

## E-seal 개발 관련 표준 및 기술 동향

김정호 · 백운주  
(부산대학교)

### 목 차

1. 서 론
2. 전자봉인 개념 및 시스템 구조
3. 전자봉인 관련 표준 동향
4. 국내외 개발 현황
5. 향후 전망 및 결론

### 1. 서 론

미국은 9·11 테러 사태 이후 자국의 안전을 위해 미국 항만에 들어오는 화물 컨테이너에 대해 전자봉인을 도입하는 계획을 추진 중이다. 전자봉인을 부착하지 않은 화물에 대해서 수입을 금지하거나 통관 시 전수 검사하겠다는 방안이다.

전자봉인(E-seal)은 컨테이너 안전장치의 일환으로 RFID 태그를 부착한 컨테이너 봉인장치를 뜻한다. 전자봉인은 야적장이나 공해상 등의 이동 중에 부적절하게 컨테이너가 개봉된 경우 실시간으로 봉인 파손 상황을 알려주거나, 봉인 훼손 상황에 대한 이력을 기록하는 역할을 한다.

이 기술의 가장 핵심은 봉인의 생존율과 검증의 완전성을 보장하는 것에 있으며, 이를 적용한 화물 보안 과정에서 사람이 직접 봉인을 뜯고 내부를 살펴보는 수작업을 줄일 수 있게 됨으로서 물류비용절감의 효과도 누릴 수 있다.

전자봉인이 적용될 컨테이너 시장동향을 살펴보면, 전세계 컨테이너 물동량 대비 동북아

항만의 비중이 점차 확대되고 있는 추세이며 향후 세계 10대 컨테이너 항만에 동북아시아 항만이 대부분을 차지할 것으로 예상하고 있다. 여기에 전자봉인을 적용한다면 수천억원 규모의 시장을 형성할 수 있을 것이며, 원활한 물류 처리를 위한 시설 현대화를 통해 동북아시아 허브항만으로서의 위상을 높일 수 있을 것이다.

이와 같은 시장의 요구사항에 맞추어 국제표준화기구 ISO의 TC104(화물 컨테이너) 기술위원회에서는 컨테이너관리 목적의 전자봉인에 대한 표준작업을 진행하고 있으며, 표준선점에 대한 국내외적인 관심이 고조되고 있는 실정이다.

본고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 컨테이너에 사용되었던 봉인과 종류에 대해 알아보고, 전자봉인(E-seal)의 특성에 따른 분류 및 시스템 구성에 대해서 알아본다. 3장에서 전자봉인과 관련된 표준 동향에 대해 살펴보고, 4장에서는 국내외 개발 현황에 대해서 살펴본다. 마지막으로 5장에서는 전자봉인의 향후 전망 및 결론을 제시한다.

## 2. 전자봉인 개념 및 시스템 구조

### 2.1 컨테이너 봉인(seal)

컨테이너 봉인이란 국내선적용 화물 보호를 위한 잠금장치라기보다 국제 무역용으로 쓰이는 경우가 일반적이다. 이러한 컨테이너용 봉인은 불법적인 컨테이너의 개봉을 통한 화물 분실, 파손이나 임의적인 물품변경을 방지하기 위한 표시장치로서 수출입 화물의 무결성을 보장하는 역할을 함과 동시에 화주, 화물 운송자, 수출입을 담당하는 정부기관에 화물의 신뢰성을 제공한다[6].

현재 사용되고 있는 컨테이너 봉인으로는 indicative 타입과 barrier 타입의 봉인으로 구분된다[6]. Indicative 타입 봉인은 고유번호가 찍힌 플라스틱이나 철사, 얇은 금속판과 같은 재질로 만들어지며, 고리형태로 이루어진다. Barrier 타입 봉인은 주로 금속재질의 볼트와 비슷한 형태로 제작이 되며, 이를 제거하기 위해서는 특수

절단기를 사용해야한다. 아래 (그림 1)에서 컨테이너 봉인의 형태를 확인할 수 있다.

기존의 컨테이너 봉인은 화물의 파손, 분실, 변형 등을 방지하거나, 컨테이너의 불법 개봉 시 이력이 남도록 표시하고 있으나, 봉인의 파손 시 발생한 상황—언제, 어디서—에 대한 정확한 정보는 제공할 수 없다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 화물의 보안성을 높이는 방법으로 전자봉인이라는 기술이 나타나게 되었다.

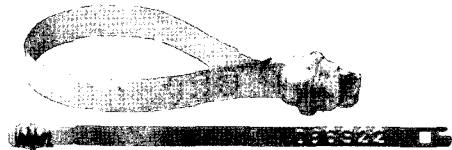
### 2.2 전자 봉인(E-seal)

전자 봉인은 기존의 컨테이너용 봉인에 전자 장치를 추가하여 물리적인 화물의 보호기능을 개선하고, 컨테이너 관리를 위한 정보의 질을 높이는 것에 초점을 맞추고 있다. 이런 기능을 통해 화물의 불법 개봉 시 발생한 상황에 대한 정확한 이력을 남기고, 이를 알려주며, 화물을 보호하는 역할을 한다.

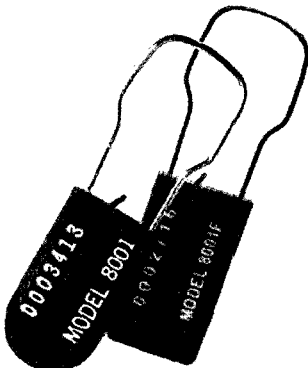
전자봉인은 기본적으로 화물관리를 위한 컨



(a) Cable seal (indicative type)



(b) Metal strap seal (indicative type)

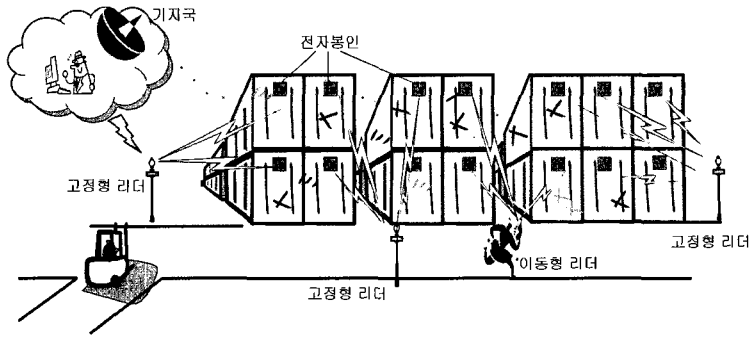


(c) Padlock seal (indicative type)



(d) Bolt seal (barrier type)

(그림 1) Indicative와 Barrier 타입의 컨테이너 봉인



(그림 2) RFID 전자봉인 시스템 구성의 예

태그의 상태에 대해 완결성과 정확성을 제공하여야 한다. 따라서, 외부로부터 컨테이너의 불법적인 개봉을 감지하고, 발생한 시각과 상황에 대한 보고가 정확하여야 한다.

초창기의 전자 봉인은 태그와 리더의 통신방식에 따라 RFID, 적외선, 근거리 접촉, 원격관리 방식의 4가지 부류로 구분된다[6]. 각각의 통신 방식에 따라 장단점이 있으며, 이를 적용한 여러 방식의 전자 봉인이 개발되었으나, 최근에는 높은 효율성의 RFID를 적용한 전자 봉인이 주를 이루고 있다. (그림 2)에서는 RFID를 적용한 전자봉인 시스템 구성의 예를 보여주고 있다.

### 2.2.1 전자 봉인 형태

RFID를 적용한 전자 봉인은 기존의 컨테이너 봉인과 RFID 신호에 응답할 수 있는 전자장치(transponder)로 구성이 된다. 이것은 기존 RFID 구분과 마찬가지로 수동형(passive)과 능동형(active)으로 나눌 수 있다.

수동형 전자봉인(태그)은 리더에서 전달되는 신호로부터 에너지를 공급받으며, 리더에 반응하는 방식이다. 따라서, 리더로부터 요청이 있기 전까지는 태그가 먼저 통신을 할 수 없다. 수동형 전자봉인은 여러 가지 면에서 이점을 가지고 있다. 설계가 간단하고, 비용이 싸며 추가적인 배터리가 필요하지 않아 반영구적 사용이 가능하다. 그러나, 이러한 장점에도 불구하고 수동형 전자봉인의 전원공급부재는 짧은 통신

거리와 전자 봉인 기능의 제약이라는 불리한 요소를 수반한다. 예를 들어, 불법으로 컨테이너가 개봉이 되었을 때 봉인의 개봉시간을 측정하기 위해서는 내부 시계를 작동하기 위한 전원공급이 필수적이다. 이러한 제약사항을 해결하고자, 수동형 전자봉인에 배터리를 장착한 semi-passive 형태의 전자봉인도 개발되었다.

능동형 전자봉인은 자체적으로 전원을 가지고 있으며, 수동형에 비해 긴 전파범위를 가진다. 또한, 리더로부터 요청이 없더라도 긴급 상황이 발생 시에는 자체적으로 리더에게 통신 요청을 하여 경고 메시지를 보낼 수 있다.

수동형과 능동형 전자봉인을 비교할 때, 가장 큰 차이는 전파범위의 크기와 태그에서 리더로 통신을 요청할 수 있는 기능의 유무로 볼 수 있다. 이 두 가지 차이점이 전자봉인에서 중요한 부분을 차지한다. 첫째, 넓은 지역을 차지하는 컨테이너 부두에 전자봉인이 적용되었을 때 리더에서 태그의 정보를 수신하기 위해서는 전파범위가 길수록 유리하다. 두 번째, 태그로부터 자발적인 상황보고를 통해 화물의 보호기능이 한층 더 강화될 수 있다. 이러한 사항들을 고려하여 ISO TC104(컨테이너) 기술위원회에서 진행 중인 컨테이너 관리 목적의 전자봉인에 대한 ISO 18185 표준작업에서는 능동형을 채택하였다. <표 1>에서는 수동형과 능동형 RFID에 대한 비교를 보여주고 있다[11].

〈표 1〉 수동형과 능동형 RFID의 비교

RFID 방식별 구분	주요 특징
수동형(Passive)	-태그에 배터리 없음 -수m 이내 근거리 통신용 -가격 저렴, 수명 반영구적(약 10년 이상)
능동형(Active)	-태그에 배터리 부착 -수십m 원거리 통신용 -가격 고가, 수명 제한(배터리 수명)

### 2.2.2 전자 봉인 주파수

창고나 터미널과 같은 환경에 가장 효율적인 주파수 대역은 100MHz에서 1000MHz 사이이다. 100MHz 이하의 주파수 대역에서는 전자유도방식(inductive coupling)이나 잡음 때문에 전파의 전달범위가 급격히 저하되고, 짧은 파장을 갖는 1000MHz 이상의 주파수 대역에서는 전파의 직진성 때문에 시야(line-of-sight)의 확보가 더욱 중요해지기 때문이다[6].

〈표 2〉 주파수 대역별 표준화 현황

주파수 대역	ISO/IEC	주요 적용범위	비고
135kHz 이하	18000-2	가축관리	수십cm의 통신거리
13.56MHz	18000-3	도서관리	빠른 통신 속도
2.45GHz	18000-4	Traceability	수동형: 수십cm의 통신거리 능동형: 수m의 통신거리
5.8GHz	18000-5	ITS	주요 국가들의 반대로 작업 철회
862-928MHz	18000-6	유통물류	
433MHz	18000-7	컨테이너	능동형 방식으로 약 100m의 통신거리

초기에 전자봉인을 위한 주파수 대역으로 315, 433, 915MHz 대역의 능동형 방식과 862-928MHz 대역의 수동형 방식, 그리고, 2450MHz 대역이 제안되었었다. 그 중 315, 433, 915MHz 주파수 대역이 ISO 18185 표준작업에서 채택이 되었었고, 현재는 433MHz 대역의 주파수만이

전자봉인의 표준작업에서 채택되어 진행 중이다. <표 2>에서는 각 주파수 대역별 표준화 현황을 보여주고 있다[11].

### 2.3 전자봉인 시스템 구조

본 절에서는 ISO TC104(컨테이너) 기술위원회에서 작업 중인 ISO 18185(Electronic seals for freight containers)와 433MHz 무선인터페이스 규격을 정의하고 있는 ISO 18000-7 표준문서를 참고로 전자봉인의 시스템 구조를 정리하였다.

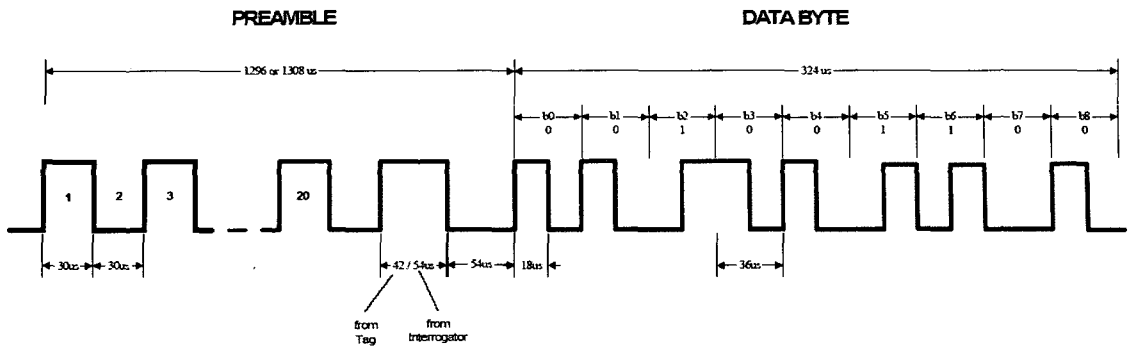
대표적인 특징으로 ISO 18000-7 표준 무선 인터페이스 규격을 따르는 물리계층과 태그와 리더사이의 통신 프로토콜에 대한 데이터링크 계층에 대해서 살펴보겠다. 또한, 다수의 태그와 하나의 리더사이에서 통신이 이루어질 때 이를 해결하기 위한 충돌방지 알고리즘에 대해서 살펴보겠다.

#### 2.3.1 물리계층

전자봉인에 대한 물리계층 표준은 현재 ISO TC104(컨테이너) 기술 위원회에서 ISO 18185-7에서 표준작업이 진행 중이며, 물리계층의 무선 인터페이스 규격은 ISO 18000-7 표준을 그대로 따르고 있다[1][5]. 즉, 전자봉인의 물리계층은 433.92MHz 주파수 대역의 능동형 RFID 시스템을 적용하고 있으며, <표 3>에서 그 특징을 살펴 볼 수 있다.

〈표 3〉 433MHz 능동형 RFID의 물리 계층 특징

구분	규격	비고
중심 주파수	433.92MHz	433.67~434.17 (정확도 ±20ppm)
채널대역폭	500kHz (reader → tag) 200kHz (tag → reader)	주파수편이 ±50kHz Wake-up signal : 30kHz
변조방식	FSK	
송신출력 (EIRP)	5.6dBm(max) = 3.6mW	

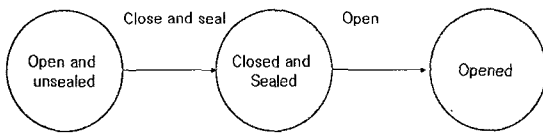


(그림 3) 패킷의 구성과 통신 시간 간격

### 2.3.2 데이터링크 계층

전자봉인에 대한 데이터 링크 계층 표준은 현재 ISO TC104(컨테이너) 기술 위원회에서 ISO 18185-1에서 표준작업이 진행 중이며, 태그와 리더사이의 데이터 교환을 위한 패킷 규격을 정의하고 있다[2]. 패킷은 preamble, data byte, packet end period로 구성되며, (그림 3)과 같이 구성된다.

전자봉인에 기록되는 데이터에는 봉인의 상태, 식별번호(태그와 제조사의 식별번호), 봉인과 개봉시의 날짜와 시간, 전원상태, 프로토콜 ID, 모델ID 등이 포함된다. 봉인의 상태는 다음 (그림 4)와 같이 3가지의 상태를 가지며, 태그와 리더사이의 메시지는 5가지 규격으로 분류한다 [2]. 그 중 태그와 리더사이의 브로드캐스트 통신 메시지 규격은 다음 <표 4>, <표 5>와 같다.



(그림 4) 봉인의 상태

<표 4> 리더에서 태그 Command Format (Broadcast)

Protocol ID	Packet Option	Interrogator ID	Command Code	Argument Length	Command Arguments	CRC
0x80	8 bits	2 bytes	1 byte	1 byte	N bytes	2 bytes

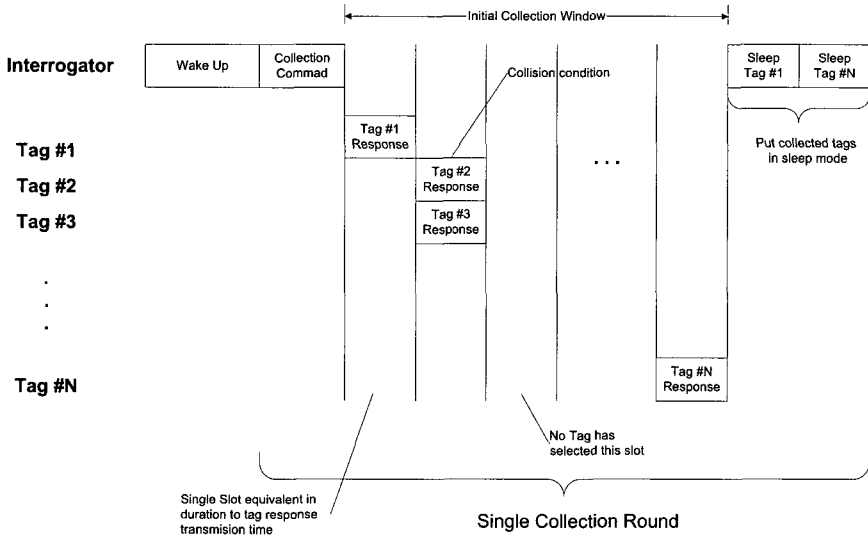
<표 5> 태그에서 리더 Response Format (Broadcast)

Protoc of ID	Seal Status	Packet Length	Interrogator ID	Tag Manufacture ID	Tag ID	Data	CRC
0x80	2 bytes	1 byte	2 bytes	2 bytes	4 bytes	0 - N bytes	2 bytes

### 2.3.3 데이터수집과 충돌방지 알고리즘

리더의 통신 범위 내에 있는 태그로부터 데이터 수집을 위해서 리더가 명령을 내릴 때, 태그들이 동시다발적으로 같은 시각에 응답할 경우 충돌이 발생하게 된다. 이를 효과적으로 처리하기 위해 태그들이 순차적으로 응답할 수 있도록 충돌방지 알고리즘이 필요하다. 전자봉인을 위한 충돌방지 알고리즘은 ISO 18000-7 표준에서 제시하고 있는 방식을 적용하고 있다 [1][5].

태그의 데이터 수집과정을 살펴보면, 리더의 전파범위 내에 있는 태그들에게 wake-up 신호를 보내서 깨운 뒤, 수집 명령을 내리고, 여러 개의 슬롯으로 구성된 수집기간(collection round or collection window size)동안 태그로부터 데이터를 수집한다. 이때 태그는 랜덤하게 하나의 슬롯을 선택하여 응답하게 되고, 만약 충돌이 생기면 다음 수집기간에 또 하나의 슬롯을 선택하여 응답하게 된다. 리더와의 데이터전송이 완료된 태그는 수집기간 후 리더로부터 sleep명령



(그림 5) 충돌방지 알고리즘을 적용한 데이터 수집과정

을 받은 뒤 잠들게 된다. 초기의 수집기간은 57.4ms이지만 응답하는 태그들의 충돌횟수를 계산하여 다음 수집기간의 크기를 늘릴 수 있다. 수집기간동안 응답하는 태그들이 더 이상 없을 경우 3회 반복 후 종료한다. 충돌방지 알고리즘을 적용한 데이터 수집과정을 (그림 5)에서 나타내고 있다.

### 3. 전자봉인 관련 표준 동향

전자봉인과 관련된 대표적인 국제표준으로 433MHz 대역의 능동형 RFID를 정의하고 있는 18000-7 표준과 컨테이너용 전자봉인에 대한 표준으로 진행 중인 ISO 18185가 있다. ISO 18185는 ISO TC104(화물컨테이너) 기술위원회에서 제정 중이다. TC104는 미국, 영국, 네덜란드 등 해상운송을 주도하는 세계 56개 회원국이 참여하고 있으며, 해상컨테이너에 적용되는 전자봉인 표준을 2007년까지 제정할 전망으로 표준 선점을 위한 각국의 각축장이 되고 있다.

ISO 18000-7은 2004년 8월에 국제표준으로 승인이 된 상태며, ISO 18185는 세부파트를 7

개의 부분으로 나누어서 진행 중이다. ISO 18185 표준화작업 진행상황을 <표 6>에서 나타내고 있다.

<표 6> ISO 18185 표준화 진행상황 (2005년 4월기준)

그룹	표준화 내용	진행상황
18185-1	communication protocol	Committee Draft
18185-2	application requirements	Committee Draft
18185-3	environmental characteristics	Committee Draft
18185-4	Data protection	준비중
18185-5	Sensor interface	철회
18185-6	Message sets for transfer between seal reader and host computer	준비중
18185-7	Physical layer	Committee Draft

ISO 18000-1 표준작업은 전자봉인의 통신 프로토콜에 대한 부분으로서 데이터링크 계층 프로토콜과 패킷구조에 대해 작업이 진행 중이다 [2]. ISO 18185-2 표준작업은 애플리케이션 요구사항에 대한 부분이며, ISO 18185-3은 가혹한 환경에서도 제대로 작동할 수 있는 컨테이너용 전자봉인의 환경적 기준조건에 대해 정의하고 있다[3][4]. 현재 ISO 18185-2와 18185-3은 국제

규격안(DIS) 심사 중이다. ISO 18185-4는 전자봉인에 저장되어 있는 자료나 리더와의 통신에서 데이터보호를 위한 요구사항을 제시하고 있다[11]. ISO 18185-5는 전자봉인의 센서인터페이스에 대한 부분을 맡았으나, 현재는 철회되었다. ISO 18185-6 표준작업은 전자봉인 리더와 호스트 컴퓨터와의 통신을 위한 메시지 규약을 지정하고 있고, ISO 18185-7은 전자봉인의 물리계층에 대한 부분을 정의하고 있다[5]. 물리계층은 ISO 18000-7의 표준을 따르고 있으며, 충돌중재를 위한 알고리즘도 여기에서 그대로 적용하고 있다.

ISO 18185는 ISO TC104 SC4 WG2에서 현재 표준작업이 진행 중인 상황이기 때문에 여러 부분에서 취약점이 많이 드러나고 있으며 이를 보완하기 위해 노력하고 있다. 전자봉인의 가장 중요한 사항이라고 할 수 있는 cloning, spoofing과 같은 보안 문제와 jamming, shielding과 같은 외부로부터의 방해 공격에 노출되었을 때 발생할 수 있는 상황을 설정하고 이에 대처할 수 있는 방법에 대한 모색도 다차간 회의 및 연구를 통해 진행하고 있다[10].

최근 국제표준화회의에서 논의된 전자봉인 국제표준안에 대한 모토로라사의 분석 결과에 의하면, 변조속도의 느림으로 인한 시스템의 효율성 저하와 새로운 충돌방지 알고리즘의 필요성을 제시하고 있다. 아울러, 동적인 태그환경에서는 이를 정확히 판독하기 위해 전파의 가동 거리를 200미터 이상으로 확장시켜야 한다고 이 보고서는 분석하고 있다[8][9].

## 4. 국내의 개발 현황

### 4.1 국내 개발 현황

한국전자통신연구원(ETRI)에서 최근 433MHz 대역 RFID 리더와 태그를 전자부품연구원(KETI), 빅텍, 사라콤, D&S테크놀로지과 공동으로 개발

하고 있으며, 응용소프트웨어와 미들웨어 개발은 ETRI와 코리아컴퓨터가 공동으로 수행하고 있다. 현재는 컨테이너 자산관리 및 컨테이너 내용물을 식별하기 위한 mechanical seal에 적용이 되고, 2005년 하반기에는 전자봉인 기능을 포함한 제품을 개발해 환경시험, 응용프로그램 개발, 시스템 및 서비스 시험 등을 수행할 예정으로 알려졌다.

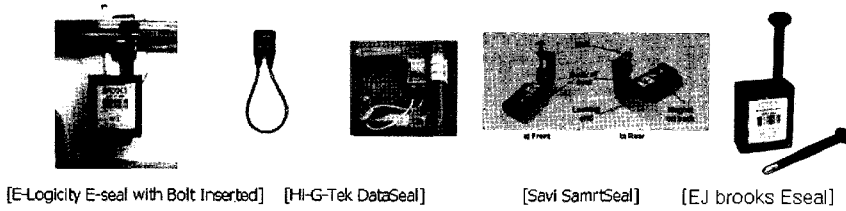
한편, 기술표준원은 2005년 3월에 민·관·연으로 『컨테이너 무선인식 응용 e-Seal 민관협의회』를 구성하여 ISO TC104 기술위원회 총회를 국내에 유치하는 등 표준 제정에 적극 참여를 유도하고 있다.

### 4.2 국외 개발 현황

국내와 달리 국외에는 다양한 전자봉인 제품들이 출시되어 있다. Savi 테크놀로지, EJ-brooks, Hi-G-Tek, eLogicity에서 개발된 전자봉인의 특징을 <표 7>에 정리하였다[7]. 이 중에서 표준 내용에 가장 근접한 전자봉인용 태그는 433MHz에서 동작하고 FSK 변조방식을 수행하는 Savi와 EJ-brooks의 Seal이 있다. 미국방부(DoD)와 긴밀한 협력관계를 구축한 Savi사가 현재 433MHz 대역의 능동형 RFID 기술을 주도하고 있는 상황이며, 433MHz 대역 국제표준 기술규격 마련

<표 7> 전자봉인 제품의 비교

제품명	eSeal	DataSeal	ST-605-SL1 SmartSeal	Active RFID E-seal
개발업체	E-Logicity	Hi-G-Tek	Savi	EJ-brooks
사용주파수	433.92 MHz	916 MHz	433.92 MHz & 123 kHz	433MHz
봉인형태	Bolt	Indicative	Bolt	Bolt
재사용	불가	가능	가능(볼트제외)	가능
통신범위	21m	30-80m (916 MHz) 0.6m (125 kHz)	8m (132 kHz) 100-300m (433 MHz)	100m
비고		315, 318, 433.92MHz 주파수 선택 가능	Signpost 사용	



(그림 6) 업체별 전자봉인 제품

에도 Savi사가 주도한 것으로 알려졌다. 하지만 Savi사의 전자봉인은 EchoPoint Air protocol이라고 하는 독자적인 규격을 따르고 있기 때문에 현재의 표준과는 상이한 부분이 있으며 구체적인 protocol에 대해서는 공개하지 않고 있어 상호 호환 및 상호 운용성에서 문제가 있을 것으로 예상된다. (그림 6)에서 현재 생산되는 전자봉인의 모습을 살펴볼 수 있다[6][7].

## 5. 향후 전망 및 결론

이상으로 컨테이너 환경에 사용되는 봉인과 전자봉인의 개념 및 필요성, 시스템 구조에 대해 알아보았다. 또한, 현재 진행되어있는 국제 표준 동향과 국내외 개발 현황에 대해서도 살펴보았다. 아직까지 전자봉인에 대한 국제표준안은 제정되지 않았지만, 현재까지 나와 있는 표준 기술을 바탕으로 국내외에서도 개발이 활발히 진행 중이다.

전자봉인의 국제표준안에 대한 모토로라사의 분석결과에서도 나타나듯이 현재까지 진행된 표준작업 기술로는 취약점이 많이 존재하며, 전자봉인의 보안성과 정밀한 신뢰성을 구현하기 위해서는 풀어나가야 할 문제점이 많다.

향후 동북아시아 허브항만으로서의 입지를 견고히 하기 위해서는 항만물류 유통을 선진화 시켜야 하며, 이러한 물류 환경 구축의 일환으로 전자봉인의 도입이 필요하다. 전세계 컨테이너 시장을 대상으로 하는 전자봉인의 시장창출 능력은 고부가가치 산업으로 그 가치를 인정받

을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [ 1 ] ISO/IEC 18000-7 : Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 7: Parameters for active air interface communications at 433 MHz, August, 2004.
- [ 2 ] ISO/DIS 18185-1 : Freight containers - Electronic seals - Part 1: Communication protocol, April, 2005.
- [ 3 ] ISO/DIS 18185-2 : Freight containers - Electronic seals - Part 2: Application requirements, July, 2005.
- [ 4 ] ISO/DIS 18185-3 : Freight containers - Electronic seals - Part 3: Environmental characteristics, July, 2005.
- [ 5 ] ISO/DIS 18185-7 : Freight containers - Electronic seals - Part 7: Physical layer, April, 2005.
- [ 6 ] Michael Wolfe, "Electronic Cargo Seals; Context, Technologies, And Marketplace," DOT FHWA ITS Joint Program Office, July, 2002.
- [ 7 ] Science Application International Corporation, Container Seal Technologies and Processes Phase 1, July, 2003.
- [ 8 ] Motorola, Inc., Report of detailed container use cases and deficiencies in parts 1 and 7



of the ISO 18185 standard, May, 2005.

- [9] Motorola, Inc., Second report of detailed container use cases and deficiencies in the ISO 18185-1, ISO 18185-7, and ISO 18000 standard, July, 2005.
- [10] Eric Sandberg, Freight Container E-seal: Data Protection Report on NP4 - 18185 part 4, April, 2005.
- [11] 한국전산원, 2004년도 RFID 기술 및 관련 정책 연구, 2004년 11월.

## 저자약력



**김 정 호**

2002년 부산대학교 전자계산학과(학사)  
2004년 부산대학교 전자계산학과(석사)  
2004년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과(박사과정)  
관심분야: 무선 네트워크, 센서 네트워크, 임베디드시스템



**백 윤 주**

1990년 한국과학기술원 전산학과 (공학사)  
1992년 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)  
1997년 한국과학기술원 전산학과 (공학박사)  
1999년~2002년 NHN주식회사 기술연구소 소장  
2003년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 조교수  
관심분야: 임베디드시스템, 센서네트워크, 컴퓨터구조, 멀티미디어처리