정 보 보 호 학 회 지
제 33 권 제6호, 2023. 12

리스크 기반 신조선 사이버 설계보안 접근 방식

박 개 명*, 임 정 규 *

요 약

국제해사기구(IMO)는 2017년 해사안전위원회(Maritime Safety Committee, MSC)에서 안전관리시스템으로의 해상 사이버 리스크 관리 결의하였다. 또한 국제선급협회(IACS)는 선박 사이버 사고가 인명, 재산 및 환경에 심각한 영향을 미칠 수 있음을 인식하여, 사이버 이슈를 체계적으로 논의하기 위한 사이버시스템 패널을 2016년 신설하였다. IACS 는 2022년 4월, 신조선 사이버보안 통합 요구사항(UR E26) 및 기자재 시스템 사이버보안 통합 요구사항(UR E27)을 배포하였다. 이 규정은 2024년 건조 계약을 체결한 신조선에 강제 적용될 예정이다. 본 논문에서는 신조선에 대한 리스크 기반 사이버 설계보안 접근 방식을 제안한다.

Ⅰ. 서 론

국제해사기구(IMO)는 2017년 해사안전위원회(Maritime Safety Committee, MSC)에서 안전관리시스템으로의 해상 사이버 리스크 관리(Resolution MSC.428(98)를 결의하였다. 각 기국은 2021년 1월 1일 이후 도래하는 첫 번째 회사의 안전관리적합증서(Document of Compliance)에 대한 심사를 수검하기 전까지 안전관리시스템(Safety Management System, SMS)에 사이버 리스크 관리를 적절하게 통합하고 구현된 것을 주관청이 확인하도록 권고하였다. 이에 미국, 독일, 마샬 아이랜드, 싱가포르, 그리스 등 22개국은 강제사항으로 적용중이며, 특히 미국 USCG의 경우 선박 사이버리스크 관리에 대한 업무지침(CVC-WI-027)을 배포하고 검사를 시행하고 있다. 개정으로 2018.1.1.부터 탱커선 (O/C, Oil, Shuttle, Gas)을 보유하고 있는 선사는 사이버보안 관리능력이 요구되며 사이버보안 정책서・절차서 이행, 리스크평가 수행, 임직원 인식제고 교육 등을 포함한 17개 항목을 점검하고 있다.

선주, 선박 운항사 및 관련 이해관계자를 대표하는 비영리 단체인 발트국제해사협의회(Baltic and International Maritime Council: BIMCO)는 2017년 해운업계가 선박 사이버 사고로 인해 발생할 수 있는 주요 안저, 환경 및 상업적 문제를 예방할 수 있도록 “선박 사이버보안 지침”을 발표하였으며 매년 개정판을 배포하고 있다. 최신 버전(2020년)에서 사이버 위험관리 접근방식을 제안하고 있다.

IACS 는 2022년 4월, 신조선 사이버보안 통합 요구사항(UR E26)을 배포하였으며 리스크 평가 문서 제출을 요구하고 있다. 이러한 맥락에서 우리는 신조선에 적용 가능한 리스크 기반 사이버 설계보안 접근방식을 제안한다.

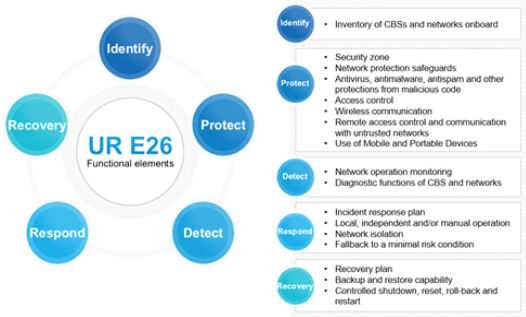
Ⅱ. 사이버보안 참조 표준

이 장에서는 본 논문에서 참조하는 표준인 IACS (International Association of Classification Societies) UR E26 및 IEC 62443 표준에 대해 설명한다.

2.1. IACS UR E26 : “Cyber resilience of ships”

통합요구사항(Unified Requirement: UR) E26은 선박 요구사항으로써 설계, 건조, 시운전 및 운영 등 선박 생애주기 전반에 걸쳐 OT 및 IT 시스템 사이버 복원성을 목표로 한다. 효과적인 사이버 리스크 관리를 위해 그림 1과 같이 5가지 기능요소와 세부 요구사항을 명시하며, 각 요구사항은 선박의 설계, 건조 및 운영에 관련된 이해 관계자의 책임 하에 선박에서 구현 및 검증되어야 한다.

* 한국선급 (수석연구원, kaemyoung@krs.co.kr, 책임연구원, jklim@krs.co.kr)



〔그림 1〕 선박 사이버리스크 관리를 위한 요구사항

〔표 1〕 선박 사이버리스크 관리를 위한 5가지 기능요소

기능 요소	요구사항
식별	선박 시스템, 사람, 자산, 데이터 및 기능 사이버 리스크를 관리하기 위한 조직적 이해를 개발
보호	사이버 사고로부터 선박을 보호하고 운송 연속성을 극대화하기 위한 적절한 보호장치 개발 및 구현
탐지	선상에서 사이버 사고의 발생을 탐지하고 식별하기 위한 적절한 조치를 개발하고 구현
대응	선내에서 탐지된 사이버 사고에 대해 조치를 취하기 위한 적절한 조치 및 활동을 개발 및 구현
복구	사이버 사고로 인해 손상된 운송에 필요한 모든 기능 또는 서비스를 복구하기 위한 적절한 조치 및 활동을 개발하고 구현

2.2. IACS UR E26 : “Cyber resilience of ships”

IEC 62443 표준은 OT 시스템의 현재 및 미래 취약성을 해결하고 체계적이고 방어 가능한 방식으로 필요한 완화를 적용하는 유연한 프레임워크를 제공한다[3]. 이 표준에서는 7가지 기본 요구 사항(Foundational Requirement: FR)을 시스템 요구사항(System Requirement: SR)으로 확장한다. 각 SR에는 보안을 강화하기 위한 기본 요구사항 및 향상된 요구사항(Requirement Enhancement: RE)으로 구성되어 있다. 7개의 FR에는 모두 4개의 SL(보안 수준)이 정의되어 있으며, 표 2는 각 시스템이 준수해야 하는 SL 요구사항의 수를 나타낸다.

〔표 2〕 기본 요구사항에 따른 시스템 SL 요구사항 수

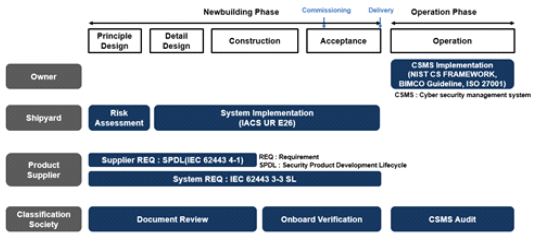
기본요구사항	SL1	SL2	SL3	SL4
FR1. 식별 및 인증(IAC)	11	5	6	2
FR2. 사용제어(UC)	8	4	9	3
FR3. 시스템 무결성(SI)	6	4	6	3
FR4. 데이터 기밀성(DC)	2	2	1	1
FR5. 제한된 데이터 흐름(RDF)	4	2	4	1
FR6. 사고 적시 대응(TRE)	1	1	1	0
FR7. 자원 가용성(RA)	7	3	3	0

2.3. IEC 62443 4-1 : “Security product development lifecycle requirements”

이 표준은 제품 공급자가 준수해야 하는 프로세스 요구 사항을 지정하고 안전한 제품을 개발하고 유지하기 위한 SDL(Secure Development Life-Cycle)을 정의한다[4]. 보안 관리(SM), 보안 업데이트 관리(SUM), 보안 요구사항 사양(SR), 보안 설계(SD), 보안 구현(SI), 보안 검증 및 검증 테스트(SVV), 보안 관련 문제 관리(DM), 보안 지침(SG) 등 8가지 범주가 포함된다.

Ⅲ. 표준리스크 기반 사이버 설계보안 접근 방식

선박 생애주기에 따른 각 이해 관계자의 사이버보안 활동사항은 그림 2와 같다. 신조선의 경우 조선소는 IACS UR E26 및 IEC 62443 3-3 표준을 준수해야 하며, 제품 공급자는 IEC 62443 3-3, 4-1 표준을 준수해야 한다. 선주는 선박 인도 후 IMO 결의안 MSC.428(98)에 따라 사이버보안 관리 시스템(Cyber Security Management System: CSMS)을 운영해야 한다. 선급협회는 검증자로서 모든 단계에 참여하여 문서검사, 현장검사, 현장심사를 수행한다. 이 논문에서는 신조선으로 다루는 범위를 한정한다.



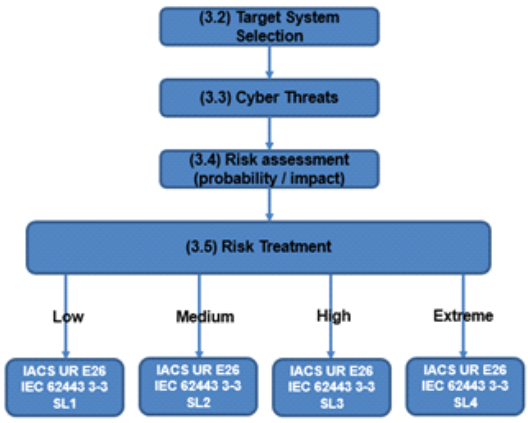
〔그림 2〕 각 이해관계자 사이버보안 활동사항

3.1. 방법론

여기서는 소단원을 작성할 때 내용을 설명하고자 한다.

통합요구사항(Unified Requirement: UR) E26은 선박 요구사항으로써 설계, 건조, 시운전 및 운영 등 선박 생애주기 전반에 걸쳐 OT 및 IT 시스템 사이버 복원성을 목표로 한다. 효과적인 사이버 리스크 관리를 위해 그림 1과 같이 5가지 기능요소와 세부 요구사항을 명시하며, 각 요구사항은 선박의 설계, 건조 및 운영에 관련된 이해 관계자의 책임 하에 선박에서 구현 및 검증되어야 한다.

사이버 리스크평가 전체 프로세스는 그림 3과 같다. 이 방법의 주요 목적은 적절한 요구사항을 적용하기 위해 각 시스템의 보안수준을 확인하는 것이다. 각 시스템은 리스크 수준에 따라 IACS UR E26, IEC 62443 SL 요구사항을 구현함으로써 사이버 설계보안을 달성할 수 있다.



〔그림 3〕 사이버리스크평가 방법론

3.2. 대상 시스템 선정

본 방법론은 선박에 설치된 IT 및 OT 시스템에 적용되며, 다음 조건을 만족하는 경우 사이버리스크 수준이 매우 낮다고 판단되므로 적용 대상 시스템에서 제외한다.

i) 시스템에 다른 시스템에 대한 IP 기반 네트워크 연결이 없음
ii) 시스템은 다른 시스템에 의한 사이버사고 영향을 받지 않음
iii) 시스템은 제한 구역에 위치함
iv) 시스템에는 USB(범용 직렬 버스)와 같은 물리적 인터페이스가 없음

3.3. 사이버 위협

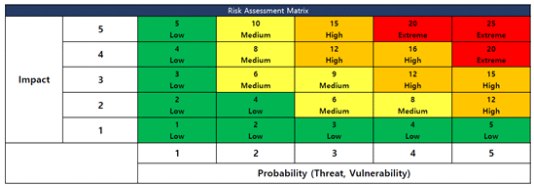
본 논문에서 고려하는 사이버 위협은 다음과 같으나 이에 국한되지 않는다[5].

i) 악의적 행위: 무차별 대입, 서비스 거부, 멀웨어, 사회 공학, 데이터 조작, 피싱, 스푸핑, APT Advanced Persistent Threat), 중간자 공격 등
ii) 물리적 공격: 사보타주, 무단 물리적 접근 등
iii) 의도하지 않은 손상: IT 시스템의 데이터 탐지/변경, 제3자 보안 장애 등
iv) 오작동 : 시스템의 장애 또는 오작동, 시스템의 취약점 등

3.4. 리스크 평가

사이버리스크는 위협(공격이 발생할 확률), 취약성(공격이 발생했을 때 공격이 성공할 확률), 영향(공격이 발생하고 성공했을 때 예상되는 영향의 정도)의 조합으로 정의한다. 각 시스템에 대해 사이버 위협과 관련된 사이버 공격 시나리오가 식별되면 다음 공식을 사용하여 사이리스크를 산정한다.

사이버리스크(Cyber Risk) = 가능성 요인(위협(Threat) x 취약성(Vulnerability)) x 영향(Impact)

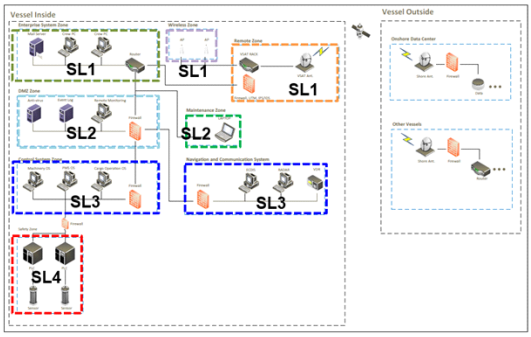


〔그림 4〕 사이버리스크평가 매트릭스

3.5. 리스크 평가

시스템 사이버리스크가 산정되면 다음 기준에 따라 각 시스템의 SL을 결정한다. IACS UR E26 요구사항은 (3.2)에서 검증된 모든 대상 시스템에 적용한다.

i) RL < 6: 낮은 리스크 수준, 시스템의 리스크 처리는 "IEC 62443 SL1"으로 간주함
ii) 6 ≤ RL ≤ 10: 중간 리스크 수준, 시스템의 리스크 처리는 "IEC 62443 SL2"로 간주함
iii) 11 ≤ RL ≤ 19 : 높은 리스크 수준, 시스템의 리스크 처리는 "IEC 62443 SL3"으로 간주함



〔그림 5〕제안 방법론을 적용한 선박 시스템 보안 수준

iv) RL ≥ 20 : 극도의 리스크 수준, 시스템의 리스크 처리는 "IEC 62443 SL4"로 간주함

Ⅳ. 결 론

현존선의 경우 선박 네트워크 구성 변경 및 사이버 보안 기능 구현이 매우 어렵다. 따라서 신조선 건조단계에서부터 선박 네트워크 구성을 고려한 설계보안이 필요하다. 본 논문에서는 IACS UR E26 및 IEC 62443 표준 요구 사항을 기반으로 신조선의 사이버 복원력을 달성하기 위해 리스크 기반 사이버 설계보안 접근방식을 제안하였다.

참 고 문 헌

[1] DNV, “A proposed approach applied to modern cruise ship newbuilding”, August, 2018

[2] IACS, “UR E26 : Cyber resilience of ships”, April.2022

[3] IEC, “IEC 62443 3-3, Industrial communication networks - Network and system security Part 3-3: System security requirements and security levels”, 2013

[4] IEC, “IEC 62443 4-1, Security for industrial automation and control systems - Part 4-1: Secure product development lifecycle requirements”, 2018

[5] IACS, “Rec.171 : Recommendation on incorporating cyber risk management into Safety Management Systems”, June.2022

〈저 자 소 개〉

박 개 명 (Park Kaemyoung)

1996년 8월 : 카이스트 전산공학과 졸업
2001년 5월~2008년 7월 : ㈜대한항공 항공기술연구원
2009년 1월~현재 : 한국선급
<관심분야> 정보보호, 사이버 인텔리전스, 선박/해양플랜트 CPS 보안

임 정 규 (Lim JeoungKyu)

2009년 2월 : 경북대학교 전기컴퓨터공학부 졸업
2011년 2월 : 서울대학교 전기 공학부 졸업
2011년 1월~2017년 8월 : ㈜ HD현대중공업
2017년 9월~현재 : 한국선급
<관심분야> 정보보호, 사이버 리스크 평가, 사이버 인텔리전스, 선박/해양플랜트 CPS 보안