

# VE等施工改善事例発表会 資料

2016年度

一般社団法人 日本建設業連合会  
建築制度委員会 契約部会  
技術提案制度専門部会

## はじめに

2014年6月に、「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が改正され、建設工事に従事する担い手を中長期的に育成・確保することが謳われ、建設業全体で技能労働者および技術者の労働環境を改善し、魅力ある産業へと成長していく努力を始めました。日建連が今年4月に発表した「建築工事適正工期算定プログラム」は、発注者に工事の適正な時間を確保してもらうことにより、労働環境を改善することができると期待されています。

また、人材確保と並ぶ対策の柱として生産性の向上が掲げられました。建設業界としては、東日本大震災の復興需要や当面の東京オリンピックに伴う諸施設の整備に向けて、生産性の向上、工期短縮への対応を求められています。

当初この「VE発表会」は、建設業におけるVEの普及を目的としたものでした。しかし、建設業を取り巻くこのような環境の変化を受け、第14回（2010年度）からは「VE等施工改善事例発表会」として対象をVE事例だけでなく、施工改善事例から研究開発成果にまで広げました。また、発表会を会員各社の技術力向上の場に留めるだけでなく、建設業の技術力を発信する格好の機会と捉え、発注者、設計者、建物所有者、教育関係者等の皆様への参加呼びかけ、HPへの事例掲載等を実施しています。

これらの情報発信を通じて、物造りの魅力を伝えていき、建設業界の担い手が一人でも多くなることを期待しております。

本年は会員各社から17の事例を発表いたします。今回はこの内の4事例が工期短縮、7事例が施工の合理化に関する内容となっており、最前線の現場での生産性向上に向けた努力を感じていただけるかと思えます。また、昨年につき現場の環境改善に関する事例もあり、魅力ある産業への意識の高まりが感じられます。

最後になりますが、業務多忙の中、原稿を執筆していただいた発表者の皆様、ありがとうございました。心より御礼申し上げます。

2016年11月

技術提案制度専門部会主査

加藤 亮一

## VE等施工改善事例発表会について

### ◇開催の趣旨

VE等施工改善事例発表会は、技術提案専門部会に参画している委員各社が実際の建設プロジェクトで成果を挙げたVE提案等による施工改善の実績を広く公表することで、ご来場いただきました方々の技術提案力向上はもとより、建設産業の活力とノウハウを高め、価値ある社会資本の提供に寄与することを目的としています。

### ◇事例の選定

施工段階におけるVE・改善提案は、それぞれの建設プロジェクトにおいて既に顕在化している課題、あるいは現実化する可能性が高い問題の解決のために実施されます。

VE等施工改善事例発表会では、これらの取組みに有効な事例を提供するため、「身近な事例」「汎用性のある事例」「真のVE事例」および「改善効果の高い事例」を募集し、とくに施工段階における工事目的物や仮設の合理化・変更の内容とその効果、施工あるいは管理手順の見直し等の内容とその効果が、具体的でわかり易いことを重視して選定しました。

### ◇本書の構成

本書では、選定した17事例を、東京会場、大阪会場、また、今年度から開催する福岡会場でそれぞれに分け、グループの中では事例の主題となる工種に着目し、一般的な建築工事進捗の順番で掲載しています。

それぞれの事例には発表本文（詳細説明）の前に、発表の要点として「狙い」「目的」「問題点・背景」「改善概要」「改善による効果（Q・C・D・S・E）」を簡潔にまとめた概要書（表紙）をつけています。発表本文そのものも、可能な限り概要書に記載した内容に沿って作成していますので、概要書を一読した上で本文にあたることで、発表内容の理解を深めていただくことが容易になります。

## VE等施工改善事例発表会資料

### 目 次

はじめに

VE等施工改善事例発表会について

発表事例

1. 大屋根施工におけるトラベリング工法のローコスト化・・・・・・・・・・・・・・・・ 1  
(株)竹中工務店 阿部 壮一郎
2. 立体的な曲面を持つRC構造物の施工事例・・・・・・・・・・・・・・・・ 9  
(株)大林組 奥田 崇
3. 繁華街におけるCW取付施工の品質と安全の確保・・・・・・・・・・・・・・・・ 17  
清水建設(株) 石井 健広
4. 木構造軸組工法による学校施設の施工方法・・・・・・・・・・・・・・・・ 25  
西松建設(株) 小原澤 義久
5. アリーナ建築における施工の合理化・・・・・・・・・・・・・・・・ 39  
佐藤工業(株) 辻 和快
6. 耐震改修工事における床下面の増厚施工の合理化・・・・・・・・・・・・・・・・ 49  
(株)浅沼組 野村 浩平
7. 免震装置上部基礎のサイトPCa化による施工改善・・・・・・・・・・・・・・・・ 59  
(株)熊谷組 中村 幹
8. モックアップ作成によるアール形状梁の組立て精度確保・・・・・・・・・・・・ 65  
日本国土開発(株) 中道 幸伯
9. アリーナ大空間鉄骨建方の省力化・・・・・・・・・・・・・・・・ 73  
(株)フジタ 五十嵐 靖
10. ノロ流出の無い梁打継工法の確立・・・・・・・・・・・・・・・・ 81  
前田建設工業(株) 福光 哲郎
11. プレキャストで設計された換気塔の工期短縮・・・・・・・・・・・・・・・・ 93  
大成建設(株) 森山 毅子彦
12. 急傾斜地での高層マンション施工の合理化・・・・・・・・・・・・・・・・ 103  
東急建設(株) 中原 健介
13. 屋上防水層撤去時における下層階への漏水センサーの設置・・・・・・・・・・・・ 109  
共立建設(株) 佐藤 芳博
14. 物流倉庫における生産性向上の取り組み・・・・・・・・・・・・・・・・ 115  
戸田建設(株) 和佐 智史
15. 未来を変える『魅せる現場』への取り組み・・・・・・・・・・・・・・・・ 123  
鹿島建設(株) 朝妻 秀雄

16. 鋼製型枠の利用による盛土工事の工程短縮・・・・・・・・・・・・・・・・・・131

五洋建設(株) 加藤 俊介

17. アリーナ屋根鉄骨の組立工法の改善と段床のPCa化による工期短縮・・・・・・・・・・137

(株)鴻池組 小野 孝

専門部会の活動の経緯

# 1. 大屋根施工におけるトラベリング工法のローコスト化

社名: (株)竹中工務店

氏名: 阿部 壮一郎

## 事例概要

| 項目  | 内容   |
|---|--|
| 1. 工事概要                                       |  |
| (1) 工事名称                                      | ニトリモール枚方新築工事新築工事   |
| (2) 規模(延床面積、階数)                               | 延床面積: 73, 254㎡、地上3階、塔屋1階   |
| (3) 用途  | 集合店舗   |
| (4) 主要構造                                      | S造   |
| (5) 建設地                                       | 大阪府枚方市   |
| (6) 施工期間                                      | 2014年10月～2016年2月   |
| (7) 工事費                                       | —  |
| (8) 設計者                                       | (株)竹中工務店   |
| 2. 改善概要                                       |  |
| (1) 問題点・背景<br>(施工上あるいは従来工法の<br>問題・課題など改善前の状況) | <ul style="list-style-type: none"> <li>メインエントランス部に配置された4層吹き抜け上部の大屋根を、高所作業を少なくし安全、かつ精度よく設置する必要があったが、コストが大きい特殊工法は採用できなかったため、ローコスト化への取り組みが必須であった。</li> </ul>  |
| (2) 改善の目的                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>大型商業施設エントランス部の吹き抜け上部にある大屋根の構築を、安全に、精度よく、在来工法と同等レベルのコストで行う。</li> </ul>   |
| (3) 改善概要                                      | <p>トラベリング工法を採用し、下記の改善を図った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>軌条桁本数の配置を精査し削減した。</li> <li>牽引の簡略化を図り、油圧ユニットの手動操作を行った。</li> <li>付帯仮設費の削減を図り、最終仕上げまでRF 床上で完成させた。</li> <li>汎用品による軌条桁の構築を行った。</li> <li>大屋根支持鉄骨の納まりを工夫し、施工誤差の吸収を可能とした。</li> </ul>   |
| (4) 改善による効果                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Q(品質) <ul style="list-style-type: none"> <li>不整形な形状の大屋根を、当初目標の取付精度の通り設置できた。</li> </ul> </li> <li>C(コスト) <ul style="list-style-type: none"> <li>在来工法(総足場工法)と同等のコストにて、トラベリング工法を実施できた。</li> </ul> </li> <li>D(工期) <ul style="list-style-type: none"> <li>足場設置・解体期間の削減と屋根組施工と屋根下部の並行施工により大幅な工期短縮が可能となった。(在来工法より約1.5か月短縮)</li> </ul> </li> <li>S(安全) <ul style="list-style-type: none"> <li>安定した作業床での作業が可能であり、高所作業を最小限とした。</li> </ul> </li> <li>E(環境) <ul style="list-style-type: none"> <li>仮設数量の減により、設置解体や運搬に関わる大気環境への負荷を低減した。</li> </ul> </li> <li>その他の効果 <ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul> </li> </ul> |

# 大屋根施工におけるトラベリング工法のローコスト化

株式会社 竹中工務店 大阪本店  
阿部 壮一郎

## 1. 序論

近年、大型商業施設において集客効果を狙った、意匠性の高い大胆な設計が増加の傾向にある。もりのみやキューズモールで採用されたエアトラック、エキスポ CITYで採用された大観覧車等のオブジェクトはその代表例である。

このように大型で意匠性の高いオブジェクトを施工する際は、在来施工の他に移動化特殊施工やユニット化を取り入れることで施工性や安全性の向上、工期の短縮を図ることが多い。しかし、施工単価の低くなりがちな商業施設では、施工時に高コストとなりやすい移動化特殊施工を積極的に選択することが困難である。

ニトリモール枚方新築工事はメインエントランスの4層吹き抜け上部に意匠性の高い大屋根を採用しているが、今回移動化特殊施工のローコスト化を図り、施工品質と安全性の高い施工方法を実施したので、以下にその報告をする。

## 2. 本論

本件の工事概要と大屋根の概要は下記の通りである（写真1,2参照）。

### 2.1 工事概要

工事名称 (仮称) ニトリモール枚方新築工事  
建築主 株式会社 ニトリホールディングス  
用途 集合店舗  
設計施工 当社  
建築面積 27,566.97m<sup>2</sup>  
延床面積 73,254.28m<sup>2</sup>  
階数 地上3階、塔屋1階  
構造種別 S造  
建物高さ 17.9m (大屋根高さ17m)  
工期 2014年10月23日～2016年2月29日  
大屋根面積 1,233m<sup>2</sup>(最長巾46.5m×長さ40.4m)  
大屋根防水仕様 シート防水  
(デッキ防水シェアーフ)



写真1 完成予想パース



写真2 大屋根及びエントランス外

## 2.2 概略検討・計画

移動化特殊施工の採用によるメリットとその課題を明確にするために、本工事において従来の在来工法、ユニット化工法、移動化特殊工法で比較を行った。

4層吹き抜け上部の大屋根は、北・東・南面は屋上階の駐車場スラブに囲まれる形で支持され、西面は吹抜け開口に面している（図1参照）。特に、2階及びR階からは高さ約11mの柱のみに支持され、直下に床スラブが無い状況である。

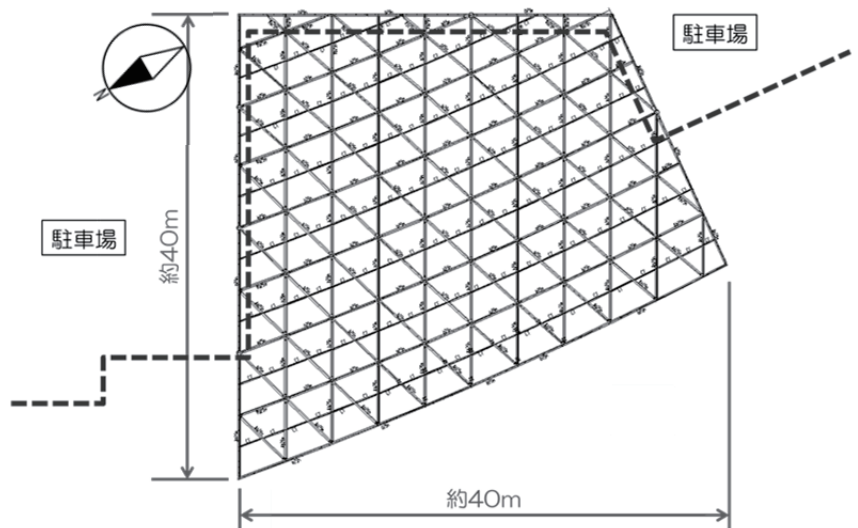


図1 大屋根伏図

施工方法として、次の工法を比較した（表1参照）。

- ①吹抜け部を総足場としその上部で鉄骨建方から仕上までの作業を行う在来工法
- ②大屋根を隣接する作業ヤードでユニット組立し、揚重機による移動で分割して所定の位置まで移動するユニット化工法
- ③隣接する作業ヤードで大屋根全体を鉄骨建方から仕上までを行い、最終的に所定の位置まで移動するという移動化特殊施工

コスト面では在来工法に分があったが、安定した作業床において安全で、高い施工品質を確保でき、かつ屋根下部の工事と重複して工事を進めることが可能な移動化特殊施工を採用することにした。

表1 大屋根施工の工法比較検討

|      | 在来工法                              | ユニット化工法                                  | 移動化特殊工法                               |
|------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 工法概要 | <p>大屋根下部に枠組足場を組立、足場上での鉄骨、仕上施工</p> | <p>大屋根を別ヤードにて分割に組立、大型揚重機にて所定位置へ揚重・取付</p> | <p>大屋根を別ヤードにて組立、特殊機を用いて所定位置へ移動・取付</p> |
| Q    | 足場上の不安定床作業                        | △ 安定した作業床で施工品質を確保                        | ○ 安定した作業床で施工品質を確保                     |
| C    | 組立によるリース費及び労務増                    | △ 重量物ユニットの搬送時に大型クレーン要                    | × 特殊施工に必要な仮設部材が高価                     |
| D    | 足場組立→施工→足場解体 重複することが不可            | × 重複して大屋根の施工が可                           | ○ 重複して大屋根の施工が可                        |
| S    | 足場上での高所作業が多く不安定                   | × 安定した作業床作業 高所作業が少ない                     | ○ 安定した作業床作業 高所作業が少ない                  |
| E    | 工程遅延による産業廃棄物、大型揚重機の排気量の増加         | × 地盤のため 大型揚重機の使用回数・排気量の軽減                | △ 大型揚重機等の不使用による排気量の軽減                 |
| 総合評価 | ×                                 | △  | ○                                     |



## 2.3 解決すべき課題

序論でも述べた通り、大型商業施設のローコストプロジェクトにおいては、特殊工法の採用が困難であり、設計においても制約がでてしまうことから、魅力ある商業施設の創造の足かせとなっている。

## 2.4 達成すべき目標水準

既往技術を見直し、移動化特殊工法のローコスト化を推進することにより、大型商業施設における大空間の吹抜け等の魅力ある空間の施工方法を確立する。

## 2.5 解決方針

4層吹き抜け上部に配した大屋根について、高所作業の削減による安全性向上、施工品質向上を実現するローコスト・トラベリング工法を開発実施する。(図2参照)

## 2.6 実施内容

### 1) 開発チームの発足、スケジュールの策定

上記の課題を解決する為に、内外勤及び協力会社による開発チームを発足し、大屋根の施工に至るまでのスケジュールや施工方法等の検討を行った。

### 2) 施工方法の選定

移動化特殊施工の工法選択の際、ユニット化工法、リフトアップ工法、トラベリング工法の3案をQCDS Eの観点から比較を行った。結果、作業の安全性及び屋上階に駐車場の広大なスペースがあることから、トラベリング工法が最適であると判断をした(表2参照)。

今回のトラベリング工法は、屋上階の床スペースで鉄骨を地組し、その後水平油圧ユニットにて軌条桁で牽引し、所定の位置である40m先に移動するものである。

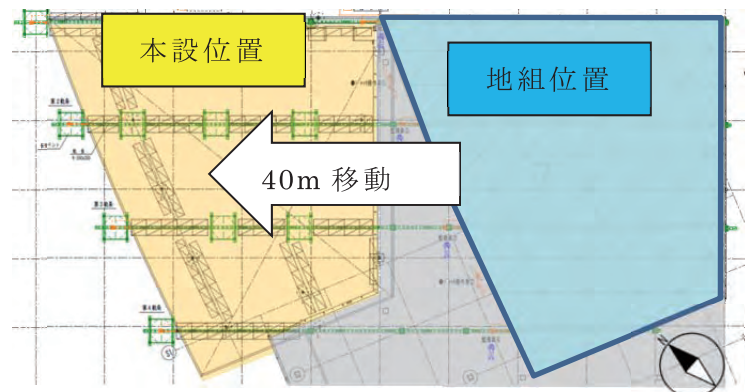
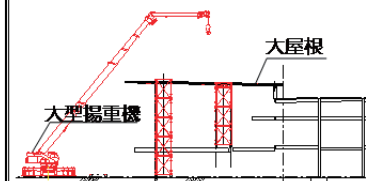
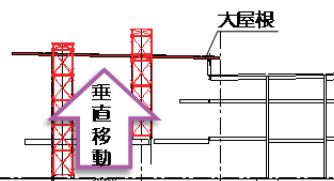



図2 トラベリング工法概要図

表2 特殊施工の工法比較検討

|      | ユニット化工法   |   | リフトアップ工法  |   | トラベリング工法   |   |
|------|---|---|---|---|--|---|
| 工法概要 | 大屋根を別ヤードにて分割して組立、大型揚重機にて設置箇所へ揚重・取付<br> |   | 大屋根を別ヤードにて組立、特殊機械による所定の位置への垂直移動<br> |   | 大屋根を別ヤードにて組立、特殊機械による所定の位置への水平移動<br> |   |
| Q    | 安定した作業床で施工品質を確保   | ○ | 安定した作業床で施工品質を確保   | ○ | 安定した作業床で施工品質を確保  | ○ |
| C    | 大型クレーン(200tボクシング台) 1300万円   | △ | リフトアップワインチ+構台 2500万円  | × | 軌条桁+構台 2500万円  | × |
| D    | 重複して大屋根の施工が可  | ○ | 重複して大屋根の施工が不可<br>今回の建物形状では施工不可能   | × | 重複して大屋根の施工が可   | ○ |
| S    | 安定した作業床作業<br>高所作業が少ない   | ○ | 安定した作業床作業<br>高所作業が少ない   | ○ | 安定した作業床作業<br>高所作業が少ない  | ○ |
| E    | 鉄組のため<br>大型揚重機使用回数・排気量の軽減   | △ | 大型揚重機等の不使用による排気量の軽減   | △ | 大型揚重機等の不使用による排気量の軽減  | △ |
| 総合評価 | △   |   | ×   |   | ○  |   |

### 3) ローコスト化への取組み

トラベリング工法を選択したことによって、当初の在来工法案より大きくコストアップとなる。そこでローコスト化を実現するために、コスト増大に繋がる要因を抽出し、削減検討対象とした。抽出した要因を図3でグラフ化した。

図3より、仮設資材費と労務費が全体のコストを大きく引き上げていることが分かる。仮設資材費と労務費を低減するには、トラベリング工法を全体的に簡略化する必要がある。簡略化の方法案を以下の通りとした。

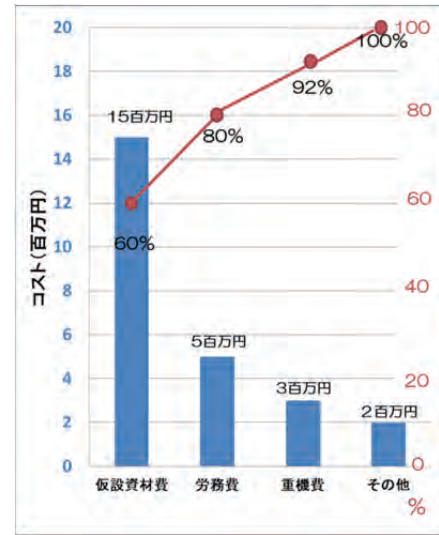


図3 トラベリング工法コスト内訳

#### ① 軌条桁本数の配置を照査により削減

支持点数の削減は軌条桁、ベント構台、牽引機械の削減に大きくかかわるため、軌条桁の本数を必要最小限にした。

#### ② 油圧ユニットの手動操作による牽引の簡略化

油圧ユニットの制御方法を見直し、独立する油圧ユニット4基は、高コストである電子制御によるシステムではなく、ストロークごと手動で行う方法を採用した

#### ③ 最終仕上げまでRF床上で完成させることで付帯仮設費を削減

大屋根鉄骨建方から屋根の防水工事まで屋上階の床上で完成させ、その後牽引することで付帯仮設費を削減した。

#### ④ 既成品による軌条桁の構築

軌条桁を構成するベント構台を特別に製作することなく、協力会社保有の既製品を使用することでコストを低減した。

#### ⑤ 本体鉄骨の取付精度の照査による工法の簡略化

トラベリング工法の際、大屋根鉄骨を地上鉄骨柱位置に鉛直・水平精度共に許容値内に収めるためには、電子制御による微妙な位置調整が不可欠であり、上記ローコスト化の大きな課題となる。本工事においては、水平精度において構造設計と協業の上、位置精度誤差を許容する柱ジョイント方法を立案した。また鉛直精度においては大屋根に取りつく柱と地上柱の間に実測後取付を行う間詰鉄骨を考案し、大屋根を牽引後に調節することなく接続できるようにした。これらの対策により、牽引方向の一方向化、レベル調整ジャッキの削減等、更なるローコスト化を狙った。

以上の5点を中心に検討を行い、工法の簡略化を図った。

#### 4) 実施における課題抽出と解決策の実施

トラベリング工法を簡略化することでローコスト化に取り組むにあたり、課題の抽出を行った。抽出した課題は下記の通りである。

##### ① 軌条桁載荷時のたわみ検討

軌条桁上での支持時と本設柱位置での支持時における大屋根の変形量を架構解析プログラムにより計算し、変形量が許容差に収まる 30mm 以内となる 4 軌条とした(図 4 参照)。

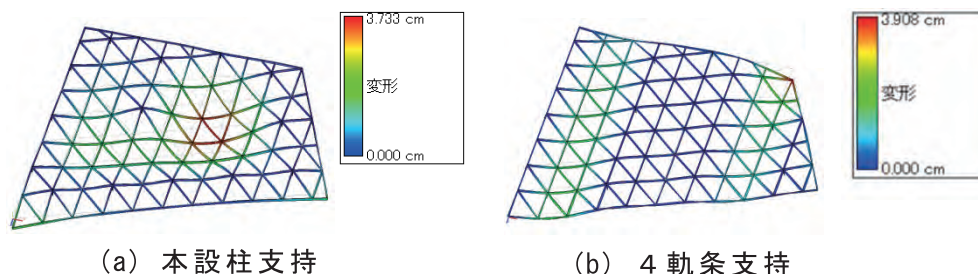


図 4 油圧ユニット単独作動時の大屋根変形

##### ② 油圧ユニットのストローク誤差によるたわみ検討(シート防水への影響評価)

油圧ユニットを手動制御としたことで移動誤差が大きくなり、屋根防水などの仕上材料を破損する可能性があった。このため、架構解析プログラムを使用し、各油圧ユニットが単独で異動した場合の大屋根の最大変形量について検討を行った。

その結果、最大変形量は約 10 mm/10m であり、メーカーヒアリングによるシート防水許容ずれ値 2 mm/m に対して 1 mm/m の変形量となり、問題がないことを確認した。(図 5 参照)

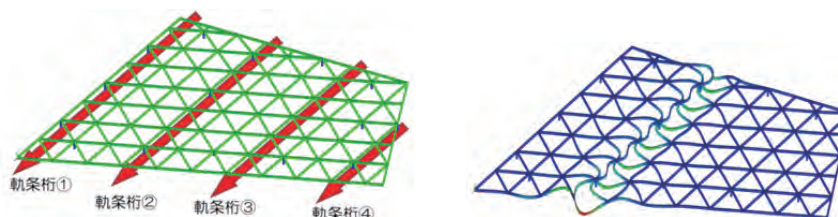


図 5 大屋根鉄骨たわみ解析

##### ③ 強風時の吹き上がり検討

仕上から本設柱接続までの間に台風等が直撃した場合、大屋根は吹上力を受ける。この吹上力が、大屋根の自重を超える場合、大屋根の固定及び作業を中止する必要がある。解析の結果、平均風速 25m/s の時、大屋根に作用する吹上力が大屋根自重より大きくなることが分かった。そこで、施工時の作業続行の限界値を平均風速 15m/s とした。

##### ④ 本体鉄骨との接合方法の検証

柱間のジョイントに極厚のダイアフラムを挿入し、水平剛性を確保することで取付水平許容誤差を 25mm までとすることができた。またトラベリング後、間詰鉄骨を実測製作することにより鉛直誤差の許容値も拡大した(図 6, 写真 3 参照)。

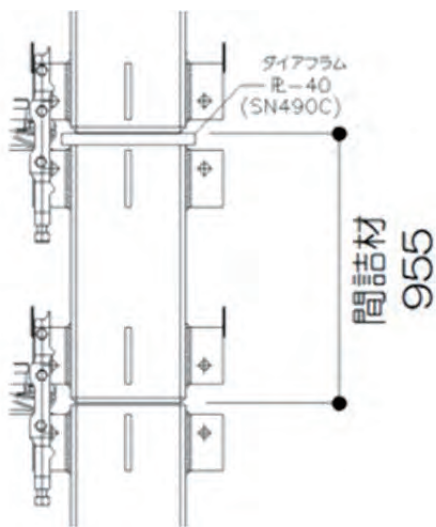


図 6 間詰材計画図



写真 3 間詰材実施状況

⑤ 大屋根受け鉄骨架台の簡略化（タイロッドで緊結し先頭鉄骨のみを牽引）

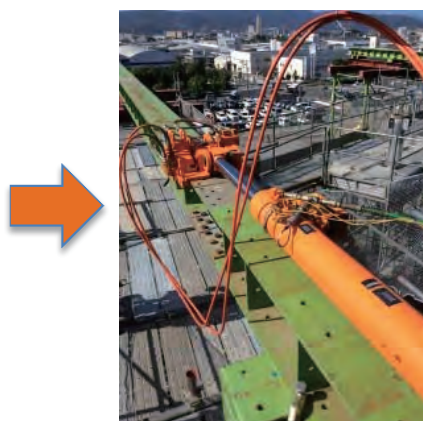
1 か所の軌条桁に最大 4 基の大屋根受け鉄骨架台を設置するが、水平ジャッキによる牽引箇所を最小限にとどめるため、各大屋根受け鉄骨架台をタイロッドで緊結し、先頭の鉄骨架台だけを牽引することとした（写真 4, 5 参照）。



写真 4 大屋根受け鉄骨架台設置状況



写真 5 油圧ジャッキストローク状況



⑥ トラベリングサイクル工程の策定

トラベリング実施においては、ジャッキストローク量より 900 mm ストロークを上限として、軌条桁のジョイント等を考慮し、300~900 mm の間で 1 サイクルとした。

また各サイクル間には、軌条、屋根防水、挙動量を点検し、次サイクルへとつなげた（図 7 参照）。

| 作業サイクル               | (1サイクル) |    |
|----------------------|---------|----|
| トラベリング着手指示           | 重量仮設工   | 1名 |
| ↓                    |         |    |
| 油圧操作                 | 重量仮設工   | 2名 |
| ↓                    |         |    |
| トラベリング               |         |    |
| ↓                    |         |    |
| トラベリング完了指示           | 重量仮設工   | 1名 |
| ↓                    |         |    |
| 前方異常確認               | 重量仮設工   | 1名 |
| 上下異常確認               | 元請      | 2名 |
| 後方異常確認               | 雇工      | 1名 |
| 計測及び結果報告             | 元請      | 1名 |
| ↓                    |         |    |
| 報告受領、次ステップのトラベリング量決定 |         |    |
|                      |         | 元請 |
|                      |         | 1名 |
| ↓                    |         |    |
| トラベリング着手指示           | 重量仮設工   | 1名 |
| 以下同様                 |         |    |

図 7 トラベリング施工サイクル



## ⑦ トラベリング時の横ずれの軌道修正対応

今回は手動操作につき、各サイクル後の挙動量確認結果に基づき、次サイクル挙動量を各ジャッキ毎に設定した。結果、細かな微調整を繰り返しながらの観測施工により、精度管理を行った。

### 2.7 成果および効果の確認・検証

図8より所定の精度の確保を行うことができた。また、高所作業をなくすことで前作業において安全を確保し、特殊工法を採用したことによるコストの増加も見られなかった(表3参照)。

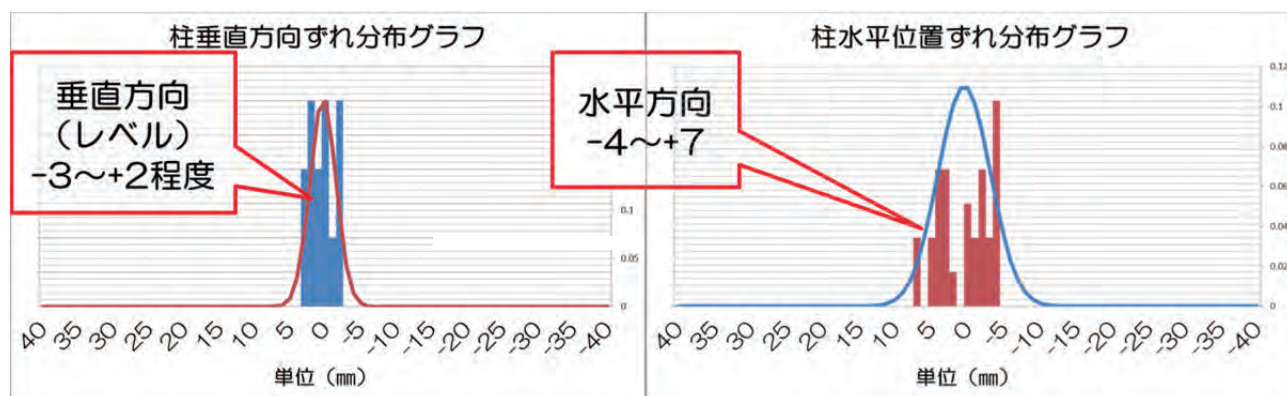


図8 トラベリング調整後柱位置の標準偏差における正規分布図

表3 工法によるコスト比較表

|           | 在来 (総足場) 工法 | ユニット化工法     | トラベリング工法    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| トラベリング仮設費 | ¥0          | ¥0          | ¥11,000,000 |
| 仮設工事人件費   | ¥9,000,000  | ¥5,000,000  | ¥5,000,000  |
| 足場等仮設材費   | ¥7,000,000  | ¥2,000,000  | ¥1,500,000  |
| 測量技術人件費   | ¥300,000    | ¥300,000    | ¥500,000    |
| 揚重機他      | ¥3,000,000  | ¥13,000,000 | ¥1,300,000  |
| 合計        | ¥19,300,000 | ¥20,300,000 | ¥19,300,000 |
| 増コスト      |             | ¥1,000,000  | ¥0          |

### 2.8 成果の水平展開

この工法は、建物曳家・空間内ステージ移動・解体不要物の水平移動等、あらゆる移動化特殊工法に応用が可能である。

## 3. 結論

既往の技術を活用することで、内外勤一体となり創意工夫を持って取り組むことにより大屋根施工におけるトラベリング工法のローコスト化が実現できた。

## 2. 立体的な曲面を持つRC構造物の施工事例

社名: (株)大林組

氏名: 奥田 崇

### 事例概要

| 項目  | 内容  |
|---|---|
| 1. 工事概要                                   |   |
| (1) 工事名称                                  | 名城大学ナゴヤドーム前キャンパス新築工事  |
| (2) 規模(延床面積、階数)                           | 延床面積: 33,099㎡、地下1階、地上7階、塔屋1階  |
| (3) 用途                                    | 大学  |
| (4) 主要構造                                  | 地下RC造、地上S造、SRC造   |
| (5) 建設地                                   | 愛知県名古屋市   |
| (6) 施工期間                                  | 2014年7月～2016年10月  |
| (7) 工事費                                   | —   |
| (8) 設計者                                   | (株)日本設計   |
| 2. 改善概要                                   |   |
| (1) 問題点・背景<br>(施工上あるいは従来工法の問題・課題など改善前の状況) | <ul style="list-style-type: none"> <li>「名城の丘」と呼ばれる、天端、下端とも立体的で不規則な曲面を持つRCスラブがあり、従来の施工図の作図方法や型枠工法では、施工が困難であった。</li> </ul>  |
| (2) 改善の目的                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>天端、下端とも立体的で不規則な曲面を持つRCスラブの施工図承認方法の改善と、施工精度の確保を目的とする。</li> </ul>  |
| (3) 改善概要                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>施工図作成において「BIMの活用」を考え、丘躯体全体のうねり形状のBIMモデル承認を行い、そのデータをもとに二次元の施工図を作成した。</li> <li>曲率が大きく、在来型枠で施工困難な部分については、「くし型曲面型枠」を採用した。</li> <li>複雑な躯体形状に対応した型枠支保工を計画し、作業性、安全性、品質の高い型枠施工を行った。</li> </ul> |
| (4) 改善による効果                               | <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Q(品質)</li> <li>・C(コスト)</li> <li>・D(工期)</li> <li>・S(安全)</li> <li>・E(環境)</li> <li>・その他の効果</li> </ul> </li> </ul>                                |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>BIMの活用と型枠支保工の工夫により、高精度な床レベル管理が実施できた。</li> <li>—</li> <li>—</li> <li>支保工の工夫により、安全性が向上した。</li> <li>—</li> <li>複雑な躯体形状に対しBIM活用により、設計者との意思疎通や施工図の作成と承認を円滑に行うことができた。</li> </ul>             |

# 立体的な曲面を持つRC構造物の施工事例

株式会社大林組 名古屋支店  
奥田 崇

## 1 はじめに

近年、BIMなど三次元の作図技術が急速に発達しており、設計図においてもそのようなソフトを利用して曲面など複雑な形状を表現することが容易になってきた。しかし、そのような複雑な形状は、パソコン上で簡単に作図ができたとしても、実空間で施工できるとは限らない。実際に現場で施工可能とするためには、施工図の作図手法と施工計画の工夫が不可欠である。

名城大学ナゴヤドーム前キャンパス新築工事は、設計コンセプトを『分離融合型キャンパス』とし、4棟の校舎を「名城の丘」と呼ばれる人工地盤でつなげる設計である（図－1）。この人工地盤は、立体的な曲面を持つRCスラブ構造であり、施工方法が当初から問題であった。

本報告では、この立体的な曲面を持つRCスラブを施工する上での問題点、及び解決策について述べる（写真－1）。

## 2 工事概要

工事名称 : 名城大学ナゴヤドーム前キャンパス新築工事  
施工場所 : 愛知県名古屋市東区  
発注者 : 学校法人名城大学  
設計・監理 : 株式会社日本設計  
施工 : 株式会社大林組 名古屋支店  
工期 : 平成26年7月～平成28年10月（延べ29か月）  
構造／階数 : S造・SRC造・RC造 / 地下1階、地上7階、塔屋1階  
敷地面積 : 17,937.07㎡  
建築面積 : 9,094.50㎡  
延床面積 : 33,099.58㎡



図－1 全体パース



写真－1 くし型曲面型枠施工状況





#### 4 施工上の問題点と解決策

躯体を施工するにあたり、主に3つの問題点があった。以下にそれぞれの問題に対してどのような解決策を見出し施工したかを述べる。

##### (1) 同一断面の無い「丘」躯体の施工図をどのように作図し図面承認を得るか【BIMの活用】

与えられた情報としては、以下の3種類であった。

- a. パース (図-5・1)
- b. 部分的な構造断面図 (図-5・2)
- c. 三次元データ (図-5・3)

そのような状況で、躯体形状の合意をどのようにとるかについて設計者と協議・改善を重ね、以下の2段階で行うこととした。

- ①「丘」躯体のうねり形状のBIMモデル承認
- ②BIMデータをそのまま二次元の紙面上で表現した施工図の承認

二次元の作図では設計図CADデータを利用して、納まりの調整や施工情報を追記して施工図を作成するが、①を進めるにあたっては、三次元の設計データを利用して、三次元の施工図データを作成する必要があった。

設計から受領した三次元データは「form・Z (フォーム ジー)」というソフトで作成されており、当社の標準機にて閲覧・編集などは不可能であった。そこで、当社にて三次元データを自由に閲覧・編集が可能となる「Archi CAD」を活用することを考え、最初にBIMデータへの変換を行った。BIMデータへの変換は、三次元の設計データを基にAutoCADでレベルポイント算出データを作成し、そのデータを利用してBIMデータ化した(図-6)。



図-5・1 パース

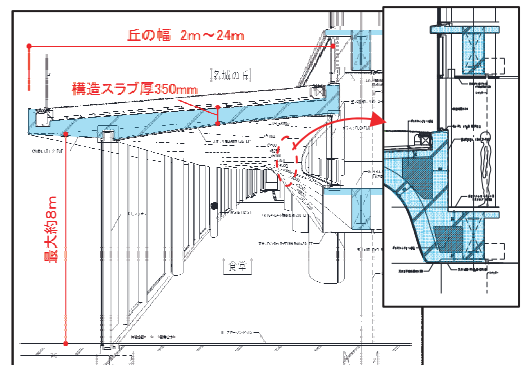


図-5・2 部分的な断面図

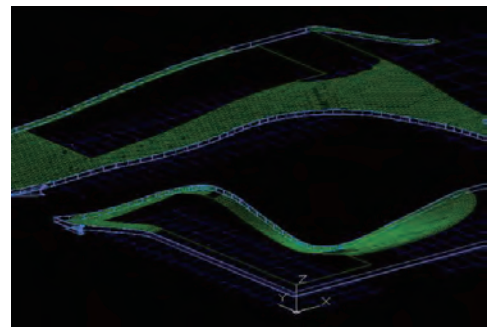


図-5・3 三次元データ

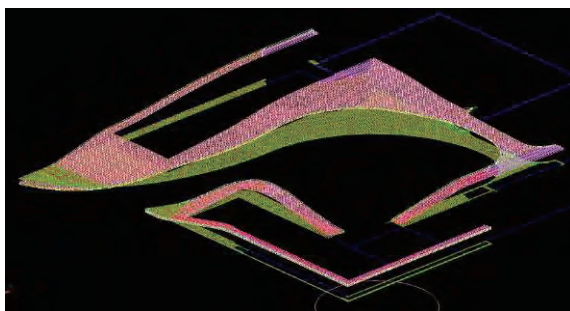


図-6 レベルポイント算出データ (左: 鳥瞰図、右: 平面図)

BIMデータに変換することによって、操作に手馴れていることもあり、承認データの作成作業を円滑に進めることができた。さらに、BIMデータでは任意の3D断面を表示することが可能であるため、設計者との意思疎通や確認において非常に効果的であり、三次元モデルによる承認に至った（図-7）。

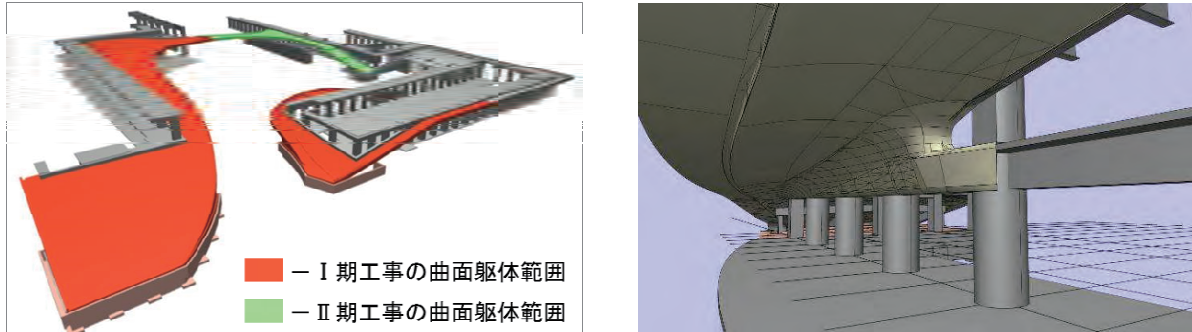


図-7 BIMデータ（左：全体モデル、右：切り出しモデル）

しかしながら、BIMデータは三次元のイメージや任意の断面を表現する事は得意であるが、施工図としての利用には難があるため、②の作業についてはAutoCADによる作図とした。

AutoCADによる作図を行うにしても、三次元の情報を二次元上で表現し、かつ、実施施工できる図面としなければならない。それを可能にするため、平面全体をグリッドに割り、グリッド交点の各ポイントのレベルを算定する手法を採用した（図-8）。

協議・改善を重ねた作図・承認のステップの全体像を図-9に示す。

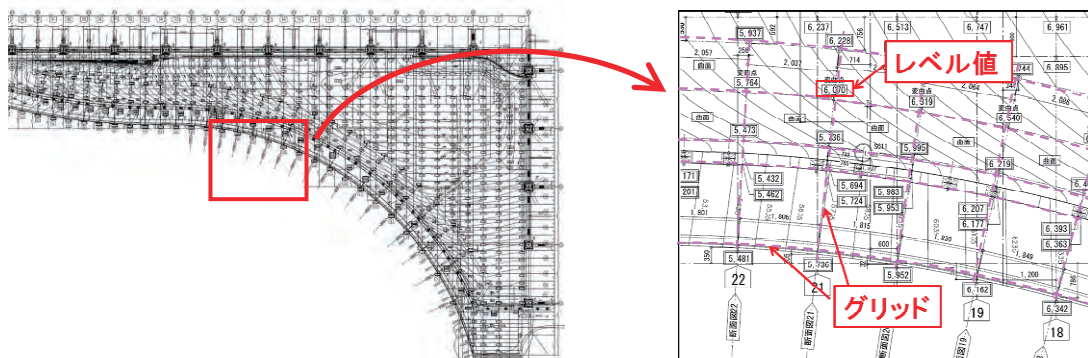


図-8 承認用図面

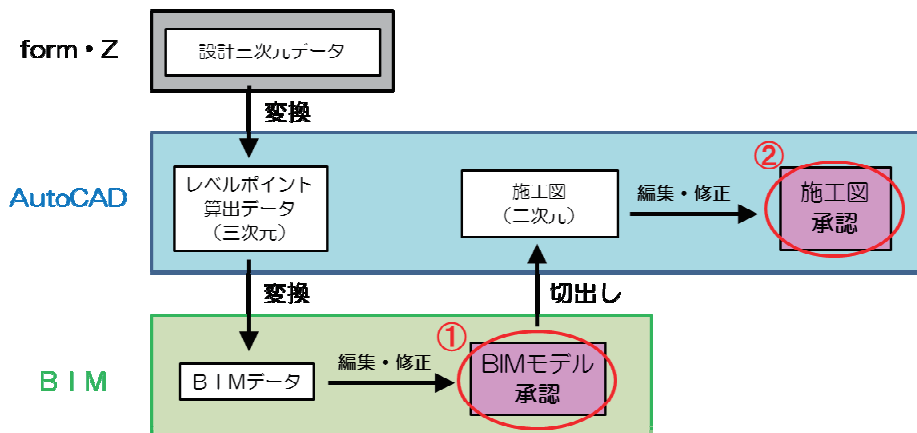


図-9 作図・承認のステップ（協議・改善後）

(2) 型枠施工をする上で三次元曲面をどのように構築するか【くし型曲面型枠の採用】

スラブ型枠の施工については、モックアップ（写真-3）を作成し、曲率によって在来のベニヤ型枠で曲面を作り出せる部位と、在来工法では施工不可能な部位を判別した。また、仕上げの有無も考慮し、在来型枠では施工が適さない部分については、くし型曲面型枠を採用する事とした。

在来型枠で構成する部分については、@450mm グリッドでレベルを算出し、また曲面型枠部分についてはベニヤの曲がり、くし型の強度を考慮し、@225mm グリッドにてレベルを算出し曲面型枠を製作した（写真-4、写真-5）。



写真-3 モックアップ

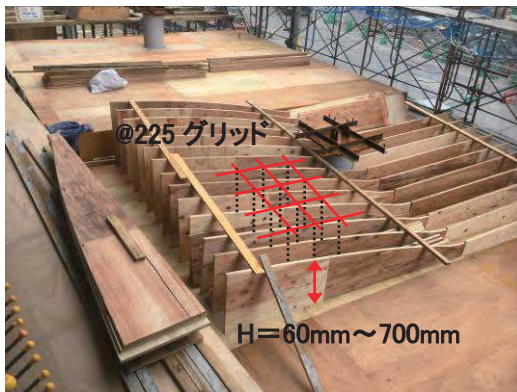


写真-4 くし型曲面型枠



写真-5 在来型枠

(3) 作業足場及び支保工をどのように計画するか【施工性・安全性・品質】

型枠形状・施工性を考慮し、作業足場、支保工の設置を計画した（図-10）。

- ①型枠設置レベルがGLから3FL（≒GL+8m）まで幅があるため、作業床を兼ねた枠組み支保工を階段状に計画する必要があった。
- ②グリッドポイントを作業床面に出す必要があるため、作業床は全面合板足場板貼りとした。
- ③作業床の上に、スラブの曲率を考慮して、くし型曲面型枠、もしくは在来支保工の割付けを計画した。くし型は、それ自体60mm～700mmの高さしかない。作業床である合板足場板の上に直接乗せることも検討したが、コンクリート打設後の型枠解体が困難であるため、くし型基準床をサポートにて構築し、その上にくし型を設置する計画とした。
- ④作業床のレベル設定の考え方について、くし型曲面型枠を採用する部分と、在来型枠を採用する部分で、型枠の組立方法の違いにより必要な高さの考え方は異なる。くし型部分の作業床は、くし型基準床から1.8m下がったレベル、在来型枠部分の作業床は、スラブ下端から1.8m程度下がったレベルで設置する計画とした。



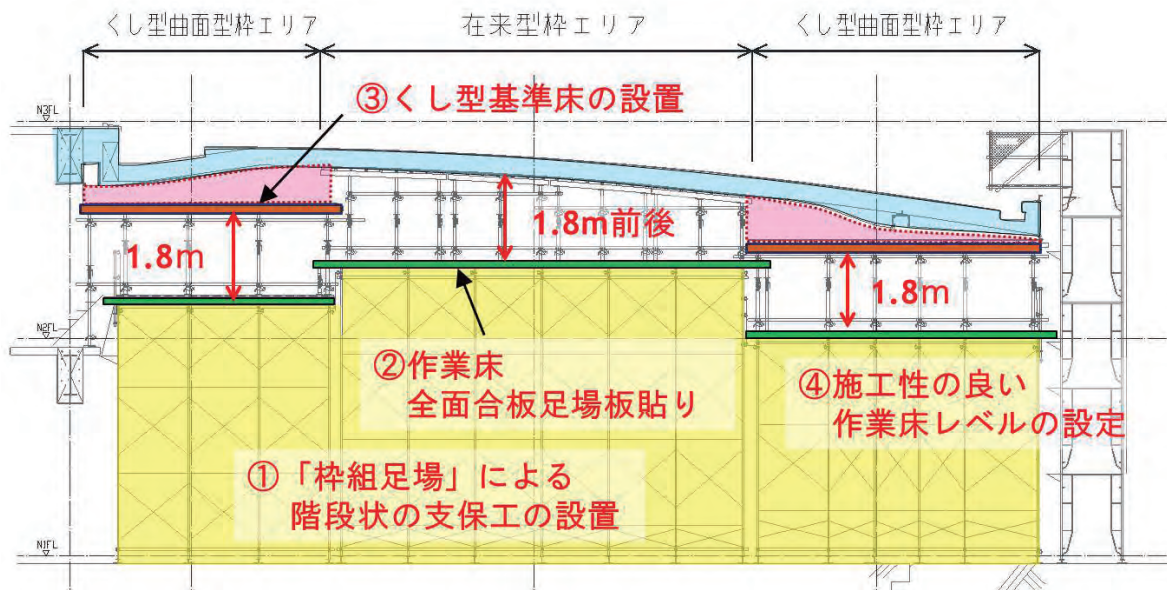


図-10 型枠支保工計画概要

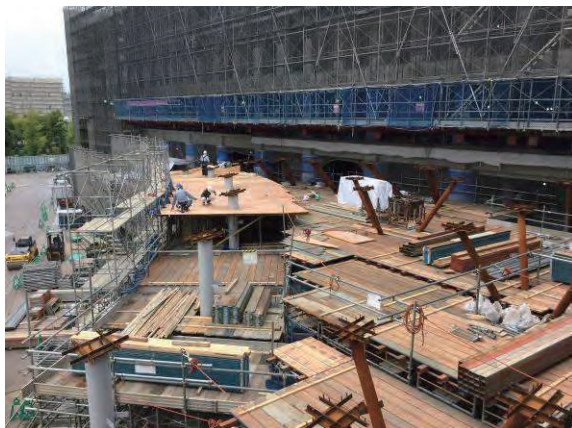
以下に現場施工 STEP を写真とともに示す。



STEP1 階段状枠組支保工設置



STEP2 合板足場板貼り



STEP3-1 くし型基準床設置



STEP3-2 くし型基準床設置





STEP4 くし型施工



STEP5 曲面ベニヤ貼り

丘スラブの一般部の配筋は、上下・両辺ともD-19 @100mm であり、曲がりの大きい鉄筋は工場にて曲げ加工を行った。場所によって曲率が異なるため、現場にて微調整しながら配筋した。スラブの天端管理は、レベルポイントを@1.0mと細かく配置し打設を行った。形状が複雑でスラブ厚が厚いため、打設中の荷重の偏りを防ぐ目的で、打継ぎ時間を考慮し水平打継ぎの2段階で打設を行った。コンクリート打設中はトランシットにて支保工の動きに異常はないか確認しながら打設を行った（写真-6）。



写真-6 躯体出来形

## 5 効果

本報告では、立体的な曲面を持つRCスラブを施工する上での問題点、及び解決策について述べた。複雑な躯体形状に対しBIMの活用により、設計者との意思疎通や施工図の作成と承認を円滑に行うことができた。また、BIMの活用と型枠支保工の工夫により、高精度な床レベル管理を実行し、かつ安全な施工が実施できた（写真-7）。



写真-7 設計パースと内部完成写真

## 6 おわりに

三次元の作図技術の発達により、今後、立体的な曲面を持つRC躯体を設計に取り入れることが多くなると予想されるが、その1つの施工手段を確立することができた。