

9 第4研究所

概説

第4研究所は、施設器材並びに車両及び車両用機器についての研究を行っているが、近年、省力化、省人化、機動力の向上等に対する要求が益々大となっており、これに応えるべく鋭意研究努力をしてきている。

以下各部・室の所掌業務及び傾向について述べる。

第1部

第1部は、地雷の探知・処理、障害の構成、渡河器材及び築城等の施設器材について研究を行っているが、電子・電波・機械・土木・建築等と専門分野が広いのが特徴であり、運用者の要求に応えた比較的短期の開発直結型の研究と、地雷探知・処理、築城やロボット技術のように、技術的基礎事項から器材開発に至る比較的長期かつ広範囲の研究が混在している。

障害の構成技術については、敵の上陸作戦を阻止するための94式水際地雷敷設装置に反映された水際敷設技術の研究、ロケットで地雷を散布する地雷投射技術、対戦車地雷を自動的に埋設する技術の研究を終了し、現在は対人地雷代替技術等について研究している。

機動支援技術では、大型トラックに搭載した浮体を水上で連結して構成する新浮橋の研究が終了し、その成果は92式浮橋に反映されている。また、大型トラックで運搬でき、架設作業の自動化・省人化を目指した新架橋システムの研究は、技術開

発官(陸上担当)が実施している新架橋の研究試作に反映されている。

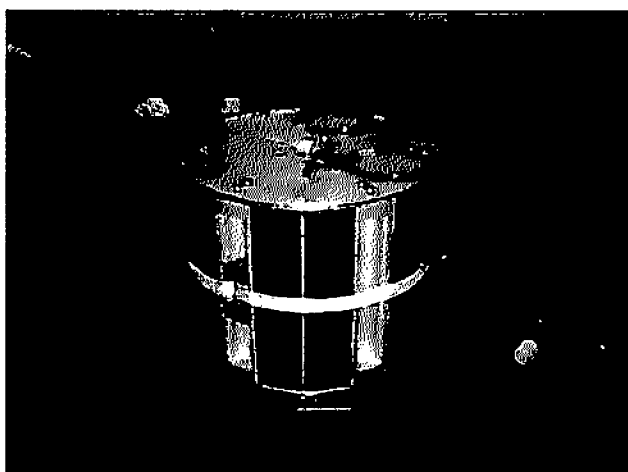
築城技術では、築城構造物の耐爆・耐衝撃設計に関する研究を行っている。

平成5～8年度にかけて、遠心力場を利用した少量の爆薬による縮小模型実験で、実規模の地下構造物の耐爆応答を推定する遠心式爆発実験法の有効性に関する技術資料を得た。

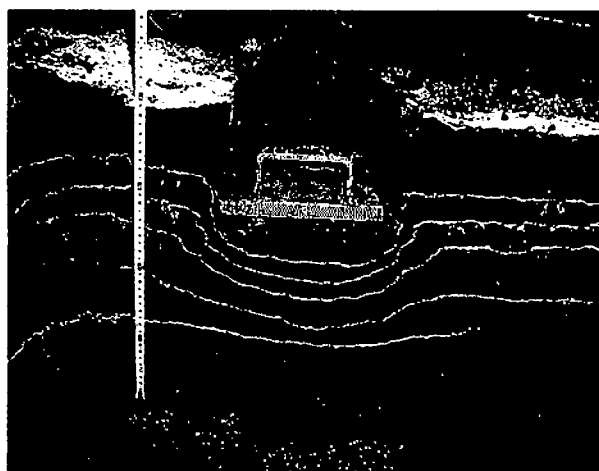
滑走路技術では、被爆した滑走路を急速に復旧する工法の研究を行い、技術資料を取得した。

その他、技術的可能性を追求する技術先行型研究として、不整地での踏破能力を持ち、かつ始点と終点を示せば自らの判断で自律走行する地上用ロボット技術の研究を行った。

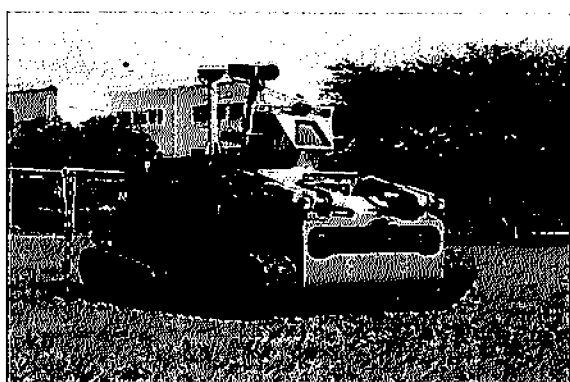
今や、施設器材全般にわたって先端技術を駆使し、省人化・省力化・安全化に向けての研究に邁進している。



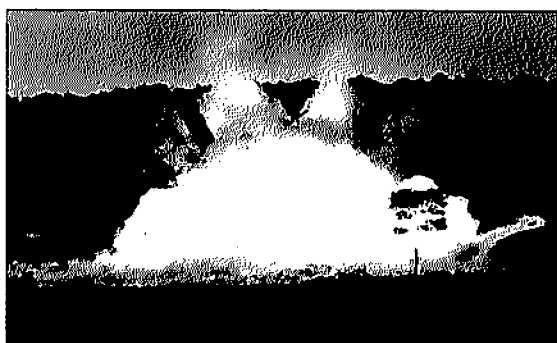
投射地雷システム用放出ブロック



軟弱地盤に圧力を加えた時の土の動き



研究試作した地上用ロボット



航空機掩体模型の実爆実験(北海道矢臼別演習場)

第2部

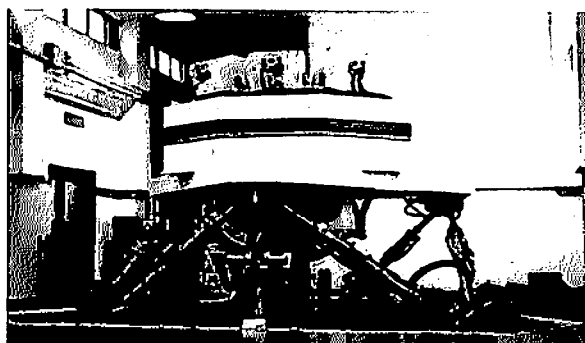
第2部は、車両の構造・走行性能の解析、及び主要構成要素である懸架装置、動力伝達装置、原動機についての試験、研究を進め、戦闘車両、特に装軌車両の機動性の向上を目指している。

すなわち、独自に研究試作した装軌実験車MRV

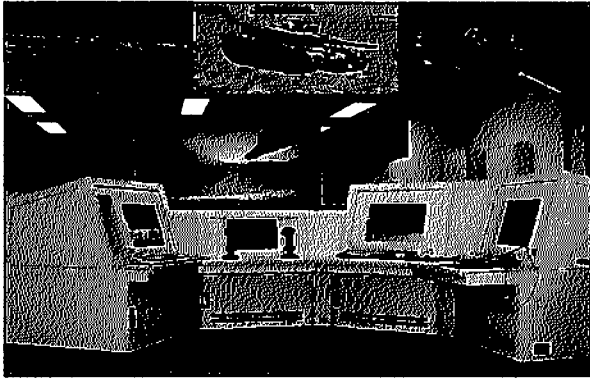
(Mobility Research Vehicle)及び装軌車両機動システムシミュレータ、懸架装置についてはパッシブ、セミアクティブ及びアクティブ懸架機構(油気圧)、動力伝達装置については油圧ポンプモータ、無段階自動変速操向機及び電気駆動システム、原動機関連では空冷及び水冷2サイクルディーゼルエンジン、4サイクル多気筒ディーゼルエンジン、ガスタービンエンジン等の研究を進めてきた。

このうち、パッシブ懸架装置、油圧ポンプモータを使用した油圧操向装置、空冷及び水冷2サイクルディーゼルエンジン等の研究成果は74式戦車、90式戦車を始め、その他多くの戦闘車両に反映されている。

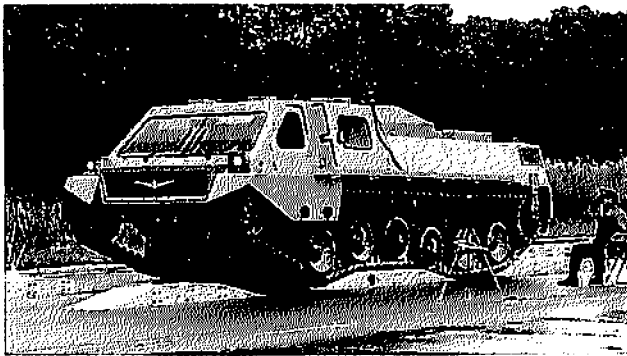
また、セミアクティブ懸架機構、無段階自動変速操向機、4サイクル多気筒ディーゼルエンジン、戦闘車両用ガスタービンエンジン等、将来戦闘車両の機動性向上に関する研究成果は、装軌実験車MRV及び装軌車両機動システムシミュレータにより実証されるとともに戦闘用装軌車両の走行性能、操縦性、設計最適化の研究に重要な役割を果たした。さらに、将来の先進的な戦闘車両技術の発展に対応するため、アクティブ懸架、予見制御機構を持った懸架装置、ディーゼルエンジン及びガスタービンエンジンのセラミック化等による軽量・小型・高性能化の研究、省人化・省力化に対応した車両用電子制御技術の研究、研究開発効率向上のためのシミュレータ及び評価能力の向上などの研究を進めている。



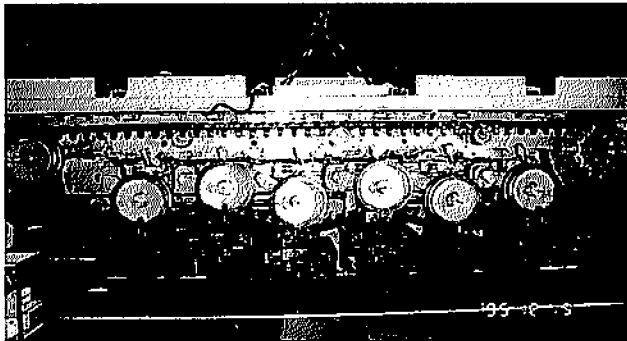
装軌車両機動システムシミュレータ



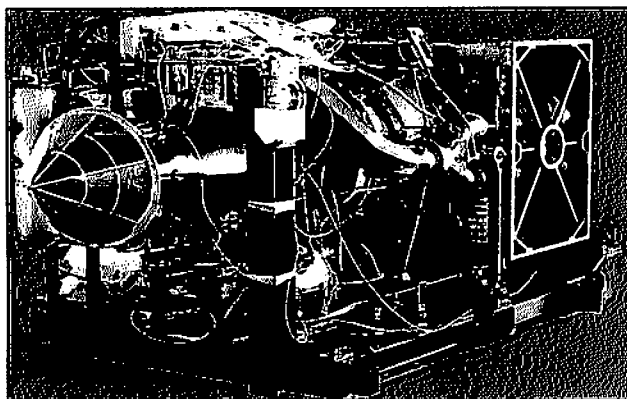
車両コンセプトシミュレータ



装軌実験車



不整地走破性を向上させるアクティブ懸架装置



車両用ガスタービン(パイロット機)

総合試験室

総合試験室は、49年度の発足以来、施設器材、車両及び車両用機器について、総合的な試験業務(野外試験、環境試験等)を行っている。

また、近年、供試品(試作品等)の多様化及び高性能化に伴い試験内容も多様化及び高精度化並びに試験・評価の迅速化等に対応して、データ計測・処理の迅速化のためのハード及びソフトの充実をはかるとともに、計測法及び試験法の研究等を進めている。



90式戦車の渡渉試験(4研・車両水槽)



90式戦車の登坂試験(東千歳・定地試験施設)

(1) 地雷探知・処理装置の研究

ア 目的

本研究は、隊員の危険を伴う各種地雷の探知・処理作業を安全に、迅速かつ確実に実施するための技術資料を得ることを目的としている。

近年の地雷は、非磁性化、信管・センサの複合化、敷設手段・方式の多様化等の傾向が顕著になってきているが、同時に、いわゆる旧式地雷も依然として効果を発揮している。最近の国連の発表によると、世界中に埋設されている地雷は64ヶ国におよび、その総数は1億2千万個以上にも達している。また、地雷の価格は1個当たり3～100ドルとも言われ、それらの撤去のためには30～100倍に当たる費用が必要であるとも言われている。このように安価で、しかも軽易に使用できる地雷は、対人地雷禁止条約が批准されたものの、今後ともあらゆる場面で用いられることが予想され、戦争終了後においてさえも戦闘員、非戦闘員を問わず地雷の脅威が存続することとなる。

しかし、埋設された地雷、特に非磁性地雷の探知は極めて困難であり、地雷探知の分野では世界の先導的地位にある米国においても非磁性地雷探知器を装備化はしているものの未だ決定的な器材となっていないのが現状である。

一方、地雷の処理は戦時のみならず戦後の処理においても重要であり、国連PKOで脚光をあびたカンボジアはもちろん、ドイツにおいてさえ第2次大戦中に埋設された地雷の処理が現在も続行されているのである。地雷を処理する環境としては、下記の3種類に大別される。

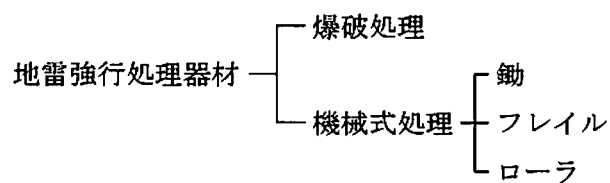
- (ア) 味方の機動を支援するための強行処理
 - (イ) 敵に行動を察知されるのを防ぐため、夜間隠密に行う隠密処理
 - (ウ) 戦後処理
 - (イ) においては隠密性を優先するため、また
 - (ウ) においては処理率を優先するために、手作業に頼っている。しかしながら、速度が最も重視される(ア)においてはより迅速な方法

が必要であり、先進各国において第2次大戦中から、各種の地雷強行処理器材が研究開発されている。それらは下表に示すように、爆破処理と機械式処理に大別され、また、機械式処理には、鋤・フレイル・ローラがある。

爆破処理については、第1研究所の所掌業務なのでここでは触れない。機械式処理のうち、鋤は戦車等の前方に装着した鋤で埋設した地雷を排除する方式、フレイル(flail)は「からさお(穀竿)」と訳されるが、分銅を付けた鎖を回転させて地面を打撃し、地雷を爆発させる方式、ローラは文字どおり重量のあるローラで地雷の信管を作動させる方式である。

このような状況下、エレクトロニクス技術等の急速な進歩とも相まって、隊員の安全性確保のための遠隔操作技術、地雷探知・処理の迅速化、性能向上を図るための車載化及び自動化技術等について技術資料を得るために、研究を実施している。

地雷強行処理器材の分類



イ 経緯

わが国における地雷探知技術の研究は、技術研究所第2部の時代から実施されてきており、第1部がこれを引き継ぎ、現在も鋭意努力中である。

地雷探知器材で最初に制式化されたのは、地雷探針であった。その後、金属地雷(磁性地雷)を電氣的に探知する金属(磁性)地雷探

知器が制式化され、地中に探針を差し込むことなしに探知が可能となった。しかし、地雷が非磁性化され、金属地雷探知器では探知が困難になったため、非磁性地雷探知の研究が開始された。その研究成果は、研究試作、試作などに反映され非磁性地雷探知器が制式化された。これまでは隊員が使用する携帯型地雷探知器の研究開発であったが、その後、隊員の安全性確保のための遠隔制御、地雷探知の迅速化及び探知性能の向上をねらって、遠隔制御車載型へと研究が発展した。

一方、近年、ロボットアーム等の発達により、地雷の不活性化及び安全化起爆等への応用を目指した研究が進められている。

以下にこれらの主な内容について述べる。

(7) 非磁性地雷探知器の研究等（71式地雷探知器に反映）

地雷の容器が金属製ならば、誘導コイルを使用した金属探知器で容易に探知できるが、合成樹脂等で製造される非磁性地雷になったため、金属地雷探知器では探知が極めて困難になった。

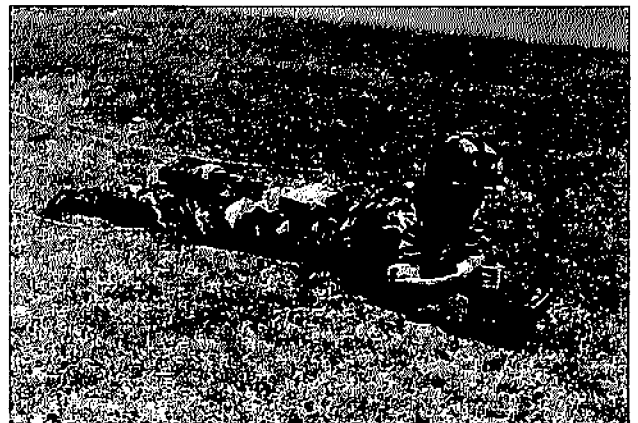
この非磁性地雷の出現に対する探知の方式としては、電波、赤外線、超音波等の研究が実施されてきたが、そのなかでも電波方式が最も有効な手段であるとして研究が進められてきた。

まず、米軍の非磁性地雷探知器をモデルとした55式地雷探知器、これを改良した56式地雷探知器、続いて、アンテナ構造等に新たな考案が加えられ57式地雷探知器が試作された。しかし、それぞれについての技術試験等による評価の結果、所期の性能が満足されず制式化には至らなかった。その後、トランジスタの出現等に見られるように電子工学、電波工学等の目ざましい進歩、

発展に伴い、これらの技術を地雷探知器に取入れる研究によって非磁性地雷に対する探知性能も向上し、その研究成果は、昭和46年10月に制式化された「71式地雷探知器」に反映された。

71式地雷探知器は、検知部、本体部、操作部、受話器等から構成されている。隊員1名で携行し軽易に操作が可能で、操作部のスイッチを「入」にすると、検知部内にある発振器から信号を発信し、地上及び地中の反射波を受信する。受信された信号は、地雷が埋設されていると信号に強弱を生じ検波器により直流信号に変換され本体部に送る。本体部では直流信号を増幅して監視計を作動させるとともに、増幅した信号をゲート回路に加え、ゲート回路を開いて可聴周波数の信号を受話器に伝え、信号音から地雷を判定するものである。

また、71式地雷探知器には、付属品として地雷探針が付けられている。この地雷探針は、柄の部分に磁気センサが組み込まれた磁気感应式地雷探知器である。したがって、地雷探知の作業は、電波方式と磁気方式でそれぞれ探知した後、探針を使用して地雷を確認する。



71式地雷探知器による探知作業(伏姿)

(イ) 新地雷探知器の研究等 (89式地雷探知器に反映)

71式地雷探知器は、単一の周波数を使用しているため検知部の高さや地雷の埋設深さが変わると検知部と地雷の距離によってはアンテナに信号が感知しない部分があり、探知器を操作する隊員は、微妙な感知も見逃さないように熟練しなければならなかった。こうした状況を踏まえ地雷探知技術の研究においては、土中の電波伝搬特性の解明、爆薬や土の電気的特性の測定等を行うとともに、検知部内に多数のアンテナを配置したり、アンテナを回転させたりして一度の操作ですでに多く探知信号が得られるようにする方法や異なる周波数を用いることによって単一の周波数で生じた欠点を補完する方法などを考案してきた。これらの方法は、いずれも特許として登録されている。また、電波センサと磁気センサの相互干渉除去と小型・軽量化についても研究し、それらを一体化して検知部内に組込むことを可能にした。これらの研究成果は、研究試作、試作に反映され、各種の性能確認試験を経て平成元年8月に制式化された「89式地雷探知器」へと結びついた。

89式地雷探知器は、検知部、本体部、操作部、受話器等から構成されている。その機能は、電波方式と磁気方式とを同時に使用することができ、しかも、受話器の信号音と検知部の発光ダイオードの点滅が磁性地雷と非磁性地雷とでは異なるようにしてあるので、信号音と光によって磁性地雷であるか、非磁性地雷であるかの判定をすることができる。更に、71式地雷探知器では、電波式と磁気式を別々に使用して探知作業をしなければならなかったが、89式地雷探

知器では一度で探知作業ができるようになり、探知時間の短縮や探知作業の煩わしさの軽減などの効果も得られている。

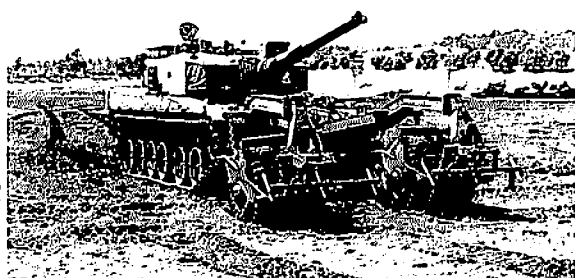


カンボジアにおいて89式地雷探知器を操作するPKO隊員

(ウ) 地雷処理器材の研究等 (92式地雷原処理ローラに反映)

研究開発線表に示すごとく第4研究所発足当初から地雷処理器材の研究開発は試行錯誤を繰り返しながら断続的に行われてきた。前述の機械的処理の各方式について研究されたが、フレイルについては不整地において車両のピッチング(前後の揺れ)のため、車両の前方に張り出したフレイルの軸の高さを一定に保つことが(当時としては)困難であり、地面に一律な打撃を与えられ

ないこと、またフレイルを回転させるのに要する動力が予想外に大きく、エンジン出力に余裕のなかった当時の戦車等では別個に動力源を必要とするということで、早期に棄却された。



90式戦車に装着された92式地雷原処理ローラ

鋤については、砂漠地帯あるいは海岸地域における作戦行動を重視する諸外国と異なり、粘土質土壌の多い我が国土においては掘削抵抗が過大となって、戦車等の減速比を再検討する必要が出てくる等の問題点があり、ローラに劣るとされた。

ローラについても地雷の爆発による漏斗孔の通過性、ローラの耐久性、処理率、車両旋回時の軌跡の問題等各種の技術的困難性及び要求性能の過大等のためなかなか装備化まで至らなかったが、研究を継続することにより各種技術的問題点等を逐次解決し、最終的に平成元年度に試作が行われて平成4年度に92式地雷原処理ローラとして制式化された。

(I) 地雷探知装置の研究

地雷探知装置は、埋設対戦車地雷探知を主目的として、センサの性能向上と車両搭載化に関する基礎的技術要素を研究した。研究課題として、

- ・各種センサ技術とそのデータ処理技術
- ・探知信号と背景クラツタの信号特性評価
- ・センサ保持技術の検討

をあげ、磁性及び非磁性対戦車地雷の探知を目標とし、研究試作を平成2～6年度にかけて行った。

磁気センサとしてはパッシブ磁気、電波センサとしてはCW、FM-CWを使用し、磁気センサとCWセンサはアレイ化した。

センサ保持は、アーム懸架及び低圧タイヤ支持方式を試作した。

試験評価は、4研管理土槽(砂)及び、紅葉山(泥炭土)、勝田(関東ローム)、東富士(スコーリア)、原村(真砂土)、霧島(シラス)の各演習場で実施し、所期の成果を得た。

(II) 地雷探知・処理システムの研究

前項の「地雷探知装置」の研究成果を受けて、平成7年度から「地雷探知・処理システム」の研究試作を開始した。この研究試作のねらいは、

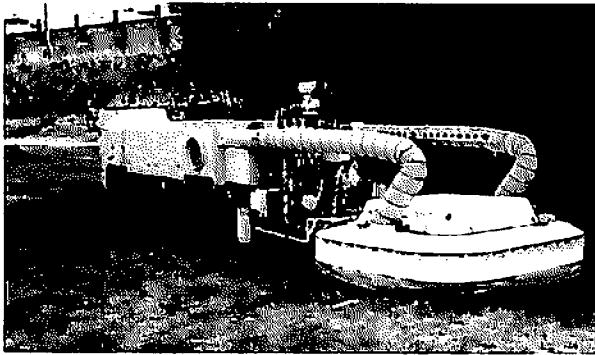
- ・遠隔操作による埋設地雷及び散布地雷の探知
- ・複合センサを用いた探知信号処理
- ・地雷の不活性化処理及び安全な起爆処理
- ・車両振動の影響を軽減するセンサ空間安定化

の各技術を確立することである。ただし、散布地雷探知は基礎技術として、可視光における画像処理技術の確立を主とした。

磁気センサとしてはアクティブ磁気、電波センサとしてはCW、FM-CW及び光波センサとしてCCDを使用した。また、接触式探針により地雷の超音波共振特性から地雷の識別を試みている。

また、センサをアレイ化することで探知幅の拡大と探知確率の向上をめざした。

地雷の不活性化は、ロボットアームを使



地雷探知・処理システム

用して、力制御、コンプライアンス制御により、安全ピンの挿入を試みている。安全な起爆処理としては、放電衝撃方式を用いて火薬を必要としない起爆処理を試みている。

センサの空間安定化はエアークッション技術を利用して車体振動等の影響を軽減し、検出信号に対する雑音を少なくした。この研究試作の試験評価は、平成9年度から15年度まで予定している。

地雷探知・処理装置の研究開発線表

項目	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13												
携帯型地雷探知器																																																						
地雷処理ローラ																																																						
車載型地雷探知装置																																																						
地雷探知処理システム																																																						

(2) パワーパックの研究

7 目的

本研究の目的は、装軌式戦闘車両のパワーパック（エンジン+変速操向機+冷却装置）の小型・軽量化、出力の増大、操縦の容易化・自動化のための技術資料を得ることである。

従来、装軌式戦闘車両は運用上の要求を満たすため大型化及び大重量化の傾向にあったが、主力戦車においては、現在、これらの傾向は限界に達していると考えられる。今後、ますます対装甲火器・弾薬が多様化、高威力

化及び高精度化するのでは、装軌式戦闘車両には、残存性及び機動性の向上が重要視され、この機動性向上の観点から高速走行性や敏しょう性の向上及び操縦操作の容易化が求められている。

このため、各国とも特に車体容積のかなりの部分を占めるパワーパックの小型・軽量化を追求しながら、車両の出力/重量比の増大、主要構成要素の性能向上及び車両操縦の容易化・自動化技術などについて技術資料を得ることを目的として、研究を実施している。

イ 経 緯

(7) 新ディーゼルエンジン(8ZG)

ディーゼルエンジンは、吸入空気に、引火点の高い燃料を直接噴射して自然発火させるため、圧縮比を高くすることが可能である。圧縮比が高くなれば、それだけシリンダ内の燃焼ガスを充分膨張させることができ、ガスの持っている熱エネルギーをより多く機械の仕事に変えることができるので高い出力及び熱効率(低燃費)が得られる。そのうえ、燃料の軽油は価格が安いので、燃料費の削減にも繋がる。

このようにディーゼルエンジンは、低燃費という特徴を有し、また長年にわたる研究開発の実績により、一部のガスタービンエンジンを搭載した主力戦車(米国のM1、M1A1、M1A2及び旧ソ連のT80)を除き、現在、戦闘車両用エンジンの主流となっている。

戦後の我が国の戦闘車両用ディーゼルエンジンは、第1世代(61式戦車用空冷4サイクル型)、第2世代(74式戦車用空冷2サイクル型)等を開発した技術の実績を踏まえ、以下に述べるような第3世代(90式戦車用水冷2サイクル型)用、さらに、将来戦車用エンジンとして進んできた。

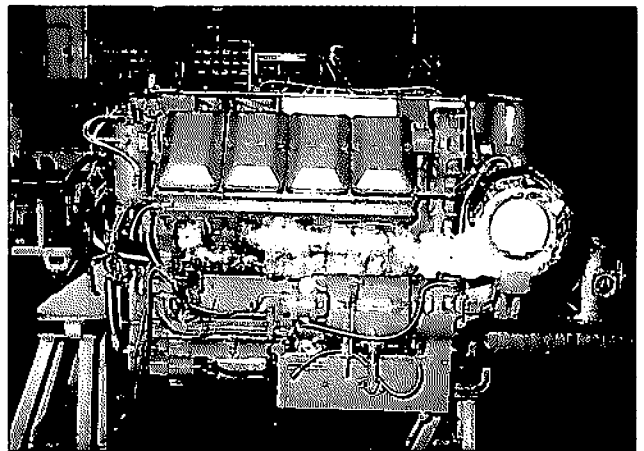
74式戦車に搭載されているディーゼルエンジン(10ZF)と比較し、出力が大きく、信頼性及び耐久性に優れ、コンパクトな新戦車用エンジンの研究開発に資する技術資料を得るため、昭和51年度に実施した新ディーゼルエンジンの設計研究(委託)の成果を踏まえて、昭和52～53年度に新ディーゼルエンジン(8ZG)を研究試作した。

引き続き、昭和53～54年度に実施した所内試験においては、最大出力:1196PS/2600rpm、全負荷最低燃料消費率:191g/PShを得

るなど、新戦車用エンジンへの適用化についての技術資料を得るとともに、これらの成果は、90式戦車にも反映されている。

表1 新ディーゼルエンジン(8ZG)の主要諸元

形 式	2サイクル水冷ディーゼルエンジン
過給方式	排気ターボ過給機、給気冷却器、ルーツ送風機
シリンダ配列及び数	8気筒、90°V型
シリンダ内径×行程	135mm×150mm
最大出力	1,196PS/2,600rpm
全負荷最低燃料消費率	191g/PSh



新ディーゼルエンジン(8ZG)

(4) 単気筒ディーゼルエンジン

将来の戦闘車両用エンジンとして、セラミックス、電子制御等の先端技術を適用した低熱損失のターボコンパウンドディーゼルエンジンの研究開発に資するため、燃焼室を構成するエンジン部品の表面にセラミック溶射を施し、低熱損失化を狙った単気筒のディーゼルエンジンを昭和59年度に研究試作した。

引き続き、昭和60～62年度に所内試験を

実施し、セラミック溶射をエンジン燃焼室廻り部品に適用することにより、冷却損失が約10%低減することを確認するなど、将来戦闘車両用エンジンへの適用化についての技術資料を得た。

表2 単気筒ディーゼルエンジンの主要緒言

形 式	4サイクル水冷ディーゼルエンジン
シリンダ内径×行程	150mm×160mm
最大出力	150PS/2, 100rpm

(ウ) 多気筒ディーゼルエンジン

将来戦闘車両用エンジンとして、小型・軽量で、応答性に優れ、燃料消費率の一層の低減を目指したディーゼルエンジンを研究開発するため、昭和59年度に研究試作した単気筒ディーゼルエンジン及び昭和62年度に実施した多気筒ディーゼルエンジン構成技術の調査研究(委託)の成果を踏まえ、平成元～2年度にかけて多気筒ディーゼルエンジンを研究試作した。

引き続き、平成2～4年度に実施した所内試験では、最大出力:1, 582PS/2, 100rpm



多気筒ディーゼルエンジン

を達成し、燃費、加速性に優れた出力密度の高いディーゼルエンジンを実現させ、将来戦闘車両用エンジンへの適用化についての技術資料を得た。

表3 多気筒ディーゼルエンジンの主要諸元

形 式	4サイクル水冷ディーゼルエンジン
過給方式	1段ターボコンパウンド
シリンダ配列及び数	12気筒、90° V型
シリンダ内径×行程	150mm×160mm
最大出力(目標値)	約1, 500PS/2, 100rpm

(エ) 戦闘車両用セラミックエンジン

ディーゼルエンジンの小型・高出力化、低燃費化を図るため、単気筒ディーゼルエンジンの燃焼室まわりにセラミック材料を適用した遮熱型ディーゼルエンジンに関する研究を平成5年度から実施中である。以下にその経緯等について述べる。

平成5年度～6年度に、エンジンの遮熱化のため、燃焼室まわりに傾斜機能材料部品(セラミック溶射型)及びモノリシック(一体型)セラミック部品を適用した単気筒ディーゼルエンジン並びに高温潤滑剤を研究試作し、引き続き平成7年度～9年度の所内試験で、エンジン部品へのセラミック材料適用に関する技術資料を得た。

また、平成7年度～9年度に、エンジンの燃焼最適化を図った傾斜機能材料部品及びモノリシックセラミック部品ならびに燃焼撮影装置等を研究試作し、平成8年度～10年度の所内試験で、高温燃焼最適化等に

関する技術資料を得た。

さらに、平成11年度～12年度に、遮熱性及び耐久性向上を図った傾斜機能材料部品及びモノリシック部品を研究試作し、平成12～13年度の所内試験で、エンジン部品の信頼性向上技術等に関する技術資料を得た。

(イ) 日米共同研究

戦闘車両用セラミックエンジンの研究は、MOU (Memorandum of Understanding) が平成7年10月31日に締結され、平成13年度まで、日米共同研究として実施した。同共同研究の日米のそれぞれの実施担当は、技術研究本部第4研究所と米陸軍戦車・車両研究開発・技術センター (U.S. Army Tank-Automotive Research, Development and Engineering Center: TARDEC) で、セラミック材料を適用したディーゼルエンジンに関する研究のため、燃焼現象の解析、エンジンパラメータの解析、セラミック材料試験、実証用単気筒エンジンの設計・製作及び評価等について、日米双方が協力して実施した。

(ロ) 第1世代(機械式)動力伝達装置

昭和34～35年度には、陸上自衛隊が装備する米軍供与の18トン高速トラクタM4用のトルクコンバータを試作して車載試験を実施し、その成果は、国産化に反映された。

昭和35～36年度には、同じく陸上自衛隊が装備する米軍供与の軽戦車M24の変速機用油圧コントローラの研究試作を実施したが、わが国の垂鉛鋳物の工業水準が低く失敗に終わった。

昭和41年度には、試作した同軸操向変速機を試作新戦車に搭載、変速・操向特性試験を実施し、その成果は、74式戦車の1次試作に反映された。

なお、昭和36～37年度には、防衛庁において使用する車両用交流充電発電機の試作・試験を実施し、性能を把握するとともに、制式規格案作成のための技術資料を得た。本試作の成果は、74式戦車等の戦闘車両に大きく反映された。

(ハ) 第2世代(油圧式)動力伝達装置

装軌車両の旋回は左右の履帯の速度を変えて行うが、機械式動力伝達装置では左右の速度比は数種類の固定した値しかとれないという欠点がある。斜板式油圧ポンプ・モータでは吐出量を無段階に連続して変化できるので、これを応用すれば自動変速機を有する装輪車両のように円滑に旋回できるため、昭和38年度から油圧式操向装置の研究を開始した。昭和44年度には、同装置を更に発展させて変速機能を持たせることで、油圧ポンプ・モータを動力伝達変換装置として使用するための調査研究を実施した。

昭和45年度から、前年度の成果に基づいて、将来戦車用の動力伝達機構としての油圧ポンプ・モータを用いた無段階変速性を有する動力分割型の静油圧機械式伝達装置の実験機(入力接続型)を製作・実験し、基準速度比における性能、効率及び回転安定性に関する技術資料を得た。

油圧式操向装置の研究における新動力装置の成果は、昭和45年度に研究試作した155mm自走りゅう弾砲の部分試作(走行装置)に採用され、制式化に貢献した。

昭和47年度から、動力伝達機構の研究として、静油圧機械式伝達装置の実験機(入力接続型及び出力接続型)の基本性能試験及び副変速機付静油圧機械式変速機構を自動変速させるための伝動装置用油圧制御装置の設計・製作及び台上試験を実施し、こ

これらの成果は、変速操向機試験装置及び89式装甲戦闘車・90式戦車用動力伝達装置に反映された。

昭和53年度から、動力伝達機構の研究の成果に基づいて、新戦車の開発に必要な小型・軽量で信頼性・耐久性のある高性能な1,000PS級油圧ポンプ・モータを研究試作し、台上試験を実施した。その成果は、90式戦車の砲塔装置・動力装置の研究試作に反映された。

昭和56年度から、無段階自動変速機の研究を開始し、その成果を昭和60年度からの無段階自動変速操向機の研究試作に反映させた。

この間、昭和57年度には、低反動(SR)自走砲用静油圧機械式変速装置の性能確認試験を行い、その成果を無段階自動変速操向機の研究試作に反映させた。

また、昭和57年度から、装甲戦闘車の性能確認試験を行い、その成果を89式装甲戦闘車に反映させた。

昭和61年度から、1,500PS級駆動用油圧ポンプ・モータの研究を開始し、これまでの無段階自動変速機の研究の成果と合わせ、平成3年度に無段階自動変速操向機の重要な動力伝達要素である小型・軽量・高出力(1,500PS級)油圧装置を研究試作し、平成4～6年度に基本特性試験、新しゅう動材マッチング試験、エロージョン把握試験、損失要因把握試験、静特性試験、制御部特性試験、動特性試験、総合特性試験及び連続耐久試験を実施し、良好な結果を得た。その成果は、エンジンとの統合制御を目指したディーゼル型動力装置の研究試作に反映された。

これまで述べた各種油圧装置の性能・諸元を次頁の表に示す。

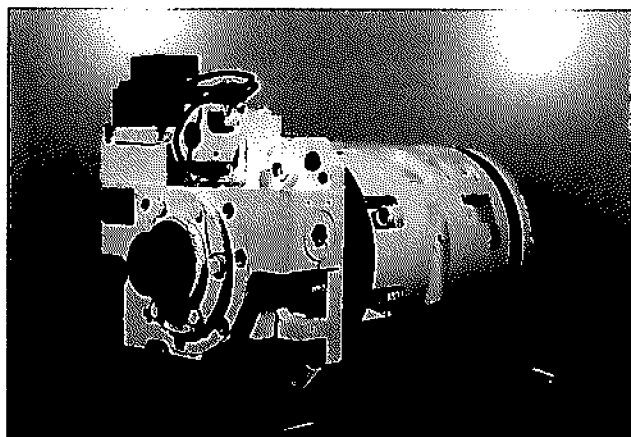
平成6～8年度に、エンジン、変速操向機及び補機類からなる動力装置の構成を小型化して各機器を電子制御により全自動化した小型、高機能、高効率で運転操作の容易な動力装置の確立を目標とするディーゼル型動力装置を研究試作し、平成8～10年度に最大馬力試験、発進加速試験、最小燃費制御試験、排熱処理試験等を実施し、良好な結果を得た。その成果は技術開発官(陸)が実施した将来車両装置(その2)の研究試作に反映された。

(ク) 第3世代(電気式)動力伝達装置

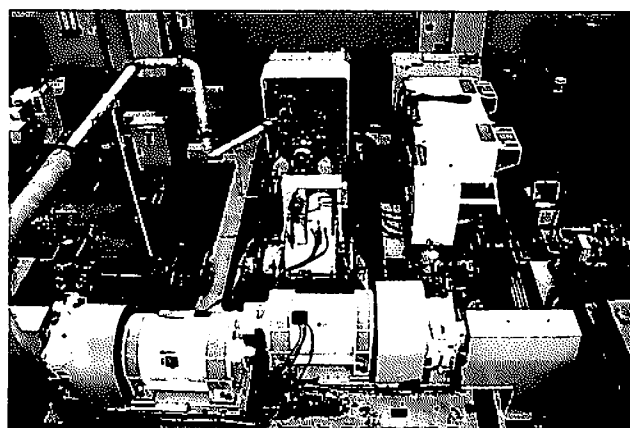
車両用動力装置として電気モータを使用した電気駆動システムは、モータの位置がエンジンの出力軸の位置に左右されないため車両設計の自由度が増すという特徴があり、また、原動機としてガスタービンを採用した場合、減速機が簡略化できる。平成3年度から将来の変速操向機として、電気駆動システムの研究を開始し、平成4年度までに装軌車両の特性を考慮した制御手法やそれに適したモータの選定、誘導モータによる実験セットのシステム構成及び規模(片側出力1.5kw級)の検討を行った。

平成5年度から、前年度までの検討結果に基づいて制御装置、電気駆動システム台上実験装置を設計・製作して実験を行い、制御性能やモータ駆動方式、駆動用モータの小型・軽量化について技術資料を得た。

この成果を基に平成9～10年度には 戦闘車両用電気駆動システム(その1)を研究試作するとともに、平成11～13年度の所内研究、車両用電気駆動システム構成要素の研究により、システム設計及び蓄電装置に関する検討を行い、平成13～15年度に計画している戦闘車両用電気駆動システム(その2)の研究試作のための技術資料を得た。



高出力無段階変速用油圧装置



戦闘車両用電気駆動システム(台上試験装置)

表 4 各種油圧装置の性能・諸元

機 種 項 目	89式装甲戦 闘車操向用	90式戦車 操 向 用	装軌実験車 変速・操向 用	高出力無段 階変速用
最大入力馬力(kW)	350	735	735	1,000
質 量 (kg)	130	260	130	150
最大圧力差 (MPa)	39.2	39.2	58.8	68.6
最高回転速度 (rpm)	3,000	3,000	4,000	5,000
押しのけ容積(cc/rev)	154	384	180	195

主要な技術研究件名一覧表

()は終了予定年度

担当	分類	件名	着手年度	終了年度	摘要
第1部	火器・車両	滑走路急復旧工法の研究	51	55	被弾又は災害による滑走路の破壊箇所を短時間で復旧する工法の研究
		軟弱地盤改良器資材の研究等	52	60	戦闘車両、施設器材等の路外機動性を向上させる軟弱地盤改良器資材の研究
		新地雷探知器の研究	52	59	地雷を迅速確実に探知する携帯用地雷探知器の研究
		対爆構造の研究	52	62	重要施設の抗たん性の向上をはかるための耐爆構造に関する研究
		河川偵察器材の研究	55	58	渡河作戦に必要な河川情報を迅速的に偵察する器材に関する研究
		地中式弾薬庫の研究等	56	元	貯蔵弾薬等が爆発した場合の構造体とその周辺の応答についての研究
		新浮橋の研究	59	61	自走浮橋及び浮のう橋の後継として重車両を迅速に渡河させる新浮橋の研究
		地雷探知装置の研究	60	62	高調波及び結合波を用いて散布地雷等を探知するための地雷探知装置の研究
		滑走路維持工法の研究	60	62	滑走路の最適維持工法開発のための研究
		地雷処理ローラの研究	62	62	第一線戦闘車両の機動を支援するために使用する地雷処理ローラに関する研究
		新水際地雷システムの研究	62	元	敵舟艇等の遠着を阻止、混乱させるため、海岸の水際付近に地雷原を構成するシステム技術の研究
		迅速築城構造物の研究等	62	4	迅速かつ容易に構築できる第一線部隊用築城構築物の設計、施工の研究
		車両搭載地雷探知器の研究等	63	8	埋設対戦車地雷を迅速に探知・処理する車両搭載地雷探知器に関する研究
		施設戦闘作業車の研究等	60	3	迅速に各種障害を処理し戦闘車両の機動を支援する施設戦闘作業車の研究
		投射地雷システムの研究	63	5	散布性に優れた地雷投射装置等に関する研究
		新架橋システムの研究等	元	9	少数の標準化器材で構成され橋梁性能に優れた橋梁の研究
		遠心式爆発シミュレータの研究等	2	8	各種構造物の耐爆性能を簡易かつ経済的な小規模実験で評価するための遠心式爆発実験シミュレータに関する研究
		地上用ロボット技術の研究等	3	8	地形形状・障害物等を認識し、不整地を自律走行する地上用ロボット技術の研究
		施設防護の研究等	5	8	爆弾等の高精度化が予想される将来戦において、高い抗たん性を確保するための施設の耐弾性強化に関する研究
		地雷自動敷設技術の研究	7	8	地雷敷設の迅速・省力省人及び安全化の向上を図る地雷の自動敷設技術の研究
地雷探知・処理システムの研究	7	(15)	地雷の探知・処理作業を迅速・確実に行うシステム技術の研究		
損傷評価シミュレーションの研究	9	10	接触爆発を受ける鉄筋コンクリート防護構造の損傷評価に関する実験的及び数値シミュレーションによる研究		
第2部		懸架機構の研究等	44	11	戦闘装軌車両の車体振動特性を把握すると共に振動の制御方式についての研究
		新ディーゼルエンジンの研究等	45	5	高過給・高速回転時の燃焼改善、冷却方式・過給方式・低温始動性の改善等の研究
		動力伝達機構の研究等	47	10	戦車等の高速装軌車両への適用化を図るための装軌車両用動力伝達機構の研究
		走行機構の研究	47	2	装軌車の高速運動性能に影響する走行装置系構成要素の諸因子を解明する研究
		車両用ガスタービンの研究等	48	9	戦闘車両用ガスタービンの技術的可能性の追求、車両への適用化に関する研究
		装軌式関節車両の旋回性能の研究	52	55	装軌式けん引車が装軌、装軌の被けん引車をけん引し定常円旋回運動する場合の運動に関する研究
		戦闘車両用車外環境情報収集システムの研究	3	5	高度に自動化した機動力と車外環境等の情報収集能力を可能とする操縦支援システムのうち、車外環境情報収集システムについての研究
		戦闘車両用歩行式走行装置の研究	3	5	従来の装輪式及び装軌式車両では踏破が不可能であった泥ぬい地、森林地域及び山岳地域においても走行可能な歩行式走行技術についての研究
		戦闘車両用電気駆動システム構成要素の研究等	3	13	電気駆動システムの駆動用モータ・蓄電装置・制御技術に関する研究
		ループホイール式走行懸架装置の研究	4	7	従来の懸架装置より軽量、かつ高速走行性及び振動乗心地の向上が図れるループホイール式走行懸架装置に関する研究
		戦闘車両用セラミックエンジンの研究等	5	13	ディーゼルエンジンの燃焼室まわりにセラミック材料を適用した遮熱型ディーゼルエンジンの研究
		操縦支援システムの研究	6	7	戦闘装軌車両の機動性、省人化・省力化及び整備性を飛躍的に向上できる操縦支援システムに関する研究
		戦闘車両研究開発シミュレータの研究等	6	12	ソフトウェア・ハードウェア双方の詳細な検討・評価が行える戦闘車両研究開発シミュレータに関する研究
		車両試験評価自動化システムの研究	7	8	将来の戦闘車両等の試験を安全化・省力化・省人化しかつ膨大な取得データを短時間に解析・処理できる効率的な車両試験評価自動化システムの研究

陸上戦闘車輛の思い出

元第4研究所研究企画官 森 茂

1 相模原試験場から第4研究所へ

昭和32年8月1日に相模原試験場が開設され、車輛試験室、事務所、受電室、守衛室、ガソリンスタンド等が建設された。車輛試験室には軍用の6輪車を考慮して、総重量30t、3軸300ps、全長10m、最高速度120km/h以下の装輪車の台上走行試験ができるシャーシダイナモメータ（動特性）測定装置と総重量40t、全長10m以下の装輪車又は装軌車の重量、重心位置、傾斜角及び転倒角が測定できる最大傾斜角45°の傾斜台が設置するようになっており、（動特性）測定装置は試運転の段階であった。

試験場の構内は軟弱地が多く、重車輛の通過できる道路整備を急がねばならなかったので頭大の丸石を投入して転圧したため、できあがって見ると車輛試験室の基礎やエプロンより道路の方が高くなり、雨水の流入を危惧して素掘り側溝を掘ったが大雨の時を考えると、何時も気が気でなかった。

装置はワードレオナード制御方式で速度、負荷一定制御、空気抵抗付与、慣性重量補償が可能なもので、国産第一号機で我が国唯一の大型のシャーシダイナモメータで日立製作所が建設にあたった。我々も運転してみて、操作しづらい点もあったので、調整や改善を繰り返しかえし2ヶ月程して所望の性能が得られ、ほっとした。

試験場の回りは家も少なく、街灯や灯りもない状態で夜は道の回みに足を取られぬように懐中電灯でてらして、淵野辺駅から50分間隔の横浜線で通勤したが、忙しかったのと目標もはっきりして、あまり苦にはならなかった。しかし、友兼試験場長、笠井場長補佐兼試験班長、中曽根業務班長は将来計画等もあり、ご苦労もされたこと

と思います。

そうこうしているうち、年も変わり構内整備も軌道にのりはじめシャーシダイナモメータ（静特性）測定装置の工事もはじまり、傾斜台も運び込まれ建設が進んできたとき、昭和33年5月防衛庁技術研究所は防衛庁技術研究本部と改称され、組織、運営等が改正されて第4研究所が発足した。

2 第4研究所の編成

旧2部の大半と旧3部の車輛第1班、同第2班の半分及び相模原試験場が統合され、所長の下に庶務課（2係）第1部（6研究室）及び第2部（5研究室、1試験室）で編成され、定員51名であった。しかし、業務は目黒地区と相模原地区に分かれて行なわれていた。

第1部は施設器材、第2部は車輛で、各研究室の所掌業務は物別になっていたが、その後、第2部は車輛でまとまるので要素別にかえていった。試験場の試験班は車輛試験室となって第2部に所属した。したがって、しばらくの間は、あまり変わらず予定どおりシャーシダイナモメータ（静特性）測定装置を完成させ、ひき続き、エンジン試験室を建設し、直流電気動力計、150PS、300PS、700PSを設置することができた。

昭和35年6月、中央試験室の完成により、目黒地区の主力も相模原に集結し、名実ともに第4研究所が動きだした。友兼場長は第2部長になり、相模原に来た理由の一つである旧陸軍造兵廠の戦車道路の整備を積極的に推し進め、路線バスとの競合をさけるため立体交差できるよう橋梁をかけ、第4研究所の北方2kmの丘陵

上に東西8km、幅20mの砂利道が完成し、戦闘車輛の試験道路として使用できるようになった。

昭和37年になると、61式戦車、60式装甲車の後継として、新型戦車及び新装甲車の開発をめざして、研究室ではエンジンは空冷2サイクルディーゼルエンジン、新懸架装置として油気圧懸架装置、変速操向装置として同軸変速操向装置の試験研究が行われ、昭和38年には研究試作した新懸架装置を試製装甲車(60式装甲車)に装着し、車輛試験道路でも走行試験が実施された。

3 74式戦車、73式装甲車等の開発

昭和42年になると、3次防から4次防にかけて戦闘装軌車の開発ラッシュが始まり、戦車、装甲車、105mm自走りゅう弾砲、けん引車、多連装SSR、155mm自走りゅう弾砲等の機動性能確認試験がつぎつぎと実施されることになった。

第4研究所では所長の意向として、今後は車輛の技術試験は車輛試験室で実施し、研究室の希望がなければ、極力研究室に持ち込まないようにしたいということになり、当時試験室長であった私は装軌車の野外試験の経験は少なく、心配もあったが、取りあえず室員5名全員の装軌車の運転免許証の取得を図り、試験できる体制を整備することに努めた。

幸い室員は頑健とはいかぬまでも、健康で明るい性格の人たちなので多少のトラブルは乗り越えていけると思い、この点は安心した。

一番走り込みを要求されたのは戦車と装甲車で、夫々部分試作の試験から始まり戦車は第1次試作2両、第2次試作4両について、装甲車は1型2両、2型2両の計4両について機動性能試験を実施した。

試験は第4研究所内の定置試験(重量、重心位置、重心高さ、超堤、超壕)、環境試験(低高温、高湿度)、車輛水槽試験(潜水渡渉、水上浮航)、北富士の定地試験道路で行なう定地性能試験(最高速、加速、俯行、燃費等)のほか、富士演習場の適地を選んで、路上、緩坂路、不整地の3種類に分け、全力走行、連続走行、耐久走行を

繰り返し、夏は九州の日出生台演習場の堅硬路走行、冬は北海道の上富良野、恵庭、千歳の演習場での雪上走行等を実施して目標とした5,000km走行を達成し、機動性能確認試験を終了した。

車輛試験室は昭和45年には原動機試験室と合体して車輛性能試験室となり、室員も5名から8名に増員され、引き続き室長として技術試験を実施した。試験中に生じるトラブルも最初は数多く発生し、時には路外に飛び出すこともあったが、関係者のたゆまぬ努力により一つづつ解決し、機動性能確認試験で改善の成果を確かめることができた。

この試験実施にあたって、寒地試験等にご支援ご協力を頂いた札幌試験場、富士演習場だけでなく時には九州や北海道まで苦楽を共にした陸上自衛隊装備開発実験隊の車輛科、並びに輸送問題やオイルショック等の外乱に対して大きな計画変更をせず試験ができるよう調整して頂いた関係者の方々に厚く感謝します。

4 施設の充実

(1) 隣接地の取得

これは第4研究所にとって一つの転機になるほどの大きな問題だった。この隣接地の取得について、大変な苦勞をされながらも積極的に推進し、まとめられた松坂元4研所長(当時は所付)は当時の状況を次のように話されている。

昭和40年代に入ると、旧軍時代の遺産として引継いだ戦車道路の周辺も次第に宅地化が進み、ここを町田市の公園として利用したいと言う地元の要望が年と共に昂まり、やがてこの戦車道路を手放さざるを得ない情勢となった。

そこで、開発車輛の走行テスト場の一つとして、ここを利用してきた第4研究所は戦車道路の代替機能を確保するための施設建設用地を隣接地域に確保したいとの計画を立案した。その候補地として、第4研究所西側に所在する日立建機(株)の社員寮を含む用地、ならびに現業中の小工場三社の所有地合計9,176平方メートルを取得すべく計画した。予算要求までに、

四社の本計画に対する応諾を得る交渉がまず進められた。

当初は防衛庁側の唐突、かつ一方的要求として、この計画に頑強に抵抗し、話し合いにすら応じなかった各社も、やがて日立建機がようやく受諾するに至るや、一社また一社と城壁が崩壊するが如く次々この計画を応諾した。

これをもとに所要の予算要求を行ない、昭和49年度予算として認められ、ここに西側四社の所有地が当初の計画通り取得されることとなった。以降、そこに車輛旋回試験場、施設器材実験室、管理土槽室が次々と建設整備され、今日の姿の大意が定まっていた。

これによって第4研究所敷地の西側の凹みがなくなって、現在のすっきりした角型の敷地になり以後安心して新施設の整備ができることになった。

(2) 変速操向機試験装置と動力装置試験室の建設

昭和49年に私が車輛第3研究室長を命ぜられた時は、研究室では諸先輩の卓越した御指導で、欧米先進国で研究開発が進められていた静油圧機械式無段階変速操向機の研究が始められており、新戦車の変速操向機を見つめながら鋭意努力中の時でした。

大変有意義な研究で、全員で推進していき、忙しい中でも将来の成果を期待できる楽しみもあり、柳澤技官、秋山技官と共に活気ある研究でした。

一方、かつて、74式戦車や73式装甲車の機動性能確認試験で頻繁に発生する変速操向機のトラブルに悩まされ、その対策に腐心した経験から、変速操向機の試験評価は車載しなければ判らないと言う点を改め、車載の前に再現性のある台上試験で不具合箇所の発見や対策ができれば車載時のトラブル発生も格段に少なくなり、野外の機動試験も効率よく実施できると考えて、試験装置の可能性について検討した。

試験装置は走行状態を再現し、変速、操向、制動の性能試験を実施する際に付与する諸抵抗のうち、一番苦慮した旋回抵抗の与え方にも目処がたち予算要求の

段階になった。

その後、柳澤技官が室長として推進し、昭和56年に完成し、変速操向装置単体及び動力装置として車載した状態においても、直進、変速、操向、制動、登坂及び降坂等の諸性能試験が台上で行なえるようになった。

その後、静油圧操向式自動変速操向機及び静油圧機械式無段階変速操向機も立派に完成し、夫々、新戦車(90式戦車の試作車)及び装軌実験車に車載して走行試験を行なったが、殆どトラブルの発生が見られず、短期間で評価ができたのことを開き望外の喜びを感じました。

(3) 定地試験施設の建設

北海道東千歳駐屯地近傍に戦闘装軌車輛等の定地試験場を建設することになり、昭和59～60年に平坦直線路及び円旋回路並びに整備工場が、昭和62～63年に登坂路及び斜面横行路が完成した。その頃には車輛試験法に関する防衛庁規格も制定されており、それらを考慮して施工して頂いた。

平坦直線部は長さ1,250m、幅20mで、両端に直径50mの旋回部と直径100mの円旋回試験部を設け、登坂路は60%及び40%勾配の坂路、斜面横行路は40%～10%の連続斜面を設置した。

こうして車輛定地試験場ができたが、それまでに大変多くの方々にお世話になりました。当時、藤島会計課長と剣持管理課長からお話しがあり、技術研究本部が抱える懸案事項であり、何とかしてあげたいが車輛試験場の規模や要求金額ではとても無理なので金額はこの1/6位で君の一番欲しいものは何かと聞かれ、諸先輩が苦勞して積み上げた車輛試験場を思い一瞬ためらったが、素直に考えて一番必要とする定地試験場をお願いした。

今までは北富士演習場の長さ800m、幅10mの平坦砂利道で最高速度、加速、惰行、燃費等を試験したが、一雨あればデータのばらつきを防ぐため道路の乾燥に2～3日を要したりすることもあって困ったりした。

しかし、今度の新戦車は重量50tで最高速度70km/h以上となると、もはや、

この道路で安全に試験することは難しい。また自然地形で60%勾配の登坂路を探すことは例え一接地長でも容易でなく、戦車のように比較的高い接地圧の車輛は一度地形を崩すと二度と使えず、次々と山や丘を探すことになってしまう。

新戦車の開発ではエンジン、変速操向装置、懸架装置等が着実に進んできており、定地試験場を急がなければと思うが、場所が決まらない。

技術研究本部としては東千歳地区の場所以外に予算の面、自然環境、供試車の輸送、人員の移動及び支援体制等の面から見ても、これ以上の適地は考えられない。

しかし、陸上自衛隊北部方面總監部からは良い返事がもらえず困っていたとき、藤島会計課長が、“ヨシ、それでは僕が行って話して見る”と言われ、予算の忙しい12月にもかかわらず札幌に飛び、渡部北部方面總監に話してくださった。

お蔭で、予定した東千歳駐屯地近傍に定地試験場を建設することができ、新戦車の定地性能試験に間に合うことができ

た。また、札幌施設局の方も直線部1,250mのコンクリート舗装は装軌車両を考慮して目地は縦目地のみで横目地を付けない工法を考えてくださったり、札幌試験場の方には連絡、調整は勿論、整備工場についても、北海道での経験から内部構造や配置に適切な助言を頂き大変有難かった。

(4) おわりに

このようにして、昭和50～60年代に第4研究所では動力装置試験室、装軌車の高速化に欠かせない懸架装置の実車試験ができる振動試験室、実車走行状態を再現して試験できる大型エンジン試験室、シヤーシーダイナモメータ（静特性）測定装置の更新（容量60t、3点支持）を建設し、定地試験場と共に大変多くの施設が誕生し、試験研究に威力を発揮した。

こうした新施設の建設に何時もお世話頂いた推名施設係長を忘れることはできない。私は特にお世話になった一人と思うが、何事にも親切に気持ち良く相談に乗ってくれ、良いと思った事は積極的に推進して頂いた。有難うございました。