

Technical Paper

DOI: <https://doi.org/10.6108/KSPE.2021.25.6.053>

대한민국 해군 군함의 추진체계와 미래의 추진체계 발전방안 연구

신승민^a · 박종화^b · 홍용표^b · 오경원^{c,*}

Propulsion System of R.O.K.N Warships & Future of Propulsion System

Seungmin Shin^a · Jong-hwa Park^a · Yong-pyo Hong^b · Kyungwon Oh^{b,*}^aThe Korea Ship and Offshore Research Institute, Pusan University, Korea^bROK Navy, Korea^cDepartment of Aircraft MRO Engineering, Howon University, Korea^{*}Corresponding author. E-mail: kwoh@howon.ac.kr

ABSTRACT

The ROK Navy operates many war ships despite its short history. Various types of war ships, such as submarines, destroyers, frigates, corvette etc., use suitable propulsion systems for the operational requirements of each war ship. A hybrid propulsion system was introduced to change from the current mechanical propulsion system to an electric propulsion system according to the changing patterns of naval warfare, and it is expected that an integrated electric propulsion system will also be introduced. Therefore, this paper investigates the propulsion system of major ships operated by the Korean Navy, predicts the changes in future naval warfare, and proposes a propulsion system for future ships.

초 록

한국 해군은 짧은 역사에도 불구하고 많은 전함을 운용하고 있다. 잠수함, 구축함, 호위함, 고속함 등 다양한 유형의 함정을 보유하고 있다. 각각의 함정은 운영 요구 사항에 적합한 추진시스템을 사용한다. 하이브리드 추진시스템은 함정의 기술발전 에 따라 기계추진시스템에서 기계-전기추진시스템으로 발전하고 있으며, 향후 통합 전기추진시스템도 도입될 것으로 기대된다. 따라서 본 논문에서는 한국 해군이 운용하는 주요 함정의 추진체계를 조사하고, 향후 해군력의 변화를 예측하여 향후 해군 함정추진체계를 제안한다.

Key Words: R.O.K.N Warships(한국해군 군함), Propulsion System(추진시스템), IPS(Integrated Power System, 통합전기추진)

1. 서 론

대한민국 해군은 1945년 11월 11일 창설 후 최초의 군함인 백두산함을 시작으로 현재의 이지스함에 이르기까지 많은 발전을 이룩해왔다.

함포에서 유도탄으로 전투체계가 발전하는 동안 군함이 움직일 수 있게 추진력을 제공하는 추진 체계 역시 발전해왔다. 최초의 전투함이 스팀을 이용하는 증기기관을 사용했다면, 최신 전투함은 전기추진을 사용하고 있다. 무기체계뿐 아니라 추진체계 역시 미래의 전장 환경에 맞게 발전되고 있다. 본 연구는 대한민국 해군 군함의 추진 체계를 잠수함, 수상함 별로 정리하고 미래 해군 군함의 추진체계 발전 방향에 대해 연구하였다.

2. 대한민국 해군 잠수함의 추진체계

2.1 잠수함 추진체계 종류

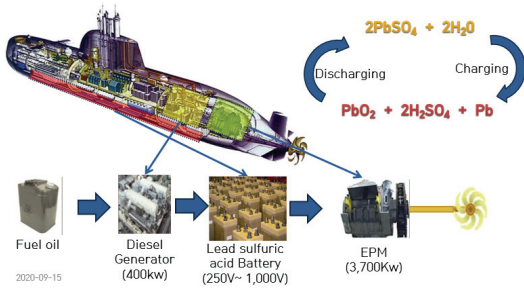




Fig. 1 Propulsion configuration of diesel-electric submarine.
*EPM: Electric Power Motor.

Table 1. R.O.K.N. submarines.

Category	SS-I (Chang Bo-go-class)	SS-II (Son Won-il-class)
Displacement	1,200 ton	1,800 ton
Length	56 m	65 m
Speed	22 knots	20 knots
Propulsion	4 × Diesel engines for G/E, 1 × Electric motor, 1 × Shaft	2 × Diesel engines for G/E, 2 × Fuel cell module, 1 × Electric motor, 1 × Shaft
		

잠수함은 추진체계에 따라 디젤잠수함과 원자력 잠수함으로 구분된다. 디젤잠수함은 Fig. 1과 같이 디젤발전기를 통해 발생하는 전기를 활용해 축전지를 충전하고 충전된 전기로 추진용 프로펠러와 연결된 전기모터를 구동한다.

원자력 잠수함은 Fig. 2와 같이 원자로에서 발생하는 열로 증기를 만들고 이 증기를 활용해 증기 터빈을 바로 작동하거나, 또는 이 증기로 터빈발전기를 작동해 발생한 전기로 전기모터를 작동한다.

Table 1은 한국 해군에서 운용하는 디젤잠수함의 주요 제원을 나타낸 표이다. 이 중 손원일급 잠수함은 디젤잠수함의 한정된 잠항시간을 보완하기 위해 수소와 산소를 활용한 연료전지가 탑재되어 장보고급 잠수함에 비해 장기간 수중 작전이 가능하다.

2.2 공기불요 추진(AIP)

손원일급 잠수함에 탑재된 연료전지는 공기불요 추진(Air Independent Propulsion)의 한 종류로 Fig. 3과 같이 수소와 산소의 화학적 반응을 통해 발생하는 전기를 활용해 축전지를 충전하

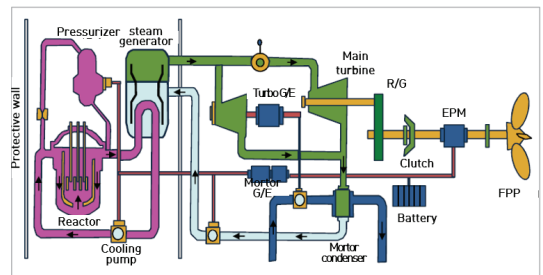


Fig. 2 Propulsion configuration of nuclear submarine.

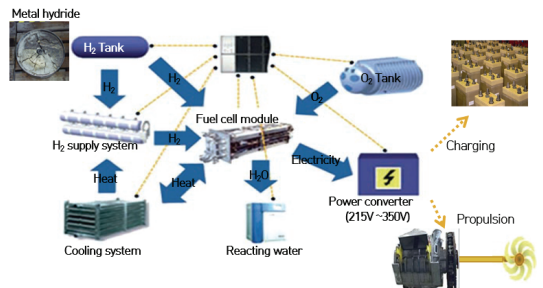


Fig. 3 Configuration of AIP(Air Independent Propulsion).

고 추진모터를 작동한다.

3. 대한민국 해군 수상함의 추진체계

3.1 수상함 추진체계 종류

수상함의 추진체계는 크게 기계식 추진체계, 하이브리드 추진체계, 전기식 추진체계로 나눌 수 있다. 기계식 추진체계는 우리 해군의 주력 전투함인 구축함과 호위함에 적용되었고, 하이브리드 추진체계는 가장 최근에 건조된 호위함과 군수지원함에 적용되었다. 전기식 추진체계는 정보함에만 적용 중이며, 전투함 적용은 아직 이루어지지 않았다. 함정 명칭 약자로 DDG(Guided Missile Destroyer/이지스구축함), DDH(Destroyer Helicopter/구축함), FFG/FF(Guided Missile Frigate/호위함), PCC(Patrol Combat Corvette/초계함), LPH(Landing Platform Helicopter/대형수송함)이다.

3.2 기계식 추진체계

기계식 추진체계는 원동기의 회전력이 감속기어를 거쳐, 추진축으로 전달해 프로펠러를 회전시켜 추진력을 얻는 방식이다. 연료 소모율을 줄이고 효율적인 기관 운용을 위해 디젤엔진과 가스터빈을 조합하여 추진체계를 구성한다. Table 2는 디젤엔진과 가스터빈의 조합에 따른 기계식

추진 체계의 종류로 DDG를 제외한 대부분의 전투함은 CODOG(Combined Diesel engine Or Gas turbine)시스템을 사용하고 있고, 이지스 구축함은 COGAG(Combined Gas turbine And Gas turbine) 시스템을 사용하고 있다. 상륙강습함에는 디젤엔진으로만 구성된 기계식 추진인 CODAD(Combined Diesel engine And Diesel engine) 시스템이 적용되었다. Table 3은 한국 해군 함정의 주요 추진체계방식으로 요구속력에 따라 디젤엔진과 가스터빈엔진을 조합해서 운용 중에 있다. 정속 항

Table 3. R.O.K.N. destroyer.




Category	DDH-I (Gwangaeto the Great-class)	DDH-II (Chungmugong Yi Sun-sin-class)	DDG (Sejong the Great-class)
Displacement	3,200 ton	4,400 ton	7,600 ton
Length	135 m	150 m	166 m
Speed	30 knots	29 knots	30 knots
Propulsion	2 × Diesel engines 2 × Gas turbines 4 × Generators	2 × Diesel engines 2 × Gas turbines 4 × Generators	4 × Gas turbines 3 × Gas turbine Generators
			

Table 2. Type of mechanical propulsion system.

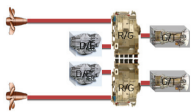
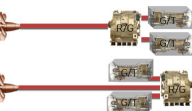
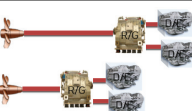



Category	Applied warship	Configuration
CODOG (Combined Diesel engine Or Gas turbine)	DDH FFG, FF, PCC	
COGAG (Combined Gas turbine And Gas turbine)	DDG	
CODAD (Combined Diesel engine And Diesel engine)	LPH	

Table 4. R.O.K.N. frigate, corvette.

Category	FFG (Incheon-class)	FF (Chungnam-class)	PCC (Chungju-class)
Displacement	2,500 ton	1,500 ton	1,000 ton
Length	114 m	102 m	88 m
Speed	30 knots	36 knots	31 knots
Propulsion	2 × Diesel engines 2 × Gas turbines 4 × Generators	2 × Diesel engines 2 × Gas turbines 4 × Generators	2 × Diesel engines 1 × Gas turbines 2 × Generators
			

해와 경제적 연료 사용을 위해 디젤엔진을 주로 사용하고 고속기동에는 출력밀도가 높은 가스터빈엔진을 사용하는 방식을 이용하고 있다. 이지스함의 경우는 저속에서 2대의 가스터빈엔진 운용 후 고속기동시 4대의 가스터빈을 운용하고 있다.

Table 4는 한국 해군이 운용하고 있는 주요 호위함과 초계함들의 제원을 나타낸 표이다. 구축함, 호위함 초계함은 모두 기계식 추진체계를 사용하고 있고, 저속에서는 디젤엔진을 고속에서 가스터빈을 사용한다. 구축함, 호위함, 초계함의 가스터빈엔진은 고속항해 외에도 수중방사소음 최소화를 위한 추진체계로 사용되고 있다. 디젤엔진은 진동이 커서 수중으로 저주파 방사소음

을 유발시켜 대잠전에서는 주로 진동이 작아 수중방사소음이 적은 가스터빈 엔진을 사용한다.

3.3 하이브리드 추진체계

2000년대 들어 한국 해군은 하이브리드 함정을 적극적으로 도입하게 되었다. 하이브리드 추진체계는 저속에서 전기추진을 이용하고, 고속에서는 가스터빈엔진을 이용한 기계식 추진방식이다. 전기추진을 이용하는 가장 큰 장점은 소음이 적은 전기모터를 이용함으로써 대잠전 수행 중 수중 방사소음을 줄일 수 있다는 점이다. Table 5는 디젤발전기, 디젤엔진, 가스터빈의 조합에 따른 하이브리드 추진체계의 종류를 나타낸 것으로 이러한 하이브리드 추진체계는 현재 최신 호위함과 군수지원함에 적용되어 있다. 저속에서는 전기추진을 이용하고 고속에서는 가스터빈엔진을 이용한 기계식 추진을 이용하는 하이브리드 추진체계를 CODLOG(Combined Diesel-eLectric or Gas turbine) 시스템이라 한다. 저속에는 전기추진을 사용하고 고속에서 고풍력 디젤엔진을 사용하는 방식을 CODLOD(Combined Diesel-eLectric or Diesel engine)라고 한다.

Table 6은 한국 해군에서 운용하는 하이브리드 추진체계 함정들이다. 함정에서 전기추진을 위한 별도의 발전기가 운용되고 있으며, 대부분 디젤엔진을 발전기 원동기로 사용하고 있다.

Table 5. Type of hybrid propulsion system.

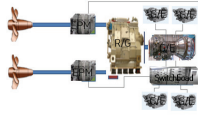
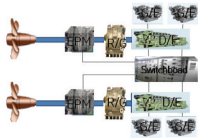
Category	Applied warship	Configuration
CODLOG (Combined Diesel-eLectric or Gas turbine)	FFG batch-II	
CODLOD (Combined Diesel-eLectric or Diesel engine)	AOE-II	

Table 6. R.O.K Navy FFG batch-II, AOE-II.

Category	FFG batch-II (Deagu-class)	AOE-II (Soyang-class)
Displacement	1,200 ton	10,000 ton
Length	56 m	190 m
Speed	22 knots	24 knots
Propulsion	2 × EPM 1 × Gas turbine 4 × Generators	2 × EPM 2 × Diesel engines 4 × Generators
		

4. 미래의 추진체계

4.1 선진국의 최신 전투함

미국, 영국, 독일, 이탈리아 등 선진국들은 미래 전장환경을 대비해 하이브리드 함정과 완전한 전기로만 추진되는 통합전기추진(IPS) 함정을 건조해 운용 중이다. 해외 함정은 통합전기추진 시스템으로 기술발전을 위해 하이브리드 추진체계를 과도기적으로 반영하는 기술이 아니다. 즉 기계식→하이브리드식→전기식 순으로 기술개발에 따라 추진방식이 결정되는 것이 아니라 함정의 톤수와 운용되는 목적에 따라 하이브리드 추진과 통합전력추진시스템으로 반영하고 있다. 통

합전기추진시스템은 고전압 적용에 따른 전기장비의 고주파음 발생, 절연, 스위칭 등의 기술적 이슈들이 있어 이에 대한 해결이 필요하나 최근 고용량의 전기를 필요로 하는 미래 무기체계(레일건, 레이저 포, 이지스 레이더 등) 적용을 위한 에너지 마진 요구도가 증가됨에 따라 그 필요성

이 증가하고 있다.

Table 7은 선진국들에서 운용 중인 하이브리드 함정이며, Table 8은 통합전기추진 함정들이다.

Table 7. Appliance of hybrid propulsion system.

Name	Operators	Displacement / speed	Propulsion system configuration
TYPE 23	UK	4,200 ton / 28 kts	GT×2 EPM×2 DG×4
TYPE 26	UK	6,000 ton / 28 kts	GT×1 EPM×2 DG×4
FREMM (BERGAMINI)	Italy	5,960 ton / 27 kts	GT×1 EPM×2 DG×4
F-125	Germany	7,200 ton / 26 kts	GT×1 EPM×2 DG×4
FREMM (AQUITAINE)	France	6,000 ton / 27 kts	GT×1 EPM×2 DG×4

4.2 해군력의 패러다임 변화

각종 장비가 자동화되고 무기체계들이 첨단화됨에 따라 해군이 요구하는 함정의 능력 또한 변화되고 있다. Fig. 4와 같이 레일건, 레이저포, 이지스 레이더 등 고출력의 전기에너지 사용을 요구하는 무기체계 적용이 확대되고 있다. 또한 잠

Table 8. Appliance of IPS.

Name	Operators	Displacement / speed	Propulsion system configuration
TYPE-45	UK	7,350 ton / 27 kts	GTG × 2 DG × 2 EPM × 2
LPD	UK	18,500 ton / 18 kts	DG × 2 DG × 2 EPM × 2
AOE	UK	31,500 ton / 18 kts	D/G × 4 EPM × 2
T-AKE	USA	41,000 ton / 20 kts	D/G× 4 EPM× 2

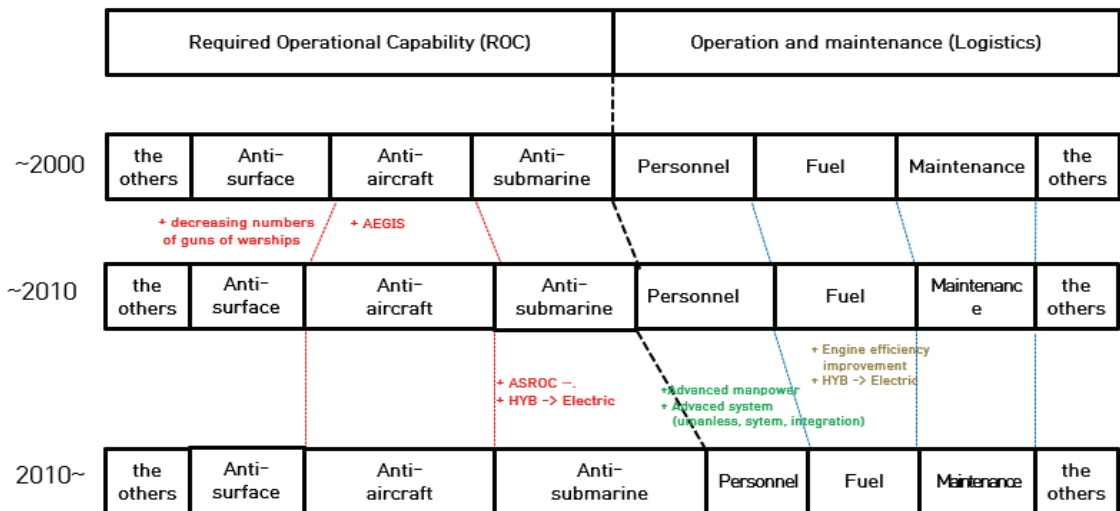


Fig. 4 The paradigm shift of sea power[6].

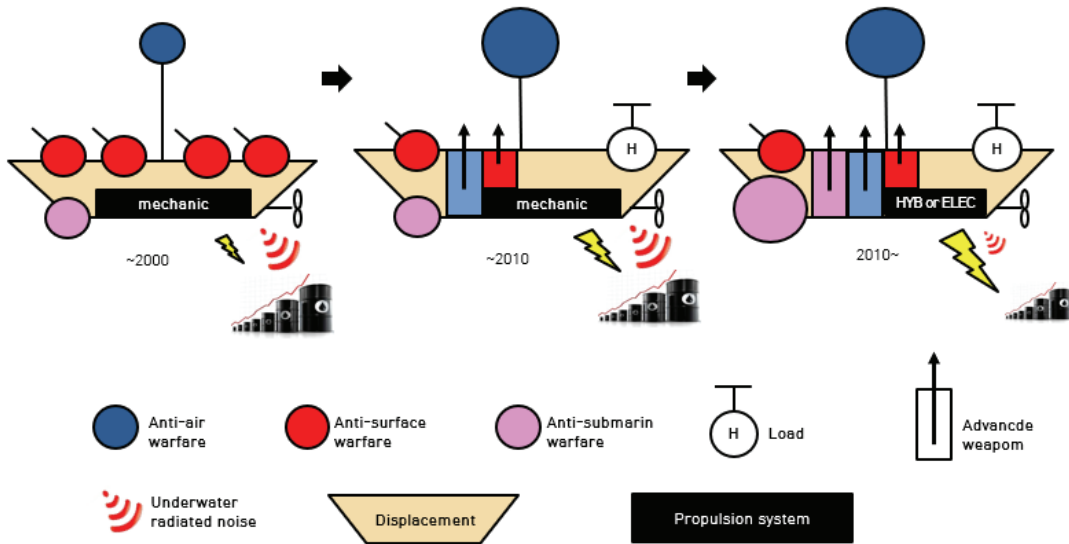


Fig. 5 Changes in configuration and structure.

수함 위협 증가로 대잠수함전 능력이 필수적으로 요구되고 있다. Fig. 5와 같이 함정 자체에서 발생하는 소음방사를 줄이고, 효율적으로 전기를 운용할 수 있는 함정의 요구가 증가하고 있다.

이러한 특징으로 미래의 한국 해군 함정은 한정된 공간에서 요구조건을 충족하기 위해 추진용 기관과 발전용 기관을 동시에 사용할 수 있는 하이브리드 추진체계 또는 통합전기추진체계가 탑재될 것으로 전망된다.

5. 결 론

대한민국 해군은 짧은 역사에도 불구하고 대양해군 건설이라는 목표 아래 3,000톤급 잠수함, 이지스함 등 정예 해군력을 건설하였다. 또한 변화하는 해전 양상에 맞추어 첨단 무기체계를 도입하고, 그에 맞는 추진체계 도입하기 위해 많은 노력을 하고 있다.

더불어 디젤잠수함의 짧은 잠항시간을 극복하기 위해 황산납 축전지를 대체할 리튬이온 축전지를 도입하고 더 나아가 원자력 잠수함 도입을 위해 노력하고 있다. 또한 하이브리드 추진체계를 거쳐 완전 전기추진이 가능한 통합전기 추진체계

도입을 위해 많은 검토를 거치고 있다. 향후 30년을 바라보고 이런 검토 결과가 차기 이지스함과 호위함 건조에 적용될 수 있도록 해야 한다.

향후 추가적인 연구 방향으로는 최대 속력을 고려한 전기부하를 바탕으로 발전기 용량을 선정할 시 이에 따른 저속구간에서 전기 저부하 사용으로 발전기에서 발생하는 불완전 연소 등의 문제를 해결과 최적 발전기 설계기술/배치 기술 연구가 필요하겠으며, 이런 연구를 통해 전기추진함정들이 안정적이며, 효율적으로 함정을 운용할 수 있기를 기대한다.

References

1. Hong, Y.P., "A Study on the arrangement of efficient power system of a warship," KMOU, 2014.
2. Baek, H.M., "A study on the arrangement of integrated power system for warship," KMOU, 2013.
3. CDr. C.G Hodge and CDr. D.J. Mattick, "The Electric Warship," Trans IMarE, Vol. 106, Part 2, pp. 109-125, 1995.

4. Hodge, C.G. and D.J. Mattick, "The electric warship then, now and later," Proc. INEC 8., 2008.
5. Kim, S.Y. and Seol, S.G., "Integrated Power System of High Speed Destroyer for Increased Fuel-efficiency and Power-reliability," 2012.
6. WIKIPEDIA, List of naval ship classes in service, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_naval_ship_classes_in_service.
7. Korean Navy, <http://www.navy.mil.kr/html/web1/001006003001.html>.
8. Oh, K.W., "Study on the Application of Electric Propulsion System to Unmanned Surface Vehicle," *KSPE Fall Conference*, Busan, Kprea, pp. 611, Nov. 2019.