

3D-CAD を用いたシールド工法用プロダクトモデルの可視化

熊本大学大学院
株式会社大林組

学生会員 ○寺中愛瑛
正会員 古屋弘

熊本大学大学院
株式会社トリオン

正会員 小林一郎
非会員 柿本亮大

1. はじめに

建設工事において、近年 CAD は大きく普及し、一部の現場では 3D-CAD を活用した合理的な設計・施工も行われつつある。なかでも施工管理へのプロダクトモデルの活用は特に注目されており、橋梁や道路への適用例がいくつか存在する。シールドトンネルに関しては大阪大学の矢吹らにより、モデルが整備されつつある IFC を用いたプロダクトモデルのスキーマの開発¹⁾が行われているが、実現場に適用された例はない。そこで本研究では、シールドトンネルを対象に 3D-CAD を基盤としたプロダクトモデルの実証を行う。

2. プロダクトモデル開発の現状

(1) 土木分野の電子化の現状

土木分野における電子化は急速に普及し、ライフサイクルにおける各作業はコンピュータでのアプリケーションシステムを用いた自動化により効率化が図られている。一方で、様々なアプリケーションの乱立により、①情報共有が円滑に行われていない（現場と支援部門、受注者と発注者など）、②設計図書と施工データ、および出来形データの連繋がない、③データフォーマットがシステムにより異なる、といった問題が起きている。このような問題を解決するために、近年プロダクトモデルの研究開発が行われている。

(2) プロダクトモデルの有効性

プロダクトモデルとは、構造物や工業製品を設計・製造するための 3 次元データに、各オブジェクトに関する様々な属性情報、オブジェクト間の関係等を定義したデータモデルである。一般的にはデータを XML 等のテキストファイルとして表現し、コンピュータに実装したものをいう（図-1, 2）。

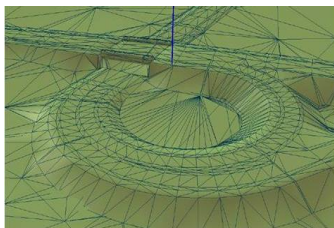


図-1 プロダクトモデル例

```
<!-- CoordGeom -->
<!-- Line length="22.15839513" dir="36.7180149109661" -->
<!-- Start point="1" -->
<!-- End="5018309.37649438 273467.21864251" -->
<!-- Line -->
<!-- Curve rot="ccw" radius="700" length="310.10429804" crType="arc"
chord="307.57470580" tangent="157.63872992"
delta="25.3822821478921" dirStart="306.718014911888"
dirEnd="332.10039705978" -->
<!-- Start="5018309.37649438 273467.21864251" -->
<!-- Center="5018870.48788410 273048.70459456" -->
<!-- End="5018542.94130127 273667.34280554" -->
<!-- Circle point="2" -->
<!-- Curve -->
```

図-2 XML データ

プロダクトモデルを用いることにより複数のアプリケーションシステム間のデータの相互運用を自動化することが可能となり、効率化が図れる。プロダクトモデルは元来、機械分野を主として規定化されてきたが、最近では建築分野において IAI (International Alliance for Interoperability) が IFC (Industry Foundation Classes) を開発している²⁾。これを受けて、土木分野では道路、橋梁等のプロダクトモデルが開発、提案されている。シールドトンネルについては、現在研究段階であり IFC のスキーマに関する検証が行われているが、実現場への適用までには至っていない。

3. シールド工法用プロダクトモデルの可視化

シールド工法とは、図-3 のシールドマシンと呼ばれる筒状の機械により土中を掘進していく工法である。トンネル本体が分割されたセグメントをリング状に組み上げることによって構築される（図-4）。



図-3 シールドマシン

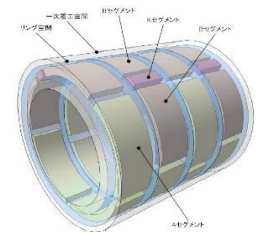


図-4 セグメントリング

(1) シールド工法の特徴

シールド工事は、掘削中の土壌の性質によって線形や横断形状が適宜、微調整されるといった特徴を有している。発注時の設計図面では情報が不足していることや、実物と設計形状の誤差が発生することから、常に設計図面等の変更が発生する。そのため、施工するうえでその都度、必要な図面や帳票、書類など様々な管理データを変更する作業が負担となっている。

(2) 3D-CAD と IFC の連繋

現在、開発段階にあるシールド工法用プロダクトモデルは、トンネル用に拡張された IFC を用いて作成された概念的なものである。そこで本研究では、トンネル形状に関する情報を 3D-CAD で可視化し、それを基盤として、

キーワード 3D-CAD、シールド工法、プロダクトモデル

連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪 2 丁目 39 番 1 号 TEL:090-6898-9365 Mail:104d8836@st.kumamoto-u.ac.jp

概念的プロダクトモデルの実証を行う。プロダクトモデルの可視化を行うことで、工事全体を一元管理することができる。つまり、従来は異なるアプリケーション毎に行われてきた各作業が、**図-5**のようにプロダクトモデルを中心に置くことで、設計変更の内容や施工結果を容易にフィードバック可能となり、各種管理データを連動して更新できると考えられる。

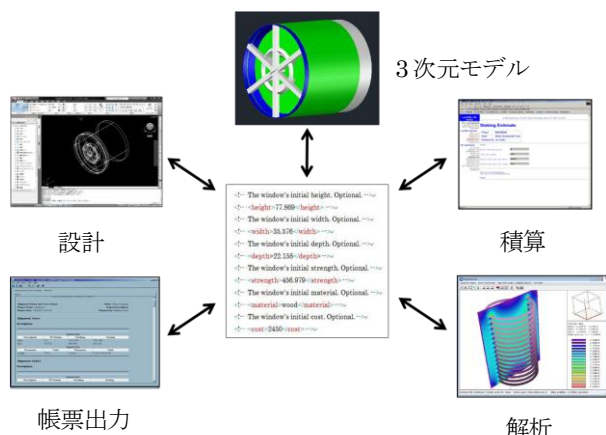


図-5 プロダクトモデルによるデータの連動

4. 適用事例

(1) 現場概要

対象事業は東京都品川区の中央環状品川線大井地区トンネル工事である。工事完成予定図を図-6 に示す。

図より、①上りの大橋方面（長さ：550m）と②下りの大井方面（長さ：336m）の2本のトンネルを対象とする。

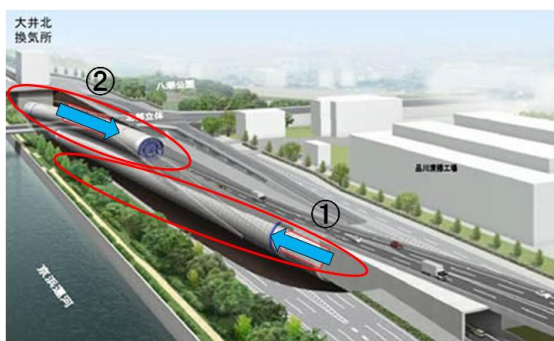


図-6 工事完成予定図

(2) 設計対象物の 3 次元化

モデル作成には、Autodesk 社の Civil3D 2011 および、RevitStructure2011 を使用した。以下に検証内容を示す。

a)モデルプロパティのカスタマイズ

図-7はセグメントリングを構成する3種類の部材である。部材を作成する際に、寸法として厚さ H と曲率 A を定義した。これらを定義することにより、図-8のような

モデルプロパティにおいて、任意の値を入力することで部材形状を変化させることができる。ここで定義できる項目は寸法に限らず、価格や材質、製造元や備考なども追加可能である。今回使用したモデリングソフトは IFC ファイルを読み込むことが可能である。概念的プロダクトモデルに記述されている IFC の項目は多岐に渡るため、今後は現場のニーズと照合し、必要と考えられる項目の取捨選択を行っていく。

	A型セグメント 43.636°x1700
	B1型セグメント 48.236°x1700
	K型セグメント 1.709°x1700

図-7 セグメント部材

パラメータ	値
寸法	
H	1700.0
A	48.236 ^a
識別情報	
キーノート	
モデル	
製造元	
タイプの説明	
URL	
説明	
アセンブリの説明	
アセンブリコード	
タイプマーク	
SPR	

図-8 モデルプロパティ

b)トンネル構築の半自動化

図-9 は、セグメントリングを線形に沿って配置したトンネルのモデルである。このモデルは、線形の変化点毎に鉛直面に対して部材を微小に回転させて作成しているため、図のような隙間が生じている。トンネル線形に変更が生じた際、新たな線形に沿ったトンネルを半自動的に作成できることが望ましい。現段階では、縦断方向の変更には瞬時に対応可能であるが、平面的な変更には変化点毎に部材 1 つ 1 つに回転を加えなければならず、半自動化までには至っていない。

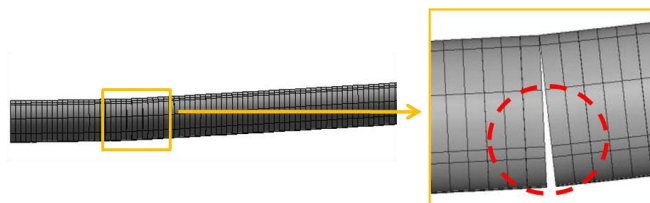


図-9 セグメントリング

5. おわりに

今後は、工程やコスト管理を可能とするためのプロダクトモデルのあり方を検討していく。

＜参考文献＞

- 1) 矢吹信喜ほか：セマンティック Web を用いたシールドト
ネルのデータモデルに関する研究、JACIC 研究報告書、第
2006-2 号
- 2) IAI 日本： <http://www.iai-japan.jp/mission/index.html>