

시뮬레이션을 이용한 작업 자세 개선 사례

차태인*(서울대 공학연구소), 신중계(서울대 조선해양공학과), 김남두(지노스), 정영수(지노스)

Improvement of Manual Work using Ergonomic Simulation Method

T. I. Cha(ERI., SNU), J. G. Shin(Naval Architecture & Ocean Eng. Dept., SNU), N. D. Kim(XINNOS) and Y. S. Jeong(XINNOS)

ABSTRACT

The worker who is responsible for Airless Pump maintenance have a high possibility to suffer from WMSDs, because a height of Airless Pump workbench is too low.

In this paper, I'm going to introduce a research about 1) analysis of working environment through a interview with an actual field worker, 2) Ergonomic simulation modeling of an Airless Pump worker to suggest a advanced working environment and a working instructions. I have used a DELMIA S/W as a tool for ergonomic simulation and performed a posture & activity to analyze a RULA methodology. Applying the Digital Human Simulation to analyze working posture would be helpful to preventing WMSDs.

Key Words : RULA, Posture & Activity Analysis, WMSDs

1. 서론

최근의 인체역학 연구는 인체를 분석하여 독립적인 인체모형(Modularized Man-Model)을 개발함으로써 CATIA 등의 기존 소프트웨어와 함께 사용될 수 있도록 연구되고 있다. 이는 기존의 CAD 시스템에 즉시 이용 가능한(Built-in) 인체 모형을 모델링하는 효과를 가져오게 되며 사용자가 원하는 체형의 Operator를 즉시 불러 동작거리, 시야, 작업 공간 등에 관한 분석을 함으로써 주변 환경을 설계하거나 시뮬레이션을 수행하는 것이 목적이다. 또한, 인간공학은 직업병 및 근골격계 질환의 방지를 위한 인체역학 및 안전 공학의 일부를 이루며, 자동차 산업과 항공산업에도 크게 이용되고 있다. 인간공학은 인간이 안전하면서도 손쉽게 조작해낼 수 있도록 인간이 접하게 되는 모든 기계 및 환경 특성에 맞추어 공학적인 측면에서 기계, 설비를 설계하고 검토해 나가는데 목적을 두고 있다.

2. 유해요인조사

본 연구에서는 산업보건기준에 관한 규칙 제9장에 의거하여 유해요인조사를 실시하였으며, 유해요인조사표는 근골격계부담작업 유해요인조사 지침의 유해요인 기본조사표를 기준으로 작성되었다. 또한, 근골격계부담작업 유해요인조사 지침에서 정하는 작업분석·평가도구 중에 하나인 RULA를 이용하여 Airless Pump 수리 작업자의 자세를 정밀평가 하였다.

Fig. 1 유해요인조사표

Airless Pump 작업 공정의 유해요인조사는 작업 현장 조사/측정과 작업자 인터뷰를 통해서 수행되었다. 현장조사에서 작업대의 높이, 작업환경 및 형태를 파악하고, 작업 내용 및 절차를 이해하기 위한 동영상 촬영을 하였으며, 작업자 시뮬레이션을 위한 3D 위크셀 구축과 개선안 도출을 위한 작업자 인체 치수 및 작업대 치수를 파악하였다.

Airless Pump 작업은 Fig. 1에서 확인한 바와 같이 작업대의 높이가 낮아 작업자가 목과 허리를 과도하게 굽히고 작업을 수행하기에 발생하는 부자연스러운 자세가 요추통증의 원인이 되고 있음을 알 수 있다.

3. 작업자세분석

작업자세 분석을 위한 현장조사와 동영상으로 분

석된 작업자의 RULA 평가표는 아래 그림과 같다. 에어리스 펌프의 중량 때문에 목, 허리, 어깨, 팔 등의 상반신에 과도한 부하가 작용하고 있음을 나타내고 있다. 이로 인하여 전체 최종 점수가 5점으로 나왔다. 이는 ‘작업 자세를 가능한 빨리 바꾸는게 나옴’을 의미한다.

목, 어깨, 손목 부하		목, 흉통, 다리의 위치부하	
RULA Component	RULA Score	RULA Component	RULA Score
목의 위치	2	목의 위치	3
어깨가 올라갔다	0	어깨 앞으로 굽임	0
목이 앞으로 기울었다	0	어깨 뒤로 굽임	0
팔이나 손목이 튀어나와 있다	0	팔의 위치	3
아래팔의 위치	1	팔을 앞으로 굽임	0
아래팔에 대한 추가사항	0	팔의 회전	0
손목의 위치	3	다리의 위치	1
손목이 앞으로 기울었다	1	근육사용정도	1
손목의 회전상태	1	주거에 대한 추가사항	0
근육사용정도	1		

RULA 점업부하 수준에 따른 평가		평가내용
Final Score (Action Level)	작업부하수준	
1-2점	1	작업이 지속적이고 반복적으로 장시간 이루어지지 않는한 작업자세에 별문제가 없음
3-4점	2	작업자세를 바꾸는게 나옴
5-6점	3	작업자세를 가능한 빨리 바꾸는게 나옴
7점	4	작업자세를 즉시 바꾸어야 함. 즉시 작업편의 필요

Finalscore : 5
Action Level : 3 => 작업자세를 가능한 빨리 바꾸는게 나옴(change soon)

Fig. 2 RULA 결과

4. 시뮬레이션을 이용한 작업자세 분석

우선 현행체계에서 작업자의 허리부담을 해소할 수 있는 작업자세를 찾기 위해 activity analysis를 수행하여 현재 작업자세의 RULA 분석을 수행한 후 Fig. 4 와 같이 posture editor를 사용하여 현재 작업자의 허리부분에 대한 부담을 낮추기 위해 인체모델의 segments중 허리부분의 flexion 값을 낮춰준다. 값의 변화에 따라 실시간으로 RULA값의 변화를 확인할 수 있고, 허리부담이 해소되는 시점에서의 선반의 높이를 측정한다.

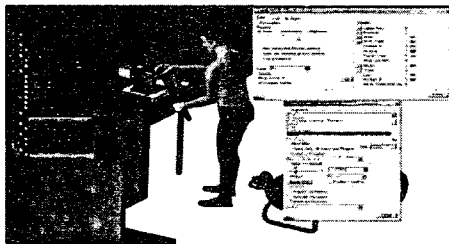


Fig. 4 작업 자세 개선 과정

측정된 높이를 선반의 설계에 적용을 시키면 선반의 변경된 치수는 바로 시뮬레이션에 반영이 되고, 개선된 상태에서의 RULA & NLE 등의 분석을 다시 수행함으로써 개선안에 대한 시뮬레이션을 확인할 수 있다. 개선 전 대비 개선 후의 RULA의 최종 점수는 기존 최종 점수 5점에서 최종 점수 3점으로 1단계 낮아졌음을 확인할 수 있다. RULA Analysis의 경우 작업환경 평가 단계는 총 7단계로 1점에서 7점까지 부여 되어있으며 최종 점수가 1-2단계는 연녹색으로 표시되며 상당히 양호한 작업환경임을 의미하고 3-4단계는 노랑색으로 나타나고 현재는 양호하지만 앞으로 조사 및 분석의 대상 환경이

라는 의미이며 5-6단계는 주황색으로 나타나고 작업환경 개선 단계로서 빠른 시일 안에 작업환경이 조사 및 분석되어 개선되어야 한다는 것을 나타낸다.

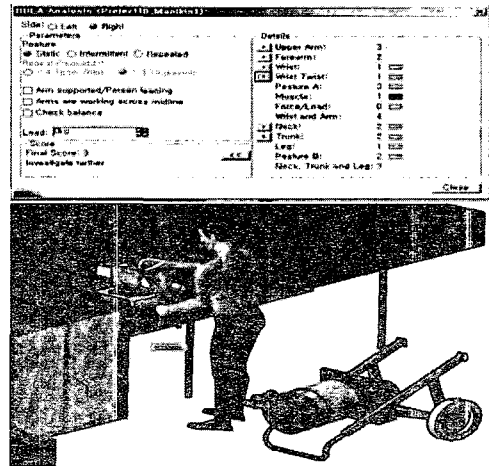


Fig. 5 작업 자세 개선 후

그리고 마지막 단계인 7단계는 붉은색으로 표시되고 즉시 작업환경이 개선되어야 한다는 의미로 본 연구에서는 5-7단계를 작업 환경이 개선되어야 하는 단계로 보고 작업자 시뮬레이션을 수행하였다.

5. 결론

Airless Pump 정비 작업의 유해요인조사를 통해 현행체계의 문제점을 분석하고, 시뮬레이션을 이용해 평가하였다. 이 과정에서 기존의 RULA평가와 시뮬레이션을 이용한 RULA값을 비교하여 타당성을 검토하였으며, 시뮬레이션을 이용하여 제안된 개선안을 정량적으로 모델링 하여 제시하였다. 또한 제안된 개선안에 대한 평가를 수행하여 개선안이 작업자의 작업부담을 경감시킴을 확인 하였다. 본 연구에서 제안한 정비 작업대의 개선안은 작업자의 부자연스러운 자세로 인한 작업 부담을 시뮬레이션을 활용하여 작업자의 작업 부담을 해소시켜주는 좋은 사례가 될 것이며, 이러한 노력은 근골격계 질환의 위험성을 줄이는데 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 차태인, 정성원, 최양렬, 이장현, 신종계, 박주용, 2004, "Digital Human 모델링을 이용한 조선산업에서의 작업자세 개선 방안" 대한조선학회 춘계 학술대회 논문집, pp422-429
2. 장성록 2003, "한국 전자산업에서의 근골격계질환 대책," World MSDs Symposium, pp. 44-47
3. 김대성 "근골격계질환의 인간공학적 평가방법" 한국산업안전공단
4. 김홍태, 2005, "선박해양공학 분야에서의 인간공학의 역할 및 최근 연구동향" 대한인간공학회 춘계 학술대회, pp508-511