

Container Crane 조종작업의 누적 외상성 장애 위험성 평가

전하식*, 장성록**

부경대학교 대학원*, 부경대학교 산업시스템·안전공학부**

1. 서 론

컨테이너 전용 터미날이 지닌 가장 중요한 기능은 컨테이너 하역을 보다 합리화하여 그 효율을 향상시켜 보다 정확하고 신속하게 고객이 만족할 수 있는 서비스를 제공하는 일이다.

그러나 이러한 컨테이너 하역이란 일반적으로 잡화를 컨테이너라는 일정한 크기를 지닌 용기에 넣어 단위화한 컨테이너를 하역하는 것이므로 여러 가지 장비와 기기가 필요하다. 그러므로 고객이 만족할 수 있는 서비스를 제공할 수 있기 위해서는 터미날 운영이 합리화 되어야 하고 효율화되어야 한다.^{1), 2)} 그 같은 외적인 기능이 충분히 발휘될 수 있도록 뒷받침할 수 있는 컨테이너 하역에 필요한 각종 장비와 이러한 기기를 조작하는 장비기사들의 내적 기능이 있어야 한다.

이러한 내적 기능 중 컨테이너 전용 터미날에서 사용하고 있는 C/C(Container Crane)장비의 운전자들 대부분이 단순반복작업에 따른 고통을 호소하는 사례가 빈번하여 이들의 요소작업과 동작상태를 파악한 결과 그 운전자들의 고통은 최근 국내에서 크게 대두되고 있는 누적 외상성 장애(CTD ; Cumulative Trauma Disorders) 으로 인한 가능성이 큰 것으로 나타났다.

누적 외상성 질환은 어떤 외부의 스트레스에 의해서(Trauma) 오랜 시간을 두고 반복적인 작업이 누적되어(Cumulative) 질병이 발생(Disorders)하는 것을 의미한다. 국내에서도 이러한 CTD가 급격하게 대두된 것은 전에는 산업재해로 인식하지 않던 문제를 산업재해로 새롭게 인식하게 된 것이 첫번째의 이유이며, 두번째 이유는 산업구조의 전반적인 변화에 있다. 그동안 우리나라의 산업구조가 중공업 중심에서 조립산업화로 이행하는 과정에서 미처 염두에 두지 못했던 질병이 증가하고 있는 것이다.³⁾

본 연구는 C/C 운전자들을 대상으로 설문조사를 실시하고 조종작업을 분석하여 CTD 발생 위험성의 요인을 규명하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 내용

2-1. 설문 조사

C/C 장비운전 조작자 59명을 대상으로 Vern Putz-Anderson이 개발한 CTD 평가 설문지를 이용하여 설문조사를 실시하였으며, 통증부위가 여러 군데일 경우

1, 2, 3번 부위로 표시하였다.⁴⁾

조사결과 표 1 에서 보는 바와 같이 60%이상 통증을 느꼈으며, 이중에서 치료경험이나 수술을 경험한 자도 상당수 조사되었다. 표 2의 CTD 예상 신체부위를 보면, 요추나 경추 등의 통증이 80%이상에 달했으며 업무의 전시간을 상반신을 앞으로 숙여 작업하므로 경추나 견갑골, 견관절 부위에도 상당한 무리가 있는 것으로 조사되었다.

Table 1. 설문 분석 결과

[단위 : %]

	통증 여부	통증 시각					일상 생활에 지장	치료 경험	수술 경험
		새벽	오전	오후	저녁	심야			
1번 부위	37/59 (62.71)	15/59 (25.42)	1/59 (1.7)	13/59 (22.03)	14/59 (23.73)	16/59 (27.12)	33/59 (55.93)	32/59 (54.24)	3/59 (5.08)
2번 부위	37/59 (62.71)	15/59 (25.42)	0/59 (0.00)	11/59 (18.64)	13/59 (22.03)	22/59 (37.29)	34/59 (57.63)	26/59 (44.07)	2/59 (3.39)
3번 부위	29/59 (49.15)	9/59 (15.25)	3/59 (5.08)	8/59 (13.56)	11/59 (18.64)	20/59 (33.9)	32/59 (54.24)	25/59 (42.37)	6/59 (10.17)

Table 2. CTD 예상 신체부위

[단위 : %]

신체부위	응답자 수	응답비율	신체부위	응답자 수	응답비율
요추	51/59	86.44	상지저골	2/59	3.39
경추	49/59	83.05	고관절	2/59	3.39
견갑골	23/59	38.98	미골	2/59	3.39
견관절	15/59	25.42	족근간관절	1/59	1.7
슬개골	13/59	22.03	쇄골	1/59	1.7
구관절	8/59	13.56	후두부	1/59	1.7
슬관절	7/59	11.86	수장건막	1/59	1.7
눈	6/59	10.17	요골수근관절	1/59	1.7
수근중수관절	6/59	10.17	전두골	1/59	1.7
슬관절	4/59	6.78	하복부	1/59	1.7
흉추	3/59	5.08	수근관절	1/59	1.7

어난다고 하더라도 부적절한 데이터이기 때문에 λ 라는 값은 불확실하다. 이러한 경우에 최신정보의 불확실성을 나타내는 분포는 가능한 사고 발생률의 값들에 대한 연속적확률함수이다. 참고문헌 [3]의 용어를 사용하면 “Model of world”의 변수, λ 가 불확실성을 내포하고 있고 주로 이러한 변수들은 시스템안전성 평가에 많이 나타난다. 때때로 결정적인 사건과 확률적인 사건간에 명확한 구별이 되지 않는 경우도 있다.

4. 사고관리 방안 평가체계

일반적으로 일단 의사결정수목과 영향도가 구성되고 데이터가 모두 마련되면 의사결정방안을 평가하기 위해 의사결정수목과 영향도에 대하여 정량적으로 계산할 수 있다. 의사결정수목 및 영향도를 계산한다는 것은 후보결정들에 대하여 가치노드의 속성과 관련이 있는 기대치를 계산한다는 것을 뜻한다. 영향도의 평가는 네가지의 수학적 계산이 요구되며 기본적인 기능을 간략히 기술하면 다음과 같다.

- (1) 아크역전(Arc Reversal): 기회노드 X에서 다른 노드Y로의 아크를 가지는 (X에서 Y로의 직접적으로 연결된 다른 경로가 없이 영향도가 주어졌을 때, 이 아크의 방향을 베이지안 연산을 이용하여 Y에서 X로 역전할 수 있다. 수정된 영향도에서는 X와 Y모두 서로 다른 노드의 조건적 선행자를 받을 수 있다.
- (2) 침몰노드(Sink Node)제거: 영향도에 있는 어떠한 노드도 적절한 아크 역전의 순차를 통해 침몰노드로 전환할 수 있다. 계승인자가 없는 기회노드는 제거할 수 있다.
- (3) 기회노드(Chance Node)제거: X노드에서 Y노드로 방향을 갖는 아크에서 두 노드를 단하나의 노드로 대신할 수 있다. 이 작용은 Y가 X의 유일한 계승인자이어야 만 한다는 조건이 있다.
- (4) 결정노드(Decision Node)제거: 결정노드는 기대가치를 최대화 혹은 최소화하여 적절한 결정노드를 취함(최적화 방법)으로서 제거할 수 있다.

사고관리방안을 평가할 때는 사고관리방안의 실행가능성, 사고관리방안의 효율성, 사고관리방안의 실행으로 인한 부작용 발생가능성, 필요한 정보의 확보정도, 그리고 방안수행 절차서 적절성 등이 고려되어야 한다. 원전의 위험성 평가 기술인 확률론적안전성평가(PRA: Probabilistic Safety Assessment)에서 많이 사용되고있는 사건수목(Event Trees)은 의사결정수목의 한 형태이다. 즉, 사건수목(Event Trees)은 의사결정 수목의 Decision Node가 없이 Chance Node로 만 구성된 수목이다.

5. 결론

본 논문에서는 사고관리 방안평가의 불확실성 모델링에 의사결정수목(Decision Trees)과 영향도(Influence Diagrams)가 유용하게 이용될 수 있음을 보여주었다. 본 논문에서 제시한 사고관리방안 평가체계는 방안평가의 실현성과 적용가능성을 보임으로서 석유화학 플랜트나 개스설비 등 위험시설물의 사고관리 방안평가, 절차서 개발, 그리고 정책결정에 유연하게 사용될 수 있을 것이다.

Table 3. C/C 양하 ON-DECK 작업요소

요소 작업	기계 요소 작업	운전자 요소 작업	동작 상태
무 부 하 이 동	시작 : 선박에 있는 컨테이너를 잡기 위해 빈 스프레다 이동시작 시점 종료 : 특정 위치에 이동하여 멈추는 시점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 앞으로 숙인다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. (2-3회 반복) ○ 트로리레바를 중립에 둔다 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선박구조 및 "컨"의 위치 확인 ○ 머리를 숙여 특정위치에 장치된 "컨"을 확인
잡 기	시작 : 선박의 컨테이너를 잡기 위해 하강이동하여 컨의 위치에 정지하는 시점 종료 : S/P양쪽 4곳의 콘으로 컨테이너를 맞물리도록 끼워 놓고 부하이동하기 전 시점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바의를 앞으로 숙인다. ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다 (2-3회 반복) ○ 호이스트레바를 중립에 둔다 ○ LOCK/UNLOCK 레바를 안쪽으로 제친다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 머리를 숙여 "컨"의 바로 위에 S/P를 둔다 ○ S/P에 "컨"이 정확히 맞물렸는지 확인
부 하 이 동	시작 : 컨테이너를 잡고 이동시작 시점 종료 : Y/T 로 이동하여 놓기 위해 멈추는 시점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 뒤로 제친다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 뒤로 제친다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 중립에 둔다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ "컨" 이동시 옆 "컨"과의 충돌 확인 및 흔들림을 방지하기 위해 시선을 계속 "컨"에 둔다. ○ Y/T 주변의 위험을 확인하기 위해 머리를 더 많이 숙인다.
놓 기	시작 : 컨테이너를 Y/T 위에 내리기 시작하는 시점 종료 : 놓은 후 무부하이동 시작시점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호이스트레바를 앞으로 숙인다. ○ 트로리레바를 이용하여 정확한 위치파악(2-3회 반복) ○ LOCK/UNLOCK 레바를 바깥쪽으로 제친다. ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 뒤로 제친다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Y/T의 위치를 정확히 확인 ○ S/P콘의UNLOCK 여부를 정확히 파악한 후 서서히 S/P를 권상한다

Table 4. C/C 양하 ON-DECK 작업요소

요소 작업	기계 요소 작업	운전자 요소 작업	동작 상태
무 부 하 이 동	시작 : Y/T 위에 상차된 컨테이너를 잡기 위해 스프레다 가 멈추는 시점 종료 : 스프레다 양 쪽 4곳의 콘(CONE) 으로 컨테이너를 맞 물리도록 끼워 놓고 부하이동하기 전 시 점	○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 앞으로 숙인다. ○ 후리퍼 UP/DOWN 레바를 안쪽 으로 제친다. ○ LOCK/UNLOCK 레바를 안쪽으로 제친다.	○ 머리를 숙여 "컨"의 바로 위에 S/P를 둔다. ○ S/P에 "컨"이 정확히 맞물렸는 지 확인
잡 기	시작 : 컨테이너를 잡고 이동시작 시점 종료 : 이동 후 선 박의 특정위치에 멈 추는 시점	○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 뒤로 제친다. ○ 후리퍼 UP/DOWN 레바를 바깥 쪽으로 제친다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 앞쪽으로 숙인다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 중립에 둔다.	○ Y/T 주변 위 험요소 확인 및 "컨"의 흔들림을 방지하기 위해 시 선을 계속해서 " 컨"에 둔다. ○ 선박의 특정 위치 확인
부 하 이 동	시작 : 부하이동 후 HOLD 로 하강하여 선박에 장치를 시작 하는 시점 종료 : 장치 후 콘 을 풀고 무부하 상 승 시작하는 시점	○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 앞쪽으로 숙인다. ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다 (2-3회) ○ 호이스트레바를 중립에 둔다. ○ LOCK/UNLOCK 레바를 바깥쪽으 로 제친다. ○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 중립에 둔다.	○ 하강시 옆 "컨" 과의 충돌 확인 및 HOLD 진입시 SAIL GUIDE 모 서리에 화물 및 선박 손상 여부 확인 ○ LOCK / UNLOCK 여부를 정확히 파악
놓 기	시작 : 장치 후 빈 스프레다로 상승하 여 후진하는 시점 종료 : 후진 후 Y/T 위의 컨테이너를 잡 기 위해 빈 스프레 다가 멈추는 시점	○ 호이스트레바의 버튼을 누른다. ○ 호이스트레바를 뒤로 제친다. ○ 트로리레바의 버튼을 누른다. ○ 트로리레바를 뒤로 제친다.	○ 옆 "컨"과의 충돌여부 확인 ○ 육지쪽 Y/T 주변 위험요소 확인

3. 결론

누적 외상성 질환은 일단 발병하면 완전 치유가 어려우므로 예방기능이 철저히 이루어져야 한다.

C/C 운전자의 경우 작업시간 전부가 의자에 앉은 상태에서 이루어지는 단순반복작업이므로 작업중·후 다음과 같은 예방체조가 필요하다.⁶⁾

- 의자작업시 예방체조
- 눈피로 예방체조
- 목, 어깨, 손 긴장풀기 체조
- 허리와 옆구리 체조

또한 C/C 작업은 운전중 신체에 충격이 과다히 발생하는 작업이므로 운전자가 충격이 발생하는 작업내용일 경우에는 속도를 줄여 인체에 무리가 가지 않도록 교육을 시켜야 하며, 작업미숙에 의한 발병원인도 있으므로 C/C 작업기사는 충분한 기술을 습득시킨 후 작업을 시켜야 한다.

C/C 작업은 단순반복의 정도가 심한 경우이므로 다수의 근로자들이 반복작업을 교대할 수 있도록 하여 한 근로자의 반복작업 시간을 줄여주어야 하며, 충분한 휴식시간을 제공할 수 없는 경우에는 연속된 작업이 2시간을 초과하지 않도록 하여야 한다. 이러한 CTD의 예방에는 작업환경관리나, 근로자의 건강관리 등이 중점적인 예방책이며 동작분석 결과 추추된 CTD 위험성에 대한 인간공학적 대책 수립에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.⁷⁾

참 고 문 헌

- 1) 부산컨테이너부두운영공사 "공사 20년사" (1998).
- 2) 박태영 "C/C 현장실무" (1996).
- 3) 한국산업안전공단 "누적 외상성 질환 예방지도 지침서" (1997)
- 4) Vern Putz-Anderson, Cumulative Trauma Disorders, Taylor & Francis, (1998).
- 5) 류명옥 "컨테이너 터미널에서의 작업시간에 관한 연구" (1998).
- 6) 한국산업안전공단 창원지도원 "근로자 건강증진운동 추진요령" (1998).
- 7) 송동빈 "단순반복작업에 의한 근골격계 건강장애" 안전보건 (1997).