

Transfer Crane의 고장 및 정비 작업 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** · Beom-Sin Son**

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

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

요 약 : 항만에 있어서 하역장비는 매우 중요하다. 컨테이너 크레인이나 트랜스퍼 크레인 같은 장비가 고장이 나면 수리나 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, Yard Crane is very important. If container crane or transfer crane broke down, it costs much money for delaying of work during the period of repair or reorder. But, we can not have enough spare parts for its high cost. It is necessary for having the reliability of crane through the effective preventive maintenance and failure analysis. In this paper, we analysed the system's function and failure mechanism of transfer crane which is main equipment in the yard. Also, we standardized the failure and maintenance work using the historical data of failure and maintenance. This study which is the basic work for IT of equipment operation and maintenance is going to be new attempt for optimal design of next generation equipment and operation policy of equipment.

KEY WORDS : Transfer Crane, failure mechanism, maintenance, standardization

1. 서 론

항만마다 운영 지원시스템이 개발되어 터미널 내의 운영 효율화를 위한 작업이 이루어지고 있다. 그러나, 대부분 운영에 치중한 관리를 하고 있으며, 정비나 고장에 관한 관리는 약한 것이 현실이다. Table 1을 보면 CATOS의 경우 터미널 운영 후 발생하는 고장의 유형이나 사후분석이 미비하고, 예비품관리나 최적화부분이 이루어지지 않고 있다. ATOMS도 고장과 사후 분석이 미비하고 하역 작업을 제외한 다른 장비들에 대한 유지 보수 작업이 이루어 지지 않고 있다. 정비관리는 정비 요청과 정비 실적관리 정도로 이루어지고, 정비 작업의 지시와 일정 계획이 대부분 수작업으로 이루어지고 있다.

가장 큰 이유는 장비의 고장과 정비 작업에 대한 표준화 작업이 이루어 지지 않아 전산화할 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 자료를 수집하여 분석하였으며 이를 토대로 표준화 작업을 수행하고, 전산화를 위해 코드화 작업을 수행하였다.

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

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

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 양적하 계획을 도움 터미널의 작업 상황을 지속적으로 모니터링 상황을 스스로 알아서 제어하는 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 미미함 예비품 관리가 이루어지지 않음 최적화부분이 이루어지지 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, 통계분석 및 정산이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 터미널 운영 후 발생하는 고장의 유형이나 사후 분석이 미미하며 하역 작업을 제외한 다른 장비들에 대한 유지 보수 작업을 이루어지지 않음
CLT-Terminal / ODCY/CFS Operation management	<ul style="list-style-type: none"> 전문가 시스템을 기반으로 한 경험적인 양적하 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.

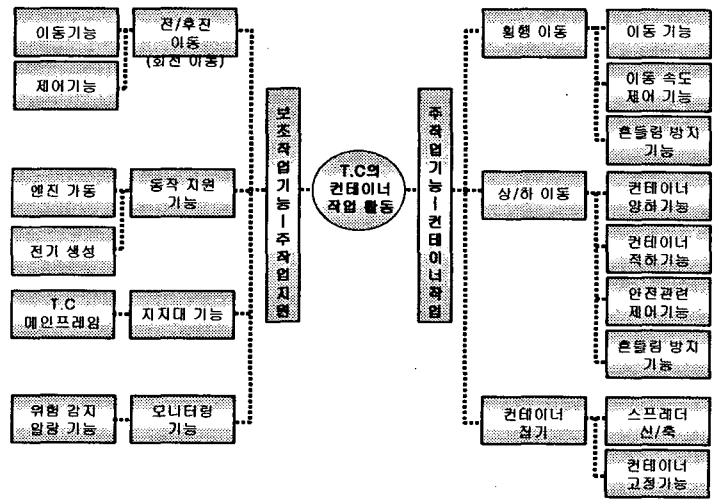


Fig. 1 TC 기능도

2.1 자료 수집 및 분석

자료의 수집을 위하여 부산의 항만터미널 3사를 방문하여 정비 담당 전문가와 정비활동에 대해 질의 응답 및 논의 사항에 대한 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.([1],[2])

2) 장비의 부품 리스트

기능도에 따라 각 해당하는 장치와 부품을 구분하여 부품 리스트를 작성하였다. Table 2를 보면, 상/하 이동은 호이스팅에서 일어나고, 주기능인 작업 수행은 D.C. 모터, 기어 Reducer, 권상로프, 권상드럼, 등에서 일어나고, 부가기능인 작업수행에는 스피드 리미트, 리미트 스위치, 권상드럼에서 일어난다.

컨테이너 집기 기능은 상하이동 기능에 포함시켜 구분하였다. 스프레더는 크게 텔레스코픽, 플리퍼, 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

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 및 SLOW DOWN SPEED 조정
19:05	1998-07-16	19:50		교반	1. TROLLEY BACK SLOW L/S 교반
19:05	1998-07-18	19:20		조정	5. TROLLEY 오용작, DRIVE RESET
9:00	1998-07-30	17:00		교반	4. TROLLEY REDUCER 교반작업
9:00	1998-07-30	14:00	trolley reducer oil	교반	1. TROLLEY REDUCER 오일 교환(L/S)
16:45	1998-08-04	16:55		조정	5. TROLLEY 오용작, DRIVE ERROR RESET
13:00	1998-09-08	17:00	예방정비점검기	점검	2. TROLLEY FWD/STOP L/S 교반
22:25	1999-01-23	22:40		점검	2. TROLLEY DRIVE ERROR RESET
3:10	1999-02-09	9:30		조정	5. TROLLEY 오용작, DRIVE RESET
3:00	1999-03-23	3:05		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.
9:00	1999-07-26	13:00	trolley reducer oil	교반	1. TROLLEY REDUCER OIL 39L
13:00	1999-09-01	17:00	예방정비점검기	점검	2. TROLLEY HOUR METER 110V AC 1EA
20:30	1999-11-29	20:50	trolley	점검	2.
3:35	1999-12-17	4:10	trolley	점검	2. TROLLEY TOR RELAY OFF DRIVE RESET
21:00	1999-12-27	21:15		점검	2. TROLLEY DRIVER RESET
9:45	2000-01-07	9:55		점검	2. TROLLEY DRIVE ERROR RESET
19:30	2000-01-14	22:20		점검	2. TROLLEY DRIVE CHECK (MOTOR 회전 불량 경고)
2:00	2000-02-14	2:10	trolley	점검	2. TROLLEY TOR OFF - DRIVE RESET
10:35	2000-02-15	10:45	trolley	점검	2. TROLLEY 전진 SLOW DOWN L/S수리
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 ROLLEY 간섭 조정
8:50	2000-05-12	11:40	trolley rail	수리	4. TROLLEY RAIL CLIP 2EA교반 및 RAIL STOPPER 16EA의 부속
9:35	2000-09-07	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	drive	점검	2. TROLLEY 570 DRIVE RESET
10:20	2001-02-19	10:30	control panel	점검	2. TROLLEY LOSS DRIVE RESET
8:50	2001-06-23	11:40	trolley rail	수리	4. TROLLEY RAIL CRACK부 점검
9:00	2001-06-25	17:50	기계통합점검	점검	2. TROLLEY HOIST SHEAVE BRACKET CONE 점검

Fig. 2 그룹화시킨 구성부품의 예

2.2 표준화

1) 장비의 기능도 작성

설계 및 구조에 관한 전문자료 분석을 통해 트랜스퍼 크레인의 기능도를 작성하였다. 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 호이스팅에서, 컨테이너 집기는 스프레더에서 일어난다. 횡행이동은 다시 주기능인 이동기능과 부가기능인 이동속도 제어 기능, 기타 안전장치인 흔들림 방지 기능으로 나눌 수 있고, 각각에 해당되는 부품들을 묶을 수 있다.

Table 2 TC의 부품 리스트

동작기능	장 치	부품(군)	역할	정비 건수	관련	수리 건수	기타
회행이동	트롤리	○D.C모터 ○기어Reducer ○퍼니언	트롤리의 회행 이동을 수행				
		○스피드리미트 ○마그네틱브레이크 ○트롤리 스트퍼	속도제어 및 차단 역할				
		○유압버퍼	완충역할				
		○고정 장치	휴지시나 폭풍 시 의 크레인 고정 장치 (트롤리의 미끄러짐을 방지하기 위한)				
		○스큐 장치	스프레더 뒤블럼 (약회전 수행)				
		○안티 스웨이 장치	컨테이너 작업 수행 중 의 회행이동시의 흔들림 방지				
상하이동	호이스팅	○D.C모터 ○기어Reducer ○권상로프 ○권상드럼 ○클램프	스프레더를 권상로프 를 사용하여 상/하 이동 시킴				
		○스피드 리미트 ○리미트 스위치 ○권상드럼	속도와 와이어로프의 감김등을 제어함 안정 장치등을 제어함				
	스프레더	○ 메인프레임 ○ 텔레스코픽 ○ 유압필포 ○ 유압모터 ○ 스트퍼	컨테이너의 크기에 맞게 스프레더의 길이를 신/축 시킴 신/축시의 고정시킴				
		○ 유압실린더 ○ 기어 ○ 핀 ○ 리미트스위치	스프레더가 컨테이너를 정확히 걸잡을수 있도 록 도우미역할을 수행 함 (포지셔닝)				
		트 위 ○ 유압실린더 ○ 트윈스트락판 ○ 브라켓트 ○ 리미트스위치 ○ 리미트필포	스프레더와 컨테이너를 연결하는 역할 컨테이너 질기 수행				
주행기능	제인	○AC모터 ○타이어 ○베어링 ○베어링하우징 ○유압실린더 ○휠 ○휠요크 ○리미트스위치	TC의 전진,후진, 회전 이동기능을 수행함				
동작지원기능	제네레이터	○ 커민스 엔진 ○ AC발전기 ○ 엔진스타팅 ○ 판넬 ○ 제네레이터 ○ 조정판넬 ○ 연료탱크 ○ 연료필터 ○ 윤활계통	전반적인 TC의 작업동작을 수행할 수 있게 전원(전력) 을 발생시켜 공급함 지지원				

트랜스퍼 크레인의 부품 리스트를 작성한 후에 고장 및 정비 작업 표준화를 위해 트랜스퍼 크레인 1대의 15년간 정비이력을 분석하였다. 장비의 발전과 관련하여 현실성이 없는 것으로 판단되는 초기 5년간의 고장 및 정비 이력자료를 제외하고 10년간의 자료를 중심으로 상위 부품별로 고장 및 정비 현상의 그룹화 작업을 실시하였다. Fig. 2는 TROLLEY부분의 그룹화 예이다. 시스템의 입력 기초자료로 사용될 수 있도록 고장 현상의 표준화 및 단순화 작업을 실시하였다. 더불어 각 부품별 요청정비의 내용도 정리하였다. Fig. 3은 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. 업체 전문가에게 의견을 물어 최종 표준화 수준을 결정하였다.

장비명	구경부품	구경부품	구경부품	구경부품	고장현상	요청정비
T C	구조물	-메인프레임	-철골		-감열	-유결 -페인트 -수리
					-변형	-유결 -페인트 -수리
					-소음	-조정 -교정
			-볼트/너트		-결집	-조정 -교정
					-고장	-조정 -교정
					-교정	-교정
	운전별		-컨트롤스위치		-고장	-교정 -수리
					-피손	-교정 -수리
			-필포		-피손	-교정 -수리
					-고장	-교정 -수리
			-에어컨/히터		-고장	-교정 -수리
					-스피커	-고장
-사다리			-피손	-교정 -수리		
			-감열	-유결 -페인트 -수리		
				-미모	-교정 -수리	

Fig. 3 표준화시킨 고장현상의 예

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 5단계별 상위 부품의 코드를 지정하였다. 상위 부품에 종속된 하위부품은 동일 부품명에 숫자를 기입하여 구분하였다. 고장과 정비의 작업 명칭을 알파벳 약자로 구분하였다. 다 부품 코드명과 혼동되지 않도록 시스템에 입력된 코드명에 해당 부품명과 작성된 부품코드에 맞는 작업 활동을 기입하였다. 또한 고장 현상과 고장 영향도 등을 기입하였다. FMEA분석을 위해서는 발생도, 심각도, 검출도등의 정보가 필

요하고, 수명데이터 분석을 위해서는 가동중단시간, 부품 수명 등의 정보가 필요하다.

후 기

3. 시스템내의 적용

작성된 표준화 자료의 적용을 위해 모든 표준화 자료를 입력하여 시스템의 실험을 실시하였다. Fig. 4를 보면 5단계로 구성된 부품 코드 및 부품명이 시스템에 적용되어 트리구조로 나타난 모습이다.

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 단축된다. 빠른 실험으로 인해 의사결정 판단 결과를 신속하게 알아볼 수 있다. 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.

이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(차세대 물류IT기술연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 대한민국조달청, 부산항 제 3단계 개발사업 컨테이너 트랜스퍼 크레인 훈련지도편람, 삼성중공업, 1991
- [2] 한국산업규격 KS B ISO 4302, 4306-1, 4306-2, 4310 (ICS 53.020.20)

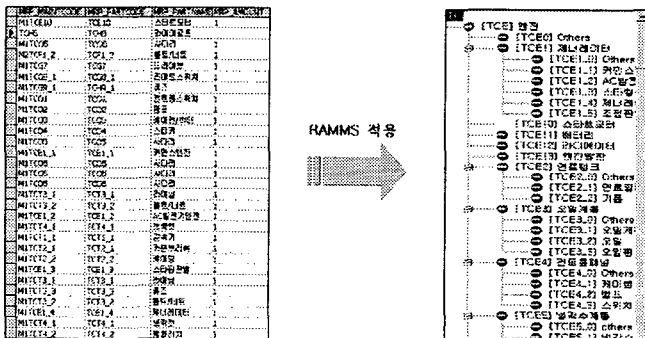


Fig. 4 표준화 자료의 시스템 적용 결과

4. 결 론

본 논문에서는 트랜스퍼 크레인의 고장 및 정비 작업의 내용을 표준화하였다. 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 고장 및 정비 작업을 표준화하였다. 이후로 컨테이너 크레인 기타 하역 장비에 관해 표준화 작업을 수행할 수 있을 것이다. 사용되는 장비에 관한 표준화가 완성되면 항만 장비의 효율적인 관리가 체계화될 것이다.