

RFID 방식의 e-Seal 적용을 위한 컨테이너 물류 프로세스 개선 방안에 관한 연구

류옥현*, 이재광*, 노성호*
*한국산업기술대학교 e-비즈니스학과

Process Redesign of Container Logistics with RFID based e-Seal

Ryou, Ok-hyun °, Jae Kwang Lee °, Seong Ho Noh
Korea Polytechnic University
E-mail : ok-ryou@kpu.ac.kr

요 약

물류관리를 위하여 RFID (radio frequency identification) 기술의 적용이 활발해지고 있다. 이러한 추세와 컨테이너 화물의 보안에 대한 관심이 증대되면서 RFID 방식의 e-Seal (electronic seal)에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 수출입물류 분야를 중심으로 e-Seal 적용 현황을 파악하고 e-Seal 적용을 위하여 해결하여야 할 문제점과 적용시 고려요소를 분석하였다. 또한, e-Seal 적용을 위하여 수출입물류에 관한 현 비즈니스 프로세스를 분석하여 개선 방안에 대하여 제시하였다. 현실적인 e-Seal 적용방안과 e-Seal 적용시 기존의 물류 프로세스의 개선 방안을 도출하기 위하여 실제 해운사 및 관세청 등 관련 기관의 물류관리 프로세스를 분석하였다.

1. 서론

기업간/국가간 물류 프로세스에서 물자/정보흐름의 파악, 분류, 관리를 위하여 RFID (radio frequency identification) 기술의 적용이 활발해지고 있다[1, 11]. 이러한 추세와 컨테이너 화물의 보안에 대한 관심이 증대되면서 e-Seal (electronic seal)에 대한 연구가 진행되고 있다. e-Seal은 RFID 기술을 사용하여 원격에서 자동으로 봉인상태를 확인할 수 있는 컨테이너 봉인장치를 말한다 [2, 3,

13]. e-Seal은 컨테이너 물류의 운송상에서 발생할 수 있는 도난 사고를 예방할 수 있으며 화물의 추적할 수 있다는 점에서 화주와 선주로부터 관심을 끌고 있다. e-Seal은 수출입 물류에서 컨테이너의 문의 비정상적인 개폐, 또는 비정상적인 개폐의 시도를 감지하여 알려주고 그 이력을 유지함으로써 보안기능을 하게 된다. 이러한 화물의 보안에 대한 신뢰성을 얻기 위한 e-Seal에 대한 연구가 진행되고 있으며, 미국을 비롯한 각 국에서 도

입을 검토하고 있다[1,2,3].

컨테이너 물류에 있어서 새로운 정보기술로서의 e-Seal 활용을 모색하기 위해서는, 기존 Seal방식이 사용되는 현재의 프로세스를 분석하고 그 특성을 반영한 혁신을 도모해야 할 것이다 [1]. 그러나 현재까지의 관련 연구는 비즈니스 프로세스 상에서의 e-Seal의 필요성에 기인하기보다는, 일반적인 RFID 시스템의 기능적 특성 및 공급사슬 상에서의 효과 [8, 10, 11]나 e-Seal 보안 프로토콜 이슈 [2, 3, 13]에 초점을 맞춘 기술적 접근이 주를 이루고 있다. 따라서, 본 연구에서는 수출입물류에 관한 현 비즈니스 프로세스 분석 결과를 기반으로 하여 e-Seal적용 방안을 제시하였다. 이를 위하여 실제 해운사 및 관세청에 수출입물류 적용방안 연구에 필요한 프로세스를 수렴하여 연구를 수행하였다. 또한, e-Seal 도입을 위한 관련 프로세스의 개선 방안을 연구하였다.

2. 관련 연구

2.1 e-Seal

Seal은 컨테이너 보안을 위해서 오래 전부터 많이 이용되어 왔으며, 대부분의 기존 Seal들은 가격이 싼 기계적인 방식이다. 이 Seal은 단순히 컨테이너의 개폐 유무만을 알 수 있으며, 불법 조작 등의 보안에 허점을 많이 내제하고 있다. 911 테러 이후 컨테이너에 대한 보안 요구가 급상승하였으며, 결과적으로 미 국방부나 관세청 등은 컨테이너용 Seal의 보안이 더욱 개선되도록 요청하였다. 이의 결과로 기존 Seal보다 좀 더 많은 정보를 내장한 RFID 방식의 전자 Seal이 등장하게 되었다. Seal은 컨테이너 운송에서 발생하는 하자에 대해 어느 정도의 책임 소재를 제공한다. Seal을 부착한 화물이 공급망 상에서 이동할 때, 각 화물의 전달 지점에서 수화자는 Seal을 확인하여 Seal의 상태를 확인하고 기록한 후 문서에 서명하도록 한다.

Seal은 그 방식에 따라 크게 기존의 기계적 Seal과 e-Seal로 나눌 수 있다. 기계적 Seal은 도난 방

지를 목적으로 하며 저가로 실제물류에서 많이 이용되고 있으나, 쉽게 복제 될 수 있으며 사람의 직접적인 확인을 요구한다. 또한 언제/어디/어떤 상황에서 누구에 의해 Seal이 파손되었는지 정확한 정보를 제공하지 못한다는 한계점이 있다 [13]. 반면 전자적 Seal, 즉, e-Seal은 이전의 기계적인 Seal에 비해 더 많은 정보를 제공한다. 전자적 방식은 도난 방지뿐 아니라 대 테러 방지를 목적으로 하며 컨테이너 문의 개폐상황, 상태를 자동으로 검출할 수 있게 해준다. 또한 화물의 이상이 없음을 증명하는 최종적 전자서명 시점과 파손이 발생할 시점의 시간 프레임을 확인하여 언제 어느 위치에서 Seal에 이상이 발생했는지를 추정할 수 있다 [14].

e-Seal의 종류로는 적외선(IR) 방식, 위성 및 셀룰러 통신을 지원하는 원격 방식 등을 포함하는 여러 가지가 있으나, RFID 방식의 e-Seal이 가장 선호되며 이미 많은 상업용 제품과 ISO 18185와 같은 표준화 작업이 이루어져 왔다 [13]. 또한 e-Seal은 수동형 RFID와 능동형 RFID로 분류할 수 있다. 능동형 시스템은 배터리를 내장하므로 수동형에 비하여 크기가 커지고 값이 비싸지만 인식 거리, 복잡하고 다양한 기능 구현, 실시간 상태변화 감지를 통한 상황발생 시각 파악, 기타 통신 장치와 연결하여 부가기능 구현이 가능한 점 등 여러 장점을 가지고 있어 선호되고 있다 [6, 8].

2.2 해외 컨테이너 보안 동향

2.2.1 영국 펠릭스토우 항

영국은 2002년 12월 미국과 컨테이너 보안협정(CSI: Container Security Initiative)을 체결하였다. 이에 따라 영국은 유럽국가로서는 CSI에 가입한 6번째 국가가 되었으며, 2003년 1월부터 미국행 수출 컨테이너 화물에 대한 사전 검사를 시행해 오고 있다.

영국과 컨테이너 보안협정을 체결함에 따라 미국은 당초 의도한 바와 같이 2003년 초부터는 전

세계 20대 항만에서 미국행 컨테이너 화물을 본격적으로 사전 검사함으로써 대량살상무기(WMD) 등이 미국으로 유입되는 것을 사전에 차단할 수 있게 되었다.

2.2.2 중국 상하이항 및 선전항

미 관세국이 주도하는 국제 컨테이너수송 안전 대책 CSI(Container Security Initiative)에 유럽의 일부항과 싱가포르 등이 참여를 표명하는 가운데 중국도 2003년 이를 받아들여 중국 내 주요항에 미국감사관의 주재를 승인할 수 있도록 하였다.

2.2.3 홍콩 HPH사

홍콩 터미널 운영업체인 Hutchison Port Holding(HPH)사는 미국이 테러 대책으로 도입한 선적 24시간 전 사전화물정보 제출 규칙(일명 24시간 룰)의 발효에 따라 자사가 운영하고 있는 컨테이너터미널에서의 안전수송을 위한 새로운 시스템인 컨테이너보안솔루션(Container Security Solution, CSS) 시험운용을 개시하였다.

미국 관세청에서는 해상수송 테러대책의 일환으로 컨테이너보안협정(Container Security Initiative)을 도입한 바 있으며, HPH사는 현재 CSI 대상으로 지정된 세계 20개 항만 중 7개 항만에서 터미널 운영사업을 하고 있다.

2.2.4 미국 스타벅스사(Starbucks)

미국 커피회사인 스타벅스(Starbucks)사가 컨테이너 전자 보안장치를 설치한다고 밝혔고, 스타벅스사는 페테말라에서 유럽으로 선적되는 모든 컨테이너에 보안장치를 부착하여 불법적인 컨테이너 문의 개봉을 감지할 계획이다. 스타벅스사는 이 같은 시스템 부트는 3개월간의 시범사업을 통해 결정하였으며 스타벅스사는 새로운 장치 도입으로 컨테이너 위치 파악과 보안이 향상되어 화물의 정시인도와 재고수준을 해결 할 수 있다고 평가하고 있다.

2.3 e-Seal과 물류 프로세스

물류관리 분야의 e-Seal을 적용하기 위해서는 기존에 사용되고 있는 Seal의 문제점을 파악하고 e-Seal을 적용함으로써 물류관리상에서 발생할 수 있는 도난을 예방할 수 있으며 화주와 선주로부터 신뢰성을 얻을 수 있다는 측면에서 중요성이 부각되고 있다. 그러나 RFID 기반 e-Seal에 대한 정부와 업계의 관심 및 수용의 확산, 표준화 작업이 진행되어 왔음에도 불구하고 기존 e-Seal 관련 연구는 주로 보안 프로토콜 이슈를 다룬 기술적인 연구 [2, 3, 13]가 주를 이루고 있으며, 수출입 물류 프로세스에 초점을 맞춘 연구는 미미한 상황이다. Nagi 등 [11]이 컨테이너 보관소를 위한 RFID 기반 프로토타입 시스템 개발 사례를 소개하고 있기는 하지만, 비즈니스 프로세스 관점으로부터 e-Seal 활용방안을 도출하는 구체적 접근법을 제시하지는 못하고 있다. 정보기술은 프로세스 혁신을 위한 수단으로 이용되어야 하며 그 기술 자체가 목적이 되어서는 안 된다는 점을 고려한다면, 물류관리를 위한 e-Seal의 적용 역시 프로세스 개선 방안을 도출하는 것이 중요하다.

3. e-Seal 적용을 위한 프로세스 개선

3.1 프로세스 분석

컨테이너 물류 상의 Seal관련 프로세스를 분석하여 문제점 및 이슈를 파악 후 개선방안을 도출하였다. 이를 바탕으로 e-Seal 적용 시 프로세스 개선 방안을 도출하고자 한다. 분석 대상은 화주(수출업자)의 화물 운송 부킹요청에서부터 화주(수입업자)의 화물 인도까지의 수출입 물류 프로세스를 대상으로 하였다.

<표 1> 프로세스상의 문제점 및 원인 분석

문제점 및 이슈	원인분석
----------	------

Seal Number 관리를 전혀 하고 있지 않아, 대부분 Seal Locking 이 잘되어 있는지 만을 확인. 현재 Seal 에 대한 보안성이 없기 때문에 Seal 을 바꿀 수 있음.	세관에서 Seal Number 관리 부재로 단지 서류상의 기록만 하고 있음
세관에 컨테이너 반입신고를 할 때 Seal Number도 같이 신고해야 하는데, 현재 임의적(Optional) 또는 행하여지고 있지 않음	Seal Number에 대한 관리가 전혀 없기에 임의적으로 행하여지고 있거나, 어쩔 땐 행하여지고 있지 않음.
하루에 두 번 야드맨이 Seal 확인을 할 때 Number 및 상태확인해야 하지만 육안으로 Seal 상태를 확인 할 뿐 Number는 확인하고 있지 않음.	인력부족, 자동화된 장비의 부재, 장시간 Seal 확인 처리 지연으로 야드맨이 육안으로만 Seal 상태를 확인하고 있음.
원칙적으로 입항 후 Seal Number 및 상태를 확인을 해야 하는데 현실적으로 어려움이 있어 확인을 하고 있지 않음.	인력부족, 자동화된 장비의 부재, 장시간 Seal 확인 처리 지연으로 Seal 확인을 하고 있지 않음.
각 단계로 넘어올 때 마다 화물의 부정행위 여부, 화물 확인을 위해 Seal 확인 작업이 필요한데 현재 Seal 확인 프로세스 절차가 생략되어 있음	규정된 프로세스 절차에 Seal 확인이 생략되어짐.

3.2 e-Seal 적용방안 및 프로세스 개선

프로세스 분석 단계에서 도출된 현재 프로세스의 문제점 및 이슈의 원인을 파악하여 e-Seal 적용을 통하여 해결 가능한 방안을 도출 하였다. e-Seal 적용방안은 Seal Number 관리(발급 및 등록), Seal 확인, Seal Number신고 시스템 개선, 새로운 Seal 확인 기능(Function) 생성의 네 가지 측면에서 분석되었다.

<표 3> 프로세스 개선내용

Process 개선 내용	To-Be 적용내용
e-Seal Number 발급 및 등록Function을 추가: 세관에서의 효율적인 Seal 관리 및 각 단계의 e-Seal확인을 위하여 등록번호(발급 및 등록)를 생성	현재의 Container Seal을 e-Seal로 대체 세관에서의 효율적인 e-Seal 관리 System(e-Seal DB, e-Seal Write 등)을 구축하여 자동화된 e-Seal Number를 발급 및 등록

세관 EDI 시스템 개선: 동시적으로 e-Seal Number 및 컨테이너 반입신고를 수신하여 업무의 효율성을 높이기 위해 세관 EDI 시스템을 개선	세관에 BPMS를 구축 후 BPMS를 통해 e-Seal 및 컨테이너 반입신고를 동시에 EDI로 전송
e-Seal 확인: 저비용 e-Seal 자동화 시스템 개발, 처리시간 단축, 완벽한 부정행위 유무 및 화물의 이상유무를 확인	컨테이너 Door에 e-Seal을 봉인 터미널 게이트에 리더기 부착 Hand Reader기 도입 터미널 및 Yard, 화주(수입업자)의 도착지에 e-Seal 자동화 시스템 구축
Seal 확인 프로세스 생성: 단계별 이동 시 화물 확인 및 부정행위 여부를 확인	e-Seal을 기준으로 한 효율적인 확인 프로세스 절차를 생성

첫째, Seal Number 발급 및 등록의 경우, Seal Number 관리를 전혀 하고 있지 않으므로 대부분 Seal Locking이 잘되어 있는가 만을 확인하고 있으며 현재 Seal에 대한 보안성이 없기 때문에 Seal을 바꿀 위험이 존재한다. 이는 세관에서 Seal Number 관리 프로세스가 없이 단지 서류상의 기록만을 하고 있는 데에 그 원인이 있다. 이를 개선하기 위하여 현재의 Container Seal을 e-Seal로 대체하고, 세관에 e-Seal 관리 시스템(DB, e-Seal Write 등)을 구축하여 자동으로 e-Seal Number를 발급 및 등록할 수 있게끔 할 필요가 있다.

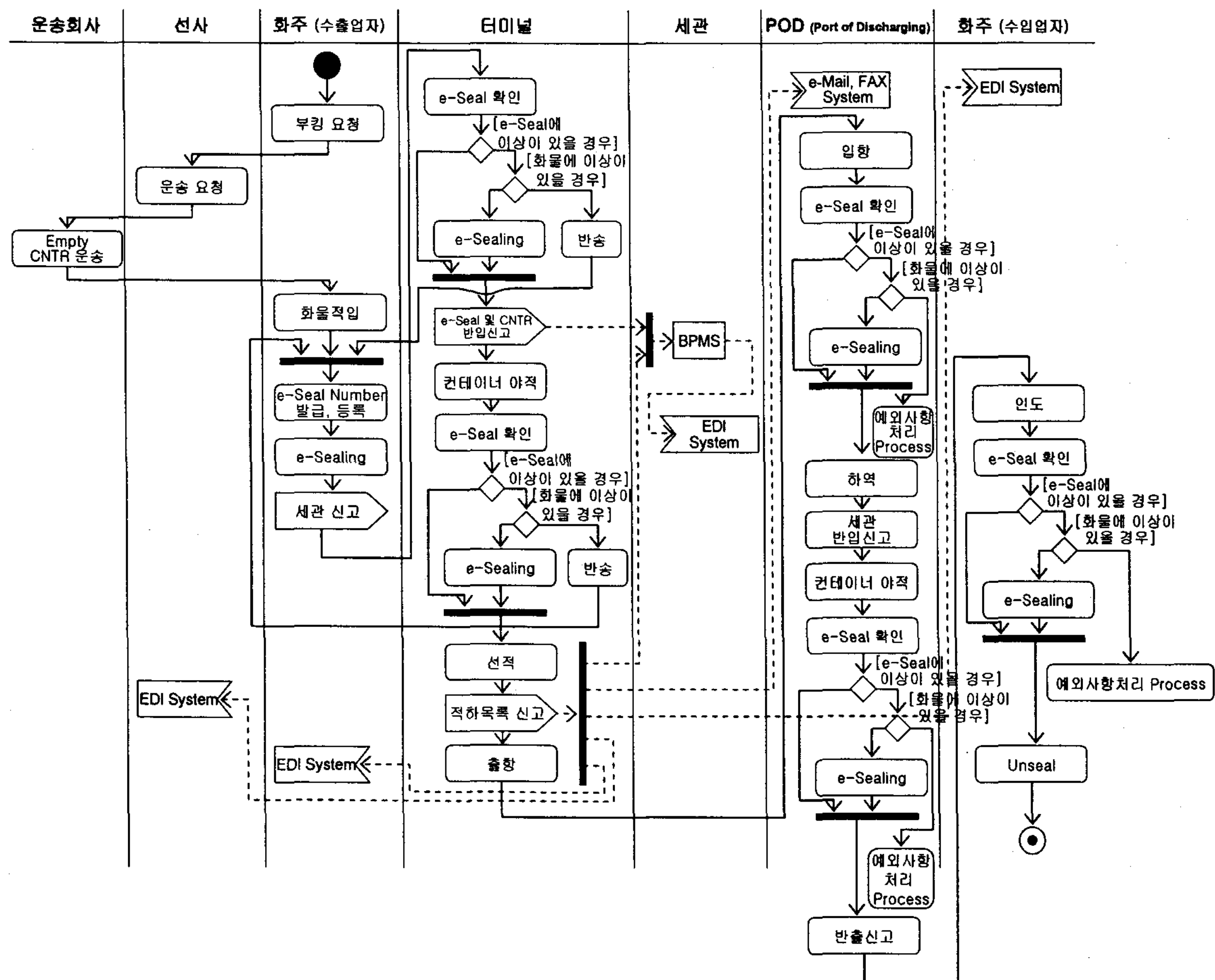
둘째, Seal 확인의 경우, 하루에 두 번 야드맨이 Seal 확인을 할 때 Number 및 상태확인해야 하지만, 육안으로 Seal 상태만 확인 할 뿐 Number는 확인하지 않고 있다. 원칙적으로는 입항 후 Seal Number 및 상태를 확인해야 하지만, 인력부족, 자동화된 장비의 부재, 장시간 Seal 확인 처리 지연 등의 현실적인 어려움이 있는 상황이다. 처리시간 단축, 완벽한 부정행위 유무 및 화물의 이상유무 확인을 위해서는 e-Seal의 파손여부 및 등록번호 확인, e-Seal 및 Hand 리더기 도입, 컨테이너 Door에 e-Seal 봉인, 터미널 및 Yard, 화주(수입업자)의 도착지에 e-Seal 자동화 시스템 구축 등의 개선사항이 요구된다.

셋째, Seal 신고 시스템의 경우, 세관에 컨테이너 반입신고를 할 때 Seal Number도 동시에 신고해야 하는데, 현재는 임의적(Optional)으로 수행하거나 생략하고 있는 상황이다. 이는 Seal Number에 대한

관리가 전혀 없기 때문이므로, 실시간으로 e-Seal Number 및 컨테이너 반입신고를 수신하여 업무의 효율성을 높일 필요가 있다. 이는 세관에 BPMS(Business Process Management System) 구축 후, BPMS를 통해 e-Seal 및 컨테이너 반입신고를 동시에 EDI로 전송하는 방식으로 개선할 수 있다.

넷째, Seal 확인 프로세스 생성의 경우, 각 단계로 넘어올 때 마다 화물의 부정행위 여부와 화물

확인을 위해 Seal 확인 작업이 필요하지만 현재는 Seal 확인 프로세스 절차가 생략되어 있다. 이는 규정된 프로세스 절차에 Seal 확인이 생략되어 있기 때문이므로, e-Seal을 기준으로 한 효율적인 확인 프로세스 절차를 도입함으로써, Seal 확인 프로세스 절차를 거치게 하거나 단계별 이동 시 화물을 확인하거나 부정행위 여부를 확인하게끔 할 수 있다.



[그림 1] e-Seal 적용 프로세스

<표 3>은 기존 프로세스 분석에서 파악된 문제점 및 이슈, 원인분석을 e-Seal 적용 시 프로세스 개선방안을 요약한 것이다. [그림 1]은 e-Seal을 적용한 물류 프로세스를 나타낸 것이다.

4. 결론

본 연구는 전통적 Seal을 사용하는 기존의 물류

관리 프로세스의 문제점을 해결하기 위하여, e-Seal을 적용을 위한 프로세스 개선 방안을 제시하였다. 기존 업무에서는 담당자가 컨테이너에 부착되어 있는 Seal을 육안으로 확인하는 방식이었기 때문에 컨테이너 운송 시에 여러 문제점이 발생하게 되는데, 그러한 문제점들을 e-Seal 도입을 통해서 해결할 수 있는 방안을 모색하였다.

현재 e-Seal의 인증 및 보안이나 RFID기술표준 등 기술적인 이슈에 관한 연구는 상당 부문 진척이 되어있는 상황이다. 그러나 실제 수출입 물류 프로세스에 e-Seal을 도입 시에는 다음과 같은 몇 가지 고려 이슈들이 남아 있다. 우선, 처음 e-Seal을 도입할 때 시스템 구축에 따른 비용이 발생하게 되는데 이를 누가 부담할 것인가의 문제가 생기게 된다. 둘째, 누가 e-Seal ID를 발급하고 관리할 것인가를 고려할 필요가 있다. 셋째, 컨테이너 보안 상의 문제가 발생할 시 그 책임소재 및 보상에 대한 문제를 고려할 필요가 있다. 끝으로, e-Seal 도입으로 인한 세관 및 선사, 포워드의 업무 프로세스 변경에 대한 직원들의 저항을 해결해야 한다. 추후 이러한 문제점들을 해결하기 위한 연구가 필요할 것이다.

Acknowledgment

본 연구는 한국전자통신연구원의 위탁연구 지원과, ㈜코리아컴퓨터의 현장 연구 협조를 받아 수행되었음.

[참고문헌]

- [1] 류옥현, 이재광, 노성호, "RFID 비즈니스 어플리케이션 개발 방법론: RAM", 한국IT서비스학회지, 제5권, 제2호(2006), pp.199-209.
- [2] 민정기, 강성훈, 정상화, 김동규, "e-seal 보안 프로토콜을 위한 효율적인 Pseudo Random Function", 한국정보과학회2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집C, 제33권, 제1호(2006), pp.274-276.
- [3] 박성수, 이문규, 김동규, 박근수, 김호원, 정교일, "안전한 전자봉인을 위한 인증 프로토콜 설계", 한국정보과학회 추계학술발표대회논문집, 제8권, 제2호(2005), pp.279-282.
- [4] 산업자원부 기술표준원, RFID기술표준 및 실용화 전략 가이드, 2006. 04.
- [5] Chapman, D. L., "Failures of Former Giants Teach IT Industry Lessons", Boston Business Journal, January & <http://www.northpoint.com/Research.html>, 1997.
- [6] Department of Commerce, Washington D.C., "Radio Frequency Identification: Opportunity and Challenges in Implementation", 2005. 04.
- [7] Duppy, D., "Managing the White Space (Cross-Functional Processes)", Management, (1994), pp.35-36.
- [8] Goodrum, P. M., M. A. McLaren, A. Durfee, "The Application of Active Radio Frequency Identification Technology for Tool Tracking on Construction Job Sites", Automation in Construction, Vol.15(2006), pp. 292-302.
- [9] ISO/PAS 17712, "Freight containers-Mechanical seals", 2003.10.01.
- [10] Karkkainen, M., "Increasing Efficiency in the Supply Chain for Short Life Goods Using RFID Tagging", International Journal of Retail & Distribution Management, Vol.31(2003), pp. 529-536.
- [11] Nagi, E. W., T. C. E. Cheng, and K. Lai, "Mobile Commerce Integrated with RFID Technology in a Container Depot", Decision Support Systems, Vol.43(2007), pp. 62-76.
- [12] O'Neill, P. and A. S. Sohal, "Business Process Reengineering: A Review of Recent Literature", Technovation, Vol.19(1999), pp. 571-581.
- [13] Park, S., M. Lee, D. K. Kim, K. Park, Y. Kang, S. Lee, H. Kim, and K. Chung, "Design of an Authentication Protocol for Secure Electronic Seals", Transactions on Engineering, Computing and Technology, Vol.10(2005), pp. 1305-5313.
- [14] Wolfe, M., "Electronic Cargo Seals: Context, Technologies, and Marketplace", North River Consulting Group, 2002.07.12.
- [15] World Shipping Council, International Mass Retail Association, and Notional Industrial Transportation League, "In-Transit Container Security Enhancement", 2003.09.09.