폐가전 재자원화 공정 생산성 향상방안 연구

| 리소스 |
윤영호, 이은빈, 서지형, 이진, 문보명
naaee0611@naver.com

01.
연구 개요 및 목적

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도

02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안

03 결론

04 참고문헌

◆ 연구 개요

◆ 연구 대상

친환경 자원순환 클러스터에서 폐 전자 제품의 1차 재활용을 담당하고 있는 회사로, 냉장고,TV,세탁기 등 모든 종류의 폐 전자제품을 해체, 분해, 파쇄 하는 회사

◆ 연구 목적

주 52시간 근로제도 시행으로, 인력 재배치 필요
따라서 이에 대한 대비 방안 필요

◆ 연구 과정

공정 현상 파악

공정을 세부적으로 촬영 및 자료 수집

공정 분석

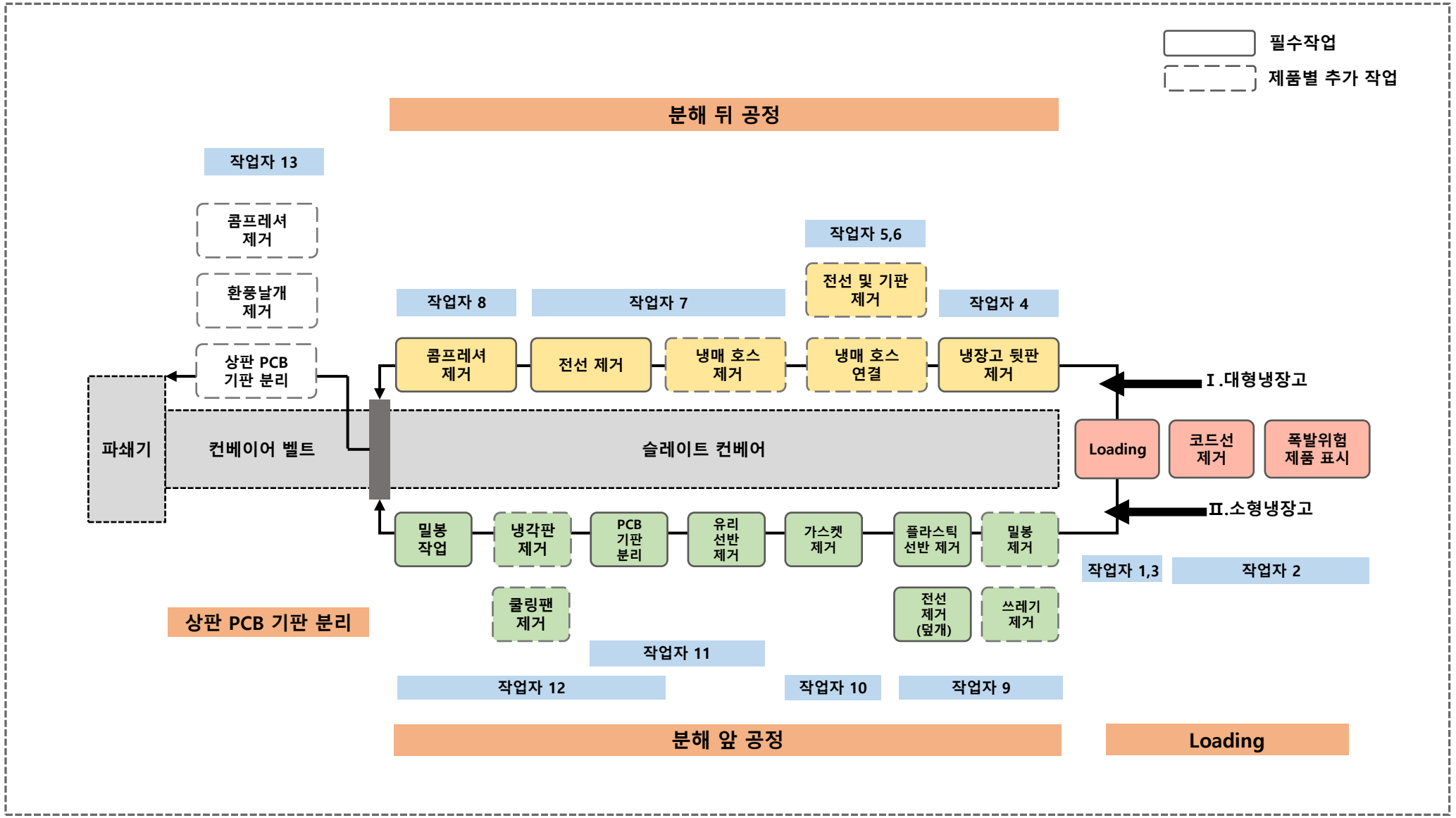
서어블릭 기호를 이용한 공정 별 작업 분석 및 평균 Cycle Time 측정

공정개선 제안

표준 시간 유휴시간 파악 및 공정 개선안 도출

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 냉장고 전처리 공정도



02.
연구
결과

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 공정분석 - Loading

- Cycle Time (작업자 1, 2, 3)

Ⅰ.Loading	평균시간(초)	표준편차	MAX	MIN
대형냉장고	50.54	23.11	108.50	18.20
소형냉장고	16.33	10.33	41.30	7.10

1-1. 적재된 냉장고 상에서 코드 선을 미리 제거 후 냉장고 옮기는 경우(작업자2)

1-2. 냉장고를 옮기는 작업 중 코드 선 제거하는 경우(작업자2)

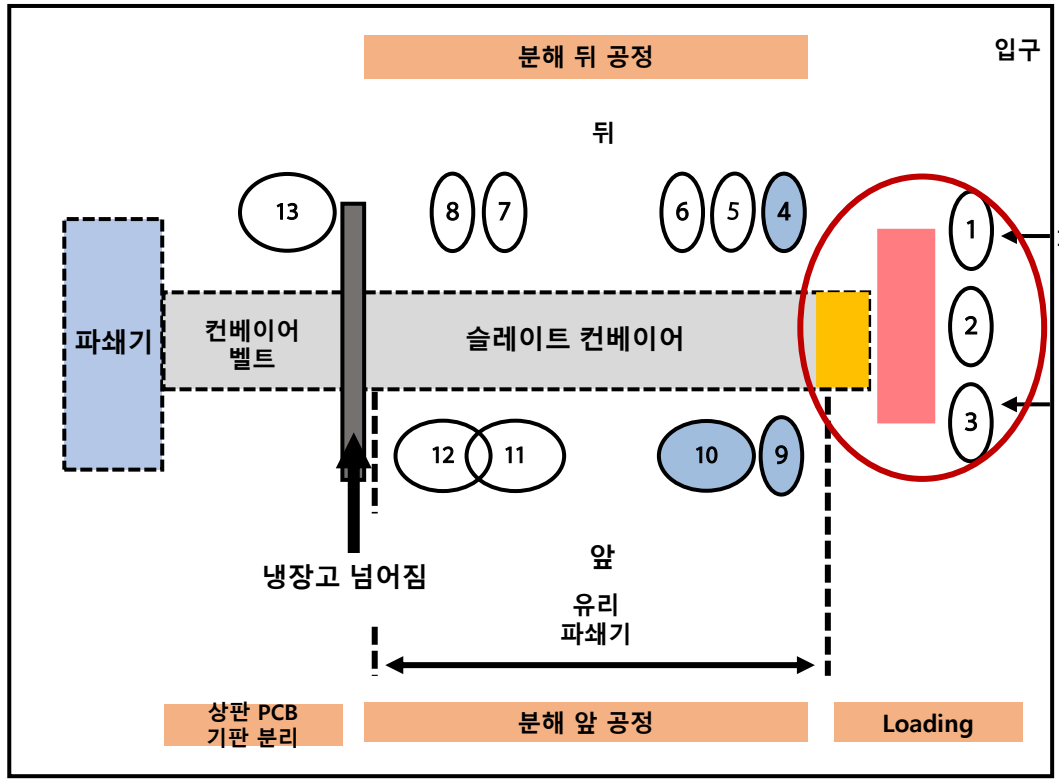
2-1. 수작업 하는 김치 냉장고의 경우(작업자3)

2-2.수작업 중 크기가 작은 냉장고의 경우(작업자3)

1	Max	62.50	냉장고 코드 선을 적재된 팔레트 위에서 미리 제거한 경우와 냉장고 옮기는 작업 중 코드 선을 제거하는 과정에서 시간의 편차 발생
	평균	33.10	
2	Max	26.60	수작업이지만 크기가 큰 냉장고는 팔레트 위에서 냉장고 내리면서 엎어지는 등의 이유로 시간의 편차가 발생
	평균	14.67	

◆ 공정분석 - Loading

◆ 문제점



13.13초 작업자 1, 작업자3의 세탁기 1대당 평균 작업 시간

23.73초 냉장고 1대가 다음 작업으로 넘어갈 때까지 걸리는 평균 시간

슬레이트 컨베어 위로 loding 작업 시 **10.60초**의 여유 시간 발생

Loading 파트에서의 작업자들의 냉장고를 옮기는 작업 시간이 슬레이트가 이동하는 시간보다 빠르기 때문에 여유시간이 발생

02.
연구
결과

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 공정분석 – 분해 (앞) 공정

- Cycle Time(작업자 9, 10)

Ⅱ. 분해(앞)공정	평균시간(초)	표준편차	MAX	MIN
대형냉장고	124.24	36.10	265.36	35.09
소형냉장고	88.87	27.34	190.01	32.80

1. 밀봉 된 냉장고 밀봉제거 작업 (작업자 9)

2. 내부 쓰레기 인한 추가 작업 발생 (작업자 9)

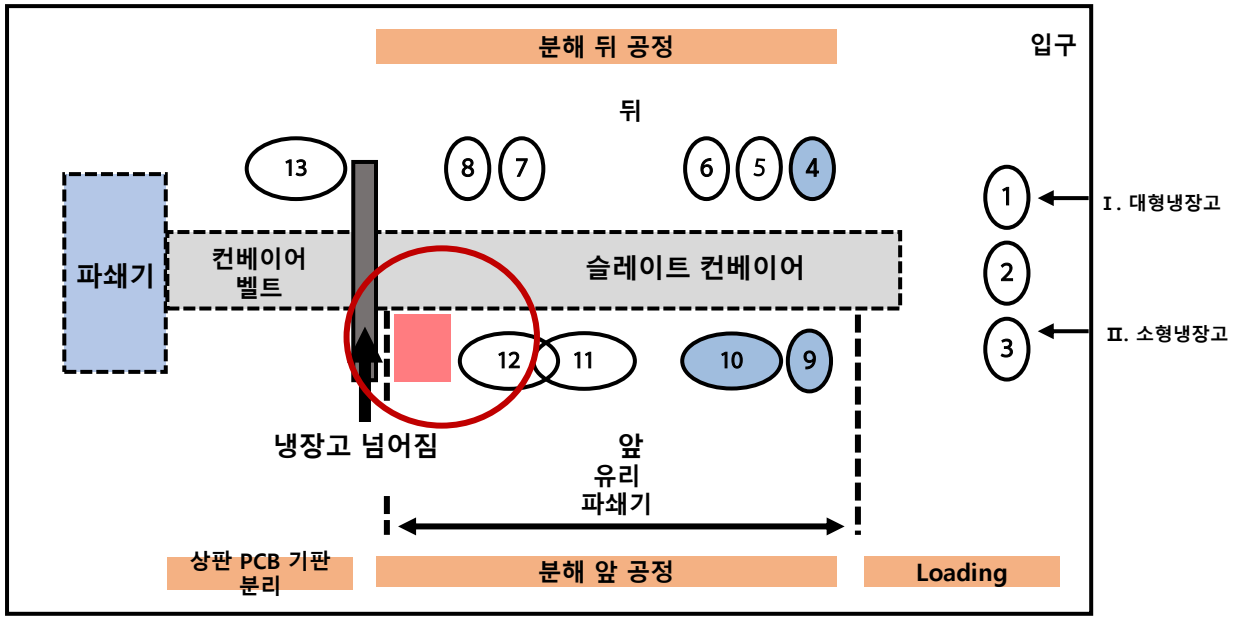
3. 쿨링팬의 유무에 따른 작업 (작업자 12)

4. 냉각판의 유무에 따른 작업 (작업자 12)

1	Max	12.50	냉장고가 밀봉이 되어 있는 경우 밀봉을 제거하고 작업을 진행하기 때문에 편차가 발생
	평균	6.74	
2	Max	7.50	냉장고 내부 쓰레기 / 전선 이 있는 경우 이를 제거 하기 때문에 시간 증가
	평균	4.07	
3	Max	39.12	쿨링팬이 있는 냉장고에 한하여 분해하기 때문에 냉장고 사이에 편차가 발생
	평균	18.78	
4	Max	49.22	냉각판이 있는 냉장고에 한하여 분해하기 때문에 냉장고 사이에 편차가 발생
	평균	23.56	

◆ 여유시간 발생 구간

◆ 분해(앞) 공정 여유시간



작업자 12와 냉장고를 눕히는 기계 사이 약 8대의 간격 동안 냉장고 작업 대기

냉장고 1대가 차지하는 공간의 시간은 23.73초이므로 분해(앞) 파트에서 **총 평균 186.44초의 여유 시간이 발생**

분해(앞 공정) 파트에서의 작업시간이 슬레이트 컨베이어의 속도보다 빠른 경우가 많기 때문에 뒤에 약 8대의 작업 완료된 냉장고들이 대기하고 있음

따라서 **작업자 2의 위험 표시 작업**은 냉장고 분해(앞) 공정에서도 가능하기 때문에 분해(앞) 공정 **작업자 11에게 할당 가능**

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 공정분석 – 분해 (뒤) 공정

- Cycle Time (작업자 5, 6, 7, 8)

Ⅱ. 분해(뒤)공정	평균시간(초)	표준편차	MAX	MIN
대형냉장고	180.40	10.85	231.48	139.51
소형냉장고	91.70	14.47	147.33	66.66

1. 냉장고에 따라 구성품의 개수가 차이 발생 (작업자 5, 작업자 6)

2. 위험 제품 표시된 냉장고는 작업 안함 (작업자 5)

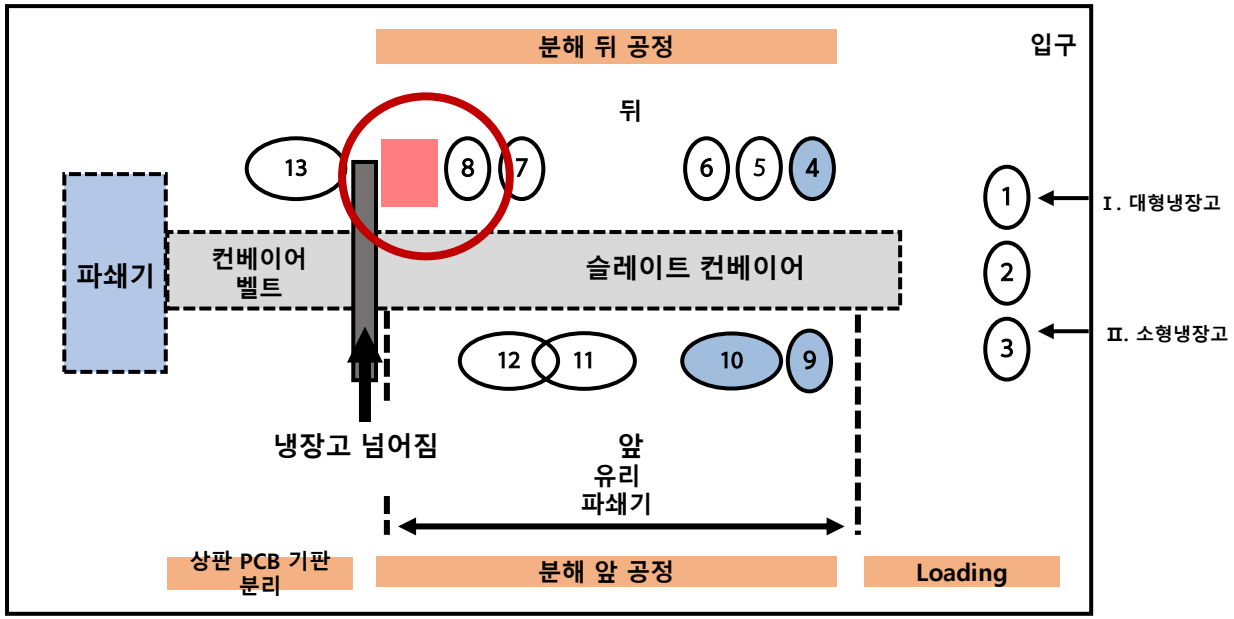
3-1. 콤프레셔 제거 시 플라이어 사용 (작업자 8)

3-2. 콤프레셔 제거 시 전동드릴 사용 (작업자 8)

1	Max	25.81	냉장고의 크기와 종류에 따라서 내부 구성품의 개수가 크게 차이 나기 때문에 내부 구성품을 제거하는 시간의 차이가 큼
	평균	15.30	
2	Max	25.16	위험 표시가 되어있는 R600은 공기 중에 비산되기 때문에 냉매 호스 연결 /제거 작업이 필요하지 않음
	평균	19.29	
3	Max	59.91	콤프레셔 제거 시 기종에 따라 전동드릴 및 플라이어 , 몽키스패너 등 작업 도구가 차이 발생
	평균	21.00	

◆ 여유시간 발생 구간

◆ 분해(뒤) 공정 여유시간



작업자 8과 냉장고를 눕히는 기계 사이 약 평균 3대의 냉장고 대기

냉장고 1대가 차지하는 공간의 시간은 23.73초이므로 **평균 71.19초의 여유시간 발생**

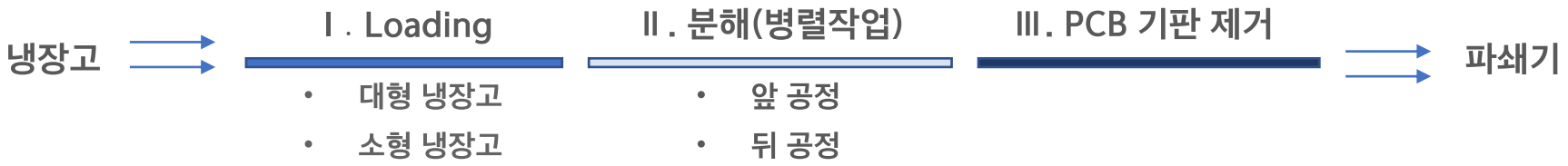
분해(뒤) 공정에서의 작업자 8의 작업 시간은 슬레이트 벨트의 시간보다 빠르기 때문에 평균 71.19초의 여유시간이 발생

따라서 **작업자 2의 코드 선 제거 작업**은 냉장고 분해(뒤) 공정에서도 가능하기 때문에 분해(뒤) 공정 **작업자 5에게 할당** 가능

02.
연구
결과

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 전체공정



• **대형 냉장고**

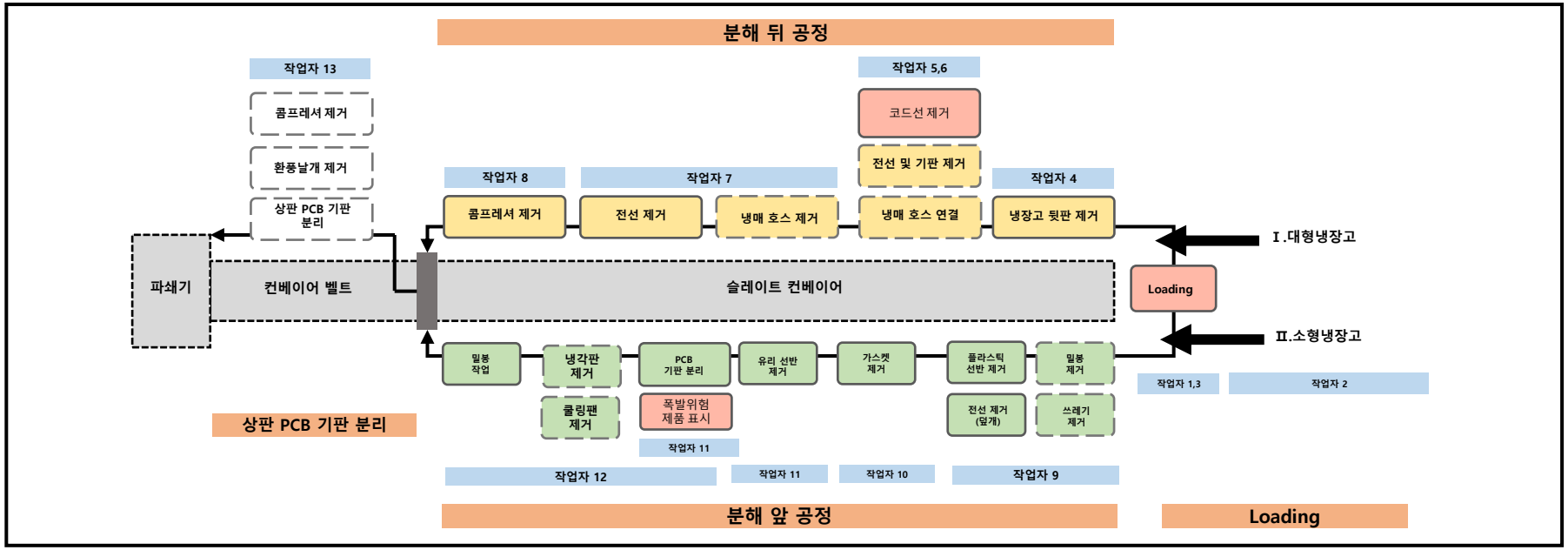
	Loading	분해(앞) 공정	분해(뒤) 공정	상판 PCB 기판 제거	Total Time
평균시간(초)	50.54	124.24	180.40	40.85	271.79
MAX(초)	108.50	265.36	231.48	43.20	**417.06**
MIN(초)	18.20	35.09	139.51	38.50	196.21
최대 허용 작업시간(초)	23.73	455		19.60	**498.33**

• **소형 냉장고**

	Loading	분해(앞) 공정	분해(뒤) 공정	상판 PCB 기판 제거	Total Time
평균시간(초)	16.33	88.87	91.70	28.29	136.32
MAX(초)	41.30	190.01	147.33	38.60	**269.91**
MIN(초)	7.10	32.80	66.66	20.80	94.50
최대 허용 작업시간(초)	23.73	455		19.60	**498.33**

※ 최대 허용 작업시간 = 한 냉장고의 '슬레이트 컨베어 + 컨베이어 벨트' 이동 시간

◆ 개선방안 1



- 작업자2의 작업
  - 작업자 2가 수행하는 작업으로는 위험 표시 작업과 코드 선 제거 작업
- 작업 분배
  - 작업 평균과 편차를 고려하여 작업을 분배
  - 코드 선 제거 작업을 **작업자 5**에게 분배 ➡ 작업자 2 인원 재배치 가능
  - 위험 표시 작업을 **작업자 11**에게 분배
- 결과
  - 작업자 5은 작업 평균 시간이 124.24에서 127.27으로 증가
  - 작업자 11은 작업 평균 시간이 180.40에서 183.03으로 증가

작업자 5	평균시간(초)	MAX(초)
개선 전 작업시간	124.24	265.36
개선 후 작업시간	**127.27**	**272.46**
최대 허용 작업시간(초)	455	

작업자 11	평균시간(초)	MAX(초)
개선 전 작업시간	180.40	231.48
개선 후 작업시간	**183.03**	**234.48**
최대 허용 작업시간(초)	455	

02. 연구 결과

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도

02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안

03 결론

04 참고문헌

◆ 개선방안 2

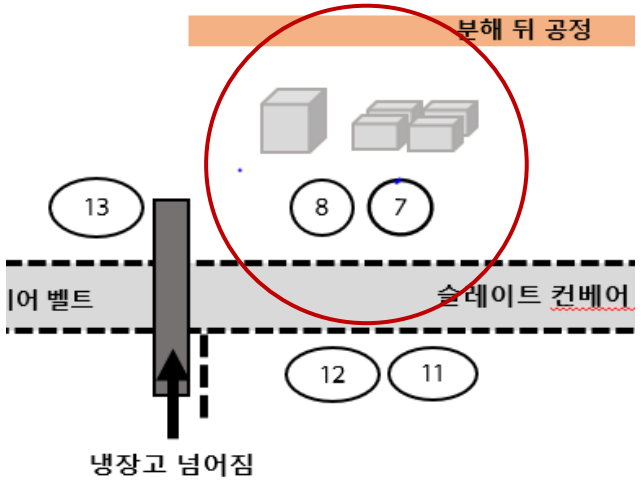
현재 냉장고 밀봉제거 시 칼을 가지러 가는 불필요한 동작 발생으로 인한 평균 4초의 시간 지연의 문제를 **공구 벨트를 지급**함 으로써 지연시간 단축

	평균시간(초)	MAX(초)
개선 전 작업시간	124.24	265.36
개선 후 작업시간	**120.49**	**259.36**
최대 허용 작업시간(초)	455	

02.
연구
결과

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 개선방안 3



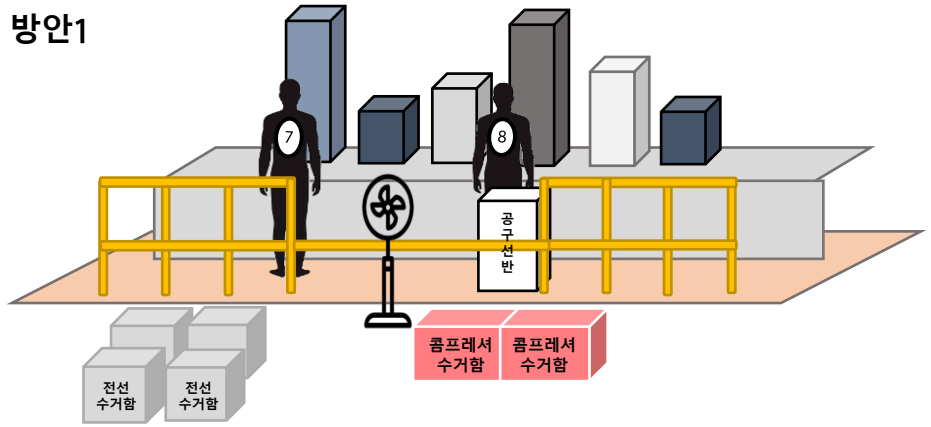
호스 제거하는 작업자 7의 경우,

제거한 전선들을 모아서 한번에 버리거나 비교적 분류하기 쉬운 위치에 수거함이 존재함

콤프레셔의 경우, 작업자 8이 두손으로 들어야하는 무게임에도 분류해야 하는 위치에 수거함이 존재함

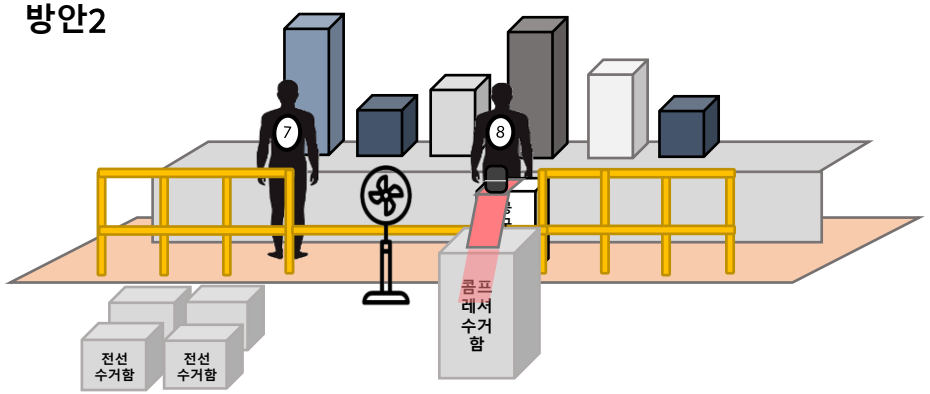
공정 진행에 지장은 없지만 작업자의 단순 반복 작업으로 인한 **근골격계 질환 발생** 가능

방안1



높은 콤프레셔 수거함을 낮은 수거함을 2개 배치함으로써 작업자의 단순 반복작업으로 인한 근골격계 질환 방지 가능

방안2



콤프레셔 수거함과 작업자 근처에 슬라이드 받침대를 놓아 팔의 이동을 최소화 작업자의 단순 반복 작업으로 인한 근골격계 질환 발생 가능성을 낮춤

03.
결론

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 결론

◆ 작업 소요 시간 파악 및 개선 사항

- 제품 별로 상이한 작업 동작으로 인해 각 공정마다 표준편차가 크게 나타남
- 분해(앞,뒤), 상판 PCB 기판 분리 공정의 **편차는 23.11, 10.85, 9.36**으로 크기 때문에 개선 불가능
- Loading 공정 **평균 10.60초** , 분해(앞) 공정 **186.44초** , 분해(뒤) 공정 **평균 71.19초의 여유시간**이 존재하므로 라인 밸런싱을 통한 작업자 수 조정

◆ 공정 개선 제안

- 분해(앞) 공정에 작업자 9와 작업자 12의 경우 공구 벨트 미착용으로 인한 동선 혼잡에 따른 부상 발생 가능 (**지연시간 약 4초**)
- **공구 벨트 착용 의무화**를 통해 이를 개선

◆ 작업 환경 개선

- 작업자 8이 수행하는 콤프레셔 제거 작업의 경우 **분류대의 높이로 인해 작업자의 단순 반복 작업으로 인한 근골격계 질환 발생 가능**
- 이를 해결하기 위해 분류대와 작업대 간에 이동거리를 최소화를 위한 **분류대 분리 / 중력 이동 장치 설치 요망**

참고 문헌

01 연구 개요 및 목적
- 연구 개요
- 연구 과정
- 냉장고 전처리 공정도
02 연구 결과
- 공정 분석
- 개선 방안
03 결론
04 참고문헌

◆ 참고문헌

- 작업관리
  저자: 박희석외 3인/한경사/2012.06.14.
- Niebel의 작업관리
  저자: Andris Freivalds /역자: 조문수/한경사/2014.02.27.
- 인간공학
  저자: 이관석 외2인/ 형설 출판사/2011.09.20.
- 통계학
  저자: 김진경 외 4명/ 자유아카데미/2015.08.10.
- 6시그마BSC
  저자: 프라빈 굽타/ 역자: 박성용 외2인/2005.05.28
- 생산성향상을 위한 제조공정 분석 및 진단 시뮬레이션
  금오공과대학교 산업대학원 산업공학과 이효식
- 근로시간 단축에 따른 터널 공사의 표준 공기 및 공사비 영향 문항
  한국건설 기술원/ 박태일 외 2명 2019.03.31
- 실시간 자료수집에 의한 표준시간 산정방법
  전남대학교 경영대학원 생산관리전공/김형열
- 고용노동부 공고 제2020-224호
- 소규모 작업장의 지게차 작업에 대한 휴먼에러 분석 사례연구
  한국교통대학교 글로벌융합대학원/하규철