

愛地球博記念公園・地球市民交流センターの設計と施工

正会員 ○城戸 隆宏*

*株式会社 山下設計 本社構造設計部門

Design and Construction of Global Center, EXPO 2005 Aichi Commemorative Park

○KIDO Takahiro*

*Yamashita Sekkei Inc. Structural Design Dept.

1. 建築計画概要

地球市民交流センターは Linimo 愛・地球博記念公園駅に接続する、市民が交流できるホールや体験学習が出来るプログラムを備えた交流センターと体育館^[2]からなる。敷地は愛・地球博のメインゲート跡地付近に位置しており、愛・地球博の理念継承エリアとして位置付けられる、記念公園内の中核施設である。(図1)

建物のデザインは、周辺の丘陵地形になじむ柔らかな曲線状の形態であり、屋根面全域には屋上庭園を配している。また愛・地球博で培った、風や太陽光などの自然エネルギーの活用を目指した計画としている。

本論では約 7,000m² のシェルスラブを有する交流センターの設計と施工について報告する。^[1]

2. 構造計画概要

本建物の屋根面は基本的には、厚さ 300mm のシェルスラブから構成されている。通常、このような構造でシェル効果を期待するためには、境界構造を剛にすることが必須条件である。

しかしデザイン的な要求から、建物円周(外周)方向には耐震壁あるいは境界梁等を設けることが出来ないため、建築平面の放射方向に配置された諸室の間仕切壁を耐震壁として利用することで、十分な境界剛性を確保している。(図2)

本計画における構造計画上の特徴を以下に示す。

① 躯体自重の軽減：球体ボイドの採用

シェルスラブの最大スパンが 45m であり、屋根面には屋上庭園が計画されているため、いかにシェルスラブの自重を軽くするかが構造計画の重要なテーマのひとつであった。そこで、応力分布に応じてスラブ内に球体ボイドを配することで軽量化を図り、スラブ平均重量を 222mm 程度にした。(図3)

② スラスト力の処理：耐震壁に斜め方向のPSを導入

屋根面からの長期的な多大なスラスト力と地震荷重時の水平力を壁面のコンクリート断面のみで処理することは現実的ではないため、耐震壁内部の斜め方向にPCケーブルを配置しプレストレスを導入することにより、スラスト力とは逆方向の水平反力を与えることでせん断応力の低減効果を狙った。

基礎梁に関しては、支点が短期荷重時に滑動しないことを確認した(地震時の支点の水平反力 \leq 支点部の摩擦抵抗力)が、屋上庭園重量のバラツキや躯体の施工誤差、地盤の不確定性等を勘案して、支点部分を全方向ローラーにした検討を行った。そこで、発生したスラスト力に対して、基礎梁に引張応力が発生しないようにプレストレスを導入している。(図4)

3. シェルスラブの構成方法と施工

<シェル面の形状決定方法>

1970年代にH.イスラーを代表として多く建設されたシェル構造は、ガウディの逆さ吊りの原理に基づき、長期荷重時のシェルの内部応力が圧縮状態になるように形状を決定する方法や、数値解析のしやすさから数学的に数式で表現のできる曲面が設定されていた。一方、近年ではコンピューターによる構造解析技術の発達により、建築家のイメージした曲面をもとに構造体の歪が最小となるようにオートマチックに形状を決定



図1 完成予想パース

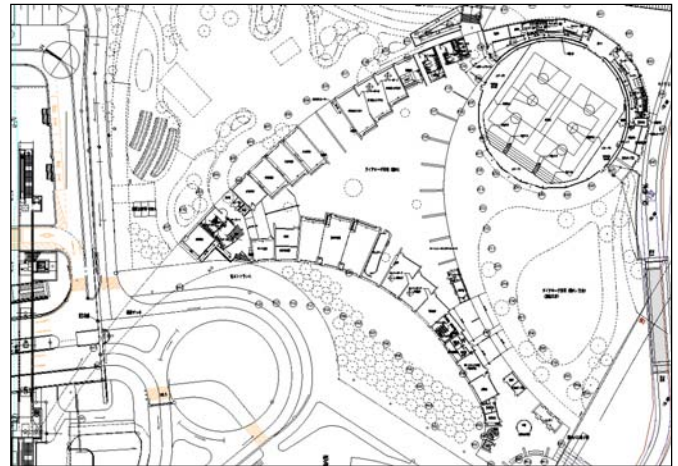


図2 配置図兼平面図

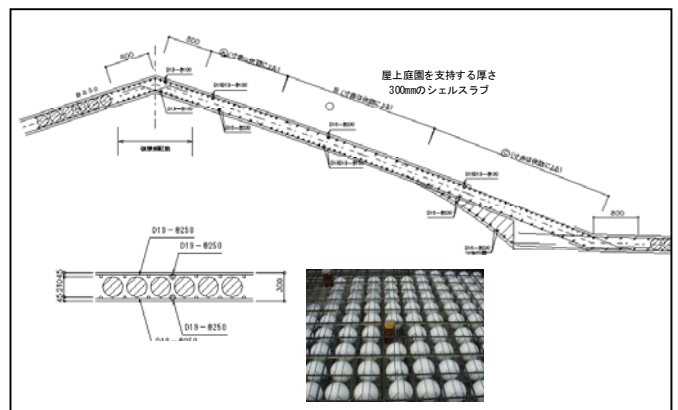


図3 ボイドスラブ詳細図

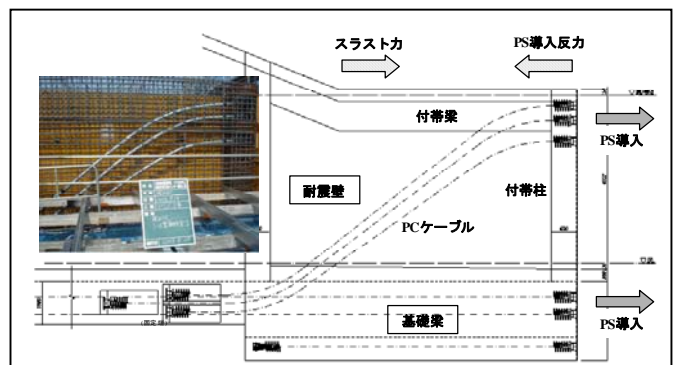


図4 壁面内PSの概念

所在地：愛知県愛知郡長久手町 愛・地球博記念公園内
 主な用途：集会場・体育館
 敷地面積：1,942,249.79m²
 建築面積：6,174.75m²(交流センター)、2,649.87m²(体育館)
 延床面積：6,174.75m²(交流センター)、2,649.87m²(体育館)
 キーワード：RCシェル構造、プレストレス、ボイドスラブ

Location : ai-chikyuuhakukinenkouen,nagagutechou,aichi-gun,Aichi
 Main Use : Hall/Meeting space/Gymnasium
 Site Area : 1,942,249.79m²
 Building Floor Area : 6,174.75m²(Hall)、2,649.87m²(Gymnasium)
 Total Floor Area : 6,174.75m²(Hall)、2,649.87m²(Gymnasium)
 Keywords : RC-Shell,Pre-stress,Void slab

する手法も用いられている。^[3]

本計画では、構造的な合理性はある程度確保しながらも、施工のしやすさ、型枠の作りやすさを優先してシェル形状を決定していった。(図5)

以下に形状決定までのプロセスを示す。

- ・構造的には、ライズが低くなるとシェル効果が薄れ、同時にスラスト力が増大するため、簡略的な検討結果を元に、スラブスパンの10%の高さ(頂部高さを境界躯体レベルから+5.0m)をライズとして設定。
- ・シェルの連続性を損なわないように最上部の頂点に向かって稜線を設定した。
- ・円周方向の境界から稜線までの曲率が一定になるように各座標を決定した。

このことにより、型枠の曲率をほぼ一定にすることが可能な座標を設定することで、極力曲面型枠を用いないで多面体近似をした型枠の採用が可能となり、経済性を考慮したシェル面を構成することができた。

<実大モックアップによる検証>

施工性の確認として、実大のモックアップ躯体(約8.0m×16.0m)を事前施工することで、施工中の問題点や改善点を抽出し実際の施工にあたった。(図6)

具体的には、斜面におけるコンクリート打設が主となるため、施工性を考慮してスランプは下層12.5cm、上層15cmとした。また、ボイド部分へのコンクリートの充填性確認、打継目地や照明配置等のデザイン検討、時間経過に伴う乾燥収縮クラックの確認を行った。

<型枠支保工の解体計画>

約7,000m²を有するシェルスラブは全て1階からの型枠支保工(以下、サポート)により支持されている。当該サポートの解体手順方法によっては設計時に見込んでいない施工時応力が発生する可能性がある。そこでサポート解体においては以下の方針にて行った。

- ・シェル面全体のコンクリート強度が設計基準強度に達するまではサポート解除はしない。
- ・最初にシェル効果に影響のないゾーン(A)のサポート解除を行った。
- ・放射方向に配された耐震壁周辺のゾーン(B)を解体し、徐々に耐震壁部分に屋根面の重量を支持させていった。
- ・中央部のシェル部分のゾーン(C)はトップライト部を中心とした、円周方向に段階的にサポート解除することで自重のスムーズな流れを意図した施工方法を採用した。(図7)

なお、サポートを解体するステップごとにシェル面、耐震壁に有害なクラックが発生していないかを確認しながら段階的に施工を行っていった。

4. まとめ

2010年7月の竣工に向けて、躯体施工は2月にほぼ終了した。まとめを以下に示す。

- ・斜め方向にプレストレスを導入した本システムの有効性が実施工により確認できた。
- ・稜線が強調されながらも全体的に一体性のあるシェル空間のデザインが実現できた。(図8)
- ・詳細な施工計画やコンクリートの品質管理確保のための綿密な打合せを施工者で行い、ジャンカがなく、補修を極力行わないシェル構造が構築できた。



図5 シェル面の構成

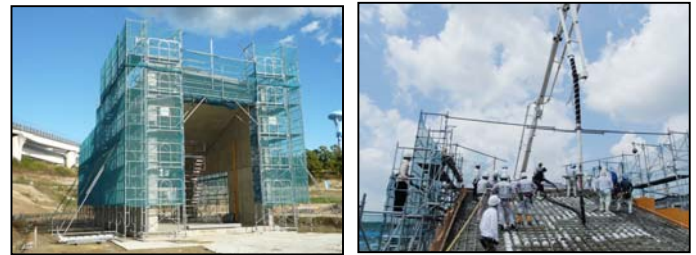


図6 モックアップ状況写真

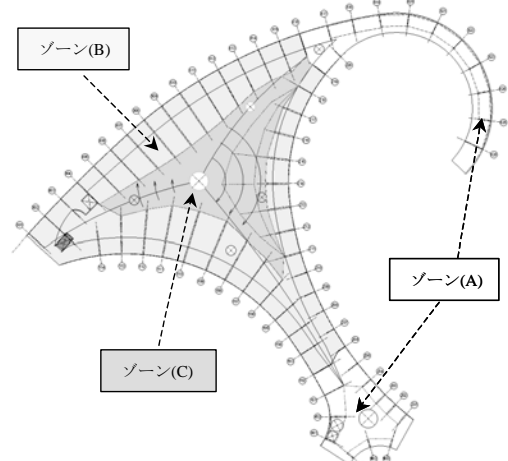


図7 サポート解除方法



図8 内観写真

【謝辞】

本計画の遂行にあたりご指導いただきました、発注者である愛知県ならびに確実な現場施工を行っていただいた土屋組・中村建設・藤本建設JVの各担当者様に感謝の意を表します。

【参考文献】

- [1] 建築技術 2009.6月号 改正建築基準法と構造設計の実践
- [2] 鉄鋼技術 2009.11月号
- [3] FLUX STRUCTURE TOTO出版 佐々木睦朗