

B-25

スタジアム形状の相違がスタジアム内の風環境に及ぼす影響に関する基礎的研究

Basic research on the effect of differences in stadium shape on the wind environment in the stadium

○峰松慶介¹, 石鍋雄一郎², 中島肇³

*Keisuke Minematsu¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima³

Wind speed and direction of the wind blowing in the athletics stadium have a great influence on records. In sprint events up to 200m, long jump and triple jump, the average wind speed is measured at the points specified in the track and field rule book at the competition. If the measured average wind speed exceeds 2.0 m/s, the record will not be officially recognized and will be treated as "wind assistance record". In previous studies, the tailwind on the truck did not exceed 2.0 m/s, but it was confirmed that there were many headwinds. Therefore, to propose a stadium shape that suppresses headwinds on the truck is the purpose of this study.

1. はじめに

陸上競技場内に吹く風の風速・風向は、陸上競技の成績に大きな影響を及ぼす。200mまでのトラック種目、及び走幅跳・三段跳では、競技時に陸上競技ルールブック^[1]に定められた地点で平均風速が計測される。計測された平均風速が追い風 2.0m/s を超えていた場合、その記録は公認されず「追い風参考記録」ととどめられてしまう。また、向かい風 1.0m/s で 100m 走のタイムが約 0.1 秒遅くなるほど向かい風の影響は大きい。

既存の研究^[2]では、トラック上の追い風 2.0m/s を超えないようなスタジアム形状を提案している。その結果、追い風 2.0m/s は越えなかったが、トラック上に向かい風が多く発生していることが示されている。

そこで本研究では、トラック上の向かい風を抑えるスタジアム形状を提案することを目的とする。本報では、既存の研究^[2]で用いられたモデルを分析してトラック上に向かい風が発生した原因を考察し、その上で新たなスタジアムを提案する。

2. 条件設定

2-1. アメダスデータに基づく流入風速の設定

対象施設は、南寄りの風が強く吹き、追い風の条件が発生しやすい平塚競技場とする。そして、平塚競技場に最も近いアメダス(辻堂)の観測記録の風速データを参考にする。

平均風速データ、風配図より主に南北方向からの風が吹いていることがわかる(Table1, Figure1)[3]。また、全国の競技場は長手方向を南北軸としている。このことから、解析に用いる風向きは走路に平行であり、追い風となる南風を対象とする。また、頻度の高い南南西の風の南成分の風も対象とする。平均風速は 4.6m/s, 最大瞬間風速 6.2m/s となる。平均風速と最大瞬間風速の平均値である 4.2m/s, 6.1m/s を流入風速とする (Table2)。

Table1. Average value of wind speed data of Amedas Tsujido (April-October 2012-2019)

2012年-2019年		風速 (m/s)			
		平均	頻度	最大瞬間	頻度
北	N	2.97m/s	15.3%	5.46m/s	14.5%
北北東	NNE	2.87m/s	14.0%	5.26m/s	12.7%
北東	NE	2.67m/s	6.13%	4.86m/s	6.7%
東北東	ENE	2.48m/s	2.78%	4.36m/s	2.31%
東	E	2.51m/s	3.03%	4.30m/s	4.38%
東南東	ESE	1.43m/s	1.38%	2.97m/s	1.76%
南東	SE	1.35m/s	1.52%	3.20m/s	1.97%
南南東	SSE	1.79m/s	5.20%	3.70m/s	2.95%
南	S	3.79m/s	16.2%	6.05m/s	19.2%
南南西	SSW	5.07m/s	18.9%	6.71m/s	19.2%
南西	SW	2.92m/s	6.39%	5.02m/s	4.22%
西南西	WSW	1.39m/s	1.48%	3.68m/s	1.46%
西	W	1.14m/s	0.88%	2.59m/s	1.16%
西北西	WNW	1.19m/s	0.70%	2.27m/s	0.88%
北西	NW	1.49m/s	1.47%	2.84m/s	1.67%
北北西	NNW	2.4m/s	3.95%	4.59m/s	4.90%
静穏	-	0.12m/s	0.67%	0.00m/s	0.00%

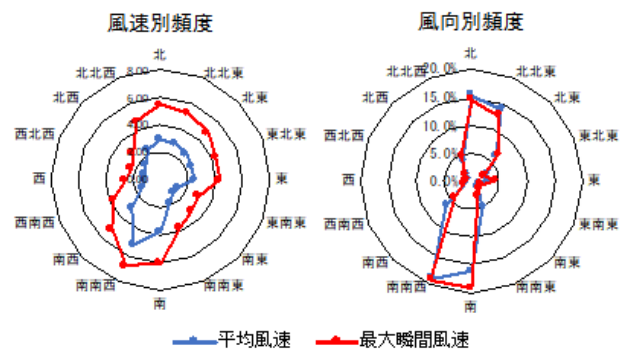


Figure1. Wind rose of Amedas Tsujido (April-October 2012-2019)

Table2. South-southwest wind Southward component and average of southwest wind

風向	平均風速	最大瞬間風速
南	3.79m/s	6.05m/s
南南西の南成分	4.68m/s	6.20m/s
平均	4.24m/s	6.13m/s

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

2-2. 既存研究モデルの分析

既存の研究^[2]で用いられたモデルの結果を分析して、向かい風が発生した原因を探る。既存の10つのモデルの中で特に向かい風が平均的に抑えられていた3モデル(A-1, A-4, A-5)を対象とする(Figure2)。

全モデルで共通して風下側のスタンド中央付近で逆流が起こっており、またメインスタンドと屋根の間に風が入り込み、メインスタンドでらせん状の渦が起これるその影響でトラックのスタート方向に向かう風が発生していることが確認された。これらの原因をもとに、新たなモデルを提案する。

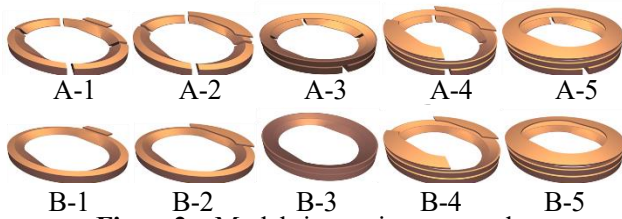


Figure2. Models in previous research

3. 新たな形状の検討

スタンド平面寸法は、既存の研究^[2]と同一とする(Figure3)。2-2の分析をもとに新たな形状を提案し、モデル1とする。モデル1では風下側で起こる逆流を防ぐために、風下側のスタンド中央にゲートを設ける。さらに、屋根とメインスタンドの間に隙間を作らないような屋根形状とする。

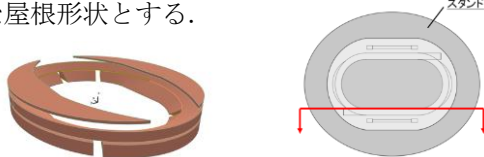


Figure3. Analysis model 1 and Cross-section cutting position

4. 解析結果と考察

モデルAに流入風速6.1m/sで設定して三次元流体解析を行った。解析計算条件はTable3に表示する。Figure3の赤線位置の断面図より、トラック上の中央左側に向かい風が発生しているが、その他の地点では無風に近いことがわかる(Figure4)。既存研究のA-4はスタートからゴールまで全ての範囲で向かい風が発生していたが(Figure5)、トラック上の風速分布図より、後半部分だけ向かい風を抑えられていることが確認できた(Figure6)。パーティクル表示図より、メインスタンドに入り込む風が少量により、らせん状の渦を抑えられたことで、スタート方向の風を抑えられていることが確認でき、メインスタンドを屋根で覆うような屋根形状にしたことが効果として表れている。(Figure7)

5. まとめ及び今後の検討

既存の研究^[2]のモデルを分析して向かい風が発生する原因を見出し、改善して新たなモデルを作成した。

今後は更に改善しうるモデルについて三次元流体解析を行う。スタンド形状の違いが、スタジアム内全体の風の流れやトラック上の風速にどのような影響を与えるか検討を進める。

Table3. 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	680m(X)×680(Y)×200(m)
流入条件	地表面粗度区分Ⅲ, 基準高さ15m, 風速4.2m/s, 6.1m/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	340秒, 490秒

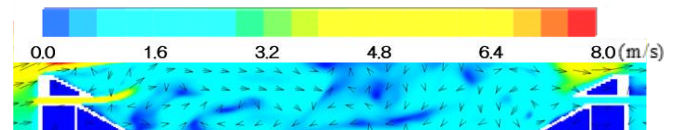


Figure4. Cross-sectional wind direction distribution(model1)

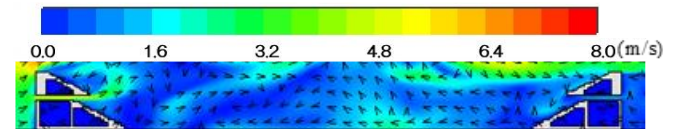


Figure5. Cross-sectional wind direction distribution (A-4)

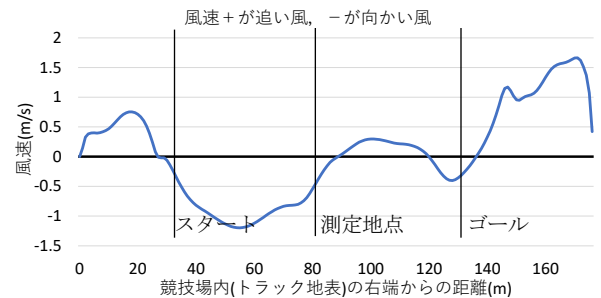


Figure6. Wind speed distribution on the truck(model1)

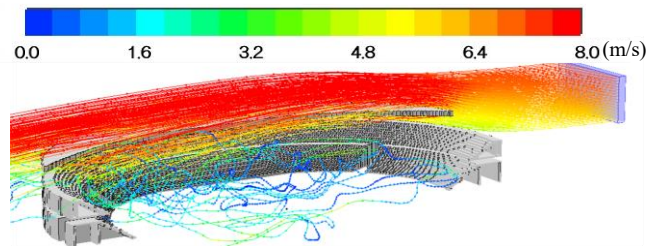


Figure7. Particle diagram(model1)

6. 参考文献

- [1] 日本陸上競技連盟:「陸上競技ハンドブック 2020」, P.421, 2020
- [2] 真角勇也他:スタジアム形状の相違がスタジアム内風速変化に及ぼす影響に関する三次元流体解析による基礎的研究, 2020年度日本建築学会関東支部研究報告集, pp.237~240, 2021.3
- [3] 綿木一馬他:スタジアムの断面形状の相違が風の流れ場に与える影響に関する二次元解析を用いた基礎的研究, 2020年度日本建築学会関東支部研究報告集, pp.233~236, 2021.3