

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

その1 風洞実験概要および数値解析概要

Fundamental study about wind flow field on the track in the stadium architecture

Par1 Outline of wind tunnel experiment and numerical analysis

○泉崎 眞吾¹, 衛藤 史也¹, 岡田 卓馬¹, 石鍋 雄一郎², 中島 肇³

*Shingo Izumizaki¹, Fumiya Eto¹, Takuma Okada¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima²

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 ranking of various competitions are attached, it is not recognized as "official recognition record" It will be treated as "wind assistance". In this research, based on the past research, it is aimed to compare the results of numerical analysis with wind tunnel experiments and to grasp how the wind speed and the shape of the stand affect the wind speed on the track.

1. はじめに

陸上競技において、風の影響は多大である。そして競技場に吹く風は強く吹く方が良いというわけではない。特に陸上競技の100m, 200m, 100mH, 110mH, 走幅跳, 三段跳は、陸上競技ルールブック^[1]に定められた地点で競技時に風速が計測される。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。全国大会や国際大会での記録更新が期待されているにもかかわらず、結果として「追い風参考記録」に終わってしまうことも少なくない。既往の研究^[2]では、スタンド形状や屋根の有無および流入風速が、スタンド周りの風の流れ場にどのように影響を及ぼすかを数値流体解析（以下、数値解析）および煙風洞実験を行って把握している。また、数値解析によりトラック上の風速について検討しているが、今後の課題として、風洞実験での風速計測と数値解析結果との検証を掲げている。

本研究では、数値解析結果との性状比較のために風洞実験を実施し、流入風速およびスタンドの形状が、トラック上の風の流れ場およびトラック上の風速にどのように影響を及ぼすのか把握することを目的とする。

2. 風洞実験概要

2-1. 煙風洞実験概要

数値解析の結果との比較、風の流れや剥離、逆流などの現象を把握することを目的として、三次元煙風洞装置の風洞内に模型と土台を設置(Fig.1, 2)し、3つのモデル(Fig3)を片側スタンド、両側スタンドとして流入風速を1, 2, 3%とした、計18パターンの煙風洞実験を実施し、風の流れの可視化を行う。風洞実験条件

を Table.1 に示す。風向は左から右へ流れているものとする。模型(Fig.3)は、解析モデルの寸法に基づき、スチレンボードとプラスチック板で作成し、煙と区別しやすいように赤色のスプレーで塗装した。また模型の縮尺は、流れのディテールおよび後流域全体が目視で確認できるように S=1/260 で製作した。模型は風が流入する側の土台の先端から 300mm の位置に設置した。

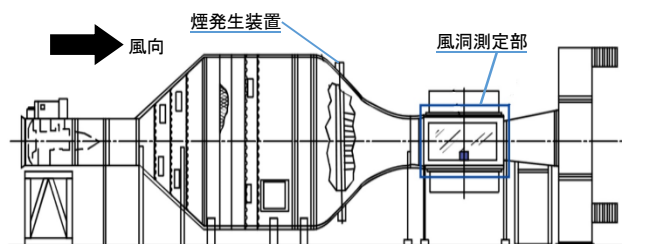


Figure1.Three-dimensional smoke wind tunnel equipment^[3]

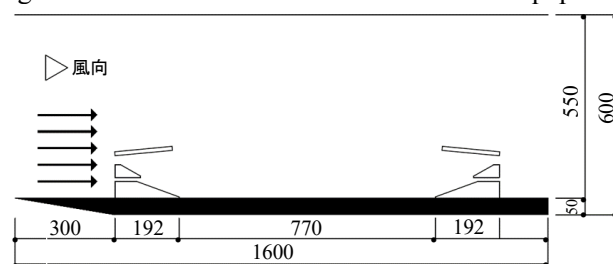
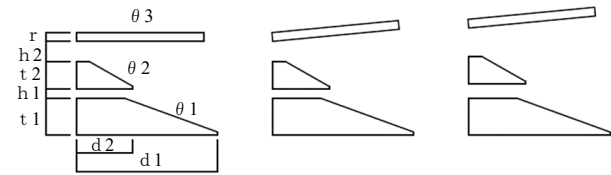


Figure2.Schematic diagram inside wind tunnel device

Table1.The experimental condition

風洞測定部	W 300mm×H 600mm×L 1400mm
気流	層流
煙成分	流動パラフィン
煙間隔	5mm
流入風速	1m/s, 2m/s, 3m/s
観測時間	60sec
模型縮尺	1/260
サンプリング数	18個

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



a) Experimental model variation

縮尺	モデル	r [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	t1 [mm]	t2 [mm]	h1 [mm]	h2 [mm]	θ1 [°]	θ2 [°]	θ3 [°]
1/260	A	12	192	77	50	38	12	27	20	30	0
	B	12	192	77	50	38	12	27	20	30	5.4
	C	12	192	77	50	38	19	38	20	30	5.4

b) Experimental model section size

Figure3.Detail of experimental models

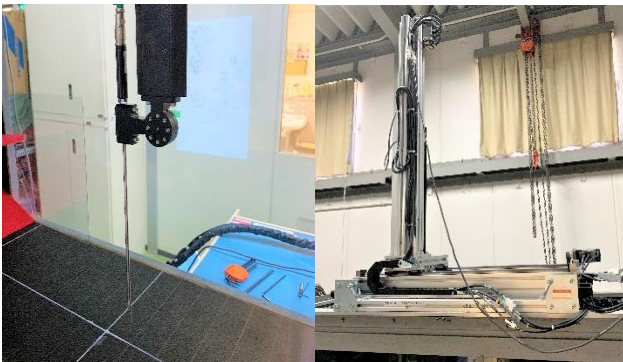
2-2. 風速計測実験概要

数値解析との風速を比較することを目的として、実験は2-1と同じ条件(Tabie2)で行う。

風速の計測はサーミスタ風速計(Fig4(a))を用い、トラバース装置(Fig4(b))を使用して、平均風速を計測した。平均風速は十秒間を100ヘルツで計測し、1000個のデータを平均したものである。計測点は49箇所とし(Fig5,6)、風速分布を作成して検討する。なお、風速計測の測定値は絶対値表示であり、追い風か向かい風なのかは煙風洞実験結果より判断する。

Table2.Wind speed test condition

風洞測定部	W 300mm×H 600mm×L 1400mm
気流	層流
風速計	サーミスタ風速計
流入風速	1m/s, 2m/s, 3m/s
観測時間	10sec
模型縮尺	1/260
測定点	49箇所
サンプリング数	18個



a)Thermister anemometer b)Cross winding device

Figure4.Experimental device

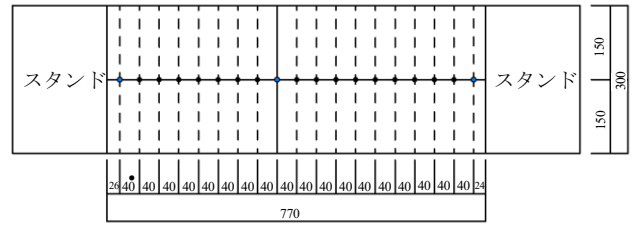


Figure5.Wind speed measurement point (·) in plan view

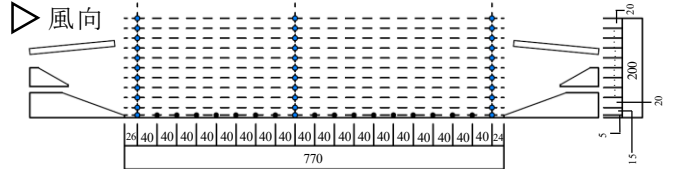


Figure6. Wind speed measurement point (·) in elevation

3. 数値解析概要

煙風洞実験と同条件による数値解析を行い、スタンド周りの剥離、逆流などの風の流れの現象と風速を把握する。計算ソフトは、(株)環境シミュレーション製の数値流体解析ソフト『Wind Perfect V5』を使用し、数値シミュレーションを行う。本報では二次元解析を対象とする。

数値シミュレーションは、風洞実験で使用した縮尺から、1/260のモデルA~Cの数値解析モデルを対象とし、片側スタンド、両側スタンドによって解析を行う。解析領域をFigure7に示し、数値解析計算条件をTable3に示す。

4. まとめ

風洞実験結果と数値解析結果の比較、検討および風速の測定結果の考察はその2で報告する。

また、参考文献も同様にその2に示す。

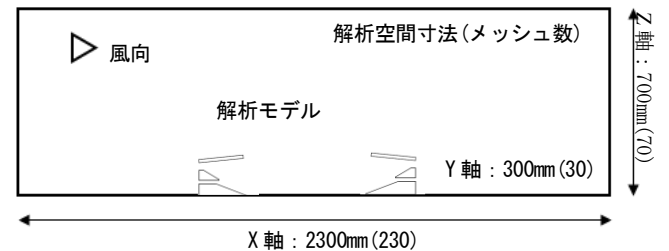


Figure7.Numerical analysis condition

Table3.Numerical analysis condition

離散化手法	有限体積法
乱流モデル	層流
圧力解法	Gauss-seidel法
移流項	一次精度風上差分
解析領域	2.3m(X)×0.3m(Y)×0.7m(Z)
メッシュ数	230(X)×30(Y)×70(Z)
流入条件	1.0m/s, 2.0m/s, 3.0m/s
流出条件	連続流出
風洞側壁境界条件	Free slip
風洞天井境界条件	Free slip
風洞床面境界条件	NO slip
計算時間	60秒