

複数風速計による風観測手法に関する研究

○栗原 智亮 森島 啓行 (東日本旅客鉄道株式会社)

The research of the measurement method by some anemometers

○ Tomoaki Kurihara, Hiroyuki Morishima, (East Japan Railway Company)

East Japan Railway Company has the measurement of wind speed by one anemometer for the alarm of the strong wind. But the natural wind has uneven wind speed. So the measurement by some anemometers estimates the force the train is subjected to by the wind more exactly.

We report the research of the measurement method by some anemometers for the alarm of the wind. And we suggest the measurement method by three anemometers in 20 meters for the alarm of the strong wind.

キーワード：風，風速計，強風，観測

Key Words :Wind, Anemometer, Strong wind, observation

1. はじめに

JR 東日本の風に対する運転規制は、強風が吹く箇所に設置された1台の風速計の瞬間風速により行われている。これは、車両が一定の転覆耐力を確保されるように設計されていることから、その転覆耐力を上回るような風が吹く場合には運転規制を行い、列車運行の安全を確保するために行っているものである。

しかし自然の風は、風洞試験に用いられている一様な風とは異なり、様々な地形や構造物の影響を受け、列車の車体長程度の空間でも風速にばらつきが生じている。そのため、この自然の風が車体に当たる風速を合理的に評価する手法の検討が必要であり、その合理的手法の1つとして、風観測手法を改善することが考えられる。

そこで本研究では、車体長程度の空間風速を的確に評価し、運転規制を合理的に行うための検討を行った。今回は、これらの検討結果から得られた複数風速計による風観測手法について報告する。

2. 複数風速計による風観測手法の概要

車体に当たる風速を合理的に評価するためには、車体長20m程度内に無数に設置された風速計により空間平均風速を評価するべきであるが、設置可能な台数には限界があ

る。そのため本研究では、試験的に設置可能であった9台の風速計を20mの範囲内に2.5mの等間隔で設置し、この9台の風速計の空間平均風速が車体に当たる風速を的確に評価できる風速であると仮定して検討を行った。

この検討をもとに、風速計の台数・離隔・組合せを変化させ、鉄道の運転規制に用いるために妥当な観測手法を検証した。

3. 水戸那珂川での観測試験

上記検討のために、常磐線の水戸那珂川保守基地線にて風観測のフィールド試験を約2週間行った。水戸那珂川保守基地は、水田に囲まれた盛土上であり、強風機会も多いことが期待されるため、この場所を選定した。

風速計の配置については、水戸方の風速計よりNo.1, No.2, …, No.9としており、隣接する風速計の間隔は

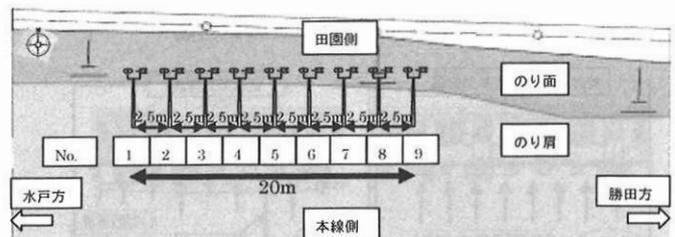


図1 風速計の配置図

全て 2.5m で両端 (No.1 と No.9) の風速計の間隔が 20m となる (図 1)。風速計は、センサー位置を地上 2.5m とし て設置した。観測期間は 2009 年 8 月 6 日～19 日の約 2 週 間で、観測のサンプリングレートは 1Hz、得られた最大瞬 間風速は 13m/s(8 月 11 日 14:07:50 観測)であった。

3.1 車体長空間での風速のばらつき

図 2 は、横軸に No.1 の風速値、縦軸には No.2,5,9 (間隔 2.5m,10m,20m) の風速値をとった散布図である。データ の対象期間は、2 週間の観測期間内で最も強風であった風 速を含む 2009 年 8 月 11 日の 14 時～14 時 10 分の風速デ ータである。

図 2 より、わずか 20m の範囲内でも風速にはばらつき があることがわかる。その距離が大きくなるほど風速のば らつきが大きくなることが確認でき、20m 離れた地点で のある時刻における風速には、しばしば 2～3m/秒程度の差 が生じることがわかった。

この結果から、前述のとおり、自然界の風には、風洞試 験で用いられる一様風とは異なり空間的なばらつきをもつ ことが確認できた (図 3)。そのため、図 3 のように空間的 にばらつきをもった風が車体全体に当たる力を合理的に評 価するためには、複数の風速計で観測した方が望ましい。

3.2 9 台空間平均風速と各台数空間平均風との比較

複数風速計による風観測の合理性については前述のとおり であるが、既設の風速計全てを 9 台とすることは現実的 ではないため、観測データにもとづいて実用的且つ合理的 な評価が可能となる風速計の設置方法について検討を行っ た。なお、今回の空間平均は、空気力が風速の 2 乗に比例 する力であることや、算術平均に比べて若干高めの値とな り安全側であることから、対象とする風速計の RMS (二 乗平均平方根) にて評価を行っている。

図 4 は、2009 年 8 月 11 日の 12 時～15 時のデータを 10 分ごとに分割し、18 個のデータ群で算出した 9 台の空間平 均風速と各台数空間平均風速との相関係数 2 乗を算出し、 その平均をとったものである。なお、各台数の風速計の選 び方は数通り存在するが、もっとも相関係数の大きかった

組合せ (5 台は No.1,3,5,7,9, 4 台は No.2,4,6,8, 3 台は No.2,5,8, 2 台は No.3,7) を各台数の代表値として表記し ている。この結果から、2 台以上の空間平均で 1 台の瞬間 風速による評価よりも相関が大きく、3 台以上の空間平均 ではそれほど大差がないといえる。

図 5 は、図 4 と同等の期間のデータについて、18 個のデ ータ群で最大瞬間風速を算出し、その平均をとったもので ある。この結果からも、2 台以上の空間平均で 1 台の瞬間 風速による評価よりも最大瞬間風速値が 9 台に近い値とな り、3 台以上の空間平均ではそれほど大差がないといえる。

4. まとめと今後の課題

本研究により、以下の成果を得ることができた。

①20m の範囲内に設置した 2 台以上の空間平均風速で、1 台の瞬間風速での評価よりも空間風速を合理的に評価で きることを確認した。

②20m の範囲内の空間風速をより精緻に評価するためには、3 台以上の風速計を 5m～10m 程度の離隔で設置す る必要がある。

複数風速計による風観測手法は、今冬より京葉線と羽越 本線の一部区間に導入予定である。

また、本研究では複数の風速計により評価する方法の検 討を行ったが、今後は 1 台の風速計で複数風速計による観 測と同等の評価が可能な観測手法についての検討を行う。

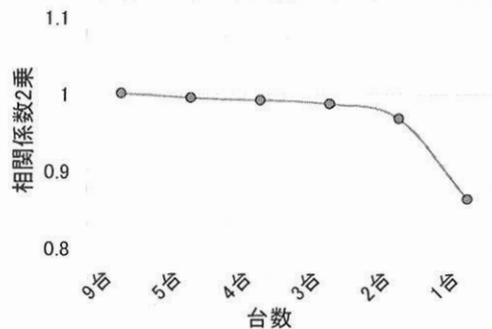


図 4 9 台空間平均と各台数空間平均との相関の比較

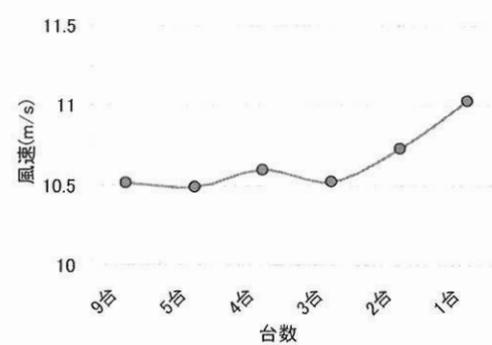


図 5 各台数における最大瞬間風速の比較

参考文献

1) 日比野有, 三須弥生, 栗原智亮, 森山淳, 島村誠: JR EAST Technical Review, pp. 36-41, 東日本旅客鉄道, SPRING 2011 No.35

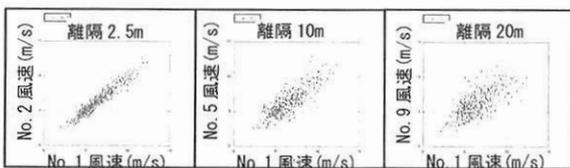


図 2 間隔 2.5m, 10m, 20m の散布図

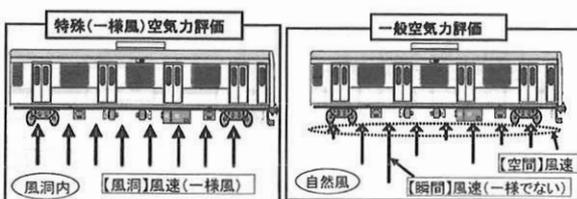


図 3 車両に働く空気力イメージ