

6 第1研究所

概 説

第1研究所は、昭和50年代以降、自主研究・自主開発や将来型の研究に取り組んできている。

火器・弾薬の研究に関しては、液体発射薬砲や電気力を利用した新しい型の砲や、エレクトロニクスあるいはセンサ技術を取り込んだ信管など、新しい分野の研究に取り組んでいる。装甲技術の研究に関しては、これまでの戦車用の防弾鋼材の開発と性能向上から、湾岸戦争以降は反応装甲やセラミックス・複合材を用いた特殊装甲、更に装備品の脆弱性についてコンピュータで解析する新しい分野の研究も開始している。

需品・保命関連の研究に関しては、列国に劣らない化学防護服の開発、コンピュータやCRTが多用される

時代に対応するための人間工学的な分野の研究、特に、「サリン事件」以降はCBR防護に関する研究の重要性が高まってきており、研究の重点化、指向化を目指している。

艦艇に関する研究に関しては、潜水艦用鋼材・構造・溶接法の研究に一貫して取り組み、ハイレベルの先進鋼技術を背景に、日米共同研究のテーマにも取り上げられている。更に将来艦船のステルス化に関する分野の研究に取り組んでいる。

第1研究所は、平成13年に研究室の再編を行い、第1部は4研究室（火力システム、火器、弾薬、弾頭）、第2部は3研究室（装甲システム、耐弾構造、残存性）、第3部は3研究室（ヒューマンシステム、防護、個人装備）、第4部は4研究室・1試験室（艦艇システム、艦艇機器、艦艇構造、流体力学、水槽試験）の体制となり、技術

研究の一層の重点化、効率化を図ることとなった。

(1) 液体発射薬砲の研究

7 概 要

液体発射薬砲（Liquid Propellant Gun：LPG）は、古くから火砲用の発射装薬として用いられている固体発射薬の代わりに液体発射薬（Liquid Propellant：LP）を用いて弾丸を発射する火砲である。

液体発射薬の研究は、1940年代に行われたロケット用推進薬の研究に端を発している。

その後1950年代にかけて火砲用の発射装薬として、液体発射薬の研究が盛んに行われたが、発射薬の毒性や燃焼の不安定性などの問題を解決することができず、研究は一進一退を繰り返していた。

1970年代に入り、低毒性で常温常圧下における安定性の高い一液性の液体発射薬が登場し、また、再生注入式（Regenerative Injection）という燃焼方式の開発により、液体発射薬砲の実現性がにわかに高まった。

欧米を中心とした諸外国では、長年にわたり液体発射薬及び液体発射薬砲の研究が進められ、米国では、155mmりゅう弾砲の研究開発レベルの試作が行われてきた。

液体発射薬砲は、従来の固体発射薬を用いた火砲に比べて複雑な構造（図参照）であるが、その反面、次に示す特徴を有している。

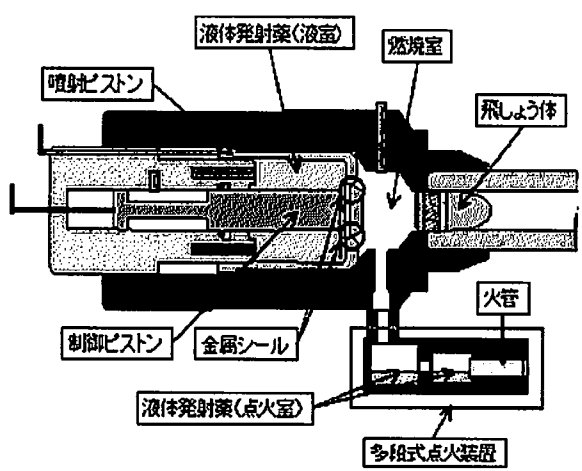
(7) 発射薬の無段階調整と射角調整により、同時弾着が可能

(1) 発生腔圧が低いいため、砲全体の軽量化が可

- 能
- (7) 持続的な低腔圧のため、知能弾の射撃が可能
- (エ) 液体発射薬は常温常圧で着火しないため、低脆弱性化が可能

イ 目的

液体発射薬を用いた火炮について研究し、将来りゅう弾砲のための技術資料を得る。



液体発射薬の燃焼機構部の断面図

ウ 経緯

昭和62年度から液体発射薬砲の研究が開始され、平成元～3年度に液体発射薬燃焼試験装置（その1）及び同（その2）の研究試作・所内試験を行い、液体発射薬の物理化学的特性についての技術資料を得た。

平成5～8年度に液体発射薬砲（その1）の研究試作・所内試験を行い、液体発射薬の噴射燃焼特性、液体発射薬砲の砲内弾道特性についての技術資料を得るとともに、液体発射薬砲の砲内弾道シミュレーション基礎技術を確立した。それらをもとに、液体発射薬砲の砲内弾道特性の把握並びに繰り返し射撃可能な液体発射薬砲に関わる燃焼制御技術、安定燃焼技術、砲内弾道シミュレーション技術、点火技術、注入技術、シール技術を確立する

ため、液体発射薬砲（その1）の性能確認試験における供試品の改造を主として、平成10～11年度に液体発射薬砲（その2）の研究試作を行った。
平成12年度には、液体発射薬砲（その2）の研究試作品を用いて、射撃試験を実施し、所期の成果を得て試験を終了した。

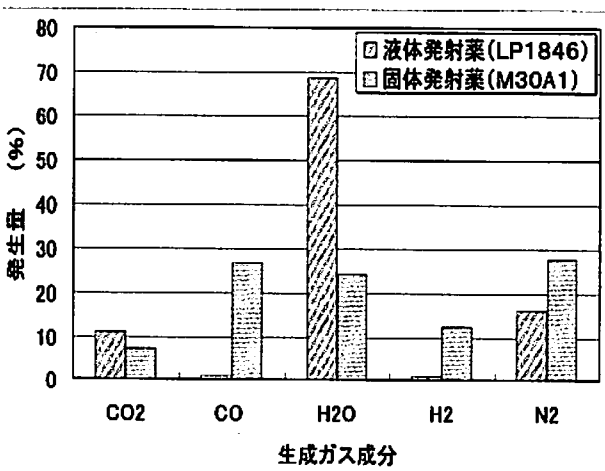
エ 結果

研究当初は、液体発射薬の物理化学的特性の把握に重点をおいた研究を行った。液体発射薬の組成と、燃焼後の発生成分について固体発射薬（M30A1）との比較を次表に示す。

この研究結果を元に、数値シミュレーションモデルを構築し、液体発射薬砲における砲内弾道シミュレーションが可能になった。

液体発射薬（LP1846）の組成

成分	分子式	モル比	重量%
HAN	$(\text{NH}_2\text{OH})\text{NO}_3$	7	60.8
TEAN	$(\text{CH}_2\text{OHCH}_2)_3\text{NHNO}_3$	1	19.2
水	H_2O	12.27	20.0
HAN : Hydroxyl Ammonium Nitrate			
TEAN: TriEthanol Ammonium Nitrate			



液体発射薬と固体発射薬の生成ガス成分

オ 特記事項

このシミュレーションは、研究試作された液体発射薬砲の実射により試験結果との整合性がとられており、実機をよく再現していることが確認されている。また、火砲の大口径化を行う場合に、このシミュレーションが有効に活用できると期待される。

(2) 戦車砲用演習弾の研究

ア 目的

我が国の戦車砲用徹甲弾の射撃訓練は演習場外へ跳飛を防止する目的で建造された徹甲弾ドームと呼ばれる施設のみで実施されている。この射撃はドーム内に固定された目標に対し、弾丸を確実に弾着させなければならず、徹底した統制下での実施を余儀なくされている。

また、全国に設置されている徹甲弾ドームの数は少なく、射手1人当たりの射撃機会も非常に少ない。このような現状から徹甲弾ドームにおける射撃訓練では戦車砲用徹甲弾に求められる射撃術を十分に練成することができず、その練度の低下が危惧されている。

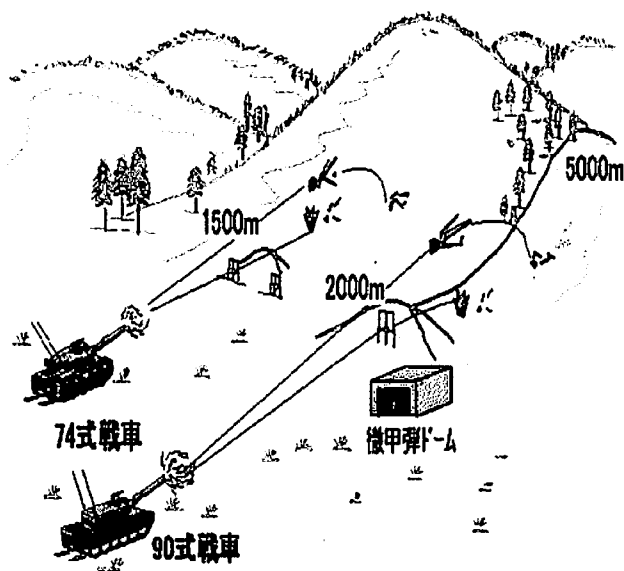
そこで現有の戦車砲用徹甲弾をもって実施すべき射撃を通常の射撃訓練で安全かつより実戦的に行うために戦車砲用演習弾の開発が進められた。

戦車砲用演習弾の運用構想を図に示す。

イ 経緯

昭和62年度に部内研究から開始し、最大射撃距離までは徹甲弾と同等の飛翔特性を有し、かつ弾丸の飛翔距離を制御することによって、演習場内に確実に弾着する最適な戦車砲用演習弾を検討した。

平成4年～5年度には弾丸分割方式と空気抗力制御方式の2種類の戦車砲用演習弾を研



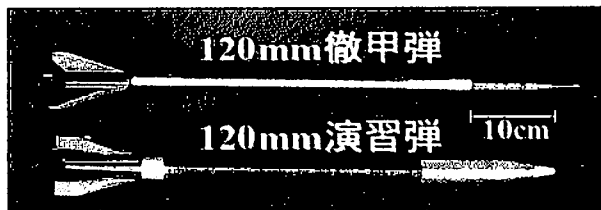
運用構想

究試作して試験を行った結果、現有の戦車砲用徹甲弾とほぼ同等の弾道特性を保ちながら飛翔し、飛翔途中で分割することにより飛翔距離を制御する弾丸分割方式が採用された。

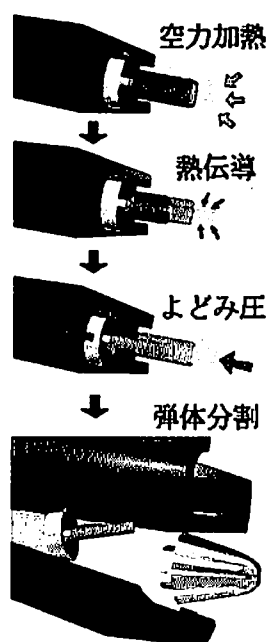
平成7年～9年度には、分割弾体飛翔方式の105mm及び120mm戦車砲用演習弾を試作し、平成9年～10年度に技術試験を実施して、要求性能を満足することを確認した。

以上の成果に基づいて、平成10年～11年度に実用試験が実施された。

試作した120mm演習弾及び演習弾の作動原理である弾体分割の作動機構を図に示す。



演習弾と徹甲弾の比較



弾体分割の作動機構

リ 結果

本研究により、以下の機能・性能を有する戦車砲用演習弾を開発した。

- (ア) 機能：演習弾の弾心部は、一定の距離内では、それぞれの徹甲弾の弾心部とほぼ同等の弾道で飛翔し、それ以遠においては分割して地上に落達する機能を有している。
- (イ) 戦車との適合性：演習弾は戦車砲の機能を阻害することなく射撃できる。
- (ウ) 弾道特性：発射地点から最大射撃距離までの間において、それぞれの徹甲弾の弾道特性に近似している。
- (エ) 命中精度：それぞれの徹甲弾とほぼ同等である。
- (オ) 弾心部の飛翔特性：弾心部は落達許容地域及び飛散許容地域内に落達する。
- (カ) 操用性：それぞれの徹甲弾と同等の操用性を有する。
- (キ) 安全性：不発弾処理等を必要とせず、人員を負傷させることのない形状を有している。

(3) テレスコープ弾機関砲の研究

ア 概要

テレスコープ弾(Cased Telescoped Ammunition)は、弾丸が薬きょう内に格納された構造であり、従来型の弾薬と比較して、弾薬長の短縮化を図ることにより、装填及び抽筒に要する時間を短くでき、同口径の従来型の弾薬と比較して高発射速度化及び容積効率の向上を図ることが可能である。このため、テレスコープ弾の特長を最大限に発揮する機関砲と組み合わせることにより、我が国をはじめとする諸外国において、対戦車ミサイルなどの経空脅威に対して有効に対処可能な弾薬として注目されている。

これまでに我が国では、米国、欧州に比して技術格差を生じていたテレスコープ弾化及び機関砲技術の分野においても、本研究の成果により、諸外国に比肩でき得るものと期待されている。

イ 目的

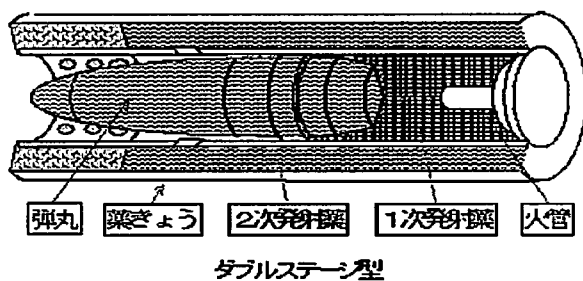
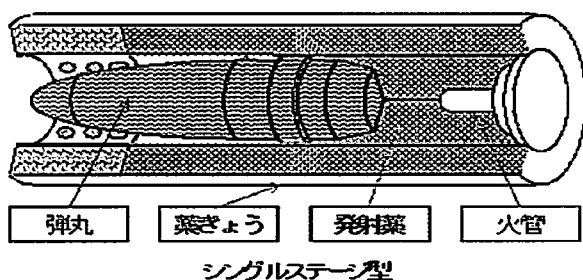
長射距離、高発射速度及び高命中率が期待できる、高性能信管を有する中口径のテレスコープ弾及び外部駆動型機関砲に関する研究を行い、技術資料を得る。

ウ 経緯

第1研究所においては、平成6年度から平成13年度にかけて「テレスコープ弾機関砲の研究」を実施してきた。平成6年度～平成8年度には、テレスコープ弾機関砲(その1)として、テレスコープ弾機関砲に関する基礎的なデータを取得するため、試験用テレスコープ弾、砲尾作動基礎解析装置、エロージョ試験装置を試作し、基礎燃焼特性及び砲尾機構に関する研究を行うと共に、各種砲身(硬質Crメッキ処理、窒化処理及び無処理)を用いた連射試験を行い、砲身摩耗状況等に関する研究を行った。平成9年度～平成11年度

には、テレスコープ弾機関砲（その2）として、砲内弾道特性に関するデータを取得するため、シングルステージ型及びダブルステージ型の試験用テレスコープ弾及びテレスコープ弾試験装置を試作し、砲内弾道特性、弾薬と機関砲との適合性及び機関砲砲身の内面処理の効果に関する研究を行った。

特に、試験用テレスコープ弾のうち、シングルステージ型は、従来型の弾薬と同様な腔圧曲線を与えるのに対し、ダブルステージ型では、はじめに1次発射薬の燃焼によ



試験用テレスコープ弾の概念図

り弾丸が移動し、続いて2次発射薬が燃焼することにより、最大腔圧を抑えつつ、高初速化が期待されるものである。

平成12年度～平成13年度には、テレスコープ弾機関砲（その3）として、連射機能及び信管機能（電源機能、測合機能及び時限機能）に関するデータを取得するため、試験用テレスコープ弾及び外部駆動型テレスコープ弾機関砲（口径50mm、モータ駆動・ガス

駆動）を試作し、下北試験場において連射機能及び信管機能試験を実施した。

また、これらの研究試作に合わせて所内研究として、前方指向性弾の破片散布状況やテレスコープ弾機関砲用信管の高精度時限、砲内における補助発電（圧電・施動利用）及び砲口コイルを用いた電磁誘導方式による遠隔測合に関する基礎的なデータを取得し、テレスコープ弾機関砲の研究に反映している。



外部駆動型テレスコープ弾
(外部駆動型口径50mm、発射速度300発/分以上)

I 結果

試験用テレスコープ弾においては、シングルステージ型とダブルステージ型について、口径50mm機関砲を用いて単発射撃及び連続射撃試験を実施し、最終目標とした最大腔圧50MPa以下で初速約1100m/s、発射速度300発/分以上を達成できた。

このうち、ダブルステージ型においては、最大腔圧を低下させる効果を確認でき、また、低腔圧での高初速化について高装填密度型発射薬（コンソリデート及びPCSP: Partially Cut Stick Propellant）の有効性を確認した。

外部駆動型テレスコープ弾機関砲においては、外部駆動型（モータ型）及びガス駆動型

ともに発射速度300発／分以上を達成し、口径50mmテレスコープ弾機関砲における技術的可能性を確認した。

信管機能においては、射撃試験を実施し、発射時に砲口で測合可能なプログラマブル時限信管に関する電源、測合及び時限精度の各要素について実現性を確認した。

オ 特記事項

将来は、本研究の成果を反映し、テレスコープ弾機関砲の車載化の可能性を追求しつつ、テレスコープ弾機関砲の特長である高初速化及び発射速度の増大に関わる更なる技術的發展に鋭意努力していくことを考えている。

(4) 目標検知型弾薬の研究

ア 概要

目標検知型弾薬は、砲弾またはロケット弾から戦車等の目標上空で放出後、回転傘等を用いた回転降下機構で回転降下しながらミリ波・赤外線またはレーザ・赤外線の複合センサを有する目標検知信管で地表面上をスパイラル(螺旋状)サーチし、目標の検知と同時にEFP(Explosively Formed Penetrator)弾頭を起爆してその比較的脆弱な上面に命中させ撃破する対装甲弾子弾である。

イ 目的

戦車等の装甲車両を検知し、装甲防御力の比較的脆弱な上面をトップアタックで撃破する対装甲弾子弾技術について研究し、技術資料を得る。

ウ 経緯

第1研究所では、目標検知型弾薬の構成技術であるEFP弾頭、目標検知信管、回転傘(降下により回転する落下傘)について研究を進め、昭和61年度から平成5年度の間にそれぞれ2回の研究試作を実施して(EFP

弾頭：昭和63年度及び平成2年度、目標検知信管：平成3年度及び平成5年度、回転傘：昭和61年度及び平成元年度)必要な技術資料を取得した。

なお、EFP弾頭は、金属製のライナをさく菓の爆発により円柱形状に生成し高速(約2000m/s)で目標に向けて飛ばし、戦車等の比較的脆弱な上面装甲を貫徹して撃破することが可能であるな



1型

2型

目標検知型弾薬

(写真はテレメータを内蔵したもの)

ど、今後の弾頭として期待されているものである。

これらの研究成果に基づき、各構成技術を統合しシステム化した目標検知型弾薬を平成8年度から10年度に研究試作し、平成10年度から12年度にかけて性能確認試験を実施した。

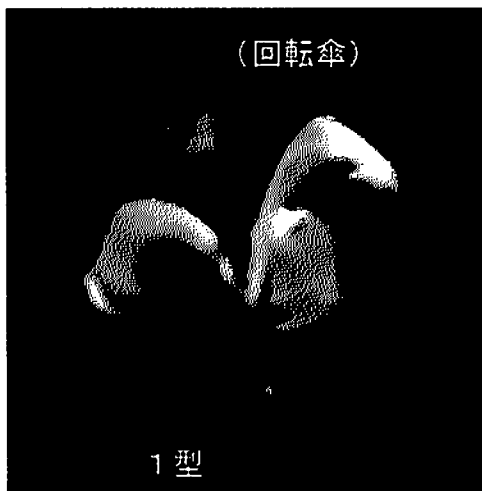
研究試作した目標検知型弾薬には、EFP弾頭を砲弾への内蔵が可能な口径で、信管にアクティブミリ波センサ及びパッシブ赤外線センサを搭載して、回転降下機構に回転傘を用いたタイプ(以下「1型」という。)と、弾頭を1型より小口径とし、信管にレーザ測距センサ及びパッシブ赤外線センサを搭載して、回転降下機構に通常の落下傘で降下して

金属翼で回転させる方式を用いたタイプ（以下「2型」という。）があり、それぞれEFP弾頭を実装したものと、弾頭の代わりにテレメータ送信機を内蔵したものの二種類を試作した。

なお、目標の検知には、1型で車体からのミリ波反射とエンジンからの赤外線放射の検出を用いており、2型では車体の高さで赤外線放射の検出を用いている。

所内試験では、信管の検知特性や回転降下中の目標検知を試験する目標検知特性試験と、目標の検知からEFP弾頭の標的への命中までを確認する検知・静爆試験を実施した。目標検知特性試験では、目標検知型弾薬をクレーン車又はヘリコプタ(UH-1J)に取り付け、高度に応じた目標車両等に対する検知特性データを取得した。

また、目標上空から回転降下機構を取り付けて投下し、実降下環境でのスパイラルサーチの動作確認を行うとともに検知特性データをテレメータにより取得した。なお、試験は、気温や地表面の状況による検知特性への影響を確認するため、積雪環境、一般（春季）環境及び夏季環境において実施した。



スパイラルサーチ中の目標検知型弾薬(1型)

また、検知・静爆試験では、地上において

水平方向に所定の距離で設置した標的板と擬似目標に対し、目標検知型弾薬をスパイラルサーチさせ、擬似目標の検知によりEFP弾頭を起爆することで、EFP弾頭の飛しょう特性、侵徹威力及び命中精度等のデータを取得した。

I 結果

目標検知特性試験により、1型及び2型はいずれも目標を検知して起爆信号を出力でき、回転降下機構と子弾のマッチングも良好であることを確認した。また、検知・静爆試験により、EFPの飛しょう特性、侵徹威力及び命中精度は、良好であることを確認した。

これらの試験により得られたデータから、目標を検知して起爆信号を出力し、EFP弾頭を命中させる一連の動作を確認し、目標検知型弾薬に関する基礎技術を取得することができた。

II 特記事項

目標検知型弾薬は、弾薬の知能化を実現したものであり、将来の発展が期待されるとともに、今後の火器・弾薬技術の研究開発に反映できるものと考えている。

(5) 野戦砲用高安全性発射薬の研究

7 概要

高安全性発射薬とは、図1に示すように運搬中もしくは貯蔵中の発射薬が被弾や火災等によって、誘爆を起こすことのない、安全性の高い発射薬の名称である。第1研究所では、現在野戦砲に用いる発射薬の高安全化に関する研究を行っている。

発射薬の高安全化の思想は、1973年に起きた第4次中東戦争において、イスラエル軍の戦車がエジプト軍歩兵の使用するソ連製対戦車ミサイル「サガー」の命中により大量に破壊されたことにより急速に高まった。

第4次中東戦争では、戦車及び自走砲の装甲に成形さく霰ジェットが貫通した場合、成形さく霰ジェットの直接の衝撃による誘爆の他に装甲を貫通する際装甲の内側から発生する2次破片（スポール破片）により発射薬は発火し、他の弾薬へ誘爆され、多くの人員・器材が被害を受けたとされている。

イ 目的

野戦砲用高安全性発射薬の研究における技術的課題は高安全性、高エネルギー、低エロージョン性、燃焼性及び強制加速劣化特性に関する目標性能を満足する最適な発射薬成分の使用及び配合比を研究することである。目標性能のうち、低エロージョン性は、聞きなれない性能であるが、発射薬の燃焼時に発生する高温燃焼ガスによる火砲の砲身のエロージョンを低減することであり、砲身の耐用命数の延長を図り、発射薬の見地からみた火砲のライフサイクルコストの低減を図ることを目的としたものである。

ウ 経緯

第1研究所では、野戦砲用高安全性発射薬の研究を平成元年度から開始している。研究開始当初は、野戦砲用発射薬の高安全化として、発射薬成分に燃えない材料を配合し、高安全化を達成しようとした。

しかしながら、燃えない成分を配合することは、結果として従来発射薬の持つ長所を失う結果となった。その後、従来の発射薬の長所を維持し、高安全化を図るため、発射薬に用いる成分の研究を重点的に行い、難燃化ニトロセルロースと呼ぶ発射薬の新成分の開発を行った。この新成分は、平成8年度科学技

術庁注目発明に認定されている。

新成分の研究後も第1研究所において野戦砲用の高安全性発射薬の研究を継続していたところ、米国陸軍の火器・弾薬研究開発技術センター（US Army TACOM-ARDEC）が注目し、米国がやはり高安全化の発射薬の研究のため開発した発射薬の新成分（高エネルギー可塑剤）と我が国で開発した新成分（難燃化ニトロセルロース）を用いた野戦砲用高安全性発射薬の日米共同研究の提案があり、平成11年度から平成14年度までの4年間の計画で共同研究を行っている

エ 結果

平成11～13年度に研究試作された野戦砲用高安全性発射薬の外観（3種類のうち1種類）を図2に示す。研究試作した発射薬は、従来発射薬（M30A1組成）に比べ、高安全性において少なくとも15%以上、エネルギーにおいて比較発射薬以上で3%向上、低エロージョン性において比較発射薬以下で20%低減及び燃焼性において従来発射薬と同等を目指し発射薬組成及び配合比を最適化したものである。

平成13年度12月現在において、研究試作した野戦砲用高安全性発射薬の性能を確認した結果、上記性能のうち、高エネルギー、低エロージョン性及び燃焼性についての性能を確認している。今後強制加速劣化及び高安全性に関する性能を確認し、将来の野戦砲用発射薬に用いる高安全性を有する発射薬の組成を得る予定である。

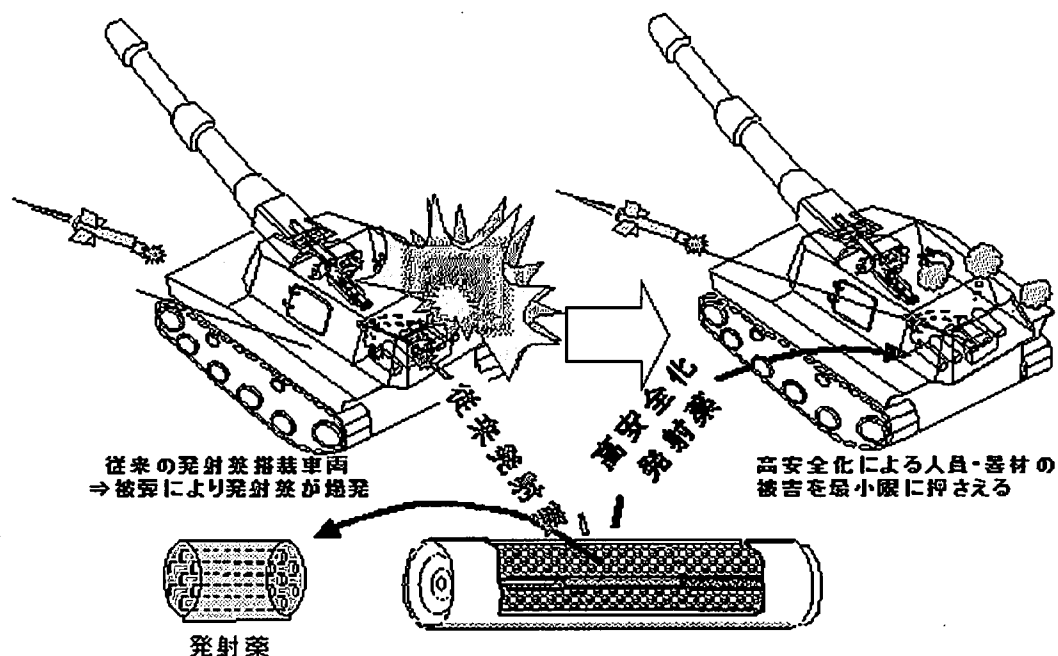


図1 野戦砲用高安全性発射装置の運用構想の一例

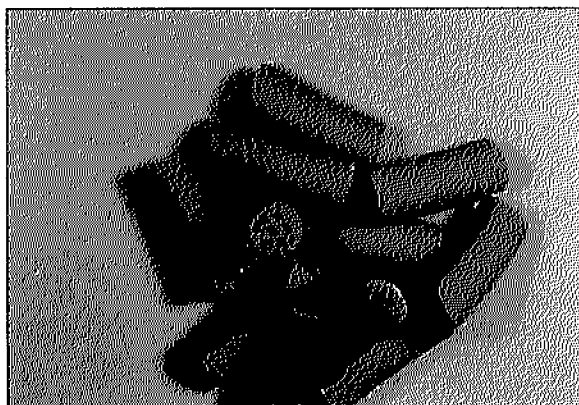


図2 野戦砲用高安全発射装置の外観

(6) 将来戦闘車両基礎技術の研究（耐弾構造構成要素）

7 目的

将来の戦車用装甲防護に必要な各種耐弾構造構成要素に関する技術資料を得る。

1 経緯

各国で装備される対戦闘車両用の火力の性能は著しく向上しつつあるため、将来の戦闘車

両ではこのような火力に対処できる耐弾性に優れた装甲システムが強く要望されるものと予想される。従って、対戦闘車両用の火器・弾薬、ミサイル等の威力向上及び攻撃方法の多様化の動きに対処するため、装甲の構成要素技術である防弾鋼、反応装甲、特殊装甲及び上面用軽量耐弾構造について、耐弾性向上の観点から研究を進めておく必要がある。

このような観点に基づき、本研究は開始された。

昭和60年～62年

耐弾構造構成要素の研究（所研）

「防弾鋼、反応装甲、特殊装甲及び上面用軽量耐弾構造」

戦闘車両用の主要装甲である防弾鋼については、

昭和63年～64年

耐弾構造構成要素の研究試作及び所内試験

「結晶微細化防弾鋼の試作とこれに対する20、35mm APDS及び105mm APFSDSによる耐弾性の評

価」

平成 4年～5年

耐弾構造構成要素（その 3）の研究試作及び所内試験

「3重硬度防弾鋼の試作とこれに対する20、35mmAPDS及び105mmAPFSDSによる耐弾性の評価」

成形さく薬対処を目的とした反応装甲については、

昭和63年～64年

耐弾構造構成要素の研究試作及び所内試験

「中口径対処用構造の試作とこれに対する84mm成形さく薬弾による耐弾性の評価」

平成 2年～ 3年

耐弾構造構成要素（その 2）の研究試作及び所内試験

「大口径対処用構造の試作とこれに対する110及び150mm成形さく薬弾による耐弾性の評価」

戦車の装甲要部を目的とした特殊装甲については、

平成 2年～ 3年

耐弾構造構成要素（その 2）の研究試作及び所内試験

「積層、空間及び動的要素構造の試作とこれに対する120mmHEAT-MPと120mmAPFSDS模擬ミニチュア弾（前者は静爆、後者は射撃）による耐弾性の評価」

平成 4年～ 5年

耐弾構造構成要素（その 3）の研究試作及び所内試験

「積層、空間及び動的要素構造の試作とこれに対する120mmHEAT-MP（静爆）と120mmAPFSDS（射撃）による耐弾性の評価」

平成 7年～ 9年

耐弾構造構成要素（その 4）の研究試作及び所内試験

「120mmHEAT-MP弾及び120mmAPFSDSの実弾を対象とした複合積層構造を有する箱型構造標的の研究試作とこれに対する実弾による耐弾性の評価」

自己鍛造破片弾によるトップアタック対処を目的とした上面用軽量耐弾構造については、

平成 1年～ 2年

上面用軽量耐弾構造（その 1）の研究試作及び所内試験

「基本構造の試作とこれに対する模擬自己鍛造破片弾による耐弾性の評価」

平成 3年～ 4年

上面用軽量耐弾構造（その 2）の研究試作及び所内試験

「各種構造の試作とこれに対する70mm自己鍛造破片弾による耐弾性の評価」

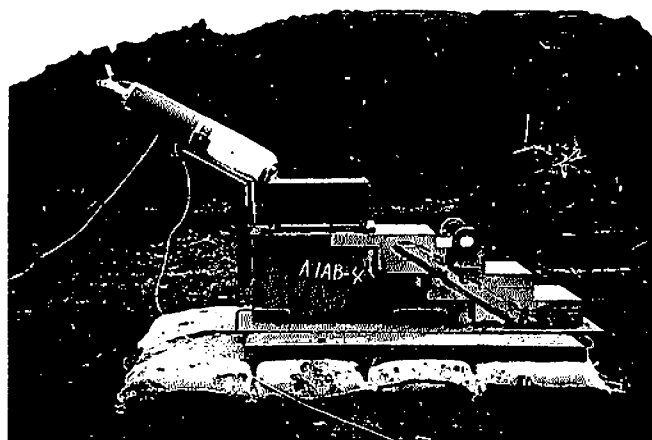
ウ 結果

これらの一連の研究の結果、次のような成果を得た。

防弾鋼については、90式戦車用の新防弾鋼よりも耐弾性が優れ、溶接性良好な結晶粒微細化防弾鋼と3重硬度防弾鋼、反応装甲については、中口径及び大口径成形さく薬弾に有効に対処できる構造様式、特殊装甲については、大幅な性能向上が可能な構造様式について把握した。上面用軽量耐弾構造については、自己鍛造破片弾に有効に対処できる構造様式についての見通しを得ることができた。

エ 特記事項

本研究試作で得られた特殊装甲の成果は、新戦車のモジュール装甲の設計に反映されている。



反応装甲の静爆試験

(7) 将来耐弾技術の研究

(2) 耐弾用新金属材料の研究

7 目標

将来戦闘車両等の耐弾防護力向上及び軽量化を図るための耐弾軽合金について研究する。

1 経緯

装甲材料用耐弾軽合金は、密度が小さく、比強度（引張強さ／密度）の大きい合金であり、軽量化を促進する上で有効な材料であるアルミニウム合金及びチタン合金が対象となる。

アルミニウム合金には、非熱処理型合金と熱処理型合金とがあり、非熱処理型合金は、製造のまま、あるいは圧延加工等により加工硬化させて強度を高める合金である。熱処理型合金は、焼入れや焼戻し等の熱処理によって所望の強度を得る合金である。

非熱処理型合金では、Mgを添加したAl-Mg系（5000系）合金が、熱処理型合金では、Zn及びMgを添加したAl-Zn-Mg系（7000系）合金がそれぞれ装甲用材料として代表的な合金である。

1960年代初頭に米軍のM113装甲車にアルミニウム合金として初めてAl-Mg系の5083合金

が採用され、装備化された。その後、構造物の軽量化及び経済性を図る目的で、1950年代後半から米国を初めとして、ドイツ、英国、フランスが、Al-Mg系合金よりも更に強度の高い、研究開発中のAl-Zn-Mg系合金を装甲材料に転用する方向に進み、米国においては7039合金、英国では7017合金と7018合金、フランスとドイツでは7020合金等が実用化された。

わが国においては、1962年から7000系合金の研究に着手した。それ以降の研究経緯は以下に示すとおりである。

昭和39年～40年 軽量装甲の研究（所研）[7000系合金の強度増加と耐弾性の研究を行い、5083合金より優れた引張強さ400MPa級合金の開発] 昭和49年 防衛庁規格（NDS H4001）の制定[上記合金をBA40として規格化し、73式装甲車、74式自走105mmりゅう弾砲、75式自走155mmりゅう弾砲、91式戦車橋の橋梁部及び99式自走155mmりゅう弾砲に使用]

昭和56年～63年 複合耐弾構造の研究（所研）[引張強さ500MPa級の7000系（Al-Zn-Mg系）合金の研究]

昭和63年 防衛庁規格（NDS H4001B）の制定[上記合金をBA50として規格化するとともに非溶接用の引張強さ600MPa級7000系（Al-Zn-Mg-Cu系）合金BA60の規格化]

平成元年～3年 耐弾軽合金の研究（所研）[引張強さが600MPa級で溶接可能なAl-Zn-Mg-Cu系合金。熱処理条件と応力腐食割れ性の関係、溶接性及び溶接技術等について種々検討]

平成6年～12年 耐弾軽合金（その1、その2）の研究試作及び所内試験[引張強さが600MPa級で溶接性良好なAl-Zn-Mg-Cu系

合金の耐弾性及び各種材料特性評価]

一方、防弾チタン合金に関しては1950年代後半から米国で各種チタン合金について、薄板から厚板を対象として、7.62mm徹甲弾から90mm徹甲弾による耐弾性の評価が精力的になされ、ベトナム戦争では、多くのナイロン地を重ねたTi-5Al-2.5Sn合金を防弾チョッキに使用した。しかしながら、他の金属製耐弾材料に比較して単位重量当たりの価格が高いため、陸上車両用の耐弾材料としては世界的にはほとんど使用されていない。例外的に米国において、低コストチタン合金がM2/M3ブラッドレー装甲戦闘車両のハッチやM1戦車のブローオフパネルの一部に使用されている。

わが国においてもチタン合金の軽量装甲材料としての有用性が認識され、次に示す研究を行った。

昭和57年～63年 複合耐弾構造の研究
(その2)(所研)[7.62mm徹甲弾、12.7mm徹甲弾及び銅製の模擬EFPによる耐弾性の評価検討]

平成元年～4年 上面用軽量耐弾構造(その1、その2)の研究試作及び所内試験[上面用軽量耐弾構造の積層要素材料としての耐弾性評価]

平成4年～5年 防弾チタン合金の研究(所研)[各種民需用チタン合金の20mm装弾筒付徹甲弾及び20mm破片模擬弾に対する耐弾性評価]

平成6年～12年 耐弾軽合金(その1、その2)の研究試作及び所内試験[引張強さが1100MPa級の靱性及び耐弾性良好な $\alpha + \beta$ 系チタン合金の耐弾性及び各種材料特性評価]

り 結 果

これらの一連の研究の結果、次の成果を得た。

防弾アルミニウム合金については、引張強さが600MPa級の合金では世界的にも例のない、通常の溶融溶接方法でも溶接可能な耐溶接割れ性、耐応力腐食割れ性及び耐弾性に優れたAl-Zn-Mg-Cu系合金を取得することができた。また、裏面を純アルミニウム合金で熱間圧延で接合したクラッド材の製造法や大気腐食特性及び動的・静的条件下における各種材料特性に関する技術資料を取得できた。

防弾チタン合金については、靱性及び耐弾性に優れた引張強さが1100MPa級の $\alpha + \beta$ 系チタン合金を取得できた。また、リサイクル材と省工程製造を組み合わせた低コストチタン合金の製造法や耐弾性能と侵徹後の微構造との関係及び動的・静的条件下における各種材料特性に関する技術資料を取得できた。

I 特 記 事 項

引張強さが600MPa級の防弾アルミニウム合金は、このクラスとしては従来より溶接が不可能で、耐食性や耐応力腐食割れ性に劣る合金であったが、本研究試作により、これら技術的課題を克服したことを特徴としている。

(3) 耐弾用先進複合材料の研究

7 目 的

軽量で耐弾性に優れた素材として、軽合金やセラミックスが注目されている。これらの材料の機械的特性を改善させることは、耐弾性向上のための有力な方法である。軽合金であるアルミニウム合金やチタン合金では、合金組成や熱処理条件を変えることで高強度化が実現している。また、セラミックスでは、原料粉末や焼結条件の最適化により機械的特性の改善が可能である。

一方、1980年代中頃から軽金属やセラ

ミックスを粒子、ウイスキー、あるいは無機繊維との複合化により機械的特性が向上することが報告されている。そこで本研究では、複合化技術に着目し、軽量耐弾材料として適用可能な金属基及びセラミックス基複合材から構成される耐弾用先進複合材料を研究試作し、その耐弾性能を評価した。

イ 経緯

平成7年度から9年度にかけて耐弾用先進複合材料の研究試作（その1）を実施した。試作した複合材料の母材と強化材の組合せは表に示すとおりである。

表

母 材	強化材
7075 アルミニウム合金	炭化ケイ素粒子及びウイスキー
2025 アルミニウム合金	炭化ケイ素繊維
炭化ケイ素セラミックス	炭化ケイ素粒子及びウイスキー
二酸化チタンセラミックス	炭化ケイ素粒子
ホウケイ酸ガラス	炭化ケイ素繊維

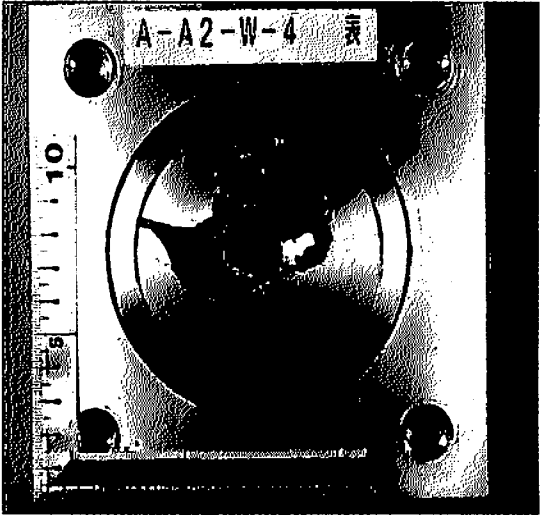
これらの試作品について、平成9年度から12年度にかけて性能確認試験を実施し、静的及び動的な機械的特性を評価するとともに、ショックガンによる射撃試験及び成形さく薬弾の静爆試験を行い耐弾性を評価した。

ウ 結果

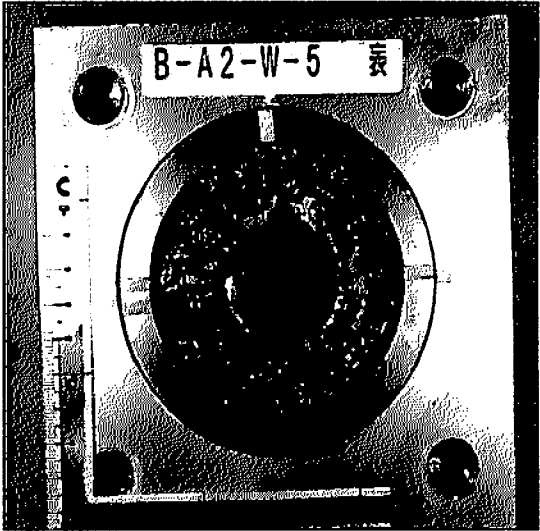
射撃試験後の複合材料の例を右写真に示す。耐弾性は、複合化により最大10%以上の向上が認められた。また、母材と強化材の配比率により耐弾性が異なり、最適な割合が存在することが確認された。

エ 特記事項

本研究により、金属基及びセラミックス基複合材料の機械的特性が把握でき、弾種に応じた耐弾性に関する技術資料が得られた。



射撃後の金属基複合材の一例



射撃後のセラミックス基複合材料の一例

(8) 対火力脆弱性の研究

対火力脆弱性の研究は、装備品等が被弾した際、「どこが」「どのように弱い」「再度戦闘できるか」を定量的に求めようとするものである。本研究により、安価かつ簡便に被弾後の装備品等の状況を予測できるほか、現有装備品の残存性向上対策、将来装備品の低脆弱性設計、

費用対効果の高い装備品の設計、効果的な火器・弾薬類の研究への反映も期待できる。また、残存性を向上させる運用方法の提言も可能となる。

本研究に関する事項は秘匿性が高く、海外からの導入が困難であるため、我が国独自で研究を推進する必要がある。

7 目的

装備品等の火力に対する脆弱性を解析し、残存性向上に資する技術資料を得る。

イ 経緯

各種装備品等の火力に対する脆弱性を解析・評価するためのコンピュータ・シミュレータの研究試作を平成8年度から実施しており、全体を3段階に分けて完成させる計画である。

第1段階目の脆弱性解析シミュレータ（その1）の研究試作（平成8～10年度）では、安価かつ簡便に被弾後の装備品の状況等を予測可能な基本的な脆弱性解析プログラムである脆弱性基本解析モジュール（ソフトウェア）及びこのソフトウェアで基本的な脆弱性解析を行う上で必要な各種ハードウェアから構成される入出力処理部を研究試作した。

第2段階目の脆弱性解析シミュレータ（その2）の研究試作（平成9～11年度）では、基本的な脆弱性解析が可能な各種装備品相当の3次元モデルモジュール（データベース）及びデータ量の多い3次元モデルモジュールに対する各種解析を効率的に行うこと等を目的とした画像処理部（ソフトウェアとハードウェア）を研究試作した。

第3段階目の脆弱性解析シミュレータ（その3）の研究試作（平成12～14年度）では、上記の脆弱性基本解析モジュールに時間経過要素を取り入れるとともに、延焼、内部

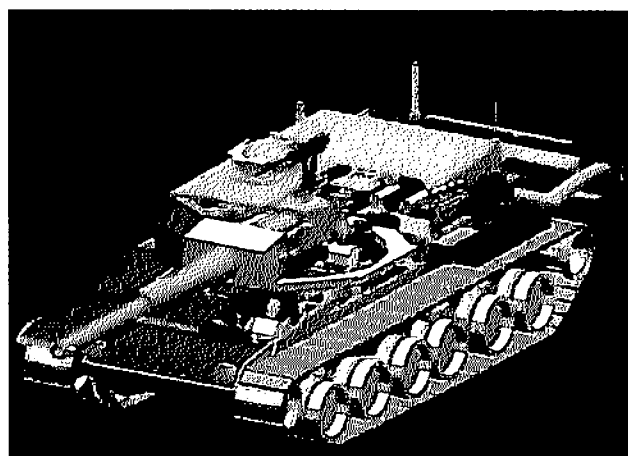
爆発及び多重被弾の各解析が可能な解析部等の研究試作を実施している。

ウ 結果

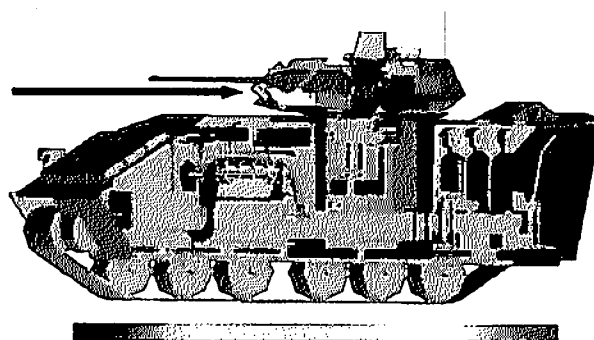
研究試作（その1）及び（その2）に対する性能確認試験を、それぞれ平成10～11年度及び平成11年度に実施し、本研究試作品で基本的な脆弱性解析が可能であることを確認した。

なお、研究試作（その3）に対する性能確認試験は、平成14～17年度に計画してお

り、シミュレーション結果と実射試験との相関関係等を確認する計画である。



3次元モデルの一例



小 ← 損 傷 の 程 度 → 大
解析結果の一例

エ 特記事項

各種の脅威に対して、装備品等が受ける損傷を3次元モデルで解析できるソフトウェア

を搭載し、各種設定条件下での貫通状況や機能損傷確率等をグラフィックで表示できることを特徴とするコンピュータ・シミュレータである。

(9) 艦艇用大型空気浄化装置の研究

7 目的

化学武器等の特殊武器は、陸上戦力のように比較的密集した部隊が攻撃の対象にされると考えられてきた。

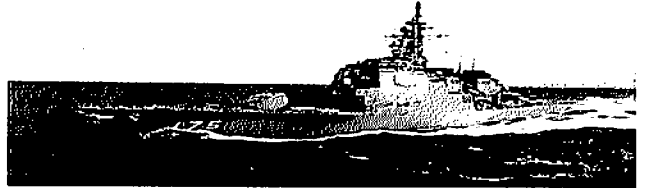
しかし、ミサイル等の投射手段による命中精度の向上、化学武器における毒性持続時間の増大により、分散した洋上艦艇も攻撃を受ける可能性が高まったといわれている。

艦艇の特殊武器に対する防護対策のうち重要なものとして、艦内への取り込み空気の浄化がある。艦艇用空気浄化装置の場合には、必要とする空気量が桁違いに多いばかりでなく、外気が高温・多湿に加え多量の塩分ミストを含むなど条件が厳しく、新たな浄化技術の研究が必要となったため、水上艦艇に装備し、有毒化学剤など特殊武器による污染环境において、艦内空気の汚染を防護し、艦艇の作戦継続能力を向上させるための艦艇用空気浄化装置を設計するために必要な研究を行った。

1 経緯

艦艇用としては、初めての大型空気浄化装置の研究は、昭和59年から63年まで実施され、その間厳しい環境にも対処できる高性能のフィルタを検討するための研究を行った。また、この間昭和61年には技術開発官（船舶担当）において、艦艇用空気浄化装置のシステム研究が委託研究として行われた。

平成元年には、艦艇用大型空気浄化装置の研究試作が行われ、翌平成2年には、所内試験が技本の土浦試験場で行われた。



写真：艦艇初のCR防護用空気浄化装置を搭載した「みょうこう」

9 結果

今回研究試作された艦艇用大型空気浄化装置は、主に、プレフィルタ、HEPAフィルタ及びチャコールフィルタで構成されており、プレフィルタは、比較的大きな粒子や塩分ミストの捕集、HEPAフィルタは、フォールアウト等の粒子を捕集するためのフィルタであり、チャコールフィルタは有毒化学剤を対象とした吸着剤である。これらフィルタの性能は、諸外国の相当品と比較しても極めて高いものとなった。

また、チャコールフィルタは海上という特殊な振動環境（動揺）にも十分耐性があることも確認された。

1 特記事項

これらの成果は、艦艇の設計に反映され、平成12年には、CR防護のための艦艇用空気浄化装置を搭載した護衛艦「みょうこう」（03DDG）が、就航した。

(10) アダプティブ・スペクトル・フレアの研究

7 目的

近年、赤外線誘導弾は赤外線検知技術の進歩により、戦闘機とエンジン火炎を模した欺まん弾である「フレア」との識別能力を向上させている。このため、従来型の高温による目つぶしタイプのフレアでは、欺まん効果を期待できない可能性がでてきた。

そこで、戦闘機のエンジン火炎を主とする赤外線放射に類似した赤外特性を有するアダプティブ・スペクトル・フレア技術について検討し、赤外線妨害に必要なフレアに関する研究を行った。

イ 経緯

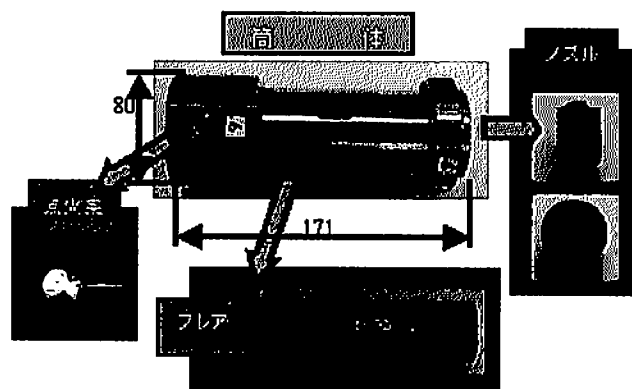
戦闘機用赤外線フレアの研究は、平成6年から9年まで実施され、その間、戦闘機の赤外線放射特性及びフレア材素材の検討を実施した。

平成10年から11年には、中赤外領域に強い放射強度を有するアダプティブ・スペクトル・フレア（その1）の研究試作を行った。

平成11、12年の2年間にわたり下北試験場等において、地上燃焼試験を行うことにより、その性能を評価した。

ウ 結果

研究試作されたアダプティブ・スペクトル・フレア（その1）は、主として、地上燃焼用の筒体、中赤外領域にピークを持つフレア材とその点火薬及びプルーム（火炎）を形成するためのノズルにより構成されており、中赤外領域での赤外線放射強度及びプルーム形成等の研究試作の目標性能を達成していることを確認した。



試作品の構成

ウ 結果

研究試作されたアダプティブ・スペクトル

・フレア（その1）は、主として、地上燃焼用の筒体、中赤外領域にピークを持つフレア材とその点火薬及びプルーム（火炎）を形成するためのノズルにより構成されており、中赤外領域での赤外線放射強度及びプルーム形成等の研究試作の目標性能を達成していることを確認した。

さらに、将来のフレア設計における基礎的データも取得できた。

エ 特記事項

本試作品は、フレア材の組成、プルームの形成及び推力を有することを特徴としており、その新規技術に関して特許を出願中である。



燃焼の状況

(11)新重物料投下器材の研究

7 目的

現代の空挺作戦における物料投下では、航空機の残存性の向上のための低高度投下、誘導武器や精密電子器材等のための軟着地及び着地後の迅速な展開のために、転倒防止、早期開梱が要求されている。

これらの要求を満足する空投方としては、リーフィングした主傘により抽出する方法や、安定の良い落下傘等を使用して揺れを減少させ、エアバック或いは紙ハニカムにより着地衝撃を緩和し、転倒を防止する機構を設

ける方式が有望と考えられた。

これを実現するために、開傘時間の最短化、開傘衝撃の最小化、落下傘分離機構、緩着機構、転倒防止機構等の検討を行い、現有の77式重物料投下器材の後継となる、耐衝撃性の低い大型精密器材等の空中投下に使用する新重物料投下器材の研究を行った。

イ 経 緯

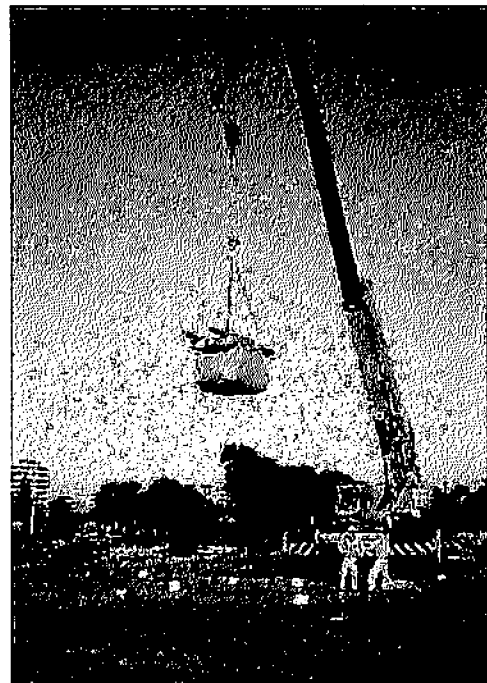
第1研究所落下傘研究室では、平成2年度及び平成4年度に所内研究で基礎的検討を実施し、平成5年度の「新重物料投下器材の研究試作」では、最大投下重量約15トン、投下重量約5トン時の耐衝撃性10G以下、投下高度は極力低高度という設計目標のもとに落下傘模型、緩衝機構等を制作し、平成6年度にその性能を確認した。

ウ 結 果

製作した、平面傘、方形傘、リングセール傘のうちリングセール傘が、抗力係数目標値(0.55以上)、安定性目標(20°以下)を満足し、有利であることが分かった。エアバック緩着機構は着地衝撃10G以下を満足することが分かった。本研究試作の成果は、陸上開発官の研究試作「新重物料投下器材の研究試作」(平成8～10年度に反映され、第1研究所実施担当の「性能確認試験」(平成10、11年度)で、実縮尺模型による主傘抽出方式、物料の低揺度性、エアバッグの緩着性能及び転倒防止能力を確認した。そして、これ等の成果は「新重物料投下器材」(平成12～14年度)の開発に反映されている。



ヘリコプタ投下試験



落下試験

(12) 炭酸ガス吸収装置の研究

7 目 的

我が国の潜水艦で使用されていた液体アミン式炭酸ガス吸収装置は、長時間連続潜航及び艦内居住環境の安全確保の面で、運用にそ

ぐわらないものになっていた。そのため、固体アミンを用い、潜航中の潜水艦内で炭酸ガスの吸収／再生を連続して行える固体アミン式炭酸ガス吸収装置を研究した。

イ 経緯

昭和60年～昭和62年には「炭酸ガス吸収装置の研究」(所内研究)、昭和62年～平成元年には炭酸ガス吸収装置の研究試作及び所内試験を実施した。

この固体アミン式炭酸ガス吸着装置の開発上の技術的課題は次の3点であった。

(7) 炭酸ガス吸着剤と再生方式

昭和60～62年の所内研究では、水の浄化に使用されている弱塩基性陰イオン交換樹脂IRA-45が、湿潤状態で炭酸ガス吸着能力を持つことに着目し、研究を進めた。しかし、固体アミン・IRA-45の炭酸ガス吸収速度は、樹脂の水分保有量に影響され、自動運転に不都合があることが判明した。そのため、水分保有量による影響を受けにくい固体アミンとして、ポリスチレンアミンを樹脂化したもの及びアクリル樹脂微細粒にポリスチレンイミンをコーティングしたものの2種類を作製し、各々の特性に適した100℃の水蒸気再生方式及び減圧再生方式を選定した。

(4) 吸収筒の数と運転方法

吸収／再生を同時運転し、また炭酸ガス吸収量を常に平均化するために4筒方式を採用し、再生工程20分、吸収工程60分の循環処理方式とした。

(ウ) 再生用水蒸気発生器

水蒸気再生方式では、吸収／再生を円滑に連続実施し、かつ省電力化を図るために、水蒸気発生器の構造、水蒸気発生器への水の投入方法、水蒸気系の断熱処理に留意して熱ロスが少ない炭酸ガス再生システムを

作った。

ウ 結果

性能試験、特に2年次には潜水艦内環境への適合性等多面的な性能試験を実施し、装置構成の単純さ、容積、重量、操作性及び故障発生率予測等の点で優れた水蒸気再生方式が選定された。また、安定した炭酸ガス吸収量を保持し、吸収／再生を連続して行えることが確認された。

エ 特記事項

水蒸気再生方式の固体アミン式炭酸ガス吸収装置は、平成7年度艦より搭載されている。

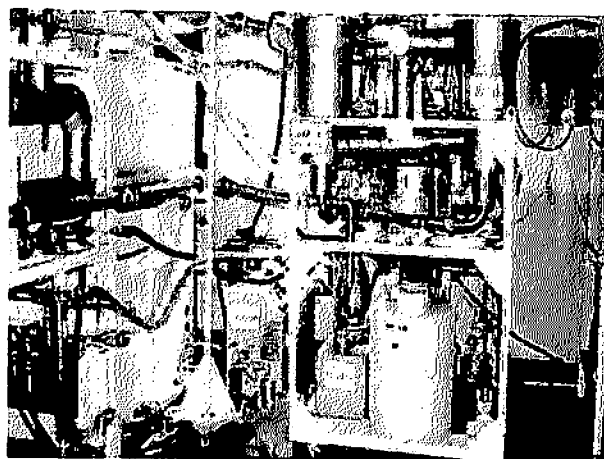


写真 炭酸ガス吸収装置

(13) 艦艇乗組員用防弾救命胴衣の研究

7 目的

従来の海上自衛隊艦艇乗組員用の救命胴衣には耐弾機能が付与されていなかった。そのため、戦闘下で人員損傷を最小限に抑えることを目的に、新たに破片弾に対する耐弾機能を保持した救命胴衣に必要な技術資料を得るための研究を行った。

イ 経緯

表の要求性能を満足させるために、平成5～6年度に実施した。その要求性能は、フォークランド紛争、ミサイル破片による戦傷例

を参考にして、当時の第3部需品保命研究室が独自に設定したものである。

表 防弾救命胴衣の要求性能

項 目		性 能
防弾性	耐弾性能	88式鉄帽に準じる
	防護部位	胸部及び腹部の全周頸部防
形状	弾材と救命胴衣の一体型として、容易に着脱できるもの	
操作性	1 各種戦闘行動に支障のないこと 2 身体の関節を固定しないこと	
身体適合性	1 胴衣の荷重が分散され局部的に圧迫感を与えないこと 2 体格に合わせた号数区分を設定すること	
重量	耐弾性能を考慮して可及的に軽量化すること	
浮力	艦船用救命胴衣と同一にすること	

ウ 成果

(7) 耐弾素材の選定

耐弾材は、浮力及び耐海水性を考慮して比重0.97の高強力ポリエチレン繊維に、耐熱性、難燃性に優れた芳香族ポリアミド繊維を所定の枚数重ね合わせた。

この織物パッドの耐弾材は、所定の枚数を一括してミシンでクロス・ステッチした。織物パッドの耐弾材の前面一括のクロス・ステッチは、国内で最初であった。

(4) 耐弾性能

模擬破片弾による耐弾性能試験を実施し、当初の性能を満足させた。

この性能は、米軍の採用している防弾チョッキの高水準のものと同等である。

(9) 形 状

下図のように、試製品は、Soft Body Armorチョッキ型で、構成は全身ごろと後身ごろの2つに分けた。襟は、立ち襟型で、

着用時にヘルメットの外側に立ち上がるようになっている。

チョッキの左肩及び両脇に着脱用のマジックテープが取り付けられている。

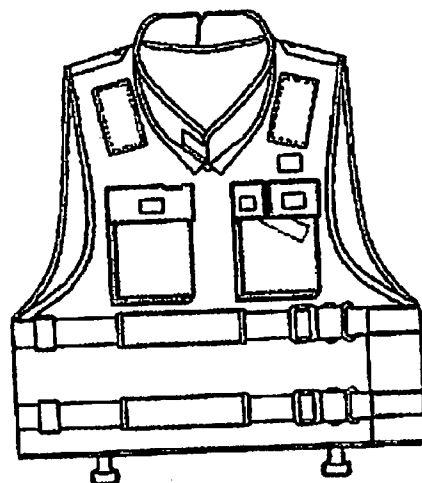


図 艦艇乗組員用防弾救命胴衣

1 特記事項

この成果を得て、平成11年度より海上自衛隊で装備化されている。

(14) 栄養基準量及び食糧構成基準の調査研究

7 目的

昭和46年設定の栄養基準量及び食糧構成基準等を現在の食生活に整合させるために、自衛隊員等の食生活の実態を把握し、新しい合理的基準を検討し、隊員の栄養管理に必要な基礎資料を得るための調査研究を行うことであった。この調査の背景は、次の事項があげられる。

(7) 国民の健康・食生活の指標として用いられている「日本人の栄養所要量」は、昭和44年に厚生省が設定して以来、平成11年まで5年毎に6度の改定が行われている。自衛隊員等の栄養基準は昭和46年に設定されて以来、今日まで改定されていない。

(4) 設定時の栄養値は、「三訂 日本食品標準成分表」（昭和38年改定）によって、算

出されていた。その後、昭和57年に「四訂日本食品標準成分表」、平成9年には食品数、成分項目の追加収載が行われた。この最新の食品成分表による栄養調査を試みる。

(ウ) 一般婦人自衛官の入隊は、陸自では昭和42年から、海自及び空自で49年からであるが、従来の基準には一般婦人自衛官の基準が設定されていなかったため、その基準策定の基礎となる婦人自衛官の調査を実施することにする。

イ 経緯、対象及び項目

平成9年度

(ア) 陸上勤務員 (イ) 警戒群・高射隊隊員

(ウ) 陸自の幹部候補生、生徒及び新隊員

平成10年度

(ア) 艦船乗組員 (イ) 水中処分隊員 (ウ) レシブ機隊員 (エ) 海自の幹部候補生、生徒及び新隊員

平成11年度

(ア) 防衛大学校学生 (イ) 空挺隊員 (ウ) 防衛医科大学校学生 (エ) 特別体育課程定員
調査項目は、次のものである。

(ア) 給食（献立）内容 (イ) 喫食状況

(ウ) エネルギー消費量 (エ) 身体状況

ウ 成果

(7) 調査結果

調査した隊員別のエネルギー摂取量とエネルギー消費量は、表1のとおりである。

表1 隊員別のエネルギー摂取量とエネルギー消費量

項目 隊員別	エネルギー摂取量 (kcal)	エネルギー消費量(kcal)	備考
陸上自衛隊	3,000	3,300	
海上自衛隊	艦船 2,700 艦船以外 2,700	- (2,900) 2,800	エネルギー消費量は一艦のみのため参考にあげた。
航空自衛隊	2,800	2,800	
婦人自衛官	2,200	2,300	陸、海、空、防大、医大を

			含む
生徒	3,000	3,200	
防大	3,600	3,200	
防医大	2,500	-	エネルギー消費量は測定せず。

(イ) 新栄養基準量の策定

調査結果に基づいて、表2のような新栄養基準量を策定した。

表2 新栄養基準量

隊員別 栄養素	単位	陸上自衛隊 自衛隊生徒	海上自衛隊 航空自衛隊 防医大男子	婦人自衛官	防衛大男子
エネルギー	kcal	3,200	2,800	2,400	3,500
たんぱく質	g	100	85	75	110
脂質	g	90	80	65	100
ビタミンA	μgRE (2,000IU)	600	600 (2,000IU)	540 (1,800IU)	600 (2,000IU)
ビタミンD	μg	5(200IU)	5(200IU)	5(200IU)	5(200IU)
ビタミンE	mg α-TE	10	10	8	10
ビタミンK	μg	65	65	55	65
ビタミンB1	mg	1.3	1.2	1.0	1.5
ビタミンB2	mg	1.5	1.4	1.2	1.7
ナイアシン	mgNE	20	18	15	22
ビタミンB6	mg	1.6	1.6	1.2	1.6
葉酸	μg	200	200	200	200
ビタミンB12	μg	2.4	2.4	2.4	2.4
ビタミンC	mg	100	100	100	100
カルシウム	mg	800	800	700	800
鉄	mg	12	12	12	12
リン	mg	700	700	700	700
マグネシウム	mg	350	350	300	350
カリウム	mg	2,000	2,000	2,000	2,000
銅	mg	1.8	1.8	1.6	1.8
ヨウ素	μg	150	150	150	150
亜鉛	mg	12	12	10	12

Ⅰ 特記事項

この結果は、平成14年度より部隊給食に反映されている。

(15) 艦艇の雑音低減対策の研究

7 雑音低減プロペラの研究

艦艇のプロペラから発生する雑音で、最も問題となるのは翼面に発生するキャビテーション雑音である。艦艇のプロペラは軸やブラケットの後流側に装備されているため、それらの後方に生ずる流速が艦速より低い領域、いわゆる船尾の伴流中で作動し、一枚のプロペラ翼は1回転中に数回づつ流れの遅い領域を通過することになる。伴流中ではプロペラ翼への流入迎角が大きくなるため、翼面にキャビテーションが発生しやすい。従来型プロペラは、翼根部から翼端部までがほぼ同時に低流速域を通過するので、高速では翼面全体にわたってキャビテーションが発生・消滅するためキャビテーション体積が急激に変動し、雑音レベルも高く、また大きなプロペラ起振力が発生する傾向があった。

これを解消するために、翼輪郭形状を翼根から翼端にかけて後縁側に倒したプロペラが開発された。このプロペラでは、まず翼根部が低流速域を通過し、遅れて翼端部が通過するため、キャビテーションの体積変動が緩和され、低雑音化とともにプロペラ起振力を低減することができ、船体振動も低減される。

Ⅱ 低雑音補機の研究

潜水艦の被探知防止及び探知能力向上をめざして自艦の補機から発生する水中雑音の低減を行った。

潜水艦の操舵系油圧回路に使用されている流量調整弁からは、構造上の問題から発生するキャビテーションにより、水中放射雑音を

発生していた。また動力系、制御系等に多く搭載している水ポンプから発生する振動、食料貯蔵用冷蔵庫等の圧縮機の振動も大きな雑音源となっていた。

流量調整弁についてはキャビテーションを抑制する新機構を採用することにより低雑音化した。水ポンプは振動の主成分が吐出圧力の脈動にあることに着目し、脈動低減を図るための新形状の羽根及びケーシング出口に形状を改良し、吐出圧力の脈動を低減し水中放射雑音の低減をした。

冷蔵庫用圧縮機は従来のピストンが往復動する度に発生する振動を、あらたにモータの回転をそのまま圧縮に利用するロータリー式圧縮機を開発し、その低雑音化を行った。

これらの研究成果は61年度艦「ゆうしお」以降の潜水艦に装備化された。水ポンプについては水上艦用の消火海水ポンプとしても採用され、それぞれの艦艇の低雑音化に寄与している。

Ⅲ 水中放射雑音シミュレータの研究

(7) 目的

水上艦の被探知防止・ソーナー探知能力の向上を図るため、自艦の機械振動による水中放射雑音低減のための雑音予測法を確立するために本研究が実施された。

(4) 経緯

平成元年、水中における無響室である「無響水槽」を第1研究所30号館内の動揺水槽跡に製作した。その音響特性を確認した後、所内試験において、艦艇の各種の部分模型を用いた実験を行い、接水船殻の音響放射特性を求め、雑音低減のための一助とした。特に、各種船殻模型の音響放射率の把握は、シミュレータ内の数値計算手法の一つである統計的エネルギー解析法のパラ

メータとして適用されている。また、この手法では、従来、曲げ波しか考えられていなかったが、艦内において波の変換が起ることを考慮し、縦波の影響を入れた解析手法を導き反映させている。

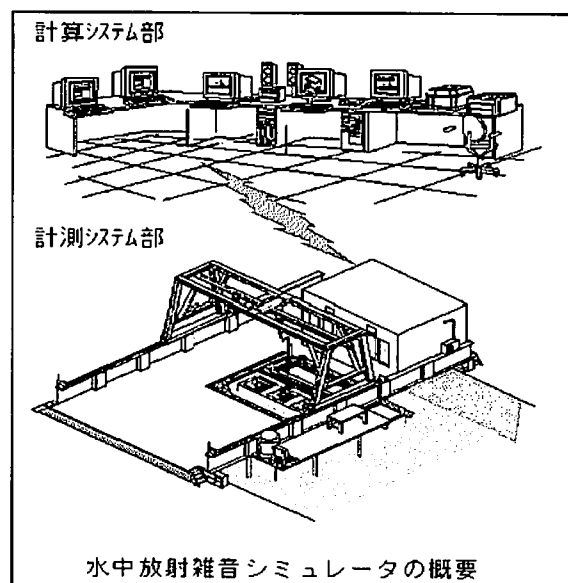
また、計測技術においては、現在では主流となった水中音響インテンシティ法を早くから採用し、水中放射音の可視化手法を導入している。なお、試作前の調査委託では、造船に携わる大学教授等の有識者や実務者である造船各社と協議を重ねシミュレータ試作のための調査報告書を作成した。以上の結果、試作品は艦艇水中放射雑音の予測精度向上を主眼とした研究支援ツールとなっている。

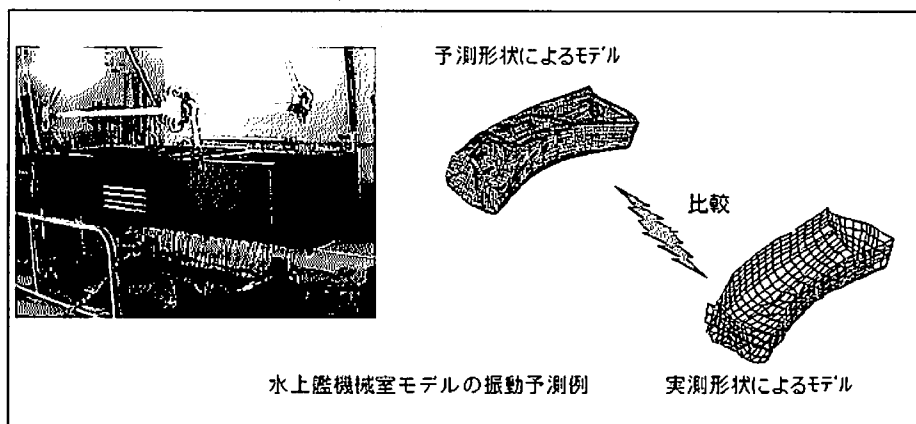
昭和60年 ～62年	艦艇の水中放射雑音の予測に関する研究（各種音源及び加振器による艦艇の音響特性調査）
昭和63年 ～平成2年	水中放射雑音シミュレータの研究・水中放射雑音シミュレータの調査研究・防振モジュールの研究（艦内機器の一括防振の研究、無響水槽の音響特性調査、シミュレータ構造・計算手法・入出力処理方法についての調査）
平成3年 ～5年	水中放射雑音シミュレータの研究（シミュレータ用の船殻部分模型の音響特性の研究）
平成6年	振動音伝搬機構の研究（溶接部の振動特性及び振動インテンシティによる振動特性の把握）
平成7年 ～10年	水中放射雑音シミュレータの研究試作・性能確認試験（有限要素法、部分構造合成法、統計的エネルギー解析法等の解析手法を用い、艦艇のシミュレーションモデルを作成し、艦内機器振動による水中放射雑音を予測するシミュレータの試作）

(ウ) 成果

本試作品は、計算システム部(水中放射雑音予測のための計算機と解析プログラム)と計測システム部（無響水槽およびその計測器材）からなり、その間を LAN で接続している。数学モデルを用いた解析結果は、実験結果との比較により、何回でも数学モデルの修正を行うことができる。つまり、作業フローがフィードバックできるシステムであり、一部オブジェクト技術を導入したデータベース管理により、解析担当者の負担軽減を実現した。

試作品の確認試験は水上艦の機械室モデルを用いて、空中振動・接水振動・構造変更・制振材貼付等の条件下で低周波数領域における固有振動数・固有振動モード、高周波数領域におけるエネルギー伝搬等のシミュレーションを実施し、最後に水中放射雑音解析を行い、実験結果と比較しその妥当性を確認した。





(16) 超高張力鋼材の研究

7 目的

潜水艦の性能の大きな部分はその潜航深度によるが、海水から受ける高い水圧にうち勝って潜行深度を確保及びペイロードの増加を行うために内殻に使用される耐圧構造材料に強度の大きな材料が必要となってくる。ここで用いられる材料としては、チタン等の高強

度材料に比較して建造時の工作性、技術的信頼性、価格等の面から高張力鋼が現状では最適な材料と考えられる。

このことから、本研究では現行の潜水艦で使用されている耐力 80 kgf/mm^2 の級の鋼材（NS80）に代わる耐力 110 kgf/mm^2 級の鋼材と溶接工作法に関して研究を行っているものである。

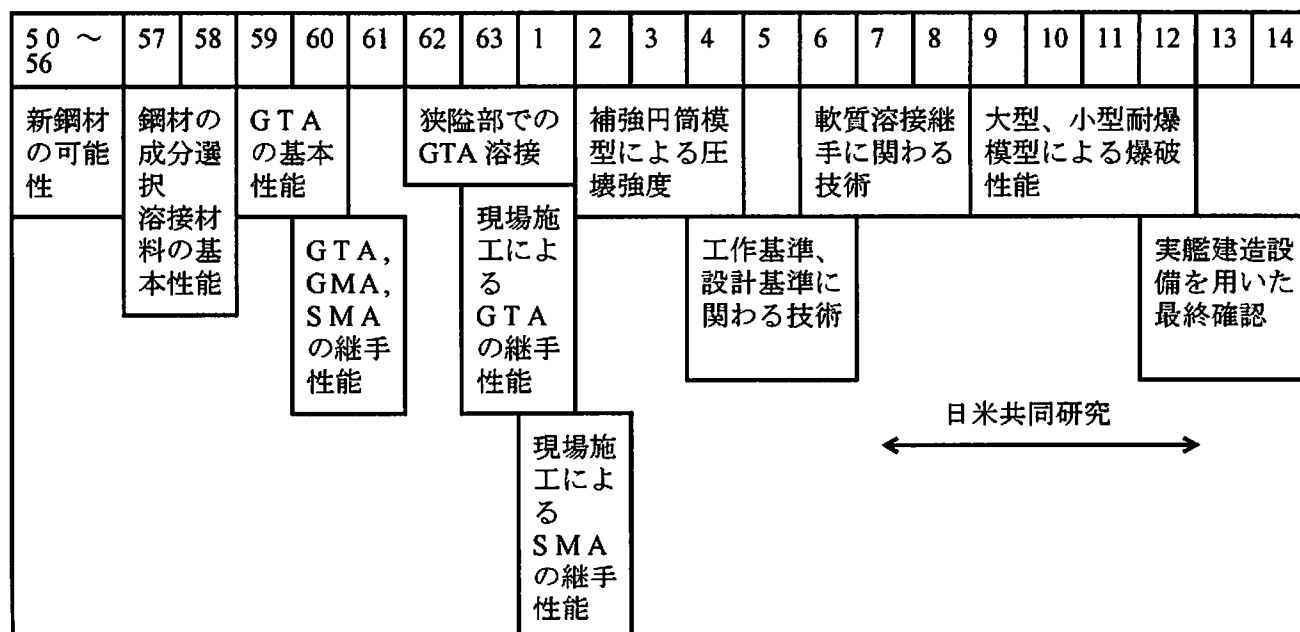


図1 耐力 110 kgf/mm^2 級鋼材の主な開発過程

1 経緯

本研究は、昭和50年代の所内研究から開始され、その後57年度からの研究試作を行

い実施されているものである。

研究の経緯として、所内研究時代において「新材料の可能性」について研究を実施した

後、鋼材及び溶接材料についての成分選択、基本特性に関する研究試作を開始した。次の段階として各種溶接に関する性能に関して実験室での施工を確認した後、造船所現場施工における確認を実施した。

その後、鋼材及び溶接材料に関しての工作基準、設計基準に関しての技術資料を得るための研究試作を実施した後、溶接継手（主として軟質溶接継手）に関して水中爆破衝撃に対する性能の確認を行い、最後に実艦建造設備による実物大構造模型を製作して溶接継手部の最終確認を行う予定である。これらの経緯を纏めたものが図1である。

平成7年度からは、開発された鋼材及び溶接材料を用いての米海軍との共同研究も開始され、静圧試験、疲労試験、継手強度試験、水中爆破試験等を実施した。

リ まとめ

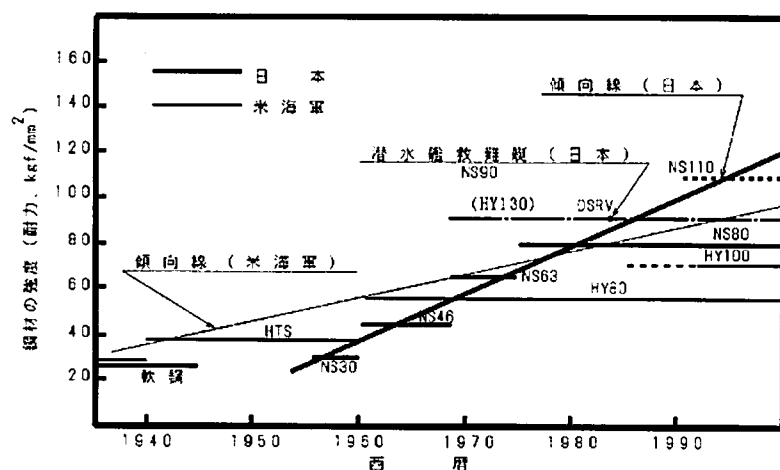


図2 日本及び米国の潜水艦耐圧殻用鋼材の強度の変遷



図3 米国での水中爆破試験

本研究により開発された耐力110 kgf/mm²級の鋼材は、平成10年に防衛庁規格として制定された。潜水艦用耐圧殻材料の開発は、図2に示すとおり米国の潜水艦用材料の開発に比較しても優位にあるとともに、高張力鋼材として高い溶接施工性を有しており強度とじん性のバランスのとれた世界最高レベルのものとなっている。実際、日米共同研究として行われた各種試験では良好な成績を得ることができ、軟質継手溶接による水中爆破試験でも溶接部への爆破衝撃による直接の損傷は見られなかった。図3は、米陸軍アバディーン試験場で平成11年度に実施した水中爆破試験の様子を示す。

溶接材料についても平成14年度に防衛庁規格として制定される予定であり、将来の潜水艦耐圧殻用の材料として使用されることが期待されるものである。

(17) SES基礎技術の研究

7 研究の目的

従来船型に比べ大幅な高速化が可能で、荒天時の運動性にも優れ、かつ大型化が可能な先進的な船型であるSES型高速船の設計に必要な技術資料を得ることを目的として研究が実施された。

1 SES船型の概要

SESの名称はSurface Effect Shipを略したものであり、構造的には双胴船に属する。双胴の間の空間にリフトファンによる空気を吹き込み、かつ前後端部に設けた柔軟性のあるシール（スカート的なもの）によってこの空気を閉じこめ、その結果できるエアクッシ

ョンによって船体の重量の大部分を持ち上げることにより、船体の水抵抗を大幅に減少させ高速走行を可能としている。

エアクッションを用いた高速船舶ではホーバークラフトがよく知られている。これは船体の全周において水面から浮き上がっているのに対し、SESは両舷の双胴部が水に浸かっており、そのため強風下の直進性を良好なものにしている。また、エアクッションの空気圧を船体動揺に抗して増減するライドコントロールを行うことにより、波浪中の動揺を抑制することができる。波浪中を高速で安定して走ることのできる船型として、SESは優れた特性を持っている。

ウ 研究経緯

SES基礎技術の研究は昭和56年から所内研究において基礎研究をはじめ、昭和60年の部分模型の研究試作等を経て、昭和63年から平成元年にかけてSES実験艇「めぐろ」を試作し、性能確認試験を行った。その成果にもとづき、高速性をさらに追求するべく「めぐろ」を改造した、高速SES実験艇「めぐろ2」の研究試作を平成3年から平成6年にかけて行い、平成6年から平成9年の間の性能確認試験において、最高速力67ノットを記録するなど、その高速安定走行性を確認した。

「めぐろ」及び「めぐろ2」の主要目は以下のとおりである。

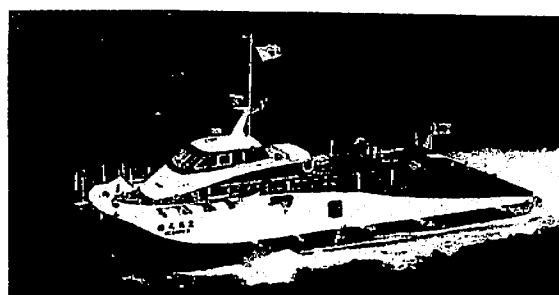
SES実験艇「めぐろ」

全長	18.5m
全幅	7.5m
甲板高さ	3.4m
常備排水量	31.4トン
速力	40.0ノット
主機	ガスタービン 1,050PS 2台

推進器	ウォータージェット	2台
リフトファン原動機	ディーゼル	250PS 2台
ライドコントロールシステム	装備	

高速SES実験艇「めぐろ2」

全長	25.0m
全幅	7.9m
甲板高さ	3.4m
常備排水量	45.0トン
速力	60.0ノット
主機	ガスタービン 4,330PS 2台
推進器	ウォータージェット 2台
リフトファン原動機	ガスタービン 1,050PS 2台
ライドコントロールシステム	装備



高速SES実験艇「めぐろ2」

(18) フローノイズシミュレータの研究

7 目的

艦艇及び水中武器の音響性能及び流力性能向上のための極低背景雑音回流水槽（フローノイズシミュレータ）を実現するために本研究を実施した。

イ 経緯

本研究は、平成5年度からの所内研究に続き、平成8～10年度に行われた「フローノイズシミュレータ部分模型の研究試作」において、概念設計が実施され、その結果に基づいて回流ポンプ模型及び計測胴部分模型が試作された。フローノイズシミュレータ本体の

研究試作は平成11～16年度にわたって、
(その1)～(その4)の4期に分けて行われた。

ウ 結果

(その1)ではシステム設計が行われ、それに基づいて試作された第1吸音塔は、平成14年3月に完成し、水密及び耐圧試験が実施された。(その2)で試作された第2吸音塔及び下部管路等は、平成14年4月から据付が開始され、同年12月完成予定である。

(その3)では計測胴等の上部管路と回流ポンプ及び計測制御用ソフトウェアが、(その4)では回流ポンプ及び計測制御装置のハードウェアが試作され、平成16年度末に全体が完成し、所内試験を経て稼働が開始される予定である。

フローノイズシミュレータの性能諸元は下記の通り。

型式：加減圧可能型音響計測用縦型回流水槽

垂直管路中心線間幅：4.9 m

水平管路中心線間高さ：1.5 m

計測胴寸法：幅2 m×高さ2 m×長さ10 m

計測胴内流速範囲：1.5～15 m/s

計測胴内圧力：10～300 kPa

流速の均一度：±1%以下

流れの乱れ度：0.5%以下

(上記2項はいずれも流速5 m/sで、計測胴 中央断面における値を示す。)

計測胴内に背景雑音レベル目標値：88 dB
ref 1 μ Pa

(流速8 m/sにおいて、中心周波数1 kHzでの値を示す。)

標準的な模型船寸法：水上艦6 m、潜水艦4 m

計測胴上蓋を開放することにより、回流水槽として水上艦等の自由表面試験が可能。

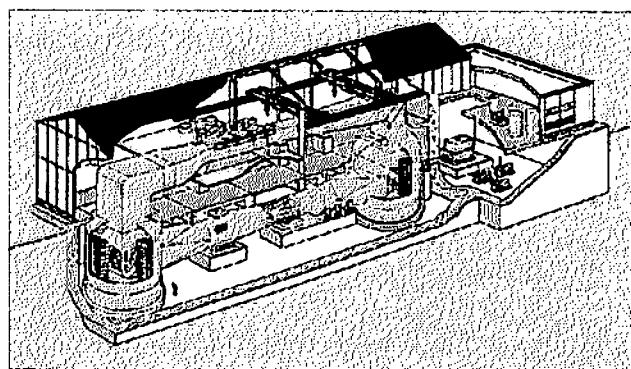
回流ポンプ駆動用電動機出力：2,800 kW

エ 特記事項

音響計測用の大型キャビテーション水槽としては、完成年順に、仏海軍のGTH、独のHYKAT、米海軍のLCCが挙げられる。フローノイズシミュレータの背景雑音レベルはこれら類似設備と比べて遜色ない程度に低く、シーステート3の実海面レベルに対応するものであり、艦艇及び水中武器の雑音レベルを基本設計段階で試験評価することが可能である。

我が国では、海上技術安全研究所、東京大学はじめ艦艇建造メーカーの研究所数カ所でキャビテーション水槽が稼働しているが、いずれも小型で背景雑音の低減に考慮されてお

フローノイズシミュレータ鳥瞰図



らず、艦艇及び水中武器の流体雑音の評価試験施設としては不十分なものであった。フローノイズシミュレータは我が国では最大であり、艦艇及び水中武器の開発及び基礎的研究両面に有効活用されることが期待されている。

技術研究件名一覧表

担 当	分類	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第 1 部	火器・車両	新迫撃砲及び同弾薬の研究	S 5 5	S 5 8	81 mm迫撃砲及び同弾薬の射程延伸と軽量化の研究
	同 上	火器及び弾薬の研究(1)新小火器の研究(小口径及び同弾薬)	S 5 6	S 5 8	軽量小型で高性能の 5.56 mm小銃及び同弾薬の研究
	同 上	155 mmペースフリート基礎試験弾の研究	S 5 6	S 6 3	弾底空気抵抗の低減により射程の延伸が可能なペースフリート弾についての研究
	同 上	火器及び弾薬の研究(6)現用弾薬改善の研究(20 mm APDS)	S 5 7	S 5 8	近接防衛システムに適用する 20 mm 機関砲に使用する弾薬(APDS)の研究
	同 上	調整破片式弾頭の研究	S 5 7	S 6 2	弾丸炸裂の際に生成する破片を予め所望の形状・重量に調整して弾頭威力を図る研究
	同 上	対装甲弾頭の研究	S 5 7	H 7	対装甲弾用成形さく薬弾頭及信管の研究
	同 上	指向性弾頭の研究	S 6 0	H 4	破片を目標方向に指向させる指向性弾頭についての研究
	同 上	弾薬・信管ソフトリカバリシステムの研究	S 6 2	H 2	回収時の衝撃が 10 分の 1 以下になるスクープ付軟回収法の研究
	同 上	高性能発射薬の研究	S 6 2	H 6	将来弾薬に用いる高エネルギー・高抗たん性・低エロージョン性発射薬の研究
	同 上	戦車砲用徹甲弾の研究	S 6 2	H 8	装弾筒付翼安定徹甲弾の高初速化及び高威力化の研究
	同 上	液体発射薬砲の研究	S 6 2	H 1 2	固体発射薬の代わりに、液体発射薬を用いて弾丸を発射する火砲
	同 上	戦車砲用演習弾の研究	S 6 3	H 5	弾体分割方式と空気抗力制御方式の戦車砲用徹甲弾の演習弾
	同 上	火薬類の研究(高性能爆薬)	S 6 3	H 5	誘導弾、火砲用弾薬に使用する弾頭の威力向上及び安全性に寄与する爆薬の研究
	同 上	火薬類の研究(新発射薬)	H 1	H 6	火砲用弾薬に使用する高性能・高安全性、低エロージョン性に優れた発射薬の研究
	同 上	対装甲弾基礎技術の研究(目標 検知信管)	H 3	H 6	装甲車両を上空から検知する複合センサを適用した目標検知信管の研究
	同 上	火器・弾薬技術の研究(対装甲用近接信管)	H 4	H 7	オーバフライ型対装甲弾に適用できるレーザ及び磁気センサを用いた複合型近接信管の研究
	同 上	火器・弾薬技術の研究(高性能着発信管)	H 4	H 7	弾着条件を識別して起爆タイミングを自律的に制御する高性能の着発信管の研究
	同 上	ソフトキル弾システムの研究	H 5	(H 1 6)	爆薬発電機を応用して電磁パルスが発生し野戦用電子機器類の機能を阻害するソフトキル弾の研究

担当	分類	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第1部	火器・車両	テレスコープ弾機関砲の研究	H 6	(H 1 4)	高発射速度化、軽量化及び高命中率の高性能信管を有するテレスコープ弾及び機関砲の研究
	同 上	目標検知型弾薬の研究	H 8	H 1 2	装甲車両を上空から複合センサーで検知し EFP 弾頭によりトップアタックで撃破する対装甲子弾の研究
	同 上	装甲・対装甲技術の研究	H 9	H 1 2	将来の各種装甲に対して有効に対処しうるハイブリッド弾心徹甲弾に関する研究
	同 上	非定常熱流体现象の数値シミュレーションの研究	H 9	(H 1 4)	過渡弾道の命中精度に及ぼす影響を解明するための研究
	同 上	ミサイル弾頭破壊弾薬の研究	H 1 0	H 1 2	対艦ミサイル等の弾頭を直接照準火器で破壊するための終末弾道技術及び砲外弾道技術
	同 上	野戦砲用高安全性発射薬の研究	H 1 0	(H 1 4)	被弾や火災に対して誘爆しない高い安全性を有する発射薬の日米共同の研究
	同 上	先進軽量砲の研究	H 1 0	(H 1 5)	火炮軽量化を可能とする低姿勢砲架設計技術及び発射反動低減技術に関する研究
	同 上	先進小火器の研究	H 1 1	H 1 3	情報機能の強化並びに多機能性を有する将来の個人用小火器の研究
	同 上	高速目標対処用弾頭・信管の研究	H 1 1	(H 1 6)	高速で飛翔するミサイル等を目標とした弾頭及び信管の研究
第2部	火器・車両	複合耐弾材料の研究	S 5 1	S 5 5	防弾アルミ合金以上の耐弾性を有する軽量複合耐弾材料の研究
	艦艇・水中武器	S T J (Structural Transition Joint) の研究	S 5 3	S 5 4	5 2 年度護衛艦のアルミ製上部構造物の耐食性、水密性、保存整備性の確認
	同 上	超高張力鋼の研究	S 5 4	S 5 8	耐力 1 1 0 kgf/mm ² 級の潜水艦用高張力鋼の耐弾性能に関する技術資料の取得
	火器・車両	新防弾鋼の研究	S 5 6	H 1	将来戦闘車両用の耐弾性に優れた新しい防弾鋼に関する技術資料の取得
	同 上	複合耐弾構造の研究	S 6 0	S 6 2	将来戦闘車両の耐弾性向上のための軽量複合耐弾材料の研究
	同 上	装甲車両に関する脆弱性の研究	S 6 1	S 6 2	装甲車両の耐弾方式の最適化に資する脆弱性に関する技術資料の取得
	同 上	対火力脆弱性評価法の研究	S 6 3	H 1	脆弱性の部分評価が可能なプログラムの作製
	その他	ヘリコプタ用座席の耐弾性の研究	S 6 3	H 3	ヘリコプタ用座席の耐弾性能に関する技術資料の取得
	火器・車両	装甲内張材の研究	S 6 3	H 7	装甲内張材の耐弾性能に関する技術資料の取得

担当	分類	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第2部	火器・ 車両 同 上	成形さく葉弾対処用反応装甲の研究 電磁加速技術の調査研究	S 6 3 H 1	H 1 1 H 2	成形さく葉弾対処用各種反応 装甲構造の研究 各種電磁加速技術の将来装備品 及び高速飛翔体発射装置への適 用可能性についての調査研究
	その他	上面用軽量耐弾構造の研究	H 1	H 4	軽量かつ耐弾性を有した要素材 料及び上面装甲として最適な耐 弾構造に関する技術資料の取得
	火器・ 車両	耐弾軽合金の研究	H 1	H 5	将来戦闘車両等の耐弾防護力向 上に必要な耐弾軽合金材料に関 する基礎的技術資料の取得
	その他	侵徹シミュレーションの研究	H 1	H 8	各種耐弾材料及び構造の侵徹破 壊数値シミュレーションに必要な 技術資料を得る。
	同 上	ラミネート防弾板の研究	H 1	H 1 3	将来戦闘車両用の積層構造をも つ防弾鋼の耐弾性能に関する技 術資料の取得
	火器・ 車両	対火力脆弱性の研究	H 1	H 1 3	装備品等の火力に対する脆弱性 を解析し、残存性向上に関する 基礎的技術資料の取得
	その他	耐弾用先進複合材料の研究	H 4	H 1 2	軽量で耐弾性能に優れた金属基 及びセラミックス基複合材料に 関する技術資料の取得
	同 上	軽量防弾板の研究	H 6	H 1 0	将来戦闘車両用の軽量で耐弾性 に優れた防弾材料に関する技術 資料の取得
	火器・ 車両	耐弾軽合金の研究	H 6	H 1 2	将来戦闘車両等の耐弾防護力向 上に必要な耐弾軽合金材料に関 する基礎的技術資料の取得
	その他	将来防弾装具の研究	H 6	(H 2 1)	防弾装具用耐弾材料の耐弾性に 関する技術資料の取得
	同 上	装甲材料の衝撃破壊現象の研究	H 7	H 9	数値及びフィジカルシミュレー ションにより装甲の破壊現象を 予測する方法の研究
	火器・ 車両	新装甲技術の研究	H 7	H 1 3	タンデム型成形さく葉弾対処用 装甲構造についての研究
	同 上	高速衝撃現象計測技術の研究	H 9	H 1 2	高速衝撃に伴う各種現象を計測 するための技術の研究
	その他	軽量装甲板の研究	H 9	(H 1 4)	装輪車両等及び航空機等に適用 し得る軽量装甲板に関する技術 資料の取得
	火器・ 車両	複合材料の衝撃破壊現象の研究	H 1 0	H 1 2	数値シミュレーションに等により 複合材料の侵徹破壊現象を予測 する方法の研究
	同 上	電磁装甲技術の研究	H 1 0	(H 1 5)	電磁力を用いた装甲技術に関す る技術資料の取得
	その他	艦艇用防弾材料の研究	H 1 1	H 1 1	艦艇に小銃弾等に対する耐弾性 を付与するための防弾材料に関

担当	分類	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第2部	火器・車両	新特殊装甲の研究	H 1 1	H 1 3	する技術資料の取得 戦車砲用徹甲弾に対処可能な移動型構造の装甲に関する技術資料の取得
	同 上	新複合装甲の研究	H 1 2	H 1 3	タンデム型成形さく葉弾の先駆弾頭対処用複合装甲についての研究
	その他	衝撃特性計測技術の研究	H 1 3	(H 1 6)	数値シミュレーションに必要な各種衝撃特性値を取得するための計測技術の研究
第3部	その他	高空における放射能塵の調査研究	S 3 4	継続	放射能対策本部の業務の一環として、上空放射能汚染度の監視測定
	同 上	訓練用化学火工品の研究	S 5 2	S 5 5	教育訓練を効果的に実施するため、使用する戦況現示用火工品の研究を行う。
	同 上	新鉄帽	S 5 7	S 6 1	6 6 式鉄帽の後継として、砲迫等の破片、小火器弾から頭部を防護する鉄帽を研究する。
	同 上	個人用軽包装食糧の研究	S 5 9	S 6 2	隊員が、調理の必要なく喫食し得る軽包装食糧について研究し、実用化の資料を得る。
	同 上	レーザ障害対策の研究	S 6 1	S 6 2	レーザ操作環境における健康障害予防のため、安全基準作成のための資料を得る。
	同 上	新型耐寒耐水服に関する研究	S 6 0	S 6 3	耐寒・耐水及び防炎機能を備えた、新型耐寒耐水服に関する技術資料を得る。
	同 上	炭酸ガス吸収装置の研究	S 6 0	H 1	艦内に発生する各種有毒ガスの自動分析・除去等、艦内環境安全のための装置に資する研究
	同 上	艦艇用大型空気浄化装置の研究	S 6 2	H 2	化学剤及びフォールアウト環境で、乗員を防護するための装置の研究
	同 上	戦闘車両用空気浄化装置の研究	S 5 8	S 6 2	乗員を有害空気環境から護るための、高性能、小型の浄化装置の研究
	同 上	航空機搭載音声認識システムの研究	S 6 0	S 6 3	航空機搭載の各種装置を音声で制御するためのシステムの研究
	同 上	人間工学設計基準に関する研究	S 6 2	H 2	隊員と装備品とのマン・マシンシステム向上についての研究
	同 上	最適操作性に関する研究	S 6 1	S 6 3	各種装備品パネルの人間工学的設計に関する資料を得る
	同 上	戦場心理に関する研究	S 6 1	S 6 2	戦場環境を行動科学の面から研究し、戦場心理に関する資料を得る。
	同 上	徐染剤及び徐染装置の研究	S 6 3	H 4	化学剤に汚染された隊員及び装備品を徐染する技術の研究

担当	分類	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第3部	その他	戦闘機用ヘルメット・マウンテッドディスプレイの研究	H 1	H 6	ヘルメット・マウンテッドディスプレイの読取り易い表示方法の研究
	同 上	防護被服技術の研究	H 2	H 5	現用品より優れた防護衣及び防護マスクの研究
	同 上	陸上自衛隊男女隊員の体躯輪郭及び頭部形状に関する研究	H 4	H 5	個人装備品、射撃照準具の設計に資する資料を得る。
	同 上	電気着火式救難用信号セットの研究	H 4	H 4	片手で操作可能な耐寒耐水性連発式信号セットの研究
	同 上	新物料投下器材の研究	H 4	H 6	精密器材等の空挺投下で、着地衝撃を緩和するための研究
	同 上	ヒューマン・インタフェース設計基準に関する研究	H 5	H 7	指揮統制システム用大画面情報表示の設計に資する研究
	同 上	動力傘の研究	H 7	H 10	操縦傘に動力装置を装着して用途拡大するための研究
	同 上	衝撃評価用ダミーの研究	H 7	H 9	防弾衣の性能及び衝撃評価に用いる人体ダミーの研究
	同 上	栄養基準量及び食糧構成基準の調査研究	H 9	H 11	自衛隊員における喫食実態を調査し、合理的基準作成の基礎資料を得る。
	同 上	頭部搭載型情報表示装置の研究	H 9	H 13	各種複合情報を表示できるヘルメット搭載型装置の研究
	同 上	化学防護評価技術の研究	H 9	H 11	防護マスク吸収缶の性能評価技術向上のための研究
	同 上	化学剤分析技術の研究	H 11	H 12	地表等に散布された化学剤の濃度を測定する方法の研究
	同 上	装備品の人間工学的研究	H 11	(H 15)	各種装備品の隊員への適合性について人間工学的に解析する。
	同 上	個人装備品評価用人間工学シミュレータの研究	H 12	H 13	人間工学シミュレータの基礎となるソフトウェアについて研究
	同 上	防護素材技術の研究	H 12	H 13	放射線、化学剤から身体を防護するための素材の研究
	同 上	衣服気候評価用ダミーの研究	H 13	H 13	人体の特性と形状を模擬したダミーを試製し戦闘服等の評価基準確立の基礎資料を得る。
	同 上	戦場環境検知技術の研究	H 13	(H 15)	無人機等に搭載できる小型CR検出器とその信号電送に関する基礎研究
第4部	艦艇・水中武器	超高張力鋼の溶接性の研究	S 42	S 56	潜水艦の可潜深度増大を図るための超高張力鋼材とその溶接性の研究。
	同 上	補機騒音低減の研究	S 42	S 58	艦艇搭載補機に関する騒音等低減対策手法について研究し油圧系の低雑音化をした。
	同 上	超高張力鋼用溶接棒の改良	S 50	S 52	NS80用溶接棒の性能向上を図った。
	同 上	将来潜水艦用鋼材の研究	S 50	S 55	将来潜水艦に適する鋼材の溶接性、工作性を解明した

担 当	分野	件 名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備 考
第4部	艦艇・水中武器	超高張力鋼材の研究	S 5 0	(H 1 4)	潜水艦の可潜深度の向上を図るための超高張力鋼材とその溶接法の研究開発。
	同 上	艦艇の雑音低減対策の研究 (低雑音補機の研究)	S 5 3	S 5 8	艦艇用ポンプ及び冷凍用圧縮機の低雑音化を図り、水中発生雑音を低減化した。
	同 上	被探知防止器材の研究	S 5 4	S 5 8	低周波振動低減に効果のある貼付可能な減衰材の研究
	同 上	将来潜水艦基礎技術の研究 (新型推進システム)	S 5 4	H 9	潜水艦の水中持続時間の増大を図るため、スターリング機関による大気非依存型推進システムの研究開発
	同 上	S E S 基礎技術の研究	S 5 6	H 9	高速力で、かつ波浪中で運動性能に優れた S E S 型高速艇を設計・建造するための研究開発。
	同 上	水中放射雑音シミュレータの研究	S 6 0	H 1 1	艦艇の機械振動による水中放射雑音を予測するためのシミュレーション技術の研究
	同 上	フローノイズシミュレータの研究	S 6 0	(H 1 6)	艦艇及び水中武器の流体雑音レベルを高精度で推定できる、極低背景雑音回流水槽についての研究
	同 上	先進鋼技術の研究	H 2	H 1 2	「超高張力鋼材の研究」のうち「日米共同研究」として実施
	同 上	流体雑音低減に関する研究	H 2	(H 2 1)	水上艦の砕波雑音の推定法と、その低減対策についての研究
	同 上	低公害艦艇用ディーゼル機関の研究	H 6	H 1 0	潜水艦用ディーゼル機関の低公害化に資するデータを得た。
	同 上	潜水艦用燃料電池の研究	H 8	(H 1 6)	水素吸蔵合金を中心に、その特性等を調査
	同 上	艦艇耐衝撃性コンセプト評価技術の研究	H 8	(H 1 6)	艦艇の水中衝撃に対しての数値・物理シミュレーションについての研究
	同 上	将来潜水艦基礎技術の研究（低流体型潜水艦）X 舵の研究	H 8	H 1 1	流体雑音が少なく運動性能の優れた将来の潜水艦を設計するための技術の確立
	同 上	将来航法装置基礎技術の研究	H 9	H 1 3	将来の慣性航法装置を目指し、光ファイバを用いたジャイロの基礎資料を得た。
	同 上	生物流体力学的推進器の研究	H 1 0	H 1 3	海洋生物の推進方式を模擬した静粛性の高い艦艇用推進器の研究

技術研究本部 50 周年史に寄せて

元第 1 研究所長 今 井 保 穂

防衛庁技術研究本部（技本）が発足 50 年を迎え、我国の防衛技術研究開発の中核として益々重要な組織に発展してきたことに對し衷心よりお祝い申し上げます。

50 年間の関係者各位の大変なご努力に対して深甚の敬意を表するものであり、その歴史を回顧し、当時の思い出や感想などを綴ってみました。

I 三宿移転

私は技本の前組織である防衛庁技術研究所（技研）に昭和 30 年 2 月に入所した。当時は三宿地区の施設は完成前で、技研は三鷹の会社施設の一部を借用していたが、間もなく三宿施設が完成し引っ越しをした。

新しい施設は渋谷から旧式の「玉電」に揺られて時間はかかったが、周囲は練兵場の跡地で広く、本館（現 2 研）も当初中央病院施設として設計されたためエレベーターの開閉が遅い難点があったものの、当時としては立派な建物であり、三鷹の間借りから開放されたのと合わせ皆大いに感激した。

ただ道路を隔てた西側一帯はまだ荒れた原っぱで、正門のすぐ前に農家と大きな豚小屋があって、鳴き声と臭気には大変悩まされた。夕方になると原っぱの脇に赤提灯の屋台が出て、仕事帰りに寄る技研諸氏のおかげか結構繁盛していた。

また出来たばかりの技研、自衛隊病院、衛生学校の周辺道路には桜の苗木が植えられており、その背丈は 2 メートル程度であった。その三宿地区も現在は西側に世田谷公園ができ、桜も大樹となって観桜の名所になった。三宿地区の周辺環境の変化からも技本の長い歴史が感じられる。

II 三宿時代の組織

さて私の入所した頃の技研は組織の創成期であり、当時は、まず人を集めることが先決で、業務管理や研究活動などはまだ手探りの状態であった。人については、当初は技研定員は 2 千から 3 千人位とする計画であったと聞いている。これでも米国の数十分の 1 であり、また同

程度の国防費を投じている英仏独などの軍の技術研究開発組織に比べると人員が格段に少ない。

後に技本の定員が計画まで増えない時期に国家公務員定員削減の波に洗われ、人員不足が後々まで技本の大きな課題となってしまったのは大変残念である。

III 技研第 5 部

当時の技研は 9 部に分かれていて、私は艦船部門の第 5 部に配属された。第 5 部の主力は艦船の設計で、すでに予算で決まった戦後初の甲型警備艦その他の設計が始まっていた。その中、小型舟艇は技研側で設計したが、大型の艦船は、旧海軍艦政本部の艦艇設計者を擁する（財）船舶設計協会が契約によって設計した。

後に大型艦船の基本設計を担当する技研の技官や自衛官、また艦船の詳細設計と建造を担当する会社の技術者は、三宿の大部屋で設計協会の人たちに混って研修中であつた。この状態はしばらく続いたが、間もなく技研が基本設計を、造船所が詳細設計を行う本来の姿になった。

当時の第 5 部には将来に備えて採用した若手の技官が大勢おり大変活気があつた。我々は毎日グループで議論し、勉強し、又スポーツその他でよく遊んだ。

後の鈴木本部長、一力・村上 1 研長、小倉 4 研長、飯田・大川・中原 5 研長、北島・三浦主任設計官、佐藤・余語 1 研研企官、古川 1 研 4 部長他多数の人々がこの頃の、また現在でも親交のある仲間である。

IV NS 鋼材研究のスタート

第 5 部で私に最初に与えられたテーマは、30 年までに委託研究で実施した高張力鋼の研究成果の取りまとめ、鋼板や溶接材料の規格案・工作基準案の作成であつた。

この研究は戦後初の甲型警備艦に 50 キロ高張力鋼（後の表示では NS 30 : NS は艦船用鋼材、数字は耐力で単位 kgf/mm^2 ）の適用を目指したもので、（社）日本造船研究協会に委託されたが、委員会には防衛庁側の他、多数の学識経験者、製鋼所、造船所、溶接材料メーカーが参加し、多数かつ大量の試験とその結果の評価が行われ

ており、弱輩の私も早速委員会に出席させて頂いた。

委員会では、福田先生、木原先生、吉識先生、寺沢先生その他大勢の先生方にお目にかかり、多大のご指導を頂いた他、新しい溶接性評価法などの関連知識が極めて短期間に吸収できたのは大変有り難かった。当時の造船界では2次大戦中に多発した米国の溶接艦船の脆性破壊が大きな問題とされ、溶接や鋼材に対する関心は非常に高かった。

その後、高張力鋼の研究は(社)日本溶接協会への委託研究となったが、その後さらに高度の鋼材開発へ発展する基礎となった。研究者の少ない防衛庁の場合、もしこのような all Japan的な協力組織がなかったらNS鋼材の研究開発は不可能であったと今でも思っている。

学識経験者中で特に世話になったのは福田先生と木原先生である。

福田烈先生(元海軍造船中将)は、大正7年の海軍入隊と同時に、我が国で初めて艦艇建造への電気溶接の適用に取り組み、努力の末に実用化に成功され、昭和7年敷設艦「八重山」に適用、重量軽減・工期短縮を実現された。その結果艦艇建造に溶接が次第に採用されるようになった。戦後の商船建造に大いに役立ったブロック建造法は先生が考案されたものである。先生の一代記はノンフィクションの単行本(古波蔵保好著「航跡—日本人の記録」)になっている。

また、木原博先生は日本の溶接界の重鎮で、(社)日本溶接協会会長、国際溶接学会(IIW)副会長など歴任され、その間我が国の溶接工学の進展に精力的に活動された。NS鋼材の研究開発では先生の呼び掛けで溶接強度、破壊力学、冶金、非破壊検査、溶接材料など各分野の学識経験者の方々に参加して頂いた。

V 目黒地区

現在技本第1研究所、防衛研究所、幹部学校、東京共済病院などのある目黒地区には昭和5年に旧海軍の技術研究所が設置され、昭和20年の終戦まで海軍の技術研究の中核として大いに活躍した。

ここでは艦艇設計で有名な平賀譲元海軍造船中将、潜水艦の強度計算式で有名な徳川武定元海軍造船中将その他高名な方々をリーダーとして海軍の研究が行われた。

昭和6年には天皇陛下の行幸もあった。

この目黒地区には、第2次大戦終了後、英連邦オーストラリア軍他の兵士約1,000人が進駐し、エビスキャンプと呼ばれていた。大戦中艦艇の研究に使われ、米軍の爆撃も受けた試験水槽は水が抜かれ、兵士たちの遊び場や、酔っ払いの一晚放置用に使われていたそうである。そのエビスキャンプが昭和31年末に日本に返還された。ここが近く技術研究所になるというので、調査に行った我々

はその荒れ果てた姿に呆然となった。

恵比寿は現在では代官山と共にモダンな場所として有名であるが、昭和30年代初めの恵比寿は渋谷と目黒の谷間の過疎地で、恵比寿駅から1研までの間に食物屋はそば屋が1軒と弁当屋が1軒しかなかった。恵比寿の発展は地下鉄ができてからで、だいぶ後の事である。

昭和33年5月の組織改正で技本が発足、目黒地区の建物が整備され、そこに第1研究所(1研)が配置され、我々も移った。1研は管理部と第1部(火器弾薬)、第2部(誘導飛翔体)、第3部(艦船)、第4部(通信、光電)、第5部(共通基礎)で構成され、各部は技研の各部に所属していた要員で構成された。

発足して間もない10月に、エリコン社製ミサイルが研究モデルとして第2部に納入された。当時はミサイルへの拒否反応があつて1研周辺には騒がしい日が続いた。

発足はしたものの、当時の1研には旧海軍時代の高速風洞以外の施設や機械器具の大部は全くなき、年数をかけてポチポチ整備せざるを得なかった。その中では第3部の試験水槽(大水槽、高速水槽)の整備が先行していた。私の所属した第3部船体構造研究室でも構造物試験機を要求したが何度も後回しになった。

鋼材の溶接性評価法としては米国海軍研究所(NRL)が開発し、米国のジャーナルに発表していたNRL式落重試験とNRL爆破試験をやってみたく施設も器材もない。そこで、落重試験から手掛けることにし、試験片と受け治具、約30kgの鋼の落重を作り、現在の防衛研究所から1研本館の2階に通じる橋を利用して下に試験片とジグを置き、上から身を挺して狙いを付け落重を落とした。これら試験では自分が落重になりそうで恐ろしかったが、結果が良かったので簡単な装置を作って開発中の鋼材の評価に使用した。爆破試験は陸自の部隊等の協力を頂いて野外で実施した。そのうちに200トン構造物試験機も入手できて鋼構造強度や溶接強度の試験ができるようになった。ただ研究予算が少ない上、1研の工作室はいつも手一杯なので試験片の製作は極力自分でやった。溶接、ガス切断、機械加工等も結構上手になった。自分で加工していると溶接部や熱影響部の硬度や伸びの特性が良く分かって、これは大変参考になった。

VI 米国の大学・研究所

昭和38年に、米国イリノイ州立大学の鋼の脆性破壊の権威者Hall教授の所に研究員として約1年勉強に行かせて頂いた。出発の時には初代1研長の篠尾先生はじめ大勢の方が羽田空港まで見送りに来られた。飛行機は727、1ドル360円の時代であった。

同州立大学では軍の委託研究もやっていて資料も多く参考になった。また、ペンシルバニア州のピッツバーク

郊外のUSスチールの研究所が海軍のHY鋼材の研究を発表していたので許可を得て訪問して討議したが、その後のNS鋼材の研究の参考になった。なお、昭和41年にワシントン郊外のNRL（現C a d e r o c k）を訪ねる機会があり、金属溶接部のPellini部長やPuzakとも討議ができた。

また、オハイオ州のバツテル研究所に増淵先生（船舶技研、NS委メンバー後にMIT教授）がおられたので訪ね見学した。その時先生は、日本式に出張旅費を本館の経理まで歩いて取りに行ったら経理のおばさんに怒られ、「先生には研究のために、時間あたり〇ドルの高給を払っているのよ。」と言われたという話をされたが、この研究所にも多数の溶接の研究者がいた。

総合して米国の軍と会社研究者の層が厚いこと、大学の優秀な教授たちが国のため軍の研究に積極的に協力していることを痛感した。

Ⅶ 更なる人員削減

1研の発足時はまだ大きな開発ものがなく、研究といえど殆どが所内研究であった。しかし3次防の頃から研試や試作が多くなり研究の重点志向が始まり、所内研究より研試や技試が多くなった。

その後定員削減が始まり、研究者を支える補助者が減り、研究者が試験屋になって頭より体を使う事態も生じており、こんな状態で本物の研究開発ができるか、優秀な研究者が集まってくるか、と心配になるのは老人の苦労性のせいだ。

Ⅷ 1研の組織その後

1研の組織はその後何度も改編が行われた。昭和39年には誘導飛翔体部門が3研に編入され、また電波関係の試験を行う飯岡支所も新設された。昭和49年には、通信部門と光電部門が第4部と第5部に分かれ、5部制に戻った。

昭和60年に技本の2研の改組が検討されていた時私は1研長であった。いろいろな案があったが、検討会議から意見を求められたので、私は将来装備品の一層のハイテク化、電子化に備えるため、電気・電子部門を結集して新2研とする案を提案した。1研の定員減の苦渋はあったが、将来の技本にとってそれが最善と考えたのである。検討会議ではその後慎重に審議され、計算室及び飯岡支所を統合した新2研が昭和62年に発足した。代わりに、1研は前2研の防護・人間工学部門を加えて、第1部（火器・弾薬）、第2部（耐弾）、第3部（防護・人間工学）、第4部（艦船）に組替えられ、今日に至っている。

Ⅸ 印象に残る1研の研究開発

第2部の前身の共通基礎部門では小松基地に冬季発生する雷電探知装置の研究試作、科学技術庁の依頼で実施した中国の核実験による我が国上空の放射能塵を戦闘機に積んだ集塵器で集めて計測したのが印象深い。耐弾部門では何と言っても90戦車の耐弾構造で、関係者の苦労は大変なものであった。

第1部ではやはり90戦車の主火砲と弾薬の試作で、土壇場でハードルが上がったこともあり大変苦労した。結局これらは技術導入になったが、あとで我が国の試作品も結構いいレベルにあったことが分かった。なお、当時のこの部門の担当者の苦労はその後別の研究開発に有効に生かされた。

第4部では、SESの研究試作があげられ、“高速実験艇めぐろ2（48トン）”は最高速力67ノットを記録した。広範な調査結果を結集したSESの技術が将来の高速艇に生かされることを祈っている。

NS鋼材はNS46、NS63を経てNS80・NS90の開発を行った。NS90は深海救難艇に、NS63、NS80は部分及び大型構造物模型の研究試作を経て潜水艦に適用された。現在NS110が開発の最終段階に入っている。また、この研究は、「先進鋼技術の研究」として、第1研究所における日米共同研究の第1号として取り上げられ実施された。

X 近代化される1研の施設・器材

最近では1研関係の研究施設も一新され近代化されつつある。例えば、第1部の信管衝撃シミュレーション試験装置、非定常高速過渡弾道シミュレーション試験装置；第2部の耐弾性研究用の高速弾撃試験装置および動的材料特性計測装置；第3部の爆風圧等測定装置、医学用テレメータ装置などがある。

また大型施設としては第4部の村上・笹島両1研長が長年努力されたフローノイズシミュレーター（計測部2×2×10m、最大流速15m/sec）が研試として建設中であり、艦艇や水中武器の性能向上に寄与するものと期待されている。また潜水艦強度関係では、新しい耐圧実験棟と、耐圧試験タンク（240気圧動圧装置付（平成14年度中に完成予定））があり、これらも今後の活躍が期待される。

1研発足時、施設・器材がほとんど無かったことを思えば感無量なものがある。