

ISSN 1346-7328
国総研資料 第 403 号
平成 19 年 5 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.403

May 2007

SXF 利用者のための CAD 製図解説書

金澤文彦・青山憲明・今井龍一・上坂克巳・大野聡・西木也寸志

CAD Practical Guide for SXF users

Fumihiko KANAZAWA, Noriaki AOYAMA, Ryuichi IMAI,
Katsumi UESAKA, Satoru ONO and Yasushi NISHIKI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

SXF 利用者のための CAD 製図解説書

金澤文彦*, 青山憲明*, 今井龍一*, 上坂克巳**, 大野聡***, 西木也寸志****

CAD Practical Guide for SXF users

Fumihiko KANAZAWA*, Noriaki AOYAMA*, Ryuichi IMAI*, Katsumi UESAKA**
Satoru ONO and Yasushi NISHIKI

概要

本研究では、次のことを目的に「SXF 利用者のための CAD 製図解説書」を作成した。

- ・再利用しやすい CAD データの作成方法を解説する。
- ・CAD 製図基準(案)に記載されている CAD データの表記規定や SXF の特徴を解説する。
- ・SXF によるデータ交換を考慮した CAD 製図の留意点を解説する。

キーワード :

CAD, データ交換, SXF, CALS/EC

Synopsis

In this study, we formulated “CAD Practical Guide for SXF users” to accomplish the following purposes;

- ・explaining the making method of CAD data that is easily reusable.
- ・explaining the representation specifications of CAD data that are described in CAD drafting standard and the feature of SXF.
- ・explaining the points to be kept in mind of CAD drafting that considers the data exchange by SXF available.

Key Words :

CAD, Data Exchange, SXF, CALS/EC

* 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
Information Technology Division, Research Center for Advanced Information Technology

** 中国地方整備局 広島国道事務所
Hiroshima National Highway Office, Chugoku Regional Development Bureau

*** 株式会社シビルソフト開発
Civil Soft Developments Co., Ltd.

**** 日本工営株式会社
Nippon Koei Co., Ltd.

執筆者一覧

国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室

室長 金澤 文彦

主任研究官 青山 憲明

交流研究員 今井 龍一

前室長 上坂 克巳 (現在：中国地方整備局 広島国道事務所)

株式会社シビルソフト開発

大野 聡

日本工営株式会社

西木 也寸志

はじめに

国土交通省では、公共事業への CALS/EC の推進の一環として、業務の中で作成される成果を電子データで納品する電子納品を実施し、2004 年度には、全業務、工事で完全に実施され現在に至っている。設計図である CAD データも同様に、CAD データ作成の基準である「CAD 製図基準 (案)」に則って作図し、CAD データ交換フォーマットである SXF 形式のファイルで CAD データを保存して電子納品している。

しかしながら、CAD データの電子納品は、必ずしも円滑に実施されているとは言い難い面がある。例えば、CAD 製図基準(案)に適合しない CAD データが電子納品されたり、SXF に変換された CAD データが作図した図面と異なってしまいうことが見受けられる。その原因として、CAD ソフトの利用者が利用している CAD ソフトが SXF に対応していると過信していたり、SXF データの仕様に対する理解不足があるためと考えられる。

本書では、これら課題の解決を図るために、「CAD 製図基準 (案) と SXF 仕様の違い」、「SXF と CAD ソフトの仕様の違い」などを解説するとともに、SXF データで正しく電子納品するための CAD データ作成およびデータ変換する際の留意点を解説した。CAD 製図に関するマニュアルとして、本書の他に「CAD 製図基準 (案)」や「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン (案)」などがあるが、本書はこれらのマニュアルのなかで記述が不足している SXF の観点から解説したものである。したがって、本書は、「CAD 製図基準 (案)」や「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン (案)」とともに活用していただき、後フェーズでの活用に支障のない SXF データの作成にお役立ていただきたい。

なお、本書の解説を読むと、SXF の仕様にあった CAD データを作成しようとした場合、作図上の注意点があまりすぎて、SXF が利用しづらいと感じるかもしれない。しかし、異なる CAD ソフト上で図面を見て誰でも編集が行えるという点においては、SXF に代わるものはないと確信している。

2007 年 5 月

国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室
金澤文彦・青山憲明・今井龍一・上坂克巳・大野聡・西木也寸志

SXF 利用者のための CAD 製図解説書

平成 19 年 5 月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

目次

1. 本書の狙い	1-1
1.1. CAD製図で守らなければいけないこと	1-1
1.2. CAD製図に係わる規程の位置づけ	1-2
1.3. SXFの有効性と特徴	1-4
1.4. 現状の課題	1-6
1.5. 本書が補う内容	1-7
2. CADデータの表記規程	2-1
2.1. CAD製図基準(案)	2-1
2.2. CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案)	2-1
3. CADデータの交換標準SXF	3-1
3.1. SXFに係わる仕様書	3-1
3.2. SXFのファイル形式	3-2
3.3. SXFレベル2 Ver.2.0 ができること	3-4
4. SXFとCADソフトの仕様	4-1
4.1. SXFとCADソフトの仕様の違い	4-1
4.2. データの変換	4-3
5. 図面様式	5-1
5.1. 図面の大きさ	5-1
5.2. SXFブラウザでの用紙の表示	5-1
5.3. 輪郭と余白	5-1
5.4. 表題欄	5-2
5.5. 尺度	5-3
6. CADデータの作成	6-1
6.1. CADデータファイルのフォーマット	6-1
6.2. ファイル名	6-3
6.3. レイヤ	6-4
6.4. 色	6-5
6.5. 図形の表し方	6-8
6.6. 寸法の表し方	6-11
6.7. 線	6-12
6.8. SXFで対応しない要素	6-14
6.9. CADソフトで対応していないフィーチャ	6-18
6.10. 地形図の取り扱い方	6-20
6.11. 柱状図の取り扱い方	6-21
7. 文字の取扱い	7-1
7.1. 要領および基準にみる文字の扱い	7-1
7.2. 文字の符号化	7-2
7.3. 文字フォント	7-4
7.4. 文字の大きさ	7-6
7.5. 文字の描画	7-6
7.6. CADソフトで使ってはいけない文字	7-8
7.7. 利用できる文字	7-9
7.8. 代替文字	7-10
8. SXFブラウザによる確認	8-1

8.1.	作図されている内容.....	8-2
8.2.	適切なレイヤに作図.....	8-3
8.3.	紙図面との整合.....	8-4
8.4.	図面の大きさ.....	8-5
8.5.	図面の正位.....	8-5
8.6.	輪郭線の余白.....	8-6
8.7.	表題欄.....	8-6
8.8.	尺度.....	8-6
8.9.	線色.....	8-6
8.10.	線種.....	8-6
8.11.	その他.....	8-7
9.	電子納品検証ソフト.....	9-1
9.1.	電子納品チェックシステム.....	9-1
9.2.	市販の検証ソフト.....	9-2
10.	今後の展望.....	10-1
10.1.	円滑な運用を実現する改善事項.....	10-1
10.2.	進化するSXF.....	10-3
11.	円滑なCADデータの運用対策チェックシート.....	11-6
12.	付属資料 ー 利用できる文字（JIS X 0208 で規定する非漢字）.....	12-8

1. 本書の狙い

1.1. CAD 製図で守らなければいけないこと

土木における設計業務では、設計成果を報告書および図面などに取りまとめて、提出することが共通仕様書などで明記されている。このうち、図面は、設計成果としての構造物の形状、寸法等をわかりやすく図化したものであり、事業関係者が共通の認識で理解できるものでなければならない。共通の認識で理解するためには、図面の描き方（製図）の標準化が必要である。このため、従来の紙図面では、製図基準が策定され、図面の描き方の統一を図っている。また、各地方整備局では共通仕様書や図面作成要領等で作図方法を規定している。これらの規定は、土木技術者が図面の解釈の違いをなくし、技術的な共通理解を得るためのものである。この考え方は、CAD ソフトを用いて図面を作成する場合でも共通する考え方であり、CAD 製図でも変わることはない。

一方、CAD データは紙図面に比べてデータの再利用性が高いこと、すなわち図面を一から書き直すのではなく、修正が必要な部分だけを修正することで図面が変更できることが特徴である。また、公共構造物のライフサイクルが長いことから、長期にわたり関係者が同じ共通理解の下で、図面を修正、加工できる必要がある。このため、CAD データの作成では、紙図面を前提とした製図基準に加えて新たな要件が必要である。

CAD データは紙に印刷して参照、閲覧するだけでなく、画面上で参照・閲覧される。画面上でも分かりやすく図面が可視できることが求められる。さらに、CAD データ単独では図面に比べて検索、参照性が劣るため、CAD データの検索性の確保も求められる。

CAD データのデータ形式は CAD ソフトに依存しており、異なる CAD ソフトで作成されたデータを再利用することは、一般的に困難である。このため、CAD データの再利用性を確保するためには、標準化した「CAD データ交換用フォーマット (SXF)」による CAD データの流通が必要不可欠である。

このような CAD データの特性をもとに、国土交通省では「CAD 製図基準(案)」を作成し、従来の紙図面の製図基準に加えて、CAD データの特性に配慮した図面の書き方、レイヤ構造、図面管理ファイル、CAD データ交換フォーマットなどを規定した。また、実運用における CAD データの取り扱い方法や留意点をまとめた「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」を定めている。

これらの基準、ガイドラインは、一度作成された CAD データを有効に後利用できることを第一に考えた基準であり、さらに画面上で図面が可視できることやレイヤ機能を利用した図面作成など、CAD ソフト特有の表記方法を加えたものである。これらの CAD 製図基準(案)、CAD 製図基準(案)に関する運用ガイドラインが CAD データの後利用を考慮したものであるために、図面作成時は基準にしばられ、これまで以上の作業負荷が発生することがあるかもしれないが、業務プロセスの全体最適化の観点から、これらに準拠することが求められている。

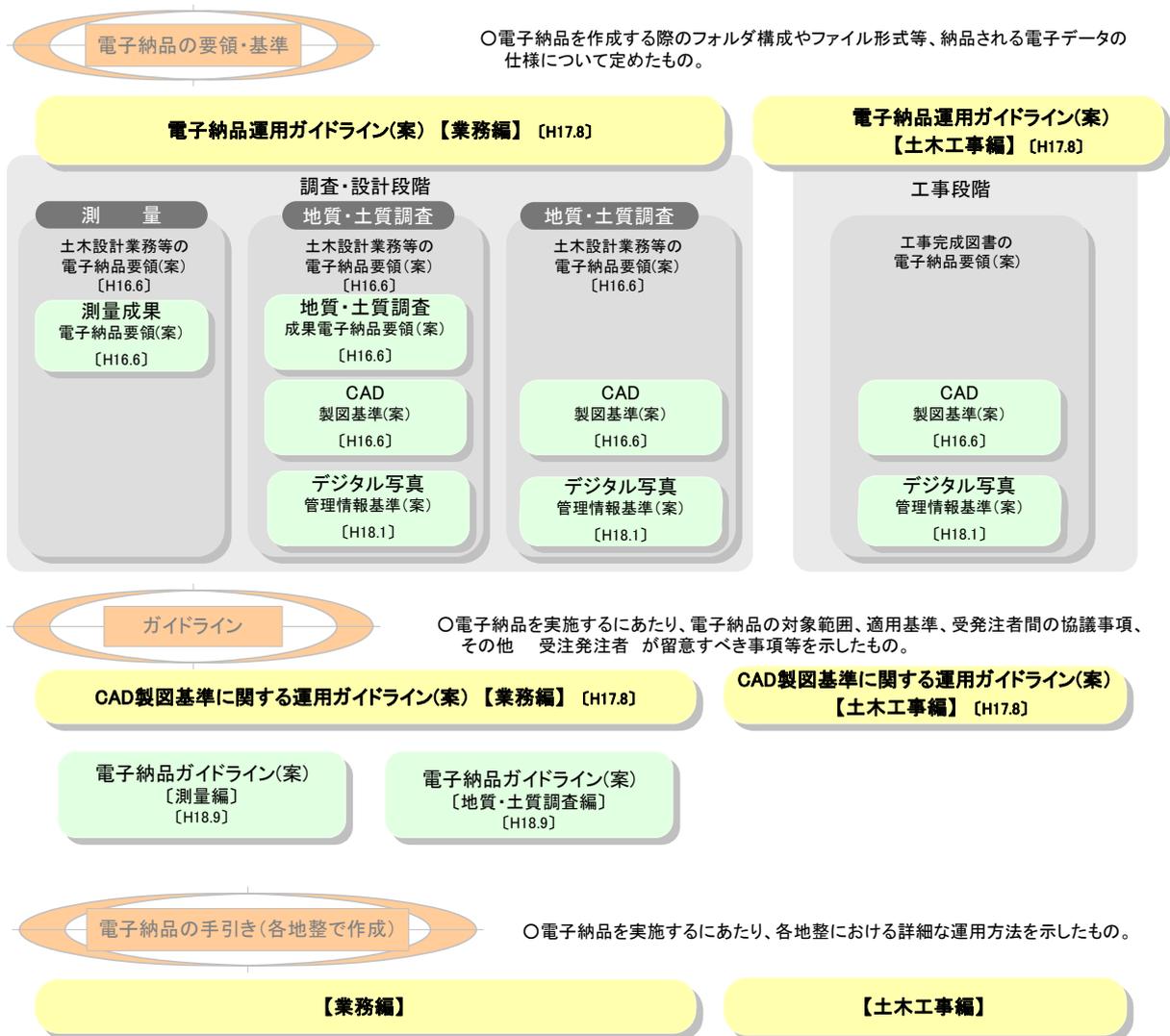
1.2. CAD 製図に係わる規程の位置づけ

国土交通省では、従来の図面作成に関しては、土木学会制定「土木製図基準」、JIS A 0101:2003「土木製図通則」、各地方整備局が定める「土木設計業務共通仕様書」や図面作成要領等により作成されてきた。これらの基準は、事業に関する関係者が共通の理解で図面が認識できるように表記方法の統一を図ることを目的としたものである。

一方、CAD データによる電子納品においては、図面が事業段階や関係機関に跨って利用することから、CAD データの納品様式の統一を図る必要があった。特に、CAD データ作成に必要な属性情報（ファイル名、レイヤ名）、フォルダ構成、ファイル命名則、図面管理ファイル、CAD データ形式等、CAD データ特有の事項の基準を定める必要があった。このような背景のもとで、国土交通省では「CAD 製図基準(案)」を策定している。

図面作成に関しては、CAD 製図だけでなく、従来の紙図面の作成を目的とした製図基準が存在する。CAD で製図される場合も、従来の紙図面と同様、関係者が共通の理解を得るための表記方法は基本的には従来と変わらない。しかしながら、各地方整備局が作成した図面作成要領は、表記方法に若干の違いが生じていたことから、発注機関ごとに異なる図面様式を統一した。なお、CAD 製図基準(案)に規定のない事項については、従来の紙図面を前提とした製図基準類に従うことを「CAD 製図基準(案)」では明記している。

CAD 製図基準(案)の運用についても、運用方法が不統一では混乱が発生することから、統一的な運用方法を定めた「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」を整備している。また、電子納品では、「CAD 製図基準(案)」、「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」以外に、業務や工事の電子納品の基準を規定した各種「電子納品要領(案)」、国土交通省の各地方整備局などが電子納品を実施する上で必要な措置を定めた「電子納品の手引き」などの規定がある。各規程と、その役割は次図のとおりである。



ガイドライン

○電子納品を実施するにあたり、電子納品の対象範囲、適用基準、受発注者間の協議事項、その他 受注発注者 が留意すべき事項等を示したもの。

CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案)【業務編】 [H17.8]

電子納品ガイドライン(案)【測量編】 [H18.9]

電子納品ガイドライン(案)【地質・土質調査編】 [H18.9]

CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案)【土木工事編】 [H17.8]

電子納品の手引き(各地整で作成)

○電子納品を実施するにあたり、各地整における詳細な運用方法を示したもの。

【業務編】

【土木工事編】

図 1-1 電子納品に係わる規程（一般土木）

このうち、各地方整備局で作成した電子納品の手引きは、国土交通省の各地方整備局などで業務・工事の電子納品について詳細な運用方法を示したもので、受発注者を対象に作成したものである。各手引き間で、異なった運用方法が示されていることがあるので、受注者は取り扱う際に注意しなければならない。

1.3. SXF の有効性と特徴

CADデータの再利用性を確保するためには、標準化した「CADデータ交換用フォーマット(SXF)」によるCADデータの流通が必要不可欠である。本節では、SXFによるCADデータ交換の有効性およびSXF仕様のCADデータの特徴を解説する。

(1) SXFによるCADデータ変換の有効性

CADデータの変換とは、CADデータを異なるCADデータの形式に変換することである。例えば図1-2のように、あるCADデータから中間ファイルに変換、または中間ファイルからCADデータに変換することである。

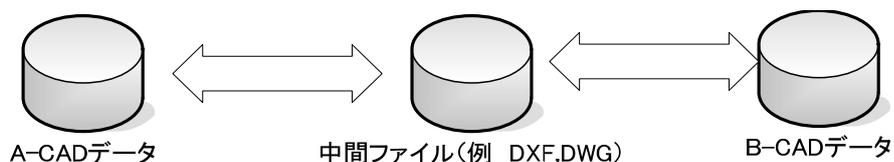


図 1-2 CADデータ変換

SXFが策定される以前、CADデータの変換といえばDXFやDWGに変換することが多く、中間ファイルとして利用されてきた。

DXFは、Autodesk社のAutoCADで使われているデータファイルフォーマットであり、多くのCADソフトや3次元グラフィックスソフトウェアでは、DXFフォーマットでのデータの受け渡しができるようになっているので、事実上のデファクトスタンダードとなっている。しかし、このDXFは公式な規格ではなく、Autodesk社独自のファイルフォーマットであり、AutoCADのバージョンが上がるとその記述方法が変更され、互換性が失われることがある。また、独自規格のため規格が完全に公開されておらず、そのデータの解釈方法によってはまったく異なる結果が得られることもあるなど、必ずしも相互運用性は高くない。

これまでのデファクトスタンダードであった中間ファイル形式と比べると、SXFの仕様はデジュールスタンダード（公的な団体が策定した標準規格のことをいう。）として広く公開されており、電子納品の指定フォーマットということもあり急速に普及し始めている。

しかし、CADソフトによってはデータ変換の解釈の違いによって異なる結果となってしまう可能性があるなど、DXFなどと同様な課題もあった。SXFの仕様書の読み違いによるデータ変換の解釈の相違をなくすることが重要である。SXFがCADデータ交換のための単なる中間ファイル形式に留まらず、高い互換性を保てる理由は、以下にあげる活動があるためである。

- **SCADEC による標準の策定**

SXF を開発した SCADEC の存在そのものが問題解決のために大きく寄与している。産官学の共同プロジェクトの中に CAD ソフトの開発ベンダも参加できたため、十分な情報の共有をはかることができ解釈の相違を少なくすることができた。

この活動は、コンソーシアム終了後も CAD データ交換標準小委員会の設置により実装検討 WG において継続されている。また、OCF の活動においても SXF 変換に関する情報交換がおこなわれ、これらの活動は SXF に対する解釈の相違を減らすために貢献している。

- **共通ライブラリの開発**

SXF の仕様の策定と同時に、これに対応した共通ライブラリの開発を SCADEC でおこなった。これによって、個別に各社が開発するよりも一定の品質を持った SXF 対応のソフトウェアを開発することが可能になった。

- **OCF 検定**

SXF に関わる情報を共有し、共通ライブラリを利用したからといって、必ずしも品質の良い SXF 対応のソフトができるとは限らない。情報を正しく理解したつもり、共通ライブラリを正しく利用したつもりであっても実際は分からないのが現状である。これを解決するために行われているのが OCF 検定である。この制度によって質の高い SXF 対応のソフトウェアを市場に流通させることができる。

「CAD 製図基準(案)」において SXF(P21)形式が納品の CAD データファイル形式として採用され、各 CAD ソフトの開発ベンダは、より一層 SXF に対応した商品の開発に力を注いでいる。これらの理由により、CAD データ交換を行う際に利用する中間ファイル形式として SXF が最も適している。

(2) **SXF 仕様の CAD データの特徴**

次に、SXF 仕様の CAD データの特徴を述べると、図面のデータを表現する仕様としてフィーチャ仕様とファイル形式を表現する物理ファイル仕様の 2 種類がある。このうちフィーチャ仕様は、以下の 4 種類の仕様から成る。

- * 図面情報
- * 図面構造（用紙サイズ、レイヤ等の基本的な情報）
- * 幾何／表記要素（図形データ全般）
- * 構造化要素（作図部品、寸法線など、複数の幾何／表記要素で構成された図形）

SXF フィーチャ仕様は、広範な図面表記要素をカバーする規格として作成されており、CAD 製図基準(案)に定められた図面の大きさや尺度、線種、線色等の基本的事項と 1 対 1 で対応していない。したがって、CAD ソフトから SXF の何らかのフィーチャ仕様に変換した場合に、それが必ずしも CAD 製図基準(案)の表記と合致しない場合もある。この場合でも、SXF に変換されていることからデータ交換には支障がない。

1.4. 現状の課題

CAD 製図は、紙図面での表現を前提として土木製図基準の影響を受けている一方で、CAD 製図の特有の事項を定めた「CAD 製図基準(案)」、基準の統一的な運用を定めた「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」などでしぼられている。

このうち、CAD 製図基準(案)は、SXF が開発される前の平成 8～10 年度に実施した建設省総合技術開発プロジェクト「統合情報を活用した建設事業の高度化技術の開発」で原案が作成された基準である。このプロジェクトの成果を受けて、国土交通省では、平成 13 年 8 月に CAD 製図基準(案)を公開し、その後版を重ね、平成 16 年 6 月版が現在の電子納品の基準となっている。このように、CAD 製図基準(案)は、もともと CAD ソフトを用いた製図のための基準であった。

しかしながら、「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」では、SXF 形式に変換された CAD データも、CAD 製図基準(案)に適合することを要求するようになった。これは、CAD データのみを納品した場合に、SXF に変換したデータの表記が正しくなければ、後利用に支障をきたすためである。このため、CAD データを作成したソフトウェアで確認するのではなく、SXF 形式に変換した後のデータを SXF ブラウザで目視確認して、CAD 製図基準(案)に照らして正しいかどうかを判定することになった。

現状の課題として、CAD 製図基準(案)は、策定の経緯や基準の内容からは図面作成時の CAD 製図に関する基準であったが、運用ガイドラインでは SXF データに変換した後の表記についても目視確認を求めたことで、基準の意味合いが変わってきたことである。すなわち、CAD データを SXF データに変換した後も、CAD 製図基準(案)に適合しているかどうか重要な問題となった。SXF データ変換を意識した CAD 製図が求められるようになった。

さらに、電子納品された CAD データの後利用を考えた場合に、CAD データの修正、変更、加工しやすいデータの流通が望まれている。これらのデータの作成方法は、CAD 製図基準(案)や運用ガイドラインに基本的な事項の記載があるものの、これらの基準の性格上、ノウハウ的な事項までは記述されていない。特に、SXF データへの変換を意識した製図のノウハウ的な事項は、データの後利用を円滑にする上で大変重要であるが、これらを解説した資料はほとんど見受けられない。

そこで本書では、CAD 製図基準(案)に記載されている CAD データの表記規定や SXF データの特徴等を解説するとともに、電子納品における CAD データ交換の標準フォーマットである SXF によるデータ交換を意識した CAD 製図の留意点を解説し、後利用しやすい CAD データの作成方法を理解していただくことを目的とするものである。また、SXF ブラウザでの目視確認に合格する CAD 製図のノウハウについて解説するものである。

【解説】 SXF ブラウザ

SXF ブラウザとは、CAD データ交換標準(SXF) に対応した CAD ソフトによって作成された図面データ (SXF データ) を表示・印刷するためのソフトウェアである。SXF ブラウザは、CAD ソフトと違い、図面を表示する機能のみで、編集の機能は搭載していない。

SXF ブラウザ ダウンロードコーナー

<http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFBrowserDownload.htm>

1.5. 本書が補う内容

本書は、「CAD 製図基準(案)」および「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」自体の解説は最小限にとどめ、CAD データの取り扱いのなかで明確に定まっていない事項や注意事項および効果的な取り扱い方法を可能な限り具体的にまとめている。

なお、本書は、2006年8月時点の電子納品に係わる要領・基準・ガイドラインおよび SXF 対象にした取り扱いを解説しており、恒久的なものではないことに注意されたい。

第2章では、「CAD 製図基準(案)」や「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)」での CAD データの表記規定を解説している。

第3章では、CAD データ交換用フォーマットである SXF を解説している。

第4章では、SXF と市販 CAD ソフトの CAD データの違いを解説している。

第5章では、「CAD 製図基準(案)」の図面様式に係わる部分事項を解説している。

第6章では、「CAD 製図規準(案)」に準じたファイルフォーマットやレイヤの他、SXF 特有の図形の表し方など、CAD データ作成に関する留意点を解説している。

第7章では、文字コードや文字フォント等、CAD ソフトで文字を扱う留意点を解説している。

第8章では、SXF ブラウザによる目視確認のチェック方法を解説している。

第9章では、国土交通省の「電子納品チェックシステム」と市販の検証ソフトと、市販検証ソフトを利用する上での留意点を解説している。

第10章では、SXF の今後の展望について解説している。

第11章では、本書のまとめとして、円滑な CAD データの運用対策チェックシートを記載している。

2. CAD データの表記規程

2.1. CAD 製図基準(案)

CAD データの特性に配慮した CAD データの作成、電子納品の規定等を定めた「CAD 製図基準(案)」は、CAD ソフトを用いた図面の描き方となる表記規則についても定めている。CAD 製図における表記規則は、基本的には紙図面の表記規則と変わらないが、各地方整備局で統一されていない表記方法を統一するとともに、CAD データの特性を考慮した表記規則を定めている。

また、CAD データは、図面を紙に印刷して参照・閲覧するだけでなく、画面上でも図面を参照・閲覧する。画面を用いた閲覧では、CAD データを線の意味の技術的判断がしやすいようにカラーで作成すると分かりやすい。このため、図面の作図要素毎に標準的な線色を設定し、作図要素が共通理解のもとで判別しやすいよう、CAD 製図基準(案)で規定している。

線種についてももう少し解説すると、CAD 製図基準(案)は、「JIS Z8312:1999 製図-表示の一般原則-線の基本原則」の 15 種類のうち、実線、破線、一点鎖線、二点鎖線の 4 種類の線種を用いている。これは、土木学会「土木製図基準」にて定めている 4 種類の線種と整合を図っているためである。一方、電子納品で採択している SXF のフィーチャ仕様では、「JIS Z8312:1999 製図-表示の一般原則-線の基本原則」に基づいて 15 種類の既定義線種を規定し、さらに 16 種類のユーザ定義線種のフィーチャを規定している。

電子納品される CAD データ（図面）の印刷した際の表記は、原則として CAD 製図基準(案)や土木学会「土木製図基準」等に適合した表記が求められる。しかし、CAD 製図基準(案)や土木学会「土木製図基準」の表記規定に抛りがたい場合は、SXF のフィーチャ仕様にある線種を用いてもデータ交換・保管に関しては何ら問題がないために、受発注者で協議して CAD 製図基準(案)以外の線種等を決めることができる。

2.2. CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)

「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)（以下、本節では「CAD 運用ガイドライン」という。）」は、「CAD 製図基準(案)」で規定するのが困難な作図の適用方法や運用規則についても定めている。また、受発注者が留意すべき事項を示すことで、CAD データの取り扱いにあたっての担当者ごとの解釈の違いをなくし、現場での混乱や手戻りを最小とすることも狙いとして整備している。

CAD 運用ガイドラインでは、電子納品における CAD データの取り扱いの全体が参照できるように、作業の流れに沿った構成で解説している。また、CAD ソフトのオリジナルファイル形式などから SXF(P21)形式へ変換する際にファイル容量が大きくなるなどの事例を挙げ、その原因と対応策とが示されている。

3. CAD データの交換標準 SXF

SXF は、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）で開発された（平成 11 年 3 月～平成 12 年 8 月）。その後、建設情報標準化委員会 CAD データ交換標準小委員会に同コンソーシアムの成果が引き継がれ、SXF 仕様の検討が行なわれている。

SXF 策定の背景は、公共事業では特定の CAD ソフトに依存しないデータ交換が必要であったこと、デファクトスタンダードで流通している CAD データ形式（DXF）では完全なデータ交換ができないこと、WTO 政府調達協定を履行するうえで国際規格に準拠したデータ形式の利用が必要であったことである。

本章では、SXF 仕様に係る仕様書、共通ライブラリおよび SXF レベル 2 でできることを解説する。

3.1. SXF に係わる仕様書

SXFはCADソフトでのデータ利活用という観点から表 3-1のように、4つのレベルに分けられている。現在公開されている仕様は、2次元CADデータを対象としたレベル1およびレベル2である。

表 3-1 SXF のレベル分け

レベル	利用可能な情報
SXF レベル 1	画面（紙）上で、図面表示が正確に再現できること
SXF レベル 2	2次元 CAD データの要求を十分満たし、再利用時における使い勝手が確保されていること
SXF レベル 3	レベル 4 の仕様策定過程で必要とされる幾何部分の仕様
SXF レベル 4	ISO 10303-202 (STEP/AP202) の製図機能だけでなく、建設分野特有の情報も付け加えた 3次元も対象とするプロダクトデータの利用できる

レベル1とレベル2の違いを解説すると、レベル1は比較の実装が容易なフィーチャ（点、線分、折線、円、円弧、楕円、楕円弧、文字）で構成され、レベル2はレベル1に加えて、寸法、引出線、ハッチング、バルーン、複合曲線などで構成され、レベル2はレベル1を完全に包含している。

SXF の仕様書は、SCADEC で策定され、SXF レベル 1 およびレベル 2 に対する Ver.1.0 として公開された。しかし、CAD ソフトに組み込まれて製品化されることは少なかったため、Ver.1.0 の SXF ファイルはほとんど流通しなかった。その後、ラスタや等高線を扱えるようにした SXF レベル 1 およびレベル 2 に対する Ver.2.0 が策定・公開された。さらに、平成 15 年に図形に属性を付加する仕組みを持った Ver.3.0 の仕様が公開された。Ver.3.0 が公開されているものの、現在広く普及している CAD ソフトは SXF レベル 2Ver.2.0 を実装したものである。

3.2. SXF のファイル形式

中間ファイルとしてSXFファイルを利用する場合は、オリジナルデータをSXFのファイル形式に変換してからCADデータの交換を行うことになる。SXFには、SXF(P21)形式とSXF(SFC)形式の2種類の物理ファイル形式がある。この2つのファイル形式の違いは表3-2のとおりである。SXF (P21) 形式は、国際規格に準拠した物理ファイル形式であるため、国際的に利用可能な形式と言える。SXF (SFC) は関係者内部の交換用に開発された日本独自の形式であり、国内のみで通用するものである。

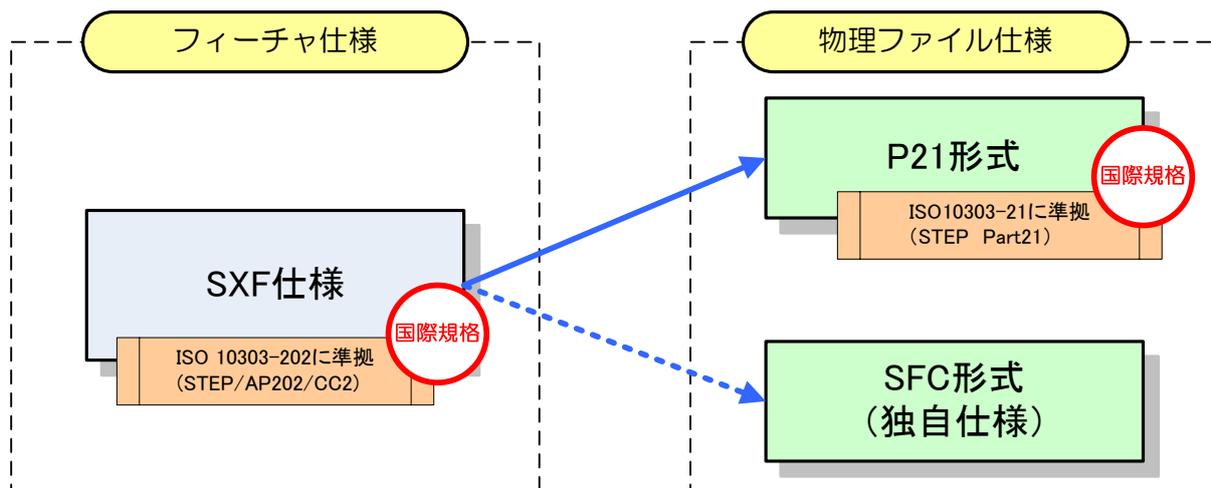


図 3-1 SXF のファイル形式

表 3-2 SXF のファイル形式の違い

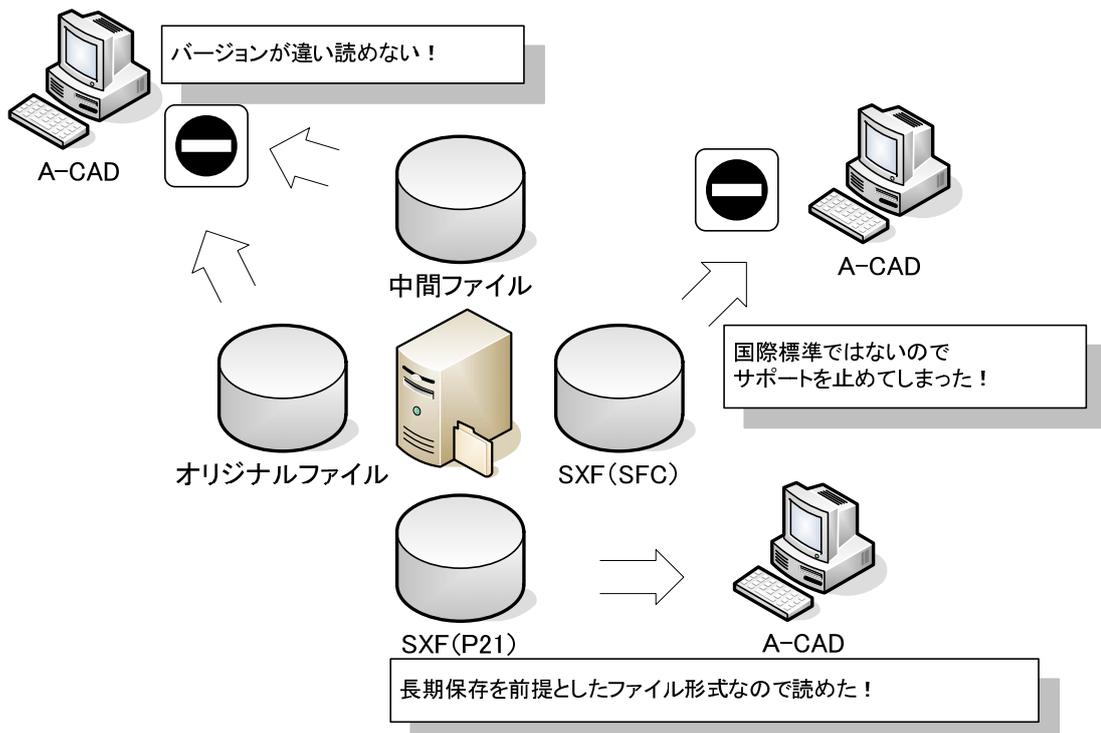
項目	SXF(P21)形式	SXF(SFC)形式
フォーマット形式	国際標準 ISO 10303-21 (STEP/Part21)の形式	SCADEC で策定した国内専用の形式
ファイルの内容	国際標準 ISO 10303-202 (STEP/AP202)のサブセット	SCADEC で策定した仕様(フィーチャ仕様)に基づいたもの
ファイルの拡張子	P21	SFC
利用場面	CAD 製図基準(案)で納品用として定めている	打合せ段階
特徴	長期保存に利用できる	SXF(P21)形式に比べるとファイルサイズが小さいため、変換時間が短いなど取り扱いが容易【参考】

CAD ソフトの利用者は、ファイルサイズの大容量化への対応を除けば、直接 SXF のファイル形式を意識して製図する必要はないが、SXF ファイルを保存するときに選択する必要がある。

国土交通省 CAD 製図基準(案)では、電子納品するときのデータ形式を原則、ISO 国際標準に準拠している SXF (P21) 形式とすることになっている。国土交通省が SXF (P21) 形式を採択している理由は、WTO 政府調達協定に従って国際標準に準拠した標準を採択

する理由と、データの長期保存に適したデータ形式である理由からである。これは、SXF (SFC) 形式には、交換のための標準的な仕様書として SXF (P21) 形式のようなものは存在せず、また、国際標準でもないため将来にわたって SXF (SFC) 形式のデータが読み書きできるという保証はされていないためである。

図 3-2に見られるように、電子納品されたCADデータが、長期にわたって利活用されるのはSXF (P21) 形式だけとなる。



※A-CAD は、同じ CAD ソフトを指しており、異なるデータ形式のファイルを読み込んだときのそれぞれの状況を示している。

図 3-2 CAD データの長期保存

3.3. SXF レベル 2 Ver.2.0 でできること

現在、広く普及している SXF レベル 2 Ver.2.0 で扱える図形は、フィーチャと呼ばれるデータ構造によって構成される。このフィーチャには次の 3 種類がある。

- 図面構造

図形を描く用紙の情報の他に、図形を表現するためのレイヤ、線種、色、線幅および文字フォントがある。

- 幾何／表記要素

基本的な図形で、点マーカや線分、円など 9 種類ある。

- 構造化要素

幾何／表記要素の組み合わせによって構成される寸法線やハッチングなどがある。

SXF レベル 2 Ver.2.0 では、複合図形の作図グループを用いてラスタデータと等高線を扱うことができる。使用できるフィーチャの一覧を表 3-3 に示す。

表 3-3 フィーチャー一覧

	フィーチャ名	備考
図面構造	用紙	1 ファイルが 1 枚の用紙に対応
	レイヤ	個数は 256。表示/非表示の識別可能
	既定義線種	JIS Z 8312:1999(ISO 128-20)に基づく 15 種類と予備エリアがひとつ
	ユーザ定義線種	三点鎖線まで定義可能
	既定義色	16 色の基本的な色
	ユーザ定義色	フルカラー (16,777,216 色) から RGB を指定した任意の 240 色が選択可能
	線幅	ISO に対応した既定義 9 種、ユーザ定義 6 種と予備エリアがひとつ
	文字フォント	文字フィーチャや各種寸法の寸法値、引出しやバルーンの注記に使用される
幾何要素／表記要素	点マーカ	ISO 10303-202(AP202)に基づく 7 種類
	線分	始点と終点の座標が同一の場合は不可
	折線	隣り合った点の座標が同一の場合は不可
	円	中心座標と半径で表す
	円弧	時計回り、反時計回りの識別あり
	楕円	中心座標、X 方向と Y 方向の半径および回転角で表す
	楕円弧	時計回り、反時計回りの識別あり
	文字	文字間隔、配置基準点、横書き/縦書きの指定あり
	スプライン	3 次ベジエ曲線を使用
構造化要素	複合図形定義	複合図形定義/配置は、部分図、作図部品、作図グループとして使用 レベル 1 では、使用できる部分図は一つ、作図部品は使用できない、作図グループは 1 階層のみの制約あり
	複合図形配置	
	既定義シンボル	Ver.2.0 では未使用
	直線寸法	ISO 10303-202(AP202)に基づく 11 種類の端点記号が使用できる。寸法値には数値だけでなく、任意の文字を指定できる
	角度寸法	
	半径寸法	
	直径寸法	
	引出し線	
	バルーン	
	ハッチング (既定義)	
	ハッチング (塗り)	既定義色またはユーザ定義色を使用した塗り潰しが可能
	ハッチング (ユーザ定)	4 種類の線の組合せで指定可
	ハッチング (パターン)	煉瓦と布織模様の 2 種類
複合曲線定義	ハッチング領域として使用され折線、円弧、楕円弧、スプラインの組合せで閉じた領域を指定する 表示/非表示の切り替えや、複数使用して中抜きができる	

4. SXF と CAD ソフトの仕様

SXF と CAD ソフトにおける図面のデータ表現は、必ずしも一致しない。本章では、SXF と各市販 CAD ソフトのデータの違いを整理して解説する。

4.1. SXF と CAD ソフトの仕様の違い

SXF は、2000 年 8 月に策定された。これに対して、CAD ソフトの開発の歴史は古く、パソコン用の CAD ソフトとして普及しはじめたのは 1985 年頃である。この間に、CAD ソフトにはさまざまな機能が実装されるとともに、各 CAD ソフト独自の図面のデータ表現が開発されてきた。

SXF は、異なる CAD ソフト間のデータ交換仕様であり、特定の CAD ソフトを意識して開発されている仕様ではない。このため、図 4-1 に示すように、SXF のデータ表現と各 CAD ソフトのデータ表現とは必ず一致するとは限らない。

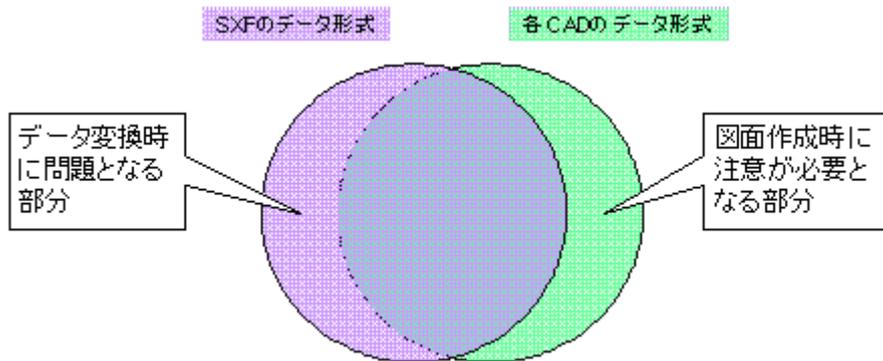


図 4-1 SXF と CAD ソフトの仕様

CAD ソフトが保持できる情報が SXF よりも多い場合は、他の CAD ソフトからの SXF データは確実に受け取ることができる。その CAD ソフトを利用して作図を行う際に、SXF が扱えない情報を利用しないように注意すれば、他の CAD ソフトとデータ交換する場合に問題は発生しない。

一方、B-CAD ソフトが保持する情報が SXF よりも少ない場合は、その CAD ソフトを利用して作図を行う際に特に注意する必要はないが、A-CAD ソフトから渡された SXF データに、B-CAD ソフトが扱えない直線寸法という情報が含まれる場合、B-CAD ソフトにおいては情報の欠落が生じることがある。例えば、図 4-2 に示すように、B-CAD ソフトの図面データ表現のうち“直線寸法”という扱えない情報を表現する場合には、「線」と「文字列」で表現することになる。A-CAD ソフトから渡された SXF ファイルに、B-CAD ソフトが扱えない直線寸法という情報が含まれる場合、B-CAD ソフトではデータの欠落が生じることになる。このため、SXF がどのバージョンのデータで作成されたものかを把握し、作成されたバージョンに適した CAD ソフトを利用すること望ましい。

DXF などの中間ファイルを利用した従来のデータ変換は、CAD 間のデータ形式の重な

っている部分（図 4-1の重なっている部分）のデータを交換することができた。重なっていない部分は、描画を優先してデータの構造を変えて交換するか、全く変換しないために交換時に消えたりする。

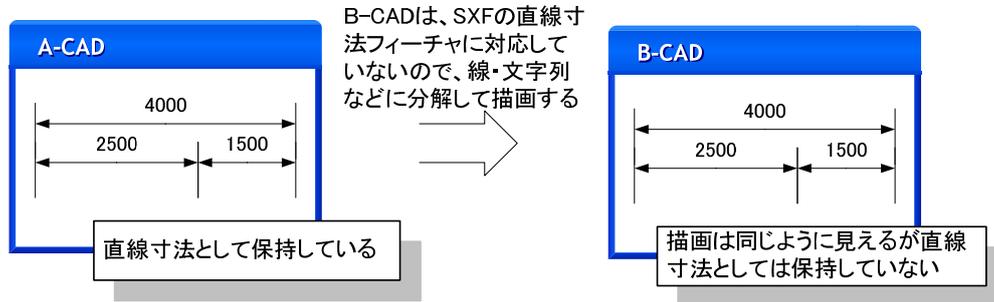


図 4-2 データ交換で問題が発生する例

一方、OCF検定に制限無しで合格したCADソフトは、図 4-3のようにCADソフトのデータ形式を拡張しSXFの仕様を包含しているので、2つのデータ形式の重なっている部分を変換しても問題はない。そのため寸法線やハッチングにおけるデータ構造も正しく交換ができる。また、OCF検定に制限付きで合格したCADソフトは、データ交換時に問題となる部分が制限事項として公開されている。図 4-4のように制限事項を利用しないデータ交換ならば、2つのデータ形式の重なっている部分のデータを交換することに問題はない。その制限事項がCADソフトの作図上において、利用しない場合やデータ変換上問題がないと判断されるときには電子納品に供することができる。

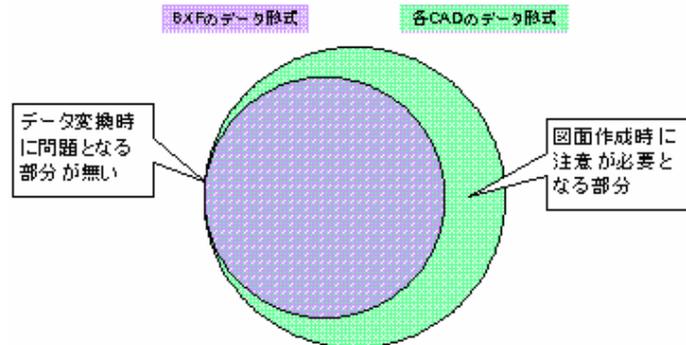


図 4-3 SXF と OCF 検定認証 CAD ソフト（制限事項なし）

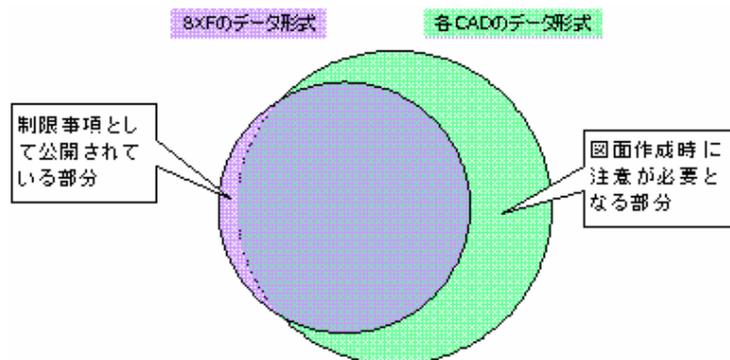


図 4-4 SXF と OCF 検定認証 CAD ソフト（制限事項あり）

4.2. データの変換

CADソフトが持っている独自のデータ表現とSXFのデータ表現が完全に同じではない場合、SXFの入出力時に何らかのデータの変換が行われる。そして、その変換の仕方にはCADソフトを利用者が特に意識しなくてもよいものと、意識しなければデータ変換の結果に影響及ぼすものがある。それぞれの代表的な例は、次のとおりである。

(1) 変換を意識しなくても良い例

図4-5のA-CADソフトのように線分データを始点座標と終点座標までのベクトル(XY成分)で持っているものがある。SXFでは、B-CADソフトのように線分データを始点座標および終点座標で持っているため、A-CADソフトとではデータの持ち方が異なっているが、データの変換は一意に成り立つため完全互換が可能である。このような場合にはCADソフトを利用者がデータ形式の違いを意識する必要はない。

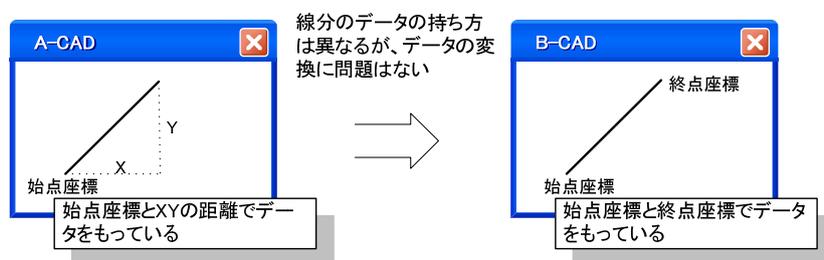


図 4-5 変換を意識しなくてもいい例

(2) 変換を意識しなければならない例

CADソフトでは表現できても、SXFでは表現できないデータもある。この場合、CADソフトによってその処理方法はさまざま、利用するCADソフトがどのような処理を行うのかを意識しなくてはならない。例えば、使用しているCADソフトが図4-6に示すように、「SXFでは表現できないデータはSXFには出力できず、データが欠損する」という仕様の場合は、このようなCADデータを使用しない方がよい。こうした事例の対処方法については、「6.8 SXFで対応しない要素」を参照されたい。

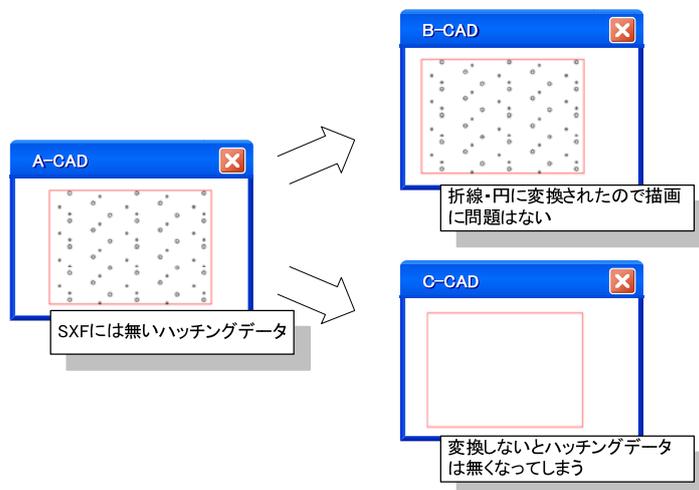


図 4-6 変換を意識しなければならない例

(3) SXF データ変換の留意点

CAD データを電子納品する際に意識しなければならないのは、データ変換が正しく行われているかどうかを把握することである。

OCF検定に合格したCADソフトで作図し、そのCADソフトから直接SXFデータに変換する場合は問題ないが、往々にしてOCF検定のないCADソフトで作図し、いくつかのCADソフトを経由して最終成果をSXFにデータ変換する場合がある。例えば、図 4-7 にあるように、A-CADソフトから中間ファイルを経てB-CADソフトにデータが渡されて、さらに同じB-CADソフト (Ver2) ながら旧バージョンのB-CADソフト (Ver1) にオリジナルとしてデータが渡り、その後にSXFに変換されて電子納品されるというようなCADデータの流れは当然起こる。そして、この間にはオリジナルデータとSXF変換されたデータとで描画の表示が違ったり、SXFブラウザと印刷した紙出力とが異なったりすることは十分に考えられる。

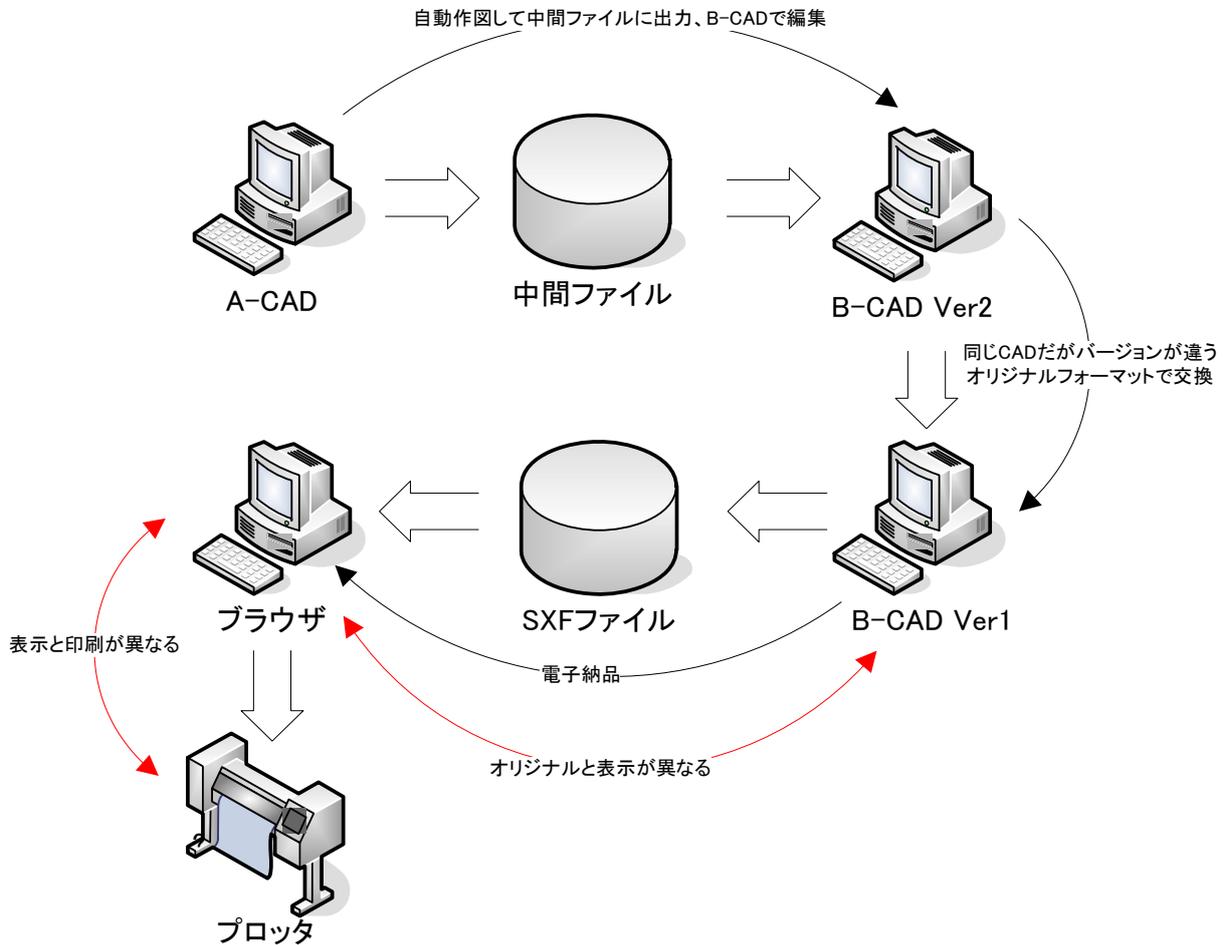


図 4-7 SXF に対応していない CAD ソフトでの CAD データ作成とデータ交換の例

これまでは、紙の図面が正式のものであり、CADデータが後で図面を作図するための正式でないデータの位置づけであれば、図 4-8のようにA-CADソフトでは作図されていた道路の中心線の一点鎖線がB-CADソフトでは消えてしまっているような場合で

も、B-CADソフトで描き足せばよいので、100%のデータ交換ができなくてもデータの再利用には使えた。

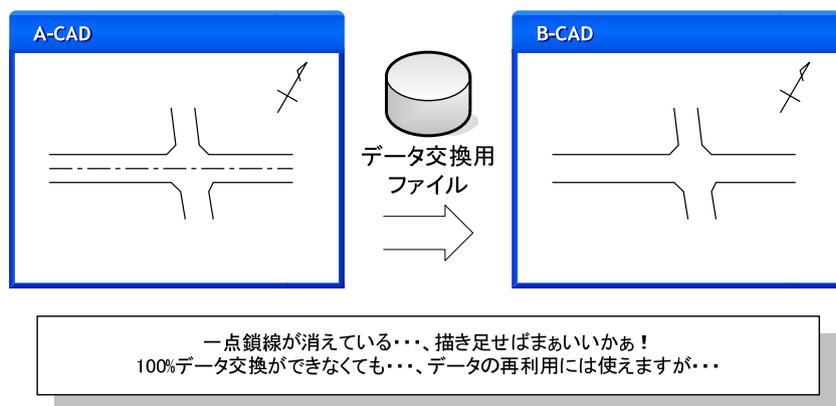


図 4-8 紙図面が正式である場合に許容される CAD データ交換

しかし、電子納品でCADデータだけの納品となる場合には、図 4-9のようにSXFブラウザで見たときに一点鎖線が消えているとデータの再利用には使えない。元々の作図を行ったA-CADソフトでは、この一点鎖線が普通に見えているので描き加えようがないということになる。A-CADソフトで描かれた図面をSXFにデータ変換して、正しい図面データを納品するのは受注者の責務である。

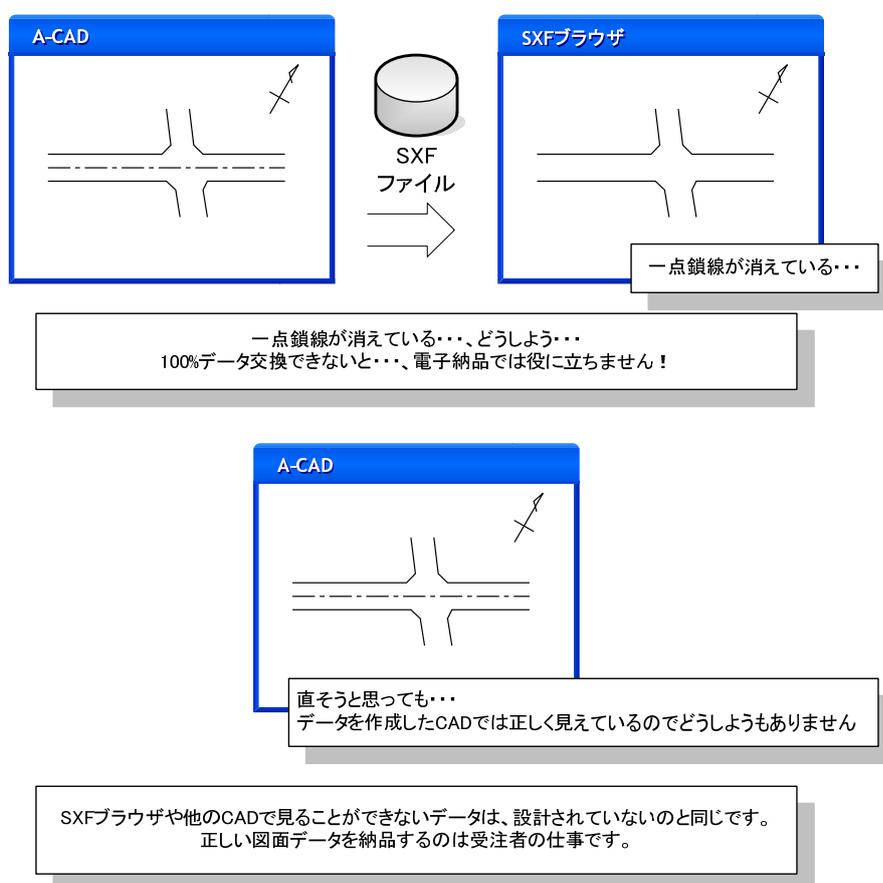


図 4-9 CAD データが正式である場合に問題となる CAD データ交換

5. 図面様式

本章では、CAD 製図基準(案)の図面様式（紙出力様式）に係わるデータ変換または交換上の注意点を解説する。

5.1. 図面の大きさ

CAD 製図基準(案)によれば、図面の大きさはA列サイズとしA1を標準とする。ただし、図面の内容によっては、それ以外の大きさが適切な場合もある。その場合には、CAD 製図基準（案）に従った図面の大きさを選択するものとする。

5.2. SXF ブラウザでの用紙の表示

SXF ブラウザ Ver.3.00 の留意事項・制限事項によれば、SXF ブラウザを利用した際用の紙の表示について、画面上の用紙の表示は、JISZ8311（ISO5457）で定められた用紙サイズで表示する。例えば、A0 横 840×1190 というデータであったとしても、JISZ8311ではA0の用紙寸法は841×1189と規定されているため、841×1189で表示される。ただし図面構造表示では、データ情報を表示するので840×1190と表示される。

5.3. 輪郭と余白

用紙の輪郭の枠内において作図を行うのは、誰もが意識して行っていることだが、ラスタデータを貼り付けて作図する場合に、図 5-1に示すように、そのラスタデータが輪郭からはみ出していると市販されているCAD製図基準(案)のチェックソフトのなかにはエラーを出すものがある。

CAD 画面の背景とラスタデータの背景色が同じ色の場合には、ラスタデータが輪郭からはみ出しているても分かりづらい場合があるので、輪郭内にラスタデータが貼り付けてあることを確認する必要がある。

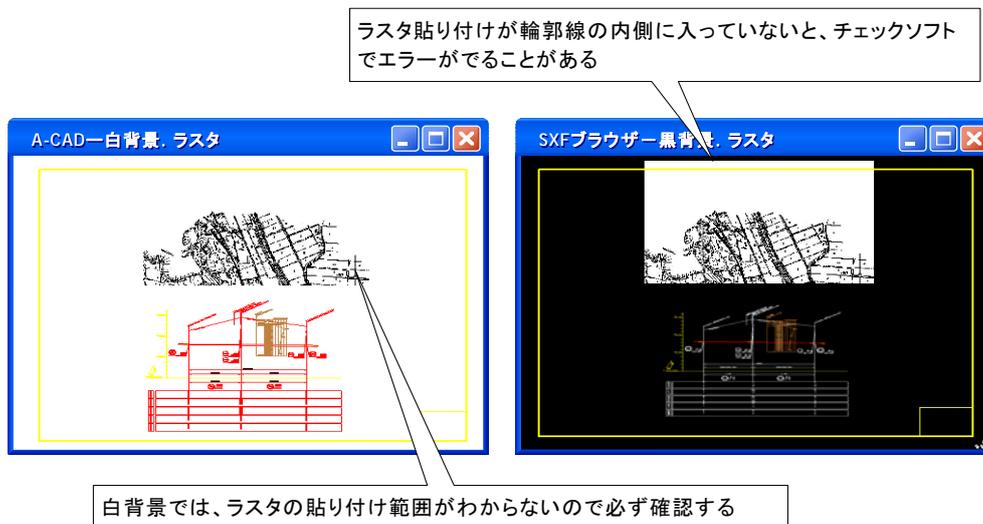


図 5-1 輪郭と余白

5.4. 表題欄

表題欄は、図面の管理上必要な事項（図面番号、図面名、作成年月日など）と図面内容（尺度、投影方法）に関する事項をまとめて記入したもので、「CAD 製図基準(案)」では、標準的な様式を定めている。

なお、SXF レベル 2 Ver.3.0 では、図面表題欄フィーチャが仕様に追加された。これは事業名や契約区分など「CAD 製図基準(案)」における表題欄の項目以外の管理情報も SXF ファイルに登録することができる仕様となっている。

SXF レベル 2 Ver.3.0 に対応したCADソフトでは、図 5-2に示すように、図面表題欄フィーチャの項目をダイアログで入力し、図面の表題欄を自動的に作成する機能や、図面に描かれている表題欄の文字に既定義属性を付けて、矛盾がないよう整合性を保つ機能を持つ。

項目名	内容
事業名	
工事名	
契約区分	
図面名	
図面番号	
図面種別	
尺度	
図面作成年月日	
受注会社名	
発注事業者名	

OK キャンセル

工事名	〇〇〇工事		\$\$\$ATR\$\$\$\$101\$\$\$表題_工事名
図面名	計画平面図		\$\$\$ATR\$\$\$\$102\$\$\$表題_図面名
作成年月日	平成18年4月1日		\$\$\$ATR\$\$\$\$103\$\$\$表題_年月日
縮尺	1:500	図面番号	\$\$\$ATR\$\$\$\$104\$\$\$表題_図面番号
		1 / 20	\$\$\$ATR\$\$\$\$105\$\$\$表題_図面総数
会社名	株式会社 〇〇〇コンサルタント		\$\$\$ATR\$\$\$\$106\$\$\$表題_会社名
事業者名	〇〇〇工事事務所		\$\$\$ATR\$\$\$\$107\$\$\$表題_事務所名
			\$\$\$ATR\$\$\$\$108\$\$\$表題_尺度

図 5-2 図面表題欄と既定義属性

5.5. 尺度

CAD製図基準(案)では、縮尺として定義されているが、表 5-1のように尺度とは、図面に分かりやすく対象物を描くために必要なものであり、現尺、縮尺と倍尺がある。

表 5-1 尺度の種類

尺度	内容
現尺	実際の長さと同じ長さで図面に描く
縮尺	全体を一目で分かるように縮小して描く
倍尺	小さくて複雑な場合、拡大して描く

土木分野では、一般的に縮尺を用いて表現する。通常は尺度を表題欄に記入するが、部分的に拡大図を用いた場合には、拡大した図の近くに尺度を記入する。また、1枚の図面に複数の異なる尺度を持つ構造物を描く場合や、縦と横方向で異なる尺度を持つ縦断図を描く場合もある。

SXFを利用してこれらの尺度に対応した図形を描く場合には、部分図を利用することができる。測点や構造物の大きさを実寸で表し、用紙の任意の位置に配置することができるほかにも、部分図を利用することで図 5-3に見られるような配置ができる。

- 平面図を、座標軸を傾けて用紙に沿って配置できる
- 縦断図を、縦横異縮尺の図で配置できる
- 部分拡大図や尺度が異なる複数の構造図を、1つの用紙に配置できる

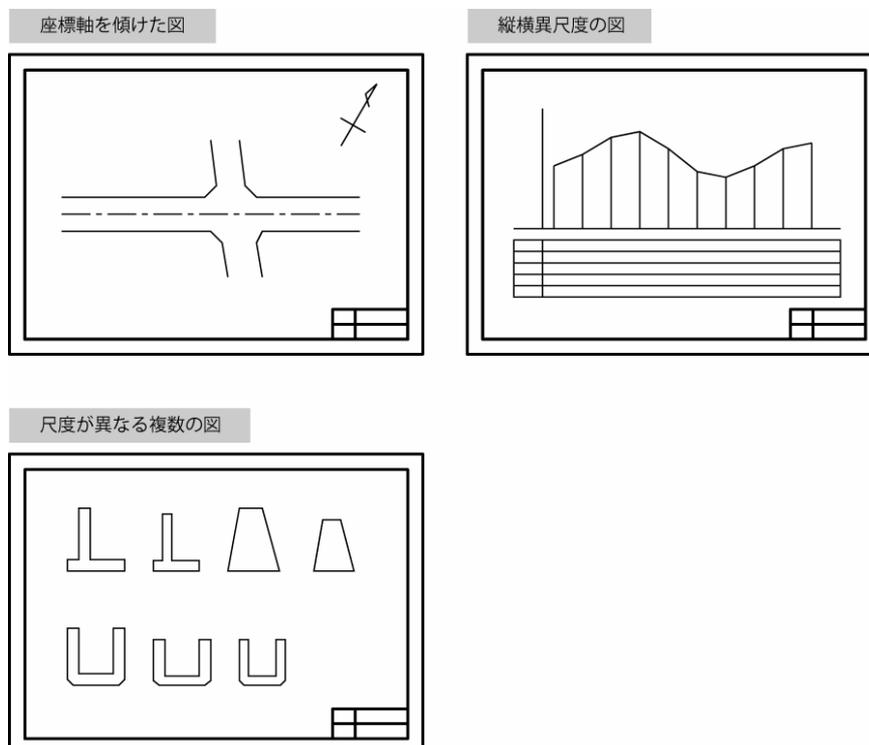


図 5-3 部分図の利用

6. CAD データの作成

本章では、CAD 製図基準(案)に準じたファイルフォーマットやレイヤの他、SXF 特有の図形の表し方などの CAD データの作成に関する留意点を解説する。

6.1. CAD データファイルのフォーマット

「CAD製図基準(案)」では、「CADデータファイルのフォーマットは原則としてSXF (P21) とする」となっている。SXFのファイル形式にはISO10303-202(JIS B 3700-202)に則り、ISO10303-21(JIS B 3700-21)のファイル形式に基づいたSXF(P21)形式と、国内のCADデータ交換のための簡易形式であるSXF(SFC)形式の2種類がある。電子納品のときにはSXF(P21)形式を用いるが、途中段階のデータ交換においてはファイルサイズや処理速度の面でSXF(SFC)形式を用いた方が便利な場合もある。その違いを図 6-1、

図 6-2、図 6-3 および表 6-1 に示す。図 6-2 および図 6-3 は、どちらも同じ図 6-1 の線フィーチャを表現している。SXF(P21)形式と SXF(SFC)形式とは相互に変換が可能であり、OCF 検定では相互に正しく変換されることを確認している。

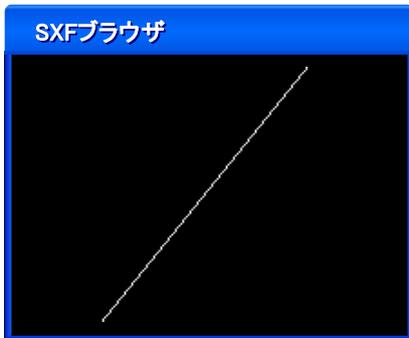


図 6-1 線フィーチャ

```
【SXF(P21)形式の場合】
#50=CARTESIAN_POINT('',(185.557783,149.775931));
#60=CARTESIAN_POINT('',(102.718015,46.660696));
#70=DIRECTION('',(82.839767,103.115235));
#80=VECTOR('','#70,1.000000);
#90=LINE('','#60,#80);
#100=TRIMMED_CURVE('','#90,(#60),(#50),.T.,.CARTESIAN.);
#110=CURVE_STYLE('','#30,#40,#20);
#120=PRESENTATION_STYLE_ASSIGNMENT((#110));
#130=(
ANNOTATION_CURVE_OCCURRENCE()
ANNOTATION_OCCURRENCE()
DRAUGHTING_ANNOTATION_OCCURRENCE()
GEOMETRIC_REPRESENTATION_ITEM()
REPRESENTATION_ITEM(' ')
STYLED_ITEM((#120),#100)
);
```

図 6-2 線分における P21 のファイル内容

```
【SXF(SFC)形式の場合】
/*SXF
#40 = line_feature('1','8','1','1','102.718015','46.660696','185.557783','149.775931')
SXF*/
```

図 6-3 線分における SFC のファイル内容

表 6-1 フィーチャ別サイズの違い

フィーチャ名		P21 (byte)	SFC (byte)	P21/SFC
図面構造	用紙	724	70	10.34
	レイヤ	129	50	2.58
	既定義線種	52	58	0.9
	ユーザ定義線種	99	80	1.24
	既定義色	43	55	0.78
	ユーザ定義色	47	63	0.75
	線幅	130	43	3.02
	文字フォント	137	54	2.54
幾何要素/ 表記要素	点マーカ	584	116	5.03
	線分	511	98	5.21
	折線	493	149	3.31
	円	370	87	4.25
	円弧	488	126	3.87
	楕円	439	119	3.69
	楕円弧	612	180	3.4
	文字	879	196	4.48
	スプライン	1728	685	2.52
構造化要素	複合図形定義	440	56	7.86
	複合図形配置	677	142	4.77
	直線寸法	4101	490	8.37
	角度寸法	3612	576	6.27
	半径寸法	2916	304	9.59
	直径寸法	1697	357	4.75
	引出し線	2139	293	7.3
	バルーン	2656	424	6.26
	ハッチング (既定義) ※	418	75	5.57
	ハッチング (塗り)	418	75	5.57
	ハッチング (ユーザ定義)	645	133	4.85
	ハッチング (パターン)	686	246	2.79
複合曲線定義	381	64	5.95	

※ ハッチング (既定義) は SXF Ver.3.0 のフィーチャ

6.2. ファイル名

電子納品するCADデータのファイル名は、CAD製図基準(案)の命名規則で定められている。図 6-4のようなCADデータの場合のファイル名は“D0PL001Z.P21”となる。

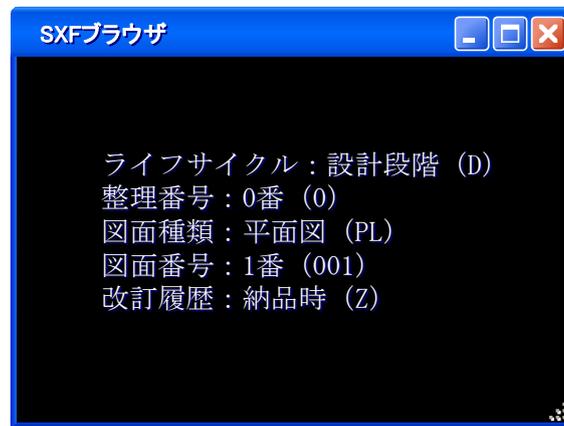


図 6-4 ファイル名の命名規則

ラスターデータのファイル名は、基本的にSXFのファイル名と同じにして拡張子を“TIF”とするので、ファイル名は“D0PL001Z.TIF”となる。電子納品する際に、SXFのファイル名を命名規則に基づいて変更する必要があるが、このときにラスターデータのファイル名も同様に変更しなければならない。これは、図 6-5に示すように、SXFファイルの中にラスターデータのファイル名が記述されているのに起因しており、この部分を変更されないとSXFファイルとのリンク関係が保持されなくなる。

市販されている電子成果品の作成支援ソフトウェアなどは、SXFのCADデータの名称を納品用に変換するのに便利なツールであるが、ラスターデータのファイル名の変更に対応していないソフトウェアもあるので注意が必要である。

```
【SXF(P21)形式の場合】
#320=DRAUGHTING_SUBFIGURE_REPRESENTATION('$$SXF_G_$$RASTER
$$D0PL001Z.TIF',(#260,#310),#290);

【SXF(SFC)形式の場合】
/*SXF
#160 = sfig_org_feature(¥'$$RASTER$$D0PL001Z.TIF¥','3')
SXF*/
```

図 6-5 ラスターデータを含むファイル内容

SXF レベル 2 Ver.3.0 ではカラーや複数の画像を利用できる。CAD 製図基準(案)に関する運用ガイドライン(案)に「SXF Ver.3 においては、1 枚の図面においてもラスターの複数枚の貼り付け対応が可能」と記されているが、電子納品に利用するにはラスターファイルの命名規則が必要となる。

6.3. レイヤ

レイヤに関して SXF で交換できるのは、レイヤの名称と表示の有無だけである。レイヤごとに線種や色を定める CAD ソフトもあるが、SXF では図形を表すための線種や色は、図形ごとに個別に付加して交換する。

(1) レイヤ名の並び順

レイヤを一覧表示した場合、CAD ソフトによっては並びが変わる場合がある。レイヤの名称の順や、SXF ファイルに登録されている順に表示する CAD ソフトがあるため、CAD 製図基準(案)に示されているレイヤの順番とは限らない。レイヤ名称がソートされていて、レイヤの一覧が見にくいことがあるが、図形データの交換としては正しく行なわれている。

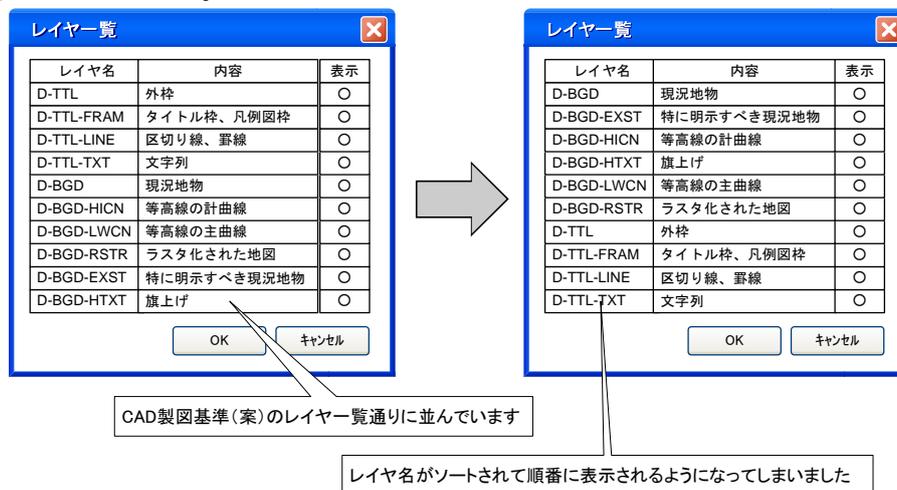


図 6-6 レイヤ名の並び順

(2) 図形がないレイヤ

SXF で交換すると、図形が描かれていないレイヤは出力しない。そのため、データ交換時にレイヤ名だけを出力して運用することはできない。逆に何も描いていないはずのレイヤが SXF 出力後にもあった場合は、そのレイヤには何らかの要素が残っていることになるので、そのレイヤの確認をして、必要に応じて削除する必要がある。

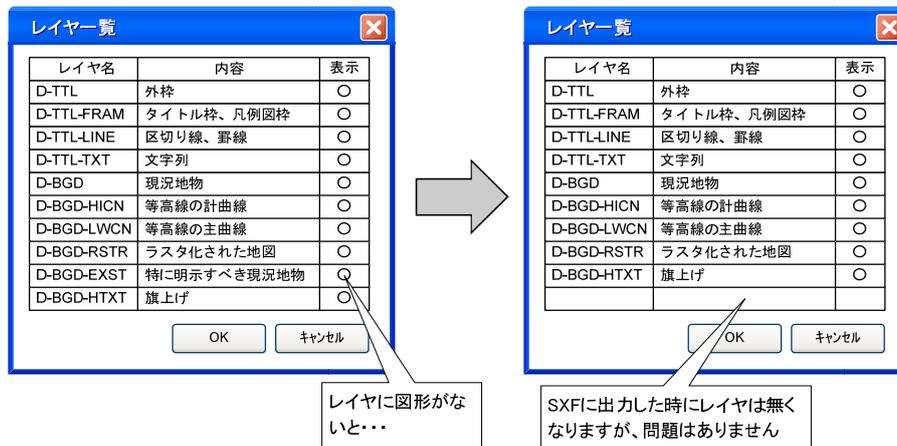


図 6-7 消えるレイヤ

6.4. 色

CAD 製図基準(案)では、CAD データの作成に用いる背景色を原則として黒と定めている。一方、CAD 製図基準(案)に関する運用ガイドライン(案)によると、原則として背景色は黒とするが、受発注者間の協議により変更することができ、背景色が白（白表示のラスタ上含）の場合のオブジェクトの線色が明示されている。このように受発注者間の協議により背景の色が変更されると次のような問題が発生する可能性がある。

道路などの路線系における設計の際には、設計の工区割りごとに受注者に設計業務が委託される。例えば、図 6-8のようにA工区、B工区、C工区と3工区に分けて3社がそれぞれ委託業務を行うとする。その際に、受発注者間の協議により背景色が、A工区では黒、B工区では白、C工区では黒とした。当然それぞれのオブジェクトの線色は背景の色に準じて対応した色で描くことになる。

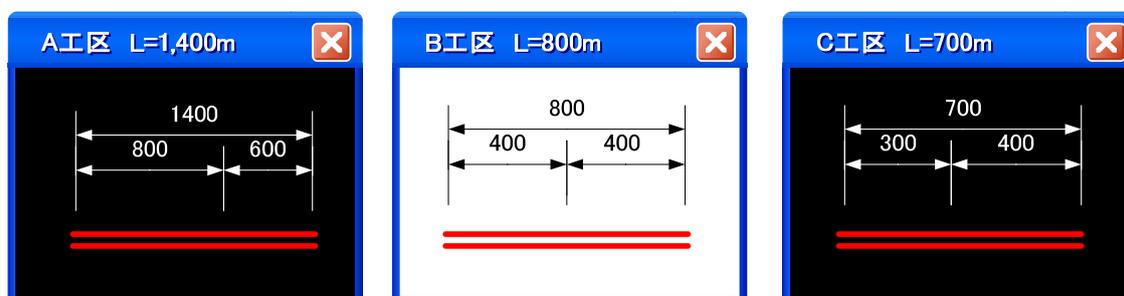


図 6-8 設計工区別の背景色

電子納品が済み、工事発注段階に入ると、工事費あるいは工事の難易度などから、工事発注の工区が設計工区とは異なることはよくある。その結果、発注図は、背景色の異なる工区の図面のなかで、該当する箇所を切り取り挿入する必要がでてくる。黒背景の図面と白背景の図面を発注図として統一しなければならなくなる。背景色を黒か白に統一しなければならないが、同時にオブジェクトの色もそれぞれ合わせなければならないという大変な作業が強いられることになる。

このような工事発注段階以外に、維持管理の図面として適切な運用を行う場合も、背景色が異なるとオブジェクトの色の変更という作業が生じることになる。この問題を回避するためには、事業所やプロジェクトといった大きな1つの単位の枠組みのなかで、背景色とオブジェクトの線色とを統一する必要がある。

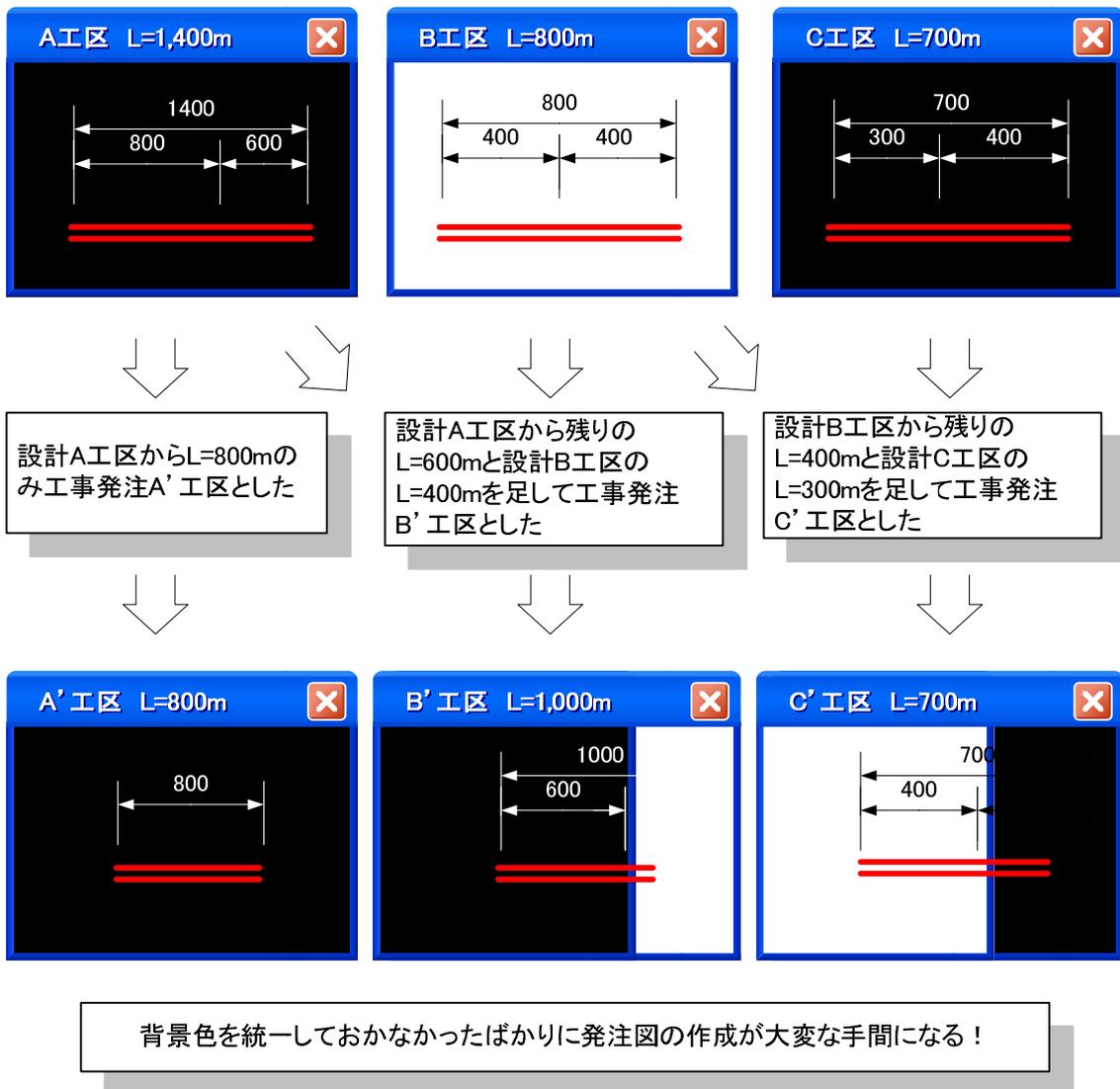


図 6-9 工事発注図の際の背景色

背景の色については、もう1点注意しなければならないことがある。CAD製図基準(案)では、背景色を黒の場合として、CADデータ作成に用いる色を寸法、文字については白としている。一方、CAD製図基準(案)に関する運用ガイドライン(案)では、受発注者間協議により背景色が白(白表示のラスタ上含)の場合のオブジェクトの線色として寸法、文字は黒としている。

背景色が黒の図面上に地形平面のラスタデータを貼り付けた場合、そこに計画線や寸法などを描いていくことになる。しかし、ラスタデータは基本的に白であるため、線色が白では見えないので、黒の線色で描くことになる。この線をラスタデータの範囲を越えて作図した場合、背景色は黒であるためラスタデータの枠をはみ出たところで、黒の線色は見えなくなる。

このようなことを回避するため、ラスタデータの領域をまたがって作図が行われる場合には、背景色およびラスタデータの双方の色以外の色を利用するとよい。それでも表示順

の問題で見えなくなることがあるので、要素を透過できるような CAD ソフトを利用すると回避できる。そして、最後に成果の確認として、SXF ブラウザで CAD データを目視確認するが、その際に背景色を反転させてもラスターデータの色は反転しないので、SXF ブラウザの改善を望むところである。

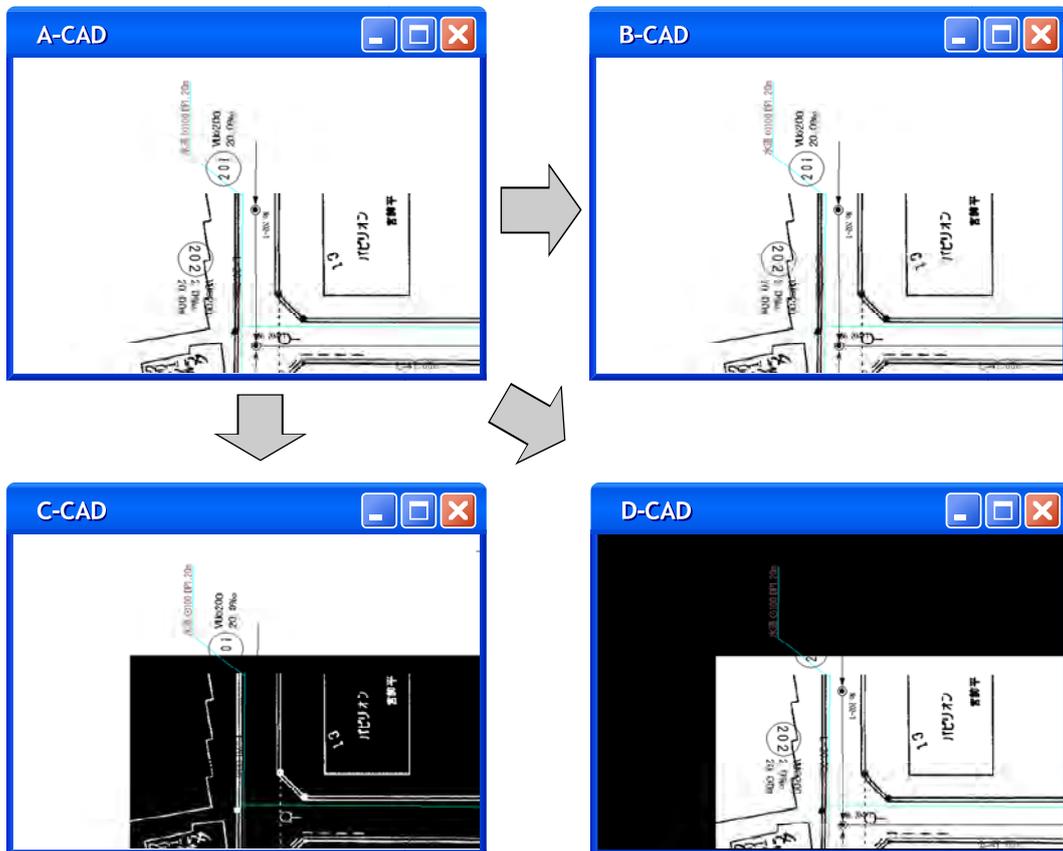


図 6-10 背景色とラスターデータ貼り付けの際の線色

図 6-10のA-CADソフトのように白背景にラスター貼り付けを行ったデータを交換した場合、B-CADソフトでは問題なく描画されているが、C-CADソフトのように白背景にラスターが反転して描画されることがある。さらに、D-CADソフトのように黒背景に白ラスターで、それぞれ引き出し要素が確認できないことがある。これらの問題については、表示の順番によるものなので、SXF Ver.3.0 を利用した標準的な解決の方法が待たれる。

6.5. 図形の表し方

本節では、CAD ソフトによる製図および SXF でデータ交換する際の留意点を解説する。

(1) 線分と折線

線分と折線のフィーチャは、画面や印刷した図面を見てもどちらのフィーチャを使用しているか分からない。どちらを利用しても問題ないと判断しがちであるが、線分フィーチャを用いて CAD データに描き込んだ場合、とくに SXF(P21)形式ではファイルサイズが大きくなる。また、SXF ブラウザで CAD データを読み込むのにも時間がかかってしまう。

この場合、連続した線は折線を使う方がよい。また、隣り合った頂点の間隔が短い場合は、複数の短い線分を繋げても 1 本ずつの長さが短い為に線種が表現できなくなってしまうことがある。図 6-11は、折線と線分で描いた破線の例を示している。

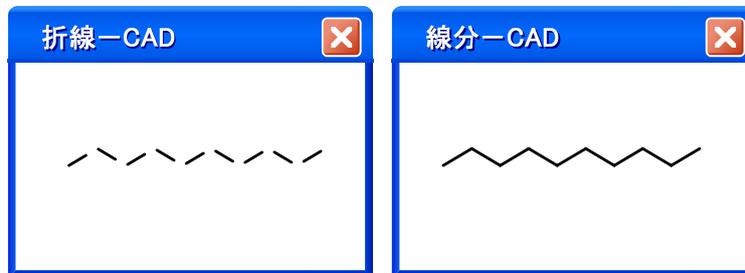


図 6-11 折線と線分で描いた破線

(2) ハッチング

ハッチングは、直線寸法などと同様に構造化要素のフィーチャなので、SXF データ (レベル 2) として交換されたあとも編集が容易であるが、描画の際に次のように若干の注意が必要である。図形の中を塗り潰してハッチングを行うとき、ハッチングの枠線と重なる部分が見えなくなる場合がある。たとえ、ハッチングを描いた時に見えていても、SXF を利用してデータ交換を行った場合、SXF ブラウザや他の CAD ソフトで見えるとは限らない。領域となる枠線と、塗り潰した図形の表示順が定まっていなため消えて見えることがある。

ハッチングフィーチャでは、領域の枠線の表示を明示的に有りにすることができるので、このようにすれば塗り潰し図形と重なっていても枠線は表示される。

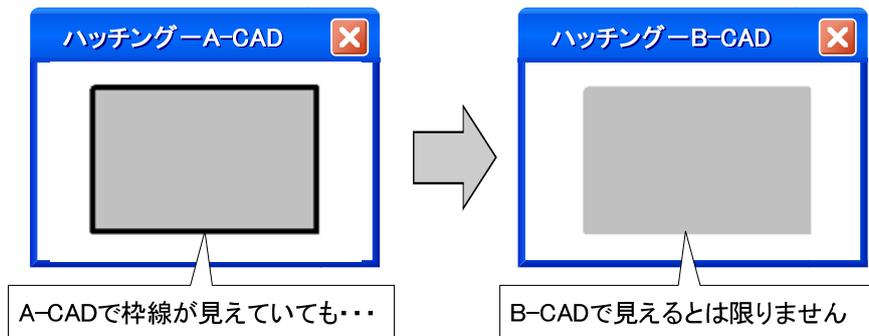


図 6-12 塗り潰しと枠線

ユーザ定義ハッチングでは、縦、横、斜めなど 4 本までの線を組み合わせ、線種や間隔を指定してハッチングすることができる。これも塗り潰しと同じように枠線と重なる部分が見えなくなることがある。これは表示順の問題ではなく、ハッチング領域内に描くハッチングの線が、領域の枠の線と重なったときの描画の方法は CAD ソフトに依存するためである。必ず枠線が必要な場合には、塗り潰しと同様に領域の枠線の表示を明示的に有りにしてデータ交換を行うことにする。

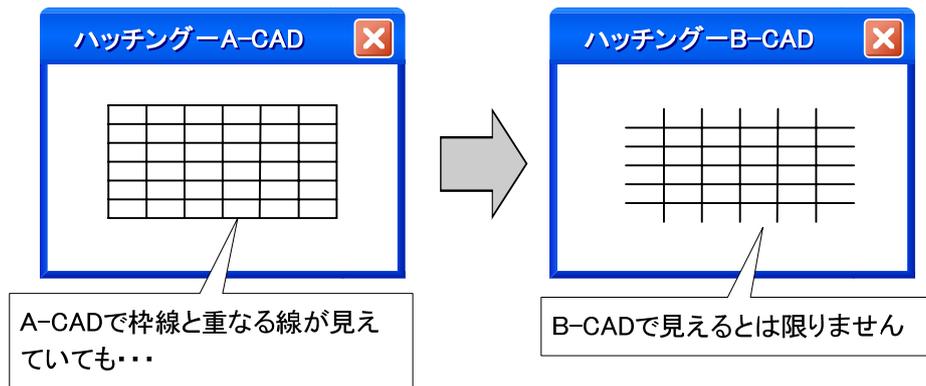


図 6-13 ユーザ定義ハッチング

(3) 極小図形

極めて短い線分をSXFのCADデータに描いた場合、データ交換することはできずに消えてしまうことがある。また、折線は、線上の隣り合う頂点が極端に短い場合に折線全体が消えてしまう。意味のない短い線分は消えても問題ないが、図 6-14のようなハッチングの模様の場合、その図形が消えてしまうと何を表現しているのか分からなくなる。このような極小図形を伴う図面をSXFにデータ変換した場合、CADソフトのオリジナルデータと見比べて差異がある場合は、各CADソフトの機能を用いて差異を解消する必要がある。

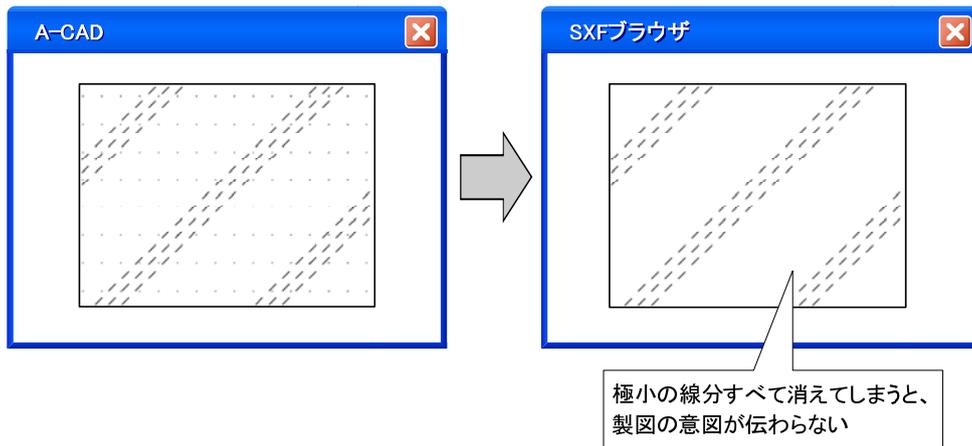


図 6-14 極小線のハッチング

(4) ラスタベクタ変換によってできた折線の一部

等高線などラスタデータからベクタデータに変換した際に、部分的に極めて短い線ができることがある。短い線分のために、それに連なる折線すべてが消えてしまうことがある。ラスタベクタ変換のソフトウェアで、最小線分の長さを指定できる場合は、設定を変更して適切な線分の長さを指定することで回避できる。

同様に、B スプラインやクロソイドなど特殊な曲線を折線に変換した場合や、ハッチングの領域に極小の隣り合う頂点を持つ折線が含まれている場合も図形が消えることがあるので注意が必要である。

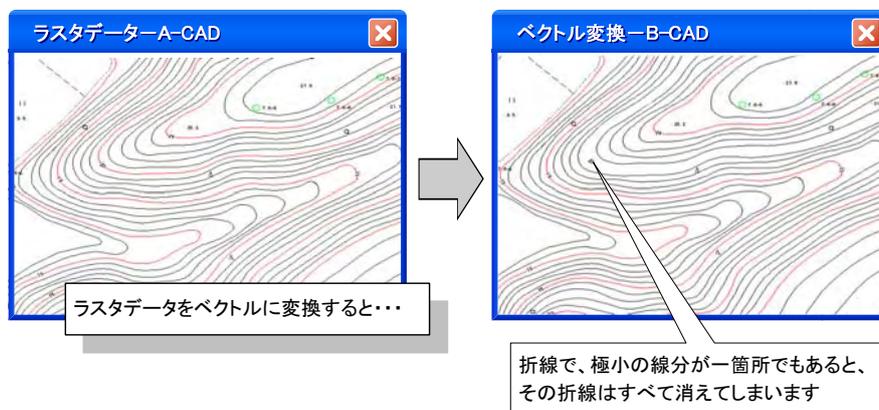


図 6-15 ラスタベクタ変換された等高線

6.6. 寸法の表し方

CADソフトには、図 6-16のA-CADソフトに示すような併記寸法（連続寸法）などの、構造化された寸法データをサポートしているものもある。通常、SXFは複数の寸法線に分解して出力し、分解された個々の寸法線はSXF仕様の寸法線としての構造を保っているため、このような要素を利用することは問題ない。ただし、図 6-16のB-CADソフトのように、どのような寸法線の組み合わせとして出力されるかはCADソフトによって異なるので、利用しているCADソフトの変換の仕方を把握しておく方がよい。

CADソフトの要素とSXF仕様のフィーチャとが対応しているも、一般的なCADソフトからみると、SXFのフィーチャが持つ情報の方が不足していることがある。このような場合は、フィーチャそのものがない場合と同様に、何らかの変換を行って対処するのが一般的である。

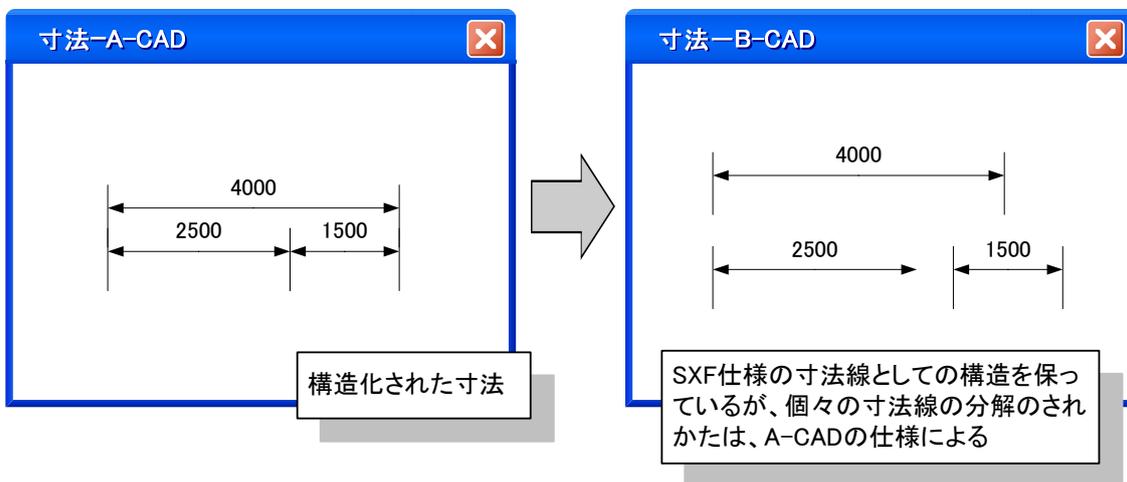


図 6-16 構造化された寸法の分解の仕方

6.7. 線

線種は、図形を描く際の線形状を表現するためのフィーチャである。線種は、既定義線種およびユーザ定義線種の 2 種類がある。1 枚の図面では、既定義線種を 15 種類までとユーザ定義線種を 16 種類まで使用できる。SXFで規定している既定義の線種名は、表 6-2 のようになっている。

表 6-2 既定義線種名

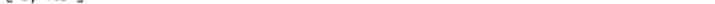
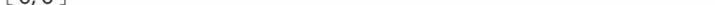
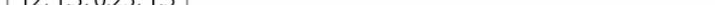
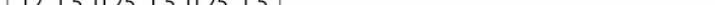
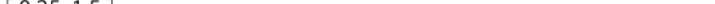
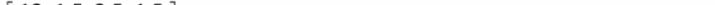
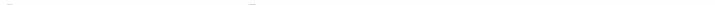
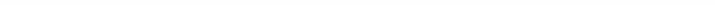
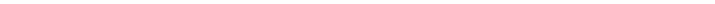
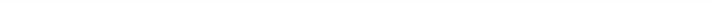
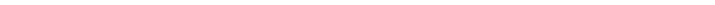
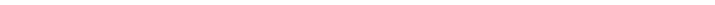
コード	線種名
1	continuous (実線)
2	dashed (破線)
3	dashed spaced (跳び破線)
4	long dashed dotted (一点長鎖線)
5	long dashed double-dotted (二点長鎖線)
6	long dashed triplicate-dotted (三点長鎖線)
7	dotted (点線)
8	chain (一点鎖線)
9	chain double dash (二点鎖線)
10	dashed dotted (一点短鎖線)
11	double-dashed dotted (一点二短鎖線)
12	dashed double-dotted (二点短鎖線)
13	double-dashed double-dotted (二点二短鎖線)
14	dashed triplicate-dotted (三点短鎖線)
15	double-dashed triplicate-dotted (三点二短鎖線)
16	未使用 (予備)

既定義線種の形状 (ピッチ) は表 6-3 のようになっているが、推奨ピッチであるため、CADソフトによっては異なる値を採用している場合もある。また、CAD製図基準(案)では実線、破線、一点鎖線および二点鎖線の 4 種類が規定されているが、一点鎖線はSXFの既定義線種名と一致していない。SXFでは一点鎖線として、一点長鎖線、一点鎖線、一点短鎖線の 3 種類が用意されている。

CAD製図基準(案)で定められている一点鎖線は、表 6-3 の一点長鎖線なのか、一点鎖線なのか、一点短鎖線なのか、どれが最も利用するのに適切なのかは明示されていない。例えば、一点長鎖線を利用した場合、市販の電子成果品の作成支援ソフトウェアでは、一点長鎖線および一点短鎖線をCAD製図基準(案)に則っていない扱いとみなしてエラーを表示することがある。

SXF における線種のデータ交換は、線種の名称によって行われるので、ユーザ定義線種を利用する場合には、たとえば「一点鎖線」「1 点鎖線」(1 が全角)「1 点鎖線」(1 が半角)と同じ意味合いの線種であっても線種名が違うということで取り扱われるので、名称を含めて統一しておく必要がある。

表 6-3 既定義線種の形状 (ピッチ)

実線	
破線	[6, 1.5] 
跳び破線	[6, 6] 
一点長鎖線	[12, 1.5, 0.25, 1.5] 
二点長鎖線	[12, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 
三点長鎖線	[12, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 
点線	[0.25, 1.5] 
一点鎖線	[12, 1.5, 3.5, 1.5] 
二点鎖線	[12, 1.5, 3.5, 1.5, 3.5, 1.5] 
一点短鎖線	[6, 1.5, 0.25, 1.5] 
一点二短鎖線	[6, 1.5, 6, 1.5, 0.25, 1.5] 
二点短鎖線	[6, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 
二点二短鎖線	[6, 1.5, 6, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 
三点短鎖線	[6, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 
三点二短鎖線	[6, 1.5, 6, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5, 0.25, 1.5] 

6.8. SXF に対応しない要素

CAD ソフトが SXF の CAD データを出力する際に、自分が持っている要素が SXF のフィーチャにない場合は、CAD ソフト内の変換ルールに従って SXF のフィーチャに変換される。また、SXF のフィーチャに変換できない場合、そのデータを出力しない CAD ソフトもある。一般的に CAD ソフトが持つ要素で、SXF のフィーチャとして定義されていない代表的なものは次のとおりである。

- OLE 貼り込みされたオブジェクト
- 外部参照されたオブジェクト
- クロソイド曲線、NURBS 曲線など 3 次ベジエ以外の曲線
- 旗揚げ
- 孤長寸法

データ交換のことを考えれば、SXF にない要素を利用せずに作図するのが最良の方法である。しかし、その要素（機能）を利用した方が、作図効率が上がる場合もある。この場合、CAD ソフトの変換ルールをよく把握し、その要素（機能）を利用して作図してもよいかどうかを判断する必要がある。

なお、SXF 出力に使用した CAD ソフトでその SXF ファイルを読み込んでも、変換されて出力された要素を変換前のオリジナル形式の要素に復元できない限り、CAD ソフト特有の機能は利用できなくなる。

(1) OLE 貼り込みされたオブジェクト

OLE コンテナとして開発された CAD ソフトは、Microsoft Excel の表やイメージデータなどの OLE サーバ機能を持ったソフトウェアで作成したオブジェクトを OLE オブジェクトとして CAD データ内に挿入することができる。

しかし、これらの要素は、図 6-17に示すように、OLE オブジェクトとして SXF 出力することはできない。この OLE オブジェクトを SXF 出力する際には、線や文字データとして出力する必要があるが、CAD ソフトがそのような機能を持っていない場合、図 6-17のブラウザが示すように、データが欠損する。そのため、OLE 貼り込みされたデータを SXF に出力できない CAD ソフトでは、OLE オブジェクト貼り込み機能を利用してはいけない。

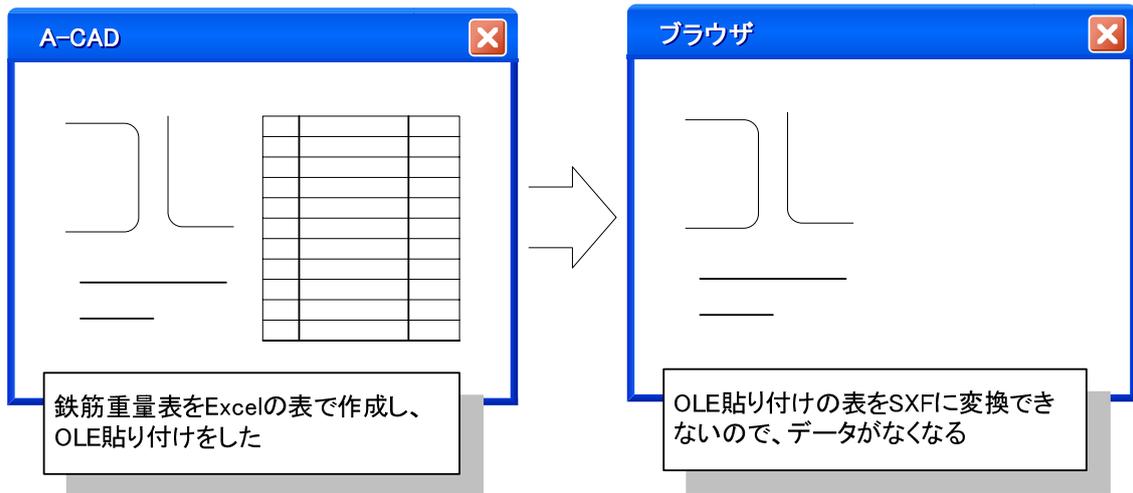


図 6-17 OLE により表が挿入された図面データ

(2) 外部参照されたオブジェクト

CADソフトの中には、図 6-18に示すように、図面内に別の図面を取り込んでいるように表示、あるいは編集ができるものがある。このような機能（形態）を一般的に外部参照と呼んでいるが、SXFにはこのような概念がない。

外部参照機能を使った図面を SXF ファイルに出力する場合は、外部参照している部分を図面の内部データとして出力する必要がある。外部参照部分を SXF 出力できない CAD ソフトでは、外部参照機能を使用してはいけない。

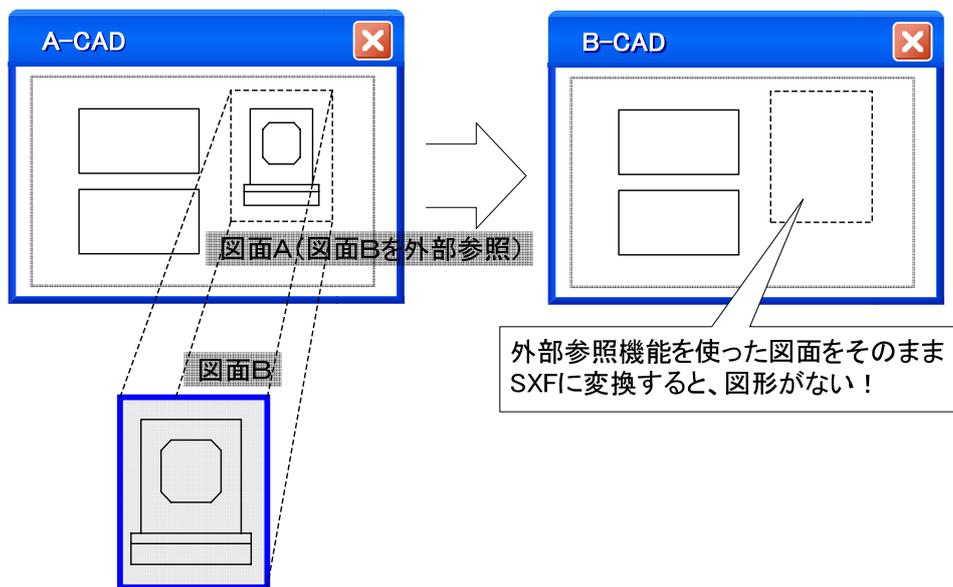


図 6-18 外部参照された図面

(3) クロソイド曲線、NURBS 曲線など 3 次ベジェ以外の曲線

SXFで定義されている曲線は、3 次ベジェ曲線のみである。これ以外の曲線については、図 6-19に示すように、折線に近似されて出力されるのが一般的である。データ量が増えてしまうという欠点はあるが、形状はほぼ正確に再現できる（クロソイド曲線などの描画は折線で行われているので、見た目の描画は変わらない）。

どうしても 3 次ベジェ曲線以外の曲線を使用しなければならない場合は、SXF のフィーチャ（折線や 3 次ベジェ曲線）に変換されることを確認した上で使用する。ただし、折線に対応していない CAD ソフトもある。この場合、線分に分解されてしまい、折線よりもデータ量が増加するため、このような CAD ソフトは SXF の入出力として利用には適さない。

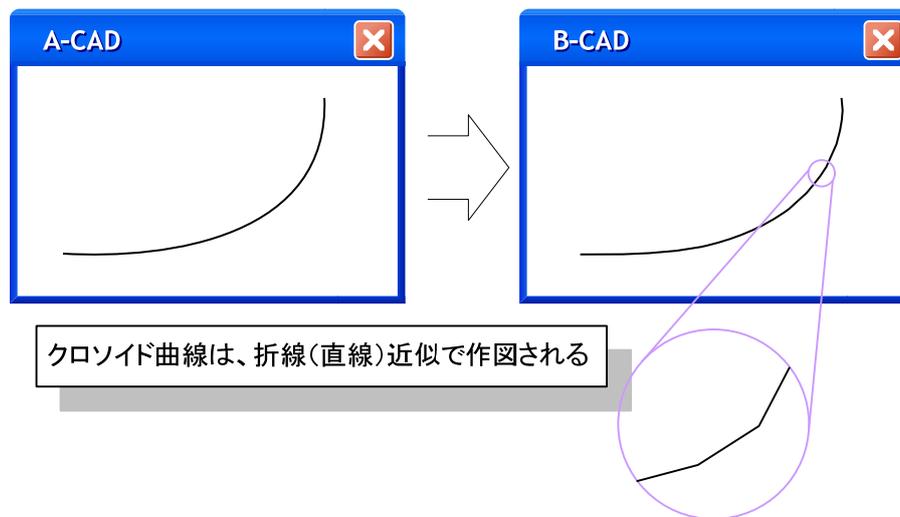


図 6-19 クロソイド曲線の近似

(4) 旗揚げ

縦断図の作図などに利用される「旗揚げ」というフィーチャも SXF にはない。一般的には、線分と文字列とに分解して変換するか、引き出し線フィーチャに置き換えて変換する。引き出し線フィーチャに変換される場合には、図 6-20の B-CAD ソフトに見られるように、先端矢印が描画されることがあるが、これは、引き出し線フィーチャでは先端矢印無しとできないためである。このような場合には先端矢印を限りなく小さくして対処する。

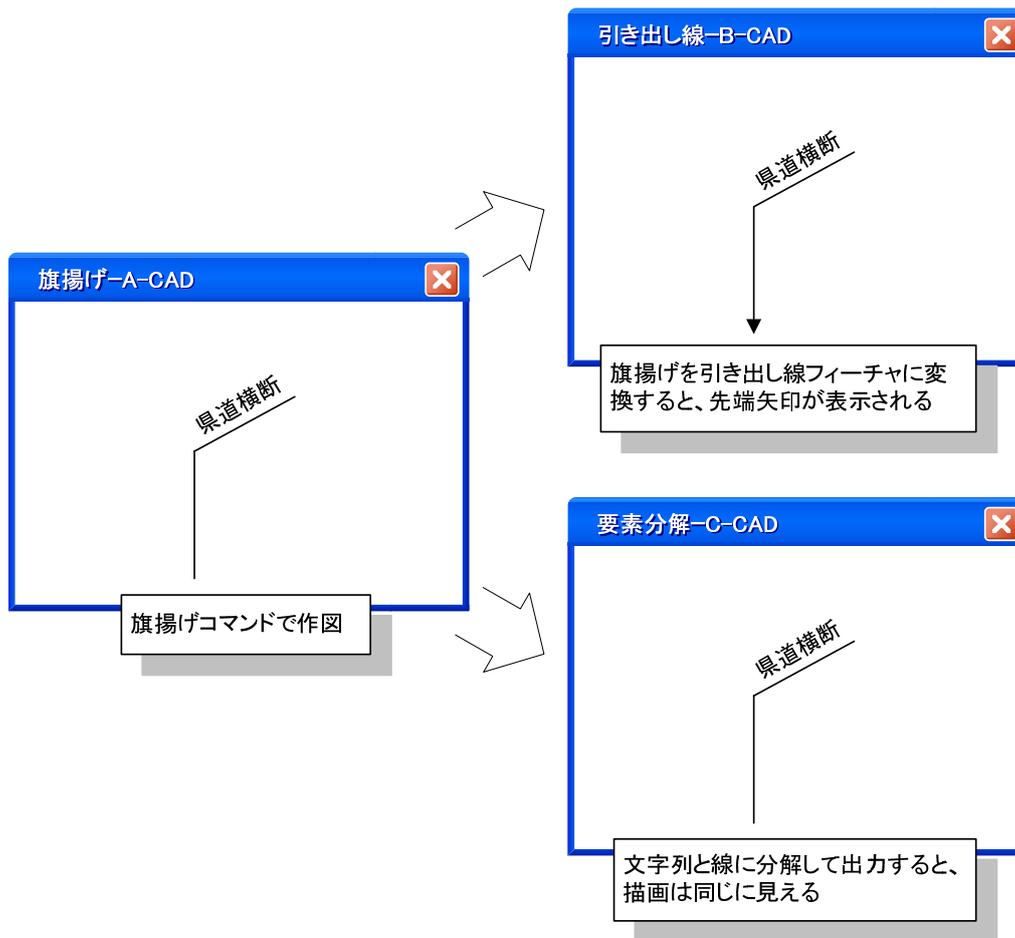


図 6-20 旗揚げフィーチャ

(5) 孤長寸法

CAD ソフトには平面線形や鉄筋曲げ加工の作図の際に利用される寸法線として「孤長寸法」というフィーチャがあるが、SXF にはない。一般的には、円弧、線分と文字列に分解して変換するか、角度寸法フィーチャに置き換えることになる。

図 6-21のように分解して変換された場合に、A-CADソフトの寸法先端矢印の塗潰しが、B-CADソフトではなくなっているということもある。このような現象を避けるためには、寸法先端矢印に塗潰しを使わないようにする。

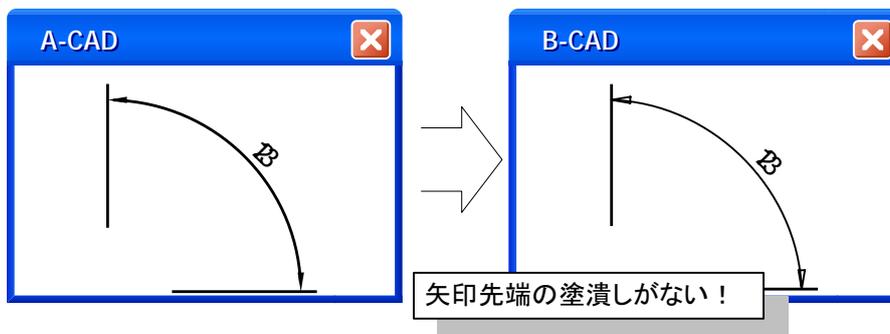


図 6-21 孤長寸法の変換

6.9. CAD ソフトで対応していないフィーチャ

SXF のフィーチャには、CAD ソフトから見てハードルの高い仕様もある。例えば、縦断図において X 軸、Y 軸に別々の尺度を設定することが代表例で、建築系の CAD ソフトにはほとんど使用されない仕様である。

CAD ソフトに SXF のフィーチャに対応する要素がない例として、次の 2 つを挙げる。

- XY 異尺度
- バルーン

(1) XY 異尺度での作図

SXF の、XY 異尺度 (X 軸、Y 軸に別々の尺度を設定する仕様) に対応していない CAD ソフトは、図 6-22 に示すように、どちらかの尺度に合わせて図形を表示する。一般的には、小尺度である方の軸に設定されている尺度に合わせて表示する。これは表示上だけの問題で、データの変換は行われない。そのため、XY 異尺度に非対応の CAD ソフトに SXF が渡され、その後 XY 異尺度対応 CAD ソフトへとデータが渡されたとしても、XY 異尺度対応の CAD ソフトでの表示は正常に行われる。

ただし、XY 異尺度に対応しない CAD ソフトでも、XY 異尺度に対応している CAD ソフトの表示とまったく同じように表示される CAD ソフトもある。しかし、これは元の図形の寸法を変更して表示しているため、このような対応の CAD ソフトの利用は望ましくない。

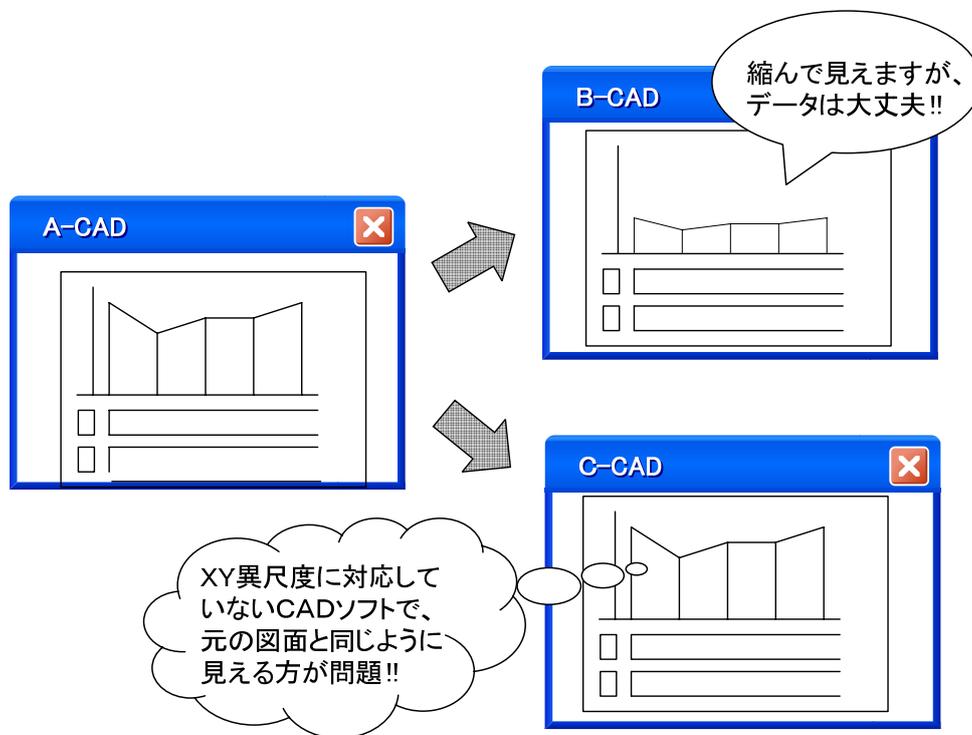


図 6-22 XY 異尺度

(2) バルーン

SXFのバルーンをサポートしていないCADソフトは、図 6-23に示すB-CADソフトのように、バルーンを円、引出し線と文字列で描くのが一般的である。このようなデータを交換してもデータ量はそれほど増加しないのであまり問題にはならないが、加筆訂正する際には、バルーンの機能として編集ができない。

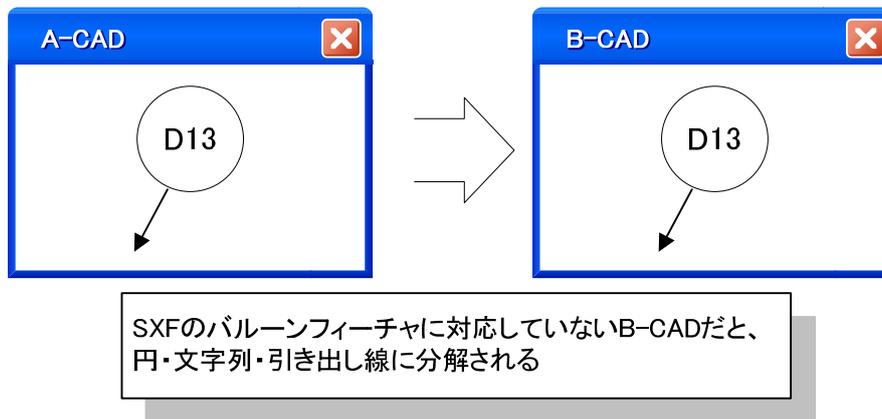


図 6-23 バルーン

6.10. 地形図の取り扱い方

測量の成果品であるDMデータを設計・施工で利用する場合には、電子納品に利用できるようにDMデータをSXFのデータに変換する必要がある。“拡張DM-CAD (SXF) 変換仕様(案)2006年6月”では、表 6-4のように、DM分類コードごとにSXF形式にデータを変換後、どのレイヤにデータを格納するかレイヤ名が決められているので従うものとする。

また、DMデータの線号は、SXFの既定義線種では対応できないため表 6-5に見られるようにユーザ定義線幅を利用して変換するものとする。ただし、CAD製図基準(案)では、利用できる線幅は、1:2:4 とされているので、市販のCADデータのチェックソフトウェアではエラーがでるものがある。

表 6-4 DM データ別 SXF 格納レイヤ

拡張 DM データの分類				SXF 形式変換後の格納レイヤ名	
大分類	分類	DM 分類コード	名称 (例)		
境界等	境界	1101 ~ 1107	都道府県界 等	S-BMK-ROW	
土地利用等	用地	6511 ~ 6518	大字の境界 等		
交通施設	線形図	2505	中心線	S-BMK	
地形等	等高線	計曲線	7101、7105	等高線 (計曲線) 等	S-BGD-HICN
		計曲線以外	7102 ~ 7104 7106 ~ 7108	等高線 (主曲線) 等	S-BGD-LWCN
	基準点	7301 ~ 7312	三角点 等		
交通施設	線形図	2501、2503、 2504 6501、6502	中心杭、IP 点 等	S-BMK-SRVR	
地形等	整飾	7903、7904	タイトル (外枠) 等	S-TTL-FRAM	
		7906、7908	凡例 (罫線) 等	S-TTL-LINE	
		7901、7902、 7905、7907、 7911 ~ 7916	図枠 (外枠) 等	S-TTL	
注記		(注記データ)		S-BGD-HTXT	
上記以外のデータ		(上記以外)		S-BGD	

表 6-5 DM データ線号別 SXF の線幅

拡張 DM データの線号	線の太さ	SXF 形式データに変換後の取り扱い
1 号	0.05mm	ユーザ定義線幅
2 号	0.10mm	ユーザ定義線幅
3 号	0.15mm	ユーザ定義線幅
4 号	0.20mm	ユーザ定義線幅
5 号	0.25mm	既定義線幅 (線幅コード : 3)
6 号	0.30mm	ユーザ定義線幅
7 号	0.35mm	既定義線幅 (線幅コード : 4)
8 号	0.40mm	ユーザ定義線幅
10 号	0.50mm	既定義線幅 (線幅コード : 3)

6.11. 柱状図の取り扱い方

柱状図作成の専用ソフトウェアで作成したデータを **SXF** に変換すると、柱状図のなかの土質名を表すハッチング記号が、しばしば大容量となることがある。また、柱状図のラスターデータをベクトルに変換した際にも土質記号の箇所と同様に大きなファイル容量になることがある。

特別に不都合がない限り、柱状図は **CAD** ソフトで描くか、ラスターデータのまま利用するのが望ましい。ただし、複数のラスターデータを扱えるのは **SXF Ver.3.0** からになる。

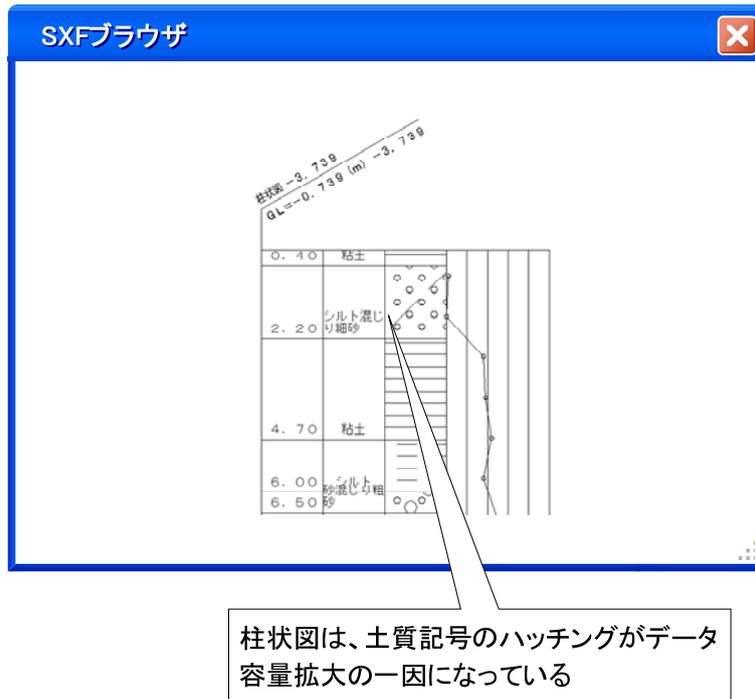


図 6-24 柱状図

7. 文字の取扱い

本章では、要領および CAD 製図基準(案)で文字の取扱いがどのように規定されているのかを踏まえ、文字コードや文字フォント等について概説し、CAD ソフトで文字を扱う上での注意点などを解説する。

7.1. 要領および基準にみる文字の扱い

(1) 電子納品要領(案)

工事完成図書ならびに土木設計業務等の電子納品要領(案)では、使用文字を次のように規定している。

- 本規定は、管理ファイル（XML 文書）を対象とする。
- 半角文字を JISX0201 で規定されている文字から片仮名用図形文字を除いたラテン文字用図形文字のみとする。
- 全角文字を JISX0208 で規定されている文字から数字とラテン文字を除いた文字のみとする。

また、解説の留意事項では、「使用文字の対象は管理ファイルとしているが、オリジナルファイルにおいても可能な限り準じることが望ましい。」と記述している。

(2) CAD 製図基準(案)

CAD 製図基準(案)では、文字を次のように規定している。

- 文字は、JISZ8313 : 1998 「製図—文字」に基づくことを原則とする。
- フォントサイズは、1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm から選択する。
- 漢字は常用漢字、かなは平仮名を原則とする。ただし、外来語は片仮名とする。

また、解説にて使用できる文字では、「特定機種固有の文字は使用しないものとし、製図に用いる文字に類似した文字を適用することとする。」、「JIS コードに載っていない表現をするときには、図形との組み合わせ等によって表すこととする。」、「また、JIS コードに規定されていない平方メートルやパーミルといった単位記号は関係者協議により利用方法を定めることとする。」と記述している。

なお、CAD 製図基準(案)の解説にある JIS コードとは、JISX0201、JISX0208 のことを指すと理解できる。

(3) CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)

CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案)では、「文字フォントには、大きく分けて TrueType フォントとベクタフォントがあり、どちらを利用しても作図は可能ですが、SXF 仕様では TrueType フォントの利用を推奨します。」と記述している。

以上のとおり、それぞれの資料で異なる観点から文字の取り扱いが述べられているが、非常にわかりにくいので、次項以降で整理して解説する。

7.2. 文字の符号化

CAD データの文字化けの原因のひとつとして、それぞれの CAD ソフトに対応する標準的な文字符号でデータ交換されないことがある。ここでは、文字コードと符号化について解説する。

文字コードとは、1 つの文字に対して、1 つのコードを付与したもので、コードを指定すれば文字が一つに決定される。電子的な情報交換においては、このコードにより情報交換が行われる。文字コードには電子納品でおなじみの「JIS X 0201」、「JIS X 0208」の他、「Shift JIS」、「Unicode」などがある。たとえば「Shift JIS」では、「土木」という文字をコードで表すと、それぞれの文字に図 7-1 のようなコードが付与されている。



図 7-1 Shift JIS のコード

文字の符号化とは、コンピュータが読み取り可能なデジタルデータへの変換方式であり、変換されたデータを符号、データ変換をエンコード(符号化)と呼ぶ。日本語の文字コードを符号化するときの問題となるのが文字の種類のもので、1文字に対して1バイトを使うと256種類の文字までしか表現できない。英語であれば文字の種類が少ないため、古くは1文字=1バイトの形式だが、漢字はこの範囲に収まらないため、いくつかの符号化の方式が提案されてきた。Windows や MacOS で利用できる「Shift JIS」、UNIX 上で利用されている「EUC-JP」、そして最近増えている Unicode で使える「UTF-8」「UTF-16」、などがある。

電子納品要領(案)では、管理項目の XML 文書を作成する文字符号化形式として、コンピュータシステムの現状より「Shift JIS」を採択している。すなわち、使用する文字コードは「JIS X 0201」、「JIS X 0208」で規定し、実際のエンコード（符号化）は「Shift JIS」で行っている。

一方、CAD 製図基準(案)では、土木学会「土木製図基準」の記述内容を踏襲し、使用する文字については「漢字は常用漢字、かなは平仮名を原則とする。外来語は片仮名とする」と記述されている。エンコードするための文字符号化形式については特段の記述はしていないが、SXF データは電子納品要領と同様に「Shift JIS」でエンコード（符号化）している。

オリジナル CAD データに含まれる文字のエンコード（符号化）は CAD ソフトに任せられている部分である。多くの CAD ソフトは、「Shift JIS」の符号化に対応している。また、SXF データの文字符号化形式である「Shift JIS」への変換も難しくはない。従って、CAD ソフト利用者は、SXF データで利用している「Shift JIS」に変換できる共通の文字を利用することで、CAD データの文字化けを回避することができる。

CAD 製図基準(案)に「漢字は常用漢字、かなは平仮名を原則とする」とはあるが、データ交換の観点からは、電子納品要領(案)に記載されている使用文字の規定にある JIS X0208 と JIS X0201 で定められている文字を利用して問題はないといえる。

7.3. 文字フォント

(1) TrueType フォントとベクタフォント

電子納品要領(案)や CAD 製図基準(案)では、どのフォントが利用できるか明確な記述はしていない。これは、文字フォントが OS やソフトウェアに依存しており、ある特定の OS やソフトウェアのフォントを選択できないためである。

CAD ソフトで利用する文字フォントは、「TrueType フォント」と「ベクタフォント」とに大別できる。True Type フォントとは、文字のデザインを輪郭線で表現したアウトラインフォントの一種でマイクロソフト社とアップル社が共同で開発した技術を使用している。TrueType フォントは、Windows 上で動作するアプリケーションソフトで利用できる。また、Mac OS でも Windows 用 True Type フォントを取り扱える。

SXF 仕様では、TrueType フォントの利用を推奨している。しかし、TrueType フォントも、無条件にデータが交換できるのではなく、コンピュータ上に同じフォントが用意されている必要がある。Windows に標準で添付されている「MS ゴシック」や「MS 明朝」フォントを利用すればデータ交換に問題は生じない。

ベクタフォントは、CAD ソフト特有の特殊な文字フォントで、主にペンプロッタでの出力を前提として開発された。また、CAD ソフトベンダが独自に開発していることが多く、その取り扱い方法も公開されていないことがある。このため、TrueType フォントとは異なり、そのフォントを開発した CAD ソフトベンダが提供する CAD ソフトでしか利用できない制約があり、データ交換において弊害が発生する可能性がある。

SXF の実装規格では、利用できないフォントが渡された場合は、「MS ゴシック」に置き換えて表示することが推奨されている。文字フォントの置き換えは、表示上だけで行い、データ上での置き換えを CAD ソフトが自動的に行わないことを推奨している。

なお、SXFブラウザでは、利用できないフォントが渡された場合は「MSゴシック」で表示する（図 7-2）。

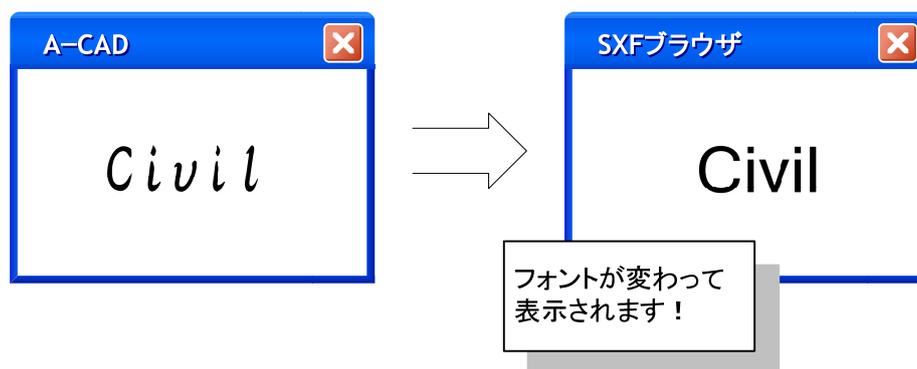


図 7-2 TrueType フォント

(2) プロポーショナルフォントと固定ピッチフォント

文字の幅がそれぞれの文字によって異なるものを「プロポーショナルフォント」と呼び、Windows のフォントでは、「P」という文字が入っているフォントを指し、「MS P 明朝」「MS P ゴシック」などがある。プロポーショナルフォントは文字と文字との間に不自然な空白が入らないため、見た目がきれいに表示される。

これに対して、すべての文字の幅が同じものを「固定ピッチフォント」あるいは「等幅フォント」といい、固定ピッチフォントでは、文字の幅がすべて均等であるため、見た目は良くないが、全角の文字と半角の文字の区別も視覚的にも明確に認識できる。プロポーショナルフォントと固定ピッチフォントについて 図 7-3 に示す。

固定ピッチフォントの代表は、「MS ゴシック」であり、プロポーショナルフォントであれば、「MS P ゴシック」となる。

SXF 対応の CAD ソフトにおいてもプロポーショナルフォントを表示できない場合があるため、固定ピッチフォントの利用が推奨される。

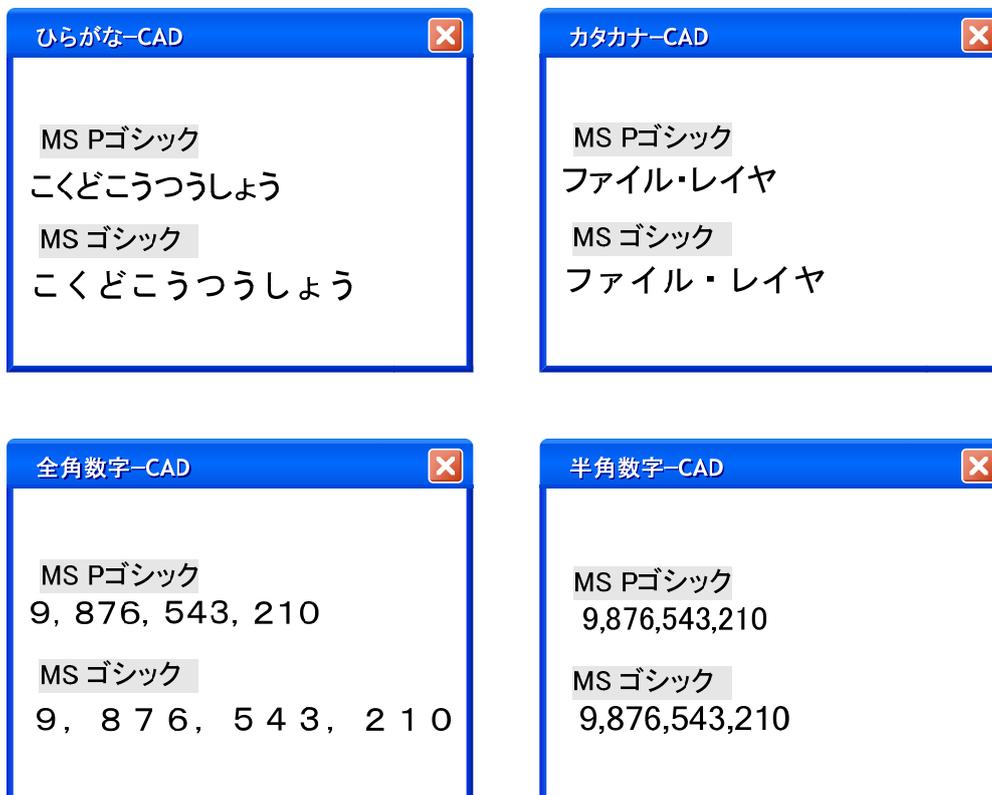


図 7-3 プロポーショナルフォントと固定ピッチフォントの表示例

7.4. 文字の大きさ

「CAD 製図基準(案)」では、「フォントサイズは、1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm から選択する。」となっている。

JIS Z 8313-0:1998「製図-文字-第0部:通則」を見ると、確かに1.8mm から順に20mm までのフォントサイズがあるが、同じJISの「製図-文字-第5部:CAD用文字、数字及び記号」の付属書1(規定)「CAD用平仮名、片仮名及び漢字」では、最低の文字の高さは「2.5」となっている。

JISをそのまま読むと、数字は1.8mm からで、漢字や平仮名・片仮名などは、2.5mm から利用することになるのだが、電子納品においては「CAD製図基準(案)」が優先するので、すべての文字の大きさは、1.8mm から利用することになる。

7.5. 文字の描画

(1) 文字列の描画

SXF仕様では、文字の大きさは文字範囲の“幅”、“高さ”および“文字間隔”で定義されている。一文字の幅や高さが指定されているわけではないため、文字列が図7-4の例のように中段や下段のように描画される可能性がある。

SXFブラウザでは、最も一般的な処理である上段のように描画するので、これと同様な処理を行わないCADソフトを利用する場合は、データの作成時に文字列の描画に関して注意が必要となる。

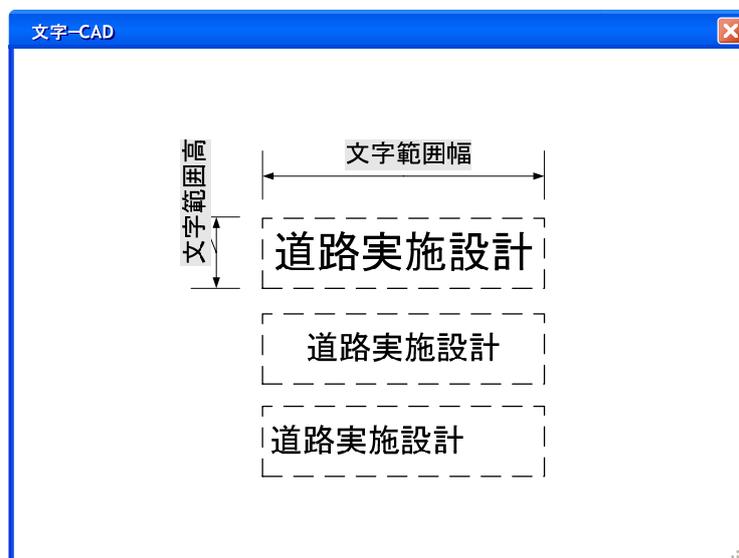


図 7-4 文字列の描画

(2) 複数の行にまたがる文字列

CAD ソフトには、複数行となる文字列を 1 つの文字列要素（グループ）として扱えるものが多くある。しかし、SXF 仕様では複数行となる文字列を 1 つの文字列データとして扱うことができない。この場合、1 行ごとに文字列フィーチャとして変換して出力するのが一般的である。

行間隔まで設定できる CAD ソフトの場合、図 7-5 に示すように、行間隔も考慮して変換するものであれば、見た目は問題なく交換できるので、複数行となる文字列を利用することに問題はない。しかし、行間隔を考慮せずに変換してしまう CAD ソフトの場合は、変換後の見た目が異なってしまいうために、調整が必要となる。

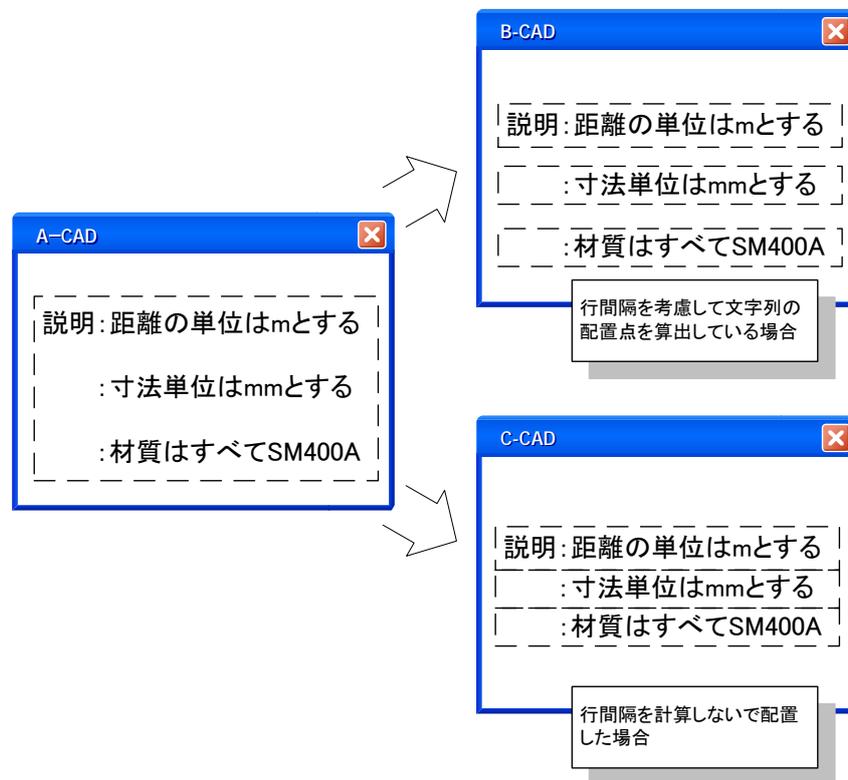


図 7-5 複数行の文字列の変換

7.6. CAD ソフトで使ってはいけない文字

(1) 機種依存文字

表 7-1に示す文字は、以前は機種依存文字などと呼ばれ、特定の機種に依存した文字であるが、文字フォントによっては使える場合がある。Windowsが普及した現在では、MS ゴシックなどのフォントでこれらの機種依存文字をサポートしているため、多くの場合は利用可能だが、CAD製図基準(案)では、これらの使用が禁止されている。

表 7-1 機種依存文字

S-JIS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8740	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
8750	⑰	⑱	⑲	⑳	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	・	ミリ
8760	キロ	センチ	メートル	グラム	トン	アール	ヘクタール	リットル	クワット	カバ	ドル	ペソ	ポンド	マルク	ギニー	mm
8770	cm	km	mg	kg	cc	m ²	・	・	・	・	・	・	・	・	平成	
8780	”	„	No.	KK	TEL	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	(株)	(有)	(代)	明治	大正	昭和
8790	≡	≡	∫	φ	Σ	√	⊥	∠	└	∟	∴	∩	∪			

(2) 使ってはいけない「¥」「'」の文字

SXF でデータ交換する際に機種依存文字以外にも使ってはいけない文字がある。SXF にファイルを保存する上で使ってはいけない文字は、「¥」「'」という二つの半角文字を連続して使う場合である。CAD ソフトで作図する際の文字列入力で、この二つの文字を連続して使った場合にエラーが起こる。

この「¥」という文字が書き込まれた図面を SXF で保存することは可能なのだが、この保存されたファイルを開こうとするとエラーが出る。この原因は、SXF データに変換した場合に、「¥」が SXF データの文字列の始終点の区切り文字として使われているからである。

7.7. 利用できる文字

CAD ソフトを利用する上で利用できる文字は、JIS X 0208 に規定されている文字である。しかしながら、非漢字がすべて機種依存文字と誤解されていることがある。例えば、水路の勾配などを表す単位記号として、パーミル「‰」を機種依存文字と誤解しているケースがよくある。「‰」は、JIS X 0208 の単位記号として区点 02-83 にあるので利用できる。JIS X 0208 に規定されている利用できる記号の一部を次表に示す (Shift JIS コード)。

表 7-2 Shift JIS コード

S-JIS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8140		、	。	、	・	・	:	;	?	!	˘	˚	˘	˘	˘	ˆ
8150	—	—	、	、	、	、	、	全	々	々	○	—	—	-	/	\
8160	~			…	…	‘	’	“	”	()	[]	[]	[]	[]	[]	{
8170	}	<	>	《 》	《 》	「 」	「 」	『 』	『 』	【 】	【 】	+	-	±	×	
8180	÷	=	≠	<	>	≦	≧	∞	∴	♂	♀	°	’	”	°C	¥
8190	\$	¢	£	%	#	&	*	@	§	☆	★	○	●	◎	◇	◆
81A0	□	■	△	▲	▽	▼	※	〒	→	←	↑	↓	=	・	・	・
81B0	・	・	・	・	・	・	・	・	∈	∋	⊆	⊇	⊂	⊃	∪	∩
81C0	・	・	・	・	・	・	・	・	∧	∨	¬	⇒	⇔	∇	∃	・
81D0	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	∠	⊥	∩	∂	∇	≡
81E0	≡	≪	≫	√	∞	∞	∴	∫	∫	・	・	・	・	・	・	・
81F0	Å	‰	#	♭	♮	♯	♯	♯	・	・	・	・	○			

12 章 参考資料に、JIS X 0208 で規定する非漢字で、利用可能な文字を示した。12 章で列記した文字は、データ交換上の取扱いに何も問題はない。

7.8. 代替文字

CAD 製図基準(案)では、「JIS コードに載っていない表現をするときには、図形の組み合わせ等によって表すこととする。また、JIS コードに規定されていない平方メートルやパーミルといった単位記号は関係者間協議により利用方法を定めることとする。」と記述されている。パーミル「‰」は前項で述べたが、機種依存文字なので使えない文字も、記号や文字を組み合わせることによって描画上は問題なく使えるものがあるので、次に幾つかの例を示すものとする。

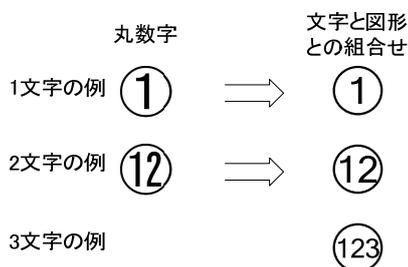
(1) 丸数字

①などの丸数字は図形と組み合わせて表現することで対応が可能である。例えば、文字の「1」と「○」図形を組み合わせ「①」とする。しかしこの場合に注意しなければならないのは、図形の「○」を他の文字の大きさに合わせると数字の「1」のサイズが小さくなってしまい、必ず文字の大きさを CAD 製図基準(案)で規定されたサイズで書かなければならない。規定以外のサイズで書かれた文字の場合、市販のチェックシステムではエラーとなることがある。

文字と図形とを組み合わせる場合のそれぞれの大きさの関係を表 7-3に示す。

表 7-3 文字と円の大きさ

文字の大きさ				円	
基準文字	円文字 2 桁	3 桁	上付き文字	大きさ	太さ(以下)
1.8				1.62	0.13
2.5	1.8			2.25	0.18
3.5	2.5	1.8		3.15	0.25
5	3.5	2.5	1.8	4.5	0.35
7	5	3.5	2.5	6.3	0.5
10	7	5	3.5	9	0.7
14	10	7	5	12.6	1
20	14	10	7	18	1.4

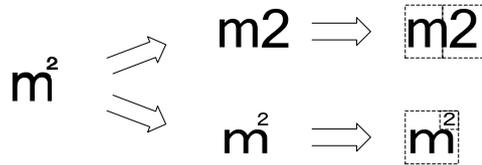


- 文字と円を重ねて○囲み文字を描く場合、下記を目安にして描く
- 2文字以内のとき、文字の大きさは、基準となる文字の大きさの70%
 - 3文字のとき、文字の大きさは、基準となる文字の大きさの50%
 - 円の大きさは、基準となる文字の大きさの90%

図 7-6 丸数字の代替

(2) 単位記号

「m²」などの単位記号は、半角英数字の「m」と半角数字「2」を利用して「m2」とするか、「m」の上付き文字として「2」のサイズを小さくして表現することにする。この場合でも、上付き文字がCAD製図基準(案)の文字の規定のサイズ(表 7-3参照)でないとエラーの原因になる。

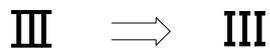


「m²」を描く場合、「m」と「2」を同じ大きさと続けて描くか、「m」と「2」の文字サイズを変えて描く。この場合の上付き文字の大きさは、基準となる大きさの35%

図 7-7 単位記号の代替

(3) ローマ数字

鋼矢板Ⅲ型など、ローマ数字の「Ⅲ」は、アルファベットの「I」（大文字のアイ）を3つ組み合わせて「III」とするなどで対応が可能である。



ローマ数字「Ⅲ」の場合は、ローマ字の「I」を続けて描く。この場合の文字はプロポーションアルフォントを使用する。

図 7-8 ローマ数字の代替

これら代替文字は、あくまでも例なので受発注者の了解のもとに利用する。

8. SXF ブラウザによる確認

SXF ブラウザとは、SXF(P21)形式、SXF(SFC)形式の CAD データファイルを読み込んで表示や印刷するための無償のソフトウェアである。JACIC の CAD データ交換標準開発の Web サイトからダウンロードできる。

(http://www.cals.jacic.or.jp/cad/developer/SXFBrowserDownload_old.htm)

なお、最新版は SXF Ver.3.0 仕様の SXF データに対応した Ver.3.02 がダウンロードできるようになっている。さらに、平成 19 年度は、SXF データの目視確認支援の機能を充実させた SXF ブラウザが公開される予定となっている。

本節では SXF Ver.2.0 仕様の SXF データの目視確認を、SXF ブラウザ Ver.3.02 で実施する方法について解説する。なお、SXF ブラウザ Ver.3.02 は、SXF ブラウザ Ver2.1.3 の機能に加えて、SXF Ver.3.0 の CAD データに付与されている属性が確認できる機能等が追加されたものである。従って、ここでは、SXF ブラウザ Ver.3.02 の属性確認機能を除く機能を用いた確認方法を解説する。

「CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案) 平成 17 年 8 月」には、CADデータの確認として「変換によるデータ欠落や表現の違いが生じることのないよう、SXFブラウザによる目視確認および電子納品チェックシステムによるデータチェックを行なってください。」と記されている。また、表 8-1に示すチェック項目が列挙されている。

本節では、これらのチェック項目について、効率的かつ具体的な方法を示していく。

表 8-1 SXF ブラウザによるチェック項目

チェック項目		必要度	備考
チェックシステムによる確認	ファイル形式	◎	
	図面管理項目	◎	
	工種	◎	
	図面構造	◎	
	図面ファイル名	◎	
	レイヤ名	◎	
	新規追加レイヤ名	◎	
SXF ブラウザによる目視確認	作図されている内容	◎	データ欠落・文字化け等
	適切なレイヤに作図	◎	レイヤの内容確認
	紙図面との整合	◎	印刷時の見え方とデータとの同一性確認
	図面の大きさ	◎	設定確認
	図面の正位	◎	設定確認
	輪郭線の余白	◎	設定確認
	表題欄	◎	記載事項等内容確認
	尺度	◎	共通仕様書に示す縮尺
	線色	△	
	線種	△	
	文字	△	

◎：必須 △：任意

図面に作図されている内容が正しいかどうか確認する。図面を作成した CAD ソフトと SXF ブラウザ、あるいはその他の CAD ソフトでは見え方が異なる場合がある。SXF 形式に変換したファイルを SXF ブラウザで開いて確認することが重要である。

SXF ブラウザで確認する方法は、コンピュータの画面に表示しておこなう場合と、プリンタやプロッタで紙に印刷してからおこなう場合がある。どちらも長所短所があるので、その違いを把握しながら確認する必要がある。

表 8-2 画面表示と印刷図面の確認

チェック項目	SXF ブラウザ		チェックシステム
	画面	図面	
レイヤ	○	×	○
線種・太さ	△	○	○
線色	○	△	○
作図されている内容	△	○	×
範囲外、重複	△	×	△
データ構造	△	×	△

○：可能 △：条件付きで可能 ×：不可能

8.1. 作図されている内容

作図されている内容の確認は目視でおこなう。CAD ソフトで作成した図面データが正しく作図されていても、データの変換によって欠落や文字化け等があるかも知れない。SXF(P21)形式に変換した後、SXF ブラウザで図面ファイルを開いて確認することが重要である。SXF ブラウザでは、画面に表示されている内容を目視で確認することもできるが、図面の種類によっては、全体が一度に見渡せないため可視性が悪い場合がある。SXF ブラウザで紙に印刷してから、目視した方が効率の良いことも多い。

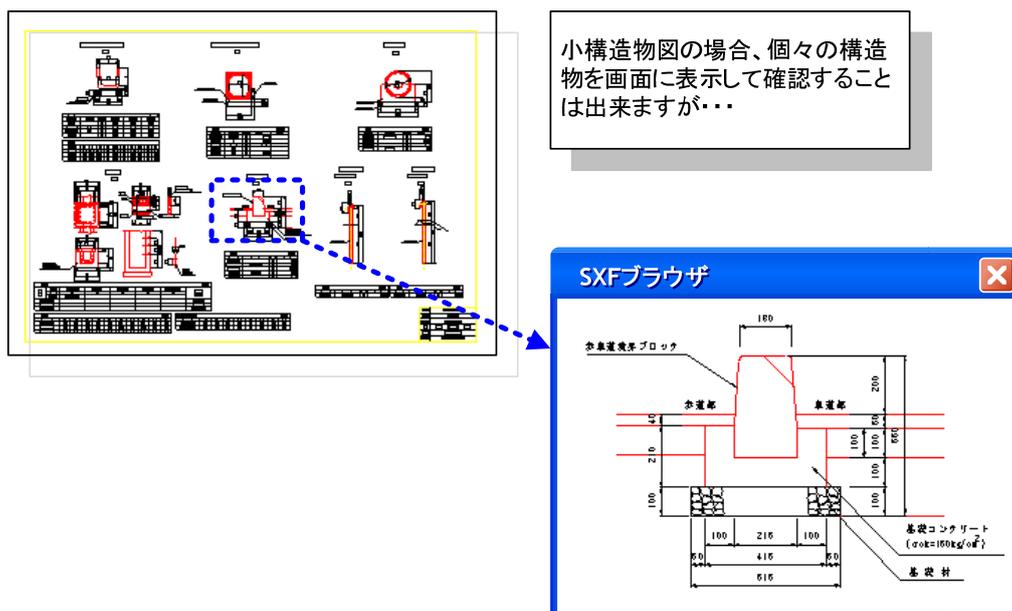
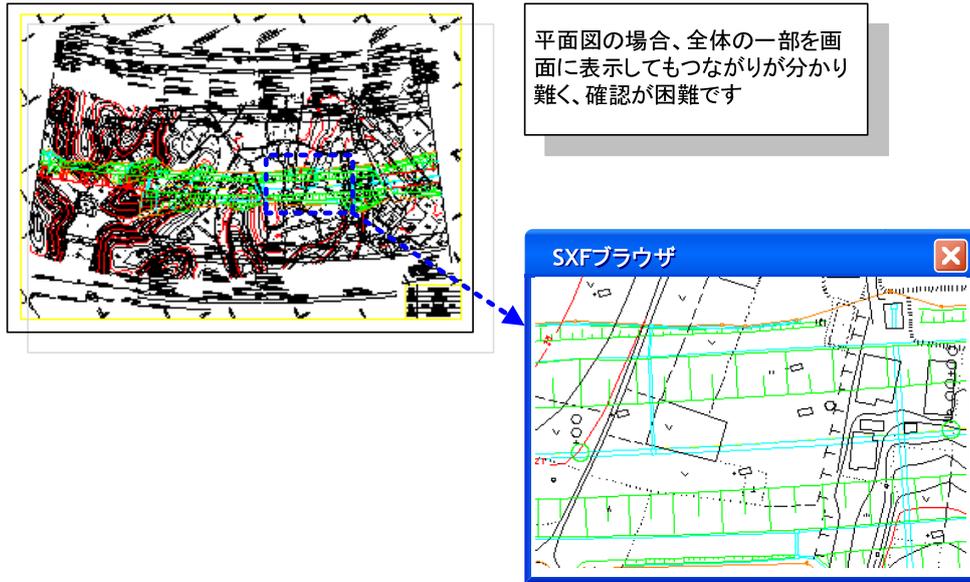


図 8-1 小構造物の表示



平面図の場合、全体の一部を画面に表示してもつながりが分かり難く、確認が困難です

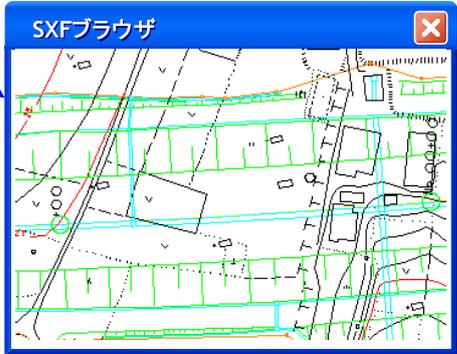


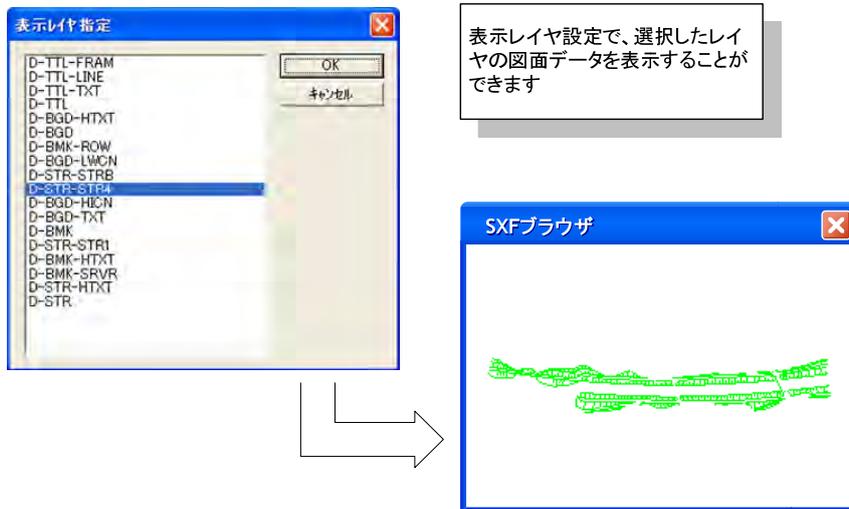
図 8-2 平面図の表示

8.2. 適切なレイヤに作図

適切なレイヤに作図されているかチェックする場合は、**SXF** ブラウザを使って確認する。紙に印刷された図面では、どのレイヤに作図されているか分からないので、**SXF** ブラウザの「表示レイヤ指定」の機能を利用して目視で確認することになる。

また、電子納品チェックシステムでは **CAD** 製図基準に適合したレイヤ名を使用しているかどうか判断することはできるが、適切なレイヤに作図されているかどうかは判断できない。

SXF ブラウザのメニューから「表示レイヤ設定」を選択すると使用しているレイヤの一覧を示すウィンドウが表示される。1つずつレイヤ名を選択して、画面に表示される図面を確認する。



表示レイヤ設定で、選択したレイヤの図面データを表示することができます

図 8-3 表示レイヤ設定

8.3. 紙図面との整合

CAD 図面 (SXF ブラウザの画面) と SXF ブラウザで紙に印刷した図面を比較して確認する。特に、線種や線幅は画面に表示された状態では分かり難いので留意する必要がある。後述するブラウザの線種の設定に注意しなければならない。

また、紙に印刷された図面には正しく描かれていても、CAD ソフトの操作ミスやデータ変換時のトラブルによって、用紙の外にも図面データが存在する可能性もある。

複雑な図面でも無いのにファイルサイズが異常に大きな場合には、SXF ブラウザを用いて用紙外にデータがあるかどうか確認する。ホイール付マウスの場合は、ホイールを回すことによって簡単に拡大縮小ができるので、用紙外のデータが確認できる。

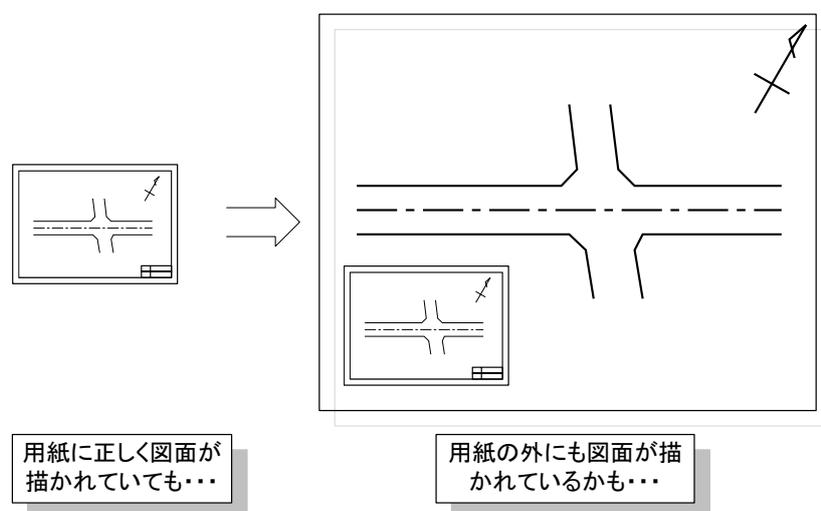


図 8-4 用紙外に CAD データがある場合

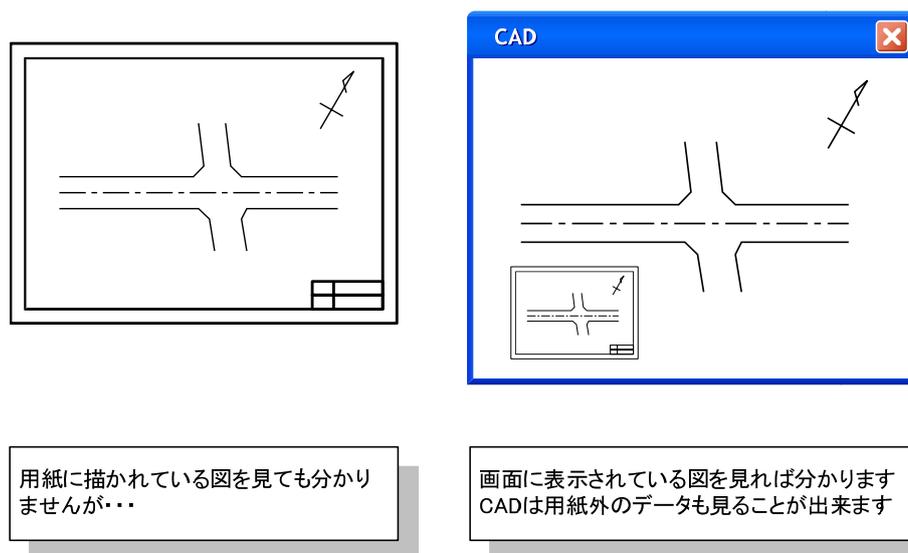


図 8-5 用紙外に CAD データがある場合

8.4. 図面の大きさ

図面の大きさは、SXFブラウザでメニューから「表示」->「図面構造表示」を選択してウィンドウを表示し、用紙サイズを確認することができる。横、縦の順で mm 単位で用紙の大きさが表示されている。

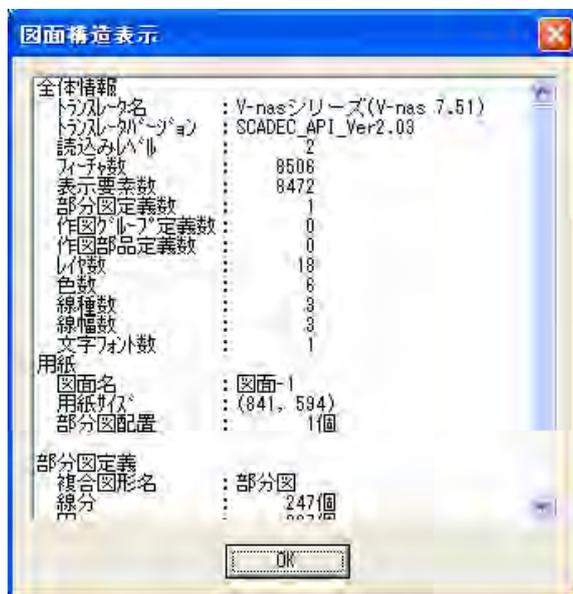


図 8-6 図面構造表示

8.5. 図面の正位

SXFブラウザは、用紙の大きさを示す領域を黒または白で表示する。用紙の範囲外は灰色で表示されるので、図 8-7の様に横方向か縦方向か判別できる。



図 8-7 図面の正位

8.6. 輪郭線の余白

輪郭線がある場合、輪郭線は **SXF** ブラウザで表示されるが、余白の大きさを確認することは出来ない。正確に知るには紙に印刷した図面で確認する必要がある。

8.7. 表題欄

表題欄に記載されている事項は、**SXF** ブラウザの画面で確認することができる。しかし、表題欄の大きさを **SXF** ブラウザで確認することは出来ないため、余白と同様に紙に印刷して長さを測って確認する。

8.8. 尺度

尺度は、表題欄に記載されている縮尺の値を確認する。また、ひとつの図面に複数の図が描かれている場合は、各図のタイトルの傍に記されている縮尺も確認する。更に、印刷した図面に記されている寸法値を基にして、示された尺度通りに図面が作図されているかどうか確認する。

8.9. 線色

線色は **SXF** ブラウザの画面で確認することができる。カラー対応のプリンタまたはプロッタがある場合は、紙に印刷して確認する事ができる。**CAD** 製図基準に準じて作図しているのであれば、前述の「適切なレイヤに作図」を確認する段階で、同時に行なえば効率的である。

8.10. 線種

線種は **SXF** ブラウザの画面または紙に印刷された図面で確認することができるが、後述する「表示モードの設定」に留意しないと、正しい図面データの場合でも意図しない線種で表示される場合がある。

また、**CAD** データを作成した **CAD** ソフトと線種の見え方が異なる場合が多いので特に注意が必要である。

8.11. その他

SXF ブラウザの機能として、確認の際に知っておいた方が良い便利な機能や、知らないとトラブルを招きそうな点について解説する。

(1) フィーチャ要素確認

「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案) 平成 17 年 8 月」では SXF レベル 2 の利用を推奨しているが、画面や用紙に描かれた図面を見ても、どのような SXF のフィーチャを利用しているか分からない。寸法線が寸法フィーチャを使って描かれているか確認したい場合や、折線フィーチャを利用した方がファイルサイズが小さくなるのに線分フィーチャを使っていないか等をチェックしたい場合に利用できる。

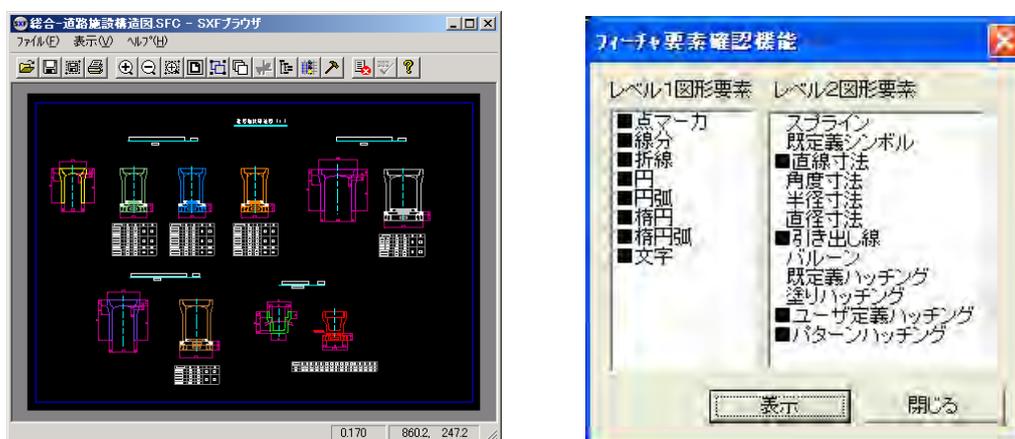


図 8-8 フィーチャ要素確認機能ダイアログ

メニューから「表示」->「フィーチャ要素確認」を選択してウィンドウを表示すると、現在開いている SXF ファイルで使用しているフィーチャ名の前に「■」が表示される。フィーチャをマウスで選択して「表示」ボタンをクリックすると該当するフィーチャがハイライト表示される。

印刷された図面を見ても、使用しているフィーチャは分からないが、この機能を利用することによって知ることができる。

(2) 表示モード設定

表示モードの設定では、線種と線幅および色の設定を行なう。表示モード設定を適切に行わないと、正しい図面データの場合でも意図しない線種で表示される場合があるので注意する。

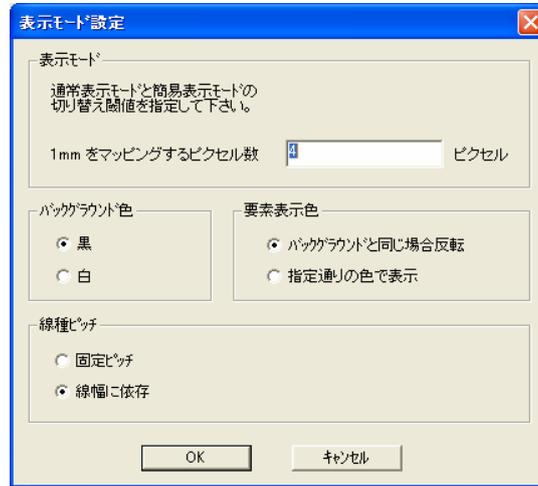


図 8-9 表示モード設定ダイアログ

(3) 表示モード

表示モードの違いにより、画面上で描画する線幅に影響を与える。1mmの線幅を画面のピクセル数で指定する。1を指定すると1ピクセルが1mmになる。表示画面のサイズが小さく高解像度のディスプレイを利用する場合は少し大きな値にする。描画範囲を指定して拡大すると線の幅も太く表示されるが、極端に大きな値にすると線幅が表現できなくなる。この方が見易い場合もあるが、明らかに間違った線幅を持つ図形があっても分からない。

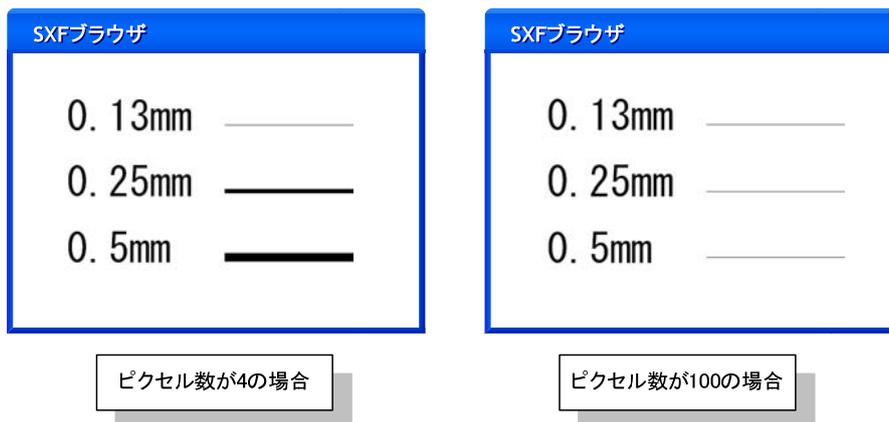


図 8-10 表示モードの違いによる線の太さ

(4) バックグラウンド色

背景色を黒または白から選択できる。CAD製図基準に関する運用ガイドラインでは、背景色を原則は黒としているので、受発注者協議で黒以外の背景色が決定された場合以外は、黒に設定して描画状態を確認する。

(5) 要素表示色

背景色が黒の場合、黒い図形があると見えなくなってしまうが、「バックグラウンドと同じ場合反転」を選択しておくことで、黒い図形を白で描画するので存在がわかる。この機能が便利な場合もあるが、常にこの状態にしておくと、白で描いた図形も黒で描いた図形も白で描画されてしまうので、電子納品の際に白と黒が混在した SXF ファイルを納品してしまっても気付かない可能性がある。

最終段階では「指定通りの色で表示」に設定して描画状態を確認する必要がある。

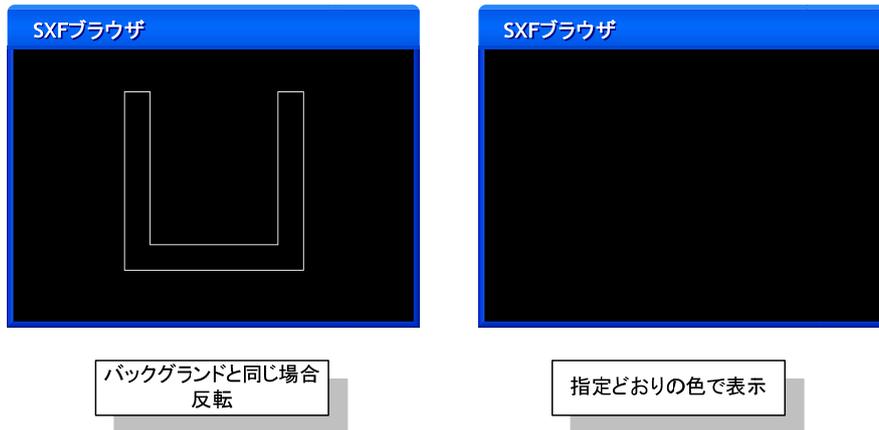


図 8-11 要素表示色

(6) 線種ピッチ

線種ピッチは、「固定ピッチ」と「線幅に依存」が選択できるが、これは実線以外の既定線種のピッチに影響を与える（ユーザ定義線種の場合はピッチの影響はない）。JIS Z 8312:1999「製図—表示の一般原則—線の基本原則線」における線種の表現は、線の太さに応じてピッチが変わる。「線幅に依存」を選択すると JIS に従ったピッチで表示する。「固定ピッチ」の場合は、JIS Z 8312 における線の太さを 0.5mm とした時のピッチで表示する。

「固定ピッチ」にすると、線が短い場合、本来は破線や一点鎖線など実線以外の線種が実線に見える場合があるので、「線幅に依存」にして確認する。

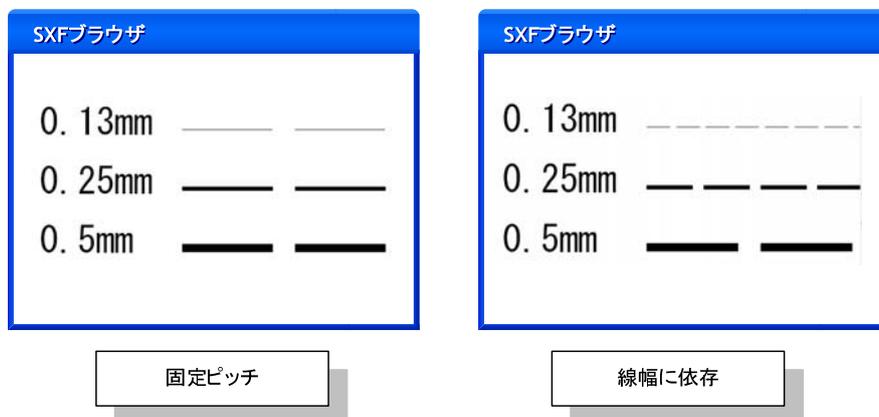


図 8-12 線種ピッチ

9. 電子納品検証ソフト

電子納品の為の検証ソフトとして国土交通省の「電子納品チェックシステム」があるが、他にも多くの検証ソフトが市販され流通している。

市販の検証ソフトは、機能をアップして独自性を高めているため、それぞれの検証ソフトによって得られる結果は異なる場合が多い。便利である反面、結果が違うということを前提に利用しないと思わぬ手間が掛かる。

ここでは、国土交通省の検証ソフトと市販の検証ソフトに関する一般的な説明をおこない、市販の検証ソフトを利用する場合に留意しなければならない点について説明する。

9.1. 電子納品チェックシステム

国土交通省国土技術政策総合研究所のwebサイトからダウンロードすることができる。
(<http://www.nilim-ed.jp/calsec/checksystem.htm>) この検証ソフトは、表 9-1に示すように、電子成果品のフォルダ構成、管理項目、ファイル名、レイヤ名などの電子納品に関する要領(案)・基準(案)への整合性をチェックすることができる。

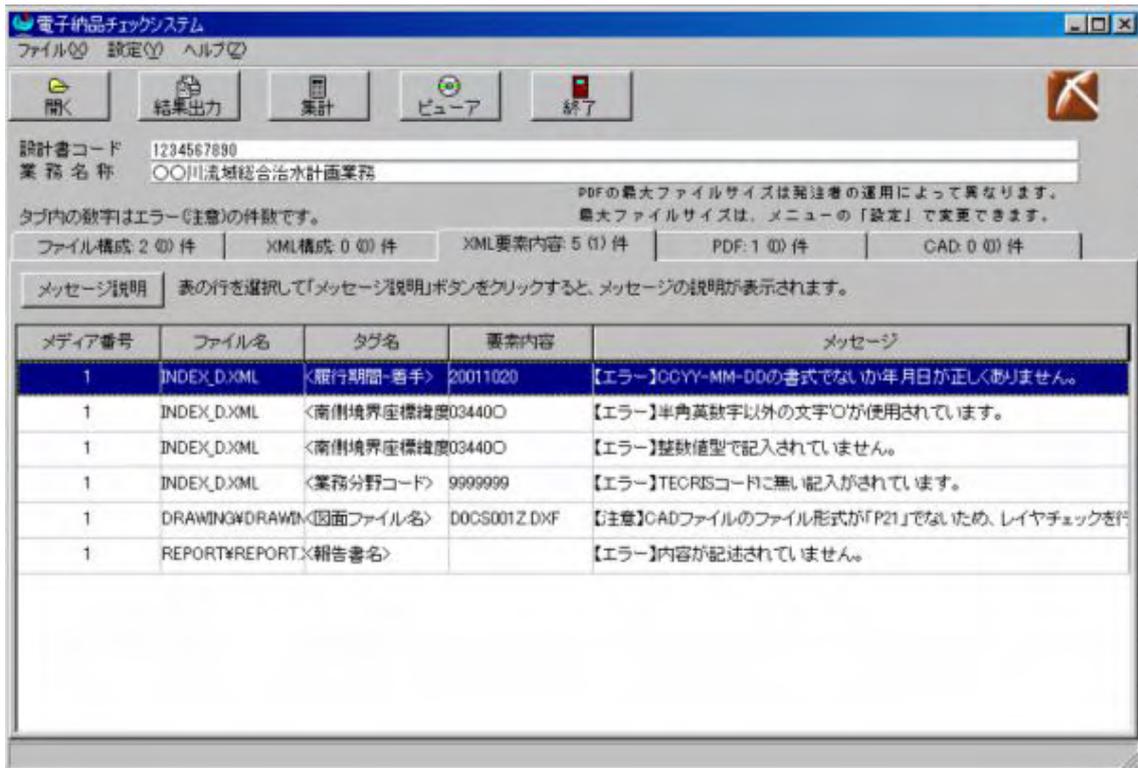


図 9-1 電子納品チェックシステム

表 9-1 電子納品チェックシステムにおけるチェック項目

分類	チェック項目
共通	<ul style="list-style-type: none"> ・ファイル名などのチェック ・管理項目のチェック ・管理ファイル(XML)の文法チェック
CADソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・ファイル形式のチェック (SXF(P21)形式) ・工種に関するチェック (工種名称) ・図面種類に関するチェック (ファイル名称) ・レイヤ名称のチェック (レイヤ名称)

操作は簡単で、エラー表示がないことを確認する。主に XML 形式の管理ファイルを基にして検証し、CAD 図面だけでなく全般的にチェックすることができる。

9.2. 市販の検証ソフト.

電子納品のための市販の検証ソフトは、次のように大きく 2 つに分類できる。

- * 国土交通省の「電子納品チェックシステム」と同様に、電子納品された成果物全般に対してチェックするもの
- * CAD データについてチェックするもの

2 つ目の CAD データについてチェックする検証ソフトは、表 9-2 に示すことが主に検証できる。

表 9-2 市販の検証ソフトの主なチェック項目

チェック項目	内容
用紙の大きさ	A 列、特別延長、例外サイズ
レイヤ	レイヤ名および割り付けられている線種と線色
線種	実線、破線、一点鎖線、二点鎖線
線の太さ	規定の太さおよび比率
文字の大きさ	規定の大きさ

なお、電子納品チェックシステムは、電子納品されるファイルについて検証しているが、CAD ソフトやビューワに組み込まれた市販の検証ソフトは、作成途中の CAD データについても検証が可能となっている。CAD データにおける両者の違いは 表 9-3 のとおりである

表 9-3 検証ソフトの違い

項目	電子納品チェックシステム	市販の検証ソフト
ファイル形式	SXF(P21)形式	CAD ソフトのオリジナル形式で行う。 SXF(P21)形式、SXF(SFC)形式やその他のデータ形式も CAD ソフトで開いて読み込めればチェック可能
ファイル名	CAD 製図基準(案)に示されている名称に準じる必要がある	納品用のファイル名である必要はない
チェック項目	レイヤ	用紙の大きさ、レイヤ、線種、線の太さ、文字の大きさなど多種多様
チェック方法	複数のファイルを一括でチェック	読み込んだファイルを個別にチェック (複数のファイルを一括で読み込んでチェックできるものもある)

注：電子納品チェックシステムは、電子納品チェックシステム Ver6.5（土木）

市販の検証ソフトは、用紙の大きさや線種、線の太さ、文字の大きさなど CAD 製図基準(案)の他の項目についてもチェックすることが出来る。しかし、現時点では協議により追加されたレイヤなどに柔軟に対応できない場合が多く、正しいと思われる図面でも多くのメッセージが表示される。

もしも、発注者側で市販の検証ソフトを利用する場合には、表 9-4に示す項目について事前に確認し、関係者における協議で対応を検討することが必要である。

表 9-4 事前確認の内容

チェック項目	事前確認の内容
用紙の大きさ	A1 以外の A 列サイズ、特別延長、例外サイズを使用する場合は、検証ソフトでどのようなメッセージが表示されるか事前に確認しておく。
レイヤ	協議で追加したレイヤがある場合のメッセージおよびレイヤに割り付けられている線種と線色が CAD 製図基準(案)の例以外の場合のメッセージの有無を確認しておく。
線 種	破線、一点鎖線、二点鎖線に利用されている SXF フィーチャが既定義線種やユーザ定義線種の場合、これを確認したときのメッセージの有無を確認しておく。
線の太さ	地形図として DM を元に変換された CAD データが含まれている場合、CAD 製図基準(案)で示されている線の太さ以外の CAD データがあるため、この場合のメッセージの有無を確認しておく。
文字の大きさ	丸囲み文字や、立方メートル (m ³) などの上付き文字がある場合。この場合のメッセージの有無を確認しておく。

10. 今後の展望

10.1. 円滑な運用を実現する改善事項

(1) CAD ソフトの SXF 変換の品質向上

SXF に対応した CAD ソフトは、オープンになっている SXF 仕様を解釈し、ソフトウェアに実装することで開発されている。しかし、オープンにされている SXF 仕様も、完全に細部まで規定し、しかも漏れなく記載することは困難であり、このため対応ソフト間で仕様の解釈の違いが発生する可能性がある。解釈の違いをなくすために、オープン CAD フォーマット評議会 (OCF) では、OCF 検定を実施している。現在のところ、CAD データの SXF 変換を保証するのは OCF 検定だけである。

OCF 検定に合格している CAD ソフトの利用が、CAD データの品質向上につながる。このため、CAD ソフトの OCF 検定の受検と、検定に合格した製品が普及することが望まれる。

(2) SXF 仕様の管理

SXF 仕様は公開されているが、仕様の不備や不明確な部分およびユーザーニーズに基づいた仕様の改良など、必要なメンテナンスを行わなければならない。また、仕様のバージョン管理を確実に実施し、バージョンの違いによるデータ交換の不具合をなくしていくことが重要である。また、上位バージョンは下位バージョンを互換していくことが必要である。

(3) 共通ライブラリ、SXF ブラウザの民間開発による性能向上

SXF (P21) 形式の課題は、データファイルの容量が大きくなり、ソフトウェアへの読み込み・表示に時間がかかることである。これを解決するためには、データファイル容量を少ない CAD データの作成とともに、共通ライブラリを高速化し、読み込み・表示の処理時間を短縮する必要がある。

共通ライブラリ高速化の改良は高い技術力が要求されることから、今後は市場競争のなかで民間の技術力によって開発が行われるのが、よりよい改良につながると考えられる。このため、民間が共通ライブラリの改良を実施出来る環境を整備し、共通ライブラリの高速化を図っていく。

SXF ブラウザについても同様に、CAD ソフト等を実装し、データ作成時にデータ変換が正しく行われているかを確認できるように、国土交通省が求める仕様、機能を公開するなど民間の開発環境を整備する。

(4) SXF (SFC) 形式の信頼性確保

SXF (SFC) 形式は、SXF (P21) 形式に比べてファイル容量が小さく、長期保存等の必要性がなければ、日常的なデータ交換にメリットがあるデータ形式である。SXF

(SFC)によるデータ交換も信頼性の高いものでなければならない。しかし、SXF (SFC)仕様は、独自仕様で開発されたものであり、また電子納品するデータ形式でないために、その後の維持管理が十分でなかった。仕様が洗練されておらず、仕様の解釈の違いが生じる可能性がある。このため、SXF (SFC)仕様を洗練し、この仕様を公開することで、仕様の解釈の違いによるデータ変換の問題をなくしていくことが必要である。

(5) CAD 製図基準(案)の弾力的運用

CAD 製図基準(案)にある表記規則は、紙資料に印刷した場合に、図面に対する技術的判断に誤りがなく、事業関係者で共通の認識をもつために策定された。しかし、実際は等高線等を表現するのに十分な線種、線幅ではなく、CAD 製図基準(案)に適合しない場合もある。このため、CAD 製図基準(案)の表記規則を原則とするものの、SXF のフィーチャ仕様にある線種、線幅が利用されていればデータ交換する上で問題はなく、CAD 製図基準(案)の弾力的な運用が望まれる。

(6) SXF データ作成に適したソフトウェアの開発

CAD ソフトによっては、SXF データに変換したときに問題が発生するソフトウェアも散見される。例えば、SXF では表現出来ないデータは SXF に変換せず落としてしまうなど、データ作成に留意しなくてはならないソフトもある。SXF ブラウザによる目視確認でエラーはチェックできるものの、SXF 利用者のデータ作成の負担となることから、SXF データ作成に適したソフトウェアが広く普及することが望まれる。

10.2. 進化する SXF

SXFのレベルと役割を 表 10-1に示す。現在、2次元CADデータ用のSXFレベル 1、2の仕様が公開され、市販のCADソフトに実装されている。また、2次元CADデータに属性情報が付与できるSXFVer.3.0の仕様が公開され、平成18年度現在、ソフトウェアが開発されてきている。

表 10-1 SXF のレベルと役割

レベル	現状の役割	将来的な役割
SXF レベル 1,2 SXF Ver.2.0	2次元CADデータ交換フォーマット	<ul style="list-style-type: none"> 現場等では、将来に渡っても2次元図面を利用するため、2次元CADデータ交換フォーマットとしての役割は変わらない(2次元CAD図面がなくなるわけではない) SXF レベル 4 の 2次元幾何投影モデル(連携可能とする)
SXF Ver.3.0	2次元CADデータ(幾何)に属性を付すための仕様(2次元で実現できる範囲の業務効率化を実現する。例えばGISに変換可能なCADデータ作成)	SXF レベル 4 の 2次元幾何投影時の属性連携を実現するための仕様
SXF レベル 3	—	SXF レベル 4 の仕様策定過程で必要とされる幾何部分の仕様(サブセット)
SXF レベル 4	—	建設情報(プロダクト)を情報共有するための基盤(アプリケーションをCADソフトに限定しない)

(1) 2次元CADソフトに属性を付与した SXF Ver.3.0

SXF Ver.3.0は、Ver.2.0の仕様を踏襲し、新たに図面表題欄を中心とする図面管理情報のサポート、2次元CADデータの高度利用を目的とする図形属性情報のサポート、の二点の実現を目的として開発されている。

図面表題欄については、国土交通省「CAD製図基準(案)」で定められている図面表題欄への記載内容を満足するものであり、図面に記載された表題欄から電子納品の管理ファイルへ、電子納品ソフトウェアによる自動転記などの応用が期待できる。

図形属性情報は、特定の設計条件からの図形の自動生成および更新、図面からの自動数量計算などを想定している(図10-1)。

SXF Ver3.0では..

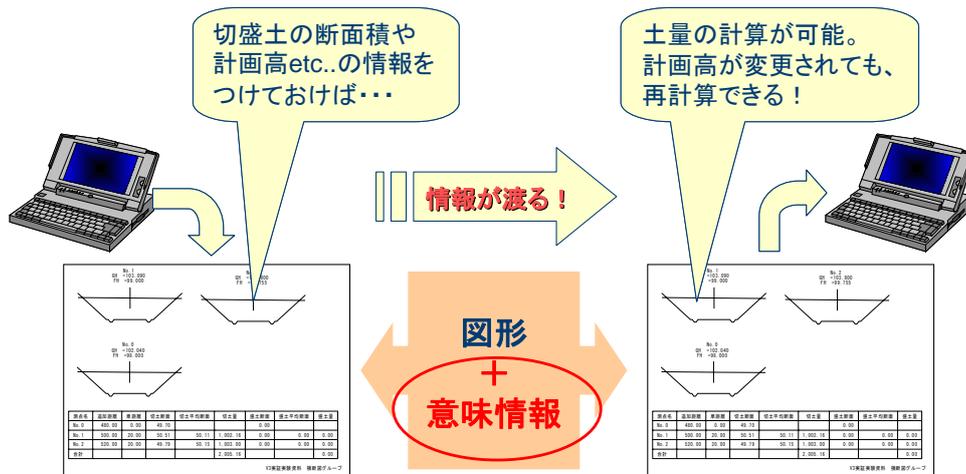


図 10-1 SXFVer.3.0 の利用イメージ

SXF Ver.3.0 では物理ファイルが図面ファイル (.sfc/.p21) と属性ファイル (.saf, XML形式) に分かれているために、非CAD系のソフトウェアでも属性データから数量の集計などが可能になる (図 10-2)。

その他にも、Ver.3.0 では複数のラスターデータやカラー画像を貼り付けることができる便利な機能のデータも交換することができる。

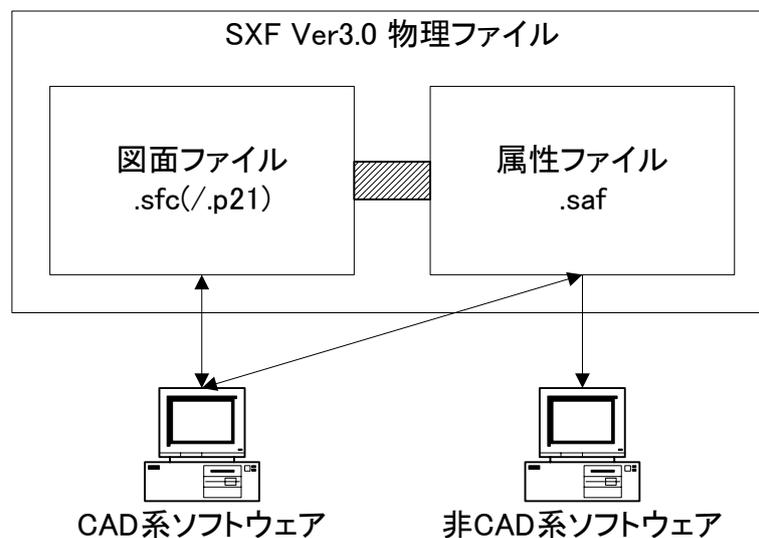


図 10-2 SXFVer.3.0 物理ファイルの構成

また、SXF Ver.3.0 の仕様のうち、図面に関する仕様は SXF Ver.2.0 との互換性を確保している。そのため図面ファイル (.sfc/.p21) については、SXF Ver.2.0 で作成された資産がそのまま利用可能である。

(2) プロダクトモデルの基盤をなす SXF レベル 4

SXF Ver.3.0 を更に高度化した SXF レベル 4 の開発が進められている。レベル 4 では、構造物の形状データを 3 次元で扱うこともでき、また性質や性能などの属性も扱えることから、今後の CALS/EC においてデータの共有連携基盤となるものである。具体的には、下記の効果が期待されている。

1) 効率の向上

測量業者、施工業者より納品される測量結果、建設生産物に関するデータ登録基盤を整備し、国土管理に関する国民共有のデータ基盤を構築することにより、重複した測量業務の削減あるいは、納品作業の軽減（利用が必要なデータのための納品）が図られ、発注者側にとっても経費縮減に繋がる。

2) 品質の向上

建設事業およびその成果である建設生産物を維持管理する行為において、取り扱う情報の内部表現（構造）を統一して確実性を向上させることで、品質が向上する。

3) 情報資産の形成

建設事業において取り扱う情報を「プロダクトデータによる電子納品」することにより、一元的にデータ収集が可能となる。これにより、追加の入力作業を課すことなく、公物に関する情報資産形成に寄与する。

11.円滑な CAD データの運用対策チェックシート

本章では、本書で示したSXF利用のためのCAD製図の留意点、注意点をまとめたチェックシートを表 11-1に示す。CAD製図の際にご利用いただきたい。

表 11-1 CAD データ運用対策チェックシート

項目	チェック内容	チェック	備考（対応策など）
図面様式			
	CAD製図基準に従った図面の大きさを選定しているか		CAD製図基準に適合した図面の大きさを選択。それに抛りがたい場合は、受発注者と協議し、ISO5457:1999から図面の大きさを選択する。
	ラスタデータは図枠からはみ出さないように貼り付けているか		CADの背景色をラスタの背景色と変えて、はみ出しているかを確認する。はみ出している場合は、ラスタデータを調整し、はみ出さないようにする。
CADデータ作成			
	CADデータのファイル名が変更した場合は、添付しているラスタデータのファイル名も変更しているか		ラスタデータが図面から消えている場合は、CADデータのファイル名とラスタデータのファイル名が異なることが原因の1つである。CADデータとラスタデータのファイル名は拡張子を除いて同一名とする。
	図形のないレイヤが残っていないか		作図していないレイヤがSXF変換後に残っている場合は、何らかの要素がレイヤに残っている。レイヤのなかを確認し、必要なければ削除する。
	同一プロジェクトや同一事業所で流通する図面の背景色は統一しているか		工事発中図の分割、統合等を行う場合、背景色が異なると調整に手間がかかる。背景色は、統一することが望ましい。
	ラスタデータを貼り付けた図面では、ラスタの背景とCADの背景の双方の背景色以外の線色を用いているか		ラスタの背景色は白、CADデータの背景色は黒の場合、線色がどちらかの背景に同化して見えにくい場合もある。双方の背景色と違う線色を用いる。
	折線を作図する場合、線分フィーチャを用いず、折線フィーチャを用いているか		線分フィーチャを用いるとデータ容量が大きくなったり、破線が表現できない場合もある。折線フィーチャを用いることが望ましい
	ハッチングのある図形は、SXFのハッチングフィーチャを利用し、枠線を明示的に有りとしているか		ハッチングと枠線が重なると枠線が表示されない場合がある。枠線を明示的に有りとして回避する。
	極めて短い線分がある図面は、SXFデータに変換して線分が消えていないか		極めて短い線分はSXFに変換されない場合があるので、表示が消えていればCADの機能を用いて解消する。
	旗揚げををを引き出線フィーチャで作図した場合、矢印が表記されていないか		旗揚げを引出し線フィーチャでSXFデータに変換するソフトでは矢印が表記される。矢印が表記されていなければ矢印を小さくする
	ラスタデータからベクタデータに変換した等高線などは、短い折線の存在の影響によって等高線(折線)が消えていないか		変換されたSXFデータとオリジナルCADデータを比較し、SXFデータの等高線が消えているかを確認する。等高線をラスタバクタ変換したときに極めて短い折線に変換されたことが原因の1つと考えられるため、適切な折線の長さに変換するようにラスタバクタ変換の設定を変えて、再度変換する。

項目	チェック内容	チェック	備考（対応策など）
	SXFに変換した場合、寸法線が分解されていないか		構造化された寸法線は、SXF変換によって構造が分解される場合がある。SXFブラウザで確認し、分解されている場合は分解されない作図方法で作図する。
	オブジェクトを文字や線分データに変換して出力できないCADソフトで、OLE貼り込み機能を利用していないか		SXFには表やイメージデータをCAD内に挿入することはできない。このためCADソフトでは線分や文字などに変換してSXFデータとする。このような機能を持たないCADソフトは、OLE貼り込み機能を利用せず、CADデータで作成する。
	外部参照部分を内部データとして出力できないCADソフトで、CADの外部参照機能を使っていないか		SXFには外部にある別の図面を取り込み図面に表示する外部参照の機能をもたない。外部参照部分を内部のSXFデータに変換できないCADは、外部参照機能を用いて作図しない。
	柱状図のハッチングによって、データ容量が肥大化していないか		土質柱状図をSXFデータに変換するとファイル容量が大きくなるソフトでは、ラスターデータにして図面に貼り付ける
	文字フォントはWindows用TrueType、固定ピッチフォントを利用しているか		多くのソフトが対応している文字フォントを利用する。ベクタフォントは利用しない。
	CAD製図基準で利用が制限されている文字の代替として、縮小した文字を利用する場合に、文字のサイズがCAD製図基準に適合しているか		JIS X 0208にない文字の代わりに代替文字を利用する場合、文字はCAD製図基準に規定された1.8mm以上の文字サイズを用いる。
CADデータのチェック			
	SXFに変換したCADデータの図形や文字等の表記がオリジナルCADデータと異なっていないか		SXFブラウザを用いて、SXFに変換したデータのデータの欠落、表記の変化、文字化け等がないかをオリジナルデータの図面と比較して目視確認する。
	SXFブラウザの画面に表示された図面と紙で印刷された図面と整合はとれているか		SXFブラウザとSXFブラウザを用いて印刷された紙図面を比較して整合性を確認する。また、SXFブラウザの画面では用紙外に作図要素が存在していないかも確認する
	CAD製図基準にある適切なレイヤに、正しく要素が作図されているか		SXFブラウザのレイヤ表示機能を用いて、CAD製図基準に適合した適切なレイヤに正しく要素が作図されているかを確認する。この際、線色の確認も合わせて実施する。
	国土交通省の電子納品チェックシステムでエラー確認を実施したか		CADデータをチェックするソフトに市販の検証ソフトと国土交通省電子納品チェックシステム、SXFブラウザがある。市販の検証ソフトは利便性が高いが、国土交通省の電子納品チェックシステムと同じチェックを実施していない。現時点では、市販の検証ソフトを用いた場合でも国土交通省の電子納品チェックシステムで最終確認を行う。もし、発注者側で市販の検証ソフトを利用している場合は、その対応は事前協議で対応する。

12. 付属資料 一 利用できる文字（JIS X 0208 で規定する非漢字）

次に列記した文字は、JIS X 0208 で規定する非漢字の一覧になり、データ交換上の取扱いに何も問題はない。

なお、ここにある区点番号は 10 進数なので、JIS コード（16 進数）とは異なる。

(1) 和字間隔

区点	文字	名称
01-01		和字間隔

(2) 記述記号

区点	文字	名称
01-02	、	読点
01-03	。	句点
01-04	、	コンマ
01-05	.	ピリオド
01-06	・	中点
01-07	:	コロソ
01-08	;	セミコロソ
01-09	?	疑問符
01-10	!	感嘆符
01-29	—	ダツシュ
01-30	-	ハイフソ
01-31	/	斜線
01-32	\	逆斜線
01-33	~	波ダツシュ
01-34		双柱
01-35		縦線
01-36	...	三点リーダー
01-37	∴	二点リーダー

(3) ダイアクリティカルマーク

区点	文字	名称
01-11	ゝ	濁点
01-12	゜	半濁点
01-13	ゝ	アクセント、アキュートアクセント、プライム記号
01-14	ゝ	アクセント、グレイブアクセント
01-15	∴	ウムラウト、ダイエレシス
01-16	^	アクセント、サーカムフレックスアクセント
01-17	—	オーバーライン、論理否定記号
01-18	—	アンダーライン

(4) 仮名又は漢字に準じるもの

区点	文字	名称
01-19	ゝ	片仮名繰返し記号
01-20	ゞ	片仮名繰返し記号（濁点）
01-21	ゝ	平仮名繰返し記号
01-22	ゞ	平仮名繰返し記号（濁点） K
01-23	ㇿ	同じく記号
01-24	全	同上記号
01-25	々	繰返し記号
01-26	ゞ	しめ
01-27	○	漢数字ゼロ
01-28	ー	長音記号

(5) 括弧記号

区点	文字	名称
01-38	‘	左シングル引用符
01-39	’	右シングル引用符
01-40	“	左ダブル引用符
01-41	”	右ダブル引用符
01-42	(始め小括弧、始め丸括弧
01-43)	終わり小括弧、始め丸括弧
01-44	[始めきっこう(亀甲)括弧
01-45]	終わりきっこう(亀甲)括弧
01-46	[始め大括弧、始め角括弧
01-47]	終わり大括弧、始め角括弧
01-48	{	始め中括弧、始め波括弧
01-49	}	終わり中括弧、始め波括弧
01-50	<	始め山括弧
01-51	>	終わり山括弧
01-52	《	始め二重山括弧
01-53	》	終わり二重山括弧
01-54	「	始めかぎ括弧
01-55	」	終わりかぎ括弧
01-56	『	始め二重かぎ括弧
01-57	』	終わり二重かぎ括弧
01-58	【	始めすみ付き括弧
01-59	】	終わりすみ付き括弧

(6) 学術記号

区点	文字	名称
01-60	+	正符号、加算記号
01-61	-	負符号、減算記号
01-62	±	正又は負符号
01-63	×	乗算記号
01-64	÷	除算記号
01-65	=	等号
01-66	≠	等号否定
01-67	<	不等号(より小)
01-68	>	不等号(より大)
01-69	≲	より小さいか又は等しい
01-70	≳	より大きいのか又は等しい
01-71	∞	無限大
01-72	∴	ゆえに
01-73	♂	雄記号
01-74	♀	雌記号
02-26	∈	属する
02-27	⊃	元として含む
02-28	⊂	部分集合
02-29	⊃	部分集合(逆方向)
02-30	⊆	真部分集合
02-31	⊇	真部分集合(逆方向)
02-32	∪	合併集合
02-33	∩	共通集合
02-42	∧	及び(合接)
02-43	∨	又は(隣接)
02-44	¬	否定
02-45	⇒	ならば(合意)
02-46	⇔	同値
02-47	∀	すべての(普通限定子)
02-48	∃	存在する(存在限定子)
02-60	∠	角
02-61	⊥	垂直
02-62	(弧
02-63	∂	デル、ラウンドディー

02-64	▽	ナブラ
02-65	≡	常に等しい、合同
02-66	≐	ほとんど等しい
02-67	≪	非常に小さい
02-68	≫	非常に大きい
02-69	√	根号
02-70	∞	相似
02-71	∞	比例
02-72	∴	なぜならば
02-73	∫	積分記号
02-74	∫∫	2重積分記号

区点番号の 02-26 から 02-48、02-60 から 02-74 までの文字は、古い PC-9801 シリーズのテキスト画面には表示されないが、これは PC-9801 のテキスト画面が JIS X 0208 に対応していないためである。

(7) 単位記号

区点	文字	名称
01-75	°	度
01-76	'	分
01-77	"	秒
01-78	°C	セ氏度記号
01-79	¥	円記号
01-80	\$	ドル記号
01-81	¢	セント記号
01-82	£	ポンド記号
01-83	%	パーセント
02-82	Å	オングストローム
02-83	‰	パーミル

(8) 一般記号

区点	文字	名称
01-84	#	番号記号、井げた
01-85	&	アンパサンド
01-86	*	星印、アステリスク
01-87	@	単価記号
01-88	§	節記号
01-89	☆	白星
01-90	★	黒星
01-91	○	丸印、白丸
01-92	●	黒丸
01-93	◎	二重丸
01-94	◇	ひし形
02-01	◆	黒ひし形
02-02	□	四角
02-03	■	黒四角
02-04	△	三角
02-05	▲	黒三角
02-06	▽	逆三角
02-07	▼	逆黒三角
02-08	※	米印
02-09	〒	郵便記号
02-10	→	右向矢印
02-11	←	左向矢印
02-12	↑	上向矢印
02-13	↓	下向矢印
02-14	≡	げた記号
02-84	#	シャープ
02-85	♭	フラット
02-86	♪	音符

02-87	†	ダガー
02-88	‡	ダブルダガー
02-89	¶	段落記号
02-94	○	大きな丸

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.403

May 2007

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675