

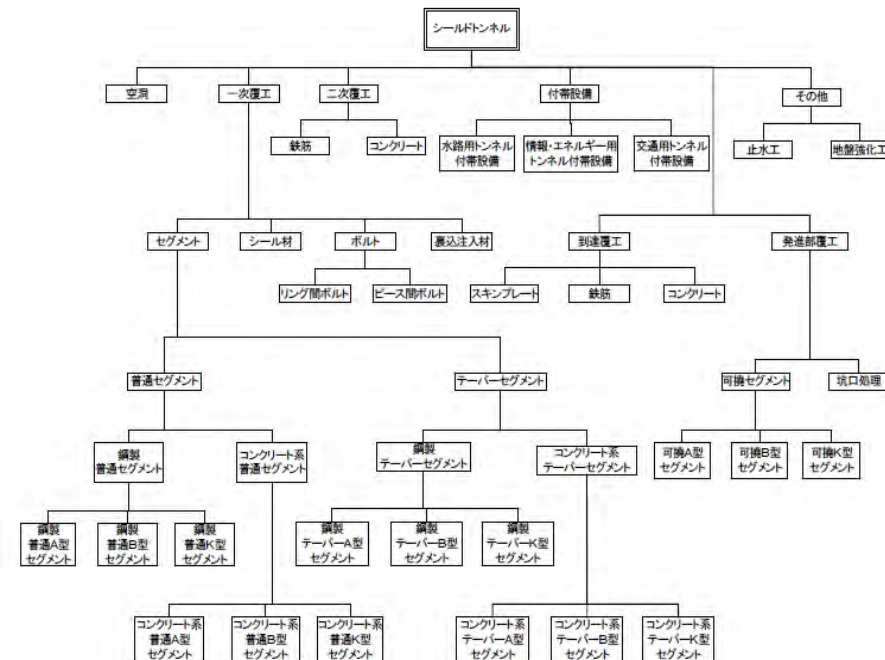
IFC-Shield Tunnelの施工管理 (特に工程とコスト管理)への適用

(株)大林組 古屋 弘

研究の目的

施工におけるプロダクトモデルの活用に関する検討を行う。

- ① 現場データの3次元化 : 3Dの有用性の認識
- ② プロダクトモデルの構築 : 形状以外のプロパティの活用
- ③ モデルを用いた工程・出来形・出来高管理の実施
- ④ データ交換の検証



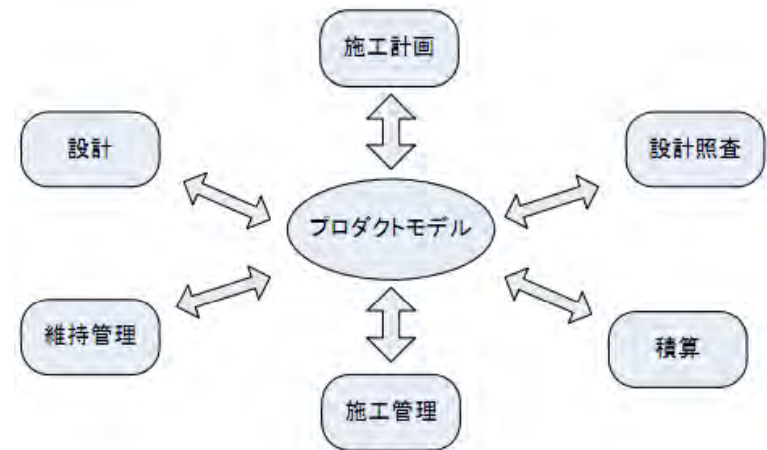
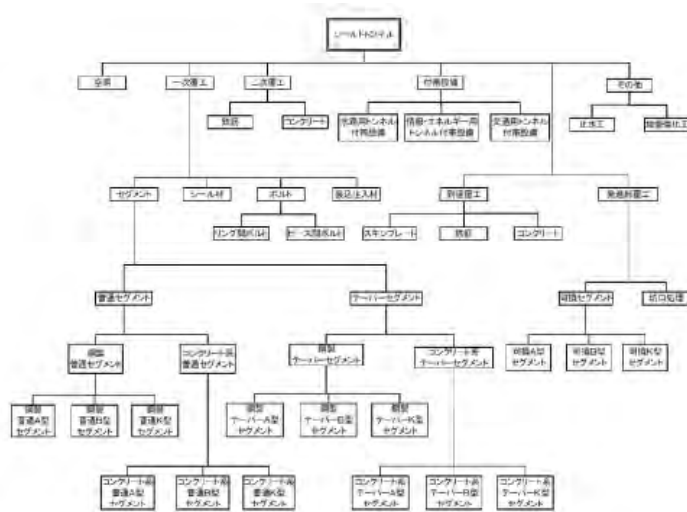
IFCシールドとは

IFCとは・・・

IFCは非営利の国際組織IAI (International Alliance for Interoperability)によって策定された**3次元建物モデルデータの標準規格**であり、BIMデータをソフトウェア間で連携する際の標準データ規格として注目されている。2000年以降、海外においてIFCを活用した実証実験・実プロジェクトが行われてきており、2005年には国際標準の**準ISO規格(ISO/PAS-16739)**となり、標準規格としての地位を固めつつある。IFCは標準策定のフェーズを終え、**実用化・普及の段階**にあるといえる。

IFCシールドとは・・・

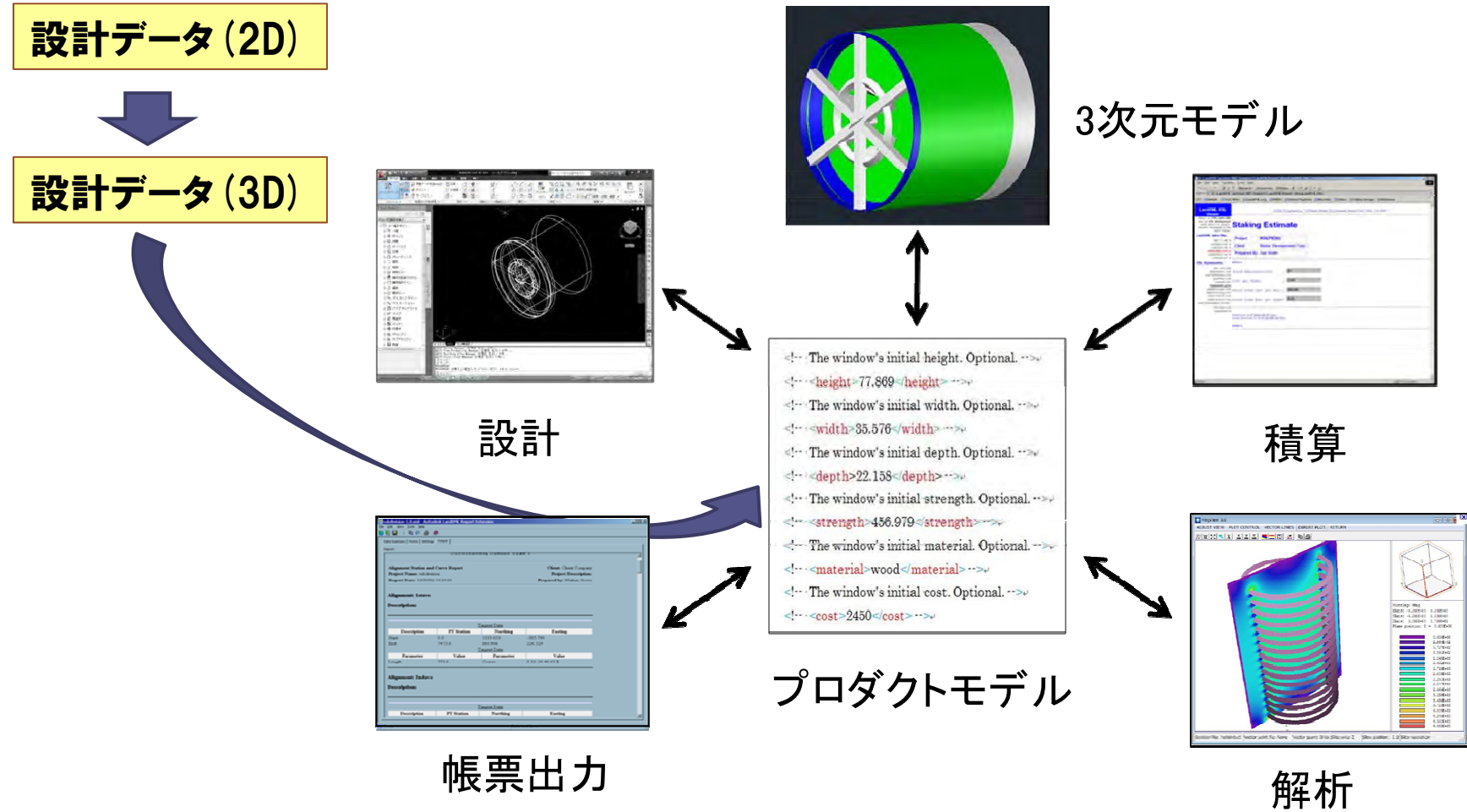
シールドトンネルを対象としたプロダクトモデルで**大阪大学矢吹教授**により開発中(正式なIFC規格としてはまだ採用されていない)。シールドトンネル本体をはじめ、**地盤や仮設備等**を幅広く網羅している。



プロダクトモデルを利用することでプロセス間、アプリケーション間でデータ共有が可能

プロダクトモデルによる一元管理

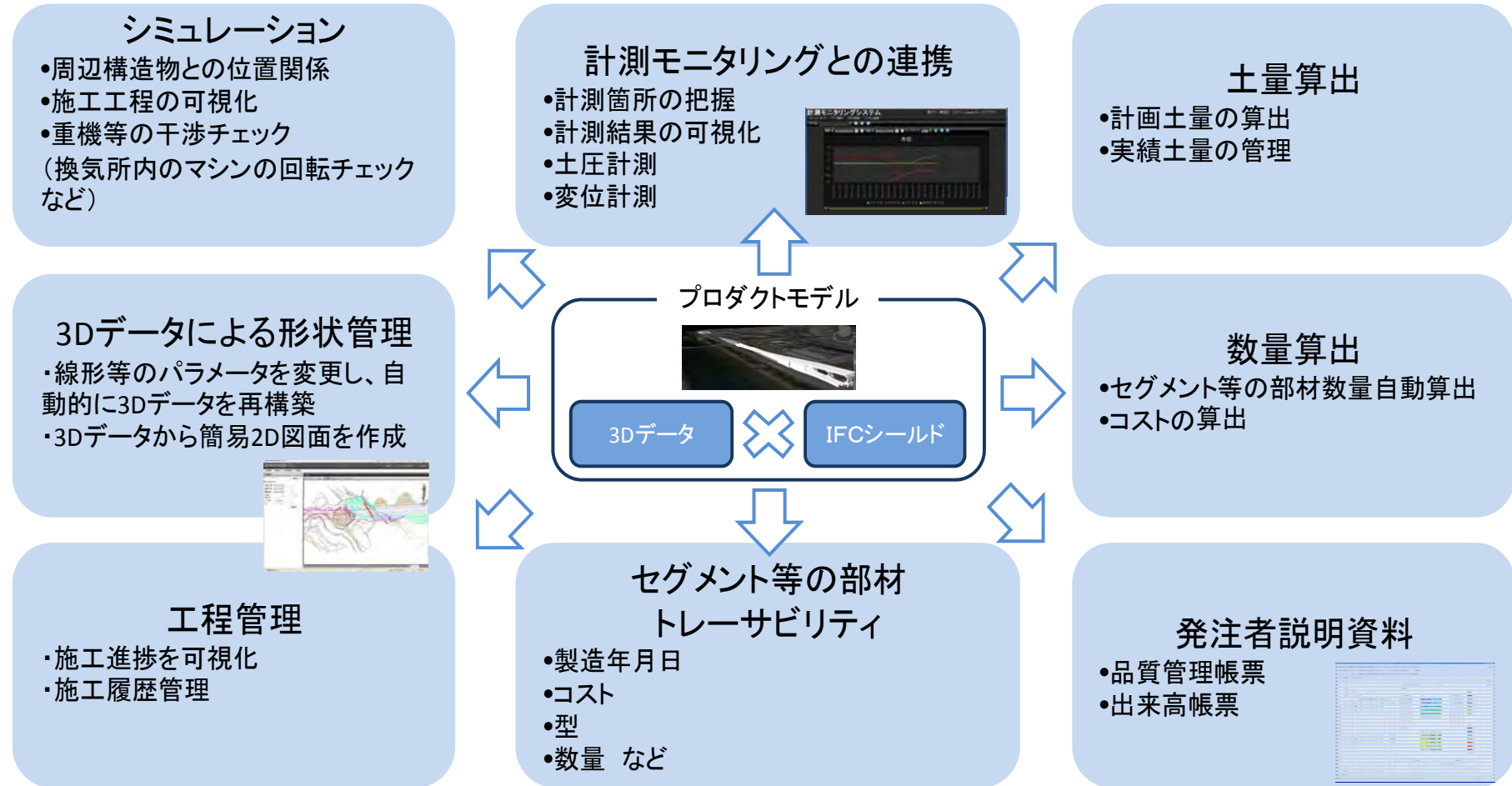
プロダクトモデルの理想的な活用



プロダクトモデルを利用することでプロセス間、アプリケーション間でデータ共有が可能

IFCシールドの利用イメージ

プロダクトモデルの理想的な活用



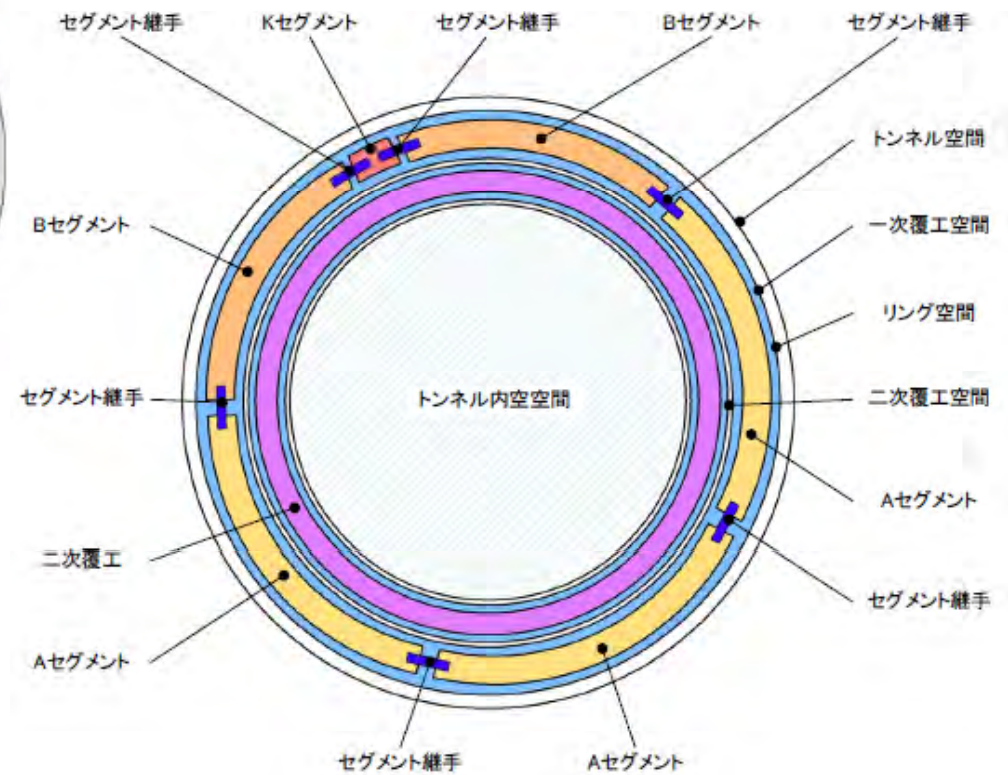
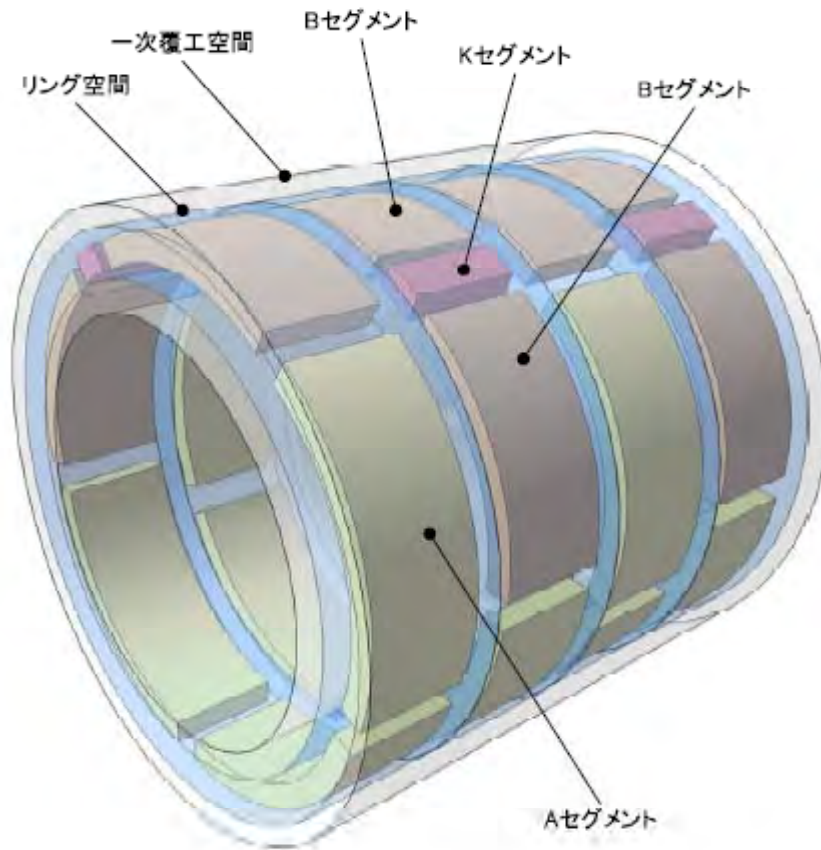
プロダクトモデルを利用することでプロセス間、アプリケーション間でデータ共有が可能

利用ソフトウェア

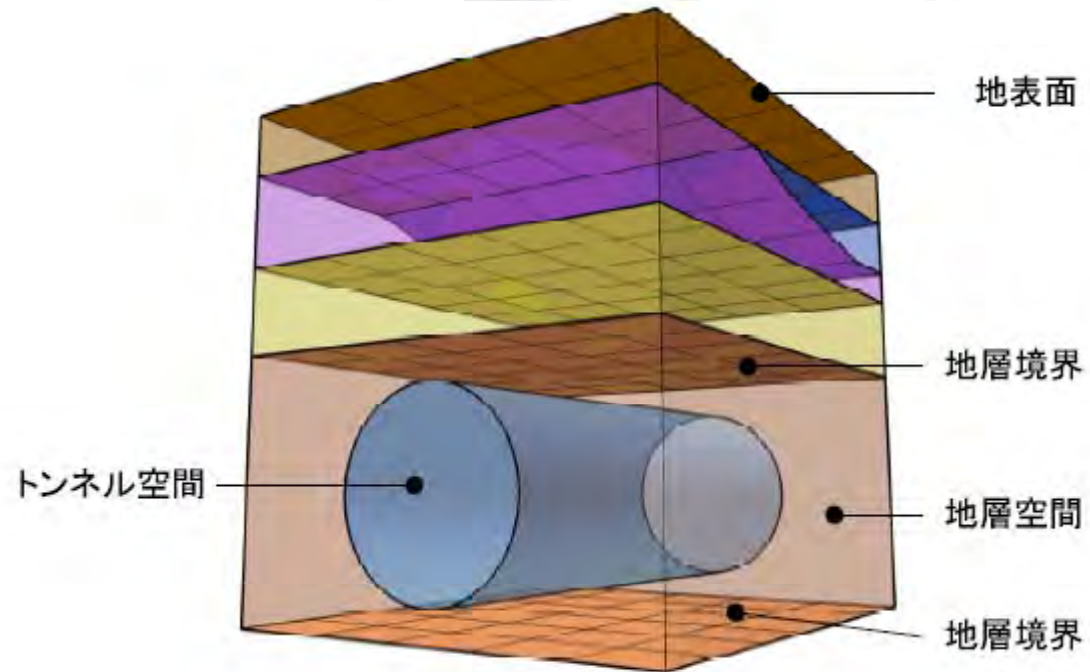
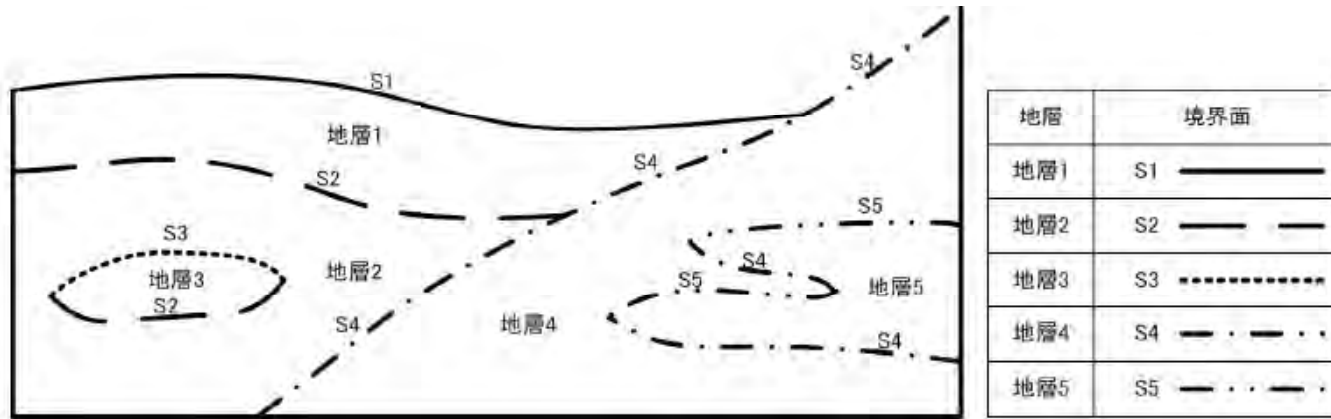
業務で用いられているソフトウェアを用いて、IFCシールドの実務での利用を試行する。利用したソフトウェアは以下の通り。

- ① AutoCAD Civil3D : **【空間要素の作成】**
現場基本データの3次元化
→ 線形構造物のモデル化・掘削
- ② AutoCAD Revit Structure : **【物理要素の作成】**
プロダクトモデルの構築
→ 構造物構成要素の作成
プロダクトデータの構築
IFCシールドスキーマの割り当て
- ③ AutoCAD Navisworks : モデルを用いた工程・出来形
管理のシミュレーション

シールドトンネルの概要

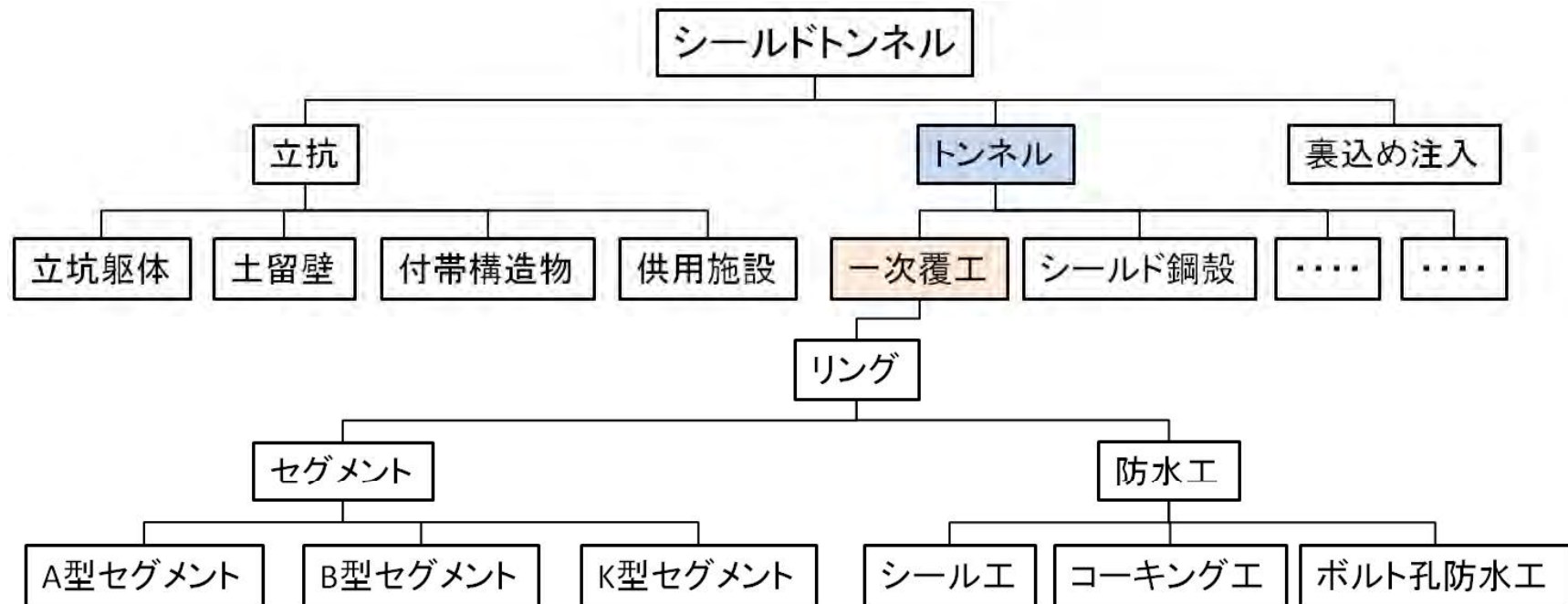


シールドトンネルと地層表現の概要

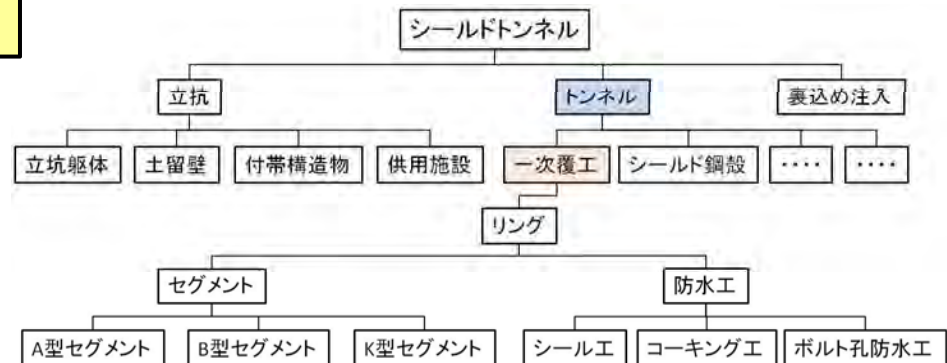
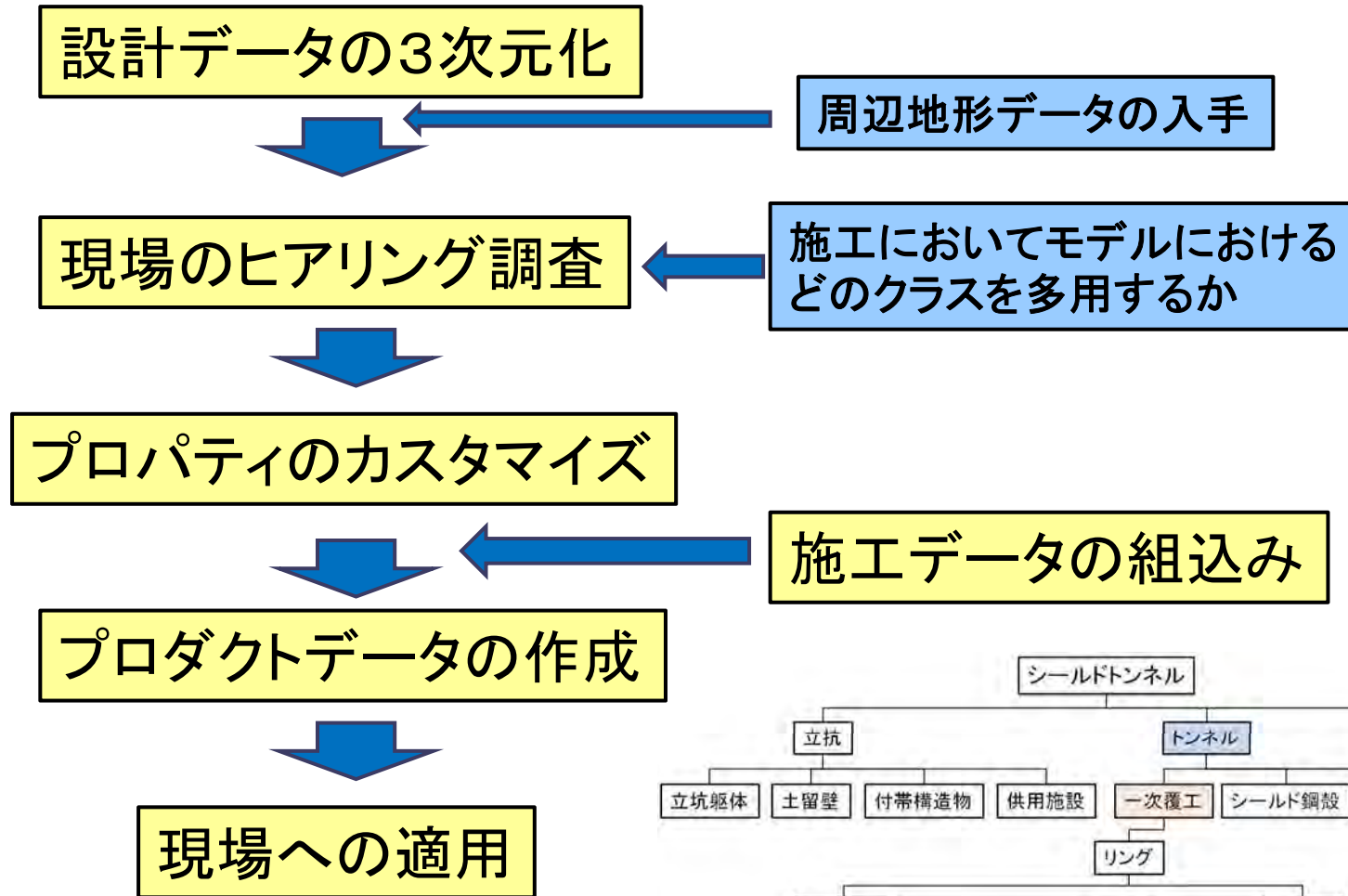


シールドトンネルの概念的プロダクトモデル

今回の研究では、メインクラスである「トンネル」を対象とし、セグメント構築による工程・出来高管理の適用を検証



今回の研究の手順



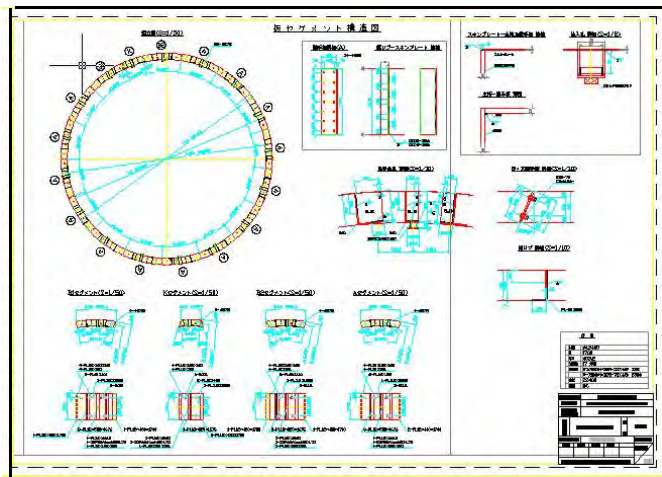
3Dデータ構築対象(実験対象現場)



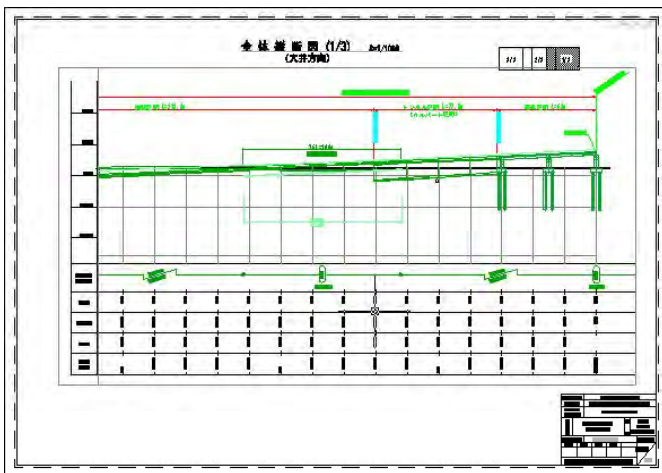


データ作成手順

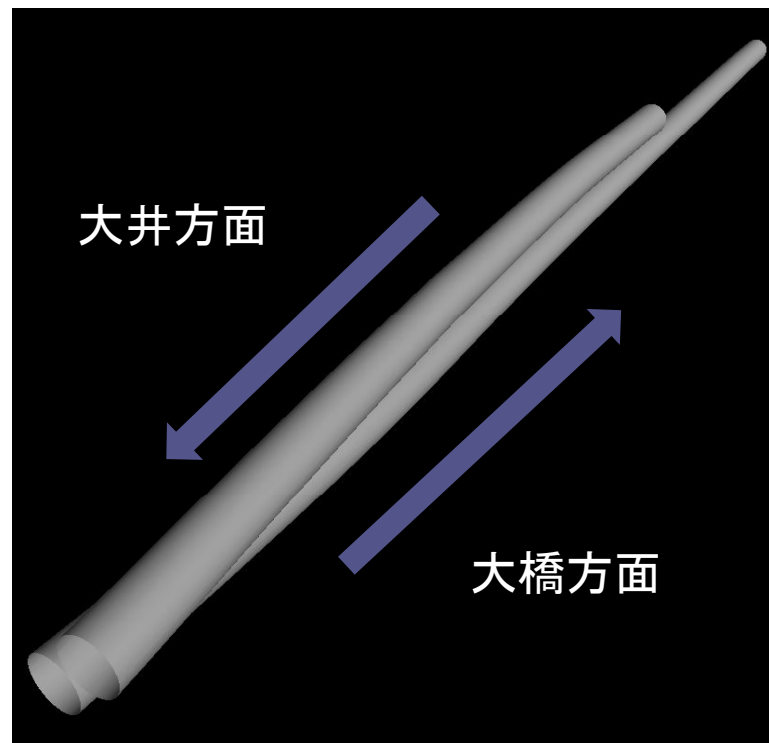
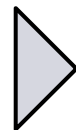
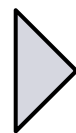
1. トンネル部



III-130_仮セグメント構造図



I-08-13_縦断線形

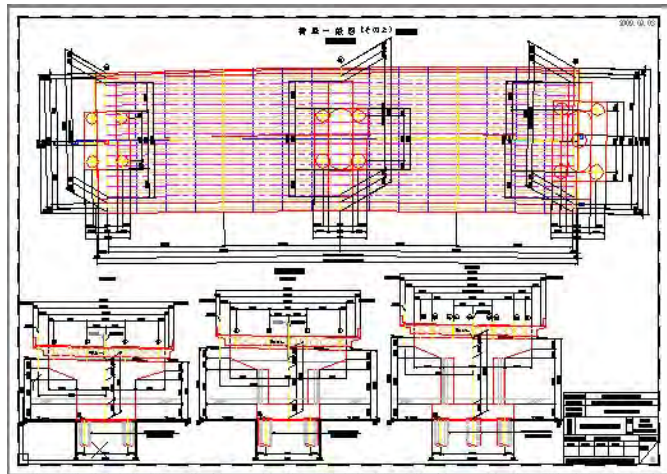


大井方面

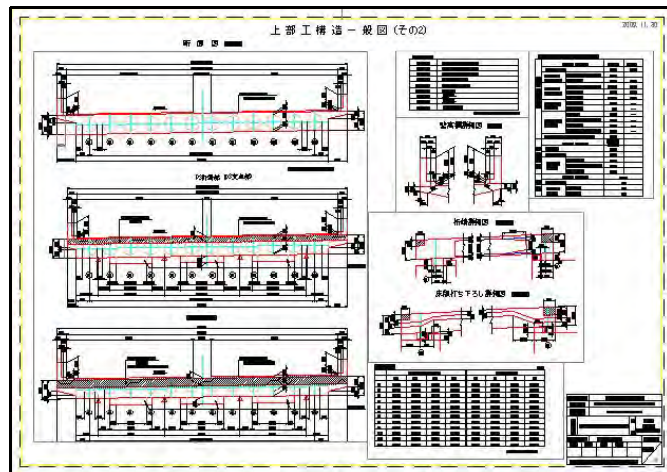
大橋方面

トンネル区間

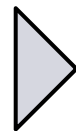
2. 高架部



V-01~02_橋梁一般図



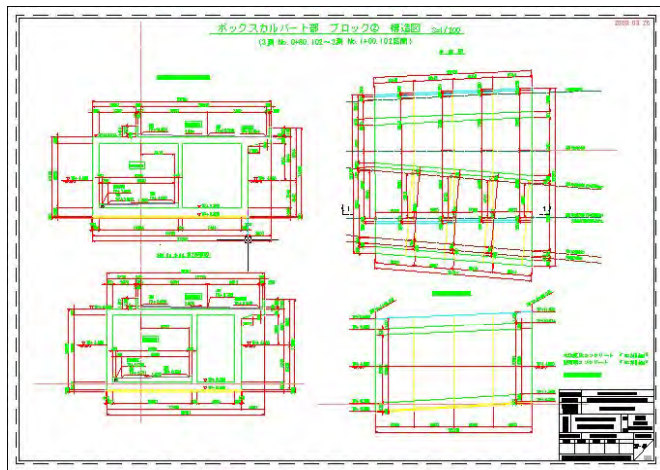
V-26~27_上部工構造一般図



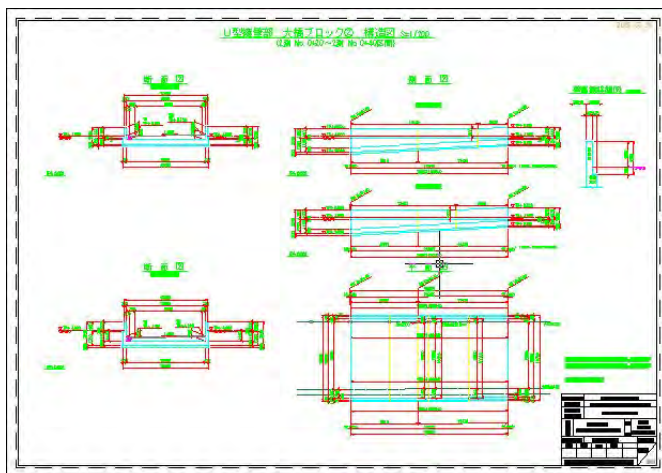
高架橋(一部)



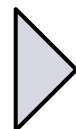
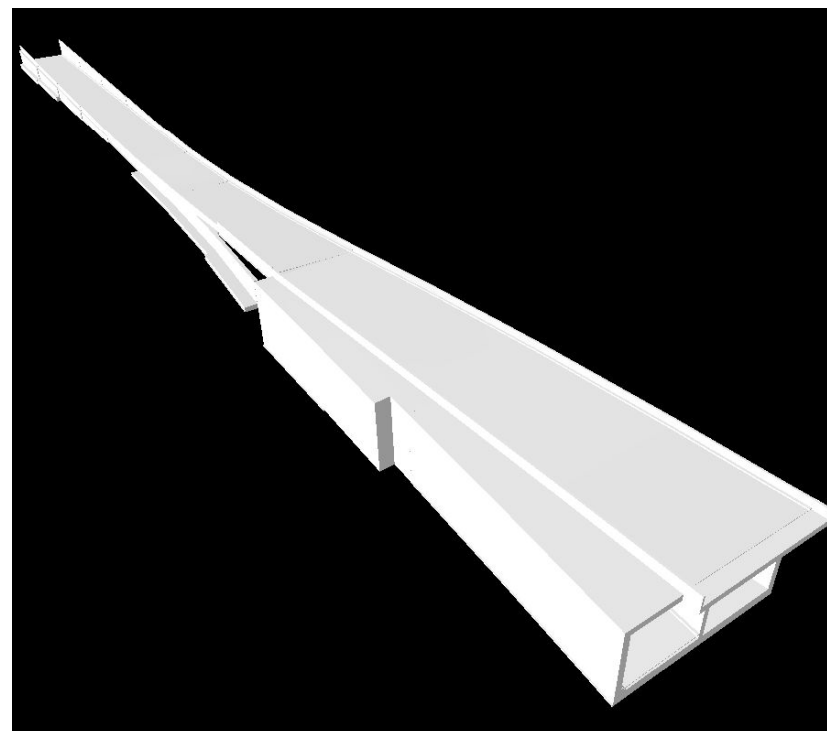
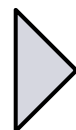
3. ボックスカルバート部



IV-049-ボックスカルバート部

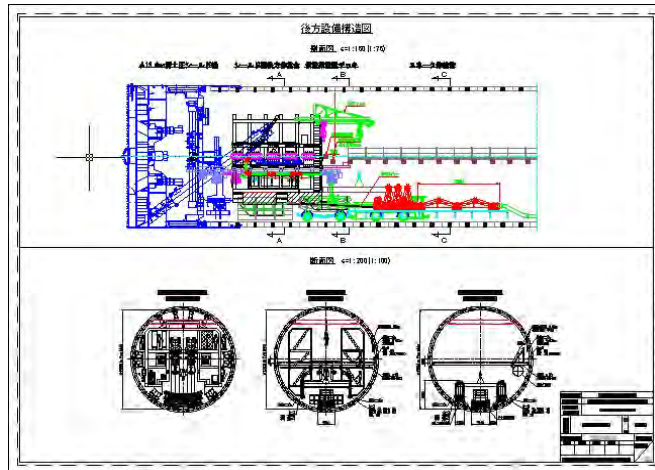


IV-010-大橋U型擁壁部

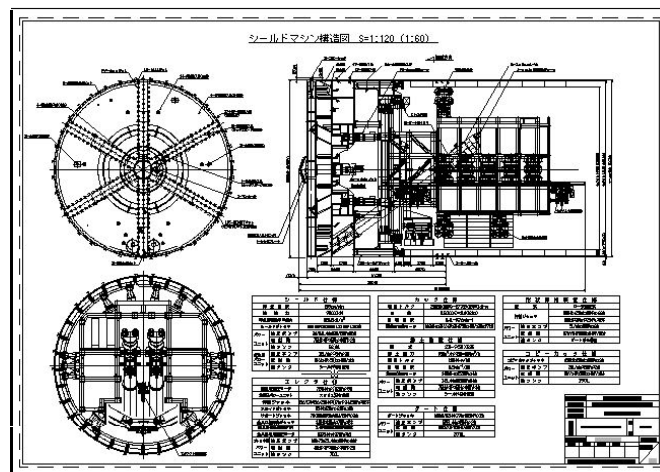


ボックスカルバート

4. シールドマシン



Ⅲ-122_後方設備構造図

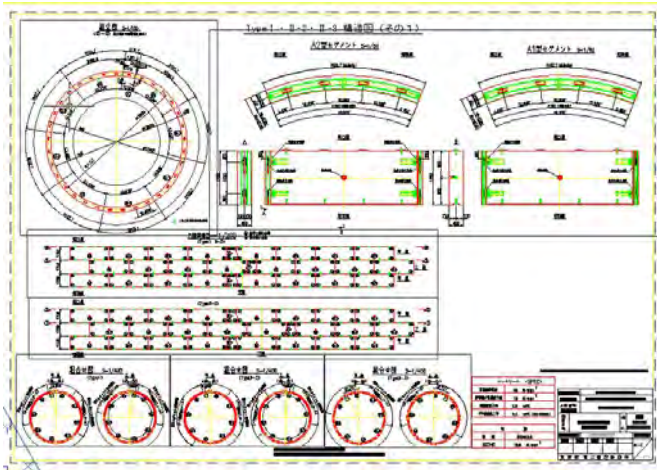


Ⅲ-121_シールドマシン構造図

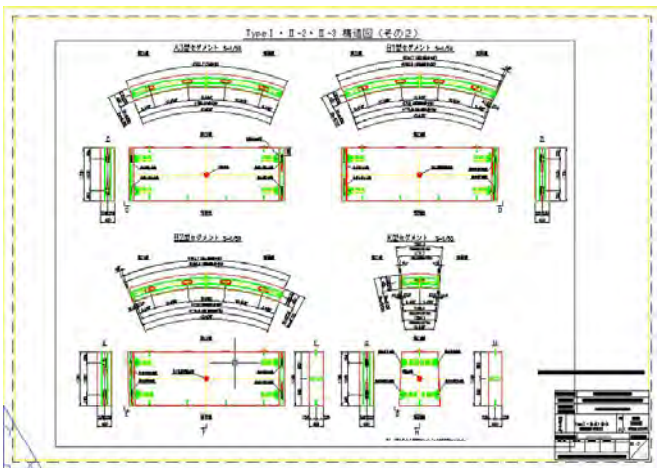
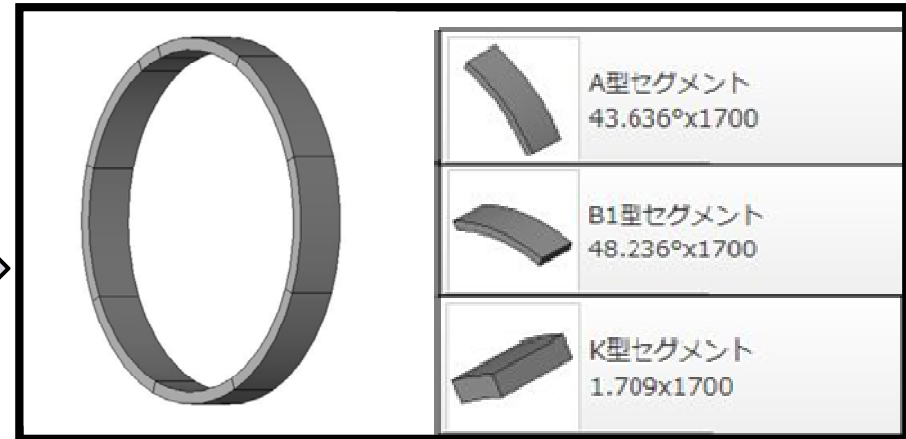


シールドマシン

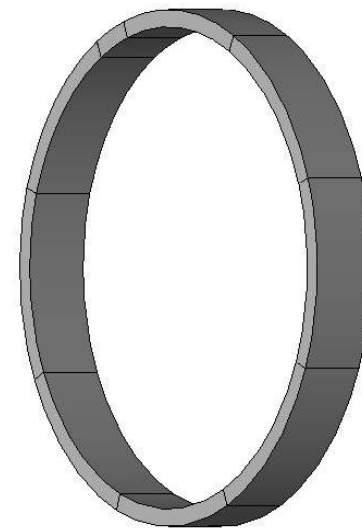
5. セグメントリング



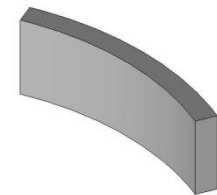
Ⅲ-02-06_Type I・Ⅱ-2・Ⅱ-3 構造図・
シール・継手詳細図



Ⅲ-02-06_Type I・Ⅱ-2・Ⅱ-3 構造
図・シール・継手詳細図

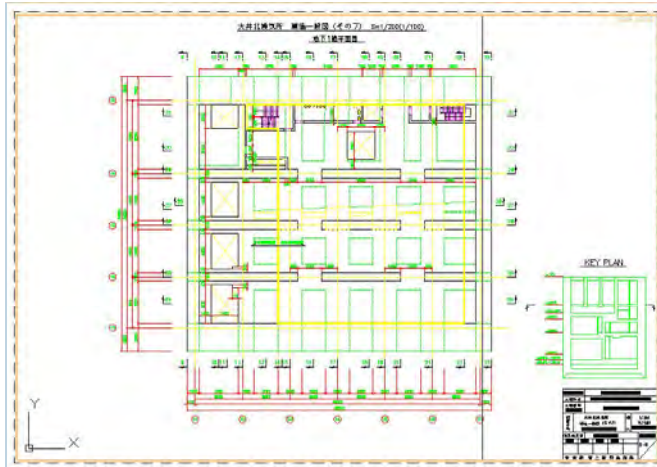


セグメントリング

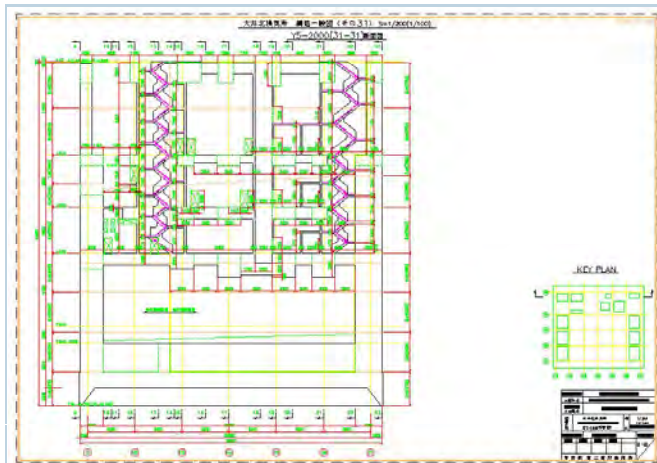


A型セグメント

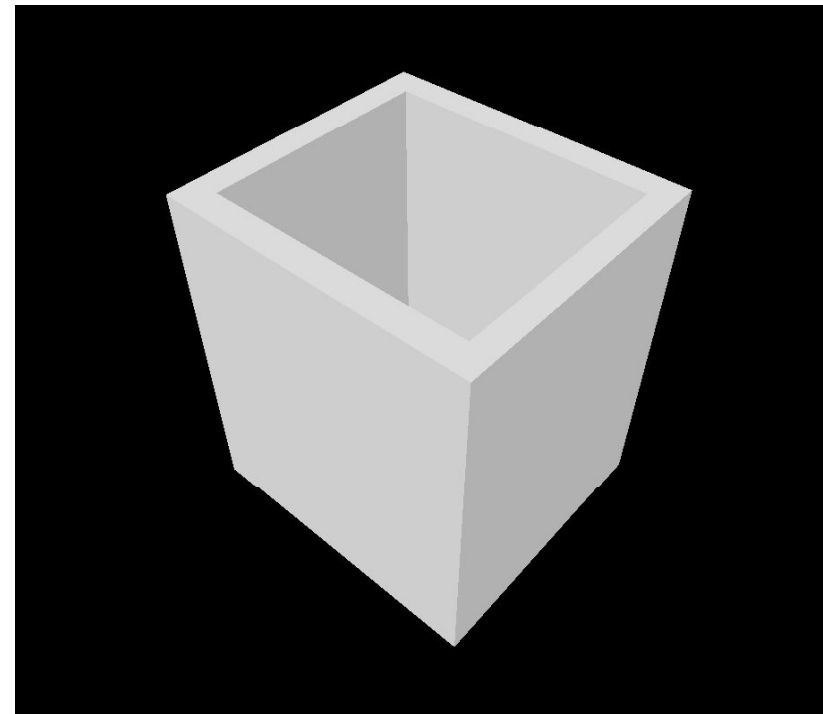
6. 大井北換気所



II-8_構造一般図



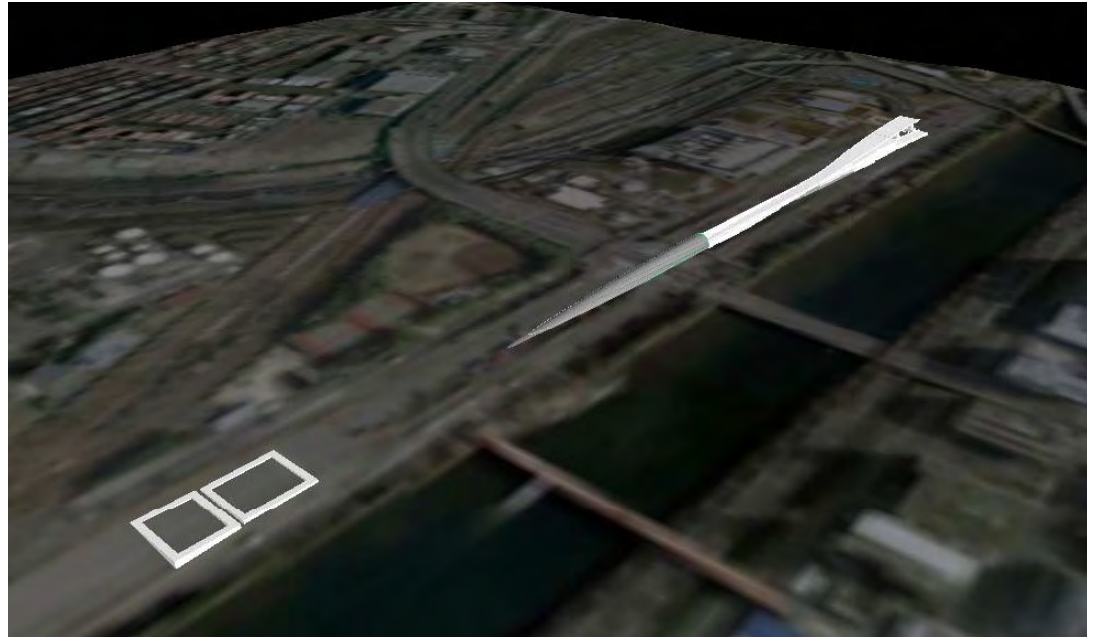
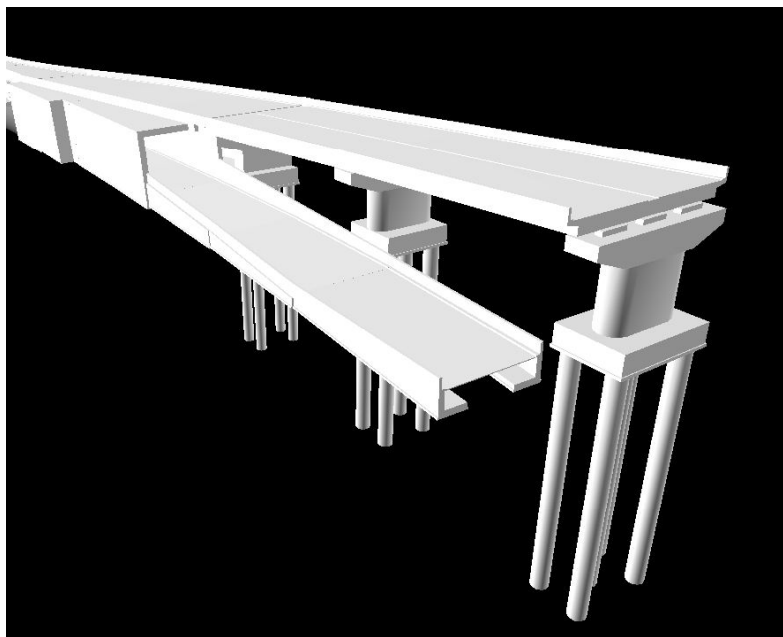
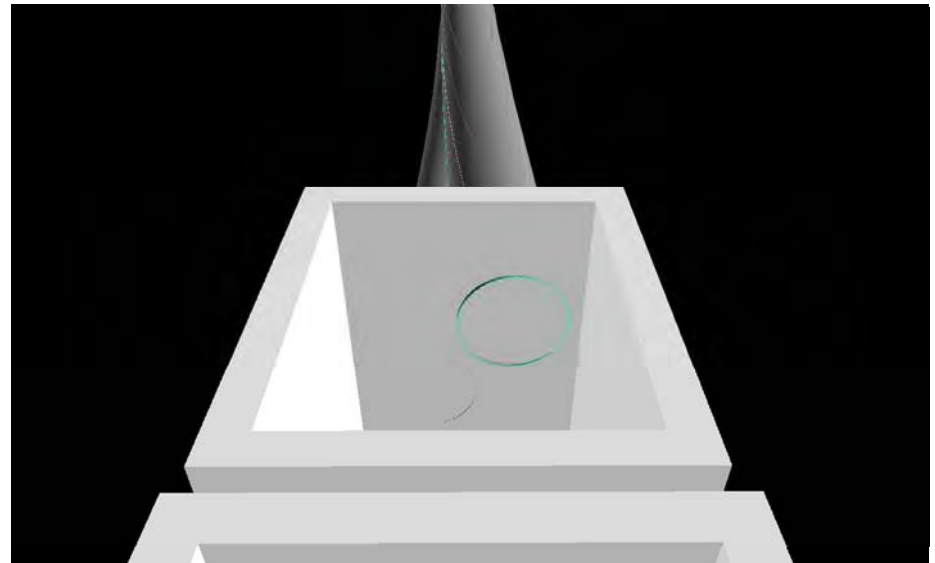
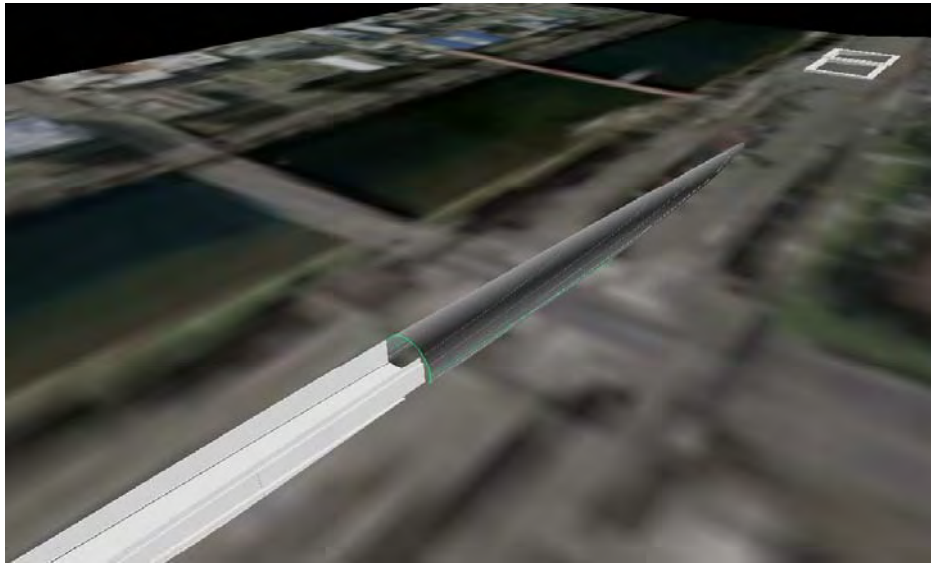
II-32_構造一般図

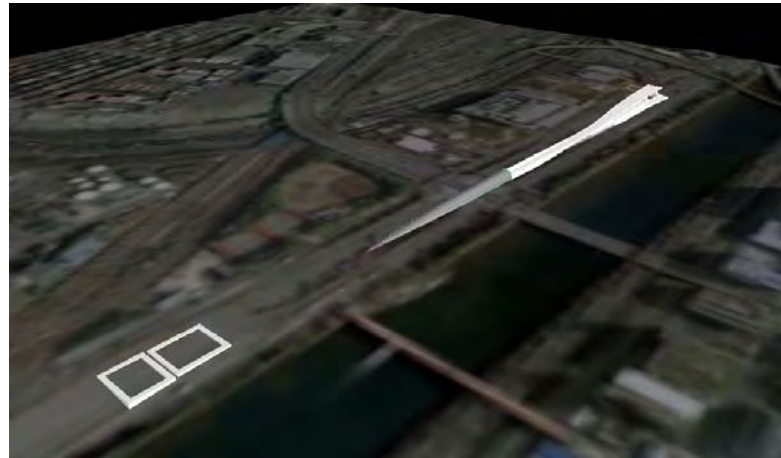
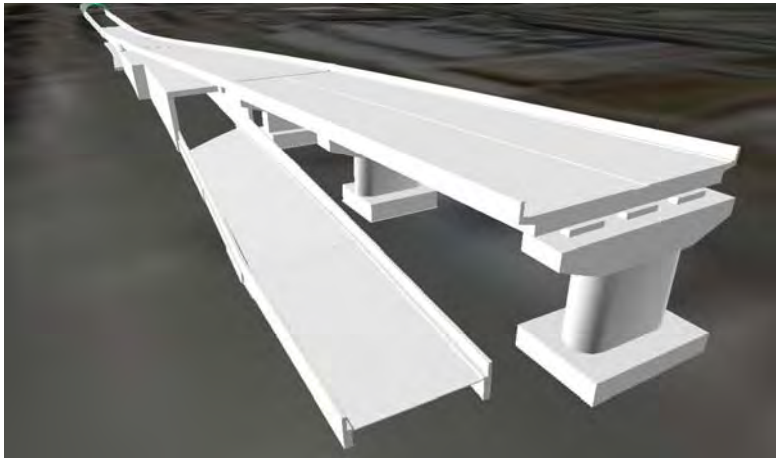
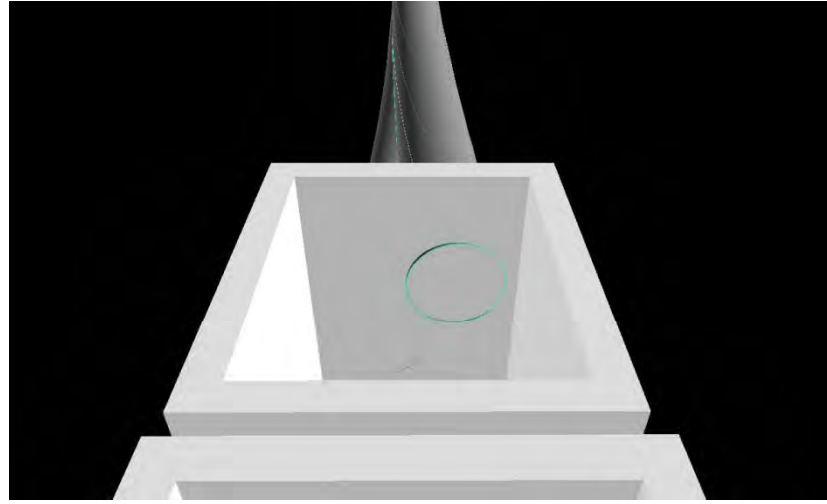
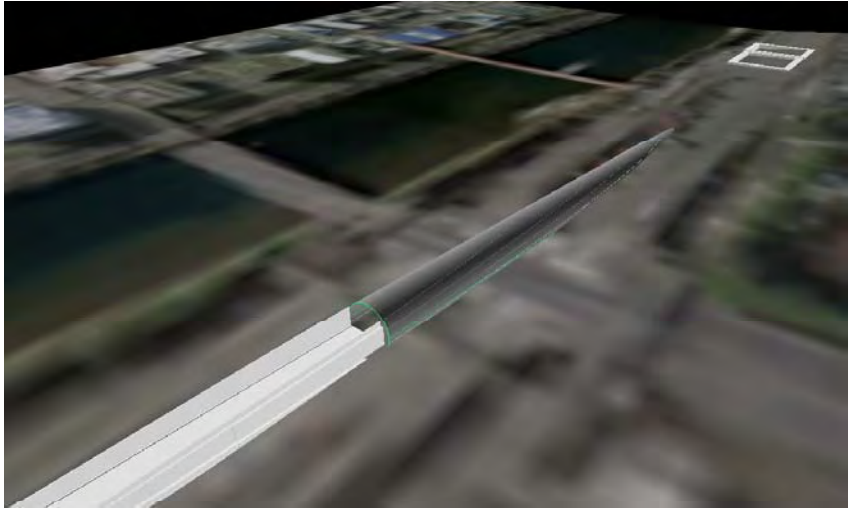


大井北換気所(箱型オブジェクト)



3Dデータの完成状況





スキーマの検証 (2/2)

		補助工法(発進・到達防護工)				1
仮設備	支障物件(地下)					着 テ
	施工設備					
	シールドマシン					
	シールド本体					1
	附属機構					2
	掘削機構					2
	切羽安定機構					2
	推進機構					2
	セグメント組立機構					1
	油圧、電機、制御					2
	ストックヤード					
	掘削土砂運搬設備					
	材料運搬設備					
	電力設備					
	照明設備					
	連絡通信設備					
	換気設備					
	安全通路及び昇降設備					
	給排水設備					
	消火設備及び防火設備					
	ガス対策設備					
	発進・到達・回転扛上設備					
	揚重設備					
	裏込め注入設備					
	作業台車					
	二次覆工設備					
	圧気設備					
	運転制御設備					
	泥土処理設備					
	流体輸送設備					
	泥水処理設備					
	礫処理設備					

本現場に無いものは取り消し線を入れました

セグメントのプロパティ

Parameter	Value
Dimensions ⌵	
H	1700.0
A	48.236°
Identity Data ⌵	
Keynote	トンネル部材
Model	B1型セグメント
Manufacturer	〇〇〇工業
Type Comments	構造コンクリート
URL	http://www.〇〇〇.co.jp/
Description	シールドトンネル用部材
Assembly Description	
Assembly Code	
Type Mark	
Cost	¥〇〇〇〇〇
OmniClass Number	23.25.30.21.14
OmniClass Title	Trussed Beams and Joists

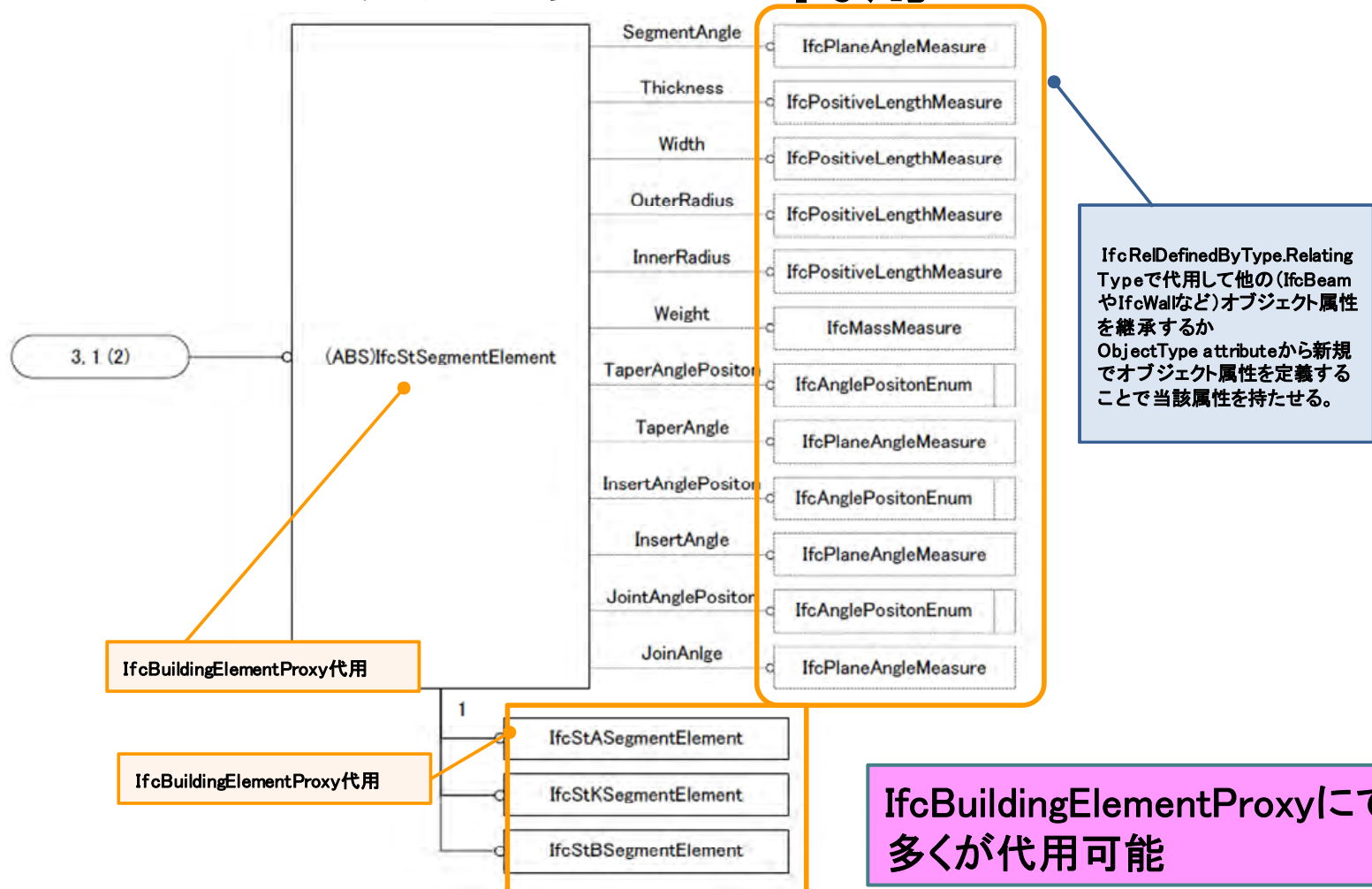
セグメントのプロパティ



```
# Revit Export Layers
# Maps Categories and Subcategories to layer names and color numbers
# Category <tab> Subcategory <tab> Layer name <tab> Color number <tab>
# Cut layer name <tab> Cut color number
# Do not remove the colon (:) after certain category names.
# -----
Air Terminals                IfcAirTerminal
Area Polylines                Not Exported
Area Tags                     Not Exported
Areas                        IfcSpace
Cable Tray Fittings           IFCCableTrayFitting
Cable Trays                   IFCCableTraySegment
Callouts                     Not Exported
Casework                     IfcFurniture
Casework Tags                Not Exported
Ceiling Tags                 Not Exported
Ceilings                     IfcCovering
Ceilings                      Surface Pattern IfcCovering
Color Fill                   Not Exported
Color Fill Legends           Not Exported
Columns                      IfcColumn
Communication Devices         IfcBuildingElementProxy
Conduit Fittings             IFCConduitFitting
Conduits                     IFCConduitSegment
Constraints                  Not Exported
Contour Labels               Not Exported
Curtain Panel Tags           Not Exported
```

セグメントのマッピングファイル

Revit Structureでのスキーマの代用



IfcBuildingElementProxyとは
IfcBuildingElementを継承、未定義の構造物要素を表現する場合に使用される。

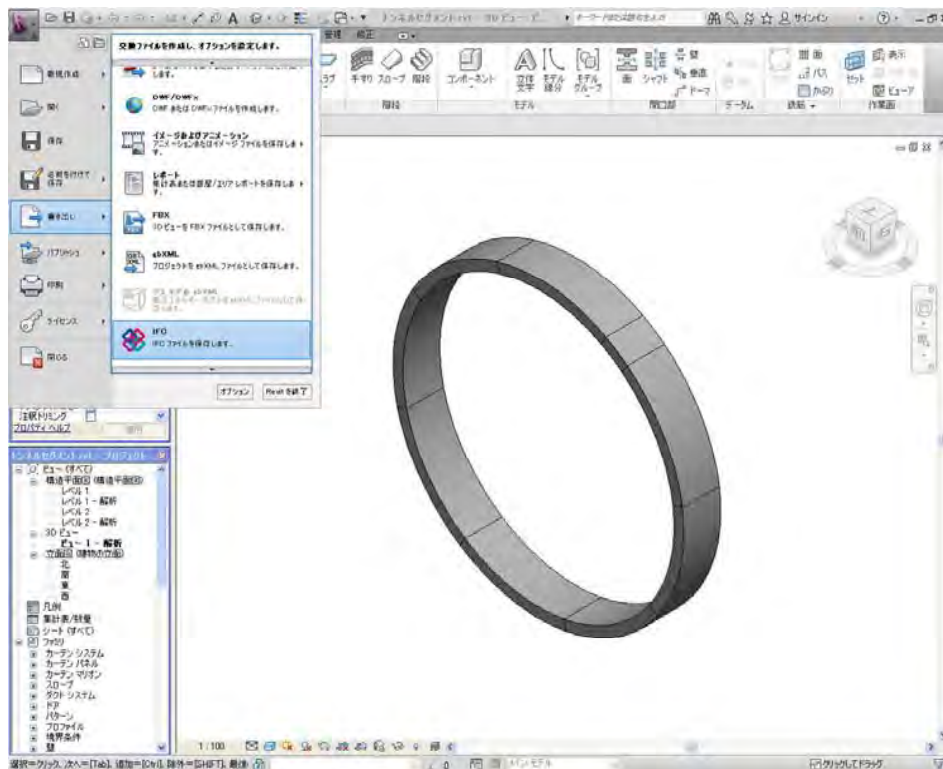
IfcBuildingElementとは
構造物を構成するすべての要素に対して共通の属性を定義。



セグメントデータ【Revit Structure】から IFCを出力する操作手順

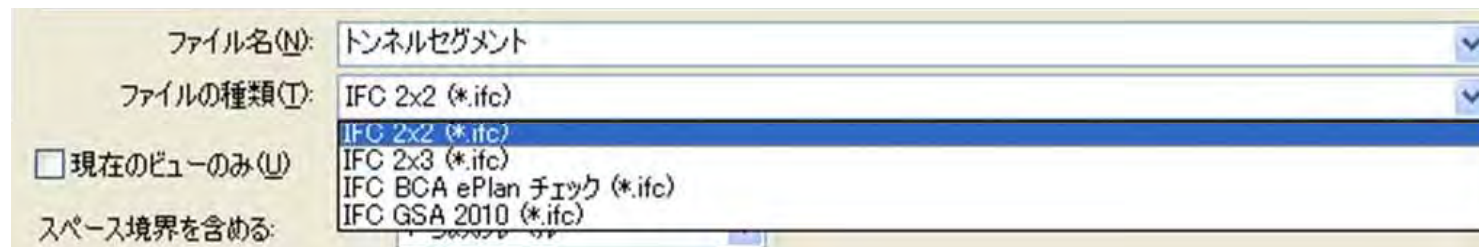
1. 書き出しの選択

- ① Revit Structureでセグメントリングのデータを読み込む
- ② 画面左上のアプリケーションメニューを開きメニュー項目の【書き出し】を選択
- ③ 【書き出し】メニュー内から【IFC】を選択



2. データの保存

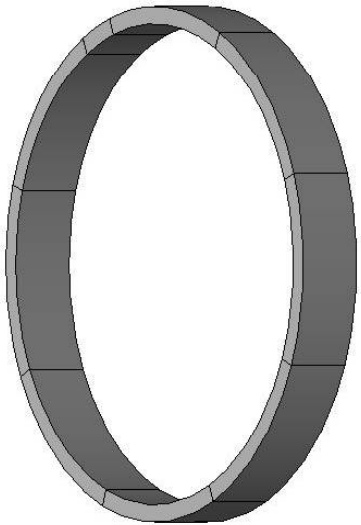
- ① 2-1 【IFC】を選択後，【IFCを書き出し】ダイアログを開く
- ② 2-2 【ファイルの種類】からIFC形式を選択後，保存する



IFCによるデータ交換



IfcBuildingElementProxy



Floor to show	Objects to show	Count	Content
	IfcWall	0	
	IfcArch	0	
	IfcColumn	0	
	IfcBeam	0	
	IfcRoof	0	
	IfcFooting	0	
	IfcCurtainWall	0	
	IfcCurtainWallElement	0	Ifc Filter by Content (Basic)
	IfcSpaceBoundary	0	Common Type (Element)
	IfcSpaceElement	0	Common Identity File
	IfcFace	0	None None Default
	IfcSurface	0	
	IfcSurfaceBoundary	0	
	IfcSurfaceElement	0	
	IfcProfileFooting	0	
	IfcProfileSegment	0	
	IfcProfileOffset	0	
	IfcEnergyConversionDevice	0	
	IfcEnergyConversionDeviceType	0	
	IfcEnergyConversionDeviceProfile	0	

Name	Value
id	0
type	IfcBuildingElementProxy
isReferenced	True
isDiminished	False
isDeleted	False
isExported	True
isHidden	False
isLocked	False
isReadOnly	False
isUsedInModeling	True
isUsedInRendering	True
isUsedInSimulation	True
isUsedInStructuralAnalysis	True
isUsedInStructuralDesign	True
isUsedInStructuralVerification	True
isUsedInThermalSimulation	True
isUsedInWindSimulation	True
isUsedInAcousticSimulation	True
isUsedInLightSimulation	True
isUsedInEnergySimulation	True
isUsedInStructuralDesignCheck	True
isUsedInStructuralDesignCheckType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None

Name	Value
id	0
type	IfcBuildingElementProxy
isReferenced	True
isDiminished	False
isDeleted	False
isExported	True
isHidden	False
isLocked	False
isReadOnly	False
isUsedInModeling	True
isUsedInRendering	True
isUsedInSimulation	True
isUsedInStructuralAnalysis	True
isUsedInStructuralDesign	True
isUsedInStructuralVerification	True
isUsedInThermalSimulation	True
isUsedInWindSimulation	True
isUsedInAcousticSimulation	True
isUsedInLightSimulation	True
isUsedInEnergySimulation	True
isUsedInStructuralDesignCheck	True
isUsedInStructuralDesignCheckType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None

Name	Value
id	0
type	IfcBuildingElementProxy
isReferenced	True
isDiminished	False
isDeleted	False
isExported	True
isHidden	False
isLocked	False
isReadOnly	False
isUsedInModeling	True
isUsedInRendering	True
isUsedInSimulation	True
isUsedInStructuralAnalysis	True
isUsedInStructuralDesign	True
isUsedInStructuralVerification	True
isUsedInThermalSimulation	True
isUsedInWindSimulation	True
isUsedInAcousticSimulation	True
isUsedInLightSimulation	True
isUsedInEnergySimulation	True
isUsedInStructuralDesignCheck	True
isUsedInStructuralDesignCheckType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategory	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleType	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None
isUsedInStructuralDesignCheckRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRuleCategoryRule	None

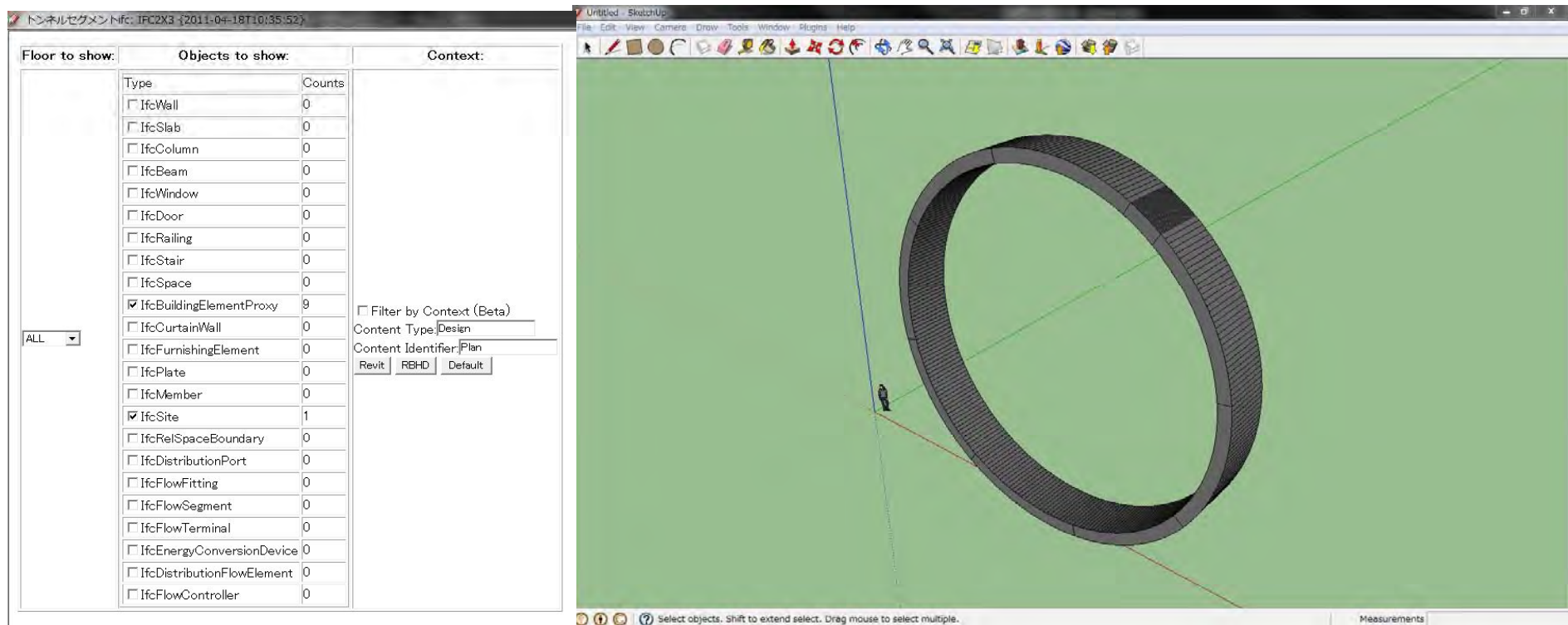
IFCによるデータ交換
RevitStructure → Google Sketchup

※注意 : Google SketchUp との連携

SketchUpのプラグイン

<http://www.ohyeahcad.com/ifc2skp/index.php>

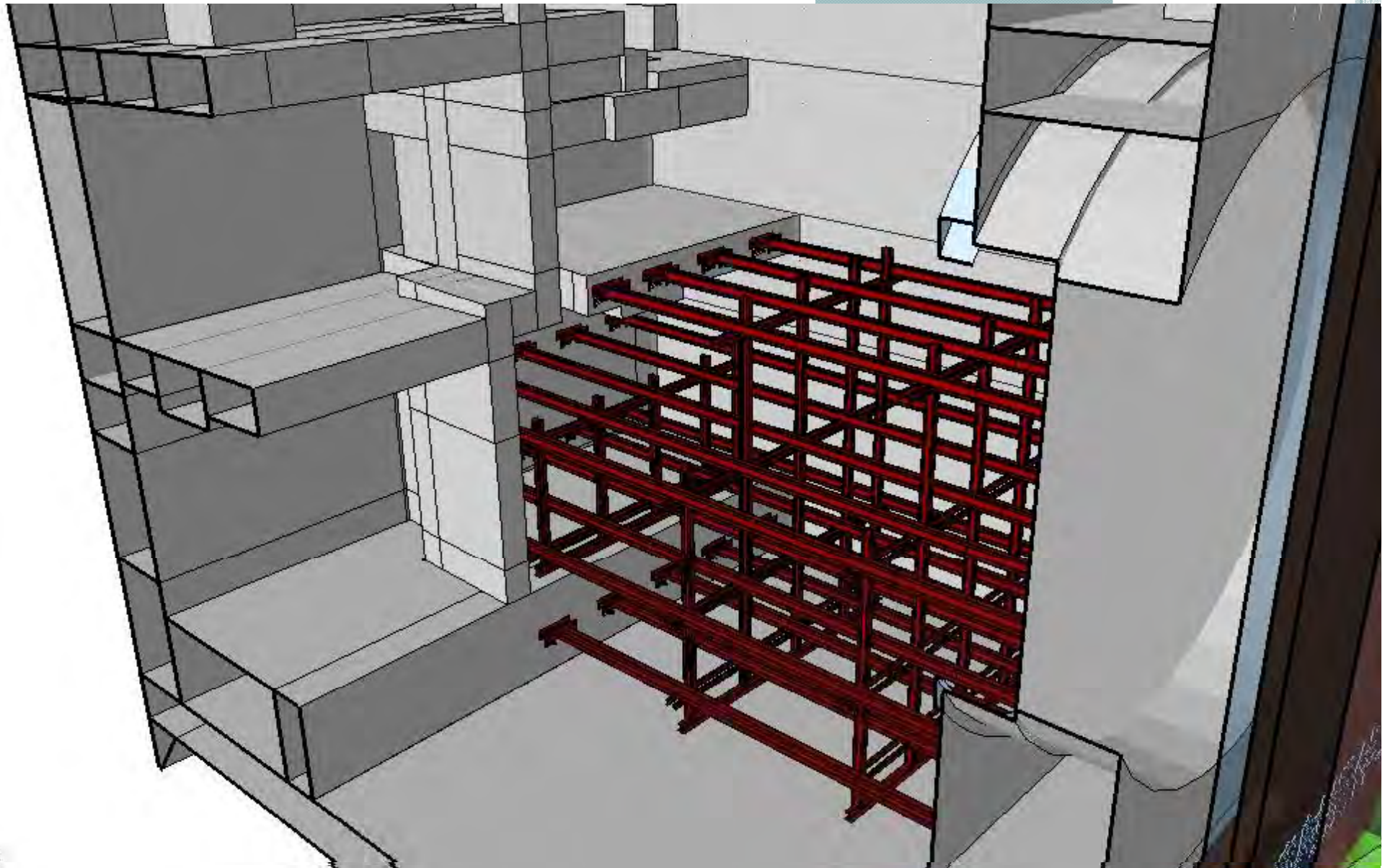
をインストールすることで、SketchUpでIFCの読み込みが可能



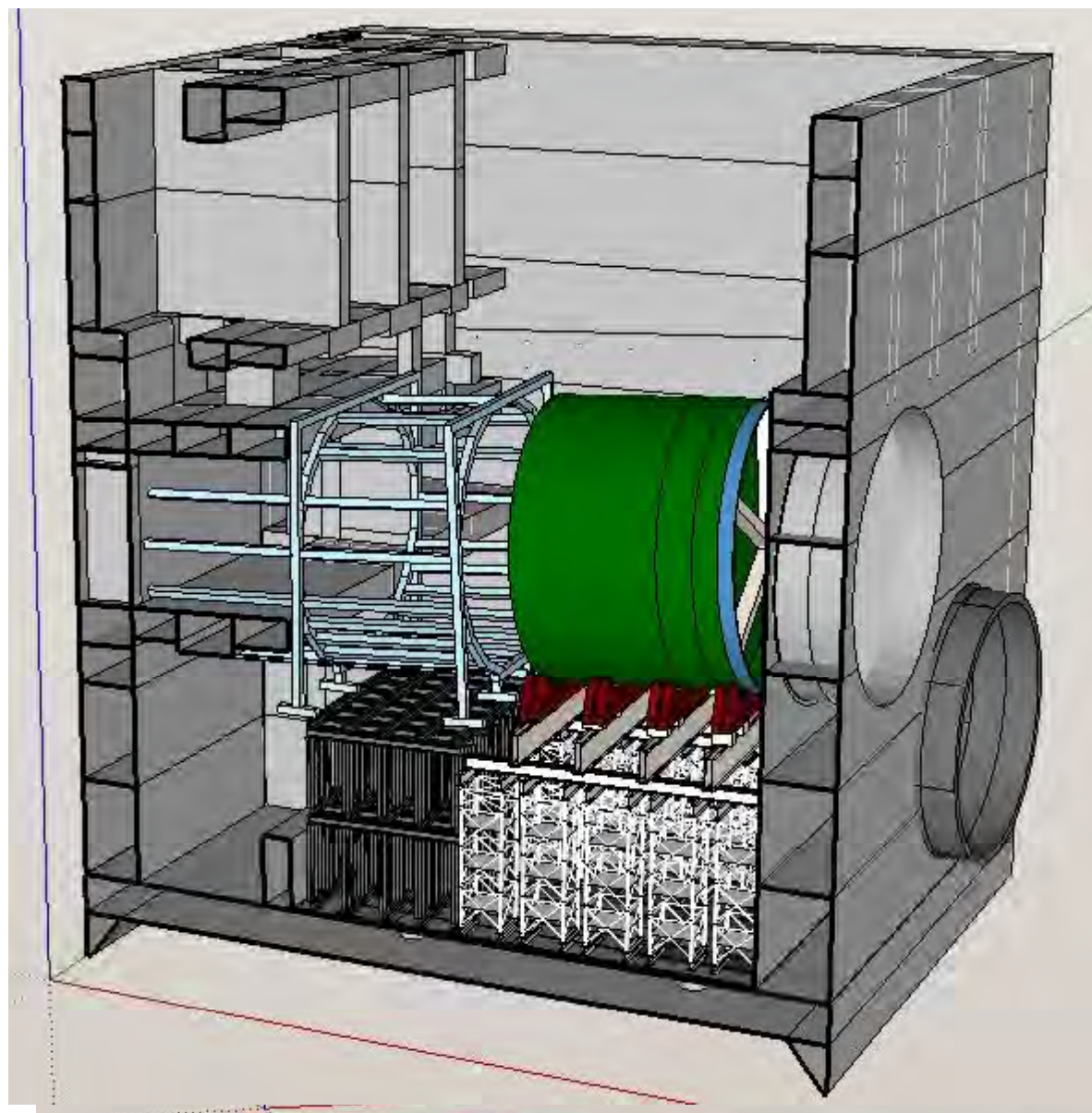


工事シミュレーション

立坑部仮設組み立て順序



シールドマシン折り返し（立坑部）



工程(出来高)管理への適用 (2/4)

The screenshot displays the Navisworks interface for a tunnel project simulation. The main view shows a 3D model of a tunnel structure. The TimeLiner window at the bottom provides a detailed schedule overview.

TimeLiner Schedule Data:

名前	ステータス	計画開始日	計画終了日	実際の開始日	実際の終了日
決 day18	N/A	N/A	N/A	2011/09/30	2011/10/01
決 day19	N/A	N/A	N/A	2011/10/01	2011/10/02
決 day20	N/A	N/A	N/A	2011/10/02	2011/10/03
決 day21	N/A	N/A	N/A	2011/10/03	2011/10/04
決 day22	N/A	N/A	N/A	2011/10/04	2011/10/05
決 day23	N/A	N/A	N/A	2011/10/05	2011/10/06
決 day24	N/A	N/A	N/A	2011/10/06	2011/10/07
決 day25	N/A	N/A	N/A	2011/10/07	2011/10/08
決 day26	N/A	N/A	N/A	2011/10/08	2011/10/09
決 day27	N/A	N/A	N/A	2011/10/09	2011/10/10
決 day28	N/A	N/A	N/A	2011/10/10	2011/10/11

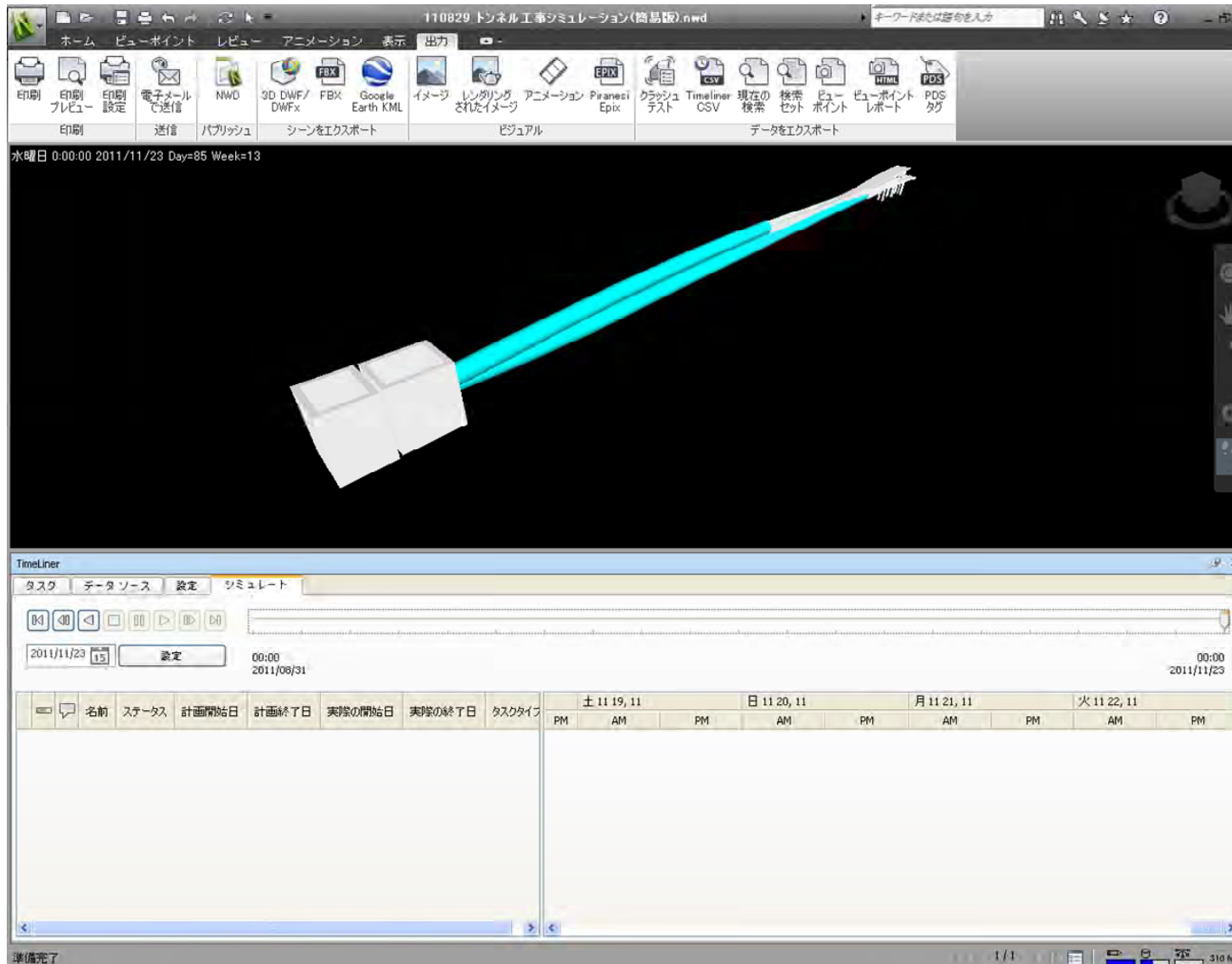
The Gantt chart visualizes these tasks across a timeline from late September to early November 2011, showing a sequential progression of tasks.

工程(出来高)管理への適用 (3/4)

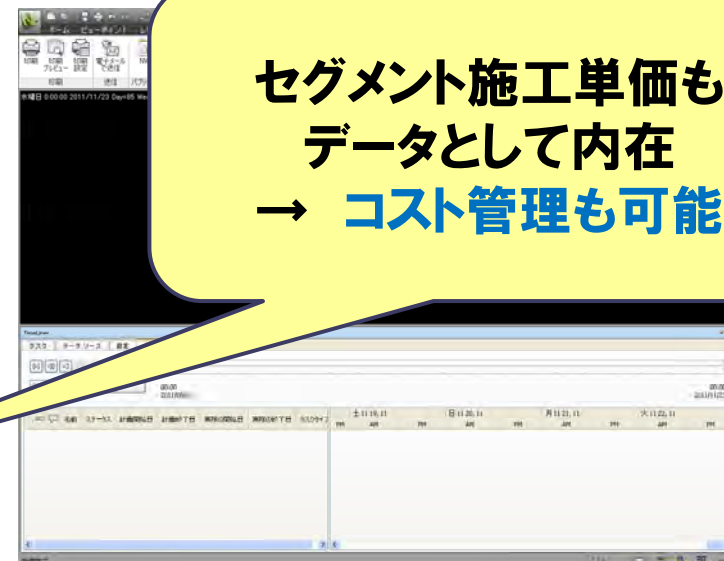
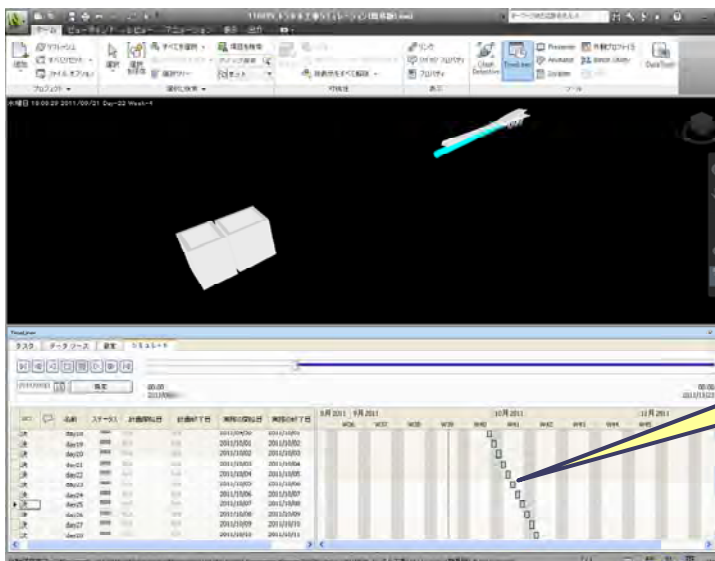
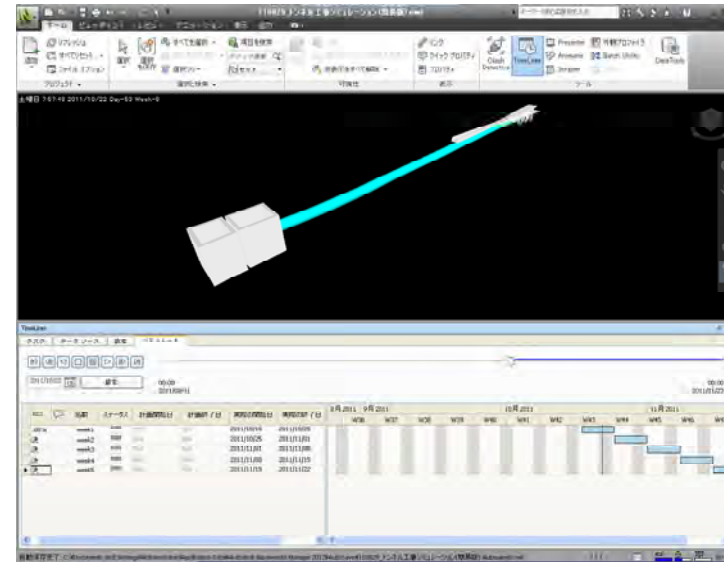
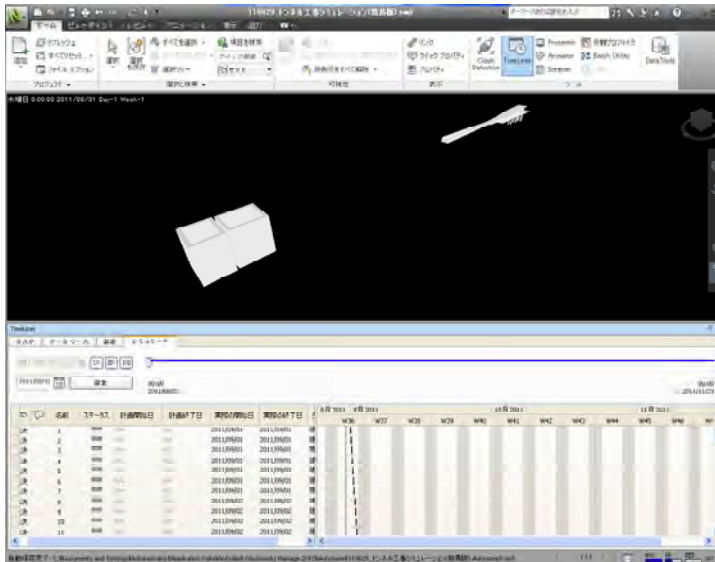
The screenshot displays the Autodesk Navisworks interface. The main window shows a 3D model of a tunnel construction project with a cyan-colored tunnel structure. The TimeLiner window is open, showing a Gantt chart for the project schedule. The Gantt chart displays tasks for weeks 1 through 5, with a current date of 2011/10/22. The status bar at the bottom indicates the file path and the current date.

名前	ステータス	計画開始日	計画終了日	実際の開始日	実際の終了日
week1	N/A	N/A	N/A	2011/10/18	2011/10/25
week2	N/A	N/A	N/A	2011/10/25	2011/11/01
week3	N/A	N/A	N/A	2011/11/01	2011/11/08
week4	N/A	N/A	N/A	2011/11/08	2011/11/15
week5	N/A	N/A	N/A	2011/11/15	2011/11/22

工程(出来高)管理への適用 (4/4)

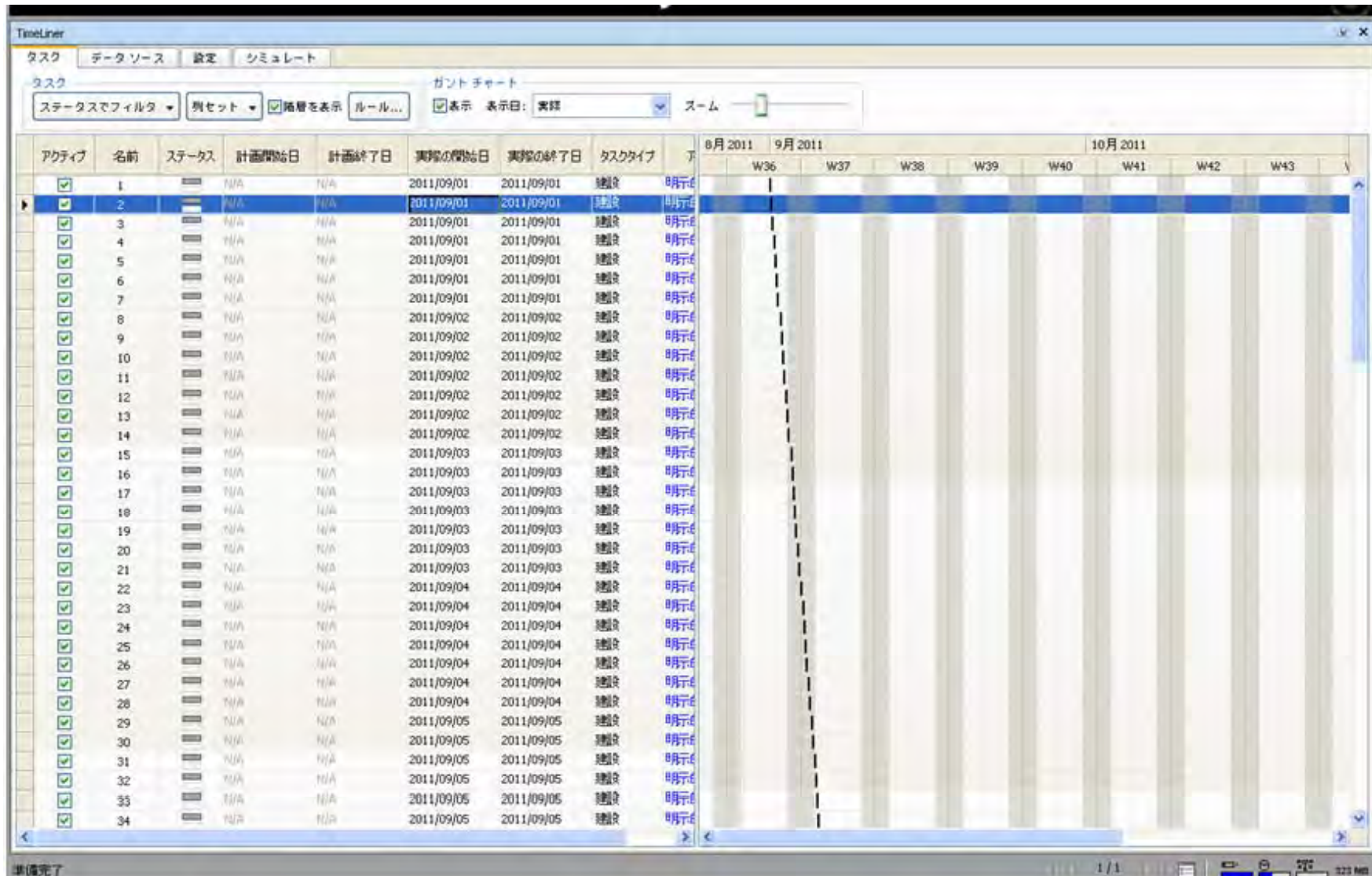


工程(出来高)管理への適用

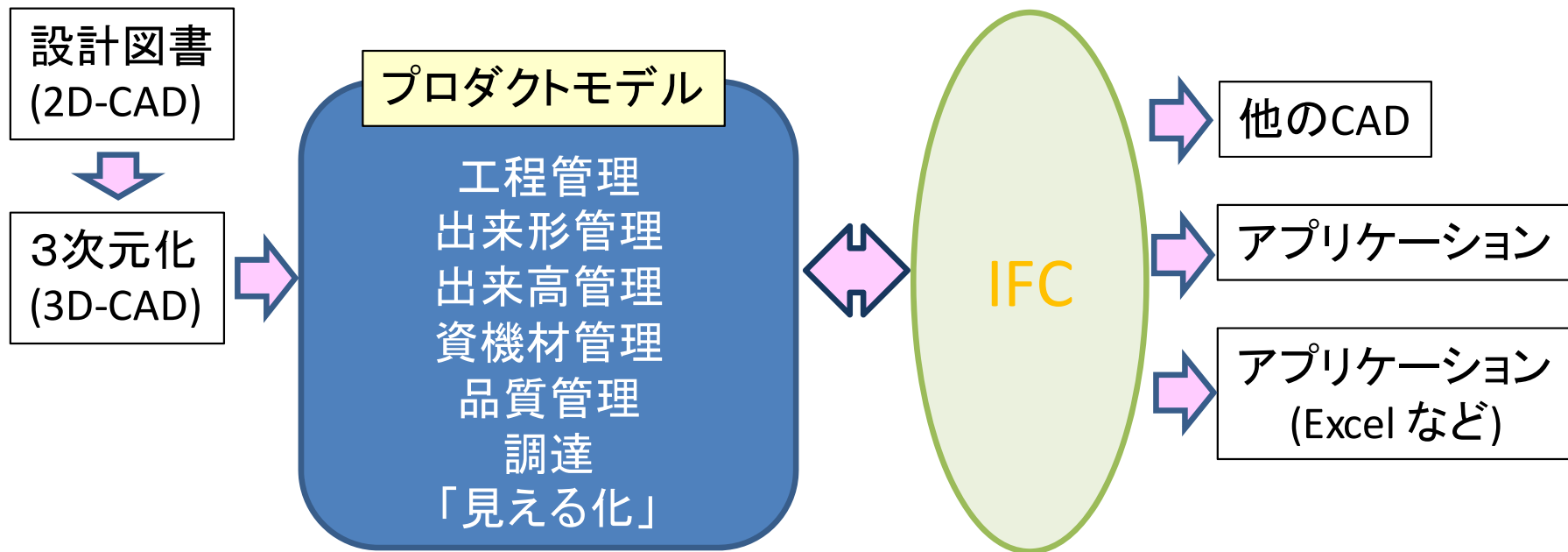


セグメント施工単価も
データとして内在
→ コスト管理も可能

XMLによるExcelでの工程出力



IFCシールドがもたらす機能



- IFCシールドを用いることにより, 必ずしもCADを用いて設計図書や施工状況を確認する必要はなくなる可能性
- 新しいプロダクトモデルのユースケースが生まれる可能性



3Dデータを基にしたGC

結 論

1. 工事シミュレーション

- 実施工程に基づき工程シミュレーションを実施
- ガントチャートだけでなくロケーションベース（線形座標ベースの工程管理も可能）

2. データ交換の有用性の確認

- 異なるアプリケーション間でのデータ交換の確認

3. スキーマ適用時の問題点の抽出

4. プロダクトモデルの現場施工での実用化の可能性の

確認

Presented by Dr. Furuya

Thank You !

