

R C曲面躯体工事の施工

— 「サイエンスヒルズこまつ」新築工事 —

君島康之* 造士航* 山村芳裕*

起伏する曲面の重なりで構成された大屋根が特徴の「サイエンスヒルズこまつ」建築工事で最も重要で困難であったのは、部位ごとの共通箇所がほとんど無い造形を、R Cで具現化することであった。本稿ではそのために採用した工法のうち、くし型枠工法、斜掛ビーム工法およびニュートラスウォール工法について報告する。

キーワード：R C曲面躯体、型枠工法、斜掛ビーム工法、ニュートラスウォール工法

1. はじめに

「サイエンスヒルズこまつ」建築工事では、意匠設計図とは別にデザインコンセプト把握のための3D-CADで描かれた4枚の起伏する曲面の重なりで構成された建物のイメージを受領した。本工事ではそのイメージを損なうことなく現実の建物に具現化することが求められており、そのためには複雑な形状や構造を反映した施工図の作成や精度よく躯体を構築するための工法の選定が必要であり、さらに短工期・低予算で施工するための施工計画も重要であった。

本報告では、本建物の特徴であるウェーブ屋根の曲面スラブと3Dドームシアターの半球形状躯体の施工について報告する。Photo.1に、模型写真・全景パースおよび全景写真を示す。

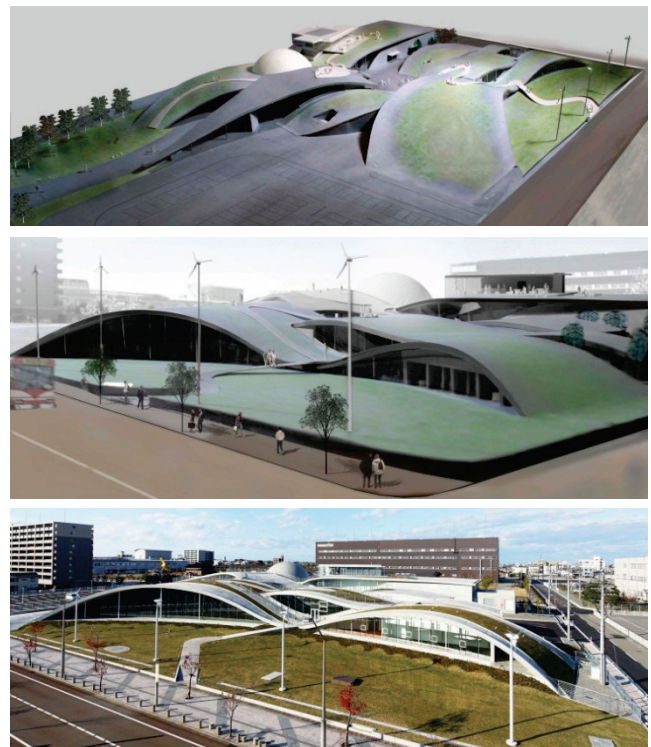


Photo. 1 模型写真・全景パース・全景写真

2. 建築概要

2. 1 工事概要

以下に工事概要を示す

工事名称：(仮称) 科学交流館新築工事 (建築)

建物名：サイエンスヒルズこまつ

工事場所：石川県小松市こまつ杜2番地

発注者：小松市

設計者：(株) スタジオ建築計画

監理者：小松市役所都市創造部建築住宅課

施工者：熊谷組・加越建設特定建設工事共同企業体

実施工期：平成24年8月13日～平成26年1月14日

2. 2 意匠の特徴

本建物は部位による共通形状がほとんどない異なった形状の集合体と言え、また、様々な要素が組み込まれている。それらの代表的なものを以下にあげる。

- ① 同一の曲面形状がなく、緩やかにひねりながら重なり合う4列のウェーブと呼ばれる起伏する曲面屋根。
- ② 内部に跳出し躯体があり、球形外壁の途中でウェーブと交差する半球形状の3Dドームシアター。
- ③ 屋根の経年クリープを考慮した大型ガラスカーテンウォール。
- ④ 地上から連続して歩行できるウェーブ屋根上の屋上緑化。

2. 3 構造の特徴

構造の基本はR C柱梁と耐震壁(一部S柱)によりR C屋根を支持するラーメン構造であるが、部分的に異なる構造形式を混在させている。主な特徴として以下のようなものがある。

* 北陸支店 科学交流館作業所

- ① ボールボイドスラブ（五洋建設，東京興業貿易商会）により無梁版とし，外周部をRC柱が，中間部をS柱が支持するウェーブ屋根あらかし部。
- ② 軽量化のため厚さ 150~200mm のRC躯体に 300×600 の補強リブを設けた直径 19m のリブ付ドームの3Dドームシアター部。
- ③ SRC柱+S梁+RCスラブによる長大スパン（14.5m）のイベントホール部。
- ④ ウェーブ屋根上に設けられる鉄骨加工のレストラン部。

2.4 施工計画

工事着手前の段階では，多くの仮設工事や型枠工事の専門事業者が本建物の設計図を見て難色を示したが，明確な施工方針と計画を示したうえで打ち合わせやヒアリングを重ねることにより理解が進み，協力が得られた。躯体工事は，ウェーブの重なりなどの形状を考慮して全体を6つの工区に分割し，施工順序を考慮したうえで工期短縮のため各工区が並行して工事を進められることを重視し，鉄筋工6班，型枠工20班体制とした。工事開始後も，各工区共各職の職長を中心とした検討会を開催し，議論を重ねながら工事を進めた。

3. ウェーブ屋根の曲面スラブの施工

ウェーブ屋根の曲面スラブの施工には様々な工法が採用された。その中でも円錐形状を表現するために採用した，くし型枠工法とビーム斜掛工法を報告する。

3.1 くし型枠工法

この工法は，曲面形状に対して鉛直方向にくし板を配し，その上に合板を張ることにより，曲面形状のままコンクリート圧を受け止め形状を保持する工法である。

本工事では，Fig.1のように450mm間隔で1枚毎に形状の異なるくし板（構造用合板 t24）を座標管理で所定の位置に設置した上に，□60のベニヤ受け根太鋼管を225mm間隔で配し，型枠合板（t12）を張った。本工法はピロティや庇等の打ち放し仕上げ部に採用した。

本工法で重要になるのが，くし板を正確に据え付ける為の3次元座標管理（レベル及び平面座標）である。座標管理が正しく行われていれば施工精度は確保しやすく，本工事では3D-CADから割り出したくし形状を工場加工したこともあり，大型ガラスカーテンウォール用開口部での躯体精度は目標管理許容誤差である7mm以内を達成できた。

ただし，くし板以外にも階段状に設置する型枠支保工も座標管理が必要なため労務費が高むうえに，くし材の転用が全く利かないため材料費も嵩み，非常にコストのかかるものとなった。

この工法の施工ステップ毎の状況写真をPhoto.2~6に示す。

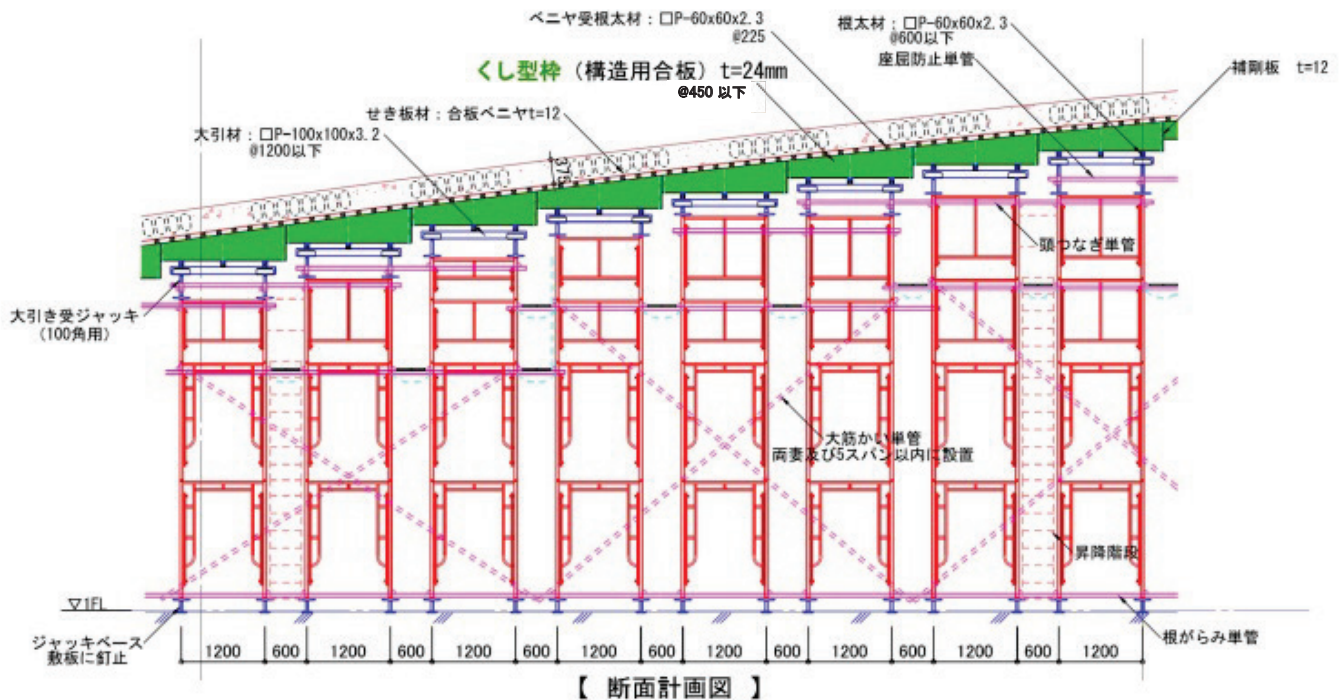


Fig.1 くし型枠計画図



Photo. 2 くし型枠配置・調整状況



Photo. 6 上筋配筋後コンクリート打設

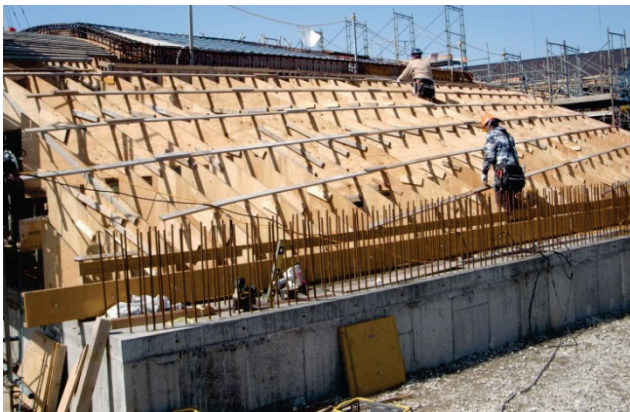


Photo. 3 くし型枠配置完了・根太鋼管揚重

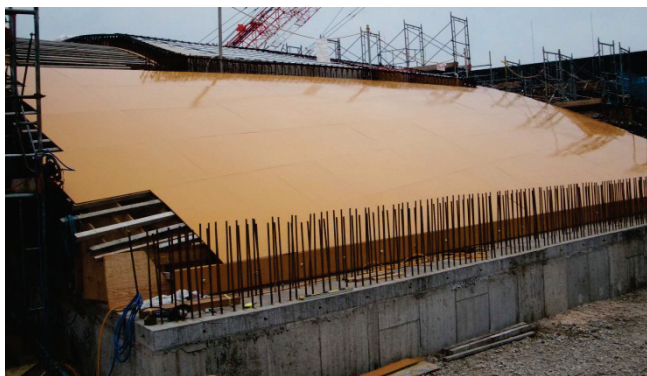


Photo. 4 スラブ張り状況



Photo. 5 ポールボイド据付状況



Photo. 7 ビーム架設状況

3. 2 ビーム斜掛工法

本工法は、在来スラブ型枠工法でも使用する、市販の仮設ビーム材を角度を変えつつ斜めに配置することによって、多角で円錐形状を近似する工法である。その支保工計画図を Fig.2 に示す。

仮設ビーム材は様々なスパンに対応できるように長さの微調整ができるようになっている。この機能を利用して、ビーム材の許容スパンである 1500~2100mm 間隔で立てた円錐の中心方向に向けて同じ高さの支保工上部に、天辺に角度を付けた端太角を大引材 (□100 鋼管) に番線で結束して設置し、直行方向にビーム材を 303mm 間隔で長さを調整しながら架け、型枠合板を敷いて曲面スラブを形成した。Photo.7~9 に施工状況を示す。

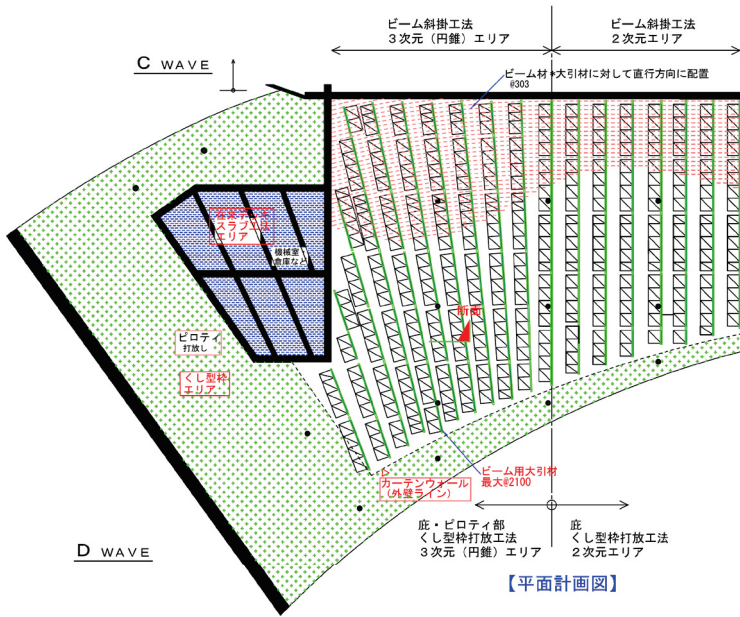


Fig. 2 ビーム斜掛け工法エリア支保工計画図



Photo. 8 ビーム架設状況



Photo. 9 支保工解体状況

4. 3Dドームシアターの半球形状躯体の施工（ニュートラスウォール工法）

3Dドームシアターの構造はRCリブ付ドームであるため、柱・梁型のようなリブ型が内部に出てくる。この躯体を在来型枠で施工すると、多層の支保工と莫大な型枠資材（曲面加工板材、くし板材等）が必要になる。また、形状的にも外部にはウェーブ屋根スラブが取りつき、内部にはスクリーン支持鉄骨を支持する跳出しスラブが壁面から出ている複雑な形状のため、コンクリートの打設計画や打継計画を検討したところ、在来型枠では跳出しスラブ上への支保工設置のための養生期間などから工期に間に合わないという結果となった。

そこで工期短縮と現場労務の軽減を目的として、ドーム部に旭ビルウォール（株）のニュートラスウォール工法（以下、NTW工法）を採用し、跳出しスラブを在来工法で施工した。NTW工法は、構造鉄筋を組み込んだ成形トラ

ス筋をユニット化し、3層ガラスネットを型枠代わりに使用する工法で、曲面を多用したモニュメントやドームなどで実績のある工法である。また、トラス筋を組み合わせることで強度を得られるため、支保工を減らせるというメリットもある。ドーム外壁の支保工が内部の跳出しスラブと干渉しなくなったため、外周のウェーブ屋根スラブと内部の跳出しスラブを、ウェーブ屋根スラブまでドーム部を打ち上げる1回目の打設時に同時に打設することができた（10tポンプ車3台）。支保工設置のための養生期間が必要なくなったため、ドームの頂部までのコンクリートを引き続いて打設することができ（10tポンプ車2台）、2回で打ち上げることができた。これらの結果、オール在来型枠で検討していた計画期間を、養生期間を含めて2ヶ月以上短縮することができた。Fig.3～4に支保工計画図を、Photo.10～13に施工状況を示す。

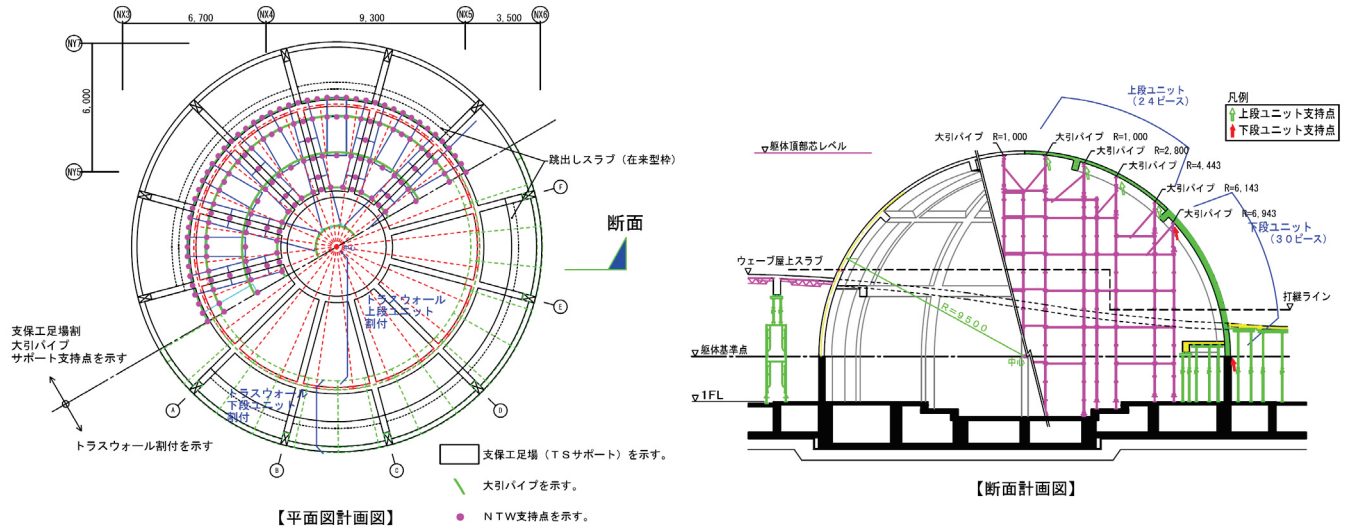


Fig. 3 3D ドームシアター支保工計画図

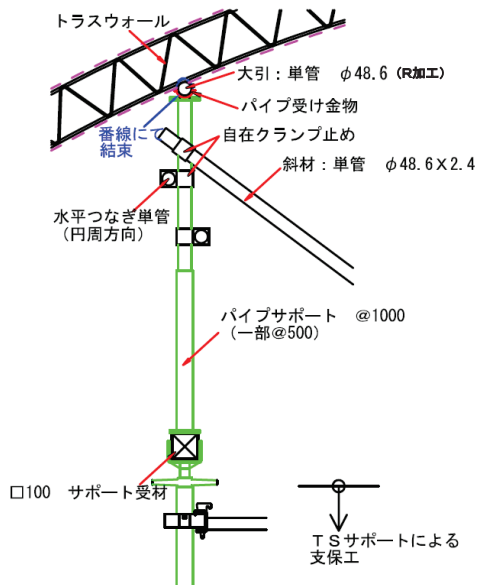


Fig. 4 トラスウォール支持点詳細図



Photo. 11 下部トラスウォール建込

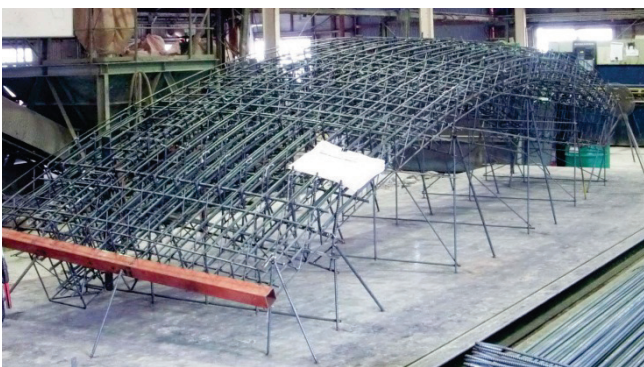


Photo. 10 トラスウォールモックアップ

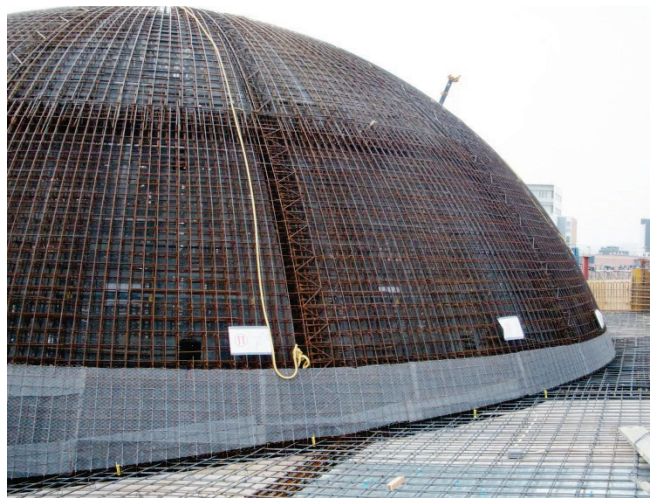


Photo. 12 上部トラスウォール建込完了



Photo. 13 球形ドーム(上部)コンクリート打設状況

5. おわりに

『サイエンスヒルズこまつ』建築工事で重視したのは、『独創的な設計の建物を、いかにして忠実に現実化するか』ということであった。そのためには、受注前からの

予算・工期を含めた合理的な施工計画の策定と適切な工法の早期選定，専門工事業者をはじめとする工事関係者の理解と協力が不可欠である。今後同様の複雑な形態の建物を施工する際に，今回得られた経験が役立てば幸いである。

謝辞

建築技術者として，今までに経験のない，また，今後経験することも恐らくないであろう建物の施工に携わり，完遂できたことは幸せといえるものであります。本工事の施工にあたり，貴重なご助言をいただいた施主，設計事務所の方々，また，苦勞を分かち合ったJV職員および持てる技術力を惜しみなく発揮してくれた各職長をはじめとする専門工事業者の皆様にこの場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建築技術 2014 No. 771, PP37～39

Construction report of reinforced concrete curved structure - Construction work of Science Hills KOMATSU -

Yasuyuki KIMISHIMA, Wataru ZOUSHI and Yoshihiro YAMAMURA

Abstract

Feature of "Science Hills KOMATSU" is four large roofs made up of a reinforced concrete curved structure. Both structure and shape of this building is a complex assembly. In order to realize its unique configuration and to solve challenges of the construction period shortened, we have adopted a variety of construction methods. In this report, I describe three methods ; ribbed form method, beveled beam method and the New Truss-wall method. The former two are for the curved roof which called 'WAVE', and last one is for the dome structure of '3D theater'. We were able to build the structure with high accuracy and we achieved construction period shortened.

Key words: Reinforced concrete curved structure, Ribbed form method, Beveled beam method, New Truss-wall method
