

Transfer Crane의 고장 및 정비 표준화

윤원영* · 이유환** · 하영주** · 김귀래** · 손범신**

*부산대학교 산업공학과 교수, **부산대학교 대학원

Standardization of Maintenance and Failure of Transfer Crane

Won-Young Yun* · You-Hyoun Lee** · Young-Ju Ha** · Gui-Rae Kim** · Bum-Shin Son**

*Department of Industrial Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

**Graduate school of Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

요약 : 항만에 있어서 하역장비는 매우 중요하다. 컨테이너 크레인이나 트랜스퍼 크레인 같은 장비가 고장이 나면 수리나 예비품의 재주문에 걸리는 시간동안 작업이 이루어지지 못하므로 엄청난 비용손실을 초래한다. 그러나 가격이 고가이므로 예비품을 많이 보유할 수도 없는 형편이다. 대체적으로 부피가 크고 고가인 항만 장비의 특성상 효율적인 예방정비와 고장 분석을 통해 장비의 신뢰성을 확보하는 것이 무엇보다 필요하다. 본 연구는 항만 장비 중 주요 장비인 트랜스퍼 크레인을 선정하여 시스템 및 기능, 고장 메카니즘을 분석하였으며, 고장/정비 이력 데이터의 수집 및 정리를 통하여 고장과 정비 작업의 내용을 표준화하였다. 장비의 운영 및 정비 작업을 전산화하기 위한 기초 작업인 본 연구는 다음 세대 장비의 최적 설계와 장비의 최적 운영 정책을 설계하는 새로운 시도가 될 것이다.

핵심용어 : 트랜스퍼 크레인, 고장 메카니즘, 정비, 표준화

Abstract : In the port, the yard crane is very important. If a container crane or a transfer crane is broken down, it costs a lot because of the delay of work during the period of repair or reordering. But, we don't have enough spare parts because of the high cost. It is necessary to maintain high reliability of the crane through effective preventive maintenance and failure analysis. In this paper, we analyse the function and failure mechanism of the transfer crane which is a main equipment in the yard. Also, we standardize failures and maintenance works using the historical data of failure and maintenance. This study which is a basic work for effective equipment operation and maintenance will support reliability engineers to decide the optimal design of the next generation equipment and operational policy of equipment.

Key words : Transfer crane, Failure mechanism, Maintenance, Standardization

1. 서 론

컨테이너 터미널에서 하역장비는 매우 중요하다. 컨테이너 크레인이나 트랜스퍼 크레인 같은 장비가 고장이 나면 수리나 예비품의 재주문에 걸리는 시간동안 작업이 이루어지지 못하므로 엄청난 비용손실을 초래한다. 그러나 가격이 고가이므로 예비품을 많이 보유할 수도 없는 형편이다. 대체적으로 부피가 크고 고가인 항만 장비의 특성상 효율적인 예방정비와 고장 분석을 통해 장비의 신뢰성을 확보하는 것이 무엇보다 필요하다.

항만마다 운영 지원시스템이 개발되어 터미널 내의 운영 효율화를 위한 작업이 이루어지고 있으나, 대부분 운영에 치중한 관리를 하고 있으며, 정비나 고장에 관한 관리는 약한 것이 현실이다.

국내에서 개발된 터미널 운영지원 시스템으로는 CATOS, ATOMS, CLT-Terminal/ODCY/CFS Operation management

가 있다.

CATOS는 (주)토탈소프트뱅크(TSB)가 개발한 터미널 운영 지원 시스템으로 컨테이너터미널을 운영함에 있어 중요한 Planning, Operation, Management의 기능을 포함하고 있다. Management System의 PMS & Inventory 부분은 컨테이너 수리 관리와 터미널에 사용되는 하역장비를 예방정비하고 정비한 결과 및 부품들의 재고 수량을 파악하는 시스템이다.

ATOMS는 KL.NET사가 개발한 컨테이너 터미널 통합정보 시스템으로, 생산성과 효율성을 극대화하기 위해 터미널의 모든 생산활동을 Planning, Allocating, Scheduling, Controlling, Monitering하는 시스템이다. 장비의 정비 관리에 관해서는 하역장비의 계획적인 정기 점검 기능, 부품소요량을 산출하여 적정부품 재고관리 기능과 기사별 작업시간을 분석하여 작업 인력 관리 기능을 지원하고 있다.

싸이버 로지텍이 개발한 CLT-Terminal/ODCY/CFS

* 대표저자 : 윤원영(정회원), wonyun@pusan.ac.kr 051)510-2421

** 정회원, 010-3308-5177

** 정회원, hayoung@pusan.ac.kr 051)513-1484

** 정회원, gille@pusan.ac.kr 010-4566-5919

** 정회원, sonbs011@pusan.ac.kr 010-5599-2047

Operation management는 전문가 시스템을 기반으로 한 경험적인 양적 계획과 쉽고, 간편하고, 편리한 방식으로 Control 및 Planning을 구현하여 시스템 성능 및 모델링을 빠르게 제공한다.

그러나 이들 제품 모두 터미널 운영 후 발생하는 고장의 유형이나 사후분석이 미비하고, 예비품관리나 최적화부분이 이루어지지 않고 있다.[Table 1] 재고관리는 하고 있으나, 예비품 관리는 행해지지 않고 있다. 즉, 예비품은 가지고 있고, 주문을 하지만 경험에 의해 이루어지고 있다.

대부분의 터미널에서 정비 관리는 정비 요청과 정비 실적 관리 정도로 이루어지고, 정비 작업의 지시와 일정 계획이 대부분 수작업으로 이루어지고 있다. 가장 큰 이유는 장비의 고장과 정비 작업에 대한 표준화 작업이 이루어 지지 않아 전산화 할 수 없기 때문이다. 터미널 장비의 고장과 작업이 표준화되어 있으면 정비 작업의 전산화와 정비 실적 자료의 분석을 통해 보다 효율적인 장비 관리가 이루어질 수 있다. 본 연구에서는 이를 위해 주요 하역 장비인 트랜스퍼 크레인의 고장과 정비 작업의 표준화를 위한 연구를 수행하였다.

2. 표준화 기술 개발

표준화 기술 개발을 위한 단계로 먼저 트랜스퍼 크레인의 정비이력 자료를 수집하여 분석하였다. 이를 토대로 표준화 작업을 수행하고, 전산화를 위해 코드화 작업을 수행하였다.

2.1 자료 수집 및 분석

자료의 수집을 위하여 부산의 항만터미널 3사를 방문하여 정비 담당 전문가와 정비활동에 대해 질의 응답 및 토론을 하였다. 터미널마다 보유하고 있는 트랜스퍼 크레인의 종류가 다르고, 제조사에 따라서도 모델의 차이가 있었다. 이 부분은 최대한 공동장비의 표준화된 모델을 이끌어 내고자 노력했다. 주요 분석 자료로는 트랜스퍼 크레인 1대의 15년간의 정비 및 고장 자료를 수집하여 분석하였다. 또한 트랜스퍼 크레인의 구조도 및 설계도 자료와 운영지침 자료를 참고로 하였다.(대한민국조달청, 1991; 이, 1998; 한국산업규격)

2.2 표준화

1) 장비의 기능도 작성

설계 및 구조에 관한 전문자료 분석을 통해 트랜스퍼 크레인의 기능도를 작성하였다.(Marvin and Arnjot, 2004; KSA 한국표준협회, 2004; 정 외, 2002) Fig. 1은 트랜스퍼 크레인의 기능도이다. 장비의 기능을 중심으로 분석하였으며 주 작업 기능과 보조 작업 기능의 2가지로 기능을 분류하였다.

트랜스퍼 크레인의 주 작업 기능은 크게 횡행이동, 상/하 이동, 컨테이너 집기로 나눌 수 있다. 횡행이동은 트롤리에서, 상/하 이동은 호이스트에서, 컨테이너 집기는 스프레더에서 일어난다. 횡행이동은 다시 주기능인 이동기능과 부기능인

이동속도 제어 기능, 기타 안전장치인 혼들림 방지 기능으로 나눌 수 있고, 각각에 해당되는 부품들을 묶을 수 있다.

Table 1 터미널 운영 지원 시스템의 비교

제품명	장점	단점
CATOS	<ul style="list-style-type: none"> - 컨테이너 터미널의 planning, operation, management 에 필요한 모든 자동화 시스템을 간편하게 제공 - 터미널 운영의 생산성과 선박의 양적 계획을 도움 터미널의 작업 상황을 지속적으로 모니터링 - 상황을 스스로 알아서 제어 하는 지능형 관제 시스템 C3IT, Gate와 Yard, Quay-Side의 작업을 통제, 지휘하는 각종 Operation 프로그램이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널 운영 후 발생하는 고장의 유형이나 사후 분석이 미비함 - 예비품 관리가 이루어 지지 않음 - 최적화부분이 이루어 지지 않음
ATOMS	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널의 생산성과 효율성을 극대화하기 위해 터미널의 활동을 Planning, Allocating, Scheduling, Controlling, Monitoring하는 통합 정보시스템으로 현장 업무처리와 동시에 처리실적관리, 통계 분석 및 정산이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 터미널 운영 후 발생하는 고장의 유형이나 사후 분석이 미비하며 하역 작업을 제외한 다른 장비들에 대한 유지 보수 작업을 이루어 지지 않음
CLT-Terminal/ODCY/CFS Operation Management	<ul style="list-style-type: none"> - 전문가 시스템을 기반으로 한 경험적인 양적 Plan - Yard Monitoring 및 Plan 시스템의 Realtime 운영으로 장치장 효율화 	<ul style="list-style-type: none"> - Web을 기반으로 하여 작성된 프로그램이므로 Web의 안정성의 확보가 요구됨

보조 작업 기능은 전/후진 이동, 동작 지원 기능, 지지대 기능, 모니터링 기능으로 구분하였다. 이들 기능은 트랜스퍼 크레인의 주 기능은 아니지만, 주 기능의 동작을 위해 필요하므로 기능분석에서 고려하였다.

Fig. 2은 트랜스퍼 크레인의 횡행이동을 담당하는 트롤리 부분을 분석한 것이다. 작업 수행의 주기능은 DC모터, 기어 Reducer, 피니언이 담당하며 트롤리를 횡행이동 시키는 주요 부품군이다. DC모터가 구동되면 기어Reducer, 피니언을 거쳐 트롤리가 횡행이동을 하게 된다. 작업 수행을 제어하는 부기 기능은 리미트 스위치, 마그네틱 브레이크, 트로리 스토퍼, 스큐 장치가 담당하며, 트롤리를 감속시키기 위한 제어 부품군이다. 안전 장치는 기타 기능으로 분류하였으며, 유압 버퍼, 엔커링 장치, 안티스웨이 장치가 해당된다. 안티스웨이는 트롤리 횡행이동시 컨테이너의 혼들림을 제어하는 것으로 드럼, 스프링 브레이크, 캠클러치, 토크모터로 구성되어 있다.

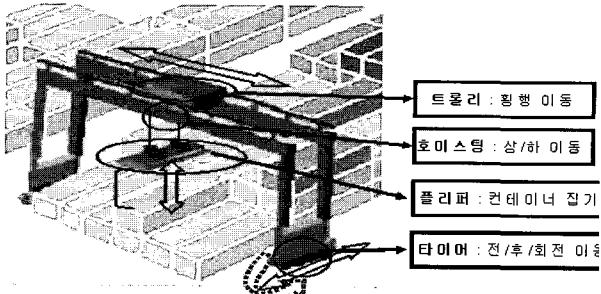
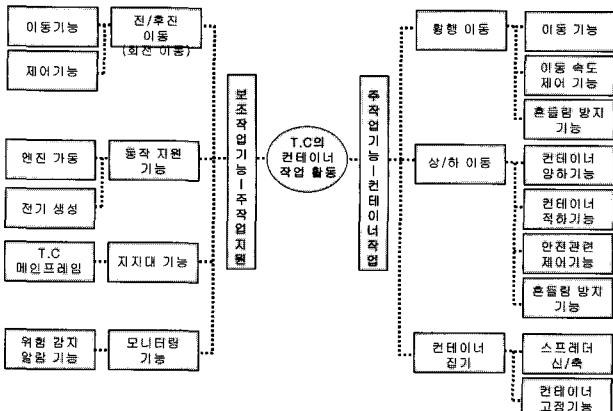
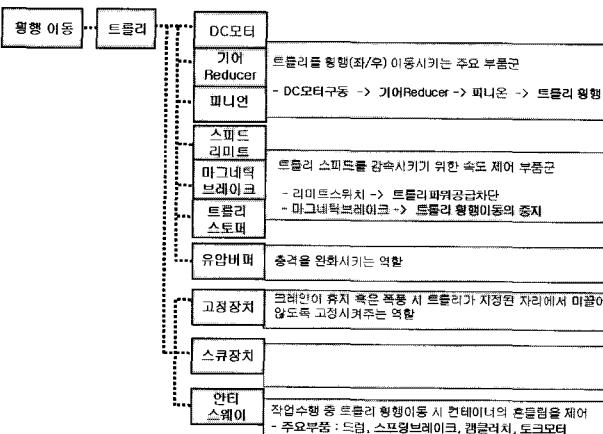


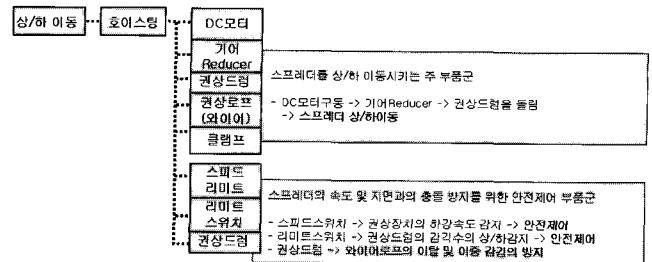
Fig. 1 TC 기능도



주 기능 (작업수행)	DC모터, 기어 Reducer, 피니언
부가 기능 (작업수행제어)	리미트 스위치, 마그네틱 브레이크, 트롤리 스토퍼, 스큐 장치
기타 기능 (안전장치)	유압비파, 엔커링 장치(고정 장치), 안티스웨이 장치

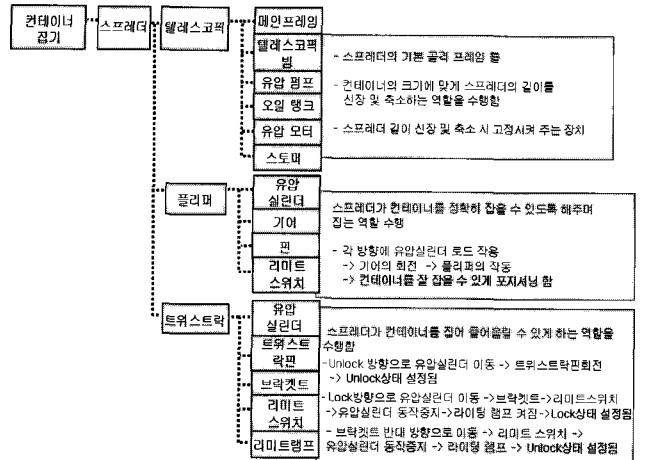
Fig. 2 횡행이동 기능도

Fig. 3은 트랜스퍼 크레인의 스프레더를 상/하이동시키는 호이스팅 부분의 주요 부품군이다. 주 기능은 유압실린더, 기어, 펀, 권상드럼에서 이루어지며, DC모터가 구동되면 기어 Reducer가 움직이고 이것이 권상드럼을 돌려 스프레더가 상/하이동을하게된다. 부가기능인 작업 수행 제어는 스프레더의 속도 및 지면과 충돌 방지를 위한 안전 제어 부품군으로 스파드 스위치, 리미트 스위치, 권상드럼이 있다.



주 기능 (작업수행)	유압실린더, 기어, 펀, 권상드럼
부가 기능 (작업수행제어)	스파드 스위치, 리미트 스위치, 권상드럼(와이어 이탈방지 감지)

Fig. 3 상/하 이동 기능도



주 기능 (작업수행)	텔레스코픽, 펌프, 유압모터, 오일탱크, 스토퍼
플리퍼	유압 실린더, 기어
트위스터	유압실린더, 브락켓, 리미트 스위치, 리미트 램프

Fig. 4 컨테이너 집기 기능도

Fig. 4는 컨테이너 집기 기능을 수행하는 스프레더 부분의 구성을 나타낸 그림이다. 스프레더는 크게 텔레스코픽, 플리퍼, 트위스터 랙의 3부분으로 구성되어 있다. 텔레스코픽은 스프레더의 골격 부분으로 텔레스코픽 범은 컨테이너의 크기에 맞게 스프레더의 길이를 신장 및 축소하는 역할을 한다. 플리퍼는 컨테이너를 집어 들어 옮길 수 있게 하는 역할을 수행한다. 플리퍼는 유압 실린더, 기어, 펀, 리미트 스위치로 구성되어 있고, 트위스터 랙에는 유압 실린더, 트위스터 랙펀, 브락켓, 리미트 스위치, 리미트 램프 등이 있다.

Fig. 5을 보면 트랜스퍼 크레인의 전/후진 이동 및 회전 이동을 하는 젠트리 주행장치는 AC모터, 타이어, 베어링, 베어링 하우징, 유압실린더, 휠, 휠 요크, 리미트 스위치, 체인으로 이루어져 있다. 휠 요크는 실빔에 장착된 유압 장치이다.

Transfer Crane의 고장 및 정비 표준화

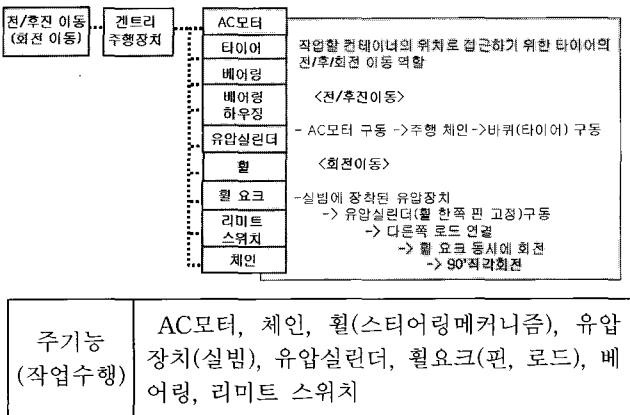


Fig. 5 전/후진 이동 기능도

Fig. 6은 작업 동작을 지원하는 엔진 부분의 부품 구성도이다. 엔진의 세네레이터는 커민스 엔진, AC발전기 엔진 스타팅판넬, 세네레이터 조정 판넬, 연료 탱크, 연료 필터, 윤활계통으로 구성되어 있으며, 전력 지원, 동작 지원 등의 모든 수행의 지원이다.

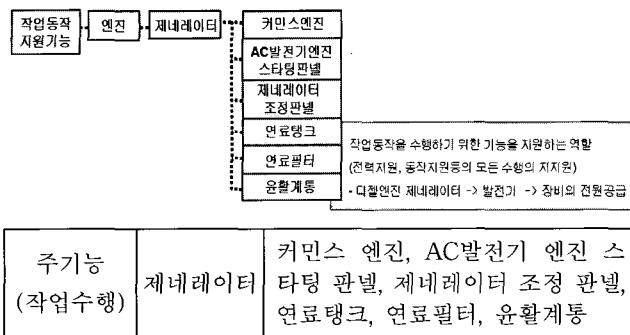


Fig. 6 작업동작 지원 기능도

2) 장비의 부품 리스트

기능도에 따라 각 해당하는 장치와 부품을 구분하여 부품리스트를 작성하였다. Table 2를 보면, 앞에서 분류한 기능에 따라 해당 장치와 부품들을 분류하였다. 상/하 이동은 호이스팅에서 일어나고, 주기능인 작업 수행은 DC모터, 기어 Reducer, 퀸상로프, 퀸상드럼, 등에서 일어나고, 부가기능인 작업수행제어는 스피드 스위치, 리미트 스위치, 퀸상드럼에서 일어난다.

컨테이너 집기 기능은 상하이동 기능에 포함시켜 구분하였다. 스프레더는 크게 텔레스코픽, 폴리퍼, 트위스트락으로 나뉘어지고, 각각의 역할을 분담하는 부품들로 나뉘어진다. 또한 작업 지원의 직접지원(모터, 감속기 등) 부품과 지원관련(프레임, 틀, 사다리 등) 부품으로 구분하였다.

3) 고장 및 작업 내용 표준화

트랜스퍼 크레인의 부품리스트를 작성한 후에 고장 및 정비 작업 표준화를 위해 트랜스퍼 크레인 1대의 15년간 정비이력을 분석하였다. 장비의 고장과 관련하여 발생 빈도가 높은

초기 5년간의 고장 및 정비 이력자료를 제외하고, 장비가 안정된 10년간의 자료를 중심으로 상위 부품별로 고장 및 정비 현상의 그룹화 작업을 실시하였다. Fig. 7는 횡행이동을 담당하는 트롤리부분의 그룹화하는 과정이다. 정비 이력 중 트롤리에 대한 부분만 취합하고, 이를 다시 각 부품 단위인 DC모터, 기어Reducer, 피니언 등으로 분류한다. 그룹화한 범위 내에서 부품별로 정비 내용을 분류하고, 같은 부품에 대해서는 고장 분류별로 정비내용을 정리하였다. 앞에서 작업한 부품리스트의 분류대로 그룹화하여 시스템의 입력 기초자료로 사용될 수 있도록 고장 현상의 표준화 및 단순화 작업을 실시하였다.

9:30	1998-03-08 9:50	trolley	점검	2 TROLLEY FIELD DOWN RESET
10:50	1998-05-25 11:10	speed s.w	점검	2 TROLLEY 전진 SPEED 를 SLOW DOWN SPEED 조정
19:05	1998-07-16 19:50		교환	2 TROLLEY BACK SLOW L/S 교환
19:05	1998-07-18 19:20		조정	5 TROLLEY 운동작 DRIVE RESET
9:00	1998-07-30 17:00		교환	1 TROLLEY REDUCER 교환작업
9:00	1998-07-30 17:00	trolley reducer oil	점검	1 TROLLEY REDUCER 1대 교환(A/S)
16:45	1998-08-04 16:55		조정	5 TROLLEY 브레이크 ERROR RESET
13:00	1998-09-08 13:00	예방정비전기	점검	2 TROLLEY FWD STOP L/S 교환
22:25	1999-01-23 22:40		점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
3:10	1999-02-23 9:30		조정	5 TROLLEY 운동작 DRIVE RESET
3:00	1999-02-23 3:00		조정	5 TROLLEY
15:50	1999-03-24 16:00		조정	5 TROLLEY DRIVE RESET
14:40	1999-05-01 14:55	trolley rail	점검	2 TROLLEY DRIVE CHECK(MOTOR 점검, 불량, 입고)
9:00	1999-07-26 12:00	trolley reducer oil	교환	2 TROLLEY REDUCER OIL 5L 교환
13:00	1999-09-01 17:00		점검	2 TROLLEY HOUR METER 110V AC IEA
20:30	1999-11-29 20:50	trolley	점검	2 TROLLEY TCR RELAY OFF DRIVE RESET
3:55	1999-12-17 4:10	trolley	점검	2 TROLLEY DRIVER RESET
21:00	1999-12-27 21:10		점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
9:45	2000-01-07 9:55		점검	2 TROLLEY DRIVE CHECK(MOTOR 점검, 불량, 입고)
19:30	2000-01-14 22:20		점검	2 TROLLEY TCR OFF DRIVE RESET
2:00	2000-02-14 2:10	trolley	점검	2 TROLLEY SPEED FEED BACK ALARM RESET
10:25	2000-02-15 10:45	trolley	점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
2:00	2000-03-03 2:15	trolley	점검	2 TROLLEY SPEED FEED BACK ALARM RESET
14:20	2000-03-23 14:40		점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
17:15	2000-03-24 17:45	trolley rail	점검	2 TROLLEY RAIL STOPPER부 WHEEL SIDE ROLLY 간섭 조정
8:50	2000-05-12 11:40	trolley rail	수리	4 TROLLEY RAIL CLIP 2개교체 및 RAIL STOPPER 1EA제작 부착
9:35	2000-08-07 9:45		점검	2 TROLLEY DRIVE OVER FIELD RESET
6:40	2000-11-02 6:50	drive	점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
14:50	2001-01-31 15:00	drive	점검	2 TROLLEY DRIVE ERROR RESET
13:20	2001-02-18 13:30		점검	2 TROLLEY 510 DRIVE RESET
10:20	2001-02-19 10:30	control panel	점검	2 TROLLEY FIELD LOSS DRIVE RESET
8:50	2001-06-23 11:40	trolley rail	수리	4 TROLLEY RAIL CRACK부 용접
9:00	2001-06-25 7:50	기계 종합점검	점검	2 TROLLEY HOIST SHEAVE BRACKET CONE 점검

Fig. 7 트롤리부분의 그룹화 과정

Fig. 8은 고장 현상을 표준화시킨 예이다. 고장 및 정비 작업은 부품단위에서 이루어진다고 가정하였다. 다음으로 고장 및 정비 활동에 관한 소요시간을 분석하고 이에 관한 표준화 작업을 수행하였다. 또한 정기 예방 정비 활동의 실시 시점 및 소요시간을 파악하였다. 더불어 각 부품별 고장정비의 내용도 정리하였다. 업체 전문가에게 의견을 물어 최종 표준화 수준을 결정하였다.

Table 2 TC의 부품 리스트

동작 기능	장 치	부품(군)	역할	정비 건수	관련 수리 건수	기타
횡 행 이 동	o DC모터	트롤리의 횡행 이동을 수행				
	o 기어Reducer					
	o 피니언					
	o 스파드리미트	속도제어 및 차단 역할				
	o 마그네틱브레이크					
	o 트롤리 스토퍼					
	o 유압 버찌	완충역할				
	o 고정 장치	휴지시나 폭풍 시 의 크레인 고정 장치 (트롤리의 미끄럼을 방지하기 위함)				
	o 스큐 장치	스프레더 뒤틀림 (악회전 수행)				
	o 앤터 스웨이 장치	컨테이너 작업 수행 중의 횡행이동시의 흔들림 방지				

	호이스 링	o DC모터 o 기어Reducer o 권상로프 o 권상드럼 o 클램프	스프레더를 권상로프를 사용하여 상/하 이동 시킴			
		o 스피드 리미트 o 리미트 스위치 o 권상드럼	속도와 와이어로프의 감김등을 제어함 안정 장치등을 제어함			
상 하 이 동	밸 레 스 코 페	o 메인프레임 o 밸레스코파빔 o 유압펌프 o 유압모터 o 스토퍼	컨테이너의 크기에 맞게 스프레더의 길이를 신/축 시킴 신/축시의 고정시킴			
	스 프 레 더	o 유압실린더 o 기어 o 펀 o 리미트스위치	스프레더가 컨테이너를 정확히 잘잡을수 있도록 도우미역할을 수행함 (포지셔닝)			
	트 위 스 트 락	o 유압실린더 o 트위스트락핀 o 브레이크트 o 리미트스위치 o 리미트램프	스프레더와 컨테이너를 연결하는 역할 컨테이너 접기 수행			
주 행 기 능	체 인	o AC모터 o 타이어 o 베어링 o 베이링하우징 o 유압실린더 o 휠 o 휠요크 o 리미트스위치	T.C의 전진,후진, 회전 이동기능을 수행함			
동 작 지 원 기 능	엔 진	o 커민스 엔진 o AC발전기 o 엔진스타팅 o 판넬 o 제너레이터 o 조정판넬 o 연료탱크 o 연료필터 o 윤활계통	전반적인 T.C의 작업동작을 수행할 수 있게 전원(전력)을 발생시켜 공급함 지지원			

정비명	구성부품	구성부품	구성부품	구성부품	고장현상	요청경비
T C	구조 물	- 걸풀			- 굽힘	- 용접 - 폐인팅 - 수리
					- 변형	- 용접 - 폐인팅 - 수리
					- 소음	- 조립 - 교환
					- 떨림	- 조립 - 교환
					- 고장	- 조립 - 교환
	운 전 설	- 컨트롤클리스위치			- 고장	- 교환 - 수리
					- 파손	- 교환 - 수리
		- 랠프			- 고장	- 교환 - 수리
					- 파손	- 교환 - 수리
		- 에어컨/히터			- 고장	- 교환 - 수리
		- 스피커			- 고장	- 교환 - 수리
		- 사다리			- 파손	- 교환 - 수리
					- 굽힘	- 용접 - 폐인팅 - 수리
					- 미모	- 교환 - 수리

Fig. 8 표준화시킨 고장현상의 예

트랜스퍼 크레인의 정비는 크게 고장 정비와 예방정비로 나누어 진다. Table 3은 트랜스퍼 크레인의 예방정비 내용이다. 호이스트 와이어 교환은 트랜스퍼 크레인 1대당 3명이 3.5시간 동안 작업을 하며, Gantry Drive Chain 교환은 3명이 1시간 정도 작업한다.

2.3 코드화

표준화된 부품을 시스템에 탑재하여 사용하기 위해서는 코드화 작업이 이루어져야 한다. 코드는 시스템의 사용자가 식별하기 쉽도록 부품명의 알파벳 약자로 지정하였다. 먼저, 장비 트리구조에 나타난 4단계별 상위 부품의 코드를 지정하였다. 상위 부품에 종속된 하위부품은 동일 부품명에 숫자를 기입하여 구분하였다. 예를 들면, 트랜스퍼크레인의 호이스트는 TCH, 스프레더는 TCS, 젠트리장치는 TCG, 트롤리는 TCT, 엔진은 TCE로 표시하였다. 엔진의 하위 부품인 제너레이터는 TCE1, 연료 탱크는 TCE2, 오일 계통은 TCE3, 칸트롤 패널은 TCE4, 냉각수 계통은 TCE5, 본넷은 TCE6로 표시하였다. 제너레이터의 하위부품인 커민스 엔진은 TCE1_1, AC발전기 엔진은 TCE1_2, 스타팅 판넬은 TCE1_3, 제너레이터는 TCE1_4, 조정판넬은 TCE1_5로 표시하였다.

고장과 정비의 작업 명칭은 알파벳 약자인 F와 M으로 구분하였다. 다른 부품 코드명과 혼동되지 않도록 시스템에 입력된 코드명에 해당되는 부품명과 작성된 부품코드에 맞는 작업 활동을 기입하였다.

Table 3 예방정비 내용

예방정비 내용	인원 (명)	소요 시간
Hoist Wire 교환	7	3.5
Spare Wire Fitting	3	5
Festoon Cable Hanger Roller Bearing 교환	2	7
Anti-Sway Wire 및 Sheave Bearing 교체	3	8
Trolley Rail Guide Roller 교체	3	8
Spreader Rail Pad 및 Flipper Pin, Bushing, Beam Bracket 보강용접	4	30
Trolley Rack Gear Crack부 보강용접	2	8
Anti-Sway Cam Device 교환	3	7
Anti-Sway Cam Clutch 교환	3	16
Tire Chain Sprocket Gear 교환	3	8
Gantry Reducer Sprocket Gear 교환	3	8
Gantry Brake Lining Overhaul 교환	2	8
자동유 및 감속유 교환	3	8
Tire Cover, 사다리 파손분 판금 및 교환	2	8
Spreader Twist Cone 및 Guide 교환	2	7
Flipper Cyl' 교환 및 Seal Kit 교환	2	7
Wheel Turn Cyl' 누유분 교환 및 Seal Kit 교환	2	7
Gantry Drive Chain 교환(Link 파손분)	3	1

3. 시스템 구현

3.1 기능 분석의 시스템 적용

작성된 표준화 자료의 활용을 위해 모든 표준화 자료를 시스템에 입력하였다. Fig. 9를 보면 4단계로 구성된 부품의 코드 및 부품명이 시스템에 입력되어 트리구조로 나타난 모습이다. 한 눈에 트랜스퍼 크레인의 구조를 파악할 수 있다. 이 기본 구조가 작성되어져야 고장 및 정비 작업을 전산화할 수 있다.

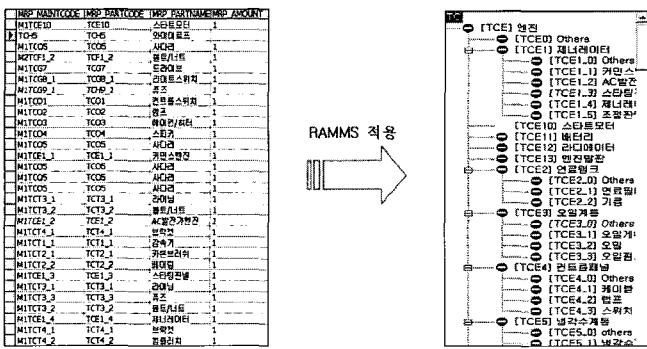


Fig. 9 기능 분석 자료의 시스템 적용 결과

3.2 고장 작업에 관한 표준화 자료 활용

앞의 Fig. 8에서 표준화시킨 고장 현상은 부품별로 입력하여 FMEA분석이나 정비요청 작업 시 사용하게 된다. Fig. 9은 FMEA분석 화면이다. 부품코드를 불러들임과 동시에 부품명이 화면에 출력되고 고장현상에 따라 생성된 고장코드가 나타난다. 또한, 사용자가 고장원인과 고장 영향을 다양하게 입력할 수 있도록 입력창에서 정보를 받게 되어 있다.

장비가 고장났을 때 이를 전산화하기 위해서는 고장난 부품과 고장 현상 등을 입력하지 않고 선택할 수 있어야 한다. 앞의 표준화 자료가 입력되어져 있으면 장비의 고장 입력이 간단해진다.

FMEA 분석										
고장코드		부품코드	부품명	고장현상	고장원인	조치사항	설각도	발생도	검출도	RPN계산
고장현상										
고장현상				고장현상						
고장현상				고장현상						
설각도	3	발생도	4	검출도	3	RPN계산	36			
내용선택										
No	고장코드	부품코드	부품명	고장현상	고장원인	조치사항	설각도	발생도	검출도	RPN
88	F1TC18	TCH8	유압실린더	미포			10	10	7	7
89	F1TC00	TC00	Others	기타고장			9	6	9	4
90	F1TC01	TC01	컨트롤스위치	고장			5	3	1	
91	F1TC01_0	TC01_0	Others	기타고장			6	5	7	5
92	F1TC02	TC02	펌프	고장			9	9	9	7
93	F1TC03	TC03	액인진/비티	고장			8	10	7	5
94	F1TC04	TC04	스위치	고장			2	8	4	4
95	F1TC05	TC05	서버터	파손			8	4	6	2
96	F1TC01_0	TC01_0	Others	기타고장			10	8	10	8
97	F1TC01_1	TC01_1	오일	누유			8	8	5	3
98	F1TC01_2	TC01_2	호스	파손			5	6	7	2

Fig. 10 고장 작업 표준화 화면

3.3 정비작업에 관한 표준화 자료 활용

앞서 수행한 정비 작업에 대한 표준화는 Fig. 11과 같은 정비 표준입력 화면에서 입력하게 된다. 입력 내용은 정비 코드, 부품 코드, 부품명, 정비내용, 소요시간과 소요인원 등이다. 부품명은 부품코드를 불러들임과 동시에 화면에 출력되며, 상위 부품에 소요되는 부품명을 화면에 나타내 준다. 소요부품의 부품명 및 코드명을 화면에 보여줌으로써 소요부품의 소요량 및 재고 현황을 파악 할 수 있다. 아울러 해당 부품의 정비내용을 표준화 코드로 인해 파악할 수 있다. 요청정비작업의 입력된 소요시간과 소요인원을 바탕으로 정비 작업 요청서가 작성된다. 정비활동의 조회 및 수정, 삭제를 실시하여 사용자가 항상 정보를 생산할 수 있다.

표준화된 정비 내역을 가짐으로써 정비 작업 지시를 전산화 할 수 있고, 아울러 고장정비 일정과 정비 기사의 작업 할당 계획을 짐을 수 있다. 또한, 예방 정비 일정계획을 보다 효율적으로 계획할 수 있다.

정비 표준 입력										
정비코드	MITCE10	소요부품코드	TC10	소요부품명	스타트모터	소요량	1	No	소요부품코드	소요부품명
부품코드	TCE10	소요부품명	스타트모터	소요량	1	소요량	1	소요부품코드	소요부품명	
부품명	스타트모터	소요부품명	스타트모터	소요량	1	소요부품명	스타트모터	소요부품코드	소요부품명	
정비내용	교환	소요인원	1	소요인원	1	소요인원	1	소요인원	1	
고장코드		고장코드		고장코드		고장코드		고장코드		
▶ 예방정비 수행 예방점내주기										
NO	정비코드	부품코드	부품명	정비내용	소요시간	소요인원	고장코드	예방점내주기		
1	MITCE10	TCE10	스타트모터	교환	2	1				
2	MITCE11	TCE11	밸브리	교환	2	2				
3	MITCE12	TCE12	라이더미터	교환	2	2				
4	MITCE13	TCE13	엔진발전	교환	2	1				
5	MITCE1_0	TCE1_0	Others	수리	2	1				
6	MITCE1_1	TCE1_1	카민엔진	교환	2	2				
7	MITCE1_2	TCE1_2	C제어모듈	교환	2	2				
8	MITCE1_3	TCE1_3	스팀터보밀	교환	2	2				
9	MITCE1_4	TCE1_4	라이더미터	교환	2	2				
10	MITCE1_5	TCE1_5	밸브리	교환	2	2				

Fig. 11 정비 작업 표준화 화면

4. 결 론

수작업으로 행해지는 정비관련 작업들의 전산화를 위해서는 장비의 분석을 통한 기능 및 구조 파악과 더불어 고장 및 정비 작업의 내용이 표준화되어 있어야 한다. 이를 위한 기초 작업으로서 본 연구는 트랜스퍼 크레인의 기능을 분석하고, 고장 및 정비 작업을 표준화하였다.

개발시스템의 적용으로 판단되는 표준화 자료의 장점은 다음과 같다.

첫째, 고장 및 정비 작업의 발생 시 표준화된 자료를 사용함으로써 시스템 사용자의 편의성이 향상될 것으로 기대된다. 둘째, 예비품 및 발주정책에 관하여 표준화된 부품 코드의 사용으로 인해 주문 판단의 정확성이 높을 것으로 판단된다. 셋째, 입력된 고장 및 정비작업 코드를 통한 장비의 각종 통계량 분석이 용이해진다. 시뮬레이션 및 최적화 기술의 실험에 있어서 표준화 자료의 사용으로 인해 실험시간이 크게 단축된

다. 넷째, 시스템 관리자 뿐 아니라 정비작업자도 손쉽게 시스템의 표준화된 작업내용을 알 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 장비를 운영하면서 추가적으로 표준작업의 추가 작업이 용이하다. 다섯째, 개발시스템 내 각 정보간의 공유가 용이해진다.

추후과제로는 컨테이너 터미널의 주 장비인 컨테이너 크레인과 기타 하역 장비에 대하여 기능 분석 및 고장, 정비 표준화 작업이 이루어져야 할 것이다. 사용되는 장비에 관한 표준화가 완성되면 항만 장비의 효율적인 관리가 체계화될 것이다.

후 기

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(차세대물류IT기술연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 대한민국조달청(1991), 부산항 제 3단계 개발사업 컨테이너 트란스퍼 크레인 훈련지도편람, 삼성중공업
- [2] 이철영(1998), 항만물류시스템, 효성출판사
- [3] 정해성, 박동호, 김재주(2002), 신뢰성 분석과 응용, 영지문화사
- [4] 한국산업규격 KS B ISO 4302, 4306-1, 4306-2, 4310 (ICS 53.020.20)
- [5] Marvin Rausand, Arnljot Hoyland (2004), System Reliability Theory, Wiley Inter-Science
- [6] KSA한국표준협회(2004), 신뢰성 분석기법

원고접수일 : 2006년 7월 24일

원고채택일 : 2006년 9월 6일