

鉄とガラスの参道

その(2) THE TOKYO TOWERS ガラスルーフの構造デザイン
 正会員 城戸 隆宏*
 正会員 伊藤 圭太**
 * 株式会社 山下設計 構造設計部
 ** 株式会社 山下設計 企画開発部

The Promenade of Steel and Glass

~ Structural Design of THE TOKYO TOWERS, KACHIDOKI ~
 KIDO Takahiro*
 ITOH Keita**
 * Yamashita Sekkei Inc. Structural Design Dept.
 ** Yamashita Sekkei Inc. Design Office Dept

1. 概要

本ガラスルーフは総面積約 1400m² からなり、大きく分けて3つの要素から構成されている。平面的・断面的にも不定形であることが特徴的である。(図-1)

本論では各ガラスルーフの構造デザインについて述べる。

2. 構造デザインコンセプト

各ガラスルーフは形状が全く異なるものであるが、想定される設計荷重に対し、力学的な処理すなわち構造システムについても全体としての統一感・リズム感を持たせることとした。特に、建築デザインを昇華すべく、部材断面のサイズ含めたフレーム形状・ディテールの設計については以下のように留意した。

- ・部材は線材要素の高いフラットバーを中心に用いた。
- ・ストリング類には一般的に施工時に必要なターンバックルを一切用いない計画とした。
- ・部材が集約する部分のディテールの極小化を図った。

3. エアリーコリドー

エアリーコリドーは 2.0m ピッチに配された、跳出し長さ約 6.2m の片持大梁と三日月形状の柱および、耐風・耐震の補剛ストリングにより構成されたハイブリッド構造である。(図-2)

各荷重に対する抵抗メカニズムの考え方を図-3に示す。Hanger-String (以下 H.S) と Bracing-String (以下 B.S.) の各々のストリング材は想定される荷重(自重、風荷重、地震荷重)に有効に機能することで、構造断面を全体的にスレンダーなものにしている。なお、各ストリングには所定の初期張力(30kN)を導入し、付加荷重時に張力が消失しない範囲までは抗压材(圧縮力に抵抗できる材)として評価している。

B.S. 材が6本集約される部分は球形ジョイントを採用し、球形ジョイント側にねじ込む接合方法となっている。本ジョイントは約 100m の連続性の中で視覚的な効果も勘案して、通路側は面取加工を施すことでデザイン的な処理を行っている。(写真-1)

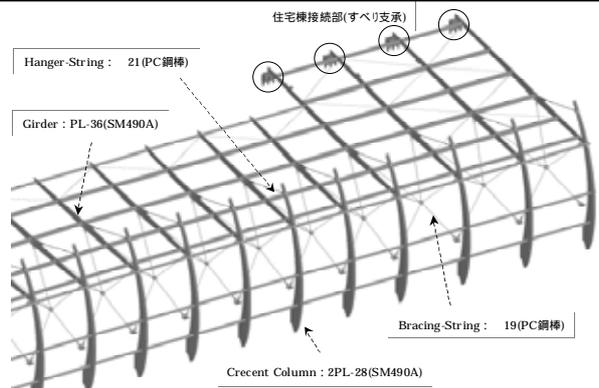
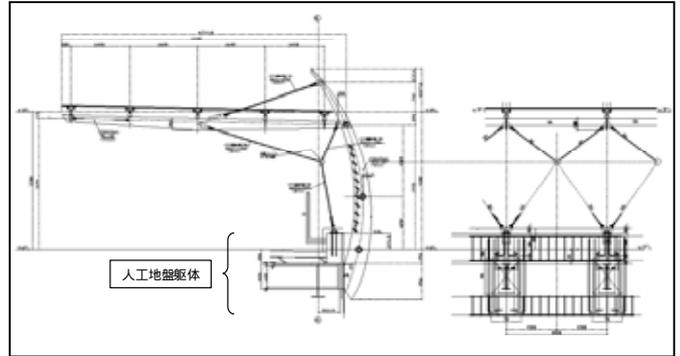


図-2 構造システム概要



写真-1 各部ディテール

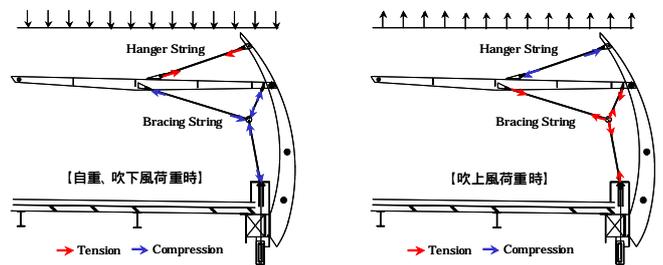


図-3 荷重抵抗メカニズム

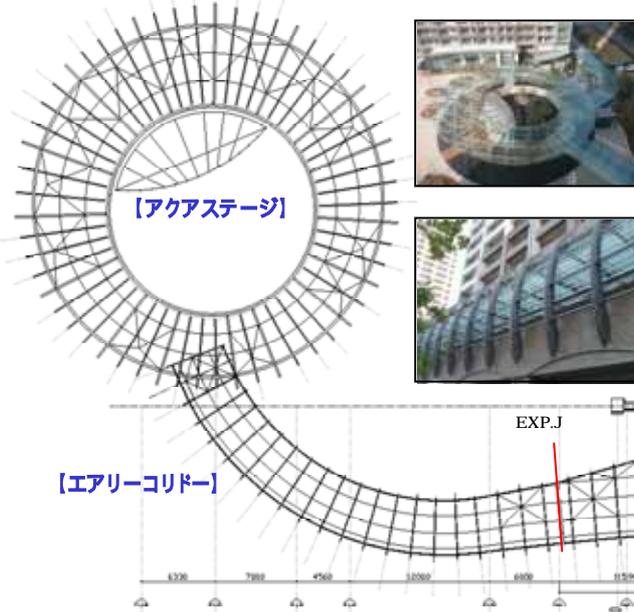


図-1 全体配置図

所在地：東京都中央区勝どき六丁目目内
 主な用途：共同住宅・店舗・駐車場等
 敷地面積：29,718.37m²
 建築面積：20,663.65m²
 延床面積：383,345.47m²
 キーワード：ガラスルーフ・スチールデザイン・ハイブリッド構造

Location : 6chome,kachidoki,chuo-ku,Tokyo
 Main Use : Residence/Retail/Parking a lot
 Site Area : 29,718.37m²
 Building Floor Area 20,663.65m²
 Total Floor Area : 383,345.47m²
 Keywords : Glass-Roof , Steel Design , Hybrid Structure

4. アクアステージ

アクアステージは外径35m内径17mのドーナツ形状をしたガラスルーフである。

エアリーコリドーとの空間的なつながりを重視して、構造システムも同じコンセプトで踏襲した。すなわちエアリーコリドーの構造システムを環状式に展開させたものと捉えられる。

本構造物は内リングが偏心したドーナツ形状であること、歩行動線を考慮して柱スパンが異なり、かつBracing String (以下B.S) が抜けている箇所があること、デザイン上、屋根面が傾斜していることなどから、主要な構造部材の長さや取り付け角度が全て異なっているのが特徴的である。特にB.Sは全ての部材が異なるため、張力導入を主とした施工計画を十分に検討する必要があった。

部材構成は日字断面(BH部材の側面にカバープレート溶接)の大梁が柱頭・柱脚で円錐台上に絞られた柱に接続されている。躯体の重量は天秤構造の如く、Back-Stay (以下B.St) とバランスする形で支持している。(図-4)

エアリーコリドーと同様にBracing-String(以下、B.S)が大梁フレーム間に立体的に配置されており、ストリングに包まれた不思議な空間を演出している。

前述したようにB.Sと柱頭柱脚部の接続角度は全てが異なっているため、柱頭部と大梁ブラケット部は一体化した機械加工部品(切削加工品)を用いることで力の流れを確実にしている。(写真-2)

荷重抵抗メカニズムを図-5に示す。基本的にはエアリーコリドーと同様であり、初期張力(50kN)を導入したB.S材、B.St材は付加荷重時に張力が消失しない範囲で抗压材として評価している。

ストリングへの張力導入は柱脚部のデザインを最優先して、B.S集約部に球形のスリットジョイントを採用した。スリットジョイントの考え方について図-6に示す。スリットジョイントはフィラープレートによって管理されたスリットを縮めることによって張力を導入する方式である。

なお、本ジョイントは6本のストリングの挿入角度をCADおよび模型等によって3次的に検討を行い、ディテールの極小化(180)を可能にした。

5. まとめ

写真-3はマンション販売用に作成された1/50模型である。竣工を迎えて、計画時にデザインされたコンセプト、部材形状、ディテール全てに対しそのまま実現できたものであると実感している。

今後、マンションのような共用空間においても、住民のための「集いの空間」のデザインが積極的に行われることに強く期待をしたい。

【謝辞】

本計画の遂行にあたり技術指導いただきました、日本大学工学部斎藤公男教授ならびに確実な現場施工を行っていただいた前田建設工業、新日鉄エンジニアリングの各担当者様には深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- [1] 鉄構技術 2008.5月号
- [2] 斎藤,岡田,宮里他 ストリング式環状片持架構の構造特性に関する基礎的研究 (その1)構造システムの提案とメカニズムの把握 AIJ大会(2008中国)
- [3] 斎藤,岡田,宮里他 ストリング式環状片持架構の構造特性に関する基礎的研究 (その2)PSレベルを考慮した試設計 AIJ大会(2008中国)
- [4] 斎藤,城戸,田畑 ストリング式環状片持架構の設計と施工-勝どきアクアステージの構造計画- AIJ大会(2008中国)

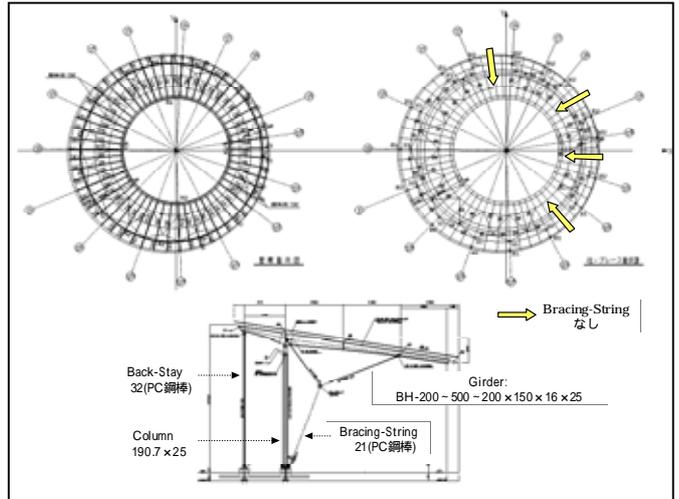


図-4 構造概要



写真-2 各部ディテール

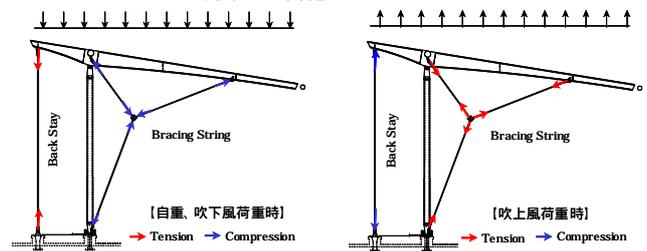


図-5 荷重抵抗メカニズム



図-6 張力導入機構(スリットジョイント)



写真-3 模型写真