

第2部 業 務

第1章 研究業務

当研究所の試験研究業務は、国土交通省が定めた「研究機関等の行う科学技術研究の管理に関する規則」に基づき行われており、特別研究、経常研究、受託研究等に区分される。

特別研究は、行政的また社会的にみて、特に重点的また緊急に実施する必要のある研究で、国土交通省に設置されている技術開発推進本部幹事会などで選定されたものである。

経常研究は、当研究所の所掌事項に関する基礎研究や応用研究を経常研究費で実施するものであるが、特別研究から継続するもの、また、特別研究に発展するものも相当数含まれる。

受託研究は、国土交通省研究機関受託試験規則に基づき実施するものであるが、当研究所で行っているものは、新形式の輸送機関や新型機器の安全性等の確認のために実施するものがほとんどであり、いずれも運輸行政上、不可欠なものである。

以下、これらの試験研究業務について、各部ごとに概況と課題別実施状況を記載する。

1. 環境研究領域

(領域長 小高 松男)

1.1 概 況

1.1.1 試験・研究計画とそのねらい

試験・研究項目

環境研究領域において平成14年度初頭に計画した研究課題は、以下の32項目である。

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

- (ア) 新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率化・超低公害化に関する研究
- (イ) 超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究
- (ウ) DPFによる排出微粒子低減効果の評価に関する研究
- (エ) ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究
- (オ) 予混合圧縮着火燃焼を用いた高負荷域ディーゼル排気改善に関する研究
- (カ) 自動車排出ガス中のナノ粒子計測法に関する研究

- (キ) 次世代排気ガス計測法の開発に関する研究
- (ク) マイクロ・トンネルの測定精度向上に関する研究
- (ケ) 粒子状物質生成過程の解析手法に関する基礎的研究
- (コ) 車載型NOxセンサの実用化とその利用技術に関する研究
- (サ) 排出ガスに係る車載機能診断システム(OBD)の技術基準策定のための調査研究
- (シ) 自動車から排出される未規制有害物質の実態解明と排出抑制技術に関する研究
- (ス) 自動車用NOx触媒の実走行状態における浄化性能に関する研究
- (セ) 排出ガス性能低下要因の事象分析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究

- (ウ) 自動車排出ガス成分の反応および計測に関する研究
 - (ク) D I ディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素 (P A H) の生成・排出メカニズムの研究
 - (ケ) 自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法及びその低減手法に関する研究
 - (コ) 実走行時のタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査
 - (サ) 交換用消音器装着車両の実態調査及び騒音影響調査
 - (シ) I S O 路面の経時変化等に関する研究
 - (ス) 移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究
 - (セ) 音響インテンシティによる非定常騒音の放射特性の解析手法に関する研究
 - (ソ) 鉄道騒音予測法における防音壁の遮音量算出の予測精度向上に関する研究
- (2) 地球環境の保全に関する研究課題
- (ホ) 低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究
 - (ヘ) 燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究
 - (ハ) 新型動力自動車の国際基準調和に関する研究
 - (ヒ) 次世代低公害大型自動車の研究開発
 - (フ) 自動車の N₂O の排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究
 - (ブ) 環境効率向上策のアジア諸国への適用可能性評価に関する研究
- (3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題
- (ハ) 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究
 - (ニ) ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究
 - (ホ) トラック用 L N G (液化天然ガス) 機関の研究

これらの研究計画のうちで、(ウ)は運輸整備事業団の公募型研究費による受託研究、(イ)、(コ)は環境省公募型研究費による受託研究、(ホ)は国土交通省からの交付金による特別研究、(サ)、(ツ)、

(ハ)は国土交通省自動車検査登録特別会計による受託研究、(ア)、(シ)、(フ)は地球環境保全等試験研究費による受託研究、(ネ)、(フ)、(ハ)は地球環境研究総合推進費による受託研究である。(テ)は民間からの受託調査である。また、(ヒ)は、一般会計予算、車検特会予算および道路特会予算による国土交通省の大型プロジェクトであり、当研究所が実施主体の中核機関として受託したものである。その他は経常研究費を用いて行う一般研究である。

なお、(オ)、(カ)、(ク)、(ケ)、(ニ)、(ヌ)、(ハ)、(ヒ)、(ミ)は本年度から新たに開始した課題、(ハ)は本年度かぎりで開始、終了する課題、(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)、(コ)、(サ)、(ス)、(セ)、(タ)、(チ)、(ツ)、(ナ)、(ネ)、(フ)、(ホ)、(マ)、は本年度をもって終了した課題である。

また、地球環境研究総合推進費の2課題(ネ)、(フ)は、他の国立研究所と研究を分担して行っている。

課題(ア)、(イ)、(ウ)、(ホ)、(コ)、(サ)、(ツ)、(チ)、(ヌ)、(ホ)、(ミ)は、大学、民間会社等との共同研究として実施するものである。

また、年度当初の計画外として、国や民間からの受託試験を3件実施している。

試験・研究のねらい

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

課題(ア)．燃料組成を最適化することにより、新燃焼方式を実現するコンセプトを追求して、ディーゼル機関の超低公害化、高効率化を幅広い運転領域で達成することを目的とする、地球環境保全等試験研究費による受託研究であり、同志社大学との共同研究である。

課題(イ)．今後の排出ガス規制強化にともない、極低濃度の排出ガス評価を可能とするために、次世代型の超低濃度排出ガス計測技術の開発を行うことを目的とする、環境省公募型研究費による受託研究である。特に、基幹技術である排出ガス流量導出法を(株)堀場製作所と共同開発し、その評価を行う。

課題(ウ)．D P F について粒子の捕集・再飛散、粒径依存性、性状依存性、粒子生成などを明らかにし、過渡を含む条件で従来型D P F 及び最新技術によるD P F が微粒子低減にどの様に効果があるかを評価する手法を確立する。本研究は、運輸整備事業団の公募型研究費による

受託研究であり、いすゞ中央研究所、東海大学との共同研究として実施する。

課題(イ)．粒子トラップ等の各種使用過程車用排気後処理装置の開発状況を調査し、その実用状態における性能把握手法を検討して、実用性を正確に評価する手法を明らかにすることをねらいとした経常研究である。

課題(オ)．ディーゼル機関の排気改善へ大きな可能性を有する予混合圧縮着火燃焼を、これまで困難とされてきた高負荷領域へ適用する方法を実験的に求めることをねらいとした経常研究である。

課題(カ)．粒径50nm以下の粒子の計測技術を開発し、健康影響との関連で近年注目を集めている排気ガス中ナノ粒子の生成・消滅過程を、粒子の粒径分布を測定することによって明らかにすることをねらいとした経常研究である。

課題(キ)．超低濃度の排出ガス及び排出微粒子の計測に特有の課題について、排出ガス捕集技術を中心に問題点を解析し対応策を明らかにすることをねらいとした経常研究であり、トヨタ自動車(株)、(株)堀場製作所及び(株)小野測器との共同研究を実施している。

課題(ク)．ディーゼル排出微粒子測定に導入が検討されている、マイクロ・トンネルの性能を把握するとともに測定精度の向上を図ることをねらいとした経常研究である。

課題(ケ)．エンジン内の燃焼による粒子状物質の生成過程を明らかにするために、数値的および実験的解析手法を開発し、より精度の高いものに改良することをねらいとした経常研究である。

課題(コ)．車両の排気管に直挿してNOx濃度を検知できる小型NOxセンサの実用化を目指すとともに、この技術を自動車NOxの低減対策や燃費の向上対策、触媒装置の劣化車上診断技術に適用する可能性を追求する環境省公募型研究費による受託研究である。本研究では、(株)日本ガイシと共同研究を実施している。

課題(サ)．第2世代の排出ガス対策システム車上故障診断装置(OBD)の技術基準策定に拘わる課題を明らかにすることをねらいとした国土交通省自動車検査登録特別会計による受託研究であり、(株)小野測器との共同研究を実施している。

課題(シ)．自動車から排出される未規制有害物質の排出実態を解明するとともに、排気後処理

対策等を効果的に用いて未規制有害物質を低減する技術可能性を追求することをねらいとした地球環境保全等試験研究費による受託研究である。

課題(ス)．希薄燃焼エンジンのNOx対策の決め手であるNOx触媒について、実用性能を把握した上で効果的に使用するための技術要件を明らかにすることをねらいとした経常研究である。

課題(セ)．車両側の排出ガス性能低下要因を分析し、不具合要素を体系化することにより、使用過程における排出ガス性能を監視するための抜取試験(サーベイランス)導入に際して必要となる技術資料を求めることをねらいとした経常研究である。

課題(ソ)．自動車排出ガス中の微量有害物質の生成・浄化メカニズムの解明と有効な分析方法の開発ならびに排出実態把握をねらいとした経常研究であり、埼玉大学と共同研究を実施する。

課題(タ)．環境省により優先取り組み22物質の一つに指定されているベンゾ(a)ピレンを含むPAH類の、DIディーゼルエンジンからの生成・排出メカニズムの解明をねらいとした経常研究である。

課題(チ)．自動車交通騒音の規制強化とともに、タイヤ騒音の影響が相対的に大きくなってきており、実走行条件下における有効なタイヤ騒音低減が求められている。本研究は、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の台上測定評価法の明確化や、加速時タイヤ騒音の発生メカニズムの解明と低減手法を明らかにすることをねらいとした地球環境保全等試験研究費による受託研究であり、横浜ゴム(株)との共同研究を実施している。

課題(ツ)．実走行時タイヤ騒音の有効な評価法を明確化し、従来の定常、加速騒音試験でタイヤ騒音をどの程度評価し得るかを調査して、自動車審査における試験方法の改善に資することをねらいとした国土交通省自動車検査登録特別会計による受託研究である。

課題(テ)．使用過程におけるマフラーの違法改造や交換等による自動車騒音の悪化が社会的に問題となっている。これらが道路騒音に与える影響を調査するとともに、自動車騒音対策を策定する際の基礎資料を得ることを目的とした受託調査である。

課題(ト)．自動車の加速騒音試験(ISO 362)用のISO路面(ISO 10844)が規格化されているが、劣化性能等経年変化については未解明な部分が多い．本研究では、自動車試験場のISO路面(ISO 10844)について、平成8年の設置以来耐久性及び路面性状の経年変化を調査し、それが自動車の走行騒音に及ぼす影響を追跡調査することをねらいとした経常研究である．

課題(タ)．移動音源探索のための二次元マイク配列を用いた音響ホログラフィ法を、より実用性の高い測定解析手法として確立することをねらいとした経常研究である．

課題(チ)．加速走行時のタイヤ騒音を対象としたときの騒音放射特性を解析するための音響インテンシティの最適な測定手法を検討することをねらいとした経常研究である．

課題(ツ)．鉄道車両用防音壁の遮音性能の変動要因について検討し、防音壁の遮音量の予測精度を向上することをねらいとした経常研究である．本研究では、(財)鉄道総合技術研究所、九州芸術工科大学、三菱重工業(株)および東レ(株)との共同研究を行っている．

(2) 地球環境の保全に関する研究課題

課題(カ)．バス輸送の利用促進による二酸化炭素排出抑制対策と効果について検討するため、運行形態が限定されている路線バスに最適でエネルギー効率の高い新方式動力システムの技術評価を行い、その導入による二酸化炭素排出抑制効果を明らかにすることをねらいとした地球環境研究総合推進費による受託研究である．

課題(キ)．将来の低環境負荷型動力システムとして注目されている燃料電池自動車について、燃料電池動力システムの性能向上を図るとともに、総合エネルギー効率を向上させる動力システムの構成及びその評価法を求めることをねらいとした経常研究である．

課題(ク)．新型動力システムを搭載した自動車について、自動車の審査・検査基準の国際基準調和に必要な技術的知見の蓄積を行うことをねらいとした国土交通省自動車検査登録特別会計による受託研究である．

課題(ケ)．自動車による大気汚染問題を抜本的に解決するために、既存の大型ディーゼル車に代替しうる、環境性能を飛躍的に向上させた次

世代型の大型低公害車の技術開発と普及促進をはかるための国土交通省の大型プロジェクトであり、当研究所が実施主体として必要な技術的課題について研究開発を進めるものである．

課題(コ)．強力な温室効果ガスである亜酸化窒素(N_2O)の人為的な排出源のなかで、自動車の寄与率は未だ不明確であり N_2O 削減計画を立てる上で障害となっている．本研究は、自動車から排出される N_2O 排出総量推定の不確実性を排除するとともに、 N_2O 低減対策を明らかにすることをねらいとした地球環境研究総合推進費による受託研究である．

課題(サ)．日本における新しい交通システムを、モータリゼーションが急激に進展しているアジア等の途上国へ適用する可能性を検討することをねらいとした地球環境研究総合推進費による受託研究である．

(3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題

課題(セ)．実走行時の燃料消費量に対する各種影響要因を実験解析してその影響度を把握し、これをもとに自動車省エネルギー施策の効果予測に適用可能な燃費シミュレーションモデルの開発をねらいとした運営費交付金による特別研究であり、(株)小野測器との共同研究を実施している．

課題(ソ)．低公害大型車用エンジンとしてのDMEエンジンの可能性について実験調査を行い、高効率・低エミッション化のための技術開発の基礎データを得ることをねらいとした経常研究である．

課題(シ)．大気汚染への寄与度が高いとされる大型トラック用ディーゼル機関の燃料を、クリンエネルギーとして高いポテンシャルを有する液化天然ガス(LNG)に転換することにより、大幅な低公害化とディーゼル機関並の熱効率を達成する技術を明らかにすることをねらいとした経常研究であり、東京ガス(株)との共同研究を実施している．

1.1.2 試験・研究の実施状況と成果

年度初頭に設定した各研究課題は、概ね計画に沿って実施された。

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

課題(ア)．燃料面からの最適条件を平均沸点、セタン価、沸点の組合せから求め、新燃焼方式の実機適用に必要な制御方策を用いて広範な実用運転条件下における排出ガス及び燃費改善効果を解析・評価した。

課題(イ)．試作したA/F方式排気流量計を用いて天然ガス自動車、ディーゼルエンジン等を用いて計測精度等を調べその適用可能性を確認するとともに、それを含めた最適なシステム構成を明らかにした。さらに、本システムへのナノ粒子計測法の適用可能性の検討を行った。

課題(ウ)．アルミナ微粒子をコーティングしたSiC繊維を材料とするDPFを開発し、試作した炭素状粒子粒径計測装置を用いて、ディーゼル排出微粒子の粒径依存性を含めた低減効果を評価した。この結果、重量基準での捕集効率は望めないもののナノ粒子を捕集することにより個数基準での捕集効率は大幅に向上することを明らかにした。

課題(エ)．平成6年規制適合貨物自動車を用いたシャーシダイナモメータ上での実験により、新型粒子トラップの実走行運転時における捕集・再生機能を解析した。この結果、低速の連続走行を行うとDPF背圧が上昇し、PMにおいては再生機能が働かず堆積するだけであること、PMが堆積過剰になると一般の高速走行運転では再生可能温度でも再生がおこらないこと等の問題点を明らかにした。

課題(オ)．ポイントとなる混合気形成と着火制御に関して、燃料の着火性および噴霧特性の面から基礎的実験解析を行った。燃料の自己着火性と噴霧挙動を解析する手法を開発し、芳香族成分の多い燃料では、燃料希薄では着火遅れが大きくなること等、着火制御につながる知見を得た。

課題(カ)．通常のディーゼルエンジンから排出されるナノ粒子の排ガス中における生成・消滅過程を、SMPSによる粒径分布測定によって解析し、ディーゼル排気管内におけるナノ粒子の生成・消滅過程における粒径分布には、排

気温度が大きな影響を与えること等を明らかにできた。

課題(キ)．超低濃度で排出される粒子状物質の粒径計測法の課題を明らかにし、最適な手法について検討した。特に、蒸発性粒子の影響を取り除くサーモデニューダの粒子ロスが非蒸発性粒子においても無視できない事を示し、その原因を明らかにした。

課題(ク)．粒子の質量測定に影響を及ぼす希釈空気中に存在する粒子の無塵化を図り、その影響度合いを解析した。希釈空気中の粒子を完全に無塵化することはできなかったが、無塵化を図ることによって、希釈空気中の粒子レベルを従来の1/10以下に抑制出来ることを確認できた。

課題(ケ)．燃焼シミュレーションプログラムの蒸発および燃焼過程のサブモデルを改良し、すす生成モデルによる排出量および排気微粒子粒径分布の予測計算精度を向上させることができた。

課題(コ)．試作したNOxセンサの感度、応答性等の特性を実排出ガスにより調べ、実用性が確認できた。また同センサの利用技術として、NOx吸蔵触媒の「区間NOx吸蔵率」をセンサで算出しこれをもとにリッチスバイク制御を行う方式や、2本のNOxセンサを使って触媒の劣化診断を行う方法を提案した。

課題(サ)．新しい排気対策システムに対応した故障診断方法の有効性やその評価手法を検討した。2本のO₂センサからの信号処理により三元触媒の劣化診断を行う方法や、NOxセンサを用いた触媒の劣化診断手法等、OBD技術の性能を評価する試験手法を提案した。こうした結果から、高度なOBDに必要な技術要件を明らかにできた。

課題(シ)．ガソリン車とディーゼル車が排出する各種の未規制有害物質の排出実態を各種モードでのシャシダイナモ試験により調べ、排気中に含まれる1,3-ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレン、スチレン等の排出実態を明らかにした。またディーゼル車が排出するダイオキシン類やPAHの傾向や特性を把握した。さらに、ベンゼン浄化に効果のある触媒装置を試作しその性能を確認した。

課題(ス)．直噴ガソリン車に装着のNOx吸蔵還元触媒の吸蔵・還元メカニズムを把握するとともに、現行の触媒制御方法の問題点について

検討した。この結果、吸蔵還元触媒の浄化性能の推移を示す指標として、空燃比リッチスパイク間での吸蔵率を示す「区間 NO_x 吸蔵率」を提案し、これにより触媒劣化状態を検知できる見通しを得た。

課題(セ)．触媒の劣化や空燃比制御系の不調などの不具合現象が排出ガスに与える影響度を実験的に調べ、性能低下の事象とその傾向に関する技術的知見を得た。また諸外国のサーベイランス制度に関する調査分析を進めた。

課題(ソ)．カートリッジ捕集・HPLC法の、排気中アルデヒド分析における NO_2 干渉を排除する方法を明らかにするとともに、車両実験により、エンジン燃焼方式のちがいによるアルデヒド排出挙動を求めた。一方、DMEの触媒表面での反応を理論的に把握した。

課題(タ)．単気筒DIEゼールエンジンを対象にして、低負荷、高負荷運転時の各PAH類の排出特性を把握するとともに、排出特性に与える燃料組成および燃料噴射圧力の影響を実験的に解析し、PAHの排出メカニズムを考察した。

課題(チ)．モデルタイヤを用いて、タイヤ駆動力やタイヤ表面振動と、発生騒音との関係を、音響ホログラフィ法等の手法を用いて詳細に解析し、タイヤ騒音の発生メカニズムを求めた。加速時にタイヤ騒音が増加する要因として、タイヤ駆動力により生じるタイヤ路面間のすべりとトレッドブロックの周方向振動であることを明らかにした。

課題(ツ)．タイヤ騒音分離測定法を用いて、トラックのタイヤ騒音寄与率とタイヤ騒音測定における車体影響を調査した。同一のタイヤを装着した同一エンジン搭載の車型の異なる小型トラックについてカーペット法によりタイヤ騒音を分離し、車型によるタイヤ騒音への影響を把握した。

課題(テ)．近接排気騒音規制値の強化による効果と問題点、並びに、交換用マフラーに関する認証制度の導入効果などについて検討を行った。また、都市内の主要な道路における市販マフラーの装着実態を把握するため、全体の交通量及び市販マフラー等の装着状況を調査した。

課題(ト)．熊谷市の自動車試験場のISO路面について、A,B路面性状の経年変化を調査し、走行騒音についても測定した。本年度の測定解

析結果によれば、性状については若干の変動はあるものの、大きな変化は見られなかった。走行騒音についても同様であった。

課題(ナ)．マイク配列の簡素化等、実用化をねらいとした検討をシミュレーション実験により行った。2次元マイク配列を用いた場合の加速走行条件への適用条件と路面反射影響を解明したが、マイク配列の簡素化は今後の課題として残された。

課題(ニ)．エンジン騒音のない電気自動車を用いて、車両側から駆動力をかけたときのタイヤ近傍での音響インテンシティを測定し、非定常騒音の放射特性を高精度で解析する手法を検討した。また、風切り音の影響を最小限にするためのウインドスクリーンを製作し、その性能等を検証した。

課題(ノ)．防音壁の遮音性能を評価する際に、音源が高速で移動する場合の周波数変調や指向特性の変化の影響を把握する手法として、2次元空間での境界要素法で求めた基本解を積分変換することにより、3次元音場の解を求める方法を提案した。

(2) 地球環境の保全に関する研究課題

課題(ネ)．デュアルモード動力バスの導入形態や輸送転換率をモデル化し、モデル地区における二酸化炭素抑制量を推定して、この新形式バスを導入可能な地域全体で用いた場合の二酸化炭素抑制効果を予測・評価した。

課題(ハ)．メタノール、ガソリン改質を採用した場合の燃料電池の被毒において物質ごとの効果を評価するための、被毒係数の概念をさらに一般化した。また、各種の燃料電池自動車について総合効率を比較した。

課題(ヒ)．CNG自動車、ハイブリッド自動車等の要素技術開発に関する文献調査を行うとともに、ハイブリッド自動車におけるモータ及び電池管理技術に関する実験的検討を行った。

課題(ヘ)．開発対象車両を公募により選定し、民間、大学等との協力の下に、開発対象とする各動力システムの要素技術を中心に研究開発を進めた。

課題(フ)．ガス分析計を搭載した実験車を実際に寒冷地で走行させ、外気温度に対する N_2O 排出量変化を確認して、各都市における N_2O 排出原単位を算出し、 N_2O 排出総量推計手法を構築した。

課題(ハ)．モデルケースとして、北京市に大型デュアルモードバスを導入する可能性及びその環境改善効果を検討した．この結果、北京市の中心部における無公害電気走行を5 km確保した条件下で、二酸化炭素排出が25%低減できるデュアルモードバスが技術的に可能であることがわかった．

(3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題

課題(ホ)．実用過渡走行条件に適用できる燃費推計シミュレーションプログラムを完成させた．このソフトを使用し、燃料消費抑制のための各種対策をパラメータスタディし、燃料消費量抑制の具体的効果を示す資料を得た．

課題(マ)．DMEの燃焼促進を図るための噴射パラメータの適正化ならびにエンジン燃焼制御による低NO_x化を試みた．また、NO_x低減触媒について実排出ガス試験を実施し、DMEエンジンに対するNO_x浄化特性を確認した．
課題(ミ)．気筒内直接噴射による高効率燃焼を達成するための基礎研究を進めるとともに、LNG特有の現象であるウェザリング現象が排出ガス等に及ぼす影響を解明した．

1.1.3. 試験・研究成果の主な発表状況及び行政、産業界、学会等への貢献

以上の各課題で得られた研究成果の一部は、所内発表20件、国内外の学会等で52件(うち欧文発表18件)の発表を行った．発表した論文等の内訳は以下の通りである．

(1) 所内発表

第2回交通安全環境研究所研究発表会 15編
第1回交通安全環境研究所講演会 5編

(2) 所外発表

自動車技術会講演会 6編
自動車技術会論文集 1編
日本機械学会論文集 1編
日本機械学会講演会 7編
日本音響学会 2編
日本機械学会研究分科会論文集 2編
自動車技術会欧文論文誌 1編
日本化学会 2編
エアゾル科学・技術研究討論会 1編
米国自動車学会(SAE) 5編

SAE Transaction 1編

FISITA 3編

国際アルコール燃料シンポジウム 1編

第19回国際電気自動車シンポジウム 1編

専門誌等発表 6編(国内誌 3編,海外誌 3編)

その他 12編

(3) 行政施策等への研究成果の反映

陸上交通に関わる環境全般、省エネルギー等に関する国土交通省、環境省はじめ関係省庁の行政施策に関し、技術資料の提供、各種委員会への参画による技術的知見の提供等を行った．これらの資料は、重要な中立的データとして有効活用される等、行政施策に反映されている．

平成14年度の研究結果が行政施策等に反映された例の主なものは以下のとおりである．

本研究所で開発した重量車の走行条件をエンジン運転条件に変換するアルゴリズムが、大気汚染防止法(昭和四十三年法律第九十七号)第十九条第一項の規定に基づく自動車排出ガスの量の許容限度(昭和四十九年一月環境庁告示第一号)の環境省告示で採用されることとなった．また当研究所が民間企業との共同研究により開発した変換プログラムを環境省の求めに応じて国に提供することとなり、国が定める重量車排出ガス試験法で利用されるほか、このプログラムはインターネットで一般公開される方針である．

未規制有害ガスおよび粒子状物質の排出特性の測定解析結果が、環境省、国土交通省の監督のもとに開催されている「新燃料使用時の排出ガス実態調査研究調査委員会」に報告され、自動車分野に新燃料を導入することの適否の検討資料に使われた．

各種自動車の走行条件別排出ガステ性の調査結果が、国土交通省の監督のもとに開催されている「自動車環境アセスメント検討会」に提出され、自動車分野で今後、環境アセスメントの手法を導入するための検討資料に使われた．

本研究所で開発したエンジン単体の燃費マップデータと車両構造情報から、当該車両がモード走行した時の燃費値をコンピュータでシミュレーション推計する手法が、国土交通省に設置された「重量車燃費検討会」の14年度報告書にそのまま取り入れられ、今後、経済産業省と共同で「エネルギーの使用の合理化に関する法律」に基づく燃費基準の導入検討に活かされて

いることとなった。

「次世代低公害大型自動車の研究開発」に関する研究成果が、国土交通省において、大型ハイブリッド車の新長期排出ガス規制に係る試験法の制定を議論する際に活用された。

燃料電池自動車の実用化に関する研究成果が、国土交通省の「大臣認定走行を行う燃料電池自動車の安全性の確保及び環境保全に関する技術指針」(平成14年10月1日発効)の策定に活用された。さらにそれに続く、燃料電池自動車の保安基準等策定のためのデータ収集、試験方法に関する検討にも活用された。

消音器の違法改造や交換等を行っている装着車両の実態、道路騒音への影響及び騒音苦情との関連等の調査結果、並びに、交換用マフラー認証制度の導入効果や法的整合性に関する検討結果が、「使用過程における改造自動車の騒音検査手法」に関する技術基準の見直し作業において、活用された。

一方、国際的な活動として、国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム(UN/ECE/WP29)の自動車排出ガス専門家会議(ECE/WP29/GRPE)、同騒音専門家会議(ECE/WP29/GRB)等の国際企画会議および技術ワーキングへ技術専門家として参加し、国際基準調和作業への技術協力を継続的に行っている。

ECE/WP29/GRPEの大型車世界統一試験法ワーキング(WHDC)では、日本政府からの提案として当研究所で実施した各モードのバリデーション試験結果が提供され、その結果、我が国の主張が反映された世界統一基準案の作成が進められている。

また、同専門家会議のPMP(粒子状物質測定法ワーキング)では、ディーゼル車から排出される粒子状物質の粒径分布別排出個数の測定法が議論されているが、日本政府を代表して当研究所の実験解析結果を発表し、重要な技術情報として注目された。

燃料電池自動車の実用化に関する研究成果が、日本政府からの提案として国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム(UN/ECE/WP29)における水素燃料自動車の構造基準制定に関する検討に活用された。

新型動力自動車の国際基準調和に関する研究成果が、日本政府からの提案として国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム

(UN/ECE/WP29)におけるハイブリッド車の排出ガス試験の制定に関する検討に活用された。

さらに、日本機械学会、自動車技術会等の学会における、各種委員会の委員長、委員や学術講演会座長として当部からも多数参画し、研究によって得られた知見をもとに積極的な活動を行っている。

1.1.4. 試験・研究設備、施設の整備状況

平成14年度に整備した主な試験研究設備等は以下の通りである。

- 燃費時系列データ予測・推定システム
- ディーゼル排ガス多成分連続分析装置
- 車載型三元触媒劣化診断装置
- 燃料噴射特性プログラマブル設定装置
- NOxセンサ式NOx触媒吸蔵量測定装置
- 次世代低公害車用排出ガス分析設備
- エンジンダイナモメーター制御システム
- 噴霧形状評価用高速度ビデオカメラ
- エンジンバルブ制御装置
- 触媒過渡試験用DME供給装置
- レーザー加熱煤計測装置
- 標準ディーゼル粒子発生装置
- 高速微粒子粒度分析計
- 体積速度音源装置
- アレイマイク入力部増設
- ハイブリッド電気自動車
- 実験棟直流電源

1.2 研究課題別実施状況

1.2.1 地域環境の改善

新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率化・超低公害化に関する研究

後藤 雄一
石井 素、鈴木 央一
Rahman Montajir .

研究開始時期 平成11年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

ディーゼル機関の燃焼の改善によるさらなる低公害化、高効率化を達成することは従来技術の延長ではもはや不可能であり、新たな発想による技術開発を促進することが必要である。このため、本研究では、理想的な燃焼形態である、均一予混合気の多点着火を、一般的なガソリン燃焼、ディーゼル燃焼の概念にとらわれない新しい燃焼方式で実現するためのコンセプトを追求することにより、ディーゼル機関の超低公害化、高効率化を幅広い運転領域で達成することを目的とする。

2. 試験研究概要

混合燃料の減圧沸騰特性および混合気生成過程の解析により燃料面からの最適条件を雰囲気条件との関連で求める。さらに、実機レベルに適用した混合燃料の供給方法の要件等について検討する。シミュレーションおよび試験用エンジンにより、燃料組成や混合比を変化させたときの、実機レベルにおける燃料着火特性に対する排出ガス挙動を検討する。また、混合比、燃料噴射圧、噴射時期、圧縮比等の最適化条件を把握する。上記の結果をベースに、新燃焼方式を実機に適用するために必要な制御方策を用いて排出ガス及び燃費改善効果を解析・評価する。

3. 成果概要

○混合燃料の減圧沸騰特性に関する研究（石井素）

混合燃料のシミュレーションを行うため必要な噴霧モデル、着火モデル、燃焼モデルの3モデルについて、作成または従来モデルの改造を行って実験結果との比較を行った。噴霧モデルについては高温・高圧場における液滴蒸発に関する実験値とよく一致する準定常液滴モデルをKIVA3Vに導入し評価を行い有効性を確認できなかったものの分裂モデルの必要性が示された。着火モデル

については簡易酸化反応機構としSHELLモデルを導入し、定容容器を用いた噴霧燃焼実験結果と比較し傾向を再現した。燃焼モデルについては、特性時間燃焼モデル（Princeton combustion model）を導入し、最適な着火時期において、実験結果と同等の緩慢な燃焼を再現することが可能であることを示した。

○エンジン混合気形成と燃焼特性に関する研究（鈴木央一）

燃料の蒸発性等が燃焼および排出ガスに及ぼす影響を調べるため、平均沸点は同等で構成成分の沸点、セタン価の違う3燃料と、平均沸点の異なる3燃料の計6つを用いて比較を行った。(1)NOxとPMのトレードオフ関係でみた排出ガス性能には、燃料の平均沸点あるいは密度の影響が大きく、それ以外の要因による影響は小さい。平均沸点と密度は互いに従属関係にあるため、どちらの影響が強いかは判断できなかった。(2)THCおよびSOF排出には燃料組成の影響がみられた。THCは沸点の低い成分が存在すると増加する。SOFは低沸点低セタン - 高沸点高セタン成分の組み合わせ、あるいはイソパラフィンの存在で低くなると予測された。

○各種運転条件に対応したシステム最適化方策に関する研究（後藤雄一）

予混合圧縮着火燃焼は、ある範囲の運転条件において低NOx、低PMの優れた排気特性を持つが、過早着火するために熱効率が低い点、運転範囲が限られる点に課題が残されていた。圧縮端温度を運転条件に応じて変える手法として可変圧縮比機構に注目しその可能性について調べた。その結果、高度化した可変バルブ機構が可変圧縮機構として有望であることが判明し、その定性的な傾向を明らかにした。

○予混合圧縮着火（HCCI）燃焼による超低公害ディーゼル機関の研究(Rahman Montajir)

密度、粘度、セタン価等の燃料特性が同じになる2種類燃料を混合した燃料を7種類用意し、それぞれについて着火特性と減圧沸騰の特性について調べ、排気ガス特性に優れた混合燃料はどのような特性をもつかを明らかにした。

超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究

後藤 雄一

佐藤 辰二、石井 素

研究開始時期 平成13年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

超低濃度の排出ガスおよびPMに対する次世代の計測法が早急に必要とされている。この計測法の技術開発を行うことにより、超低公害自動車に対して高い計測精度で正確な評価をすることが可能となることから、より低環境負荷な自動車の普及を促進する基礎とするために、今後の超低公害自動車に対応する排出ガス計測システムが確立することを目的とする。

2. 試験研究概要

超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発のために、排出ガス流量導出の技術の計測精度、再現性、実用性等を調べ、開発済みのシステム要素と組み合わせて排気ガス及びPMを統一的に計測可能なシステム構成法を検討する。さらに、ナノ粒子(nano particle)等の粒子計測法を適用する手法の可能性も検討する。排出ガス流量導出の技術を検討しA/F方式排気流量計を試作するとともに、システムを組み上げるのに必要な要素の導入を進める。また試作したA/F方式排気流量計を考慮に入れたシステム構成法を検討しその評価を行うとともに、本システムへのナノ粒子計測法の適用可能性の検討を行う。

3. 成果概要

○超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究(後藤雄一)

自動車から排出される排気ガス成分から排出ガス流量導出の手法を求め、その影響要因について詳細に検討した。排気中のCO₂濃度を高速に計測するために、高速応答型CO₂計を導入しカーボンバランス法により高速で燃料流量を計測した。試作したA/F方式排気流量計を用いて天然ガス自動車、ディーゼルエンジン等を用いて計測精度等を調べその適用可能性を確認するとともに、それを含めた最適なシステム構成を明らかにした。

DPFによる排出微粒子低減効果の評価に関する研究

後藤 雄一

李 津夏、塚本 雄次郎

石井 素

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

ディーゼル排出微粒子(DEP)の低減は極めて重要な社会的課題となっている。ほとんどすべてをディーゼル車に依存している物流システムによる環境負荷低減を可能とするために、DPFの導入によるディーゼル車排出微粒子の大幅な低減をはかり次世代DPFに関する基礎的技術開発を行うことを公募型研究全体の目的とする。公募型研究全体で行うDPF用表面形態制御型セラミック繊維の開発、DPFによる排出微粒子低減効果の評価、炭素状微粒子の実時間光学的測定のうちで、当研究所はDPFによる排出微粒子低減効果の評価を担当し、D15モード、ESCモード、1199モード、ETCモードなどの過渡を含む試験条件で従来型DPF及び高度化DPFが微粒子低減にどの様に効果があるかを評価する手法を確立することを目的とする。

2. 試験研究概要

DPFのディーゼル微粒子の低減効果については、粒子の捕集・再飛散、捕集粒子の粒径依存性、粒子性状依存性、DPF内での粒子生成など未だ十分に明らかにされていない。実運転条件では、加減速のある過渡条件でDPFが微粒子低減にどの様に効果があるかを評価する手法を確立する。平成12年度は、従来型のDPFについてディーゼル排出微粒子の過渡条件を含めた低減効果の評価手法について検討する。平成13年度は、従来型のDPFについてディーゼル排出微粒子の低減効果の粒径依存性について明らかにする。平成14年度は、いすゞセラミックス研究所で開発した高度化DPFについて、東海大学で試作した炭素状粒子粒径計測装置を用い、ディーゼル排出微粒子の粒径依存性を含めた低減効果を評価する。

3. 成果概要

○高度化DPFの微粒子低減効果の過渡特性評価に関する研究(李 津夏)

アルミナ微粒子をコーティングしSiC繊維を材料とするDPFについてディーゼル排出粒子の捕集性能を調べ、重量基準での捕集効率に望めないもののナノ粒子を捕集することにより個数基準での捕集効率は大幅に向上することを明らかにし

た。

ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究

佐藤 辰二

研究開始時期 平成 9 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目的

ディーゼル自動車から排出される粒子状物質を低減するために、自動車用エンジンの燃焼を改善する種々の方策が試みられているが、現在までの技術を用いて燃焼制御により粒子状物質の排出を低減するのは限界があると考えられている。したがって、粒子状物質を抜本的に低減するための粒子トラップ等の後処理装置の採用の検討が重要となる。

本研究では粒子トラップ等の後処理装置の開発状況を踏まえた上で、その実用状態における性能把握手法を検討するとともに実用性評価手法を明らかにすることを目的とする。

2. 試験研究概要

前年度までに、粒子トラップを中心とした新型後処理装置の文献調査及び酸化触媒の性能実験を行った。平成 13 年度以降は引き続き文献調査を行うとともに、実用化が容易と考えられる新型粒子トラップについて実用条件下における性能を実験により検討する。さらに、信頼性の検証等実用性評価を行った上でディーゼル自動車に最も適した粒子トラップのありかたを明らかにする。

3. 成果概要

粒子トラップ等の実用性評価に関する研究（佐藤辰二）

エンジン排気量 8 L の平成 6 年規制対策車に連続再生式 DPF を装着しシャーシーダイナモメータ上で平均車速の低い実路走行条件で約 1400 Km の連続走行を行い、排出ガス浄化性能、PM 再生機能の劣化状況を調査した。

PM の堆積状況を DPF 入口圧力の変化から確認した結果、低速の連続走行を行うと走行距離が増えるに従い圧力がさらに上昇した。約 1400 Km の走行で、モード運転中の最高圧が、当初の 0.4 KPa 程度であったものが約 7.5 KPa に達した。また、一定走行距離ごとに PM、および排出ガス測定を行い、DPF 機能変化を把握した。その結果連続低速走行においては、PM が堆積するだけで、再生機能が働かず堆積するのみであっ

た。PM の堆積過剰になると一般の高速走行運転では再生可能温度でも再生が起こらなかった。再生可能にするためには、高速高負荷運転をするか、人為的に PM の堆積を除去する必要がある。

予混合圧縮着火燃焼を用いた高負荷域ディーゼル排気改善に関する研究

鈴木 央一

後藤 雄一、石井 素

Rahman Montajir

研究開始時期 平成 14 年 4 月

研究終了予定時期 平成 17 年 3 月

1. 目的

最新規制エンジンでは運転領域全体に対する高負荷域の排出ガス寄与率が高まっている。予混合圧縮着火（HCCI）は、飛躍的な排出ガス改善へのポテンシャルを有しながら、高負荷運転領域への適用は困難とされている。本研究では、限られた運転条件のみでも、HCCI の高負荷運転達成を試み、全面的改善へのブレークスルーの足がかりとする。

2. 試験研究概要

まず、燃料の着火性および蒸発性に関する基礎的研究を行い、気筒内に高速に予混合気を形成する必要がある HCCI に適した燃料について最適化を図る。それを受けて、試験用単気筒エンジンを用いて、噴射系や吸排気系の改良あるいは最適化を行い、高負荷域へ HCCI を適用し、排出ガス改善可能レベルの明らかにし、問題点の把握とその改善を行う。また、制御・要素技術の進歩が、着火制御や予混合気形成などの問題解決へブレークスルーとなりうることから、関係新技術の調査を行い、適宜反映させていくこととする。

3. 成果概要

○ 燃料の着火性、蒸発性に関する基礎的研究（Rahman Montajir）

既存の燃料着火試験装置を用いて、各種燃料の着火性を測定した。その結果、HCCI に有利な低着火性燃料においても、着火試験機より求めたセタン価が実機における着火遅れとよい相関があった。ただし、芳香族分の多い燃料では、空燃比により着火遅れが大きく異なり、燃料希薄な条件では着火遅れが著しく増大することがわかった。また、燃料噴霧の挙動を可視化する装置を立ち上げ、各種燃料の蒸発過程を定性的に解析、比較す

る手法を開発した。

○ H C C I に適した新制御・要素技術に関する調査（石井 素）

予混合圧縮着火のポテンシャル向上を実現する新技術として、可変バルブタイミング機構に着目した。自己着火にもっとも影響するパラメータは温度である。吸排気弁の開く時期を変化させることにより実圧縮比を可変でき、上死点付近の温度制御を可能にするポテンシャルを有している。これまでディーゼル機関に適用された成果については発表されていないが、今後も引き続き調査が必要な技術と考えられる。

自動車排出ガス中のナノ粒子計測法に関する研究

後藤 雄一

河合 英直、塚本雄次郎

石井 素

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

ディーゼル・エンジンから排出される粒子状物質（PM）は、平均粒径を100nm程度する20nm～数100nmの粒径をもつ粒子である。このようなnmオーダーの粒径をもつ粒子は、肺の中に奥深く入るだけでなく循環器系にまで進入する恐れが指摘されている。今後、PM重量だけでなく粒子粒径や表面積を計測することが必要であるとして検討されている。このようなナノ粒子はエンジンから排出された後に、排気管や希釈トンネルの中で生成・消滅することが知られているが、そのメカニズムは完全に解明されていない。そこで、本研究では、ナノ粒子の排ガス中における生成・消滅過程を、粒子の粒径分布を測定することによって明らかにする。

超低濃度排気ガスの次世代計測法及び排出微粒子計測法について将来の計測技術課題を解決することを目的とする。

2. 試験研究概要

通常のディーゼル・エンジンから排出されるナノ粒子の排ガス中における生成・消滅過程を粒径分布測定によって解明する。

3. 成果概要

○自動車排出ガス中におけるナノ粒子計測法に関する研究（後藤雄一）

ディーゼル排気管内におけるナノ粒子の生成・

消滅過程をSMPSを用いた粒径分布によって調べ、排気温度が大きな影響を与えることを明らかにした。さらに、蒸発性粒子の影響を取り除くサーモデニューダの粒子ロスが非蒸発性粒子においても無視できない事を示し、その原因を明らかにした。

次世代排気ガス計測法の開発に関する研究

小高 松男

後藤 雄一、佐藤 辰二

石井 素

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

今後、排出ガスやPMの規制が一層強化される中で、ディーゼル車やガソリン自動車、超低公害自動車からの排出ガス・PM排出量が大幅に低減し超低濃度になりつつあるため、従来の計測法では到底対応出来なくなっている。そのため、超低濃度の排気ガスに対する次世代の計測法が早急に必要とされている。また、規制強化の流れの中でガソリン自動車の排出微粒子などの未規制領域についても早急に計測法の確立を図る必要がある。本研究はこれらの課題について研究し将来の計測技術課題を解決する技術資料を得ることを目的とする。

2. 試験研究概要

超低濃度で排出される粒子状物質の重量基準、粒径基準による計測法の課題を明らかにし、排出ガスの最適な計測手法について検討する。この成果を基に自動車からの排出微粒子の排出実態を解明し、より適切な計測手法の高度化方策を確立する。

3. 成果概要

○超低濃度排出微粒子の重量計測法に関する研究（佐藤辰二）

低濃度で排出される粒子状物質を捕集したフィルタをマイクロ天秤で計測する際の誤差要因を列挙し、静電気の影響、大気圧の変動による浮力変動の影響、重量計測時の粒子清浄度などを評価してその対策法について示し極微量捕集計測手法の確立を図った。

○極低濃度排出微粒子の粒径計測法に関する研究（石井 素）

ディーゼル微粒子およびNOx同時低減後処理

システム（D P N R）を装着した車両についてシャシーダイナモメータを利用して、10・15モード、EDモードなどの過渡運転条件でD P N Rの機能を調べ、その性能と課題を明らかにした。

○超低濃度レベルの排出ガス評価手法に関する研究（後藤雄一）

Micro Tunnelを使用した粒子計測法の課題とその対策について検討を行った。その結果、排気管からガス捕集をするトランスファー管が全量捕集希釈トンネルとの同等性について重要な因子であることを明らかにした。さらに、影響程度を評価して最適なトランスファー管長さを検討した。

マイクロ・トンネルの測定精度向上に関する研究

塚本 雄次郎
後藤 雄一

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

現在、ディーゼル・エンジンから排出される粒子状物質は、全量希釈トンネルを用いた計測法により評価されている。しかし、この計測法は測定精度は高いものの、試験設備が大がかりとなること、測定の自由度が低いことなどの欠点を有する。

近年、この欠点をクリアした、超小型のマイクロ・トンネルが開発されているが、全量希釈トンネルと比較して精度の面で問題があるとされている。そこで、本研究では、マイクロ・トンネルの性能を把握するとともに測定精度の向上を図る。

2. 試験研究概要

全量希釈トンネルではフィルターに捕集されたPMを希釈空気中の粒子質量で補正するが、マイクロ・トンネルは希釈空気中の粒子を測定できないので補正が不可能である。このため、マイクロ・トンネルの希釈空気中の粒子を無塵化あるいは大幅にクリーン化する必要がある。そこで、平成14年度では、希釈空気中の粒子の無塵化に関する検討を行う。

3. 成果概要

○希釈空気中の粒子の無塵化に関する研究（塚本雄次郎）

全量希釈トンネルとマイクロ・トンネルに供給する希釈空気は無塵化に関する研究を行った。2つのトンネルの希釈空気中に含まれる粒子のレベ

ルを下げるため、希釈フィルターの粒子捕集効率の改善を図り、トンネルのフランジ締結部分のエアリークを防止する改修を行った。その結果、希釈空気中の粒子を完全に無塵化することはできなかったが、粒子のレベルを従前の1/10以下に改善することが出来た。

粒子状物質生成過程の解析手法に関する基礎的研究

石井 素
鈴木 央一、Vinod Kumar
後藤 雄一

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

ディーゼル機関は、今後も大型自動車等の主要原動機であり、物流には欠かすことのできない役割を担っていくものと考えられる。

今後の規制に対しては、ディーゼル機関からの排気低減に加えて排気後処理装置が使用されると予測される。したがって、ディーゼル機関からの排気低減を目的とした燃焼制御の他に、後処理装置が最大限に機能するような高度な燃焼制御も要求されるようになってきた。燃焼制御要因に関する知見を得るためには、ディーゼル機関気筒内における燃料の蒸発から着火、燃焼、排気生成過程にいたる各過程の現象の実体把握をする必要がある。気筒内の排気生成過程の解析手法として、気筒内圧力解析と実験的な可視化による燃焼観測および数値的な解析があげられる。

本研究は、今後も低公害化が進むディーゼル機関においても適用可能な気筒内における排気生成物質のうち特に粒子状物質に着目し、生成過程について実験的および数値的解析手法の修得および確立を目指すものである。

2. 試験研究概要

実験的研究においては、低排出ガスレベルに対応可能な燃焼生成物生成過程の解析手法を調査し、この開発に必要な要件について検討および開発をする。また、燃焼シミュレーションにおいては必要なサブモデルの調査およびアルゴリズムの検討、プログラムの開発を行い、実験的解析結果に基づきモデルの最適化を行う。開発した手法を用い、粒子状物質生成過程に関する解析を行う。

3. 成果概要

○排気微粒子生成過程の実験的観測手法に関する研究（鈴木央一）

試験用単気筒機関の排気微粒子径の計測方法について、必要とされる要件について検討した。従来のELPI、SMPS等を用いる方法では、単気筒機関の排気においては脈動が大きいこと、排気マニフォールド直下近くにおいては許容温度を超えることの要因により困難である。これらの影響の排除方法および軽減方法について引き続き検討する。

○排気微粒子生成過程の数値計算手法に関する研究（石井 素）

燃焼シミュレーションにおいて、燃料噴霧液滴の蒸発過程の高圧対応のものに、燃焼モデルを特性時間燃焼モデルへの改良を試みた。雰囲気圧力を変化させた噴霧の計算より、噴霧液滴の蒸発過程については雰囲気圧力上昇させて10 MPaとした場合には、蒸発過程の計算結果の相違が小さくなるという結果が得られた。燃焼モデルに関しては従来の燃焼モデルより気筒内圧力に関しては実験結果に近い結果が得られた。各種排気成分については今後も実験結果と傾向が一致するような改良が必要である。

上記の各サブモデルを実際の吸排気行程も含めたエンジンの燃焼シミュレーションに適用することを考慮し、吸排気バルブも含めた格子の生成方法について検討し、2弁の計算格子を生成しモータリング時の計算を試みた。

○すすおよびNOxの生成、拡散過程のモデルの開発・評価に関する研究（ヴィノード・クマール）

Sorovikinのすす生成モデルに基づいたモデルを用い、試行錯誤により各種計算定数を変化させ、それぞれの影響を把握するとともにすすの生成量の計算を行った。このとき、ベース条件におけるすすの排出量が1.0 g/kgfuelとなるように最適化を行った。また、このとき生成される排気微粒子の粒子径分布の計算が可能となるような計算コードの改良を行い、ベース条件において排気微粒子径の分布を予測計算可能なように計算定数の最適化を行った。今後実験結果との比較が必要である。

車載型NOxセンサの実用化とその利用技術に関する研究

野田 明

山本 敏朗、佐藤 由雄

研究開始時期 平成13年9月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

一般にNOxとCO₂の低減対策はトレードオフの関係にあり、両者を共に大きく改善するためには、ブレークスルーとなる要素技術が期待されている。これに応えるため本研究では、車両の排気管に直挿して排出ガス中のNOx濃度を検知できる小型NOxセンサの実用化を目指すとともに、この技術を自動車NOxの低減対策や燃費の向上対策、触媒装置の劣化車上診断技術に適用する可能性を追求する。

2. 試験研究概要

NOxセンサの開発では国内最先端にいる日本碍子（株）と交通安全環境研究所が共同して本課題に取り組み、自動車用小型NOxセンサの実用化に必要な技術課題、改良技術を研究する。さらにこのNOxセンサの利用技術として、NOx吸蔵還元型触媒に対する還元剤投入の最適制御や排気浄化触媒の車上劣化診断法への適用等の技術的可能性を実験的に検証することとする。

3. 成果概要

○NOxセンサの実用化に係る問題点の解明と対策技術に関する研究（山本敏朗）

三元触媒を装着するガソリン車では、空燃比が過濃となった時に触媒内の反応でアンモニアNH₃が生成することが認められた。NH₃対策のないNOxセンサを触媒後で使用すると、NH₃干渉を受けてNOx検出値に誤差が生じる問題点を確認した。対策技術としてセンサ素子のガス導入口部にNH₃分解触媒を配置した2種類のセンサを試作した。その効果を調べた結果、未対策センサはNH₃感度約85%を示し、一方、対策品Aでは感度50%、対策品BではA感度30%まで低減できた。ただしNOxの検出感度が低下する問題があり、両者のバランスから対策品Aが適しているという結果を得た。

次に応答特性を調べた結果、一時遅れ特性はCLD分析計と同程度であり、無駄時間はほとんどゼロであり実排出ガスでの適用性が確認できた。

対象のNOxセンサは、空燃比センサの機能も備えている。この検知性能を実排ガスでの基準空燃比計と比較したところ、空燃比20近傍よりリッチ側においては高い直線性が認められ、高精度

の空燃比測定が可能であることから、車両搭載に向けた新たな利用価値を発見できた。

また実用性の面からセンサの耐久信頼性も確認した。NO_xセンサに10万km走行相当の耐久試験を与えた後も、NO_x濃度出力はNO_x感度の変化率において±10%以内に入っていること、また、空燃比出力は初期値からの変化がほとんどないことが確認され、この面でも実用性を検証できた。

○NO_xセンサの利用技術の可能性に関する研究（野田 明）

直噴エンジン用NO_x触媒におけるNO_x吸蔵状態と還元剤投入時（空燃比リッチスパイク後）の触媒再生過程を同センサで直接検知する方法を検討した。その結果、触媒前後に取り付けた2本のNO_xセンサの空燃比信号、NO_x濃度信号と排出ガス流量から「区間NO_x吸蔵率」を演算し、これをもとにリッチスパイク制御（還元剤投入）を実行すれば、低CO₂、低NO_xを両立させる制御を実現できる見通しを得た。

一方、「区間NO_x吸蔵率」のリアルタイムモニター処理は、NO_x吸蔵能の低下の検知にも有効であった。この機能を使って、従来では困難とされたNO_x触媒の劣化を車上で検知するOBD手法を提案した。さらにNO_xセンサの空燃比検出機能とNO_x検知機能を組み合わせることで演算処理することにより、三元触媒の車上劣化検知も実現することがわかった。すなわち、NO_xセンサとそのデータ処理機能をユニット化すれば、いずれの触媒に対しても車上劣化検知のOBD（On-Board Diagnosis）が実現できる見通しが得られた。

排出ガスに係る車載機能診断システム（OBD）の技術基準策定のための調査研究

野田 明
山本 敏朗

研究開始時期 平成11年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

中央環境審議会答申で車載機能診断システム（On-Board Diagnostic System、「OBD」）の装着義務付けが打ち出され、また今後は診断対象の拡大も予定されていることから、今後は高度なOBDシステムが必要となってくる。国はこうした新し

いOBDの有効性、信頼性等を客観的に審査・評価できる体制を確立しておく必要があり、そのため高度なOBDシステムの性能要件を明確化した技術基準を策定する必要がある。そこで本研究では、現状のOBDシステムの有効性、問題点等を調べる一方、海外でのOBD規制の動向を調査しつつ、今後我が国で導入が予定される触媒劣化、失火などの診断技術のあり方を検討し、OBD技術の適正な評価手法と技術指針の確立を目指す。

2. 試験研究概要

OBDシステムを構成する種々の要素技術に関する技術情報を調査・分析するとともに、シャシダイナモメータ及びエンジンベンチを使って、現在及び近い将来のOBDシステムの要素技術（センサ技術、診断処理ソフトウェア）に関わる実験・解析を行い、OBDシステムに係る技術的課題を見直す。その結果をもとに、今後のOBDシステムの技術基準のあり方を求める。

3. 成果概要

○OBDシステムの技術評価手法に関する研究（山本敏朗）

三元触媒装置の劣化検知法として、触媒前後のO₂センサ信号をFFT処理し両パワースペクトルの差分で判定するΔpower間接診断法を開発し特許出願を行った。この方法の有効性を確認するため、迅速劣化させた三元触媒を使って実験した結果、Δpower法は広範な運転条件でも確実な劣化診断結果が得られることがわかった。この手法の実使用条件下での有効性を確認するため、ノートPCにデータ集録機能と診断用ソフトウェアを組み込んだ車載型装置を試作した。またNO_x触媒の劣化診断方法としては、NO_xセンサを利用する方法を提案した。

失火の検知OBDの性能評価としては、エンジンにランダムで失火を発生させる装置を開発し、またO₂センサのOBDの性能評価として、同センサの信号特性を任意に変化させて試験・評価する装置を開発した。

こうした試験装置を用いて、OBD対応のガソリン車の車載OBD機能を試験した結果、両試験装置ともに診断機能の評価には有効であることが確認できた。

○排出ガス対策装置の高度化に対応したOBDシステムの技術指針策定に関する調査研究（野田明）

現在及び今後に予想される高度なOBDシステムの要素技術（センサ技術、診断処理ソフトウェア）に関する内外の技術进行分析・調査した。また海外のOBD規制の技術要件やその性能評価方法などを調査した。

試験調査では、シャシダイナモメータ及びエンジンベンチを使って、排出ガス対策システムの一部に人為的な異常状態（触媒劣化、O₂センサ特性変化、部分失火等）を与えた上で実走行型の運転を行わせ、排出ガスの悪化レベルとOBDによる異常検知の関連性に関する実証データを得た。こうした調査結果から、今後の我が国のOBDシステムの技術指針に組み込むべき要件がある程度明確になった。また我が国独自の技術といえるNOx吸蔵還元触媒方式の劣化診断技術のあり方を検討し、対応技術としてNOxセンサの利用法の可能性を検討した。

自動車から排出される未規制有害物質の実態解明と排出抑制技術に関する研究

野田 明

阪本 高志、山本 敏朗

堀 重雄、佐藤 辰二

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目 的

ベンゼンや1,3ブタジエン、アルデヒド類などの未規制有害物質が排出ガス中に含まれることが指摘され、さらにPAH（多環芳香族）やニトロアレーンを含む各種の含窒素化合物など規制成分に比べれば微量であっても健康影響が懸念される有害物質も排出ガス中に存在する可能性が高い。しかしこうした未規制有害物質の排出実態は不明なままである。そこで本研究では、自動車から排出される未規制有害物質の排出実態と排出メカニズムを研究するとともに、排気後処理対策等により未規制有害物質の排出をどの程度まで低減できるか、その技術的可能性を追求する。

2. 試験研究概要

未規制有害物質の分析法として、排出ガスに含まれるPAH（多環芳香族）等の各種炭化水素成分やニトロアレーン、ダイオキシン類等のサンプリング法、分析法を検討する。さらに高速フーリエ変換赤外分析法（FTIR）による多種成分連続分析法についても、その可能性や問題点を調査す

る。また極低濃度の成分を分析するために、直接ガスからサンプリングする方法なども研究する。それらをもとに、排出ガス実態解明に必要な各種データをシャシダイナモ試験、エンジンベンチ試験により実測する。

一方、未規制成分の浄化技術を研究するため、ガソリン車における触媒反応と未規制物質の関連を調査し、これをもとにコールドスタート時の排出を抑制する低温活性触媒やベンゼン対応の触媒などを研究する。さらにディーゼル車からの未規制物質を低減する酸化触媒装置についても研究し、未規制物質を抑制する方策の技術的知見を得る。

3. 成果概要

○各車両排出ガス中のVOCの排出影響因子に関する研究（阪本高志）

ガソリン車、ディーゼル車について排気中に含まれる1,3-ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレン、スチレン等の排出量を測定した。測定はCVS希釈排出ガスの一部を定流量でサンプルバッグに吸引し、直後にガスクロマトグラフィで分析した。ガソリン車については、コールド11モード条件でベンゼンやトルエンが数mg/km排出され、一方、ホット10・15モード条件では触媒の効果によりその1/20程度に減少することがわかった。一方、ディーゼル車についてはSOF対策の酸化触媒を装着してホット条件（EDモード）で運転した場合でもガソリンのコールド条件と同レベルであり、触媒の効果がガソリン車のように十分現れていないことなどが判明した。

○自動車排気中の有機塩素化合物の排出実態把握に関する研究（阪本高志）

実走行条件下でディーゼル貨物車が排出するダイオキシン類の排出量測定法を研究した。排出ガス中のダイオキシン類は気相および固相の2つの状態で存在し、また極微量であるため、大口径のフィルター装置と吸着剤フォルダーから成る捕集装置を開発した。排出実態の把握実験では、4トン積みトラックに運転ロボットを搭載し、シャシダイナモメータ上で平均車速20km/h程度の都市内走行を多数回繰り返し運転して、総運転時間約8時間におけるフルトンネル希釈ガスのサンプル捕集試料を採取した。同じ実験で、大気空気中のダイオキシン成分も捕集分析した。採取した試料からダイオキシン量を化学分析した結果、4tディーゼル車から排出されるダイオキシン類は、

毒性当量濃度で示すとPCDDsが最も多く、次にコプラナーPCBで、PCDDsはごくわずかであった。4種の化合物で全体の80%以上の毒性当量濃度を示すことがわかった。また、酸化触媒装置の有無で比較実験を行った結果、触媒浄化装置はダイオキシンの排出低減にも有効に機能することがわかった。

○自動車から排出PAHおよびニトロ-PAHの排出特性（堀 重雄）

平成元年、6年、10年規制対応の大型ディーゼル車から排出される4環から6環のPAHの各種走行条件における排出傾向について調査した。その結果、各PAH排出レベルはエンジンの規制年次が進むに従い低減し、また走行モードの平均車速が低くなるほど増加するなどの排出特性を把握できた。また、連続再生型ディーゼル用フィルタ（CR-DPF）を用いた場合の各PAHの浄化特性についても実験を行い、通常走行時においては、CR-DPFによって4環から6環のPAHの排出を大きく低減できること、DPFを効果的に利用するためには、高温時のサルフェート生成を抑制する観点から低硫黄軽油の使用が必要であることがわかった。

○触媒性能向上に有効な触媒構造の検討（山本敏朗）

ガソリン車の排出ガス中未規制物質の中でベンゼンと1,3-ブタジエンに着目し、これらの有害成分を浄化する上で有効な触媒について検討した。酸化能力強化型三元触媒、イリジウム系NOx選択還元触媒及びバリウム系NOx吸蔵還元触媒を試作し、ストイキ制御型ガソリンエンジンの排気系に装着して各種モード運転を行って、対象となる未規制物質をFTIR分析計で計測し総排出量を算出した。実験の結果、化学的に安定なベンゼンの浄化には、バリウム系NOx吸蔵還元触媒が浄化率50%程度を達成し、最も有効であることがわかった。一方、1,3-ブタジエンに関しては、3種類の供試触媒のいずれにおいても90%前後の高い浄化率を示すことがわかった。

自動車用NOx触媒の実走行状態における浄化性能の解析

山本 敏朗

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

燃費性能にすぐれた希薄燃焼エンジンは、自動車のCO₂排出低減に役立つ地球温暖化対策として注目されている。しかし希薄燃焼では従来の三元触媒によるNOx低減ができないため、希薄燃焼下でも機能するNOx触媒の実用化が進められている。ただし、同触媒には、NOx浄化反応が活性化する温度範囲が比較的狭いこと、触媒被毒の影響を受け易いこと等の問題点が存在する。本研究では、実用運転条件下での排出ガス浄化性能を明らかにするとともに、こうした広範な使用条件下でより効果的にNOx触媒を働かせる技術要件を探る。

2. 試験研究概要

希薄燃焼ガソリンエンジン用のNOx選択還元触媒やNOx吸蔵還元触媒等を、排出ガスの組成や流量等が一定の反応条件である静的反応雰囲気で使用した場合のNOx浄化特性を調査し、NOx浄化の基本メカニズムを解析する。次に、都市内走行、渋滞時走行あるいは高速道路走行などの走行状態に合わせて排出ガスの組成や流量等の触媒反応条件を変動させて実験を行い、各走行状態でのNOx浄化特性を調査し、実用反応雰囲気でのNOx浄化メカニズムを解析する。さらにこれらの浄化メカニズムの解析結果を基に、NOx触媒の実用性能の改善策について研究する。

3. 成果概要

○NOx浄化の基本反応メカニズムの解析（山本敏朗）

筒内直接燃料噴射型ガソリン車に装着されているNOx吸蔵還元触媒の反応特性の解析に、触媒前後に取り付けた2本の排気管直挿型NOxセンサを用いて検討した。その結果、A/Fリッチスパイク時に、触媒後に取り付けたNOxセンサからのNOx濃度出力及びA/F出力をモニターすることにより、NOx吸蔵能の再生過程（吸蔵NOxの還元反応過程）を検知できることがわかった。

○実用反応雰囲気におけるNOx浄化メカニズムの解析（山本敏朗）

NOx吸蔵還元触媒は、希薄燃焼時にNOxを吸蔵し、吸蔵量が増加するとリッチスパイクを発生させてNOxを還元・浄化する機能を有する。ただし、リッチスパイク発生のタイミングは、NOx吸蔵量を演算処理により推計する方法で決定

しており、これが実用運転条件下で適切に機能していない可能性が考えられる。本研究では、筒内直接燃料噴射型ガソリン車のNO_x吸蔵還元触媒の前後に、2本の排気管直挿型NO_xセンサを取り付けて、シャシダイナモメータ上で各種走行条件により運転を行い、同センサが出力するNO_x濃度や空燃比の信号、その他の計測データから、希薄燃焼運転時のNO_x吸蔵状態の推移について検討した。触媒のNO_x吸蔵能の指標として、触媒前後に取り付けた2本のNO_xセンサからの出力と、排出ガス流量によって算出される「区間NO_x吸蔵率」を提案した。この指標は、NO_x吸蔵能の低下の検知に有効であることを示した。さらにこの指標を使った触媒性能の解析から、現在使用されているNO_x吸蔵量を演算処理により推計する方法は、運転条件によりNO_x浄化性能の低下を引き起こす程の大きな誤差を持つことがわかった。

排出ガス性能低下要因の事象分析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究

野田 明

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

平成11年6月の運技審答申において、使用過程における排出ガス性能維持監視方策としての抜取試験（サーベイランス）導入の検討が打ち出された。こうした制度の導入によって国が車両の排出関連欠陥の有無を認定する場合には、その前提として排出ガス悪化と排気対策システムの欠陥との因果関係が説明できること、限られた台数での抜取り試験で欠陥の有無が実証できるものでなければならない。本研究では、排出ガス性能低下要因を分析し体系化することにより、適正なサーベイランスのあり方を検討する際の基礎資料を集める。実験では、触媒装置の劣化やエンジン制御機能の異常、誤作動等とその影響度を各種方式の排出ガス対策システムに関して実験・解析的に検討する。

2. 試験研究概要

種々の方式の排出ガス対策装置に関して、触媒の劣化やエンジン制御系の不良など、排出ガス性能低下の要因となる現象や排出ガス特性に与える

影響度などを実験・解析して因果関係を調べ、性能低下の事象とその傾向についての技術的知見を得る。またサーベイランスの車種、車両選定要件等に関して技術調査も行う。それらの結果をもとにして、適正なサーベイランスのあり方を技術的な面から検討する。

3. 成果概要

○排出ガス悪化要因とその影響度に関する調査分析（野田 明）

ガソリン車の排出ガス対策システムに関連した部品（各種センサ、信号線、触媒装置など）の故障、劣化状態を人為的に与えて、排出ガスの悪化状態を調べる調査の方法を検討した。14年度は三元触媒とNO_x吸蔵触媒に迅速劣化試験を与えて、触媒の不具合が排出ガスに与える影響度やそのメカニズムを解析した。実験の結果、特にNO_x吸蔵触媒は、比較的短時間の劣化条件において吸蔵能力が減退しやすいことがわかり、今後の調査が必要がある。また三元触媒についても、走行距離相当の劣化によりモード運転時の排出ガスの悪化傾向が認められたが、本質的な欠陥を示す要素は見出し得なかった。

○サーベイランスの適正化要件に関する技術検討（野田 明）

諸外国のサーベイランス制度に関する調査を主に進め、サーベイランスの調査対象として試験を行うのに適切な車両の条件や、部品欠陥の有無を判断する上では調査対象から除外した方が良い車両の条件など車両の選定要件などの情報が得られた。

自動車排出ガス成分の反応および計測に関する研究

阪本 高志

埼玉大学工学部 前田 唯、大塚 壮一

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

近年、ベンゼン、ホルムアルデヒド、ベンゾ(a)ピレンや含窒素化合物は癌原性など健康への影響が確認されつつある。これらの微量有害成分は自動車排気中にも存在することから、これらの生成及び浄化メカニズムを把握することは、排出防止の対策を講じる上でも極めて重要である。また、捕集中のパーティクルメカニズム解明及びその防止は

分析を行う上では必要不可欠である。そこで分子軌道法や分子動力学法のような計算化学的手法を用いてこれら反応のメカニズムの検討を行い、あわせて干渉成分の多量に存在する場合の有害物質の計測方法についても実験的検討を行う。

2．試験研究概要

触媒金属へのベンゼン、シクロヘキサン、DM E等の吸着状態を分子動力学的手法により推定し、さらに分子軌道法を用いて電子状態の計算を行い反応性に関する知見を得る。また、アルデヒド類の分析方法としてカートリッジ捕集・HPLC分析を選択し、その干渉成分影響を把握し、その影響を受けないような分析方法を開発し、その方法を用いて実際の自動車からの排出挙動を把握する。

3．成果概要

○排気系・捕集系におけるベンゼン等有害物質分子の吸着・生成等の反応に関する研究(阪本高志)

P t (111)面へDM Eを吸着させた状態でメチル基解離のエネルギーを解析した結果、遷移状態が存在しないことが判明し、DM Eが分解を開始する温度でメタン生成が始まる現象の理論的解釈ができた。

○干渉成分が存在する場合のホルムアルデヒドの分析方法に関する研究(阪本高志)

カートリッジ捕集・HPLC-UV分析法をアルデヒド類の捕集・分析方法として取り上げ、その妥当性を検討した結果、排気中に二酸化窒素が多い場合にはホルムアルデヒド計測の妨害成分となるが、低濃度の場合には実用上問題がないことが判明した。すなわちCVS装置を用い排気を十分希釈した場合にはこの手法が、NO₂成分が多く含まれる低負荷のディーゼル車排気中のアルデヒド分析に適用可能であることが判明した。

DIディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素(PAH)の生成・排出メカニズムの研究

堀 重雄

成澤 和幸、鈴木 央一

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1．目的

自動車から排出される未規制物質のうち、多環芳香族炭化水素(PAH)類のひとつであるベンゾ(a)ピレン(BaP)は、その環境影響の観点およびリスクアセスメントの結果から環境省により優先取り組

み22物質の一つに指定され、自動車からの排出実態と低減対策が課題となっている。

本研究では、BaPを含むPAH類がDIディーゼルエンジンから生成・排出されるメカニズムについて明らかにすることを目的とする。

2．試験研究概要

DIディーゼル車両を対象に実験を行い、PM、PAH排出実態を把握し、燃料組成、潤滑油履歴がPM PAH排出に与える影響について検討する。また、それらの結果を踏まえて単気筒エンジンをを用いて実験を行い、気筒内燃焼とPAH生成・排出との関連について考察する。

3．成果概要

○燃料・エンジン潤滑油がPAH排出に及ぼす影響に関する研究(堀 重雄)

各種DIディーゼル車からのPAH排出実態を把握し走行条件と排出レベルの関係を考察した。また、市販燃料および特殊燃料を用いたときの各種PAH排出量を比較検討し燃料中の硫黄分、芳香族成分を含む高沸点成分が排出PAHに及ぼす影響について明らかにした。さらに、未使用および使用過程中的エンジン潤滑油中の各種PAH含有量を比較することにより、エンジン潤滑油がPAH排出に影響を与えることを確認した。

○気筒内燃焼とPAH生成・排出の関連に関する研究(堀 重雄)

単気筒エンジンの一定回転で軽負荷および高負荷運転条件において市販燃料、特殊燃量を用い、噴射圧力をパラメータにして各PAH排出量を比較検討し、噴射圧力の影響について検討した。その結果、PM排出量と同様、噴射圧力の増加により各PAH排出量は低減すること、また、燃料中のPAH含有量が排出PAHに影響を及ぼすが、噴射圧力が高くなるにしたがってその影響は小さくなる傾向を示すことがわかった。

自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法及びその低減手法に関する研究

田中 文晴
坂本 行、坂本 一郎
緒方 正剛

研究開始時期 平成11年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

惰行法による以外、走行時のタイヤ騒音を評価方法が明確でないため、実走行条件下においても有効な騒音低減手法が明らかでない。本研究では、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の測定評価手法を明確化するとともに、タイヤ駆動力が作用する場合のタイヤ騒音の発生メカニズムを解明し、これらの結果から、走行時におけるタイヤ騒音の低減手法を明らかにする。

2. 試験研究概要

近接測定法を用い、試験路及び台上において、惰行及び加速条件でタイヤ単体及び実車装着時のタイヤ騒音特性を把握する。これらを比較し、試験路及び台上という測定方法の違いによる問題点、並びに、車体がタイヤ騒音特性に及ぼす影響を明らかにする。これらにより、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の測定評価手法を明確化する。

電気自動車を用い、タイヤ駆動力が作用する場合のタイヤ騒音と局所的なタイヤ振動等を把握し、タイヤ駆動力が作用する場合の騒音増加に至るメカニズムを解明し、走行時に有効なタイヤ騒音の低減手法を明らかにする。

3. 成果概要

○タイヤ駆動力が作用する加速走行時のタイヤ騒音を分離する試験方法としてスリックタイヤ法とカーペット法があり、これらの測定精度が概ね1 dB以内であることを明らかにした。室内台上測定による評価法に関しては、台上ローラ表面に装着するためのISO路面のレプリカによるISO路面模擬パッドを開発するとともに、CPX法(近接測定法)を用いて台上測定と試験路測定との測定値間の対応性を考察し、タイヤ近接騒音レベルと7.5 m点での騒音レベルとは、比例関係にあることが認められた。また、台上及び試験路におけるタイヤ単体騒音の相違をトレーラによる音響インテンシティ測定により分析した結果、台上ではタイヤとローラとの接触面積が小さくなるため、路面上に比べ1.25 kHz以上の帯域で音響イ

ンテンシティレベルが上昇することからローラ曲率の影響により騒音放射特性が変化することが認められた。(田中文晴)

○電気自動車の駆動輪に、同一溝パターンを有し、タイヤ路面間のすべり特性の異なる3種類の試験タイヤを装着し、移動音源探索が可能な音響ホログラフィ法を用いて加速走行時に発生するタイヤ騒音の同定を行い、タイヤ溝パターンが同一であればタイヤ路面間のすべりが大きいタイヤほど加速時の騒音が増加する傾向が認められた。

また、台上にて実車による加速走行を行い、タイヤ駆動力、すべり率、タイヤ騒音との関係把握した結果、タイヤと台上ローラ間のすべりが、駆動力が大きくなるに伴い増加し、同時に騒音も増加する傾向が確認された。また、このときのタイヤトレッド部、サイドウォール部などの振動分析結果から、トレッドブロックの周方向振動が増大することが認められた。これらの周波数帯域も一致したことから、加速時のタイヤ騒音の増加の要因の一つとしてタイヤと路面の接地部でのすべりにより発生するトレッドブロックの摩擦振動が考えられることを明らかにした。(坂本一郎)

実走行時にタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査

田中 文晴
坂本 行、坂本 一郎
緒方 正剛

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

自動車交通騒音は、環境基準の達成が依然低く自動車単体騒音の一層の低減が求めら、れている。これまでの規制強化によって、エンジン・排気系等の騒音対策は進展した一方、タイヤ騒音の寄与が相対的に増加しており、その対策が強く求められている。

本研究では、既存の我が国の自動車騒音試験方法等でタイヤ騒音をどの程度評価しうるかについて調査・分析すると共に、実走行におけるタイヤ騒音の有効な評価試験方法を考察し、自動車審査における試験方法の改善に資することを目的とする。

2. 試験研究概要

平成12～13年度に、乗用車、中型トラックを対象に、タイヤ騒音の分離測定手法を検討する

ため、各種の方法について比較し、タイヤ騒音の有効な分離測定法を考察する。平成12～14年度に、車種及びタイヤ種類別に、定常・加速走行時のタイヤ騒音の寄与率を、実車情行法とその他の方法を用いて調査する。また、平成13～14年度に、車体形状・ホイールベース等の車体要件が、タイヤ騒音測定に及ぼす影響について車種別に調査を行う。

3. 成果概要

(1)スリックタイヤ法及びカーペット法の測定精度は、ほぼ同程度であると考えられ、最大1.5dBの測定誤差が許容される必要があることが明らかとなった。

(2)タイヤ騒音寄与率を求めた結果、定常走行で約95～100%が、二速加速で約30～44%、三速加速で約46～54%となることが明らかとなった。また、これらを実車情行法で求めたタイヤ騒音で計算した場合、定常走行で約5%、二速、三速加速走行で、10～20%タイヤの寄与を低く見積もることとなることが明らかとなった。

(3)ワンボックス型で2種類のタイヤを装着した場合の、タイヤ騒音寄与率は、加速走行で70%、情行走行で55%であり、測定法及びタイヤ違いによる差は殆ど認められなかったが、セダン型のタイヤ騒音寄与率は、加速走行の場合、スリックタイヤ法で30-40%、カーペット法で50-60%、情行走行で35%程度であり、測定法、タイヤ違いによる差が認められた。

(4)タイヤ近傍での音響インテンシティの測定結果から、実車に装着することによって騒音放射特性が変化することが認められ、その傾向はタイヤ後方の測定点での変化が大きいことが分かった。

(5)2t小型トラックについては、幅広でロングホイールベース車の方が標準車より、加速、定常、情行走行時のタイヤ騒音がいずれも低く、ホイールベースが長く、車幅が広い等、車体がタイヤ騒音の放射特性に影響していることが確認された。この影響は、加速走行で、7(空積)～10(半積)%であった。

交換用消音器装着車両の実態調査及び騒音影響調査

坂本 一朗
田中 丈晴、坂本 行
緒方 正剛

研究開始時期 平成13年12月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

使用過程において消音装置(マフラー)の違法改造や交換等による自動車騒音の悪化が社会的に問題となっている。交換に使用される改造マフラー及び市販マフラー(交換用マフラー等)を装着した車両の騒音調査結果では、現行の近接排気騒音試験による規制方法では、停止時や走行時において大きな騒音を発生する車両を十分に捕捉することができない等の問題が報告されている。

本調査は、交換用マフラー等を装着した車両が道路騒音に与える影響を調査するとともに、自動車騒音の規制を策定する際の基礎資料を得ることを目的とする。

2. 調査概要

交換用マフラー等を装着した車両による騒音悪化の改善策の一つとして、近接排気騒音規制値の強化による効果と問題点、並びに、交換用マフラーに関する認証制度の導入効果などについて検討を行う。

また、都市内の主要な道路における交換用マフラー等の装着実態を把握するために、調査対象の道路を選定し、全体の交通量及び交換用マフラー等を装着していると考えられる車両の車種、通過台数について実地調査を行いその傾向を抽出する。

3. 成果概要

○交換用消音器装着車両の実態調査(田中丈晴)

現行の近接排気騒音の規制を強化することによって、交通騒音に対する効果と問題点を検討するために、平成12年度及び平成13年度に実施された63種類の乗用車・二輪車と交換用マフラー等との組み合わせについての騒音実測結果から、T R I A S 2 0の近接排気騒音の規制値を現行レベルより逐次下げた場合、騒音の大きいマフラーをどの程度排除できるかを試算した。その結果、乗用車の場合、加速走行騒音規制値(新車時)を超過することとなる交換用マフラー等を排除するためには、7dB～10dB程度の大幅な規制の強化が必要となることが分かった。なお、二輪車の場合は調査対象数が少なく、今後引き続き検討を行う必要がある。

次に、交換用マフラー認証制度として、ECE規則R59、R92の国内導入を想定した場合に、騒音の大きいマフラーをどの程度排除できるかを

試算した。その結果、乗用車の場合、ECE/R59に準拠した交換用マフラー認定制度を導入すると、交換用マフラー全体の94%が不適合となると推定された。内訳は、JASMA認定品は86%、保安基準適合品は92%、その他は97%が不適合として排除される。また、ECE/R59、R92に基づく交換用マフラー認定制度の場合、測定値の数値処理の違いや測定機器誤差の考慮などは、これらの結果に殆ど影響しないと推測される。

さらに、欧州での交換用消音装置等に関する認証制度を調査し、同等の当該装置に係る認証制度を導入した場合の法的整合性等について検討した結果、前述の交換用マフラーの法規制に実質的な強制力を与えるには、更に、未認証(非適合)交換用マフラーを取り付けている車両の登録更新の拒否、未認証(非適合)交換用マフラーの使用の禁止、未認証(非適合)交換用マフラーの販売の禁止のいずれか、或いは全てで押さえておく必要があると考えられる。なお、日本において新型車に純正部品を取り付けた状態での認証制度における、試験法、規制値がECE/R51及びECE/R41と異なることとなるので、ECE/R59或いはR92を導入する場合はECE/R51或いはR41を併せて導入する等、整合性をとる必要があると考えられる。

○交換用消音器装着車両による騒音影響調査(坂本一朗)

交通量の比較的多い幹線道路である都道14号線において、交通量とそのときの騒音を測定した。交通研事務所舎の屋上にビデオカメラと騒音計を2台設置し、木曜日の午後10時から日曜日の午前6時まで56時間連続で交通流と騒音測定を行った。騒音があるレベル以上のものを交換用マフラー等を装着した車両と判断し、全体の通過台数から市販マフラー等の装着車両の混入率を乗用車類、小型車、大型車類、二輪車の車種別に調査した。

その結果、いずれの車種においても、交換用マフラー等の装着車両は夜間において台数が増加しており、乗用車類は夜間の22時から6時頃までが多く逆に昼間は少なかった。大型車類はすべての時間にわたってほぼ10%以上で、時間帯によっては混入率が30%を超えており、特に土曜日の23時から5時までの混入率は大きかった。二輪車の交換用マフラー装着車両の混入率もすべての時

間にわたって約10%以上であり、20%に近い時間帯も少なくなかった。また、23時から5時までの時間帯では50%を超える場合もあった。

ISO路面の経時変化等に関する研究

坂本 行

田中 文晴、坂本 一朗

緒方 正剛

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

国際的に一般に存在し、音響的に高い反射率を有し、タイヤ/路面騒音を最小にすること等を目的として開発された自動車の加速騒音試験(ISO 362)用のISO路面(ISO 10844)が約10年前規格化され、我が国等の騒音試験審査に使用されているところであるが、劣化性能等経年変化については、未解明な部分が多く、更に、耐久性及び路面性状の経年変化が走行騒音に及ぼす影響についても未だ解明されていないため、当該路面等の性状の経時変化等及びそれらが走行騒音に及ぼす影響について把握・検討する。

2. 試験研究概要

1993年ISOにおいて、自動車の加速試験用路面に関する規定(ISO 10844)が定められ、一方、現在においても各国より当該規格内容に関して種々の改訂要望が出されており、議論されているところであるが、当研究所の自動車試験場に、ISO路面が二カ所あり、その経時変化について調査し、上記ISOの調査に積極的にデータを提供し、今後のISO10844の改善に資することが望ましい。従って、当該ISO路面の、耐久性、路面性状の経年変化を調査し、当該経年変化が自動車の走行騒音に及ぼす影響等について把握・検討する。

3. 成果概要

○ISO路面の経時変化等が走行騒音に及ぼす影響に関する研究(坂本 行)

(1)垂直入射吸音率については、ISO A、B路面とも若干増加傾向があるように見受けられるが、経時的な大きな変化は特段見られなかった。

(2)TD値についても、ISO A、B路面共に、若干増加傾向がある様に見受けられたが、特段の変化は見られなかった。

(3)路面凸凹プロフィールについては、A、B路面

とも特段大きな変化は見られないが、B路面については、若干粗くなった様に見受けられた。

(4)走行騒音(T R I A S加速及び定常)については、車種によって、A、B路面での測定値に若干異なる傾向が得られたが、その差は何れの車種においても1 d B以下であった。

移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究

田中 文晴
坂本 行、坂本 一朗
緒方 正剛

研究開始時期 平成10年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

移動音源に対する音響ホログラフィ測定に使用するマイク数を低減するとともに2次元マイク配列の最適化を検討する。マイク配列の簡素化をねらいとしたシミュレーションにより検討を行うとともにモデル音源並びに実音源を用いた実験により、より実用性の高い測定解析手法として確立を図ることを目的とする。

2. 試験研究概要

平成10及び11年度は、2次元マイク配列を用いたシミュレーション手法について検討を行い、シミュレーションプログラムを製作した。平成12年度は、シミュレーション実験手法を用いて、マイクロホン数やマイク配列を音源移動方向において変更した場合について、音源再生上の問題を検討した。平成13年度及び14年度において、音源再生上の問題点の解決を図るとともに、モデル音源によるシミュレーションや走行時タイヤ騒音の同定に適した測定方法について検討を行う。

3. 成果概要

○マイク配列の最適化の有効性の検討(田中文晴)

従来、定速走行を前提とした2次元マイク配列に基づく本方法を自動車の加速走行時におけるタイヤ騒音の解析に適用するために、必要な車両速度及び測定条件等について明らかにした。また、点音源を用いた音圧波形のシミュレーションを行い、これらの音響ホログラフィ再生結果から、路面反射(完全反射面)が再生結果に及ぼす影響を把握した。この結果、タイヤ路面接地部における騒音源を解析する場合、路面反射の有無に関係なく、音源の再生位置の鉛直方向誤差は、波長の1

0%程度であること。また、複数の再生結果から再生速度振幅レベルを相互に比較する場合は、音源の再生位置が、路面からの高さにおいて、同程度である限り、定量的な相対比較が可能であることを明らかにした。エンジン排気騒音が発生しない電気自動車に試験タイヤを装着し、加速走行時におけるタイヤ騒音の帯域別音源の探索を行った結果、台上実験との比較から、本方法による再生結果が妥当であることを確認した。

音響インテンシティによる非定常騒音の放射特性の解析手法に関する研究

坂本 一朗
田中 文晴、坂本 行
緒方 正剛

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

自動車のタイヤ騒音やエンジン騒音などを低減するためには、騒音の発生位置と放射特性を把握する必要がある。自動車騒音は、発進時や加速時の騒音が特に大きく、これらの騒音を低減しなければならない。走行状態が変化する発進時や加速時などの騒音放射特性を解析するためには、リアルタイムの測定を行う必要があるが、過渡時の音響インテンシティを測定する機器は開発されているものの、その精度や誤差等については明らかにされておらず、測定方法が確立されていない。また、走行中の自動車にマイクロホンを固定して測定を行う場合に風切り音の影響がどの程度かについても明らかにされておらず、風切り音の影響を最小限にするための測定方法やそのときの精度についてもあまり検討されていない。

本研究では、主としてタイヤ騒音を対象に、テストコース上などにおいて加速走行時に発生するタイヤ騒音の騒音放射特性を解析するための音響インテンシティの最適な測定手法を検討する。

2. 試験研究概要

自動車のタイヤ騒音を対象として、駆動力が作用する加速時のタイヤ騒音放射特性を解析するための最適な音響インテンシティの測定条件を明らかにするために、テストコースにおいて、タイヤ以外の騒音が小さいと考えられる電気自動車の前輪左側のタイヤを対象として、車両側から駆動力をかけたときのタイヤ近傍での音響インテンシ

ィを測定する。このときの測定時間や平均化時間等を検討し、騒音の周波数やレベルが変化する非定常騒音の騒音放射特性を高精度で解析する手法を確立する。

また、風切り音の影響を最小限にするために、60 km/h 程度の速度まで風切り音が影響しないようなウインドスクリーンを製作し、その性能等を検証する。

3．成果概要

○駆動力が作用するタイヤ騒音の測定手法の研究（坂本一朗）

自動車試験場のテストコースにおいて、電気自動車の前輪左側のタイヤの近傍に音響インテンシティマイクロホンプローブを設置し、50 km/h からの全開加速と55 km/h の定常走行でのタイヤ騒音を測定した。サンプリング間隔と平均化時間を50 ms にすることで、加速中のタイヤ騒音の放射特性を200 Hz から5 kHz の周波数帯において精度よく解析することが可能となった。

○風切り音の影響に関する調査（坂本一朗）

マイクロホンに防風スクリーンを2重に覆い、タイヤ騒音測定用のトレーラに試験用のタイヤを装着し、定常走行時のタイヤ近傍において音響インテンシティを測定した。また、同様な条件でシャーシダイナモメータ上で測定を行い、両者の結果を比較した。その結果、テストコース上とローラー上であるため騒音放射特性は異なるものの、騒音レベルはほぼ同じ程度でばらつきも見られなかった。走行中の風切り音の影響をほとんど取り除いた結果が得られたと考えられる。この結果を基に、3次元音響インテンシティマイクロホン用のウインドスクリーンを製作し、60km/h の速度まで風切り音がどの程度であるかの検証を行い、200Hz から5kHz の周波数帯域では風切り音による音響インテンシティの精度を明らかにし、測定に与える影響について検討を行った。

鉄道騒音予測法における防音壁の遮音量算出の予測精度向上に関する研究

緒方 正剛

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1．目的

新幹線は更なる速度向上の検討に入り、また新

たな交通機関として超電導磁気浮上式鉄道を始めとする高速で地上を移動するシステムが検討されている。これらの交通機関は移動速度が速いため騒音が大きく、騒音問題をクリアーするためには、今後とも防音壁が用いられると考えられる。これら高速で移動する交通機関の騒音を対象とする場合の防音壁の低減量は、現在用いられている騒音予測手法において防音壁の遮音量を算出する際の仮定条件を満たさないことから、新たに検討が必要である。そこで、既存の鉄道用防音壁について遮音量と問題点について調査・分析を行うと共に、音源と防音壁の相互の関係における理論的解明を行い、鉄道車両用防音壁の遮音量の予測精度の高度化を目指すことを目的として本研究を実施するものである。

2．試験研究概要

防音壁の近接を通過する移動体から発生する空気の圧力変動及び車輪がレール上を転動して発生する振動が防音壁に伝搬して発生する面振動などが防音壁の遮音性能に及ぼす影響について検討する。音源が高速で移動する場合のドップラー効果の影響や指向特性の変化についての基礎的研究を行う。また高速で移動する音の計測技術やデータの解析手法に関する基礎的な研究を行う。

3．成果概要

○鉄道車両用防音壁の遮音性能の変動要因に関する研究（緒方正剛）

防音壁の遮音性能を評価する際に音源の移動速度を考慮する方法についてはこれまでに報告された例がない。そこで、数値解として2次元空間での境界要素法で求めた基本解を断面方向に積分変換することにより3次元音場の解を求める手法について、音源移動に伴い周波数が変調する場合への適用を検討し、この手法を用いた数値計算結果から音源が高速移動する場合の防音壁の挿入損失の変化について検討した。その結果、音源の速度が上昇すると速度増加に伴い音圧の振幅が大きくなり、受音点における最大値が増大することになる。そのため音源が速度を持つ場合に進行方向に強い指向性を持つことで速度の増加に伴い音源の進行方向では音圧レベルが高くなり、受音点の音圧レベルの最大値が大きくなると共に最大となる位置が手前に移動することが分かった。

○高速移動音源に関する基礎的研究（緒方正剛）

高速移動音源に対する防音壁の遮音性能に関する基礎的研究を行うに際して、実験による検討と

して、(財)鉄道総合技術研究所が所有するトンネル微気圧波低減対策列車トンネル模型実験装置を用いて音源を高速で移動させ、防音壁の有無の条件による影響の検討を行うことにした。実験に用いる音源は、高加減速による大きな衝撃力に耐える必要があり、かつ均一な音の広がりを持つ点音源の特性を持つ必要がある。そこで、音源を製作するための基礎的な音源の特性を検討した。音源は、車両を模擬した弾の後尾部分に発振器、アンプ、電源及びスピーカを一体として組み込み、スリット部から放射される音を音源とした。音源の周波数は、15,000Hzの正弦波である。音源周波数15,000Hzの波長が23.1mm(25°)であることから、スリットの幅は、波長以下である必要がある。スリット幅を広くすると、スリット通過による音圧の損失は小さいが弾の前方に強い指向性を持つことになり、スリット幅が狭いと指向性は均一になるものの放射される音圧が小さくなる。そこで、最適なスリット幅を検討するために、弾と同じ径の実験装置を用いてスリット幅を3, 5, 8mmの各条件にした場合と、加えてスピーカに相対する反射面をスリットより後方に0, 1, 3mmずらした条件の指向性及び音圧分布をそれぞれ測定した。その結果、スリット幅が5mmの条件で反射面は後方にずらさない条件が最も指向性が安定し、なおかつ放射する音圧が高いことが分かった。そこで、弾の側面の円周上にスリット幅に相当する直径5mmの穴を23個(開口率50%)開けることで、その穴から音を放射する音を音源とすることにした。音源は、弾の全周方向及び前後方向対して無指向性であることが望ましいため、全無響室において放射される音の全周方向及び前後方向に対する指向性を確認する実験を実施した。この実験の結果、音源は、弾の全周方向及び前後方向対してほぼディップのない滑らかな指向性を有していることが確認された。

1.2.2 地球環境の保全

低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究

林田 守正
成澤 和幸

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

COP3京都議定書において我が国の温室効果ガス排出量を平成2年より6%削減するとの目標が定められ、対策が急務となっている。我が国では二酸化炭素排出量の10%以上を自家用乗用車が占めている。そこで路線バス輸送を質的に向上させ乗用車からの輸送転換を図るため、運行形態が限定されるバスに最適でエネルギー効率の高い新方式動力システムの技術評価を行い、その導入による二酸化炭素排出抑制を明らかにする。

2. 試験研究概要

平成12年度はデュアルモード動力システム(外部集電と発電機によるモータ駆動)に応用可能な要素技術の開発状況を調査し、動力システムの基本概念を設計した。またバスの運転条件を測定し性能要件とエネルギー回生の可能性を求めた。平成13年度は、個別要素の性能を計測するとともに、デュアルモード動力バスのエネルギー効率を評価した。平成14年度はデュアルモード動力バスの導入形態や輸送転換率をモデル化して、モデル地区における二酸化炭素抑制量を推定し、この新形式バスを導入可能な地域全体で用いた場合の二酸化炭素抑制効果を予測した。

3. 成果概要

○デュアルモード動力システムの基本設計に関する研究(林田守正)

デュアルモード動力システムに応用可能な要素技術として、駆動システムではインバータ制御の誘導電動機やシリコンリフト方式、集電装置では埋設電線吸引集電装置、エネルギー蓄積装置ではリチウム電池やウルトラキャパシタ等の開発状況を把握した。それに基づき発電機と集電装置を有しハイブリッドモータ4基で駆動するデュアルモードバスを基本設計した。

○路線バスの要求動力性能とエネルギー回生に関する研究(成澤和幸)

路線バスの実車走行調査で得た車速データを解析した結果、発進停止頻度が1km当たり5回前後に達すること、立席客のため加減速度が5km/h/s以下に制約されること、制動時に走行要求エネルギーの3~5割を回収できる可能性等が明らかになった。

○新形式バスのエネルギー効率評価に関する研究(林田守正)

モータ駆動バスを単体実験装置上に模擬設定して実走行運転時の電力出入を計測し、1トリップの要求電力量は600Wh以下で回生電力量はその15~

35%であること、最大回生電力はM15モードの3.5倍に達する等の結果を得た。またキャパシタと少容量の二次電池の組合せがエネルギー回生改善に効果的で、従来車の2倍の効率を達成する見通しを得た。

○新形式バスの導入による環境負荷低減効果に関する研究（成澤和幸）

デューアルモードバス1マイル路線当たりの年間CO₂総排出量は従来型バス路線の30%～60%であると推計した。さらに全国の主要都市においてデューアルモードバスが導入可能な路線数を仮定し、従来型バスのデューアルモード車化と乗用車の一部バス転換によるCO₂排出低減量を試算した結果、年間の総排出量は例えば20%の転換で約140kt低減されると予測した。

燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究

成澤 和幸

林田 守正

客員研究員 紙屋 雄史

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目 的

低環境負荷の観点から燃料電池自動車将来有望とされているが、その導入が真に環境改善に有効であるかどうかについては未だに明確にされていない。そこで本研究では燃料電池自動車について、より一層の性能向上を図り、総合エネルギー効率を向上させる動力システムの構成を求める。また燃料電池の特性を最大限に生かし、低環境負荷を実現するための自動車交通における導入分野を明らかにする。

2. 試験研究概要

実車搭載時には燃料電池を積層させて大電力を取り出す必要があるため、この積層スタックの効率を向上させる必要がある。そこで積層スタックに起因する問題点等実用時に生じる問題について調査する。また、燃料電池単体試験装置を用いて、燃料ガス中に存在する種々の微量夾雑物が燃料電池発電性能に与える影響を明らかにするとともに、各種微量夾雑物の影響を推計するための一般式を求める。さらにハイブリッド方式燃料電池自動車の実走行時におけるエネルギーフローを解析して、実用時エネルギー消費量を測定する。

3. 成果概要

○実車搭載用燃料電池の性能向上に関する研究（林田守正）

積層スタックに起因する問題点や実使用に生じる問題について文献調査等を行い、以下の結論が得られた。

冷却水温度が低下した場合、燃料電池の発電性能は低下するが、スタックでは、単セル個々の発電状態が特に大きく異なる。したがって燃料電池自動車の冷間始動時においては、単セル性能のばらつきが燃料電池全体の効率が大きく低下する可能性がある。

実用状態においては、空気中に含まれる塩化ナトリウム等の微量物質が燃料電池の酸素極側に混入し性能劣化を引き起こす可能性がある。

インフラが整備されているためガソリン改質型の燃料電池システムは燃料供給が容易であるが、燃料中の硫黄が硫化水素や二酸化硫黄となって不可逆的な被毒をおこす可能性がある。

○燃料電池における被毒特性の定量化に関する研究（紙屋雄史）

燃料電池単体試験装置を用いて、燃料電池単セルに各種の混合ガス燃料を供給する実験を行い、燃料電池における被毒特性を解析した結果、以下の結論が得られた。

メタノール改質により水素燃料を得る場合に発生する不純物を求めた。その結果から、メタン、ホルムアルデヒド、蟻酸を選定し、これらが与える被毒の効果を実験により求め、物質ごとの被毒効果を表す、被毒係数の概念を提案した。

COの被毒効果を1とした場合、ホルムアルデヒドのそれはCOの0.1倍、蟻酸のそれは0.004倍であることがわかった。

燃料電池の白金触媒にルテニウムを添加することにより大幅にCO被毒を提言することができる。この効果を定量的に表現する手法を定めた結果、ルテニウム添加の場合CO被毒が1/70に低減されることがわかった。

ルテニウム添加の燃料電池では、ホルムアルデヒド、蟻酸による被毒は改善されず、むしろ悪化する傾向にあることがわかった。

○燃料、空気供給系に関する研究（紙屋雄史）

実用化を急ぐため水素を直接搭載する燃料電池自動車の開発が急であるが、実用時の耐久性に大きな影響を与えられ、酸素極側の空気中に含まれる微量物質の被毒影響について検討を

開始した。空気中に二酸化硫黄等が含まれる場合の濃度を推定して、被毒実験のための基礎的検討を行った。

○燃料電池自動車の実用時エネルギー消費量の計算法に関する研究（成澤和幸）

ハイブリッド方式燃料電池自動車が10モードを走行した場合を想定して、エネルギーフローを解析した。また、各種燃料を用いた場合のエネルギー効率について考察した。

実用運転時において燃料電池、蓄電池、モーター間のエネルギーフローを解析できるシミュレーションプログラムを作成した。

ハイブリッド方式を採用した場合、燃料電池の容量を大きくすると効率の高い部分を使用できるが車両重量の増加を招き、車両全体での効率は大きく向上しないことがわかった。

都市内走行を想定した場合、燃料電池自動車の総合効率は既存のガソリン車を上回る可能性があるもの、ハイブリッド自動車の効率を大幅に上回れることは困難と思われる。

新型動力自動車の国際基準調和に関する研究

成澤 和幸

林田 守正、堀 重雄

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

国連の「自動車基準世界調和フォーラム」や大気汚染/エネルギー部会（GRPE）では、天然ガス自動車、ハイブリッド自動車等の新型動力システムを搭載した自動車の基準を検討している。これらの基準策定においては日本が進んだ技術を持っている分野もあるため、日本からの積極的な発言が要求される。一方、幾つかの新型自動車については日本での公道走行の申請がなされていることから、国際基準調和の動きと整合性をとりつつ対応する必要性が予想される。このためには、新型動力システムを搭載した自動車について、日本の開発状況を調査するとともに、実験的に検証を行い、自動車の審査・検査基準の国際調和に必要な技術的知見の蓄積を行う必要がある。

2. 試験研究概要

日本におけるCNG自動車、ハイブリッド自動車等の要素技術開発に関する文献調査を行うとともに、ハイブリッド自動車におけるモータ及び電

池管理技術に関する実験的検討を行う。また、各種ハイブリッド自動車の排出ガスや燃費の評価手法について検討する。さらに現在検討が進められている水素燃料自動車の基準や、すでに定めて検討する。さらに現在検討が進められている水素燃料自動車の基準や、すでに定められている電気自動車に関する基準を日本に導入するための基礎的資料を得る。

3. 成果概要

○CNG自動車に関する国際調和基準の導入に関する検討（成澤和幸）

CNG車から排出されるHC重量を算定するためのガス分析、及び算定式について欧州、米国の手法を比較検討し、日本が国際調和基準を採用する際の問題点を検討した。また、CNG自動車の国際基準であるECE R. 110について改正提案の動向を調査して、日本が採用を検討するに当たっての基礎資料を得た。

○ハイブリッド自動車に関する国際調和基準の導入に関する検討（林田守正）

市販の電気ハイブリッド乗用車を渋滞や高速走行を含む各種車速パターンで台上運転を行い、ハイブリッド車に特有な主電池の電流出入量(Ah)が燃費、排出ガスに与える影響について考察した。その結果、運転パターンの如何に関わらず燃費は電流出入量と強い正の相関性($R^2=0.9$ 以上)を有するが、排出ガスは相関性が極めて弱い結果が得られた。測定値を一次補正式により修正した場合は、補正式を得るためのデータ採り等の手順によって補正係数や修正値に差が生じたため、補正式の作成についても明確な規程が必要との認識を得た。一方、主電池の内部エネルギー変化は消費した燃料エネルギーに対して5%以内であったため、相対的な主電池エネルギー変化が十分小さい場合は測定値を修正しないと仮定することも可能と考えられる。

次世代低公害大型自動車の研究開発

小高 松男
成澤 和幸、野田 明
後藤 雄一、田中 丈晴
林田 守正、水間 毅
緒方 正剛、佐藤 由雄
石井 素、大野 寛之
坂本 一朗、鈴木 央一
江坂 行弘

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

自動車による大気汚染問題を抜本的に解決するためには、既存の大型ディーゼル車に代替しうる、次世代型の大型低公害車の技術開発と普及促進をはかることが必要と考えられている。平成13年7月に発表された低公害車普及アクションプランにおいて、「大型車分野について、排出ガスがゼロまたはゼロに近く、また超低燃費の次世代低公害車の技術開発の促進が急務であり、産学官の適切な連携をとりつつ次世代低公害車の技術開発を、早急に進める」こととされ、これを受けて国土交通省は平成14年度から3ヶ年計画で大型ディーゼル車の代替となる次世代型の低公害車の開発プロジェクトを開始した。交通安全環境研究所は中核的研究機関として本プロジェクトを受託し、産・官・学の協力のもとにこれを推進することとなった。

本プロジェクト研究では、次世代の低公害車両等を開発・試作するとともに、安全上・環境保全上の技術基準等を策定し、その普及のための環境を整備することを目的とする。

2. 試験研究概要

平成14年度は、開発対象となる動力システムや車両を選定し、それぞれの対象車両に必要な要素技術の開発を中心に研究を進める。

15年度では、要素技術開発の成果を取り入れた動力システムを開発し、機能評価に基づいた改良を行う。

16年度では、これらの成果に基づき、新しい要素技術を盛り込んだエンジンあるいは車両を試作する。

これらの技術開発を進めるにあたっては、交通安全環境研究所で各要素技術の基礎的な解析（一部を大学に委託）と、完成システムや車両の性能

評価を行い、試作をメーカーが担当する。また、学識経験者で構成されるWGを設け、適宜技術的なアドバイスを受けながら技術開発を進める。

3. 成果概要

次世代の低公害大型車にふさわしいコンセプトを一般公募し、この結果、採択された車両等に使用される次世代型の動力システムとして、DMEあるいは天然ガスを燃料とするエンジン、ハイブリッドシステム、及び排出ガスの低減を極限まで追求するスーパークリーンディーゼルエンジンについて、重要となる要素技術の開発をメーカー、大学との協力の下に進めた。

DMEトラックの要素技術開発

列型ジャーク式軽油噴射系をベースとしたDME噴射系の噴射性能を単体噴射試験により調べた結果、軽油噴射系の2倍の燃料を噴射可能であることがわかった。これより、噴射ポンプ単体とコモンレール式噴射系のインジェクターを組み合わせれば、大型車用のDMEエンジンのコモンレール式噴射系が成立する可能性がある。

インジェクターから噴射されるDMEの噴霧は高温高圧中では短時間で蒸発するが到達距離や噴霧角の減少は認められなかった。また、燃料噴射圧力の増加は噴霧到達、噴霧角を増加させ噴霧形成を促進する効果があることが確認された。

単気筒エンジン実験によって、DMEを還元剤としたNOx吸蔵還元型触媒ではDMEエンジンの実排出ガス中のNOxを低減できる可能性があることがわかった。しかしながら、80%程度の高いNOx低減効果を得るためには触媒入口の排出ガス温度が300以上の必要があり、今後、多気筒エンジンへの触媒適用に際してはこれへの対策が必要となる。また、次年度では、多気筒DMEエンジン試験によりNOx浄化性能と燃費を両立させる還元剤投入の最適制御方法について検討する。

次年度において多気筒DMEエンジンの性能評価試験を行う計画のため、高圧ガス保安法に対応し、かつ大型車用の多気筒DMEエンジンの過渡性能試験が可能な設備を設置した。

天然ガストラックの要素技術開発

既存のCNG車を用いて過渡運転モードでの制御装置の作動特性や空燃比の安定性、触媒浄化機能、排出ガス特性を調査し、過渡運転モードであるEDモードでは目標に比べ不十分であることを

示し、変速時、燃料カット時における空燃比制御法を十分に検討する必要があることを明らかにした。

CNG燃焼におけるEGR機能の確認については、ターボインタークーラー付きエンジンへのEGRの適用であるためEGR導入の検討を行った。

ハイブリッド自動車の要素技術開発

モータの性能、車両の重量、走行抵抗、ハイブリッド走行の影響、走行性能等を設定し、各種走行制御方式（PI制御、ベクトル制御、V/f制御、励磁電流制御等）により走行した場合の、電力消費量を計算して、ハイブリッド車に相応しいモータ、最適な走行制御方式を検討した。その結果、一般的な走行条件（10.15モード）においては、効率では同期機が、回生率では誘導機が優れていることをシミュレーションにより検証した。

ハイブリッド車両用モータ、インバータ制御装置等の入出力特性から、最適な定格容量の設定方法を検討し、一般的な走行条件において、出力平均電流と平均電流の比が大きいこと、特殊定格を設定する必要があることをシミュレーションにより確認した。

大型自動車の路上車速データを解析し、要求エネルギーや回生エネルギーを計算して、過渡的な実走行条件に即した二次電池、スーパーキャパシタ等の評価方法を検討した。

モータシステム、発電機、蓄電装置、エンジン等の構成要素をモデル化し、実験データと照合して精度を向上しつつ、仮想的なシリーズハイブリッドシステムおよびパラレルハイブリッドシステムを構築した。

大型ハイブリッド車の動力システムの構成要素をモデル化し、走行シミュレーション計算を行い、燃費評価等を実施した。

スーパークリーンディーゼルエンジンシステムの要素技術開発

本開発では、中低負荷域における排気改善を均一予混合圧縮着火燃焼により達成することをねらいとする。予混合化促進を、着火遅れ期間を伸ばすことにより行うため、本プロジェクトで使用する低S軽油（S分10ppm未満）にトルエンまたはイソオクタンを混合した低セタン価燃料を用いて排出ガス測定を行った。その結果、EGR時のPM増加率が抑えられることから、高率EGRによる排出ガス改善が可能であることがわかった。

上記のような予混合化を通常セタン価の燃料を用いて行うには吸排気システムが鍵となる。吸排気バルブそれぞれの開閉時期を自由に制御する技術として可変バルブタイミング機構着目し、技術調査を行うとともに、既存単気筒エンジンを改造し、電磁流体機構により可変バルブタイミングを行えるシリンダヘッドの導入を行った。

排出されるNOx濃度を測定して、排出ガス対策装置のフィードバック制御を行うNOxセンサーを試作し、全体的に空気過剰であり、また広い空燃比範囲で使用されるディーゼル機関において有効に機能するかどうか試作品を用いた検証を行った。単気筒エンジンを用いた結果では、NOxセンサー出力はNOx排出濃度のトレンドを反映するものの、排気酸素量等の影響を受けていることが予想された。

これらの研究結果は、各動力システムの試作を担当するメーカーに提供され、開発に反映されている。

自動車のN₂Oの排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究

小池 章介

鈴木 央一、後藤 雄一

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

地球温暖化防止から、自動車が放出している温室効果ガスN₂Oにも排出低減が求められている。しかし、人為的なN₂O排出源のなかで、自動車の寄与率は未だ不明確であり、N₂Oの削減計画を立てる上で障害となっている。本研究は、現在の自動車N₂O排出総量が不確実性を招く諸要因を明らかにし、地球全体の自動車から放出されるN₂O排出総量を正確に推計する手法を明確にするとともに、自動車のN₂O削減対策を検討する。

2. 試験研究概要

外気温度の大幅に異なる主要都市で走行実験を行い、走行形態および外気温度がN₂O排出量に及ぼす影響を明らかにし、主要都市におけるN₂O年間排出総量を総和から自動車年間N₂O排出総量の推計精度向上を図る。またN₂O低減触媒に必要な触媒組成の要因を抽出し、触媒の構造変更によるN₂O排出低減の可能性を明らかにする。

3. 成果概要

○地球規模における自動車からのN₂O排出総量の推計に関する研究（鈴木央一）

ガス分析計を搭載した実験車を実際に北陸地方の寒冷地で走行させ、外気温度に対するN₂O排出量変化を確認した。これまでに得られた結果から、N₂Oは触媒温度が300～400 程度の中間温度域で生成することがわかっており、寒冷地等では触媒を昇温させる過程でそのような温度領域時間が延びることが予測され、触媒温度履歴とN₂O排出量について実測を行った。その結果を基に各都市におけるN₂O排出修正計数を算出し、N₂O排出総量推計手法を構築するとともにわが国のN₂O排出総量を推計した。その際、寒冷地での冷始動時では、チョークがかかり燃料リッチ状態となることから触媒温度の上昇が遅れても必ずしもN₂O増加につながらない傾向があったのに対して、運転後15～30分程度の時間ソークされた状態での半冷始動時においてはとくに高いN₂O排出量を示した。このことから、より精度の高い排出量総計を行うにあたっては、停止時間も含めた実態調査、およびそれらを含んだ測定モード作りが必要になることがわかった。

環境効率向上策のアジア諸国への適用可能性評価に関する研究

成澤 和幸

鄭 四発、林田 守正

研究開始時期 平成14年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

アジア等の途上国におけるモータリゼーションの急激な進展に対応するため、公共交通システムの効率向上方策、あるいは新しい交通システムの現実的な適用可能性等種々の環境効率方策をアジア諸国へ適用する可能性について研究を実施する。

2. 試験研究概要

中国における交通手段毎の環境効率の推定を行うとともに、中国における地域特性の車両性能への寄与解析及び北京市における交通手段別エネルギー消費量予測を行う。その結果に基づき、アジア各国で使用されることを想定した、低コスト型の高効率動力システムの構築して、それを北京市に導入する可能性を考慮する。

3. 成果概要

○北京市における使用を前提とした自動車用高効

率システムに関する検討（成澤和幸）

中国における使用実態に基づいて解析すると、バスの一人当たりの燃料消費は乗用車の1/3であり地球温暖化防止の観点から、今後急激な増加が見込まれる乗用車の使用を抑え可能な限りバスにシフトする必要がある。またバス輸送は、細かい需要に応じて、路線設定や輸送容量をフレキシブルに変更できるため、発展途上国におけるTDM（交通需要マネジメント）導入のためのベースとして活用できる。環境に優しいバス技術は燃料電池自動車をはじめ多く存在するものの、純粋電気走行とハイブリッド走行を行えるデュアルモードバスは電気駆動であることを活用して、外部信号による自動制御等が可能なことから将来のTDMにも対応できる。また十分熟成された信頼性の高い技術を用いることが出来るため発展途上国に適した新形式バスといえる。

そこで、60人乗りデュアルモードバスに用いるための、モーター、ニッケル水素電池やキャパシター等から構成されるハイブリッド動力システムを想定して、実用条件下におけるエネルギーフロー解析からバスの総合エネルギー効率を求める方法を考案した。そして各種使用条件下における燃費を計算した結果、北京市の中心部における無公害電気走行を5km確保した条件下で、二酸化炭素排出が25%低減できるデュアルモードバスが技術的に可能であることがわかった。

1.2.3 エネルギー資源の節約及び多様化

自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究

野田 明

佐藤 由雄、佐藤 辰二

塚本雄次郎

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

運輸部門で排出されるCO₂を抑制するために自動車の燃料総消費を抑制する必要があり、国や自治体は省エネルギー施策を総合的に推進する必要がある。しかし自動車燃費への影響要因は複雑・多岐に渡るため、各種省エネルギー施策を実施した時の効果を具体的に見積もる方法がない。

そこで本研究では、実走行時の燃料消費量に対する各種影響要因を分析してその影響度を実験解析で求め、これをもとに自動車省エネルギー施策の効果予測に適用できる燃費シミュレーションモデルを開発することを目指す。

2．試験研究概要

試験車に燃料流量計や各種計測器、データ集録装置を搭載して、実走行実験並びにシャシ台上実験を行い、様々な走行条件における燃料消費量をエンジンや車両データとともに記録し解析することにより、実走行時の燃料消費特性と燃費への主要影響因子を調べる。またエンジン運転領域ごとの燃費特性やトランジェントモード走行時のトリップ燃費等を測定しデータベース化する。こうした解析処理により、実走行時の燃料消費量に対する影響要因を抽出し、その影響度を変数化した燃費計算シミュレーションモデルを構築する。さらにこれを用いて各種施策の省エネ効果の推計予測を行う。

3．成果概要

○自動車燃料消費への影響要因の分析・定量化(野田 明)

軽自動車から貨物トラックまで12台の試験車両をシャシダイナモメータ上で運転して、走行条件と燃料消費との関連性を把握した。その結果、10・15モード燃費値と他の各種走行モードの燃費値とは各車で明確な相関性が認められ、ひとつのモード燃費値で車両の燃費性能を代表させることの妥当性が実証できた。また、モード走行条件と燃費との関連性では、平均速度が重要な表現パラメータとなることがわかった。

一方、モード走行全体での燃料消費量と車両の要求総仕事量(モード形状、車重、走行抵抗係数より算出)とは極めて明瞭な比例関係が認められたことから、車両の実走行燃費に対しては、代表走行モード(10・15モード等)で評価される車両の基本燃費性能とモード走行での要求仕事量を主要因子と見なして良いことが判明した

○各種影響要因を考慮した燃費推計シミュレーションモデル開発(野田 明)

重量車用に任意の過渡モードパターン走行時の燃費が算出できる燃費推計プログラムを開発した。このソフトではエンジン単体の燃費マップデータと仮想走行モードの車速データ並びに対象車の構造情報、運転パラメータ等を使用して、瞬時燃費

値と燃料総消費量を推計する機能を持つ。また走行パターンデータと車両構造情報から、人間の運転操作を疑似してギヤ位置を自動的に割り出して各瞬間のエンジン回転数とトルクに変換するロジックも開発した。なお、この変速アルゴリズムは、重量車の新トランジェントモード排出ガス試験においても使用されることが決定した。本年度はさらに、省エネルギー施策の効果予測のためのパラメータスタディを行いやすくするため、本ソフトの条件設定等に関するユーザーインタフェースを大幅に改良した。

一方、乗用車等の軽量クラスの車両では、エンジン燃費マップのデータ取得が困難であり、また自動変速機車両が一般的であることから、エンジンのトルク・回転数をベースにした上記シミュレーションモデルの適用が困難である。そこで乗用車クラスの車両を対象に、位相事例データモデリングの手法を用いた燃費シミュレーションモデルを検討した。その結果、一定量の瞬時燃費実測値とモード形状等のデータをマイニングツールに入れて車両特性を自動学習させることにより、任意の走行モードの燃費値がある程度の精度で予測できることがわかった。

ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究

佐藤 由雄

野田 明、阪本 高志

山本 敏朗、鈴木 央一

李 君、安 秉一

研究開始時期 平成10年4月

研究終了時期 平成15年3月

1．目的

ジメチルエーテル(DME)をディーゼルエンジンの燃料として用いると黒煙が排出されないため大量EGRや触媒の採用により低エミッション化が追究でき、しかも圧縮着火燃焼の利点により高効率燃焼が期待できるため大型車用エンジンの低エミッション化に適した燃料といわれている。本研究では、単気筒エンジン実験によりDMEエンジンの排出ガス基本特性を調べ低公害大型車用エンジンとしての可能性について調査する。また、NOxの大幅低減に必要な燃焼技術と排出ガス後処理技術およびディーゼルエンジンなみの燃費・動力性能を確保するための燃料噴射技術の開発に

資する基礎データを得る。

2. 試験研究概要

平成10～11年度は、DME 高压供給設備を設置するとともに単気筒直噴ディーゼルエンジンをDMEエンジンに改造しそれらを用いて燃費・動力性能と排出ガスの基本特性ならびに未規制有害物質の排出可能性、未燃成分の組成に関する調査実験を実施した。それらの結果をもとに12年度から14年度にかけては、DMEの燃料噴射技術および燃焼技術に関する単気筒エンジン実験を実施し、DMEエンジンの低エミッション化とCO₂低減の両立の可能性について調査した。また、13年度から計画最終年度にかけては噴射系・燃焼系の適正化要件について実験的検討を行うとともにDME実排出ガスを用いたNO_x 触媒試験を実施し、排出ガス後処理によるNO_x 低減効果と技術的課題について把握した。

3. 成果概要

○排出ガス・燃費・動力性能の基本特性調査（佐藤由雄）

排気量1053cm³、圧縮比18.1の単気筒直接噴射式ディーゼルエンジンのシリンダヘッドを改造しコモンレール式燃料噴射装置を用いてDME運転を行った。DMEエンジンでは着火遅れ期間が短く予混合燃焼に比べ拡散燃焼の割合が多いため、拡散燃焼を活発化して燃焼期間の短縮化を図ることが出力の確保と燃費向上につながる。また、多噴孔インジェクターの適用、噴射圧力の増加および高スワール比化により、DMEエンジンにおける燃焼促進及びCO、THC低減の効果が得られる。

○未規制有害物質等に関する研究（阪本高志）

ベースのディーゼルエンジンと比べてCO、THC排出量が多い。また、未燃成分の中でDME濃度が比較的高いことがわかった。未規制有害物質としてはHCHOの排出がみとめられたが、酸化触媒を使用することによりCOやHCHO等の反応性の高い物質は低減され、未燃のDMEの浄化にも有効であった。

○低公害燃料技術に関する研究（鈴木央一）

過給とEGRを組み合わせ40%程度の大量EGRを行うとNO_xを1/3程度まで低減できた。しかも黒煙が排出されず燃焼もそこなわれないことから、DMEエンジンのNO_x対策としてEGRは有効である。しかし、過度のEGRはCOの

増加を招くため、燃料と空気との混合強化や噴射圧力の増加により空気利用率を向上させる必要がある。

○CO₂排出低減技術に関する研究（佐藤由雄）

高負荷運転時では過給を行うとCO₂排出量はディーゼルエンジンと同等以下となる可能性が認められた。また、DMEエンジンで軽油の約1.8倍の噴射量が必要なため噴射期間の短縮化により燃費を改善(CO₂低減)させることが課題となる。そのため、針弁直動式電磁駆動インジェクター（噴射圧力；約15MPaが上限）に代わり、噴射圧力の増加が可能な磁歪素子を用いたパイロット弁式インジェクターを試作し、噴射単体試験によりその効果を確認した。

○燃焼及び排出ガス特性の実験解析（李 君）

総噴孔面積が同一の条件で噴射ノズルの噴孔数の違い（3噴孔と5噴孔）が燃焼及び排出ガス特性に及ぼす影響を実験解析した。3噴孔ノズルの場合、高噴射量運転時では拡散燃焼が主体となるため5噴孔ノズルと比べてNO_x排出量が減少する。また、高噴射量運転時においてCO、THCを低減するには、5噴孔ノズルの場合はスワール比の増加が、また、3噴孔ノズルでは高噴射率化が有効であることがわかった。

○NO_x触媒の適用技術に関する研究（佐藤由雄）

模擬排ガス実験の結果から選定したCo-Al₂O₃触媒（選択還元方式）を用い、単気筒エンジン実験によるDME実排ガス試験を行った。排出ガス中の還元剤（DME）濃度はコモンレール式燃料噴射によるポストインジェクションにより変化させた。その結果、還元剤を十分確保しさらに排出ガス中のH₂O濃度を2%程度まで低下させた場合には20～30%のNO_x低減率が得られたが、高濃度のH₂Oが共存する場合にはNO_x還元作用が著しく低下することが明らかとなった。選択還元方式では浄化率の向上と排出ガス中の水分除去が今後の課題である。

○超低NO_x燃焼方法の研究（鈴木央一）

スモークレス燃料であるDMEの特性を活かし、口径比を絞った燃焼室と少噴孔数ノズルを組み合わせ、過濃混合気の高乱流燃焼による超低NO_x化を試みるため、燃焼室を設計・製作した。また、比較用データとしてディーゼルの標準燃焼室（トロイダル型）を用いたDMEエンジンの性能・排出ガスデータおよび単噴孔ノズルの噴射量データ

を取得した。その後、新燃焼室の組み込みを準備したがインジェクターの不具合が発生したため単気筒エンジン実験は次年度まわしとなった。

トラック用LNG（液化天然ガス）機関の研究

成澤 和幸

堀 重雄、安 秉一

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

現在利用が進められている天然ガスは気体燃料であるため貨物自動車用機関に用いた場合、高熱効率と低公害性の両立が困難と見られ、航続距離が短い欠点を有する。一方、LNG（液化天然ガス）はエネルギー密度が高く大幅な低公害化を確保しつつディーゼル車と同等の高熱効率を達成出来る可能性があり、航続距離の確保も容易である。そこで、ディーゼル機関の燃料をLNGに転換し、大幅な低公害化とディーゼル機関並の熱効率を達成する技術を明らかにする。

2. 試験研究概要

気筒内直接噴射による高効率燃焼を達成するための基礎研究と、LNG特有の現象であるウェザリング現象が排出ガス等に及ぼす影響を解明してLNG自動車の実用化に資する。

3. 成果概要

○LNG機関の高効率燃焼に関する研究（安 秉一）

直接噴射式天然ガスエンジンでは、ディーゼルエンジンと同様に燃料を気筒内に直接噴射することで高効率が期待される。そこで、エンジン気筒内を模擬した定容容器内の高温高圧場に直接噴射した圧縮天然ガス（CNG）の噴流を対象に、Ar＋レーザーによるシュリーレン法と高速度カメラを用いて写真撮影を行い、噴流特性と周囲空気との混合特性を調べた。その結果、以下の結論が得られた。 雰囲気圧力の増加により抵抗力が増大し、噴流の到達距離および体積ともに大きく減少し、雰囲気圧力が4MPa以上の高負荷条件では、さらに噴射圧力を高くする必要がある。 噴流の到達距離および形状に及ぼす雰囲気温度の影響は雰囲気圧力の影響に比べてより少ない。 噴射圧力15MPaと10MPaの場合で比較すると、噴流の形状に対する影響はあまり大きくないが、噴射圧力の高いほどより混合気形式が進む。

○ウェザリング機構の解明に関する研究（成澤和幸）

LNGタンク内にLNGを長期間放置して燃料組成を生じさせ、これが排出ガスに与える影響を実験的に調べた。ウェザリングには燃焼変動を改善する効果があるがNOxを増大させる。一方、EGRは、燃焼の悪化を招くもののNOx低減には効果的であることが知られている。そこで、ウェザリングの際のNOx制御においてはEGRを併用するのが効果的であると思われる。

2. 自動車安全研究領域

(領域長 梅田 哲弘)

2.1 概 況

2.1.1 試験・研究計画とそのねらい

<試験・研究項目>

自動車安全研究領域において、平成14年度に計画した試験・研究項目は、次のとおりである。

- (1) 自動車の情報提供装置の高度化技術に関する研究
- (2) C R S の実使用時の乗員保護性能に関する研究
- (3) 正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究
- (4) 車椅子輸送車両における乗員保護に関する調査
- (5) 歩行者保護試験法に関する研究
- (6) ドライバの運転特性と車両の運動特性に関する研究
- (7) 台上試験機による制動性能の評価に関する研究
- (8) 自動車用灯火類の高度化に関する研究
- (9) 新技術を適用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究
- (10) 電磁界測定法に関する研究
- (11) 貨物自動車の横転に関する研究
- (12) 自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究
- (13) 自動車の歩行者保護性能に係る基準策定のための調査
- (14) 乗用車の前面オフセット衝突時の乗員保護基準策定に係る研究
- (15) 輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する研究

以上15項目の研究費別の内訳をみると、(1)は運営費交付金の特別研究費による特別研究、(2)から(10)は運営費交付金の経常研究費による経常研究、(11)から(15)は国土交通省自動車交通局からの自動車検査登録特別会計による受託研究である。

また、(1)、(3)、(4)及び(6)は、平成14年度に新しく開始した新規研究項目である。

なお、(4)の調査を除いたすべての項目は研究として実施したものであり、試験項目はなかった。

<試験・研究のねらい>

上に述べた各研究項目のねらいは、次のとおりである。

- (1) 自動車を運転する際に、車両より運転者に対して各種の情報伝達が行われるが、適切な伝達方法でない場合にはかえって運転の妨げとなりヒューマンエラーを引き起こすことにもなりかねない。このため、運転者にとって違和感のない情報提供装置について検討を行うものである。
- (2) スレッド試験等により、C R S (チャイルドレストレイントシステム)の性能を把握するとともに、取り付け方の差異による保護性能への影響を明らかにし、C R Sの乗員保護性能向上のために必要な資料を得るものである。
- (3) 車対車の衝突では、衝突した2台の乗員の安全性をともに確保する必要がある。そこで、車のサイズ、質量、剛性等の車両特性の異なる車両同士が衝突した時の乗員傷害について事故分析、衝突実験及び数値シミュレーションにより明らかにしようとするものである。
- (4) 現在使用されている車椅子輸送車両では、身体障害者の乗員はシートベルトを装着しない状態で走行している。このような状態で衝突事故等を起こした場合、車椅子から放出され傷害を負う等のおそれがある。このため、車椅子輸送車両の乗員保護装置、車椅子の固定方法等の実態について調査を行うものである。
- (5) 車が歩行者と衝突した時の歩行者被害を軽減するための車両側の対策及び試験法について検討を行うものである。
- (6) 自動車の実走行状態における車両の挙動を解析するために、ドライバの行動特性、動作特性、ドライバと車両のヒューマン・インターフェース等について検討を行うものである。
- (7) 使用過程車に対する高速時からの制動性能等を規定した技術基準による機能検査を円滑に実施するため、既存の各種ブレーキテストを用いて試験する場合に必要なテストの改良要件並びに測定方法を明らかにしようとするものである。また、大型自動車用補助ブレーキ

の性能について、台上試験機による評価方法を検討するものである。

- (8) 自動車用灯火類の性能の高度化に関する検討を行い、夜間運転時における前方視認性等の向上及び運転者の負担軽減に資するとともに、高度化した前照灯の整備検査装置の性能向上について検討を行うものである。
- (9) 車間距離警報装置等の新技術を使用した電子装置が自動車に使われてきているが、使用実績が少なく、故障、誤作動等安全性に関する市場ベースでのデータの蓄積はまだ行われていない。このため、電磁波等による誤作動が原因となる事故等を未然に防止することを目的として、自動車用電子機器の安全性に関する評価を実施するものである。
- (10) 自動車内部で発生した電磁波の車外への放射メカニズムや車外の電磁波が自動車用電子機器に影響を及ぼすメカニズムを明らかにするためには、車体表面の電流分布を知ることが極めて重要である。このため、表面電流測定に必要な導体表面近傍の電磁界測定法の要件、表面電流検出器の性能向上について検討を行うものである。
- (11) 貨物自動車は、重心位置が高いため旋回時や制動時に不安定になりやすく、わが国においても大型貨物自動車が横転するという事故が引き続き発生しており、基準等の見直しが検討されている。このため、車両の横転メカニズムを解明するための各種の走行実験を実施し、貨物自動車の横転現象に関する資料を得ようとするものである。
- (12) 近年普及している車高の高い自動車が車高の低い一般乗用車の側面に衝突した場合、乗用車側の被害が大きくなる傾向にある。このため、側面衝突事故データの分析及び側面衝突実験を行い、車高の高い自動車（例えばＳＵＶ等）が一般乗用車に側面衝突した時の乗員保護性能を評価するための試験方法及び人体忠実度が高い側面衝突用ダミーの基準適合性の評価方法について検討を行うものである。
- (13) 歩行者対自動車の衝突事故において、歩行者保護を図るため車体そのものを衝撃緩和構造とする基準の策定に当たり、必要な調査を行うものである。
- (14) 自動車乗車中の交通事故において、発生比率が高く、車体の変形量が大きいオフセット衝突事故時の乗員被害の軽減を図るための基準

を、現行のフルラップ前面衝突基準に加えて策定することを目的として調査を行うものである。

- (15) 我が国の自動車用灯火器の基準については、国際的な整合をとる方向で基準の整備が行われているが、最近、前照灯の配光を走行状況に応じて変化させて夜間運転時の安全性を向上させようとする可変配光前照灯（ＡＦＳ）が各国において開発されている。この新技術に関して技術的評価及び眩惑に関する解析を行うものである。

2.1.2 試験・研究の実施状況と成果

それぞれの研究項目毎の実施状況と成果は、次のとおりである。

- (1) 運転者が表示装置を見る場合の視線移動時間等を走行実験により測定し、表示装置の設置位置との関係でその特徴を明らかにした。この他、運転時の運転負荷が情報獲得量に及ぼす影響について検討を行った。また、聴覚による情報提供方法に関して、室内実験において被験者に聴覚情報を与える場合に問題となる再現性等について検討を行うとともに、車室内暗騒音について、市街路走行、高速道路走行、テストコース走行等各種条件で測定を行い、聴覚情報処理実験のための資料を得た。
- (2) 自動車試験場に設置のスレッド試験装置にＣＲＳを装備して、３歳児ダミーを搭載し、標準状態と座席ベルトにスラック（ゆるみ）を持たせた実験を行い比較解析を行った。また、シミュレーションソフトを用い、スレッド試験を行った条件でスラックを３通りに変化させた解析を行った。
- (3) 交通事故総合分析センター「交通事故例調査・分析報告書」によって調査を行ったが、前面衝突事故に関する分析中の、コンパティビリティに関する分析の項目では、ボンネット型普通車と軽自動車及び車両重量２．８トン以下の普通車との衝突事故の分析では、「衝突相手が重く大きいほど、車体変形、傷害程度ともに被害が大きくなる」また、「衝突相手が重く大きいほど、下肢傷害が少なく上半身の傷害が大きい」等のことが分かった。
また、コンパティビリティ評価のために、フルラップ試験とＰＤＢ試験を行った結果、

フルラップ試験では、多分割ロードセルにより前後方向の部材の荷重分布は評価することができるが、横方向の部材の荷重は限定された自国にしか荷重分布に現れない、PDBバリアによる試験では、ハニカムが底付きしないため、車対車衝突時の車体前後の変形が再現できる可能性がある等のことが分かった。

- (4) 車椅子輸送車両を使用している介護福祉施設を数十箇所について訪問、調査等を行い、輸送距離、固定方法、シートベルトの有無、使用しやすさ等についてアンケート調査をした結果、車椅子の固定方法に問題点があることが分かった。
- (5) 欧州提案の歩行者保護試験法(案)に基づいた頭部インパクトと、今回国内保安基準で採用される頭部インパクトの比較検討を行うことを目的として、装置及びインパクトの整備を行った。また、歩行者の6歳児モデルを使用し、歩行者事故の際の挙動に関して車種による検討を行った。
- (6) 運転者の手から操舵系に伝えられる操舵力、保舵力、ブレーキ操作タイミング、前輪ダイブ量等について走行実験を行い、測定データを得た。これらのデータより、ドライバ操作と車両運動の関連について解析・検討を行った。また、運転者の生体反応の評価法に関して心拍数の解析方法を検討した他、自動車局からの依頼により本項目に関連した技術指針策定のための検討を行った。

また、ドライバの運転特性については、高速道路およびテストコースでの追従走行実験を行い、運転動機の視点から車間距離設定のメカニズムについて検討した。その結果、被験者は追従走行時に他車を割込ませたくないという運転動機を持っていること、また、その場の状況によって車間距離を、動機達成に必要な車間距離または自分の維持できる車間距離に設定していること等を明らかにした。

- (7) ブレーキテストについては、ローラ周速度を1~10 km/hの範囲で設定可能な二軸式定速型ブレーキテストを試作し、各種の試験を実施した。その結果、ローラ周速度3 km/h以上で実施すれば、実走行試験に近似した結果が得られること、前後輪の回転方向はそれぞれ反対方向に回転させると車両を固定しなくとも、かなり高い制動力が得られることがわかった。また、タイヤ表面を泥水で湿

潤させた場合の摩擦係数の低下に関する資料を得た。

リターダの評価法に関する研究では、リターダ評価用に改造した自動車用制動性能測定装置を用いて、連続降坂道を想定した繰り返し制動試験を実施し、台上試験においてもリターダの性能評価を行えることを確認した。

- (8) AFS前照灯等に関して、前方道路の照明状況および対向車のドライバへの眩惑状況を数値シミュレーションにより解析する手法を求め、シミュレーション解析ソフトウェアを開発した。また、画像処理方式等の前照灯試験機について、配光パターンの再現精度を向上させるために有効な方策及び再現された配光パターンの検出精度向上のために有効な方策を求めた。さらにこれまで熟練を要する作業であった前照灯と試験機との正対操作を容易なものにするともに精度を向上させる方策を求めた。
 - (9) 自動車に搭載された電子機器について調査を行い、新技術を使用した電子機器、誤作動等が発生した場合に安全走行に影響のある電子機器等を抽出した。新技術を使用した自動車用電子機器は今後も開発・実用化されることが予想されるため、引き続き本調査を実施していく予定である。また、照射する電磁波の電界強度を決定するために使用する光電界センサについて、特性を測定するとともに設置精度を向上させる方策について検討を行った。
 - (10) 超小型光電界センサを用いて表面電流発生装置近傍の電界の測定を行い、電磁界解析手法の一つである有限時間領域法を用いて解析を行った。また、解析モデルと測定結果を比較したところ、電界分布の傾向が異なる部分の一部に認められ、今後解析モデルを改善する必要があることが分かった。
 - (11) 貨物自動車の操舵による横転現象について、積荷の積載位置と高さの違いによる影響をシミュレーション解析で検討した。その結果、車両ごとに操舵による運動特性と横転限界の関連について、重心位置と重心高の違いがどのように影響を及ぼすか明らかになった。
- また、アウトリガーを装着した大型トラックを使用して、重心高を変えて静的横転限界角試験、定常円旋回試験、レーンチェンジ試験等を行い、横転に関する車両の運動特性を

確認するとともに、重心高が運動限界特性に与える影響等を明らかにした。

- (12) 側面衝突について交通事故総合分析センターの「交通事故例調査・分析報告書」(平成13年度)により調査を行った。四輪自動車の側面衝突事故は、前面衝突事故に次いで2番目に重傷・死者が発生していること、側面衝突車両乗員の重傷死者数の79%が乗用車(軽及び普通)乗員であることなどが分かった。

また、キャブオーバ型乗用車(ミニバン車)と小型乗用車の側面衝突試験及びキャブオーバ型車(ワンボックス車)と小型乗用車の側面衝突試験(衝突速度50km/h)を行いデータを得た。また、現在開発が進んでいる側面衝突用ダミー(E S - 2)に関して、上記の試験に用いた乗用車を用いて、側面衝突実験を行い、E S - 2に関するデータを得た。

- (13) 頭部インパクト試験法については、前年度のJ A R I 歩行者対車両衝突シミュレーション結果から定めた試験条件を、N H T S A、R A R U を含めたシミュレーション結果と比較した結果、試験結果に大きな影響を与える違いは見られなかったため、前年度定めた頭部試験条件を国内頭部保護基準案における最終案とした。頭部インパクトの校正試験については、I H R A で提案されている校正試験法をもとに国内頭部保護基準案の検討を行い、I H R A で提案された落下校正試験を国内頭部保護基準案に採用した。

傷害基準値に影響を与える頭部インパクトの仕様の検討を行い、インパクトの重心位置は幾何学中心位置から $\pm 2\text{ mm}$ 以内とする、加速度の計測位置は幾何学中心位置から $\pm 10\text{ mm}$ 以内とする、慣性モーメントは大人・子供ともに 0.0075 kg m^2 以上、 0.02 kg m^2 以内とするとの結論を得た。

- (14) オフセット前面衝突試験のO D B 試験とC T C 試験について、客室変形、衝撃加速度、ダミーの傷害値等に注目して、比較、検討し、資料を得た。また、試験の再現性という観点からダミーの計測点等について検討を行った。
- (15) A F S の眩惑状況のシミュレーション解析ソフトに関し、カーブ走行時にドライバが視線を移動させる状況を再現した解析が可能なものに改良を行い、実験結果に対する近似度を向上させた。A F S 搭載車でカーブ道路を

走行する際やA F S 配光基準案の市街地配光等について解析を行った。

また、テストコースにおいて観測者による評価実験を行い、各種条件下での眩惑状況について比較検討を行った。

2.1.3 試験・研究成果の主な発表状況

研究によって得られた成果は、所内及び所外の学会等において発表を行った。

発表した主な論文の数は、次のとおりである。

・交通安全環境研究所研究報告	1 編
・交通安全環境研究所研究発表会	1 1 編
・自動車技術会論文集	1 編
・自動車技術会学術講演会	5 編
・計測自動制御学会	1 編
・視覚学会	1 編
・電気学会全国大会	1 編

2.1.4 試験・研究設備、施設の整備状況

平成14年度に整備した主な試験・研究設備及び施設は、次のとおりである。

- ・運転動作3次元解析システム

2.2 研究課題別実施状況

2.2.1 事故防止策の究明

自動車の情報提供装置の高度化技術に関する研究

森田 和元

益子 仁一、岡田 竹雄

関根 道昭、坂本 一朗

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

自動車を運転する際に、車両側より運転者に対して各種の情報伝達が行われることとなるが、適切な情報伝達方法でない場合にはかえって運転の妨げとなりヒューマンエラーを引き起こすことにもなりかねない。従って、運転者にとって違和感のない情報提供装置について検討する。

2. 試験研究概要

運転者に対する情報提供方法として、視覚によるものと聴覚によるものとを検討対象とし、視覚情報処理に関しては運転者の視認行為の実態を走行実験を行うことにより明らかにし、聴覚情報処理に関しては車室内暗騒音の実態調査を行うとともに室内実験における再現方法を検討する。

3. 成果概要

○視覚により最適な情報提供方法に関する研究（森田和元）

運転者が安全上問題のないように表示装置を見る場合の視線移動時間等を走行実験により測定し、表示装置の設置位置との関係でその特徴を明らかにした。この他、運転時の運転負荷が情報獲得量に及ぼす影響について検討を行った。

○聴覚による最適な情報提供方法に関する研究（関根道昭）

室内実験において被験者に聴覚情報を与える場合に問題となる再現性等について検討を行うとともに、聴覚情報処理に関する文献調査を実施した。

○車室内音環境の測定に関する研究（坂本一朗）

小型乗用車、軽自動車の車室内暗騒音について、市街路走行時、高速道路走行時について測定するとともに、テストコースにおいて各種条件で測定を行い、聴覚情報処理実験を行う際の基礎資料を求めた。

ドライバの運転特性と車両の運動特性に関する研究

谷口 哲夫

波多野 忠、成 波

松島 和男

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

自動車事故による被害の低減は、我が国において、社会的に大きな課題となっている。これらの事故の低減や走行時の安全性の向上のためには、自動車の動的な運動特性を明らかにして検討を行う必要があるが、実際の車両の走行について検討を行うためには、車両単体の特性に加えてこれを制御（運転）する人間（ドライバ）の特性を併せて解析する必要がある。

本研究は、自動車の運動を人間・車両系の運動としてとらえて、自動車の動的な運動特性を明確にするための手法について解析を行うものであり、実際の走行状態における車両の挙動を解析するために、運転者の行動特性、動作特性、運転者と車両とのヒューマン・インターフェース等について検討を行うものである。

2. 試験研究概要

車両の運動・挙動を解析するために、運転操作として、ステアリング操作とブレーキ操作について、テストコースにおける走行実験、ドライビングシミュレータによる実験等を行い、運転者の制御動作に関する資料を得るとともに、安全な運転操作系のあり方について検討する。また、実際の交通流中でのドライバの運転特性に関して検討を行うため、上記の実験に加えて、実道路における走行実験を行い、特に運転動機が特定しやすい追従走行状態等に着目して解析を行う。

3. 成果概要

○運転者の制御動作と操作系の安全性に関する研究（谷口哲夫）

運転者の手から操舵系に伝えられる操舵力、操舵力、ブレーキ操作タイミング、前輪ダイブ量等について、走行実験を行い測定データを得た。これらのデータより、ドライバ操作と車両運動の関連について解析・検討を行った。また、運転者の生体反応の評価法に関して心拍数の解析方法を検討した他、自動車局からの依頼により本項目に関連した技術指針（3件）策定のための検討を行った。

た。

○追従走行時のドライバの運転特性に関する研究
(成 波)

高速道路およびテストコースにおいて、複数の被験者を用いて追従走行実験を行い、運転動機の視点からドライバの車間距離設定のメカニズムについて検討した。その結果、被験者は追従走行時に他車を割込ませたくないという運転動機を持っており、また、その場の状況によって車間距離を、動機達成に必要な車間距離または自分の維持できる車間距離に設定していることを明らかにした。

台上試験機による制動性能の評価に関する研究

松島 和男

谷口 哲夫

研究開始時期 平成10年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

使用過程車に対する、高速時からの制動性能等を規定した技術基準による検査を円滑に実施させるため、現在、一般的に使用されている定速型ブレーキテストをはじめ、各種ブレーキテストの制動試験を実施し、ブレーキテストとしての性能基準および測定方法についての資料を得る。さらに、大型自動車用補助ブレーキの性能について、台上試験機による評価方法を検討する。

2. 試験研究概要

各種定速型ブレーキテストを使用して、制動性能評価試験を実施し、実走行試験との相関を把握し、これらの結果を基に、現行の低速型ブレーキテストを改造するとともにブレーキテストとしての必要な性能および測定方法について検討する。

さらに、改良した自動車制動性能測定装置を用いて、大型自動車用として使用されている、各種リターダについての性能評価方法についても検討する。

3. 成果概要

○定速型ブレーキテストによる制動性能評価に関する研究(松島和男)

ローラ周速度を1~10 km/hの範囲で設定可能な二軸式定速型ブレーキテストを試作し、試験車に対して、前後輪の回転方向を正転/逆転の種々組み合わせた場合の試験、ホイールベースの設定を変化させた場合の試験、雨天を想定してタイヤに泥水を付着させた場合の試験等を実施した。

その結果、ローラ周速度は最低でも3 km/h以上で実施すれば、実走行試験に近似した結果が得られ、前後輪の回転方向はそれぞれ反対方向に回転させると車両を固定しなくても、かなり高い制動力が得られることがわかった。また、タイヤ表面を泥水で湿潤させた場合は、ラジアルタイヤの場合で最大20%程度、バイアスタイヤの場合で最大50%程度、摩擦係数が低下することがわかった。

○台上試験機によるリターダの評価法に関する研究(谷口哲夫)

リターダの台上試験を実施できるように改造した、自動車用制動性能測定装置を用いて、実際の連続降坂道(箱根新道等)を想定した繰り返し制動試験を実施した。

その結果、箱根峠から箱根湯本までの箱根新道を実車で降坂した結果と近似した結果が得られたことから、台上試験でもリターダの性能評価を実施できることを確認した。

自動車用灯火類の高度化に関する研究

益子 仁一

森田 和元、岡田 竹雄

関根 道昭

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

自動車用灯火類の性能、機能の高度化に関する検討を行い、夜間運転時の前方視認性の向上や対向車のドライバへの眩惑防止を図り、安全性の向上および運転者の負担軽減に資するとともに、高度化した前照灯の整備検査用装置の測定精度や操作性の向上について調査研究を行う。

2. 試験研究概要

(1) 可変配光前照灯(AFS: Adaptive Front-lighting System)等について、対向車のドライバへの眩惑を増加させずに前方視認性を向上させることを可能とするための技術要件および性能の評価方法を数値シミュレーション解析および実験により求める。さらに、照射方向にずれが生じた場合の前方視認性の低下や対向車のドライバへの眩惑の増加状況を配光との関連において明らかにする。

(2) 前照灯の高度化に対応するため、画像処理方式テスト等の技術的課題を調査し、測定精度の

向上および操作性の向上を図る。

3．成果概要

○可変配光前照灯の性能要件に関する研究（益子 仁一）

A F S 前照灯等に関して、前方道路の照明状況および対向車のドライバへの眩惑状況を数値シミュレーションにより解析する手法を求め、シミュレーション解析ソフトウェアを開発した。眩惑レベルの解析の際に必要な対向車のドライバの視線移動に関するデータは、カーブ走行時のドライバの視線測定実験により求めた。このソフトウェアにより A F S 前照灯による前方道路の照明状況や対向車のドライバへの眩惑状況を明らかにした。

なお、この小項目は、平成 13、14 年度の 2 ヶ年間、国土交通省からの受託研究（車検特会）「輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する研究」に移行して実施したが、同受託研究が平成 14 年度で終了したため、平成 15 年度から本中項目に復帰させ、小項目名「A F S の照射方向ずれによる性能低下防止に関する研究」として A F S を主対象とした技術要件に関する研究を進展させることとしたい。

○画像処理方式前照灯試験機の測定精度向上に関する研究（岡田竹雄）

画像処理方式等の前照灯試験機について、配光パターンの再現精度を向上させるために有効な方策および再現された配光パターンの検出精度向上のために有効な方策を求めた。さらにこれまで熟練を要する作業であった前照灯と試験機との正対操作を容易なものにするとともに精度を向上させる方策を求めた。

新技術を活用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究

伊藤紳一郎

松村 英樹、長谷川智紀

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了予定時期 平成 17 年 3 月

1．目的

車間距離警報装置及びカーナビゲーション装置をはじめ最近のハイテクを駆使した電子装置が自動車に適用されるようになってきている。これらの新規に採用された自動車用電子機器は市場に投入されたばかりであり使用された実績が少ないため、故障、誤作動等安全性に関する市場ベースでのデータの蓄積はまだ行われて

いない。このため、電磁波等による誤作動等が原因となる事故等を未然に防止するため、これら新技術を使用した自動車用電子機器の安全性についての評価を実施する。

2．試験研究概要

新技術を使用した自動車用電子機器の資料を収集し、その制御方式等の調査を実施するとともに、新技術を使用した自動車用電子機器の電磁波に対する安全性等の確保に関する評価について検討を行う。

3．成果概要

○新技術を使用した自動車用電子機器の調査（伊藤 紳一郎）

自動車に搭載された電子機器について資料の収集を行い、電子機器の搭載状況と制御機能の概略について網羅的にリストアップを行った。この中から、新技術を使用した電子機器並びに万一誤作動等が発生した場合に安全走行に影響のある電子機器について抽出を行った。

新技術を使用した自動車用電子機器は今後も開発・実用化されることが予想されるため、本調査は引き続き実施していく予定である。

○新技術を使用した自動車用電子機器の評価に関する研究（伊藤 紳一郎）

新技術を使用した自動車用電子機器が搭載されている 3 車種の自動車について、整備マニュアル等の技術資料を入手し、具体的な制御方式等の調査を実施しているところである。

また、照射する電磁波の電界強度を決定するために使用する光電界センサを購入し、特性の測定を実施するとともに設置精度を向上させる方策について検討を行った。

今後は、試験対象となる自動車の入手をめざし、電磁波に対する耐性等の評価を実施したい。

電磁界測定法に関する研究

伊藤紳一郎

松村英樹、長谷川智紀

研究開始時期 平成10年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

自動車内部で発生した電磁波の車外への放射メカニズムあるいは、車外の電磁波が自動車用電子機器に影響を及ぼすメカニズムを理解する上で車体表面の電流分布を知ることは極めて重要である。

このため、本研究では表面電流測定に必要な導体表面近傍の電磁界測定法の要件について検討を行うと共に導体表面近傍の電磁界解析を行い、導体表面に流れる表面電流と導体表面近傍の電磁界の関係についての検討を実施する。

2. 試験研究概要

光電界センサを用いて表面電流発生装置近傍の電界を測定すると共に、有限差分時間領域法を用いて表面電流発生装置近傍の電磁界解析を実施する。

3. 成果概要

○導体表面近傍の電磁界測定法に関する研究（伊藤紳一郎）

超小型光電界センサを用いて表面電流発生装置近傍の電界の測定を行った。

○導体表面近傍の電磁界解析に関する研究（松村英樹）

電磁界解析手法の一つである有限差分時間領域法を用いて表面電流発生装置近傍の電磁界解析を行った。また、解析モデルによる計算結果と光電界センサによる表面電流発生装置近傍の電界の測定結果との比較を行い、計算結果の妥当性についての検討を行ったところ、計算結果と測定結果との間で電界分布の傾向が異なる部分が一部に認められ、今後解析モデルを改善する必要があることが分かった。

貨物自動車の横転に関する研究

谷口 哲夫

波多野 忠、松島 和男

成 波

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

貨物を輸送する自動車は一般に重心位置が高い

ため旋回時や制動時に不安定になりやすく、我が国においても大型貨物自動車が横転するという事故が引き続き多く発生しており、基準等の見直しが検討されている。本研究は、車両の横転のメカニズムを解析するための各種の走行実験を実施して、これにより横転限界に関する検討、耐横転性能に関する検討等を行うものであり、貨物自動車の横転現象に関する資料を得るものである。

2. 試験研究概要

大型貨物自動車について、積載状態で、円旋回試験、レーンチェンジ試験等の各種の走行試験を行い、これらの車両のロール特性、限界横加速度等の横転現象に関するデータを収集し解析を行う。

また、各種の横転現象に関するシミュレーション手法について調査を行うとともに、シミュレーションの使用法、結果のバリディティ等について検討する。

3. 成果概要

○横転及びそのシミュレーション手法に関する調査研究（波多野 忠）

貨物自動車の操舵による横転現象について、積荷の積載位置と高さの違いによる影響をシミュレーション解析で検討した。標準車両、ロール剛性を低下させた車両及び輪距を拡大した車両について、ドライバモデルを前方注視の一次予測モデルとし、摩擦係数の違う路面上でレーンチェンジ試験等を実施した。その結果、車両ごとに操舵による運動特性と横転限界の関連について、重心高の違い等がどのように影響を及ぼすか明らかにした。

○実車走行実験による横転現象に関する研究（谷口哲夫）

アウトリガーを装着した大型トラックを使用し、重心高を変えて静的横転限界角試験、定常円旋回試験、レーンチェンジ試験等を行い、横転に関する車両の運動特性を確認するとともに、重心高が運動限界特性に与える影響等を明らかにした。

また、横転の発生直前から横転状態までの間、車上で測定される各種の運動物理量と車両の位置、走行方向等を併せて解析するために、GPSを利用して車両の走行軌跡を求めた。

輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する研究

森田 和元
益子 仁一、岡田 竹雄
関根 道昭

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

我が国の自動車用灯火器の基準については、国際的な整合をとる方向で基準の整備が行われている。最近、前照灯の配光を走行状況に応じて変化させて夜間運転時の安全性を向上させようとする技術(Adaptive Front-lighting System)が各国において開発されている。この新技術に関して技術的評価を行い、問題点の有無等を検討することを目的とする。

2. 試験研究概要

可変配光前照灯の問題点として、対向車運転者に対する眩惑が考えられる。この眩惑に関し、数値シミュレーションによりAFS搭載車両と対向車との相対的な位置関係に応じて眩惑がどのように変化するのかの検討を行う。さらに、テストコースにおいて観測者による眩惑の評価実験を行い、数値シミュレーション結果との比較を行う。

3. 成果概要

○眩惑のシミュレーション解析(益子仁一)

眩惑状況のシミュレーション解析ソフトに関し、カーブ走行時にドライバが視線を移動させる状況を再現した解析が可能なものに改良するとともに、シミュレーション解析結果と実車実験との比較結果を解析パラメータに反映させることにより、実験結果に対する近似度を向上させた。AFS搭載車でカーブ道路を走行する際やAFS配光基準案の市街地配光等について解析を行った。

○AFS性能評価に関する実証実験(岡田竹雄)

テストコースにおいて観測者による評価実験を行い、瞳孔径測定を行うとともに眩惑に関する主観的評価を求めた。灯火条件としては、現行の前照灯をそのまま使用する場合、AFSを想定してカーブ方向に10度前照灯を振った場合、上向き(正規状態から1度上向き)に前照灯を向けた場合の3種類として、各条件での眩惑状況を明らかにして比較検討を行った。

2.2.2 被害軽減策の究明

CRSの実使用時の乗員保護性能に関する研究

米澤 英樹
民田 博子

名古屋大学 水野 幸治

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

平成12年度よりCRS(チャイルド・リストラクト・システム)使用の義務化が行われたが、CRSの性能には製品によりかなり差があることが考えられる。また、一方では、シートへの取付が不十分に行われている例も多く報告されている。そこで、スレッド試験等によりCRSの性能を把握するとともに、実使用時における乗員保護性能に関しても試験等を行い、CRSの乗員保護性能向上のための基礎データを得る。

2. 試験研究概要

平成13年度は、CRSのスレッド試験を行い、乗員保護性能に関する基礎データを得た。平成14年度は、実験及びシミュレーションにより、使用条件の違い等によるCRSの乗員保護性能の違いに関して解析を行った。

3. 成果概要

○スレッド試験によるCRSの乗員保護性能に関する研究(米澤英樹)

熊谷の試験場に設置してあるスレッド試験装置に実際にCRSを装備して、3歳児ダミーを搭載し、標準状態と座席ベルトにスラック(ゆるみ)を持たせた実験を行い比較解析を行った。

○数値シミュレーションによるCRSの解析(民田博子)

シミュレーションソフトを用い、スレッド試験を行った条件で、スラックを3通りに変化させた解析を行った。

正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究

米澤 英樹

民田 博子

名古屋大学 水野 幸治

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

車対車衝突では、衝突した2台の車の安全をともに確保する必要がある。そこで、2台の車のサイズ、質量、剛性等の車両特性が、乗員の傷害に及ぼす影響を事故分析、衝突実験及び数値シミュレーションにより明らかにし、車対車衝突を考慮した安全な車に関する資料を得る。また、車対車衝突時の乗員の安全を確保するための試験法の検討をする。更に、これらの研究成果を国際研究調和プロジェクト（IHRA）に報告する。

2. 試験研究概要

衝突事故の分析と衝突試験等に基づく分析によって、車対車衝突時の乗員の安全を確保する試験法に関しての研究を行なう。

3. 成果概要

○車対車の衝突事故の分析（米澤英樹）

交通事故総合分析センターの「交通事故例調査・分析報告書」（平成13年度報告書）によって調査を行なった。前面衝突事故に関する分析中の、コンパティビリティに関する分析の項目では、ボンネット型普通車と軽自動車及び車両重量2.8トン以下の普通車との衝突事故の分析では、「衝突相手が重く大きいほど、車体変形、傷害程度ともに被害が大きくなる」また、「衝突相手が重く大きいほど、下肢傷害が少なく上半身の傷害が大きい」等のことが分かった。

○車対車の衝突試験方法に関する研究（米澤英樹）

コンパティビリティ評価のために、フルラップ試験とPDB試験を行なった結果を解析し以下の結論を得た

- ・フルラップ試験では、多分割ロードセルにより前後方向の部材の荷重分布は評価することが出来るが、横方向の部材の荷重は限定された時刻にしか荷重分布に現れない。
- ・PDBバリアによる試験では、ハニカムが底付きしないため、車対車衝突時の車体前後の変形が再現できる可能性がある。

- ・フルラップ試験とPDB試験では、荷重の平均高さCOFはほぼ一致したが、荷重の変動係数COVはハニカムによって荷重が分散されるため、PDBでは低い値になった。

車椅子輸送車両の衝突時における乗員保護に関する調査

福嶋 隆

研究開始時期 平成14年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

現在使用されている既存車両は車椅子に乗ったまま障害者等が乗車するタイプで、車椅子輸送車両の多くは、数カ所のベルト等で一般的に市販されている車椅子を固定し、障害者等の乗員自体はシートベルトを装着しない状態で走行していることが多い。このような状態で急発進時、急ブレーキ時、急ハンドル時、ならびに衝突事故などを起こした場合、乗員が車椅子から放出され障害を負う等の重大な問題が発生するおそれがある。そこで、車椅子輸送車両の利用者のシートベルト等の乗員保護装置の有無、車椅子の固定方法等について調査を実施する。

2. 試験研究概要

現在使用されている車椅子輸送車両について調査を行う。具体的には、当該車両のシートベルト等の乗員保護装置の有無、車椅子の固定方法などの問題について調査する。

3. 成果概要

現在、車椅子輸送車両を使用している介護福祉施設を数十箇所訪問し輸送距離、固定方法、シートベルトの有無、使用しやすさ等に付いてアンケート調査をした結果、車椅子の固定方法に問題点がある事がわかった。

歩行者保護試験法に関する研究

米澤 英樹
民田 博子

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

車が歩行者と衝突したときの歩行者の被害を軽減するための、車両側の対策及び試験法について考察する。

2. 試験研究概要

複数の車種に対して頭部インパクトによる衝突実験を行い、車種による歩行者保護性能の違いについて把握する。また、シミュレーションにより、車体形状による歩行者の受傷メカニズムの違いについて考察する。

3. 成果概要

○歩行者被害軽減に関する研究（米澤英樹）

従来当所で行っていた、欧州で提案されている歩行者保護試験法（案）に基づいた頭部インパクトと、今回国内保安基準で採用される頭部インパクトの比較検討を行なうことを目的として、当該装置及びインパクトの整備を行った。

○歩行者衝突シミュレーションに関する研究（民田博子）

歩行者モデルとしてHYBRID 6歳児モデルを使用し、歩行者事故の際の挙動に関して車種による検討を引き続き行った。

自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究

米澤 英樹
民田 博子

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

近年普及している車高の高い自動車が、一般の車高の低い乗用車の側面に衝突した場合、乗用車側の被害が大きくなる傾向にある。本研究は、車高の高いSUV等が車高の低い一般乗用車に衝突した場合の乗員の傷害を軽減するため、側面衝突事故データの分析及び車高の高い自動車が乗用車の側面に衝突する実験等を行い、車高の高い自動車が一般の乗用車に側面衝突した時の乗員保護性能を評価するための試験方法の検討を行うものである。また、人体忠実度が高いダミーの基準適合

性の評価方法についての検討も行う。

2. 試験研究概要

平成13年度は、事故データによる側面衝突の分析を行い、衝突速度及び車体変形量などの事故実態の把握と乗員傷害の発生要因の把握を行う。また、車高が異なるSUV等の乗用車対小型乗用車の衝突実験を行い、車高の高い車両対小型乗用車の衝突現象と乗員傷害発生要因を把握する。また、人体忠実度の高いダミーに關しての調査を行う。平成14年度以降は、事故データの分析を継続して行うとともに、車高の高い自動車を模擬したMDBを使用した実験等を行い、試験方法の検討等を行う。

3. 成果概要

○事故データによる側面衝突の分析（米澤英樹）

交通事故総合分析センターによる、平成13年度の交通事故例調査・分析報告書によって調査を行った。四輪自動車の側面衝突事故は、前面衝突事故に次いで2番目に重傷・死者が発生していること、側面衝突車両乗員の重傷死者数の79%が乗用車（軽及び普通）乗員であることなどが分かった。

○実験による側面衝突の乗員傷害等に関する解析（米澤英樹）

販売台数の多いキャブオーバー型乗用車（ミニバン車）と小型乗用車の側面衝突試験及びキャブオーバー型車（ワンボックス車）と小型乗用車の側面衝突試験を衝突速度50km/hで行った。小型乗用車の前席にはEuroSID-I、後席にはSID II sを搭載した。試験から以下の結果が得られた。

・車体変形形状

ミニバン車とワンボックス車の試験結果

から、被衝突車ドアの変形形状を比較すると、胸部高さレベルではミニバン車は法規テストより変形量は小さく、ワンボックス車は、法規テストより大きい。また、腰部高さレベルではミニバン車もワンボックス車も法規テストより変形は大きい。サイドシルの変形はミニバン車が最も小さく、ワンボックス車は法規テストとほぼ同じ変形量であった。衝突車の変形はバンパーレベルでは、ワンボックス車の変形量が小さく、前部剛性が高いことが分かった。

・ダミー応答

前席ダミーのHPCはミニバン車及びワンボックス車は法規テストより大きな値を示した。リブ変位、V* $\dot{C}$ は、ワンボックス車では法規テストより高い値を示した。腹部荷重及び恥骨荷重はミニバン車では、法規テストより小さな値が生じたものの、ワンボックス車では法規テストより大きな値が生じた。後席ダミーに関しては、HPCはミニバン車及びワンボックス車では法規テストより大きな値が生じた。胸たわみは、ミニバン車もワンボックス車も法規テストの結果より大きい。恥骨荷重に関してはワンボックス車、ミニバン車とも法規テストより大きな値を示した。

○新方式の人体忠実度の高いダミー導入の検討（米澤英樹）

現在開発が進んでいる側面衝突用ダミー（ES-2に関して、上記の実験に用いた乗用車を試験車に用いて、法規テストのMDBを用いてES-2とEuroSID-Iの比較のための側面衝突試験及び、同じクラスの他の車にES-2を搭載しての側面衝突実験を行ない、ES-2に関するデータを取得した。

自動車の歩行者保護性能に係る基準策定のための調査

米澤 英樹
民田 博子

研究開始時期 平成13年11月

研究終了予定時期 平成16年 3 月

1．目 的

歩行者対自動車の衝突事故による死者が全体の約3割を占めている現状を踏まえれば、歩行者事故における歩行者被害の軽減が必要である。このため、車体そのものを衝撃緩和構造とすることにより事故時の歩行者保護を図るための基準策定に資することを目的として、本調査を実施する。

2．試験研究概要

自動車が行歩行者に衝突した場合の加害性を低減するため、自動車各部へのインパクト（衝撃子）の衝突試験を行い、衝突時の歩行者保護性能を評価する試験方法を検討する。さらに、頭部インパクトの製作誤差及び表皮の性能等が実際の試験結果に及ぼす影響について実験及びシミュレシ

ョンによって検討を行う。

3．成果概要

○頭部インパクト試験法の検討(米澤英樹)

・歩行者頭部インパクトの試験条件(試験速度、試験角度)の検討

前年度JARI歩行者対車両衝突シミュレーション結果から定めた頭部試験条件を、NHISA、RARIを含めたシミュレーション結果との比較により見直した結果、試験結果に大きな影響を与える違いは見られなかったため、前年度定めた頭部試験条件を国内頭部保護基準案における最終案とした。

・頭部インパクトの校正試験の検討

IHRAで提案されている落下校正試験、水平打撃式校正試験をもとに国内頭部保護基準案の検討を行い、IHRAで提案された落下校正試験を国内頭部保護基準案に採用する（インパクト応答加速度に関する規定幅の変更無し）。ただし、落下高さについては376 $\pm$ 1mm、落下面の大きさについては300mm $\times$ 300mm以上とする。水平打撃校正試験は、国内頭部保護基準案に採用しない。ただし、別途インパクトの一次固有振動数を5000Hz以上に規定する。

○歩行者傷害基準値及び試験法の適用車種等の検討(米澤英樹)

傷害基準値に影響を与える頭部インパクトの仕様(重心位置、加速度計位置、慣性モーメント)の検討を行った。その結果、インパクトの重心位置は大人・子供ともに、幾何学中心位置から $\pm$ 2mm以内とする。加速度の計測位置は大人・子供ともに、計測軸方向は幾何学中心位置から $\pm$ 10mm以内とする。慣性モーメントは大人・子供ともに0.0075kgm²以上、0.02kgm²以内とする(インパクトの直径は大人・子供ともに165mmとする)。との結論を得た。

乗用車の前面オフセット衝突時の乗員保護基準策定に係る研究

米澤 英樹
民田 博子

研究開始時期 平成13年11月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

自動車乗車中の交通事故死者数は、全体の約43.6%（平成12年度版交通統計）を占めており、一層の衝突時の乗員保護対策の強化を図る必要がある。このため、発生比率が高く、車体の変形量が大きい前面の一部が衝突する、オフセット衝突事故時の乗員被害の軽減を図るための基準を、現行のフルラップ前面衝突基準に加えて策定することを目的として、本調査を実施する。

2. 試験研究概要

オフセット衝突事故の形態を想定した自動車同士の前面衝突試験（CTC試験）や対衝突壁のオフセット前突試験（ODB試験）等の衝突実験を行い、オフセット前面衝突時の乗員保護性能を評価するための試験法の検討を行う。

3. 成果概要

○オフセット前面衝突試験の衝突速度の検討（米澤英樹）

衝突速度56km/hのODB試験について同一車による衝突速度50km/h同士のCTC試験と比較した結果は次の通りである。

- ・車体前面から車室内に及ぶ右側の変形が、ODB試験56km/hはCTC試験50km/hに比べて小さく、車体右側（衝突側）の客室変形の差が顕著である。
- ・車体右側に発生する衝撃加速度は小さい傾向にあり、車体左側に発生する衝撃加速度はほぼ近似している。
- ・運転席ダミーの傷害値は小さい傾向にある。ただし、傷害項目によって近似した値を示すものもみられる。助手席ダミーの傷害値については、各傷害項目でCTC試験50km/hとの高低差がみられるものもあれば、近似した値を示すものもある。
- ・以上のことから、ODB試験56km/hは、CTC試験50km/hを再現する場合もあれば、そうでない場合もある。車体の変形パターンに違いが生じたのは、本試験で使用した試験車両の場合、オーバーラップ率50%の衝突形態で

のCTC試験において、衝突側の両車サイドメンバーの横方向によるミスマッチが影響したものと考えられる。

衝突速度64km/hのODB試験（ODB試験64km/h）について、ODB試験56km/hおよび試験50km/hと比較した結果は次の通りである。

- ・ODB試験64km/hは、ODB試験56km/hより車体変形が大きい。また、CTC試験50km/hに対して、ODB試験56km/h、64km/hの変形は小さい傾向にある。
- ・運転席ダミーの傷害値はODB試験56km/h、64km/hで大きな差異はみられない。また、CTC試験50km/hに対して両速度でのODB試験は小さい傾向にある。
- ・ODB試験64km/hはODB試験56km/hに比べて、助手席ダミーの傷害値が大きい傾向にあり、CTC試験50km/hとほぼ同値となる傷害項目が多くみられる。

○オフセット前面衝突試験のダミー計測点等の検討（米澤英樹）

ダミーの計測点を試験の再現性と言う観点から検討を行った。過去に実施したJNCAP予備試験から得られたODB試験64km/hによる再現性の結果は以下の通りである。

- ・車体変形、車体加速度、ダミー胸部傷害値（胸部加速度、変位）の再現性は良好である。
- ・頭部、下肢傷害（Tibia Index）の再現性は、胸部傷害値に比べると低い。
- ・以上のことから、本調査で実施されている衝突速度56km/hや60km/hによるODB試験においても、ODB試験64km/hと同様、試験の再現性は良好である可能性が高いと考えられる。

3. 交通システム研究領域

(領域長 松本 陽)

3.1 概 況

3.1.1 試験・研究計画とそのねらい

<試験・研究項目>

交通システム部において、平成14年度に計画した研究項目は、次のとおりである。

- (1) ライトレール・システムの高度化に関する研究
- (2) 操舵台車の高度化・知能化に関する研究
- (3) 電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究
- (4) 複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究
- (5) 鉄道インフラの特性向上に関する研究
- (6) 鉄道の事故防止に関する基礎的研究
- (7) 索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関する基礎的研究
- (8) 都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究
- (9) 都市部における小型循環バスの運行に関する調査
- (10) 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究
- (11) 航空機の地上走行視覚誘導システムの開発評価に関する研究
- (12) 大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究

以上12項目のうち、(11)は、平成14年度に新しく開始する新規研究項目であり、(1)、(2)、(12)は平成14年度をもって終了する研究課題、(9)は単年度実施の調査である。

これらの研究のうち、(1)～(9)が鉄道、索道及び都市交通システムに関する研究で、(10)～(12)が航空に関する研究課題である。

また、研究の目的別に分類すると、都市交通システムの機能向上を目的としたものが(1)、(2)、(8)、(9)、交通インフラの機能向上・有効利用を目的としているものが(4)、(5)、(11)、事故防止策の究明を目的としているものが(3)、(7)、(10)、(12)、事故原因の究明を目的としているものが(6)である。

研究費別の内訳をみると、(1)が特別研究、(10)が科学技術振興調整費の流動促進研究制度による受託研究、(11)が空港整備特別会計による受託研究であり、その他は経常研究である。

また、(2)の課題に関連して東京大学との共同研究及び(財)地下鉄互助会の公益基金による研究補助金による研究を実施する。

<試験・研究のねらい>

上に述べた試験・研究項目毎のねらいは、次のとおりである。

- (1) ライトレール・システムは、アクセス性が良く高齢社会に適しており、建設費、環境にも優れた新しい都市交通システムとして普及しつつあるが、わが国において導入を促進するため、システムの高度化を図る必要がある。そのため、都市景観上の美観を損ねる側面もある架線を無くした架線レス・システム、低床式台車等を利用した走行システム及び高度化した運行システム等の新しいシステムについて、要素技術の研究開発や技術評価手法など総合的な検討を行う。また、現状の路面電車のライトレール化を促進させ、高齢社会の乗客がより利用しやすいシステムとするための検討を行う。
- (2) 都市鉄道における超急曲線から直線高速走行まで対応できる鉄道システムの実現のため、車輪とレール間の接触面の形状や潤滑・摩擦調整などの技術、車輪を操舵したり、左右の車輪が独立して回転できる新しいタイプの台車の運動特性等について、実物大の試験台車を用いた台上実験やシミュレーションを実施し、脱線安全性の向上や摩耗防止などに関する新しい知見を得るものである。
- (3) リニアモータ、永久磁石、超電導磁石、無線等の電磁技術を利用した新しい鉄道システムの開発が進んでおり、これらの新技術に関する安全性評価手法を検討するとともに、これらシステムから発生する電磁界に関する測定方法、評価方法等について検討し、日本に相応しいEMC標準に関する提言を行う。
- (4) 近年、ヨーロッパを中心に普及しているLR

Tは自動車交通との同一空間を効率良く走行させることが重要な課題となっており、また、専用道、一般道路の両方を走行可能な新しい交通システムが開発されている。このような場合、自動車交通と公共交通との協調の取れた信号制御、運行計画が重要である。このため、公共交通と自動車交通の複合ネットワークを考慮した交通シミュレーション手法を開発し、新しい交通システム導入時における、自動車交通との最適な信号制御、運行計画作成法を開発する。

- (5) 近年、従来の軌道構造にとらわれない新しい構造の軌道や分岐器などが開発されており、鉄道施設への適用に対する中立的な技術評価が求められている。また、地震時の構造物と列車の挙動など従来必ずしも十分に究明されていなかった面がある。本テーマは、鉄道インフラ、すなわち軌道や構造物の現状の課題を見いだすとともに、事故防止、低コスト化、高品質化等の観点からそれらの特性の向上を図る。
- (6) 鉄道における事故防止に資する新しい技術について、評価するための基礎資料を得る。また、従来は、事故発生後にその事故原因に基づき個別に対策を施して安全性の向上を図っていたが、鉄道システム全体の安全性を、事故事例の定量的分析、事故に至る確率等の計算を通じて定量的に評価する手法を確立するための基礎資料を得る
- (7) 索道の安全な運行を図るために脱索現象について十分に把握することを目指し、そのために不可欠な技術的課題の1つである実際の施設において使用可能な索輪荷重の測定方法を基礎的部分から研究する。
- (8) 高齢社会に適応した都市交通システムを構築していくために、都市交通システム内の施設内の段差などについて調査分析し、高齢者等の交通弱者にとって移動しやすい交通システムとするため、施設等の構成要素の機能充実度についての評価方法を確立する。
- (9) 都市部において大型バスの運行できない所や、公共輸送機関を利用しにくい所で運行されている小型循環バス等の運行形態の実態を把握し、問題点を抽出し、高齢者や交通弱者により適切で安全な交通手段を確保するための手法についての基礎資料を得る。
- (10) 航空機が雲中から太陽直下に出る時、計器類や視界の確認を誤り、事故を起した例がある。このように順応している明るさの条件が急変す

る際の視覚特性の解明や対処策について検討を行い、操縦士への教示や視覚援助施設の開発等に資することを目的としているものである。

- (11) 航空交通量の著しい空港における安全かつ円滑な地上走行を支援し運航効率の向上を図るとともに、適切な視覚ガイダンスにより低視程運航時における地上走行航空機等の衝突防止を図るために導入が検討されている「先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS)」の中核的要素技術である「走行経路設定システム」、「可変メッセージ型誘導案内灯」及び「走行誘導のための灯火制御システム」について、実証システムの開発及び評価試験を行い、A-SMGCSの実用化導入への橋渡しをすることを目的とする。
- (12) 外界からの視覚情報は大気状態によって変化し、灯光や昼光が霧等によって大気中で散乱し低視程状態になる。また、人は加齢にともない一般に水晶体の光混濁度は増加する傾向を示し、視覚機能が低下する。この研究では、自然条件下では困難な低視程時および視覚特性を考慮した模擬視界生成方法の検討を行うものである。

3.1.2 試験・研究の実施状況と成果

それぞれの試験・研究項目毎の実施状況と成果は、次のとおりである。

- (1) ライトレールシステムの研究としては、地図上に路線を設定して、勾配を考慮した走行車両の特性を入力して、走行シミュレーションを行う従来のシミュレータに加えて、併用軌道上を路面電車と自動車が並行して走行するシミュレータを開発し、これまでの軌道型都市交通システムの比較とともに、併用軌道上を走行可能な新しい都市交通システムと自動車交通との比較が可能となった。また、架線レス・システムの実現について検討し、架線レスの走行システムとしては、現状技術では内燃機関とバッテリーによるハイブリッドシステムがもっとも有効であること、将来技術としては、電気2重層キャパシタを利用した蓄電・回生電力吸収システムが期待されとの結論を得た。走行システムの高度化に関しては、LRT高度化の一形態として、軌道の敷設コストを低減することが可能な、レールのない新しい走行システムについて検討するため、路上に敷設した磁気ネイルと車上セ

ンサーによる非接触誘導案内方式について走行実験を行い、本方式の有効性を確認した。さらに、運行システムの高度化と適用性に関しては、前年度までの研究成果より、GPSを利用したLRT用運行制御装置を開発、製作し、実路線において走行実験を行った結果、マップマッチング等の処理により、LRTの位置がリアルタイムに数m以内で検知でき、出発抑止や高速運転指示が有効に機能することが確認され、実用可能であると判断された。

- (2) 車輪/レール境界の最適化に関する研究としては、車輪/レールの境界面を摩擦調整材により潤滑することにより、台車の曲線通過性能がどれだけ改善されるかを、台車試験機を用いて検証した結果、先頭軸外軌側車輪の脱線係数、後軸両車輪に発生する縦方向すべり偶力など、台車の曲線旋回を阻害する要素はいずれも1/3程度に減少し、曲線通過性能が大きく向上すること、さらに、曲線抵抗の減少により消費エネルギーも3割程度減少することが明らかになった。ボギー角アクティブ操舵台車の研究開発としては、当該方式の基本的特性を検証するため、実物台車に試作アクティブ操舵機構を付加し、台上実験を行った結果、アクチュエータの作動力にほぼ比例して、曲線通過時における台車のボギー不足角は減少し、曲線通過性能の悪化の指標となる先頭軸外軌側車輪の横圧値も顕著に減少していくことが明かになり、本方式の基本的有効性が確認された。
- (3) リニアモータ関連技術の評価手法に関しては、リニア誘導モータの安全性に関して、車上一次方式、地上一次方式に分けて整理しリニアモータの定格決定法等を策定した。また、リニアモータから放射される磁界の測定法について提案し、それに基づいて磁界測定器を開発した。超電導関連技術の評価法に関しては、超電導磁石、電磁石、永久磁石による浮上、推進システムに関する安全性評価手法について検討し、異常検知方式、保護方式等の提案を行った。また、移動する磁石から放射される磁界の測定法について検討した。電磁界の基準に関しては、鉄道から放射される電磁界の基準に関する規格(IEC62236)制定に関して、日本側の磁界担当者として、国内委員会で見解を述べ、国際規格にその意見を反映させた。また、電磁界の測定法に関する標準化委員会(TC106)に参画して、鉄道からの磁界測定法に関する意見を述べた。

- (4) 軌道系公共交通と自動車交通が共存して走行する路線を模擬できるシミュレータを作成し、道路交通信号による自動車の信号待ち及び信号通過が模擬可能となったとともに、自動車交通の阻害にならない公共交通用優先信号の制御方式の設定が可能となった。輸送システムの運行方法に関しては、LRTの有効性について検証するために、高加減速走行、高速走行の効果や交通信号機の系統制御の効果をシミュレータにより定量的に評価し、LRTの有効性を確認した。また、ゴムタイヤを利用した新しいLRTシステムの走行形態について、自動車交通としての走行方法、軌道系交通としての走行方法を整理して、安全かつ効果的な走行方法を提案した。また、電子地図上に公共交通網の路線を設定し、そのネットワークの分布状況をフラクタル次元により解析するソフトウェアを開発し、既存路線の面的充実度や新路線を敷設した場合の路線充実度の向上を事前に評価することが可能となった。

- (5) 我が国ではまだほとんど知られていない樹脂固定型(INFUND)軌道について、測定項目、測定方法等を検討し、営業線に初めて敷設された同軌道構造の曲線部や分岐部について、走行試験を行った結果、各部の応力変位等、営業線におけるINFUND軌道の特性を把握することができた。新型電気転てつ機の安全確保方法を確認するとともに、実際に設置した場合の耐候性、耐振動性等の検証方法、異常時における安全性確認方法等を検討するとともに、開発中の電気転てつ機の実動作、耐久試験に関する評価法について検討した。橋桁の地震時動的挙動に関する研究として、構造物の変位制限に関する在来高速鉄道に対する検討会に参加するとともに、車種の違いによる影響などを考慮して、都市内鉄道への適用の妥当性について検討した。また、地震時動的解析するため、材料強度試験機に2軸方向からの荷重付与を可能とする装置を製作し、支承等の橋梁変位に対する静的荷重負荷特性などに関する基本的実験結果を得た。

- (6) 日本における新交通システムの安全性を定量的に評価するために、各地の新交通システムの調査を行い、ホーム上における安全性、運転中における安全性について分析した結果、自動運転システムについては、フェールセーフ性が確保され、事故事象はなかったものの、ホーム上の事故については、ヒューマンエラーによる事

故が安全性に大きな影響を与えていることが確認された。また、これらの結果を定量的に整理し、事故率として算定した結果、欧米における自動運転システムに比して1桁～2桁程度安全度が高いことが確認された。また、航空鉄道事故調査委員会からの要請に基づき、大井川鉄道で発生した列車脱線事故に関して、「分岐器トングレールの折損解析」を行ったほか、平成14年度中に発生した鉄道事故に関する情報及び報告のあったインシデント情報の収集を行った。

- (7) 索輪の垂直方向荷重の測定を行うために、ロープ荷重により索輪に生じる「圧縮ひずみ」を利用した荷重測定装置を製作し、動的な測定を行う場合の基礎的な特性についての知見を得た。また、ロープによる負荷荷重とロープ速度を変えて動的化自由測定時の測定精度等について検討を行った結果、測定誤差は平均で約10%程度であったが、測定値は比較的大きな振動振幅を持っており、精度向上のために今後の検討が必要である。
- (8) 都市交通システムのバリアフリー化の充実度を図る資料とするため、バス車両の乗降特性についてのデータを収集するため、東京都内のバス交通システムのターミナルでの旅客の乗降特性を観測し、1歩幅の移動時間、手すりの利用率などについて、男女年代別に分類するなど、その乗車特性の差異を明らかにした。
- (9) 隣接する2つの都市について、小型循環バスの運行および利用状況を調査した。その結果、「市内の中心部に鉄道などの幹線輸送機関のある」一方の都市では、小型循環バスの利用者も多く、運行回数も多くでき、幹線道路を運行する既存のバス路線と競合することなく、互いに補間しあう良好な関係を維持しているが、中心部に幹線輸送機関のないもう一方の都市では、鉄道駅まで行くための乗車時間が長くなるため、必然的に循環バスの運行本数も少なくなり、利用しにくく、乗車人数も少ない。さらに、道路の整備状況が悪いため、小型バスでも通れない場所が多く、幹線道路を運行しなければならないため、既存のバスと競合しやすい。これらの解決のためには、幹線道路を運行する既存のバス路線の停留所を循環バスの起点、終点としてそれに乗り継ぐという形態も考えられるなどのことが分かった。
- (10) 順応条件が急変する時の視覚機能について明らかにするため、順応条件急変時の有彩色と

無彩色の識別閾値を経時的に測定した結果、太陽直下から暗黒へ順応条件が急変したとき、有彩色を識別する能力は明所視条件下の10～30倍も低下するのに対し、無彩色は2～3倍の低下で、識別能力は最も早く回復した。また、2色で塗り分けられた物体について、順応条件急変時にどの色の組合せの視認性が高いかを測定し、色相の差より明暗の差が大きい2色ほど視認性が高いことが分かった。さらに、これまで測定した視覚特性のデータをまとめ、順応条件急変時に見える視界を画像解析ソフトを用いて、予測・呈示できるようにした。

- (11) 航空機の走行実態を調査するため、羽田空港の空港面探知レーダー（ASDE）映像による航空機の地上走行実態データの詳細解析を行った結果、夜間は昼間に比べて速度が10%前後低く、A-SMGCSによる適切な視覚誘導で夜間の速度を増大させることができれば、空港の運用効率を上昇させる可能性があることが明らかとなった。誘導路中心線灯を航空機の走行と共に常に先行させて移動点灯する誘導方式（follow green システム）の有効性と灯火点灯制御の方法について、航空会社の保有する操縦訓練のためのフライトシミュレータを活用して調査した。その結果、follow green システムは操縦しやすく、安全性向上に有効であることが明らかとなり、速やかに導入して欲しいとのパイロット等の声が確認された。走行速度もfollow greenによって上昇し、夜間においても昼間並かそれ以上の速度になることが期待できることが明らかとなった。これにより、A-SMGCS導入による走行時間や空港運用効率に及ぼす効果を検討する基礎データが得られた。また、そのシミュレーションによっても、follow greenによれば、走行条件やルートによっては15秒～約1分程度の走行時間短縮効果があるとの試算結果が得られた。また、可変メッセージ型誘導案内灯の機器仕様の検討及びその評価について検討を行った。
- (12) 大気中光散乱の可視化に関する研究として、霧中におけるマトリクス電光表示板の解析を行い、文字パターンや霧の濃度による文字にじみの変化について解析を行った。さらにCG化により文字認識しやすさの評価を行い、見やすさの改善方法について検討を行った。さらに、

薄暮時の昼光の変化を数式化し、屋外CG手法の改善方法について検討を行った。また、模擬視界生成プログラムについては、プログラムの改善を行い、グレア光源による通行人や周辺住民への影響について解析を行った。

<受託試験・研究の実施状況>

国、公団、民間等から受託した試験、調査、研究等の実施状況は、次のとおりである。

- 科学技術振興調整費の流動促進研究制度
 - ・ 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究（テーマ(10)）
- 空港整備特別会計
 - ・ 航空機の地上走行の視覚誘導実証システムの評価に関する研究（テーマ(11)）
- 鉄道事故調査関係（航空・鉄道事故調査委員会からの委託）
 - ・ 大井川鐵道大井川本線家山駅構内列車脱線事故・トンネルの折損に関する解析
- 鉄道の車輪／レール系関係（テーマ(2)関連）
 - ・ 車輪／レール間摩擦調整による台車曲線旋回性能評価実験
- 自動運転システム（無人運転バス）関係（テーマ(3)(4)関連）
 - ・ 愛知万博向け I M T S に関する安全性評価試験及び技術指導
- 鉄道等の電磁界関係（テーマ(3)関連）
 - ・ 中央リニアの鉄道車両磁場に関する調査
 - ・ 鉄道車両の磁界測定に関する研究
- 鉄道のインフラ関係（テーマ(5)関連）
 - ・ C F R P（Carbon Fiber Reinforced Plastics）製鉄道用高欄の構造安全性評価に関する技術指導
 - ・ L R T 対応樹脂固定軌道(INFUND)の試験に関する技術指導
- 新交通システム関係
 - ・ 韓国鉄道技術研究院(KRRI)軽量電鉄試験線の試験計画に関する技術指導
- 鉄道における新技術の安全性関係
 - ・ 踏切障害物検知装置受光器のH I Dライト光による影響試験結果の評価について
 - ・ 軌間可変電車の仕様検討に係る技術指導
- 索道関係（テーマ(7)関連）
 - ・ 単線自動循環式普通索道用握索装置 型式 2
 - ・ 複式単線自動循環式普通索道用握索装置 1

型式

- ・ 単線自動循環式特殊索道用握索装置 4
- 型式
- (財)地下鉄互助会公益基金
 - ・ 「ボギー角アクティブ操舵を用いた急曲線台車の研究開発」(テーマ(2)関連)

3.1.3 試験・研究成果の主な発表状況及び行政、産業界、学会等への貢献

試験・研究によって得られた成果は、所内及び所外の学会等において発表を行った。

発表した主な論文の数は、次のとおりである。

(1) 所内発表

- ・ 「交通安全環境研究所報告」... 3
- ・ 「交通安全環境研究所発表会」... 1 2

(2) 所外発表

- ・ Vehicle System Dynamics... 2
 - ・ Journal of Light & Visual Environment... 1
 - ・ Magnetic Levitation Vehicle'02... 2
 - ・ International Journal on the Science and Technology of Friction Lubrication and Wear ... 3
 - ・ Asia EV Conference... 1
 - ・ 25th European Conference on Visual Perception ... 1
 - ・ 2nd Asian Conference on Vision... 1
 - ・ 土木学会 平成 1 4 年度全国大会第 57 回年次学術講演会... 1
 - ・ 電気学会 産業応用部門全国大会... 3
 - ・ 電気学会 交通・電気鉄道 リニアドライブ研究会... 2
 - ・ 電気学会技術報告... 1
 - ・ 日本機械学会 第 1 1 回交通物流部門大会... 2
 - ・ 第 9 回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2002) ... 8
 - ・ 第 1 4 回「電磁力関連のダイナミックス」シンポジウム... 1
 - ・ 照明学会誌... 1
 - ・ 「鉄道と電気技術」... 2
 - ・ 国際交通安全学会 ITATSS Review... 1
 - ・ 航空灯火工事報告会... 1
 - ・ Dynamics and Design Conference 2002... 1
 - ・ 資源・素材関係学協会合同秋季大会... 1
 - ・ Optics Japan 2002 (日本光学会) ... 1
 - ・ 「電磁環境工学情報 E M C」... 1
- (3) 行政、産業界、学会等への貢献

主な事項は以下のとおり。

- ・ 東京地方検察庁からの要請に基づき、平成 12 年に発生した営団地下鉄日比谷線中目黒駅構内における列車脱線・衝突事故の原因究明に関して、当研究所が警視庁の要請により行った鑑定内容及び運輸省(当時)鉄道事故調査検討会のメンバーとして当研究所が行った現地試験の内容等について、情報提供、技術的助言等を行い、検察庁の処分執行に大きく貢献した。また、警察庁からの依頼に基づき警察大学校に鉄道事故調査に関する講師の派遣を行った。
- ・ 国土交通省航空鉄道事故調査委員会からの要請に基づき、大井川鉄道で発生した列車脱線事故に関して、「分岐器トングレールの折損解析」を行い、事故調査報告書の基礎資料とされるなど、専門的立場から原因究明活動に貢献した。
- ・ 国土交通省からの緊急な要請に基づき、自動車の H I D ランプ前照灯が踏切障害物検知装置に与える影響について、評価試験法を提案し、それに基づいて試験を行って結果、影響が考えられる検知装置の位置、配置を特定し、行政が行う技術指導のための資料に提供した。
- ・ 無人運転バス、索道、特殊鉄道などの新システムの導入に際しての安全性評価、新システムでの電磁環境評価など、行政及び産業界からの要請に基づき、これまでに蓄積した専門的ノウハウを活用して測定、試験等を行い、これらのシステムの実用化促進に貢献した。
- ・ I E C (国際電気標準会議) T C 9 (鉄道関係の技術委員会) W G 3 9 (無人自動運転の標準化)の座長等として国際委員会に出席し、日本側の標準化に関する考えを考慮した規格作成に努力した。
- ・ 国土交通省、財団法人の主催する航空に関する委員会に要請に応じて参加し、中立公正な専門家としての立場から、本年度の研究成果を発表し、委員会審議をリードする重要な知見を提供し、委員会審議に多大な貢献をした。
- ・ 2003 年開催予定の鉄道技術国際シンポジウム(STECH 03)の実行委員長、事務局等、さらに I A V S D 車両運動国際シンポジウムの組織委員、論文委員を努め、これらシンポジウムの日本開催に向けて活動するなど、産学官の連携及び国際交流に貢献した。
- ・ 土木学会主催、日本機械学会・電気学会共催、国土交通省後援の鉄道技術連合シンポジウム(J-Rail 2002)の開催に当たり、実行委員長等を努め、同シンポジウム初の関西開催を成功させ、

産学官連携の推進に貢献した。

- ・ 国土交通省、公団、財団法人、各種協会等の主催する鉄道、索道、航空及び新しい交通システムなどに関する委員会、検討会、研究会に要請に応じて参加し、中立公正な専門家としての立場から、これまで蓄積した研究成果等の知見を基に積極的に活動した。
- ・ 日本機械学会、電気学会、土木学会、照明学会、日本光学会等の学術団体の主催する委員会、研究会等に、要請または自発的に参加し、専門家としてこれまで蓄積した知見を基に積極的に活動し、学会等の活動に貢献するとともに自らを研鑽した。
- ・ 東京大学、東京農工大学、芝浦工業大学等の大学の教官及び学生と研究等に関わる意見・情報交換等を積極的に行い、それぞれの立場から相互に研鑽し、研究の発展、深度化に努めた。
- ・ 「鉄道インフラの特性向上に関する研究」の成果として得られた新しい L R T 用軌道構造の安全性等の評価方法及びそれに基づく試験結果により、平成 14 年度に新しい L R T 用軌道構造が日本で初めて実用化された。
- ・ 当研究所で開発した「車輪・レール間の相対角度の測定方法」や「レール・車輪間の作用力(輪重、横圧)の測定方法」などが、複数の鉄道事業者により採用され、鉄道の安全性向上や測定技術の向上及び普及に貢献した。

3.1.4 試験・研究設備、施設の整備状況

平成 14 年度に整備した主な試験・研究設備、施設は、次のとおりである。

- ・ 可変型行き先情報表示板
- ・ L R T 信号システム基本装置改造

3.2 研究課題別実施状況

3.2.1 事故の原因究明

鉄道の事故防止に関する基礎的研究

水間 毅
佐藤 安弘、大野 寛之
山口 知宏

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

各種の鉄道事故の原因究明をとおり、事故防止のために必要な技術開発や改善事項を抽出するための資料を得る。また、従来は、事故発生後にその事故原因に基づき個別的に対策を施して安全性の向上を図ってきたが、鉄道システム全体の安全性を、事故事例の定量的分析、事故に至る確率等の計算を通じて定量的に評価し、弱点を重点的に補強することによりシステム全体の安全度を向上させるための手法について、基礎的な研究を行う。

2. 試験研究概要

事故やインシデントの事例調査とともに、重大事故または特異な事故が発生した場合は必要に応じて調査・解析を行い、事故分析・事故予測手法に関する基礎的研究を行う。また、鉄道システム全体の安全性を、事故事例の定量的分析、事故に至る確率等の計算を通じて定量的に評価するための手法について、基礎的な研究を行う。

3. 成果概要

○鉄道事故の分析手法に関する研究（大野寛之）

平成14年度中に発生した鉄道事故に関する情報及び報告のあったインシデント情報の収集を行った。

収集した情報を、大まかな段階から詳細な原因へと論理追求し、根本原因とその発生に至る経路を明確に分析するにあたり、FTA (Fault Tree Analysis) が有効な手法として適用可能であるとの結論に達した。

○鉄道システムにおける安全性の定量的評価手法の研究（水間 毅）

日本における新交通システムの安全性を定量的に評価するために、各地の新交通システムの調査を行い、ホーム上における安全性、運転中における安全性について評価した。その結果、自動運転システムについては、フェールセーフ性が確保さ

れ、事故事象はなかったものの、ホーム上の事故については、ヒューマンエラーによる事故が安全性に大きな影響を与えていることが確認された。また、これらの結果を定量的に整理し、事故率として算定した結果、欧米における自動運転システムに比して1桁～2桁程度安全度が高いことが確認された。一方、実路線に設定した信号コイルを模擬し、コイル異常時に対する車両運行を模擬できるシミュレータの検討を行い、基本的なフェールセーフ性の確認を行った。

3.2.2 事故防止策の究明

電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究

水間 毅
佐藤 安弘、大野 寛之
山口 知宏

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

リニアモータ、永久磁石、超電導磁石、無線等の電磁技術を利用した新しい鉄道システムの開発が進んでおり、これらの新しい技術に関する安全性評価手法を検討するとともに、こうしたシステムから放射される電磁界に関する測定方法、評価方法等も検討し、日本に相応しいEMC標準に関する提言を行う。

2. 試験研究概要

平成12年度はリニアモータ駆動・空気浮上式交通システム(ALM)や永久磁石ベルト駆動交通システム(BTM)の安全性評価手法の検討、実システムによる走行試験、評価を実施した。13年度は磁気ネイルを利用した自動運転システム(IMTS)や超電導磁石を利用した交通システムの安全性評価手法の検討、実システムによる走行試験、評価を実施した。また、鉄道から放射される磁界の測定法に関する検討を行い、基本的な磁界測定を実施した。14年度は引き続きIMTSに関する安全性評価を実施するとともに鉄道から放射される磁界を正確に測定する測定器を開発し、測定を実施した。

3. 成果概要

○リニアモータ関連技術の評価手法の検討（水間 毅）

リニア誘導モータの安全性に関して、車上一次

方式、地上一次方式に分けて整理しリニアモータの定格決定法等を策定した。また、リニアモータから放射される磁界の測定法について提案し、それに基づいて磁界測定器を開発した。

○超電導関連技術の評価法の検討（水間 毅）

超電導磁石、電磁石、永久磁石による浮上、推進システムに関する安全性評価手法を検討し、異常検知方式、保護方式等の提案を行った。また、移動する磁石から放射される磁界の測定法について検討し、それらに基づいて磁界測定器を開発した。

○電磁界の基準に関する調査（山口知宏）

鉄道から放射される電磁界の基準に関する規格（IEC62236）制定に関して、日本側の磁界担当者として、国内委員会で意見を述べ、国際規格にその意見を反映させた。

また、電磁界の測定法に関する標準化委員会（TC106）に参画して、鉄道からの磁界測定法に関する意見を述べているところである。

索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関する基礎的研究

佐藤 久雄
千島美智男、細川 成之

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目 的

索道では、搬器走行中に索輪荷重が変動すると輪重抜けなどが生じ、場合によっては脱索・脱輪に至り安全な運行に支障をきたすことがある。このため、索道において搬器走行中の索輪荷重を測定・把握することは、安全な運行を図る上で重要な事項である。しかし、実際の索道施設において索輪荷重を動的に測定した例はほとんどみうけられない。そこで、本研究では、索輪荷重の測定方法について検討を行い、実際の施設で使用可能な索輪荷重の測定方法を提案するとともに、索輪荷重を測定することにより脱索に至る過程での輪重変動を明らかにし、脱索防止並びに脱索現象の究明に資することを目的とする。

2. 試験研究概要

平成12、13、14年度は、索輪に作用する垂直方向荷重について、実際の施設で使用可能な測定方法について索輪のひずみを利用した測定方法の検討を行うとともに、室内の実験装置により

静的及び動的な特性の確認を行った。平成15年度は、索輪荷重の測定方法における測定精度の向上について実験により検討を行う。また、これまでの脱索事故について調査を行い、脱索発生要因の抽出を行うとともに、ロープと索輪との接触条件を変化させるための装置の試作ならびに予備の実験を行う。平成16、17年度は、索輪形状の違いが、ロープと索輪との接触条件を変化させた場合の輪重変動等と与える影響について検討を行う。

3. 成果概要

○索輪荷重の測定方法に関する研究（細川成之）

本年度は、荷重測定用索輪により動的に荷重測定を行う場合のデータ・サンプリング方法及びデータ処理方法等についての検討を行った。索輪荷重データは、索輪上の8カ所に設置したひずみゲージで測定され、テレメータを介してデータ収録装置に記録する方法をとっている。索輪に取付けたひずみゲージは、その直上位置の感度が最も高いため、この点のデータのみを選択的に抽出するための処理プログラムを作成した。また、ひずみデータを工学値に連続的に変換し、グラフ化するプログラム等を作成した。

○索輪荷重の動的な測定及び安全確保に関する研究

本年度は、索輪に作用する垂直方向荷重の動的な測定方法について、索輪に対する垂直方向荷重及びロープの運転速度を変えた場合について室内実験により検討を行った。

その結果、索輪で測定した荷重値は、輪軸支持部に設置した較正用のロードセルで測定した値に比べて荷重変動が大きく測定される結果となった。また、ロープ速度が増すにしたがいロードセルの測定値より若干低くなる傾向を示した。

索輪上での測定値がロードセルによる測定値よりも変動する値をとったことについては、索輪とロープとの接触条件が関係することが考えられる。ロープの表面形状は素線とストランドにより一様ではなく、索輪とロープは索輪表面のゴム面を介して接触し、その面積は負荷荷重等により変化する。供試索輪に配したひずみゲージは、その直上位置で最も感度が高くなるため、荷重分布が変化する場合には測定値の変動となって測定が測定される考えられる。

また、ロープ速度が高い場合に索輪上での測定値がロードセルによる測定値に比べて平均して低い値を示したのは、ロープによるの索輪の接線方向の力が増大したためではないかと考えられるが、速度依存性も含めて詳細な検討が必要であると考えている。

今後は、実験結果をふまえてより精度の高い測定方法を検討してゆく所存である。

順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究

塚田 由紀

豊福 芳典、青木 義郎

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

航空機が太陽直下から雲中に入るとき、計器類や視界の確認を誤り、事故をおこした事例がある。このように順応している明るさの条件が急変する時の視認性の低下が大惨事を招く可能性があるため、こうした場合の視覚特性の解明、対処策の検討が必要である。

本研究では、順応条件の急変時における視覚機能に関する基礎的データを提供することにより、操縦士への教示、視覚援助施設の開発等に資することを目的とする。

2. 試験研究概要

飛行中の視環境に関する情報を収集し、これを基に太陽直下の順応条件を再現できる実験装置の設計・作成を行い、順応条件急変時の視覚特性(コントラスト感度、色の見え、有効視野範囲等)の測定を行う。

3. 成果概要

順応条件急変時の有彩色と無彩色の識別閾値を被験者の主観が少ない2者択一強制選択法により経時間的に測定した。その結果、太陽直下から暗黒へ順応条件が急変したとき、有彩色を識別する能力は明所視条件下の10～30倍も低下するのに対し、無彩色は2～3倍の低下で、識別能力は最も早く回復した。

2色で塗り分けられた物体について、順応条件急変時にどの色の組合せの視認性が高いかを測定し、色相の差より明暗の差が大きい2色ほど視認性が高いことが分かった。また、個人差は大きいですが、白と青の組合せの視認性が高い傾向がみられた。

さらに、これまで測定した視覚特性のデータをまとめ、順応条件急変時に見える視界を画像解析ソフトを用いて、予測・呈示できるようにした。

大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究

青木 義郎

豊福 芳典、塚田 由紀

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

屋外の観測者が知覚・認識するビジュアル情報は、大気の混濁や知覚特性の加齢変化により劣化し、航空機事故等の交通事故に影響することが多い。これらの解析を、自然条件下で種々の条件について被験者実験を行うことは困難であり、十分な解析がなされていないのが現状である。この研究では、視覚特性や大気特性を考慮した模擬視界生成方法の検討を行うとともに、それによる各種視覚援助施設の評価を実施する。

2. 試験研究概要

大気特性並びに視覚特性を考慮した、高精度かつ高速な模擬視界生成手法の開発を目指す。また、模擬視界生成により種々の視環境について解析評価を行い、新しい視覚援助施設の検討や従来施設の改善方法について検討を行う。

3. 成果概要

○大気中光散乱の可視化に関する研究(青木義郎)

霧中におけるマトリクス電光表示板の解析を行い、文字パターンや霧の濃度による文字にじみの変化について解析を行った。さらにCG化により文字認識しやすさの評価を行い、見やすさの改善方法について検討を行った。

薄暮時の昼光の変化を数式化し、屋外CG手法の改善方法について検討を行った。

○知覚・認知特性から見た共生条件(青木義郎)

模擬視界生成プログラムの改善を行い、グレア光源による通行人や周辺住民への影響について解析を行った。

3.2.3 都市交通システムの機能向上

ライトレール・システムの高度化に関する研究

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏

研究開始時期 平成12年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

ライトレールシステムは、アクセスが良く高齢化社会に最適であり、建設費、環境にも優れた新しい都市交通システムとして普及しつつあるが、日本においても実状に適した導入が望まれている。従って、日本に適した、架線レス、走行システムの高度化、運行システムの高度化が実現されるライトレールシステムの研究を実施して、現状の路面電車のライトレール化を促進させ、高齢化社会対応、移動制約者保護の観点からの、優れたシステムを供する。

2. 試験研究概要

(1) LRT車両の走行シミュレーションにより、エネルギー、環境影響、走行ダイナミックス等を総合的に評価可能なシミュレータを開発する。

(2) バッテリー駆動、ハイブリッド方式等各種の架線レス走行システムのLRTへの適用性を検討し、その可能性を評価する。

(3) 独立回転台車、1軸台車等新しい走行システムのLRTへの適用性を実験装置等により検討する。

(4) 運行システムの技術を調査し、LRTに相応しいシステムを製作して、実走行を含めた試験を実施した上で、実用可能性を評価する。

3. 成果概要

(1) ライトレールシステムの総合評価（水間 毅）

地図上に路線を設定し、勾配を含めた路線を走行する車両の特性を入力して、走行をシミュレートするシミュレータの他に、併用軌道上を路面電車と自動車が行き交う走行するシミュレータを開発し、新しい都市交通システムの比較とともに、併用軌道上を走行可能な新しい都市交通システムと自動車交通との比較が可能となった。

(2) 架線レス・ライトレールシステムの研究（大野 寛之）

架線レスの走行システムとして、現状技術では内燃機関とバッテリーによるハイブリッドシステムがもっとも有効であることが導かれた。そこで

市販のハイブリッド自動車をベースにした実験車両を制作し走行実験を行った。

将来技術として電気2重層キャパシタを利用した蓄電・回生電力吸収システムについての理論的検討を行った。キャパシタを直並列に接続し高電圧対応を行うとともに、個別セルの充放電を適切に管理することにより、キャパシタは架線レス・ライトレールの電源デバイスのように留まらず、ハイブリッド車両や通常の電車の回生電力吸収デバイスとしても有効であるとの知見を得た。

(3) 走行システムの高度化に関する研究（佐藤安弘）

LRT高度化の一形態として、レールのない新しい走行システムを検討した。これにより、軌道の敷設コストを低減することが可能である。従来のレールに代わる案内方式として、磁気センサーによる非接触誘導案内が実用段階にあると判断された。このため、磁気センサーにより、地上に敷設した磁気マーカに対する車両走行軌跡の左右変位とマーカの磁気極性を測定できる装置を試作し、走行実験を行った。その結果、位置検知精度速度応答性、データの再現性等から本案内方式が有効であることが確認された。

(4) 運行システムの高度化と適用性に関する研究（山口知宏）

前年度までの研究成果より、GPSを利用したLRT用運行制御装置を開発、製作し、実路線において走行実験を行った。その結果、マップマッチング等の処理により、LRTの位置がリアルタイムに数m以内で検知でき、出発抑止や高速運転指示が有効に機能することが確認され、実用可能であると判断された。

操舵台車の高度化・知能化に関する研究

松本 陽

佐藤 安弘、大野 寛之

水間 毅

研究開始時期 平成12年4月

研究終了予定時期 平成16年3月

1. 目的

都市鉄道における保守低減などが可能となる超急曲線から直線高速走行まで対応できる鉄道システム実現のため、操舵台車の運動特性などの研究課題について、実物大試験台車を用いた台上実験やシミュレーションを実施し、新しい知見を得る。

2．試験研究概要

(1) 2軸ボギー操舵台車の最適化に関する研究

試験台車を用いた急曲線通過実験等を台車試験機上でを行い、独立回転車輪を用いた操舵台車の最適化について研究する。

(2) 車輪/レール境界の最適化に関する研究

台車の曲線通過性能を向上させ、レールの異常摩耗を減少させることを目的として、車輪踏面とレール頭頂面の潤滑および形状の最適化について研究する。

(3) アクティブステアリングに関する研究

車軸を特に操舵せず、台車枠のみを車体に対してアクティブに操舵することにより、簡素な構造で、曲線通過性能の向上を図る方法等について、台車試験機による実物大試験を中心に研究する。

(4) 模型実験装置による実験

1軸台車の模型実験装置を用いて、ステアリング制御方法、測定方法などに関する基礎的知見を得る。

3．成果概要

(1) 2軸ボギー操舵台車の最適化に関する研究（佐藤安弘）

新たに車輪踏面形状を変更した試験台車を用いた急曲線通過実験を台車試験機上でを行い、横圧、垂直圧、接線力、輪軸アタック角、輪軸左右変位等の測定を行った。その結果、当該車輪踏面形状における曲線通過性能に関する基本特性を把握することができた。

(2) 車輪/レール境界の最適化に関する研究（松本陽）

車輪/レールの境界面を摩擦調整材により潤滑することにより、台車の曲線通過性能がどれだけ改善されるかを、台車試験機を用いて検証した。この結果、曲線通過時の旋回性能の向上については、先頭軸外軌側車輪の脱線係数、後軸両車輪に発生する縦方向すべり偶力など、台車の曲線旋回を阻害する要素はいずれも1/3程度に減少し、曲線抵抗の減少により消費エネルギーも3割程度減少することが明らかになった。

(3) ボギー角アクティブ操舵台車の研究開発（松本陽）

本方式の基本的特性を検証するため、実物台車に電動アクチュエータ方式の試作アクティブ操舵機構を付加し、台上試験により実験を行った。この結果、アクチュエータの作動力にほぼ比例して、

曲線通過時における台車のボギー不足角は減少し、曲線通過性能の悪さの指標となる先頭軸外軌側車輪の横圧値も顕著に減少していくことが明らかになり、本方式の基本的有効性が確認できた。

(4) 模型実験装置による実験（大野寛之）

前年度に引き続き模型による実験を行い、データの収集を行った。

都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究

日岐 喜治

柳沢 治茂

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1．目的

高齢社会に適応した都市交通システムを構築していく上で必要な交通システムの段差等の構成要素について調査分析し、高齢者等の交通弱者にとってより移動しやすい交通システムの改善に資するため、都市交通システムの機能の充実度についての評価方法の提案を行う。

2．試験研究概要

平成13年度は、都市交通システムにおける構成要素の機能について、分析方法の検討を行う。平成14年度から平成15年度は、各種機能の利用実態についての調査分析を行う。平成15年度以降は、調査分析を行うとともに、評価基準の選定を行い、機能の充実度についての検討を行う。

3．成果概要

○都市交通システムの機能の充実度についての調査分析（日岐喜治、柳澤治茂）

東京都内のバス交通システムのターミナルでの旅客を男女年代別に分類し、その乗車特性の差異を明らかにした。

バス車両に乗りこむときの1歩幅の移動時間に関しては、男女とも30歳～49歳までがもっとも短く平均値は1.28秒である。また、男女とも30歳～49歳以降については、年代が上がるのにしたが、乗り上げ時間が長い。男性高齢者の平均値は1.67秒であり、女性高齢者の平均値は1.54秒である。手すりの使用に関しては、男女とも高齢者の使用する割合が高く、男性の高齢者の25%が使用しており、女性高齢者の32%が使用している。

都市部における小型循環バスの運行に関する調査

柳澤 治茂

日岐 喜治

研究開始時期 平成14年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

近年、都市部において大型バスの運行できない所や、公共輸送機関を利用しにくい所で小型の市内循環バス等が運行されているが、今後高齢化が進展するにつれて、高齢者や交通弱者にとって、これらの必要性がますます高まるものと考えられる。このため、これらの運行形態の実態を把握し、問題点を抽出し、都市交通の観点から、高齢者や交通弱者により適切で安全な交通手段を確保するための手法についての基礎資料を得る。

2. 調査概要

都市部における小型循環バスの運行形態の実態を把握し、問題点の抽出を行うとともに、これらの運行に関して、都市交通の観点から、高齢者や交通弱者により適切で安全な交通手段を確保するための手法についての基礎資料を得る。

3. 成果概要

隣接する2つの都市について、そこでの小型循環バスの運行および利用状況を調査した。その結果、1. 市内の中心部に鉄道などの幹線輸送機関のある都市では、そこを起点、終点として、乗車時間を短くできるため、小型循環バスの利用者も多く、運行回数も多くでき、幹線道路を運行する既存のバス路線と競合することなく、互いに補間しあう良好な関係を維持している。2. 中心部に幹線輸送機関のない都市では、そこまで行くための乗車時間が長くなるため、必然的に運行本数も少なくなり、利用しにくく、乗車人数も少なく、行政側からの補助も必要である。また道路の整備状況が悪く、小型バスでも通れない場所も多いため、幹線道路を運行しなければならないため、既存のバス路線を通らざるを得ない所もあり、競合しやすい。これらの解決のためには、幹線道路を運行する既存のバス路線の停留所を循環バスの起点、終点としてそれに乗り継ぐという形態も考えられる。などのことが分かった。

3.2.4 交通インフラの機能向上・有効活用

複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

近年、ヨーロッパを中心に普及しているLRTは自動車交通との同一空間を効率良く走行させることが重要な課題となっており、また、専用道、一般道路両方を走行可能な新しい交通システムが開発されている。このような場合、自動車交通と公共交通の協調の取れた信号制御、運行計画が重要である。このため、公共交通と自動車交通の複合ネットワークを考慮した交通シミュレーション手法を開発し、新しい交通システム導入時における、自動車交通との最適な信号制御、運行計画作成法を開発する。

2. 試験研究概要

自動車交通と公共交通（軌道系）の両方の走行を同一空間でシミュレートする手法を開発する。自動車交通については、自動車個別の走行を模擬し、公共交通については、交通信号機以外に優先信号機に対する走行も可能として停留所での停車、乗降客による停車時間も模擬した動的なシミュレーション手法を開発する。

3. 成果概要

(1)輸送システムの運行方法に関する研究（水間毅）

LRTの高加減速、高速走行の定量的評価や交通信号機の系統制御の効果の定量的評価が可能なシミュレータによる、LRTの有効性を確認した。また、ゴムタイヤを利用した新しいLRTシステムの走行形態について、実システムを基に検討し、自動車交通としての走行方法、軌道系交通としての走行方法を整理して、安全かつ効果的な走行方法を提案した。

(2)運行経路・制御の最適化に関する研究（佐藤安弘）

軌道系公共交通と自動車交通が共存して走行する路線を模擬できるシミュレータを作成した。本シミュレータにより、道路交通信号による自動車

の信号待ち及び信号通過が模擬可能となったとともに、自動車交通の阻害にならない公共交通優先信号の制御方式の設定が可能となった。

(3)ネットワーク充実度評価法に関する研究（大野 寛之）

電子地図上に公共交通網の路線を設定し、そのネットワークの分布状況をフラクタル次元により解析するソフトウェアを開発した。これにより、既存路線の面的充実度や新路線を敷設した場合の路線充実度の向上を事前に評価することが可能となった。また、設定路線における駅配置を、人口分布データを基に最適化する機能により、利用者の利便性を評価するとともに、路線計画の支援にも有効なことが確認された。

鉄道インフラの特性向上に関する研究

佐藤 安弘

水間 毅、大野 寛之

研究開始時期 平成13年4月

研究終了予定時期 平成17年3月

1. 目的

近年、従来の軌道構造にとらわれない新しい構造の軌道や分岐器などが開発され、鉄道施設への新技術の適用に対する中立的な技術評価が求められている。また、地震時の構造物と列車の挙動など従来必ずしも十分に究明されていなかった面がある。このため、鉄道インフラ、すなわち軌道や構造物の現状の課題を見いだすとともに、事故防止、低コスト化、高品質化等の観点からそれらの特性の向上を図る。

2. 試験研究概要

(1) 新型軌道構造の評価に関する研究

コンクリート床版樹脂充填式等新しいタイプの軌道構造について調査し、実路線への導入にあたり、強度や安全性等の評価方法について研究する。

(2) 新型電気転てつ機の評価に関する研究

各種の小型一体型の転てつ機について調査し、実路線への導入にあたり、転てつ機能や安全性等の評価方法について研究する。

(3) 橋桁の地震時動的挙動に関する研究

新たな軌道構造や車両構造に応じた走行安全上等から見た構造物の変位制限に関する調査等を行い、地震時の橋桁の動的挙動に関する知見を得る。

3. 成果概要

(1) 新型軌道構造の評価に関する研究（佐藤安弘）

我が国ではまだほとんど知られていない樹脂固定型（INFUNDO）軌道について、昨年度の予備的な測定に基づき測定項目、測定方法等を検討し、営業線に初めて敷設された同軌道構造の曲線部や分岐部について、走行試験を行った。その結果、各部の応力変位等、営業線におけるINFUNDO軌道の特性を把握することができた。

(2) 新型電気転てつ機の評価に関する研究（水間 毅）

電気転てつ機は、新幹線や在来線で普及しているものの他に、近年では、LRT用に併用軌道上に設置できる小型、軽量のものがヨーロッパにおいて実用されており、また、日本でも実用段階にある。これらについては、転てつ動作のフェールセーフの検証はもちろんのこと、自動車交通（主に大型トラック）の振動や重量にも耐え、かつ併用軌道上であるため、保守・点検作業の簡易性が求められている。本研究では、これらの新しい電気転てつ機の動作原理を把握し、その安全確保方法を確認すると共に、実際に設置した場合の耐候性、耐振動性等の検証方法、異常時における安全性確認方法等を検討した。また、開発中の電気転てつ機の実動作、耐久試験に関する評価法の検討を実施した。

(3) 橋桁の地震時動的挙動に関する研究（佐藤安弘）

構造物の変位制限に関しては、主として委員会活動により、設計地震動と構造物の影響を考慮した列車の走行性解析等に関する資料を得た。これらは主に在来高速鉄道におけるデータに基づくものであるが、車種の違いによる影響など、都市内鉄道を含めた適用の妥当性を検討している。

また、地震時動的解析への入力条件などを整理する際の基礎資料とするため、1軸方向の動的な圧縮引張機能を有する材料強度試験機にもう一方からの静的な荷重負荷機能を付与し、2軸方向からの荷重付与を可能とする装置を製作し、材料強度試験機を用いた実験を行った。その結果、支承等の橋梁変位に対する静的荷重負荷特性など基本的な特性を得ることができた。

航空機の地上走行視覚誘導システムの開発評価に関する研究

豊福 芳典

青木 義郎、塚田 由紀

研究開始時期 平成14年4月

研究終了予定時期 平成18年3月

1. 目的

航空交通量の著しい空港における安全かつ円滑な地上走行を支援し運航効率の向上を図るとともに、適切な視覚ガイダンスにより低視程運航時における地上走行航空機等の衝突防止の強化を図るため、先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS)の実用化が求められている。

このため、同システムの中核的要素技術である走行経路設定システム、可変メッセージ型誘導案内灯及び走行誘導のための灯火制御システムについて、実証システムの開発及び評価試験を行い、A-SMGCSの実用化導入への橋渡しをすることを目的とする。

2. 試験研究概要

走行時間短縮、航空機同士の干渉機会の低減、滑走路待ち時間の短縮等を実現する滑走路、駐機スポット間の最適な地上走行経路と個々の航空機の誘導計画を自動的に立案する経路設定システムを開発する。

また、誘導路中心線灯等の灯火の選択的点灯制御によって、立案された走行経路と計画にしたがって個々の航空機を視覚的に誘導する具体的な方式と灯火制御システムを開発する。

あわせて、A-SMGCSにおいて新たに導入されることとなる可変メッセージ型誘導案内灯について、適切に視認性を確保するための輝度要件、表示内容等を検討し、プロトタイプの開発と使い方の提案を行う。

3. 成果概要

○航空機の走行実態の調査解析(豊福芳典)

・平成13年度に行った羽田空港の空港面探知レーダー(ASDE)映像による航空機の地走行実態調査のデータの詳細解析を行った。

・延べ12時間分の477機のデータを対象に、誘導路別、時間帯別、機種別の平均走行速度を明らかにした。これらは経路設定システムに反映させて、その精度向上を図ることができた。

・また速度解析の結果、夜間は昼間に比べて速度が10%前後低いこと、したがって、A-SMGCS

による適切な視覚誘導で夜間の速度を増大させることができれば、空港の運用効率を上昇させる可能性があることが明らかとなった。

・さらに、複数の走行ルート選択肢のある場所について、各ルートの選択頻度とスポット又は時間帯等との関係を解析し、現状の走行ルートの選択ルールを把握した。これにより、走行シミュレーションの精度向上が可能となった。

○灯火点灯制御方式に関する研究(豊福芳典)

・個々の航空機の進行方向の誘導路中心線灯をその航空機の走行と共に常に先行させて移動点灯する誘導方式(follow green システム)の有効性と灯火点灯制御の方法について、航空会社の保有する操縦訓練のためのフライトシミュレータを活用して調査した。

・羽田空港の一部区間を対象とし、シミュレータにfollow green システムを組み込み、現役パイロット10名による模擬操縦を行い、航空機の挙動データ採取及びパイロットアンケートを実施した。

・その結果、follow green システムは操縦しやすく、安全性向上に有効であることが明らかとなった。また、速やかに導入して欲しいとのパイロット等の声が確認された。

・灯火の先行点灯距離は約400m程度が最も有効であることが明らかとなった。

・前方に先行機がある場合、特に夜間及び低視程時にはその直後の3~4灯を消灯することが衝突防止に有効であることが明らかとなった。

・走行速度もfollow greenによって上昇し、夜間においても昼間並かそれ以上の速度になることが期待できることが明らかとなった。これにより、A-SMGCS導入による走行時間や空港運用効率に及ぼす効果を検討する基礎データが得られた。

・一方、交差点で一旦停止して他機の交差点横断を待って再スタートする場合の遅れ時間は、灯火によって誘導する方が現状のパイロット判断に任せる場合より大きくなりむしろfollow greenを導入したときの効率低下要因であることが明らかとなった。

・follow greenを導入した場合の誘導路線形別速度の他、先行機との間隔距離、交差点通過所要時間、交差点進入速度、停止前後の減速度及び加速度、滑走路からHi-taxへの離脱速度等のデータが得られた。

○経路設定に関する研究(青木義郎)

・ASDEの走行実態データの解析結果に基づき走行シミュレーションの精度向上を図った。また、そのシミュレーションにより、「灯火点灯制御方式に関する研究」で得られたデータからfollow greenによる走行時間は、走行条件やルートによっては15秒～約1分程度の短縮効果があるとの試算結果が得られた。

・経路設定プログラムに対し、滑走路待ち時間を最短化するためにスポット出発の時間やスケジュールを調整する最適スケジュールリングの機能付加を行った。また、それにより走行シミュレーションを行ったところ、滑走路待ち時間は機能付加により大幅に短縮し、誘導中に起こる遅延時間の5割以上低減できる場合があり、さらにその走行時間の短縮は運航密度が高くなるほど効果が現れやすいことが確認された。

○可変メッセージ型誘導案内灯の機器仕様に関する研究（豊福芳典）

・可変メッセージ型誘導案内灯のプロトタイプとして、羽田空港に設置して運航中パイロットの視認評価試験に供することを予定して、行き先誘導路名を表示する部分のLED方式表示板を試作した。

・仕様決定に当たっては、前年度までの研究成果を踏まえ、必要な輝度、色度が十分実現できるLED素子を選択した。

・特に問題となったのは、羽田空港の場合、臨海部であるため塩害の影響が大きく、表示面を大気に晒したのではLED素子及びそのベース部分が短期間で劣化・破損すること、冷却も空気循環のファン方式では内部の電子機器が機能喪失すること、これを避けるため密閉式構造とすれば温度上昇が許容原稿を超えること等であった。

・このため、表示面には高強度で高透過率のアクリルカバーを装着し、それによる太陽光反射を防止するための反射防止膜を貼付し、筐体を密閉式構造として、空気循環を伴わない強制冷却装置を備えることで解決した。

・さらに、表示の自動運転、自動輝度制御、自動データログ機能等を開発し、運用中の空港における評価試験の表示を無人で行えるようにした。

○可変メッセージ型誘導案内灯の評価に関する研究（塚田由紀）

・当研究所自動車試験場において、航空機上からの視界を模擬し、上記プロトタイプの視認評価試験により、表示・点灯条件の検討を行った。

・その結果、昼間においては表示輝度を3,000cd/m²とすれば、良好な視認性が得られることが分かった。

・表示色度についても評価し、若干の微調整でほぼ現行の誘導案内灯との違和感がなくなること、さらに、これを実運用中の空港に設置して評価試験に供しても問題ないことを確認した。

・更に、上記プロトタイプを羽田空港に設置し、運航中のパイロットによる視認評価試験を行った。

・その結果、可変メッセージ型誘導案内灯は、視覚誘導手段の一つとして有効であること、事前検討した点灯条件で表示すれば視認性確保の面で実運用にも大きな問題がないことが分かった。

・可変メッセージ型誘導案内灯の実用化導入を進めるに当たっての留意点や早期導入の要望などのパイロットの声を確認した。

・表示板の低視程時の視認性について、当研究所低視程実験棟において視覚実験を行い現行のものと同じ明るさで表示した場合に、ほぼ同等の視認性を有することが明らかとなった。

3.3 受託試験研究課題別実施状況

3.3.1 事故防止策の究明

愛知万博向けITSに関する安全性評価試験及び技術指導

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏、千島美智男

細川 成之

研究開始時期 平成14年12月

研究終了時期 平成15年2月

1. 目的

最新のITS技術を用いて、バスをベースとした車両が専用道にて自動運転・隊列走行を行うシステムであるITSを「愛知万博」の会場内輸送の一つとして導入するため、その安全性を確認するための試験等について、実施方法や測定方法等についての技術指導を求めるとともに、試験結果についての評価を行う。

2. 試験研究概要

試験は、以下の各項目について行った。

隊列走行試験では、信号保安系に関して各種機能の確認及び故障時に対するフェールセーフ性の確認を行うとともに、3重故障想定時の車両挙動

を確認する。光車車間通信試験では、光車車間通信のみによる3台隊列走行を行う。また、走行中の無線車車間通信と光車車間通信の自動切替を確認するほか、無線車車間通信・光車車間通信とも断の場合の隊列自動停止を確認する。さらに、光車車間通信どうしの隊列内及びすれ違いを行う隊列間の干渉がないかを確認する。可動安全壁の試験では、操舵制御異常により車両が所定コースを逸脱したときを想定して、可動安全壁に車両を衝突させ、各部の強度等を確認する。隊列合流試験では、合流時の隊列車間距離のばらつき等を確認するとともに、合流中における多重故障時の車両挙動を確認する。連動機能試験では、信号保安系の実機による動作の確認を行う。

3. 成果概要

隊列走行試験の結果、勾配、荷重条件、路面状況に依存することなく、ほぼ所定のブレーキ性能が得られ、ブレーキ距離のばらつきは少なかった。従って、現状の速度・車間距離、停止位置であれば、3重故障まで考えた最悪故障時においても衝突することなく停止できるものと判断する。ただし、路面凍結時やブレーキ故障時で想定される μ を超えた場合は、その限りでないため、運行停止するなどの対応が必要である。また、最悪時には保安ブレーキが動作し、そのブレーキの機能は確認され、通常に動作すれば安全に停止できることは確認されたものの、保安ブレーキ動作（二重系）の信頼性には十分留意する必要がある。合流部では、通常走行では問題なく合流できることが確認された。また、車両の各位置、タイミングにおいて、故障（車車間異常、多重故障、位置認識異常等）を発生させた場合でも、十分な余裕距離を持って停止できることを確認した。従って、合流に関しての安全性は十分確保されると判断できる。ただし、故障等発生後の復旧方法等については整理しておく必要がある。

光車車間通信については、無線車車間通信との切り替え、隊列内の車両間における光通信の干渉、車群間における光通信の影響などについて、エラー等の問題は見られなかった。また、太陽光による影響の有無や、汚れに対する影響度についても、博覧会期間においては通信エラーを生じる可能性は低いと判断できるが、開業前の現地確認が望まれる。

可動壁の強度については、営業運転時に最悪想定される速度及び進入角度で車両を可動安全壁に

衝突させた結果、可動壁の受ける最大荷重及びガイド輪の最大荷重は可動壁の許容荷重を下回っているため、強度上の問題はないものと思われる。

また、可動壁を含む連動機能、信号保安系故障時の動作とも確認され、異常、故障発生時にはフェールセーフ側に動作することを、一部実車を使用して確認した。従って、地上側衝突防止装置による隊列車群間の安全性は、確保されると思われる。しかし、愛知万博の路線は複雑であるため、その一部システムを模擬した試験をもとに全て安全とは言いきれないため、別途動的なシミュレータを作成して検証する必要がある。また、停止後の復旧動作方法については、デッドロックを生ずることのないように配慮する必要がある。

以上の結果より、愛知万博IMTSの安全性を確認するための試験等を実施した結果、特に問題はなく、最悪想定される故障時等の安全性も確保されることを確認した。但し、異常時等における運行停止後の復旧動作等、実際の運行に関わる現地での確認やマニュアル等の整備が肝要である。

中央リニアのシステム技術開発（磁界）に関する調査

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏

研究開始時期 平成14年11月

研究終了時期 平成15年2月

1. 目的

電気鉄道技術の進展に伴い、様々な制御方式や電方式の車両が走行しているが、これらのシステムから放射される磁界は複雑な分布を示しており、磁界が機器や人体に及ぼす影響を検討するとき、正確な分布状況を把握しておくことが必要である。

本調査では、様々な制御方式の車両から放出される磁界分布の現状と、それらの車両へ電力を供給する変電所における磁界放射の現状を、実測定を中心に把握し、国際規格との整合性に関する調査を行うとともに、鉄道からの磁界測定に相応しい測定法に関する調査を行う。

2. 試験研究概要

調査は、在来鉄道における、磁界の放射実態やどの程度の電磁界に耐えられるように設計しているかを調査する(1)電磁的両立性問題と、現在、施

行されている、また今後承認されるであろう国際規格を、測定法と人体影響に分けて調査し、在来鉄道からの磁界に対してその適用性を検討する(2)国際規格との整合性に分けて実施する。その上で、超電導磁気浮上式鉄道で得られている磁界に関するデータと比較、対照することにより、在来鉄道と同等かそれ以上の磁界に対する環境性を有していることを確認する。

3．成果概要

日本における鉄道からの低周波放射磁界(20kHz以下)の実体について、在来鉄道、新幹線鉄道、モノレール路面電車といった軌道等、実際の線区での測定を中心に行い、山梨リニア車両からの磁界と比較したが、特に大きな差異は見られず、また、特に顕著な値が見られなかったことを確認した。また、人体影響の国際指針に比しても現段階では十分余裕のあるレベルであることが確認された。

以上の結果より、山梨リニア車両からの磁界は、軌道も含めた鉄道車両からの磁界に比して特に大きな差異は見られず、また、鉄道に使用される機器の耐性は国際規格を意識しており、鉄道からの磁界放射、耐性はとも特に問題はないと判断できる。

鉄道車両の磁界測定に関する研究

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏

研究開始時期 平成14年6月

研究終了時期 平成15年2月

1．目的

鉄道車両から発生する磁界について、その特徴を明らかにし、正確に測定、解析を実施できる測定方法を検討する。その上で、鉄道車両から発生する磁界を測定するに適した測定器を開発する。

2．試験研究概要

鉄道車両が発生する磁界の特徴について整理するとともに、既存の磁界測定装置を鉄道車両から発生する磁界の特徴に合わせ、センサー部及び演算部ソフトウェアに改造を加える。

3．成果概要

○鉄道車両からの磁界の特徴

モノレール、新交通システム、リニア地下鉄、L R V (路面電車)などの新しい鉄道車両からの

磁界について検討を行ったが、基本的には普通鉄道と同様の特徴を示すことが確認された。ただし、直流き電の新交通システム車両は750Vで、L R Vは600Vで給電されるため、電流値が大きくそれにより直流磁界の値が大きくなる可能性があることに留意する必要がある。また、リニア地下鉄は直流1,500Vで給電されるが、リニアモーター次側と二次側の空隙からの漏れ交流磁界が大きいこと、交流き電の新交通システム車両は3相600V給電のため、在来鉄道の20kV交流(単相)き電の車両からの磁界に比して、高調波成分が少ないこと等の特色にも留意する必要がある。

○鉄道用磁界測定器の開発

鉄道車両からの磁界は、最大で数mT程度の直流磁界と、数10Hz程度までの可変交流磁界、商用周波数磁界、及び搬送周波数磁界が複雑に重ね合わされて分布している。それらをすべて網羅することを目的に、昨年度試験的に特性評価を行ったサーチコイル式磁界測定器を改造し、3軸磁気発振式センサおよび3軸サーチコイル式センサから構成される複合プローブを開発した。3軸磁気発振型磁気センサ出力の周波数帯域はDC~120Hzで、波高値校正された数値で表示する。3軸サーチコイルセンサ出力の周波数帯域は120Hz~10kHzで、波高値校正された数値で表示する。センサ方式が異なるため、DC~10kHz全帯域における整合性は、 $f=120\text{Hz}$ における磁気発振型磁気センサの波高値を基準値として、サーチコイルセンサの波高値を一致させるように補正係数を演算し決定する。これにより鉄道から発生されると予測される磁界の大きさと、その周波数帯をほぼカバーできる測定器を開発することができた。

韓国鉄道技術研究院（K R R I）軽量電鉄試験線の試験計画に関する技術指導

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏、千島美智男

細川 成之

研究開始時期 平成14年9月

研究終了時期 平成14年11月

1. 目的

韓国鉄道技術研究院（Korea Railroad Research Institute, KRRI）が建設を進めている軽量電鉄試験線(日本のゴムタイヤ式新交通システムをベースに開発中)において実施する試験項目、試験方法などに関する技術指導を行い、日本の安全性評価の観点から評価を行う。

2. 試験研究概要

KRRI試験線のために(株)神戸製鋼所が作成した試験実施計画書(付録として添付)を参照し、安全性評価の観点から必要な試験項目が網羅されているか、試験方法や試験条件等が適切かどうかを検討する。そして、同計画書で不明な点、試験項目を追加した方がよい点、試験条件を変更した方がよい点などについて列記し、試験計画に対する評価をまとめた。

3. 成果概要

本Technical Consultationは、日本で実用化されているゴムタイヤ式の新交通システムにおける安全性評価試験方法等の実績が考慮されており、本試験方法に則り、試験を実施し、評価を行えば、基本的なシステム評価は可能と考え、Korea AGTシステム実用化に関して効果的なデータ収集が可能と判断する。

しかし、試験線、試験車両の制約により、システム標準仕様（最高速度、最急勾配、最小時隔、変電所容量、回生電力吸収装置容量等）の決定、保安システムのフェールセーフ性の確認に関しては、限定的な評価にならざるを得ず、最終的な実用化に際しては、別途、評価試験が必要と考える。

踏切障害物検知装置受光器のHIDライト光による影響試験結果の評価について

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

山口 知宏

研究開始時期 平成14年8月

研究終了時期 平成15年1月

1. 目的

最近、自動車のヘッドライトにHIDライトが採用されており、当該ライトの照射角度、距離によっては、踏切障害物検知装置の受光器に誤動作を及ぼす可能性が指摘されている。また、障害物の検知方式によって、HIDライトに対する影響の度合いが異なることも考えられる。従って、各方式の踏切障害物検知装置に対して、HIDライトの光度、距離、角度によりどのような影響を及ぼすかの検討を行うこととする。

2. 試験研究概要

踏切障害物検知装置製作・納入実績のあるメーカー4社から代表的な障害物検知装置を選び、代表的なHIDライト単体とHIDライトを搭載している車両により、どの範囲（光強度、角度、距離等）で受光器が誤動作するかの確認試験を実施する。

試験は2ステップとし、ライト単体による影響を確認する静的試験（ステップ1）、実車搭載時の影響を確認する実車試験（ステップ2）として実施した。試験場所としては、周りに遮蔽物のない平地を基本として選択した。

3. 成果概要

ステップ1、ステップ2の試験結果およびそれらに基づく検討により、踏切障害物検知装置の誤動作の可能性について示した。その結果、メーカーによっては全く誤動作が見られなかったものもあったが、HIDライトの高さ、踏切障害物検知装置受光器への入射角度、距離によっては、当該装置では障害物を検知できない場合があった。その場合でも、同装置の対向数が多くなれば、健全な装置による検知は可能であり、直ちに障害物を検知できないとは言えないものの、最悪のケースを想定すると障害物を検知できない可能性はあると言える。また、そのようなケースとなりうる、障害物検知の配置、道路の位置、障害物となる車の位置の例を示した。

ただし、こうしたケースは様々な条件が重なり合った結果で想定されるもので、HIDライトを装備

している車両により直ちに踏切障害物検知装置が検知不可能になると言うことを示すものではない。また、メーカ各社においては既に対策品を開発しており、本試験により、HIDライトの影響を受けないことが確認されている。そのため、最悪の場合において障害物検知が不能のおそれがある踏切においては対策品への交換が望ましい。

また、二輪車や軽自動車および鉄道車両へのHIDライト搭載、新技術により、踏切障害物検知装置への影響が与えられる可能性については留意が必要であり、技術の進歩や変化に応じてさらに詳細な試験方法・手順の検討、試験条件の統一化が必要である。

索道用握索装置の試験

佐藤 久雄

千島 美智男、細川 成之

研究開始時期 平成14年4月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目的

握索装置の試験については、索道事業者が、所管の地方運輸局に工事施工認可申請をする際に、その成績書が必要な書類のひとつとなっている。

試験は、各索道メーカからの申請に基づき、新たに使用する予定の握索装置について、所定の機能を有することを確認するために実施する。

2. 試験研究概要

握索装置を所定の握索力で索道握索装置試験施設に取り付け、耐滑動力試験を行う。また、耐荷重試験、その他の機能に関する試験を行う。

3. 成果概要

○索道用握索装置の試験（千島美智男）

単線自動循環式普通索道用握索装置2型式、複式単線自動循環式普通索道用握索装置1型式及び単線自動循環式特殊索道用握索装置4型式について試験を実施した。その結果、7型式ともに握索装置としての機能を有していることを確認した。

3.3.2 都市交通システムの機能向上

車輪／レール間摩擦調整による台車曲線旋回性能評価実験

松本 陽

佐藤 安弘、大野 寛之

研究開始時期 平成14年4月

研究終了時期 平成15年2月

1. 目的

摩擦調整材（HPF）の鉄道における利用技術確立を目指し、台車試験機を利用して摩擦調整材使用時の曲線旋回性能等に関する実験を行い、HPFの利用技術確立に向けた基礎資料を収集する。

2. 試験研究概要

摩擦調整材を台車試験機の軌条輪上に塗布又は噴射し、車輪／軌条輪間の摩擦係数に調整を施した場合の横圧等の低減効果について確認する。また、塗布方法や塗布量についても検討を行う。

なお、摩擦調整材は、KELTRACKTM HPF（High Positive Friction Modifiers）と呼ばれるもので、その名の通り、ポジティブなクリープ特性すなわち、滑り量が増大すると摩擦係数が大きくなる性質を持ち、摩擦係数を $\mu = 0.17 \sim 0.35$ に調節することができるとされている。

3. 成果概要

台車試験機を利用して摩擦調整材使用時の曲線旋回性能等に関する実験を行った結果をまとめると、以下の通りである。

車輪／レール間摩擦調整の有無による台車曲線旋回性能の差異を各曲線半径において評価した結果、摩擦調整を実施することにより、後軸縦クリープ力低減、前軸横クリープ力の低減等による前軸外軌側の横圧低減の効果が得られ、曲線旋回性能が向上する。

摩擦調整を実施することにより、曲線通過時のエネルギー消費量低減効果が認められた。

摩擦調整による曲線旋回性能向上効果は、曲線半径が小さいほど顕著に認められた。

良好な曲線旋回状態を維持するためには、急曲線では緩曲線に比べて、多くの摩擦調整材が必要となる傾向が認められた。

今後、車輪／レール間の摩擦制御を実用化する上では、実路線での各曲線毎の最適な摩擦調整材供給量を明確にするため、曲線半径毎の摩擦調整材の消費量を実台車規模で把握することが望ましい。

3.3.3 交通インフラの機能向上・有効活用

CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) 製 鉄道用高欄の構造安全性評価に関する技術指導

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

研究開始時期 平成14年6月

研究終了時期 平成15年2月

1. 目的

CFRPを用いた鉄道用高欄について、鉄道事業者の採用に先立ち、その構造安全性を確認する試験等について実施方法や測定方法についての指導を行うとともに、試験結果についての評価を行う。

2. 試験研究概要

H型鋼の支柱を複数建植してH型鋼の上下フランジの間にCFRP版の端部を差し込んで固定するパネルタイプ鉄道用高欄、及びH型鋼の支柱を使わずにCFRP版を直接アンカーボルトで下部構造部分に接合できる自立タイプ鉄道用高欄について、面外曲げ試験を実施し、版の曲げ剛性、破壊モード、スキン層の局部座屈応力及び試験体の耐力を確認する。

3. 成果概要

(1) パネルタイプの面外曲げ試験

破壊は圧縮側のスキン層で発生し、H鋼への接合部では発生しなかった。よって、接合方法は問題ないものと思われる。局部座屈は、FEM座屈固有値解析で予測した荷重値とほぼ同じ荷重付近から発生していると考えられる。よって、座屈荷重は、27.1kNとみて問題ない。なお、その局部座屈材料強度(圧縮)は、56.9N/mm²である。また、CFRP版の剛性は、局部座屈発生までFEM解析値と同様な値を示している。さらに終局耐力のばらつきは小さく、FEM解析値とほぼ一致している。

(2) 自立タイプの面外曲げ試験

歪み測定結果から、座屈発生点はFEM座屈固有値解析で予測した値以上であると考えられる。よって安全側を見て座屈荷重は座屈解析値の9.71kNとみて問題ない。なお、その局部座屈材料強度(圧縮)は、67.1N/mm²である。また、CFRP版の剛性はボルト降伏までは固定部分の剛性を線形と仮定した静的線形FEM解析値と同様な値を示している。アンカーボルトの降伏は、解析によると4.91kN加圧時に発生したと考えられ設計風圧時の固定端曲げモーメントに等しい加圧荷重3.79

kNを上回っていることから、特に問題ないものと思われる。

上記より、本CFRP版の強度上の問題はないものと考えられ、本CFRP版の強度及び変形量に関する解析は、現在のFEMによる解析手法で問題ないものと考えられる。

なお、高架橋などの鉄道橋梁では、列車走行に伴う橋桁のたわみや振動により、高欄がたわんだり加振される場合がある。本高欄の設計手法では十分な安全率を見ており、また、固有振動数の検討等も行われているので問題はないと思われるが、現場への施工後も長期的な推移を観察することが肝要である。

LRT対応樹脂固定軌道 (INFUNDO) の試験に関する技術指導

水間 毅

佐藤 安弘、大野 寛之

研究開始時期 平成14年7月

研究終了時期 平成15年1月

1. 目的

軌道保守の省力化や、振動・騒音問題の原因となるレールの波状摩耗防止など周辺環境を改善できる軌道システムとして、欧州でレールを樹脂で固定する軌道 (INFUNDO) が実用化されている。このたび、我が国で初めて、熊本市交通局の上熊本駅付近の線路付け替えに伴い新たに導入されるため、その特性を確認するための試験等について、実施方法や測定方法、試験結果の評価等についての技術指導を行う。

2. 試験研究概要

営業路線に敷設されたINFUNDO軌道の曲線部や分岐部について走行試験を行い、その特性を確認する。INFUNDO軌道の特性を得るために、レール変位、スラブ変位、レール応力、スラブ応力等を測定した。

3. 成果概要

熊本市交通局のINFUNDO軌道において低床式LRT車両による走行試験を実施した結果をまとめると次の通りである。

レール応力及びスラブ応力の最大値は、準用した高速鉄道用の走行判定標準における参考値をそれぞれ下回っているため、強度上の問題はないものと思われる。

レール変位及びスラブ変位の最大値は、同様に

参考値をそれぞれ下回っているため、車両走行上の問題はないものと思われる。

以上より、本INFUNDO軌道は、LRT用軌道としての必要な強度を有し、車両の走行上にも特に問題はないものと考えられる。

なお、今回は走行試験により軌道の強度や車両の走行に問題がないかを確認したものであるため、今後、レール摩耗、軌道狂い、樹脂の劣化の有無等長期的な推移に注意を払うことが望ましい。

軌間可変電車の仕様検討に係る技術指導

松本 陽

水間 毅、佐藤 安弘

大野 寛之、緒方 正剛

研究開始時期 平成15年1月

研究終了時期 平成15年3月

1. 目 的

全国新幹線網の充実を、新線を建設せずに在来線を活用して実現するものとして、軌間の異なる標準軌の新幹線と狭軌の在来線を直通運転できる軌間可変電車（フリーゲージトレイン）の開発が国家プロジェクトとして進められている。ここでは、プロジェクトの推進母体であるフリーゲージトレイン技術研究組合の委託により、これまでの試験研究結果及び研究開発計画のレビューを行い、プロジェクトの今後の効率的推進を促進する。

2. 試験研究概要

軌間可変電車のこれまでの試験計画、試験結果のレビューを行い、これまでの研究開発の評価を行うとともに、今後の研究開発計画に対する検討を行い、これまでの研究成果を最大限に活用し、一次車改造及び二次車新造等、今後の計画を効率的に進めるための技術指導を行う。

3. 成果概要

これまでの研究成果に対してレビューを行い、今後の研究開発計画について検討した。

(1) A方式台車の研究成果の見直しと活用

A方式台車は、これまで240km/h程度までの耐久走行試験等を行ってきた等の実績もあり、200km/h程度までの在来線区間やライトレールでの活用の可能性も十分考えられるので、これまでの試験結果の精査と定量的な分析による再評価が望まれる。また、これらの結果を踏まえて今後A方式台車の改良についても検討することも考えられる。特

に短絡不良については、本方式の本質的欠陥ではないので、今後の改良が望まれる。

(2) B方式台車の改良

B方式台車については、直進安定性の向上が課題であるが、この点についてはコロ・スブライン方式と車軸剛性低下の関係についてさらに検討を進める必要がある。蛇行の解析については、駆動・制動・惰行等、駆動トルクとの関連も考慮する必要がある。また、中間駆動軸を用いてブレーキ・ディスクをばね上とするC方式、D方式台車については、構造的に従来にない方式であるため、想定外の問題が発生する可能性もあるため、事前に台上試験等を十分行うなど、慎重に開発を進める必要がある。

(3) 走行システム(台車等)のリスク・アナリシスの必要性

走行システム、特に車輪軸については、不具合の発生が脱線等の大事故につながる恐れがあるので、耐久試験とともに不具合の発生と車輪軸の破壊、脱線等を、系統的に解析するFTA、FEMCA等を活用したリスク・アナリシスを実施する必要がある。

(4) 台上試験による曲線通過性能、短絡感度等の確認と改良

安全性、信頼性、耐久性等を検証するためには、実車による走行試験が最も重要であるが、多くの経費や要員が必要であり、試験項目にも限界がある。このため、台車試験機を活用することが有用と思われ、曲線通過性能や短絡感度の検討・改良のため、当研究所の所有する曲線通過試験が可能な台車試験機を活用することも考えられる。

(5) 最高速度について

新在直通の効果を活かすためには、新幹線区間での最高運転速度として270km/hが要求されることは十分理解できるが、これまでにない新規技術であることや高度の信頼性を要求されることを加味すれば、十分活用できる箇所がある場合は、最高運転速度を当面下げることにも検討に値すると考えられる。

4. 研究業務一覧表

4.1 環境研究領域

1. 地域環境の改善

- 新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率化・超低公害化に関する研究(地球環境保全等試験研究費)
- 超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究(競*:環境技術開発等推進事業[実用化研究開発課題])
- DPFによる排出微粒子低減効果の評価に関する研究(競*:運輸分野における基礎的研究推進制度)
- ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究
- 予混合圧縮着火燃焼を用いた高負荷域ディーゼル排気改善に関する研究
- 自動車排出ガス中のナノ粒子計測法に関する研究
- 次世代排気ガス計測法の開発に関する研究
- マイクロ・トンネルの測定精度向上に関する研究
- 粒子状物質生成過程の解析手法に関する基礎的研究
- 車載型NO_xセンサの実用化とその利用技術に関する研究(競*:環境技術開発等推進事業[実用化研究開発課題])
- 排出ガスに係る車載機能診断システム(OBD)の技術基準策定のための調査研究(受託研究)
- 自動車から排出される未規制有害物質の実態解明と排出抑制技術に関する研究(地球環境保全等試験研究費)
- 自動車用NO_x触媒の実走行状態における浄化性能に関する研究
- 排出ガス性能低下要因の事象分析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究
- 自動車排出ガス成分の反応および計測に関する研究
- DIディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素(PAH)の生成・排出メカニズムの研究
- 自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法

及びその低減手法に関する研究(地球環境保全等試験研究費)

- 実走行時のタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査(受託研究)
- 交換用消音器装着車両の実態調査及び騒音影響調査
- ISO路面の経時変化等に関する研究
- 移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究
- 音響インテンシティによる非定常騒音の放射特性の解析手法に関する研究
- 鉄道騒音予測法における防音壁の遮音量算出の予測精度向上に関する研究

2. 地球環境の保全

- 低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究(競*:地球環境研究総合推進費)
- 燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究
- 新型動力自動車の国際基準調和に関する研究(受託研究)
- 次世代低公害大型自動車の研究開発(受託研究)
- 自動車のN₂Oの排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究(競*:地球環境研究総合推進費)
- 環境効率向上策のアジア諸国への適用可能性評価に関する研究(競*:地球環境研究総合推進費)

3. エネルギー資源の節約及び多様化

- 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究
- ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究
- トラック用LNG(液化天然ガス)機関の研究

4.2 自動車安全研究領域

1. 事故防止策の究明

- 自動車の情報提供装置の高度化技術に関する研究
- ドライバの運転特性と車両の運動特性に関する研究
- 台上試験機による制動性能の評価に関する研究
- 自動車用灯火類の高度化に関する研究
- 新技術を適用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究
- 電磁界測定法に関する研究
- 貨物自動車の横転に関する研究（受託研究）
- 輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する調査（受託研究）

2. 被害軽減策の究明

- CRS の実使用時の乗員保護性能に関する研究
- 正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究
- 車椅子輸送車両の衝突時における乗員保護に関する調査
- 歩行者保護試験法に関する研究
- 自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究（受託研究）
- 自動車の歩行者保護性能に係る基準策定のための調査（受託研究）
- 乗用車の前面オフセット衝突時の乗員保護基準策定に係わる研究（受託研究）

4.3 交通システム研究領域

1. 事故の原因究明

- 鉄道の事故防止に関する基礎的研究

2. 事故防止策の究明

- 電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究
- 索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関する基礎的研究
- 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究（競*：科学技術振興調整費）

- 大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究
- 索道用握索装置の試験（受託試験）
- 愛知万博向け I M T S に関する安全性評価試験及び技術指導（受託試験）
- 中央リニア「鉄道車両磁場環境」に関する調査」（受託調査）
- 鉄道車両の磁界測定に関する研究（受託研究）
- 韓国鉄道技術研究院（K R R I）軽量電鉄試験線の試験計画に関する技術指導（受託試験）
- 踏切障害物検知装置受光器の H I D ライト光による影響試験結果の評価について（受託試験）

3. 都市交通システムの機能向上

- ライトレール・システムの高度化に関する研究
- 操舵台車の高度化・知能化に関する研究（競*：地下鉄互助会公益基金による研究支援を含む）
- 都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究
- 都市部における小型循環バスの運行に関する調査
- 車輪／レール間摩擦調整による台車曲線旋回性能評価実験（受託試験）

4. 交通インフラの機能向上・有効活用

- 複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究
- 鉄道インフラの特性向上に関する研究
- 航空機の地上走行の視覚誘導システムの開発評価に関する研究（受託研究）
- C F R P（Carbon Fiber Reinforced Plastics）製鉄道用高欄の構造安全性評価に関する技術指導（受託試験）
- L R T 対応樹脂固定軌道（INFUNDO）の試験に関する技術指導（受託試験）
- 軌間可変電車の仕様検討に係る技術指導（受託試験）

*「競」とは、競争的資金による研究を表す。

5. 試験業務一覧表

受託試験

領 域 名	試 験 項 目	件 数
環 境 研 究 領 域	・ 粒子状物質減少装置の排出ガス評価試験	1
〃	・ 新燃料による自動車エンジンからの排出物調査	1
交通システム研究領域	・ 単線自動循環式普通索道用握索装置の試験	1
〃	・ CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)製鉄道用高欄の構造安全性評価に関する技術指導	1
〃	・ LRT 対応樹脂固定軌道 (INFUNDO) の試験に関する技術指導	1
〃	・ 単線自動循環式普通索道用握索装置の試験 (52DT108)	1
〃	・ 単線自動循環式普通索道用握索装置の試験 (52DT424)	1
〃	・ 韓国鉄道技術研究院 (KRRI) 軽量電鉄試験線の試験計画に関する技術指導	1
〃	・ 単線自動循環式特殊索道用握索装置の試験 (36DT104B)	1
〃	・ 単線自動循環式特殊索道用握索装置の試験 (36DT104C)	1
〃	・ 愛知万博向け IMTS に関する安全性評価試験及び技術指導	1
〃	・ 単線自動循環式特殊索道用握索装置の試験 (41DT104B)	1
〃	・ 単線自動循環式特殊索道用握索装置の試験 (41DT104C)	1
〃	・ 軌間可変電車の仕様検討に係る技術指導	1
	合 計	14

6.共同研究

担当領域名	相手方	研究項目	研究期間
環境研究領域	(財)鉄道技術総合研究所	在来鉄道騒音予測法の防音壁減音量の算出における多重反射を考慮した評価手法に関する研究	10.7.1～15.3.31
"	横浜ゴム(株)	駆動力作用条件下におけるタイヤ騒音発生機構に関する研究	11.5.10～15.3.31
"	(株)堀場製作所	新排出ガス流量計測手法の開発に関する研究	13.7.6～15.3.31
"	東京ガス(株)	液化天然ガス機関における燃焼技術に関する研究	13.8.13～18.3.31
"	日本碍子(株)	車載型 NOx センサの利用技術に関する研究	13.9.1～15.3.31
"	(株)小野測器	ガソリン車排出ガス対策装置の車載型故障診断技術 (OBD) に関する研究	13.11.1～16.3.31
"	(株)小野測器	自動車エネルギー消費特性の評価に関する実験・計測技術並びにシミュレーション予測手法に関する研究	13.12.1～16.3.31
"	日石三菱(株)	新燃焼方式によるディーゼル機関の新混合燃料に関する研究	14.1.21～15.3.31
"	トヨタ自動車(株)	ディーゼル微粒子と NOx の同時低減触媒システム搭載車の排出ガス性能に関する研究	14.3.20～15.4.30
"	九州芸術工科大	鉄道車両用防音壁の最適化に関する研究	14.4.1～15.3.31
	三菱重工業(株)	交通騒音低減のためのセラミック吸音材の応用技術に関する研究	14.4.1～15.3.31
"	東レ(株)	C F R P (Carbon Fiber Reinforced Plastics) 製鉄道用高欄の防音性向上に関する研究	14.5.1～16.3.31
"	(株)小野測器	大型ディーゼルエンジン用ダイナモメーターの高精度制御手法に関する研究	14.6.18～16.3.31
"	埼玉大学	自動車排出ガス成分および計測に関する研究	14.12.16～17.3.31
自動車安全研究領域	(社)日本自動車機械工具協会	定速型ブレーキテストによる制動性能評価に関する共同研究	14.4.1～15.3.31
"	(財)交通事故総合分析センター 名古屋大学大学院	車対車衝突時の車体変形と乗員傷害に関する研究	15.1.20～16.3.20
交通システム研究領域	東京大学生産技術研究所	台車の曲線通過性能に関する研究	14.6.1～15.3.31