補提示機能

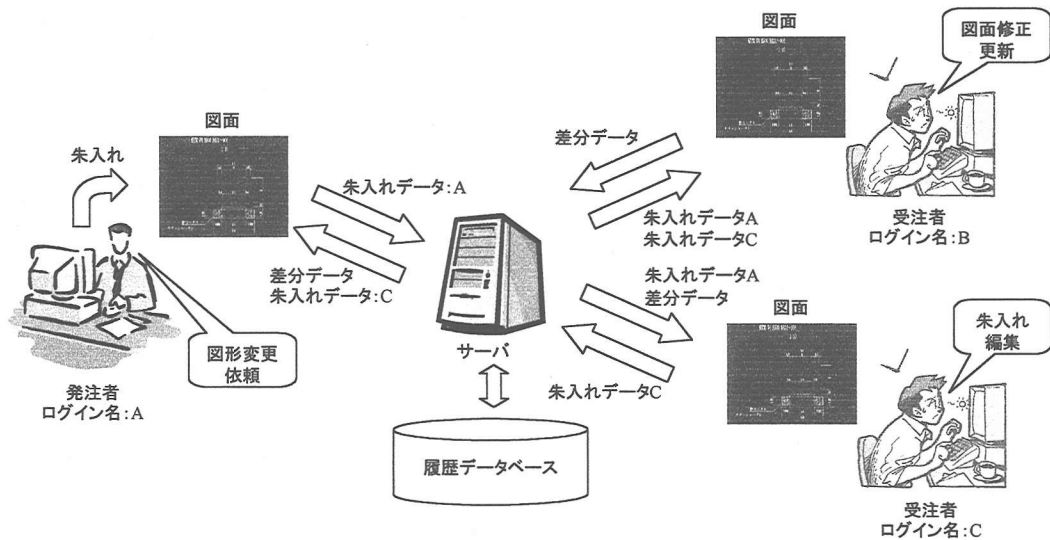


図 6 分散協調朱入れ機能

5. 2 保護解除機能

分散協調朱入れ機能によって行われた朱入れは、通常、朱入れ保護機能によって保護されている。そこで、それを解除するために保護解除機能を実装する。保護解除機能は、朱入れのレイヤからログイン名を削除することによって実現する。同一図面にログインしているユーザの誰もが、保護解除された朱入れを編集・削除することができる。

5. 3 朱入れ観察機能

朱入れ観察機能は、第三者が電子図面データの朱入れ作業を観察するための機能である。朱入れが行われると、図形のデータがサーバに送信され、同時にログインしているユーザ全員にデータが送信される。朱入れ観察機能によって、同一図面にログインしているユーザは、いつでも朱入れを行って作業に参加することができる。

5. 4 差分データ送受信機能

差分データ送受信機能は、受注者が修正した図面を読み込んだときに、差分データをサーバに送信し、サーバから差分データを受信して、図面を更新するための機能である。サーバに接続している受注者が、SXF ブラウザに修正した図面を読み込むと、差分データが生成される。しかし、他のユーザが図面に朱入れを行っている場合、そのユーザの図面を更新することは、問題がある。そこで、図面を読み込んだ時に他のユーザが朱入れを行っている場合、図面を読み込んだユーザに警告を表示する。ユーザが警告を無視した場合、朱入れを行っているユーザに図面の更新を受諾するかを問い合わせる。図面の更新が受諾されなかった場合は、発注者側に受諾されなかったことを通知し、図面の更新は行わない。それ以外の場合は、差分データを生成し、サーバに接続しているユーザの図面を更新する。

6. システムの検証

6. 1 検証方法

システムの検証は、まず、SXF ブラウザでSXFのCAD図面を開いて、朱入れ機能による朱入れと修正を数回繰り返す。次に、フィードバッ

ク機能を用いて、元の図面まで確実に表示できるかどうかを確認する。そして、朱入れ機能による朱入れと修正を行う過程を数回繰り返し、修正候補提示機能によって修正候補が提示されるかどうかを確認する。さらに、複数の端末を用意し、サーバを設置して、分散協調朱入れ機能の稼働を確認する。

6. 2 考察

システムの検証により、朱入れ機能を利用し、訂正箇所を簡単に指摘することができた。そして、フィードバック機能を利用して、各修正段階へ戻って修正をやり直すことができた。さらに、修正候補提示機能によって、修正候補を提示し、朱入れと修正の簡便化を図ることができた。その上、分散協調朱入れ機能を利用し、発注者と受注者が遠隔地で同時に作業することを想定し、効率的に朱入れを行うことができた。

以上の点から、本研究で開発したSXFブラウザは、図面修正の履歴を活用することによって、図面修正を支援する機能を実現し、受発注者間における修正作業を合理化・簡便化・省力化することができた。また、分散協調によって受発注者間の修正作業をリアルタイムに行う機能を実現し、修正作業を効率化することができた。

7. あとがき

本研究では、朱入れを利用した図面修正支援SXFブラウザの開発を行った。本システムでは、既ブラウザ[9]の機能であるレイヤの切り替え機能、スクロール機能、図面情報表示機能や図形情報表示機能に加えて、図面修正支援機能と分散協調朱入れ機能を実現した。本システムを用いると、発注者は、ISOに準拠した形式で電子納品されたCAD図面を正確に閲覧することが可能となる。そのため、CALS/ECを導入する上で、受発注者間の図面の修正を簡便化することが可能となり、多大な効果が期待できる。また、朱入れ履歴管理機能により、図面の修正作業が効率化され、今後、建設業界に多大な利益をもたらすと考えられる。そして、分散協調朱入れ機能により、受発注者間で同時に図面の修正作業を行うことが可能になる

ため、朱入れ作業自体を効率化することができ、修正作業を根本的に改善することができると考えられる。

将来、SXF の「.p21」ファイルに対応することとも考慮し、トランスレータとしての利用も視野に入れる。また、現在、交換フォーマットのデファクトスタンダードである DXF 形式のファイルの入力および SXF への変換も考える。さらに、修正候補提示機能の延長として朱入れ履歴管理機能で得られたデータから修正のノウハウを抽出し、半自動的に修正を行う機能を構築することを視野に入れる。

参考文献

- [1] 国土交通省：土木設計業務等の電子納品要領(案)，2001.8.
- [2] 国土交通省：工事完成図書の電子納品要領(案)，2001.8.
- [3] 国土交通省：CAD 製図基準(案)，2001.8.
- [4] 国土交通省：電子納品運用ガイドライン(案)，2001.3.
- [5] 国土交通省：現場における電子納品に関する事前協議ガイドライン(案)，2001.3.
- [6] 日本建設情報総合センター：CAD データ交換標準開発コンソーシアム成果報告書，2000.8.
- [7] 建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会：SXF 仕様 Ver2.0 対応 フィーチャ仕様書，2001.4.
- [8] 建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会：SXF 仕様 Ver2.0 対応 レベル 2 フィーチャコメント用 共通ライブラリ機能仕様書，2001.4.
- [9] 田中成典，古田均，南佳孝，山本忠：建設 CALS 対応型 SXF ブラウザの開発，第 26 回土木情報システムシンポジウム論文集，pp77-80，2001.10.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 三上市蔵，田中成典，村田真一：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，土木情報システム論文集，土木学会，Vol.7，1998.10.