鋼桁橋を対象としたプロダクトモデルと VR-CAD の開発及び基礎的検討

室蘭工業大学　　正会員　　矢吹　信喜
室蘭工業大学大学院　　学生員　○町中　啓樹

１．はじめに

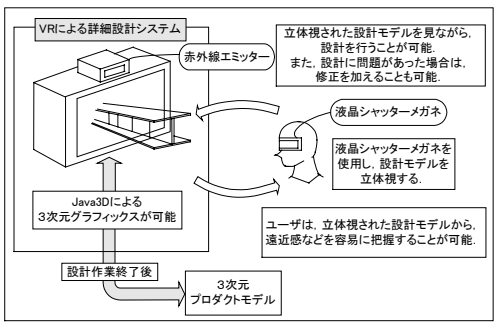
土木構造物のライフサイクルにおいて，各種アプリケーションシステム間のデータの相互運用を可能にすることを目的に，３次元プロダクトモデルの開発が進められている．我々は以前から，IAI（International Alliance for Interoperability）の IFC（Industry Foundation Classes）をベースとして，PC 橋梁や，鋼桁橋等の３次元プロダクトモデルの構築を行ってきた [1)]．以前開発した鋼桁橋のプロダクトモデルは，鋼桁橋を構成する各部材を個々のオブジェクトとして定義できないといった問題があった．そこで本研究では，個々の部材をオブジェクトとして定義する為のクラスを構築し，溶接，ボルト等の接合に関する属性情報を定義する PropertySet を定義して，鋼桁橋プロダクトモデルの再構築を行うことを第一の目的とした．また，我々は３次元プロダクトモデルの有効性検討の一環として，ヴァーチャルリアリティ（VR）技術を用いた VR-CAD システム（**図－１**）を開発し，鋼桁橋の設計に適用した．本研究では，以前開発した VR-CAD の操作性を改善することを第二の目的とした．さらに，VR-CAD の視覚的な有効性を検討する為に，アンケート調査を実施することを第三の目的とした．

２．鋼桁橋プロダクトモデル

以前本研究室で開発した鋼桁橋プロダクトモデルは，IFC2x をベースに構築した．IFC の現在のバージョンは IFC2x2 であり，IFC2x に様々な改良が加えられている．本研究では，鋼桁橋を構成する各部材を個々のオブジェクトとして定義する為のクラスを IFC2x2 をベースに構築することとした（**図－２**）．まず，橋梁をオブジェクトとして定義する為の Bridge クラスを定義した．また，Bridge クラスと同階層にプレートガーダーを定義する PlateGirder クラス及び，プレートガーダー以外の部材を定義する OtherSteelBuiltupElement クラスを構築した．次に，鋼桁橋を構成する最小単位の部材を定義する為に，鋼板部材を定義する SteelPlateElement クラスと，形鋼等の鋼板以外の部材を定義する SteelShapeElement クラスを構築した．さらに，溶接接合や，ボルト接合を定義する為に，IFC2x2 で新たに付加された IfcFastener，IfcMechanicalFastener クラスを用いることとし，溶接やボルト等の属性情報を定義する為の PropertySet を新たに定義した．

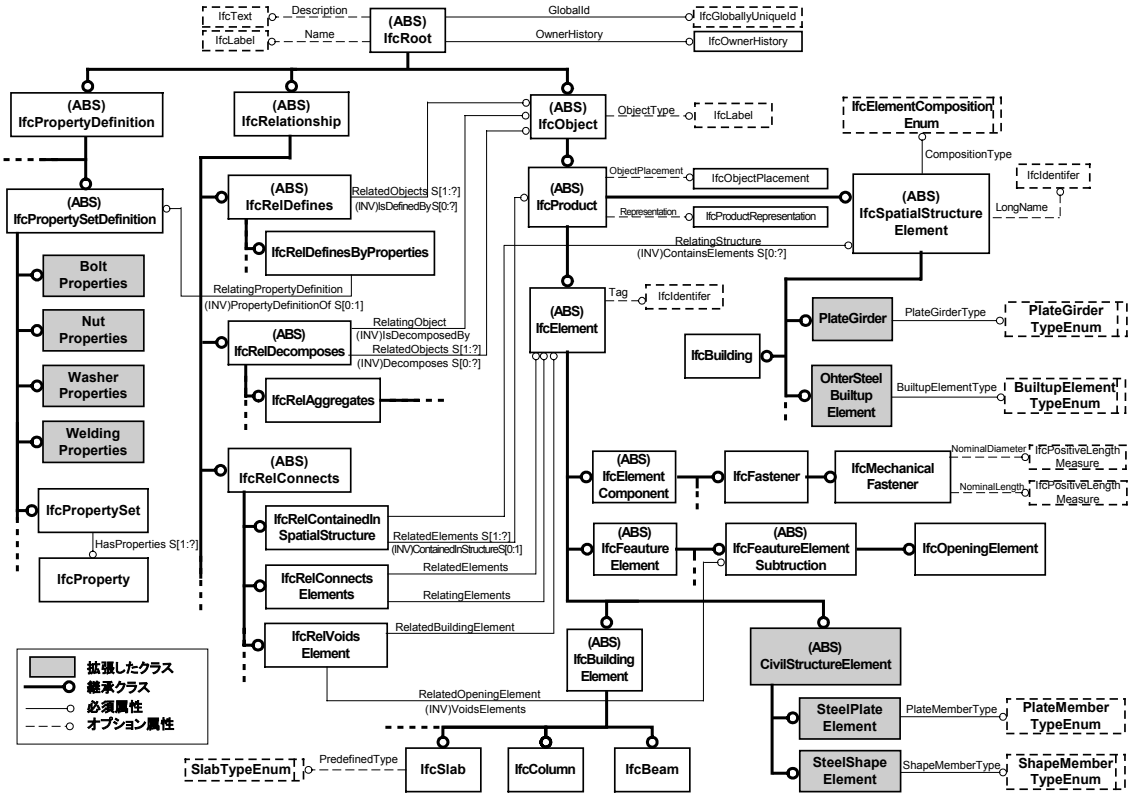
３．VR-CAD システム

３次元情報モデルをベースとした設計のユーザーインターフェースは，３次元 CAD や CG であるが，３次元とは言っても平面的なディスプレイ上にモデルが描写される為，多くの部材が複雑に配置されているような構造物の場合，操作に困難を感じることが多い．そこで，我々は，立体視による没入感が得られ，３次元空間の中をユーザーが容易に移動出来るような VR-CAD システムの開発を行っている．既開発の VR-CAD システムでは，開発言語として GL4Java を用いた為，マウス操作に制限があり，操作に困難を感じる事があった．そこで本研究では，GL4Java に代わり Java 3D を用いて VR-CAD を開発することにより，マウス操作を可能にした．本システムは，プロダクトモデルのデータを読み込み，ディスプレイ上に立体視の画像を描画する．ユーザーがマウスで部材を選択すると，部材の形状データ等を確認，変更することができる．設計変更した場合には，新しいプロダクトモデルのインスタンスが作成され，表示されている画像に反映される機能を有している．



図－１　VR-CAD システム

キーワード：IFC2x2，鋼桁橋プロダクトモデル，PropertySet，VR-CAD，立体視
〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 TEL 0143-46-5219, FAX 0143-46-5218



図－２　プロダクトモデルの全体像

４．立体視の有効性検討

立体視を実現するディスプレイシステムは，現在，液晶シャッターメガネ（**図－３**）や Head Mounted Display（HMD）（**図－４**），裸眼立体視が可能な液晶ディスプレイ等がある．本研究では，VR-CAD の視覚的な有効性検討の一環として，（a）通常の 3D-CAD と（b）液晶シャッターメガネを用いた VR-CAD との比較，また，（b）液晶シャッターメガネを用いた VR-CAD と，（c）HMD を用いた VR-CAD との比較を本学の土木コース３年生 50 人を対象に，アンケート調査を実施した．アンケートの項目は「見やすい」，「距離感を感じる」，「部材の位置関係の把握が容易」，「疲れを感じる」等とした．まず，（a）と（b）との比較では，全体の約８割が（b）は視覚的に優れていると回答した．また，約６割が（b）は「疲れを感じる」と回答した．次に，（b）と（c）との比較では，約６割が（b）が視覚的に優れていると回答し，「疲れを感じる」という項目では，（b）と回答した人数が若干多かった．疲れを感じる原因としては，立体視装置が，右目用と左目用の画像を交互に高速で描画している為，２つの画像の切り替え速度等が関係していると考えられる．

図－３　液晶シャッターメガネ

図－４　Head Mounted Display

５．まとめ

本研究では，鋼桁橋のプロダクトモデルを，IFC2x2 をベースに，鋼桁橋を構成する各部材をオブジェクトとして定義するクラスや，部材の接合に関する PropertySet を加えて再構築した．また，既開発の VR-CAD システムの操作性を改善する為に，Java 3D を用いてシステムの開発を行った．さらに，ディスプレイ装置の違いによる視覚的な比較を行う為にアンケート調査を実施した．その結果，鋼桁橋のプロダクトモデルでは，各部材や接合方法をオブジェクトとして定義することが可能となり， VR-CAD システムの操作性が改善された．さらに，アンケート調査により, VR-CAD は, 視覚的に有効であるという結果が得られた. 今後はプロダクトモデルの更なる検証や VR-CAD の機能拡張等を考えている．

参考文献

1)　矢吹信喜，志谷倫章：PC 橋梁の３次元プロダクトモデルの開発と応用，土木学会論文集，No.784/VI-66，pp.171-187，2005.