

学位論文概要

題 目 側方車両の影響を受ける自動車の空気力学的特性と抵抗増加抑制に関する研究

(Study on Aerodynamic Characteristics and Reduction of Drag Increase of Road Vehicle Affected by the Adjacent Vehicle)

氏 名 清 水 圭 吾

地球温暖化などの環境問題の観点から、各国の自動車の CO₂ 排出量規制目標値は段階的な強化が続いている。自動車メーカーではそれらの規制へ対応するため、走行抵抗の一つである、空気抵抗の低減に取り組んでいる。従来の空力性能開発では、空気抵抗係数 C_D を評価指標とし、一様流中において車両の姿勢を固定した正対風条件で評価が行われてきた。しかしながら、実際の走行環境では、横風を受けることで車両に相対する風向角は時々刻々変化し、風向角変化により C_D が増加することから、近年では横風の影響を考慮した C_D 評価の重要性が指摘されている。実路上の代表的な横風発生要因として、隣接する車線を走行する大型車両（側方走行車両）の影響が挙げられる。この側方走行車両による外乱に関して、走行安定性の観点から横力、ヨーモーメントに対する影響が数多く報告されているが、 C_D への影響については未解明な点が多い。この要因として、互いに流体力学的影響を及ぼし得る距離に二つの車両が存在するため、複雑な流れ場が形成され、影響因子の同定が困難な点も挙げられる。側方走行車両による外乱と空力現象の関係を明らかにすることは、実走行環境の非定常性を含む横風外乱に対する C_D 変化を低減するうえで重要な知見になると考える。そこで研究では、実走行環境において外乱にロバストな空力性能を実現するため、大型車両が乗用車の側方を走行する条件における C_D 変化を空力現象と関連付けて評価し、その C_D 変化の特性を明らかにすることを目的とする。さらに、横風外乱による C_D 変化を低減可能な、車両周りの流れの制御手法を構築することを目的とする。

第 1 章では、本研究の背景と先行研究、および目的を示した。

第 2 章では、研究手法として、実走行試験手法、風洞試験手法、および数値解析手法について述べた。実走行試験では、追い抜かれ試験に用いた対象車両の概要および空気力の計測手法を示した。風洞試験手法では対象モデル、追い抜かれる環境を再現した風洞試験装置の概要、および計測手法について示した。数値解析手法では、基礎方程式、離散化手法、数値解析条件を提示し、精度検証結果を示した。

第 3 章では、実走行試験および風洞試験により得られた、側方走行車両の外乱による、空気力変化を示した。また、2 つの車両の側方間隔や相対速度、対象車両モデルの形状変化が空気力変化へ与える影響を示した。

第 4 章では、側方走行条件の空力現象を成分分離する分析手法によって、 C_D 変化の要因と推測される空力現象を示した。主要な成分として、側方走行車両の圧力場成分、横風影響を含む空力応答成分が挙げられた。これをもとに、相対速度を考慮した追い抜かれ条件において発生する C_D 変化を、先の分析で推定された主要成分をもとに分析した。これにより、空力応答成分による C_D への非定常影響を確認した。

第 5 章では、空力応答成分による C_D 変化の発生要因を分析し、 C_D 変化を低減する流れの制御手法を示した。側方走行条件で C_D 増加に寄与の高い部位の流れの変化に着目し、各部位で流れの制御検討を実施した。側方走行条件における C_D 低減効果を示すと同時に、横風の影響をモデル化した空気抵抗評価指標を用い、横風外乱に対する C_D 低減効果を示した。また、実車開発において課題となる空力性能とデザイン自由度の両立に向けた、流れのアクティブ制御技術であるプラズマアクチュエータを用いた C_D 低減事例を示した。

最後に第 6 章において、本論文の結論を述べた。