

## 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

### Basic research using two-dimensional analysis on the effect of differences in stadium cross-sectional shape on the wind flow field

○綿木一馬<sup>1</sup>, 石鍋雄一郎<sup>2</sup>, 中島肇<sup>3</sup>\* Kazuma Wataki<sup>1</sup>, Yuichiro Ishinabe<sup>2</sup>, Hajime Nakajima<sup>3</sup>

Abstract: In the athletics competition, the influence of the wind is enormous. In particular, when the average wind speed exceeds the wind speed of 2.0 m/s in short-distance events, although records of the ranking of various competitions are attached, it is not recognized as "official the recognition record" It will be treated as "wind assistance". In this research, in addition to the stand used in the analysis of the previous study, a new model was added to grasp the wind flow due to different conditions and to create a better model that can suppress the wind. The purpose is to find.

#### 1. はじめに

陸上競技において、風の影響は多大である。特に陸上競技の100m, 200m, 100mH, 110mH, 走幅跳, 三段跳は、競技時、陸上競技ルールブック<sup>[1]</sup>に定められた地点で風速が計測される。その際、計測された平均風速が追い風 2.0m/s を超えると、各種大会の順位付けの記録は付くが、「公認記録」としては認められず、「追い風参考記録」として扱われてしまう。既往の研究<sup>[2]</sup>では、複数のスタンドモデルを用いた数値シミュレーションにて二次元流体解析を行い、スタンド形状や屋根の有無、風速を変化させることでスタンド周りの風の流れを把握した。

本研究では既往の研究<sup>[2]</sup>の解析で使用されていたスタンド形状だけではなく、モデルを新たに追加し、条件の違い（屋根の長さや角度、スタンドの傾斜や段数、風上と風下のスタンドの高さの違い）による風の流れを把握して、風を抑えることができるスタンドの形状の検討を最終目的とする。ここでは、陸上競技シーズンの卓越風向、風速を調査して流入風速を測定し、更に解析対象モデルの計画について述べる。

#### 2. 文献調査

##### 2-1 日本学生陸上競技個人選手権記録

既往の研究<sup>[3]</sup>では、2010年～2019年に開催された日本陸上競技全日本選手権大会の全記録数と追い風参考記録数を調査していたが競技場に一貫性がなかった。本研究では、陸上競技ランキング<sup>[4]</sup>より毎年平塚競技場で開催される日本学生陸上競技個人選手権の2015年～2019年まで測定された、全記録数と追い風参考記録数を Table1 に示す。日本学生陸上競技個人選手権の

全記録数に対する追い風参考記録数の割合は、2015年～2019年の5年間で約32%の割合で測定されていることが分かる(Table2)。

##### 2-2 アメダスデータ

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。過去の気象データから2012年から2019年の陸上競技シーズンである4～10月の8年間分の風速データを参照する<sup>[5]</sup>。

平均風速と最大瞬間風速の風向別頻度をみると、南と南南西合わせて35.1% 北と北北東を合わせて29.3%の頻度で起きており、主に南北方向からの風が吹いていることが分かる(Table3, Figure1)。このことから、解析に用いる風向は、走路に平行であり、追い風となる南風を対象とする。次に頻度の高い南南西の風の南方向成分も対象とすると、平均風速と最大瞬間風速を平均したものが4.09 m/s, 5.93m/s であるため、流入風速を4.1 m/s, 5.9m/s とする(Table4)。

Table1. Total number of records and wind assistance record number

開催年	2019(6月7-9日)		2018(6月15-17日)		2017(6月9-11日)		2016(6月10-12日)		2015(6月12-14日)	
スタジアム	平塚競技場									
記録数	全記録	追い風記録	全記録	追い風記録	全記録	追い風記録	全記録	追い風記録	全記録	追い風記録
男子100m	8	2	7	1	8	4	16	5	12	3
女子100m	13	2	13	2	12	5	17	6	17	7
男子200m	15	3	14	1	12	1	9	4	9	2
女子200m	13	2	14	1	14	2	16	5	13	4
男子110mH	12	0	14	6	13	0	15	2	9	0
女子110mH	13	0	14	5	13	2	11	1	9	3
男子走幅跳	12	0	30	4	42	6	91	55	28	18
女子走幅跳	24	5	38	2	48	10	25	12	17	10
男子三段跳	20	2	50	16	46	21	25	14	29	10
女子三段跳	23	4	46	4	48	37	38	25	32	8
合計	153	20	240	42	256	86	263	129	175	65

Table2. Ratio of wind assistance records to total records

全記録数	追い風記録数	追い風記録の割合
1087	342	31.5%

1 : 日大理工・学部・建築 Student, Nihon Univ.

2 : 日大短大・教員・建築 Associate, Junior College, Nihon Univ.

3 : 日大理工・教員・建築 Professor, College of Science and Technology, Nihon Univ.

Table3. Average value of wind speed data

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%

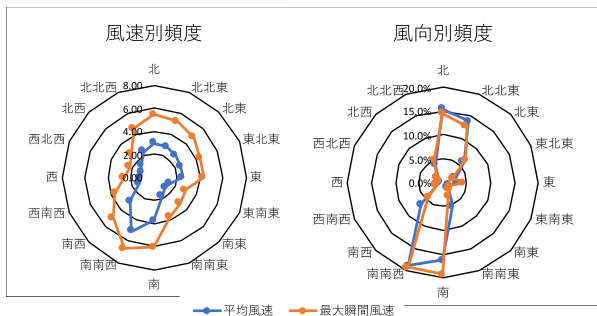


Figure1. Wind rose.

Table4. 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	4.39m/s	5.81m/s
平均	4.09m/s	5.93m/s

3. 数値解析概要

既往の研究<sup>[6]</sup>と同条件の実大寸法モデルの数値解析を行い、既往の研究の結果と比較する。計算ソフトは、(株)環境シミュレーション製の数値解析ソフト『Wind Perfect V5』を使用する。本研究では二次元解析を対象とする。数値シミュレーションは、8つの解析モデルを対象とする。モデル(A)が既往の研究<sup>[6]</sup>と同条件のモデルである。モデル(A)の形状を基準として、スタンドの傾斜を5度大きくした場合(B)、屋根の角度を設けた場合(C,D)、屋根の長さを変化させた場合(E,F)、風下方向のスタンドの高さを低くした場合(G)、三段スタンドにした場合(H)である。全てのモデルに対し、両側にスタンドを配置した場合の数値解析を行う(Figure2, Table5)。

4. まとめおよび今後の検討

風速の調査では、追い風記録の割合が31.5%と追い風の影響が多いことが分かった。また、南の風と南南西の風の南方向成分の風が大きく影響をしていることも分かった。

今後、数値解析を行い既往の研究<sup>[6]</sup>である実大モデル

の二次元流体解析結果と比較および新たに加えた実大モデルの風の流れを把握し、風速を抑えることができるより良いスタンド形状を検討する予定である。

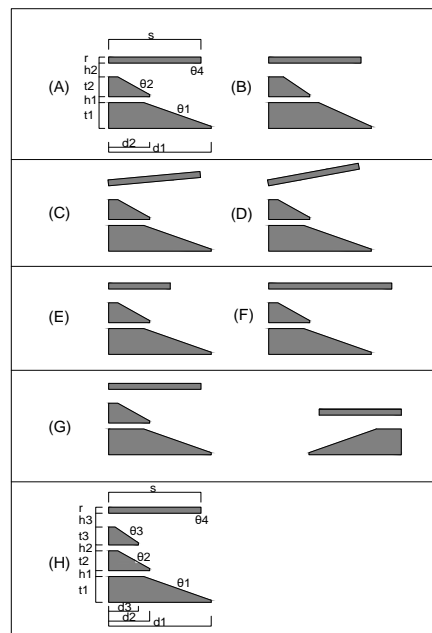


Figure2. model shape variation

Table5. Model dimensions

階尺	モデル	r [m]	d1 [m]	d2 [m]	d3 [m]	t1 [m]	t2 [m]	t3 [m]	h1 [m]	h2 [m]	h3 [m]	θ1 [°]	θ2 [°]	θ3 [°]	θ4 [°]	s [m]
1/1	A	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	20	30	-	0	45
	B	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	25	35	-	0	45
	C	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	20	30	-	5.4	45
	D	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	20	30	-	10.8	45
	E	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	20	30	-	0	30
	F	3	50	20	-	13	10	-	3	7	-	20	30	-	0	60
	G	3	45	-	-	13	-	-	7	-	-	20	-	-	0	40
	H	3	50	20	14.5	13	10	9	3	3	7	20	30	34	0	45

5. 参考文献

[1] 日本陸上競技連盟：陸上競技ハンドブック 2017, p.184, 2017

[2] 足立桜：スタジアム形状がトラック上の風速に及ぼす影響に関する基礎的研究，日本大学理工学部建築学科 卒業論文，2018.3

[3] 泉崎真吾，衛藤史也，岡田卓馬：スタジアム建築におけるトラック上の風の流れ場に関する基礎的研究，日本大学理工学部建築学科 卒業論文，2020.3

[4] 陸上競技. “大会結果”. 陸上競技ランキング HP, 入手先<https://rikumaga.com>, (日付 2020,9,27)

[5] 気象庁. “過去の気象データ検索”. 気象庁 HP, 入手先 <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>, (日付 2020.10.13)

[6] 本藤亮太郎，鹿目翔太：スタジアム形状によってトラック上へ及ぼす風の影響に関する検証，AIJ 関東支部発表会，pp.1~4.2019.3