

무선통신과 회생전력을 이용한 QC 관리방안

박용성*, 최형림*, 김현수*, 이승홍**, 강무홍***, 정재운*, 김희윤*, 최기남*, 하정수*

요약

현재 항만에서 운영되고 있는 QC(Quay Crane)는 Festoon Cable을 이용하여 전력공급과 운전명령을 전달하고 있다. Festoon Cable이란 QC Trolley와 연결되어 움직이는 운전석과 크레인의 구조물인 Girder에 연결되어 있는 Cable이다. Festoon Cable은 무게가 약 800kg에 달하여 QC 자체에 부담을 줄 뿐만 아니라, 노화된 경우에는 케이블과 행거롤러 베어링 등과 같은 구성품이 낙하하는 사고가 발생하여 인명과 재산피해를 초래할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 Festoon Cable을 주기적으로 교체를 해야 하지만, 교체시기를 정확하게 파악하기 어려워 해결하기가 어려운 실정이다. 이에 본 논문에서는 무선 통신과 회생 전력을 이용하여 Festoon Cable을 대체하는 방안을 제시하고자 한다. QC의 트롤리에 필요한 전력은 회생 전력으로 공급하고, 운전명령은 무선통신으로 전달하게 함으로써, Festoon Cable이 필요 없는 QC를 제안한다.

Way of Quay Crane Management using Wireless Communication and Regenerative Power

Young-Sung Park*, Hyung-Rim Choi*, Hyun-Soo Kim*, Seung-Hong Lee**, Moo-Hong Kang***, Jae-Un Jung*, Hee-Yoon Kim*, Ki-Nam Choi*, Jeong-Soo Ha*

ABSTRACT

The QC (Quay Crane) on the harbors is operated with the electric power and operation commands supplied through festoon cables. Festoon cables are connected between the operation chamber, which moves connected with QC trolley, and the girder that is a structure of the crane. The weight of festoon cables reaches about 800kg; they give a large burden to QC and, they are aged, the accident that the cables or hanger roller bearings fall down may be occurred resulting in human and material damages. The festoon cables should periodically be replaced to avoid such accident but it is difficult to solve such problem because it is difficult to know the exact time for replacement. Therefore, a method is suggested in this thesis to replace the festoon cables with wireless communication and regenerative power. It is intended to suggest the QC free of festoon cable by the method that the electric power needed to the trolley of QC is supplied using the regenerative power and the operation commands are given through wireless communication.

Key Words : QC, festoon cable, wireless communication, regenerative power, container terminal

* 동아대학교 경영정보학과

** 동아대학교 항만물류시스템학과

*** 동아대학교 ICC 사업단

· 제1저자(First Author) : 박용성 · 교신저자(Correspondent Author) : 최형림

· 접수일(2010년 1월 26일), 수정일(1차 : 2010년 2월 13일), 게재확정일(2010년 2월 18일)

1. 서론

글로벌 물류화 시대에서 물류비용을 절감하기 위하여 컨테이너선의 초대형화가 가속화되고 있는 가운데 최근 1만 TEU이상의 컨테이너선이 등장하고 있으며 또한 이러한 대형 선박들이 전 세계의 약 7개 지역의 주요 항만에만 기항하게 됨으로써 화물이 집적되고 환적화물이 증가하는 Hub&Spoke 현상[1]이 두드러지고 있다.

이러한 현상에 따라 전 세계 주요 항만에서는 초대형 컨테이너선을 유치하기 위한 다양한 노력을 기울이고 있으며, 이 중 컨테이너선의 기항시간과 터미널 생산성에 직접적인 영향을 미치는 QC의 성능을 개선하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 하지만 기존 문헌을 살펴보면 장비의 증설을 통한 QC의 대형화와 알고리즘 또는 새로운 기술의 도입을 통한 QC의 제어와 하역능력향상에 관한 연구가 중점적으로 진행되어 왔다. 하지만, QC가 가진 문제점, Festoon Cable이 미치는 악영향을 해소하기 위한 연구는 미흡하였다. 성능을 제고시키는 것도 중요하지만, QC가 가진 문제점을 해결하는 것이 더욱 중요하며, 이것이 곧 QC의 생산능력 제고에 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 QC의 구성을 개선함으로써 기능을 개선할 수 있는 방안을 제시하였는데, QC의 Festoon Cable이 하는 기능을 무선통신과 회생전력으로 대체하는 것이 핵심이다. 이를 통하여 QC의 기능과 작업환경을 동시에 개선할 수 있다.

II. 관련 연구

컨테이너 터미널에서 QC의 역할은 컨테이너의 양·하역 작업이며, QC의 성능은 컨테이너선의 기항시간과 터미널의 생산성과 직접적인 연관을 가진다. 이러한 특성으로 인해 QC는 컨테이너선과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다고 할 수 있으며, 1959년

Matson Navigation Company와 Paceco사가 개발한 최초의 컨테이너 크레인이 등장한 이후, 컨테이너 선박 규모의 변화와 QC가 함께 발전해온 사례를 보면 이를 알 수 있다[2].

최근 QC의 특징을 살펴보면 1만 TEU급의 초대형 컨테이너선이 등장함에 따라 고속화, 대형화에 대한 요구로 QC의 구조가 보다 대형화되고 있으며, 정보 및 산업기술의 발달로 QC의 자동화가 고도화되고 있다. 이러한 장비의 대형화와 고속화, 자동화에 따라 기존 QC에는 나타나지 않았던 여러 가지의 문제점이 발생하기 시작하였다.

이러한 문제점을 분석한 사례를 살펴보면 QC의 주요 고장 원인으로 90~93년에는 기계적 원인이 55%에 달하였으나, 04~06년에는 기계적 원인보다 전기적 원인이 59%로 그 비중을 높게 차지하고 있다. 이는 QC의 발달이 전기장치의 발달에 따르는 바가 높아 전기계통이 복잡해짐에 따라 고장도 비교적 많아지는 것으로 파악할 수 있다[3].

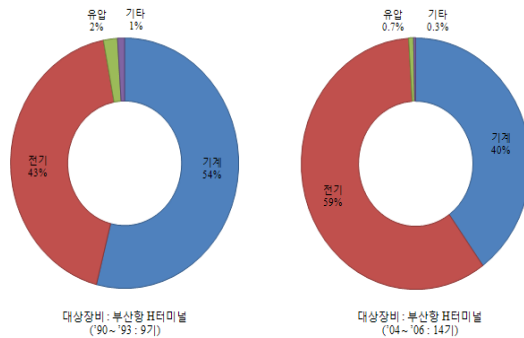


그림 1. 컨테이너 크레인 고장 건수 비교
 Fig. 1. Compare the number of broken container cranes
 출처: 컨테이너 하역장비 고장 분포 분석[3]

최근 QC의 고장 분포를 분석해보면 정보기술의 발달로 인하여 자동화가 많이 진행된 스프레더에 고장율이 가장 높고 권상, 횡행, 주행, 붐 순으로 고장이 많이 발생하는 것을 알 수 있다[3].

본 논문에서 해결하고자 하는 부분은 이 자료에서 분석되는 결과의 횡행 장치 중 Festoon Cable과 관련되어 있다. Festoon Cable에 발생하는 문제의 원인은 QC 트롤리의 운행속도가 120m/min에서 240m/min로 고속화로 인한 것으로 볼 수 있으며, 이러한 고속주행으로 인해 행거롤리 베어링 마모가 심화되고 Festoon Cable이 반복되는 신축작용으로 인해 내부단성의 증가가 발생하게 된다고 볼 수 있다.

이러한 현상의 원인은 먼저 Festoon Cable의 작동원리와 밀접한 관계가 있는데, 현재 일반적으로 QC에 사용되고 있는 Festoon Cable은 Girder 하단부의 Guide Rail을 따라 베어링을 내장한 행거롤리를 통해 매달려 있고 가장 선두에 있는 Cable이 이동함에 따라 나머지 Cable이 따라가는 작동원리로 이루어진다.

이러한 구조로 운영되고 있는 상황에서 트롤리의 운행속도가 고속화됨에 따라 운행 횟수가 증가하는데도 불구하고 기존 트롤리 운행속도인 120m/min에 맞추어 제작된 행거롤리 베어링과 Festoon Cable이 운행속도가 240m/min로 상향된 QC에도 그대로 적용되고 있어 행거롤리 베어링의 급격한 마모현상이 발생하고 있으며 Festoon Cable의 신축성이 이에 가해지는 충격량을 견디지 못하기 때문에 Festoon Cable에 문제가 발생하는 것으로 분석된다.

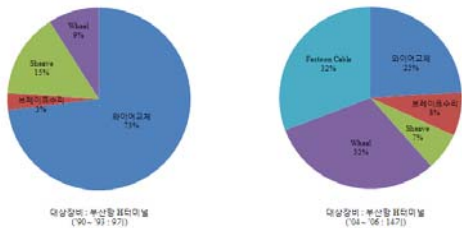


그림 2. 컨테이너 크레인 횡행 장치 중요 부분 고장 분포 분석

Fig. 2. Important part of the container crane equipment failure transverse distribution analysis

출처: 컨테이너 하역장비 고장 분포 분석[3]

위에서 나열된 문제점도 심각하긴 하지만 Festoon Cable의 고장이 가져다주는 가장 큰 문제는 산업재해로 이어지는 인명과 재산 피해이다. 이러한 문제점으로 제시된 Festoon Cable의 구성품들이 마모를 견디지 못하고 탈락하여 Cable이 떨어지는 사례가 다수 존재한다. 인명피해의 경우, 현재 항만하역업에서 발생하는 재해율은 2008년 기준 전체의 1.56%로 전체 산업 평균 재해율인 0.71에 비해 두 배 이상 높은 것으로 드러나고 있어 안전한 항만 하역장비운용에 대한 대책이 필요한 상황이다. 재산피해의 경우에는 Festoon Cable 교체 비용을 들 수 있으며, 그 비용은 재료비와 인건비를 합쳐 약 3,500만원에 이른다. 또한 Festoon Cable의 교체가 이루어지는 동안 QC가 운영되지 못하는 피해가 발생하게 된다. 그 피해액을 신선대컨테이너부두 기준으로 추정해 보면, QC 한 대가 하루 동안 처리하는 컨테이너화물량은 약 500TEU로 1TEU당 처리 비용을 약 50,000원[부산 D터미널 기준]으로 보았을 때, 2,500만원의 손실이 발생하게 되고 기타 부가적인 요소인 시간과 인건비, 신뢰도를 감안하면 보다 큰 피해로 다가오게 된다.

표 1. 업종별 산업재해 현황
Table 2. Industry Industrial Accident Tracking

구분	근로자수	재해자수	사망자수	재해율	사망 만인율
총계	13,489,986명	95,806명	2,422명	0.71%	1.80%
수상운수업, 항만하역 및 화물취급사업	96,687명	1,512명	44명	1.56%	4.55%

출처: 노동부, '08년 산업재해 발생현황

위에서 살펴본 바와 같이, QC의 구성요소 중 하나인 Festoon Cable이 가져오는 문제점은 적지 않다. 하지만 이러한 문제점이 제기되고 있음에도 그동안 Festoon Cable을 제거하거나 대체할 수 있는 방안에 대한 연구는 미흡한 상황이다.

현재까지 진행된 QC 관련 연구들을 살펴보면 QC의 제어와 풍하중의 영향, 하역능력에 관한 연구 등이 주를 이루고 있었고 그 외에 QC의 안정성과 수명, 그리고 에너지 효율에 관한 연구 등이 이루어지고 있는 것을 알 수 있었다. 그러나 기존의 연구는 대부분 QC의 제어구조와 설계, 안정성과 하역능력에 관련된 내용이 주를 이루는 반면에 QC의 기능개선과 근무자 작업환경에 관한 연구는 미흡한 상황이었다. 따라서 본 연구는 기존의 연구와 차별성을 가지고 QC의 효과적인 관리와 안전한 운영을 위해 많은 문제점을 일으키고 있는 QC의 Festoon Cable을 제거하는 방안을 제시하는 연구를 진행하고자 하며, 그 방법으로 이미 개발되어 활용되고 있는 기술인 무선 통신과 회생전력을 QC에 적용함으로써 보다 안전하고 효율적인 QC 관리 방안을 제시하고자 한다.

III. 무선통신과 회생전력을 이용한 QC 설계

본 장에서는 앞에서 언급하였던 Festoon Cable의 문제점을 해결하기 위해 무선통신과 회생전력을 QC에 적용하는 방안을 제시하고자 한다.

본 논문에서는 QC의 제어명령 전달을 위해 근거리 무선통신을 제안한다. 근거리 무선통신이란 전파를 정보의 전송 매체로 이용해서 가까운 거리에 있는 정보처리 기기들 간에 정보를 교환하게 하는 통신을 말하며[4] 과거에는 무선통신은 유선통신에 비하여 속도와 안정성이 떨어져서 이용가치가 없는 것으로 여겨졌기 때문에 지금까지의 통신은 기기들 간에 선으로 연결된 유선 통신이 대부분을 차지하고 있었다. 그러나 무선통신의 비약적인 발전으로 인해 무선통신의 사용이 활성화 되고 있는 추세이며 무선통신의 이동성, 설치, 확장성의 용이성 등 무선의 장점을 내세워 점차 유선통신의 자리를 대체하고 다양한 분야에서 통신의 새로운 전기를 마련하고 있다. 이러한 무선통신

은 열차제어[5], 차량간 상태정보 교환[6], 철도차량 유지보수[7] 등과 같이 장비 제어 분야에서 활용되고 있다.

이러한 무선통신 기술이 항만산업의 기기들에 적용된다면, 케이블로 인한 공간 문제와 단선문제의 해결, 기기 구조의 단순화 등을 위해 활용될 수 있을 것으로 예상된다. 산업 환경에서 활용 가능한 무선통신 기술은 주파수 인가가 필요 없는 2.4GHz 주파수 대역의 근거리 통신 기술들로서, IEEE 802.15.1 Bluetooth, IEEE 802.15.4 ZigBee, IEEE 802.11 WLAN 등의 무선 근거리 영역 통신 기술들이 존재한다. 각각의 무선통신 표준마다 다른 통신환경, 통신거리, 통신 속도 등의 특성을 가지고 있는데 적용 대상과 환경에 맞는 기술을 선정하여야 한다.

이러한 무선통신 기술들 중에서 QC에 적용하기에 적절한 무선통신 기술을 알아보기 위해 고려해야할 점은 먼저 QC에서 작업 가능한 거리인 Out-Reach가 70m정도이고 전체길이가 130m인 점과 기존 항만시설에서 사용되고 있는 통신기술을 알아보아야 할 것이다. 그리고 데이터 통신의 보안성 또한 중요한데, WLAN은 통신거리가 100m정도이고 기존 항만에 구축되어 업무에 사용되고 있는 기술이며, 통신규약이 TCP/IP로 UDP와 달리 데이터 통신의 검증절차가 있어 안정적인 통신을 보장해주므로 적합한 기술로 판단된다.

QC는 앞서 언급하였다시피 컨테이너 터미널에서 컨테이너의 양·하역 작업을 수행하고 있다. 이러한 하역장비의 전력 특성은 컨테이너를 들어 올릴 때 전동기 부하로 전력을 소비하지만 컨테이너를 내릴 때는 거꾸로 전력을 발생하는 발전기로 변하는 현상이 발생하는 것인데 이때 발생하는 전력을 회생전력이라고 한다[8]. 회생전력이 발생하면 전류가 역류하여 장비에 손상을 입히는 원인이 되기도 하기 때문에 기존에는 열에너지 형태로 대기로 방출하였다. 그러나 최근에는 고유가와 에너지 절감의 차원에서 이러한 회

생전력을 전원 측으로 되돌려 에너지의 공급 및 절약이 가능하게 하는 시도가 늘고 있으며, 이미 철도[9], 엘리베이터[10], 하역장비[8] 등에서 회생전력을 이용하는 다양한 기술 개발 진행되고 있다.

QC 작업 시 움직임을 살펴보면 크게 상승과 하강으로 구분할 수 있다. 일반적으로 하강구간에는 회생전력이 발생하고, 상승구간에는 비 회생 되는 걸로 파악할 수 있으나 <표 2> 에서 보는 바와 같이 상승구간의 감속구간에는 회생이 발생하고 하강구간의 가속구간에는 비 회생되는 것을 알 수 있다[8].

표 2. 크레인 운전구간별 운전특성과 회생전력 발생
Table 2. Crane driver driving characteristics and regenerative power generated sectional

구분	A	B	C	D	E	F
구간	상승 가속 (비회생)	상승 등속 (비회생)	상승 감속 (회생)	하강 가속 (비회생)	하강 등속 (회생)	하강 감속 (회생)

출처 : 김우선, 컨테이너 하역장비의 에너지 세이빙 기술 적용효과 분석, 2006

기존의 QC에서 사용되던 전력공급 방식을 보면 약 1000kw정도의 큰 전력이 소모되는 컨테이너의 상승·하강동작, 트롤리의 횡행 전진·후진동작, 컨테이너 크레인 전체의 좌행·우행 동작, 봄의 상승·하강동작과 같은 운동은 육상전원을 통해 공급되고, 트롤리 운전실에 필요한 전산장비용 전력과 에어컨, 히터 같은 운전원 편의시설을 위한 전력, 스프레더의 작동에 필요한 전력은 보조전력으로써 약 30kw미만의 전력이 소모되는데, 이는 기계실과 연결되어 있는 Festoon Cable을 통해 공급되고 있었다. 따라서 Festoon Cable을 제거함으로써 대체해서 공급해야할 전력은 30kw정도로 적은 양이기 때문에 QC운영 중 발생하는 회생전력을 통해 충분히 공급이 가능하다.

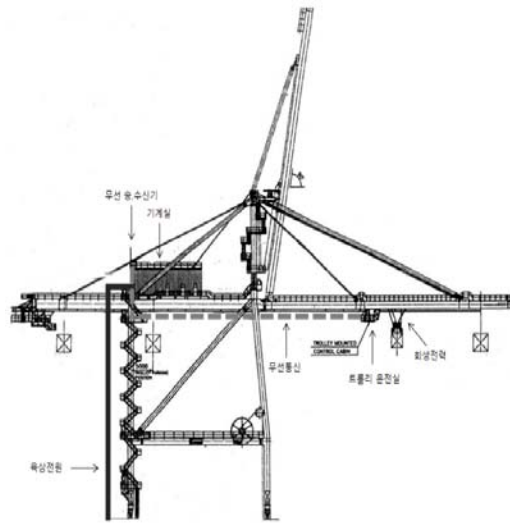


그림 3. Festoon Cable 제거 후 관리방안
Fig. 3. Festoon Cable management plan after the removal

컨테이너 크레인의 구조는 상부에 수평방향으로 설치된 거더(Girder)가 있고 그 위에 전력의 대부분이 소요되는 기계실이 설치되어 있다. 그리고 거더의 측면의 레일 위에는 트롤리가 설치되어 전·후진하면서 움직이고 이 트롤리는 트롤리 운전실과 권상·권하하는 호이스트 활차, 횡 방향으로 전·후진하는 트롤리 휠, 컨테이너를 탈·부착하는 스프레더와 헤드 블록 및 Festoon Cable 등이 설치되어 있다.

위 <그림 3> 은 이러한 무선통신과 회생전력을 이용해서 QC의 Festoon Cable을 제거한 뒤 제어명령과 보조전력을 전달하는 전체구조를 나타내고 있다.

Festoon Cable 제거방안에 대해 설명하기 전에 먼저 기존의 방식을 살펴보면, QC의 기계실에 필요한 주 전력은 육상에서 연결된 전원공급선으로 이루어지고 이렇게 공급된 전력은 다시 Festoon Cable을 통해서 트롤리에 전달되며 동시에 제어명령도 Festoon Cable을 통해 전달된다.

이러한 역할을 수행하는 Festoon Cable을 제거하게 되면 제어명령과 보조전력을 전달할 대체 방안이 필

요하게 되는데, 그 방안으로 무선통신과 회생전력을 이용하게 된다.

그리하여 제어명령 전달은 무선통신으로 기계실과 트롤리에 각각 설치되어있는 무선 송, 수신 장치를 통해서 이루어지게 되고, 트롤리에 필요한 보조전력은 컨테이너의 권상·권하 동작 시에 발생하게 되는 회생전력을 통해 공급하게 된다.

먼저, 무선통신을 QC에 적용하여 제어명령을 전달하는 과정을 살펴보면, 트롤리 운전실 안에 있는 운전원이 제어장치 조작을 통해 QC 움직임을 조정하게 되고 트롤리 운전실에 설치된 송, 수신기와 기계실에 설치된 송, 수신기를 통해서 무선으로 제어신호를 교환하게 된다.

이렇게 전달되는 제어명령에는 트롤리의 전진·후진(Trolley Forward, Reverse), 스프래더의 상승·하강(Hoist Up, Down), 붐의 상승·하강(Boom Up, Down), 크레인 전체의 좌·우 이동(Gantry Left, Right), 스프래더 신축 동작(Spreader Lock, Unlock, 20', 40', 45'/Flipper Up, Down, Twin-Single)이 있으며, 이러한 제어명령을 통해 QC의 움직임을 제어하게 된다.

다음으로 QC 트롤리의 보조전력으로 회생전력의 발생과 공급과정을 살펴보면, QC 작업 중 컨테이너의 상승·하강 동작(①)으로 인해 와이어로프에 접촉되어 있는 발전용 활차(㉠)가 회전하게 되고 활차의 회전(②)으로 인해 회생전력이 발생하게 된다. 그때 발생하게 되는 전력을 트롤리 운전실 뒤편에 설치되어 있는 전력 저장장치인 커패시터(㉡)에 저장(③)하게 된다.

그리고 커패시터 옆에 위치한 인버터(㉢)를 이용하여 저장된 전력을 사용가능한 전압으로 변환(④)하여 트롤리에 필요한 전력을 기존에 설치되어있던 트롤리 운전실(㉣) 전원부에 연결하여 공급(⑤)하게 된다.

<그림 4> 는 이러한 회생전력의 발생과 전달되는 과정을 나타낸 것이다.

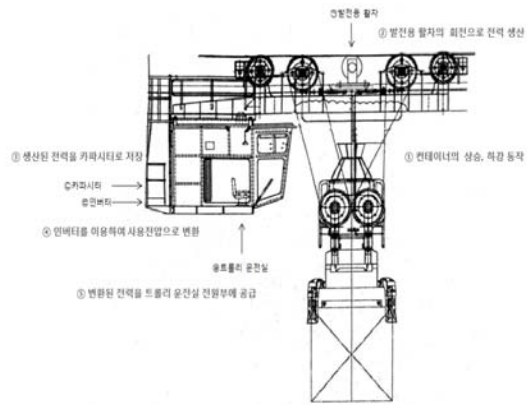


그림 4. 회생전력 발생과 전달 과정
Fig. 4. Regenerative power generation and delivery process

IV. Festoon Cable 제거를 통한 기대효과

이와 같이 제시된 방안을 통해 Festoon Cable을 제거함으로써 얻게 되는 효과를 살펴보면 먼저 경제적인 효과를 들 수 있는데 Festoon Cable을 설치하는 경우 재료비와 인건비를 포함하여 약 8,300만원 정도 소요 된다. 반면에 무선 시스템과 회생 시스템의 설치비용은 약 1,000만원에 불과하여 7,300만원 정도의 초기 설치비용 절감 효과를 얻을 수 있게 된다. 또한 기존의 Festoon Cable 방식에서 지속적으로 발생하였던 케이블과 그 구성품들을 교체하는 유지보수 비용도 줄일 수 있어 시간이 지날수록 그 효과는 더 커지게 된다.

또한 회생전력을 사용함에 따라 전력 사용량이 줄어들게 되어 전력소요 비용 감소와 Festoon Cable 고장 시 발생하는 작업 중단으로 인한 손실도 막을 수 있다.

다음으로 안전성과 작업환경 개선의 효과를 얻을 수 있는데, Festoon Cable을 제거함에 따라 Festoon Cable의 노후화로 인한 단선으로 발생하는 추락 사고를 방지할 수 있어 인명과 재산피해를 막을 수 있다. 이로 인해 안전사고의 위험을 줄이고 QC 근로자의 작

업환경을 개선 할 수 있는 효과가 발생하게 된다.

이 외에 무선 환경을 구축하게 되면 많은 구성품들이 사라지게 되어 구조가 간단해져 소음발생이 줄고 고장률이 감소하는 효과도 얻을 수 있다. 이로 인한 안정적인 제어명령 전달과 전력공급을 통해 효과적인 QC의 관리가 가능하게 된다.

이와 같이 QC 제어에 무선통신과 회생전력을 이용하여 다양한 효과를 기대할 수 있지만, 반면에 새로운 기술에 대한 사용자 저항에 부딪힐 수도 있다. 아무리 좋은 기술이라고 해도 사용자가 효율적으로 사용하지 않으면 무용지물이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 사전에 사용자들을 대상으로 기술 및 활용에 대한 철저한 교육이 필요하다.

감사의 글

국토해양부; 해운물류 Active IP-RFID 기술개발사업의 연구결과임을 밝히며 연구비지원에 감사드립니다.

V. 결 론

본 연구에서는 QC 운영상에 많은 문제점을 야기시키는 Festoon Cable을 효율적으로 대체하는 방안을 제시하였다. 최근 다양한 분야에서 활용되고 있는 무선통신기술과 회생전력기술을 이용하여 Festoon Cable의 기능을 대체하였다.

본 연구는 많은 문제점을 야기시켰던 Festoon Cable을 QC에서 제거시키기 위한 연구를 처음으로 시도하였다. 그리고 본 연구에서 제시한 방안이 가져오는 효과도 구체적으로 제시하였다.

하지만, 본 연구에서 제시한 방안 외에 Festoon Cable을 제거할 수 있는 다양한 방안이 존재할 수 있기 때문에, 향후에는 다양한 방안을 비교분석하는 연구를 수행해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 양항진, 장봉규, 정두식, "우리나라 주요항만의 중심항 발전 전략", 한국항만경제학회지, 제21집, 제4호, pp.1-31, 2005.
- [2] 이숙재, 홍금식, "초대형 선박용 차세대 컨테이너 크레인의 설계기준", 한국해양공학회지, 제18권, 제6호, pp.101-107, 2004.
- [3] 전영환, "컨테이너 하역장비 고장 발생분포 분석", 한국항만협회, 2007년 여름호, 통권 제 102호, 2007.
- [4] 송영근, 김한주, "근거리 무선통신기술에 대한 분석 및 전망", 정보통신산업진흥원, 주간기술동향 1021호, 2001.
- [5] 윤용기, 김용규, "무선정보통신기술과 열차제어기술의 만남과 새로운 열차제어시스템 개발", 철도저널, 제12권, 제4호, pp.23-31, 2009.
- [6] 이우호, "근거리 무선통신 기술 기반 차량간통신 시스템 개발", 전자공학회논문지, 제43권 TC편, 제9호, pp.6-13, 2006.
- [7] 안대기, 박기준, 이호용, 김길동, 한석윤, "전동차 유지보수를 위한 무선통신기술 활용방안에 대한 연구", 대한전기학회 춘계학술대회 논문집, pp.423-425, 2003.
- [8] 김우선, "컨테이너 하역장비의 에너지 세이빙 기술 적용 효과 분석", 한국해양수산개발원, 해양수산 통권 262호, pp.25-37, 2006.
- [9] 김중윤, 정두용, 장수진, 이병국, 원충연, "슈퍼 커패시터를 이용한 직류철도 회생에너지 저장장치", 전력전자학회 논문지, 제13권, 제4호, pp.247-256, 2008.
- [10] 조수익, "엘리베이터의 회생 전력을 이용한 고효율 태양광 연계형 인버터 개발", 한국조명·전기설비학회 2007 추계학술대회 논문집, pp.31-37, 2007.
- [11] 김석훈 회, "센서 네트워크 기반의 수질환경정보 측정용 원격 무선 단말기 설계", 한국지식정보기술학회 논문지, 제4권, 제4호, pp.33-39, 2009.



박용성(Young-Sung Park)

2002년 2월 : 동아대학교 경영정보학과 석사학위 취득

2006년 2월 : 동아대학교 경영정보학과 박사학위 취득

2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 부산카톨릭대학교 경영정보학과 전임강사

2008년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 BK21 연구교수

※ 관심분야 : 항만물류시스템 멀티에이전트시스템 디지털콘텐츠



최형림(Hyung-Rim Choi)

1986년 2월 : 한국과학기술원(KAIST)
경영과학과 석사학위 취득
1993년 8월 : 한국과학기술원(KAIST)
경영과학과 박사학위 취득

1998년 10월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 교수
※ 관심분야 : 시스템 분석 및 설계, 지능형 정보시스템,
전자상거래, 항만물류



김현수(Hyun-Soo Kim)

1987년 2월 : 한국과학기술원(KAIST)
경영과학과 석사학위 취득
1992년 2월 : 한국과학기술원(KAIST)
경영과학과 박사학위 취득

2003년 4월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 교수
※ 관심분야 : 전자상거래, 항만물류망 및 공급사슬망,
지능형 정보시스템



이승홍(Seung-Hong Lee)

1994년 2월 : 부경대학교 전기공학과
학사학위 취득
2004년 8월 : 동아대학교 항만물류시스
템학과 석사학위 취득

2003년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 항만·물류시스템학과
박사과정 수료
※ 관심분야 : 항만하역장비, 시스템 제어, 항만물류



강무홍(Moo-Hong Kang)

2005년 2월 : 동아대학교 경영정보학과
석사학위 취득
2009년 2월 : 동아대학교 경영정보학과
박사학위 취득

2009년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 ICC 사업단 선임연구원
※ 관심분야 : 지능형 정보시스템, Car Carrier, 휴리스틱
알고리즘, 유전 알고리즘



정재운(Jae-Un Jung)

2005년 2월 : 신라대학교 경영정보학과
학사학위 취득
2008년 2월 : 동아대학교 경영정보학과
석사학위 취득

2008년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 박사과정
※ 관심분야 : 물류정보시스템, 시스템다이나믹스, BSC



김희윤(Hee-Yoon Kim)

2008년 2월 : 동아대학교 경영정보과학
부 학사학위 취득

2008년 3월 ~ 현재 : 동아대 학교 경영정보학과 석사과정
※ 관심분야 : 정보전략계획, 지능형 정보시스템, RFID,
항만물류, 시스템 분석 및 설계



최기남(Ki-Nam Choi)

2009년 2월 : 동아대학교 경영정보과학
부 학사학위 취득

2009년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 석사과정
※ 관심분야 : RFID/USN 적용, 시스템 분석 및 설계



하정수(Jeong-Soo Ha)

2009년 2월 : 동아대학교 경영정보과학
부 학사학위 취득

2009년 3월 ~ 현재 : 동아대학교 경영정보학과 석사과정
※ 관심분야 : RFID/USN 적용, 시스템 분석 및 설계