

B-58

大規模サッカースタジアムにおける形態抵抗系を活用した構造システムの提案について

Proposal of a structural system using morphological resistance system in large-scale Football Stadium

○安部健登¹, 石鍋 雄一郎², 中島 肇³

Kento Abe¹, Yuichiro Isinabe², Hajime Nakajima³

Abstract: The roof of the soccer stadium keeps the audience out of the rain and shade, but it needs a central opening to allow sunlight to grow in the grass. Also, in this type of stadium, about 40m or more is essential to cover all seats with a roof. Currently, however, small and medium-sized football stadiums cover less than 1/3 of the seat. To satisfy these conditions, it is essential to select a frame system. The stadium currently used in Japan is mainly a cantilever type bending resistance system. In this study, we propose a stadium roof structure using a form resistance system that resists the entire roof.

1. はじめに

サッカースタジアムの屋根は観客への雨風を防ぐ役割を担う一方、芝生の養生のために太陽光が必要である。このためJFA(日本サッカー協会)により開口部を設け、スタンド全体を覆うことが規定されている。またこの種のスタジアムでは観客席の全てを屋根で覆うことが推奨されている為、片持ち梁の跳ね出し長さ40m程度を超えるスパンを有する架構が必須となる。しかし観客席の1/3も覆っていない中小規模のサッカースタジアムも存在しているのが現状である。

スタンドを覆う屋根架構として片持ち梁方式と斜張式片持ち梁方式などがあげられる²⁾。国内での実績の多いこれらの片持ち梁方式は曲げ抵抗系であり、一般には平面骨組として主材を設計できるところに特徴がある。一方、屋根面に大開口を有する曲面構造とすることで、屋根架構全体として形態抵抗システムを期待することも可能であると考える。

本研究では形態抵抗系を活用したスタジアムの屋根架構の提案を目的とする。本報では開口の大きさや境界条件を変化させたときの曲面構造の力の流れや変位のような構造挙動について検討する。

2. 解析概要

スパン 240m ライズ 12m, ライズ/スパン 0.05 の球面形状をした曲面構造を対象とする(Fig.1)。開口なし、開口の直径 70m, および 140m の 3 つのモデルに対して FEM 解析を行う。

境界条件はピン支持, ローラー支持及びテンションリング(T.Ring)を設けたローラー支持について検討する(Table1, 2)。テンションリングは 900φ×50, 900φ×350 の二種類とする。

荷重条件は 1.5kN/m²の鉛直荷重とし、全面に載荷する。また、等価シェル厚は 300mm とする。

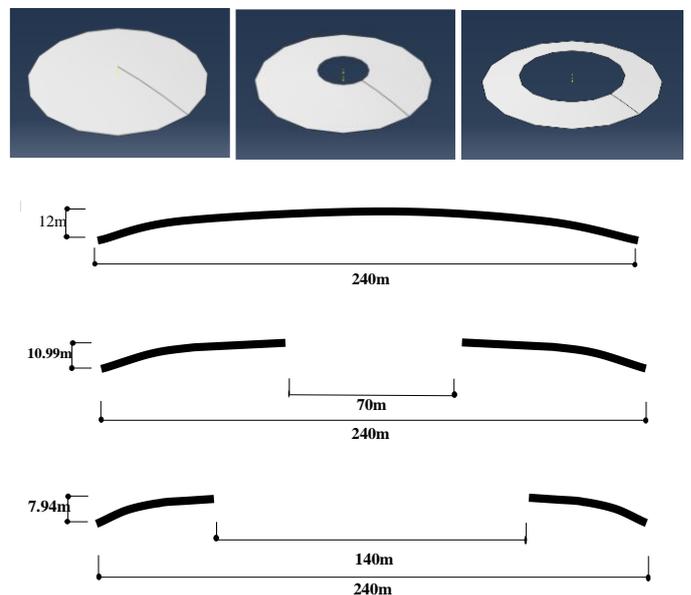


Figure1.Model Diagram

Table1. List of Analysis model (m)

開口部直径	スパンL	ライズh	梁長さ
0	240	12	120
70	240	12	85
140	240	12	50

Table2. List of Represent

外周の境界条件		開口部直径		
		0m	70m	140m
ローラー支持	ピン支持	P0	P70	P140
	T.Ringなし	R0	R70	R140
	T.Ring P-900φ×50	R50T0	R50T70	R50T140
	T.Ring P-900φ×350	R350T0	R350T70	R350T140

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工・教員・建築

3. 解析結果

3-1. 境界条件の相違について(Fig.2~5)

開口 140m で境界条件を変化させたモデルで比較すると、変位はローラー支持の場合、T.Ring がないと過大な変位が開口部にみられる。R50T140 に比べ R350T140 のほうが変位が小さいことから T.Ring の断面積は変位に影響がある。Nφ は境界部分に大きな差があるが中心部分で相違がないことが読み取れる。また、Nθ でも同様な挙動がみられることから境界条件の違いは境界部の軸力に差があることがわかる。Mφ のピン支持では 0 に近い値を示すことから形態抵抗が形成されていることがわかる。また、境界部で差があることから、T.Ring の効果があることが読み取れる。

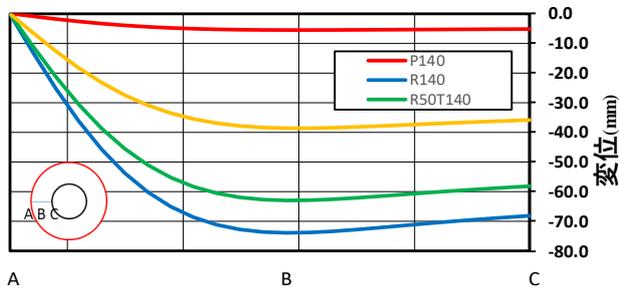


Figure2. Displacement

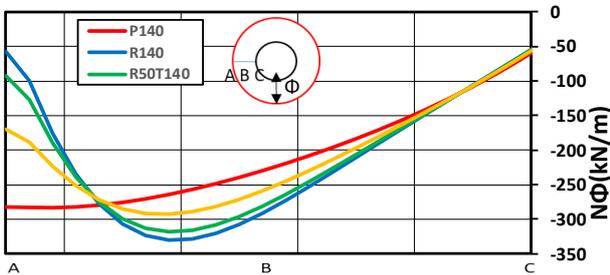


Figure3. Axial Force N_{ϕ}

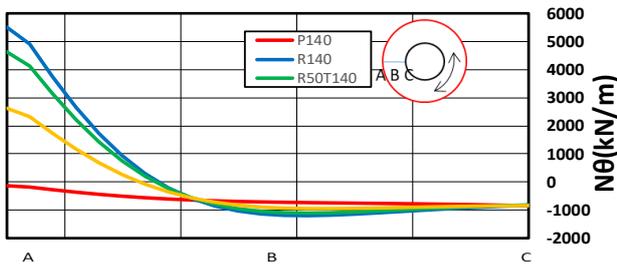


Figure4. Axial Force N_{θ}

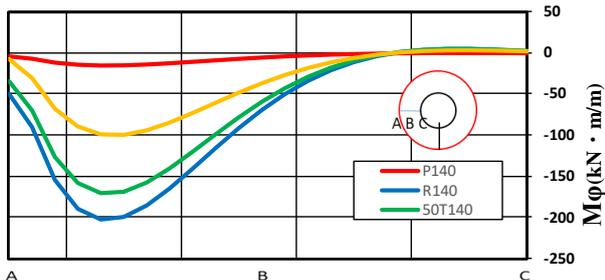


Figure5. Axial Force M_{ϕ}

3-2. 開口部の影響について(Fig.6~9)

開口部を変化させたモデルで比較すると、変位は開口 140m, 開口 70m は開口 0m よりも小さい値となった。また Nφ は挙動は似ているが中心部で差があることがわかる。開口部を設ける場合、開口部には軸力はほぼ発生していないことが読み取れる。Nθ, Mφ では境界付近でわずかな差がみられる。開口 140m に比べ開口 70m, 開口 0m のほうが値が大きいことから自重が影響していると思われる。

4. まとめ

本研究ではスパン 240m の大きさと開口を 3 パターン、境界条件をピン、ローラー、リングを 2 種類での数値解析をした。今後は適切な部材配置や偏分布の風による挙動の解析を行い、スタジアムの検討を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 財団法人 日本サッカー協会:「スタジアム標準 スタジアム建設改修にあたってのガイドライン」, pl. p16, 2018
- 2) 斎藤公男他:「サッカースタジアムにみる構造デザイン」, 月間鉄鋼技術, No.6, p44, 2002

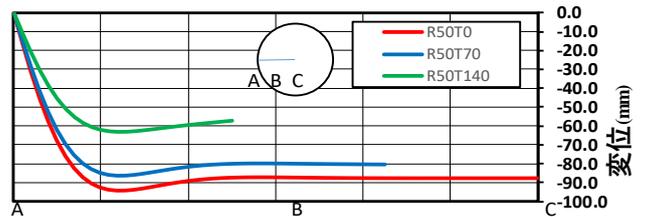


Figure6. Displacement

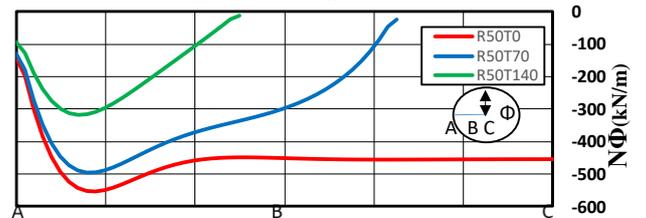


Figure7. Axial Force N_{ϕ}

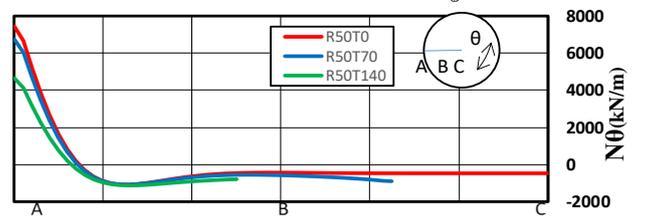


Figure8. Axial Force N_{θ}

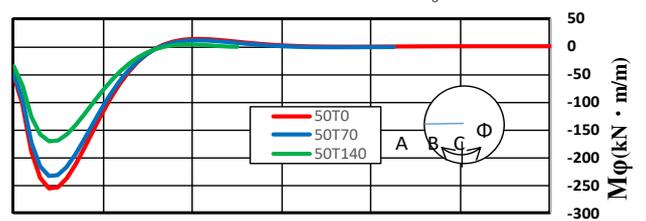


Figure9. Axial Force M_{ϕ}