

연구보고서

근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구

박재희·이경선·모승민

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구”의 최종 보고서로 제출합니다.

2022년 10 월

연구진

연구기관 : (사)대한인간공학회

연구책임자 : 박재희 (교수, 한경대학교 사회안전시스템공학부)

연구원 : 이경선 (교수, 강원대학교 산업시스템공학과)

연구원 : 모승민 (교수, 오산대학교 안전보건관리학과)

연구보조원 : 유지원 (학부생, 한경대학교 사회안전시스템공학부)

연구보조원 : 추지원 (학부생, 강원대학교 산업시스템공학과)

요약문

- 연구기간 2022년 04월 ~ 2022년 10월
- 핵심단어 근골격계부담작업, 개선대책, 개선사례, 인간공학
- 연구과제명 근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구

1. 연구배경

1996년 산업재해 통계보고서에 근골격계질환은 506명으로 집계되었다. 그러다 2000년대 초 사회적 이슈와 함께 2003년 4,532명으로 급격히 증가하였다. 이후 2007년 7,723명으로 정점을 찍었던 근골격계질환자는 근골격계 부담작업 유해요인조사의 실시이 따라 일정 부분 감소했다. 그러나 최근 들어 다시 급격히 증가해 2020년 9,601명을 기록하였다. 이러한 근골격계질환은 2020년 업무상 질병의 63%를 차지할 정도로 문제가 되고 있다. 근골격계 부담작업 보유 사업장은 3년마다 유해요인조사를 시행하고 개선대책을 수립하고 있으나, 그 대책이 실효성이 없는 경우가 많다. 대부분 대책이 올바른 자세에 대한 교육, 예방 체조 실시 등 관리적 개선대책이 대부분이며 실제 기술적 개선대책 수립과 이행은 매우 미진하다. 기술적 대책 수립과 이행이 미진한 이유는 기술적 대책 적용의 어려움과 예산 부족 등의 문제도 있지만, 실제 개선 방법에 대한 아이디어가 부족한 경우도 많다. 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책 등에 대한 아이디어를 유사 작업 등에서 얻을 수 있다면, 사업장에서는 이를 활용한 개선이 활발히 이루어질 수 있을 것이다. 따라서 근골격계부담작업의 유해성이 높은 사업장의 개선활동에 활용할 수 있는 우수 사례를 발굴하고 체계적으로 평가해 이를 홍보한다면 우리나라 사업장의 근골격계질환 예방 활동에 큰 도움이 될 것이다.

2. 주요 연구내용

근골격계질환 다발 업종과 직무에 대한 표적을 설정한다. 이러한 다발 업종과 직무와 관련해 근골격계부담작업 개선을 위한 해외 기술 동향과 국내 사업장의 개선사례를 수집한다. 이러한 사례들에 대한 효과 등을 평가하여 현장에 배포할 우수 개선사례를 선정한다.

1) 문헌조사

근골격계질환 다발 업종과 직무에 대한 유해요인을 파악한 자료와 이러한 유해요인을 완화하기 위해 실시한 개선사례 등에 대한 선행연구를 고찰한다. 이를 위해 국내·외 연구자료 및 기술 동향에 대한 자료를 검토하였다.

2) 근골격계 발생 현황 분석

근로복지공단의 재해조사서를 기준으로 직종별 발생 현황을, 안전보건공단의 산업재해현황보고서를 기준으로 업종별 발생 현황을 분석하였다. 분석대상 연도는 최근 3년인 2018-2020년으로 하였다. 업종별·직종별 교차표에 대해서는 연간 전체 데이터가 아닌 임의 표집된 재해조사서 237건에 대해서 분석을 수행하였다.

3) 해외 개선사례 조사

최신 기술을 중심으로 영국, 미국, 독일, 일본 등 선진국의 근골격계질환 예방을 위한 기술개발과 적용 사례를 조사하였다. 이 가운데 국내에도 적용이 되고 있는 외골격 로봇에 대한 적용 사례를 자세히 정리하였다.

4) 우수 개선사례

표적 업종과 직종에 대한 근골격계부담작업 개선사례 및 각종 개선 우수사례 발표대회 수상 사례를 수집·분석하였다. 120여 개의 사례 중 100개를 1차 선별하였으며, 이에 대해서는 창의성, 구체성, 적용가능성, 파급성 등 4개 항목에 대한 전문가들의 평가를 거쳐 순위를 부여하였다. 최종적으로 72개를 우수 개선사례로 선정하였다.

3. 연구 활용방안

1) 기대효과

본 연구용역을 통해 근골격계부담작업에 종사하는 근로자의 안전을 확보하기 위한 우수 개선사례집을 제작 및 배포하여 사업장에서의 개선 대책 수립 시 참조와 개선 실천으로 근골격계질환 예방 효과를 높일 수 있을 것이다.

2) 활용방안

우수 개선사례를 매뉴얼로 제작해 해당 업종과 직무에 배포할 수 있을 것이다. 또한, 근골격계부담작업 유해요인조사 관련 교육자료나 정부의 클린사업 등에서 사업선정 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 한경대학교 사회안전시스템공학부 교수 박재희
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구부 대리 박영중
 - ☎ 052) 703. 0863
 - E-mail qwerty16@kosha.or.kr

목 차

I. 서론	3
1. 연구의 배경과 목적	3
2. 연구의 체계와 절차	5
II. 문헌연구	9
1. 업종별 근골격계부담작업에 관한 연구	9
2. 개선사례에 관한 연구	10
III. 업종별·직종별 발생현황 분석	21
1. 분석 개요	21
2. 업종별 발생 현황 분석	23
3. 직종별 발생 현황 분석	25
4. 업종별·직종별 근골격계질환 발생 현황	31

IV. 해외 개선사례	37
1. 영국	37
2. 미국	41
3. 독일	46
4. 일본	49
5. 국내 적용 사례	51
V. 우수 개선사례	57
1. 개요	57
2. 개선활동의 범주	58
3. 개선사례 수집과 평가	69
VI. 결론과 제언	151
참고문헌	154

목 차

Abstract 156

〈표 II-1〉 업종별 근골격계 부담작업 실태조사 연구	10
〈표 II-2〉 근골격계 부담작업 개선에 관한 자료	11
〈표 III-1〉 업종별 근골격계질환자 발생(2018-2020)	24
〈표 III-2〉 직종별 근골격계질환 발생현황(2019-2021)	25
〈표 III-3〉 근골격계질환 다발 직종(2019-2021)	30
〈표 III-4〉 업종별 직종별 근골격계질환 발생현황	32
〈표 III-5〉 업종별·직종별 개선사례 표적	33
〈표 IV-1〉 상지 착용형 외골격 보조기기 개선사례 1	42
〈표 IV-2〉 상지 착용형 외골격 보조기기 개선사례 2	43
〈표 IV-3〉 박스 손잡이 개선사례	44

〈표 IV-4〉 작업 보조도구 개선사례	45
〈표 IV-5〉 훅 호이스트 개선사례	47
〈표 IV-6〉 자동차 지그의 개선사례	48
〈표 V-1〉 개선사례의 범주	59
〈표 V-2〉 개선사례에 대한 평가지표와 내용	70
〈표 V-3〉 개선사례 목록	72
[그림 I-1] 연도별 근골격계질환자 발생 현황	3
[그림 I-2] 업무상 질병 발생 현황(안전보건공단, 2020)	4
[그림 I-3] 연구의 체계와 절차	5
[그림 II-1] 화물취급작업의 개선방안 예	14

목 차

[그림 II-2] 물류산업에서의 개선대책	15
[그림 II-3] 작업방법의 개선 제시(김철홍 등, 2007)	16
[그림 II-4] 마트 작업에서의 개선대책 제시	16
[그림 II-5] 건설업에서의 개선대책 제시	17
[그림 II-6] 작업개선방법의 제시 예(박재희 등, 2014)	17
[그림 III-1] 업종과 직종에 의한 표적 선정	21
[그림 III-2] 재해조사서 양식	22
[그림 IV-1] SoterCoach 솔루션 활용 예	38
[그림 IV-2] T사의 자동화 입식 테이블 개선	38
[그림 IV-3] S사의 대차 개선	39
[그림 IV-4] A사의 지그 개선	40
[그림 IV-5] S건설의 로봇팔 활용	49

[그림 IV-6] 일본의 착용형 로봇과 운반 로봇의 활용	50
[그림 IV-7] L사의 산업용 착용형 로봇의 활용	51
[그림 IV-8] H사의 산업용 착용형 로봇의 활용	52
[그림 IV-9] K사의 산업용 착용형 로봇의 활용	52
[그림 IV-10] D사의 산업용 착용형 로봇의 활용	53
[그림 IV-11] K연구원, 생산기술원의 착용형 로봇 개발 사례 ...	53
[그림 V-1] 인간공학적 개선사례 정리 양식	69
[그림 V-2] 개선사례 수집과 우수 개선사례 도출 과정	70
[그림 V-3] 평가양식	71

I. 서론

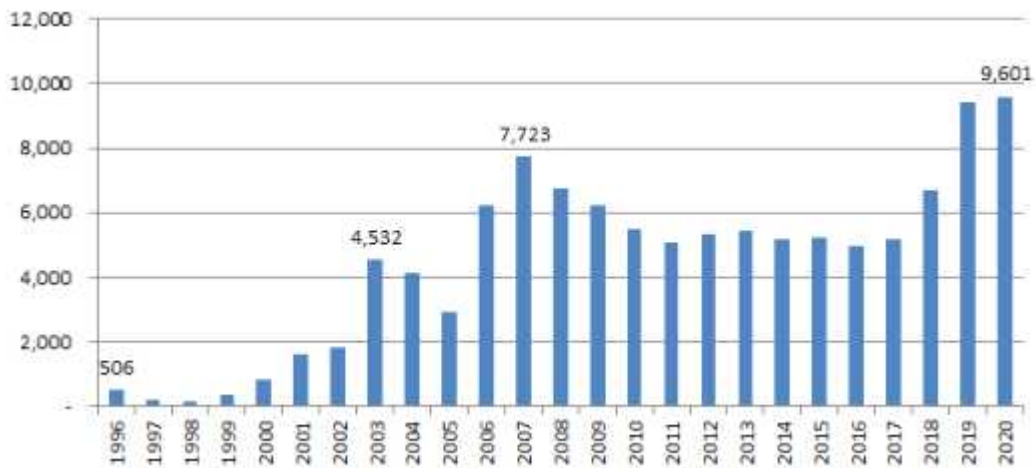
.....

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

1) 연구의 배경

근골격계부담작업은 1996년 처음으로 산업재해 통계보고서에 별도의 업무상 질병으로 506명이 집계되었다. 그러다 2000년대 초 사회적 이슈와 함께 2003년 근골격계질환자는 4,532명으로 급격히 증가하였다. 이후 2007년 7,723명으로 정점을 찍었던 근골격계질환자는 근골격계부담작업 유해요인 조사의 실시에 따라 감소해왔으나 최근 들어 다시 급격히 증가해 2020년 9,601명을 기록하였다(그림 I-1).



[그림 I-1] 연도별 근골격계질환자 발생 현황

이러한 근골격계질환(신체부담작업, 요통, 수근관증후군 등)은 2020년 기준 전체 업무상 질병자 14,816명 중 63%를 차지할 정도로 문제가 되고 있다(그림 1-2). 근골격계부담작업 보유 사업장은 3년마다 유해요인조사를 실시하고 개선대책을 수립, 시행하고 있으나, 그 대책이 실효성이 없는 경우가 많다. 대부분 대책으로는 올바른 자세에 대한 교육, 예방체조 실시 등 관리적 개선대책이 대부분이며 실제 기술적 개선대책 수립과 이행은 매우 미진하다.



[그림 1-2] 업무상 질병 발생 현황(안전보건공단, 2020)

기술적 대책 수립과 이행이 미진한 이유는 기술적 대책 적용의 어려움이나 예산 부족 등의 문제도 있지만, 실제 개선 방법에 대한 아이디어가 부족한 경우도 많다.

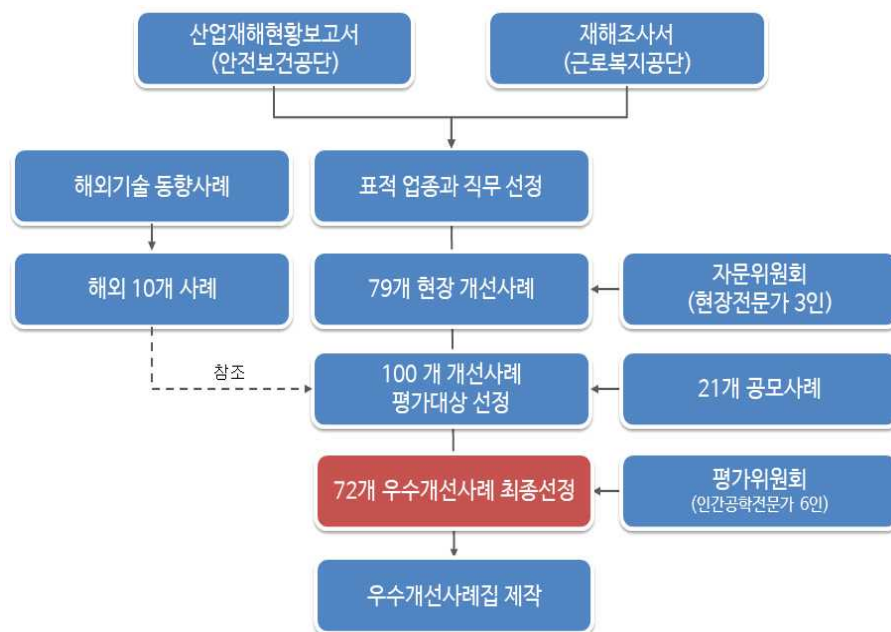
따라서 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책 등에 대한 아이디어를 유사 작업 등에서 얻을 수 있다면, 사업장에서는 이를 활용한 작업 개선이 활발히 이루어질 수 있을 것이다.

2) 연구의 목적

근골격계부담작업의 유해성이 높은 사업장의 개선 활동에 활용할 수 있는 우수 개선사례를 책자 등으로 제작 전파해, 우리나라 사업장의 근골격계질환 예방에 기여한다.

2. 연구의 체계와 절차

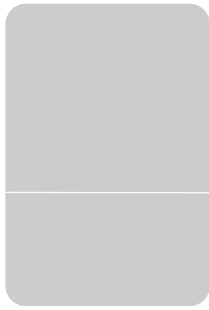
연구 목적 달성을 위해 우선 개선사례의 주 대상이 되는 업종과 직종을 기준으로 표적을 선정한다. 표적 선정 후 해외와 국내의 개선사례를 수집한다. 국내에서 선별된 개선사례에 대한 전문가 평가를 거쳐 우수 개선사례를 선정하고 우수 개선사례집을 작성한다.



[그림 1-3] 연구의 체계와 절차

Ⅱ. 문헌연구

.....



II. 문헌연구

1. 업종별 근골격계부담작업에 관한 연구

근골격계질환자가 많이 발생하는 업종인 자동차조립업, 선박제조업, 판매업 등에 대한 부담작업 조사나 유증상자에 대한 그간의 조사 결과들을 [표 II-1]에 정리하였다.

백승렬 등(2007)은 상용차 제조 사업장에서의 유해요인조사를 통해 약 35%의 작업자들이 근골격계질환에 대한 검진이 요구되는 유증상자라고 보고하였다.

최지우, 이상희(2009)는 2008년 기준 근골격계질환자가 가장 많이 발생한 자동차제조업에 대한 조사를 수행하였다. 조사에서 근골격계질환자 620명을 분석한 결과 자동차제조업(갑), 즉 자동차조립업에서는 과도한 힘과 부자연스러운 자세에 의한 허리 질환이 많은 것으로 나타났다.

김현호 등(2009)은 2008년 선박제조업에서의 319명의 근골격계질환자의 직무를 분석하여 주형 용접기능사, 선박기술종사자들의 근골격계질환에 걸리는 비율이 높다는 것을 분석하였다.

김철홍, 문명국, 김대성(2009)의 제조업 외 운수업, 위생업, 건물관리업 등 비제조업 업종에서의 직무 중 근골격계부담작업이 높은 직무들에 대한 유해요인을 체계적으로 파악하고 제시하였다.

김지은, 문덕환(2010)은 1개 호텔 263명의 근로자를 조사한 결과 세탁, 예약, 조리, 식음 등의 직무에서 부담작업 2, 4호가 나타나고 있다고 하였다. 부담작업종사자는 51%이고 증상호소자는 48%라고 보고하였다.

김진영 등(2010)은 백화점과 대형할인점에 근무하는 종사자 282명을 대상

으로 설문조사를 수행하였다. 조사 대상 중 계산원(판매원)의 통증 호소율이 가장 높은 것으로 나타났다.

문명국 등(2018)은 지하철 산업에서의 유해요인조사를 통해, 역무, 승무, 차량, 기술직 등에서 약 48%의 유증상자가 나타난다고 보고하였다.

〈표 II-1〉 업종별 근골격계 부담작업 실태조사 연구

번호	저자	논문 제목	업종
1	백승렬 등(2007)	국내 상용자동차 제조 사업장의 근골격계질환 실태와 개선에 관한 연구	자동차제조업
2	최지우, 이상희(2009)	근골격계질환 발생 다발업종에 대한 산업재해 발생특성 분석	자동차제조업
3	김현호 등(2009)	선박건조및수리업에 대한 근골격계질환 특성 분석	선박제조업
4	김철홍, 문명국, 김대성(2009)	비제조업종의 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발	비제조업
5	김지은, 문덕환(2010)	호텔업종사자의 근골격계부담작업 특성과근골격계유병률	숙박업
6	김진영 등(2010)	백화점/대형할인매장 종사자의 근골격계질환 특성 분석 연구	도소매 소비자용품 수리업
7	문명국 등(2018)	지하철 산업의 근골격계질환 현황과 작업 개선에 관한 연구	지하철도업

2. 개선사례에 관한 연구

개별 사업장에 대한 구체적 개선사례를 연구논문에 발표한 것은 거의

없다. 대신 안전보건공단(2005)의 가이드나 연구보고서 등에 개선 방안 등이 제시되어 있다(표 II-2).

〈표 II-2〉 근골격계 부담작업 개선에 관한 자료

번호	저자	연구보고서 제목	업종
1	한국산업 안전보건공단(2005)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:자동차제조업	자동차제조업
2	한국산업 안전보건공단(2005)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:자동차부품제조업	자동차부품제조업
3	한국산업 안전보건공단(2005)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:선박건조 및 수리업	조선업
4	한국산업 안전보건공단(2005)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:기계기구 제조업	기계기구제조업
5	한국산업 안전보건공단(2006)	직종별 근골격계질환 예방 매뉴얼 :택배업종의 화물취급작업	택배업
6	한국산업 안전보건공단(2006)	직종별 근골격계질환 예방 매뉴얼 :택배업종의 운전배달작업	택배업
7	한국산업 안전보건공단(2006)	직종별 근골격계질환 예방 매뉴얼 :호텔업종의 룸메이드작업	호텔업 조리작업
8	한국산업 안전보건공단(2006)	직종별 근골격계질환 예방 매뉴얼 :호텔업종의 조리작업	호텔업 조리작업
9	한국산업 안전보건공단(2006)	직종별 근골격계질환 예방 매뉴얼 :호텔업종의 세탁작업	호텔업 세탁작업
10	김철홍, 윤훈용, 문명국(2007)	직종별 작업종류별 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발Ⅳ	6개 업종

11	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:섬유또는섬유제품제조업	섬유제조업
12	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:화학제품제조업	화학제품제조 업
13	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:전기기계기구제조업	전기기계기구 제조업
14	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:식품제조업	식품제조업
15	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:비금속광물제조업	비금속광물제 조업
16	한국산업 안전보건공단(2007)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:전자부품제조업	전자부품제조 업
17	한국산업 안전보건공단(2008)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:금융 및 보험업	금융업
18	한국산업 안전보건공단(2008)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:자동차 여객운수업	운수업
19	한국산업 안전보건공단(2008)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:위생 및 유사서비스업	위생업
20	한국산업 안전보건공단(2008)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:교육서비스업	조리사/학교 사무
20	한국산업 안전보건공단(2008)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:건물등의 종합관리사업	청소원
21	한국산업 안전보건공단(2009)	근골격계질환예방관리 프로그램 운영매뉴얼:고무제품제조업(타이어 제조중심으로)	타이어제조업

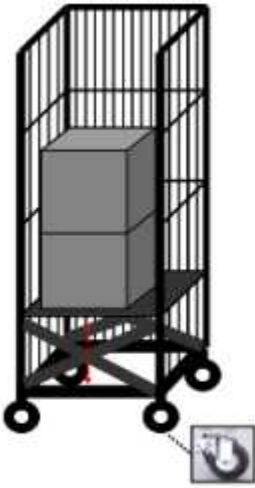
22	한국산업 안전보건공단(2011)	환경미화원 근골격계질환 예방 매뉴얼	환경미화원
23	한국산업 안전보건공단(2011)	차량정비원 근골격계질환 예방 매뉴얼	차량정비직
24	한국산업 안전보건공단(2011)	조리직종 근골격계질환 예방 매뉴얼	조리사
25	한국산업 안전보건공단(2011)	유통업종 근골격계질환 예방 매뉴얼	유통업종사자
26	한국산업 안전보건공단(2011)	요양보호직종 근골격계질환 예방 매뉴얼	요양보호직
27	한국산업 안전보건공단(2011)	건물청소원 근골격계질환 예방 매뉴얼	청소원
28	한국산업 안전보건공단(2011)	건설업 근골격계질환 예방관리 프로그램 운영매뉴얼	건설업
29	한국산업 안전보건공단(2015)	물류직종 작업안전가이드	물류산업
30	한국산업 안전보건공단(2019)	불편하고 힘든 작업 개선을 위한 바로 가이드(마트종사자).	마트 종사자
31	한국산업 안전보건공단(2019)	불편하고 힘든 작업 개선을 위한 바로 가이드(건물건설업)	건설업
32	박재희 등(2014)	근골격계부담작업 유해요인조사 감독 매뉴얼 개발	일반

한국산업안전보건공단은 연차적으로 근골격계질환자 발생이 많은 업종의 직무들에 대해 근골격계질환 예방관리 매뉴얼을 개발해 왔다.

2005년 자동차제조업, 선박제조업 등 제조업 사업장의 근골격계부담작업에 대한 예방관리 매뉴얼을 개발 보급했다. 2006년에는 비제조업인 호텔업 등의 조리, 세탁 등 업무에 대한 매뉴얼을 개발했다.

2007년에는 제조업의 전자, 화학, 식료품 제조업에서의 근골격계부담작업에 대한 예방 매뉴얼을 제작했다. 2008년과 2011년에는 다양한 비제조업 분야의 근골격계질환 업무에 대한 매뉴얼을 개발했다.

이러한 예방 매뉴얼에서는 각 업종의 공정이나 작업 내용에 대한 유해요인들을 분석하고, 대표적 부담작업에 대한 작업개선 방안들을 제시하고 있다(그림 II-1).

Cage 적재물 이동 작업	
	개선내용: • 화물의 운반 시 리프팅 장치를 장착한 높낮이 조절이 가능한 Cage를 사용하여 허리를 굽히는 부자연스러운 자세 제거하도록 함.
	유의사항: • 적재하는 화물의 높이를 제한하여 배달원/운전자가 시야 확보를 위해 허리를 비틀거나 숙이는 자세를 제거해야 한다. • Cage의 손잡이는 원통모양으로 지름이 약 3.8~5.1cm가 적당하다. • 손잡이는 손에 미끄럼, 접촉, 모서리, 돌출형태 또는 다른 압력점이 없어야 한다. 장갑을 착용하도록 한다.

[그림 II-1] 화물취급작업의 개선방안 예

안전보건공단은 2015년에도 물류산업 종사자들의 근골격계부담작업에 대한 위험성평가를 실시한 후, 위험성이 높은 작업에 대해서는 그림 II-2과 같은 개선대책을 제시하였다.



[그림 II-2] 물류산업에서의 개선대책

김철홍 등(2007)은 금융업, 운수업, 건물관리업, 위생 및 유사 서비스업, 교육 서비스업 등의 분야에 대해 근골격계 유해요인을 조사하고 개선 방안 등도 제시하였다(그림 II-3).



근골격계부담작업



개선사례

[그림 II-3] 작업방법의 개선 제시(김철홍 등, 2007)

최근에도 한국산업안전보건공단(2019)은 연구를 통해 근골격계질환 발생이 높은 직종을 선택하고 직종별 유해요인조사와 개선 실행을 할 수 있는 매뉴얼을 제작해 배포했다. 마트 작업자에 대한 작업 개선사례(그림 II-4)와 건설업 종사자에 대한 개선사례(그림 II-5)를 확인할 수 있다.

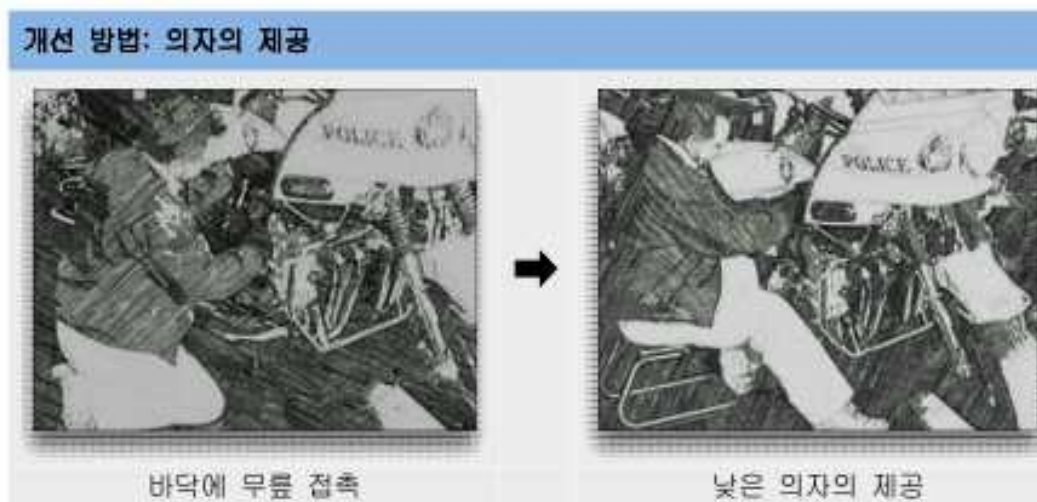


[그림 II-4] 마트 작업에서의 개선대책 제시



[그림 II-5] 건설업에서의 개선대책 제시

한편 박재희 등(2014)은 안전보건감독관들을 위한 근골격계질환 관련 감독 매뉴얼을 개발하였는데, 여기에서도 다양한 부담작업 30종류에 대한 개선대책을 제시하였다(그림 II-6).



[그림 II-6] 작업개선방법의 제시 예(박재희 등, 2014)

근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구

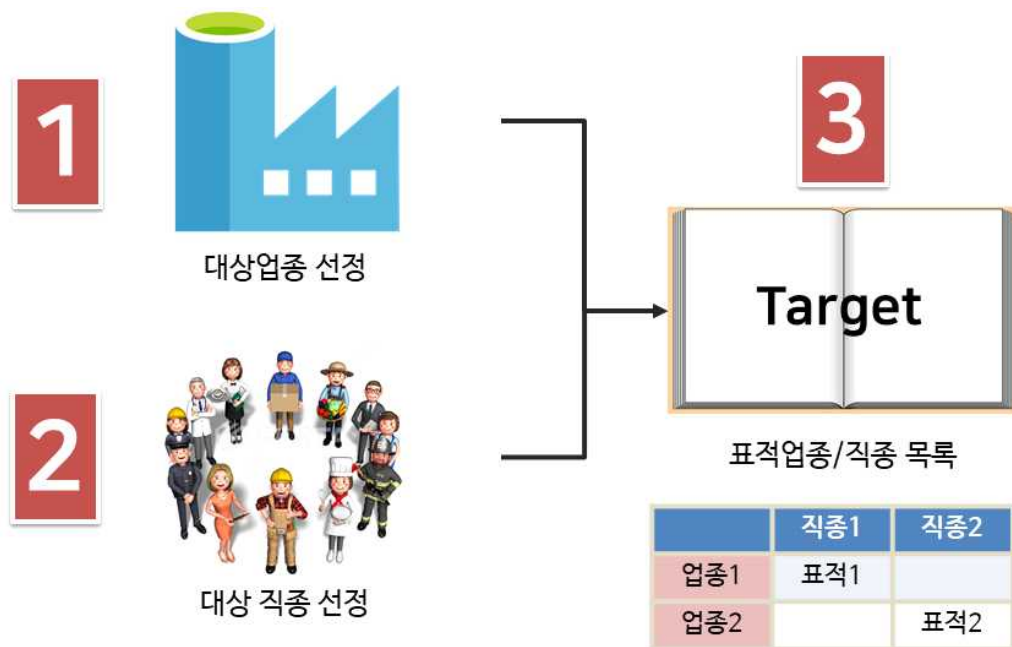
Ⅲ. 업종별·직종별 발생현황 분석

.....

Ⅲ. 업종별·직종별 발생현황 분석

1. 분석 개요

산업 현장에서 근골격계질환자가 많이 발생하는 업종과 직종에 대한 개선 사례를 찾는다면 보다 효과적인 전파가 가능할 것이다. 이에 본 연구에서는 개선사례를 찾기 전, 근골격계질환자가 다발로 발생하는 업종과 직종을 각각 찾은 후, 이 둘의 교차표에 의한 개선 사례의 표적을 선정하기로 했다(그림 Ⅲ-1).



[그림 Ⅲ-1] 업종과 직종에 의한 표적 선정

근로자가 근골격계질환에 걸렸다고 생각해 요양신청을 하면, 근로복지공단에 의해 그림 III-2와 같은 재해조사서가 작성된다. 재해조사서에는 재해자의 직종이 표기되며, 재해자가 소속된 사업장의 업종(사업의 종류)이 표기된다.

재해조사서(질병)					
결재	담당	차장	부장	기관장	
1. 재해자 정보					
성명			외국인(☐ 해당 ☒ 비해당)		
주소					
전화번호			휴대전화		
채용일자	2011-01-18		퇴사일자		
종사상기위	☒ 상용 ☐ 임시 ☐ 일용 ☐ 근로자아님		고용형태	☒ 정규직 ☐ 비정규직	
직종	(921)하역 및 적재 단순 종사원		평균일급		
사업주와의 관계	해당없음(근로자)		사업주와동거	☐ 해당 ☐ 비해당	
산재보험 적용대상자	근로기준법상 근로자				
2. 산재보험 적용관계					
사업장	관리번호				
	사업장명				
	전화번호				
	소재지 (사업개시)				
주사업	대표자명			외국인(☐ 해당 ☐ 비해당)	
	전화번호				
적용불가	☒ 해당사항 없음 ☐ 적용제외 ☐ 성립전 재해 ☐ 성립취소 ☐ 신고구분 ☐ 신고				
본지사구분	본사		사업구분	제조사업	
사업장상태	정상		사업종류	도·소매 및 소비자용품수리업	
성립일자	2004-04-21		접수일자	2004-04-29	
미가입재해	무재해		급여정수 구분	☐ 미가입 ☐ 태난	
적용부서 협조요청	☐ 미가입재해 ☐ 하수급의 가입승인 ☐ 14일이내 재해 ☐ 사업종류				

[그림 III-2] 재해조사서 양식

직종별 발생현황은 이러한 재해조사서의 직종을 기준으로 분석하였다. 그

러나 연간 업종별 발생 현황에 관한 데이터는 산업안전보건공단의 산업재해 현황보고서를 기준으로 분석하였다. 분석대상 연도는 최근 3년인 2018-2020년으로 했다.

마지막으로 업종별·직종별 교차표에 대해서는 연간 전체 데이터가 아닌, 열람 가능했던 임의 표집된 재해조사서 237건에 대해서만 분석을 수행하였다. 재해조사서는 개인정보가 포함되어 전체 데이터 확보에 어려움이 있었다.

2. 업종별 발생 현황 분석

근골격계질환자 발생빈도가 높은 업종을 파악하기 위하여 2018-2020년 3년간 업종별 근골격계질환자 발생 현황을 조사하였다. 조사 방법은 한국산업안전보건공단이 발행한 연도별 직업성질환자 발생 통계를 이용하였다.

발생빈도가 높은 순으로 업종을 나열해보면, 제조업 중 기계기구·금속·비금속광물제조업이 가장 높았다. 다음으로 건설업, 도소매·음식·숙박업이 그 뒤를 이었다(표 III-1).

〈표 III-1〉 업종별 근골격계질환자 발생(2018-2020)

번호	업종분류	근골질환자수(명)
1	기계기구·금속·비금속광물제조업	1,744
2	건설업	1,551
3	도소매·음식·숙박업	1,477
4	선박건조 및 수리업	970
5	전문·보건·교육·여가서비스업	679
6	시설관리및사업지원서비스업	547
7	국가 및 지방자치단체의 사업	537
8	화학 및 고무제품제조업	439
9	철도·항공·창고·운수업	276
10	식료품제조업	245
11	전기기계기구·전자제품제조업	182
12	육상 및 수상운수업	149
13	기타의 각종사업	148
14	석탄광업 및 채석업	131
15	섬유 및 섬유제품제조업	96
16	수제품 및 기타제품 제조업	80
17	목재 및 종이제품제조업	76
18	출판·인쇄·제본업	40
19	금속제련업	40
20	농업	38
21	기타산업	156
	합계	9,445

3. 직종별 발생 현황 분석

2019-2021년 3년동안, 근로복지공단에 접수된 근골격계질환 심의 요청서 중 산업재해로 인정된 빈도수가 많은 직종을 파악하였다. 직종의 분류기준은 통계청 고시 2007-3호인 제6차 한국표준직업분류 중분류기준에 따랐다. 중분류 기준으로 직종은 모두 147개로 분류되는데, 각 직종별 3년 간의 근골격계질환 요양신청 건수와 이에 대한 승인과 불승인 건수를 집계하였다. 근골격계질환 승인 건수를 기준으로 다발 직종을 파악하였으며, 참고로 직종별 승인률(승인건수×100/심의건수) 나타내었다(표 III-2).

〈표 III-2〉 직종별 근골격계질환 발생현황(2019-2021)

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
111	의회의원·고위공무원및공공단체임원	3	0.0%	2	60.0%	5
112	기업고위임원	1	0.0%	1	50.0%	2
120	행정및경영지원관리자	4	0.0%	10	28.6%	14
131	연구·교육및법률관련관리자	5	0.0%	6	45.5%	11
132	보험및금융관리자	2	0.0%	2	50.0%	4
133	보건및사회복지관련관리자	69	0.3%	65	51.5%	134
134	문화·예술·디자인및영상관련관리자	9	0.0%	6	60.0%	15
135	정보통신관련관리자	3	0.0%	2	60.0%	5
139	기타전문서비스관리자	45	0.2%	42	51.7%	87
141	건설·전기및생산관련관리자	186	0.9%	100	65.0%	286
149	기타건설·전기및생산관련관리자	327	1.5%	148	68.8%	475
151	판매및운송관리자	167	0.8%	80	67.6%	247
152	고객서비스관리자	20	0.1%	12	62.5%	32
153	환경·청소및경비관련관리자	152	0.7%	190	44.4%	342
159	기타판매및고객서비스관리자	67	0.3%	48	58.3%	115
211	생명및자연과학관련전문가	-	0.0%	2	0.0%	2
212	인문및사회과학전문가					
213	생명및자연과학관련시험원	1	0.0%	1	50.0%	2

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
221	컴퓨터하드웨어및통신공학전문가	-	0.0%	3	0.0%	3
222	정보시스템개발전문가	2	0.0%	4	33.3%	6
223	정보시스템운영자	-	0.0%	2	0.0%	2
224	통신및방송송출장비기사	15	0.1%	5	75.0%	20
231	건축및토목공학기술자및시험원	8	0.0%	10	44.4%	18
232	화학공학기술자및시험원	-	0.0%	5	0.0%	5
233	금속재료공학기술자및시험원	6	0.0%	3	66.7%	9
234	환경공학기술자및시험원	2	0.0%	3	40.0%	5
235	전기·전자및기계공학기술자및시험원	11	0.1%	9	55.0%	20
236	안전관리및검사원	45	0.2%	50	47.4%	95
237	항공기·선박기관사및관제사	5	0.0%	2	71.4%	7
239	기타공학전문가및관련종사자	2	0.0%	1	66.7%	3
241	의료진료전문가	3	0.0%	2	60.0%	5
242	약사및한약사	-	0.0%	2	0.0%	2
243	간호사	24	0.1%	36	40.0%	60
244	영양사	2	0.0%	10	16.7%	12
245	치료사및의료기사	17	0.1%	16	51.5%	33
246	보건의료관련종사자	107	0.5%	97	52.5%	204
247	사회복지관련종사자	124	0.6%	132	48.4%	256
248	종교관련종사자	-	0.0%	2	0.0%	2
251	대학교수및강사	-	0.0%	1	0.0%	1
252	학교교사	4	0.0%	8	33.3%	12
253	유치원교사	62	0.3%	42	59.6%	104
254	문리·기술및예능강사	5	0.0%	11	31.3%	16
259	기타교육전문가	2	0.0%	19	9.5%	21
261	법률전문가	.	.	.	.	.
262	행정전문가	.	.	.	.	.
271	인사및경영전문가	.	.	.	.	.
272	금융및보험전문가	-	0.0%	1	0.0%	1
273	상품기획·홍보및조사전문가	1	0.0%	2	33.3%	3
274	기술영업및중개관련종사자	5	0.0%	2	71.4%	7
281	작가·기자및출판전문가	1	0.0%	2	33.3%	3

III. 업종별·직종별 발생현황 분석

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
282	큐레이터·사서및기록물관리사	2	0.0%	4	33.3%	6
283	연극·영화및영상전문가	3	0.0%	-	100.0%	3
284	화가·사진가및공연예술가	6	0.0%	1	85.7%	7
285	디자이너	4	0.0%	1	80.0%	5
286	스포츠및레크레이션관련전문가	16	0.1%	4	80.0%	20
289	매니저및기타문화·예술관련종사자	4	0.0%	2	66.7%	6
311	행정사무원	19	0.1%	87	17.9%	106
312	경영관련사무원	6	0.0%	16	27.3%	22
313	회계및경리사무원	3	0.0%	23	11.5%	26
314	비서및사무보조원	2	0.0%	8	20.0%	10
320	금융및보험관련사무종사자	-	0.0%	8	0.0%	8
330	법률및감사사무종사자	-	0.0%	1	0.0%	1
391	통계관련사무원	-	0.0%	1	0.0%	1
392	여행·안내및접수사무원	1	0.0%	2	33.3%	3
399	고객상담및기타사무원	5	0.0%	27	15.6%	32
411	경찰·소방및교도관련종사자	1	0.0%	1	50.0%	2
412	경호및보안관련종사자	2	0.0%	9	18.2%	11
421	의료·복지관련서비스종사자	131	0.6%	139	48.5%	270
422	이·미용및관련서비스종사자	18	0.1%	22	45.0%	40
423	혼례및장례 종사자	2	0.0%	3	40.0%	5
429	기타이미용·예식및의료보조서비스종사자	22	0.1%	17	56.4%	39
431	운송서비스종사자	338	1.6%	197	63.2%	535
432	여가및스포츠관련종사자	23	0.1%	9	71.9%	32
441	주방장및조리사	1,348	6.3%	507	72.7%	1,855
442	음식서비스종사자	364	1.7%	269	57.5%	633
510	영업종사자	54	0.3%	47	53.5%	101
521	매장판매종사자	118	0.6%	126	48.4%	244
522	상품대여종사자	1	0.0%	1	50.0%	2
530	방문·노점및통신판매관련종사자	6	0.0%	2	75.0%	8
611	작물재배종사자	5	0.0%	6	45.5%	11
612	원예및조경종사자	41	0.2%	43	48.8%	84
613	축산및사육관련종사자	86	0.4%	24	78.2%	110

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
620	임업관련종사자	43	0.2%	6	87.8%	49
630	어업관련종사자	11	0.1%	1	91.7%	12
710	식품가공관련기능종사자	147	0.7%	59	71.4%	206
721	섬유및가죽관련기능종사자	16	0.1%	9	64.0%	25
722	의복제조관련기능종사자	20	0.1%	7	74.1%	27
730	목재·가구·악기및간판관련기능종사자	72	0.3%	24	75.0%	96
741	금형·주조및단조원	87	0.4%	19	82.1%	106
742	제관원및판금원	81	0.4%	11	88.0%	92
743	용접원	1,273	5.9%	270	82.5%	1,543
751	자동차정비원	319	1.5%	62	83.7%	381
752	운송장비정비원	38	0.2%	6	86.4%	44
753	기계장비설치및정비원	321	1.5%	93	77.5%	414
761	전기및전자기기설치및수리원	122	0.6%	45	73.1%	167
762	전기공	195	0.9%	35	84.8%	230
771	건설구조관련기능종사자	132	0.6%	20	86.8%	152
772	건설관련기능종사자	1,088	5.1%	223	83.0%	1,311
773	건축마감관련기능종사자	71	0.3%	13	84.5%	84
774	채굴및토목관련기능종사자	48	0.2%	14	77.4%	62
780	영상및통신장비관련설치및수리원	51	0.2%	16	76.1%	67
791	공예및귀금속세공원	3	0.0%	1	75.0%	4
792	배관공	226	1.1%	55	80.4%	281
799	기타기능관련종사자	1,173	5.5%	490	70.5%	1,663
811	식품가공관련기계조작원	17	0.1%	8	68.0%	25
812	음료제조관련기계조작원	6	0.0%	8	42.9%	14
819	기타식품가공관련기계조작원	11	0.1%	8	57.9%	19
821	섬유제조및가공기계조작원	55	0.3%	15	78.6%	70
822	직물및신발관련기계조작원및조립원	9	0.0%	2	81.8%	11
823	세탁관련기계조작원	13	0.1%	3	81.3%	16
831	석유및화학물가공장치조작원	5	0.0%	5	50.0%	10
832	화학·고무및플라스틱제품생산기조작원	383	1.8%	68	84.9%	451
841	주조및금속가공관련기계조작원	141	0.7%	47	75.0%	188
842	도장및도금기조작원	338	1.6%	68	83.3%	406

III. 업종별·직종별 발생현황 분석

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
843	비금속제품생산기조작원	155	0.7%	67	69.8%	222
851	금속공작기계조작원	146	0.7%	57	71.9%	203
852	냉·난방관련설비조작원	19	0.1%	8	70.4%	27
853	자동조립라인및산업용로봇조작원	242	1.1%	105	69.7%	347
854	운송차량및기계관련조립원	258	1.2%	105	71.1%	363
855	금속기계부품조립원	222	1.0%	71	75.8%	293
861	발전및배전장치조작원	3	0.0%	2	60.0%	5
862	전기및전자설비조작원	45	0.2%	28	61.6%	73
863	전기·전자부품및제품제조장치조작원	62	0.3%	32	66.0%	94
864	전기·전자부품및제품조립원	78	0.4%	27	74.3%	105
871	철도및전동차기관사	-	0.0%	4	0.0%	4
872	화물열차차장및관련종사원	4	0.0%	1	80.0%	5
873	자동차운전원	212	1.0%	348	37.9%	560
874	물품이동장비조작원	28	0.1%	32	46.7%	60
875	건설및채굴기계운전원	115	0.5%	95	54.8%	210
876	선박갑판승무원및관련종사원	44	0.2%	14	75.9%	58
881	상·하수도처리장치조작원	8	0.0%	2	80.0%	10
882	재활용처리및소각로조작원	20	0.1%	12	62.5%	32
891	목재및종이관련기계조작원	26	0.1%	2	92.9%	28
892	인쇄및사진현상관련기계조작원	43	0.2%	13	76.8%	56
899	기타제조관련기계조작원	487	2.3%	212	69.7%	699
910	건설및광업단순종사원	2,355	11.0%	626	79.0%	2,981
921	하역및적재단순종사원	487	2.3%	263	64.9%	750
922	배달원	244	1.1%	172	58.7%	416
930	제조관련단순종사원	3,664	17.1%	1,593	69.7%	5,257
941	청소원및환경미화원	878	4.1%	465	65.4%	1,343
942	경비원및검표원	20	0.1%	89	18.3%	109
951	가사및육아도우미	11	0.1%	19	36.7%	30
952	음식관련단순종사원	358	1.7%	210	63.0%	568
953	판매관련단순종사원	131	0.6%	121	52.0%	252
991	농림어업관련단순종사원	50	0.2%	31	61.7%	81
992	계기검침·수금및주차관련종사원	14	0.1%	36	28.0%	50

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
999	기타서비스관련단순종사원	346	1.6%	359	49.1%	705
	계	21,435	100.0%	9,738	68.8%	31,173

근골격계질환자가 많이 발생하는 직종 중 승인 기준 1.5% 이상의 구성비를 가지고 있는 직종들을 순서대로 정렬해 표 III-3 에 나타내었다.

〈표 III-3〉 근골격계질환 다발 직종(2019-2021)

Code	직종	승인	구성비	불승인	승인률	계
930	제조관련단순종사원	3,664	17.1%	1,593	69.7%	5,257
910	건설및광업단순종사원	2,355	11.0%	626	79.0%	2,981
441	주방장및조리사	1,348	6.3%	507	72.7%	1,855
743	용접원	1,273	5.9%	270	82.5%	1,543
799	기타기능관련종사자	1,173	5.5%	490	70.5%	1,663
772	건설관련기능종사자	1,088	5.1%	223	83.0%	1,311
941	청소원및환경미화원	878	4.1%	465	65.4%	1,343
899	기타제조관련기계조작원	487	2.3%	212	69.7%	699
921	하역및적재단순종사원	487	2.3%	263	64.9%	750
832	화학·고무및플라스틱제품생산기조작원	383	1.8%	68	84.9%	451
952	음식관련단순종사원	358	1.7%	210	63.0%	568
442	음식서비스종사자	364	1.7%	269	57.5%	633
842	도장및도금기조작원	338	1.6%	68	83.3%	406
999	기타서비스관련단순종사원	346	1.6%	359	49.1%	705
751	자동차정비원	319	1.5%	62	83.7%	381
753	기계장비설치및정비원	321	1.5%	93	77.5%	414
149	기타건설·전기및생산관련관리자	327	1.5%	148	68.8%	475
	계	15,509	72.3	5,926	72.1%	21,435

표 III-3 에 나타난 17개의 직종이 전체 147 직종에 대해 대부분인 72.3%를 차지하고 있고 17개 직종의 승인률 평균은 72.1%로 나타났다. 즉, 17개 직종에 대한 작업 개선 등의 노력이 우선 고려되는 것이 근골격계질환 예방에 도움이 될 것이다.

가장 근골격계질환자가 많이 발생한 직종은 930 “제조 관련 단순종사원”으로 3년간 3,664명의 근골격계질환자가 발생했고 전체의 17.1%를 차지했다. 다음은 910 “건설업 및 광업 단순종사원”으로 2,355명의 근골격계질환자가 발생했고 전체의 11.0%를 차지했다. “주방장 및 조리사”, “용접원”의 비율도 매우 높게 나타났다.

4. 업종별·직종별 근골격계질환 발생 현황

2019-2021년 동안, 심의된 재해조사서는 개인정보보호 차원에서 근로복지공단에서 미공개하고 있어, 소수의 임의 표집된 237 건의 재해조사서에 대해 업종과 직종에 대한 교차표를 작성했다(표 III-4). 교차되는 영역 중 3인 이상이 발생한 업종/직종 집합을 별도로 표시하였다(표 III-5).

이에 의하면 근골격계질환 예방 대책이 우선되어야 하고, 개선사례를 우선 수집해 보급할 대상으로는 다음과 같은 산업의 직종이 있다. 우선 건설업에서의 단순종사자의 작업에 대한 개선이 우선되어야 할 것이다. 다음은 근골격계질환자가 많이 발생하는 자동차제조업에서의 단순 조립작업 등에 대한 개선이 이루어져야 할 것이다. 셋째 건설업에서의 형틀목공, 철근공, 비계공 등의 건설 기능공들의 근골격계질환도 빈발하므로 이에 대한 개선이 우선 고려될 필요가 있다. 이 외에도 음식업이나 학교에서의 조리사작업에 대한 개선 대책도 우선 수립될 필요가 있다. 마트 등 판매시설에서의 판매작업자들도 근골격계질환자가 빈발하니 이에 대한 대책도 강구될 필요가 있다.

〈표 III-4〉 업종별 직종별 근골격계질환 발생현황

[illegible]

〈표 III-5〉 업종별·직종별 개선사례 표적

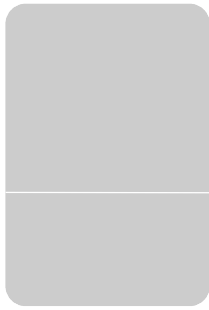
NO	업종(A)	인원	직종(B)	인원	교차인원*
1	건축건설공사업	28	건설 및 광업단순종사원	18	15
2	자동차제조업	17	제조관련단순종사원	53	9
3	건축건설공사업	28	건설관련기능종사자	13	8
4	음식및숙박업	14	주방장및조리사	14	7
5	국가및지방자치단체의사업	11	주방장및조리사	14	6
6	도.소매및소비자용품수리업	19	판매관련단순종사원	5	5
7	자동차제조업	17	자동조립라인및산업용로봇조작원	7	5
8	골프장 및 경마장 운영업	5	축산및사육관련종사자	4	4
9	기타금속재료품제조업	10	제조관련단순종사원	53	4
10	기타식료품제조업	6	제조관련단순종사원	53	4
11	도.소매및소비자용품수리업	19	하역및적재단순종사원	9	4
12	음식및숙박업	14	음식서비스종사자	5	4
13	보건및사회복지사업	8	보건및사회복지관련관리자	3	3

*교차인원: A업종 사업장의 B직종에 종사 중 근골격계질환에 걸린 근로자의 수



IV. 해외 개선사례

.....



IV. 해외 개선사례

본 장은 해외 근골격계질환 예방 관련 작업 관리 기술, 사례 등을 조사하여 근골격계부담작업의 인간공학적 개선 동향을 조사하였다. 또한 주요 신기술에 대해 국내 적용 여부 및 도입 사례를 함께 파악하였다. 해외 개선사례는 현장 접근 등 구체적 적용 사례 수집에 한계가 있기 때문에 전문가 인터뷰, 인터넷을 통한 보고서, 논문, 이슈리포트, 기사 등을 검색하여 자료를 수집하였다.

1. 영국

W사는 소매 창고 기업으로 제품이 고객에게 도달하기 전 최종 검수, 포장 및 발송 등의 업무를 수행한다. 작업자가 취급하는 중량물은 20%가 15kg 이상으로 19%는 수동물자취급이 발생하기 때문에 직업 관련성 근골격계질환이 고위험으로 보고 되었다.

W사는 SoterCoach 솔루션을 활용하여 작업자의 안전 조끼에 부착된 작은 센서는 실시간으로 요추 굴곡, 회전, 정적인 자세, 반복적인 동작 등의 데이터를 청각 및 촉각 피드백으로 근로자에게 위험 알람을 제공한다(그림 IV-1). 이에 따라 센서의 실시간 생체 피드백은 작업자의 불안정한 행동을 변화시켜 올바른 작업 자세를 학습할 수 있도록 독려한다. W사는 공정에 웨어러블 기기의 도입으로 250일 동안 근로자의 사고를 예방하였다.



[그림 IV-1] SoterCoach 솔루션 활용 예

BEFORE



- The challenge was that operatives were manually lifting large numbers of frozen garnish blocks per shift, each weighing 10kg–15kg, and manually breaking them.
- The risks from this include manual handling accidents, as well as back and arm strain.

AFTER



- The team identified a vibratory sieve and trialled it for use in breaking frozen blocks. In addition, lifting tables and conveyors were used to design a new automated workstation layout.
- This solution has proven successful, and since the introduction of the sieve there have been no reports of manual handling injuries related to the activity of breaking frozen blocks.
- The design has resulted in several other benefits, including reduction in processing time and wastage.

[그림 IV-2] T사의 자동화 입식 테이블 개선

T사는 요식업 분야의 제조업 공정에서 수동물자취급이 빈번히 발생한다. 이에 팔 부위의 근골격계질환을 예방하기 위해 리프팅과 컨베이어를 조합한

자동화 입식 작업대를 인간공학적으로 개선하였다(그림 IV-2). 이는 작업자의 부상 감소뿐만 아니라 재료 취급 등 후처리 과정을 개선하여 생산성 향상의 효과가 있었다(MSD design award, Health and Society Executive, UK, 2022).

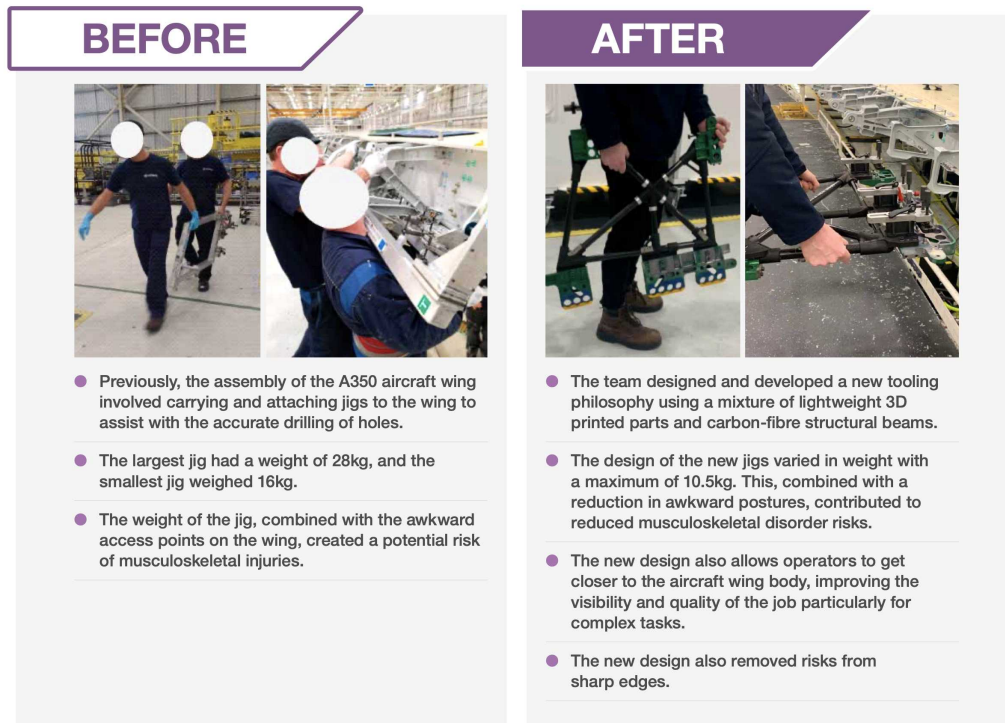
S사는 작업 공정에서 2인이 수작업으로 옮기던 용기를 새롭게 설계한 대차를 사용하여 적재 작업을 개선하였다(그림 IV-3). 기존 2인의 작업자가 38kg의 중량물을 취급하였으며 1교대 당 최대 48회 작업을 반복하였으며 고온의 합성수지 또는 오븐에 접촉하여 화상의 위험성도 있었다. S사는 작업장에서 용기를 들지 않고 밀어 넣어도 되는 오븐을 개발하고 합성수지 용기 이송을 용이하도록 대차를 개선하였다.



[그림 IV-3] S사의 대차 개선

대차 사용 후 1인 단독 작업이 가능하여 안전성 및 생산성을 향상하였다 (MSD design award, Health and Society Executive, UK, 2022).

A사는 항공기 날개 조립 시 무거운 중량물의 지그를 운반하고 부착하는 작업의 위험성을 경감하기 위해 새롭게 개발한 경량의 지그를 사용하여 중량 부담을 줄이며 작업자의 근골격계질환 발생 위험을 대폭 감소하는 효과가 있었다(MSD design award, Health and Society Executive, UK, 2022)(그림 IV-4).



[그림 IV-4] A사의 지그 개선

2. 미국

미국의 자동차 조립 등 제조업 분야에서는 작업자의 근골격계질환을 예방하기 위해 최근 착용형 로봇 및 보조기기를 도입하여 작업자의 자세를 지지하고 근력을 증대시켜 중량물 취급, 반복적인 작업, 부적절한 자세에 대한 위험 부담을 감소시키는 추세이다.

F사는 자동차 제조 공정에서 빈번하게 발생하는 부적절한 자세(머리 위 팔 들어 올림)를 개선하기 위해 15개 공장에 상지 착용형 로봇을 시범적으로 보급하여 어깨와 등 근육의 부하를 감소시키고 주관적 만족도를 향상시켰다. F사에서 개발한 'ExsoVest'는 자동차제조업 현장에 적용할 수 있도록 상지에 착용하는 형태로 한팔로 7kg까지 지지하고 다양한 체형에 적용할 수 있어 어깨 위 부적절한 작업 자세의 신체부담을 경감할 수 있다(표 IV-1).

B사도 항공기를 샌딩, 실링, 페이팅하는 정비·보수 작업에서 빈번하게 발생하는 부적절한 자세(머리 위 팔 들어 올림)와 중량물 취급 작업을 개선하기 위해 일부 사업장에 상지 착용형 로봇을 시범적으로 보급하여 작업자의 어깨의 부하를 중량물 취급에 대한 부담을 경감하였다(표 IV-2).

일반적으로 수동물자취급이 빈번하게 발생하는 사업장에서 근골격계질환 부담 작업을 보조할 수 있도록 호이스트, 컨베이어, 리프트, 대차 등의 인간공학적 보조도구를 보급하고 모양, 중량, 손잡이 등을 작업 특성에 맞게 변경하여 적용하는 사례가 조사되었다(표 IV-3, 4).

〈표 IV-1〉 상지 착용형 외골격 보조기기 개선사례 1

사업장	F사	업종	자동차제조업	직종	기계조립원
개선전			개선후		
					
작업명		• 자동차 조립작업			
작업내용		• 조립작업을 수행하기위해 팔을 머리 위로 들어 올림 • 전동 공구로 차량의 버팀대를 고정하기 위해 볼트를 조이는 등의 오버헤드 작업을 수행			
부담요인		• 부적절한 자세로 인해 목과 어깨에 피로 및 통증을 야기한다			
개선내용		• 15개 공장에 상지 엑소스켈레톤을 시범적으로 보급			
개선효과		• 어깨와 등 근육의 부담이 감소 • 직원들의 주관적 편안도 증가			

〈표 IV-2〉 상지 착용형 외골격 보조기기 개선사례 2

사업장	B사	업종	항공기제조업	직종	항공기 정비사
개선전			개선후		
					
작업명	• 항공기 정비작업				
작업내용	• 항공기를 샌딩, 실링 및 페인팅하는 작업				
부담요인	• 머리 위로 팔을 뻗어 작업하는 데 상당한 시간 할애 • 어깨, 팔뚝 및 팔꿈치에 추가적인 부담				
개선내용	• 상지 외골격계 도입				
개선효과	• 착용자로부터 2~8kg의 무게가 가벼워지는 효과 • 어깨에 가해지는 스트레스와 부상을 감소				

〈표 IV-3〉 박스 손잡이 개선사례

사업장	○○	업종	제조업	직종	○○
개선전			개선후		
					
작업명	• 제품 들기				
작업내용	• 팔레트 위의 제품을 들어올린다				
부담요인	• 허리의 굴곡 • 불편한 손목				
개선내용	• 박스에 손잡이 구멍을 뚫어, 들 때 편안한 자세 유도				
개선효과	• 허리, 손목의 부담 완화				

〈표 IV-4〉 작업 보조도구 개선사례

사업장	○○	업종	음식숙박업	직종	미화원
개선전			개선후		
					
작업명	• 호텔의 욕실 청소				
작업내용	• 욕실의 벽을 청소				
부담요인	• 욕실 벽의 상부나 하부를 청소 시 허리를 굽히거나, 팔을 올리는 자세 발생				
개선내용	• 손잡이가 긴 도구를 사용하여 욕실 표면을 청소함				
개선효과	• 허리의 운동학적 위험 요인 감소로 요통의 전체적인 위험도 감소 • 허리의 전방 굽힘 측면 굽힘 및 비틀림, 허리 움직임 속도가 크게 감소				

3. 독일

독일에서는 자동차 산업을 중심으로 인간공학적 개선 활동이 활발하게 이루어지고 있다. 독일의 V사는 의장라인의 실내 트림 작업 시 차량 실내로 몸을 숙여 들어가서 작업하고 나오는 동작을 반복하는 것을 개선하기 위해서 후호이스트에 작업자가 앉아 조종을 통해 차량 내로 빠르게 들어가고 나올 수 있도록 개선하였다(표 IV-5).

V사는 또한 자동차 조립라인에서 샤시 작업 시 작업자들이 컨베이어 하부에서 차량의 샤시를 올려다보면서 작업을 하던 방식에서 자동차의 지그를 원하는 각도로 회전을 할 수 있게 하여서 작업자의 작업 자세를 크게 개선하였다(표 IV-6).

〈표 IV-5〉 흑 호이스트 개선사례

사업장	V사	업종	자동차제조업	직종	자동차조립원
개선전			개선후		
					
작업명	• 의장라인- 실내트림작업				
작업내용	• 실내조립 작업 시 12kg의 공구함을 들고 들어가 작업을 마친 후 다시 구부려 내려오는 반복 작업 • 좁은 공간 내에서 바닥에 엉덩이를 지지한 채 몸을 구부려 작업				
부담요인	• 허리와 어깨 부담작업 발생 • 어깨와 팔에 부담 • 부자연스런 자세 반복				
개선내용	• 자동차 실내를 들어갈 수 있는 흑 호이스트를 만들어 적절한 의자에 앉아 출입이 가능하게 하며 도구 박스와 부품 박스도 흑에 부착하여 들고 내리는 직무를 생략 할 수 있게 설계				
개선효과	• 허리, 목, 어깨의 근골격계질환 예방				

〈표 IV-6〉 자동차 지그의 개선사례

사업장	V사	업종	자동차제조업	직종	자동차조립원
개선전			개선후		
					
작업명	• 의장라인-샤시조립				
작업내용	• 샤시 조립을 위해 차량 컨베이어의 하부에서 목의 신전과 상지 거상 자세에서 조립을 수행				
부담요인	• 목의 신전 자세 발생 • 상지 거상 작업 발생				
개선내용	• 자동차의 지그를 회전할 수 있도록 변경해 작업 내용에 따라 자동작의 각도를 조절하도록 함				
개선효과	• 근골격계부담 완화와 작업속도 향상				

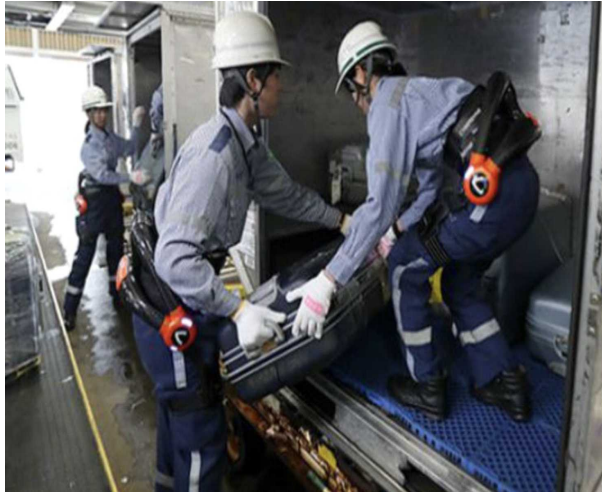
4. 일본

일본의 S건설은 건설 현장에서 작업자의 중량물 취급 작업에 따른 근골격계 부담을 경감하기 위해 철근 중량물을 옮기고 설치할 수 있는 로봇팔을 도입하였다. 이는 기존 대비 중량물 취급 인력을 50%로 감소하였으며 고령 작업자에 대한 근력 증강으로 작업부하를 감소할 수 있었다(그림 IV-5).



[그림 IV-5] S건설의 로봇팔 활용

일본의 S화학은 작업자의 포장 및 운반 작업의 부하 경감을 위해 산업용 착용형 로봇을 도입하였다. 또한 A항공사의 나리타공항 현장에 근력증강 로봇을 도입하여 중량물 취급으로 인한 작업자의 작업부하를 감소시켰다(그림 IV-6).



(a) S화학



(b) A항공사

[그림 IV-6] 일본의 착용형 로봇과 운반 로봇의 활용

해외 선진국의 근골격계질환 예방 관련 작업 관리 기술, 사례 등을 조사한 결과, 작업자의 근골격계부담 작업을 개선하기 위한 다양한 방법으로 접근하고 있었다.

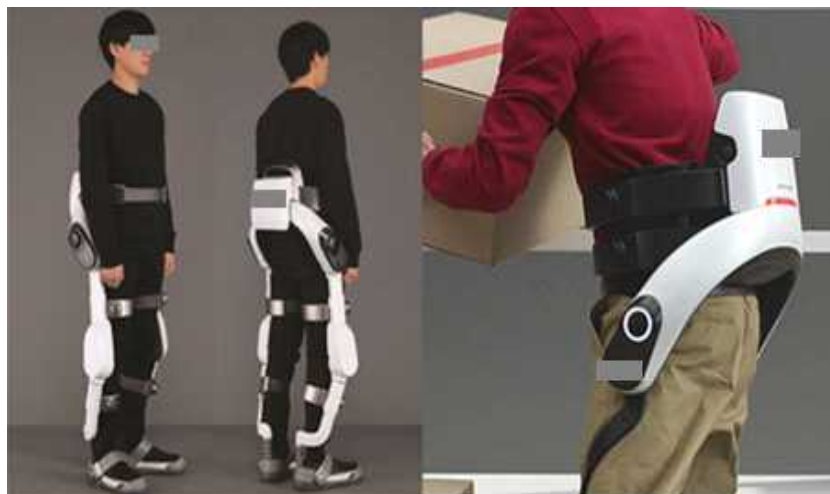
근골격계질환은 발병률과 빈도가 가장 높은 직업성 질환이며 산업재해보상 비용이 높은 질환 중 하나이다. 이를 예방하기 위해 기존 인간공학 적 작업장 설계, 수공구 개선, 자동화 등의 개선 방안과 함께 착용형 로봇, 보조기기 등의 작업 자세 보조 및 근력 증강의 작업자 부담 경감을 통한 신기술의 도입이 활발하게 추진되고 있다.

5. 국내 적용 사례

앞서 조사한 해외 기술 적용 사례들 중 국내 산업현장에 도입된 사례들을 찾아 조사하였다. 그 가운데 산업용 착용형 로봇은 근로환경 개선 및 근로수명 향상을 목적으로 국내 산업 현장에도 적용이 되고 있었다. 착용형 로봇을 통한 힘과 지구력의 증대는, 노령화로 인해 감소되는 작업자의 신체 능력을 보완함으로써 고령화되는 노동시장에 기여할 수 있는 중요한 Intervention으로 인식되고 있다(News Scientist, 2019).

현재 국내 대기업 위주로 제조, 생산라인 등의 현장에서 중량물취급, 부적절한 자세 등의 근골격계부담작업에 대한 부하를 경감하기 위한 목적으로 도입되고 있는 추세이다.

L사는 2018년 허리·하지 부위 착용형 로봇인 ‘OO클로이 수트봇’을 개발하여 착용자의 움직임과 주변 환경 데이터를 학습, 분석해 위험 예측할 수 있는 AI 기술을 적용하였다(그림 IV-7).



[그림 IV-7] L사의 산업용 착용형 로봇의 활용

H사는 2019년 산업용 착용형 외골격 로봇 ‘VEX(벙스, 상지)’, ‘CEX(첵스, 하지)’를 개발하고 2020년에는 근력보조 웨어러블 로봇 ‘H-프레임’을 개발하여 작업자의 상·하지 근골격계질환 예방을 위해 생산 현장에 도입을 발표하였다(그림 IV-8).



[그림 IV-8] H사의 산업용 착용형 로봇의 활용

K사는 F사와 개발한 외골격 웨어러블로봇인 ‘스텝업’을 활용하여 타이어 적재 작업 등 중량물 취급 작업에서 작업자의 허리를 보호하기 위해 적용 중이다(그림 IV-9).

D사는 별도의 전력 공급이 필요 없는 스프링 형태의 근력보조 웨어러블 슈트를 공동개발 하고 있으며 허리 스트랩 조정으로 작업자의 신체에 밀착되게 조절할 수 있어 편의성을 고려하였다(그림 IV-10).



[그림 IV-9] K사의 산업용 착용형 로봇의 활용



[그림 IV-10] D사의 산업용 착용형 로봇의 활용

이 외에도 국내 K연구원은 옷감 형태의 인공근육을 이용하여 착용자의 작은 힘으로도 제어할 수 있는 의복형 로봇슈트를 개발하였으며 생산기술연구원은 소방관용 근력지원 로봇을 개발하여 기존 모델 대비 에너지 소모율을 약 50% 절감한 연구 사례가 있다(그림 IV-11).



[그림 IV-11] K연구원의 착용형 로봇 개발 사례

V. 우수 개선사례



V. 우수 개선사례

1. 개요

근골격계질환의 발생과 관련한 작업관련 유해요인으로는 과도한 근력의 사용, 불편한 작업자세, 과도한 반복동작, 장시간 작업, 진동에의 노출, 접촉 스트레스, 저온에의 노출 등이 있다. 근골격계질환의 예방이나 완화를 위해서는 이러한 작업 상의 유해요인들을 낮추는 개선이 요구된다.

실제 산업안전보건법 상에도 근골격계부담작업 보유 사업장은 3년마다 정기 유해요인조사를 실시하고 위험성이 높은 작업에 대해서는 작업 개선을 하도록 하고 있다. 작업 개선을 위한 방안은 크게 공학적 개선과 관리적 개선으로 나눌 수 있다.

관리적 개선으로는 근골격계질환 예방 교육 실시, 근골격계질환 예방 체조의 실시, 작업 순환 근무나 전환 배치 실시, 작업 시간의 단축과 휴식 시간 증가 등을 들 수 있다. 공학적 개선은 작업대, 수공구, 기계설비 등에 적용하는 개선을 의미한다.

그러나 유해요인조사를 실시한 후, 많은 사업장에서 근골격계 부담을 완화하는 작업개선을 실시하려고 하나 실제 많은 어려움을 겪으며, 전혀 개선을 못하고 다시 3년 조사 주기를 맞는 경우도 많다. 이렇게 개선이 안이루어지는 이유로는 첫째, 공학적 개선 등에는 기업이 어느 정도의 비용이 들게 되는데 경제적 어려움으로 투자를 못하는 경우가 있다. 둘째, 개선을 하고 투자도 하려고 하나 적절한 개선 방안을 찾지 못하거나 확신이 없어서 못하는 경우가 있다.

이에 본 연구에서는 우선적으로 타 기업에서 모범적으로 개선된 사례를 찾아 그 내용을 소개함으로써 근골격계부담작업에 대한 개선활동을 하려는 기

업에 도움을 주고자 하였다.

인간공학적 개선 우수사례를 통해 다양한 산업 분야에서 발생하는 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책, 유사 개선 공정 벤치마킹, 사례조사 등에 대한 현실적 아이디어를 공유하여 적극적인 작업 개선 활동을 도모할 수 있을 것으로 기대한다.

개선사례로는 관리적 개선과 공학적 개선 모두 있을 수 있으나, 본 연구에서는 일차적으로 공학적 개선에 초점을 두어 사례를 수집하였다. 가능한 사례는 앞서 조사된 근골격계질환 다발 업종과 직종을 고려해 수집하려고 했으나, 실제 기업 정보에 대한 접근의 한계와 현재 개선활동이 주로 많이 이루어지고 있는 자동차제조업, 자동차부품제조업, 조선업, 전기전자제품제조업의 사례가 주류를 이루었다.

2. 개선활동의 범주

근골격계 부담을 완화하기 위한 공학적 개선은 다양한 방법으로 이루어질 수 있지만, 큰 하나의 원칙은 작업장과 작업을 인간공학적(ergonomic)으로 설계하는 것이다. 인간공학적 설계의 대상은 보호구, 작업대, 의자, 수공구, 운반구, 설비 등 다양할 수 있으나, 이러한 것들을 인간의 신체 크기와 근력 사용에 적합하도록 설계하는 것이다.

본 연구에서는 공학적 개선 활동의 범주를 표 V-1과 같이, 보호구, 의자, 작업대, 운반구, 이송설비, 인양설비, 자동화 등의 범주로 나누어 파악하였다. 각각의 개선 방법과 사례 사진을 제시하였다. 그리고 이러한 범주에 근거해 실제 개선사례를 수집하고 분류하였다. 개선사례의 범주가 복합적인 경우 주가 되는 내용을 기준으로 분류하였다.

〈표 V-1〉 개선사례의 범주

NO	구분	개선 방안	사례사진
01	개인보호구	관절보호구 지급	
02	개인보호구	방진장갑 지급	
03	개인보호구	착용형 로봇의 도입	
04	보조도구	피로방지매트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
05	보조도구	손목보호패드 지급	
06	보조도구	작업발판 설치	
07	보조도구	크리퍼(creeper) 제공	
08	의자	착용형 방석의자 제공	

NO	구분	개선 방안	사례사진
09	의자	낮은 스툴(stool)형 의자 제공	
10	의자	(입좌식) 의자의 제공	
11	의자	이동 가능한 레일형 의자의 설치	
12	작업대	적절한 작업대 높이 조정	

NO	구분	개선 방안	사례사진
13	작업대	(높이조절 가능한) 작업대 제공	
14	작업대	하지 여유공간의 확보	
15	작업대	적절한 높이에 표시장치(모니터) 설치	
16	작업대	경사지게 부품박스 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
17	수공구	수동공구 대신한 전동(공압)공구의 사용	
18	수공구	인간공학적으로 설계된 수공구 사용	
19	수공구	편안한 자세 유지가능한 수공구 사용	
20	수공구	에어발란스 이용 수공구의 지지	

NO	구분	개선 방안	사례사진
21	수공구	수공구 지지대의 설치	
22	치공구	작업과 자세, 근력을 고려한 지그의 개선	
23	적재대	적재함의 측면개방	
24	적재대	경사형 선반의 적재대 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
25	적재대	롤러형 적재대의 설치	
26	적재대	덮개에 유압실린더 설치된 적재함 사용	
27	적재설비	리프트 설치	
28	적재절비	회전가능한 리프트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
29	운반도구	박스에 손잡이 제공	
30	운반도구	카트 등 운반구에 광폭 캐스터의 사용	
31	운반도구	높이조절 카트의 사용	
32	운반도구	전동수레(카트)의 사용	

NO	구분	개선 방안	사례사진
33	이송설비	컨베이어의 사용	
34	이송설비	운반레일 설치	
35	인양설비	에어발란서 설치	
36	인양설비	호이스트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
37	이동설비	고소작업대(차) 사용	
38	이동설비	전동카트의 사용	
39	자동화설비	자동가공설비 도입	
40	자동화설비	자동이송설비 도입	

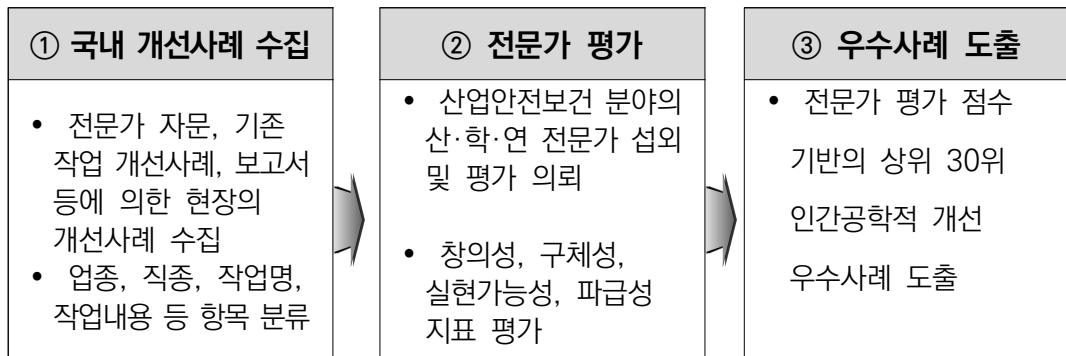
3. 개선사례 수집과 평가

인간공학적 개선사례는 다양한 방법으로 수집하였다. 개선사례에 대한 정리는 그림 V-1의 양식을 사용하였다.

순위	업종	직종	구분
개 선 전		개 선 후	
작 업 명	•		
작업내용	•		
부담요인	•		
개 선 내 용	•		
개 선 효 과	•		

[그림 V-1] 인간공학적 개선사례 정리 양식

개선사례는 우선 산업 현장의 안전·보건관리자들로부터 1차 수집하였다. 이외에도 기업의 근골격계부담작업 유해요인조사보고서의 사례도 참고하였다. 또한 안전보건공단에서 실시한 작업개선 활동 우수사례집도 참고하였다.



[그림 V-2] 개선사례 수집과 우수 개선사례 도출 과정

〈표 V-2〉 개선사례에 대한 평가지표와 내용

평가지표	배점	내용
창의성	1점(매우 미흡) ~ 10점(매우 우수)	작업 개선의 내용 및 효과가 기존 개선사례에 비해 창의적인가?
구체성	1점(매우 미흡) ~ 10점(매우 우수)	작업 개선의 내용 및 효과가 구체적으로 명시되었는가?
실현가능성	1점(매우 미흡) ~ 10점(매우 우수)	작업 개선의 내용 및 효과가 산업 현장에서 실현 가능성이 있는가?
파급성	1점(매우 미흡) ~ 10점(매우 우수)	작업 개선의 내용 및 효과가 산업 현장에서 파급성이 높은가?

이렇게 총 수집된 개선사례는 120여 개 이상 수집되었으나, 내용상 중복되는 사례와 관리적 개선 위주의 사례 등은 제외하고 최종적으로 72개의 사례

를 정리하였다. 정리된 개선사례는 업종별, 직종별로 분류하였다(그림 V-2). 수집된 개선사례 72개는 표 V-3과 같다.

인간공학적 작업개선 사례 평가에 참여해 주셔서 감사드립니다. 각 평가 지표에 대하여 1(매우미흡)~10(매우우수)점으로 평가바랍니다. 평가에 대한 소정의 자문비를 지급할 예정입니다. 해당 심사표와 함께 1) 이력서, 2) 통장사본, 3) 신분증 사본을 함께 보내주시길 바랍니다.							
1) 정의성: 작업 개선의 내용 및 효과가 기존 개선 사례에 비해 창의적인가? 2) 구체성: 작업 개선의 내용 및 효과가 구체적으로 명시되었는가? 3) 실현가능성: 작업 개선의 내용 및 효과가 산업 현장에서 실현 가능성이 있는가? 4) 파급성: 작업 개선의 내용 및 효과가 산업 현장에서 파급성이 높은가?							
사례	작업명	창의성	구체성	실현가능성	파급성	합계	순위
1	샤시부품 장착						
2	부품 운반						
3	자재 꺼내기						
4	볼트 조립						
5	자재 옮기기						
6	부품 검사						
7	Ass'y 제품조립						
8	부싱 삽입						
9	박스포장						
10	제품 조립						
11	40A & 50A MV 볼트 체결 공정						
12	장시간 입식 작업						
13	배관 용접 및 사상 공정 작업						
14	원료 운반 작업						
15	40A & 50A assembly line						
16	카울 로딩 공정						
17	후처리 작업						
18	연료 주입, 로워커버 취부						
19	임팩트 바 장착 작업						
20	Valve leak test						
21	방진복 포장						
22	원단 이동						
23	프레스 공정 - 도어 적재						
24	차체조립- 운반대차						
25	차체조립- RV 체결						
26	샤시조립- 리어 액슬 마운팅						
27	엔진조립- 엔진장착 전 볼트 조립						
28	샤시조립- 바디조립						
29	샤시조립- 바디조립						
30	40A&50A MV/PV assembly line						
31	의창라인						
32	샤시라인- RV차량제조						
33	조립라인- 연료필터 튜브결합						
34	샤시라인- 차량 하부 부품조립						
35	40A&50A MV/PV assembly line						
36	조립라인- BODY 마운팅						
37	조립라인- BODY 마운팅						

[그림 V-3] 평가양식

개선사례 중, 타 기업들도 개선에 참고할만한 우수사례를 선정하기 위하여 개선사례에 대한 평가를 실시하였다. 수집된 사례들의 개선 내용에 대한 정보가 제한적이어서 평가는 포괄적으로 평가항목을 선정하고 위촉한 전문가들로 하여금 평가를 수행하도록 했다. 평가위원은 산학연의 인간공학 전문가 6인을 선정해 위촉하였다. 개선사례에 대해 2개 그룹으로 나누어 각각 3인의 평가위원이 평가에 참여했다. 평가항목은 개선사례의 창의성, 구체성, 실현가능성, 파급성 등 4개 항목으로 하고 각각 10점 만점으로 평가하였다(표 V-2). 평가위원들이 사용한 평가양식은 그림 V-3과 같다.

이렇게 평가해서 순위를 부여한 상태에서 정리한 개선사례 목록은 표 V-3과 같다. 개선사례들의 실제 개선내용과 개선효과에 대해서는 개별 표로 정리해 나타내었다.

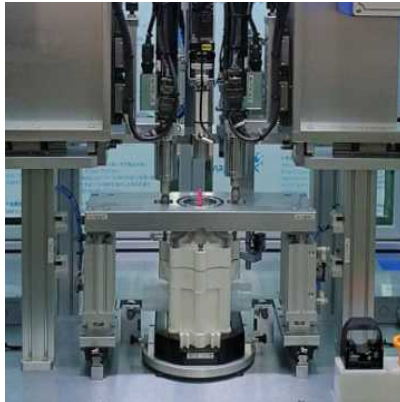
〈표 V-3〉 개선사례 목록

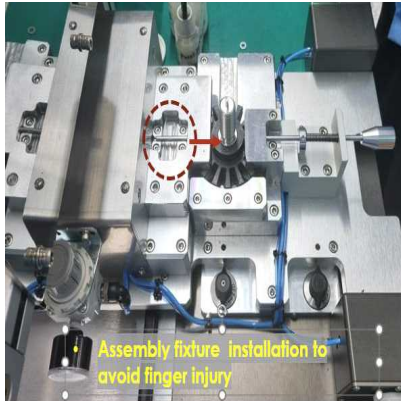
no	작업명	창의성	구체성	실현성	파급성	합계	순위
1	볼트 체결 작업	8.7	9.3	6.3	8.0	32.3	1
2	스프링핀 조립 작업	8.3	8.0	7.3	8.3	32.0	2
3	사이드라인 부품 이동 작업	8.0	8.0	8.0	8.0	32.0	2
4	사상라인 펜더 하부 볼트 확인 작업	8.0	7.7	8.3	8.0	32.0	2
5	중량물 제품 반입/ 반출 작업	7.7	8.0	8.0	8.3	32.0	2
6	부품 체결 작업	7.7	9.0	6.7	8.0	31.3	6
7	밸브 누출 검사 작업	7.3	7.7	7.7	8.7	31.3	6
8	스크랩 분리 작업	8.0	7.7	7.7	8.0	31.3	6
9	DPF 조립 작업	7.7	7.7	7.7	8.3	31.3	6
10	맨홀 뚜껑 취급 작업	8.0	7.0	7.7	7.7	30.3	10

no	작업명	창의성	구체성	실현성	파급성	합계	순위
11	펜더 장착 작업	7.3	7.7	7.7	7.7	30.3	10
12	부품 조립 작업	6.7	7.7	8.3	7.3	30.0	12
13	금속 또는 목재 용기 내 물품 인출 작업	8.3	6.7	7.3	7.7	30.0	12
14	테일게이트 너트 피딩기에 너트 투입 작업	7.3	7.3	8.0	7.3	30.0	12
15	차체 프론트, 리어도어 힌지장착 작업	7.3	7.0	7.7	7.7	29.7	15
16	차체 펜더 장착 볼팅 작업	7.3	7.7	7.0	7.3	29.3	16
17	고중량물 이동 및 취급 작업	6.7	7.7	7.7	7.0	29.0	17
18	캡플라이 중량물 장착 작업	6.3	7.7	8.0	6.7	28.7	18
19	제품 조립 작업	6.0	7.3	7.7	7.3	28.3	19
20	카울 로딩 작업	6.0	7.3	7.3	7.7	28.3	19
21	검사 공정을 위한 중량물 적재/투입 작업	7.3	6.7	7.0	7.3	28.3	19
22	의장 제작-부품가공 작업	6.7	7.3	7.0	7.0	28.0	22
23	내업 및 도크지역-작업공구 운반 작업	7.0	6.0	7.3	7.7	28.0	22
24	폐수처리장 탈수기실-탈수 응집제 투입 작업	6.7	7.3	7.0	7.0	28.0	22
25	조립라인-팬슈라우드 조립	7.3	6.3	8.0	6.3	28.0	22
26	의장 제작-그라인딩 작업	6.3	7.0	7.0	7.3	27.7	26
27	도어 장착 작업	6.3	7.0	7.3	7.0	27.7	26
28	원단 이송 작업	6.3	7.0	6.7	7.3	27.3	28
29	철판 절단기 이동 작업	6.3	6.3	7.0	7.7	27.3	28
30	철판 절단 작업	5.7	6.3	8.0	7.0	27.0	30
31	의장제작-파이프 가공 작업	6.0	6.7	6.7	7.0	26.3	31
32	자재 운반 작업	6.3	7.0	6.3	6.7	26.3	31
33	반제품 조립 작업	7.3	7.3	5.7	6.0	26.3	31
34	소조립 및 대조립-암지그 고정 작업	7.0	5.7	7.3	6.3	26.3	31
35	철판 절단 위치 도안 작업	6.3	6.0	7.0	6.7	26.0	35

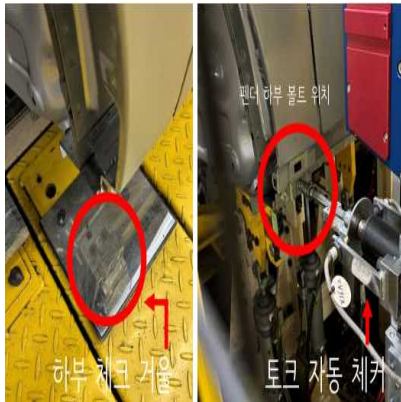
no	작업명	창의성	구체성	실현성	파급성	합계	순위
36	임팩트 바 장착 작업	7.0	6.0	5.7	7.0	25.7	37
37	방진복 포장 작업	4.0	6.7	8.3	6.7	25.7	37
38	자동차 실러 도포 작업	6.7	6.7	6.0	6.3	25.7	37
39	부품 운반 작업	5.3	7.3	6.7	6.3	25.7	37
40	배관 용접 및 사상 작업	7.0	7.0	4.7	6.7	25.3	41
41	연료 주입, 로워 커버 취부 작업	6.7	5.7	7.0	6.0	25.3	41
42	샤시라인-RV 차량 제조 작업	6.0	6.3	7.3	5.7	25.3	41
43	샤시부품 장착 작업	4.0	6.7	7.3	7.0	25.0	44
44	차체라인-도어트림 장착 작업	6.0	7.0	6.7	5.3	25.0	44
45	철판 용접 작업	6.0	6.0	6.0	6.7	24.7	46
46	하부 피트 설비보수 작업	5.3	5.7	7.0	6.7	24.7	46
47	선체블럭 용접 작업	6.3	5.7	6.3	6.3	24.7	46
48	엔진 적재 작업	6.0	6.3	6.0	6.3	24.7	46
49	볼트 조립 작업	5.3	6.7	6.7	5.7	24.3	50
50	프레스 공정-도어 적재 작업	6.7	6.0	5.7	5.7	24.0	51
51	샤시라인-바디 조립 작업	6.0	6.7	6.3	5.0	24.0	51
52	의장라인-유리 운반 작업	5.3	5.3	7.0	6.3	24.0	51
53	선체 하부 용접 작업	6.3	6.0	5.7	5.7	23.7	54
54	적재함의 부품 반입/반출 작업	5.7	6.7	5.7	5.7	23.7	54
55	지게차 운전 작업	5.0	5.7	6.7	6.3	23.7	54
56	샤시 고정-리어 액슬 마운팅 작업	4.7	5.7	7.0	6.0	23.3	57
57	박스포장 작업	5.7	7.0	5.3	5.3	23.3	57
58	의장라인-실내트림 작업	7.3	5.3	4.7	6.0	23.3	57
59	샤시라인-차량 하부 부품 조립 작업	6.3	6.7	5.3	4.7	23.0	60
60	부품 검사 작업	6.0	6.7	5.0	5.0	22.7	61

no	작업명	창의성	구체성	실현성	파급성	합계	순위
61	후처리 작업	6.0	6.0	4.3	6.3	22.7	61
62	히터라인-코아조립 작업	5.0	5.7	6.3	5.3	22.3	63
63	의장 제작-용접 작업	5.3	5.0	5.7	6.0	22.0	64
64	배관제작-철판보강재 운반 작업	5.3	5.3	6.0	5.3	22.0	64
65	선행도장-선체블럭 붓 도장 작업	5.3	5.7	5.0	5.3	21.3	65
66	히터라인-공기 누설 검사 작업	5.7	5.0	4.3	6.0	21.0	66
67	조립라인-본체 마운팅 작업	6.0	5.0	3.7	6.0	20.7	667
68	부싱 삽입 작업	5.0	5.7	4.3	5.3	20.3	68
69	자재 인출 작업	5.7	5.3	4.3	4.7	20.0	69
70	에바라인-누설 검사 작업	4.3	5.0	4.7	4.0	18.0	70
71	조립라인-본체 마운팅 작업	4.7	5.0	4.0	3.7	17.3	71
72	샤시라인- 바디조립 작업	5.3	6.0	2.7	3.0	17.0	72

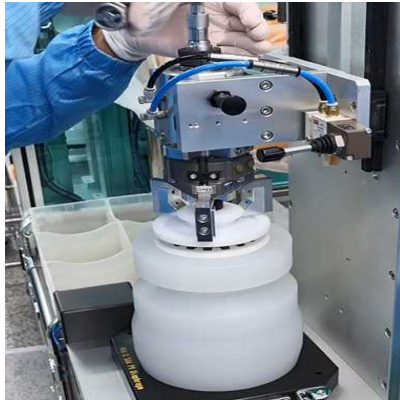
순위	1.	업종	화학및고무제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 볼트 체결 작업					
작업내용		• 볼트 체결 시 작업자가 수동으로 체결					
부담요인		• 볼트를 체결하기 위해 작업자는 전동 드릴을 들고 6곳에 볼트를 조이는 반복작업에서 손과 팔에 피로 발생 • 사람의 힘으로 볼트를 조이므로 일정한 토크(torque)값을 유지하기 어렵고, 작업 시간이 길어짐					
개선내용		• 고정 지그 제작(제품 고정, 자동 회전) • 상부 자동 너트 런너(자동 체결 2곳)					
개선효과		• 기존 작업부하는 중간통증(작업 중 통증이 있으나 귀가 후 휴식을 취하면 괜찮음)이었으나 현재는 자동화로 작업부하가 없어 근로자 만족이 매우 높음 • 볼트 체결 시간 단축 : 360sec/EA → 120sec/EA • 조임 토크 안정성 확보: 근로자 숙련에 의존→ 수치 고정에 따른 자동화로 일정한 토크값 유지 (5 Nm & 7 Nm)					

순위	2.	업종	화학및고무제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명		스프링핀 조립 작업					
작업내용		스프링핀 조립 시 한 손으로 제품을 잡고, 다른 한 손으로 망치를 잡고 스프링핀을 쳐서 조립하는 반복적인 작업					
부담요인		근로자의 손목/어깨 근육에 무리가 발생					
개선내용		제품을 고정할 수 있는 지그와 스프링핀을 자동으로 체결					
개선효과		- 기존 작업부하는 중간 통증이었으나 현재는 체결이 용이하게 변경되어 작업부하가 없어 근로자 만족이 매우 높음 - 작업성 향상되고, 망치로 손을 때릴 수 있는 위험요인도 제거함 - 손목/어깨 근육 피로 완화					

순위	3.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	적재설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 사이드라인 부품 이동 작업					
작업내용		• 차체 사이드 부품을 들고 이동하여 작업대에 부품을 놓는 작업					
부담요인		• 1인작업, 부품1개소 8kg, 인간공학적 평가기법 RULA:4단계 ※ 근골격계질환으로 인한 업무상 질병 2건 발생('19~21년) → 재해 1건당 직·간접 손실 추정 비용 : 1.06억/인, 약 2.12억 손실 추정 • 첫 번째 팔레트의 부품 적재 완료 후, 두 번째 팔레트와 작업대까지 중량물을 운반 거리 증가 → 작업자 주관적 불편도 4단계 : 약간 힘들					
개선내용		• 작업장 바닥에 턴테이블 설치 • 첫 번째 팔레트 부품 적재 완료 후 턴테이블을 회전하여 두 번째 팔레트를 작업대에 가까운 곳으로 이동					
개선효과		• 근골격계질환 및 부딪힘 위험요인이 동시에 개선 됨 - 중량물 부담 및 운반 중 팔레트와 부딪히는 재해 미발생('22~) • 손실 추정 비용 2.12억 대비 0.9억 투자를 통해 약 57% 비용 개선 • 작업자가 중량물을 운반하는 거리 최소화 • 운반거리 최소화로 작업자 부담 및 만족도 향상 • RULA 위험도 (4단계 → 3단계) 및 작업자 주관적 불편도 개선 (2점:조금쉬움)					

순위	4.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	보조도구
개선전				개선후			
 불편한 자세로 작업				 하부 체크 거울 토크 자동 체커			
작업명	• 사상라인 펜더 하부 볼트 확인 작업						
작업내용	• 차체 양쪽을 2명의 작업자가 펜더 하부 확인을 위해 허리를 숙여 작업						
부담요인	• 볼트 체결 및 토크량 확인을 위해 허리에 지속적 부담 발생 • 허리를 숙이는 자세가 공정마다 유지돼 척추 건강 위험						
개선내용	• 펜더 하부 볼트 체크를 위한 사상라인 공정별 거울 설치 - 육안으로 거울을 통해 볼트 체결 확인 • 펜더 하부 볼트 토크량 확인을 위한 511공정 체커 도입 - 볼트 자동체커를 통해 하부볼트 2set를 양쪽으로 토크량 확인						
개선효과	• 작업자가 약 70초에 한번씩 허리를 숙여 하부 볼트 확인을 했던 공정을 육안으로 확인 가능해짐 • 작업자 근골격계, 허리 디스크 부하 경감 • 육안으로 작업 확인 가능해 작업자 만족 • 자동 체커로 인한 품질 향상 ※불량 수정 약 10대/일 평균						

순위	5.	업종	전기전자제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
  반입구에서 라인으로 A급 Target 반입시 기존 L자형 Cart는 가로로 적재 후 이동하여 다시 Target Stocker에 보관 작업시 허리를 사용하는 중복 작업 발생				 Target 이동용 Cart도 Stocker와 동일하게 세로 컨셉으로 제작하여 Stocker에 보관시 밀어서 편하게 넣을수 있게끔 구조 변경 제작 완료 			
작업명		• 중량물 제품 반입/반출 작업					
작업내용		• 중량물 제품을 적재 후 이동하는 반입/ 반출 작업					
부담요인		• 47kg 이상인 중량물 제품의 라인에 반/출입 및 PM준비 작업시 제품 선입/선출에 의한 불필요한 중복 작업 발생, PM협력사업무 개선 필요 • 2인1조 작업이나, 무릎 아래에서 중량물을 들어 이동용 운반차나 제품 보관 적재대에 쌓거나 내리는 반복 작업					
개선내용		• 제품을 세로로 보관할 수 있게 적재대 구조 변경 제작 • 제품 적재대 하부에 롤러 설치 • 적재대에 낙하 방지용 안전 커버 설치 및 상부 손잡이 설치 • 자재코드 스티커 위치 변경에 따른 손 협착 사고 예방 • 제품 이동용 운반차도 적재대와 동일하게 제작 (다양한 환경조건의 원활한 사용을 위해 전원이 필요한 모터 사용은 배제) • 운반차 방향 전환이 쉽도록 하부 바퀴 360° 회전용으로 설치 • 운반차에 제품을 세로로 실을 경우 탈/부착 이동용 거치대 설치					
개선효과		• 제품의 라인 반입/반출 및 PM 준비 작업 시 제품 선입/선출에 의한 불필요한 중복 작업 제거 • 자재코드 스티커 위치 변경에 따른 제품 손잡이 원활한 사용으로 협착 예방 • 이동용 운반차 제작에 따른 허리 근육 사용 최소화로 작업자 근골격계 예방					

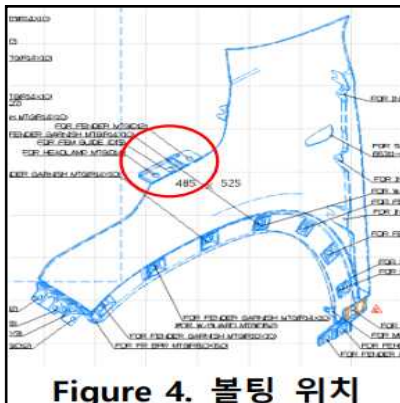
순위	6.	업종	화학및고무제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 부품 체결 작업						
작업내용	• 부품 체결을 작업자가 수동으로 체결						
부담요인	• 부품을 체결하기 위해 작업자가 힘을 주어 조립하는 반복 작업에서 손목과 어깨에 부담 발생 • 사람의 힘으로 부품을 조이므로 작업 시간이 길어짐 • 작업자의 손목과 어깨 피로도를 없애고, 일정한 토크(Torque) 값으로 품질의 안전성을 확보하고, 작업 시간 단축의 필요성						
개선내용	• 고정 지그를 제작(제품 고정, 자동 회전)						
개선효과	• 기존 작업부하는 중간 통증이었으나 현재는 자동화로 작업부하가 없어 근로자 만족이 매우 높음						

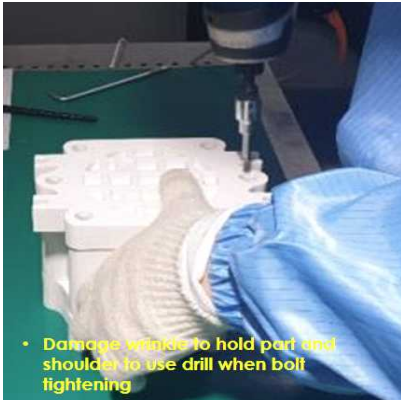
순위	7.	업종	화학및고무제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	재료
개선전				개선후			
작업명	• 밸브 누출 검사 작업						
작업내용	• 밸브 인/아웃 포트 체결 시 작업자가 수동으로 힘을 주어 삽입						
부담요인	• 실링도구는 O-ring을 이용한 측정 실링방식으로 밸브 인/아웃 포트에 체결 시 강제적으로 힘으로 삽입하는 작업 중 근로자의 손가락/손목 근육에 무리 발생 • 작업성이 떨어지고, 내측 스크래치 등 품질문제 발생이 빈번						
개선내용	• 밸브 누출 검사에 필요한 공구 개선으로 손가락/손목 근육 피로 완화 • 우레탄 면 실링방식으로 밸브 인/아웃 포트에 체결이 용이하게 변경						
개선효과	• 기존 작업부하는 중간 통증이었으나 현재는 체결이 용이하게 변경 되어 작업부하가 없어 근로자 만족이 매우 높음 • 작업성 향상과 품질문제 개선됨						

순위	8.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 스크랩 분리 작업						
작업내용	• 주조기에서 제조된 작업물을 작업용 망치로 반복 타격하여 작업물의 불필요한 부분을 분리하는 작업						
부담요인	• 반복적 동작 • 부적절 자세 • 접촉스트레스						
개선내용	• 손목의 과도한 편향자세를 예방하고 중립자세 유지를 위하여 수공구의 손잡이 각도 조정						
개선효과	• 손목의 과도한 편향자세 예방(중립자세 유지) • 타격횟수 감소로 생산성 향상						

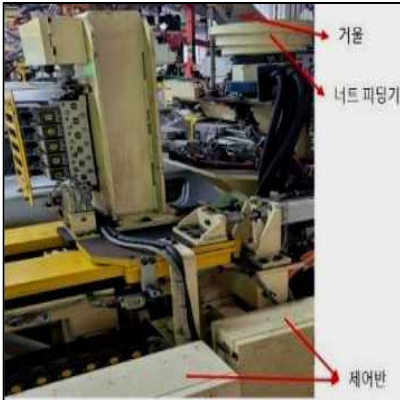
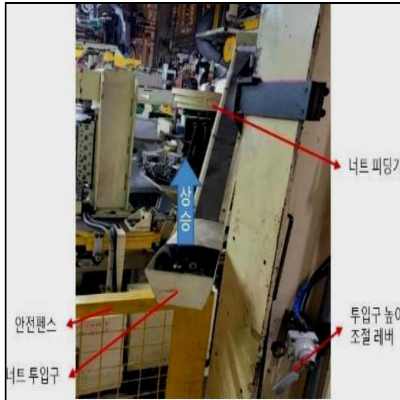
순위	9.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업대
개선전				개선후			
							
작업명	DPF 조립 작업 (DPF : Diesel Particulate Filter, 매연저감장치)						
작업내용	작업자가 두 손을 사용하여 12kg 내외의 부품을 들어 올린 후, 조립위치에 정확히 맞추는 작업을 450회 반복하여 작업						
부담요인	- RULA위험도: 3단계, LI지수 1.15, 중량물취급 작업환경 개선필요 - 중량물 반복 작업에 의한 근골격계질환자 발생 (년 평균 4명 이상 발생)→ 재해 1건당 직·간접 손실 추정 비용 : 1.06억/인, 총 약 4.24억 손실 추정 - 설비 도입(호이스트, 약 4천만원) → 작업효율 저하, 조작미숙시 사고위험 높음						
개선내용	- 부품을 조립위치까지 미끄러지듯 끌어서 이동시키는 작업대 설치 - 이송 작업대 중간부위에 높이차 이용한 미끄럼틀 형상을 구성						
개선효과	- 중량물(부품) 취급 작업환경 개선 및 작업 만족도 향상 - LI지수 1미만 중량물 취급 작업환경 개선 (들어올리기 450회 → 0회) - RULA위험도 개선 (3단계→1단계), 부담공정 개선 확대 : 4개 공정 추가 확대 적용 '22년 해당공정 근골격계질환자 발생 ZERO (년 평균 4명 이상 → 0명) - 설비 설치 대비 13배 비용 감소 및 작업효율 향상 - 호이스트 : 4천만원 → 작업개선 : 300만원						

순위	10.	업종	화학 및 고무제품제조업	직종	기계장비설치및정비원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 맨홀 뚜껑 취급 작업					
작업내용		• 공무팀에서 보전작업을 위해 맨홀 뚜껑을 들거나 닫는다					
부담요인		• 130kg 이상의 맨홀 뚜껑 취급에 따른 근골격계질환 발생 우려 • 맨홀 뚜껑 직접 취급에 따른 손가락 말단부위 등 끼임 우려 • 장시간 옥외 작업에 따른 일사병 발생 등 우려					
개선내용		• 중량물 취급 시 적절한 도구 사용으로 근골격계질환 예방 • 직접 취급 작업 제거에 따른 신체 말단 부위의 끼임 우려 제거					
개선효과		• 맨홀 취급 작업 시 사용가능 • 중량물 직접취급 작업 제거에 따른 전신 부하 감소 및 말단부위 상해 예방에 따른 산업재해 예방 기여					

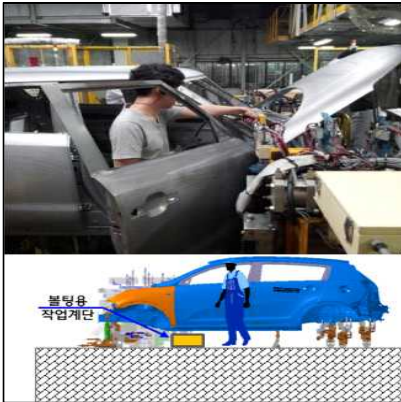
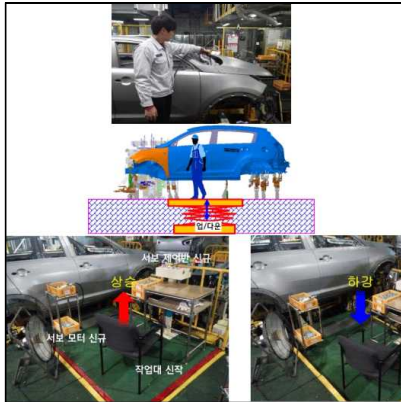
순위	11.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 펜더 장착 작업					
작업내용		• 작업자가 후드 내부로 몸을 기울여 펜더에 볼트를 조립					
부담요인		• 작업자가 후드 내부로 작업자의 몸을 기울여 펜더에 볼팅을 실시하므로 작업 난이도 상승 및 작업자의 근골격계질환(허리, 손목)을 야기 • 후드 내부로 몸을 넣고, 신체가 이송 셔틀과 가깝게 위치하여 작업을 실시하므로 자세가 불안정하며 외부상황 확인이 어렵고 이송 셔틀 작동 시 작업자의 안전사고 발생 위험 존재					
개선내용		• 펜더 판넬 로딩 위치를 상부로 하고, 작업자 쪽으로 기울어지게 함 • 펜더 장착용 볼트를 펜더 장착 지그 내 자동너트런너에 볼트를 로딩시키는 것으로 작업을 마무리함 • 펜더 장착을 위해 후드 내부로 작업자의 몸을 숙이지 않고 이송 셔틀과 작업자의 신체를 떨어뜨려 놓음					
개선효과		• 펜더 장착지그 설치를 통해 작업자가 몸을 기울이거나 무게가 나가는 볼팅기를 쥐지 않게 됨. 또한, 자동너트런너에 펜더 장착 볼트만 세팅함으로써 펜더 장착이 가능해져 작업자의 작업 부하 경감 및 작업의 난이도, 위험도의 감소로 작업자의 만족도 상승 • 대부분 자동차의 경우 펜더가 장착되어 있으므로 펜더 장착이 여전히 수동인 공장에 해당 방법을 적용하기 용이할 것으로 판단					

순위	12.	업종	화학 및 고무제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 부품 조립공정작업						
작업내용	• 볼트 체결 시 한 손으로 제품을 잡고, 다른 한 손으로 드릴 도구를 들고 반복 작업						
부담요인	• 근로자의 손목/어깨 근육에 무리가 발생						
개선내용	• 부품 조립 공정 개선으로 손목/어깨 근육 피로 완화 • 제품을 고정할 수 있는 지그와 드릴 도구를 큰 힘을 주지 않고 이동하여 버튼을 눌러 볼트를 체결						
개선효과	• 기존 작업부하는 중간 통증이었으나 현재는 체결이 용이하게 변경되어 작업부하가 없어 근로자 만족이 매우 높음 • 작업성 향상됨						

순위	13.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명	• 금속 또는 목재 용기 내 물품 인출 작업						
작업내용	• 선박건조에 필요한 공급물품 및 재료는 대형 용기에 담겨져 운반되며, 작업자는 용기 바닥에서 물품을 들어 올림						
부담요인	• 부적절한 작업자세 및 무리한 힘 • 용기바닥에 있는 물품을 들 때 허리와 어깨에 스트레스 발생 • 용기 한쪽면이 개방되지 않아 허리를 구부릴 때 복부에 접촉스트레스 유발						
개선내용	• 작업자를 향해 용기가 경사지게 하여 대상 물품에 접근이 용이하도록 경사 파렛트 기중기 제작 사용 • 한쪽면 또는 양쪽면이 개방된 용기 또는 박스 사용						
개선효과	• 무리한 힘 줄임 • 요통 예방						

순위	14.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 테일게이트 너트 피딩기에 너트 투입 작업						
작업내용	• 작업자가 피딩기에 너트를 투입함						
부담요인	• 작업자가 자동화 구간 내 매우 높은 위치의 피딩기에 직접 너트 투하 • 13.5kg 박스 4회/일 들어 올려 불안정한 자세로 투하, 근골격계질환 발생 • 안전펜스 안쪽 제어반 밟고 올라가 투입, 안전사고 위험 매우 높음						
개선내용	• 안전펜스 바깥쪽 작업자 가슴 위치에 너트 투입구 설치 • 너트 투입 후 레버 조작으로 투입구 높이 상승하면 피딩기 쪽으로 자중에 의해 너트 흘러내려 공급						
개선효과	• 작업자가 너트를 투하하는 위치가 낮아져 근골격계질환 방지 • 라인 내 제어반 딛고 일어서다 발을 헛디디거나, 불안정 자세로 너트 박스를 다른 위치에 쏟는 등 각종 사고 위험 감소 • 간단한 공법으로, 타공정 소물류 투입구의 안정적인 위치 선정 가능						

순위	15.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명		• 차체 프론트, 리어도어 힌지장착 작업					
작업내용		• 도어힌지부품 팔레트를 적재장에서 사람이 하나씩 힌지 장착 공정으로 이송					
부담요인		• 도어힌지부품 팔레트 운반 시 허리 숙임과 어깨/팔목 무리로 근골격계 통증 유발					
개선내용		• 힌지부품 적재구간 리프터 신설 후, 업/다운 스위치를 작업자 신장에 맞게 부품 취출 가능 → 이동운반 대차 별로 제작하여, 다수의 팔레트를 한 번에 이송가능					
개선효과		• 작업자 신장 별 부품팔레트 취출 용이해짐으로 작업 편의성 상승/근골격피로도 감소 • 한번의 작업으로 다수의 팔레트 이동운반 대차에 적재가능하여, 작업공수 감소 • “적재팔레트 취출 높이=대차 팔레트 취출 높이=부품로딩 조립치구 높이”로 부품 취출/셋팅 시 작업자 피로도 감소					

순위	16.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	적재설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 차체 펜더 장착 볼팅 작업					
작업내용		• 작업자가 차량의 펜터를 장착하고 볼트를 조립함					
부담요인		• 차종별 볼팅작업 위치가 상이함에 따른, 작업자 허리숙임/과도한 팔목각도에 따른 근골격위험 • 작업자 별 신장 차이에 따라, 상기 이유로 볼팅작업 시 일부인원 기피 우려 • 1차종 2개소 볼팅 시, 각 개소별 높이 위치 차이에 따라 체력소모 심함					
개선내용		• 차종별, 작업구간별 작업대 자동 상승/하강 리프터 설치 • 수동 상하강 스위치를 이용, 개별 작업자 최적에 맞는 선택적 위치 작업 가능 • 차종 개발 시 볼팅 체결 부 절대적 위치 제약범위 증대					
개선효과		• 각 차종별 볼팅 작업 위치여건 개선으로 작업자 피로도 감소 • 향차 작업 발판 개조 삭제를 통한 투자비 절감 • 작업자 신장에 따른 작업성 제약 사라짐 • 펜더 볼팅위치 제약범위 증대 (디자인 범주 확대)					

순위	17.	업종	전기전자제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
   반복작업으로 인한 근골격계 질환 우려 Quartz Broken으로 자상의 위험성증가				 Tube 손잡이 Jig 적용 후 근골격계질환 개선  손잡이 Jig 2인 1조 사용			
작업명	고중량물 이동 및 취급 작업						
작업내용	작업자가 조립 작업 시 고중량물을 취급함						
부담요인	• 튜브구조 상 잡을 수 있는 부분 없어 이동작업 시 불안정한 상태 • 고중량물(47kg) 불안정한 상태 반복작업으로 근골격계질환 호소 우려 (근골격계 부담작업 8호) • 2인 작업 시 파지 불안정으로 인한 낙하, 넘어짐 사고 위험						
개선내용	• 고중량물 튜브이동 전용 지그 개발 • 튜브 지그 22개의 원형 실리콘 패드 적용으로 그립 향상 • 대형 조절 조임쇠 적용으로 사용편리성 향상 및 범용성 확보 • 튜브 지그 최적의 파지력 산출 적용 후 파손 및 낙하 예방 • 반복작업으로 인한 근골격계질환 예방						
개선효과	• 12인치 배치튜브 고 중량물(27kg~45kg) 작업 시 불안정한 상태, 근골격계질환 위험 우려 문제를 근원적 접근으로 안전사고 예방에 기여 • 해당 고중량물 작업 많은 PM사 협력사 작업 만족도 높음 • 안전사고 예방 및 근골격계질환 근원 해결						

순위	18.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 캡플라이 중량물 장착 작업					
작업내용		• 작업자가 고중량물(캡플라이)을 취급함					
부담요인		• 캡플라이 26.5kg 중량물을 무릎 아래서 들어올려 기계에 장착함 • 8시간 기준 약 10개의 중량물 취급, 손목, 어깨, 허리 등에 과도한 힘 • 바닥에서 올리는 작업 개선 및 거치 장소에 한 번에 권취하는 방법 필요					
개선내용		• 캡플라이 운반구 높이와 거치대 높이를 최소화하여 부담요인을 줄임 • 거치대에서 기계 설비 간 거리를 가깝게, 적은 비용을 투자하여 캡플라이 교체 시 근로자의 과도한 힘 사용 감소 및 교체 이동 최소화를 통한 업무효율 향상					
개선효과		• 중량물을 들고 2~3발자국 이동하여 기계에 권취하는 과정이 줄어들어 작업자 만족도 향상 • 1회 거치대에 권취하여 4회 반복 작업 감소 • 거치대 제작비용이 저렴하고 간단해 제작부터 사후관리가 용이 • 근로자가 느끼는 무게감과 불필요한 동작을 줄여 생산성과 근골격계 예방의 2가지 효과					

순위	19.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업대
개선전				개선후			
							
작업명		• 제품 조립 작업					
작업내용		• 선반 위 박스에서 부품을 꺼내 제품을 조립하는 작업					
부담요인		• 부적절한 손목의 굴곡 자세 발생					
개선내용		• 부품박스를 기울임					
개선효과		• 작업자의 손목 굴곡을 최소화					

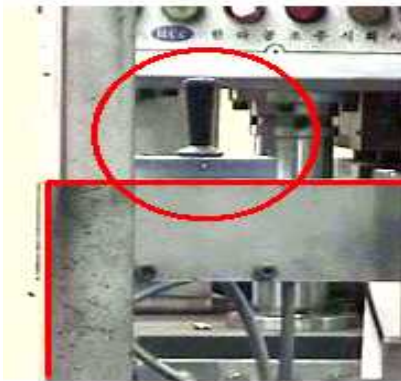
순위	20.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	이송장치
개선전				개선후			
							
작업명		• 카울 로딩 작업					
작업내용		• 10kg 이상의 후드를 팔레트에 반복 적재하는 작업					
부담요인		• 과도한 힘 • 부적절한 자세					
개선내용		• 전용 지그가 장착된 호이스트 제작 설치					
개선효과		• 중량물 취급 부담 감소 • 요통재해 위험 감소					

순위	21.	업종	전기전자제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	이송설비
개선전				개선후			
		① 작업자 매거진 설비 Loading or Unloading 시 작업자 매뉴얼 들기 작업 하여 적재(15kg) ② 설비 Loading or Unloading 시 낙석 Risk 및 근골격질환 유발				① 매거진 설비 Loading or Unloading Semi 자동화 컨베이어 설치 ② 개선 제작한 수레와 높이 단차 맞춤 제작을 통해 들기→밀기 작업으로 근골격질환 제거	
		① 작업자 매거진 Work Table or 적재보관 피켓트 작업자 매뉴얼 들기 반복 작업(15kg) ② Work Table or 적재보관 피켓트 작업자 매뉴얼 들기 반복 작업 시 낙석 Risk 및 근골격질환 유발				① 이동용 Cart 받침대 롤러 장착 및 팔레트 와 컨베이어 맞춤으로 밀기 작업 구현 ② 작업자 약 15kg 이상 매거진 및 Tray 들기작업 Zero - 작업자 매뉴얼 들기 반복 작업에 의한 근골격질환 제거	
작업명		• 검사 공정을 위한 중량물 적재/투입 작업					
작업내용		• 작업자가 설비에 중량물을 직접 로딩 하고 검사하는 작업					
부담요인		• 작업자 들기 작업부담 발생 • 여성 작업자가 무릎 아래에서 허리를 사용하여 제품 트레이 및 매거진을 들어 카트 및 스토커에 쌓거나 적재를 하고 검사 설비에 투입/배출을 반복 작업이므로 작업자 근골격계 부담 우려 • 사람에 의한 물류, 설비 투입/배출(중량물 취급) 제거 필요					
개선내용		• 포크 타입 전동 상/하 이동 구조 변경→ 설비 토키 후 동시 적재 • 설비 내 매거진(제품) 투입 방법 매뉴얼 투입→컨베이어 도입 • 이동용 카트 받침대 롤러 장착 및 팔레트와 컨베이어 맞춤으로 밀리 작업 구현 (작업자가 약 15kg 이상 매거진 들기작업 제거)					
개선효과		• 수동물자취급작업 반자동화 추진으로 작업자 근골격계 예방 → 작업자 수동작업 최소화로 인한 만족도 높음 • 중량물(15kg) 작업 시 불안정한 상태, 근골격계질환 위험 우려의 고질 문제를 근원적 접근으로 안전사고 예방에 기여 → 안전사고 예방 및 근골격계질환 근원 해결					

순위	22.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업대
개선전				개선후			
							
작업명		• 의장 제작-부품가공 작업					
작업내용		• 의장품을 용접하고 그라인딩하는 가공작업을 반복적으로 작업장 바닥에서 쪼그리고 작업					
부담요인		• 쪼그려 앉거나 허리를 구부린 상태에서 작업을 반복적으로 장시간 할 경우 허리, 어깨, 목, 무릎, 발목 등에 부담 가중					
개선내용		• 인간공학적으로 설계된 작업대 설치 • 재공품을 인양 또는 취급할 경우 자석부착형 호이스트 설치					
개선효과		• 근골격계질환 예방					

순위	23.	업종	조선업	직종	용접원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명		• 내업 및 도크지역-작업공구 운반 작업					
작업내용		• 항상 작업자는 망치 등 개인별로 필요한 작업도구를 철재 또는 플라스틱 원형통(15~20kg)에 넣어 이동 시 들고 다님					
부담요인		• 부적절한 작업자세 • 무리한 힘 • 통을 들고 이동 시 무게중심이 한쪽으로 치우치며 자세가 불안정					
개선내용		• 배낭형태로 개인별 특수장구를 고안제작하여 양쪽 어깨에 중량이 분산될 수 있도록 설계					
개선효과		• 근골격계질환 예방					

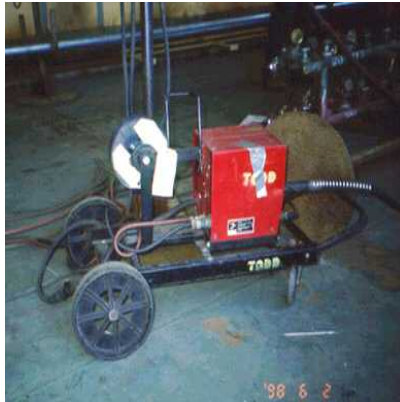
순위	24.	업종	기계기구제조업	직종	상하수도처리조작원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명	폐수처리장 탈수기실-탈수 응집제 투입 작업						
작업내용	1명의 작업자가 약 25kg의 말통(탈수응집제)을 80cm 가량 들어올려 해당 약품을 탱크에 투입						
부담요인	- 직접투입 및 조절을 반복에 따른 민원 다수 발생 - 인간공학적 평가기법 RULA: 3단계, LI지수 1.22 - 직접 약품 투입 시 휴먼에러 발생 가능 : 탈수 응집제의 정량 투입 어려움 및 화학물질 호흡기 노출, 밀폐공간, 추락 위험 등						
개선내용	- 탈수 응집제 자동투입 설비 및 시스템 구축 - 작업자가 투입량을 직접 조절하였으나, 시스템으로 적정량 조절 공급 -개선전 : 말통(탈수응집제) 작업자 투입 → 수동공급(작업자 조정) -개선후 : 말통(탈수응집제) 시스템 적용 → 자동공급(작업자 조정) - 투입작업자를 기계운전원으로 전환하여 시스템 관리						
개선효과	- 작업환경 개선 및 작업자 만족도 향상 → 주관적 불편도 1단계: 쉬움 - 작업자가 직접 말통을 들어 올리는 부담작업 제거 및 유사공정확대 적용 ※ RULA 위험도 개선 (3단계→1단계), LI지수(1.22→0) - 직접 약품 투입 시 휴먼에러 발생 위험요인 제거 - 약품 투입 과정에서 유해인자의 작업자 호흡기 노출 차단 - 작업공정 개선에 따른 생산성 향상 (적정농도 미세 조절)						

순위	25.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 조립 라인-팬슈라우드 조립						
작업내용	• 조립 작업 시 부품을 잡기 위해 상체를 회전하고 팔을 들어올림						
부담요인	• 부자연스런 자세로 반복 작업 • 접촉스트레스						
개선내용	• 높이조절장치의 조작바인 손잡이의 위치를 가장 사용하기 편한 곳에 부착하고, 그림과 같이 조작바가 높이조절장치 측면에 위치하도록 설치						
개선효과	• 손, 팔의 근골격계질환 예방						

순위	26.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업대
개선전				개선후			
							
작업명	의장 제작-그라인딩 작업						
작업내용	선체 내부에 필요한 각종 부품 및 제품 등을 제작하기 위해 작업대 (높이: 65cm) 위에서 그라인딩 작업 실시						
부담요인	- 부적절한 작업자세 - 반복성 및 손,팔 진동						
개선내용	- 작업대 높이를 작업자 신장에 맞게 80~100cm 범위로 하는 것이 바람직 - 작업근로자 순환근무 고려						
개선효과	- 접촉스트레스 예방 - 근골격계질환 예방						

순위	27.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	자동화설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 도어 장착 작업					
작업내용		• 차체라인 도어 장착					
부담요인		• 작업자가 성력화 장비 활용 도어(20kg)장착 수작업 실시로 이동 시 다리근육 피로 및 팔레트에서 도와 취출 및 볼팅 시 허리피로 발생 • 부주의에 의한 볼팅 누락 발생					
개선내용		• 개선전 : 행거를 이용한 작업자 도어 부품 취출/이송/볼팅/ 작업으로 부품 취출 반복작업 시 허리 부하 발생하며, 볼팅 반복작업 시 허리 부하가 발생 • 개선후 : 자동화를 통한 작업자 단순 관리 업무					
개선효과		• 자동차 생산 부문 도어 자동 장착 가능 • 작업자 근골격계질환 예방 • 작업자 볼팅 누락 예방 • 볼트 체결 품질 향상 : 일정 토크, 탭 마모 예방					

순위	28.	업종	섬유및섬유제품제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	인양설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 원단 이송 작업						
작업내용	• 40Kg 이상 원단을 들어 운반하는 작업						
부담요인	• 하루 총 10회 이상 25kg이상 물건을 드는 작업						
개선내용	• 에어밸런스 설치						
개선효과	• 허리에 가해지는 부담 개선						

순위	29.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명	철판 절단기 이동 작업						
작업내용	- 철판 절단기와 케이블을 각각 양손에 들고 운반 - 절단기 중량으로 인해 무리한 힘이 가중되며 무게 중심이 한쪽으로 치우치고 어깨 위로 들어 올림						
부담요인	- 부적절한 작업자세 - 반복성 및 무리한 힘 - 접촉스트레스						
개선내용	- 바퀴 달린 프레임을 제작하여 절단기에 부착 사용 - 한쪽은 손잡이로 사용하고 다른 쪽에는 바퀴를 달아 사용						
개선효과	허리, 무릎의 근골격계질환 예방						

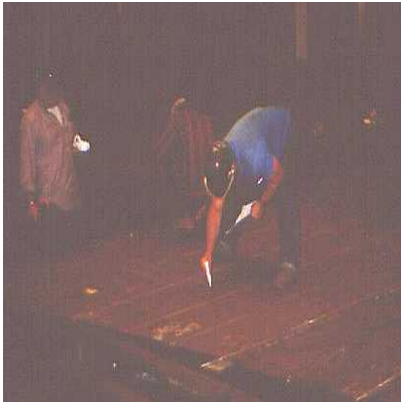
순위	30.	업종	조선업	직종	용접원	구분	의자
개선전				개선후			
							
작업명		• 철판 절단 작업					
작업내용		• 대형 또는 소형 철판을 설계도면에 따라 절단, 절곡하기 위해 장시간 쪼그려 앉거나 불편한 자세로 작업					
부담요인		• 부적절한 작업자세 • 무리한 힘 • 접촉스트레스					
개선내용		• 다리 근육 및 요추부 압박을 줄일 수 있도록 무릎보호대 제공 • 등받이가 있는 간이 의자를 제작하여 활용					
개선효과		• 허리, 무릎의 근골격계질환 예방					

순위	31.	업종	조선업	직종	용접원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 의장제작-파이프 가공 작업					
작업내용		• 선박 의장품에 필요한 각종 파이프의 돌출부나 녹을 제거하기 위해 그라인딩 작업 실시					
부담요인		• 부적절한 작업자세 및 반복성 • 작업점이 작업자 신장에 비해 높아 한쪽 어깨 들림현상 • 장시간 입식작업으로 허리 및 다리 등에 스트레스 가중					
개선내용		• 작업 시 어깨들림이 일어나지 않도록 작업발판 또는 높낮이 조절용 작업대 설치 • 바닥에 피로방지 매트 설치					
개선효과		• 근골격계질환 예방					

순위	32.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	적재도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 자재 운반 작업					
작업내용		• 자재 랙 위의 자재 박스를 옮기는 작업					
부담요인		• 부적절한 자세 • 과도한 힘					
개선내용		• 자재 랙에 롤러를 부착					
개선효과		• 박스가 자연스럽게 이동되어 사용이 편리하며 어깨 부담이 감소됨					

순위	33.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 반제품 조립 작업						
작업내용	• 드라이버를 사용하여 반제품을 조립하는 작업						
부담요인	• 반복 작업 • 부적절한 자세						
개선내용	• 고정형 지그를 360° 회전가능한 지그로 교체						
개선효과	• 손목, 목, 허리 비틀림 제거						

순위	34.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	인양설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 소조립 및 대조립-암지그 고정 작업					
작업내용		• 선체골조를 세우기 위해 크기에 따라 5~25kg의 암지그를 들어 구멍에 끼워 맞춰 고정하는 작업					
부담요인		• 부적절한 정적 작업자세 및 무리한 힘 • 암지그 고정 시 몸통 굴곡 및 비틀과 양쪽 팔 들어 올림 자세 발생					
개선내용		• 인력을 사용하지 않고 호이스트 등 이송설비 이용 • 줄자 형태로 고안된 고리를 달아 특정 위치를 쉽게 교정할 수 있도록 제작					
개선효과		• 안정된 작업자세 유지 • 경건완 장애 예방					

순위	35.	업종	조선업	직종	용접원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명		철판 절단 위치 도안 작업					
작업내용		대형 철판을 설계 도면대로 산소절단기, CNC 절단기 등으로 절단 후 좀 더 세밀한 보강재를 제작하고자 절단 위치를 분필 등으로 표시					
부담요인		- 쪼그려 앉은 자세로 작업하여 무릎, 다리 등에 부담 가중 - 허리, 목 등에 부담 가중					
개선내용		- 도안 작업대를 설치하여 활용하거나 무릎보호대를 착용하여 작업 하면 요추부 압박 부담 및 다리근육 긴장 완화 - 작업자의 바른 자세를 유지할 수 있도록 도구에 긴 손잡이나 막대기를 연결하여 사용					
개선효과		허리, 다리, 무릎 부담 완화					

순위	36.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 임팩트 바 장착 작업					
작업내용		• 임팩트 바를 운반하여 장착하는 작업					
부담요인		• 부적절한 자세					
개선내용		• 너트 조립 툴 지그 제작 설치					
개선효과		• 너트 2개 자동 조립 • 근육통 감소					

순위	37.	업종	섬유 및 섬유제품 제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 방진복 포장					
작업내용		• 장시간 서서 방진복 포장					
부담요인		• 하루에 4시간 이상 정적인 자세로 서서 작업 • 다리의 피로와 근육통 발생					
개선내용		• 피로방지매트 설치					
개선효과		• 족압분포 개선 • 다리에 가해지는 충격흡수					

순위	38.	업종	기계기구제조업	직종	도장및도금기조작원	구분	자동화설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 자동차 실러 도포 작업						
작업내용	• 24명의 작업자 자동차 무빙류(후드, 도어, 트렁크) 실러를 도포 • 도포 범위 : 약 40m/대, 일 생산대수 : 832 대						
부담요인	• 작업자가 수작업에 의존하여 근골격계질환 위험요인 • 목의 신전, 무릎 굽곡, 손목비틀기 등 근골격계질환자 3년 평균 125건 발생						
개선내용	• 실러를 자동 도포할 수 있는 초정밀 시스템 개발 • 정밀 로봇: 사람의 손을 구현한 패스반복 정밀도 ±0.2mm 오차율 - 정류량 제어 / 초소형 노즐 : 0.1cc 정밀 제어 - 다중 위치 보정 시스템 : 위치 정확도 ±0.1mm • 실러공정 로봇 자동화 시스템 구축						
개선효과	• 근골격계질환 위험 요인 제거 - 근골격계질환자 43건 감소(-40%) - 1건당 평균 비용 : 1.06억원/인, 약 46억 감소 • 실링그룹 작업자 40% 감소에 따른 비용 산정 • 실러 자동화 도포로 균일 품질 확보						

순위	39.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	적재함
개선전				개선후			
							
작업명		• 부품 운반 작업					
작업내용		• 자동차 기계부품을 자재 랙에 넣어 운반					
부담요인		• 부적절한 자세 • 과도한 힘					
개선내용		• 자재 랙에 에어실린더 설치					
개선효과		• 적은 힘과 편안한 자세로 상판을 들어 올림 • 작업성이 좋아져 어깨/허리 부담 감소					

순위	40.	업종	기계기구제조업	직종	용접원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 배관 용접 및 사상 작업						
작업내용	• 원자재(배관)의 용접 및 사상 작업을 용접기 및 핸드 그라인더를 이용하여 수행						
부담요인	• 부적절한 자세 • 과도한 힘						
개선내용	• 방향 조절 설비 설치						
개선효과	• 근육통 발생 감소						

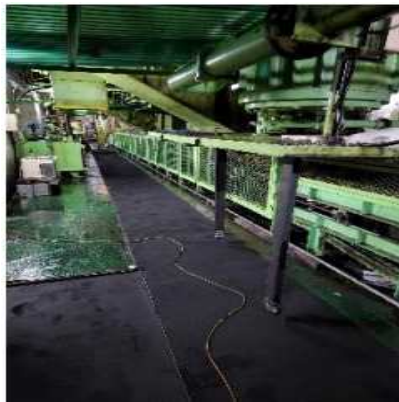
순위	41.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	재료
개선전				개선후			
							
작업명	• 연료 주입, 로워커버 취부 작업						
작업내용	• 연료를 주입하고 로워커버를 취부하는 작업						
부담요인	• 부적절한 자세						
개선내용	• 체결 방법을 스크류 체결에서 화스너 체결로 변경						
개선효과	• 손목 근력 부담 감소						

순위	42.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명	샤시라인-RV 차량 제조 작업						
작업내용	- 차량의 운전석 부분에 안전벨트 등 부품 체결 시 차량의 이동을 따라가며 조립, 작업공구 케이블 등이 이동을 방해 - 차량 프론트부분 라디에타 등 부품 체결 시 발판의 길이가 짧음						
부담요인	- 작업자세 불안전, 전도 위험 - 접촉스트레스 및 부자연스런 작업자세 유발						
개선내용	- 작업시 자세의 안정성 유지를 위해 차량이동과 동시 이동이 가능한 컨베이어 부착형 발판대를 설치 - 작업시 허리 굽힘을 다소 줄이기 위해서 작업 발판을 적색선 표시만큼 연장						
개선효과	- 안정된 작업자세로 작업 - 전도 및 요통 예방						

순위	43.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	의자
개선전				개선후			
							
작업명		• 샤프트부품 장착 작업					
작업내용		• 샤프트부품을 장착한다 • 쪼그린 자세로 부품을 장착한다					
부담요인		• 부적절한 자세 • 반복적 동작					
개선내용		• 프레임 하부 작업용 의자 제작 보급					
개선효과		• 작업성 및 안전성 향상 • 무릎 부담 개선					

순위	44.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	의자
개선전				개선후			
							
작업명		• 차체라인-도어트림 장착 작업					
작업내용		• 작업점의 높이가 높아 양손이 어깨 위로 올라감 • 작업의자의 높이가 낮아 무릎 각도가 90° 이하 • 발의 여유 공간부족으로 접근이 어려워 허리의 전방 기울임 발생 • 부품상자의 배치 때문에 작업자의 이동 발생					
부담요인		• 허리와 어깨에 부담					
개선내용		• 작업의자의 좌판 높이를 높여 작업점을 낮추는 효과 • 무릎 각도를 크게 하여 다리 부위에 발생할 수 있는 장해를 예방 • 양팔의 올림을 줄일 수 있음. • 작업의자 개선시 요추 지지대 고려 • 이동 가능한 개인 공구함(부품상자 부착) 대차를 지급					
개선효과		• 허리, 팔의 근골격계질환 예방					

순위	45.	업종	조선업	직종	용접원	구분	보호구
개선전				개선후			
							
작업명		• 철판 용접 작업					
작업내용		• 철판에 보강재를 용접할 때 쪼그려 앉거나 바닥에 무릎을 대고 장시간 정적자세를 유지하면서 작업					
부담요인		• 부적절한 작업자세 및 반복성 • 동작이 자유롭지 못하여 허리의 과도한 측면 굴곡, 비틀림으로 목, 허리, 어깨 등에 스트레스 유발					
개선내용		• 근육 긴장을 줄이기 위해 무릎보호대 등을 제공 • 혈액순환이 원활하도록 오금 부위에 쿠션을 부착 사용					
개선효과		• 허리, 어깨, 무릎에 부담					

순위	46.	업종	기계기구제조업	직종	기계장비설치 및 정비원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 하부 피트 설비보수 작업					
작업내용		• 작업자가 라인의 설비를 정기적으로 보수하는 작업					
부담요인		• 하부 피트 공작 작업 시 바닥이 미끄러워 넘어짐 발생 위험 높음 • 넘어짐으로 인한 업무상 사고 2건 발생('19~21년) • 장시간 보수 업무 진행 시 작업자 피로도가 높음 (딱딱하고 미끄러운 바닥)					
개선내용		• 하부 피트 스크랩 컨베이어 측면(보전 보수공간)에 피로방지매트를 설치(30m)					
개선효과		• 안전매트 설치 후 보전 보수 작업 시 넘어짐/미끄러짐 예방 → 개선 적용 후 넘어진 사고 ('22년~) • 장시간 보수 작업 시 피로감 저하 (피로방지매트) → 작업자 만족도 향상 및 타 공정 확대 적용 검토					

순위	47.	업종	조선업	직종	용접원	구분	이동설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 선체블럭 용접 작업						
작업내용	• 선체 블록에 보강재 등을 부착하거나 틈새를 접합하기 위한 용접작업을 비계 또는 사다리 위에서 작업						
부담요인	• 부적절한 작업자세 및 반복성 • 무게중심 및 접촉스트레스						
개선내용	• 작업공간 확보가 충분하다면 고소작업차를 구입하여 활용						
개선효과	• 허리, 어깨, 다리에 부담 • 근골격계질환 예방						

순위	48.	업종	기계기구제조업	직종	하역 및 적재단종사원	구분	자동화설비
개선전				개선후			
호이스트이재  180도 턴후 이재 							
작업명	• 엔진 적재 작업						
작업내용	• 생산 후 호이스트 이용하여 수작업 적재(쇼트엔진무게 55kg) • 작업자가 호이스트 사용하여 엔진 안착을 위해 2인 1조 수작업으로 엔진 180도 회전 후 정렬 작업 실시						
부담요인	• 수작업 이재 시 엔진 팔레트 간섭 및 들림으로 안전 사고 위험성 및 근골격계 발새 위험 높음 (사람이 손으로 중량물을 옮기는 것에 대해 개선 필요)						
개선내용	• 로봇을 활용한 쇼트엔진 이재 방식 및 창고 입고 후 이력관리에 대해 관련 업체 문의 후 가능 여부 검토하여 보완투자 진행 • 창고 입고 관련 센서 추가 및 창고 프로그램 수정 • AS 쇼트엔진 입고 및 출고 시 ID인식하여 로봇 적재 (수작업→자동화); 작업자 없이 자동화 생산하도록 개선(최소4명→0명)						
개선효과	• 작업자가 수작업으로 하는 방법을 자동화로 개선(작업자 만족도 향상) • 작업 공정 개선에 따른 인력 비효율성 개선 및 안전사고 위험성 제로화 • AS생산시 주/야 구분 없는 생산 유연성 확보 및 인원 투입 불필요: 4명 작업 → 0명 작업(입출과 자동화 구현)						

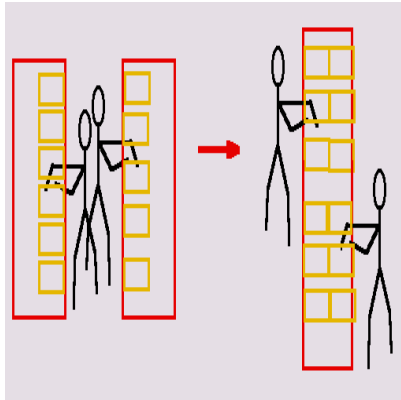
순위	49.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	의자
개선전				개선후			
							
작업명	• 볼트 조립 작업						
작업내용	• 쪼그려 앉아 볼트를 조립하는 작업						
부담요인	• 부적절한 자세						
개선내용	• 볼트 보관함이 달린 작업용 의자 보급						
개선효과	• 무릎, 허리 부담 감소						

순위	50.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명	• 프레스 공정-도어 적재 작업						
작업내용	• 프레스 설비로부터 나온 도어를 운반 대차에 적재 • 대차 밑면의 모양 때문에 근접 작업이 어려움						
부담요인	• 허리의 굽힘과 팔의 전방 뻗침 발생 • 다리의 자세 불안정						
개선내용	• 대차 바닥 면의 모양을 변형하여 다리 공간 확보						
개선효과	• 허리부담 개선 • 작업자세 안정						

순위	51.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 샤시라인-바디 조립 작업						
작업내용	• 바디조립 시 에어공구를 사진과 같이 수직 방향으로 작업						
부담요인	• 부자연스러운 자세 • 손목 꺾임 발생						
개선내용	• 일자형의 공구를 사용하여 작업						
개선효과	• 손목 꺾임 감소 • 작업 자세 안정						

순위	52. .	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	인양설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 의장라인-유리 운반 작업					
작업내용		• 차 유리를 인력으로 들어 테두리에 고무 패킹 및 마무리 작업 • 의장라인에서 마무리한 차 유리를 작업대 위에 인력으로 운반					
부담요인		• 무리한 힘 • 부자연스런 자세 • 중량물 취급으로 요통 발생					
개선내용		• 차 유리를 진공빨판형 호이스트로 운반할 수 있도록 조치					
개선효과		• 무리한 힘을 줄임 • 요통 예방					

순위	53.	업종	조선업	직종	용접원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명	• 선체 하부 용접 작업						
작업내용	• 선체 하부를 용접 및 그라인딩 작업 시 공간이 협소하여 쪼그린 자세로 작업						
부담요인	• 부적절한 작업자세 및 반복성						
개선내용	• 작업자가 누워서 작업할 수 있도록 리프트를 변형하여 편의장치 고안 활용 • 긴장해소 및 자세 안정 유지를 위해 무릎보호대 또는 간이의자 제공						
개선효과	• 허리, 어깨, 무릎에 부담 • 근골격계질환 예방						

순위	54.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 적재함의 부품 반입/반출 작업					
작업내용		• 각종 의장품을 조립하기 위해서는 볼트, 너트 뿐만 아니라 소형파이프, 패킹재, 링 등 각종 부품을 적재함에 보관					
부담요인		• 부적절한 작업자세 • 접촉스트레스 • 부품을 꺼낼 때 팔 뻗침 및 비틀림					
개선내용		• 부품적재함이 작업장 중앙에 위치하므로 ‘일자형’ 배열이 사용하기 편하고 공간 활용 측면에서 효과적 • 적재 배열대 칸을 경사지게 하여 롤 컨베이어 설치					
개선효과		• 접촉스트레스 예방 • 근골격계질환 예방					

순위	55.	업종	조선업	직종	물품이동장비조작원	구분	의자
개선전				개선후			
							
작업명	• 지게차 운전 작업						
작업내용	• 대다수 지게차의 의자에 쿠션장치가 없어 전신진동에 노출						
부담요인	• 전신진동— 지게차 운전자는 전신 진동치가 0.23~0.58㎥ 범위로 감시기준(ACGIH: 0.5㎥)을 일부 초과						
개선내용	• 지게차 의자에 쿠션장치를 부착						
개선효과	• 근골격계질환 예방						

순위	56.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 샤시라인-리어 액슬 마운팅 작업					
작업내용		• 작업대로 이동하여, 에어 공구를 가져와서 작업을 수행하고 다시 작업대에 원위치 • 리어액슬 공정에서 2인이 부품조립 작업시 A작업자는 공구(1.5kg)를 든 상태에서 손을 길게 뻗어 조립					
부담요인		• 반복적 작업 발생 • 허리의 과도한 굽힘이 발생					
개선내용		• 천정에 공구를 걸어서 사용함으로 이동 동작 제거 • 동일공구를 확보하여 A작업자가 아닌 B작업자가 업무를 대신 • 작업자 1인에게 집중되는 작업의 부하를 줄이기 위해 작업 재분배					
개선효과		• 어깨, 허리부담 개선 및 공구 무게 부담을 감소 • 작업자세 안정 및 작업자 1인에게 집중되는 작업의 부하를 줄임					

순위	57.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업대
개선전				개선후			
							
작업명		• 박스포장 작업					
작업내용		• 바닥에서 박스를 포장하는 작업					
부담요인		• 부적절한 자세 • 반복 작업					
개선내용		• 작업 받침대 설치					
개선효과		• 허리 굴곡 자세를 최소화					

순위	58.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	이동설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 의장라인-실내트림 작업					
작업내용		• 실내조립 작업 시 12kg의 공구함을 들고 들어가 작업을 마친 후 다시 구부려 내려오는 반복 작업 • 좁은 공간 내에서 바닥에 엉덩이를 지지한 채 몸을 구부려 작업					
부담요인		• 허리와 어깨 부담작업 발생 • 어깨와 팔에 부담 • 부자연스런 자세 반복					
개선내용		• 자동차 실내를 들어갈 수 있는 혹 호이스트를 만들어 적절한 의자에 앉아 출입이 가능하게 하며 도구 박스와 부품 박스도 혹에 부착하여 들고 내리는 직무를 생략할 수 있게 설계					
개선효과		• 허리, 목, 어깨의 근골격계질환 예방					

순위	59.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	보조도구
개선전				개선후			
							
작업명		• 샤시라인-차량 하부 부품 조립 작업					
작업내용		• 차량의 하부에 부품조립 작업 시 발판 위에서 작업해야 적절한 자세를 다소나마 유지할 수 있음에도 서브작업을 위해 발판 위가 아닌 돌출된 레일바닥에서 조립작업 실시					
부담요인		• 부적절한 작업방법 및 자세로 과도한 팔뻗침 및 손목 꺾임 발생 • 간헐적으로 뒷꿈치를 드는 동작					
개선내용		• 작업발판 위에서 작업할 수 있도록 발판을 연장 • 작업에 지장을 주는 레일을 바닥보다 약간 낮게 하여 작업자의 발디딤이 안정될 수 있도록 조치					
개선효과		• 안정된 작업자세로 작업 • 경건완장해 예방					

순위	60.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	운반구
개선전				개선후			
							
작업명		• 부품 검사 작업					
작업내용		• 적재된 박스에 담겨있는 부품을 검사하는 작업					
부담요인		• 부적절한 자세					
개선내용		• 높낮이 조절용 작업대가 있는 이동 대차 사용					
개선효과		• 검사 시 작업 높이를 조절하여 허리 부담을 줄일 수 있음					

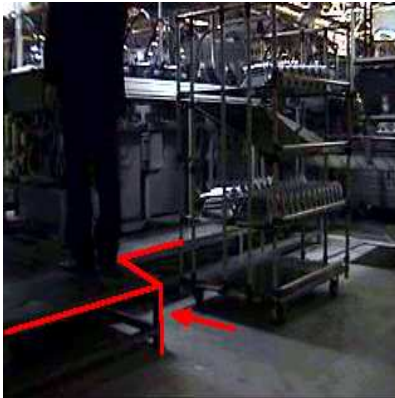
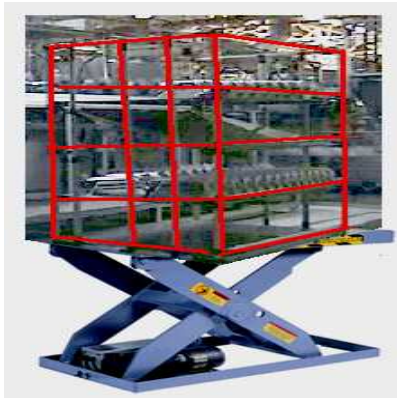
순위	61.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	인양설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 후처리 작업					
작업내용		• 18kg 소재를 인력으로 팔레트에 적재하는 작업					
부담요인		• 부적절한 자세 • 과도한 힘					
개선내용		• 중량물 이송용 에어발란서 장비 설치					
개선효과		• 작업 부담 제거 • 근육통 감소					

순위	62.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	작업방법
개선전				개선후			
							
작업명	• 히터라인-코아조립 작업						
작업내용	• 왼손으로 작업자의 오른쪽에 위치한 작업물을 집는 자세로 작업 • 컨베이어까지의 거리가 100cm로 멀고, 코아가 중간에 위치해 작업 시 불편						
부담요인	• 부자연스런 자세 반복						
개선내용	• 작업물을 작업자의 왼쪽에 놓고 작업물을 상자에 넣어 그 상자를 작업자의 방향으로 기울여 작업을 개선 • 그림과 같이 코아와 부품의 위치를 변경						
개선효과	• 팔의 근골격계질환 예방						

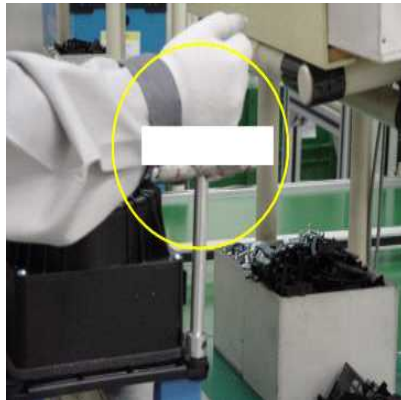
순위	63.	업종	조선업	직종	용접원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 의장 제작-용접 작업					
작업내용		• 특수하게 고안된 무인형 용접기를 사용해 용접 • 무인형 용접기는 고정용이 아니라 주로 들고 용접하는 방식이며 바닥의 형태가 원판, 삼각형, 사각형으로 이루어져 균형이 맞지 않음					
부담요인		• 부적절한 작업자세 • 반복성 및 무리한 힘 • 한 손이 어깨 위로 올라가며 허리와 목이 옆으로 구부러짐					
개선내용		• 바닥 받침은 삼각형 또는 오각형의 다리 형태로 제작 사용 • 지지대는 경량 재질인 알루미늄 합금을 사용하여 제작하고 손잡이가 부착되도록 고안					
개선효과		• 접촉스트레스 예방 • 근골격계질환 예방					

순위	64.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	인양설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 배관제작-철판보강재 운반 작업					
작업내용		• 선체블럭에 필요한 철판보강재를 샤링기로 절단해 인양 및 운반					
부담요인		• 부적절한 작업자세 및 무리한 힘 • 철판보강재를 인력으로 들어 운반 시 허리굽힘 및 비틀 발생 • 보강재 취급시 철판 모서리에 손바닥이 자주 접촉					
개선내용		• 인력작업을 전기자석식 호이스트나 차량을 이용하여 운반 • 적재물이동시 떨어뜨림으로 인한 상해방지용 원형 핸들 부착 사용 • 접촉스트레스를 줄일 수 있는 손보호구 착용					
개선효과		• 안정된 작업자세 유지 • 경건완 장애 예방					

순위	65.	업종	조선업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 선행도장-선체블럭 붓 도장 작업						
작업내용	• 부두에서 선체블럭의 내외벽 또는 모서리 부분을 붓 도장하기 위해 블록 위에 서서 또는 앉아서 작업						
부담요인	• 부적절한 작업자세 및 반복성 • 블럭 내외벽 모서리 도장시 붓의 형태가 “ㄱ”자형으로 손목격임 발생						
개선내용	• 도장붓의 손잡이 형태를 “—”자형 등 용도에 따라 다양하게 마련 • 도장방식을 붓칠하는 방식에서 뿌리는 스프레이 방식으로 변경 • 작업자세 안정성 유지를 위해 무릎 및 팔꿈치 보호대 지급						
개선효과	• 안정된 작업자세 유지 • 경건완 장애 예방						

순위	66.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	적재설비
개선전				개선후			
							
작업명		• 히터라인- 공기 누설 검사 작업					
작업내용		• 리크 테스터기 측면으로 32cm의 발판이 전체적으로 사용되고 있으므로, 외부 코아 입고 시 발판의 높이와 코아 대차 간의 높이가 맞지 않음					
부담요인		• 허리굽힘					
개선내용		• 유압식 높이조절장치 설치					
개선효과		• 허리의 근골격계질환 예방					

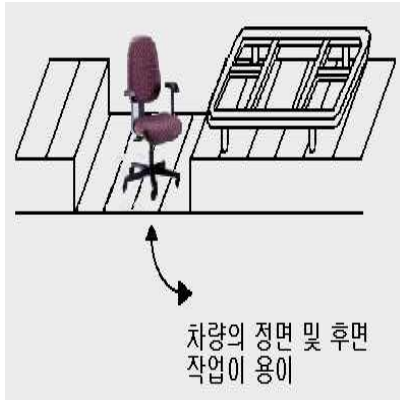
순위	67.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	방법
개선전				개선후			
							
작업명		• 조립라인-본체 마운팅 작업					
작업내용		• 앉아서 사이드 스텝을 두 명이 들고 조립 • 임팩트 공구를 한 손으로 들고 작업을 반복 수행					
부담요인		• 허리의 굽힘 및 비틀 동작 발생 • 손목 및 팔에 피로누적					
개선내용		• 사이드 스텝 조립은 서서 조립하도록 작업 변경 (작업대 및 바닥을 충분히 파서 작업자의 팔꿈치 위치에서 작업토록 조치) • 임팩트 공구(2.6kg)는 경량으로 교체하거나 밸런스를 사용하여 작업부하 감소					
개선효과		• 허리와 팔, 손목의 근골격계질환 예방					

순위	68.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 부상 삽입					
작업내용		• 손으로 부품을 눌러 삽입하는 작업					
부담요인		• 반복작업 • 부적절한 자세					
개선내용		• 작업에 맞는 수공구 보급					
개선효과		• 손목 비틀림보호 및 손가락 보호					

순위	69.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	수공구
개선전				개선후			
							
작업명	• 자재 인출 작업						
작업내용	• 박스에 담겨 있는 부품을 꺼내는 작업						
부담요인	• 부적절한 자세 • 반복 작업						
개선내용	• 롤러 자재랙을 사용						
개선효과	• 자재를 꺼낼 때 어깨/허리 부담 감소						

순위	70.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
							
작업명	• 에바라인-누설 검사 작업						
작업내용	• 에바 누설검사 작업						
부담요인	• 테스터기가 그림과 같이 설계되어 있어 허리를 과도하게 굽히거나 물리적인 접촉스트레스 유발						
개선내용	• 테스터기를 그림처럼 밑으로 45도 이상 내려가도록 설계						
개선효과	• 허리의 근골격계질환 예방						

순위	71.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	치공구
개선전				개선후			
							
작업명		• 조립라인- 본체 마운팅 작업					
작업내용		• 작업의자에 앉은 자세로 두 발을 지면에 지탱한 채 작업 • 오른쪽으로 기울어져 있어서, 오른발 쪽으로 무게중심이 이동					
부담요인		• 작업점이 차량의 하단부이므로 허리의 굽힘 및 비틀 동작 발생 • 목의 굽힘 및 비틀 동작 발생 • 부자연스런 자세 반복					
개선내용		• 반복빈도를 낮추거나 휴식시간의 간격조절 • 차체를 기울여 작업자의 허리 및 목의 굽힘과 비틀 동작 제거 • 공구와 부품상자의 좌판높이를 무릎 높이까지 올림					
개선효과		• 허리와 목의 근골격계질환 예방					

순위	72.	업종	기계기구제조업	직종	제조관련단순종사원	구분	설비
개선전				개선후			
				 차량의 정면 및 후면 작업이 용이			
작업명		• 샤시라인-바디조립 작업					
작업내용		• 컨베이어로 인한 작업영역의 제한 및 공구나 부품의 교체를 위해 이동작업					
부담요인		• 부자연스러운 자세 • 허리 굽힘 및 팔 뻗침					
개선내용		• 컨베이어 상 독립된 받침판을 제작하여 작업자의 접근 용이 • 컨베이어 발판과 작업장 바닥 수평 • 작업자 1인당 개인 공구함(운반대차형) 지급					
개선효과		• 작업자세 안정					

근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구

VI. 결론과 제언

.....

VI. 결론과 제언

근골격계부담작업 유해요인조사 제도가 시행된 이후, 산업현장에서는 근골격계 부담작업에 대한 이해와 관심은 매우 높아졌다. 그러나 그러한 관심은 주로 산업재해로서의 근골격계질환 승인 여부 등에 집중되어 있고 상대적으로 부담작업에 대한 개선 노력은 소홀하였다.

그러한 이유 중의 하나는 산업현장의 근골격계질환 개선에 비용이 크게 소요되거나, 혹은 개선을 위한 투자 의지는 있으나 적절한 방법을 찾지 못해 못하는 경우가 많았다. 실제 정기 유해요인조사의 다음 주기가 3년 뒤에 도래했을 때에는 현장이 전혀 안 바뀌는 경우도 자주 관찰된다.

이에 본 연구에서는 산업현장에서 개선활동을 하려고 했을 때, 개선 방안을 적절하게 수립하고 실행하는 데 참고하기 위한 우수 개선사례를 선별해 제시하고자 했다. 다양한 산업현장이나 과거의 유해요인조사 관련 문서 등으로부터 120여 개의 광범위한 개선사례를 수집한 후, 1차 선별한 후 그 중 72개 사례에 대한 전문가들의 평가가 이루어졌다.

평가 결과 30개의 우수사례가 제시되었다. 여기에 선정된 사례에는 수공구, 치공구, 운반구, 인양설비 등 다양한 방법의 개선사례 등을 포함하고 있으며 다른 분야로의 파급효과와 적용 가능성이 매우 큰 것들로 이루어져 있다.

본 연구의 내용을 기초로 근골격계부담작업 우수 개선사례집을 제작해 산업 현장에 배포한다면, 기업들의 유해요인조사 시 개선계획 수립과 실천에 큰 도움이 될 것이다.



참고문헌

- 김지은, 문덕환(2010). 호텔업종사자의 근골격계부담작업 특성과 근골격계유병률. 한국직업건강간호학회지, 19(2), 190-204.
- 김진영 등(2010). 백화점/대형할인매장 종사자의 근골격계질환 특성 분석 연구. 대한인간공학회 2010 춘계 학술대회발표논문집.
- 김철홍, 윤훈용, 문명국(2007). 직종별 작업종류별 근골격계질환 예방관리 매뉴얼 개발Ⅳ. 안전보건연구원.
- 김현호 등(2009). 선박건조 및 수리업에 대한 근골격계질환 특성 분석. 대한인간공학회 2009 추계 학술대회 발표논문집, 95 - 99.
- 문명국, 장안석, 전지인, 조혜연, 최재열, 김철홍(2018). 지하철 산업의 근골격계질환 현황과 작업 개선에 관한 연구. 대한인간공학회 학술대회논문집, 158-158.
- 박재희 등(2014). 근골격계부담작업 유해요인조사 감독 매뉴얼 개발. 안전보건연구원.
- 박희석, 오선경(2006). 저유소 중량물 들기작업으로 인한 근골격계질환. 대한인간공학회 학술대회논문집, 50-53.
- 백승렬 등(2007). 국내 상용자동차 제조 사업장의 근골격계질환 실태와 개선에 관한 연구. 대한인간공학회 학술대회논문집, 314-318.
- 유찬영 등(2010) 근골격계질환자 다수 발생 10개 업종 특성 분석 및 예방사업 제안.
- 최지우, 이상희.(2009). 근골격계질환 발생 다발업종에 대한 산업재해 발생특

성 분석. 대한인간공학회 학술대회논문집, 83-88.

통계청, 제6차 한국표준직업분류 개정(KSCO-6), 2007.

한국산업안전보건공단(2011), 요양보호직종 근골격계질환 예방 매뉴얼.

한국산업안전보건공단(2015), 물류직종 작업안전가이드.

한국산업안전보건공단(2019). 불편하고 힘든 작업 개선을 위한 바로 가이드(마트종사자).

한국산업안전보건공단(2019). 불편하고 힘든 작업 개선을 위한 바로 가이드(건물건설업).

한국산업안전보건공단(2021), 사업장 보건관리 우수사례 발표대회.

Abstract

A Study on Improvement Cases by Industry for the Prevention of Work-related Musculoskeletal Disorders

Objectives : In Korea, musculoskeletal disorders have been steadily increasing in recent years and show the largest proportion of occupational diseases. However, the improvement activities of companies to alleviate this problem were limited or ineffective. For this reason, there are cases where companies are insufficient in their investment to prevent musculoskeletal disorders, or they cannot find an appropriate improvement plan even if they try to invest. Therefore, this study was carried out to collect examples of effective improvement activities for musculoskeletal burden work so far and to prepare data for disseminating them as best practices.

Method : In order to select excellent improvement cases, improvement cases were collected from safety and health managers at industrial sites. In addition, the existing report on hazard factors of musculoskeletal burden work and the report of the best improvement case contest were referred. Out of about 120 improvement cases, 100 cases were initially selected, and 72 best cases were selected after evaluation of these cases by experts on 4 items: creativity, specificity,

feasibility, and spreadability.

Results : 100 improvement cases including 72 best cases were arranged in order of score. Each improvement case was classified by industry, occupation, and improvement area. The organized contents include pictures before and after improvement, and the contents of the work and harmful factors, the contents of improvement and the effect of improvement are summarized.

Conclusion: In this study, we finally selected 72 excellent improvement cases from 100 improvement cases. If these excellent practice booklet is produced and distributed to industrial sites, it will be of great help to the improvement activities of the musculoskeletal disorder prevention in industrial sites.

Key words : WMSD, Musculoskeletal burden work, Improvement cases,
Ergonomics

연구진

연구기관 : (사)대한인간공학회

연구책임자 : 박재희 (교수, 한경대학교)

연구원 : 이경선 (조교수, 강원대학교)

연구원 : 모승민 (조교수, 오산대학교)

연구보조원 : 유지원 (학부생, 한경대학교)

연구보조원 : 추지원 (학부생, 강원대학교)

연구상대역 : 박영중 (대리, 산업안전보건연구원)

연구기간

2022. 04. 28. ~ 2022. 10. 31.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

연구제목

(2022-산업안전보건연구원-569)

발 행 일 : 2022년 10월 31일

발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아

연구책임자 : 한경대학교 교수 박재희

발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 052-703-0859

팩 스 : 052-703-0335

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 978-11-92138-84-8

공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체

근골격계질환 예방 개선 사례집

안전을 위한
우리를 **We**한



목록(contents)

I. 사업장 근골격계 질환	3
- 근골격계질환 관리	4
- 작업개선 방안	9
- 개인보호구 등의 공학적 개선 사례	12
II. 작업·업종·직종별 우수 개선사례	22
- 개선사례 목록(30건)	23
III. 해외 우수 개선사례	39
- 해외 우수 개선사례 목록(8건)	40

사업장 근골격계 질환



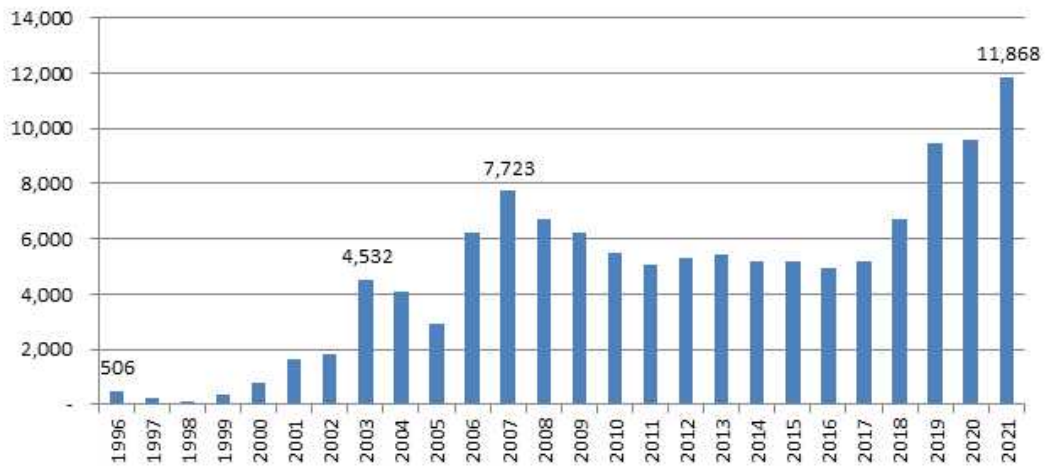
근골격계질환 관리

근골격계질환 발생 현황

근골격계부담작업은 1996년 처음으로 산업재해 통계보고서에 별도의 업무상 질병으로 506명이 집계되었다.

2000년대 초 사회적 이슈와 함께 2003년 근골격계질환자는 4,532명으로 급격히 증가하였다.

2007년 7,723명으로 정점을 찍었던 근골격계질환자는 근골격계부담작업 유해요인 조사의 실시에 따라 감소해왔으나 최근 들어 다시 급격히 증가해 2021년 11,868명을 기록하며 처음으로 1만명 넘게 발생하였다(그림 1).



[그림 1] 연도별 근골격계질환자 발생 현황

업종별, 직종별 근골격계질환 발생 현황

근골격계질환자가 많이 발생하는 업종을 파악하기 위해 안전보건공단에서 발행한 산업재해현황분석 보고서의 업종별 분류체계와 2019-2021년도 3년 사이에 발생한 근골격계질환자에 대한 분석을 수행하였다(〈표 1〉).

한국산업분류체계를 기준으로 제조업과 기타산업은 중분류 기준, 나머지 광업, 건설업, 임업, 어업, 농업 등은 대분류 기준으로 분석한 결과 자동차와 자동차부품 제조업이 포함된 기계기구·금속·비금속광물제품 제조업이 17.8%로 가장 높았다.

다음으로 건설업 16.2%, 도소매·음식·숙박업 13.0%, 선박건조 및 수리업 10.4% 순으로 높았다. 4개 업종에서 전체의 과반이 넘는 57.4%의 질환자가 발생한다는 것을 알 수 있다.

업종과 별도로 직종별 발생빈도도 파악하기 위하여, 근로복지공단에서 제공한 2019-2021년 3개년 동안의 근골격계질환자 중 직종 분류가 이루어진 21,435명을 대상으로 분석하였다(〈표 2〉).

직종 기준 가장 많이 근골격계질환이 발생한 직종은 제조관련 단순 종사원으로 전체의 17.1%를 차지했다. 다음 건설 및 광업 관련 단순종사원이 11.0%, 주방장 및 조리사가 6.3%, 용접원 5.9% 순으로 나타났다. 청소원 및 환경미화원도 4.1%로 높은 편이었다.

〈표 1〉 업종별근골격계질환자수(2019-2021)

	업종	명	%
1	기계기구·금속·비금속광물제품 제조업	5,489	17.8%
2	건설업소계	4,999	16.2%
3	도소매·음식·숙박업	4,024	13.0%
4	선박건조 및 수리업	3,224	10.4%
5	전문·보건·교육·여가 관련서비스업	2,405	7.8%
6	국가 및 지방자치단체의 사업	1,642	5.3%
7	시설관리 및 사업지원 서비스업	1,599	5.2%
8	운수·창고 및 통신업 소계	1,464	4.7%
9	화학 및 고무제품 제조업	1,451	4.7%
10	기타의 각종사업	1,143	3.7%
11	식료품 제조업	730	2.4%
12	광업소계	608	2.0%
13	전기기계기구·정밀기구·전자제품제조업	592	1.9%
14	섬유 및 섬유제품 제조업	326	1.1%
15	목재 및 종이제품 제조업	310	1.0%
16	수제품 및 기타제품 제조업	255	0.8%
17	금속제련업	131	0.4%
18	출판·인쇄·제본업	122	0.4%
19	의약품·화장품·연탄·석유제품제조업	89	0.3%
20	농업소계	89	0.3%
21	금융 및 보험업 소계	62	0.2%
22	임업소계	56	0.2%
23	부동산업 및 임대업	47	0.2%
24	전기·가스·증기·수도사업소계	21	0.1%
25	주한미군	15	0.0%
26	어업소계	11	0.0%
27	해외파견자	5	0.0%
		30,909	100%

* 음영 부분은 산업분류체계 대분류기준, 나머지는 중분류 기준

〈표 2〉 직종별근골격계질환자수(2019-2021)

	Code	직종	명	%
1	930	제조관련단순종사원	3,664	17.1%
2	910	건설및광업단순종사원	2,355	11.0%
3	441	주방장및조리사	1,348	6.3%
4	743	용접원	1,273	5.9%
5	799	기타기능관련종사자	1,173	5.5%
6	772	건설관련기능종사자	1,088	5.1%
7	941	청소원및환경미화원	878	4.1%
8	899	기타제조관련기계조작원	487	2.3%
9	921	하역및적재단순종사원	487	2.3%
10	832	화학·고무및플라스틱제품생산기조작원	383	1.8%
11	952	음식관련단순종사원	358	1.7%
12	442	음식서비스종사자	364	1.7%
13	842	도장및도금기조작원	338	1.6%
14	999	기타서비스관련단순종사원	346	1.6%
15	751	자동차정비원	319	1.5%
16	753	기계장비설치및정비원	321	1.5%
17	149	기타건설·전기및생산관련관리자	327	1.5%
		합계	15,509	72.5%

근골격계질환 예방 대책

근골격계질환 예방을 위해 사업장에서는 여러 노력을 시행하고 있으나, 실질적 개선이 안 이루어지는 경우도 많다

기술적 대책 수립과 이행이 미진한 이유는 기술적 대책 적용의 어려움이나 예산 부족 등의 문제도 있지만, 실제 개선 방법에 대한 아이디어가 부족한 경우도 많다.

따라서 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책 등에 대한 아이디어를 유사 작업 등에서 얻을 수 있다면, 사업장에서는 이를 활용한 작업 개선이 활발히 이루어질 수 있을 것이다.

근골격계 부담작업의 유해성이 높은 사업장의 개선 활동에 활용할 수 있는 우수 개선사례를 책자 등으로 제작 전파해, 우리나라 사업장의 근골격계질환 예방에 기여하는 것을 목적으로 두고 있다.

본 책자는 근골격계질환을 예방하는 공학적 개선대책을 중심으로 국내외 우수 개선 사례를 선별하여 근골격계질환 예방을 위해 현장 개선을 실시하려는 기업에 도움을 주고자 제작되었다.

작업개선 방안

개요

근골격계질환의 발생과 관련한 작업관련 유해요인으로는 과도한 근력의 사용, 불편한 작업자세, 과도한 반복동작, 장시간 작업, 진동 노출, 접촉 스트레스, 저온 노출 등이 있다.

근골격계질환의 예방이나 완화를 위해서는 이러한 작업상의 유해요인들을 낮추는 개선이 요구된다.

산업안전보건법 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제12장 근골격계 부담작업으로 인한 건강장해의 예방에 따라 근골격계 부담작업 보유 사업장은 3년마다 정기 유해요인조사를 실시하고 위험성이 높은 작업에 대해서는 작업 개선을 하도록 하고 있다. 작업 개선을 위한 방안은 크게 공학적 개선과 관리적 개선으로 나눌 수 있다.

공학적 개선은 작업대, 수공구, 기계설비 등에 적용하는 개선을 의미한다.

관리적 개선으로는 근골격계질환 예방 교육 실시, 근골격계질환 예방 체조의 실시, 작업 순환 근무나 전환 배치 실시, 작업 시간의 단축과 휴식 시간 증가 등을 들 수 있다.

그러나 유해요인조사를 실시한 후, 많은 사업장에서 근골격계 부담을 완하하는 작업개선을 실시하려고 하나 실제 많은 어려움을 겪으며, 전혀 개선을 못하고 다시 3년 조사 주기를 도래하는 경우도 많다.

이렇게 개선이 어려운 이유로는 첫째, 공학적 개선 등에는 기업이 어느 정도의 비용이 들게 되는데 경제적 어려움으로 투자를 못하는 경우가 있

다. 둘째, 개선 및 투자를 하려고 하나 적절한 개선 방안을 찾지 못하거나 확신이 없어서 못하는 경우가 있다.

이에 본 우수 개선사례집은 우선적으로 타 기업에서 모범적으로 개선된 사례를 찾아 그 내용을 소개함으로써 근골격계 부담작업에 대한 개선 활동을 하려는 기업에 도움을 주고자 하였다.

인간공학적 개선 우수사례를 통해 다양한 산업 분야에서 발생하는 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책, 유사 개선 공정 벤치마킹, 사례조사 등에 대한 현실적 아이디어를 공유하여 적극적인 작업 개선 활동을 도모할 수 있을 것으로 기대한다.

개선 활동 방법

근골격계 부담을 완화하기 위한 공학적 개선은 다양한 방법으로 이루어질 수 있지만, 큰 하나의 원칙은 작업장과 작업을 인간공학적(ergonomic)으로 설계하는 것이다.

인간공학적 설계의 대상은 보호구, 작업대, 의자, 수공구, 운반구, 설비 등 다양할 수 있으나, 이러한 것들을 인간의 신체 크기와 근력 사용에 적합하도록 설계하는 것이다.

공학적 개선 활동의 범주로는 <표 3> 과 같이 보호구, 의자, 작업대, 운반구, 이송설비, 인양설비, 자동화 등이 있다. 각각의 개선 방법과 사례 사진을 제시하였다.

이러한 범주에 근거해 본 우수 개선사례집의 사례들을 수집하고 분류하였다. 개선사례의 범주가 복합적인 경우 주가 되는 내용을 기준으로 분류하였다.

〈표 3〉 공학적 개선 사례

NO	구분	개선 방안	사례사진
01	개인보호구	관절보호구 지급	
02	개인보호구	방진장갑 지급	
03	개인보호구	착용형 로봇의 도입	
04	보조도구	피로방지매트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
05	보조도구	손목보호패드 지급	
06	보조도구	작업발판 설치	
07	보조도구	정비보드(크리퍼) 제공	
08	의자	착용형 방석의자 제공	

NO	구분	개선 방안	사례사진
09	의자	낮은 스툴(stool)형 의자 제공	
10	의자	입좌식 의자의 제공	
11	의자	이동 가능한 레일형 의자의 설치	
12	작업대	적절한 작업대 높이 조정	

NO	구분	개선 방안	사례사진
13	작업대	높이조절 가능한 작업대 제공	
14	작업대	하지 여유공간의 확보	
15	작업대	적절한 높이에 표시장치 (모니터)설치	
16	작업대	경사진 부품박스 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
17	수공구	수동공구 대신한 전동(공압)공구 의 사용	
18	수공구	인간공학적 수공구 설계	
19	수공구	인간공학적 수공구 설계 (편안한 자세 유지)	
20	수공구	에어밸런스를 이용한 수공구 지지	

NO	구분	개선 방안	사례사진
21	수공구	수공구 지지대의 설치	
22	치공구	작업과 자세, 근력을 고려한 지그의 개선	
23	적재대	적재함의 측면개방	
24	적재대	경사형 선반의 적재대 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
25	적재대	롤러형 적재대 설치	
26	적재대	유압실린더 덮개를 설치한 적재함 사용	
27	적재설비	상하조절용 리프트 설치	
28	적재절비	회전 가능한 리프트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
29	운반도구	손잡이가 설치된 박스	
30	운반도구	카트 등 운반구에 중하중용 광폭 캐스터(큰바퀴) 설계	
31	운반도구	높이조절 카트 제공	
32	운반도구	전동수레(카트) 제공	

NO	구분	개선 방안	사례사진
33	이송설비	컨베이어 제공	
34	이송설비	운반레일 설치	
35	인양설비	에어밸런스 설치	
36	인양설비	호이스트 설치	

NO	구분	개선 방안	사례사진
37	이동설비	고소작업대(차) 사용	
38	이동설비	전동카트 제공	
39	자동화설비	자동가공설비 도입	
40	자동화설비	자동이송설비 도입	

작업·업종·직종별 우수 개선사례

.....

〈개선사례 목록〉

구분	작업명	업종	직종	개선범주
1	맨홀 뚜껑 취급 작업	화학 및 고무제품제조업	기계장비설치및정비원	수공구
2	볼트 체결 작업	화학및고무제품제조업	제조관련단순종사원	치공구
3	부품 조립 작업	화학 및 고무제품제조업	제조관련단순종사원	수공구
4	스프링핀 조립 작업	화학및고무제품제조업	제조관련단순종사원	치공구
5	부품 체결 작업	화학및고무제품제조업	제조관련단순종사원	치공구
6	설비 보수 작업	기계기구제조업	기계장비설치 및 정비원	보조도구
7	용접 및 사상 작업	기계기구제조업	용접원	치공구
8	볼트 확인 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	보조도구
9	차량 제조 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	기계설비
10	차량 제조 자업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	수공구
11	자재 박스 인출 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	적재설비
12	부싱 삽입 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	수공구
13	부품 박스 운반 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	적재설비
14	부품 검사 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	운반설비
15	부품 장착 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	의자
16	볼트 조립 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	의자
17	패널 적재 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	인양설비
18	매연저감장치 조립 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	작업대
19	제품 조립 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	작업대
20	박스 포장 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	작업대
21	부품 운반 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	적재설비
22	부품 운반 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	적재설비
23	반제품 조립 작업	기계기구제조업	제조관련단순종사원	치공구
24	선체 하부 용접 작업	조선업	용접원	보조도구
25	철판 용접 작업	조선업	용접원	보호구
26	철판 절단 작업	조선업	용접원	의자
27	선체 용접 작업	조선업	용접원	이동설비
28	절단기 운반 작업	조선업	제조관련단순종사원	운반설비
29	조립용 지그 고정 작업	조선업	제조관련단순종사원	인양설비
30	원단 이송 작업	섬유 및 섬유제품제조업	제조관련단순종사원	인양설비

해외 우수 개선사례

.....

〈해외 개선사례 목록〉

	작업명	업종	회사	개선범주
1	항공기 조립작업	기계기구제조업	영국 A사	치공구
2	항공기 정비작업	기계기구제조업	미국 B사	보조도구
3	자동차 조립(실내)작업	기계기구제조업	독일 V사	설비
4	자동차 조립(샤시)작업	기계기구제조업	독일 V사	설비
5	철도 트랙 운반 작업	운수업	영국 N사	인양설비
6	화물 상하차 작업	운수업	일본 C사	보조도구
7	철근 운반 작업	건설업	일본 S사	인양설비
8	식품 재료 투입 작업	식품업	영국 T사	이송설비

1

1. 화학 및 고무제품제조업

〈수공구-1〉

기계장비설치 및 정비원의 작업환경 개선



- ▶ ▶ 130kg 이상의 맨홀 뚜껑 취급으로 신체적 부담 발생
- ▶ ▶ 직접 취급에 따른 손가락 말단 등 끼임 사고 우려

- ▶ ▶ 맨홀 개폐기 사용으로 끼임 등 위험요인 제거

맨홀 뚜껑 취급 작업의 개선효과

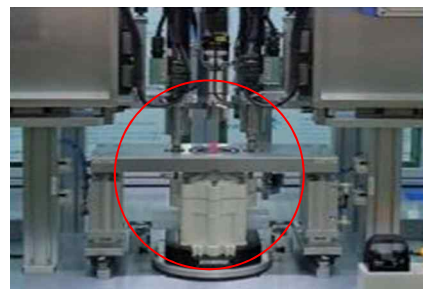
- ▶ 전신에 가해지는 부하량 감소
- ▶ 끼임 사고 예방

2

1. 화학 및 고무제품제조업

〈치공구-1〉

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 볼트를 조이는 반복작업에서 손과 팔에 피로 발생
- ▶ 작업시간이 길고 일정한 힘(압력) 조절 어려움

- ▶ 자동나사체결기(고정 지그 및 상하 자동 너트런너) 도입

*지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

*너트런너: 체결강도를 설정하여 고품질의 체결을 목적으로 하는 공구

볼트 체결 작업의 개선효과

- ▶ 조임 작업의 단순화
- ▶ 작업 시간 단축 및 휴먼에러 발생 최소화

3

1. 화학 및 고무제품제조업

〈수공구-2〉

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 근로자의 손목/어깨 근육에 무리가 발생



- ▶ 지그와 드릴 도구를 큰 힘없이 이동, 버튼으로 볼트 체결
- *지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

부품 조립 작업의 개선효과

- ▶ 전동공구 사용으로 육체적 부담 최소화
- ▶ 사용 편의성이 용이하여 작업 부하량 감소

4

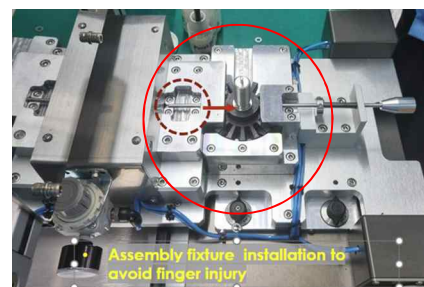
1. 화학 및 고무제품제조업

〈치공구-2〉

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 망치를 반복적으로 사용해 스프링핀을 체결
- ▶ 근로자의 손목/어깨 근육에 무리가 발생



- ▶ 제품 고정을 위한 지그와 스프링핀을 자동 체결
- *지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구
*스프링핀: 구멍 주변에 내압이 작용하여 이탈을 방지하는 핀

스프링핀 조립 작업의 개선효과

- ▶ 손목 및 어깨 등 근육 피로도 감소
- ▶ 손가락 부상 등의 위험요인 제거

5

1. 화학 및 고무제품제조업

〈치공구-3〉

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 조립하는 작업에서 손목과 어깨에 부담 발생
- ▶ 인력으로 부품을 조이므로 작업시간 증가



- ▶ 고정 지그를 제작(제품 고정, 자동 회전)

*지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

부품 체결 작업의 개선효과

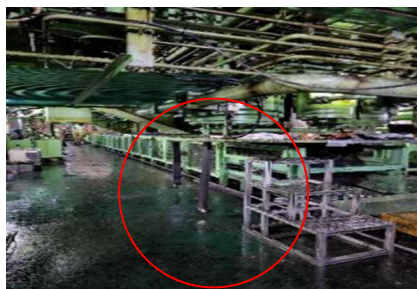
- ▶ 반복 동작 및 무리한 힘의 사용 제거
- ▶ 단순화 작업으로 작업시간 단축

6

2. 기계기구제조업

〈보조도구-1〉

기계장비설치 및 정비원의 작업환경 개선



- ▶ 바닥이 미끄러워 넘어짐 발생 위험
- ▶ 장시간 보수 업무 시 작업자 피로도 높음



- ▶ 컨베이어 측면(보수공간)에 피로방지매트 설치

설비 보수 작업의 개선효과

- ▶ 충격 흡수로 장시간 작업 시 피로도 경감
- ▶ 넘어짐 및 미끄러짐 사고 예방

7

2. 기계기구제조업

〈치공구-4〉

용접원의 작업환경 개선



- ▶ 허리굴곡 등 부적절한 작업 자세 발생
- ▶ 과도한 근력 사용



- ▶ 방향조절 가능한 지그설비 사용
- *지그설비: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조 설비

용접 및 사상 작업의 개선효과

- ▶ 작업자의 허리 굴곡 자세 제거
- ▶ 유연성 있는 작업 자세 조절

8

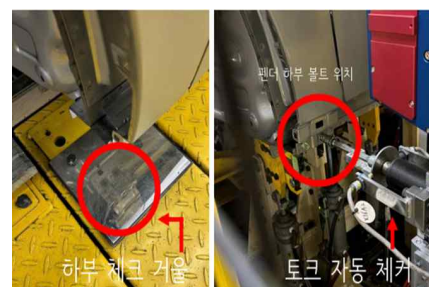
2. 기계기구제조업

〈보조도구-2〉

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 볼트 체결 확인을 위해 허리에 지속적 부담 발생
- ▶ 허리를 숙이는 자세가 공정마다 유지



- ▶ 육안으로 거울을 통해 볼트 체결 확인
 - ▶ 자동 점검기를 통해 하부볼트 양쪽으로 토크량 확인
- *토크: 물체에 작용하여 물체를 회전시키는 원인이 되는 물리량

볼트 확인 작업의 개선효과

- ▶ 작업자의 허리 굴곡 자세 제거
- ▶ 하부볼트의 자동체크(토크용)로 작동상태를 쉽게 파악

9

2. 기계기구제조업

<기계설비-1>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 접촉스트레스 및 부자연스러운 작업자세
- ▶ 작업자세 불안전, 전도 위험



- ▶ 차량과 동시 이동하는 컨베이어 부착형 발판대 설치
- ▶ 작업발판 표기(적색선)를 연장하여 허리굴곡 자세 제거

차량 제조 작업의 개선효과

- ▶ 작업자의 허리 굴곡 자세 제거
- ▶ 불안정한 자세 개선과 넘어짐 사고 예방

10

2. 기계기구제조업

<수공구-3>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 반복적 작업 발생
- ▶ 허리의 과도한 굽힘이 발생



- ▶ 에어밸런스를 사용해 이동 동작 제거
- ▶ 1인에게 집중되는 작업 부하 감소 위해 작업 재분배

차량 제조 작업의 개선효과

- ▶ 에어밸런스 사용으로 손목 및 허리 부하 감소
- ▶ 편하게 닿을 수 있는 공간에서 공구 사용

11 2. 기계기구제조업

<적재설비-1>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 자재랙의 부품박스 인출 시 허리 굴곡 등 불편한 자세 발생
- ▶ 자재박스를 밀거나 들 때 과도한 근력 사용



- ▶ 자재랙 하부에 롤러를 설치
- ▶ 자재 박스 이동이 용이해짐

*랙: 철제로 된 일종의 선반

자재 박스 인출 작업의 개선효과

- ▶ 박스 인출 작업시의 과도한 근력 사용 개선
- ▶ 자재랙 롤러로 자재박스 접근과 사용이 용이

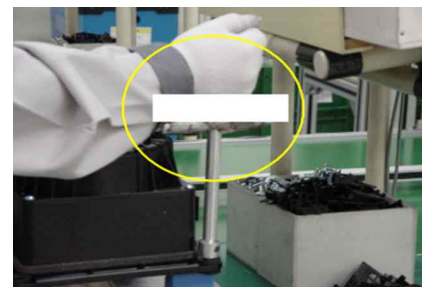
12 2. 기계기구제조업

<수공구-4>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 부상 삽입시 엄지 손가락의 접촉스트레스 발생
- ▶ 반복적 작업으로 인한 손목 부담



- ▶ 부상 삽입을 위한 전용 수공구 개발 사용

부상 삽입 작업의 개선효과

- ▶ 손가락 접촉에 의한 통증 및 손목 부담 감소
- ▶ 전용 수공구 사용으로 작업의 단순화

13 2. 기계기구제조업

<적재설비-2>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 중량의 부품박스를 인력으로 운반
- ▶ 허리 굴곡 등 부적절한 자세 발생



- ▶ 부품박스 하부에 리프트 설치
 - ▶ 부품박스 운반용 대차를 사용하여 대량운반 가능
- * 운반용 대차: 물건 따위를 옮겨 나를 때 사용하는 운반보조장치

부품 박스 운반 작업의 개선효과

- ▶ 부품박스의 높이 조절이 가능
- ▶ 운반용 대차 사용으로 대량 작업 용이

14 2. 기계기구제조업

<운반설비-1>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 부품박스 검사 시 부적절한 자세 발생
- ▶ 부품박스 검사 후 작업대 이동시 들기 작업 발생

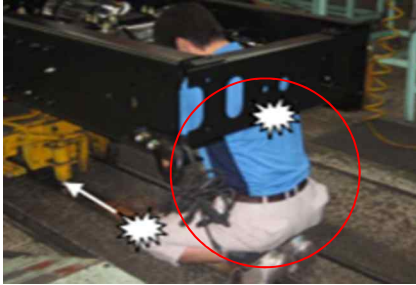


- ▶ 높이조절이 가능한 대차 사용
- ▶ 작업 완료 후 높이조절 운반대차에서 작업 수행 가능

부품 검사 작업의 개선효과

- ▶ 부품박스 운반 시 허리 굴곡 자세 제거
- ▶ 높이조절 운반대차 이용으로 작업공정 간소화

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 무릎 굴곡 등 부적절한 작업자세 발생
- ▶ 장시간 불편한 자세 유지



- ▶ 작업에 적절한 의자 제작 사용

부품 장착 작업의 개선효과

- ▶ 장시간 불편한(무릎 굴곡)자세에 의한 신체 피로도 개선
- ▶ 작업의 안전성 향상

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 쪼그린 자세로 볼트 조립 작업 수행



- ▶ 볼트 등의 부품이 보관 가능한 작업용 의자 개발 사용

볼트 조립 작업의 개선효과

- ▶ 무릎 굴곡 자세 등 불편한 작업 자세 개선
- ▶ 부품박스 겸용 작업의자 사용으로 생산성 향상

17 2. 기계기구제조업

<인양설비-1>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



▶ 패널을 들어서 적재함에 운반 시 과도한 근력 사용



▶ 운반용 전용 지그가 장착된 호이스트 제작 설치

*지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

*호이스트: 비교적 소형의 화물을 들어 올리는 장치

패널 적재 작업의 개선효과

- ▶ 중량물 부담 작업 최소화
- ▶ 허리 굴곡 자세 제거

18 2. 기계기구제조업

<작업대-1>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



▶ 중량물 운반과정에 팔과 손목에 부담 발생



▶ 부품을 조립위치까지 끌어서 이동시키는 작업대 설치

▶ 이송 작업대 중간부위에 미끄럼틀 형상을 구성

매연저감장치 조립작업의 개선효과

- ▶ 중량물(부품) 취급 작업환경 개선 및 작업 피로도 감소
- ▶ 조립 작업대 설치로 작업효율 향상

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



▶ 박스에서 부품 인출 시 손목의 굴곡 자세 발생

*굴곡: 신체부위 간의 각도가 감소하는 관절운동



▶ 부품 박스를 작업자 가까이 경사지게 설치

제품 조립 작업의 개선효과

- ▶ 부품 박스에서 부품 인출 시 작업 자세 개선
- ▶ 부품 조립 시간 단축

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



▶ 바닥에서 박스 포장 시 허리 굴곡 자세 발생



▶ 박스 포장 작업대를 설치

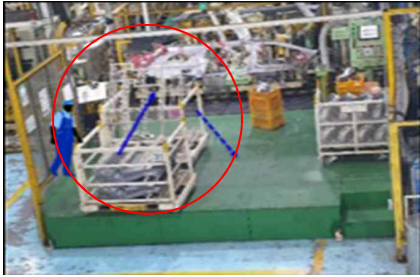
박스 포장 작업의 개선효과

- ▶ 박스 포장 시의 허리 굴곡 자세 최소화 작업자세 개선

21 2. 기계기구제조업

<적재설비-3>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 부품 적재 후 적재함과 작업대간 중량물 운반 거리 증가



- ▶ 작업장 바닥에 턴테이블 설치
- ▶ 턴테이블이 회전하여 작업환경 개선

부품 운반 작업의 개선효과

- ▶ 중량물 운반거리 최소화로 작업자 부담 감소
- ▶ 근골격계질환 및 부딪힘 위험요인 개선

22 2. 기계기구제조업

<적재설비-4>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 자재랙의 상부를 들어 올릴 때 과도한 근력 사용



- ▶ 자재랙에 에어실린더 설치
- *랙 : 철제로 된 일종의 선반
- *에어실린더 : 압축 공기로 직선 운동하는 기계 부품

부품 운반 작업의 개선효과

- ▶ 에어실린더를 이용하여 중량물 취급
- ▶ 목, 허리 등 굴곡 자세 제거

23 2. 기계기구제조업

<치공구-5>

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



▶ 고정형 지그 작업 시 손목,어깨,허리 등의 비틀림 자세 발생



▶ 360° 회전가능한 지그로 교체

*지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

반제품 조립 작업의 개선효과

▶ 회전용 지그 사용으로 비틀림 자세 위험요인 제거

24 3. 조선업

<보조도구-3>

용접원의 작업환경 개선



▶ 선체 하부 용접 시 목의 신전 자세 발생

▶ 좁은 하부 공간에서 장시간 정적 자세의 작업



▶ 하부 정비 보드(크리퍼)등 보조도구 이용

선체하부 용접 작업의 개선효과

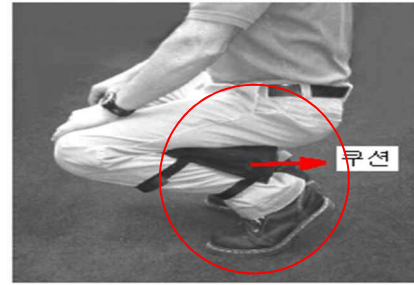
▶ 목의 부담 등 작업 피로도 완화

용접원의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 작업자세 및 반복성
- ▶ 허리의 과도한 측면 굴곡, 비틀림 발생

*굴곡: 신체부위 간의 각도가 감소하는 관절운동



- ▶ 쿠션형 보조도구 제공

철판 용접 작업의 개선효과

- ▶ 무릎과 다리 등의 피로 누적과 부담 완화

용접원의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 작업자세로 장시간 작업
- ▶ 무릎의 바닥면에 대한 접촉 스트레스 발생



- ▶ 낮은 스톨형 의자 제공

철판 절단 작업의 개선효과

- ▶ 무릎의 접촉 스트레스 감소

27 3. 조선업

<이동설비-1>

용접원의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 작업자세 및 제한된 공간
- ▶ 추락 등의 위험요인 발생



- ▶ 고소작업대를 이용한 작업

선체 용접 작업의 개선효과

- ▶ 작업 반경 및 작업 공간 확보
- ▶ 작업 긴장도 최소화

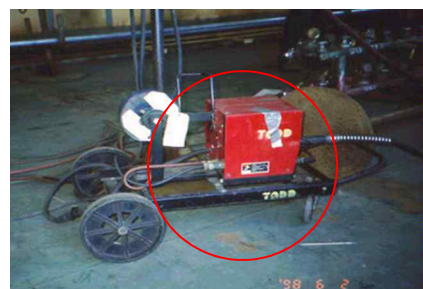
28 3. 조선업

<운반설비-2>

용접원의 작업환경 개선



- ▶ 산소절단기와 호스 등 중량물을 운반하며 작업



- ▶ 절단기 적재시 바퀴 달린 프레임 부착

절단기 운반 작업의 개선효과

- ▶ 바퀴 달린 프레임을 부착하여 중량을 취급

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 정적 작업자세 및 무리한 힘
- ▶ 몸통 굴곡 및 자세 발생



- ▶ 호이스트를 설치하여 지그 고정 작업이 용이

*호이스트: 비교적 소형의 화물을 들어 올리는 장치

조립용 지그 고정 작업의 개선효과

- ▶ 호이스트 등 기계설비를 이용하여 중량물 취급

제조관련단순종사원의 작업환경 개선



- ▶ 중량의 원단 운반시 과도한 힘 사용



- ▶ 에어밸런스 설치

*에어밸런스: 물품을 한 위치로부터 목적지까지 이송하는 장치

원단 이송 작업의 개선효과

- ▶ 에어밸런스를 이용하여 중량물 취급

1

1. 기계기구제조업

<치공구-1>

영국 A사의 작업환경 개선



- ▶ 과도한 중량의 지그로 인해 신체적 부담 발생
- ▶ 지그 고정 시 부적절한 작업자세 발생

- ▶ 경량의 지그 개발
- ▶ 부적절한 작업자세 개선

*지그: 기계가공에서 가공위치를 정하기 위한 보조용 기구

항공기 조립 작업의 개선효과

- ▶ 근골격계질환 부담 완화
- ▶ 작업시간 단축으로 생산성 향상

2

1. 기계기구제조업

<보조도구-1>

미국 B사의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 자세로 인해 상지 등의 근골격계 부담

- ▶ 작업자에게 상지 엑소스켈레톤 보급

*엑소스켈레톤: 작업자에게 기계적으로 힘을 더해주는 로봇 시스템

항공기 정비 작업의 개선효과

- ▶ 상지의 근육 피로도 감소
- ▶ 작업의 안정성 향상

3

1. 기계기구제조업

<설비-1>

독일 V사의 작업환경 개선



- ▶ 상지 근골격계 부담 작업
- ▶ 부자연스런 자세로 반복작업



- ▶ 작업자세 개선을 위해 기계작업의자를 제작하여 부담작업 개선

자동차 조립 (실내) 작업의 개선효과

- ▶ 허리, 목, 어깨 등의 상지 굴곡 자세 제거
- ▶ 작업 시간 단축

4

1. 기계기구제조업

<설비-2>

독일 V사의 작업환경 개선



- ▶ 목의 신전 자세 발생
- ▶ 상지 거상 작업 발생



- ▶ 자동차를 회전 할 수 있도록 설계하여 부적절한 자세 개선

자동차 조립 (샤시) 작업의 개선효과

- ▶ 근골격계부담 완화
- ▶ 작업 속도 향상

5

2. 운수업

<인양설비-1>

영국 N사의 작업환경 개선



- ▶ 과도한 중량물의 운반으로 근골격계 부담
- ▶ 운반시 끼임 등의 위험요인 발생

- ▶ 이동식 크레인과 레일 운반차 개발하여 사용

철도 트랙 운반 작업의 개선효과

- ▶ 근로자의 중량물 취급 작업 제거
- ▶ 작업의 위험요인 제거

6

2. 운수업

<보조도구-2>

일본 C사의 작업환경 개선



- ▶ 중량물 상하차 작업에 전신의 근골격계 부담

- ▶ 웨어러블 로봇(HAL) 도입으로 근골격계 부담 개선
- *웨어러블 로봇: 인간의 신체 기능을 향상 및 보조하는 로봇

화물 상하차 작업의 개선효과

- ▶ 전신에 가해지는 작업 부하량 감소

7

3. 건설업

<인양설비-2>

일본 S사의 작업환경 개선



▶ 철근 운반 시 과도한 힘 사용



▶ 로봇 암을 개발하여 철근 운반

철근 운반 작업의 개선효과

- ▶ 근골격계부담 완화
- ▶ 작업의 위험요인 감소

8

4. 식품업

<이송설비-1>

영국 T사의 작업환경 개선



- ▶ 부적절한 자세의 반복 작업
- ▶ 상지 근골격계 부담



▶ 컨베이어를 설치하여 재료의 이송 및 투입 가능
*컨베이어: 물건을 연속적으로 이·동운반하는 운반장치

식품 재료 투입 작업의 개선효과

- ▶ 중량물 취급 작업 제거