

II-22 鋼橋における面を意識したプロダクトモデル構築の基礎的研究

保田敬一¹飯嶋 淳²境 恭宏³辻岡政人⁴

Keiichi YASUDA

Atsushi IJIMA

Yasuhiro SAKAI

Masato TSUJIOKA

【抄録】土木分野においても、製造業やプラント業で普及している3次元CAD/CAMシステムのプロダクトモデル導入の必要性が指摘されている。本研究では、計画～設計～施工～維持管理の各フェーズ間でデータの相互運用が可能となる3次元プロダクトモデルの検討を行った。具体的には、鋼橋を対象として、特定のアプリケーションに依存しない3次元プロダクトモデルとして、鋼橋特有のデータ構造から、面を意識したXMLによる実装を検討した。そして、XML形式による設計情報との相互変換および3次元表示への展開を試みた。

1. まえがき

土木構造物の計画、設計、積算、施工、維持管理の各建設フェーズではコンピュータを利用しているが、設計手法はコンピュータ普及以前の方法を踏襲しており、設計情報の交換は図面ベースのままである。CADは製図を支援する図面作成システムとして扱われ、データの連携はできていない。

製造業やプラント業では3次元CAD/CAMシステムによる設計から製造まで一貫した設計手法が普及している¹⁾。設計情報は、図面に依存しない3次元の製品モデル(プロダクトモデル)として扱われる。STEP (Standard for the Exchange of Product model data; ISO-10303) はこのようなプロダクトモデルの標準化を目的としたものである。土木分野では、2次元CADデータの交換用にSXF (Scadec data Exchange Format) 形式を採用したが、公共発注機関への電子納品が目的であるため、STEP/AP202に準拠しているものの2次元図面の表現にとどまっている。

このように、現状では土木分野の設計情報のモデル化は進んでいない。しかし、プロダクトモデルの研究はいくつか発表されており^{2)~5)}。解析や設計、積算ができる商用のシステムも存在する^{6)~8)}が、プロダクトモデルの標準的なモデリング手法は確立されておらず、各研究者や各組織による試行錯誤の段階である。

このような背景から、本研究では、図面に依存した現行の計画・設計プロセスからの脱却の可能性をめざし、

土木構造物のライフサイクルの中で必要となるプロダクトモデル(設計情報等)のあり方について、国際標準化や情報技術の動向を踏まえながら、コンピュータ利用を前提としたプロダクトモデルの確立によって鋼橋を対象とした設計情報モデルの具体的検討を行う。

鋼橋上部工の設計情報のモデル化にあたり、設計時に必要な情報を分類整理したうえで、XML形式による基本的な設計データモデルのデータ構造を検討し、一例として面を意識したプロダクトモデルを構築した。そして、応用例として、XML形式による設計情報との相互変換および3次元表示を試みた。

2. データの整理と構造化

2.1 面を意識した設計情報とXMLデータ表現

対象とする鋼上部工をモデル化するにあたり、基本情報として形状の取り扱いを考えることにした。

形状を構築する基本的な手法として、面を意識した部材単位の設計情報を定義する。これは親部材との取り付き面、取り付き原点を定めることで、設計形状を一般化して定義するものである。

設計プログラムのデータは、一般的には設計者がデータを入力しやすいようにグルーピングしてあるが、部材単位の情報を必要とする設計情報の考え方では、展開したデータで保持する必要がある。このような事情から、設計情報をそのまま全ての設計プログラムで使用すると考えるのは現実的ではない。

1 (株)ニュージェック 総合計画・環境部 〒542-0082 大阪市中央区島之内1-20-19 Tel.06-6245-4901 E-mail: yasudako@osaka.newjec.co.jp

2 JIP テクノサイエンス(株) 橋梁技術部 〒135-0016 東京都江東区東陽2-4-24 Tel.03-5690-3288 E-mail: iizima@tokyo.jip-ts.co.jp

3 (株)大林組 土木技術本部 設計第二部 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 Tel.03-5769-1307 E-mail: sakai.yasuhiro@obayashi.co.jp

4 (株)建設技術研究所 情報部 〒338-0804 さいたま市上木崎1-14-6 Tel.048-835-3644 E-mail: tsujioka@ctie.co.jp

しかし、独自形式のデータとも容易にやりとりができるのであれば、このような欠点を克服できる。2次元の図面の詳細を定めていく手法と比較するとメリットは大きいと考えられる。

SXF 形式はあくまで 2 次元図面の交換であり、設計情報の交換は意図していない。XML 形式はデータ交換を行う様々な分野への適用が期待できる。本研究では、再帰構造の表現のために XML を採用した。薄肉構造での部材は、主要部材に子部材がつくという再帰構造である。XML による設計情報を利用するアプローチとして、全ての橋梁設計プログラムが同じ XML データを参照するのではなく、XML 形式による相互変換が可能であれば利用価値が高いと考えられる。

2.2 データ構造 (モデル化)

鋼橋の上部工データをモデル化するにあたっては、部材や形状、取り付けなどを表現するために、以下の3ケースについて検討した。

なお、本研究で適用した鋼橋のデータとして、図-1に断面形状を、図-2に断面構成図を示す。

(1) 自身が親部材のどこに取り付くかを定義する方法

自身の4辺および2面が親部材のどこに取り付くかを定義する方法で、図-3に示す4つの取り付けケースがある。

この方法は、1 部材でのデータ量が比較的大きくなってしまうという問題があるのと、自身の面が親部材の辺に取り付く場合は、親部材から見た場合に同じことを逆から再定義することになり、また腹板に取り付く複数の補剛材のように、1 つの部材に取り付く（親）部材が非常に多くなってしまうという問題点もある。

図-4 に、サンプルデータを XML 化して表形式で表示した例を示す。

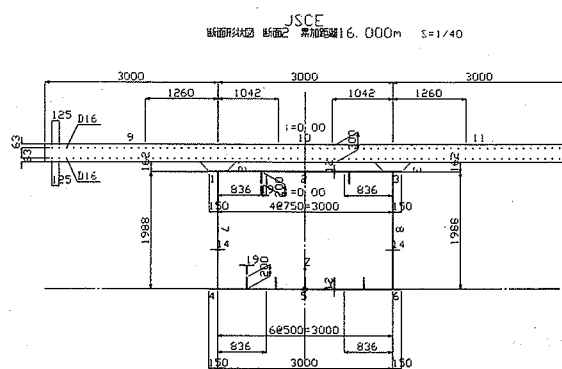


图-1 断面形状

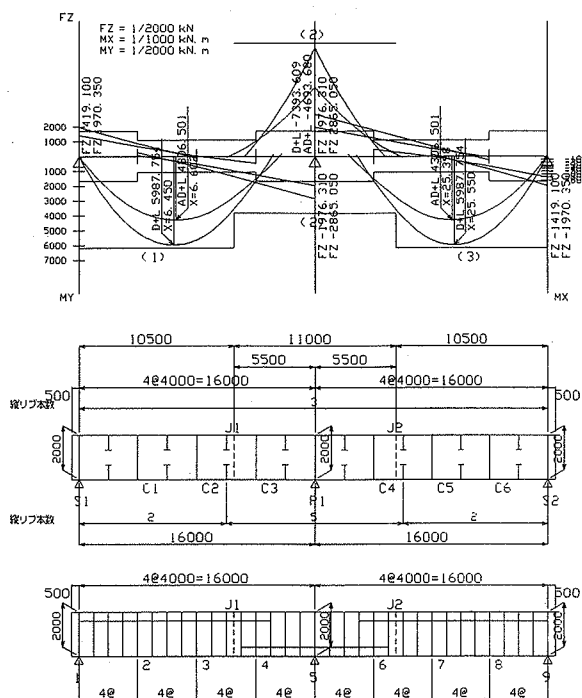


圖-2 断面構成圖

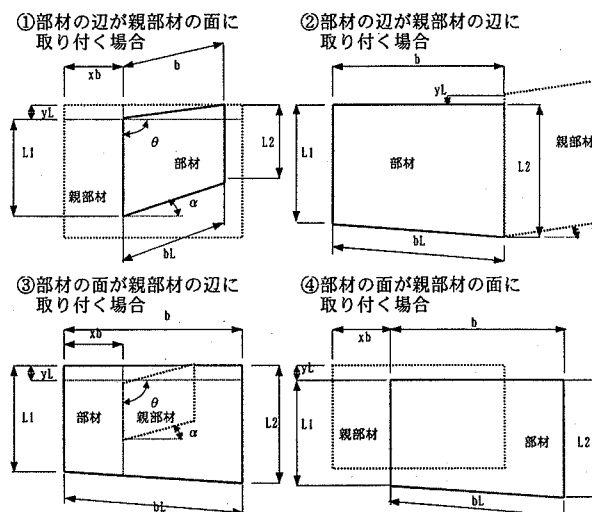


図-3 自身の辺および面が親部材のどこに取り付くかを定義する方法

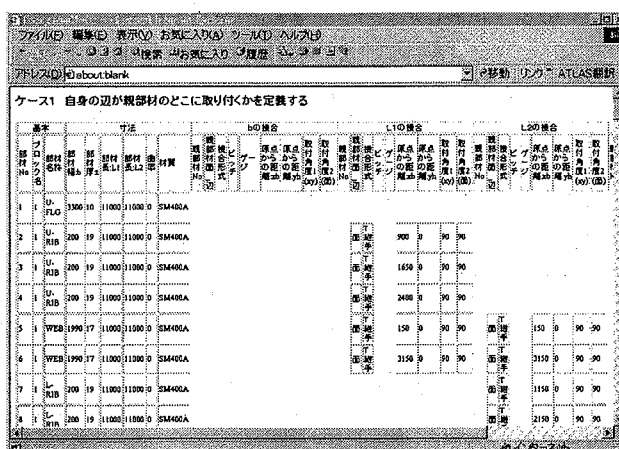


図-4 サンプルデータの XML 化（自身の辺が親部材のどこに取り付くかを定義する方法）

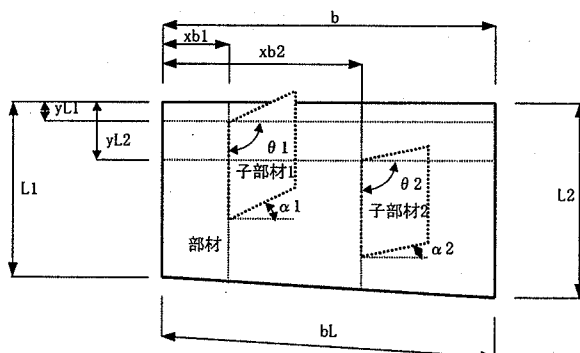


図-5 取り付け部材の位置関係

ファイル名: 部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

部材の定義と表示の画面に入力するデータの入力方法

図-6 サンプルデータのXML化（自身に子部材がどのように取り付くかを定義する方法）

(2) 自身に子部材が取り付けく方法を定義する

自身に複数個の子部材が取り付けく場合は、それらを全て“子部材の取り付け位置”として定義する必要がある。

このケースでは、自身の面あるいは辺に子部材の辺が取り付けく場合を想定している。したがって、自身の辺に子部材の面が取り付けく場合は想定しない。例えば、WEBに補剛材が取り付けく場合は、腹板を自身とし、補剛材は子部材で定義する。補剛材を自身とした場合は、補剛材の辺に腹板面が取り付けくことになるので、補剛材側では子部材を定義しないものとする。

図-5に取り付け部材の位置関係を、図-6にサンプルデータをXML化して表形式で表示させた例を示す。

(3) 基本線の座標・形状をもとに部材を定義する方法

この方法は、線形計算から求まる基本線（CL, G1, G2などのライン, S1, C1, P1などの横断線）を設定して、その基本線に部材を当てはめていく。線形計算は設計の際に必ず行うものであり、基本線はその線形計算結果から引用できるため、新しくデータを作成しなくてもよい。

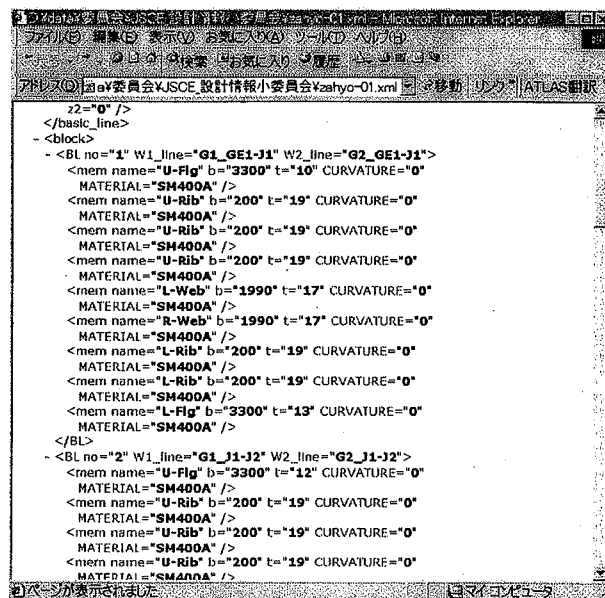


図-7 XMLインスタンス

ここでも、ブロックごとに基本となる線を設定し、そこに主桁部材を当てはめていくようにする。

この方法は、まず線形より骨組が決まり、部材の配置が骨組から定義されるため、非常にわかりやすいことがメリットである。なお、取り付け角度については考慮していない。

図-7にXMLインスタンスを示す。

基本的な考え方は以下のとおりである。

- ・基本線は「板」ではなく、「線」である。面、辺という概念がない。
- ・基本線は複数設定可能である。横断方向の線も基本線として定義してもよい。
- ・基本線の座標、形状をもとに部材を定義する。基本線の進行方向を部材X、上をZとした部材座標系で部材を定義する。
- ・部材に対する1面(表)2面(裏)の座標系は、基本的に方向余弦で定義すれば一意に定まる。
- ・部材は板厚を持たない。したがって、板厚、材質は付加情報扱いとなる。
- ・親部材は子部材の位置だけ要素として持ち、取り付け角などは子部材側でもつ。

(4) 構造化のまとめ

自身の辺が親部材のどこに取り付くかを定義する方法では、1行で1部材のデータを全て記述できるため、データの見通しはよいがデータ量が多くなってしまふ。ただし汎用性はある。自身に子部材がどのように取り付けくかを定義する方法では、データ量は少なくすむ。

が、データの見通しは悪い。この方法も汎用性は高い。

基本線の座標・形状をもとに部材を定義する方法では、基本となる線形計算結果から設定するラインを引用できるので、骨組構造が形成しやすいというメリットがある。また、曲線構造などにも対処しやすいため、本研究におけるXML化の方法として採用する。

3. 3D 表示への展開

検証を兼ねて設計構造のXMLによる定義を試みた。このXMLデータの解釈を行うアプリケーションを試作した。図-8に設計情報定義を示すスキーマ定義からXML形式の設計情報を利用するアプリケーションを作成するフローを示す。

設計情報の応用としてすべての設計プログラムがXML形式を直接利用すると考えるのは現実的ではないため、XML形式からの動的、静的なデータ抽出や変換が容易に実現可能であることを目指した。仕様の難解なSTEP形式と比べるとXML形式ではコンバータの実現は比較的容易である。

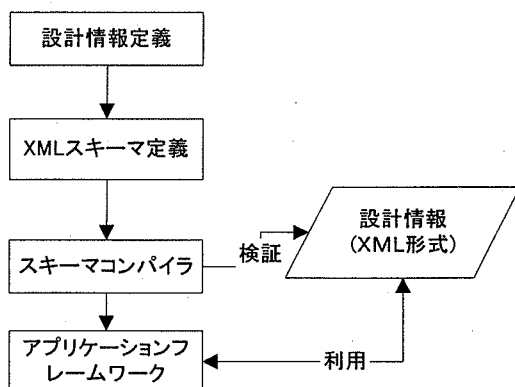


図-8 XMLデータ作成フロー

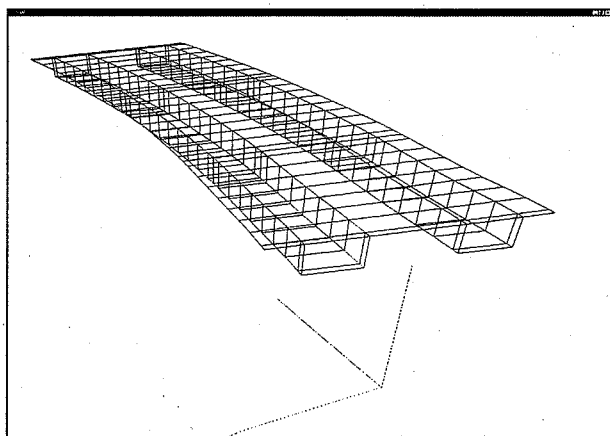


図-9 既存プログラムでの活用例(3D表示)

既存アプリケーションでの設計情報の利用例として箱桁橋の形状をOpenGLで3次元表示するC++プログラムの独自形式への変換例を図-9に示す。

XMLのスキーマ定義を解釈するJavaプログラムのフレームワークをスキーマコンパイラにより生成し、既存のプログラムの入力データへのコンバータを試作した。これで既存アプリケーションで設計情報を利用できたことになる。これを本稿で述べたアプローチによってXMLデータによる設計情報を利用する一例として示す。

4. おわりに

本研究では、鋼橋を対象にXML形式のデータ構造を検討し、面を意識したプロダクトモデルを構築した。次に基本的なXML形式によるデータ構造を示し、現実的な応用を目指したXML実装の検討、XML形式による設計情報との相互変換および3次元表示を試みた。今後の課題は以下のとおりである。

- (1) データ構造を詳細化し、複雑なモデルへの対応を可能とする。ボルト等の連結構造への対応についてもスキーマ定義の検討が必要である。
- (2) 応用例を増やすことで、本システムの有効性および拡張性を検証する。
- (3) XMLデータを自動的に出力できるような入力方法またはアプリケーションの提示
- (4) 応用プログラムからのデータ変換例の提示

参考文献

- 1) 土木CAD小委員会：平成11・12年度土木CAD小委員会報告書（中間報告）、（社）土木学会 土木情報システム委員会、2001.6.
- 2) 矢吹信喜、志谷倫章、小谷隼：鋼部材3次元プロダクトモデルに関する研究、土木学会北海道支部論文報告集、Vol.58, pp.76-79, 2002.
- 3) 矢吹信喜、古川将也、加藤佳孝、横田 勉、小西哲司：プロダクトモデルによるPC中空床版の設計照査と概略積算の統合化、土木情報システム論文集、Vol.10, pp.213-220, 2001.
- 4) 矢吹信喜、志谷倫章：IFCに基づいたPC中空床版橋の3次元プロダクトモデルの開発、土木情報システム論文集、Vol.11, pp.35-44, 2002.
- 5) 三上市蔵、田中成典、窪田 諭、石井由美子：インターネット技術を用いた橋梁の製品モデルデータベースの構築、土木学会構造工学論文集、Vol.45A, pp.511-522, 1999.3.
- 6) Xsteel : <http://www.xsteel.com/>
- 7) CIMsteel : <http://www.leeds.ac.uk/civil/cae/cimsteel/cimsteel.htm>
- 8) <http://www3.coara.or.jp/~product/>