



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



석사학위논문

고용노동부의 직업적 노출기준
(90/5 dB rule)과 ACGIH 노출기준
(85/3 dB rule)을 적용한 소음노출량의
비교분석에 관한 연구

2 0 1 4 년

한성대학교 대학원
기계시스템공학과
산업위생공학전공
한형규

석사학위논문
지도교수 박두용

고용노동부의 직업적 노출기준
(90/5 dB rule)과 ACGIH 노출기준
(85/3 dB rule)을 적용한 소음노출량의
비교분석에 관한 연구

Study on Comparison of Noise Monitoring Results with 90/5 dB
rule and 85/3 dB in Various Workplaces

2014년 6월 일

한성대학교 대학원
기계시스템공학과
산업위생공학전공
한형규



석사학위논문
지도교수 박두용

고용노동부의 직업적 노출기준
(90/5 dB rule)과 ACGIH 노출기준
(85/3 dB rule)을 적용한 소음노출량의
비교분석에 관한 연구

Study on Comparison of Noise Monitoring Results with 90/5 dB
rule and 85/3 dB in Various Workplaces

위 논문을 공학 석사학위 논문으로 제출함

2014년 6월 일

한성대학교 대학원
기계시스템공학과
산업위생공학전공
한형규



국 문 초 록

고용노동부의 직업적 노출기준(90/5 dB rule)과 ACGIH 노출
기준(85/3 dB rule)을 적용한 소음노출량의 비교분석에 관한 연구

한성대학교 대학원
기계시스템공학과
산업위생공학전공
한형규

우리나라의 직업적 노출 소음기준은 8시간 기준으로 90 dB이며, 노출시간이 반으로 감소하면 소음기준은 5 dB 증가한다. 한편 미국 ACGIH 및 ISO 기준은 8시간 기준은 85 dB, 시간이 반으로 감소하면 소음기준은 3 dB 증가한다. 만약 우리나라에서 직업적 노출기준을 85/3 dB로 강화하면 기준을 초과하는 사업장이 얼마나 되는지 그 여파가 어떻게 되는지 파악하기 위해 본 연구를 실시하였다. 이를 위해 본 연구에서는 실제 사업장에서 소음노출량계로 측정된 소음노출 원자료를 90/5 dB Rule과 85/3 dB Rule을 적용하여 소음노출량을 산출하여 비교하였다. 분석에 사용한 자료는 2013년 9월부터 2014년 3월까지 충청권 47개 사업장에서 90/5 dB rule을 적용하여 소음노출량계로 측정된 209개의 개인소음노출 측정자료이며, 매1분마다 음압수준이 기록되어 있었다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

소음노출량계에 의해 측정된 매1분당 음압수준을 90/5 dB rule을 적용하여 8시간 시간가중평균 소음수준과 8시간 소음노출량을 계산한 결과는 90/5 dB

rule을 적용하여 산출한 측정치와 거의 동일하게 산출되었으나 85/3 dB rule 적용시에는 매1분마다 기록된 음압수준을 음강도로 환산하여 노출량을 산출하고 이를 누적하여 누적소음노출량을 산출한 결과, 8시간 동안 시간가중평균 음압수준을 소음노출량으로 환산한 결과보다 산포도가 크게 나타났다. 즉, OSHA의 90/5dB Rule은 매1분마다 기록된 음압수준의 변이에 거의 영향을 받지 않았으나, ACGIH의 85/3dB Rule의 경우는 매1분마다 기록된 음압수준의 평균과 시간별 변이 등에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

8시간 평균소음이 70 dB 이하인 경우에는 두 기준간 큰 차이를 보이지 않으나, 70 dB 이상인 범위에서는 OSHA 기준(90/5 dB rule)을 적용할 때보다 ACGIH기준(85/3 dB rule)을 적용할 때 소음노출량이 크게 나타나기 시작했으며, 특히 85 dB이상에서는 그 차이가 급격히 증가하였다.

전체 209개 분석 자료 중 90/5 dB rule 적용시에는 24개(11.5%)가 8시간기준으로 환산했을 때, 소음노출량 기준인 100%를 초과하였으며, 85/3 dB rule을 적용하면 102개(48.8%)가 기준인 100%를 초과하는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 현재 90/5 dB 기준을 85/3 dB 기준으로 전환하면 노출기준 초과 사업장이 4.2배 늘어난다는 것을 의미한다.

소음 수준별 ACGIH/OSHA 소음노출량 비율을 산출한 결과, 소음수준이 높아짐에 따라 기하급수적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 상관계수는 0.9555 수준이었다. 특히, 평균소음이 90dB 이상인 경우에는 ACGIH 기준을 적용할 때 소음노출량이 OSHA 기준을 적용할 때보다 7배 이상 높게 나타났다. OHSA rule과 ACGIH rule을 적용한 결과를 업종별로 보면 ACGIH rule을 적용할 때, 제조업은 평균 4.1배 높게 나타났다. 세부업종별로는 플라스틱 제품 제조 > 산업용 기계 제조 > 콘크리트/시멘트 제조업 순으로 높게 나타났다.

【주요어】 소음노출량기준, 85/3 dB rule, 90/5 dB rule, 소음기준

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구배경 및 목적	1
제 2 장 조사대상 및 방법	4
제 1 절 조사대상	4
1) 연구에 사용된 소음측정자료	4
2) 소음노출량 측정기기	5
제 2 절 90/5 dB rule 및 85/3 dB rule에 의한 소음노출량 산출방법	5
1) 소음노출량 산출방식	5
가) 소음노출량계로 측정한 원자료의 형태	5
나) 평균소음수준(등가소음레벨, Leq) 계산	6
다) 평균소음수준과 소음노출량과의 관계	6
2) 음압수준이 작업시간 동안 동일할 경우 이론적 소음노출량	8
제 3 장 연구결과 및 고찰	11
제 1 절 현장 측정자료의 분석	11
1) 90/5 dB rule 적용 결과	11
2) 85/3 dB rule 적용 결과	12
3) 시뮬레이션 계산을 통한 자료 검증	15
제 2 절 실제 측정자료에 두 기준을 적용한 소음노출량 비교	17
1) 두 기준에 의한 소음노출량 차이	17
가) 소음구간별 소음노출량 차이 비교	17

나) 기준별 소음노출량 분포	17
2) 소음특성별 ACGIH / OSHA기준 소음노출량 분포 비교	21
가) 소음 수준별 비교	21
나) 표준편차에 따른 경향 비교	21
제 3 절 업종에 따른 소음노출기준별 소음노출량 비교	25
1) 업종별 전체 비교	25
2) 제조업 세부 분석	25
가) 1차금속 제조업	25
나) 가구 제조업	27
다) 도자기 제조업	27
라) 산업용기계 제조업	27
마) 섬유/유리제품 제조업	28
바) 식료품 제조업	28
사) 자동차관련 제조업	28
아) 전자부품 제조업	29
자) 콘크리트/시멘트 제조업	29
차) 플라스틱 제품 제조업	29
카) 화학물질/제품 제조업	30
제 4 장 결 론	42
참 고 문 헌	44
ABSTRACT	46

표 목 차

<표 1> 연구대상 소음노출량 원자료가 확보된 현황	4
<표 2> 음압수준이 작업시간 동안 동일할 경우 이론적 소음노출량	8
<표 3> 4분간 소음 가정치를 이용한 소음노출량 계산	16
<표 4> 소음 수준별 ACGIH와 OSHA기준간 소음노출량 분포 비교	22
<표 5> 업종별 소음노출량 차이 비교	26



그 림 목 차

<그림 1> Nosie Dosimeter 측정 결과 자료의 예시	7
<그림 2> 60dB ~ 70dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량	9
<그림 3> 70dB ~ 80dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량	10
<그림 4> 80dB ~ 100dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량	10
<그림 5> 소음계에 기록된 소음노출량과 본 연구에서 산출한 소음노출량의 일치여부(95/5 dB rule 적용시)	13
<그림 6> 현장측정데이터를 이용한 소음노출량 산출값과 이론적 계산치와의 그래프 (ACGIH기준 적용시)	14
<그림 7> 현장측정자료를 활용한 소음노출량 비교	18
<그림 8> 현장측정자료를 활용한 소음노출량 비교	19
<그림 9> OSHA 및 85/3 dB rule 적용시 소음노출량 분포	20
<그림 10> 소음수준별 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량간의 비율	23
<그림 11> 표준편차별 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량간의 비율	24
<그림 12> 1차금속 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	31
<그림 13> 가구 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	32
<그림 14> 도자기 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	33
<그림 15> 산업용 기계 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	34
<그림 16> 섬유/유리제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	35
<그림 17> 식료품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	36
<그림 18> 자동차관련 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	37
<그림 19> 전자부품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	38
<그림 20> 콘크리트/시멘트 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	39
<그림 21> 플라스틱 제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	40
<그림 22> 화학물질/제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교	41

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경 및 목적

우리 나라에서 실시되고 있는 작업환경측정 유해인자 중 가장 측정 건수가 가장 많은 유해인자는, 1997년 제조업체를 대상으로 한 작업환경 실태조사에서 전체 대상 사업장 중 53.3%가 소음발생 작업공정을 보유하고 있는 것으로 조사되었으며, 근무자 기준으로 12.1%가 해당 공정에서 근무하고 있는 것으로 조사된 바 있듯이 소음이다.

한편 2007년 작업환경측정 현황자료를 보면 2007년도 상반기에 소음측정 대상 사업장수는 26,392개소이며 이중 25,764개소에서 소음 작업환경측정이 이루어졌으며, 2007년도 하반기에는 소음측정 대상 사업장수가 24,366개소, 측정을 실시한 사업장이 23,493개소 파악되어 측정된 유해인자 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있다.¹⁾

전체 직업병 유소견자 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것도 소음성 난청에 의한 유소견자이고, 매년 그 수가 증가추세에 있다. 2000년부터 개인질병 등 업무 외적요인과 복합적으로 작용하여 발생하는 질병(신체 부담작업, 뇌심혈관질환 등)을 업무상 질병으로 포함함으로써 이들 질병이 늘어남에 따라 그 비중이 줄어들고 있긴 하지만 소음성 난청에 의한 요양승인자 수도 매년 200~300건을 차지할 정도로 여전히 높은 수준으로 꾸준히 발생하고 있다. 그만큼 소음은 근로자들에게 가장 많이 노출되는 인자인 동시에 가장 많은 직업병을 일으키는 요인이라는 것을 알 수 있다.²⁾ 많은 경우 높은 소음에 노출되는 작업자는 이동하면서 다양한 업무를 수행하는 경우가 많기 때문에 근로자의 소음노출은 누적소음노출량(cumulative noise exposure 소음노출량)을 측정한다. 누적소음노출량은 보통 소음노출량(noise exposure 소음노출량) 또는 간략히 소음량(noise 소음노출량)이라고 하며, 보통 소음노출량계(소음노출량계)를 이용하여 측정한다. 산업보건분야에서 근로자의 소음노출량을 측정

1) 노동부 산업안전보건국, 2007년도 작업환경측정 현황, 노동부 2008

2) 고용노동부, 각 연도별 산업재해현황, 고용노동부

하고 평가하기 위해서는 소음노출량계를 근로자에게 부착한 후 마이크를 귀에서 가까운 곳에 부착하여 6시간 이상 측정하여, 그 결과로부터 8시간 소음노출량으로 환산한 노출량을 산출하여 8시간 노출기준인 100%와 비교하여 기준의 초과여부를 판단하고 있다.

소음노출량은 작업환경 중의 소음노출기준을 바탕으로 산출된다. 우리나라 고용노동부와 미국의 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)은 8시간 기준으로 소음기준이 90 dB이며 노출시간이 반으로 줄어들 때마다 소음기준은 5 dB씩 증가된다. 이와 같은 기준을 보통 90/5 dB 규칙(90/5 dB rule)이라고 한다.³⁾⁴⁾

한편 미국 산업위생 전문가협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)는 8시간 기준으로 소음기준을 85 dB로 설정하고 있으며, 노출시간이 반으로 줄어들 때마다 소음기준은 3 dB씩 증가된다. 이와 같은 기준을 보통 85/3 dB 규칙(85/3 dB rule)이라고 한다. 현재 국제 표준기구(ISO) 및 전세계의 많은 나라들이 후자인 85/3 dB rule을 적용하고 있다.⁵⁾

우리나라도 근로자의 소음성 난청을 예방하기 위해 85/3 dB rule을 적용하여야 한다는 주장이 제기되고 있으며, 근로자의 건강을 보호하기 위한 작업환경 기준은 점점 강화되고 있는 추세를 감안하거나 전 세계의 많은 나라에서 85/3 dB rule을 적용하고 있는 점을 감안할 때 우리나라에서도 향후 85/3 dB rule을 적용하는 방향으로 법규정이 강화될 가능성이 적지 않다.

언뜻 보기에는 90/5 dB rule을 적용한 결과는 쉽게 85/3 dB rule을 적용한 것으로 환산이 가능할 것처럼 보이지만 실제로는 그렇지가 않다. 왜냐하면 노출시간이 반으로 감소할 때마다 증가하는 소음수준의 크기가 다르기 때문에 평균이 같다고 해도 소음의 시간적 변이가 어떻게 구성되어 있느냐에 따라 두 규칙을 적용한 소음노출량의 결과는 완전히 다르게 나타나기 때문이다.

본 연구는 우리나라 다양한 작업장에서 소음노출량계를 이용하여 실제 소

3) 고용노동부. 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시, 고용노동부고시 제2013-39호, 2013.

4) US OSHA, CFR 1910.95

5) ACGIH 2014–2015 Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio (2014).

음노출량을 측정한 작업환경 측정 원자료의 재분석하여 90/5 dB Rule과 85/3 dB Rule을 적용했을 때 소음노출량이 어떻게 산출되는지, 그 차이를 검정해 보았다. 즉 소음노출량계로 소음을 측정한 원자료 중에서 측정시간동안 매5초마다 소음수준이 기록되어 있는 자료를 추출하여 이를 토대로 90/5 dB Rule과 85/3 dB Rule을 적용시켜 합산 소음노출량을 산출하여 그 차이를 비교하였다.

이와 같이 산출한 두 방식의 기준대로 소음노출량을 산출하여 우리나라 소음 작업장에서 85/3 dB Rule을 적용하였을 때 기존의 90/5 dB Rule을 적용한 것과 어떠한 차이가 있는지, 향후 85/3 dB Rule로 소음기준을 강화한다면 어느 업종에서 몇 %정도가 기준을 초과하게 될지, 어떤 소음 특성을 가진 업종에서 더 큰 영향을 받게 되는지를 연구하였다.

제 2 장 조사대상 및 방법

제 1 절 조사대상

1) 연구에 사용된 소음측정자료

본 연구는 작업환경측정 중 소음노출량계로 근로자의 소음노출량을 측정한 자료 중에서 측정시간 동안 매 1분마다 80 dB 이상의 소음에 대해서 평균소음수준이 기록되어 있는 원자료를 이용하였다. 측정지역은 충청지역이었으며, 측정기간은 2013년 8월부터 2014년 3월까지였다. 측정 원자료가 확보된 사업장은 모두 47개사로 플라스틱 제품 제조, 산업용기계 제조, 콘크리트/시멘트 제조, 전자부품 제조, 금속 제조, 도자기 제조, 가구 제조, 식음료 제조, 섬유/유리제품 제조, 화학물질/제품 제조, 자동차 관련 제조 등 다양한 제도업은 물론 그 외에도 건설업과 유통업 등이 포함되어 있다. 업종별로는 제조업이 가장 많은 34개사 (72%)를 차지하고, 유통업 7개사 (15%), 건설업 등 기타 6개사 (13%) 등 이었다.

<표 1> 연구대상 소음노출량 원자료가 확보된 현황

측정시기	사업장 수	측정 자료 건수
2013.9월	8개사	20개
2013.10월	5개사	33개
2013.11월	10개사	53개
2013.12월	6개사	35개
2014.1월	6개사	11개
2014.2월	10개사	38개
2014.3월	5개사	19개
계		209개

2) 소음노출량 측정기기

본 연구에서 취합한 자료는 개인별 소음 노출량을 측정하기 위해 누적소음 노출량측정기(3M사 Quest Edge3)를 개인에게 부착하고 마이크는 측정대상자의 귀로부터 10 ~ 15cm 이내의 쇄골부위에 고정하여 6시간 이상 소음노출량을 측정한 것이었다.

측정시 소음노출량계의 기준, 2배율, 서한도는 고용노동부의 작업환경 측정 및 정도관리규정에서 정한대로 다음과 같이 설정하였다.

- Criteria : 90dB
- Exchange Rate : 5dB
- Threshold : 80dB

제 2 절 90/5 dB rule 및 85/3 dB rule에 의한 소음노출량 산출방법

1) 소음노출량 산출방식

일반적으로 소음노출량은 노출기준에 대한 백분율(%)로 나타낸다. 우리나라 고용노동부에서 설정한 소음의 직업적 노출기준을 적용할 경우 90dBA에 8시간 노출되면 소음노출량은 100%로 나타나고, 90dBA에 4시간 노출되면 50%로 나타난다.

가) 소음노출량계로 측정한 원자료의 형태

작업현장의 소음은 보통 시간에 따라 시시각각으로 변한다. 소음노출량계는 측정모드를 표준인 slow mode로 설정할 경우, 1초마다 음강도의 평균을 산출하여 음압수준으로 소음수준을 산출하게 된다. 보통 소음노출량을 측정하기 위해서 소음노출량계는 미리 설정된 서한도 기준(threshold)인 80 dB미만의 음압수준은 버리고 그 이상되는 음압수준만 기기를 성정해 놓은 대로 90/5

dB Rule 또는 85/3 dB Rule에 따라 소음량을 산출하고, 소음노출량은 계속 누적해 나가며, 소음노출량계에는 일정한 시간마다 (여기에서 사용한 기기는 매 1분마다) 음압수준으로 환산하여 기록해 놓는다.

따라서 본 연구에서 취합한 자료는 최소한 6시간 이상 측정을 한 것이므로 1개의 원자료는 최소한 360개의 소음수준이 기록되어 있다.[그림 1참조]

나) 평균소음수준(등가소음레벨, Leq) 계산

위에서 예시한 분단위 소음수준은 등가소음레벨인 Leq를 구함으로써 평균 소음수준으로 환산할 수 있다. 만약, 1시간 동안 소음 노출 작업 중 30초 동안은 90dB, 20초동안은 87dB, 10초동안 95dB에 노출되었다고 가정하면, 90/5 dB rule으로 등가소음레벨은 다음과 같이 산출된다.

$$Leq(OSHA) = 16.61 \log \left(\frac{30 \times 10^{\frac{90}{16.61}} + 20 \times 10^{\frac{87}{16.61}} + 10 \times 10^{\frac{95}{16.61}}}{30 + 20 + 10} \right)$$

다) 평균소음수준과 소음노출량과의 관계

위에서 계산한 평균소음수준과 구하고자 하는 소음노출량과의 관계는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$Lp = 90 + 16.61 \log \left(\frac{Dose}{12.5 T} \right)$$

여기서, Lp는 측정시간에 있어서의 평균치(dBA)를 나타내며, 소음노출량은 소음노출량계로 측정한 노출량(%)을 나타낸다.

Timestamp	Latg-1
11-26-2013 9:46:11	60.40
11-26-2013 9:47:11	56.40
11-26-2013 9:48:11	53.50
11-26-2013 9:49:11	75.60
11-26-2013 9:50:11	71.10
11-26-2013 9:51:11	69.00
11-26-2013 9:52:11	0.00
11-26-2013 9:53:11	62.20
11-26-2013 9:54:11	48.10
11-26-2013 9:55:11	73.70
11-26-2013 9:56:11	67.50
11-26-2013 9:57:11	59.30
11-26-2013 9:58:11	0.00
11-26-2013 9:59:11	71.00
11-26-2013 10:00:11	63.60
11-26-2013 10:01:11	64.00
11-26-2013 10:02:11	0.00
11-26-2013 10:03:11	0.00
11-26-2013 10:04:11	0.00
11-26-2013 10:05:11	0.00
11-26-2013 10:06:11	0.00
11-26-2013 10:07:11	0.00
11-26-2013 10:08:11	0.00
11-26-2013 10:09:11	0.00
11-26-2013 10:10:11	67.80
11-26-2013 10:11:11	0.00
11-26-2013 10:12:11	0.00
11-26-2013 10:13:11	69.60
11-26-2013 10:14:11	79.30
11-26-2013 10:15:11	0.00
11-26-2013 10:16:11	78.30
11-26-2013 10:17:11	0.00
11-26-2013 10:18:11	64.80
11-26-2013 10:19:11	0.00
11-26-2013 10:20:11	0.00
11-26-2013 10:21:11	0.00
11-26-2013 10:22:11	0.00
11-26-2013 10:23:11	76.30

<그림 1> Nosie Dosimeter 측정 결과 자료의 예시

90과 16.61은 소음의 기준에 따른 변수를 나타내며, 90은 8 시간 노출기준을 16.61은 Exchange Rate/log2를 나타낸다. 즉, 상기식은 OSHA기준을 적용할 경우를 나타내며, 85/3 dB rule을 적용할 경우는 변수에 85와 10을 적용하여 아래와 같이 환산한다.

$$Lp = 85 + 10 \log \left(\frac{Dose}{12.5 T} \right)$$

2) 음압수준이 작업시간 동안 동일할 경우 이론적 소음노출량

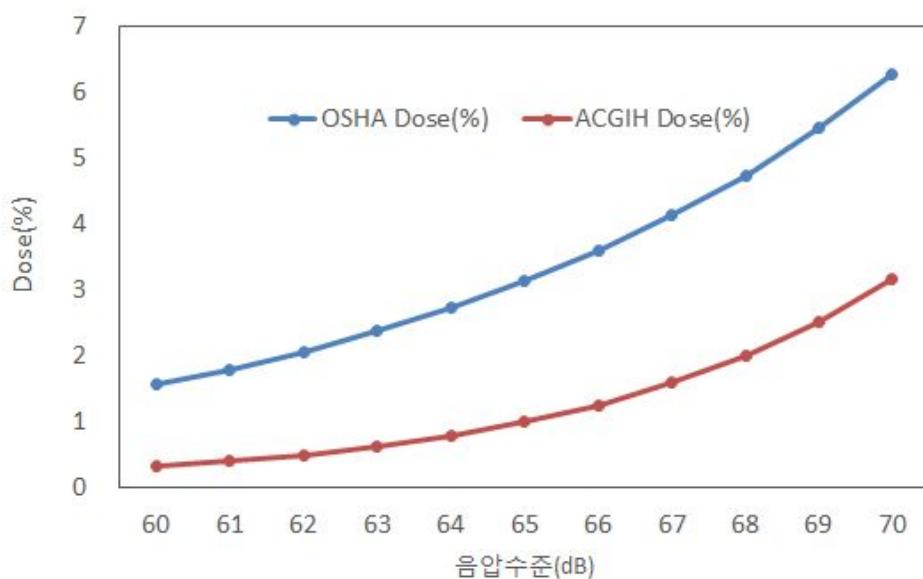
음압수준이 전 작업시간동안 동일하다고 가정하였을때 OSHA와 ACGIH기준 적용시 소음노출량은 <표 2>와 같다.

<표 2> 음압수준이 작업시간 동안 동일할 경우 이론적 소음노출량

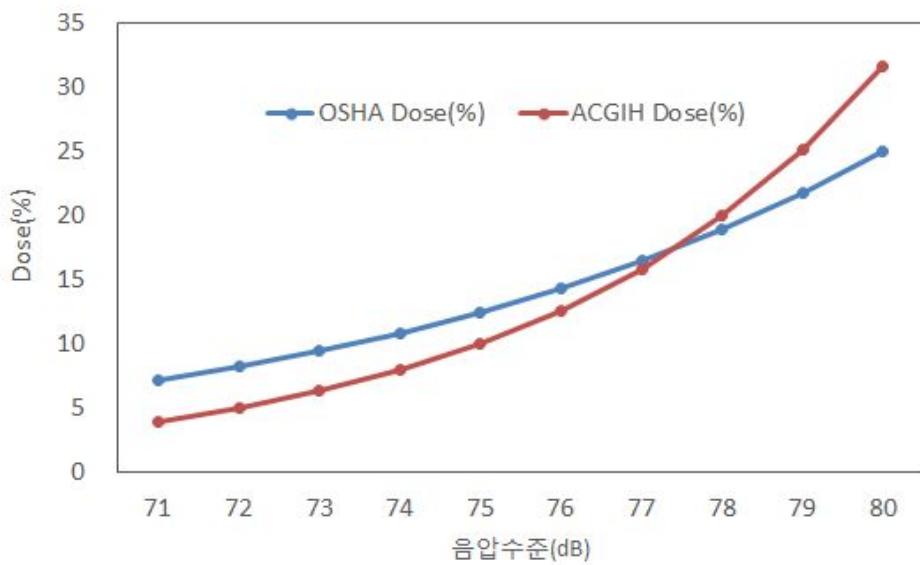
음압수준 (dBA)	소음노출량(%)		ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량
	OSHA	ACGIH	
60	1.56	0.32	0.20
62	2.06	0.50	0.24
64	2.72	0.79	0.29
66	3.59	12.6	0.35
68	4.74	2.00	0.42
70	6.25	3.16	0.51
72	8.25	5.01	0.61
74	10.88	7.94	0.73
76	14.36	12.59	0.88
78	18.95	19.95	1.05
80	25.00	31.62	1.26
82	32.99	50.12	1.52
84	43.53	79.43	1.82
86	57.44	125.89	2.19
88	75.79	199.53	2.63
90	100	316.23	3.16
92	131.95	501.19	3.80
94	174.11	794.33	4.56
96	229.74	1258.93	5.48
98	303.14	1995.26	6.58
100	399.99	3162.28	7.91

각 음압수준별 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량을 그래프로 표현하면 [그림 2]와 같다. 85/3 dB rule에 의한 소음노출량보다 OSHA기준에 의한 소음노출량이 더 큰 값을 가지며 음압이 상승할수록 비례적으로 두 기준 모두 소음노출량이 상승함을 알 수 있다. 85/3 dB rule에 의한 소음노출량의 증가 기울기가 OSHA기준에 의한 소음노출량 증가 기울기 보다 더 가파르게 상승함을 알 수 있으며, 약 78dB 이상의 음압수준에서는 85/3 dB rule 소음노출량이 90/5 dB rule 소음노출량보다 더 큰 값을 가지게 됨을 알 수 있다. 80dB 이상 구간에서 85/3 dB rule 소음노출량이 급격히 증가하며, 100dB 음압수준에서는 약 8배정도의 차이를 가지게 됨을 알 수 있다.

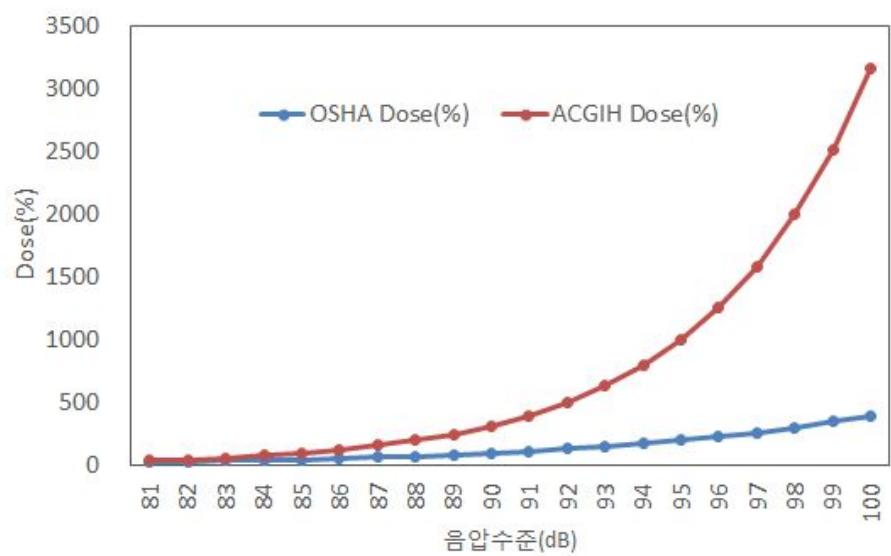
본 이론적 수치는 전 작업시간동안 동일한 음압수준을 가질 경우를 가정하여 산출한 것이나 실제 작업현장에서는 시간에 따라 근로자가 노출되는 음압수준이 지속적으로 변화하게 된다. 하루 동안의 음압수준의 변화는 해당 작업시간동안의 평균음압 수준으로 표현할 수 있는데, 이 평균음압의 소음노출량은 상기 결과와 어떤 차이를 가지는지를 확인하고자 한다.



<그림 2> 60dB ~ 70dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량



<그림 3> 70dB ~ 80dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량



<그림 4> 80dB ~ 100dB Range에서의 OSHA와 85/3 dB rule 소음노출량

제 3 장 연구결과 및 고찰

제 1 절 현장 측정자료의 분석

1) 90/5 dB rule 적용 결과

본 연구를 위해 확보된 소음노출량계로 측정된 원자료, 즉 매 1분마다 기록된 음압수준 자료를 가지고 90/5dB Rule을 적용하여 소음노출량(소음노출량)과 8시간 시간가중평균 소음수준을 직접 산출하였다.

이 결과는 측정자료에 이미 나와 있는 소음노출량(소음노출량)과 8시간 시간가중평균 소음수준과 동일할 것이다. 왜냐하면 수집된 원자료가 90/5dB Rule을 적용하여 소음노출량(소음노출량)을 측정한 것이기 때문이다. 따라서 측정자료에는 이미 소음노출량은 물론이고 8시간 시간가중평균 소음수준이 산출되어 있었다.

다만 소음노출량계는 매 1초마다 측정된 자료로부터 소음노출량을 산출하여 측정시간동안 누적하여 나타냈을 것이고 그것을 토대로 8시간 소음노출량과 8시간 시간가중평균 소음수준을 산출하였을 것이다. 본 연구에서는 1초마다 기록된 자료가 없고, 그 대신에 1분마다 평균치가 기록된 자료를 사용하여 8시간 소음노출량과 8시간 시간가중평균 소음수준을 산출하였을 뿐이다. 따라서 아주 미세한 차이가 있기는 하겠지만 무시할만한 수준일 것이다.

실제로 현장에서 측정된 소음노출량계의 측정결과에 기록된 8시간 시간가중평균 음압수준과 소음노출량의 자료와 1분마다 기록된 음압수준을 가지고 90/5dB Rule을 적용하여 산출한 노출노출량간에는 <그림 5>에서 보는 바와 같이 차이가 거의 없이 일치하는 것으로 나타났다.

2) 85/3 dB rule 적용 결과

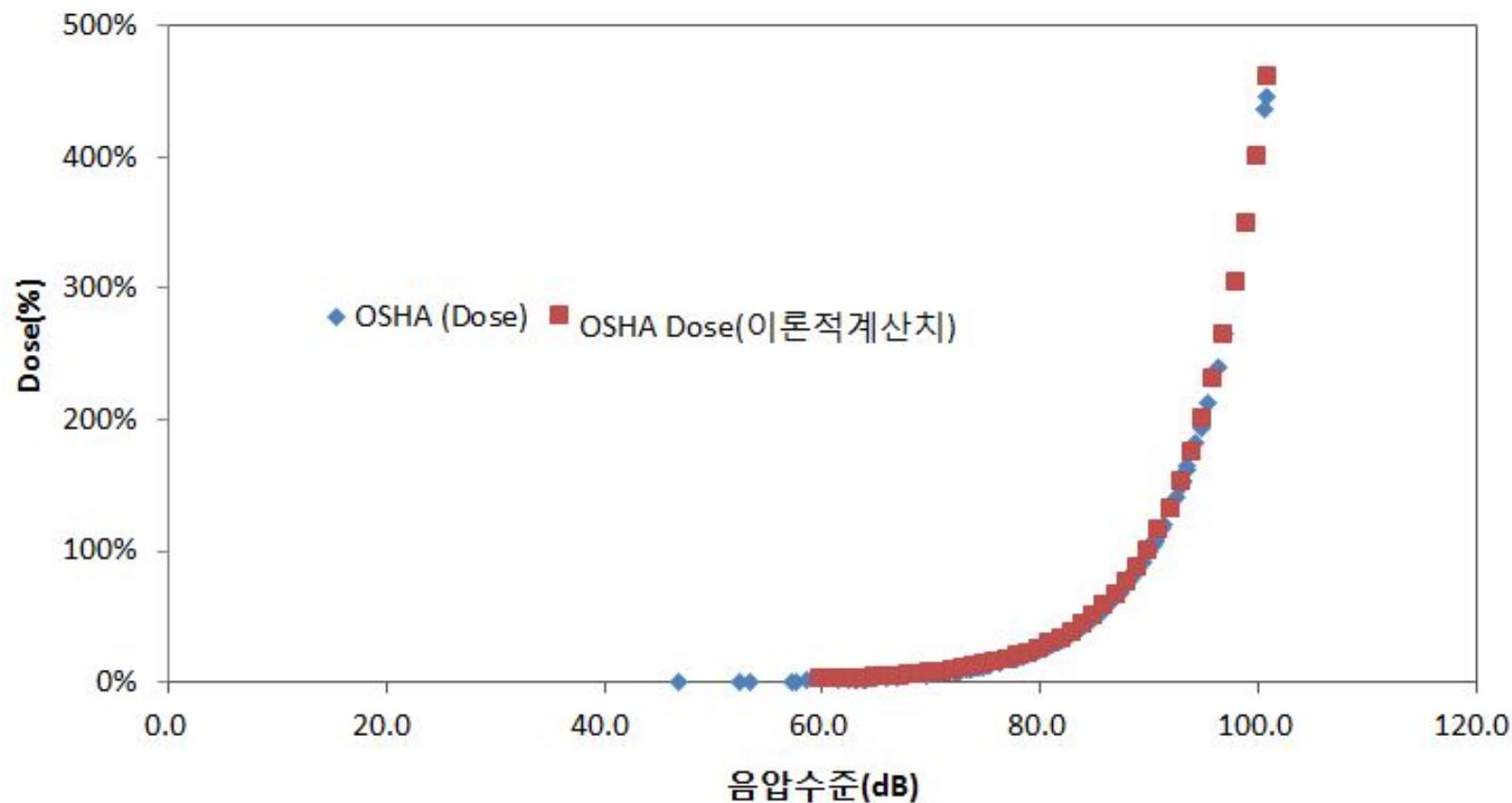
이론적으로 평균 음압수준만 알면 다음 식에 의해 소음노출량을 산출할 수 있고, 소음노출량만 알면 평균음압수준을 산출할 수도 있다.

$$L_p = 85 + 10 \log\left(\frac{Dose}{12.5 T}\right)$$

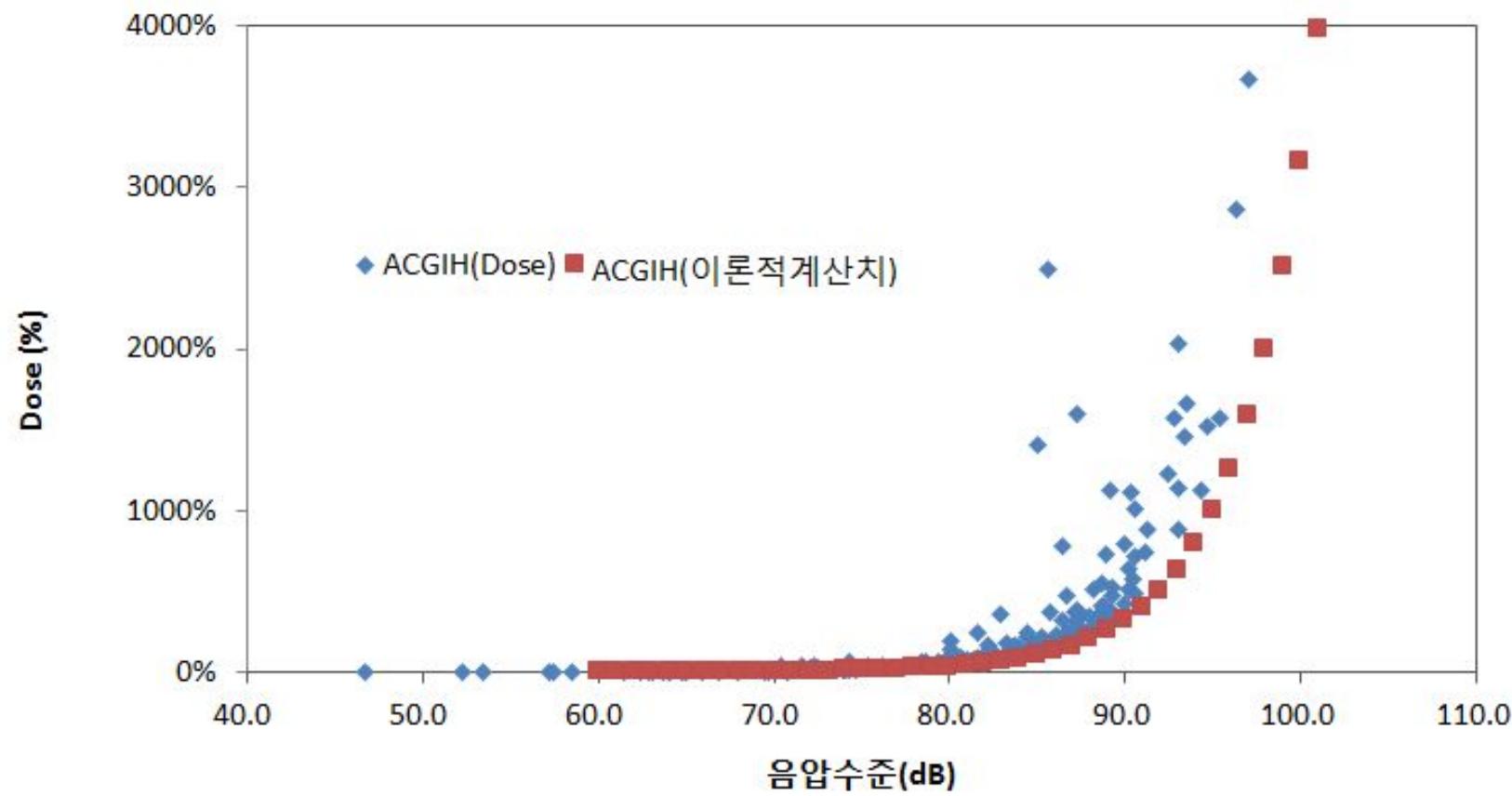
그러나 평균음압수준만 가지고는 소음노출량 산출이 정확하게 할 수 없다. 왜냐하면 평균음압수준이 같다고 하더라도 시간별 변이가 커서 일시적으로 높은 음압이 있는 경우, 소음노출량은 매우 커질 수 있기 때문이다.

본 연구에서 확보한 자료를 가지고 매 분당 85/3 dB Rule을 적용하여 산출한 소음노출량 결과와 평균수준 소음 노출으로부터 이론적 소음노출량을 산출한 결과는 <그림 6>과 같다.

85/3 dB 기준 적용시에는 90/5 dB 기준 적용시와는 다르게 분당 측정자료를 이용한 8시간 소음노출량과 동일수준 소음노출을 가정한 이론적 계산치와의 산포가 큰 자료들이 존재하며, 모든 자료가 이론적 계산치보다 크게 나타나는 결과를 보였다. 즉 매 분당 측정 Raw Data의 음압수준 평균/분포 등에 의하여 평균소음 및 소음노출량이 영향을 받으며, 이에 기인하여 이론적 계산치와의 차이가 있는 것으로 나타났다.



<그림 5> 소음계에 기록된 소음노출량과 본 연구에서 산출한 소음노출량의 일치여부(95/5 dB rule 적용시)



<그림 6> 현장측정 데이터를 이용한 소음노출량 산출값과 이론적 계산치와의 그래프 (ACGIH기준 적용시)

3) 시뮬레이션 계산을 통한 자료 검증

위와 같이 현장측정자료의 평균소음 수준을 이용하여 계산된 소음노출량과 단일음압을 가정하여 산정한 이론적 계산치와의 차이가 발생하는 이유를 확인하기 위하여 4분간 소음자료를 임의로 가정하여 90/5 dB rule 적용시와 85/3 dB rule 적용시를 각각 계산해보았다.

계산식으로 산출된 평균소음은 적용기준과 무관하게 동일하게 나타날 것으로 생각되었으나, 실제 결과는 4분간 소음 가정치가 모두 일정한 값을 가진 경우에만 평균소음이 동일하게 계산되었다. 즉 측정 Raw Data의 산포가 발생할 경우, 표준편차가 증가함에 따라 85/3 dB rule 적용시의 평균소음이 더 높게 계산됨을 확인하였다. 또한 분당 소음수준의 산술평균 및 편차가 증가 할수록 평균소음간 차이가 커지며 (85/3 dB rule)/(90/5 dB rule)에 의한 소음노출량의 배수 또한 증가함을 알 수 있었다.

본 계산을 통해 85/3 dB rule 적용 시에는 분당 소음자료의 분포 및 크기에 따라 평균소음 및 소음노출량이 단일음압으로 계산된 이론치에 비해 커지는 경향이 있음을 확인할 수 있다.

<표 3> 4분간 소음 가정치를 이용한 소음노출량 계산

4분간 소음 가정치				90/5 dB rule		85/3 dB rule		ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량	기초자료	
				평균 소음	소음노 출량	평균 소음	소음 노출 량		산술 평균	표준 편차
50	50	50	50	50	0.39	50	0.03	0.08	50	0
50	50	50	60	54	0.68	55.1	0.10	0.15	52.5	5
50	50	60	70	62.3	2.15	64.5	0.89	0.41	57.5	9.6
50	60	70	80	72	8.30	74.4	8.78	1.06	65	12.9
60	60	60	60	60	1.56	60	0.32	0.20	60	0
60	60	60	70	64	2.73	65.1	1.03	0.38	62.5	5
60	60	70	80	72.3	8.59	74.5	8.85	1.03	67.5	9.6
60	70	80	90	82	33.2	84.4	87.83	2.65	75	12.9
70	70	70	70	70	6.25	70	3.16	0.51	70	0
70	70	70	80	74	10.94	75.1	10.28	0.94	72.5	5
70	70	80	90	82.3	34.38	84.5	88.54	2.58	77.5	9.6
70	80	90	100	92	132.8	94.4	878.3	6.61	85	12.9

제 2 절 실제 측정자료에 두 기준을 적용한 소음노출량 비교

1) 두 기준에 의한 소음노출량 차이

본 연구에서는 분당 측정된 현장 자료를 활용하여 90/5 dB rule 적용시와 85/3 dB rule 적용시 소음노출량이 어떤 차이를 보이는지 확인해보았다. 총 209개의 측정한 자료를 활용하였으며, 8시간 평균 소음기준 46.8 dB에서 100.7 dB까지의 분포를 보이고 있었다.

가) 소음구간별 소음노출량 차이 비교

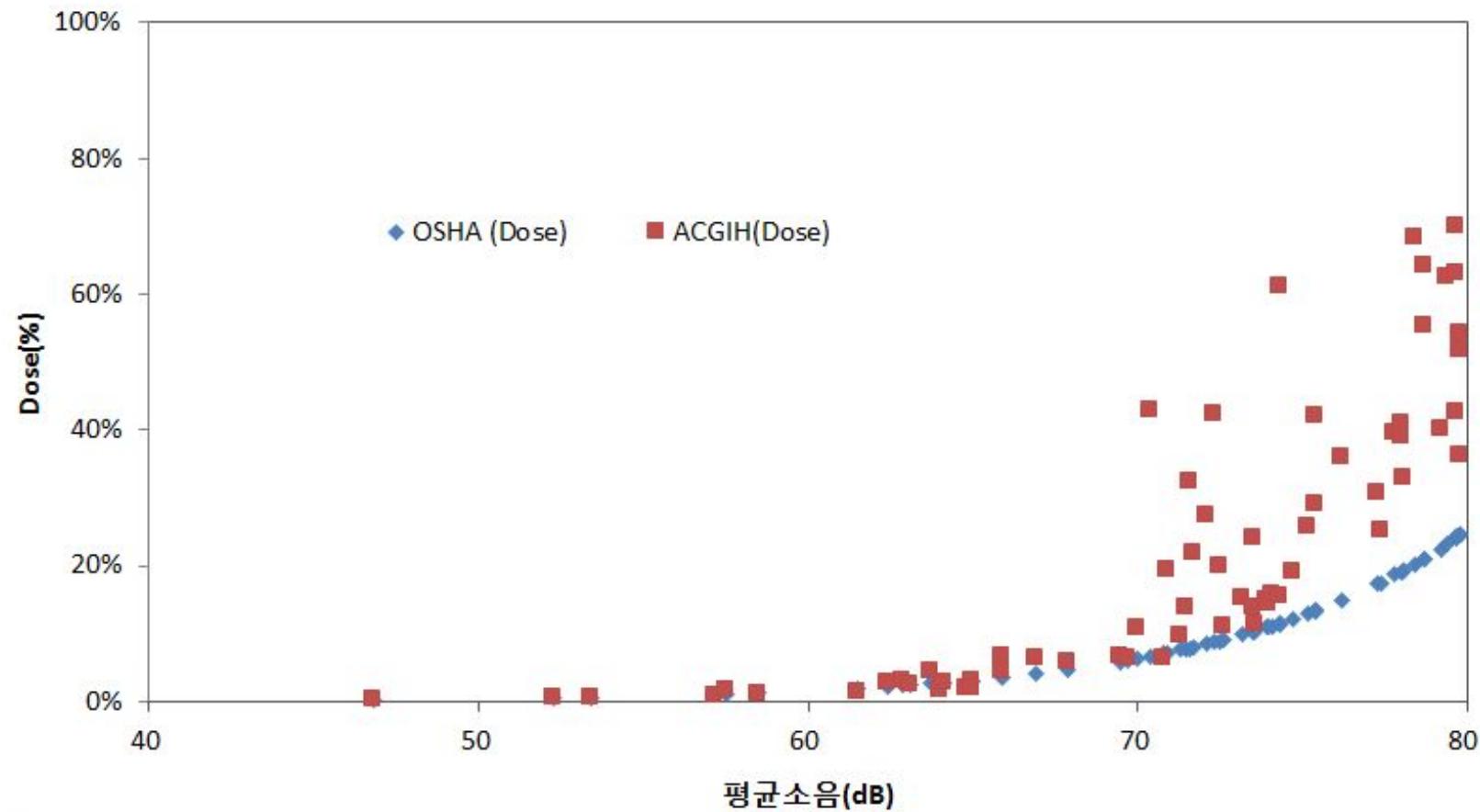
<그림 7>은 40~80 dB 구간에서의 90/5 dB rule을 적용할 때와 85/3 dB rule 적용했을 때의 결과를 비교한 것이다. 평균소음 70dB 이하 영역에서는 90/5 dB rule 및 85/3 dB rule 소음노출량간 차이는 거의 나타나지 않으나, 70dB 이상 영역에서는 ACGIH 소음노출량이 크게 계산됨을 알 수 있다. <그림 8>의 그래프는 80dB 이상 영역에서 두 기준 간 차이를 비교해 보았으며 약 85dB 이상 영역에서 ACGIH 소음노출량의 경우 급격한 상승 Trend를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

나) 기준별 소음노출량 분포

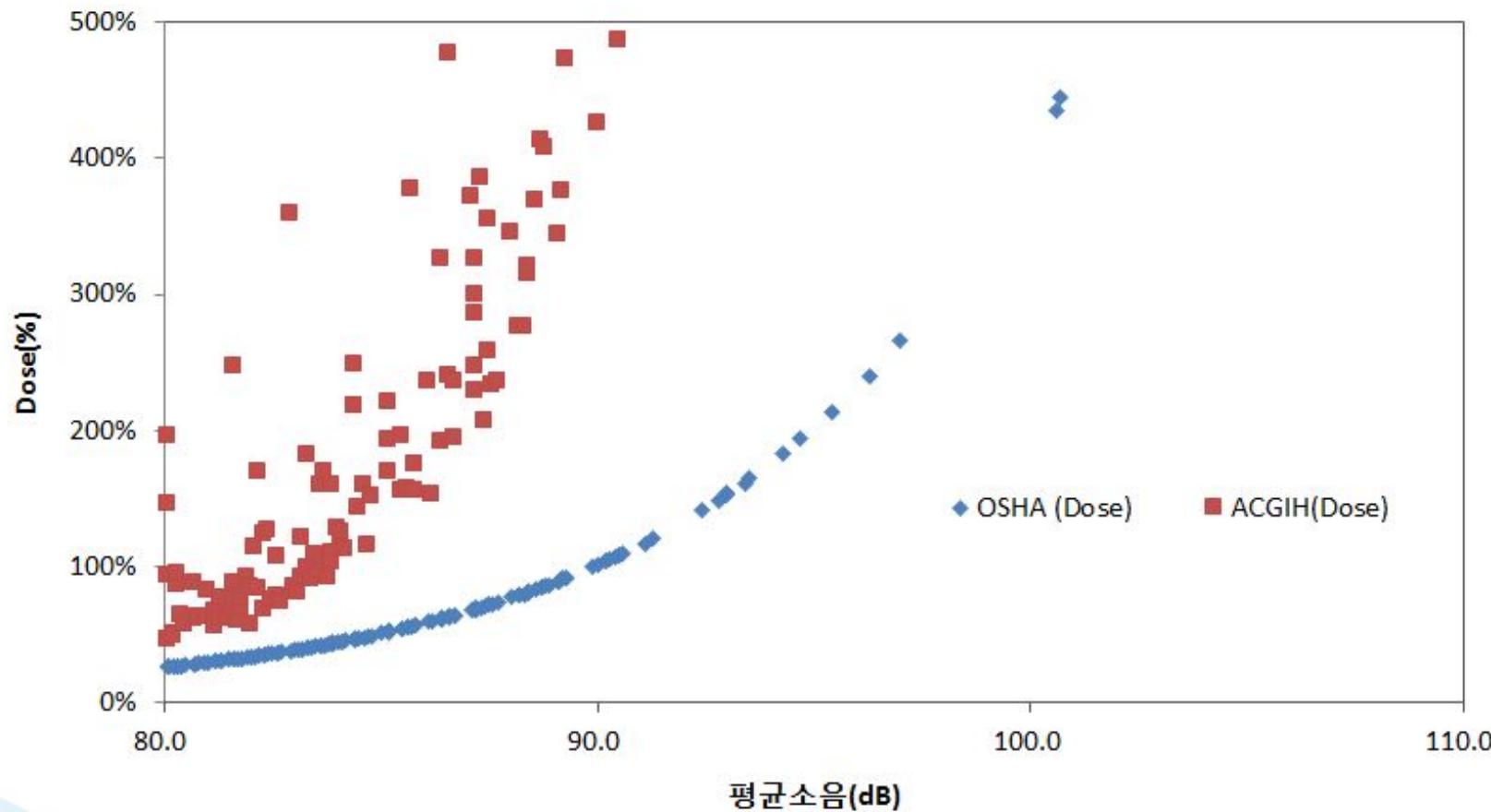
<그림 9>의 그래프를 통해 209개사 현장 측정자료를 90/5 dB rule 및 85/3 dB rule으로 소음노출량을 산출하였을 때 분포를 비교해보았다.

90/5 dB rule 기준을 적용하여 계산시 209개 Data 중 24개(11.5%)가 소음노출량 기준 100%를 초과하는 것으로 나타났으며, ACGIH 기준 적용시에는 102개 Data(48.8%)가 100%를 초과하는 것으로 나타났다.

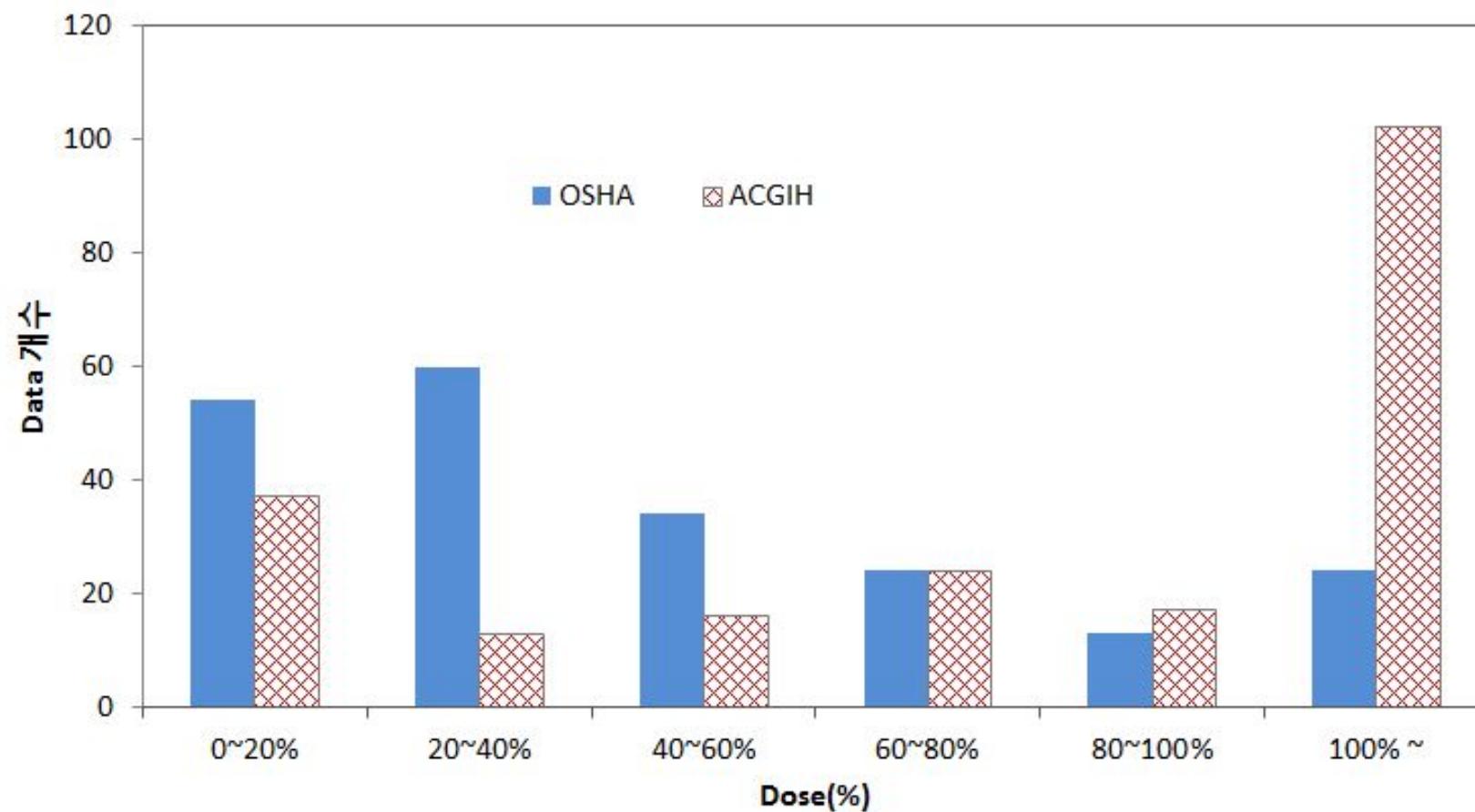
소음노출량 기준 100%를 초과한다는 의미는 8Hr 기준 노출기준 초과를 의미하므로 85/3 dB rule 적용시 약 4.2배 이상의 사업장이 노출기준을 초과하게 됨을 알 수 있다.



<그림 7> 현장측정자료를 활용한 소음노출량 비교 (OSHA vs 85/3 dB rule 적용시, 40–80dB 구간)



<그림 8> 현장측정자료를 활용한 소음노출량 비교 (OSHA vs 85/3 dB rule 적용시, 80-110dB 구간)



<그림 9> OSHA 및 85/3 dB rule 적용시 소음노출량 분포

2) 소음특성별 ACGIH / OSHA기준 소음노출량 분포 비교

본 연구에서는 현장에서 수집된 측정자료를 기준으로 환산된 8시간 평균소음 수준 및 표준편차에 따라 ACGIH기준 소음노출량과 OSHA기준 소음노출량의 비율이 어떤 차이를 보이는지를 확인해 보았다.

가) 소음 수준별 비교

평균소음은 60dB 이하부터 95dB 이상까지 총 9개구간으로 5dB 간격으로 분석하였으며, 각 구간별로 소음노출량 평균치를 기준으로 ACGIH / OSHA 소음노출량의 비율을 산출하였다.

분석 결과는 표 4와 그림 9와 같다. 평균소음 수준이 높아질수록 ACGIH 소음노출량/OSHA 소음노출량의 비율이 증가함을 알 수 있었으며, 65dB 이하 영역에서는 OSHA기준 소음노출량이 높게, 65dB 초과시부터 ACGIH기준 소음노출량이 높게 계산됨을 알 수 있다. 특히, 90dB 이상 영역에서는 7배이상 ACGIH기준 소음노출량이 높게 계산되는 결과를 보였다.

그림 9의 소음수준별 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량간의 비율 그래프를 통하여 지수적으로 상승함을 알 수 있으며 상관계수(R Square)가 0.9555를 나타낸다.

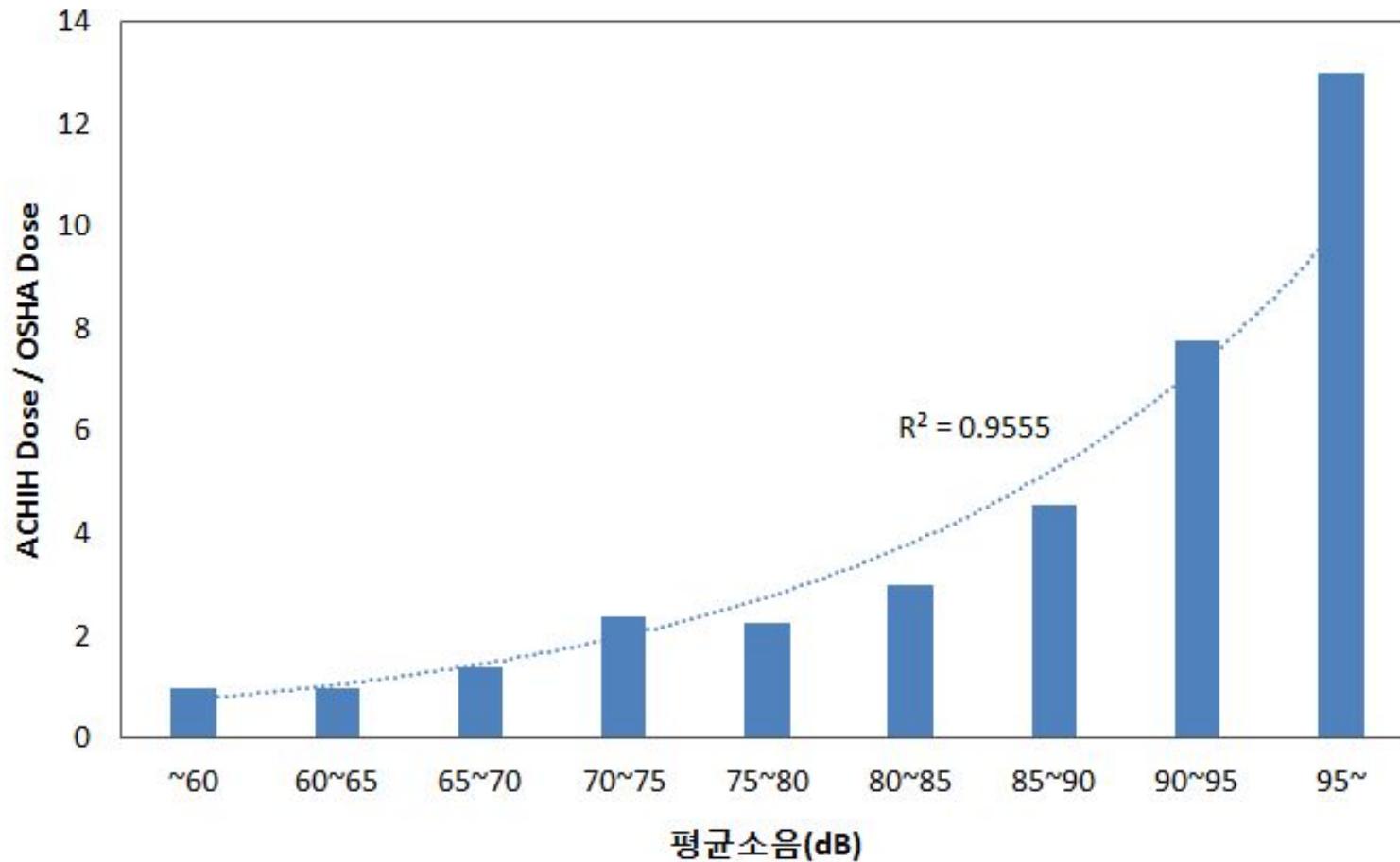
나) 표준편차에 따른 경향 비교

또한 실제 현장 측정자료의 표준편차를 6개 구간(20이하, 20~25, 25~30, 30~35, 35~40, 40~)으로 나누어 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량의 비를 그래프로 표현하였다.

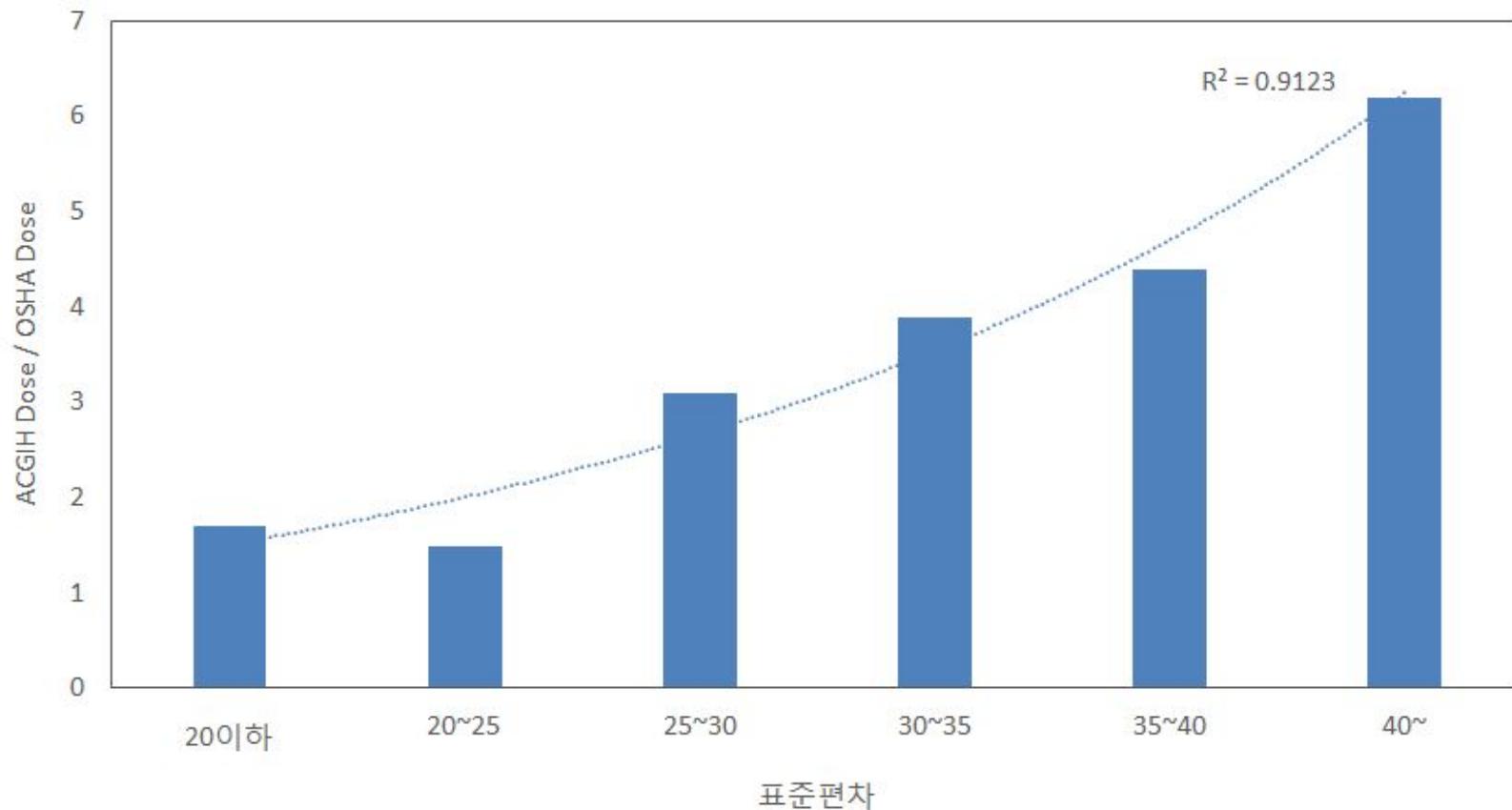
<그림 11>의 표준편차별 소음노출량 비율 그래프를 통하여 표준편차가 증가할수록 소음노출량 비율 또한 지수적으로 증가함을 알 수 있으며 상관계수 가 0.9123을 나타냈다.

<표 4> 소음 수준별 ACGIH와 OSHA기준간 소음노출량 분포 비교

소음 분포	자료 수	OSHA 소음노출량 (%)			ACGIH 소음노출량 (%)			소음노 출량 비
		Min	Max	Avg	Min	Max	Avg	
~60	6	0.3	1.3	0.8	0.2	1.6	0.8	0.96
60~65	10	1.9	3.1	2.6	1.2	4.4	2.5	0.96
65~70	7	3.6	6.3	4.9	4.3	10.7	6.7	1.39
70~75	21	6.6	12.1	9.3	6.3	61.1	21.5	2.39
75~80	21	13.0	24.7	20.0	25.2	70.1	45.2	2.26
80~85	71	25.6	50.7	35.7	45.1	358.7	124.3	2.98
85~90	50	51.5	100.4	71.1	152.7	793.1	330.0	4.56
90~95	18	103.6	193.6	135.2	486.5	2029.8	1072.2	7.78
95~	5	212.9	445.1	320.0	1572.6	7614.2	4433.6	13
총계		209						



<그림 10> 소음수준별 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량간의 비율.



<그림 11> 표준편차별 ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량간의 비율.

제 3 절 업종에 따른 소음노출기준별 소음노출량 비교

1) 업종별 전체 비교

본 연구는 총 209개사를 업종별로 구분하여 특정 업종에 ACGIH / 90/5 dB rule 소음노출량의 비율이 차이가 발생하는지를 확인하였다. 제조업으로 분류되는 자료가 163개로 가장 많았고 건설업/서비스업 등 제조업외 자료가 46개였다. 제조업은 추가로 플라스틱 제품 제조, 산업용기계제조, 전자부품 제조 등 12개 세부 업종으로 구분하여 표현하였다.

분석결과 제조업과 기타업종(건설업/서비스업)은 4.1~4.2배 수준으로 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며 제조업중에서는 플라스틱 제품 제조 > 산업용기계제조 > 콘크리트, 시멘트 제조 순으로 높게 계산됨을 확인할 수 있었으며, 이는 기본 소음 수준이 높은 사업장에서 더 크게 소음노출량 비율이 증가하는 것으로 보인다.

2) 제조업 세부 분석

제조업의 11개 세부 업종별 소음의 특성 및 OSHA / 85/3 dB rule 적용시 소음의 소음노출량은 다음과 같다.

가) 1차금속 제조업

1차금속 제조업은 3개사에서 측정한 10개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 79.8 ~ 93.0dB 수준이었다.

<그림 11>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 24.6 ~ 153.0% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 54.3~2,029.8% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 2.2~13.2배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 4.3배 수준)

<표 5> 업종별 소음노출량 차이 비교

업종구분	측정 건수	소음노출량평균(%)		ACGIH 소음노출량 / OSHA 소음노출량
		90/5 dB rule	ACGIH기준	
제조업외 전체	46	37.8	233.4	4.2
제조업 전체	163	55.6	379.0	4.1
플라스틱 제품 제조	12	109.2	963.6	6.3
산업용기계 제조	28	107.8	937.8	5.8
콘크리트/시멘트 제조	13	48.0	342.8	5.0
전자부품 제조	8	68.5	393.4	4.4
금속 제조	10	53.3	351.9	4.3
도자기 제조	16	63.7	313.6	4.3
가구 제조	4	15.1	39.2	2.8
식음료 제조	28	37.9	99.0	2.6
섬유/ 유리제품 제조	11	24.5	61.2	1.8
화학물질/제품 제조	11	10.7	36.7	2.1
자동차 관련 제조	14	12.3	32.2	2.0
기타 제조	8	41.8	421.3	8.1

나) 가구 제조업

가구 제조업은 2개사에서 측정한 4개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 73.5 ~ 78.1dB 수준이었다.

<그림 12>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 10.2 ~ 19.3% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 23.9~61.1% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 1.7~5.3배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 2.8배 수준)

다) 도자기 제조업

도자기 제조업은 1개사에서 측정한 16개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 72.3 ~ 93.0dB 수준이었다.

<그림 13>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 8.6 ~ 152.2% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 42.3~1,138.6% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 2.1~7.5배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 4.3배 수준)

라) 산업용기계 제조업

산업용기계 제조업은 3개사에서 측정한 28개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 82.6 ~ 100.7dB 수준이었다.

<그림 14>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 36.0 ~ 444.3% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 91.9~7,614.2% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 2.2~17.1배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 5.8배 수준)

마) 섬유/유리제품 제조업

섬유/유리제품 제조업은 2개사에서 측정한 11개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 64.8 ~ 87.5dB 수준이었다.

<그림 15>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 3.0 ~ 71.5% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 1.9~257.1% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 0.6~3.6배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 1.8배 수준)

바) 식료품 제조업

식료품 제조업은 2개사에서 측정한 28개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 75.2 ~ 87.4dB 수준이었다.

<그림 16>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 12.9 ~ 70.4% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 25.7~247.3% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 1.8~7.8배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 2.6배 수준)

사) 자동차관련 제조업

자동차관련 제조업은 3개사에서 측정한 14개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 57.2 ~ 83.7dB 수준이었다.

<그림 17>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 1.0 ~ 41.9% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 0.9~169.1% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 0.8~6.5배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 2.0배 수준)

아) 전자부품 제조업

전자부품 제조업은 3개사에서 측정한 8개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 80.2 ~ 95.4dB 수준이었다.

<그림 18>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 25.8 ~ 212.5% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 47.7~1,572.6% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 1.8~12.8배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 4.4배 수준)

자) 콘크리트/시멘트 제조업

콘크리트/시멘트 제조업은 2개사에서 측정한 13개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 57.5 ~ 92.8dB 수준이었다.

<그림 19>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 1.1 ~ 148.0% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 1.6~1,577.0% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 1.5~10.6배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 5.0배 수준)

차) 플라스틱 제품 제조업

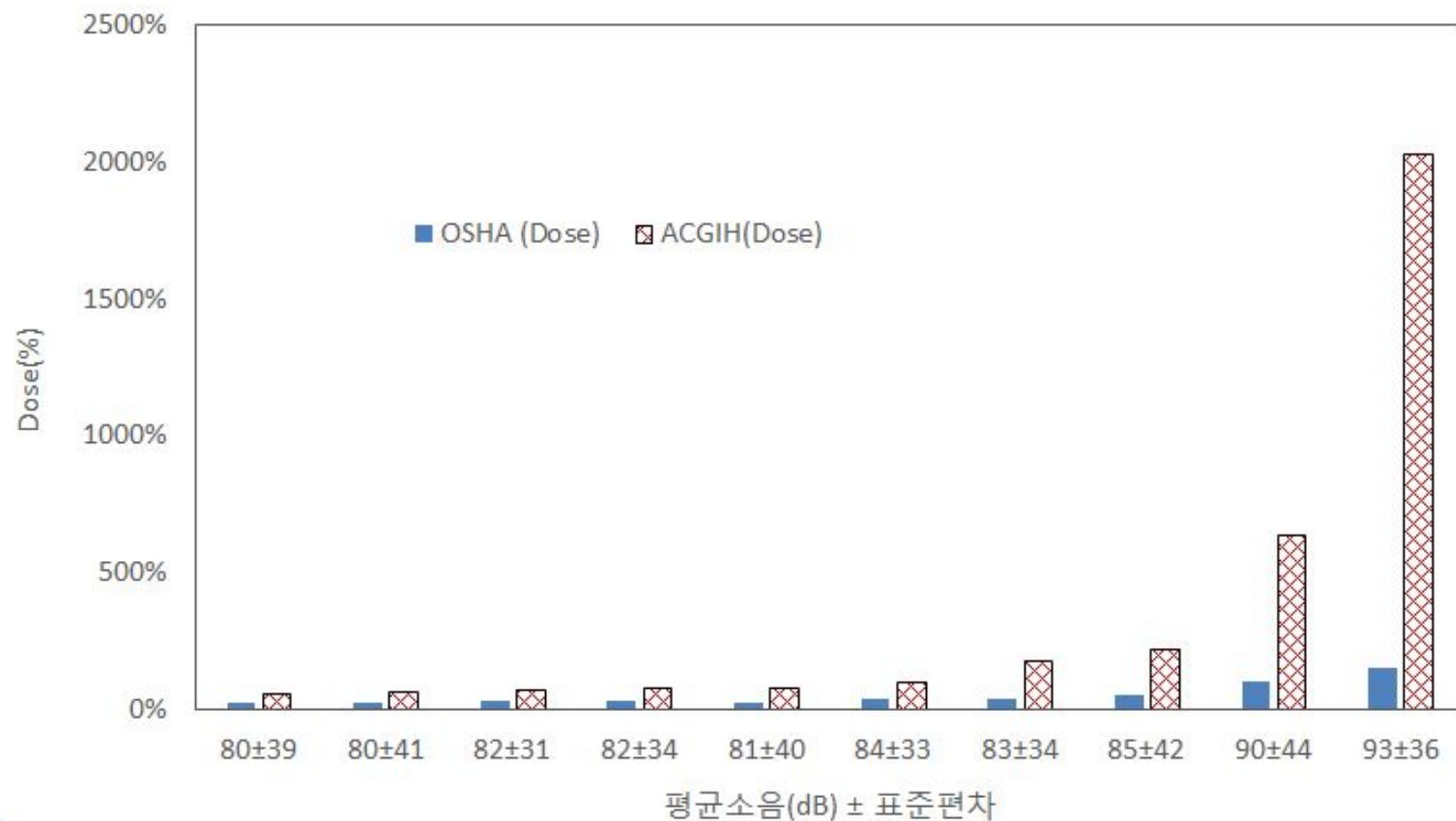
플라스틱 제품 제조업은 3개사에서 측정한 12개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 78.7 ~ 97.0dB 수준이었다.

<그림 20>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 21.0 ~ 264.7% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 55.2~3,666.3% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 2.6~13.8배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 6.3배 수준)

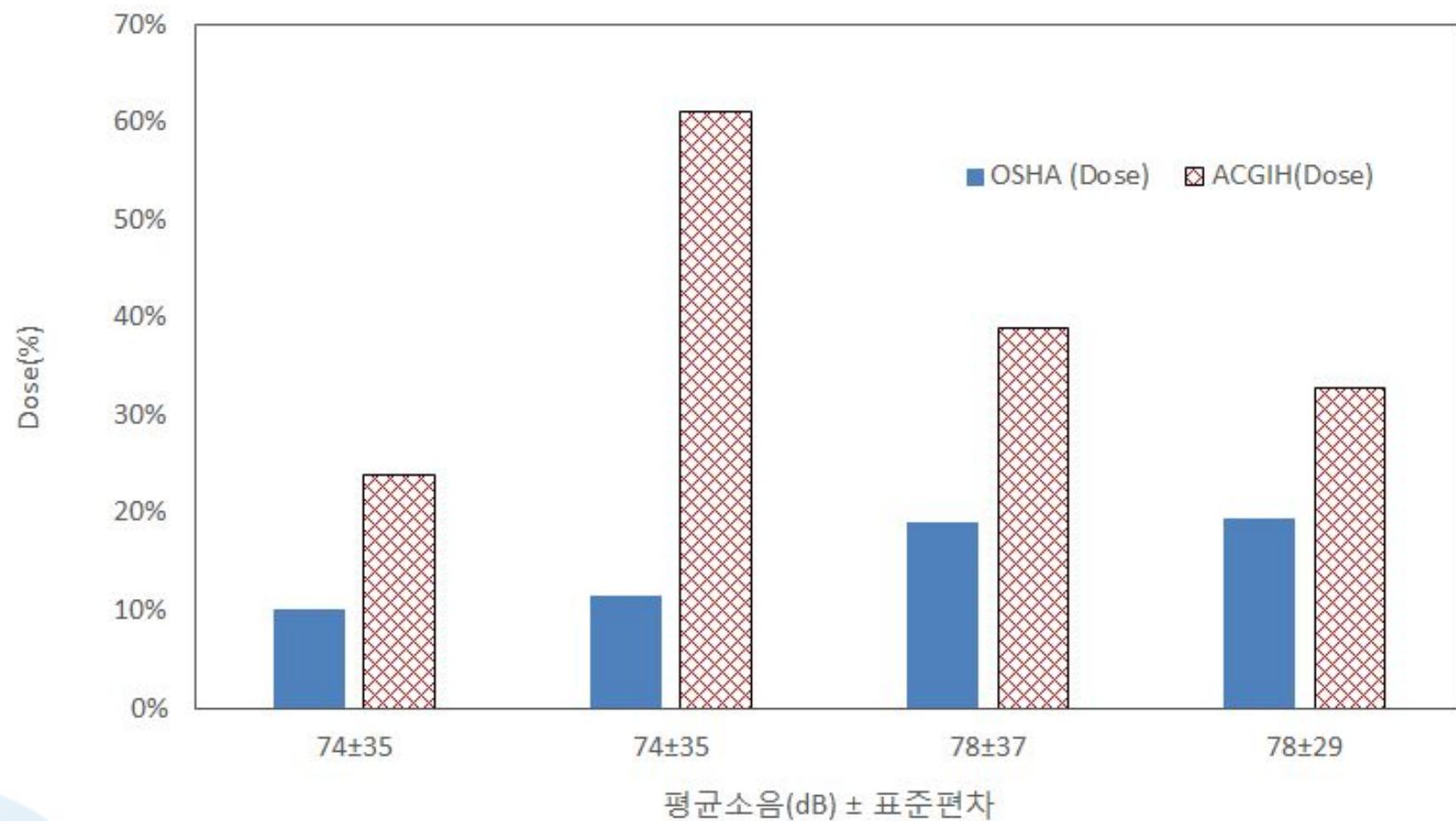
카) 화학물질/제품 제조업

화학물질/제품 제조업은 3개사에서 측정한 11개 자료를 활용하여 분석하였고, 8시간 평균소음은 46.8 ~ 84.4dB 수준이었다.

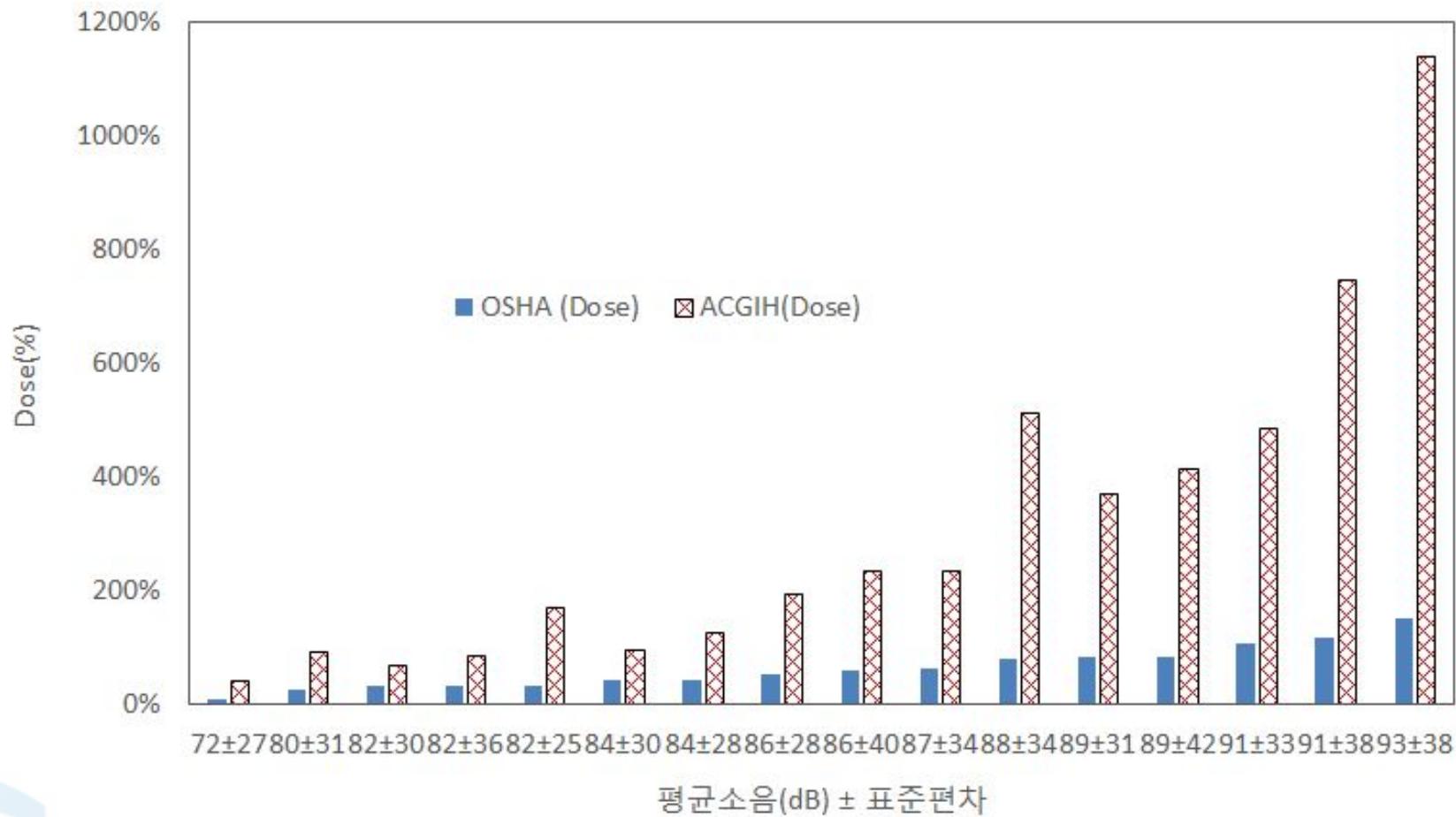
<그림 21>에서 보는 것과 같이 90/5 dB rule 적용시 소음노출량은 0.2 ~ 46.2% 수준이며, ACGIH기준 적용시에는 0.2~216.9% 수준을 나타내는 것으로 확인되었다. ACGIH / OSHA기준간 비율은 0.6~4.7배까지 나타난다. (평균 소음노출량 비는 2.1배 수준)



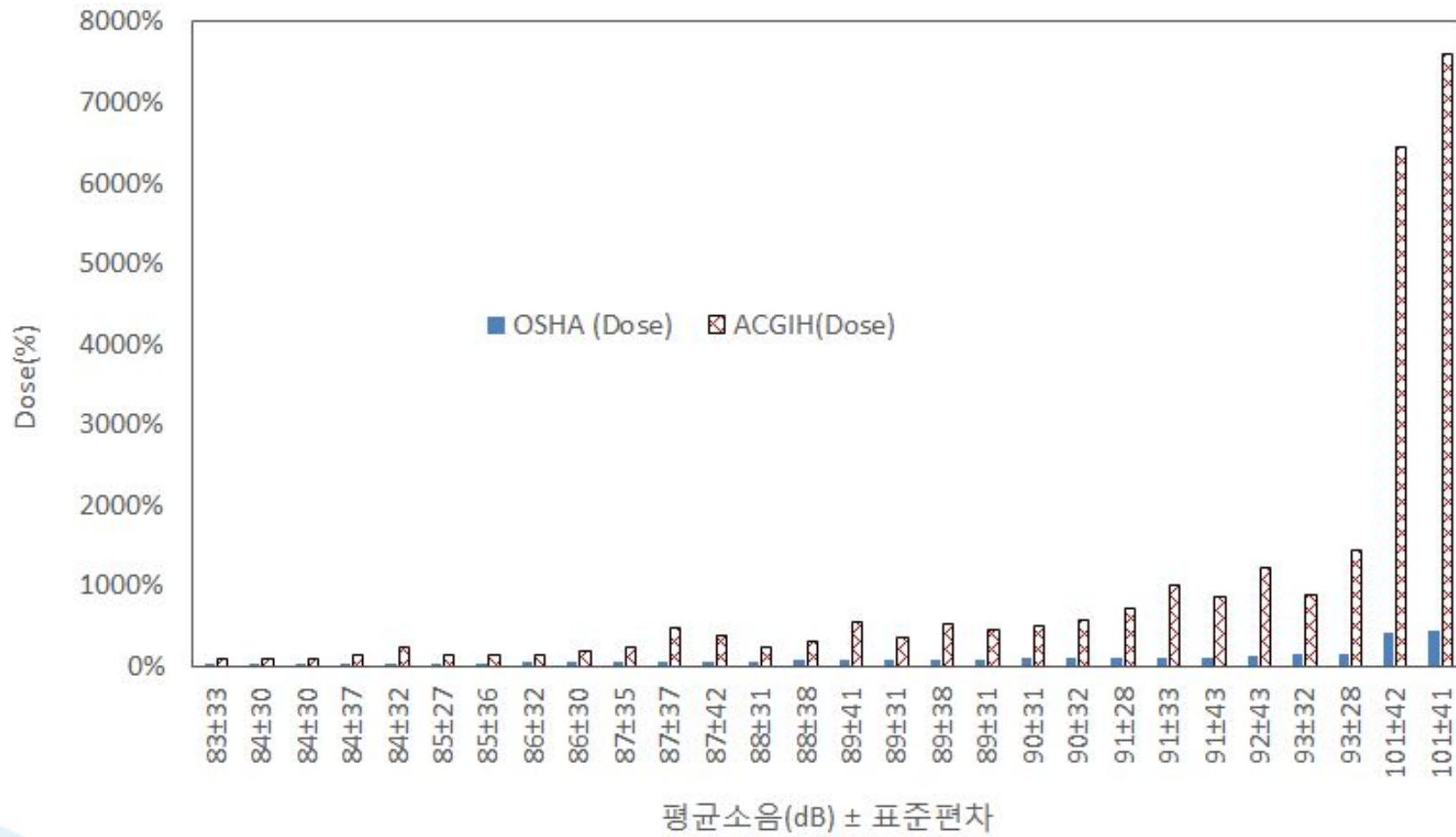
<그림 12> 1차금속 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



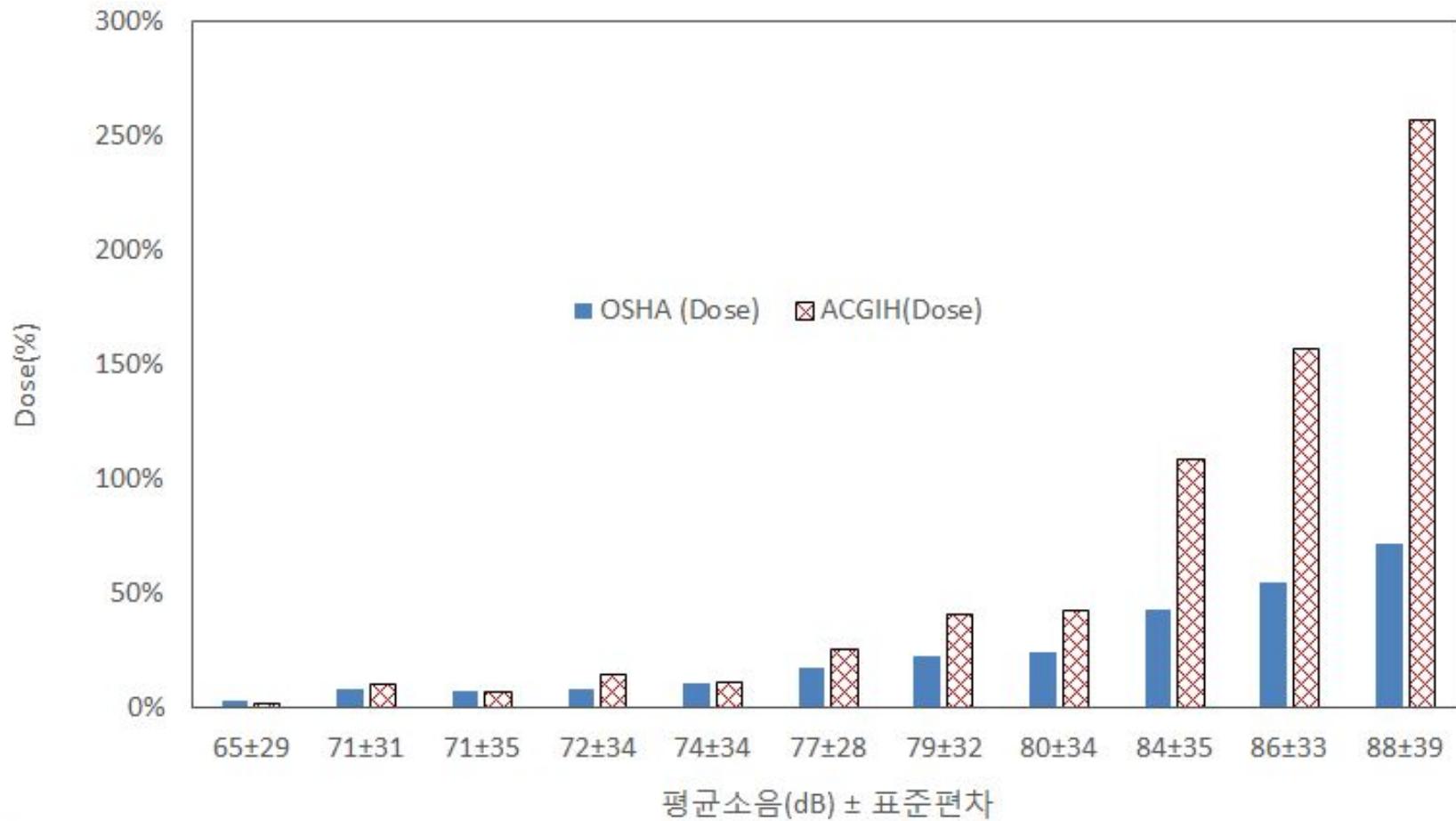
<그림 13> 가구 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



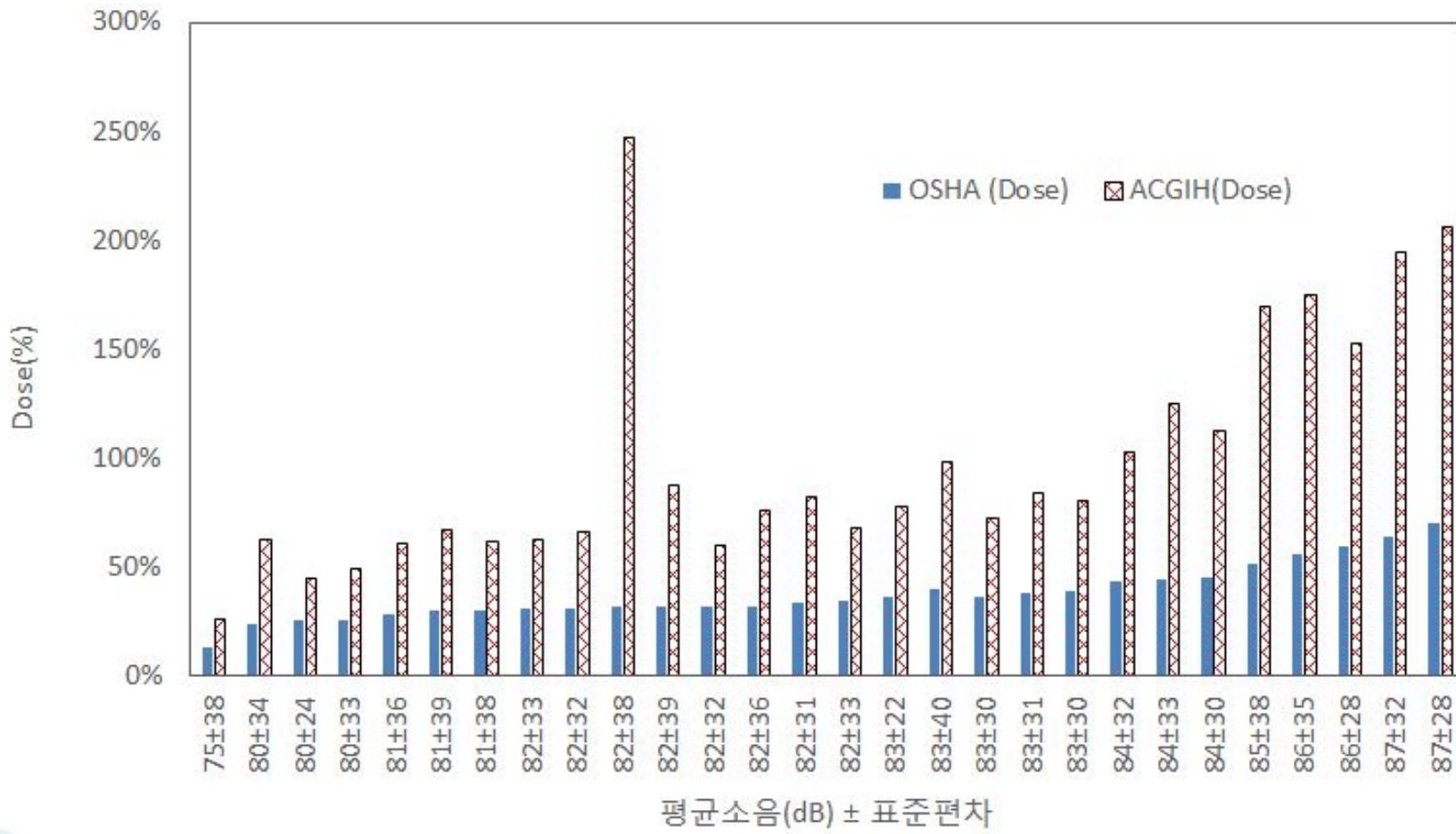
<그림 14> 도자기 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



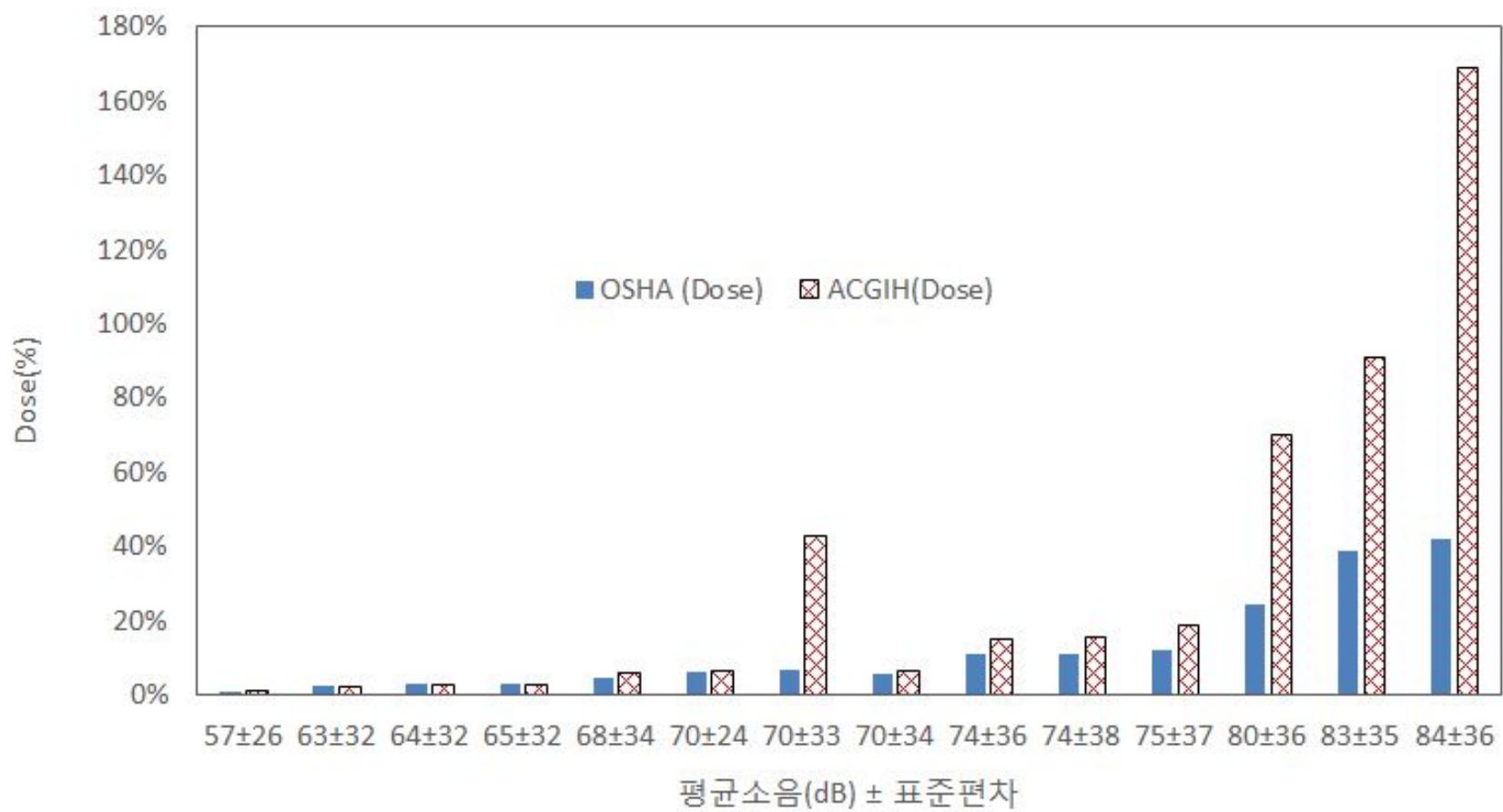
<그림 15> 산업용 기계 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



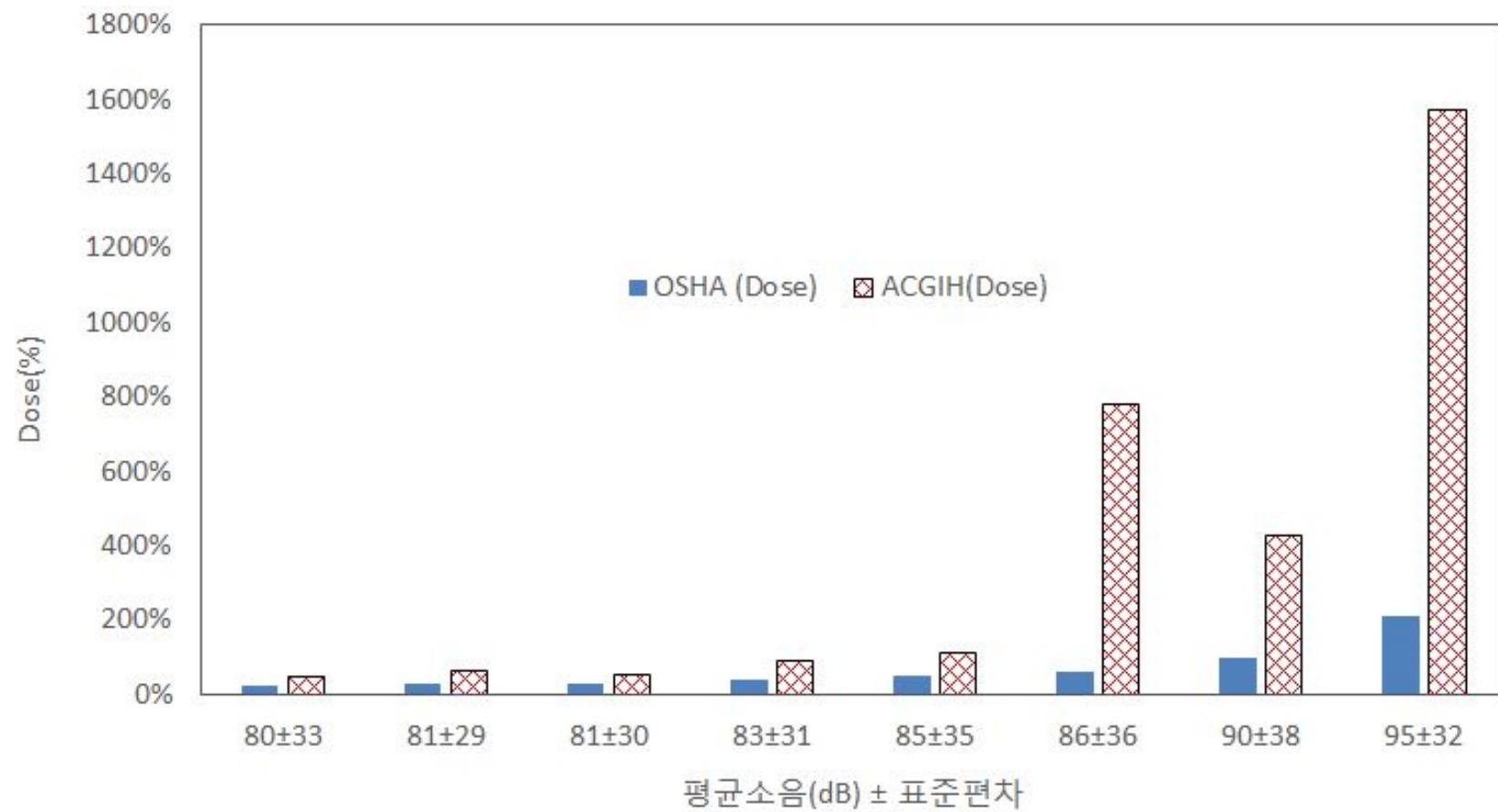
<그림 16> 섬유/유리제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



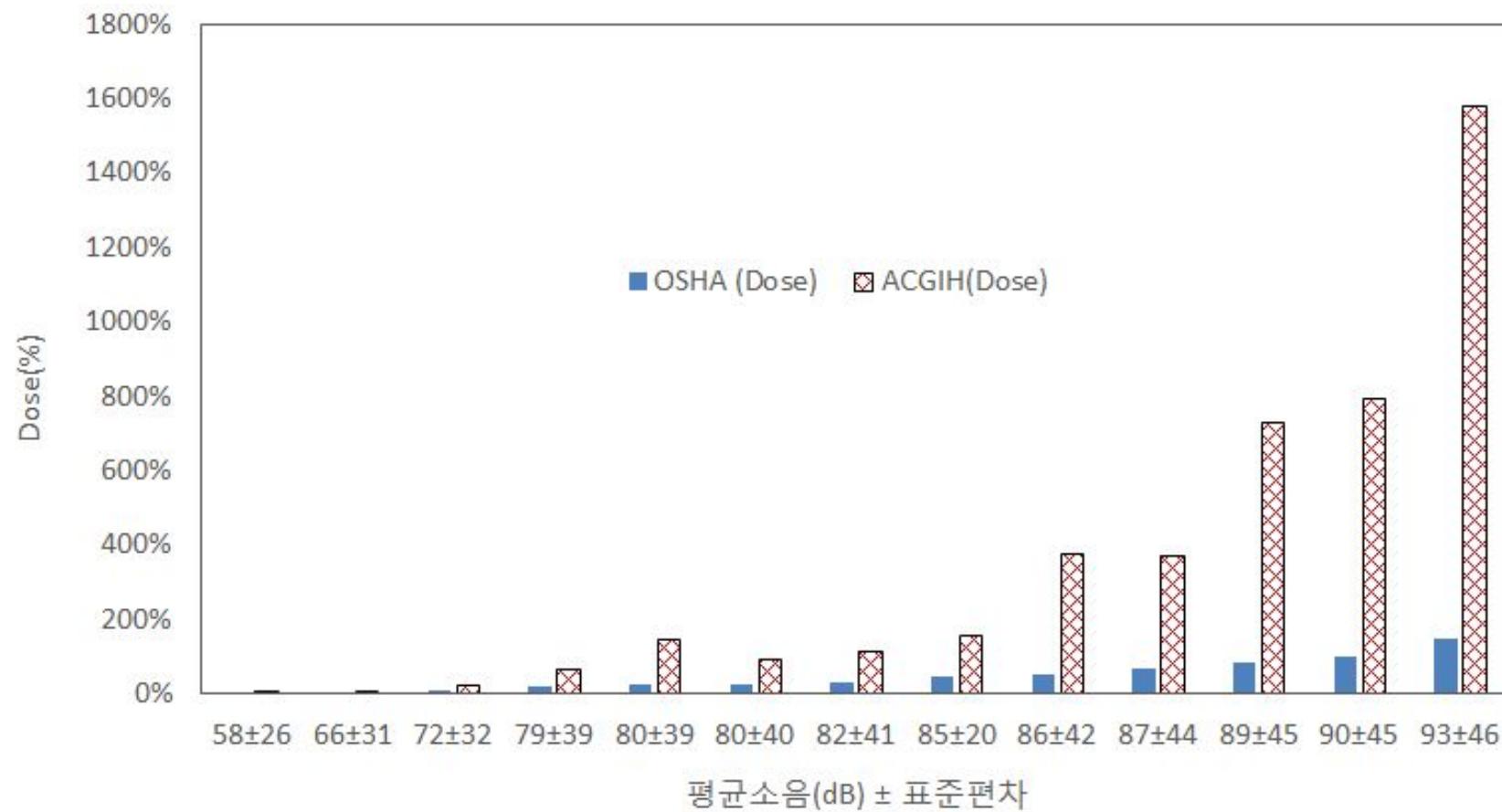
<그림 17> 식료품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



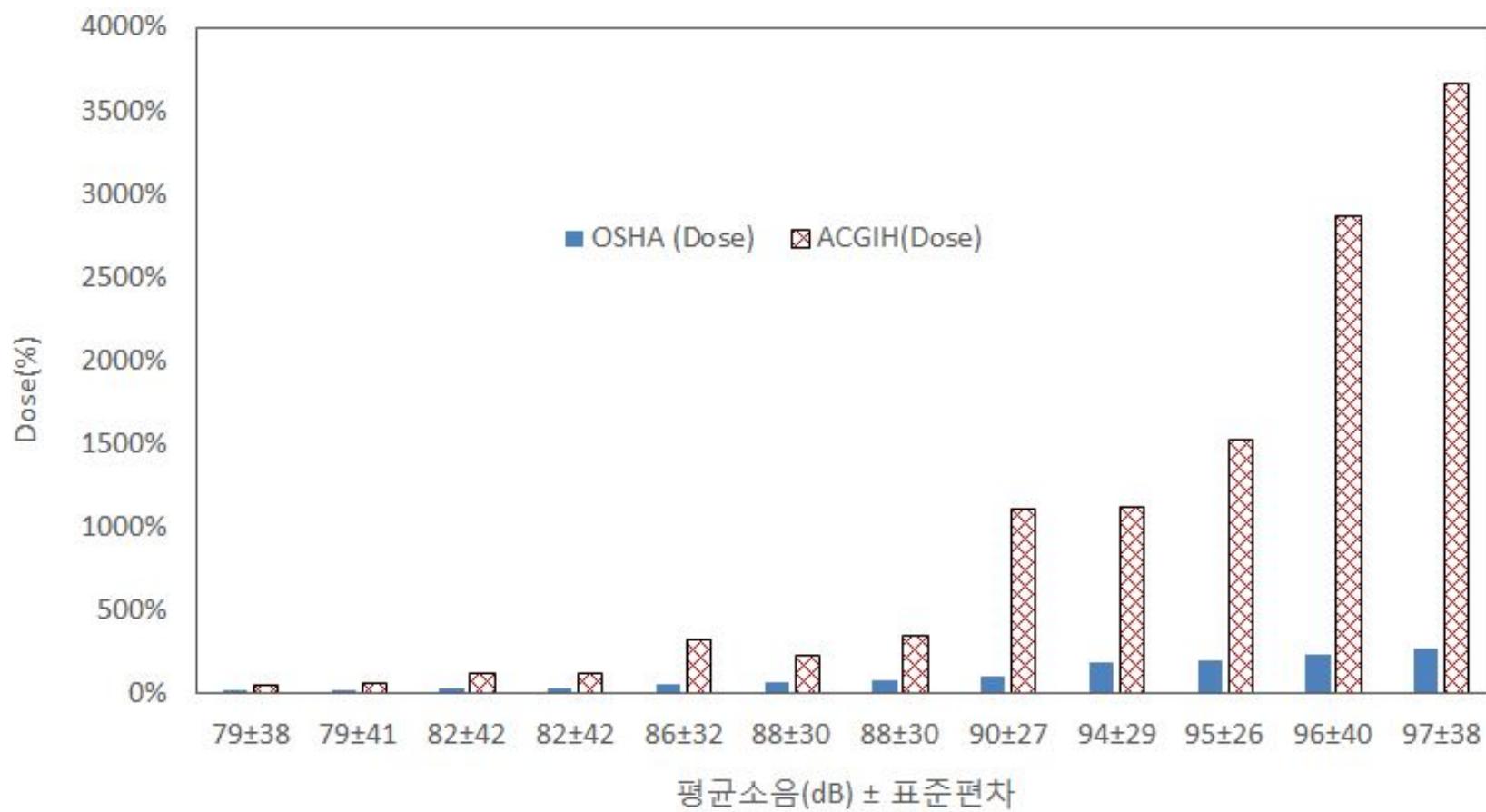
<그림 18> 자동차관련 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



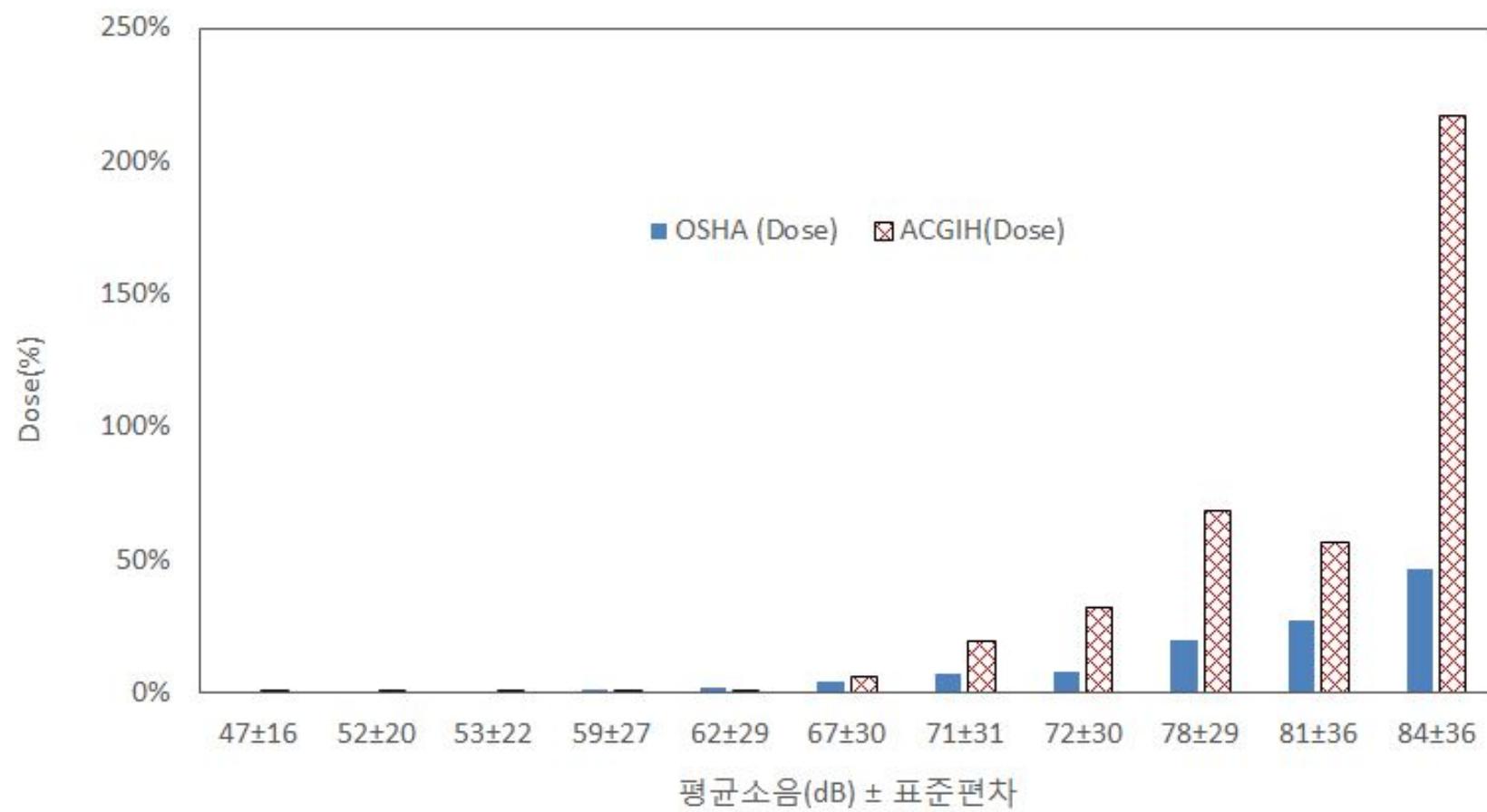
<그림 19> 전자부품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



<그림 20> 콘크리트/시멘트 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



<그림 21> 플라스틱 제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교



<그림 22> 화학물질/제품 제조업의 OSHA 소음노출량과 ACGIH 소음노출량 비교

제 4 장 결 론

본 연구는 실제 사업장에서 소음노출량계로 측정된 소음노출 원자료를 90/5dB Rule과 85/3dB Rule을 적용하여 소음노출량을 산출하여 비교하였다. 분석에 사용한 자료는 2013년 9월부터 2014년 3월까지 충청권 47개 사업장에서 90/5 dB rule을 적용하여 소음노출량계로 측정된 209개의 개인소음노출 측정자료이며, 매1분마다 음압수준이 기록되어 있었다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 소음노출량계에 의해 측정된 매1분당 음압수준을 90/5 dB rule을 적용하여 8시간 시간가중평균 소음수준과 8시간 소음노출량을 계산한 결과는 90/5 dB rule을 적용하여 산출한 측정치와 거의 동일하게 산출되었으나 85/3 dB rule 적용시에는 매1분마다 기록된 음압수준을 음강도로 환산하여 노출량을 산출하고 이를 누적하여 누적소음노출량을 산출한 결과, 8시간 동안 시간가중평균 음압수준을 소음노출량으로 환산한 값보다 산포도가 크게 나타났다. 즉, OSHA의 90/5dB Rule은 매1분마다 기록된 음압수준의 변이에 거의 영향을 받지 않았으나, ACGIH의 85/3dB Rule의 경우는 매1분마다 기록된 음압수준의 평균과 시간별 변이 등에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.
2. 8시간 평균소음이 70 dB 이하인 경우에는 두 기준간 큰 차이를 보이지 않으나, 70 dB 이상인 범위에서는 OSHA 기준(90/5 dB rule)을 적용할 때보다 ACGIH기준(85/3 dB rule)을 적용할 때 소음노출량이 크게 나타나기 시작했으며, 특히 85 dB 이상에서는 그 차이가 급격히 증가하였다.
3. 209개 분석 자료 중 90/5 dB rule 적용시에는 24개(11.5%)가 8 시간기준으로 환산했을 때, 소음노출량 기준인 100%를 초과하였으며, 85/3 dB rule을 적용하면 102개(48.8%)가 기준인 100%를 초과하는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 현재 90/5 dB 기준을 85/3 dB 기준으로 전환하면 노출기준 초과 사업장이 4.2배 늘어난다는 것을 의미한다.
4. 소음 수준별 ACGIH / OSHA 소음노출량 비율을 산출한 결과, 소음수준이 높아짐에 따라 기하급수적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 상관계수는

0.9555 수준이었다. 특히, 평균소음이 90dB 이상인 경우에는 ACGIH 기준을 적용할 때 소음노출량이 OSHA 기준을 적용할 때 보다 7배 이상 높게 나타났다.

5. OHSA rule과 ACGIH rule을 적용한 결과를 업종별로 보면 ACGIH rule을 적용할 때, 제조업은 평균 4.1배 높게 나타났다. 세부업종별로는 플라스틱 제품 제조 > 산업용 기계 제조 > 콘크리트/시멘트 제조업 순으로 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

노동부 산업안전보건국, 2007년도 작업환경측정 현황, 노동부 2008.

고용노동부, 각 연도별 산업재해현황, 고용노동부

고용노동부. 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시, 고용노동부고시 제
2013-39호, 2013.

2. 국외문헌

ACGIH 2014–2015 Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio 2014.

ANSI S1.25 1991 (R2002). Specification for personal noise dosimeters.

E.H. Berger, L.H. Royster, J.D. Royster, D.P. Driscoll and M. Layne (editors), The noise manual, 5th ed., American Industrial Hygiene Association, USA , 2000.

Patricia A. Niquette, AuD, Noise Exposure: Explanation of OSHA and NIOSH Safe-Exposure Limits and the Importance of Noise Dosimetry, Etymotic Research Inc.

Gigi C.H. Lui and W.K. Chow, COMMENT ON “EXCHANGE RATE” IMPOSED IN THE LOCAL FACTORIES AND INDUSTRIAL UNDERTAKINGS (NOISE AT WORK) REGULATION, International Journal on Architectural Science, Volume 3, Number 4, p.163–170, 2002.

Lee Hager, Support the 85/3 Occupational Noise Exposure Project, SOUND & VIBRATION/DECEMBER 2012.

NIOSH: Criteria for a recommended standard: Occupational Noise Exposure (Revised Criteria 1998), U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centres for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, Ohio, June 1998.

US Occupational Safety and Health Administration 29 CFR 1910.95 Occupational Noise Exposure: Hearing Conservation Amendment. 1983.

ABSTRACT

Study on Comparison of Noise Monitoring Results with 90/5 dB rule and 85/3 dB in Various Workplaces

Han, Hyung-Gyu

Major in Industrial Hygiene Engineering

Dept. of Mechanical Systems Engineering

The Graduate School

Hansung University

The study was conducted to compare noise doses calculated by 90/5 dB and 85/3 dB rules simultaneously for the real noise measurement data obtained in the field situation. Total 209 noise measurement raw data measured with the use of 3M noise dosimeter by 90/5 dB rule in the field (47 industries) from September 2013 to March 2014 in Chungbuk area were collected. In the raw data, sound pressure level was recorded every minute.

The results were as follows.

1. Cumulative noise dose calculated by 90/5 dB rule for every 1 minute was very similar to the noise dose converted from 8 hr TWA sound pressure level. However, cumulative noise dose calculated by 85/3 dB rule for every minute showed fairly big differences from the noise dose converted from 8 hr TWA sound pressure level.
2. There were no big differences of doses between two methods in the range below than 70 dB. The differences were increased when the sound pressure level exceeds 70 dB. It was sharply increased at

the higher noise level, i.e. above than 85 dB.

3. Around twelve percent (24 measurements, 11.5%) among 209 measurement data were exceed the dose standard, 100% when 90/5 dB rule applied. However, around fifty percent (102 measurements, 48.8%) among 209 measurement data were exceed the dose standard, 100% when 85/3 dB rule applied. Therefore, if the noise standard is changed from 90/5 dB rule to 85/3 dB rule, excess rate will be 4.2 times.

4. Ratio of dose calculated by ACGIH rule to dose calculated by OSHA rule was geometrically increased as noise level increases. Especially above 90 dB, dose calculated by ACGIH rule was 7 times higher compared to dose calculated by OSHA rule.

5. If ACGIH rule is adopted for the manufacturing industry, dose will be increased 4.1 times. Plastic manufacturing industry showed biggest difference and industrial machine manufacturing, concrete/cement manufacturing also showed big differences in series.

【keywords】 90/5 dB rule, 85/3 dB rule, OSHA noise rule, ACGIH rule, exchange rate