

3자 물류 중소기업에 경제적인 RFID 시스템 도입을 위한 연구

김기홍* · 신승준** · 최시영* · 여준호*** · 강경식****

*명지대학교 산업공학과 · **포항공과대학교 산업경영공학과

경북대학교 농업경제학과 · *명지대학교 안전경영연구소

A study on economical introduction of RFID system in the small and medium 3rd Party Logistics

Ki Hong Kim* · Seung Jun Shin** · See-Yeong Choi* · Jun Ho Yeo*** · Kyung Sik Kang****

*Department of Industrial Engineering, Myoungji University

**Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

***Department of Agricultural Economics, Kyungpook University

****Safety Management Laboratory, Myongji University

Abstract

RFID system, the key technology of ubiquitous era, has been emphasized in logistics. Logistic enterprises are required to apply RFID systems considering their investment costs, actual effectiveness, operational satisfaction and so on. For such a purpose, many applicable methods of RFID system have been developed. A method that RFID tags are directly attached to products or pallets is utilized in most cases. However, this method requires expensive investment cost, frequent replacement of damaged tags for the small and medium (SM) third party logistics. In this paper, we analyze statistically the current status and requirements of SM third party logistics.

Based on their requirements, we propose the realtime warehousing-delivery management by the method to attach a RFID tag to each warehouse rack, together with the economy analysis index in order to evaluate economical efficiency. Consequently, this method is expected to reduce investment cost and to improve operational effectiveness and satisfaction.

Keywords : RFID, 3자 물류기업 (third party logistics), 지게차 주사 (forklift scanning), 경제성 분석 (economy analysis)

1. 서론

최근 RFID (Radio Frequency IDentification) 기술은 단순한 기술 개발 및 인프라 구축 단계를 넘어, 이를 활용한 생산성 향상 및 경쟁력 강화 단계로 진입하고 있다. 기아자동차의 경우 발주정확성이 58%에서 99.8%로 향상돼 연간 393 억원의 협력업체 비용이 절감되었

으며, 삼성전자는 일 평균 2.1시간이 걸리던 입출고 리드타임이 RFID 적용 후 1.2시간으로 감소했다고 보고되고 있다 [1]. 향후 많은 기업에서 RFID 시스템을 구축중이거나 구축할 것으로 예측된다. RFID 시스템은 물류, 의료, 교육, 생산 등의 다양한 분야에 걸쳐 적용되고 있으며, 그 중에서 물류 분야에서 도입이 가장 활발히 이루어지고 있다.

본 논문은 명지대학교 안전경영연구소 협력에 의해 이루어진 논문임.

† 교신저자: 김기홍, 대구광역시 북구 침산동 821번지

M · P: 011-804-4968, E-mail: akk72@korea.com

2008년 7월 접수; 2008년 8월 수정본 접수; 2008년 8월 게재확정

이유는 EPC global network를 중심으로 월마트와 같은 driving force를 가지고 있는 업체에서 RFID 사용을 강화 혹은 권장하고 있기 때문이다. 이러한 변화는 국내 기업에도 영향을 미치고 있으며, 정부와 대기업을 중심으로 이에 대한 적극적인 대처가 요구되는 실정이다. 우리나라 산업 구조는 대기업을 중심으로 중소기업들이 지원하는 협력관계로 편성되어 있다. 대기업과 같은 모체에서 RFID 시스템을 구축하면 협력사들은 그 시스템을 그대로 도입하고 사용하는 것이 일반적이다.

물류 분야도 이와 유사한 산업 구조로 이루어져 있기 때문에, 대기업의 RFID 활용에 따라 중소기업도 RFID 도입에 대한 요구가 강해지고 있다. 그러나, 중소기업은 대기업과 달리, 높은 투자 비용, 적극적인 참여의 미흡, 효과의 불확실성에 대한 문제와 마모, 훼손에 의한 잦은 태그 교체와 같은 유지 비용의 증가 등이 물류 비용의 상승에 대한 부담으로 작용하여 RFID 시스템의 도입을 망설이고 있는 것이 현실이다.

따라서, 중소기업 업체에서 RFID 시스템을 도입하고자 한다면, 어떠한 방식이 최소 비용으로 최대 효과를 얻을 수 있는지에 대한 경제적 분석과 제조에서부터 유통 과정 중 어느 부분에 적용할 것인지를 고심해야 할 것이다. 이를 위하여, 본 논문에서는 중소 물류 센터의 현황 및 RFID 도입의향을 분석한다. 또한, 랙의 각 셀마다 RFID 태그를 부착하고 지게차에 RFID 리더를 장착하는 방식으로 입출고 업무를 수행함으로써, 적은 비용으로도 업무의 정확성 향상과 작업 만족도를 증가할 수 있는 방안을 제시한다. 그리고 도입의 경제성을 분석하기 위한 경제성 분석 지표를 제안한다.

2. RFID 기술 현황

본 장에서는 관련 연구들을 통하여 RFID 기술의 정의, 보급 현황에 대하여 살펴본다. 또한 도입에 따른 효과를 설명하고, 현재 RFID 기술의 도입을 저해하고 있는 장애요소들을 분석해 본다.

2.1 RFID 기술의 역사

RFID는 마이크로 칩을 내장한 label, card, coin 등의 태그에 저장된 데이터를 무선 주파수를 이용하여 비접촉식으로 리더기를 통하여 신호체계를 자동 인식하는 기술로서, 모든 물체에 ID를 부여하여 객체별 상태 및 위치를 실시간으로 추적할 수 있다. RFID는 기술적으로는 1970년대부터 개발이 착수되었지만, 1990년대부터 산업에 적용되기 시작하였다. 우리나라의 경우 2000년

대부터 대기업을 중심으로 관심을 가지기 시작하였으며, 컨소시엄 사업을 통하여 물류회사 및 제조회사에서 RFID 시스템을 도입하기 시작하였다. u-IT839 정책의 일환 (8대 서비스 중 'RFID/USN 활용 서비스', 9대 신성장동력 중 'RFID/USN 기기')으로 제조, 유통, 판매, 도서, 의료, 사회분야에 걸쳐 RFID 서비스를 확대해 나갈 전망이다 [2][3].

2.2 RFID 기술의 장점 및 도입효과

RFID의 적용을 통하여 기존의 관리 범위를 더욱 세분화 시켜 제품 단위까지의 관리가 가능하며, 실시간으로 정보를 수집할 수 있으며 한 번에 다수의 인식이 가능해지며, 이러한 특징을 활용하여 다양한 효과를 얻을 수 있다. <표 1>은 RFID 시스템의 장점과 이의 활용을 통한 도입 효과를 정리한 것이다.

<표 1> RFID 기술의 장점 및 도입효과 [4]

| RFID기술의 장점 | RFID 도입효과 |
|---------------------------|------------------------|
| -반영구적 사용 | -운영비와 생산비의 절감 |
| -대용량의 메모리 내장 | -인건비의 절감 |
| -이동 중 인식가능, | -생산 회전 수의 축소 |
| -원거리 인식가능 | -재도품 조사의 회수축소 |
| -반복 재사용이 가능 | -상대적으로 적은 유지 보수비 |
| -다수의 Tag/Label 정보 동시 인식가능 | -경영과 고객에 대하여 많은 정보를 제공 |
| -데이터 신뢰도 높음 | -고객을 대응하는 태도 개선 |
| -공간 제약이 없이 동작 가능 | -양질의 생산품을 제공 |
| -데이터 변환(write) 및 저장에 용이함 | -경쟁할 수 있는 가격의 유지 |

2.3 RFID 적용의 장애요소

시범사업 등을 통하여 RFID 기술의 효과를 검증하였음에도 불구하고, 실제 현장으로의 도입을 망설이는 기업이 적지 않다. 높은 투자 및 유지·보수 비용 문제와 투자 대비 수익률에 대한 불확실성 등이 현장으로의 저변화를 가로막는 장애물로 작용하고 있다. RFID 리더기 및 안테나의 경우 개당 가격이 최소 40만원에서 최대 5,000만원에 이르고 있으며, 태그의 가격도 감소 추세에 있기는 하나 아직까지 적정가격에 못 미치고 있다. 단순 리더의 기능만 하는 것은 수백원에서부터 저장기능이 포함된 칩의 가격은 5,000~20,000원에 이르고 있다. 따라서, 전 사업장으로의 적용을 위해서

는 최소 수천만 원에서 수억 원의 초기 비용이 소요될 것으로 예상된다. 이러한 투자 비용 문제로 인하여, 저가형 상품마다 칩을 부착하기까지는 시간이 좀 더 소요될 것이고, 대신 고가형 상품에 칩의 부착 위주로 RFID 보급이 진행되고 있다. 혹은 일부 대기업에서는 저가형을 관리하기 위한 포장박스에 칩을 부착하여 제품관리를 하기도 한다.

RFID 시스템을 효과적으로 운영하기 위해서는 태그의 인식률이 중요하다. 리더의 송신전력, 위치 및 방향, 제품의 재질, 이송속도, 태그 부착 위치 및 방향, 전파환경 등의 다양한 요소들이 인식률에 영향을 미친다 [5]. 일부 품목은 인식률이 높지만 금속 제품은 인식률이 높은 편이 아니어서 현장으로의 적용에는 아직 어려움이 있다. 또한 제품이나 팔레트에 태그를 부착하는 경우는 잦은 사용 및 부주의로 인한 마모, 훼손에 의하여 교체해야 하는 경우도 빈번하여 유지 및 보수 비용의 증가로 이어질 수 있다.

결론적으로, RFID 도입을 통하여 장점이나 효과가 있음에도 불구하고 현장으로 적용하기에는 앞서 언급한 장애 요소들이 있으며, 이러한 장애요소들을 해결해야 RFID 시스템의 도입이 더욱 활발해 질 것으로 기대된다 [6].

3. 3자 중소물류기업의 RFID 도입의향 조사

RFID 시스템 도입을 위해서는 우선적으로 3자 중소물류 센터에서 근무하는 관리자, 작업자의 의견을 통하여 도입 필요성, 도입의 찬반 의견 및 예측되는 효과에 대한 실질적인 파악이 필요하다. 이를 위하여 본 장에서는 설문조사 및 그에 따른 분석결과를 제시한다.

설문조사는 2008년 6월 12일부터 19일까지 수행되었으며, 4개 지역중소물류업체의 대기업의 협력사로 근무하는 사무직 27명, 창고직 30명, 운송직 38명, 기타 6명 등 총 101명이 설문에 응답하였다. 표본 추출은 집락표본 추출 방법을 적용하였으며, 통계 분석은 SPSS를 활용하여 수행되었다 [7].

3.1 설문조사 분석

설문조사를 통하여 1) 물류센터 업무 현황, 2) 입출고 프로세스 현황, 3) RFID 시스템 도입 의향, 4) RFID 도입의 찬성과 반대 사유, 5) 중소기업물류센터의 경쟁력 강화 요소에 대한 의견을 구하고자 하였다.

3.1.1 물류센터 업무방식

입출고 업무의 인지도는 작업자가 관리자 보다 잘 파악하고 있는 것으로 나타났으며, 작업자가 관리자 보다 업무에 만족하는 것으로 나타났다 (교차분석, 유의수준 $\alpha=0.05$). 물류센터의 일일 입고 및 출고가 평균 30건으로 나타났다. 전산, PDA, RFID와 같은 정보통신 기술을 사용하는 경우도 있으나, 수작업으로 제품을 관리하는 업체가 22% 정도 있는 것으로 조사되었다. 입출고 업무 프로세스에서 전산 시스템이 수작업보다 더 편리하다는 의견이 많았으며 (편리하다: 43.6%, 보통: 46.5%, 아니다: 8.9%), 제품 관리의 정확성에도 도움이 된다고 생각하는 의견이 많은 것으로 나타났다 (도움된다: 78.2%, 보통: 21.8%).

3.1.2 입출고 업무 소요시간

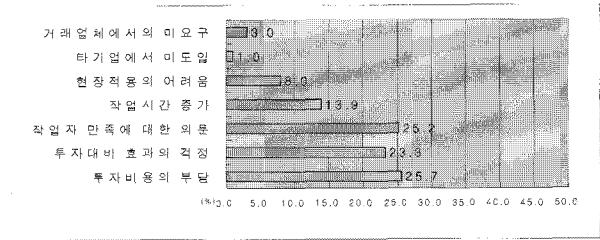
입출고 업무의 소요시간은 상품의 크기에 따라 다를 수 있다. 이에 설문조사에서는 상품 크기를 대, 중 (가정용 세탁기 크기 기준), 소로 구분하여 입고시간, 출고시간, 검수시간에 대한 조사를 수행하였다. 입고시간의 경우 (차량이 도크에 도착 후 제품 하차하여 랙에 적재하는 시간), 대 크기는 평균 10.0분, 표준편차 20.2, 중 크기는 평균 8.0분, 표준편차 16.8, 소 크기는 평균 8.0분, 표준편차 14.6으로 나타났다. 출고시간(랙에 적재된 제품을 도크까지 이동 후 차량에 적재되는 시간)의 경우, 대 크기는 평균 7.0분, 표준편차 16.45, 중 크기는 평균 8.1분, 표준편차, 14.47, 소 크기는 평균 8.1분, 표준편차 13.9로 나타났다. 검수시간 (10박스 기준)의 경우, 대 크기는 평균 8.7분, 표준편차 10.8, 중 크기는 8.7분, 표준편차 10.6, 소 크기는 8.9분, 표준편차 10.3으로 유사하게 나타났다. 특히, 랙의 바코드 인식 시간이 입고시 전당 평균 7.24초, 출고시 7.9초로 나타났다 (작업자를 기준으로 데이터들의 대표값을 이용). 각 물류센터에서는 일일 평균 20건의 팔레트 반출입이 일어나고, 10건 정도의 팔레트 정리를 수행한다. 제품을 잘못 입출고 하는 경우가 매달 약 11건 발생하고 있다.

3.1.3 RFID 시스템 도입 의향

RFID 시스템 도입 의사의 경우, 찬성 의견으로 19명, 반대 의견으로는 82명이 응답하였다. 도입 의향에 영향을 미치는 변수들과의 상호관계를 규명하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 도입 의향에 영향을 미치는 변수로는 업체 교육 프로그램의 방향 즉, 물류센터 관리, 선진 물류 기법, 고객 서비스 중심인지에 대하여 <표 2>와 같이 고려하였다.

<표 2> 변수 목록

| 구분 | 변수명 | 내용 |
|-------|----------------|------------------------------------------|
| 종속 변수 | y | RFID 시스템을 자사에 도입할지에 대한 의사 (1: 반대, 2: 찬성) |
| 설명 변수 | x ₁ | 물류센터 관리 중심의 교육 프로그램 |
| | x ₂ | 선진 물류 기법 (RFID/정보기술/선진 물류기술) 중심의 교육 프로그램 |
| | x ₃ | 고객 서비스 중심의 교육 프로그램 |



(b) RFID 도입에 따른 반대 의견

<그림 1> 물류센터의 RFID 시스템 도입에 대한 의견

<표 3> 로지스틱 회귀모형 계수

| 변수명 | 회귀계수 | 유의확률 | Exp |
|----------------|--------|-------|-------|
| x ₁ | -0.243 | 0.451 | 0.784 |
| x ₂ | 0.810 | 0.028 | 2.248 |
| x ₃ | -0.003 | 0.994 | 0.997 |
| 상수 | -3.203 | 0.013 | 0.041 |

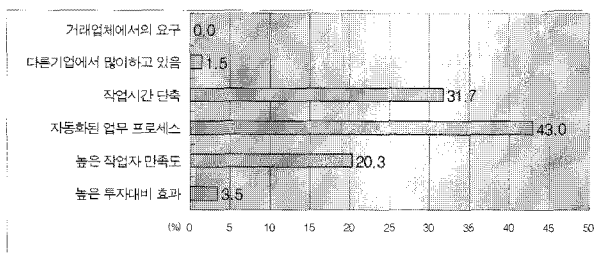
로지스틱 회귀분석 결과는 <표 3>과 같다. 이상을 기초로 아래와 같은 추정된 회귀식을 도출할 수 있다.

$$y = -3.203 - 0.243x_1 + 0.810x_2 - 0.003x_3$$

95% 신뢰구간에서 x₂의 유의확률이 0.028로 통계적으로 유의할 수 있음을 알 수 있다. 방정식으로부터 다른 변수의 값을 일정하게 놓고 선진물류 기법 중심의 교육 프로그램을 운영에 대한 1단위가 증가하면 (예. 그렇다 → 매우 그렇다), RFID 도입에 찬성하는 의견이 2.248배 증가함을 알 수 있다.

3.1.4 RFID 시스템 도입의 찬성 및 반대 사유

<그림 1>은 물류센터로의 RFID 시스템 도입에 대한 응답 결과를 나타낸 그래프이다 (2문항 선택 가능). 도입의 찬성 의견으로는 자동화된 업무 프로세스, 작업시간 단축, 높은 작업자 만족도, 높은 투자대비 효과 순으로 기대감이 긍정적 요소로 작용되었음을 알 수 있다. 반대 의견으로는 투자비용의 부담, 작업자 만족에 대한 의문, 투자 대비 효과의 걱정, 작업시간 증가, 현장 적용의 어려움, 거래업체의 미요구, 타기업에서 미도입 순으로 조사되었다.



(a) RFID 도입에 따른 찬성 의견

3.1.5 중소기업의 경쟁력 강화 요소

중소기업이 경쟁력을 갖추기 위하여 중요하게 다루어야 할 부분에 대해서는 전체 응답자중 인력의 중요성 40%, 시스템의 중요성 39%으로 답변하였다.

3.2 결과 분석

- 관리자나 작업자 현장직 모두 업무 인지도나 만족도가 비교적 높게 나타났으나, 이를 향상시키는 노력이 필요하다. 업무 프로세스를 자동화하여 업무 시간을 단축시키거나, 근무 환경을 개선하는 것이 필요하다. 특히 입출고 업무에 소요되는 시간을 단축시킴으로써 비용적 효과를 얻을 수 있도록 요구된다.
- 팔레트나 제품 단위로 입출고 관리를 수행하는 것이 이상적이거나, 중소기업에서는 비용이나 잦은 훼손 등의 문제로 적용이 쉽지 않다. 따라서, RFID 적용시 이에 대한 대안 방식이나 점진적 적용이 요구된다.
- 업무 프로세스를 분석한 결과 제품의 크기에 따라 입고·출고 시간의 차이가 있는 것으로 나타났으며, 각 업체마다 편차가 큰 것으로 나타났다. 이는 업체마다의 업무방식 차이나 비표준화된 업무 프로세스에 의한 것으로 추정된다. 검수시간의 경우 제품 크기에 관계없이 비슷하게 나타났으며, 이는 검수할 때 제품 개수를 확인하기 때문으로 추정된다. 그리고, 랙에 부착된 바코드 인식에 따른 건당 소요시간은 평균 7.4 초로 나타났다. 참고로, 4장에서 제시되는 방식은 이 소요시간을 제거하여 업무 시간을 단축하기 위함이다.
- RFID 도입에 대해서는 부정적 견해가 긍정적 견해보다 높게 나타났다. 그러나, 최신 IT, 유비쿼터스, 물류 기술과 같은 선진 물류 기법에 관한 교육을 추진한 업체일수록 RFID 도입에 대한 긍정적 의견을 나타내었다. 이처럼 현장 관리자 및 작업자에 대한 지속적인 교육을 통하여 RFID 시스템 도입에 긍정적 의견으로 변환하는데 효과적일 수 있다.
- 적지 않은 투자비용, 작업자 만족에 대한 의문, 투자 대비 효과의 걱정, 현장적용의 어려움 등이 RFID 도

입을 가로막는 장애 요소로 조사되었다. 따라서, 초기 투자비용과 운영비용을 줄이고, ROI를 가시화 할 수 있는 정형화된 모델이 필요하며, 기술적으로는 RFID의 현장 적용성을 높일 수 있어야 할 것이다.

- 중소기업의 경우, 신기술보다는 인력을 중심으로 운영되는 경우로 해석이 가능하다. 특히 수작업 기능의 프로세스가 있는 작업에서는 인력이 더 중요함을 의미한다.

4. 물류센터에서 실시간 입출고 관리방안

본 장에서는 3장의 설문조사 결과를 바탕으로, 중소 물류 센터에서의 RFID 도입을 증진시키기 위한 경제적 실시간 입출고 관리 방안을 제시한다. 제안된 방안에 의한 현재 및 향후의 업무 프로세스 변화에 대하여 살펴본다. 그리고, 물류센터에 RFID 도입 경제성을 검토하기 위하여 고려해야 할 경제성 분석 지표를 제안한다.

4.1 물류창고에서의 RFID 시스템 설치 방안

물류센터에서의 RFID 시스템은 일반적으로 제품이나 팔레트에 태그를 부착하며, 리더기 부착 위치에 따라 컨베이어 주사(走査) (conveyor scanning), 게이트 주사 (entry way scanning), 랩 포장 주사 (stretch wrap scanning), 천장 주사 (overhead scanning), 휴대용 기기 주사 (hand held device scanning), 지게차 주사 (forklift scanning) 방식으로 구분할 수 있다 [8]. 그러나, 제품 및 팔레트에 태그를 부착하게 되어 많은 태그를 구매해야 하며, 제품에 바코드만 부착된 경우는 활용이 불가능하다. 또한, 인식이 완전하게 되지 않은 경우는 인식이 안 된 제품을 찾아내는 작업이 추가적으로 요구될 수 있다.

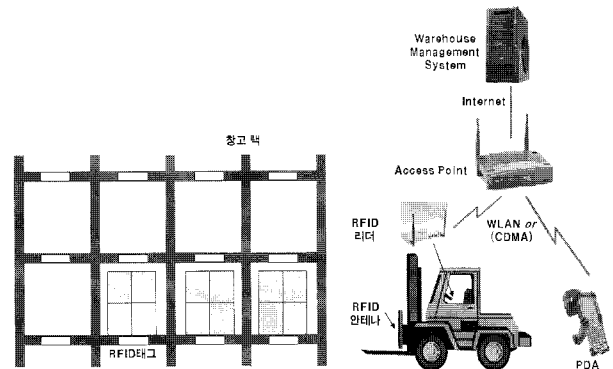
4.2 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식

본 절에서는 지게차 주사 방식을 변형하여 RFID 리더를 지게차에 부착하고, 고정식 RFID 태그를 저장 랙에 부착하여 입출고 관리를 수행하는 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식을 제안한다. <그림 2>는 고정식 RFID 태그를 랙에 부착, RFID 리더를 지게차에 부착하는 방식에 대한 개념도를 나타낸다.

<그림 2>와 같이 구성요소는 RFID 태그, 리더 및 안테나, 창고관리 시스템 (WMS: Warehouse Management System), 작업자 PDA로 이루어진다. RFID 태그는 랙의 각 셀 하단부에 고정식으로 부착한다. 안테나는 태그의 인식이 잘되도록 지게차의 fork 상단부에 설치한

다. 리더기는 안테나와 연결되어 태그를 인식하고 인식된 태그 정보를 무선으로 창고관리 시스템에 전송한다.

작업자는 PDA를 통해 창고관리 시스템과 정보를 교환한다. 이 때, 주파수는 물류관리에서 일반적으로 사용되는 900MHz 대역으로, 태그 코드는 EPC code를 권장한다. 또한 인식률을 높일 수 있도록 태그와 안테나가 상호 정면에 위치하고, 두 기기간 장애물이 없도록 설치하도록 한다. 무선의 경우에는 단거리일 경우 Bluetooth, ZigBee, UWB (Ultra Wide Band) 등의 통신이 활용될 수 있고, 100m 이내에는 무선랜 (WLAN) 을, 그 이상의 경우 CDMA 방식이 요구된다.



<그림 2> 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식 시스템 구성도

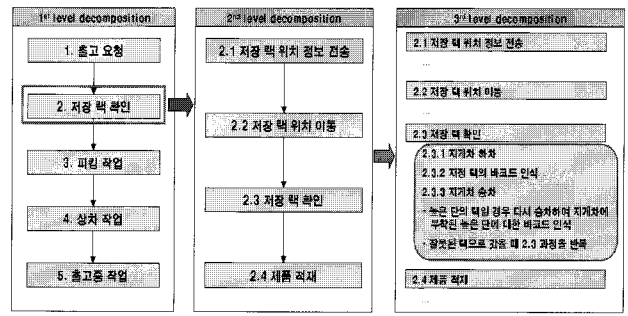
4.3 As-Is 대비 To-Be 프로세스

<그림 3>은 입고 업무에서의 현재 바코드 방식에 의한 As-Is 대비 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식에 의한 To-Be 프로세스를 나타낸다. <그림 3> (a)와 같이, 고객 송장이 WMS에 접수되면 창고관리자는 제품이 입고될 셀을 할당하여 현장작업자에게 통보한다.

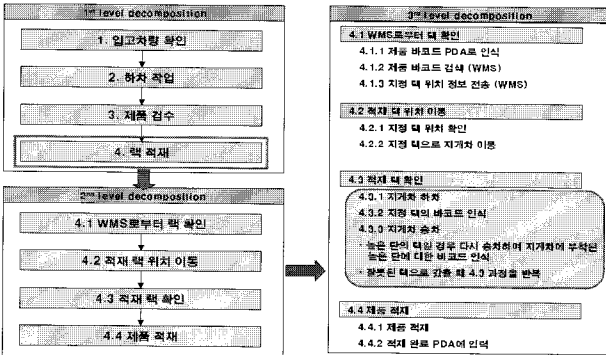
제품을 적재한 차량이 입고되면 송장 확인 후 입고를 시작한다. 대부분 수작업 혹은 팔레트 작업으로 하차가 이루어지며, 검수 후 지정된 셀에 제품을 적재한다. 그러나, 적재될 랙의 바코드 확인을 위해서는 작업자는 지게차에서 내려 셀의 바코드를 스캔해야 하는 번거로운 작업시간이 발생하며, 2단 이상의 랙 바코드는 리더기가 닿지 않아 별도의 인식 방법을 사용한다 (<그림 3> (b) 참조). 바코드 인식이 완료되면 WMS에 적재된 랙 정보를 전송하면 입고 업무가 마무리 된다.

반면, <그림 3> (c) To-Be 프로세스의 랙 적재 과정에서 작업자가 지게차에서 내려 셀의 바코드를 인식하지 않더라도 지게차 포크(fork)에 부착된 안테나를 통한 RFID 태그 인식을 통하여 번거로운 바코드 인식 과정을 제거할 수 있다. 그 후 WMS에서는 지정된 셀

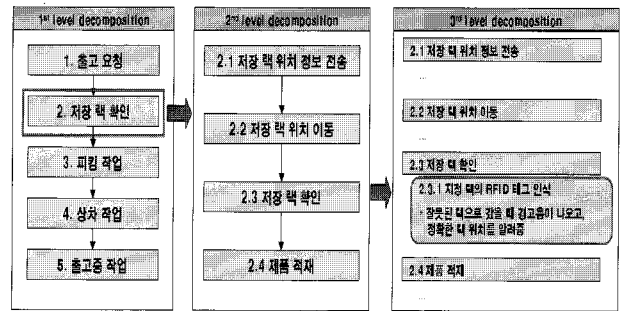
이 맞는지를 확인하여 작업자의 PDA로 전송한다. 잘못된 셀일 때에는 경고 메시지를 전송하고, 지정된 셀의 위치 정보를 작업자에게 전송한다. 지정되어 있지 않은 경우라도 랙에 제품을 적재하고, 적재된 랙의 정보를 WMS에 전송하여 저장한다. 출고 업무에서도 적재 랙을 확인하는 부분의 업무 프로세스를 단축할 수 있다는 점에서 입고 업무와 유사하다. <그림 4>는 출고 업무에 대한 As-Is 대비 To-Be 프로세스를 나타낸다.



(a) 출고 업무의 As-Is 프로세스

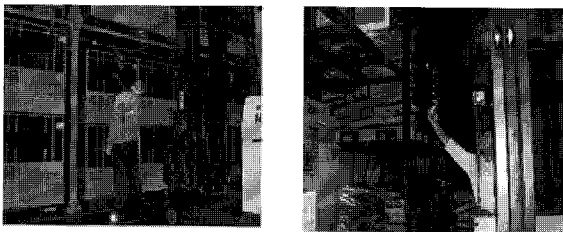


(a) 입고 업무의 As-Is 프로세스

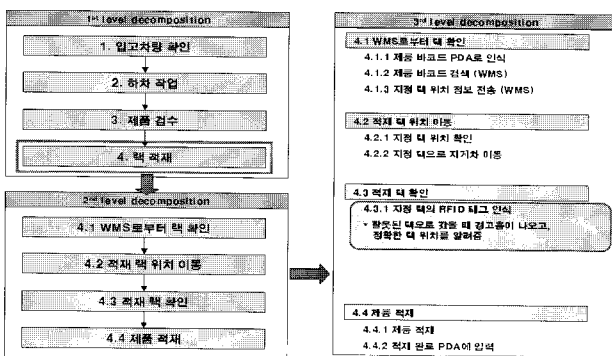


(b) 출고 업무의 To-Be 프로세스

<그림 4> 출고 업무의 As-Is 대비 To-Be 프로세스



(b) As-Is 프로세스에서의 불편한 바코드 인식 과정



(c) 입고 업무의 To-Be 프로세스

<그림 3> 입고 업무의 As-Is 대비 To-Be 프로세스

5 경제성 분석

5.1 경제성 분석 지표

중소물류 업체에서 RFID 시스템을 도입하고자 한다면, 어떠한 방식이 최소 비용으로 최대 효과를 얻을 수 있는지에 대한 경제적 분석과 제조에서부터 유통 과정 중 어느 부분에 적용할 것인지를 고심해야 한다. 제안하는 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식 외 모든 RFID 시스템의 적용을 위해서는 경제적으로 타당한지에 대한 검토가 필요하다는 의미이다. 따라서, RFID 시스템 도입에 따른 투자 대비 효과를 파악하기 위하여 경제성 분석 지표(Economy Analysis Index)를 <표 4>와 같이 제안한다. 경제성 분석 지표는 직접적, 간접적 지표로 구분된다. 직접적 지표는 비용이나 시간과 같은 직접적으로 경제성과 관련된 정량화가 가능한 지표이며, 간접적 지표는 작업자 만족도와 같이 간접적으로 경제성에 영향을 미치는 지표를 의미한다. 일반적으로 RFID 시스템 도입을 위해서는 비용 및 시간과 같은 직접적 지표에 대한 분석을 수행하지만, 도입에 따른 업무 개선 측면, 작업자 측면, 기술적 측면에서 요구사항의 만족여부를 판별할 수 있는 간접적 지표 분석도 동반되어야 할 것이다.

<표 4> 경제성 분석 지표 및 정의

| 구분 | 경제성 분석 지표 | 정의 | 비고 |
|-----|-------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 직접적 | 내부수익률 (IRR) | 편익의 현재가치와 비용의 현재가치가 동일하게 되도록 하는 할인율 | <ul style="list-style-type: none"> - 비용의 종류 · 초기비용: RFID 시스템 (리더/안테나/태그) 구입비, 서버 구입비, 설치 구조물 제작비, 설치비 등 · 운영비용: 태그 추가 구매비, 태그 교체비, 리더 및 안테나 구매비 등 · 무형자산 상각비용: 무형자산의 가치가 시간이 지남에 따라 줄어드는 비용 · 인건비용: 작업자 임금 · 세금: 법인세, 주민세 등 |
| | 업무시간 | 입출고 업무를 수행하며 소요되는 시간 | <ul style="list-style-type: none"> - 입고업무시간(시간/건) = 하차시간-검수시간+운반시간+적재시간 · 출고업무시간(시간/건) = 랙이동시간+피킹시간+검수시간-상차시간 |
| 간접적 | 작업자만족도 | RFID 시스템 사용에 따른 관리자나 작업자가 느끼는 만족도 | - 높음/중간/낮음과 같은 분류 방식 혹은 설문조사 등을 통한 정량적 수치로 표현 |
| | 업무정확도 | 기존 절차 대비 RFID 시스템 사용에 따른 업무의 실수 감소도 | - 높음/중간/낮음과 같은 분류 방식 혹은 설문조사 등을 통한 정량적 수치로 표현 |
| | 업무학습인지도 | 기존 절차 대비 RFID 시스템 사용에 따른 업무 이해에 대한 인지도 | - 높음/중간/낮음과 같은 분류 방식 혹은 설문조사 등을 통한 정량적 수치로 표현 |
| | 태그인식률 | 태그들의 총 개수에 대한 실제 판독된 개수 | 인식률에 영향을 미치는 요소로는 송신전력, 제품 재질, 리더 및 안테나 방향, 제품 이송속도, 전파 환경 등이 있음 |
| | 태그사용률 | 일정 시간당 태그의 총 개수 중 고장 발생 없이 사용하고 있는 태그 개수 | 팔레트나 제품 박스의 파손과 같은 물리적 현상에 의해 고장나거나, 한계 수명이 다하여 고장이 발생할 수 있음 |

5.2 경제성 분석 사례

본 절에서는 앞 절의 경제성 분석 지표를 이용한 입출고 게이트 주사 방식 (1)과 랙부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식 (2)에 대한 분석을 사례를 들어 설명한

다. <표 5>는 중소기업 물류센터에 대한 (1), (2) 방식의 경제성을 비교 분석한 것이다. 데이터 객관성을 위하여 (1) 방식의 비용, 업무 프로세스 시간, 태그 인식률은 [8]의 데이터를 사용하였다.

<표 5> 경제성 비교 분석 예

| 지표 | 단위 | (1) 방식 | (2) 방식 | 설명 |
|-------------|-------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 내부수익률 (IRR) | % | 33 | 114 | (2) 방식이 투자에 대한 실현가능한 IPR도 81% 높음 |
| 업무시간 | 초 | 126 | 292.6 | (1) 100%인식이 보장되지 않으므로, 'Verify Zone'에서 100% 판독을 수행해야 하므로 별도의 판독시간이 추가됨 (2) 300(초, 바코드인식 방식) - 7.4(초, 바코드인식이 제거된 평균 시간) |
| 작업자 만족도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 검수과정의 자동화를 통한 장시간의 검수과정 단축 (2) 적재과정의 번거로운 인식과정을 제거하여 업무 시간 단축 |
| 업무 정확도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 검수과정의 자동화를 통한 업무의 실수 감소 (2) 작업자의 별도 입력없이 자동으로 정확한 랙 위치정보 수집 가능 |
| 업무학습 인지도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 'Verify Zone' 통과 외에는 별도의 추가 작업이 필요 없음 (2) 별도의 추가 작업이 필요 없음 |
| 태그 인식률 | % | 평균 72.7% | 72.7% 이상 | (1) 테스트 7일간 평균 인식률 (2) 안테나와 태그 방향이 상호정면이므로 인식률 높음 |
| 태그 사용률 | 상/중/하 | 중 | 상 | (1) 팔레트 훼손에 의하여 태그에 고장발생 가능성 높음 (2) 랙 고정식이므로 고장발생 가능성 낮음 |

RFID 시스템을 도입하려는 중소기업 물류유통센터에서는 설치 후 3년 동안의 투자 효과를 분석하여 (1), (2) 방식 중 택일하려고 한다. 대상 센터는 1,500평의 창고를 보유하고 있으며, 월 물동량 6만 박스이며, 매출은 월 2,500만원 수준이다. 인건비는 인당 150만원, 유지관리비는 500만원, 이자는 250만원이 월간으로 지출되며, 할인율은 8%, 매출 증가율은 2%, 비용 증가율은 3%로 가정하였다. 또한 투입 인원은 업무량의 차이로 인하여 (1) 방식은 5명, (2) 방식에서는 8명으로 가정하였다.

- 비용

(1) 방식의 경우 총 편익은 787,894천원, 총 비용은 849,096천원으로, (2) 방식은 총 편익 787,894천원, 총 비용 682,614천원으로 추정되었다. 현재가치(NPV)는 (1) 방식 108,587천원, (2) 방식 132,028천원으로 나타났다. 이는 (2) 방식이 투자에 대한 현재가치를 기준으로 2,300만원의 이익이 큰 것으로 나타났으며, (2) 방식이 투자에 대한 실현가능한 내부수익률도 81% 높은 것으로 나타났다. 또다른 대표적 경제분석 지표중 B/C Ratio의 경우, (1)방식의 경우 평균 0.825로 나타났지만 (2)방안의 경우 1.002로 나타났다. 따라서 B/C Ratio의 결과가 1이상인 경우만 투자선택이 가능하다.

- 업무시간

(1) 방식이 (2) 방식에 비해 효율적이다. 하지만, 이는 100% 인식률이라는 가정하의 건당 업무시간으로, 100% 인식이 보장되지 않을 때에는 별도의 'Verify Zone'을 통과하여 100% 인식이 가능하도록 해야 하므로 실제적

으로는 추가시간이 소요될 것이다. (2) 방식은 기존 바코드 방식에 비해 바코드 인식 시간을 제거할 수 있으므로 건당 7.4초 (3장 참조)를 단축시킬 수 있다.

- 작업자 만족도

(1) 방식은 오랜 시간이 소요되는 검수과정을 자동화함으로써 업무시간을 단축시킬 수 있어 작업자 만족도는 향상된다. (2) 방식은 바코드 인식을 위해 작업자가 승하차하는 과정을 제거할 수 있으므로 작업자 만족도가 어느 수준 향상될 것이다.

- 업무 정확도

(1), (2) 방식 모두 작업자의 입력을 배제하므로 업무의 실수를 감소시킬 수 있다.

- 업무 학습 인지도

(1), (2) 방식 모두 기존의 업무 과정을 자동화 한 것이므로 별도의 업무를 숙지할 필요가 없다.

- 태그 인식률

(1) 방식은 팔레트나 박스에 부착하여 인식하므로 개수가 증가할수록 인식률이 떨어지는 현상이 발생한다.

(2) 방식은 랙별로 부착된 태그 하나를 인식하면 되고, 태그와 안테나가 상호 정면 방향으로 설치된다. 상호 정면 방향일수록 인식률은 증가한다 [5].

- 태그 사용률

(1) 방식은 팔레트나 제품에 태그를 부착하므로 파손과 같은 물리적 현상에 의해 고장이 발생하여 교체를 수행해야 할 확률이 높다. (2) 방식은 랙에 고정식으로 부착하므로 특별한 부주의가 아니면 고장이 발생할 확률이 낮다.

<표6> 경제성 비교 분석 예

| 지표 | 단위 | (1) 방식 | (2) 방식 | 설명 |
|-------------|-------|----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 내부수익률 (IRR) | % | 33 | 114 | (2) 방식이 투자에 대한 실현가능한 IPR도 81% 높음 |
| 업무시간 | 초 | 126 | 292.6 | (1) 100%인식이 보장되지 않으므로, 'Verify Zone'에서 100% 판독을 수행해야 하므로 별도의 판독시간이 추가됨 (2) 300(초, 바코드인식 방식) - 7.4(초, 바코드인식이 제거된 평균 시간) |
| 작업자 만족도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 검수과정의 자동화를 통한 장시간의 검수과정 단축 (2) 적재과정의 번거로운 인식과정을 제거하여 업무 시간 단축 |
| 업무 정확도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 검수과정의 자동화를 통한 업무의 실수 감소 (2) 작업자의 별도 입력없이 자동으로 정확한 랙 위치정보 수집 가능 |
| 업무학습 인지도 | 상/중/하 | 상 | 상 | (1) 'Verify Zone' 통과 외에는 별도의 추가 작업이 필요 없음 (2) 별도의 추가 작업이 필요 없음 |
| 태그 인식률 | % | 평균 72.7% | 72.7% 이상 | (1) 테스트 7일간 평균 인식률 (2) 안테나와 태그 방향이 상호정면이므로 인식률 높음 |
| 태그 사용률 | 상/중/하 | 중 | 상 | (1) 팔레트 훼손에 의하여 태그에 고장발생 가능성 높음 (2) 랙 고정식이므로 고장발생 가능성 낮음 |

5.3 경제성 분석 결과

본 사례에서는 저비용 투자가 수익률이 좋다는 결과가 도출되었고, 저비용 투자로 인한 업무 프로세스 시간은 평균 7.4초가 단축되었다. 2장의 설문조사에서와 같이, 경쟁력을 갖추기 위하여 인력이 더 중요하다고 생각되는 중소기업에서는 7.5초의 단축된 시간은 무의미 하지만, 7.5초의 단축된 시간이 생산 효율성면에서는 더 중요할 것이다. (1) 방식과 (2) 방식에서 투자비가 3배 차이가 나는 반면 업무시간은 2배가 차이가 나기에 (2) 방식과 같은 저비용 투자를 선택하지만, 물동량이 많은 경우는 (1) 방식을 선택할 것이다. 따라서, 투자 여력이 제한적이고, 시스템 보다 인력을 중시하는 3자 물류 중소기업의 경우는 적은 비용으로도 높은 투자 효과를 낼 수 있는 (2) 방식 즉, RFID 태그를 랙에 부착한 지게차 주사 방식이 선호될 것이다.

6. 결론

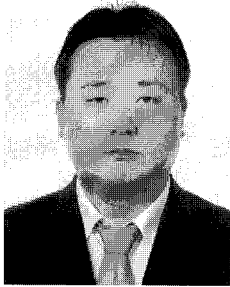
본 논문에서는 중소 물류센터의 현황 및 RFID 시스템 도입에 대한 의견을 분석하였다. 현장 적용의 어려움 및 투자비용의 부담에 대한 부정적 견해를 해결하기 위하여 중소 물류 센터에서 랙 부착 RFID 태그의 지게차 주사 방식으로 입출고 업무를 수행함으로써, 적은 비용으로도 업무의 정확성 향상과 작업 만족도를 증가할 수 있는 방안을 제시하였다. 또한, RFID 도입을 위한 경제성 분석 지표를 제시하였다. 이 지표를 활용하여, 중소물류 업체에서 RFID 시스템을 도입하고자 한다면 어떠한 방식이 최소 비용으로 최대 효과를 얻을 수 있는지에 대한 경제적 분석을 수행할 수 있을 것이다. 물류분야에 RFID 도입을 활성화하기 위해서는 중소물류센터에서도 수용할 수 있도록 기술적, 제도적, 경제적 보완이 이루어져야 할 것이다. 이를 위하여 기술적으로는 현장 적용성을 높여야 하며, 전략적으로는 급진적 도입보다는 점진적(gradual)이고 중간적(intermediate)인 방식의 RFID 기술 도입이 필요하다.

7. 참고 문헌

- [1] 송세라. "RFID-물류혁신 핵심기술로 부각." 물류매거진, (2003)
- [2] 정보통신부. "IT839 전략." (2006)
- [3] 한국정보사회진흥원. "2004·2005년도 RFID 시범사업 종합 결과 보고서." (2006)
- [4] 이재웅. "물류분야(RFID/USN) 적용절차 및 기존시스템과의 연계방안." 물류혁신을 위한 RFID/USN 기술과 적용사례 세미나, 한국 RFID/USN 협회, (2007)
- [5] 표철식. "RFID 태그, 리더 및 미들웨어 기술." 한국전자통신연구원, (2005)
- [6] Nobuo Tanaka, 황종성. "RFID 기술 도입에 따른 도전과 혜택", 한국정보사회진흥원, (2007)
- [7] 노형진. "SPSS에 의한 조사방법 및 통계분석", 형설출판사, (2006)
- [8] 김승식. "유통물류산업 RFID 시범사업 최종 보고서." 한국유통물류진흥원, (2004)

저 자 소 개

김 기 홍



고려대학교 경영학과 학사, 미국 SNHU 경영학(MBA) 석사, 현재 명지대학교 산업공학 박사과정 재학중이며 관심분야는 물류, 시뮬레이션

주소: 대구광역시 북구 침산동 821번지

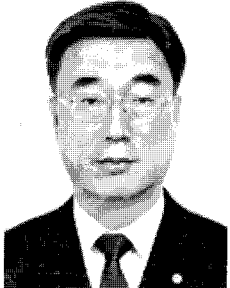
신 승 준



고려대학교 기계공학과 학사, 포항공과대학교 산업경영공학과 석사, 현재 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정 재학중이며 관심분야는 유비쿼터스 기술 기반 환경친화적 생산, STEP-Manufacturing 등이다.

주소: 경상북도 포항시 남구 효자동 포항공과대학교 산업경영공학과

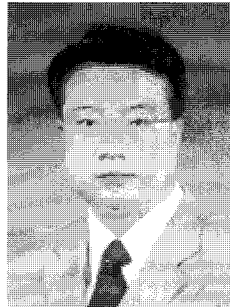
최 시 영



현재 명지대학교 산업공학과 박사과정 재학 중이며 관심분야는 택배, 3차 물류분야임

주소: 경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔 대원아파트 806-801

여 준 호

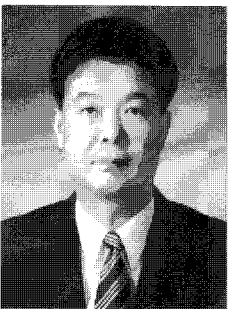


고려대학교 농업경제학과에서 경제학사 및 경제학 석사학위를 취득하였고, 미국 워싱턴주립대학교 농업경제학과에서 경제학박사, 통계학과에서 통계학 석사학위를 취득하였으며, 미국 켄사스주립대학교 부속 Office of Local Government에서 연구부장(Research

Director), 한국환경정책·평가연구원에서 책임연구원을 역임하고 현재는 경북대학교 농업경제학과 조교수로 재직 중이다.

주소: 대구시 북구 산격동 1370번지 경북대학교 농업생명과학대학 3호관 농업경제학과

강 경 식



현 명지대학교 산업공학과 교수, 명지대학교 안전경영연구소 소장, 명지대학교 산업대학원 원장, 대한안전경영과학회 회장, 경영학박사, 공학박사

주소: 경기도 성남시 분당구 정자1동 파크뷰 APT 611동 3103호