

## 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

**요 약 :** 항만에 있어서 하역장비는 매우 중요하다. 컨테이너 크레인이나 트랜스퍼 크레인 같은 장비가 고장이 나면 수리나 예비품의 재주분에 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 reorder. 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 & Inventory부분은 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, Monitoring하는 시스템이다. 장비의 정비 관리에 관해서는 하역장비의 계획적인 정기 점검 기능, 부품소요량을 산출하여 적정부품 재고관리 기능과 기사별 작업시간을 분석하여 작업 인력 관리 기능을 지원하고 있다.

사이버 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 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 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 내하고자 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 Arnljot, 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 부가기능인

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

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 부가 기능은 리미트 스위치, 마그네틱 브레이크, 트로리 스톱퍼, 스퀘 장치에 담당하며, 트롤리를 감속시키기 위한 제어 부품군이다. 안전 장치는 기타 기능으로 분류하였으며, 유압 버퍼, 앵커링 장치, 안티스웨이 장치가 해당된다. 안티스웨이는 트롤리 횡행이동시 컨테이너의 흔들림을 제어하는 것으로 드럼, 스프링 브레이크, 캠클러치, 토크모터로 구성되어 있다.

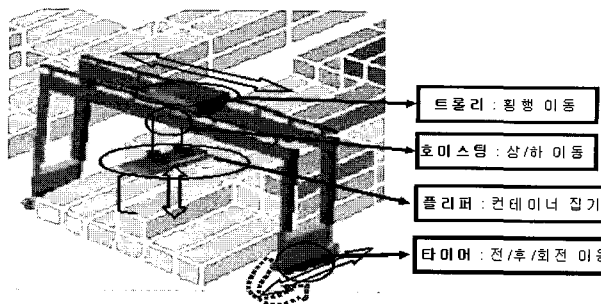
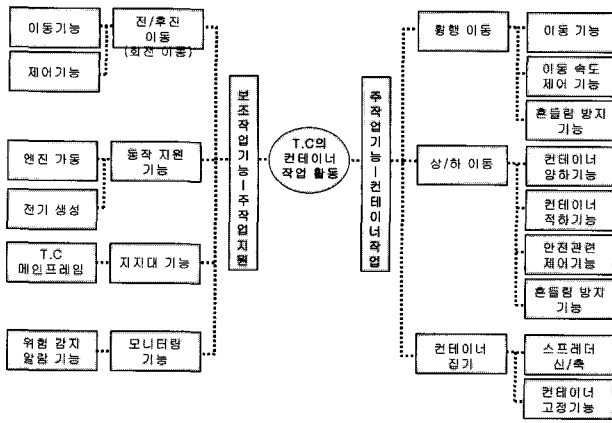
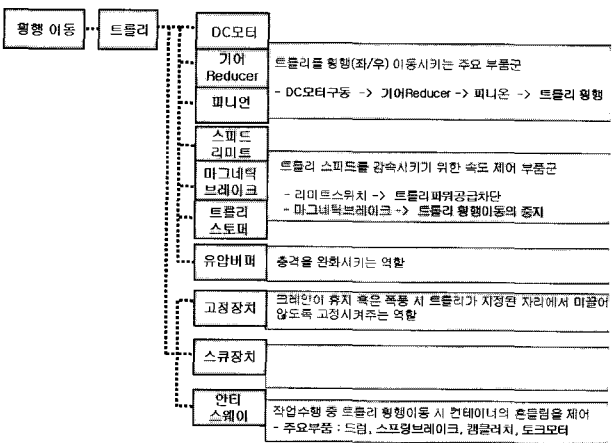


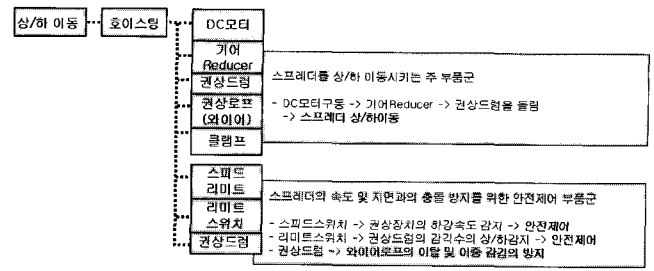
Fig. 1 TC 기능도



주 기능 (작업수행)	DC모터, 기어Reducer, 피니언
부가 기능 (작업수행제어)	리미트 스위치, 마그네틱 브레이크, 트롤리 스톱퍼, 스큐 장치
기타 기능 (안전장치)	유압버퍼, 앵커링 장치(고정 장치), 안티스웨이 장치

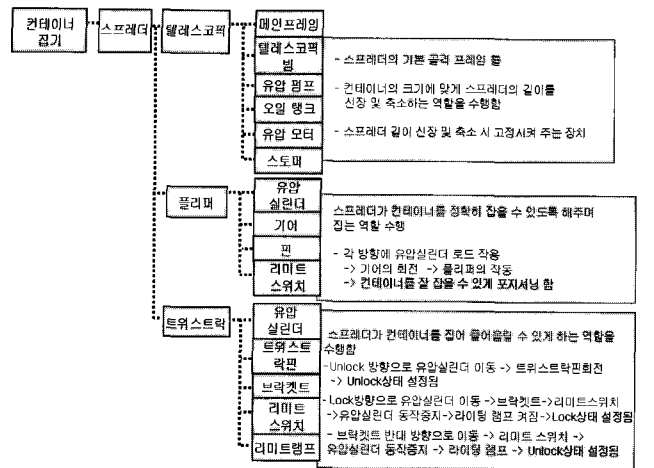
Fig. 2 횡행이동 기능도

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



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

Fig. 3 상/하 이동 기능도



주 기능 (작업수행)	테레스코픽	메인프레임, 테레스코픽빔, 유압 펌프, 유압모터, 오일탱크, 스톱퍼
	플리퍼	유압 실린더, 기어
	트위스트라	유압실린더, 브라켓트, 리미트스위치, 리미팅 램프

Fig. 4 컨테이너 집기 기능도

Fig. 4는 컨테이너 집기 기능을 수행하는 스프레더 부분의 구성을 나타낸 그림이다. 스프레더는 크게 테레스코픽, 플리퍼, 트위스트 락의 3부분으로 구성되어 있다. 테레스코픽은 스프레더의 골격 부분으로 테레스코픽 빔은 컨테이너의 크기에 맞게 스프레더의 길이를 신장 및 축소하는 역할을 한다. 플리퍼는 컨테이너를 집는 부분이고, 트위스트 락은 스프레더가 컨테이너를 집어 들어 올릴 수 있게 하는 역할을 수행한다. 플리퍼는 유압 실린더, 기어, 편, 리미트 스위치로 구성되어 있고, 트위스트 락에는 유압 실린더, 트위스트 락핀, 브라켓트, 리미트 스위치, 리미트 램프 등이 있다.

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



상 하 이 동	호 이 스탱	<ul style="list-style-type: none"> <li>o DC모터</li> <li>o 기어Reducer</li> <li>o 권상로프</li> <li>o 권상드럼</li> <li>o 클램프</li> </ul>	스프레더를 권상로프를 사용하여 상/하 이동 시킴						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>o 스피드 리미트</li> <li>o 리미트 스위치</li> <li>o 권상드럼</li> </ul>	속도와 와이어로프의 감김등을 제어함 안전 장치등을 제어함						
	스 프 레 더	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 메인프레임</li> <li>o 텔레스코픽</li> <li>o 유압릴프</li> <li>o 유압모터</li> <li>o 스톱퍼</li> </ul>	컨테이너의 크기에 맞게 스프레더의 길이를 신/축 시킴 신/축시의 고정시킴						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>o 유압실린더</li> <li>o 기어</li> <li>o 핀</li> <li>o 리미트스위치</li> </ul>	스프레더가 컨테이너를 정확히 잠잠할수 있도록 도우미역할을 수행함 (포지셔닝)						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>o 유압실린더</li> <li>o 트윙스트라핀</li> <li>o 브라켓</li> <li>o 리미트스위치</li> <li>o 리미트릴프</li> </ul>	스프레더와 컨테이너를 연결하는 역할 컨테이너 집기 수행						
	주 행 기 능	체 인	<ul style="list-style-type: none"> <li>o AC모터</li> <li>o 타이어</li> <li>o 베어링</li> <li>o 베어링하우징</li> <li>o 유압실린더</li> <li>o 휠</li> <li>o 휠요크</li> <li>o 리미트스위치</li> </ul>	T.C의 전진,후진, 회전 이동기능을 수행함					
<ul style="list-style-type: none"> <li>o 커민스 엔진</li> <li>o AC발전기</li> <li>o 엔진스타팅</li> <li>o 판넬</li> <li>o 제네레이터</li> <li>o 조정판넬</li> <li>o 연료탱크</li> <li>o 연료필터</li> <li>o 윤활계통</li> </ul>			전반적인 T.C의 작업동작을 수행할 수 있게 전원(전력)을 발생시켜 공급함  지지원						
동 작 지 원 기 능	엔 진								

정비명	구성부품	구성부품	구성부품	구성부품	고장현상	요청정비
T C	구 조 품	-메인프레임	-결공		-균열	-유청 -페이팅
					-변형	-유청 -페이팅 -수리
		-볼트/너트			-소음	-조립 -교환
					-떨림	-교환
					-고장	-조립 -교환
					-고장	-교환 -수리
	운 전 열	-컨트롤스위치			-고장	-교환 -수리
					-파손	-교환 -수리
		-캠브			-파손	-교환 -수리
					-고장	-교환 -수리
		-에머전/히터			-고장	-교환 -수리
		-스피커			-고장	-교환 -수리
	-사다리				-파손	-교환 -수리
					-균열	-유청 -페이팅 -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 3.5시간동안 작업을 하며, Gantry Drive Chain 교환은 3명이 1시간정도 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, 겐트리장치는 TCG, 트롤리는 TCT, 엔진은 TCE로 표시하였다. 엔진의 하위 부품인 제너레이터는 TCE1, 연료 탱크는 TCE2, 오일 계통은 TCE3, 컨트롤 패널은 TCE4, 냉각수 계통은 TCE5, 본넷은 TCE6로 표시하였다. 제너레이터의 하위부품인 커민스 엔진은 TCE1\_1, AC발전기엔진은 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
작동유 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



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 트랜스퍼 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