Journal of the KNST
2019; Special Issue; Vol.1; pp. 007-017
ISSN: 2635-4926
https://doi.org/10.31818/JKNST.2019.11.SP.1.7

# 초공동 기술현황 및 무기체계 적용 방안

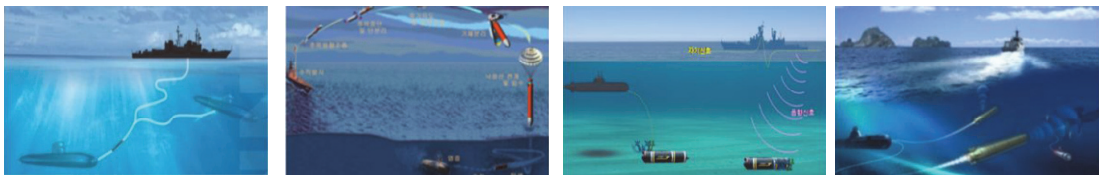
## Status of Supercavitation Technology and Application to Weapon System

**고동춘, 양기주, 김영훈**

해군본부

**Dong Chun Go, Young Hoon Kim, Kee Ju Yang**

Weapon System Division, ROK Navy HQ



초공동 기술현황 및 무기체계 적용 방안

2019. 6.20.(목)

해 군 본 부
중령(진) 고동춘, 소령 양기주, 중령 김영훈,

대한민국해군 REPUBLIC OF KOREA NAVY

국방과학연구소 AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT

© 2019 Korea Society for Naval Science & Technology

# 순 서

1. 초 공 동 기 술 현 황
   - 초 공동 정의 및 요구조건
   - 국외 초공동 관련 기술 무기체계 적용 현황
   - 국내 초공동 관련 기술 개발 현황
2. 초공동 기술 무기체계 적용 방안

21 - 1

# 초공동 기술 현황

21 - 2

# 초공동 정의 및 요구조건

## 초공동(Supercavitation)이란 ?

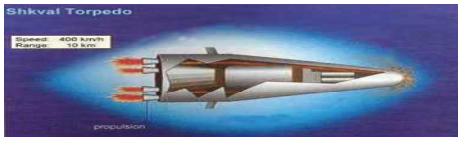
: 압력을 낮추어 발생된 공동(Cavitation)이 운동체 전체를 감싸는 현상

* 물에 비해 밀도가 약 1/800인 공기 중을 주행하는 것과 유사한 상태
* 수중운동체 주행 항력의 대부분인 마찰 저항을 극소화
* 수중운동체의 초고속 주행 가능

## 초공동 요구조건

- 초 공동을 발생시키면서 고속 항주할 수 있는 적합한 외형
- 초공동을 발생시킬 수 있는 일정속도 이상의 초기속도
- 유체역학적 저항을 보상할 수 있는 충분한 추력

[일반어뢰 주행]

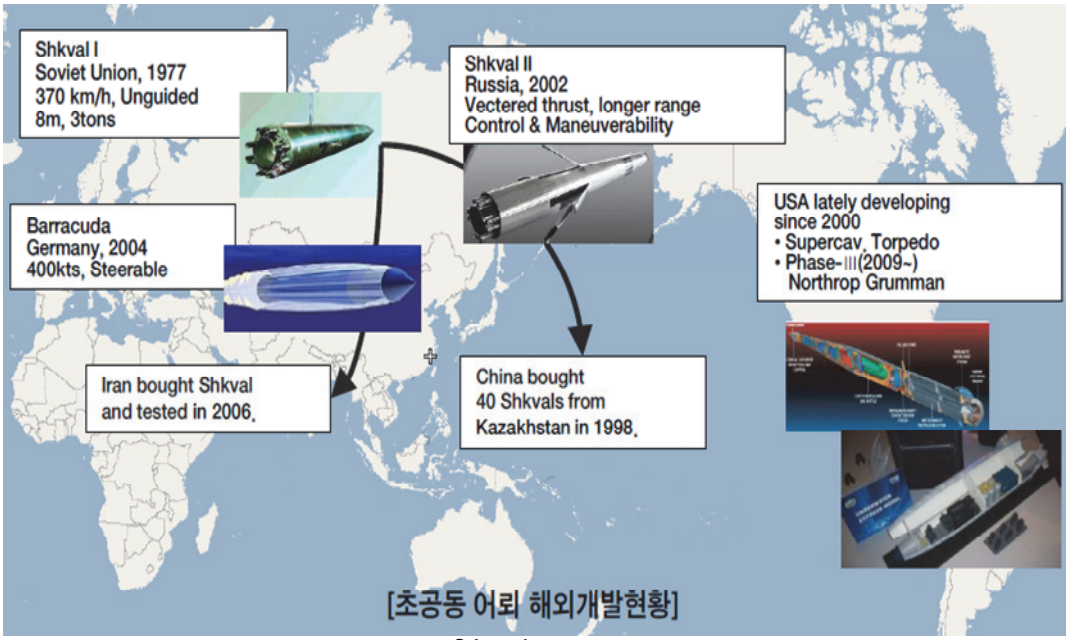



[초공동어뢰 주행]

21 - 3

# 국외 초공동 기술 무기체계 적용 현황(1/5)

## 수중무기 적용 및 개발 현황

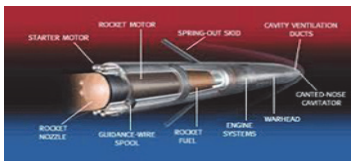



[초공동 어뢰 해외개발현황]

21 - 4

# 국외 초공동 기술 무기체계 적용 현황(2/5)

## 러시아 (Shkval / 개발기관 : 오르조니키제연구소)




[개념도]

[캐비테이터/디스크형]

[발사시험 장면]

### 재 원

| 길이x직경 | 중량 | 유효사거리 | 순항거리 | 순항심도 | 속력 | 발사수심 | 추진 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.0mx0.533m | 2,722kg | 7km | ~10km | 6m | 200kts | ~30m | 고체로켓 (해수반응 금속연료) |

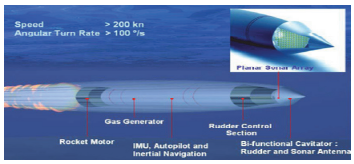
### 특 징

- 1950년대 부터 개발착수, 1977년 핵 잠수함에서 초기 운용 시작
- 미국의 고속 원자력 잠수함간 교전 및 항공모함 공격용으로 개발
- 초기 자동항법에 의한 직주만 가능, 現 종말유도가 가능토록 개발 중
- 초공동 주행시 자세 유지을 위한 가스 분사형 캐비테이터 운용

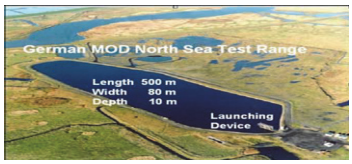
21 - 5

# 국외 초공동 기술 무기체계 적용 현황(3/5)

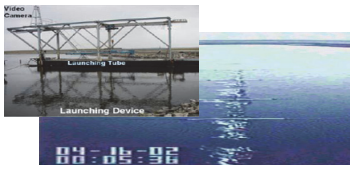
## 독일 (Barrcuda / 개발기관 : Diehl BGT Defence사)




[개념도/캐비테이터(원추형)]




[시험 장소]




[발사(주행) 장면]

### 재 원

| 길이x직경 | 속력 | 선회각속도 | 선회반경 | 소나탐지거리(m) | 사거리 | 추진 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.3mx0.16m | 200~400kts | 100° /sec | 60m | 200m (중어뢰 기준) | 1km | 고체연료 |

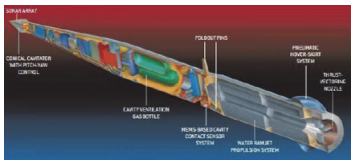
### 특 징

- 1988년 개발하여 현재 운용 중
- 자함(잠수함, 수상함) 방어를 위한 적 어뢰 요격 및 근거리 대잠전 수행용 개발
- 소나(독.Atlas Electronik사 개발)를 통한 유도제어/호밍 가능토록 개발 中
- 초공동 주행시 자세 유지을 위한 가스 분사형 캐비테이터 운용

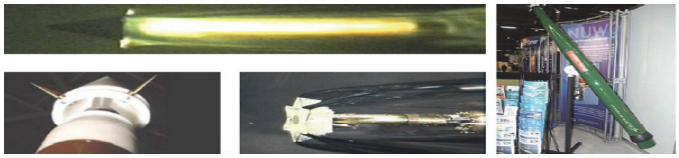
21 - 6

# 국외 초공동 기술 무기체계 적용 현황(4/5)

## 미국 (Super-Cav / 개발기관 : 美해군 수중전투센터(NUWC))



[개념도]



[캐비테이터(원추형) 및 형상]

- **재 원 : 現 개발 중으로 확인 제한**
  - * 기본 제원 및 운용방식을 독일 Barracuda와 유사할 것으로 추정

- **특 징**
  - 1990년도 부터 연구 시작
  - 미해군 수중전투센터 주관 기초/응용/시험개발에 해당하는 초공동화 어뢰 핵심기술 개발 진행 中
  - 2002년 Euro Naval 전시회에서 Lockheed Martin에 의해 시험발사체 공개
  - 미해군, 어뢰 요격 및 근거리 대잠전 상정하여 교전거리 3km이상 주행속도 200 ~ 400kts 요구

21 - 7

# 국외 초공동 기술 무기체계 적용 현황(5/5)

## 기타 무기체계 적용 현황

- **함정(플랫폼) 적용**
  - 미국 : 초공동 기술을 적용한 대침투 작전 및 감시임무 수행을 목적의 초공동 함정(GHOST함) 개발 (순항 45kts, 최고 속력 : 80kts)

[함정 형상]

[캐비테이터 및 추진기 형상]

  - 중국 : 허얼빈 대학, 초공동 기술을 적용한 잠수함 개발 중('14년 확인)

- **수중 탄약 적용**
  - 노르웨이 : DSG Tech사에서 대기뢰/어뢰 위협제거, 잠수함 공격용 연안전투함(57mm) 등 대구경 탄환 개발 中 (2017년 확인)

[탄약 형상]

21 - 8

[잠수함을 이용한 공격 개념도]

# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(1/7)

## 현 기술수준 : 기초/응용연구 및 핵심기술 개발 단계

## 단계별 기술 개발 현황

- **기초연구 : 초공동 수중운동체 통합연구 (목표: 핵심 기초기술 확보)**
  - **연구기간 / 예산 : '09. 6월 ~ '14.12월(66개월) / 19.1억원**
  - **과제 수행**

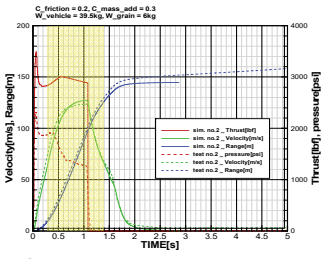
| 구 분 | 과 제 명 | 수행기관 |
|---|---|---|
| 1과제 | 초공동 발생 캐비테이터 설계/해석에 관한 연구 | 충남대 |
| 2과제 | 초공동 수중운동체용 쉘의 동적 좌골을 고려한 최적형상 설계 | 서울대 |
| 3과제 | 분말형 금속연료 공급기법 연구 | 영남대 |
| 4과제 | 해수 흡입/공급/분사장치 설계 최적화에 관한 연구 | 서울대 |
| 5과제 | 수중로켓 배기가스 유동해석 | 충남대 |
| 6과제 | 초공동 수중운동체 방향제어에 관한 연구 | 서울대 |

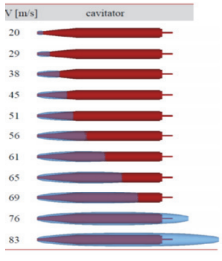
  - **연구성과 : 초공동 수중운동체 관련 핵심 기초기술 확보**



# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(2/7)

- **선행핵심 연구 : 고체 추진기관을 이용한 수중운동체의 초공동화 효과 연구**
  - **연구기간 / 예산 : '12. 8월 ~ '14. 6월(23개월) / 11.46억원**
  - **과제 수행기관 : 국과연 4본부**
  - **연구성과**
    - *** 수중운동체의 초공동화에 의한 고속화 효과 입증**
    - *** 고체추진기관 이용 소형 수중운동체의 단거리 초공동 주행 시연기술 확보**
    - *** 초공동 생성/유지 장치 설계 및 시험 기술 확보**



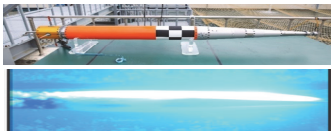
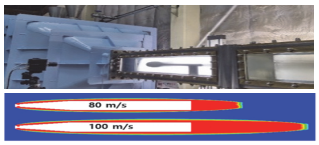



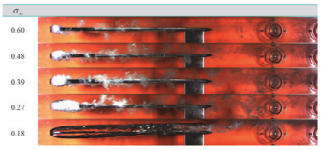
# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(3/7)

- **민군 협력기술 : 수중운동체 초공동화 기술 프로젝트**
  - **연구기간 / 예산 : '14년 ~ '19년 / 00.00억원**
  - **과제 수행**

| 구 분 | 과 제 명 | 과제 기간 | 수행기관 |
|---|---|---|---|
| 1과제 | 초공동화 수중운동체의 수중주행특성 연구 | '14년~'19년 | 충남대 |
| 2과제 | 초공동 캐비테이터 설계 및 성능 검증 연구 | '14년~'19년 | 서울대 |
| 3과제 | 초공동 상태의 운동체/제어판 작용 유체력 및 공동특성 연구 | '14년~'17년 | 영남대 |
| 4과제 | 분사형 캐비테이터 설계를 위한 분사조건별 공동 특성 연구 | '14년~'17년 | 서울대 |

  - **연구성과 : 초공동 수중운동체 개발을 위한 주요 핵심(기초)기술 확보**



21 - 11

# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(4/7)

- **핵심기술 연구 : 해수흡입형 로켓 추진기술 등 4개 과제**
  - **1과제 : 해수흡입형 로켓 추진기관**
    - *** 연구기간 : /예산 : '19년 ~ '24년 / 140억원**
    - *** 과제 수행기관 : 국과연 4본부**
    - *** 연구 성과**
      - **수반응 고체 추진제 조성 개발**
      - **해수흡입 엔진 연소기/설계/제작/시험평가 기술 확보**
      - **해수흡입형 로켓 시험평가 기술 개발 등**

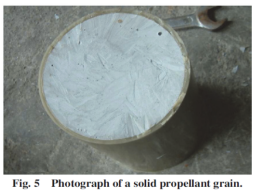
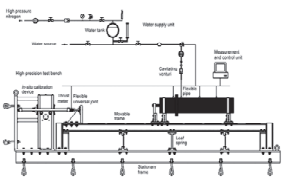


Fig. 5 Photograph of a solid propellant grain.

[수반응 고체 추진제]

[물 분사장치 구성품]

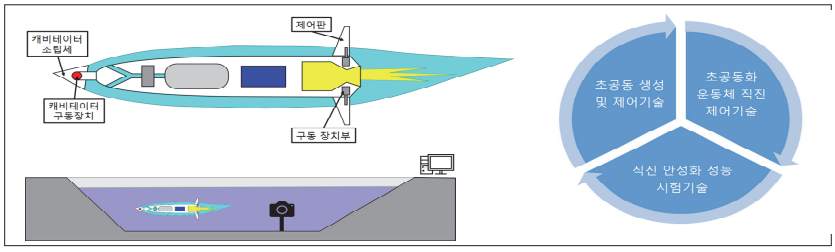


[시험설비 도면]

21 - 12

# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(5/7)

- 2과제 : 초공동화 수중운동체 직진안정화 기술
  - * 연구기간 : /예산 : '21년 ~ '25년(예정) / 80억원
  - * 과제 수행기관 : 국과연 6본부
  - * 연구 목표
    - 직진 제어형 초공동 운동체 형상/설계 기술 확보
    - 자세 안정화 및 직진제어 기술 확보
    - 성분분석 기술 확보

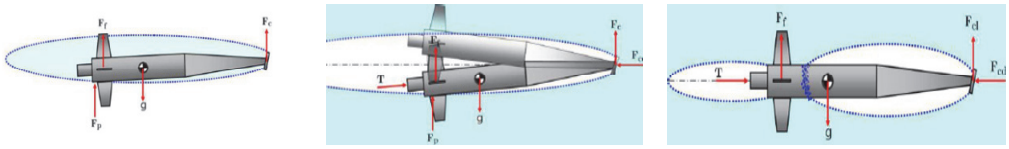



[초공동화 운동체 직진 안정화 기술 개념 구성도]

21 - 13

# 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(6/7)

- 3과제 : 초공동화 유도제어 기술
  - * 연구기간 : /예산 : '24년 ~ '28년(예정) / 110억원
  - * 과제 수행기관 : 국과연 6본부
  - * 연구 목표
    - 방향제어가 가능한 유도제어 기술 확보
    - 유도제어 성능 검증을 위한 유도제어시스템 개발
    - 자율운항체 설계 기술 확보



[초공동 수중운동체의 동적 거동 특성]

21 - 14

## 국내 초공동 관련 기술 개발 현황(7/7)

- 4과제 : 초공동화 표면탐지 기술

  * 연구기간 : /예산 : '24년 ~ '26년(예정) / 00억원

  * 과제 수행기관 : 국과연 6본부

  * 연구 목표

    • 소형 광대역 음향센서 설계 기술

    • 음향 신호/진동 차단 구조 설계 기술

    • 성능 검증장비 설계 기술

21 - 15

# 초공동 기술 무기체계 적용 방안

## [초고속 지능형 어뢰체계 중심]

21 - 16

# 초공동 기술 무기체계 적용 방안(1/4)

## 추진 경과

- '19. 2.12(화) ~ 2.13.(수) 수중무기 관련 기술협의 (해군-국과연)
  * 초공동 기술에 대한 무기체계 적용을 위한 現 기술 수준 확인 필요성 인식
- '19. 2월 ~ 3월 : 초공동 기술 개발 현황 확인 (해군)
  * 기초연구/핵심선행연구/민군협력기술 : 각 1건, 핵심기술 : 4건
- '19. 4.23.(화) : 초공동 관련 기술 토의 (1차)
  * 주관/기관 : 해본 무장체계과장/군 · 학 · 연 초공동 기술 관련 관계관
    - 해군 : 해본(기참부, 군참부, 정보화부), 전력분석시험평가단 등
    - 학교/연구소 : 부산대, 충남대, 선박해양플랜트 연구소
    - 국과연 : 6본부 및 어뢰체계개발단, 4본부 1부

<회의 결과>
· 분야별(추진,제어, 탐지, 해석/분석 등) 기술현황 확인
· 초공동 관련 기술에 대한 정보공유 채널 마련 필요성 확인
· 무기체계 적용을 위한 기술연구 관리방안(주관 : 국과연 해기원 4부) 수립 필요성 확인

- '19. 5. 8.(수) : 초공동 관련 기술 토의(2차) (해군-국과연)
  * 개략적 무기체계 운용개념, 개발 요구조건 및 진화적 개발 필요성 등 협의

21 - 17

# 초공동 기술 무기체계 적용 방안(2/4)

## 초고속 지능형 어뢰 개발 필요성

- 敵 수상함 및 잠수함 속력 증대 및 어뢰 기만능력 향상을 고려,
  선제 타격 및 회피/요격능력 거부 가능한 초고속 지능형 어뢰 확보 필요
- 탑재어뢰 고려 다양한 전술 및 High-Low 개념의 무기체계 운용 제한
  * 장보고-III 탑재어뢰 : 중어뢰-II(000방식)
- 백상어 노후 등 고려 성능이 향상된 Fire & Forget 개념의 지능형 중어뢰를 확보하여 잠수함 작전운용능력 극대화 필요 * 백상어 도입 연도 : '00년도
- 4차 산업 혁명과 연계한 미래국방기술인 초공동 추진기술 적용 및
  미래 무기체계 발전추세를 고려한 과학기술을 선도하는
  초고속 지능형 어뢰 개발 필요

21 - 18

# 초공동 기술 무기체계 적용 방안(3/4)

## 초고속 지능형 어뢰 개발 개념(안)

- 임　무 : 잠수함에 탑재하여 대수상함戰/대잠수함戰 수행
- 유도방식 : 1단계(직주방식), 2단계(음향 유도)
- 개발방향 : 초공동 추진방식 또는 전지 추진 후 초공동(종말) 방식
- 요구 능력(안) : 길이/직경(탑재함정 고려), 최고속도(000kts 이상), 최대사거리(00km 이상) / 체계개발 과정 중 구체화

※ 현 기술 수준을 고려, 진화적 개발 개념(Block-I/II) 적용 예정

※ 국외개발 초공동어뢰 개발개념

| 구 분 | 적용 무기체계명 | 개발 개념 |
|---|---|---|
| 러시아 | Shkval | • 미국의 고속원자력 잠수함간 교전<br>• 핵탄두를 탑재하여 항공모함에 대한 공격무기 적용 |
| 독 일 | Barrcuda | • 자함(잠수함/수상함) 방어를 위한 근거리 대잠전 수행 |
| 미 국 | Super-Cav | • 요격어뢰 및 근거리 대잠전 수행 |



# 초공동 기술 무기체계 적용 방안(4/4)

## 무기체계 적용 계획

軍·産·學·研 관련기술의 융·복합을 통한 무기체계 적용 가시화 가능