

KOSHA GUIDE

Z - 35 - 2022

작업량 평가 지침

2022. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 한국안전문화진흥원

○ 제·개정 경과

- 2022년 12월 리스크관리분야 표준제정위원회(제정)

○ 관련규격 및 자료

- 안전보건경영시스템

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료 등에 관하여 최근 개정 본이 있을 경우 해당 최근 개정 본을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2022년 12월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

작업량 평가 지침

1. 목 적

작업량은 근로자 비 기술 역량 요소인 스트레스의 가장 큰 동인이다. 사업장의 생산성을 높이고 안전보건 사고를 사전 예방하기 위해서는 작업량은 근로자와의 합의 원칙에 따라서 운영되어야 한다. 사업장의 리더는 모든 작업을 표준화하고 과학화하여 분석하고 이를 기반으로 담당 근로자 또는 존재하는 경우, 근로자 대표와 작업량을 협의하는 프로세스를 수립, 실행 및 유지해야 한다. 본 지침은 이와 관련된 개념과 기법들에 관하여 안내한다.

2. 적용 범위

본 지침은 원칙적으로 산업안전보건법 제39조 제1항 제5호에 따라서, 인체에 과도한 부담을 주는 정상작업 및 비정상 작업에 의한 건강장해 예방을 준수해야 하고 또한 산업안전보건기준에 관한 규칙 제657조 유해 요인 조사를 실행해야만 하는 사업주에게 필수적인 지침이다. 아울러, 근로자의 비 기술 역량 강화를 담당하는 안전보건 경영 실무담당자 및 내부 심사원 그리고 안전 감독관에도 적용한다.

3. 용어의 정의

3.1 정상작업: 정상작업은 매일 같은 장소에서 같은 작업을 반복하는 작업이며, 작업조건, 작업 방법, 순서, 작업관리 등이 표준화되어 있다.

3.2 비정상작업: 비정상작업은 정상작업과 다르게 작업의 조건이 정상적이지 않은 상태에서 이루어지는 작업이다.

3.3 작업량(workload): 작업의 양을 수(number)로 표시한 것으로 정의된다.

3.4 과업(task): 근로자가 도달할 수 있는 1일 작업량으로 정의된다.

4. 작업량 측정을 위한 기본 개념

4.1 과학적 관리 원칙

4.1.1 과학적 작업 방식을 위한 작업량 측정 방식은 5단계로 이루어진다.

4.1.2 제1단계: 특정 작업에 능숙한 노동자 10에서 15명을 선발한다.

4.1.3 제2단계: 작업 동작을 세분화하고, 작업에 사용될 도구의 효율적 사용 방법도 분석한다. 서어블릭(therblig) 기호 분석 기법이 적용된다.

종류	기호	명칭	약호(영어명칭)	기호설명	내용
제 1 단계		①빈손이동	TE(Transport Empty)	빈 손바닥 모양	아무것도 없는 빈손의 이동
		②잡는다	G(Grasp)	물건을 잡는 모양	물건을 잡는다든지 또는 쥐어서 잡는 것
		③운반한다	TL(Transport Loaded)	손바닥에 올려놓은 모양	물건을 손등으로 이동시키는 것
		④위치결정	P(Position)	조립된 모양	다음 동작을 하기 위해서 위치를 맞추는 것
		⑤조립한다	A(Assemble)	영어 Use의 머릿 글자 모양	물건을 조립하거나 조립하는 것
		⑥사용한다	U(Use)	조립된 것으로부터 하나가 분리된 모양	공구 등을 사용하기 위하여 조작하는 것
		⑦분해한다	DA(Disassemble)	물건을 올려 놓은 손바닥을 역으로 한 모양	조립되어 있는 것을 분해하는 것
		⑧놓는다	RL(Release Load)	물건을 올려 놓은 손바닥을 역으로 한 모양	잡고 있던 것을 놓는 것
		⑨검사한다	I(Inspect)	편즈의 모양	대상물의 수량이나 품질을 검사하는 것

<그림 1> 서어블릭 동작 기호

4.1.4 제3단계: 초 단위 시계로 각 동작을 마치는 데 필요한 시간을 측정하고 분석해 ‘최적의 동작’을 발견해낸다.

4.1.5 제4단계: 부자연스럽거나 불필요한 작업 동작을 없앤다.

4.1.6 제5단계: 최적의 동작과 도구를 조합해 하나의 연속동작을 만들고, 이를 표준 작업방식으로 정한다.

4.2 시간 분석

4.2.1 시간 분석은 어떤 작업에 필요한 시간을 구하기 위하여 실제로 작업자의 작업을 관찰하여 스톱워치로 측정하는 방법을 말한다. 시간연구에서 측정된 결과가 적정 시간이 되고 표준시간이 되기 위해서는 작업 방법의 개선, 동작의 명확성, 작업조건의 표준화가 필수다.

4.2.2 시간 분석 과정

- (1) 직무를 요소작업으로 나눈 다음, 여러 주기에 걸쳐 스톱워치로 각 요소작업을 마치는 시간을 측정하고 기록한다.
- (2) 각 요소작업에 대한 평정(rating)을 결정한다.
- (3) 각 요소작업 별 관찰된 시간의 평균치에 평정 계수를 곱하여 정상시간 산출(예 : 관찰된 평균 시간이 1분이고 평정 계수가 120이라면 정상시간은 1.2분)

$$\text{정상시간} = (\text{관찰된 평균 시간} \times \text{평정 계수}) / 100$$

- (4) 각 요소작업의 정상시간을 더하여 총 정상시간을 구한 다음, 여기에 여유시간을 더하여 표준시간을 산출한다. 즉, 표준시간=정상시간+여유시간이다.
- (5) 여유시간이란 불가피한 지연, 피로회복을 위한 휴식, 개인적 시간(예 : 화장실 가기, 물 마시는 시간) 등을 뜻한다. 그리고, 여유시간을 정상시간의 일정률로 표시한 여유율(%)로 나타낼 때의 표준시간 공식은 아래와 같다.

$$\text{표준시간} = \text{정상시간} (1 + \text{여유율}(\%) / 100)$$

- (6) 여유율을 총근무시간의 일정률로 표시할 때의 표준시간은 아래와 같다.

$$\text{표준시간} = (\text{정상시간} \times 100\%) / (100 - \text{여유율}(\%))$$

4.2.3 워크 샘플링(work sampling) 시간 분석

이 기법은 작업자를 무작위로 관찰하여 특정 활동에 실제 소비하는 시간의 비율을 추정하고 이에 근거하여 시간 표준을 설정하는 기법으로 그 절차는 다음과 같다:

- (1) 연구대상 직무나 그룹 선정한다.
- (2) 작업자에게 분석 수행함을 알리고 작업자의 활동을 나열하면서 서술한다.
- (3) 필요한 관찰의 횟수 및 관찰 시점을 결정한다.
- (4) 작업자의 활동을 관찰, 평정, 기록한다.
- (5) 산출물의 단위당 정상시간을 산출한다. 여기서 실제 작업 중인 비율은 총 관찰횟수 중 실제 일을 하는 것으로 관찰된 횟수의 비율로 측정한다.

$$\text{정상시간} = ((\text{총 작업시간}) (\text{실제 작업 중인 비율}) (\text{평정 계수})) / \text{총생산량}$$

- (6) 산출물의 단위당 표준시간 산출을 한다.

$$\text{표준시간} = (\text{정상시간} \times 100\%) / (100 - \text{여유율}(\%))$$

(예)

사업장의 근로자 A에 대해 워크 샘플링 분석을 해보니 이 담당자의 실제 근무시간의 비율은 총 근무시간의 80%였으며, 평정 계수는 100%였다. 이 근로자는 8시간의 분석대상 근무시간 중 200단위의 작업을 처리하였다. 이 사업장은 총 근무시간의 10%를 여유시간으로 준다고 할 때 고객당 정상시간과 표준시간을 구하면?

$$\text{정상시간} = (480\text{분}) (0.80) (1.00) / 200 = 1.92\text{분/단위}$$

$$\text{표준시간} = (1.92) (100) / (100 - 10) = 2.13\text{분/단위}$$

(7) 워크 샘플링 법에서 표본 크기(관찰 횟수) 결정에 사용되는 공식은 아래와 같다.

$$n = \left(\frac{z}{E}\right)^2 P(1-P)$$

4.3 WF 분석(work factor 분석)

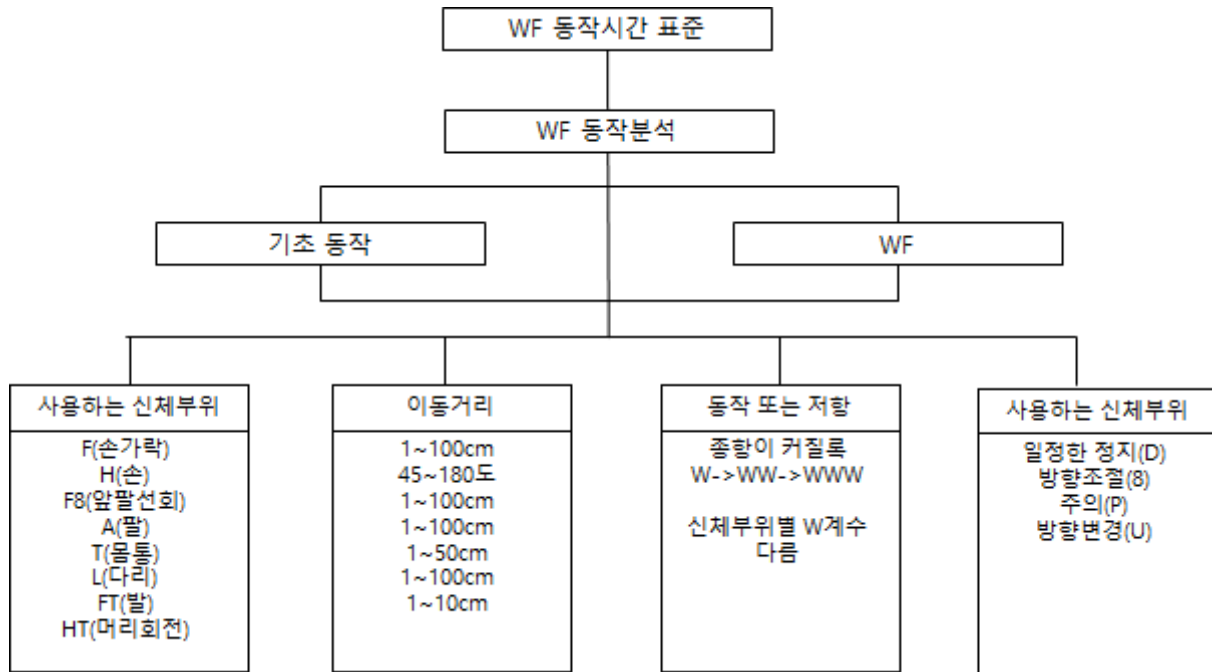
4.3.1 기본 과정

- (1) 인간이 하는 작업은, 그 작업의 구성요소인 동작을 하는 신체 부위, 동작의 크기, 동작을 제약하는 외적(外的) 조건에 따라, 동작에 소요되는 객관적으로 적정한 시간이 존재한다는 전제에서 비롯된다.
- (2) 우선 각 요소 동작마다 각 신체 부위별로 동작시간을 실제 데이터에 의해 제약요인과 관련지어 해석하고 시간표(예정표)를 만들어 둔다. 이때의 시간은 1분을 1만 WFU로 하는 WFU 단위로 표시된다.
- (3) 다음으로 실제 작업을 구성요소 동작으로 분해하여, 각 요소 동작마다 그 크기의 제약조건에 맞는 시간을 시간표에서 찾아내고, 합계로서 표준 작업시간을 얻는다.
- (4) 표준 요소는 10가지로 구성된다(<표 1> 참조).

<표 1> 작업 표준 요소

#	표준요소	기호	동작내용
1	이동	R	손이나 팔 등 신체부위의 위치를 바꿈
		M	물건을 이동시킴(또는 이동중에 유용한 일을 함)
2	잡는다	Gr	물체를 작업자의 컨트롤하에 두는 동작
3	놓는다	RI	물체에서 신체부위를 분리하는 동작
4	앞에 놓다	PP	다음 목적에 알맞게 물체의 방향을 바꾸는 동작
5	조립	Asy	2가지 물체를 조합 또는 정리하는 동작
6	사용	Use	공구 및 기계 등을 사용하는 요소
7	분해	Dsy	조립된 물체를 풀어내는 동작
8	정신작용	Mp	눈,귀,뇌 및 신경계통을 사용하는 요소
9	대기	W	대기, 높고 있는 상태
10	유지	H	물건을 들고 있거나 누르고 있는 상태

(5) 구성도는 다음과 같다.



<그림 2> MTM 분석

4.3.2 MTM(methods time measurement) 분석

- (1) 기본적으로는 WF분석법과 동일한 관점에서 실시되는 것이지만, 시간표에서 각 요소동작을 케이스(작업조건이 주는 곤란성)와 타입(상태·속도 등)에 따라 더 세분하고, 그 각각에 대하여 동작의 크기(거리·각도)마다 시간치(時間值)를 표시한다.
- (2) 시간치는 1시간을 10만 TMU로 하는 TMU 단위로 나타낸다. 이러한 기초자료는 필름에 담은 실제 작업에서 구해진다. 표준작업시간을 시간표에서 얻은 구성요소시간의 합성으로서 산출하는 점은 WF분석법과 같다.
- (3) MTM의 기본동작은 손·눈·신체동작으로 분류하고, 동작의 거리·중량·난이도나 목적물의 상태 등의 조건을 근거로 이를 기호화(記號化)하여 여기에 정해진 시간치를 적용시키도록 되어 있다(그림-4 참조).

<표 2> 동작분석

기본동작	정의	변동요인
운반 (M: Move)	목적물 또는 어느 구역에 손이나 손가락을 이동하는 동작	컨트롤의 필요정도 동작 Type 1, 2, 3 이동거리 중량 혹은 저항
회전 (T: Turn)	팔의 길이방향을 축으로한 회전 동작	회전각도 중량이나 저항
누름 (AP: Apply Pressure)	근육 힘을 가하여 대상물의 저항을 압도하는 동작	다시 쥘(Regrasp) 동작이 있는가에 따라 Case 1, 2로 나눔
잡음 (G: Grasp)	손가락이나 손으로 대상물을 쥐는 동작	대상물의 상태 대상물의 크기
정치 (P: Position)	대상물을 다른 물체와 결합시키기 위한 동작	맞춤 난이도 대칭성(대칭, 반대칭, 비대칭) 취급난이도
방치 (R: Release)	손가락 또는 손으로 쥐고 있던 물체를 놓는 동작	보통 방치인가 접촉방치인가에 따라 RL 1, 2로 구분됨
분리 (D: Disengage)	접촉하고 있는 2 물체를 떼어놓는 동작	맞춤정도 취급 난이도
크랭크 (C: Crank)	팔꿈치를 축으로 손가락, 손 및 아래 팔을 회전시키는 동작	직경 회전수 목적물의 저항 Type(연속/단속 Cranking)
눈 이동 (ET: Eye Travel)	1 지점에서 다른 지점으로 투시축을 변경하기 위한 눈동작	눈에서 목적물까지 거리 눈의 이동거리

4.4 동작 분석

4.4.1 의의: 작업을 경제적으로 수행할 수 있는 방법을 발견하기 위해 각 작업을 세밀한 단위에 이르기까지 분석하고 평가하여 무리, 낭비, 불합리한 요소를 제거하고, 작업 수행에 요구되는 합리적 방법을 결정하기 위한 기법이다.

4.4.2 동작 구분

(1) 목시 동작(Visual Motion) 분석이란 작업현장을 직접 관찰하여 작업자 공정도를

작성한 후, 동작경제 원칙을 적용하여 작업자의 동작을 개선하는 기법으로 일명 서어블릭(therblig) 분석이라 한다.

- (2) 미시 동작(Micro-motion) 분석이란 제품의 수명이 길고 생산량이 많으며 생산사이클이 짧은 제품들을 대상으로 필름이나 테이프에 작업내용을 기록하는 기법이다.
- (3) 효율적 서어블릭으로는 기본동작 부문에서는 빈손이동 (Transport empty), 운반 (Transport loaded), 쥐기 (Grasp), 내려놓기 (Release load), 미리놓기 (Preposition)가 있으며, 동작 목적을 가지는 부문에서는 사용 (Use), 조립 (Assemble), 분해 (Disassemble)가 있다.
- (4) 비효율적 서어블릭으로는 정신적 혹은 반정신적 부문에서는 찾기 (Search), 고르기 (Select), 바로놓기 (Position), 검사 (Inspect), 계획 (Plan)이 있고, 정체적인 부문에서는 불가피한 지연 (Unavoidable delay), 휴식 (Rest), 피할 수 있는 지연 (Avoidable delay), 잡고있기 (Hold)가 있다.

5. 작업량 측정

5.1 측정단계

- 5.1.1 작업량 측정은 작업분류단계, 표준설정단계, 성과분석단계, 효율성 평가 단계로 진행된다.

<표 1> 측정 주요 단계

단계	내용
작업분류단계	작업방법의 표준화
	단위작업/요소작업의 분해
	작업목록표 작성
표준설정단계	작업량 측정방법의 선정
	작업시간의 측정
	작업표준의 산정
성과분석단계	성과의 기록
	성과의 보고
	성과의 해석
효율성 평가	-

5.1.2 작업 방법의 표준화

- (1) 작업 분류 단계에서 작업 방법의 표준화는 1차적으로 중요하다.
- (2) 작업중의 동작을 관찰해서 필요하다고 생각되는 동작만을 선정하여 일정한 순서대로 조합한 합리적인 동작 방법을 설정하고 설비 및 작업환경에 대한 작업조건을 관찰하고 개선해서 표준화된 작업 방법을 설정한다.

5.1.3 요소작업 분해

- (1) 이 역시 작업 분류 단계에서 요구되는 작업이다.
- (2) 작업의 성격이나 동작의 시간적 길이를 고려해서 동작을 적당한 단위 즉, 요소작업으로 분할하는 작업을 의미한다.
- (3) 일반 작업에서는 30초 이상 소요되는 요소작업 구분은 적합하지 않은 것으로 알려져 있으나 작업에 따라서 유동적이다.

5.1.4 표준설정 단계

(1) 작업량 측정이 실행되는 본격적 단계이다.

(2) 우선 작업 분야의 특성과 요청되는 표준의 정밀도에 따라 여러 종류의 측정 방법 중 적합한 방법을 선택하고 그 방법에 따라서 작업량과 시간을 관측한다.

5.2 작업량 평가

5.2.1 왜 중요한가?

- (1) 과도한 작업량은 작업 성능 저하와 같은 인간 성능 문제와 미끄러짐, 실수 또는 실수와 같은 오류를 초래할 수 있다. 또한 저 부하 작업량은 지루함, 상황 인식 상실 및 경보 감소와 같은 인간의 성능 문제로 이어질 수도 있다.
- (2) 작업량 문제는 사업장 규모를 축소할 때나 사업장이 피크일 때 일시적으로 관련성이 있을 수 있다.
- (3) 작업량은 역량, 근무 시간 / 패턴 (예 : 야간 근무 통제실 운영자의 부하 부족), 조직 변경 (작업 또는 역할이 변경된 경우) 및 근로자 수준과 관련이 있다. 숙련된 근로자 공급이 부족한 사업장에서는 작업량이 더 높을 수 있다. 높은 또는 높은 것으로 인식되는 작업량은 안전에 부정적인 영향을 미칠뿐만 아니라 직무 만족도에도 부정적인 영향을 미치고 결과적으로 높은 이직률과 직원 부족 원인이 된다.
- (4) 충분한 직원이 확보되어 있는지 확인하려면 작업량 평가가 필요하다. 추가 작업을 위한 사업장 용량이 존재하는지 또는 직원이 긴급 상황, 사고 또는 프로세스 문제에 대처할 수 있는지의 여부를 판단하기 위해서도 작업량 평가가 필요하다.
- (5) 새로운 작업, 장비 또는 시스템이 도입되면 작업량을 평가해야 한다. 또는 역할과 책임이 변경된 경우도 마찬가지다.

5.2.2 원리

- (1) 작업량이 너무 높거나 너무 낮으면 성과에 영향을 미칠 수 있다.
- (2) 새로운 활동이 점진적으로 추가됨에 따라, 시간이 지나면서 작업량은 변경될 소

지가 있다.

- (3) 작업 부하가 비상 상황 및 정상 작동 ("정상 상태") 조건에서 평가되었는지를 확인해야 한다.
- (4) 작업 분석은 신체적 및 정신적 작업량을 모두 고려해야 한다.
- (5) 숙련된 근로자는 높은 작업 요구사항을 처리하는 역량을 지니고 있고, 반면에, 경험이 없는 근로자는 대처 능력이 떨어질 수 있다는 사실을 작업량 평가에서 고려해야 한다.
- (6) 교대 근무 동안의 작업량 부하 균형을 평가해야 한다.
- (7) 작업량 평가에서 시각적 입력 (예 : 디스플레이 화면 스캔, 앞 유리 밖 보기, CCTV), 청각 입력 (전화, 라디오, 알람), 인지 활동 (입력 분석, 의사결정) 및 정신 운동 기술 (예 : 마우스, 키보드 또는 버튼과 레버를 사용하여 프로세스 제어) 같은 사항들을 고려해야 한다.
- (8) 명확한 역할과 책임을 설정하여 근로자가 우선순위를 명확히 할 수 있도록 해주어야 한다. 이렇게 하면 작업량이 많은 경우에도 근로자가 주요 활동에 집중할 수 있다.
- (9) 일부 작업은 사람에서 기계 / 컴퓨터로, 또는 그 반대로 할당될 수 있다. 따라서 작업량 평가에서 이런 사항이 고려되어야 한다.

5.3 NASA Task Load Index 기법

- (1) NASA 작업량 지수 기법은 가장 일반적으로 사용되는 주관적 작업량 평가 형식 중 하나다. 이 지수는 정신적 욕구 등 6개의 하위 척도에 대한 가중 평균 평가를 기반으로 전체 워크로드 점수를 제공하는 다차원 평가 프로세스다.
- (2) 정신적 요구 척도: 얼마나 많은 정신적, 지각적 활동이 필요합니까?
- (3) 신체적 요구 척도: 얼마나 많은 신체 활동이 필요합니까?

- (4) 시간적 요구 척도: 작업 또는 작업 요소가 발생한 속도 또는 속도로 인해 얼마나 많은 시간 압박을 받습니까?
- (5) 자신의 성과 척도: 스스로가 설정한 작업의 목표를 얼마나 성공적으로 달성했다고 생각하십니까?
- (6) 노력 척도: 성과를 달성하기 위해 (정신적으로나 육체적으로) 얼마나 힘들었습니까?
- (7) 좌절감 척도: 작업 중에 얼마나 불안하고, 낙담하고, 짜증이 나고, 스트레스를 받고, 짜증이 나고, 안전하고, 만족스럽고, 만족하고, 편안하고, 안일하다고 느꼈습니까?

지침 개정 이력

□ 개정일 : 2022. 12. 29.

- 개정자 : 한국안전문화진흥원
- 개정사유 : 가이드라인 고도화
- 주요 개정내용
 - 1. 목적 변경
 - 2. 적용범위 변경
 - ‘4. 작업량 측정’을 ‘4. 작업량 측정을 위한 기본 개념’으로 변경
 - ‘4.1.3 제2단계: 작업 동작을 세분화하고, 작업에 사용될 도구의 효율적 사용 방법도 분석한다. 서어블릭(therblig) 기호 분석 기법이 적용된다.’ 추가
 - ‘4.2.2 일반적 시간 분석의 단계’를 ‘4.2.2 시간 분석 과정’으로 변경
 - ‘4.2.3 워크 샘플링(work sampling) 시간 분석’을 ‘4.3 워크 샘플링(work sampling) 시간 분석’으로 순서 및 위치 변경
 - ‘4.2.4 WF 분석(work factor 분석)’을 ‘4.3 WF 분석(work factor 분석)’으로 순서 및 위치 변경
 - ‘4.2.5 MTM(methods time measurement) 분석’을 ‘4.4 MTM(methods time measurement) 분석’으로 순서 및 위치 변경
 - ‘4.3 동작 분석’을 ‘4.5 동작 분석’으로 순서 및 위치 변경
 - ‘4.3.5 신체의 사용에 관한 원칙 (Use of Human Body)’ 삭제
 - ‘4.4 작업량 측정’을 ‘5. 작업량 측정’으로 순서 및 위치 변경
 - ‘5. 작업량 평가’를 ‘5.2 작업량 평가’로 순서 및 위치 변경