

審査の結果の要旨

氏 名 橋本 重治

工学修士 橋本重治提出の論文は、「自動車用排出ガス浄化装置の実用化研究」と題し4章と付録から成っている。

自動車は20世紀初頭以降、経済産業の発展をもたらしただけでなく、生活環境の向上をもたらしている。しかしその一方で、自動車のガソリンエンジンやディーゼルエンジンから排出される、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物(NO_x)、燃料の未燃焼分の炭化水素(HC)および主にディーゼルエンジンから排出される浮遊粒子状物質(PM)が大気汚染を引き起こし、沿線住民への健康被害を招いていた。

このような排出ガスによる人体への影響を避けるため、1970年以降に自動車からの排出ガス規制が強化されてきた。特に1997年に米国カリフォルニア州当局が提案した排出ガス規制値(ULEV)は、従来の規制値と比較し、HC相当の排出量が84%削減という厳しい内容であった。この規制値では、エンジン始動後の数秒から十数秒後には許容されるHCの総排出量を上回るため、触媒担体を電氣的に加熱することにより触媒が活性化する時間を短縮する手法として、電気加熱型触媒(EHC)が提案された。一方、欧州では1990年以降に高級車を中心にディーゼル車の販売比率が増加し、ディーゼル車から排出されるNO_xやPMによる大気汚染が社会問題となった。そのため、抜本的なPM排出量低減対策として、大型車を中心にディーゼル・パーティキュレート・フィルター(DPF)の実用化が検討されるようになった。

このような状況により、本研究ではEHCコンバータおよびDPFについて、自動車に搭載可能なシステムの開発を目的とした実用化研究を行った。

第1章は序論であり、上記の自動車の排出ガス規制の経緯を示し、本研究で取り上げたEHCおよびDPF開発の目的や意義、さらには開発の課題を明確にしている。

第2章では、EHCの実用化研究について詳細な説明を行っている。

まず、高耐酸化性の焼結金属を押し出し成形したディスク状のハニカム状担体にスリットを入れたEHC担体の開発について述べている。EHCではヒータとして用いられる焼結金属の熱膨張係数が大きく、排出ガスや電気加熱による昇温時において熱膨張を吸収することと、EHC担体の構造信頼性を確保し、さらに低消費電力化を図るための小型化が開発の重要な課題であった。これに対し、“Ring Fit”型構造を考案し、この設計コンセプトをモデル化により立証するとともに、耐振動性の確保等の検討を行った。また、耐振動性を向上させるEHC担体の構造因子を明確にすることでEHC担体の小径化を図り、そのうえで十分な耐振性を有することを検証している。

さらに、EHCへ電力を供給する電極構造の研究では、タルクを用いた絶縁封止コンセプトを考案し、十分な構造信頼性を有するEHC電極を実現した。これらの成果に基づき、自動車に搭載可能な”Ring Fit”型EHCコンバータを開発し、その耐久信頼性をエンジン実機や実車での耐久試験を行うことによって確認している。

第3章では、DPFの実用化研究の詳細を示している。DPFは乗用車用途では燃料添加剤方式DPF、大型車用途では連続再生(CRT)式DPFが実用化されていたが、種々の問題点を有しており、触媒付DPFの開発が望まれていた。しかしながら触媒付DPFでは、触媒付与による圧損の増加と、堆積したすす粒子を燃焼除去する再生制御手法の確立が課題となっていた。そこで、本研究では、DPF圧損に影響を及ぼす構造因子および材料因子を明確するための実験を行った。その結果、高セル密度化と小気孔化を維持しながら高气孔率化を図ることが、触媒付DPFの低圧損化の実現には必要であることを示し、このことをCordierite DPFおよびSiC DPFを対象として実証している。

すす粒子の再生制御に関する研究では、エンジン実機を用いた評価により、堆積したすす粒子を完全に再生できる条件と、再生が途中で中断されてもDPFに不具合が生じない条件が両立することを示し、触媒付DPFシステムが実使用可能であることを立証した。また、すす粒子の燃焼シミュレーション手法を確立させ、本手法がDPF構造や制御方法の最適化に有用であることを明らかにしている。以上の研究開発により、乗用車用途の触媒付SiC DPFの実用化に世界で初めて成功したと述べている。

第4章は結論であり、本論文において得られた結果を要約している。

以上要するに、本論文は、厳しい排出ガス規制に対応するために自動車からの排出ガス浄化装置であるEHCおよびDPFの研究開発を行い、量産車に搭載するための要求性能を満足することを確認したうえで、それらの実用化を達成させたものであり、自動車工学および内燃機関工学上貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。