

---

## 3D・BIMによる生産合理化の展開

---

BIM&IDDS国際セミナー  
2013年11月1日

清水建設株式会社 技術研究所  
山崎 雄介

### 構成

---

1

1. 現状におけるBIMの適用状況
  2. 3D/BIMによる生産合理化の概念と  
CIB W78における取組み
  3. 建築プロジェクトにおける  
3D/BIMによる生産合理化の展開
  4. 建築生産合理化における今後のBIM活用の方向
-

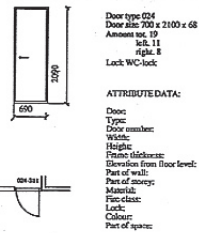
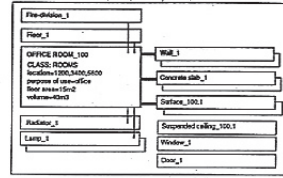
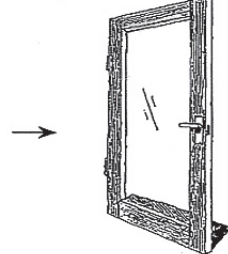
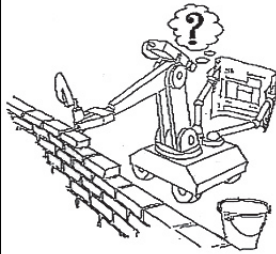
## プロダクトモデルの概念

2

2次元モデル

3次元モデル

プロダクトモデル



平面から立面が起こせない  
機械が解析して位置情報等を出せない

製品の形状がわかってても  
構造が理解できない

標準化された製品情報の記述  
人間にも機械にも解読できる

### Product Model と BIM の違いは？

Product Model : 人・機械系/ 製造・生産 のための情報モデル？

BIM : 人間/ 設計 のための情報モデル？

## プロダクトモデルによる工業化建築の記述

3

Building

System

Sub-system

Part

Detail

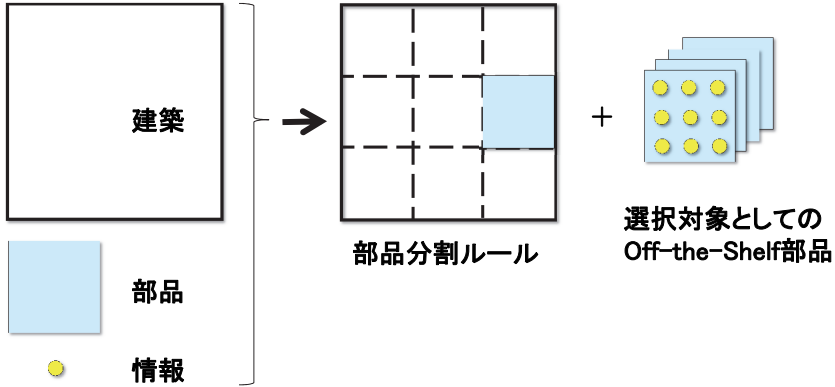
SLAB FIELD

HOLLOW CORE SLAB  
ID: slab 02.01  
Thickness: 395 mm  
Length: 8700 mm  
Bearing capacity: 4kN/m<sup>2</sup>  
REINFORCEMENT 01.074  
SLAB HOLE 01.023

## 従来の「部品」概念

4

### 設計行為と情報の確定プロセス



- (1) 「部品」はものとしてのまとまりが明解である。  
即ち、設計行為のどの段階でも部品は同じものである。
- (2) 「部品情報」は一方に提供されるだけのものである。  
従って、適切な選択を可能にする表示統一が問題になる。

出典) 松村秀一:「部品」概念を中心とした建築生産論、日本建築学会、第10回建築生産と管理技術シンポジウム,pp159-166

## 生産合理化を目指す建築生産システムの構成例

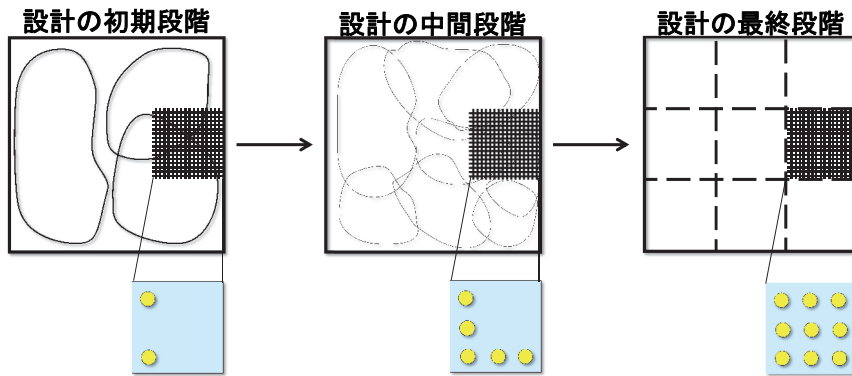
5



## 新たな「部品」概念

6

### 設計行為と情報の確定プロセス



- (1) 「部品」は「情報」のいれものであり、その「情報」の確定度は設計行為の段階によって違ってよい。従って「部品」は選ぶのではなく設計する感覚で使える。
- (2) 設計のどの段階で「部品」のどの「情報」を確定すべきかをシステムとして決めておくことが重要である。

出典) 松村秀一: 「部品」概念を中心とした建築生産論、日本建築学会、第10回建築生産と管理技術シンポジウム、pp159-166

## 全天候型自動化施工システム

7

工業化・機械化・自動化・情報化技術を融合した  
次世代型建築生産システム(CIC)のプロトタイプシステム

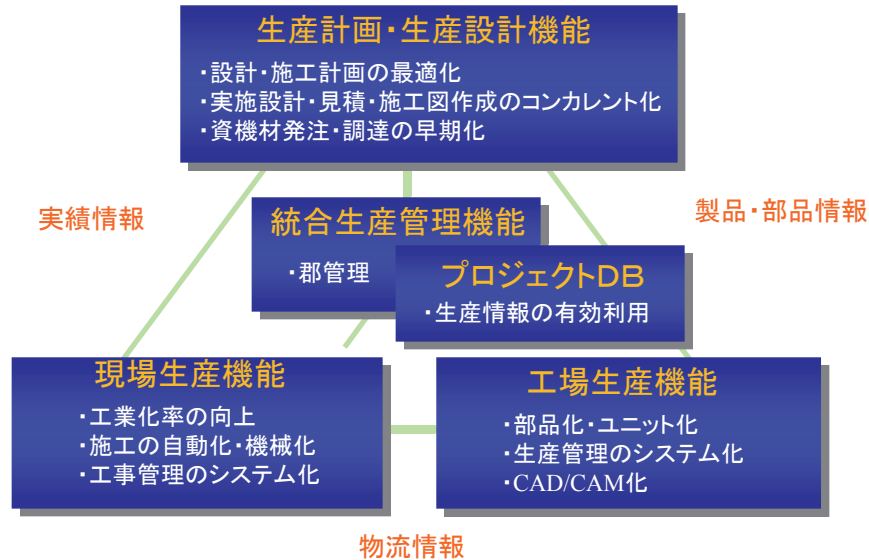


横浜日石ビルにおけるスマートシステムの適用(1994-1996)

## CICの概念モデルの構成

8

先進技術を活用するための建築生産機能の統合・分割の概念



## CIB W78におけるCICに関わる概念モデルの検討

9

### 1990 Computer Integrated Construction 2nd CIB W78+W74 Seminar, Tokyo(AIJ)

#### Remarkable Research Topics:

- Object-oriented CAD
- Object-oriented Project Planning
- Object-oriented Database

#### Remarks:

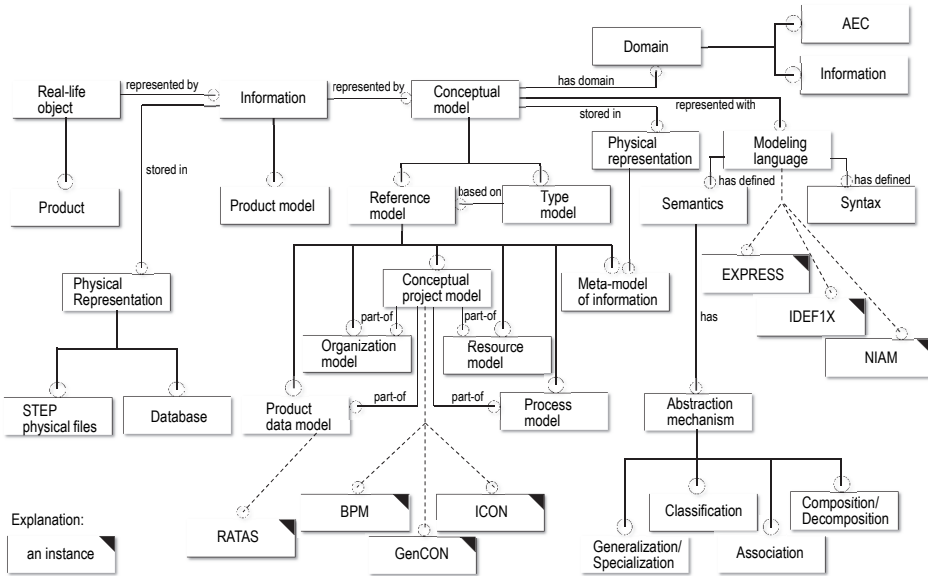
Many researches proposed specific conceptual models and approaches to CIC

### 1992 Models for Computer Integrated Construction CIB W78 Workshop, Helsinki, Espoo(VTT)

#### Discussion Topics:

- Information reference model for AEC
- CIC framework

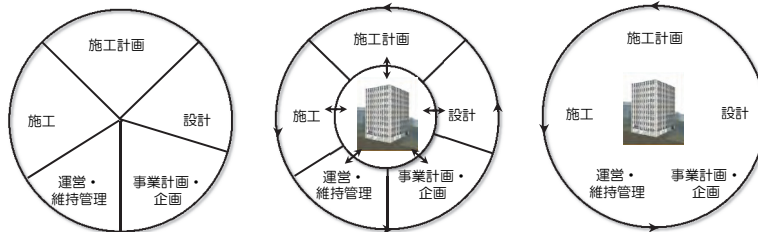
# 建築生産における概念モデルの構成に関する検討



Luiten, G. T., Froese, T.M, Björk. B. C., et al., "An information Reference Model for Architecture, Engineering and Construction", Management of Information Technology in Construction, in Singapore, World Scientific, Publishing Co. Pte, Ltd., 1993, pp 391-406.

# CIC のフレームワーク

## 自動化と統合化の選択肢と戦略



## 統合化の次元とレベル

	(1) Low integration	(2)	(3)	(4)	(5) High integration
Who?	Individuals	Depts.	Entire Org., Firm	Whole Project Life Cycle	Entire industry
What?	Data	Models	Knowledge	Goals	All Project Information
When?	Islands of Automation	Multiple Apps in one Discipline and Phase	Multiple Apps from several Disciplines in one Phase	Multiple Apps from several Disciplines in and Phases	All Apps in Project Delivery Process
Why?	Survive, Stay in Business	Increase Profit	Increase Market Share	Enter New Market	Create New Market

Fisher, M., Betts, M., et al., "Goals, Dimensions, and Approaches for Computer Integrated Construction", Management of Information Technology in Construction, in Singapore, World Scientific, Publishing Co. Pte, Ltd., 1993, pp 421-433.

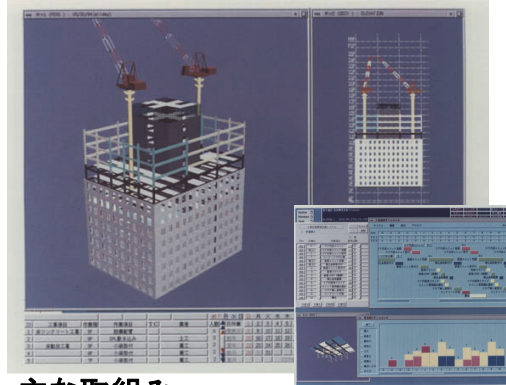
## 海老名プライムタワー（1992-1995）

12

### 3次元施工計画シミュレーションシステムの開発・適用



RCコアウォール+ 外周鉄骨フレーム



#### 主な取組み:

- 自社開発の3D CADによる部材構成及び施工プロセスのデータモデル化
- 複合化構工法における作業計画作成に利用可能な3次元施工計画シミュレーションシステムの構築

## 横浜港国際客船ターミナル(2002)

13

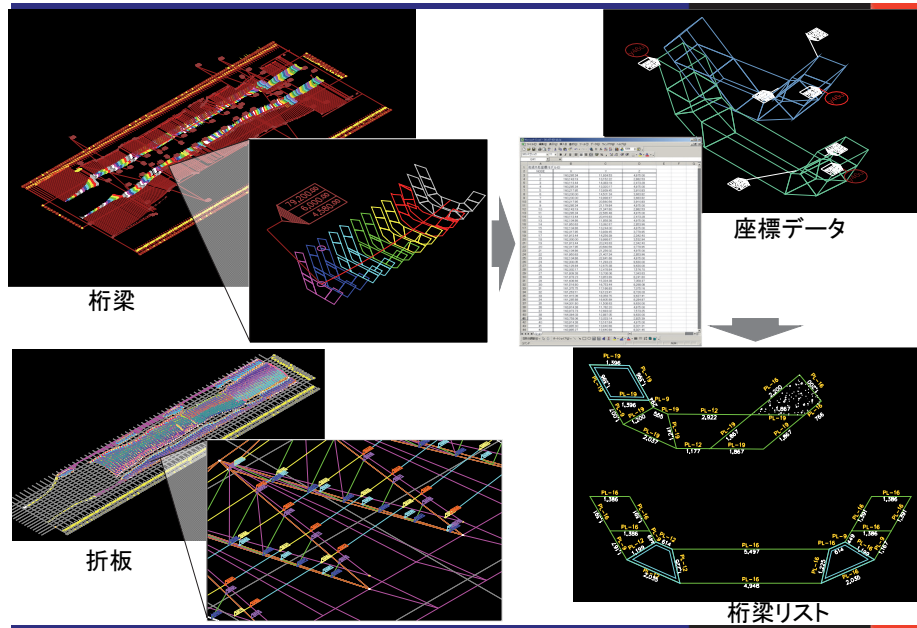
### 3Dを活用した複雑形状施設対応の柔らかな生産システムの構築



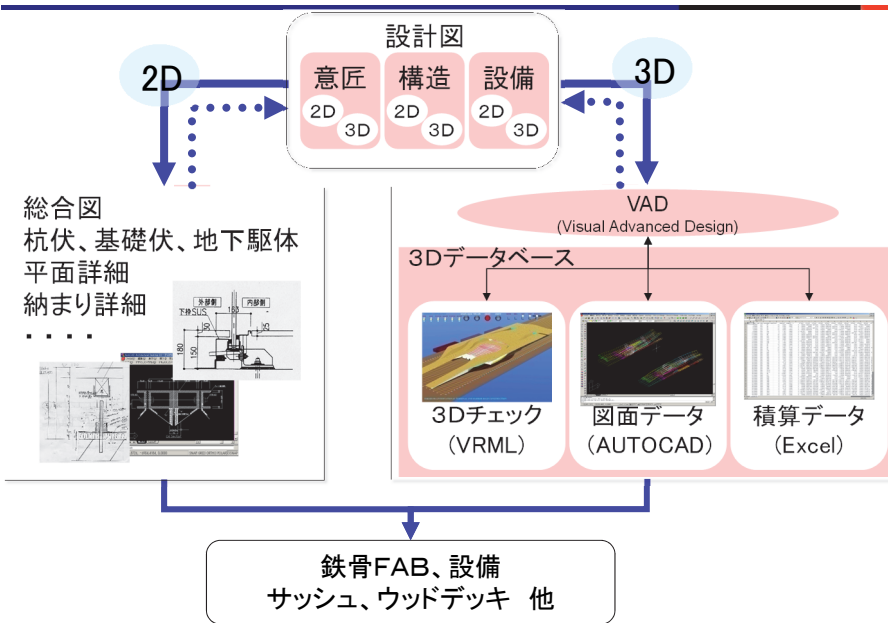
#### 主な取組み:

- 複雑形状施設の3Dモデルの作成
- 複雑形状施設における3Dモデルを活用した生産設計及び施工計画の展開
- 施工プロセスを反映した構造解析（施工時解析）にもとづく施工法の検討
- 3次元計測システムの活用

# 3D データモデルの構築

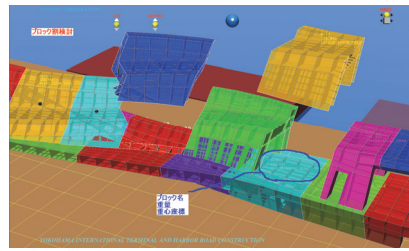
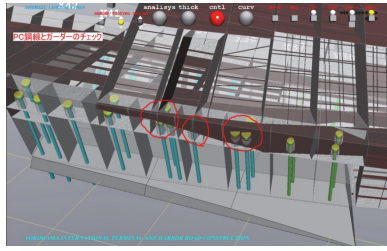


# 3Dモデルによる生産設計及び施工計画

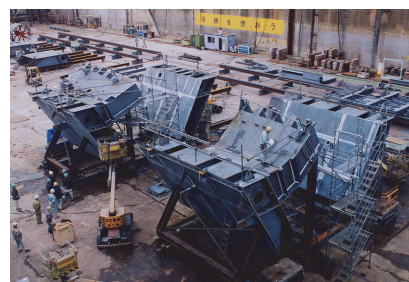




# 施工性にもとづく部材の納まり・ブロック割検討

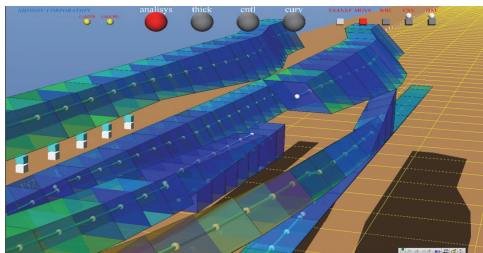


基礎定着部の納まり検討

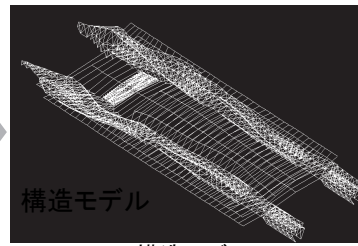


ブロック割検討

# 施工プロセスを反映した構造解析にもとづく折板の施工 17



3D データ

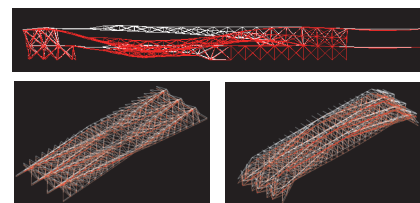


構造モデル

構造モデル

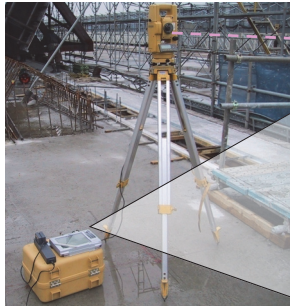


セッティングビームを利用した折板の無支柱施工

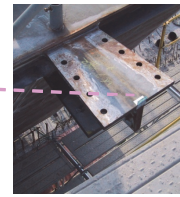
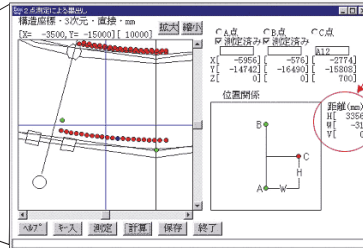


施工手順を反映した構造解析  
(上:桁梁、下:折板)

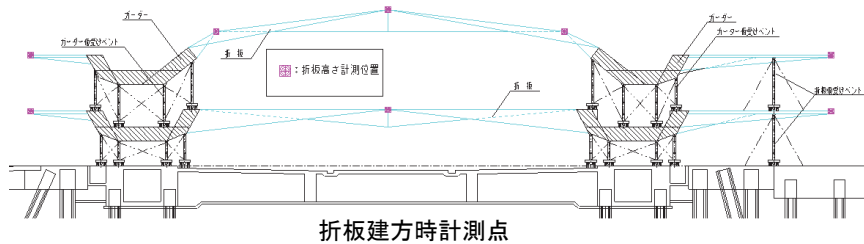
トータルステーション



視準角度  
距離  
光波

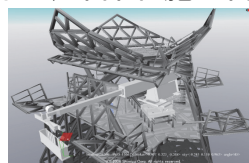


ターゲット



## 東京モード学園コクーンタワー(2006-2008)

3Dシステムによる生産計画・施工計画の見える化の推進



### 主な取組み:

#### - 施工図

3Dシステムによる特殊形状建築の納め方  
(施工図、製作図の作成と干渉、納りチェック 等)

#### - 施工計画

合理的で独創性あふれる施工計画  
(5日/1フロアーを実現する施工サイクルの確立 等)

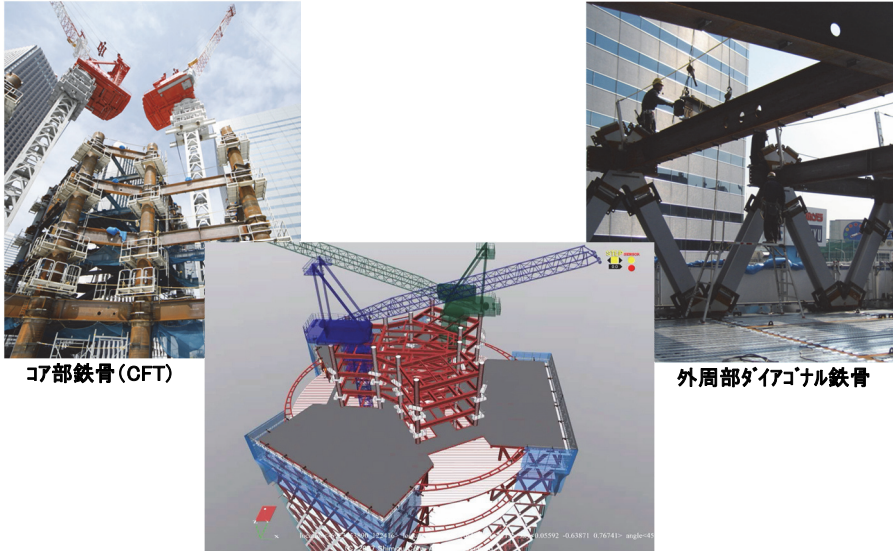
#### - 発注・調達

新しい発注調達方法の工夫  
(海外調達・コンテナ輸送を可能にした外装ユニットカーテンウォールの標準化 等)

## 鉄骨建方計画の見える化

20

### 3Dシステムによる特殊形状高層建築の施工計画シミュレーション



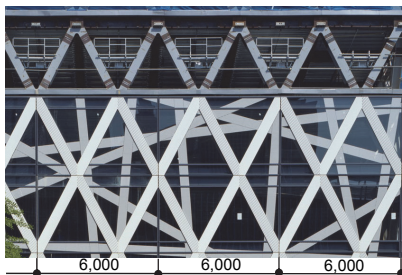
コア部鉄骨 (CFT)

外周部ダイアゴナル鉄骨

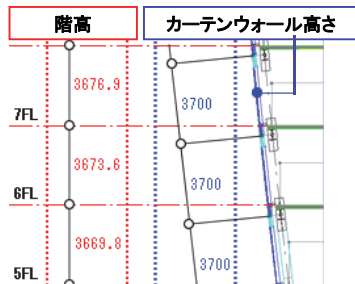
5日/1フロアーを実現する施工サイクルの確立

## 外装カーテンウォールの標準化・ユニット化

21



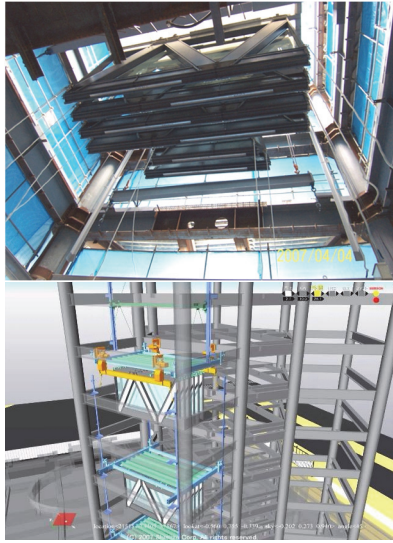
カーテンウォール部材のコンテナによる搬入



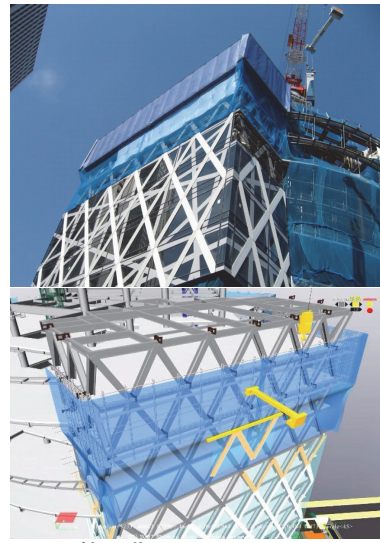
ユニット・カーテンウォールの標準化



地下サイトファクトリーにおける部材の連結



ELVシャフトを利用したカーテンウォールの  
垂直揚重システム



楕円曲面下での取り付け  
ランサー(吊地具)を利用し躯体工事の  
3フロア下で取付け

ハイブリッド構造における高効率な設計施工の実現



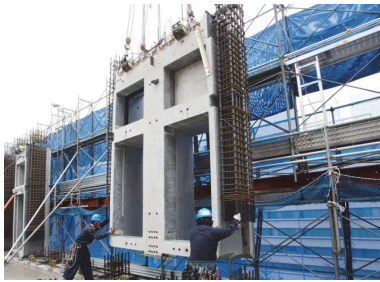
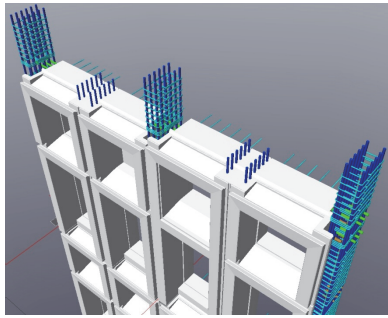
RC コアウォール+ ハイブリッド・ペリメーターフレーム



主な取組み:

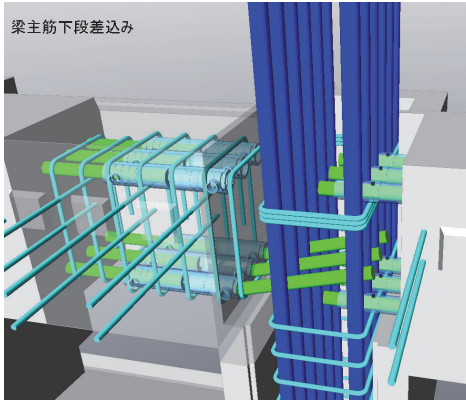
- 市販BIMツールを利用した  
施工計画の展開
- 施工プロセスシミュレーション  
における精度向上(リアル  
タイムシミュレーション)
- 施工プロセスシミュレーションと  
施工モニタリングの連携

## 施工手順を考慮した鉄筋納まり・ジョイント方法の検討 24



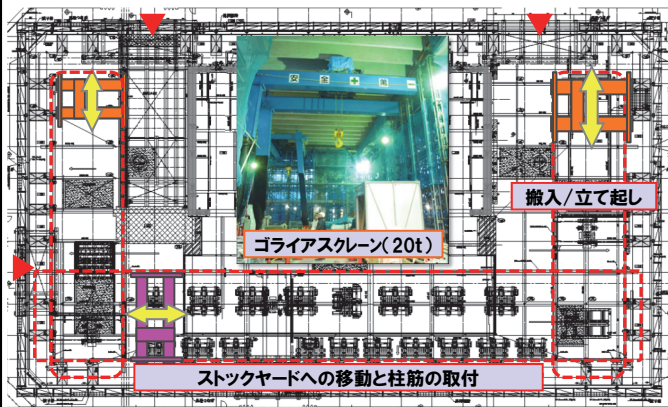
### 施工手順の検証

梁主筋下段差込み

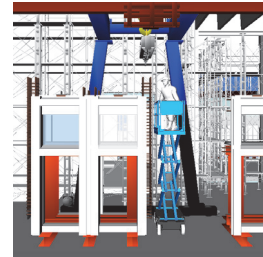
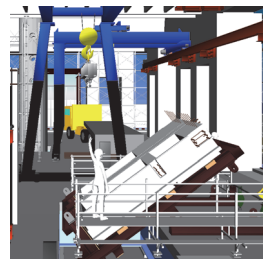


## 1階 搬入・ストック・取付けヤードの計画 25

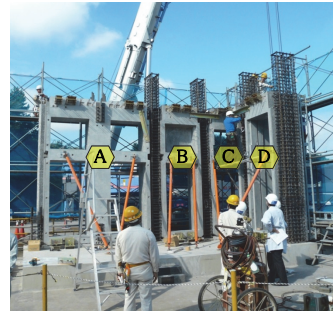
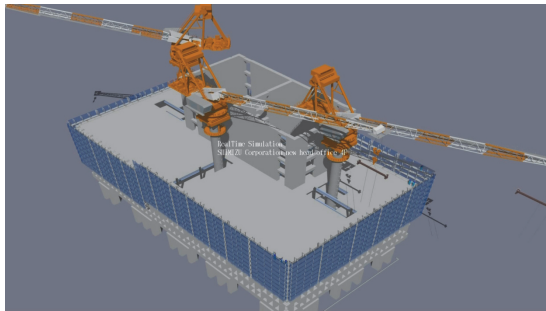
限られたスペースにおけるPC板のハンドリングの検証



1階 搬入・ストック・取付けヤードのレイアウト

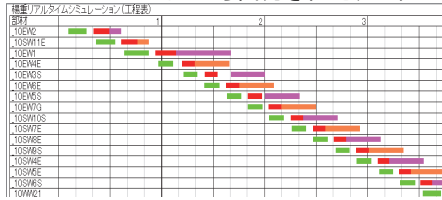


# 施工プロセスシミュレーション



標準作業時間の設定にもとづく  
リアルタイムシミュレーション

シミュレーションから出力されたデータ

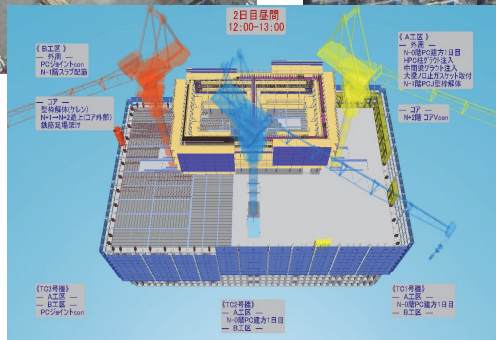
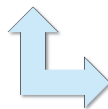


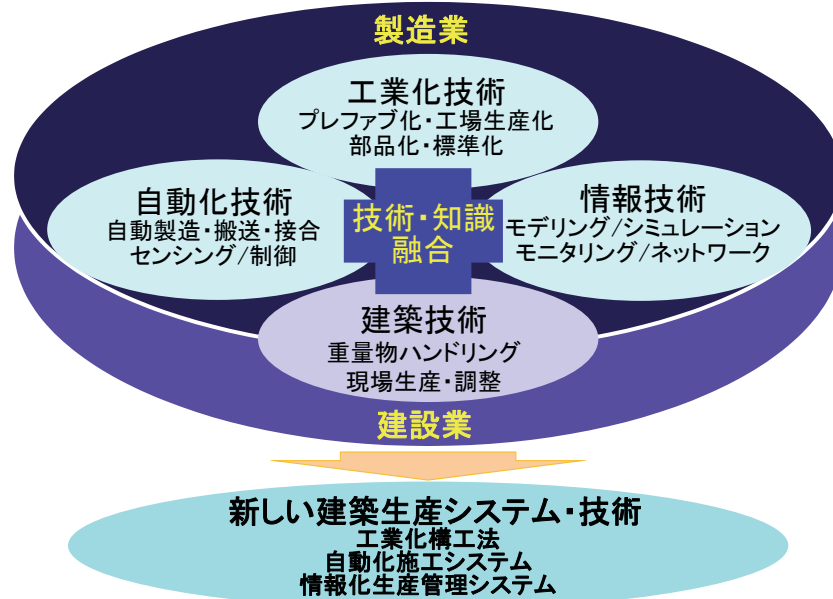
	A板	B板	C板	D板
玉掛開始	10:00	11:09	10:43	
地切り作業開始	13:24	10:02	11:11	10:45
揚重開始	13:26	10:06	11:12	10:49
待機			11:38	
上空一旦停止		10:08	11:39	10:52
1m手前一旦停止	13:29	10:10	11:43	
着地	13:38	10:12	11:46	
大作業	13:50			
	13:55			
サポート取付	13:59	10:18	11:46	10:59
フック解放	14:03	10:27	11:28	11:04
デジタル作業時間	39分	27分	30分	31分

実大モックアップによる作業時間測定

# 施工計画と施工モニタリングの比較

施工計画と実画像を比較し、原因を分析し現場にフィードバック





国連ヨーロッパ経済委員会による定義 (1959年)

- (i) 需要の安定した流れをも意味する  
生産の連続性
- (ii) 生産物の標準化
- (iii) 全生産プロセスの各段階の統合
- (iv) 作業の高度な組織化
- (v) 手作業に変わる可能な限りの機械化
- (vi) 生産と密着した研究および組織的実験

BIMのみで建築生産の合理化が実現できるわけではないが、以下の方向での活用を検討する価値はある。

- **建築生産機能のコラボレーション環境の高度化**  
生産方式及び発注調達方式高度化ツールとしてのBIMの活用
- **建築生産の自動化・統合化に向けた技術融合・知識融合の推進**  
技術・知識融合のツールとしてのBIMの活用方法の検討
- **建築生産合理化を目指した研究・技術開発の推進**  
BIMを活用したCICに関わる基礎的研究及び組織的実験の継続

- 1) Björk, B. C.(1989). A Scenario for the Development and Implementation of a Building Product Model Standard, Advances in Engineering Software, 1989
- 2) Yamazaki, Y.(1990), "Integrated Design and Construction Planning System for Computer Integrated Construction", 2nd CIB W78+w74 Seminar of Computer Integrated Construction Tokyo, 1990, pp 89-94.
- 3) Ito, K., Law, K. H. and Levitt R. E.(1990), PMAP: Object-oriented Project Model for A/E/C Process with Multiple Views, The 2nd CIB w78+w74 Seminar, Tokyo, 1990, pp 75-80.
- 4) Froese, T.(1992), Integrated Computer-Aided Project Management Through Standard Object-Oriented Models, CIFE Technical Report, 1992
- 5) Björk, B. C.(1992), "A Conceptual Model of Spaces, Space Boundaries and Enclosing Structure", Automation in Construction, Vol. 2, Elsevier Science Publisher, 1992, pp 1-21.
- 6) Eastman, C. M.(1993), "Lifecycle Requirements for Building Product Models", Management of Information Technology in Construction, in Singapore, World Scientific, Publishing Co. Pte. Ltd., 1993, pp 369-390.
- 7) Luiten, G. T., Froese, T.M, Björk, B. C., et al.(1993), "An information Reference Model for Architecture, Engineering and Construction", Management of Information Technology in Construction, in Singapore, World Scientific, Publishing Co. Pte. Ltd., 1993, pp 391-406.
- 8) Miyatake, Y., Yamazaki, Y. and Kangari, R.(1993), SMART System Project : A Strategy for Management of Information and Automation Technology in Computer Integrated Construction, CIB W78, 1st Congress on Management of Information Technology for Construction, pp.407-420, 1992
- 9) Fisher, M., Betts, M., Hannus, M., Yamazaki, Y., and Lathinen, Y.(1993), "Goals, Dimensions, and Approaches for Computer Integrated Construction", Management of Information Technology in Construction, in Singapore, World Scientific, Publishing Co. Pte. Ltd., 1993, pp 421-433.
- 10) Yamazaki, Y.(1995), An Integrated construction Planning System using Object-oriented Product and Process Models, Construction Management and Economics, Vol.13, pp.417-426, E. & F. N Spon, 1995
- 11) The Economic Commission for Europe United Nations(1959), Government policies and the cost of building prepared by the secretariat of the Economic Commission for Europe United Nations, 1959
- 12) Yamazaki, Y. and Ueda, Y.(2003), Technology and Knowledge Fusions toward Construction innovation, Knowledge Construction, CIB W55, W65 and W107, National Singapore University, 2003
- 13) 松村秀一:「部品」概念を中心とした建築生産論, 日本建築学会, 第10回建築生産と管理技術シンポジウム, pp. 159-166, 1994年7月
- 14) 山崎雄介, 米田雅子:建築生産変革の視点 第5回 透明な意思決定プロセスをめざす情報化への動き, 建築の技術 施工, No.353, pp56-63, 1994年1月
- 15) 山崎雄介, 米田雅子:建築生産変革の視点 第9回, 脱工業化時代の建築プロダクト変革の二つの方向, 建築の技術 施工, No.361, pp71-78, 1995年11月
- 16) 山崎雄介, 内山義次:3次元CADによる協調設計と施工計画, 建築の雑誌 施工, pp56-63, 1996年8月
- 17) 山崎雄介:生産計画で施工のノウハウを設計に反映する, 建築技術, 1998・6月号, pp150-155, 1998年6月
- 18) 山崎雄介, 田淵統:情報化による生産合理化の展開, 建築技術, 2010年2月
- 19) 田淵統:清水建設の建築施工におけるBIMの活用について, 建築コスト研究, 2010 WINTER, p p34-38, 2010年
- 20) 平林裕治, 吉原裕之, 田淵統:BIMを活用した建築施工の現状について, 建設マネジメント技術, pp23-29, 2012年8月