

RFID를 활용한 보세창고관리 효율화 방안 연구

박지선*, 이후연*, 장윤석*, 송병준**, 김유승***

*한국항공대학교 항공교통물류학과, **㈜한국무역정보통신, ***유한테크노스(주)

The Research of Optimization of Bonded Warehouse management

Park Jisun, Lee Hu-eon, Chang, Yoon Seok, Song byeong-jun, Kim you seon

Air Traffic Transportation and Logistics, Korea Aerospace University

Korea Trade Network, yohantechnos.co., LTD

E-mail : pjj13@kau.ac.kr , dlgnajs@kau.ac.kr, yoonchang@kau.ac.kr,

bjsong@ktnet.co.kr, r1ch@yht.co.kr

요 약

국가 간 무역 활성화로 인하여, 국제 물류의 고도화가 요구되는 현 시점에서 보세창고의 운영 효율성을 제고할 필요성이 커지고 있다. 그러나 현재의 보세창고 프로세스 중 검수 및 장치화물관리 프로세스는 수작업으로 인한 오류발생률이 높아 효율성이 저하되는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이에 대한 해결책으로 보세창고에 RFID 기술을 적용하여 검수작업을 자동화하는 방안을 제시하였다. RFID 기술 도입은 검수 작업의 효율화뿐만 아니라, 향후 실시간 장치화물관리, 창고 내 Resource 관리 등 창고관리의 제 분야에 활용되어 보세창고관리의 효율성을 제고시킬 것으로 기대된다.

1. 서론

FTA, 지역경제블록화 등으로 국가간 무역 장벽이 점차 낮아지고 있으며, 이에 따라 국가 간의 교역량도 지속적인 증가세를 보일 전망이다. 이러한 수출입 화물의 증가는 국제 물류의 고도화를 요구하고 있으며, 이에 따라 수출입 화물의 중계기지라고 할 수 있는 보세창고의 운영 효율성 제고가 필요하다.

기존의 수작업으로 진행되던 보세창고 업무는 80년대 이후 바코드의 역할이 일반화되고 시스템

이 안정화되면서 업무프로세스가 개선 되었다. 그러나 단순업무에서 탈피하여 로케이션 관리업무, 자동 입출고에 의한 보관료계산기능, 자동 입출고에 의한 EDI 시스템 연계 기능, 실시간 화물정보 제공기능 등의 다양한 기능이 요구되면서 바코드의 한계점이 부각되기 시작하였다. 또한 보세창고의 경우 유통물류, 기업물류 상의 일반창고와는 다르게 수출입화물을 취급하는 관계로 기타 여러 문제-각 국가간의 바코드표준의 차이 등-가 발생하였으며 이로 인하여 바코드 사용이 점차 배제되

고 수작업으로의 전환이 이루어지고 있는 실정이다. RFID(Radio Frequency Identification)의 등장은 상기에 언급된 기존 바코드의 문제점을 보완할 수 있는 새로운 정보전달 매체로 인식되고 있으며, 이에 따라 RFID 도입에 의한 가시성 확보 등 창고운영 효율화 방안에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 있다. [1], [2]

본 연구에서는 RFID를 활용한 보세창고관리 효율화를 위하여 첫째, UML을 이용 실제 보세창고의 업무 프로세스를 분석하여 문제점을 도출하고, 둘째, 문제점 해결방안으로서 보세창고 RFID 네트워크 모델을 제시하고자 한다.

2. 보세창고

2.1 보세창고의 정의

본 연구에서 다루고 있는 보세창고는 통관 대기 중인 수입물품을 장치하기 위한 장소로서, 관세청의 보세구역 분류 상 특허보세구역에 속하는 가장 일반적인 보세장치장이다. 보세창고는 보세구역 중 가장 이용도가 높으며, 일체의 수입물품 또는 반송될 물품이 보세창고에 반입될 수 있다. 또한 보세창고 시설에 대한 이용도 제고를 목적으로 통관을 하고자 하는 물품에 방해가 되지 않는 범위 내에서 세관장의 허가를 받아 다른 내국물품도 장치할 수 있다. [3]

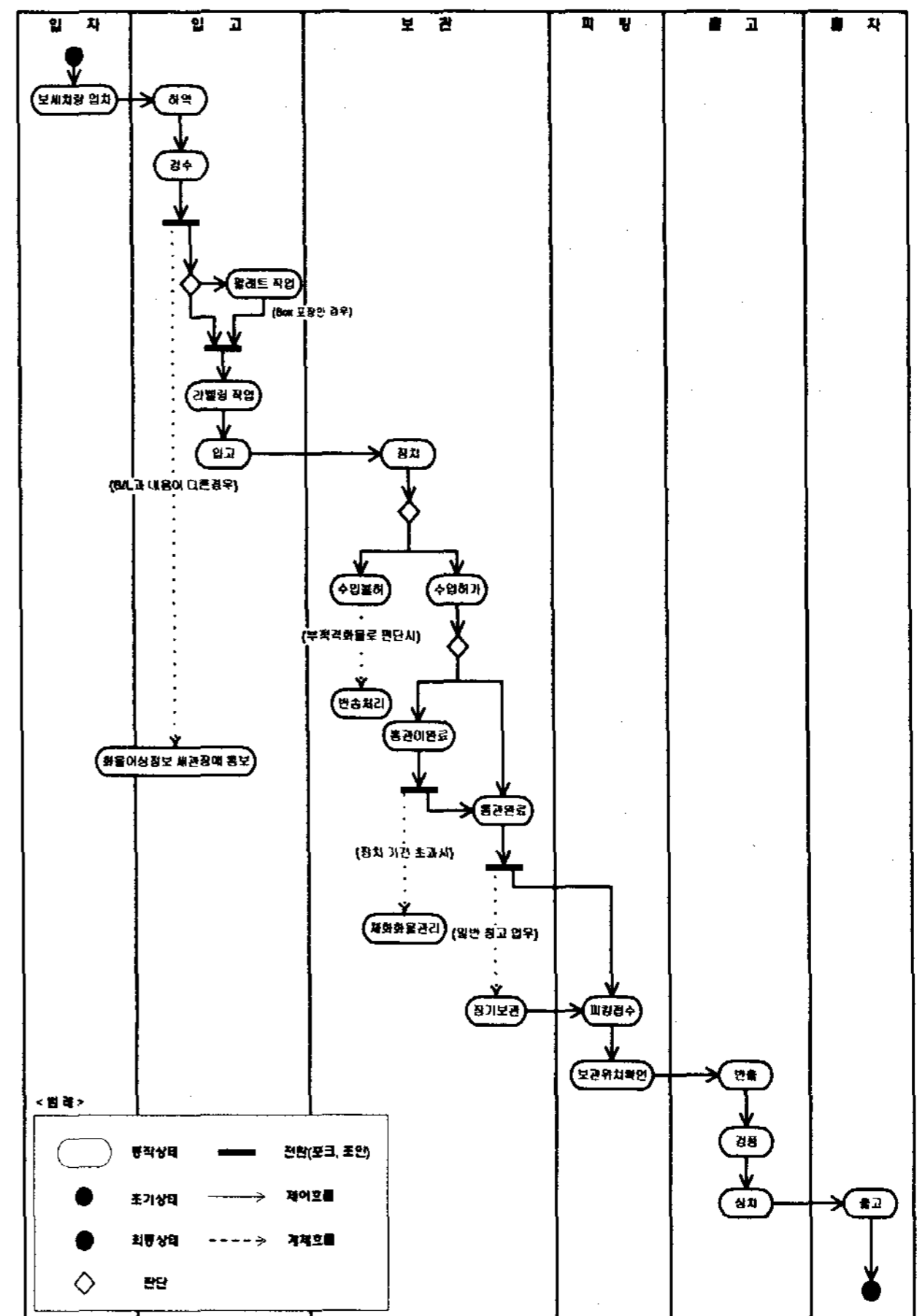
2.2 보세창고 화물처리 프로세스[4]

본 연구에서는 보세창고의 화물처리 프로세스 활동다이어그램에서 보는 것과 같이 입차, 입고, 보관, 피킹, 출고, 출차 등의 6단계로 구분하였다. 이 중 입차와 출차를 제외한 나머지 과정에 대하여 자세히 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 입고

보세창고구역으로 진입한 보세운송차량은 트럭덕(dock)을 배정받게 되며, 배정받은 트럭 덕 혹은 지정장소에서 화물을 하차한다. 이 때 화물은

대부분 상자 혹은 팔레트 단위의 화물이며 이들은 하차와 동시에 반입예정정보와 비교, 검수를 받게 된다. 검수가 끝나면 팔레트화물의 경우 추가 작업 없이 보관장소를 배정받아 창고로 반입이 되며, 상자 단위의 화물은 B/L 단위로 팔레트화 되어 창고로 반입이 된다. 창고운영인은 검수 결과가 이상이 있을 경우 해당 관세청에 통보하여야 하며, 이상이 발견되지 않는다면 반입신고서를 작성, 세관에 전송하여야 한다.



<그림 1> 보세창고 활동다이어그램

2.2.2 보관

보관 프로세스는 보관화물의 성격에 따라 크게 통관화물관리, 반송화물관리, 체화화물관리로 구분할 수 있다. 수입화물에 대하여 수입신고가 이루어지면 서류심사, 물품검사, 세금납부의 통관 단계를 거치게 된다.

먼저 통관화물관리는 수입신고에서 세금납부까지 정상적으로 통관처리가 된 화물을 관리하는 과정으로, 다음의 두 가지 경우로 나누어진다. 첫째, 통관이 처리됨과 동시에 화물을 반출해 가는 경우로 가장 일반적인 프로세스라고 할 수 있다. 둘째, 통관처리 된 화물을 장기보관 하는 경우로 이는 일반창고의 업무와 같다.

반송화물관리는 수입신고가 접수된 이후 서류심사 혹은 물품심사 단계에서 수입허가를 받지 못한 화물을 관리하는 과정을 말한다. 반송화물은 정상적인 수출 절차를 밟아 외국으로 반송되어야 하며, 보세구역장치기간 내에 반송을 이행하지 않을 경우 체화화물로 취급되어 공매절차, 혹은 국가 귀속 절차를 밟게 된다.

체화화물관리는 서류심사와 물품검사를 통과했으나 세금을 납부하지 않아 수입통관이 되지 아니하고 보세구역에 장치할 수 있는 기간을 초과하여 장치된 수입물품_혹은 보세구역장치기간 내에 반송을 이행하지 않은 화물을 관리하는 과정이다. 보세창고 운영인은 당해 물품의 장치기간 만료 30일 전에 수입화주에게 통보하여야 하며, 수입화주가 수출, 수입 또는 반송을 이행하지 않을 경우 공매절차, 혹은 국가 귀속 절차를 밟게 된다.

2.2.3 피킹 및 출고

화주의 반출 요청이 있을 경우 세관의 반출승인 내역과 대조, 검수 후 보관 장소로부터 화물을 반출하여 지정된 차량에 상차한다. 이 때 창고운영자는 반출신고서를 작성하여 세관에 전송한다.

2.3 현행 프로세스의 문제점

2.3.1 모호한 보관 장소 배정 기준

보세 창고의 문제점 중 하나가 보관 장소를 배정하는데 있어 기준이 모호하다는 것이다. 체화화물의 경우 창고 내 다른 화물과 구분하여 보관하고 있으나, 이는 창고의 보관 효율과 관련해서는 별 의미가 없다.

따라서 일반 창고에서 활용되는 ABC기법을 보세창고에도 도입할 필요가 있다. 단, 일반창고와는 달리 보세창고의 경우 B/L(Bill of Lading) 단위로 화물이 관리되기 때문에 화물의 종류를 기준으로 하여 ABC기법을 도입하기에는 무리가 따른다. 따라서 화주를 기준으로 하여 반입 화물량, 통관 이후 화물의 일반창고 활용도, 통관 후 반출까지의 소요시간 등을 고려하여 등급을 나누는 ABC기법 도입방안을 제안하는 바이다.

2.3.2 비효율적인 검수 및 장치화물관리

현재 검수작업 및 재고관리는 실제 수작업에 의한 작업이 대부분을 차지하는 과정이다. 따라서 보세창고 프로세스 중 가장 많은 시간이 소요되며, 오류발생률이 높은 비효율적인 부분이다.

본 연구에서는 검수절차와 재고관리에 있어 효율성을 재고하기 위한 방안으로 RFID 기술의 도입을 제안하는 바이며 자세한 네트워크구성과 프로세스 과정은 3장에서 다루기로 한다.

<표 1> 기존 보세창고 모델과 RFID 기반 모델 비교

업무구분	기존 보세창고 모델	RFID 기반 보세창고 모델
반입 및 관련 EDI 전송시간	화물 개당 3분 (반입확인 및 용적계산)	1초 미만 (RFID태그 및 정보 서버를 통한 화물정보자동인식 및 EDI 전송연계)
창고 내 이적시간	팔레트 1개당 2분 (이적 전 후 위치를 수기로 기록)	1분 미만 (시스템에서 처리)
재고파악 시간	약 4시간 (반출입 장부를 확인하여 재고 파악)	1분 미만 (시스템에서 자동 계산)
보관료 계산시간	약 5분 (기록된 용적 및 보관일수를 계산하여 보관료 산정)	1분 미만 (RFID 태그에 기록된 반/출입정보와 저보 서버를 통한 화물정보를 이용하여 보관료 자동 산정)
반출 및 관련 EDI 전송시간	1분 (반출수량 확인 및 EDI 전소)	30초 (반출수량 자동 확인 및 EDI 전송 연계)

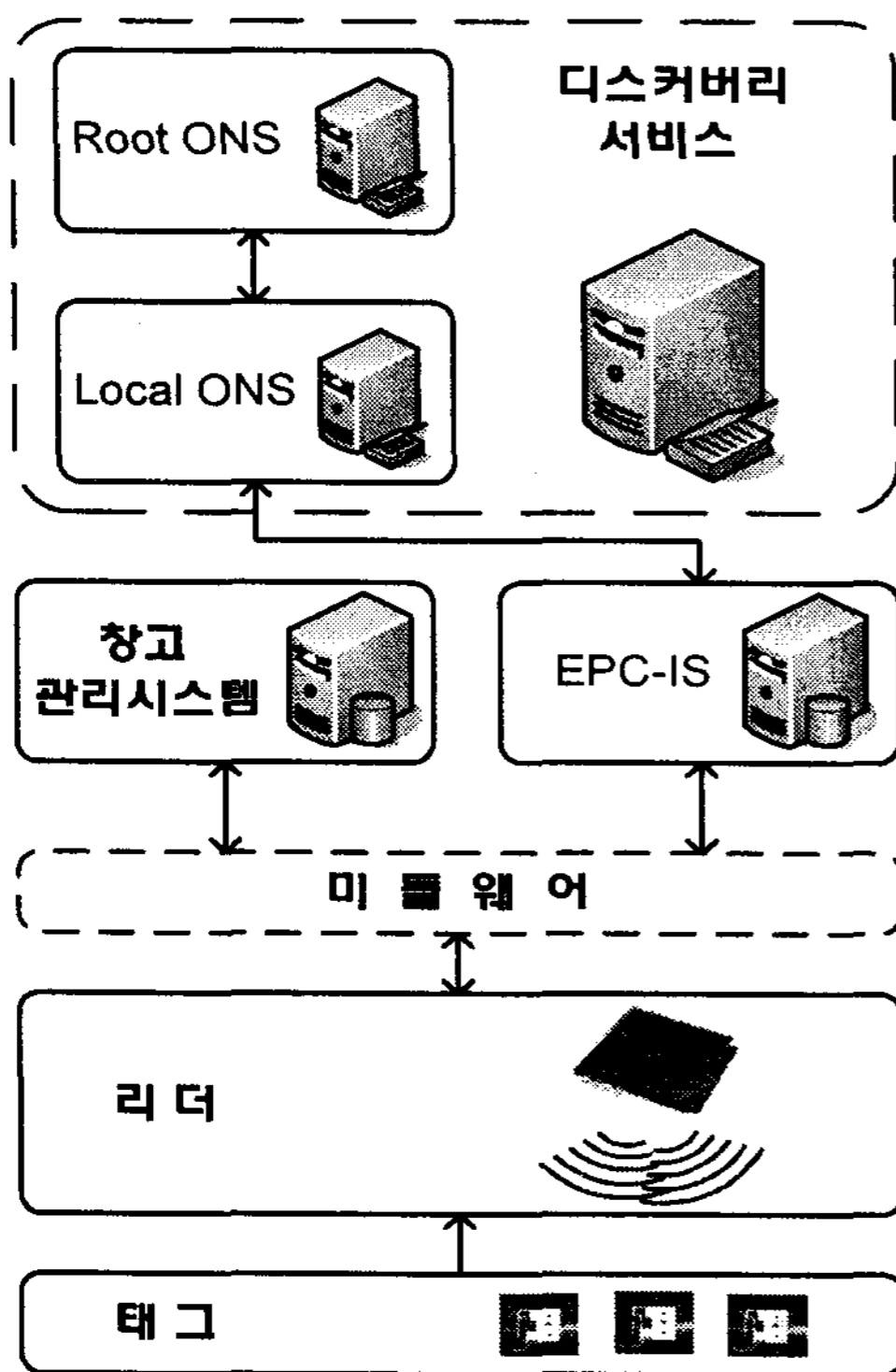
출처: 한국정보통신기술협회(2005), RFID 기반의 보세창고 관리 모델을 위한 응용 요구사항 프로파일, p13

3. RFID 네트워크

3.1 RFID 네트워크[5][6]

향후 보세창고의 수출입 관련 업무에 있어 국제적인 네트워크와의 연동을 고려해야 하는 만큼 본 연구에서는 EPCglobal 네트워크를 기반으로 RFID 네트워크를 구축하였다.

RFID 네트워크는 특정 EPC 코드와 관련된 데이터를 찾아 그 데이터에 대한 접속승인요청을 지원하는 디스커버리 서비스와 디스커버리 서비스의 일부로서 EPC 코드를 인터넷 상의 URL로 변환시켜주는 ONS(Object Naming Service), EPC 코드와 관련된 정보를 저장하는 EPCIS(EPC Information System), 실시간 판독 동작 및 정보를 관리하며 리더와 정보시스템 간의 데이터 교환을 가능하게 해주는 미들웨어, 태그로부터 코드 및 관련 정보를 수집하는 리더, 식별을 위한 마이크로 칩과 통신을 위한 안테나가 내장된 태그 등으로 구성된다.



<그림 2> RFID 네트워크

3.2 작동원리

3.2.1 정보등록

RFID 태그를 부착할 경우, 관련정보(제조일자, 유효기간, 위치 등)를 EPCIS에 기록하며, EPCIS는 디스커버리 서비스에 EPC 정보를 등록하게 된다.

3.2.2 정보검색

RFID 네트워크에서 어떤 제품의 정보를 알고 싶을 경우, 리더를 이용하여 제품에 부착된 RFID 태그에서 RFID 코드를 읽어온다. 읽어온 코드가 디스커버리 시스템을 통해 물체의 정보가 기록되어 있는 EPCIS의 위치를 얻게 된다. 그러면 해당 EPCIS로부터 필요로 하는 정보를 검색할 수 있다.

3.3 보세창고 RFID 네트워크 구축

3.3.1 태그[7]

EPC에는 7개의 식별자별 코드구조가 정의되어 있다. 이 중에서 본 연구의 보세창고 RFID 네트워크에서 사용되는 코드는 화물과 관련된 SGTIN(Serialized Global Trade Identification Number), 위치와 관련된 SGLN(Serialized Global Location Number), 개별자산(장비)와 관련된 GIAI(Global Individual Asset Identifier)이다.

장치 랙, 장치 구역, 트럭 덕에 부착한 태그에 SGLN을 부여하며, 위치(Location)관리에 이용한다. 또한 고정 리더, 이동 리더, 지게차 등에 부착한 태그에는 GIAI를 부여하며 장비관리에 이용한다. 단, 리더의 경우 직접적인 태그 부착 없이 정보시스템 상에서 코드만 부여한다

3.3.2 리더

본 연구의 보세창고 RFID 네트워크에서의 리더는 이동성을 보장하기 위하여 지게차에 장착하거나, 핸드 헬드, 기타 이동형 리더기를 사용한다. 이러한 이동형 리더기의 인식거리는 제한하는데, 이는 현재 지게차에 의해 이동되고 있는 화물의

정보와 화물이 장치되는 위치의 정보만을 읽기 위해서이다. 또한 하역 단계에서 검수 자동화를 위해 하역장소에 고정형 리더기를 설치한다.

3.3.3 정보처리과정

보세창고에 RFID 네트워크를 구축함에 있어서 화물검수작업과 장치위치확인 작업의 자동화에 가장 중점을 두었다. 이를 위해 다음과 같이 정보처리과정을 구현하였으며, 작업자에게 PDA를 지급하여 원격으로 창고관리시스템과의 연동이 가능하도록 하였다.

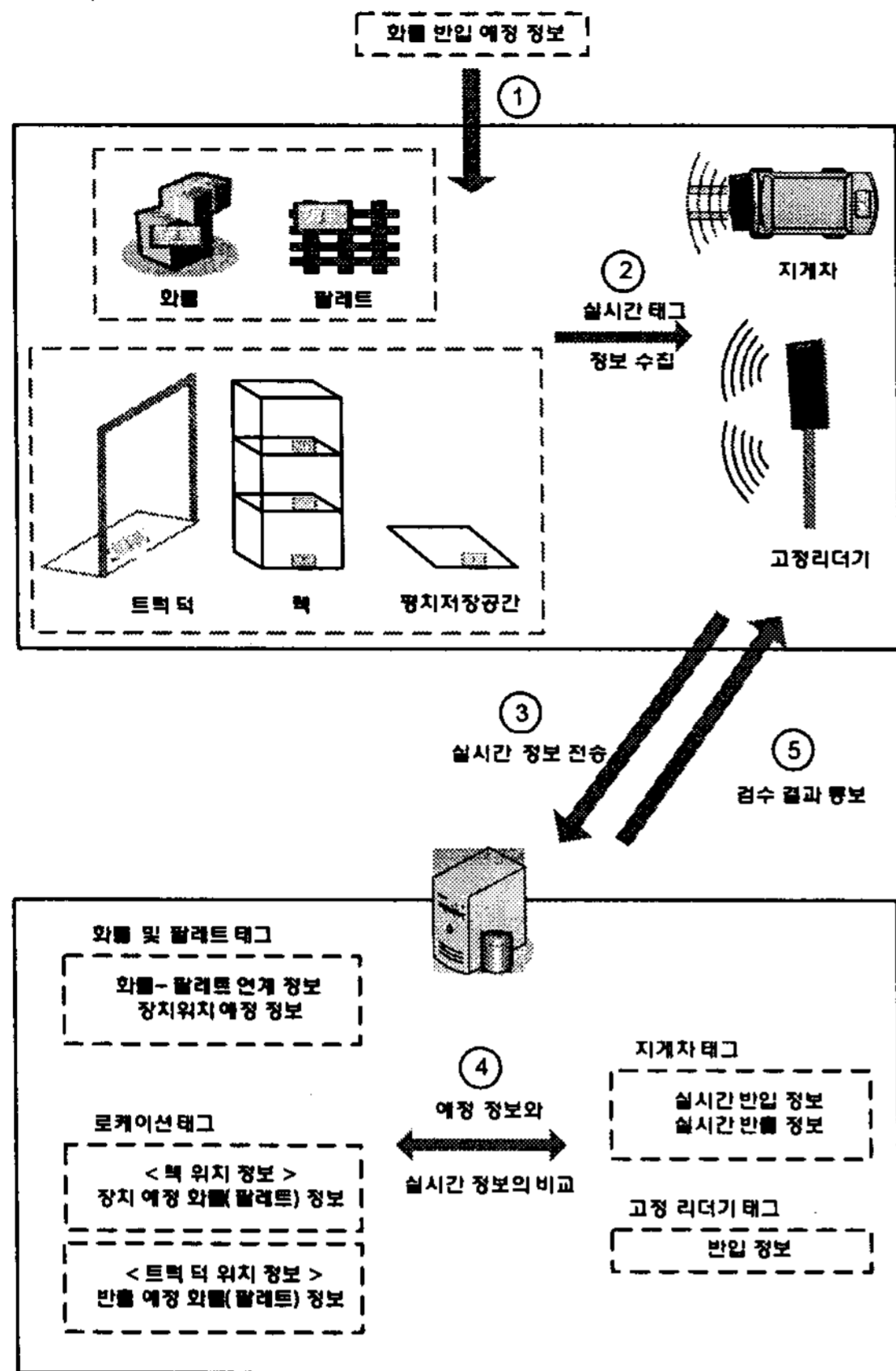
피킹	<u>지게차태그</u> : 반출예정위치정보, 반출예정화물정보 <u>장치위치태그</u> : 화물반출확정정보 (장치가능정보)	반출예정정보 접수 작업지시/화물정보전송 <u>반출위치확인</u> (위치태그/화물태그와 지게차 태그의 예정정보 비교) 장치가능위치정보 <u>반출화물검수</u> (B/L-화물정보)
출고	<u>지게차태그</u> : 반출 트럭 덕 정보	<u>반출트럭덕확인</u> (트럭덕 태그와 지게차 태그의 반출예정 정보 비교) 반출신고서 전송

<표2> 정보처리 과정

	EPCIS	창고관리시스템
네트워크 구축	<u>장치위치태그</u> : 장치상태정보 (장치가능정보) <u>트럭덕태그</u> : 출고상태정보 (출고가능정보) <u>지게차태그</u> : 장비상태, 작업가능여부	
입고 전	<u>장치위치태그</u> : 장치화물예정정보	반입예정정보 접수 장치가능위치정보
입고	<u>화물태그</u> : 화물정보(제조월일, 취급주의사항 등), B/L 정보, 장치예정위치정보 <u>지게차태그</u> : 취급화물정보	<u>반입화물검수</u> (B/L-화물정보) 반입신고서 전송 작업지시/화물정보전송
보관	<u>화물태그</u> : 장치확정위치정보, 장치기간, 반출승인정보, 화물성격(통관, 일반, 반송, 체화), 상태정보 <u>장치위치태그</u> : 장치확정화물정보	<u>장치위치확인</u> (위치태그와 화물태그의 정보 비교) 반출승인 통보 장치기간 경보

3.4 RFID 기반 검수 업무 프로세스

- ① 반입예정정보를 활용하여 장치위치 (Location) 태그의 정보와 장치예정화물정보를 연계시킨다. 또한 하역과정에서 수집되는 화물 및 팔레트 태그 정보와 장치위치예정정보를 연계시킨다.
- ② 지게차와 고정리더를 통해 실시간으로 화물 태그 정보와 장치위치태그정보를 수집한다.
- ③ 이렇게 수집된 태그 정보는 서버로 전송된다.
- ④ 시스템 상에서 실시간 정보와 예정 정보의 비교를 통해 검수가 진행된다.
- ⑤ 검수 결과를 현장으로 통보하며, 이상 발생 시 경고 신호를 준다.



<그림 3 RFID> 기반 검수업무 프로세스

3.5 기대효과

보세창고에 RFID를 도입함으로써 하역 단계에서의 반입화물 검수작업이 사라지게 되며, 화물장치과정, 화물반출과정, 화물상차과정에서 수작업에 의한 오류발생률을 줄일 수 있다. 또한 창고 내 빈 공간과 화물의 장치 위치에 대한 정보가 웹상에 구현이 가능하기 때문에 창고 내 화물장치 위치를 추적하는데 소요되는 시간을 줄일 수 있다. 즉, 입고에서부터 출고에 이르기까지의 전 단계에서 별도의 검수 작업이 필요 없으며, 장치화물관리에 소요되는 시간이 줄어들기 때문에 보세창고 전체 프로세스에 대한 시간 절약 효과는 클 것으로 예상된다.

4. 결론

본 연구에서는 기존 보세창고 프로세스를 UML을 이용하여 분석하고, 현재 보세창고의 문제점을

해결하기 위하여 보세창고 RFID 네트워크 모델을 제시하였다. 기존의 검수 및 재고관리와 관련하여 낙후된 정보시스템을 사용하고 있는 보세창고에 RFID 네트워크를 구축함으로써 반입화물검수의 자동화와 장치화물의 가시성 확보가 실현되고, 이를 통해 보세창고 운영 효율화가 제고될 것으로 기대된다.

본 연구는 검수 프로세스 개선에 중점을 두고 있는 있으므로 실시간 화물위치추적을 위한 창고 내 고정리더기 설치에 배제하였다. 향후 실시간 resource 관리, 실시간 화물위치파악, 창고 내 환경정보(온도, 습도 등) 수집, 화물 도난 방지 등 창고관리의 제 분야에서 RFID 기술이 도입될 것이며, 이에 따라 창고 내 고정리더기 설치를 고려한 보세창고 RFID 네트워크 개선에 대한 연구가 필요하다.

또한 국제 RFID 네트워크와의 연동에 대비해야 하는 만큼 네트워크 구축단계에서부터 RFID 관련 국제표준에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 한국정보통신기술협회(2005), RFID 기반의 보세창고 관리 모델을 위한 응용 요구사항 프로파일
- [2] Harry K.H., " Design of a RFID case-based resource management system for warehouse operations," Expert Systems with Applications 30(2006), pp.561-576
- [3] 관세청, www.customs.go.kr
- [4] 『 초보자를 위한 UML 객체 지향 설계 (제2판)』, Joseph Schuller, 2002
- [5] RFID산업활성화지원센터, www.rfidepc.or.kr
- [6] 한국유통물류진흥원(2005), " EPCglobal Network Overview"
- [7] 한국인터넷진흥원(2006), " RFID 검색시스템 구축 및 운영 지침서 V1.2"