

**野球用スタジアム内の風環境に関する解析的研究  
千葉ZOZOマリンスタージアムをモデルケースとした検討  
Analytical Study on Wind Environment in Baseball Stadium  
Study using Chiba ZOZO Marine Stadium as a model case**

○樺澤真子<sup>1</sup>, 石鍋雄一郎<sup>2</sup>, 中島肇<sup>3</sup>

\*Mako Kabasawa<sup>1</sup>, Yuichiro Ishinabe<sup>2</sup>, Hajime Nakajima<sup>3</sup>

Abstract: Baseball stadiums are broadly divided into two types, outdoor stadiums and dome-shaped indoor stadiums. In both ballparks, the distance of the ball is affected by the change in the distance of the ball depending on the wind environment. Chiba ZOZO Marine Stadium is particularly problematic in the wind environment. Chiba ZOZO Marine Stadium is a round donut-shaped outdoor stadium located on the seaside. A strong sea breeze blows, which has a greater impact than other stadiums. In addition, the roof is a donut type, and the overall roof is a characteristic shape that rises gently from the seaside. Compared to other outdoor stadiums, only some of them have roofs or fan shapes that match the mound, so it is thought that the characteristic shape and roof of Chiba Marine Stadium have an impact on the wind environment.

1. はじめに

野球のスタジアムは屋外スタジアムとドーム型の屋内スタジアムの大きく2つに分かれる。どちらの球場でも、風環境により打球の飛距離が変わることでプレーに影響がある。特に、風環境で問題があるのは千葉ZOZOマリンスタージアムである (Figure1)。千葉ZOZOマリンスタージアムは海辺にあるドーナツ型の屋外スタジアムで、強い海風が吹き、他のスタジアムに比べて影響が大きい。また、屋根はドーナツ型で、全体の屋根が海辺の方から緩やかに上がっていく特徴的な形状である。他の屋外スタジアムの球場と比較すると扇型や1部のみに屋根の場合が多いことから、千葉ZOZOマリンスタージアムの特徴的な形状と屋根が風環境に影響を及ぼしていると考えられる。

そこで本研究では、千葉ZOZOマリンスタージアムをモデルケースとして形状と風環境の関係を数値流体解析を通じて検討する。さらに、風環境改善をするための形状を提案を目的とする。



Figure1 Chiba ZOZO Marine Stadium<sup>[1]</sup>

2. 文献調査

千葉ZOZOマリンスタージアムに関する研究は、文献2があり、アメダスデータと天気図からの解析と風洞実験が行われている。

アメダスと天気図の解析では、野球のシーズンに係る春季には、南西の風が多いことが示された。特に千葉は南西風が卓越する時に、中部山岳や伊豆半島の影響を受け形成される風が進入しやすい地点に位置するため、強風が頻発すると示されている。

また、風洞実験ではスタジアム内に逆流が発生し、屋根の高さレベルでは風速の乱れが大きくなった。特徴的な屋根の形状のため、模型を回転させて実験したところ反流の位置に変化があることが示されている。

3. 解析方法

3-1. 数値流体解析概要

(株)環境シミュレーション製の数値解析ソフト「Wind Perfect V5」を使用し三次元流体解析を行う。Table1 に基本条件を示す。また、風環境は千葉アメダスの3年分のデータをもとに、野球のシーズンである3月から10月までを対象とした。

Table1 Analysis calculation conditions

離散化手法	有限体積法
乱流モデル	0方程式
圧力解放	Gauss-Seidel法
移流項	一次精度風上差分
解析空間	2000m(X) × 2000(Y) × 300(m)
流入条件	南西風, 地表面粗度区分III, 基準高さ47.8m, 風速3.9m/s,
側壁境界条件	Free Slip
天井境界条件	Free Slip
床面境界条件	No slip
計算時間	200秒

3-2. モデルの設定

千葉ZOZOマリスタジアムは、直径196m、屋根の最高高さ33m、屋根の最低高さ22m、屋根の幅9.7mである。よってモデルは直径200m、屋根の幅10mとし、屋根の高さを変えて作成する (Table2, Figure2, 3)。解析するモデルはモデル1, 2, 3の3通りで行う (Figure 4, 5, 6)。モデル1は高さ30mで傾斜のない屋根である (Figure 4)。モデル2は最高高さ30m、最低高さ25mで勾配2%の傾斜のある屋根である (Figure 5)。モデル3は最高高さ30m、最低高さ20mで勾配4%の傾斜のある屋根である (Figure 6)。

Table2 Stadium shape dimensions

モデル	直径(m)	屋根の幅(m)	最低高さH1(m)	最高高さH2(m)
モデル1	200	10	30	30
モデル2			25	30
モデル3			20	30

4. 数値流体解析結果の分析の方針

千葉ZOZOマリスタジアムの風環境の問題点である逆流の発生の有無、発生場所、発生個所数と屋根の高さレベルまでの風環境に注目して分析を行う。また、モデル3は、実際のスタジアムに近い寸法のモデルであるので、文献調査に示されていた風洞実験との比較を行う。

今回は、風環境が改善されているというモデルの判断場所は、南西の風という条件で行うので、南西方向に平行な断面図上で行う。

5. まとめと今後の方針

本研究では、千葉ZOZOマリスタジアムの風環境を文献調査及び三次元流体解析の方針の決定を行った。今後は、作成したモデルで解析を行い、逆流と屋根の高さレベルの環境に視点をおき、屋根の高さ及び傾斜を変え解析を行い、スタジアム内の風環境を改善するモデルを検討していく。

6. 参考文献

[1]千葉ロッテマリーンズ公式サイト  
<https://www.marines.co.jp/stadium> (最終閲覧日 2022年9月15日)  
 [2]神田敬, 杉本孝公, 上野健一, 萩野谷成徳, 堀晃浩, 川島儀英: 千葉マリスタジアム内に特徴的な風系と強風の要因, 日本気象学会機関誌「天気」, 55巻, 4号, pp241-250, 2008.4

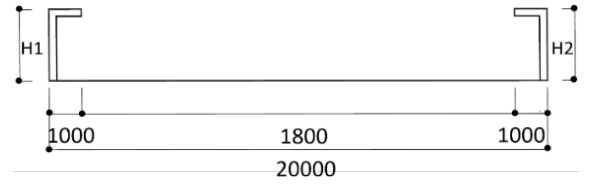


Figure2 cross-section view

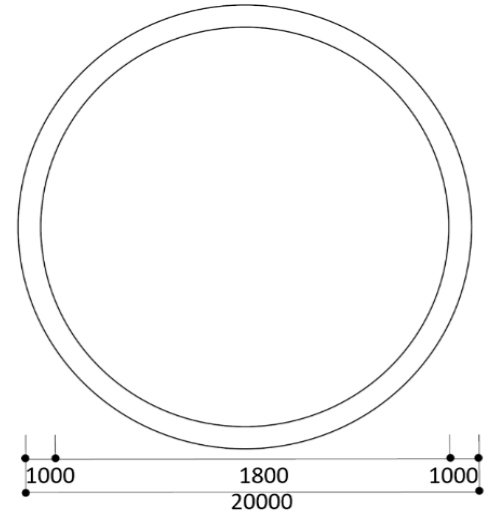


Figure3 Roof view

黄色 : 流入風向

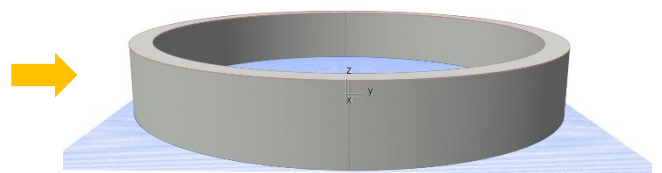


Figure4 Model of a roof with a height of 30 m and without inclination (Model 1)

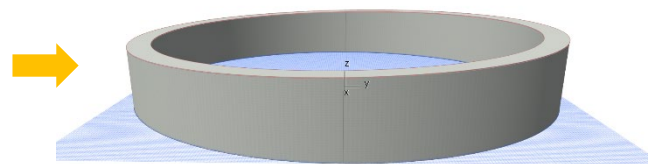


Figure5 Model with a sloping roof with a maximum height of 30 m and a minimum height of 25m (Model 2)

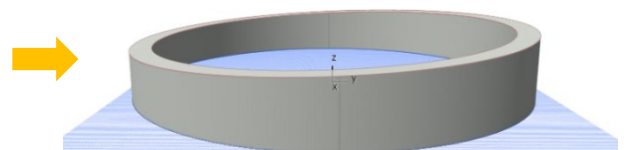


Figure6 Model with a sloping roof with a maximum height of 30 m and a minimum height of 20m (Model 3)