

論 文

부산항 하역장비에서 발생하는 고장형태와 예방대책

한근조* · 전영환** · 심재준*** · 한동섭*** · 김병진***

Trouble type and preventive countermeasure
of loading facilities in Busan harbor

G. J. Han, Y. H. Jeon, J. J. Shim, D. S. Han, and B. J. Kim

Key Words : KCTA (한국컨테이너부두공단), C/C (컨테이너 크레인), T/C (트랜스퍼 크레인),
PECT (신선대 부두), HBCT (자성대 부두), UTC(우암부두), S/P (스프레더),
Y/T (야드트랙터), R/S (리치스택커), F/L (포크리프트), S/C (스트레틀 캐리어)

Abstract

As the quantity of transported goods increases, there is a lot of mechanical trouble with loading facilities. So it tremendously produces not only economic loss but also time loss. To reduce the loss from the trouble of loading facilities, it is necessary to analyse the distribution of the problem's occurrence and use the analyzed data to minimize the outbreak of trouble. So the data can be usefully used when designing or manufacturing and it also can be utilized for proper maintenance of operating equipment, frequency of inspection and repair, know-how of checking on equipment and purchasing of spare parts. And it is possible to minimize the loss if the proper maintenance is adapted

1. 서 론

한반도 동 남단에 위치한 우리나라 제1항구인 부산항은 태평양과 아시아 대륙을 연결하는 관문의 역할을 하고 있으며, 120년의 오랜 역사를 가진 유서 깊은 항으로서 깊은 수심과 조수간만 차가 적은 천혜의 자연조건을 갖추고 있다.

현재 HBCT, PECT, UTC, 한진감천부두, 감만부

두가 운영중인 부산항은 우리나라 총 해상 수출화물의 45%, 컨테이너 화물의 95%를 처리하고 있다.

해를 거듭할수록 부산항의 물동량이 증가하고 있는 만큼 컨테이너 하역장비 또한 가동률이 높아지고 있는 실정이다. 그러나 하역장비들의 고장으로 인한 가동중단은 경제적, 시간적으로 큰 피해를 입힐 수 있다.

본 연구에서는 부산항의 대표적인 컨테이너부두

* 동아대학교 기계공학과 교수
** 한국컨테이너부두공단 장비팀장
*** 동아대학교 기계공학과 대학원

인 HBCT, PECT에서 현재 운용중인 컨테이너 하역장비에서 발생하는 고장형태를 분석하고 그에 따른 예방대책에 대해서 논의하고자 한다.

2. 하역장비 고장발생분포 분석

2.1 하역장비 현황

HBCT는 부산항 1,2 단계 개발사업으로 1978년 및 1982년 완공된 우리나라 최초의 컨테이너 전용 부두로 1997년 12월 3일 단일부두로서는 세계 6번째로 2,000만 TEU를 처리하였으며 1999년 민영화로 인해 현재는 허치슨 부산컨테이너터미널에서 운영하고 있으며 보유 주요하역장비는 Table 1에 나타내었다.

PECT는 부산항 3단계 개발사업으로 1991년에 개장한 현대화된 부두로서 신선대컨테이너터미널(주)에 의해 운영되고 있으며, CY 장치능력을 확대하여 부두경쟁력 강화를 위해 2005년 완공목표로 13만m²의 부두후면 매립지부지 조성, 추진 중이며 보유 주요하역장비는 Table 2에 나타내었다.

최근의 항만 하역장비들은 고속화, 대형화, 자동화로 요약할 수 있는데 정보기술의 발달로 많은 부분이 자동화되고 자동화 정도가 고도화됨에 따라 장비 및 구조물이 복잡해지고 있는 추세이다. 컨테이너부두의 서비스 및 경쟁력 제고를 위해 고속화, 자동화에 대한 욕구가 증대됨으로써 장비 또한 고

Table 1 Loading facilities in HBCT

Equipment	C/C	T/C	S/C	R/S	Y/T	F/L	Chassis
Amount	14	31	14	4	54	25	262

Table 2 Loading facilities in PECT

Equipment	C/C	T/C	R/S	Y/T	F/L	Chassis
Amount	11	32	8	61	19	230

속화, 대형화 및 자동화됨으로써 장비고장으로 인한 손실이 이전보다 훨씬 높아졌기 때문에 터미널 신뢰도 확보를 위한 장비의 중요성이 부각되고 있다.

2.2 하역장비 고장발생분포 분석 목적

컨테이너 하역장비 고장발생분포 분석의 목적은 분석된 고장내용을 자료화하여 고장발생을 최소화할 수 있도록 설계, 제작시 반영하고, 운영중인 장비의 효율적인 보수관리, 장비 점검의 요령, 검사수리의 횟수, 예비부품의 구입 등에 활용하기 위함이다.

2.3 컨테이너 하역장비의 고장현황

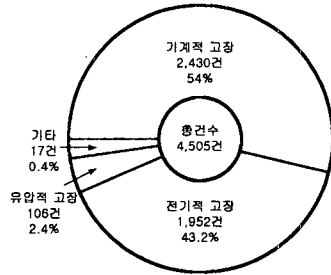
고장현황 분석대상 하역장비는 컨테이너 크레인과 트랜스퍼 크레인으로써 HBCT와 PECT에 컨테이너 크레인 9기, 6기, 트랜스퍼 크레인 14기, 24기를 대상으로 하였다. 자료화 방법은 HBCT는 90~93년까지의 자료를 산술평균 하였고, PECT의 경우는 하자보수기간 완료 후(92.11.30)부터 기록이 유지되고 있는 자료(92.12~94.10)를 사용하였다.

2.3.1 C/C의 연간 고장건수 및 고장시간 분포

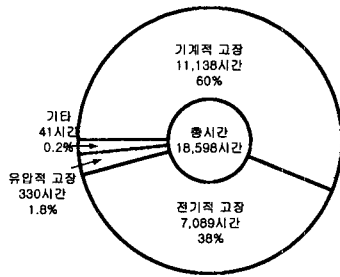
Fig 1, 2는 HBCT와 PECT의 C/C의 연간 고장건수 및 고장시간을 나타내고 있다. 위 도표로부터 HBCT의 C/C의 경우 노후화로 인한 고장발생 빈도가 높다는 것을 볼 수 있다. 자세히 살펴보면 HBCT가 PECT에 비해 고장건수는 4,505건으로 2배정도, 고장시간은 18,598시간으로 3배가량 높은 것을 보여주고 있다. 이는 컨테이너 처리물량에 비해 장비가 많이 노후되었다는 것을 보여준다. HBCT는 기계적인 고장이 54%인 반면 PECT는 전기적 고장이 65%로 많이 발생하는 것은 크레인 기능이 점차 전기, 전자화되고 있으며 이에 따른 정보기술 수준이 제고되어야 할 것이다.

2.3.2. 기계적, 전기적 고장건수에 대한 각 장치별 고장분포

Fig. 3, 4는 HBCT와 PECT에서 발생하는 고장 중 기계적, 전기적 고장건수에 대한 각 장치별 고장분포를 나타내고 있다. 전체적으로 두 곳 모두 기계

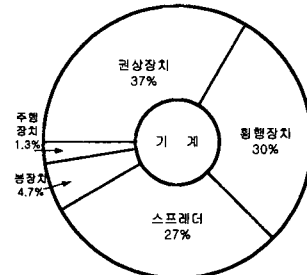


(a) The number of trouble

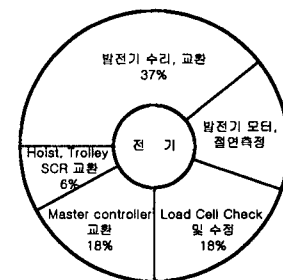


(b) Total time

Fig. 1 The diagram of the number and the total time of trouble on C/C at HBCT

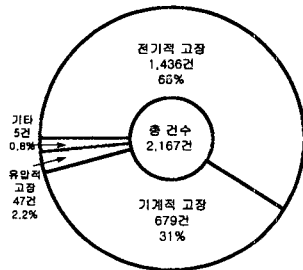


(a) Mechanical trouble

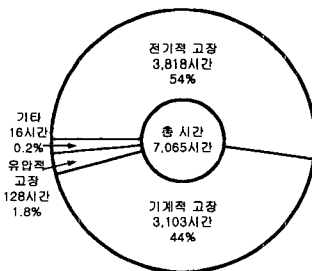


(b) Electrical trouble

Fig. 3 Distribution of mechanical and electrical trouble at HBCT



(a) The number of trouble



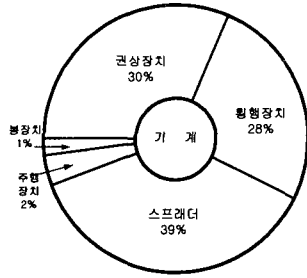
(b) Total time

Fig. 2 The diagram of the number and the total time of trouble on C/C at PECT

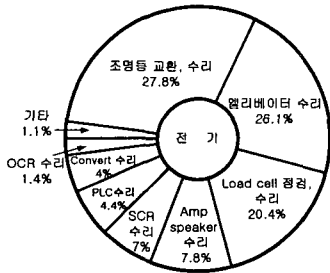
적 고장분포는 유사하게 나타났지만, 전기적 고장분포에서는 HBCT에 비해 PECT가 전기적 부분에서 다양한 고장분포를 보여주고 있는데, 이는 PECT의 크레인의 많은 부분에 전기, 전자화되어 있다는 것을 보여주고 있다.

2.3.3. 권상 장치에 대한 주요부분별 고장 분포

Fig. 5는 권상장치에 대한 주요부분별 고장분포를 나타내고 있다. 권상장치의 경우 PECT의 브레이크(brake)수리 교환이 많은 것은 유압 디스크브레이크가 처음 채택됨에 따른 시행착오, 보유 기술 수준, 부품의 구입, 가격 등의 문제가 있었기 때문이다. HBCT의 경우 와이어로프(wire rope)의 교환이 높은 비율을 차지하고 있다. 현재 와이어로프의 사용시간을 보면, 외국의 경우 1,500시간인데 비해 우리나라는 800~1000시간에 그치는 정도이다. 따라서 와이어로프의 기술개발이 필요한 것으로 사료된다.



(a) Mechanical trouble



(b) Electrical trouble

Fig. 4 Distribution of mechanical and electrical trouble at PECT

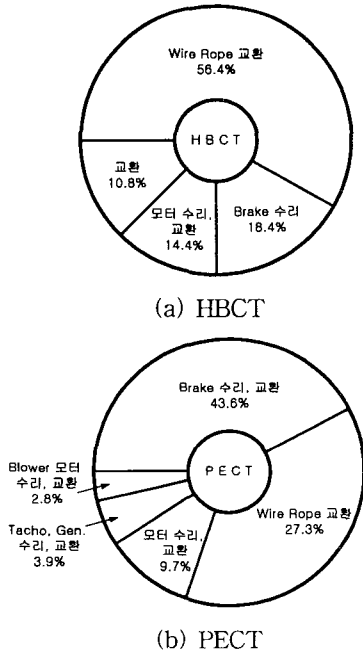


Fig. 5 The case of trouble on Hoist gear of C/C

2.3.4 횡행 장치에 대한 주요부품별 고장분포

횡행장치의 고장도 권상장치에서와 마찬가지로 HBCT와 PECT에서 와이어로프의 교환에 집중되어 있는 것을 알 수 있고, PECT에서는 리미트스위치(limit switch) 점검 및 교환이 많음을 Fig. 6에서 알 수 있다.

2.3.5 S/P에 대한 주요부분별 고장분포

스프레더의 정비상황을 살펴보면 HBCT에서는 트위스트콘(twist cone), 플리퍼(flipper) 등의 부분을 교환, 수리하는 것보다 스프레더 전체를 교환하는 경우가 30%정도로 가장 많으나, PECT에서는 스프레더 전체 교환보다 트위스트콘, 플리퍼등의 부품 수리 및 교환이 더 많음을 Fig. 7에서 알 수 있다.

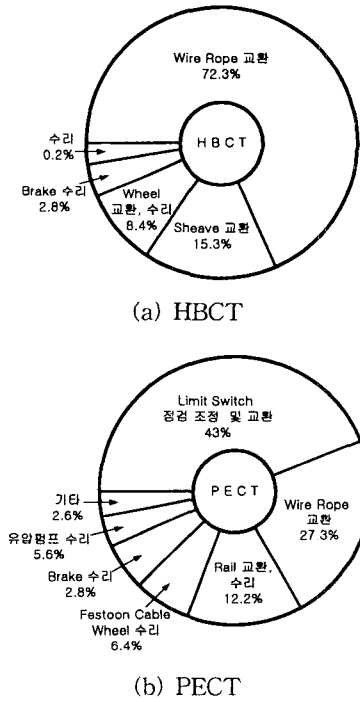


Fig. 6 The case of trouble on traverse gear of C/C

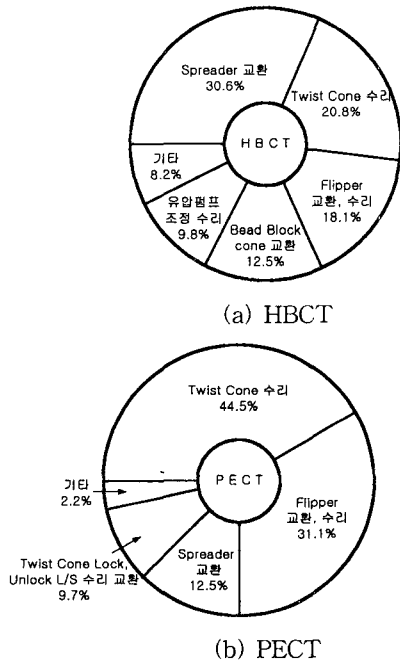


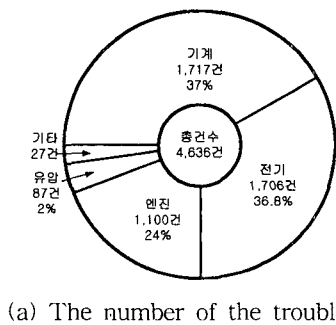
Fig. 7 The case of trouble on spreader of C/C

2.3.6 T/C 고장건수 및 고장시간 분포

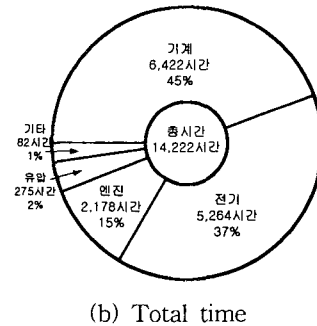
Fig. 8, 9는 HBCT와 PECT의 트랜스퍼 크레인의 연간 고장건수 및 고장시간을 나타내고 있다. 위 도표에서 보면 HBCT와 PECT의 총 고장건수는 비슷하지만 1대당 비율로 비교해보면 HBCT가 331건/년, PECT는 209건/년으로 상대적으로 HBCT의 장비가 노후화 되었음을 알 수 있다.

2.3.7 기계적, 전기적 고장건수에 대한 각 장치별 고장분포

Fig. 10, 11은 HBCT와 PECT에서 발생하는 기

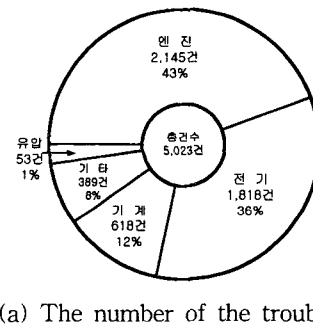


(a) The number of the trouble

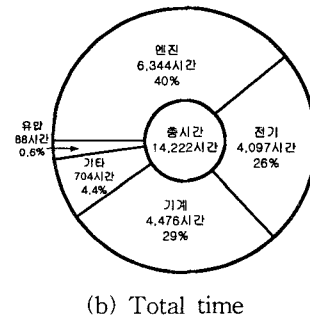


(b) Total time

Fig. 8 The diagram of the number and the total time of trouble on T/C at HBCT



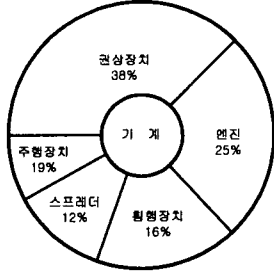
(a) The number of the trouble



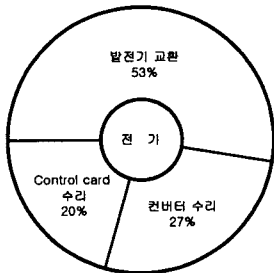
(b) Total time

Fig. 9 The diagram of the number and the total time of trouble on T/C at PECT

계적, 전기적 고장건수에 대한 각 장치별 고장분포를 나타내고 있다. PECT에서 엔진고장이 높았던 것은 사소한 고장들이 많이 발생된 것으로 국내에서 공급하는 엔진을 처음 사용함으로써 발생한 시스템상의 문제점들이었다. 현재는 이러한 문제들이 보완이 되어서 안정화되었다.

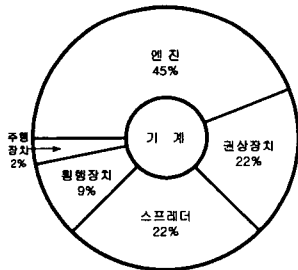


(a) Distribution of Mechanical trouble

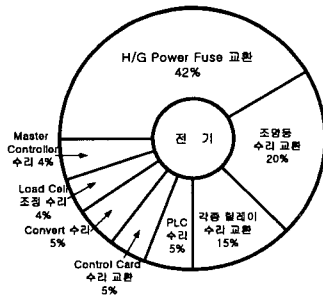


(b) Distribution of electrical trouble

Fig. 10 Distribution of mechanical and electrical trouble on each equipment at HBCT



(a) Distribution of mechanical trouble

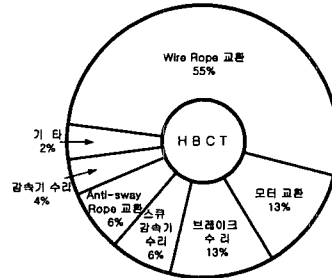


(b) Distribution of Electrical trouble

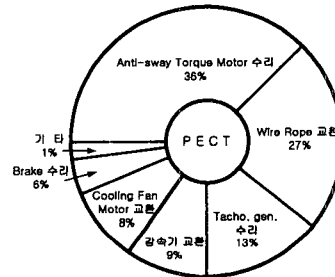
Fig. 11 Distribution of mechanical and electrical trouble on each equipment at PECT

2.3.8 권상 장치에 대한 주요부분별 고장분포

Fig. 12는 트랜스퍼 크레인 권상장치에 대한 주요부분별 고장분포를 나타내고 있는데 전체적으로 전기적인 부분보다는 기계적인 부분의 교환 및 수리가 많음을 알 수 있다.



(a) HBCT

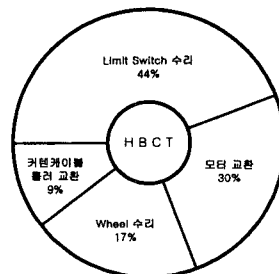


(b) PECT

Fig. 12 The case of trouble on Hoist gear of T/C

2.3.9 회전장치에 대한 주요부분별 고장 분포

Fig. 13은 트랜스퍼 크레인의 회전장치에 대한 주요부분별 고장분포를 나타내고 있으며, 사용빈도가 높은 부분의 부품 교환 및 수리가 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.



(a) HBCT

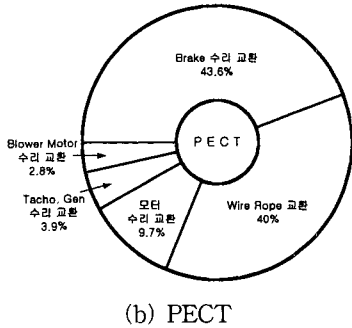


Fig. 13 The case of trouble on traverse gear

2.3.10 S/P에 대한 주요부분별 고장분포

Fig. 14는 S/P에 대한 주요부분별 고장분포를 나타내고 있고, 스프레더가 직접 작동하는 부분에서 고장이 많이 발생하고 있음을 보여주고 있다.

3. 고 찰

최근 컨테이너 크레인의 전기, 전자장치의 발달에 따라 점차 고속화, 자동화되고 있으며 전기적 고

장발생 빈도가 높아지고 있다. 고장원인을 분석해보면 컨테이너 크레인의 경우 HBCT는 고장건수 및 시간에서 기계적 부분이 많았지만 근래에 설치된 PECT는 전기적 고장건수 및 시간이 훨씬 높은 것으로 나타났다. 그리고, 일반적으로 사용빈도가 높은 것에서 고장도가 많았다. 권상장치는 30~37%, 횡행장치는 28~30%의 고장률을 보이며 그 중에서도 와이어로프의 교환빈도가 40~56%로 높게 나타났다. 전기적인 부분에서 고장이 많은 것은 조명등, 접촉기, Load cell, PLC, Fuse 교환 등이며, 아울러 하역장비의 진동 및 염분 등에 대해서도 장시간 사용할 수 있는 조명등의 기술개발에도 많은 관심을 가져야 할 것이다. 앞으로 더 연구되어야 할 내용으로 고장원인별 분석과 주의환경(해안)이 미치는 영향, 고장과 사고와의 관계, 정비공의 확대 및 수준, 예비부품의 운용 등에 대해서도 연구가 되어야 할 것이다.

4. 결 론

1991년에 조사한 세계 여러나라의 정비 프로그램 현황 통계자료에 의하면 전반적인 정비방법이 원시적인 정비방법인 가동 중 고장에 의한 정비(run-to fail), 즉 기계가 고장이 날 때 수리하는 방법에 의존하고 있다. 이런 정비방법은 갑작스런 기계고장으로 인한 경제적, 시간적 손실을 초래하게 된다. 이러한 손실을 미연에 방지하기 위해 모든 기계의 상태를 항상 제어할 수 있고 정확한 정비계획이 가능한 예방정비(Predictive Maintenance)방법으로의 전환이 필요한 것으로 사료된다. 또한 예방정비를 통해 기계의 신뢰성, 생산성 향상 및 근로자의 작업 안전을 보장할 수 있을 것이다.

부산항의 물동량이 점점 증가함에 따라 컨테이너 하역량이 증가되고, 하역작업에서 컨테이너 크레인의 비중이 커지게 됨에 따라 계속적인 고장에 관한 자료의 기록 및 분석이 필요할 것이며, 각 터미널별로 갖고 있는 각종 자료를 공유하여 활용하게 된다면 항만하역 장비운용 효율의 극대화를 도모할 수

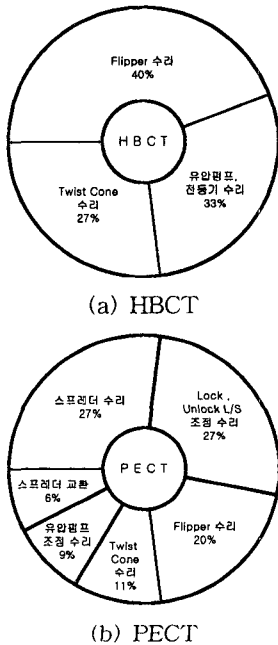


Fig. 14 The case of trouble on spreader of T/C

있을 것이다. 그리고 적절한 정비방법을 채택함으로써 고장으로 인한 경제적, 시간적 손실을 최소화해야 한다.

참 고 문 헌

- 1) 한국컨테이너관리공단 사보 제18호
- 2) 전형식, 글렌 화이트, “예방(예지)정비의 필요성”. 한국소음진동공학회지 제4권 제4호, pp.459~467, 1994
- 3) White, G., “Introduction to Machine Vibration”, Part #8569, Version 1.53, DLI Engineering Corp., 1993.
- 4) 김선진, “기계·구조물의 안전성 및 신뢰성”, 한국해양공학회지 제10권 제2호, pp.1~12, 1996
- 5) 허윤수, 하원익, 정승호, “부산항 컨테이너 전용 터미널 운영 개선을 위한 연구”, 한국항만학회지 제14권 제1호, pp. 13~26, 2000.
- 6) 장충원삼, “최신실용크레인 편람”, 내광서림, pp. 284~286, 1978.