V. 군함 추진체계

1. 수상함

수상함은 순항과 고속운항이 가능한 복합 추진체계 채택

수상함은 복합 추진체계를 채택한다. 복합 추진체계는 긴급하게 기동해야 하는 작전을 수행할 경우 고속 운항하다가, 임무를 마치거나 평시에는 순항 속도로 운항할 수 있도록 만들어진 추진 방법이다. 대한민국 해군의 정예 전력인 호위함과 구축함의 최고 속도는 30Knot(이하 노트)다. 고정 노선을 정기적으로 운항하는 컨테이너선의 평균 속도가 약 14노트인 점을 감안하면, 작전 시 수상함의 기동 속도가 상선에 비해 얼마나 빠른지 알 수 있다.

복합 추진체계의 핵심은 가스터빈엔진

복합 추진체계의 핵심은 고속 운항 시 가동하는 가스터빈엔진이다. 가스터빈엔진은 연소가스를 이용해 터빈을 구동하는 엔진이다. 고온고압으로 압축한 공기에 연료(디젤, LNG 등)를 분사해 피스톤을 밀어내는 디젤 사이클과 유사하다. 그러나 연소가스가 수직이 아닌 수평으로 이동한다는 점, 크랭크축없이 프로펠러 샤프트가 감속 기어박스와 바로 연결돼 높은 출력을 낸다는 점이 특징이다. 글로벌 양대 가스터빈엔진 제조사의 대표 모델 기준, 가스터빈엔진 1대의 샤프트 출력은 3,000rpm 이상이다. [그림 73]과 같이 복합 추진체계를 조합하는 방법은 다양하며, 가스터빈엔진을 채택하지 않을 경우 고속 운항 시 디젤 엔진을 동시에 구동하도록 만든 조합도 있다(CODAD, COmbined Diesel And Diesel)

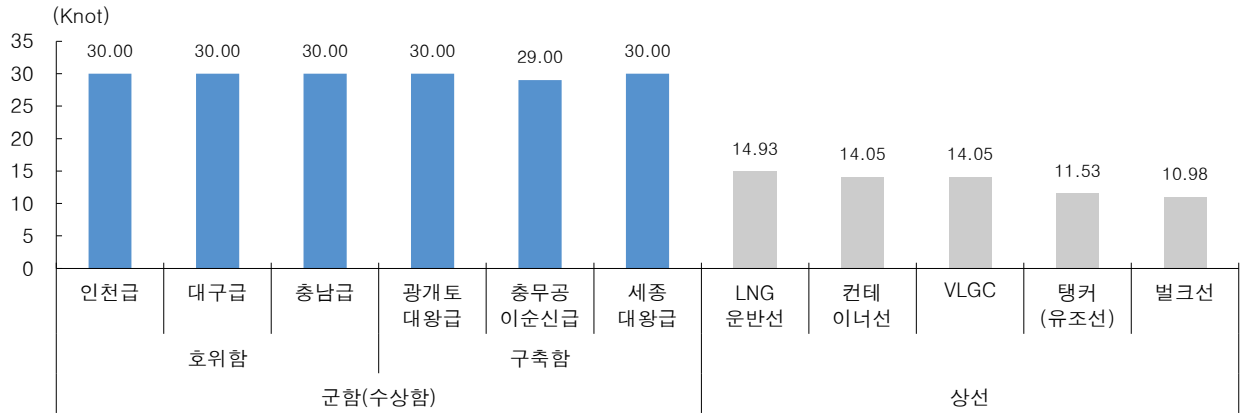
수상함 추진체계는 하이브리드, IFEP로 진화중

수상함 추진체계는 점차 하이브리드 혹은 통합전기추진체계(IFEP, Integrated Full Electric Propulsion system)로 진화하고 있다. 하이브리드는 디젤 Gen-sets을 조합하는 복합 추진체계로, 디젤 Gen-sets과 디젤 엔진(CODLAD, CODLOD), 디젤 Gen-sets과 가스터빈엔진(CODLAG, CODLOG) 등이 있다. 저속 운항 시 디젤 엔진을 이용해 생산한 전기로 영구자석(PM, Permanent Magnet) 모터를 구동하고, 고속 운항 시 디젤 엔진이나 가스터빈 엔진을 함께 사용하는 방식이다. 가스터빈 Gen-sets을 이용해 전기로만 운항하는 통합전기추진체계도 있는데, 미국의 최정예 구축함인 줌왈트급이 해당 체계를 채택하고 있으며 한국형 차기 구축함(KDDX) 또한 통합전기추진체계를 채택할 예정이다.

수상함 추진체계는 GE와 롤스로이스 주도의 과점 시장

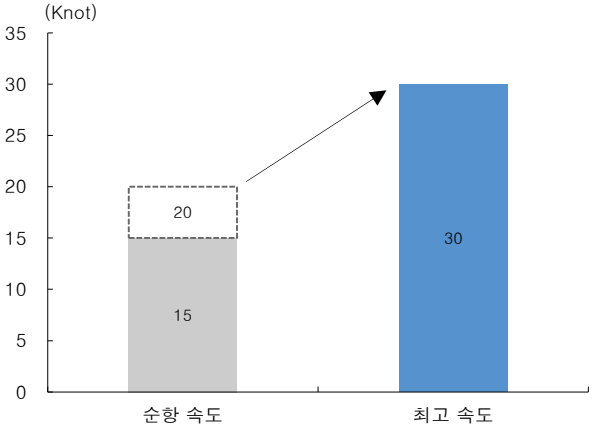
수상함 추진체계는 미국 제너럴 일렉트릭(이하 GE)의 자회사인 GE Aerospace와 영국의 Rolls-Royce(이하 롤스로이스)가 주도하는 과점 시장이다. 추진체계의 핵심인 가스터빈엔진 레퍼런스 때문인데, 수상함용 디젤 엔진 또한 롤스로이스의 자회사인 독일 mtu가 과점하고 있다. GE Aerospace의 LM2500 시리즈, Rolls-Royce의 MT30이 해군 수상함으로 채택되는 대표 모델이며, 디젤 Gen-set의 경우 mtu를 비롯해 MAN E&S, S.E.M.T. Pielstick, HD현대중공업 엔진기계 사업부의 HiMSEN을 채택하기도 한다. 국내 STX엔진이 독일 mtu의 디젤 엔진 대표 모델인 Series 4000을 면허 생산하고 있다는 점이 특징이다.

[그림 71] 상선에 비해 2배 이상 빠른 군함의 속도: 운용 목적이 다르기 때문, 작전 시 기동성 고려



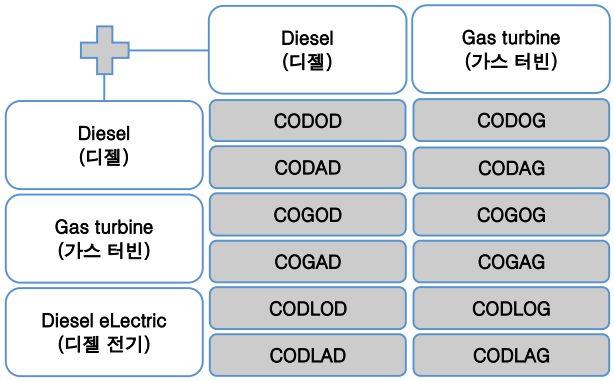
주: 군함은 함종과 함급별로 최고 속도를 표시
자료: 대한민국 해군, Clarksons Research, 한국투자증권

[그림 72] 순항 속도와 최고 속도 간 차이 존재 : 항속 거리 고려



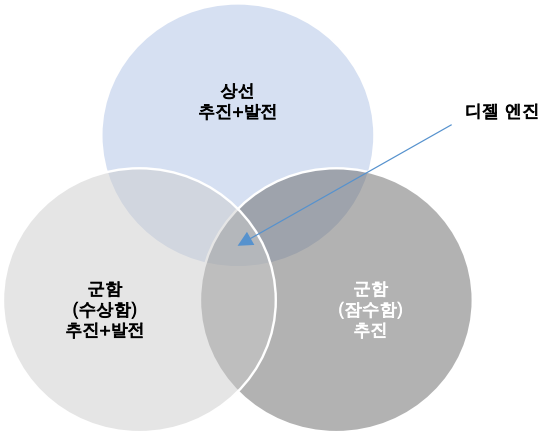
자료: 대한민국 해군, 한국투자증권

[그림 73] 이에 복합 추진체계를 기본값으로 채택



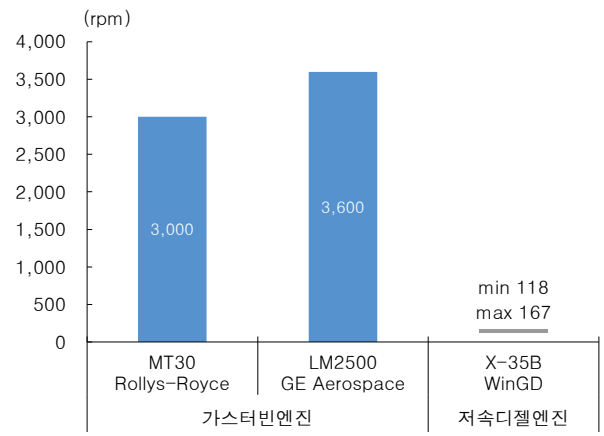
자료: 한국투자증권

[그림 74] 순항 시 디젤엔진을 가동하다가



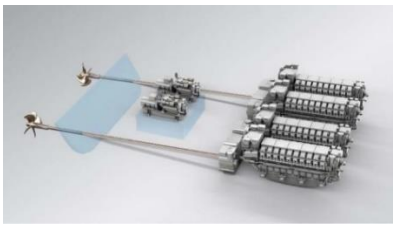
자료: 한국투자증권

[그림 75] 고속 운항 시 가스터빈엔진 가동



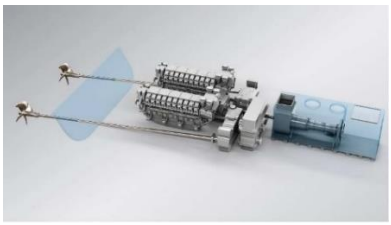
자료: 한국투자증권

[그림 76] CODAD: 디젤과 디젤



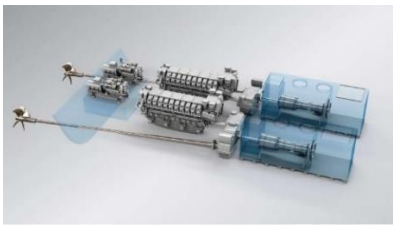
자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 77] CODAG: 디젤과 가스 터빈



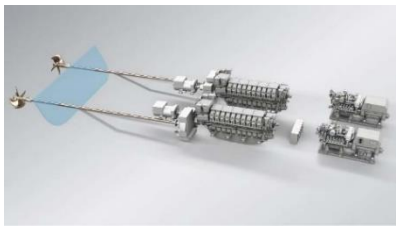
자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 78] CODOG: 디젤 또는 가스



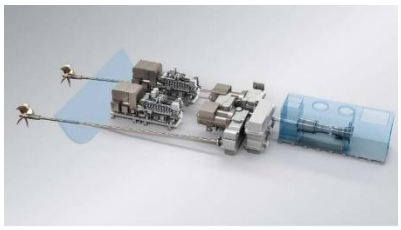
자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 79] CODLAD(하이브리드)



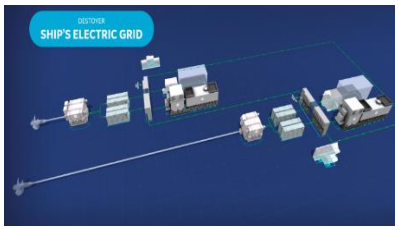
자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 80] CODLOG(하이브리드)



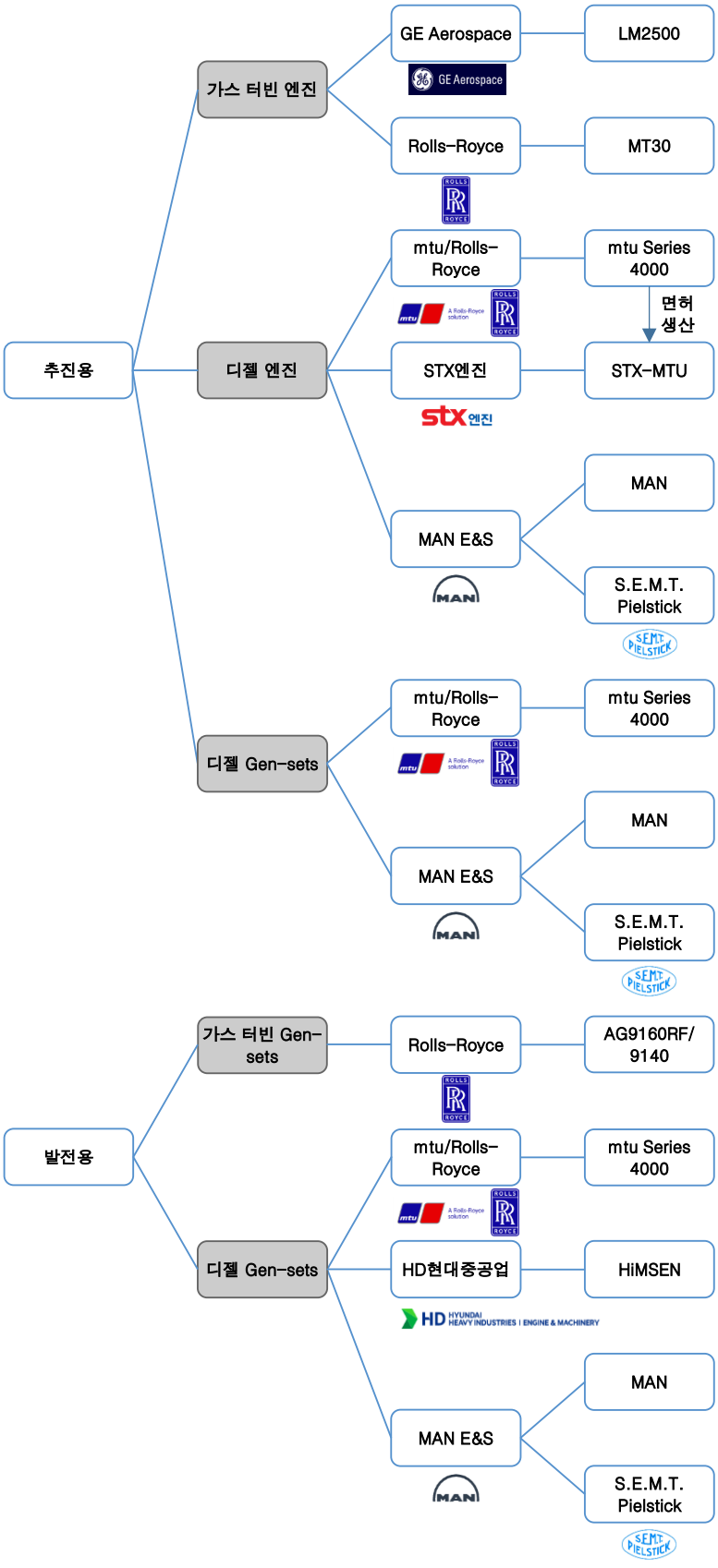
자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 81] IFEP(통합전기추진체계)



자료: GE VERNOVA

[그림 82] 수상함 추진 및 발전용 엔진 대표 제작사/모델

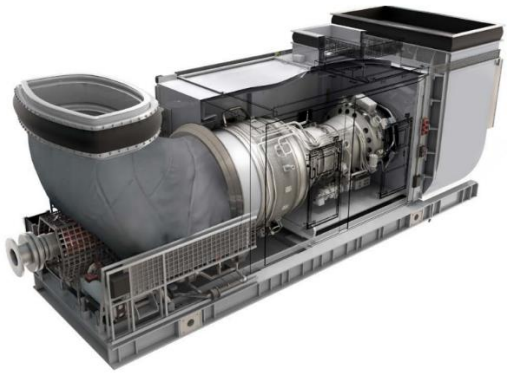


자료: 각 사, 한국투자증권

[그림 83] Rolls-Royce의 수상함 추진용 가스 터빈 엔진 대표 모델: MT30

자료: Rolls-Royce

[그림 84] MT30 함내 탑재 모습

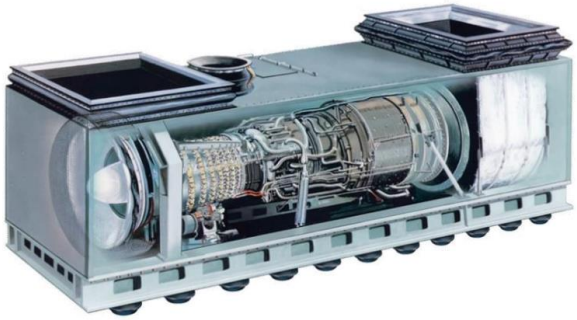


자료: Rolls-Royce

[그림 85] GE Aerospace의 수상함 추진용 가스 터빈 엔진 대표 모델: LM2500 시리즈

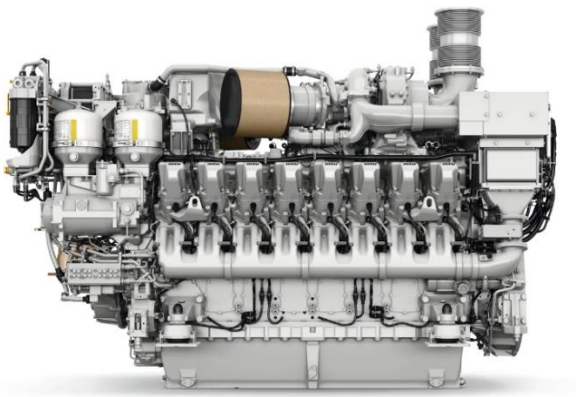
자료: GE Aerospace

[그림 86] LM2500 함내 탑재 모습



자료: GE Aerospace

[그림 87] Rolls-Royce의 수상함 추진용 디젤 엔진 대표 모델: mtu Series 4000



자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

[그림 88] STX엔진이 면허 생산하는 mtu Series 4000 STX-MTU 12V4000M53B

자료: Rolls-Royce (mtu solutions)

2. 잠수함

잠수함은 발전 방식을 기준으로 구분

잠수함은 전기로 구동하는 함정이다. 이 전기를 생산하는 방법에 따라 잠수함의 종류를 구분할 수 있는데, 원자력(증기터빈)의 힘으로 만들면 원자력 추진 잠수함, 원자력이 아닌 디젤 내연기관으로 만들면 재래식 잠수함이라 한다. 원자력 추진 잠수함을 운용중인 국가는 미국, 영국, 프랑스, 중국, 인도, 러시아 등 6개국에 불과하며, 대한민국 해군을 비롯해 잠수함을 보유한 국가 대부분이 디젤-전기 방식으로 추진되는 재래식 잠수함을 운용하고 있다.

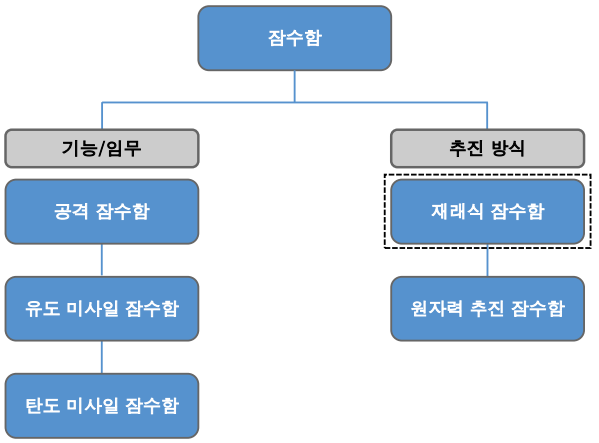
재래식 잠수함은 AIP 탑재를 통해 잠항 시간 확대

재래식 잠수함 추진체계는 잠항 시간을 늘리는 방식으로 진화하고 있다. 작전 시 은밀성을 높여 적에게 발각되는 위험을 줄이고자 하는 목적이다. 잠수함은 주기적으로 마스트를 수면위로 드러내 공기를 흡입하고 잠항 시 모아뒀던 배기가스를 밖으로 내보내야 한다. 내연기관인 발전용 디젤 엔진을 구동해 축전지를 충전하기 위한 것인데, 이를 스노클(Snorkel)이라 하며 잠수함이 은밀성을 잃는 순간이기도 하다. 만약 공기 없이도 전력을 생산할 수 있다면 잠항 시간을 늘리고 스노클 횟수를 줄일 수 있을 텐데, 이를 위해 개발된 것이 공기불요추진체계(이하 AIP, Air Independent Propulsion)다. 대한민국 해군의 재래식 잠수함을 기준으로 보면, 장보고 II부터 연료전지 AIP를 탑재하기 시작했으며, 한국형 잠수함인 장보고 III Batch-I, II에는 범한퓨얼셀의 PEMFC를 탑재했다.

재래식 잠수함 주 추진체계 또한 해외 기업 과점 시장

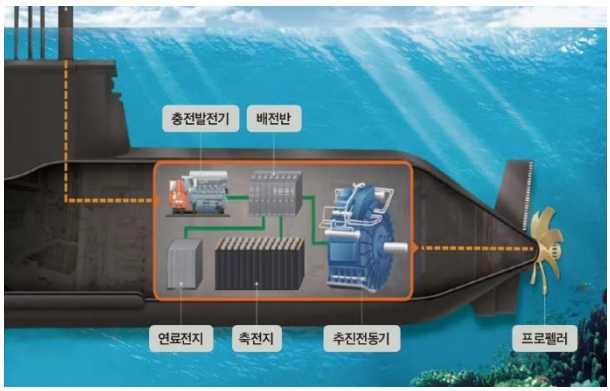
수상함처럼 재래식 잠수함 주 추진체계 또한 해외 기업이 과점하고 있다. 대표 기업은 영국 Rollys-Royce의 자회사인 독일 mtu이며, 국내 STX엔진이 mtu Series 396 모델을 국내에서 면허 생산한다. 다행인 점은 발전용 디젤 엔진 외 축전지, AIP용 연료전지 등 핵심 추진 기자재를 국내 기업이 생산하고 있다는 것이다. 장보고 III Batch-II부터 적용되는 리튬이온배터리를 삼성SDI(셀)와 한화에어로스페이스(체계)가 공급하는 점 또한 특징이다.

[그림 89] 잠수함의 분류
: 원자력 추진이 아닌 잠수함 = 재래식 잠수함



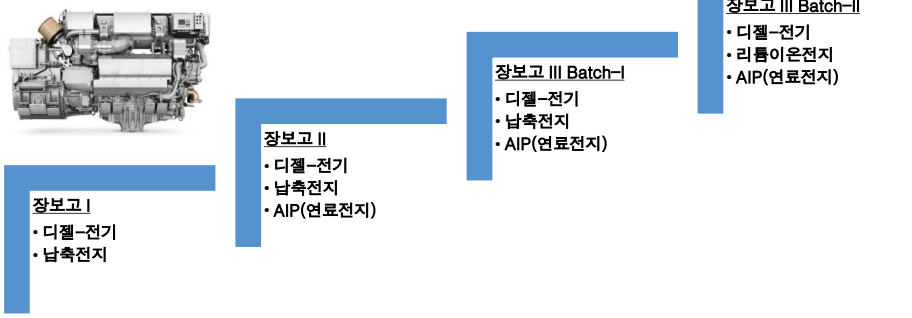
자료: 한국투자증권

[그림 90] 디젤 Gen-sets으로 전력을 생산해 축전지 충전 → 충전한 전력으로 모터를 구동



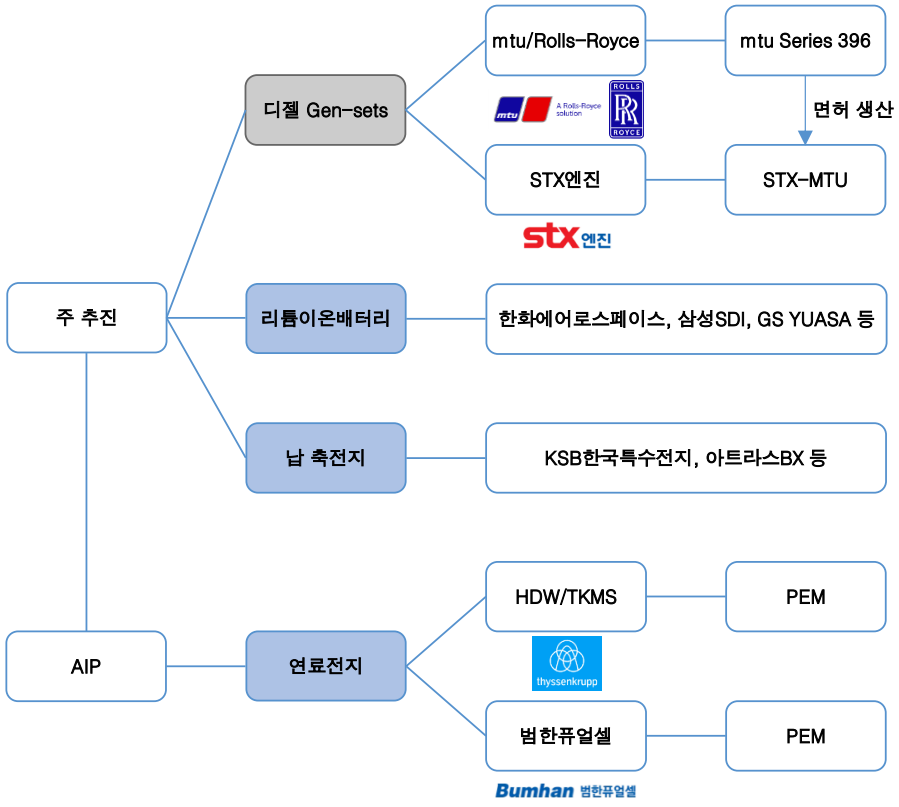
자료: 청아람(Vol 119, 2022 April DAPA 연구록

[그림 91] 재래식 잠수함 추진체계 발전 현황: 대한민국 해군의 장보고 잠수함 기준



주: 사진은 Rollys-Royce의 잠수함 추진(발전)용 디젤-엔진
자료: 대한민국 해군, 한국투자증권

[그림 92] 잠수함 주 추진 엔진 제작사



자료: 각 사, 한국투자증권