

B-48

サッカースタジアムに適用した大開口を有する多段式張弦梁構造に関する基礎的研究  
風荷重に対する挙動について

Basic Research about a Soccer Stadium by The Multistep System Arched Beam Structure with Large Opening  
About Behavior to The Wind Load.

○大野 啓介<sup>1</sup>, 石鍋 雄一郎<sup>2</sup>, 中島 肇<sup>2</sup>

Keisuke Ohno<sup>1</sup>, \* Yuichiro Ishinabe<sup>2</sup>, Hajime Nakajima<sup>2</sup>

Abstract : A roof of the soccer stadium is the roof shape which needs sunlight and installs an opening in a central part for turf's care. I have for my object to propose the roof form which has no practical examples yet to Japan by this research, do a numerical analysis and consider structural property.

1. はじめに

サッカースタジアムの屋根は芝生の養生に太陽光が必要であり中央部に開口部を設ける屋根形状になっている。この機能に対応できる構造形式には片持ち梁形式, キールアーチ形式, ケーブル屋根形式が考えられるが<sup>[1]</sup>, 我が国の大部分の大規模サッカースタジアムの屋根は片持ち梁形式, キールアーチ形式である<sup>[2]</sup>。ケーブル屋根形式のサッカースタジアムの屋根は日本では風荷重が大きく, これによる変位が大きいことなどが原因で実施例がないものとする。

本研究では多段式張弦梁構造に大開口を設けた屋根形式を提案し数値解析を行い, 構造特性を考察することを目的とする。

2. 屋根構造概要および解析概要

開口部内に 105m×68m のサッカーのグラウンドが入るような平面円形のモデルを対象とし (Figure1), ケーブルの配置が異なる 2 つのモデルを提案する。また, 提案モデルの有効性を検討するために同規模のケーブル屋根形式も検討する。

タイプ 1 は放射ビームの中心先端部と中央に 2 本の長さ 5m のストラットを配置し, 放射ケーブルを配置する。また, ストラット上部および下部に円周方向にコンプレッションリング, テンションリングを配置する。タイプ 2 はタイプ 1 のストラット, ケーブル配置に加え, 風荷重による吹き上げ対策のための耐風ケーブル ST<sub>w</sub>

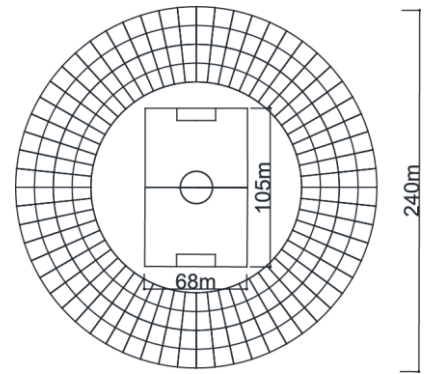


Figure 1 Model Diagram

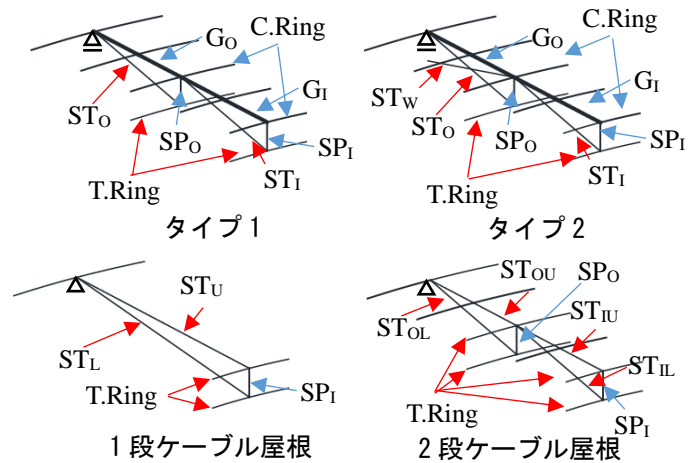


Figure 2 System Detail Drawing

Table1 Material Specifications

	タイプ1	タイプ2	1段ケーブル屋根	2段ケーブル屋根
放射ビーム (G)	H-1000×400×19×40	H-1000×400×19×40		
C. Ring	H-1000×400×19×40	H-1000×400×19×40		
放射ケーブル (STi)	スパイラルローブφ100×1本	スパイラルローブφ100×1本		
放射ケーブル (STo)	スパイラルローブφ100×2本	スパイラルローブφ100×2本		
放射ケーブル (STu)			スパイラルローブφ100×2本	スパイラルローブφ100×2本
放射ケーブル (STL)			スパイラルローブφ100×2本	スパイラルローブφ100×2本
耐風ケーブル (STw)		スパイラルローブφ100×2本		
T. Ring (内周)	スパイラルローブφ100×8本	スパイラルローブφ100×8本	スパイラルローブφ100×8本	スパイラルローブφ100×8本
T. Ring (外周)	スパイラルローブφ100×14本	スパイラルローブφ100×14本	スパイラルローブφ100×14本	スパイラルローブφ100×14本
ストラット (SP)	P-φ267.4×6.6	P-φ267.4×6.6	P-φ267.4×6.6	P-φ267.4×6.6

ケーブルは構造用スパイラルローブ (STK1570,1×217)

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

を配置する. ケーブル屋根構造の 1 つ目は 2 台のテンションリングを有し, これらを上下 2 台の放射ケーブルで接合する. 2 つ目は 4 台のテンションリングを有し, これらを上下 2 台ずつの放射ケーブルで接合する. 提案システムの屋根は下部構造により鉛直方向が支持され, 放射ビームのスパン方向 (半径方向) にのみ水平変位を許容するものとする. ケーブル屋根構造の放射ケーブル端部は下部構造に確実に支持する (Figure2). 全モデルの部材は Table1 に示す.

検討用荷重については自重および自重+吹き下げ荷重と自重+吹き上げ荷重の 3 パターンで解析を行う (Figure3).

### 3. 解析結果

鉛直変位はケーブル屋根形式よりも提案システムの方が制御できていることが分かる. また, タイプ 1, 2 を比較すると特に吹き上げ荷重載荷時に  $ST_{II}$  の効果により, 変位を制御していた (Figure4).

水平変位は吹き上げ時は全てのモデルが外側に変位しているが, 吹き下げ時は提案システムは内側に, ケーブル屋根は外側に変位していることがわかる (Figure5).

$ST_0$  はケーブル屋根では吹き上げ, 吹き下げ荷重が載荷されると軸力が増大する. 一方, 提案システムは吹き上げ荷重が増大するにつれてケーブル軸力が減少する.  $ST_I$  は軸力変化が  $ST_0$  ほど大きくはないが, 吹き上げ荷重が大きくなると軸力が減少し, その傾向はケーブル屋根のほうが顕著である (Figure6). また, タイプ 1, 2 を比較すると耐風ケーブルの効果により, タイプ 1 よりも軸力減少が抑えられている.

テンションリングは放射ケーブルに比べて 10 倍近くの軸力が作用する部分もあり, 1 段ケーブル屋根の軸力は 4 つの中でも特に大きい (Figure7).

### 4. まとめ

本研究では 4 つのモデルを解析し, 各システムの変位, 軸力を把握した. 提案システムは水平変位ではケーブル屋根形式よりも大きくなったが, 鉛直変位や放射ケーブル, テンションリング軸力はケーブル屋根形式に比べて有効性を示すことができた. また, 提案システムのタイプ 1, 2 を比較するとタイプ 2 は耐風ケーブルによって鉛直変位や軸力の変位量をより抑えられるため, タイプ 1 よりも有効であった.

### 5. 参考文献

- [1] 小林哲也他: テンションリングを有する放射型ケーブル屋根構造の力学特性に関する研究 その 1, 日本建築学会学術講演会梗概集 (関東) 1997. 9pp. 807-808
- [2] 斎藤公男, 岡田章他: 最近のスタジアムにおける計画と技術, 建築技術, 2002, 4pp. pp44-45, pp116-123, 128

	提案システム	ケーブル屋根形式
自重	1500	300
風荷重 (吹き下げ)	2352 1176 588	2352 1176 588
風荷重 (吹き上げ)	2352 1176 588	2352 1176 588

Figure 3 The Wind Load

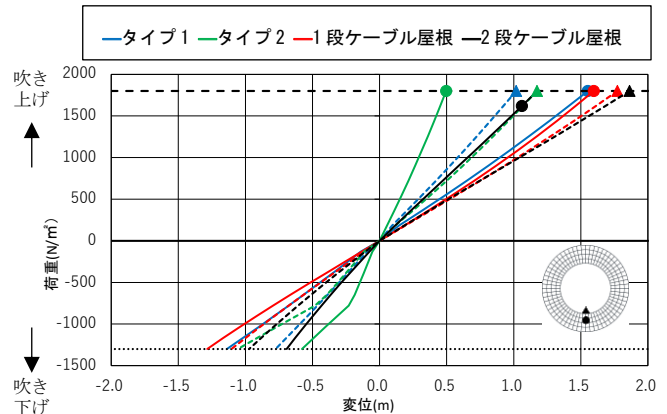


Figure 4 Vertical Displacement

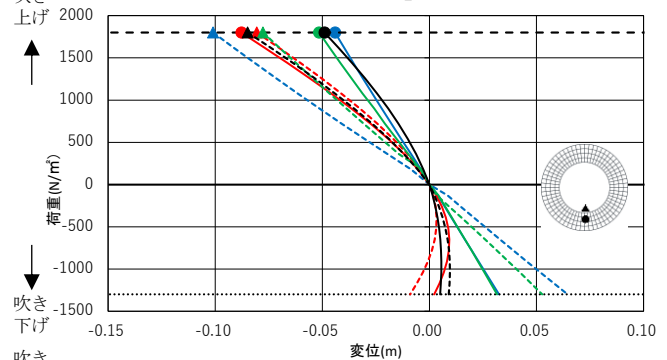


Figure 5 Horizontal Displacement

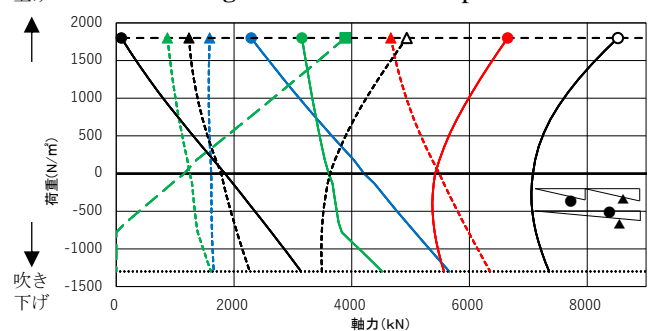


Figure 6 Radiation Cable

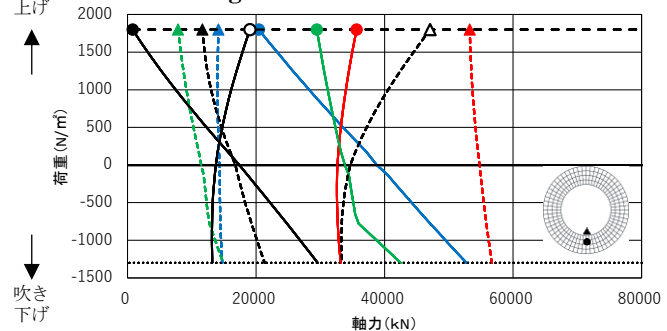


Figure 7 Tension Ring