

스마트컨테이너 잠재적 효용성에 대한 분석 연구[†]

Analysis on Potential Benefits of Smart Containers

전형모*·김한나**

Jeon, Hyongmo · Kim, Hanna

목 차

- I. 서 론
- II. 선행연구
- III. 국내외 스마트컨테이너 현황
- IV. 스마트컨테이너 효용성 분석
- V. 결론 및 시사점

Abstract: This study analyzes the utility of smart containers, which are growing rapidly around the world. To do so, this research entailed an extensive survey and critical analysis of existing literature to initially identify a list of benefits of smart container utilization. This preliminary list was then refined through comprehensive interviews with diverse industry stakeholders. To validate these benefits, a survey was conducted among experts with the responses subjected to an in-depth analysis. The findings suggest that while the introduction of smart containers may initially pose costs for shippers in the short term, the long term benefits are projected to be significant. From a medium to long term perspective, the deployment of smart containers emerges as an opportunity for carriers, creating various values and serving as a strategic tool essential for gaining a competitive advantage in the shipping sector.

Key words: Smart Container, Potential Benefits, Expert Survey

† 이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20210154, 스마트 컨테이너 실용화 기술개발)

* 제1저자, 한국해양수산개발원 부연구위원, hmjeon@kmi.re.kr

** 교신저자, 한국해양수산개발원 전문연구원, h.kim@kmi.re.kr

I. 서 론

1. 연구의 목적

전 세계적으로 해운물류 분야에서 스마트컨테이너의 도입이 빠르게 이뤄지고 있다. 스마트컨테이너는 위치, 온도, 습도, 충격, 전력소모 등 컨테이너의 다양한 상태를 파악할 센서와 수집된 정보를 실시간으로 전송할 수 있는 통신기술이 결합되어 컨테이너의 상태를 실시간 모니터링 및 관제할 수 있는 컨테이너를 의미한다.

세계적인 선사인 Hapag-Lloyd를 비롯하여 주요 선사들은 리퍼컨테이너는 물론 드라이컨테이너까지 스마트컨테이너 도입을 빠르게 진행하고 있다. 국내에서는 본격적인 스마트컨테이너는 아니지만 HMM이 정부 지원사업으로 2021년 리퍼컨테이너에 사물인터넷(IoT)장비를 부착하여 2년간 시범운영을 실시하였으며, 본격적인 스마트컨테이너 기술개발이 빠르게 이뤄지고 있다. 그러나 스마트컨테이너의 도입에 따른 효용성은 일부 문헌에서 정성적 항목 위주로 제시하고 있을 뿐 구체적인 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 스마트 컨테이너의 효용성을 기존 연구를 통하여 종합적으로 검토하고, 현재 제시되고 있는 스마트컨테이너의 여러 효용성을 다양한 이해관계자와의 인터뷰 및 설문을 통해 평가하고자 한다.

본 연구는 산업현장에서 기대하는 스마트컨테이너의 현실적인 효용성을 평가하여 향후 스마트컨테이너의 사업화 및 보급에 기여할 것으로 기대한다.

2. 연구의 내용과 방법

연구의 내용과 방법은 다음과 같다. 먼저 II장에서 선행연구 및 문헌을 분석하여 일반적으로 인식되는 효용성 항목을 검토한다. III장에서는 국내외 스마트컨테이너의 시장 및 도입현황 및 계획을 조사한다. IV장에서 이해관계자 심층인터뷰와 전문가 설문을 통해 선사 및 화주 측면의 효용성 항목을 도출하고, 각 효용성 항목이 단기 및 중장기적으로 유효한지에 대한 평가를 수행한다. V장에서는 결론 및 시사점을 제시한다.

II. 선행연구

스마트컨테이너 관련 연구로는 보안 및 스마트컨테이너의 새로운 개념, 주요 기능, 주요 기술 등에 대해 연구하고 현재 표준 시스템 프레임 워크에서 보안 및 스마트컨테이너의 향상된 관련 표준을 제시한 연구가 있다(Jing et al., 2016). 또한 스마트컨테이너의 위험관리에 관한 연구도 진행되었다. Ouedraogo et al.(2020)은 컨테이너 운송의 위험관리를 통한 공급망의 효율성 개선을 분석했으며, Wattanakul et al.(2018)은 스마트컨테이너 데이터를 분석하여 물류공급망의 위험관리를 개선할 수 있는 시사점을 제시했다. Carn, J.(2011)는 스마트컨테이너 관리(Smart-CM) 프로젝트의 일환으로 스마트컨테이너의 실시간 보안 장치 데이터를 분석하고 해상운송에서 스마트컨테이너 보안 장치 데이터의 견고성과 가치를 증명했다.

국내에서 스마트컨테이너 관련 연구는 많이 진행되지 않았으나, 김태훈 외(2023)는 실제 해운물류 환경에서의 실험을 통해 스마트컨테이너의 상태 정보 모니터링 성능을 검증했으며, 화주와 선사의 위해 스마트컨테이너와 스마트 항만과의 연계성을 위한 운영 전략을 제시한 연구가 진행된 바 있다.(김두환 외, 2021)

스마트컨테이너의 기술적 사항이 아닌 물류 차원에서의 효용성을 분석한 연구나 문헌은 많지 않다. 유엔유럽경제위원회(United Nations Economic Commission for Europe, UNECE)가 2019년 UN/CEFACT 운송 및 물류 스마트컨테이너 프로젝트의 일환으로 출간한 백서¹⁾는 스마트컨테이너 도입에 따라 각 주체별 효용성 및 잠재적인 활용사례 목록을 제시하였다. 운송사업자, 물류서비스 제공자, 화주, 선원, 컨테이너 소유자, 창고 운영자, 터미널 운영사, 규제당국, 항만당국, 금융/보험기관 등을 스마트컨테이너 도입에 따라 영향을 받는 주요주체로 정의하고 있으며, 이들 주체별로 스마트컨테이너를 활용할 수 있는 20가지 사례를 표 1과 같이 제시하고 있다. 카테고리로는 운영, 보안, 규정, 유지보수, 거버넌스 등으로 구분할 수 있고, 가장 활용성이 높은 분야는 운영(16개), 보안(9개)²⁾ 등이 주를 이루고 있다.

Global Infrastructure Hub(2020)는 사례연구를 통해 ‘컨테이너의 위치 및 상태 데이터

1) UNECE(2019), pp.5-18.

2) ‘보안’은 모두 ‘운영’과 중복된다.

수집 시간 단축’, ‘최적화된 컨테이너 운영 보장’, ‘컨테이너 화물 분실 또는 손상 비용 절감’, ‘컨테이너의 수명을 연장을 통한 비용절감’, ‘상품의 도난 및 변질 방지로 인한 비용 절감’, ‘화물의 안전과 보안을 강화’, ‘화주 서비스를 개선’등의 효용성을 제시하였다.

상기 문헌에서 제시하는 효용성 항목들이 실제로 효과가 있을지에 대하여 선사나 화주, 운송사, 터미널 운영사, 당국을 통한 평가가 검증이 이뤄지지하는 못하였다.

본 연구는 이러한 문헌을 통해 제시된 효용성이 실제로 유효한지를 설문조사를 통해 본 항목의 유효성을 분석했다는 점에서 차별성을 가진다.

■ 표-1. 스마트컨테이너 잠재적 활용사례 예시 ■

번호/유형	사용 사례	상황	플레이어	'가치 제안
1. 운영	ETA 업데이트	예정 시간과 실제 시간 및 거리를 비교하여 실시간으로 도착 예정 시간을 계산 및 제공	운송업체, 터미널, 포워드, 당국 등	수취인은 사전에 대응하고 그에 따라 컨테이너 운영 또는 재고 계획수립 가능
2. 운영 및 보안 인식	실제 운송시간	실제운송 시간과 초기 계획과(예: 초기 운송 계획)와 비교, 문제점 파악	운송업체, 터미널, 포워드, 당국 등	우수한 운영을 위해 여행 중 병목 현상/지연 원인을 파악한다. 향후 여행 계산/예측을 위한 근거로 과거 데이터를 수집
3. 운영 및 보안 인식	스케줄 편차 알림	컨테이너 경로나 일정에 이상 발생 시 알람 발생	운송업체, 터미널, 철도/트럭 운전자 및 당국.	수신자는 사전에 대응할 수 있으며, 원인 파악, 리라우팅, 화물 운전자에게 알리는 등 수정 조치 가능
4. 운영 및 보안 인식	예기치 않은 도어 개방	예기치 않은 도어 개방시 알림 전송	운송업체, 터미널, 철도/트럭 운전자 및 당국.	수취인은 도난, 변조 등에 대해 사전에 대응 가능, 당국은 통관에 대응
5. 운영 및 보안 인식	예상치 못한 온도 변화	실시간 온도가 사전 정의된 임계값을 초과 또는 리퍼 전원이 고장 시 경고가 전송	운송업체, 터미널, 철도/트럭 운전자 및 당국.	편차가 제때 감지되면 화물상태 보호 가능, 문제가 발생한 시간과 장소로 책임소재 파악
6. 운영 및 보안 인식	예기치 않은 습도 변화	측정된 습도, 산소, 이산화탄소 및 질산염 농도 등 사전 정의된 임계값을 초과하거나 미달 시 경우 경고 발송	운송업체, 터미널, 철도/트럭 운전자 및 당국.	편차가 제때 감지되면 화물상태 보호 가능, 문제가 발생한 시간과 장소로 책임소재 파악
7. 운영	선박 선내 컨테이너 누락	메시 기술을 사용, 선박의 선상에서 누락된 컨테이너를 감지	화주, 선박 운전자, 컨테이너 운전자, 터미널 운전자	선박 운영자는 시정 조치를 취하고 적하목록 수정, 컨테이너가 배 밖으로 나간 경우 법무 및 보험 부서에 통보
8. 운영	컨테이너 미선적	컨테이너를 적재한 선박이 떠난 후에도 적재 항구에서 여전히 신호 발송	선박 운전자, 컨테이너 운전자, 터미널 운전자	선박 운항자는 시정 운항 조치를 취하고 적하목록 또는 적하 계획을 수정
9. 운영	육로 컨테이너	잘못된 항만이나 연안에서 신호 발송	선박 운전자, 컨테이너 운전자, 터미널 운전자, 당국	선박 운영자는 올바른 운영 조치를 취하고 적하목록 또는 적하 계획을 수정
10. 운영	깨지기 쉬운 화물 충격/진동	예상치 못한 컨테이너 움직임: 충격 또는 진동. 측정된 충격이 사전 정의된 임계값을 초과하는 경우 경고 발송	운송업체, 터미널, 철도/트럭 운전자 및 당국.	문제가 발생한 시간과 장소로 책임소재 파악 컨테이너 운영자는 컨테이너가 노출되는 충격에 대한 새로운 인사이트 획득

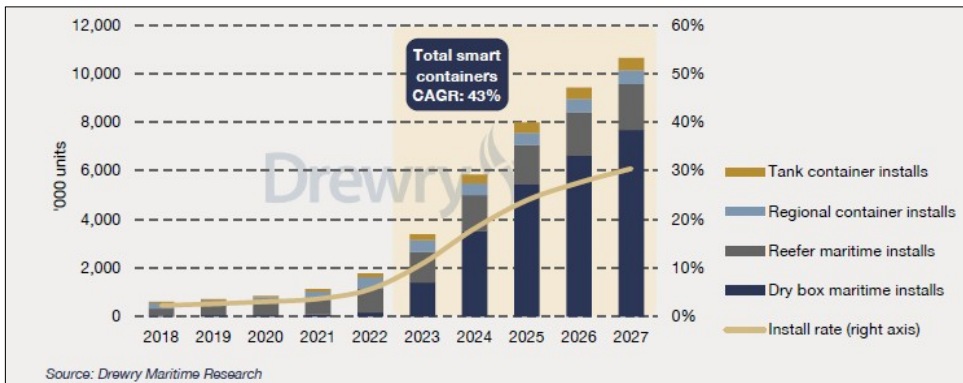
번호/유형	사용 사례	상황	플레이어	'가치 제안
11. 운영	드라이 컨 온도 확인	운송 중 건식 컨테이너의 온도를 지속적으로 측정	선박 운영자, 컨테이너 운영자	다양한 경로를 운항하는 동안 컨테이너 내부 온도에 대한 새로운 통찰력 획득
12. 운영 및 보안 인식	창고에서 빈 게이트인	스마트컨테이너가 장치장(지오 펜스) 구내로 들어오는 경우 이 이벤트를 보고	컨테이너 및 장치장 운영자, 임대 회사 및 당국.	컨테이너 운영자는 차량 관리 활동 적시 제어, 자유무역 지대에 대한 규제 감독 강화
13. 운영 및 보안 인식	저장공간 조정	컨/장치장 운영자는 특정 장치장(예: 항구, 내륙, 부두 및 부두 밖)의 모든 컨의 실제 위치 확인	컨테이너 및 장치장 운영자, 임대 회사 및 당국.	주기적인 검토 또는 요청 시 창고 운영자와 컨테이너 재고를 조정, 자유무역지대에 대한 규제 감독 강화
14. 운영	컨테이너 일일 상태 메시지	글로벌 선사는 매일 각 컨테이너로부터 하트비트(타임 스탬프, 위치, 만재/비어 있음, 반입/이동 중 등)를 수신	컨테이너 운영자	사용률 계산, 정박 및 이동 물량 표시, 수입 또는 수출 단계 결정, 체선 및 체화 계산 기준 등을 결정한다.
15. 운영 및 보안 인식	내륙운송 여행 추적	컨 내륙 이동 시 경로 추적, 실제 경로 파악, ETA를 검토, 컨이 국경을 넘고 있는지 확인	추적 정보에 관심이 있는 모든 계약 당사자	화물이 합법적이며 운영·국경보안 측면에서 보안 위험 확인 가능, 적재 및 스트리핑, 선박계획, 창고취급 등 계획수립에 활용
16. 운영 및 보안 인식	국경 간 패스트 레인	스마트컨테이너 데이터는 국경 간 기관에 전달되어 도착 전 통관 및 위험 평가에 물리적 데이터를 포함 및 전달	국경 간 기관	운영 통관 속도를 높이고, 예기치 않은 지연을 줄이고, 데이터 품질/가시성을 개선하고, 시간 일정의 신뢰성 향상
17. 규정 준수	컨테이너 라우팅의 계약 준수	실제 운송 데이터(통과 시간 및 경로 지점)가 온디맨드 방식으로 제공	보험 및 은행 기관 및 공급망 이해관계자	은행 및 보험 기관이 컨테이너가 정치적 위험 지역, 예외 국가, 해적 지역 등에 진입했는지 등 물리적 운송 실행을 확인
18. 유지 보수	예측 유지보수	스마트컨테이너는 주기적으로 리퍼 엔진의 작동 시간과 성능의 모든 이상 징후를 전송한다.	컨테이너 운영자	불필요한 운행 전 검사를 피하고 미리 정의된 작동 시간 또는 성능 이상이 감지된 후에만 검사를 수행한다.
19. 품질	화물의 식별	온도, 습도, 상태 변화 모니터링으로 화물상태 실시간 모니터링 => 이는 온도와 습도에 민감한 상품(예: 와인, 담배 등)을 드라이 컨 운송 시 유용	BCO(수입자 및 수출자).	화주는 제품이 스마트컨테이너에서 양호한 상태 운송 확인, 조건이 이상적이지 않을 때마다 화주는 이에 대응하여 새 컨테이너를 보내거나 포장을 조정, 경로 변경 등 가능
20. 관청	항만 인프라 사용량 모니터링	항만 경계 내 도로, 교량 및 철도에서의 모든 실제 컨테이너 이동이 전송된다. 데이터는 일정 기간(예: 월별)에 걸쳐 집계된다.	항만 당국	항만 당국은 인프라(도로, 교량, 철로, 터미널)의 현재 사용량에 대한 신뢰할 수 있는 데이터를 확보하여 향후 계획 수립의 기초로 삼을 수 있다.

자료: UNECE(2019), pp.6-10, 저자 정리

Ⅲ. 국내외 스마트컨테이너 현황

스마트컨테이너는 지속적으로 도입되고 있다. Drewry보고서에 따르면 2022년 스마트컨테이너 수는 2021년 141만 개에서 178만 개로 증가했으며, 2023년에는 339만 개, 2027년에는 1,060만 개까지 늘어나 전체 컨테이너의 30.5%를 스마트컨테이너가 차지할 것이라고 전망되고 있다. 또한 현재 스마트 장치가 장착된 컨테이너는 리퍼, 탱크 및 지역 컨테이너이지만, 2027년까지 상당수의 건화물 컨테이너에도 장착될 것으로 전망된다.³⁾

■ 그림-1. 글로벌 스마트컨테이너 성장(2018~2027년) ■



자료: Drewry(2023), p.172.

실제로 글로벌 해운선사는 적극적으로 스마트컨테이너에 투자하고 있다. 유럽지역 선사를 중심으로 스마트컨테이너 도입이 빠르게 이루어지고 있으며, 아시아지역 선사들도 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해 직접 플랫폼 개발에 나서고 있다.

글로벌 상위 3대 선사인 MSC, Maersk, CMA CGM은 Traxens과 계약을 맺어 스마트컨테이너 장비를 개발 및 도입하고 있다. Traxens은 실시간에 가까운 경고 시스템을 통해 상품을 효율적으로 모니터링하고, 실시간으로 업데이트되는 온라인 인터페이스를 통해 효과적으로 공급망을 관리할 수 있는 솔루션을 제공한다.⁴⁾

3) Drewry(2023), p.18.

4) Drewry(2023), p.18.

CMA CGM은 2012년부터 Traxens에 투자하기 시작했으며, MSC도 2016년 투자에 합류했다.⁵⁾ 수년간 테스트를 거쳐 2018년 Traxens은 스마트컨테이너 장비를 출시했으며 MSC는 당해에 스마트컨테이너 장비 50,000대를 계약했다.⁶⁾ CMA CGM은 2019년 Traxens의 스마트컨테이너 장비 50,000대를 계약했으며⁷⁾ 같은 해에 Maersk도 Traxens의 스마트컨테이너 장비 50,000대를 계약했다.⁸⁾ 2022년 MSC, Maersk, CMA CGM 3대 선사의 건화물 컨테이너 신조인도량은 105만 teu, 리퍼컨테이너는 60만 teu로 높게 나타났다⁹⁾ 이는 스마트컨테이너 발주 증가로 인한 것으로 볼 수 있다.

Hapag-Lloyd는 2023년 3월 냉동 컨테이너 100,000개에 스마트 모니터링 장치를 장착했다.¹⁰⁾ 또한 2023년 3월 초, 최대 8만 대의 건화물 컨테이너에 스마트 장치를 설치했으며, 2023년 말까지 이 선사가 운영하는 160만 대의 건화물 컨테이너를 포함해 전 선대가 스마트컨테이너가 될 것으로 예상된다.¹¹⁾

2023년 초 Ocean Network Express(ONE)는 SONY Network Communication Europe 과 건화물 컨테이너의 스마트 센서를 개발하고 있다. 하지만 ONE과 SONY의 스마트컨테이너 프로젝트는 아직 초기 단계에 있으며, ONE은 컨테이너의 수명 주기에 맞는 배터리가 장착된 기기를 출시할 것으로 기대하고 있다.¹²⁾ ONE의 연구 및 제품 개발, 테스트, 현장 시험 및 약 300만 개의 스마트컨테이너가 실제 설치되기 위해서는 약 2~3년이 소요될 것으로 예상된다.¹³⁾

우리나라 선사의 경우 아직 본격적인 스마트컨테이너의 도입은 이뤄지지 못하고 있다. 다만 해양수산부는 2021년부터 2년간 ‘컨테이너 IoT(사물인터넷) 장비 보급’시범사업을 통해 HMM 등 우리나라 국적선사 리퍼컨테이너 4,160개에 IoT 장비를 보급하고 시범운영을 실시하였다. 해양수산부는 또한 스마트컨테이너의 세계적인 추세에 대응하여 2021년부터 ‘스마트컨테이너 실용화 기술개발 사업’R&D를 통해 기존의 탈부착형

5) Ship Technology(2016.7.25.)(검색일: 2023.12.10.)

6) THELOADSTAR(2018.10.15.)(검색일: 2023.12.10.)

7) CMACGM(2019.5.23.)(검색일: 2023. 11. 1.)

8) TRAXENS(2016.7.25.)(검색일: 2023.12.10.)

9) CMACGM(2019.5.23.)(검색일: 2023. 11. 1.)

10) Hapag-Lloyd(2023.3.8.)(검색일: 2023.12.10.)

11) Drewry(2023), p.174.

12) Drewry(2023), pp.173-174.

13) Drewry(2023), p.18.

센서의 한계점을 극복할 수 있는 ‘최적위치 센서+충전+통신+원격제어’ 기능이 내재된 스마트 컨테이너를 개발하고 상용화에 나서고 있다.

IV. 스마트컨테이너 효용성 분석

1. 효용성 항목 도출

스마트컨테이너의 효용성을 분석하기 위해서 본 연구에서는 1차적으로 문헌조사를 시행을 통해 잠재적 효용성 항목을 조사하였다. UNECE(2019)는 총 20개의 효용성 항목을 제시하였으나 각 항목이 실제로 효용성으로 작용할 수 있을지에 대한 검증은 이뤄지지 못하였으며, 일부 항목은 중복성을 띄고 있다. 따라서 본 장에서는 현장 이해관계자 인터뷰를 통해 효용성 항목을 도출하고 이를 기반으로 설문조사를 수행하여 실제 현장에서 예상하는 잠재적 효용성을 분석하였다. 이해관계자 인터뷰 대상은 스마트컨테이너의 주요 당사자인 선사(5인), 포워더(2인), 화주(1인), 플랫폼(1인), 공공기관(1인) 종사자 10인을 대상으로 수행하였으며, 각 업종에서 바라보는 스마트컨테이너의 효용성과 한계에 대한 인터뷰를 수행하였다. 인터뷰 대상자는 응답의 신뢰성과 전문성을 확보하기 위해 팀장이나 부장, 센터장, 실장, 대표 등 각 분야에서 관련 업무에 대한 책임을 맡고 있는 해당분야 경력 10년 이상의 전문가를 대상으로 실시하였다.

■ 표-2. 스마트컨테이너 이해관계자 인터뷰 결과 ■

구 분	효용성
선사	<ul style="list-style-type: none"> - (내부 운영 효율성) 현재는 Terminal에서만 Sensing이 가능하고 다른 물류 Spot에서는 컨테이너 위치 감지 불가능하지만, IoT 관제 솔루션이 도입되면 물류 Spot마다 실시간으로 위치 추적 가능. - (고객(화주) 서비스 개선) 반도체, 배터리, 원자재 등 제조업 분야 화주들의 화물은 온도와 습도에 민감한 편이라 DEFECT가 10% 미만으로 발생하는데 리퍼용 IoT를 이용하면 위치, 온도, 습도, 충격 감지가 가능하기 때문에 사전에 DEFECT를 방지 가능 - (개선포인트 발굴)관제 솔루션을 통해서 수집되는 데이터는 문제 원인을 파악하는데 도움이 되고, 데이터를 결합하고 분석하여 업무개선 Point를 잡아내고 프로세스를 개선하는데 활용 가능 - (선사간 경쟁우위) 하박로이드와 같은 경쟁사에서 앞다투어 도입하고 있기 때문에 경쟁우위에서 뒤처지지 않기 위해서 도입필요

구 분	효용성
	<ul style="list-style-type: none"> - (예측정비) 리퍼컨테이너의 경우 장비성능 모니터링을 통해 리퍼장비의 고장을 사전에 예측하고 대응할 경우 효과적일 것 - (공컨테이너 관리) 실시간 공컨테이너 위치 확인 및 관리 가능, IN-TRANSIT 컨테이너까지 모니터링 가능하나 더 높은 수준에서 효율적으로 관리 가능 - (안전확보) 컨테이너 운송시 선원 안전확보 및 위험화물 추적 등 컨테이너 안전확보 가능
포워더	<ul style="list-style-type: none"> - (화주선호) 고객사(화주)에서 온도에 민감한 화물을 운송할 때 도어 개폐여부, 온도, 컨테이너 전 력량에 대한 모니터링을 요구 - (마케팅) 화주대상 영업 경쟁력 제고, 고객관리(사고 대처 등) 서비스 향상 - (선사선택요인) 화주들이 최근들어 꾸준히 요구하기 때문에 향후 선사를 선택할 때 IoT 수집데이 터 제공여부를 우선순위 요소로 고려 가능
화주	<ul style="list-style-type: none"> - (재고관리) 현재 해상에서는 비저빌리티 수준이 충분하지만 상에서는 트래킹이 어렵기 때문에 운송중재고(in-transit) 위치 파악을 해서 재고관리에 활용 필요. - (화물상태 트래킹) 충격 및 온습도 변화는 통상 야드나 육상 운송중에 많이 발생해서 모니터링 필요. - (비용절감) 최근에 리퍼물량을 드라이로 대체하려는 테스트를 내부적으로 진행하고 있으며 전사적 으로 물류비 절감에 대한 노력 지속
플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> - 스마트컨테이너 도입 시 선사 입장에서 운영 효율성 개선, 비용 경쟁력 보유, 고객 만족도 향상을 통해서 경쟁력 제고 및 지속성장 가능 - 향후 고도화를 통해 AI를 연계한 Business Process Reengineering 관점에서 Benefit을 제공하는 수준까지 성장할 것으로 기대
공공기관	<ul style="list-style-type: none"> - 선사 입장에서 화주에게 대고객 서비스가 개선 효과(트래킹, 센싱) 긍정적

자료: 전문가 인터뷰 결과 저자정리

먼저 선사측면에서는 실시간 위치정보 획득으로 인한 자산관리 및 추적비용의 감소, 통관의 간소화를 통한 비용 절감, 공컨테이너 재배치 효율성 증대, 고객 서비스 제고 및 신뢰성 향상, 컨테이너 운송시 사고대응·안전관리 개선 및 그에 따른 보험료 절감, 선원 및 화물 안전확보 등이 있다. 또한 향후 다수의 선사가 스마트컨테이너를 도입하게 되면 스마트컨테이너를 운용하지 않는다면 고객을 잃을 수 있을 것이라 보고 있다. 화주 측면에서는 선사에서 제공하는 위치정보 및 상태정보 활용하여 재고 등 화물관리에 활용이 가능하고, 장기적으로는 리퍼컨테이너를 사용하는 화물 중 일부를 드라이 컨테이너로 전환하여 비용을 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 동시에 화물상태에 대한 지속적인 모니터링으로 화물의 손상을 최소화할 수 있으며, 보다 고품질의 운송을 위한 개선점을 찾을 수 있을 것이라고 기대하고 있다. 포워더는 화주에 대한 마케팅 요소로 스마트컨테이너의 활용이 가능할 것이라고 보고 있으며, 스마트컨테이너 도입여부가 포워더의 선사 선택 주요요인이 될 것이라고 보고 있다. 그 외 컨테이너 터미널의 경우 컨테이너 하역

및 위험화물 관리, 야적장 관리 차원에서의 효용성이 있을 것으로 보고 있으며, 컨테이너 반출입, 리핸들링 등에서 있어 항만 내 정보 공유 시 IoT 항만계획과의 연계성도 잠재적 효용성으로 보고 있다.

표-3. 스마트컨테이너 도입에 따른 효용성 항목

구 분	효용성
선사/포워더 측 효용성(11개)	컨테이너 추적비용 절감, 공컨테이너 재배치 효율화로 비용 절감, 통관 간소화로 비용 절감, 컨테이너 화물 훼손 비용 감소, 화주 마케팅 및 유인효과, 물류 시스템 체계 개선, 자산운용 효율성 증대, 안전 및 사고비용 감소, 안전 및 사고비용 감소, 컨테이너 분실 비용 감소, 선원 및 인건비 절감
화주 측 효용성(4개)	재고비용 감소, 화물 훼손 비용 감소, 민감화물 운송체계 개선, 리퍼 -> 드라이 전환으로 비용감소

2. 스마트컨테이너 효용성 분석

1) 분석개요

도출된 효용성 항목이 실제로 영향이 있을지에 대한 분석을 위하여 전문가를 대상으로 설문지를 시행하였다. 학계(7명), 연구계(5명), 산업계(13명) 등 25인의 전문가를 대상으로 시행하였다. 학계는 대학 전임강사 이상의 전문가가 응답하였으며, 연구계는 박사 학위 이상 또는 5년이상 경력자, 산업계는 선사와 포워더, 화주, 물류 플랫폼에서 근무하는 5년 이상의 현장 책임자가 참여하였다. 기간은 현재 스마트컨테이너가 도입단계임을 고려하여 단기적 효용성과 중장기적 효용성으로 구분하였다. 단기는 도입 후 3년 이내, 중장기는 4년부터 10년 이내로 제시하였다. 항목별로 실재 효용성이 있을지에 대해서 ‘매우 아니다’, ‘아니다’, ‘보통이다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’로 구분하여 답하게 하였다. 명확한 판단이 안설 경우, 분석의 편의를 위해 ‘보통이다’로 답변토록 하였다.

2) 분석결과

스마트컨테이너 도입에 따라 선사/포워더 측면의 효용성은 총 11개이다. 전반적으로 비용절감은 큰 효과를 얻지 못할 것으로 나타나고 있다. 오히려 단기적으로는 새로운 시

시스템의 도입에 따른 비용증가가 예상되고 있다. 다만 중·장기적으로는 컨테이너 훼손비용 감소, 안전 및 사고비용 감소, 선원 및 인건비 절감은 효용성이 확보될 것으로 나타나고 있다. 대신 새로운 가치 창출 면에서는 효용성이 확보된다고 평가되고 있다. 화주유인, 물류시스템 체계개선, 예측정비 등에 대한 기대가 나타났다.

표-4. 스마트컨테이너 선사/포워드 효용성 조사 결과

(단위: %)

구분		부정			보통	극정		
		매우 아니다	아니다	부정 계		긍정 계	그렇다	매우 그렇다
컨테이너 추적비용 절감	단기	28	44	72	12	16	12	4
	중장기	12	20	32	36	32	20	12
공컨테이너 효율화로 비용 절감	단기	28	48	76	16	8	8	0
	중장기	16	24	40	28	32	16	16
통관 간소화로 비용 절감	단기	36	56	92	8	0	0	0
	중장기	13	21	34	46	21	17	4
컨테이너 화물 훼손 비용 감소	단기	20	20	40	32	28	16	12
	중장기	12	16	28	24	48	32	16
화주 마케팅 및 유인효과	단기	16	16	32	28	40	24	16
	중장기	4	12	16	24	60	28	32
물류 시스템 체계 개선	단기	12	16	28	36	36	24	12
	중장기	8	16	24	20	56	28	28
자산운용 효율성 증대	단기	24	16	40	24	36	20	16
	중장기	12	12	24	28	48	28	20
안전 및 사고비용 감소	단기	32	36	68	28	4	4	0
	중장기	16	20	36	24	40	24	16
컨테이너 분실 비용 감소	단기	36	40	76	24	0	0	0
	중장기	36	44	80	20	0	0	0
예측정비에 따른 비용 감소	단기	20	16	36	28	36	20	16
	중장기	16	8	24	32	44	28	16
선원 및 인건비 절감	단기	36	32	68	16	16	12	4
	중장기	16	16	32	28	40	24	16

응답결과를 산업계(13명), 학계/연구계(12명)으로 구분하여 살펴보았다. ‘매우 아니다(-2)’, ‘아니다(-1)’, ‘보통이다(0)’, ‘그렇다(1)’, ‘매우 그렇다(2)’ 등 각 응답별로 점수를 배점하여 합계를 산출하여 도식화 하였다.

그림 2를 보면 산업계 종사자의 경우 단기는 물론 중장기적 측면에서도 선사측면에서의 비용절감 효과는 낮게 보고 있는 것을 알 수 있다. 산업계 종사자가 유일하게 단기적으로도 효과가 있을 것으로 보는 부분은 ‘화주 마케팅 및 유인효과’이며, 중장기적으로는 ‘컨테이너 물류시스템 체계 개선’, ‘자산운용 효율성 증대’ 등의 효과가 있을 것으로 보고 있다.

■ 그림-2. 스마트컨테이너 선사/포워드 효용성 분석 - 산업계 응답 ■

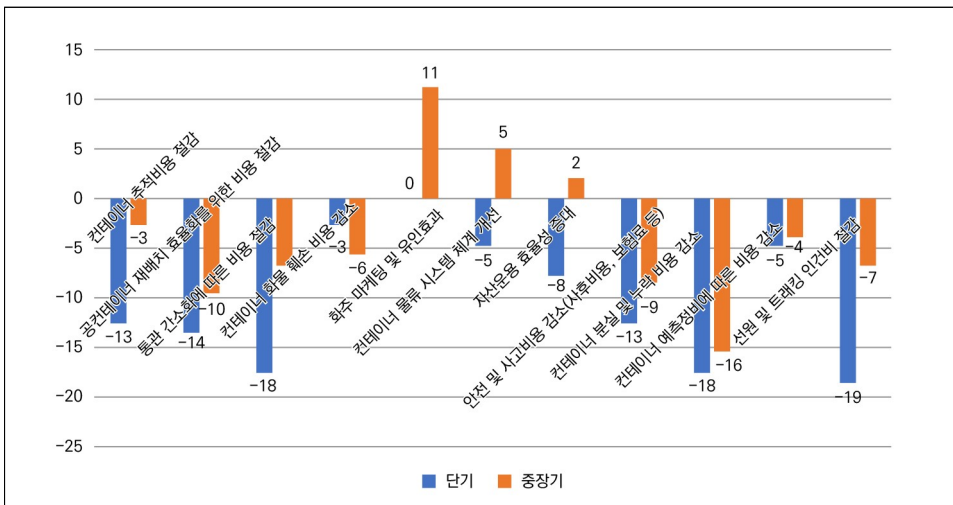
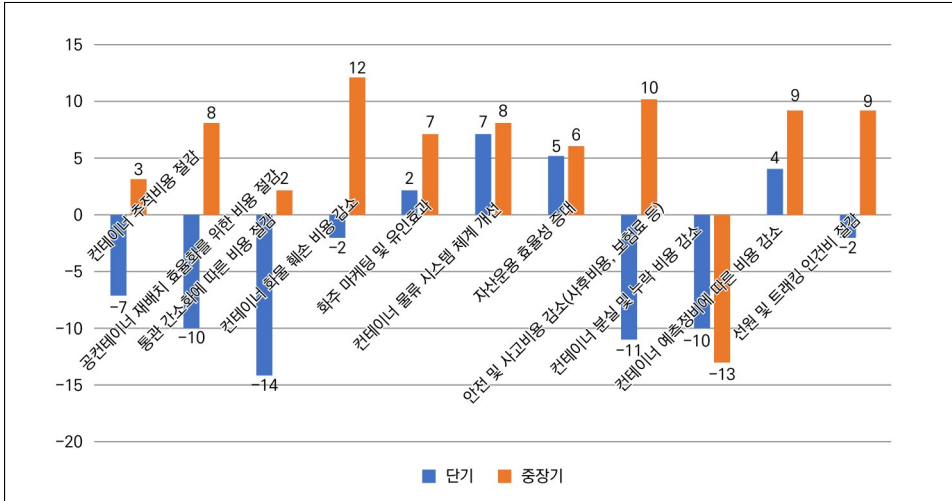


그림 3은 연구계/학계의 응답을 보여준다. 비용절감 관련 효용성에 대해서는 단기적으로는 산업계와 마찬가지로 효과가 낮을 것으로 보고 있으나, 중장기적으로는 산업계보다 상당히 긍정적으로 응답하고 있는 것을 볼 수 있다.

그림-3. 스마트컨테이너 선사/포워드 효용성 분석 - 학계/연구계 응답



화주측면에서는 재고비용 감소, 화물훼손비용 감소, 민감화물 운송체계 개선, 리퍼->드라이 전환으로 비용감소 등이 효용성으로 도출되었다. 선사측면 효용성에 비해 화주측면의 경우 스마트컨테이너의 도입에 따른 효용성이 빠르게 확보되는 것으로 나타나고 있다.

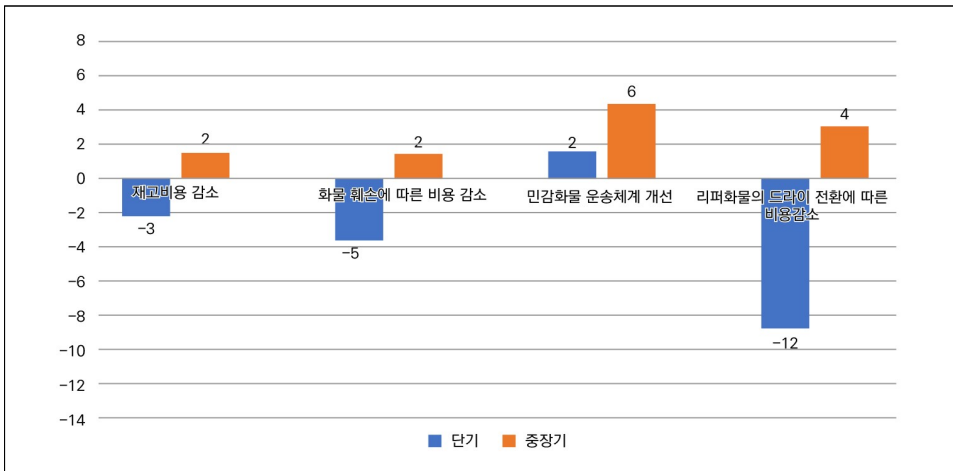
표-5. 스마트컨테이너 화주 효용성 조사 결과

(단위: %)

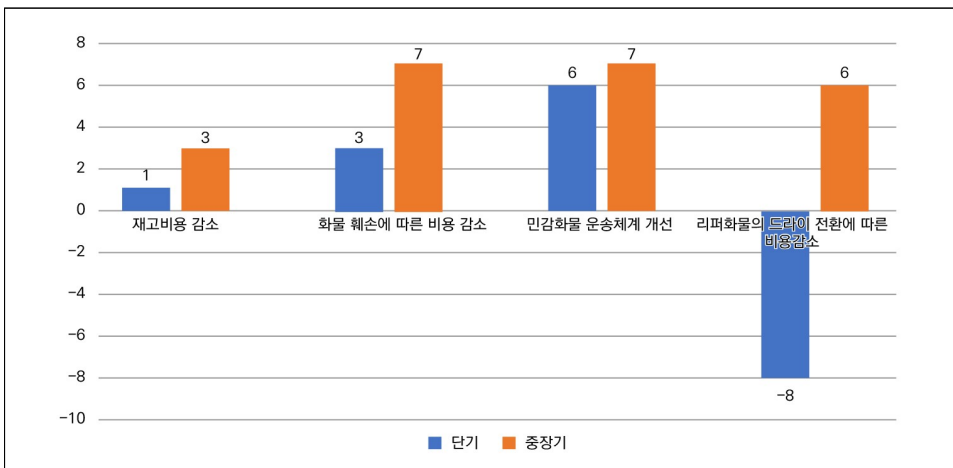
구분		부정			보통	긍정		
		매우 아니다	아니다	부정 계		긍정 계	그렇다	매우 그렇다
재고비용 감소	단기	20	16	36	28	36	24	12
	중장기	12	20	32	24	44	24	20
화물 훼손 비용 감소	단기	16	24	40	28	32	16	16
	중장기	12	12	24	24	52	32	20
민감화물 운송체계 개선	단기	8	16	24	32	44	24	20
	중장기	4	16	20	28	52	28	24
리퍼 -> 드라이 전환으로 비용감소	단기	32	36	68	16	16	12	4
	중장기	12	12	24	24	52	28	24

스마트컨테이너 도입에 따른 화주의 효용성은 산업계 종사자는 단기적으로는 비용감소 항목은 효과가 낮은 것으로 보고 있으나, 중장기적으로는 전반적으로 도입의 효용성이 있는 것으로 판단하고 있으며, 학계/연구가 종사자는 스마트컨테이너 도입에 따른 일부 리퍼컨 화물의 드라이컨 전환은 효과가 나타나는데 시일이 걸린다고 보고 있으나 그 외에는 스마트컨테이너 도입 후 비교적 짧은 시간 내에 효과가 나타날 것으로 보고 있다.

■ 그림-4. 스마트컨테이너 화주 효용성 분석 - 산업계 응답 ■



■ 그림-5. 스마트컨테이너 화주 효용성 분석 - 산업계 응답 ■



V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 문헌조사 및 이해관계자 인터뷰, 그리고 전문가 설문을 통해 스마트 컨테이너의 도입에 따른 효용성 항목을 도출하고 그 실효성을 분석하였다. 스마트컨테이너 도입시 발생할 것으로 기대되는 효용성 항목은 선사 측 11개, 화주 측 4개 등 총 15개가 도출되었으며, 크게 비용절감과 가치창출로 구분할 수 있다.

분석결과 선사측 효용성의 경우 비용절감 효과는 낮은 편이며, 화주를 유인하고, 물류체계를 개선하며, 자산운용 효율성이 증대하는 등 가치창출 측면에서의 상대적으로 높은 효용성이 기대되고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 UNECE(2019), Drwery(2023) 등 기존 문헌에서 스마트컨테이너 도입이 선사의 여러 비용절감 효과를 가져올 것이라고 기대한 것과는 상반되는 결과이다. 오히려 본 연구에서 조사한 현장 전문가 및 이해당사자들은 스마트컨테이너 도입에 따른 선사의 추가적 비용(장비비, 통신비, 운용비 등)이 발생하여 전체적으로는 비용이 증가할 것으로 보고 있다. 이러한 시각은 특히 산업계 종사자에게서 강하게 나타나고 있다. 산업계 응답자의 경우, 본인이 현재 종사하고 있는 기존의 해운물류 시스템 상에서 일반 컨테이너를 스마트컨테이너로 교체하는 상황을 상정하여 응답한 것에 기인했다고 판단된다.

학계/연구계 역시 스마트컨테이너 도입에 따라 단기적으로 비용증가의 가능성은 높다고 응답하였다. 다만, 중장기적으로는 해운물류의 컨테이너 운영형태와 방식, 비즈니스 모델이 변화할 것으로 고려하여 효율적인 공컨테이너 재배치, 통관비용 감소, 화물훼손의 감소, 사고감소, 정비비용 감소, 인건비 절감 등의 효과가 발생할 것으로 보고 있다. 다만 이러한 효과가 발생하기 위해서는 앞서 이야기한 것과 같이 기존의 컨테이너 물류 시스템이 아닌 스마트컨테이너에 맞는 운영체계와 비즈니스 모델이 운용되는 것이 전제된다.

스마트컨테이너 도입에 따른 화주 측면의 효용성은 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 특히 실시간 화물의 위치를 파악할 수 있어서 화주의 재고관리나 생산관리, 판매계획 등에서 효용성이 높을 것으로 평가되었으며, 민감화물의 훼손 대응 및 운송체계 개선, 기존 리퍼컨테이너로 운송하던 화물이 드라이컨테이너로 전환될 수 있는 정보의 수집 등이

기대된다.

여기서 눈여겨 볼 지점은 스마트컨테이너 도입의 효용성은 화주 측에서 높게 나타나고 있기 때문에 자연스럽게 화주는 향후 스마트컨테이너를 도입한 선사를 선호할 것으로 전망된다는 점이다. 선사는 당장은 비용으로만 돌아오는 스마트컨테이너 도입에 부담을 느낄 수 있다. 그러나 글로벌 선사의 스마트컨테이너 전환이 점차 가속화 되고 있는 이 시점에서 스마트컨테이너 도입준비가 늦어질 경우 머지않은 미래에 스마트컨테이너가 본격적으로 확산될 때 경쟁선사에게 고객을 빼앗기는 상황이 벌어질 수 있다. 즉 스마트 컨테이너 도입은 단순히 물류비용 비용절감의 문제가 아니라 선사의 생존 경쟁력 확보 차원에서 인식되어야 할 것이다.

본 연구는 스마트컨테이너의 효용성을 실제 현장의 이해관계자와 전문가를 통해 도출하고 평가했다는데 의미가 있다. 또한 본 연구 결과는 스마트컨테이너 도입이 국제 해운시장에서 경쟁하는 국내 선사에게는 향후 생존 차원에서 필요하다는 점을 제시하였다. 본 연구결과는 향후 국내 스마트컨테이너의 도입 및 사업화 방향설정에 있어 단기적 전략과 중장기적 전략 수립에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

다만, 본 연구는 선사와 포워더, 화주 이외에 스마트컨테이너 도입의 또다른 이해관계자인 항만당국 및 정부당국(세관), 보험사 등에 대한 분석이 이뤄지지 못한 한계가 있으며, 향후 이에 대한 추가적인 연구가 이뤄져야 할 것이다. 또한 스마트컨테이너 도입이 비용증가가 아닌 가치창출로 연결되기 위해서는 장비 도입과 함께 적절한 스마트컨테이너 비즈니스 모델 및 사업화 전략에 대한 연구도 수행될 필요가 있다.

투고일	2023. 11. 16
1차 심사일	2023. 11. 29
게재확정일	2023. 12. 19

■ ■ 참고문헌

1. 김상우, 오세영, 서용욱, 연정흠, 조희정, 윤주상, 2023. 인공지능 기반 컨테이너 적재 안전 관리 시스템 연구, 정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템. 12(9); 273.
2. 김태훈, 정준우, 박도명, 김동완, 박병권, 2023. 글로벌 해운물류 실시간 모니터링을 위한 스마트컨테이너의 개발, 한국정보통신학회논문지, 27(11), pp.1449-1457.
3. Carn, J., 2011, November. Smart container management: Creating value from real-time container security device data. In 2011 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security (HST) (pp. 457-465). IEEE.
4. Drewry. 2023. 「Container Census & Leasing, Annual Review and Forecast of the Container Equipment Fleet」
5. Jing, W., Zhao, X., Deng, Y., Xu, S. and Li, J., 2016, August. "Research on key technologies and standard framework of secure and smart container." In 2016 IEEE Trustcom/BigDataSE/ISPA (pp. 2063-2067). IEEE.
6. Ouedraogo, C.A., Namakiaraghi, S., Rosemont, C., Montarnal, A., Lauras, M. and Gourc, D., 2020, October. "Traceability and risk management in multi-modal container transport: a small-scale review of methods and technologies." In 2020 5th International Conference on Logistics Operations Management (GOL) (pp. 1-7). IEEE.
7. UNECE. 2019. 「Trade Facilitation White Paper on Smart Containers」
8. Wattanakul, S., Henry, S., Bentaha, M.L., Reeveerakul, N. and Ouzrout, Y., 2018. Improving risk management by using smart containers for real-time traceability. arXiv preprint arXiv:1810.13332.
9. CMA CGM. 2019.5.23. CMA CGM is ordering 50,000 Traxens trackers, increasing its offer of connected containers.
<https://www.cma-cgm.com/news/2565/cma-cgm-is-ordering-50-000-traxens-trackers-increasing-its-offer-of-connected-containers>,(2023년 11월 1일)
10. Global Infrastructure Hub. 2020.11.4. 「Smart Container」.
<https://www.gihub.org/infrastructure-technology-use-cases/case-studies/smart-shipping-containers-to-enhance-port-productivity/>(2023년 12월 3일)

11. Hapag-Lloyd. 2023.3.8. Lion's share done: 100,000 reefer containers are smart now!
<https://www.hapag-lloyd.com/en/company/about-us/newsletter/2023/03/100-000-reefer-containers-are-smart-now.html> (2023년 12월 11일)
12. Ship Technology. 2016.7.25. MSC and CMA CGM to invest in Traxens.
<https://www.ship-technology.com/news/newsmsc-and-cma-cgm-to-invest-in-traxens-4960156/?cf-view> (2023년 12월 11일)
13. THELOADSTAR. 2018.10.15. MSC opts for Traxens technology to create 50,000 'smart' containers.
<https://theloadstar.com/msc-opts-traxens-technology-create-50000-smart-containers/>
(2023년 12월 11일)
14. TRAXENS. 2019.5.27. A.P. Moller - Maersk will join Traxens.
<https://www.traxens.com/press/a-p-moller-maersk-will-join-traxens> (2023년 12월 11일)

