特集　多様なお客様ニーズに対応する熱・流体技術　20254197

自然風の風況測定結果の分析と変動風中の車両の空力特性に関する数値シミュレーション*

Examination on Wind Characteristics Measured on Actual Roads and Numerical Simulation on Aerodynamical Characteristics of Simplified Car Model in Unsteady Flow

福田　紘大[1)]　Kota Fukuda
東　大輔[2)]　Daisuke Azuma
貴家　伸尋[3)]　Nobuhiro Sasuga

In the Vehicle Aerodynamics Committee of the Society of Automotive Engineers of Japan, Inc., wind characteristics measured on actual Japanese highways and supplied by the East Nippon Expressway Company Limited (NEXCO EAST), the Central Nippon Expressway Company Limited (NEXCO CENTRAL) and the West Nippon Expressway Company Limited (NEXCO WEST) was examined for evaluation of the actual energy efficiency. Furthermore, in the committee, numerical simulation on aerodynamical characteristics of a simplified car model in unsteady flow was carried out. In this report, the outline of the results is focused.

KEY WORDS　Heat・Fluid, Aerodynamic Performance/Aerodynamic Noise, Computational Fluid Dynamics
Actual Wind Characteristics, Carbon Neutral D1

1　はじめに

近年，気候変動・地球温暖化が深刻な課題となっており，地球温暖化の原因となる温室効果ガス（GHG）排出量の低減，カーボンニュートラル実現に向けた取組みが各国で行われている．自動車などモビリティ開発においてもさまざまな対策・取組みが行われている．自動車などのモビリティにおいて，燃費・電費の改善，温室効果ガス（GHG）排出量の低減を実現するためには，空気抵抗の低減が重要な課題となる．

自動車の空力特性の把握および燃費評価は，一般的には一定の風速の条件で行われてきた．一方で，自動車が走行する実際の環境を考慮すると，流入風の向きおよび速度は常に変動しており，空力特性も一定風速の条件とは異なるため，実走行状態での空力特性および燃費特性（実燃費），電費特性（実電費）を評価するためには，自然風の風況を把握し，その影響を考慮する必要がある．図1は，一定の風速の条件の場合と，自然風がある条件の場合の相対風速および相対風向の違いを図示したものである．自然風がある条件の場合，車両が受ける相対風は角度（偏揺角：Yaw 角）をもつ．この偏揺角（Yaw 角）により空気抵抗係数 C_D は変化するが，C_D = 0.3 程度の自動車および C_D = 0.5 程度のトラックにおいては，この影響は無視できない．

そこで，実走行状態での空力特性および燃費特性（実燃費），電費特性（実電費）を評価するために，自然風の風況を測定し評価する試みが始められており，例えば日産自動車のグループは[(1)]，電気自動車は内燃機関車に比べてエネルギー消費量に対する空気抵抗の割合が大きいことから，自然風の影響を調査・分析し，北米市場における走行速度頻度と気象データおよび電費感度を組み合わせて自然風遭遇頻度を算出した結果，北米市場における自然風代表評価条件を「偏揺角 4°」であると定義した．また，偏揺角をもつ条件で C_D が変化するメカニズムとしては，風下側のフロントホイールハウスからの吹き出しにより，ボデーサイドの流れが剥離し，リアエンド下部の圧力が低下することが主要因であることを明らかにした．

トヨタ自動車のグループは[(2)]，公道を走行可能な風計測車を準備し，高速道路上の実態風を計測した．その結果，道路上の平均風速について，重要なパラメータとの関係式を提案し，環境ごとの特性を定量的に示した．道路上の乱流特性についても，環境ごとの特性を定量的に示した．また，風特性の統計モデルを用いて，走行中に遭遇する偏揺角分布の推定方法を示した．

さらに，本田技研工業のグループは[(3)]，北海道から九州に至る公道を走行し自然風計測を行った（総走行距離：4,476 km，うち，高速道路：4,135 km）．その結果，高速道路は壁が多いが，日本の高速道路では，偏揺角（Yaw 角）が 0 度以上となる結果が 70％を占めることがわかった．また，空気抵抗による走行エネルギーと駆動力による走行エネルギーの関係を分析した結果，自然風によって変化する空気抵抗の走行エネルギーは，駆動力の走行エネルギーを増加させることを確認した．さらに，駆動力による走行エネルギーと燃費の関係を分析し，駆動力の走行エネルギーは燃費に相関があることを明らかにした．この結果，空気抵抗による走行エネルギーは燃費を変化させることから，自然風は燃費に影響を与えると結論づけた．

このように，自然風の風況を測定・評価する試みはすでに数多く行われているが，これまでの研究は限られた地域，条件の結果であり，さらなる評価・分析には日本全体の風環境を理解する必要があることから，自動車技術会 流体技術部門委員会 空力 Working Group では，東日本高速道路㈱（NEXCO 東日本），中日本高速道路㈱（NEXCO 中日本），西日本高速道路㈱（NEXCO 西日本）のご協力のもと，高速道路で測定された風速データを評価・分析し，自動車の空力特性，燃費／電費特性への影響を評価する試みを行った．国内外含めて，ここまで大規模なデータの評価・分析は初といえるだけでなく，高速道路での実測定データに基づく評価・分析であり，気象庁データなどの他の気象データからは道路上の風向／風速頻度を捉えることは困難なことからも，より道路環境に近い評価・分析であるといえる．

さらに，自動車技術会 流体技術部門委員会 空力 Working Group では，自然風にみられるような変動風を模擬した空力シミュレーションも行っている．

これらの成果は，2020 年 3 月[(4)]（COVID-19 の影響でシンポジウムは開催されず資料のみ配布），2022 年 3 月[(5)]（オンラインで開催），2024 年 3 月[(6)]に開催された自動車技術会主催（流体技術部門委員会企画）のシンポジウムで発表を行っており，本稿ではその概要について報告する．

2　日本の高速道路の風況データの分析と評価

[redacted]

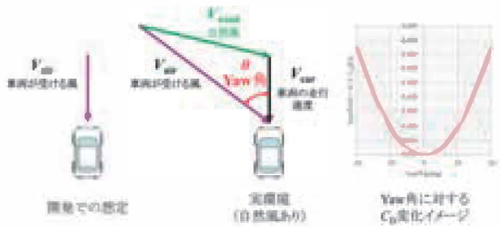

図 1　車両に対する相対風速がもつ偏揺角（Yaw 角）と C_D への影響

＊ 2025 年 3 月 7 日受付
1）東海大学 工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻
（259-1292　平塚市北金目 4-1-1）
E-mail:
2）久留米工業大学 工学部交通機械工学科
（830-0052　久留米市上津町 2228-66）
E-mail:
3）㈱トヨタガズーレーシングディベロップメント 基盤技術部
（259-0157 神奈川県足柄上郡中井町境 440）
E-mail: