

碩 士 學 位 論 文
指 導 教 授 鄭 炳 榕

비정형 작업의 작업위험 평가 분석시
샘플링 방법에 관한 연구

A study of sampling methods in job hazard analysis of
an atypical work

2 0 0 6 年 6 月

漢城大學校 一般大學院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

李 香 奇

碩 士 學 位 論 文
指 導 教 授 鄭 炳 榕

비정형 작업의 작업위험 평가 분석시
샘플링 방법에 관한 연구

A study of sampling methods in job hazard analysis of
an atypical work

위 論 文 을 産 業 工 學 碩 士 學 位 論 文 으 로 提 出 함

2 0 0 6 年 6 月

漢 城 大 學 校 一 般 大 學 院

産 業 工 學 科

産 業 工 學 專 攻

李 香 奇

李 沓 奇의 産業工學 碩士學位 論文을 認定함

2 0 0 6 年 6 月

심사 위원장 김 대 홍 (인)

심 사 위 원 나 건 (인)

심 사 위 원 정 병 용 (인)

감사의 글

본 논문을 완성하기 까지 여러모로 많이 부족한 저를 인간공학이라는 학문으로 인도하여 주시고 매사 생활하는 도중마다 나태해지지 않도록 채찍질 해주시어 인생에 대해서 깨닫게 해주신 정병용 교수님께 진심으로 감사드립니다.

정신적으로 힘들 때 많은 힘이 되어주신 KT의 박용성 부장님, 한국가스안전공사의 김완진 대리님, 삼호중공업 표연 과장님, 김이호 과장님께 감사의 말씀 전해드립니다. 항상 고민이 있거나 어려울 때 많이 도와준 죽마고우 상언, 지성, 성일, 기섭, 광덕, 승덕, 성훈, 재광, 옥, 준태, 종훈, 도형, 승범, 동범, 영훈, 혁영, 은정, 민원누나, 용, 영환, 홍석, 희봉, 헤미, 조동, 장현, 민주, 영욱, 정우, 덕연, 희성, 상호, 효욱, 경일, 한성대학교 야구부 문우형님, 이영형님, 대웅형님, 인수형님, 현이형님, 종록형님, 창관형님, 홍수형님, 희남, 훈기, 영식, 건진, 기세, 정훈, 영훈, 성철, 태조, 태범, 진식, 재형, 성흠, 혁우, 규진, 종연, 병노, 용우, 상균, 상현, 충섭, 표준과학연구원 준수에게 진심으로 감사하는 바이며, 항상 논문 때문에 고민이 있을 때 힘이 되어주신 한국산업안전공단의 홍창우 연구원님, 카톨릭의대 산업의학센터 정은희박사님, 동의대학교 박사과정 오연주씨께 감사하다는 말씀 전하고 싶습니다. 그리고 같이 석사과정을 하면서 도움을 많이준 원준, 현호, 준식, 충규, 석기형에게 감사함을 전하며, 논문을 도와준 대학원 후배들 규태, 성완, 용수, 만기, 경수, 현진 에게 감사드립니다.

저를 낳아주시고 항상 제가 가고자 하는 길에 대해서 묵묵히 뒤에서 아낌없이 지원해주신 부모님께 감사드리며 지영이, 장서방, 막내 휘기에게도 고맙다는 말 전하고 싶습니다.

끝으로 그리고 저를 항상 바른 길로 인도해 주신 주님께 감사드립니다.

目 次

1. 서 론	1
1.1 연구 배경	1
1.2 연구의 필요성 및 목적	3
2. 연구 방법	5
2.1 평가변수의 선정	5
2.2 연구대상	6
2.3 이상적인 샘플수	6
2.4 실험 및 분석방법	8
2.5 분석 변수	9
3. 연구결과 및 분석	10
3.1 30분 작업 촬영시의 분석	10
3.2 60분 작업 촬영시의 분석	19
4. 결 론	28
참고문헌	30
Abstract	32

표 목 차

표 2-1. OWAS자세 분류별 부담작업관련 항목	5
표 2-2. 작업분석을 위한 샘플링 요약	8
표 3-1. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	10
표 3-2. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균	10
표 3-3. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	11
표 3-4. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	11
표 3-5. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균	12
표 3-6. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 오차에 대한 ANOVA 분석표	12
표 3-7. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표 ..	12
표 3-8. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균	13
표 3-9. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	13
표 3-10. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	14
표 3-11. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균 ·	14
표 3-12. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	14
표 3-13. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 ANOVA 분석표	15
표 3-14. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율에 관한 오차율 평균	15
표 3-15. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 오차율에	

대한 ANOVA분석표	16
표 3-16. 관측비율에 따른 비율별 분석표	16
표 3-17. 관측비율에 따른 오차율별 분석표	16
표 3-18. 샘플링 방법에 따른 작업평가등급별 빈도수의 동일성 검정 (비율환산)	17
표 3-19. 샘플링 방법에 따른 오차 검정	18
표 3-20. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	19
표 3-21. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균 ...	19
표 3-22. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	20
표 3-23. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	20
표 3-24. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균 ...	21
표 3-25. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	21
표 3-26. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	21
표 3-27. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균 ...	22
표 3-28. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	22
표 3-29. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표	23
표 3-30. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균 ...	23
표 3-31. 샘플링 방법별 다리자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표	23
표 3-32. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 ANOVA 분석표	24

표 3-33. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율에 관한 오차율 평균	24
표 3-34. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표	24
표 3-35. 관측비율에 따른 비율별 분석표	25
표 3-36. 관측비율에 따른 오차율별 분석표	25
표 3-37. 샘플링 방법에 따른 평가등급 분석	26
표 3-38. 샘플링 방법에 따른 오차 검정	27

그 립 목 차

그림. 1-1. 근골격계 질환 예방에 관한 법 제도	1
그림. 2-1. 신뢰수준별 이상적 관측개수	7

1. 서 론

1.1. 연구배경

근골격계질환(work-related musculoskeletal disorders)은 반복적이고 누적되는 특정한 일 또는 동작과 연관되어 신체의 일부를 무리하게 사용하면서 나타나는 질환으로 신경, 근육, 인대, 관절 등에 문제가 생겨, 통증과 이상감각, 마비 등의 증상이 나타나는 질환들을 총칭하여 말한다(정병용, 2005).

근골격계 관련 문제가 노사간의 갈등으로 확대되고, 사업장에서 다수의 근골격계 질환자가 발생하게 됨에 따라, 정부에서는 근골격계질환 예방을 위한 조치의무로써 산업안전보건법 제24조제1항 제5호에 ‘단순반복 작업 또는 인체에 과도한 부담을 주는 작업으로 인한 건강장해’를 신설하여 2003년 7월부터 시행하고 있다(그림 1-1).

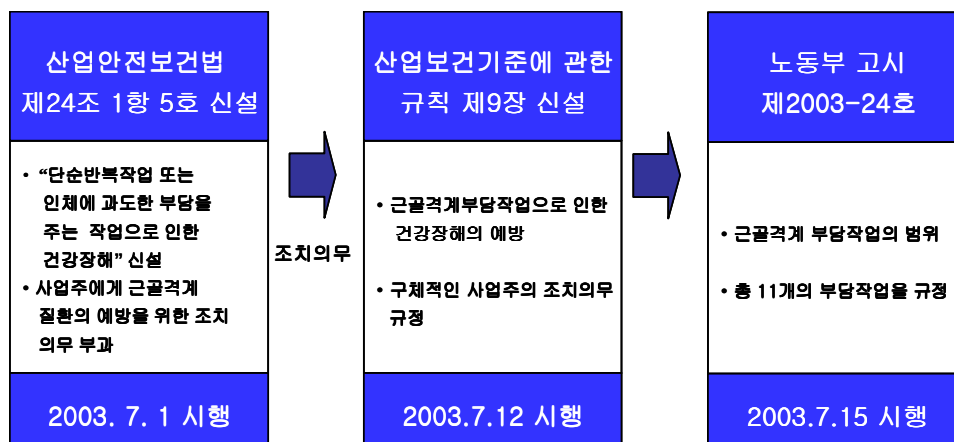


그림 1-1. 근골격계 질환 예방에 관한 법 제도

또한 산업안전보건법 제24조(보건상의 조치) 제2항의 규정에 의하여 사업주의 구체적인 조치의무는 「산업보건기준에관한규칙」에 정하도록 위임되어 있으며, 이에 따라 유해요인조사, 작업환경개선, 의학적 조치, 유해성 주지 및 근골격계질환 예방관리프로그램의 수립·시행을 규정하는 산업보건기준에 관한 규칙이 신설되었다. 또한, 노동부고시 제2003-24호에서는 근골격계 부담작업의 범위를 총11개로 규정하여 고시하였다.

근골격계 부담작업에 근로자를 종사하도록 하는 사업장들은 산업보건기준에 관한 규칙 9장에 의하여 3년마다 유해요인 조사를 정기적으로 실시하게 되어있다. 또한, 신규 사업장은 1년 이내에 유해요인 조사를 받도록 규정하고 있으며, 근골격계 질환자가 발생하거나, 근골격계 부담작업에 해당하는 새로운 작업·설비를 도입한 경우, 업무의 양과 작업공정 등 작업환경을 변경한 경우에도 즉시(1개월 이내) 유해요인 조사를 시행하도록 규정하고 있다. 유해요인조사 결과 근골격계 질환 가능성이 있는 경우에는 작업환경개선 조치를 취하도록 규정하고 있다.

유해요인조사는 작업장 특성에 따라 적절한 정밀평가도구를 사용하도록 권고하고 있으며 유해요인 조사시 작업장을 캠코더 및 기타 영상장비로 촬영 후 정밀평가도구의 사용하여 측정하고 있다.(한국산업안전공단, 2005) 하지만, 일부 회사 및 단체에서는 비디오 촬영을 통한 샘플링은 샘플링의 방법에 따라서 작업내용중의 유해인자 발견빈도에 영향을 줄 수 있다는 논란이 대두 되고 있다. 따라서 유해요인 조사를 위하여 작업을 평가하는데 적절한 샘플링 방법에 대한 지침이 필요한 실정이다.

1.2. 연구의 필요성 및 목적

작업자 및 작업 공정에 대한 인간공학적 유해요인평가 도구로서 OWAS (Karhu et al., 1997), RULA(McAtamney and Corlett, 1993), REBA(Hignett and McAtamney, 2000)등이 있고, 이러한 근골격계질환 예방 작업분석평가 기법들은 샘플링기법을 이용하여 정량적인 평가를 하였다.

작업분석에 관한 연구에서는 주로 등간격 샘플링이 이용되었으며 Nina Neala-Puranen(1995)는 작업자를 30분 동안 촬영 후 10초 간격으로 샘플링하여 OWAS분석을 통해 육체적 부하(산소소모량, EMG등)를 측정하여 비교 분석하였고, C.Carrasco(1995)는 슈퍼마켓 계산대의 인간공학적 디자인과 기존의 계산대와의 작업부하 비교를 통한 분석을 대략 15시간을 촬영에 15초 간격으로 샘플링하여 OWAS를 통한 작업 부하를 측정하였다. 또한 Sue Hignett(1996)는 간호사의 작업을 25분 동안 촬영 하고 15초간격으로 샘플링하여 OWAS분석을 통한 간호사들의 환자를 다루는 작업이 일반 작업보다 작업부하강도가 높다는 것을 발표하였다. Tiina Pohjonen (1998)은 인간공학적 중재를 가한 Intervention group과 아무제재를 가하지 않은 Control group을 63분간 촬영 30초 간격으로 샘플링하여 OWAS분석을 통해 비교 평가하여 인간공학적 중재를 가한 그룹이 작업부하를 덜 받는다는 연구결과를 보였다. 이밖에도 선박 유지보수작업을 30분간 촬영하고 20초간 샘플링을 통해 OWAS분석한 사례(Berna van Wendel de Joode, 1997)등이 있다.

국내에서는 조선업종의 유해요인조사 및 인간공학적 개선에서 1시간 동안 비디오로 촬영 후 1분간격으로 등간격 샘플링하여 분석한 사례가 있다(오순영, 2005).

그러나, 유해요인 조사에서 작업평가를 하기 위하여 촬영한 작업내용을 등간격으로 샘플링하여 분석할 것인가, 랜덤하게 샘플링하여 분석할 것인가

가에 관한 논란이 현실적으로 존재하고 있다.

등간격 샘플링은 일정한 간격으로 샘플을 취득하여 분석한다는 장점이 있지만, 샘플링 간격동안 발생하는 사건에 대하여 발견을 못할 수도 있다는 단점을 가지고 있다. 그리고 랜덤 샘플링은 객관적으로 난수표나 난수 주사위를 이용하여 샘플링의 채취가 가능하지만 특정 시점에 샘플링 시점이 집중되어 채취가 되거나 간격이 벌어지면서 샘플링 되어 채취됨으로써 분석에 영향을 미치는 단점이 있다.

현재 비디오 분석을 위한 분석 방법에서 작업 형태에 따라서 일정한 간격으로 나누어 분석을 시행하는 것이 효과적인지 무작위로 샘플을 추출하여 분석하는 것이 효과적인가에 대한 연구가 아직까지는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 비정형작업에 관한 작업촬영 후에 일정한 간격의 샘플링 방식과 랜덤 샘플링 방식 중 어떠한 샘플링 방식이 더 작업내용에 잘 반영하는가에 대한 지침을 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 평가 변수의 선정

본 연구에서는 작업 촬영 분석 시간과 작업 위험에 노출된 시간을 샘플링 간격에 따라 실제 작업위험에 노출되는 시간을 얼마나 반영하는가를 알아보기 위해 작업촬영시간에 의한 효과와 샘플링 비율에 의한 효과를 분석하고자 한다.

표 2-1은 본 연구에서 선정한 평가변수를 부담작업과 OWAS분류체계에 의하여 나타낸 것이다.

표 2-1. OWAS자세 분류별 부담작업관련 항목

평가 항목	코드	자 세 설 명	부담작업				측정변수
			3	4	5	8	
허리 (trunk)	1	곧바로 편 자세(서 있음)					굽히거나 비튼자세의 시간
	2	상체를 앞으로 20도이상 굽힌 자세		O			
	3	바로 서서 허리를 옆으로 20도이상 비튼 자세					
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세		O			
팔 (upper limbs)	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세					어깨를 위로 올리고 작업한 시간
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	O				
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	O				
다리 (lower limbs)	1	앉은 자세					무릎을 굽히고 작업한 시간
	2	두 다리를 펴고 선 자세					
	3	한 다리로 선 자세					
	4	두 다리를 구부린 선 자세			O		
	5	한 다리로 서서 구부린 선 자세			O		
	6	무릎 꿇는 자세			O		
	7	걸기					
무게/하중 (weight/stren- gth)	1	10kg 미만(4.5kg이상 구분)					4.5kg이상 한손들기 작업 시간
	2	10 ~ 20 kg					
	3	20kg 이상				O	
목 (neck)	1	곧바른/자유 자세					굽히거나 젖힌 상태에서 작업한 시간
	2	앞으로 20도이상 굽은 자세		O			
	3	옆으로 20도이상 굽은 자세					
	4	뒤로 20도이상 굽은 자세		O			
	5	비틀림					

일반적으로 작업위험 평가에 사용되는 OWAS, RULA, REBA 등은 작업자세를 허리, 목, 다리, 손(팔), 중량물 등의 요인으로 나누어 평가하고 있으며, 노동부의 근골격계 부담작업 11가지 항목도 허리, 목, 다리, 손(팔), 중량물 취급요소로 대별할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 허리, 목, 다리, 손(팔)자세와 중량물 취급시간을 분석대상으로 하여 분석 대상을 정하고자 한다.

2.2. 연구대상

전자장비 유지보수업에 종사하는 근로자 12명을 연구대상으로 선정하여 작업내용을 비디오 캠코더를 이용하여 촬영하였다. 유지보수업은 전형적인 비정형작업으로 작업의 내용이나 방법이 작업여건 등에 따라서 수시로 변하는 형태의 작업이다.

2.3. 이상적인 샘플수

Work sampling은 간헐적으로 연구대상을 순간적으로 관측하여 대상이 처한 상황을 파악하고, 이를 토대로 관측기간 동안에 나타난 항목별로 차지하는 비율을 추정하는 방법으로 적절한 샘플수를 구하는 것이 매우 중요하다.

Work sampling은 기본적으로 이항분포를 가정하고 있으며 이를 토대로 적정관측회수는

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p(1-p)}{I^2} \text{로 표현 된다.}$$

관측 빈도별 적정 샘플링과의 관계를 살펴보면 신뢰도를 95%로 했을

경우 절대오차를 5%로 두면 관측빈도가 25%일 때 288개의 샘플링 개수를 필요로 하고, 절대오차를 10%로 두면 72개의 샘플링 개수를 필요로 한다. 신뢰도가 90%일 때는 관측빈도가 25%일 때 절대오차 5%에서는 204개, 절대오차 10%에서는 51개의 샘플링 개수가 필요하다.

그림 2-1은 신뢰수준별 이상적인 관측회수를 나타낸 것이다.

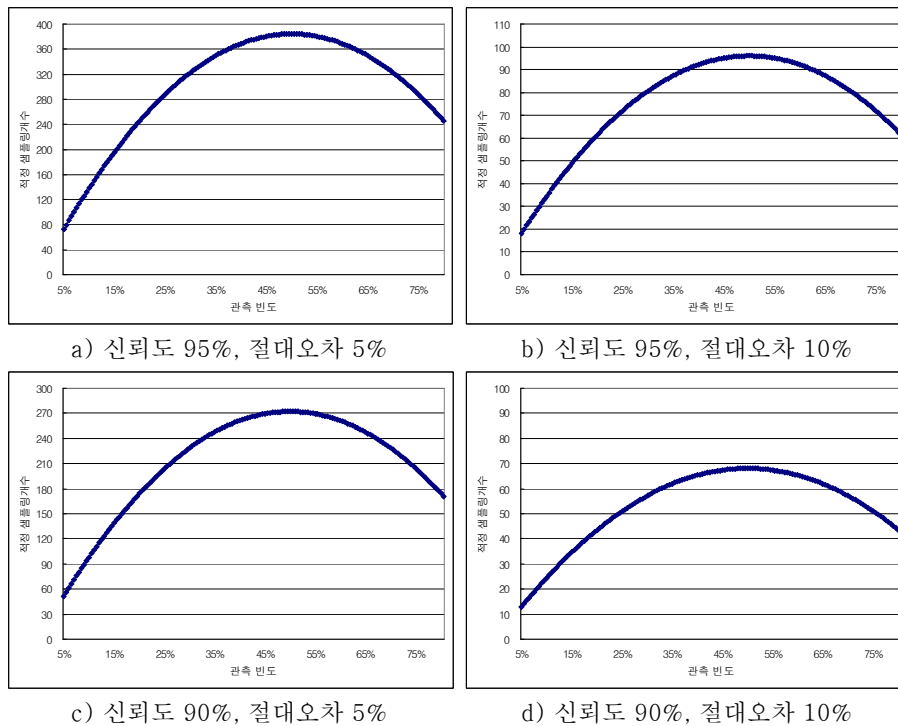


그림 2-1. 신뢰수준별 이상적 관측개수

이상적인 관측개수를 기반으로 본 연구에서 적용한 촬영시간 별 샘플링 간격 및 총 샘플수는 60개로 정하여 30분 촬영분에 대해서는 30초 간격으로 샘플링을 실시하였고, 1시간 촬영분에 대해서는 60초 간격으로 60개씩 샘플링을 실시하였다.

2.4. 실험 및 분석방법

비정형 작업자는 하루 8시간 작업시간 중에서 작업내용이나 방법이 작업여건에 따라서 변할 수 있으므로 동종 작업자군을 대상으로 유해요인 조사를 실시한다. 일반적으로 비정형 작업은 작업단위가 짧게는 20~30분 단위에서 1~2시간 단위까지 다양하며 길게는 비슷한 유형의 작업을 작업장만 변화하며 며칠간을 하기로 한다. 보통 비정형 작업의 평가는 짧게는 30분 길게는 1시간 또는 1시간 30분까지 촬영하여 분석한다. 본 연구에서는 동종작업의 작업내용을 90분, 60분, 30분으로 구분하여 등간격 샘플링과 랜덤샘플링에 따라 평가항목별 위험노출시간이 얼마나 차이가 있는가를 분석하고자 한다.

본 연구에서는 일반적으로 비정형작업의 작업촬영시간으로 선택되고 있는 30분과 60분에 대하여 각각 등간격 샘플링과 랜덤 샘플링을 실시하여 노출시간 비율을 조사한다.

30분 작업촬영에서는 2초 간격 샘플링을 실측자료로 이용하여 30초 등간격 샘플링의 결과와 60회 랜덤샘플링의 결과를 비교하며, 60분 작업촬영에서는 60초 등간격 샘플링의 결과와 60회 랜덤샘플링의 결과를 비교한다. 표 2-2는 작업분석을 위한 샘플링 방법을 요약한 것이다.

표 2-2. 작업분석을 위한 샘플링 요약

촬영 시간	실제값	랜덤 샘플링	등간격 샘플링
30분	2초 간격 900개	60회 랜덤 샘플링	30초간격 60회
60분	2초 간격 1800개	60회 랜덤 샘플링	60초간격 60회

2.5. 분석 변수

작업촬영시간과 샘플링 비율에 의한 효과를 분석하기 위하여 평가요인별 노출시간, 참값과의 오차, OWAS에 의한 작업평가 결과 비교를 ANOVA 및 Chi-square test등을 이용하여 실시하였다. 오차율은 다음과 같이 정의 한다.

$$\text{오차율} = \frac{\text{측정치} - \text{참값}}{\text{참값}}$$

분석을 위하여 작업평가 및 자료의 정리는 EXCEL을 이용하였으며, 통계적 검정은 MINITAB R14 KOR를 이용하였다.

3. 연구 결과

3.1. 30분 작업 촬영에서 샘플링 비율 영향 분석

3.1.1 부위별 위험요인 노출 비율에 의한 분석

1) 팔 자세의 위험 노출비율 비교

팔 자세의 위험 노출 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표 3-1에서와 같이 각 작업들 간의 차이는 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.($p=0.384$)

표 3-1. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.224661	0.0204237	58.08	0.000
샘플링방법	2	0.000703	0.0003514	1.00	0.384
오차	22	0.007737	0.0003517		
총계	35	0.233100			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등간격 샘플링 60회와 60회 랜덤 샘플링 자료와의 오차율관계는 다음 표 3-2과 같다. 등간격 샘플링은 -0.5%, 랜덤 샘플링은 4.9%로 나타났다.

표 3-2. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	-0.5%	4.9%
표준편차	0.2766	0.2895

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-3와 같이 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-3. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	13	1.93033	0.148487	12.55	0.000
샘플링방법	1	0.01656	0.016563	1.40	0.258
오차	13	0.15377	0.011829		
총계	27	236.855			

2) 목 자세의 위험 노출비율 비교

목자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표 3-4에 서와 같이 각 작업들 간의 차이는 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-4. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	2.36689	0.102908	92	0.000
샘플링방법	2	0.00024	0.00012	0.11	0.899
오차	46	0.05146	0.001119		
총계	71	2.41858			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등 간격 샘플링60회와 60회 랜덤샘플링 자료와의 오차율관계는 다음 표 3-5와 같다. 등간격 샘플링은 1.26%, 랜덤 샘플링은 -0.39%로 나타났다.

표 3-5. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등 간격	랜덤
평균	1.26%	-0.39%
표준편차	0.0822	0.1156

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 파악하기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-6 에서와 같이 샘플링 방법별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-6. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	0.232697	0.010117	1.01	0.049
샘플링방법	1	0.003267	0.003267	0.33	0.573
오차	23	0.230245	0.010011		
총계	47	0.466209			

3) 허리 자세의 위험 노출비율 비교

허리자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 방법별 분석을 살펴보면 표 3-7 에서와 같이 작업들 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.086)

표 3-7. 샘플링 방법별 허리 자세의 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	1.38741	0.060322	132.4	0.000
샘플링방법	2	0.00236	0.001182	2.59	0.086
Error	46	0.02096	0.000456		
총계	71	1.41073			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등 간격 샘플링 60회와 60회 랜덤 샘플링 자료와의 오차율관계는 다음 표 3-8과 같다. 등간격 샘플링은 -4.98% 랜덤 샘플링은 -9.77%로 나타났다.

표 3-8. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	-4.98%	-9.77%
표준편차	0.2004	0.2081

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA 분석을 실시한 결과 표 3-9 에서와 같이 샘플링 방법별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법 간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-9. 샘플링 방법별 허리 자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA 분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	1.2016	0.052243	1.67	0.024
샘플링 방법	1	0.02755	0.027552	0.88	0.357
Error	23	0.71836	0.031233		
총계	47	1.94751			

4) 다리 자세의 위험 노출비율 비교

다리자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표 3-10과 같이 작업 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.084)

표 3-10. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	1.15273	0.050119	169.42	0.000
샘플링방법	2	0.00215	0.001076	3.64	0.084
Error	46	0.01361	0.000296		
총계	71	1.16849			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등간격 샘플링 60회와 60회 랜덤 샘플링 자료와의 오차율관계는 다음 표 3-11와 같다. 등간격 샘플링은 2.76% 랜덤 샘플링은 8.14%로 나타났다.

표 3-11. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	2.76%	8.14%
표준편차	0.2574	0.3358

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-12에서와 같이 작업간 차이가 있는 것으로 나타났고, 샘플링 방법별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-12. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	15	1.08353	0.0722355	63.08	0.000
샘플링방법	3	0.00528	0.0017592	1.54	0.218
Error	45	0.05153	0.0011452		
총계	63	1.14035			

5) 중량물 취급에 대한 위험 노출비율 비교

중량물 취급 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 작업들 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.263)

표 3-13. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	23	0.019596	0.000852	8.61	0.000
샘플링 방법	2	0.000272	0.000136	1.38	0.263
Error	46	0.004551	9.89E-05		
총계	71	0.024419			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등간격 샘플링 60회와 60회 랜덤 샘플링 자료와의 오차율관계는 다음 표 3-14와 같다. 등간격 샘플링은 2.99% 랜덤 샘플링은 -2.65%로 나타났다.

표 3-14. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등 간격	랜덤
평균	2.99%	-2.65%
표준편차	0.4531	0.5203

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위하여 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-15에서와 같이 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-15. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	14	9.06004	0.647146	68.19	0.000
샘플링방법	1	0.01796	0.017959	1.89	0.191
Error	14	0.13286	0.00949		
총계	29	9.21086			

3.1.2 위험노출 비율에 따른 분석

각 위험요인별 노출비율 분포에 따라 샘플링 방법별 차이가 있는지 여부를 표 3-16에서 보면 모든 비율대에서 실측값, 등간격 샘플링값, 랜덤 샘플링값에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-16 관측비율에 따른 비교

샘플링간격	~10%	~20%	~30%	~40%	~50%	~60%	~70%	~80%
개수	31	16	8	8	6	5	3	4
실측치	0.0397	0.1402	0.2446	0.339	0.4473	0.5663	0.6700	0.7378
등간격	0.0329	0.1251	0.2262	0.3514	0.4583	0.5479	0.6330	0.7460
랜덤	0.0380	0.1215	0.2219	0.3248	0.4573	0.5769	0.6400	0.7428
p-value	0.614	0.418	0.563	0.339	0.940	0.410	0.702	0.968

위험노출 비율대 비율별 샘플링 방법별 오차율간의 관계를 보면 표 3-17에서와 같다.

표 3-17 관측비율에 따른 오차율별 분석표

샘플링간격	~10%	~20%	~30%	~40%	~50%	~60%	~70%	~80%
개수	32	16	8	8	6	8	4	4
등간격	-0.067	-0.199	0.027	0.045	-0.011	-0.050	-0.001	0.006
랜덤	0.006	-0.319	-0.120	0.021	0.035	-0.023	-0.424	-0.021
p-value	0.665	0.438	0.067	0.292	0.297	0.452	0.123	0.477

실측치에 비해 등간격 샘플링 과 랜덤 샘플링의 방법 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

3.1.3. OWAS 평가 등급에 의한 분석

30분간 촬영한 작업에 대하여 샘플링 방법별 OWAS에 의한 작업평가 결과를 표 3-18 에서와 같이 나타났다. 실측(900장면 샘플링)평가결과 에서는 1등급은 79% 2등급에서는 18%, 3등급에서는 3%의 빈도가 나왔으며 등간격 샘플링에서는 1등급은 80%, 2등급에서는 20%, 3등급에서는 1%의 빈도가 나왔으며 랜덤 샘플링에서는 1등급은 79% 2등급에서는 19%, 3등급에서는 23%의 빈도가 나왔다. Chi-square 분석결과는 $\chi^2= 1/105$, $df=4$, $p\text{-value} =0.893$ 로써 이 차이가 샘플링 방법에 따른 분포에 없는 것으로 확인되었다.

표 3-18 샘플링 방법에 따른 작업평가등급별 빈도수의 동일성 검정(비율환산)

구분 \ 샘플링 방법	평가 등급			
	1	2	3	계
실측값	79*	18	3	100
등간격 샘플링	80	20	1	100
랜덤 샘플링	79	19	2	100
$\chi^2= 1.105$, $df=4$, $p\text{-value} =0.893$				

*100% 기준빈도

3.2.4. 종합 결과

부위별 위험요인 시간에 의한 분석결과와, 관측비율대별, 작업평가등급에 따른 샘플방법 간에는 차이가 없었다.

샘플링 방법별 오차율에 대한 t-test 결과는 표 3-19와 같이 나타났다. 샘플링 방법별 t-test 결과 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-19 샘플링 방법에 따른 오차 검정

샘플링 방법	Mean	St Dev	SE Mean
등간격	0.090	0.284	0.032
랜덤	-0.240	0.261	0.029
오차율 추정치	0.033	0.396	0.044
오차율의 95% 신뢰구간 (-0.051944, 0.121405)			
t = 0.77 p-value = 0.442			

3.2. 60분 작업 촬영에서 샘플링 비율 영향 분석

3.2.1 부위별 위험요인 노출 비율에 의한 분석

1) 팔 자세의 위험 노출비율 비교

팔 자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표 3-20와 같이 작업들 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 방법별 관련성은 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.864)

표 3-20. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.122631	0.011148	91.77	0.000
샘플링방법	2	0.000027	0.0000134	0.11	0.864
Error	22	0.002673	0.000122		
총계	35	0.12533			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 30초간격 등간격 샘플링60회와 60회 랜덤샘플링 자료와의 오차율관계는 표 3-21과 같다. 등간격 샘플링은 1.16%, 랜덤 샘플링은 7.32%로 나타났다.

표 3-21. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	1.16%	7.32%
표준편차	0.1367	0.2765

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실

시한 결과 표 3-22에서와 같이 작업 간 차이가 있는 것으로 나타났고, 샘플링 방법의 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-22. 샘플링 방법별 팔자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	269.189	24.4717	15.61	0.000
샘플링방법	1	3.582	3.5821	2.29	0.159
Error	11	17.241	1.5674		
총계	23	290.013			

2) 목 자세의 위험 노출비율 비교

목 자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표3-23에서와 같이 각 작업들 간의 차이는 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 방법별 관련성은 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다(p=0.128).

표 3-23. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.766122	0.069648	85.42	0.000
샘플링방법	2	0.003691	0.001845	2.26	0.128
Error	22	0.017938	0.000815		
총계	35	0.787751			

본 연구에서 참값으로 가정한 2초간격의 샘플링과 관측값 60초간격 등간격 샘플링60회와 60회 랜덤샘플링 자료와의 오차율관계는 표3-24 와 같다. 등간격 샘플링은 -1.9%, 랜덤 샘플링은 -4.5%로 나타났다.

표 3-24. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	-1.90%	-4.50%
표준편차	0.0781	0.1019

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-25에서와 같이 작업 간 차이가 있는 것으로 나타났고, 샘플링 방법의 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-25. 샘플링 방법별 목자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.115003	0.010455	1.73	0.049
샘플링방법	1	0.005133	0.005133	0.85	0.376
Error	11	0.066407	0.006037		
총계	23	0.186544			

3) 허리 자세의 위험 노출비율 비교

허리자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 표 3-26을 살펴보면 작업들 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.820)

표 3-26. 샘플링 방법별 허리 자세의 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.294134	0.026739	24.82	0.000
샘플링방법	2	0.000432	0.000216	0.2	0.82
Error	22	0.023704	0.001078		
총계	35	0.31827			

등간격 샘플링과 랜덤 샘플링간의 오차율의 평균을 나타낸 것은 표 3-27과 같다. 등간격 샘플링의 오차율은 등간격 샘플링의 3.9%, 랜덤 샘플링은 7.2%로 나타났다.

표 3-27. 샘플링 방법별 허리자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	3.90%	7.20%
표준편차	0.1831	0.3294

작업과 샘플링 방법별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-28에서와 같이 작업간 차이가 있는 것으로 나타났고, 오차율에 대한 샘플링 방법의 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-28. 샘플링 방법별 허리 자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	1.23662	0.11242	3.8	0.018
샘플링 방법	1	0.00767	0.007668	0.26	0.621
Error	11	0.32531	0.029574		
총계	23	1.5696			

4) 다리 자세의 위험 노출비율 비교

다리자세 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 작업들간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분되어지고, 샘플링 간격별 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.125)

표 3-29. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율에 관한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.49455	0.044959	175.42	0.000
샘플링 방법	2	0.00226	0.00113	4.41	0.125
Error	22	0.005638	0.000256		
총계	35	0.502449			

등간격 샘플링과 랜덤 샘플링간의 오차율의 평균을 나타낸 것은 표 3-30과 같다. 등간격 샘플링의 -9.4%, 랜덤 샘플링은 -5.6로 나타났다.

표 3-30. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등 간격	랜덤
평균	-9.40%	-5.60%
표준편차	0.4016	0.5475

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-31에서와 같이 실측치 샘플링과의 오차율을 나타낸 샘플링 방법별 오차율의 차이에서는 차이가 없다고 나타났다.

표 3-31. 샘플링 방법별 다리 자세의 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	2.89636	0.263305	1.33	0.032
샘플링 방법	1	0.00848	0.008475	0.04	0.84
Error	11	2.17535	0.197759		
총계	23	5.08018			

5) 중량물 취급에 대한 위험 노출비율 비교

중량물 비율에 대한 작업별, 샘플링 간격별 분석을 살펴보면 표 3-32와 같이 작업들 간의 차이가 유의한 것으로 나타나 서로 다른 작업으로 구분

되어지고, 샘플링 방법의 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.(p=0.183)

표 3-32. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	0.01177	0.00107	1.97	0.000
샘플링방법	2	9.61E-05	0.000048	1.84	0.183
Error	22	0.000575	2.61E-05		
총계	35	0.012441			

등간격 샘플링과 랜덤 샘플링간의 오차율의 평균을 나타낸 것은 표3-33과 같다. 등간격 샘플링은 7.8%, 랜덤 샘플링은 4.2%로 나타났다.

표 3-33. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율에 관한 오차율 평균

	등간격	랜덤
평균	7.80%	4.20%
표준편차	0.6515	0.8096

작업과 샘플링 간격별 오차율 관계를 알아보기 위해 ANOVA분석을 실시한 결과 표 3-34에서와 같이 작업 간 차이가 있는 것으로 나타났고, 샘플링 방법의 관련성은 유의수준 0.05에서 샘플링 방법간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

표 3-34. 샘플링 방법별 중량물 취급에 대한 노출 비율의 오차율에 대한 ANOVA분석표

Source	DF	SS	MS	F	p-value
작업	11	21.9467	2.43852	7.18	0.000
샘플링방법	1	0.276	0.09199	0.27	0.846
Error	11	9.1638	0.3394		
총계	23	31.3865			

3.2.2 위험노출 비율에 따른 분석

각 위험요인별 노출비율 분포에 따라 샘플링 방법별 차이가 있는지 여부를 표 3-35에서 보면 모든 비율대에서 실측값, 등간격 샘플링값, 랜덤 샘플링값에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-35 관측비율에 따른 비율별 분석표

샘플링간격	~10%	~20%	~30%	~40%	~50%	~60%	~70%
개수	17	8	6	5	2	2	5
실측치	0.0398	0.1466	0.2402	0.3280	0.4140	0.5830	0.6432
등간격	0.0405	0.1446	0.2510	0.3330	0.3750	0.5110	0.6366
랜덤	0.0480	0.1566	0.2527	0.3178	0.4335	0.5425	0.6066
p-value	0.0721	0.843	0.907	0.883	0.225	0.204	0.398

위험노출 비율대별 샘플링 방법간 오차율의 관계를 보면 표 3-36에서와 같이 실측치에 비해 등간격 샘플링 과 랜덤 샘플링의 방법 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-36 관측비율에 따른 오차율별 분석표

샘플링간격	~10%	~20%	~30%	~40%	~50%	~60%	~70%
개수	17	6	7	5	2	2	5
등간격	-0.0506	-0.0614	0.0318	0.0100	-0.0633	-0.0823	-0.0900
랜덤	-0.2025	0.0926	0.0214	0.0024	0.0310	-0.0463	-0.0478
p-value	0.237	0.224	0.922	0.939	0.082	0.511	0.106

3.2.3. OWAS 평가 등급에 의한 분석

60분간 촬영한 작업에 대하여 샘플링 방법별 OWAS에 의한 작업평가 결과를 표 3-37 에서와 같이 나타났다. 실측(1800장면 샘플링)평가결과 에

서는 1등급은 78% 2등급에서는 19%, 3등급에서는 3%의 빈도가 나왔으며 등간격 샘플링에서는 1등급은 74%, 2등급에서는 18%, 3등급에서는 8%의 빈도가 나왔으며 랜덤 샘플링에서는 1등급은 75% 2등급에서는 15%, 3등급에서는 10%의 빈도가 나왔다. Chi-square 분석결과는 $\chi^2 = 4.329$, $df=4$, $p\text{-value} = 0.363$ 로써 샘플링 방법들에 대하여 차이가 없는 것으로 확인되었다.

표 3-37 샘플링 방법에 따른 작업평가등급별 빈도수의 동일성 검정(비율환산)

구분 샘플링 방법	평가 등급			
	1	2	3	계
실측치	78*	19	3	100
등간격 샘플링	74	18	8	100
랜덤 샘플링	75	15	10	100
$\chi^2 = 4.329$, $df=4$, $p\text{-value} = 0.363$				

*100% 기준빈도

3.2.4. 종합 결과

부위별 위험요인 시간에 의한 분석결과와, 관측비율대별, 작업평가등급에 따른 샘플방법 간에는 차이가 없었다. 샘플링 방법별 오차율에 대한 t-test 결과는 표 3-38과 같이 나타났다.

샘플링 방법별 t-test 결과 유의수준 0.05에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3-38 샘플링 방법에 따른 오차율 검정

샘플링 방법	Mean	St Dev	SE Mean
등간격	0.055	0.579	0.081
랜덤	0.186	1.131	0.156
오차율 추정치	-0.130	0.726	0.100
오차율의 95% 신뢰구간 (-0.333109, 0.071532)			
t = -1.30 p-value = 0.200			

4. 결 론

작업 분석에 있어서 워크 샘플링은 여러 부분에서 사용되고 있는 방법으로써 이 적용범위는 기계·설비의 활용, 작업의 분담이나 인원배치의 적정화, 표준시간의 결정, 교통관계, 상점·영업 관리를 위한 적용 등과 같은 광범위한 분야에 미치고 있으며, 기계의 가동률과 작업량의 분석, 공정 전체의 흐름에 대한 분석 등에 이용되고 있다.

근로자들의 작업에 대한 부담정도의 측정을 위하여 정량적, 정성적인 방법의 측정이 실시되고 있고, 정량적인 방법으로써 워크 샘플링을 통한 분석이 실시되고 있다. 이러한 워크샘플링 방법을 행하는 이유는 근로자들의 부담 작업의 유해요인을 정량 정성적으로 평가하여 제거하거나 감소시키기 위해서는 유해요인분석의 절차를 수행하는데 있어서 유해요인 분석을 실시하는 동시에 정밀조사의 단계에서 인간공학적 평가방법을 통한 유해요인 평가에서 워크 샘플링방법이 필요하게 된다.

이러한 유해요인 평가를 정량적으로 분석하기위해 작업자 및 작업 공정에 대한 인간공학적 유해요인평가 도구로서 OWAS(Karhu et al., 1977), RULA(McAtamney and Corlett, 1993), REBA(Hignett and McAtamney, 2000)등을 많이 이용해 왔다. 이러한 유해요인 평가 도구들을 일반적으로 샘플링 기법과 같이 사용되어 유해요인 평가를 실시하고 있다.

유해요인 조사를 위한 정량적인 평가에 대한 연구는 지속적으로 연구되어 왔으나, 정량적 평가를 위한 샘플링 방법에 대한 연구는 국내외에 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 유해요인조사에서 논란이 되고 있는 작업촬영 분석시 샘플링 방법에 대하여 연구를 실시하였다.

30분 작업촬영시 분석결과는 등간격 샘플링과 랜덤 샘플링을 비교한 결과 서로간의 차이가 없다고 나타났고, 30분 작업촬영시 분석결과에서는

등간격 샘플링과 랜덤 샘플링을 비교한 결과 차이가 없다고 나타났다.

부담작업 비율별 샘플링 간격간의 관계를 파악하기 위하여 부담작업을 각 비율별로 나누어 각각의 샘플링 간격과의 차이 여부를 평가한 결과 30분 작업촬영시 분석결과에서 부담작업 비율별 샘플링과의 관계는 등간격 샘플링과 랜덤 샘플링을 비교한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 60분 작업촬영시 분석결과에서 에서는 등간격 샘플링과 랜덤 샘플링을 비교한 결과 역시 비슷한 결과가 나타났다.

본 연구는 유해요인조사에서 가장 큰 관심이 되고 있는 작업분석시 샘플링 방법간의 관계분석을 통하여 등간격 샘플링이나 랜덤 샘플링의 위험 노출 비율에 차이가 없다는 것을 보여줌으로써 향후 유해요인 조사에서 중요한 근거 자료로써 이용될 수 있을 것으로 여겨진다. 즉, 이미 촬영된 작업내용을 분석하는데는 랜덤 샘플링이나 등간격 샘플링이나 유해요인 비율에 유의적인 차이가 존재하지 않는 반면, 샘플링 절차에서는 등간격 샘플링이 매우 빠르고 용이하므로 등간격 샘플링이 장점이 있다고 보여진다.

참고 문헌

노동부, 근골격계질환 예방업무 편람, 2004

오순영, 정병용, 조선업종의 유해요인조사 및 인간공학적 개선, 대한인간공학회지, Vol.24, No.1, pp27-35, 2005.

정병용, 이종협, 김국, 유해요인조사용 평가 소프트웨어 개발, 대한인간공학회지, Vol.24, No.4, pp 79-83, 2005.

정병용, 이동경, 현대인간공학, 민영사, 2005.

황 학, 작업관리론, 영지문화사, 1998

한국산업안전공단(KOSHA), 사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 지침, 2003

한국산업안전공단(KOSHA), 근골격계부담작업 유해요인 조사지침, 2003

Graham B. Scott and Nicola R. Lambe, Working preactices in a perchery system, using the OVAKO Working posture Analysing System(OWAS) : Applied Ergonomics Vol 27. No 4, pp 281-284, 1996.

Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M.j, Hendrick, H.W., Carayon, P. and Perusse, M., Work related musculoskeletal

disorders(WMSDs), Taylor & Francis: London, 1995.

I. di Bruijn, J. A. Engels and J. W. J. van der Gulden, A simple method to evaluate the reliability of OWAS observatios : Applied Ergonomics Vol 29, No 4, pp 281-283, 1998.

Kilbom, A., "Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders-what information can be obtained from systematic observations?", Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 20, 30-45, 1994.

ABSTRACT

A study of sampling methods in job hazard analysis of an atypical work

Lee, Hyang-Ki
Major in Industrial Engineering
Dept. of Industrial Engineering
Graduate School of
Hansung University

The descriptive and quantitative approaches of representing the working posture are important for the job hazard analysis. An attempt was made to determine the effect on sampling method. Twelve repairmen were observed for 30 and 60 minutes of work, and work scenes were sampled at rate of 60 times per 30 or 60 minutes. The results show that the exposure ratios to hazardous factors and OWAS evaluation results are no statistical differences between random sampling and systematic sampling. Thus, of the two sampling methods, the systematic sampling method is faster and easier to implement because of the advantages of simple sampling procedure. The results identified in this study are applicable for ergonomic job hazard analysis.