

건설 현장 악력 작업안전 기준 설정에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Establishing Criteria of Gripping Work in Construction Site

손기상*·이인홍**·최만진***·안병준****.

K. S. Son·Y. H. Lee·M. J. Choi·P. J. Ahn

ABSTRACT

Now, safety assurance in construction sites should be accomplished by its own organization rather than control of the code or government. It is believed that the safety assurance can be considerably improved by a lecture or an education using the existing theories or literatures up to now, but it is thought that fundamental safety assurance are not able to be accomplished without developing safety devices & equipment or taking fundamental measures, based on the result analyzed from workers behaviors.

There are various behaviors of the workers showed in construction site, but only tests for hammer-using works such as form, re-bar, stone workers directly related to the grip strength are mainly performed, investigated and measured here for the study. The above works are similar to power grip, 7th picture on seven items which are categorized for hand grip types(Ammermin 1956; Jones; Kobrick 1958).

Measurements of grip strength are commonly taken in anthropometric surveys. They are easy to administer but unfortunately it is rather dubious whether they yield any data that are of interest to the engineer. Very fewer controls of tools are grasped and squeezed studies showed very little overall correlation between grip strength and other measures of bodily strength(Laubach, Kromer, and Thordsen 1972), but hammer-using work which is practically progressed in construction site are mainly influenced with grip strength.

* 산업안전교육원

** 대림건설

*** 현대건설

**** 동국대학교 산업안전공학과

According to the investigation on work measurement, it is shown that 77% of form worker are using hammer to be related to grip strength. In this study, it is particularly noticed that wearing safety gloves in construction site is required for workers safety but 20% difference between grip strength with safety gloves and without ones are commonly neglected in the site(Fig. 1). Nevertheless, safety operation with consideration of the above 20% difference is not considered in the construction site.

Factors of age, kinds of work, working time, with or without safety gloves are investigated & collected at the sites for this study. Test, not at each working hour but at 14 : 00 when the almost all of the workers think the most tired, resulting from the questionnaires, also when it is shown on the research report has been performed and compared for main kinds of works ; form & re-bar work.

Tests were performed with both left & right hand of the workers simultaneously in construction site using Hand Dynamometer(Model 78010, Lafayette Instrument Co., Indiana, U.S.A) by reading grip strength on the gauge while they are pulling, and then by interviewing on their ages, works, experiences and etc., directly.

The above tests have been performed for the dates of 15th March-26th May '95 with consideration of site condition. And even if various factors of ambient temperature on the testing date, working condition, individual worker's habit and worker's condition of the previous are concerned with the study. Those are considered as constants in this study.

Samples are formwork 53, rebar 62, electrician 5, plumber 4, welding 1 from D construction Co., Ltd ; formwork 12, re-bar 5, electrician 2, from S construction Co., Ltd ; formwork 78, re-bar 18, plumber 31, electrician 13, labor 48, plumber 31, plasterer 15, concrete placer 6, water proof worker 3, masonry 5 from H construction Co., Ltd.

As in the previously mentioned, main aspect to be investigated in this study will be from & re-bar work because grip strength will be directly applied to these two kinds of works ; form & re-bar work, even though there are total 405 samples taken.

It is thought that a frequency of accident occurrence will be mainly two work postures "looking up & looking down" to be mainly sorted, but this factor is not clarified in this study because it will be needed a lot of work more.

Tests has been done at possible large scale of horizontally work-extended sites within one hour in order to prevent or decrease errors & discrepancies from time lag of the test.

Additionally, the statistical package computer program SPSS PC+ has been used for the study.

1. 서 론

건설현장에서 안전 확보는 이제 법규나 정부의 단속차원이 아닌 현장자체조직으로 현장에서 이룩해 나가야 할 당면과제가 되고 있다. 지금까지 기존의 학설이나 문헌에 의한 강의나 교육으로 상당부분 해결될 수 있다고 믿는 경우가 있으나 이제 작업자의 근본적 형태를 조사 연구하여 이를 수용할 수 있는 안전장치 개발사용이나 조치 등이 수반되지 않고서는 근원적인 안전은 확보될 수 없다고 판단된다.

건설현장에서 이루어지는 다양한 직종의 다양한 작업동작 또는 형태들이 있으나 여기서는 철근공, 목공, 석공 등 해머를 주로 사용하는 작업 즉 악력과 직접적인 연관을 갖고 있는 공사직종들에 대해서 연구조사 대상으로 하였다.

이것은 손으로 쥐는 형태를 7가지 범주로 나눈(Ammerman 1956 ; Jones ; Kobrick 1958) 부류 중에서 7번째 파워어 그립(powergrip)에 해당되는 유사작업들이다. 일반적으로 손 양쪽 또는 한쪽으로 튀어나오는 자루 형태 손잡이를 쥐는 경우이다.

이들 악력(grip strength) 측정이 인체공학적인

조사를 통상 실시하므로 실제로 유용한 데이터가 되느냐에는 의문이 가는 것으로 보고하는데 이는 다이내마미터(dynamometer)에 힘을 쥐어 기록한 결과가 다른 신체상의 강도 값과 악력의 전반적인 상관관계가 거의 없다고 보고되고 있기 때문이지만 실제 건설현장에서 진행되고 있는 해머 사용 작업은 악력이 주로 영향을 미치기 때문이다. 건설 현장 작업측정을 통한 근로자 작업안전공사에서 해머를 사용한 작업이 조사자 전체의 77%가 이러한 악력에 관련한 것으로 분석된다.¹⁾

본 연구에서 특히 주안점으로 하고 있는 것은 현장에서는 안전장갑을 착용토록 권장하고 있고 또 실제로 안전상으로 볼 때 착용해야 되는데 안전장갑 착용시와 미착용시와의 악력차이는 약 20%로 나타나고 있다(Fig. 1). 그럼에도 불구하고 이 차이를 감안한 안전관리 운용을 건설현장에서 실시하지 못하고 있다. 연령, 직종, 작업시간대, 안전장갑착용 여부가 본 연구 조사에서 실시하는 대상 변수들이고 작업시간대는 현장의 공사진행 방해가 불가하므로 기존 연구결과에 근거한 기준과 현장 설문결과가 일치하는 14:00이 하루중 가장 피로한 시간대로 인정되어 이 시간에 목공, 철근공 두 개 직종에 대해 실시하여 비교코자 하였다.

통계처리를 위해서 SPSS PC+ 컴퓨터 프로그램 래밍이 사용되었다.

2. 본 론

2.1 실험방법

실험은 각 작업자들이 작업하고 있는 현장에서 핸드 다이내마미터(hand dynamometer model 7801-0, lafayette instrument company, indiana U.S.A)를 좌/우측 손에 쥐게 하고 자연스런 상태에서 기구를 아래로 향하게 하여 힘을 주도록 하여 좌우측 눈금을 읽어 악력으로 기록하였다(Fig. 1, 2).

실험실시 시간은 건설현장 사정을 고려해야 하므로 단 시일내에 완료하지 못하고 95. 3. 15~5. 26까지에 걸쳐서 시행하였다. 실험실시일자의 기온, 작업환경, 작업자 개인의 생활습관, 작업자 개인의 하루전 신체 컨디션 등 다양한 인자들이 무관치 않다고 판단되지만 이들 인자들은 일정한 것으로 보았다.

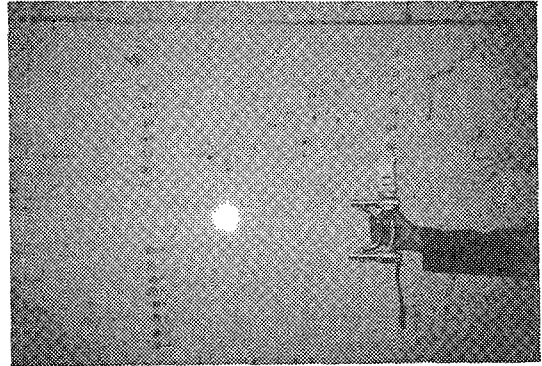


Fig. 1 Grip strength test using dynamometer ergonomic unit; WORKSAFE AUSTRALIA(Feb. 1995)

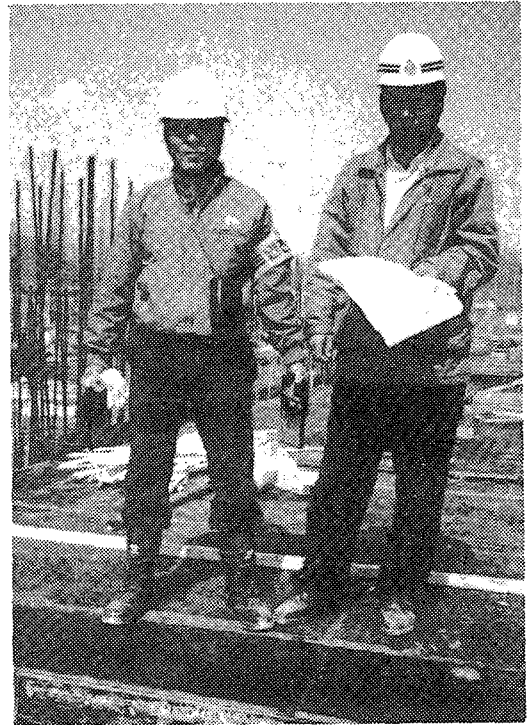


Fig. 2 Grip strength test using dynamometer construction site D const. co Ltd(April. 1995)

눈금을 읽은 후 테스트 시행자의 연령, 직종, 경험년수를 직접 묻는 형식을 취하였다. D건설 구로 OO현장에서는 목공 53, 철근공 62, 전기 5, 설비 4, 용접 1명이 각각 테스트에 응했고, S건설 부평 APT 현장에서는 목공 12, 철근 5, 전기 2명이었

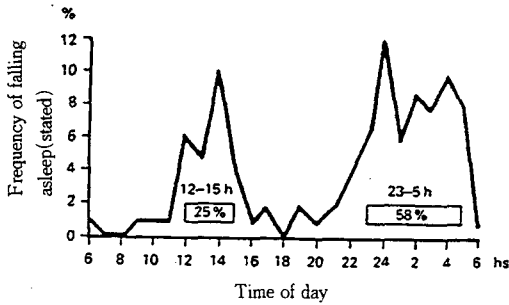


Fig. 3 Frequency with which 500 truck drivers fell asleep at the wheel in relation to the time of day.

고 미장 15, 콘크리트 6, 방수 3, 조적 5을 직접 실시방법으로 시행하였다.

H건설 ○○ APT 현장에서는 목공 78, 철근 18, 설비 31, 전기 13, 잡부 48, 설비 31, 미장 15, 콘크리트 6, 방수 3, 조적 5을 직접 실시방법으로 시행하였다.

앞서의 언급에서와 같이 본 연구에서는 관찰코자 하는 주된 부분은 악력이 곧 바로 적용되는 목공, 철근이기 때문에, 전체적으로는 405개 설문일지라도 이 두개 직종이 통계학적 최소편차 조정샘플수인 30개를 각각 초과토록 실시하였다.

작업시간대별 또는 작업시작시, 오전중, 오후중, 종료시 등으로 나누어 체크하고자 하였으나 실험대상 현장의 작업을 전폐시켜 공사진행이 전혀 되지 못하게 하는 결과를 초래하여 이 부분 변인에 대한 진행으로는 본 연구에서는 14:00이 가장 피로도가 누적되어 잠들기 쉬운 것으로 나타난 연구 결과⁹⁾를 기준으로 D 건설현장에서 14:00에 추가로 목공, 철근공 두개 직종만을 대상으로 악력실험을 각각 30명, 33명 실시하였고 각자가 느끼는 피로도를 설문으로 조사한 결과 S건설사에서는 14:00에 추가로 목공 20, 철근공 8명을 실시한 결과 목공, 철근공 합계 90명 전원 100%가 14:00~15:00에 가장 피로를 느낀다고 응답하였기에 Etienne grandjean(1993)⁹⁾의 연구결과인 하루중 최대 숙면가능시간 14:00은 건설현장에서 적용되는 것으로 판단하였다.

악력기 (dynamometer) 측정에 대한 보완방법으로서 작업자세계측을 위한 관찰을 하였다. 이는 눈에 의한 목시관찰(目視觀察); VTR 등에 의한

기록 및 해석방법, 근전도 및 기타의 전기적 계측 3가지 종류가 있으나, 여기서는 촬영기록을 포함한 목시관찰방법을 채택하였는데, 이는 간편하고 유효성이 입증되기 때문이다.²⁾

목공의 경우 상향자세와 하향자세로 크게 분류가 되며 각 자세에 따라 악력 저하에 기인한 사고 발생 빈도가 다를 것으로 추정되나 이부분에 대한 실험은 작업자세 관찰이라는 또 하나의 연구과제가 될 부분으로 판단되어 본 연구에서는 변수로 보지 않았다. 실험시간을 신속히 처리하기 위하여 즉 측정시간이 수시간에 걸쳐 진행될 경우 시간대별 작업피로도에 따른 영향을 무시할 수 없다는 판단이 있기 때문에 이들 오차를 줄이기 위하여 실험대상 현장을 수직으로 펼쳐지는 공사규모 보다는 수평으로 펼쳐지는 공사규모 즉 수평 건축면적인 넓은 현장을 택하여 최대한 짧은 시간대에 측정이 되도록 고려하였다.

2.2 실험결과

연령과 악력, 직종과 악력, 몸무게와 악력, 작업시간대별 악력, 안전장갑 착용여부에 따른 악력 관계들이 그래프로 작성비교되었다(Fig. 4).

이는 회귀분석공식을 만들어 SPSS package program에 적용하였다. 적용부분은 목공(formwork)의 경우 연령(age)과 몸무게(weight), 철근공 또한 연령과 몸무게에 대한 방정식을 만들었다.

Form work

; Age

$$Y = -0.23271X + 51.89373$$

$$Y = -0.27222X + 57.68702$$

$$Y = -0.33323X + 58.51014$$

$$Y = -0.3385X + 63.73627$$

; weight

$$Y = -0.299157X + 22.01991$$

$$Y = -0.30082X + 25.99082$$

$$Y = -0.340443X + 21.54897$$

$$Y = -0.419758X + 21.63176$$

Re-bar work

; Age

$$Y = -0.25X + 52.59266$$

$$Y = -0.2585X + 56.91987$$

$$Y = -0.23837X + 55.14613$$

$$Y = -0.21581X + 58.114$$

; weight

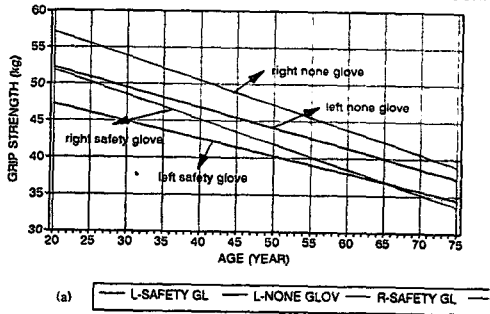
$$Y = -0.433179X + 12.57964$$

$$Y = -0.456359X + 14.98258$$

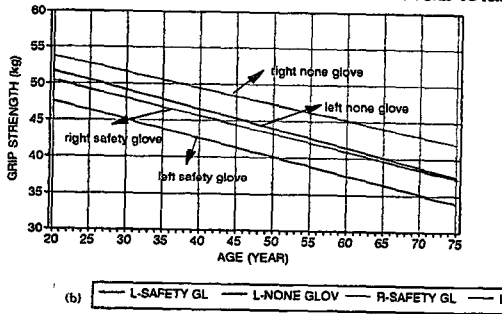
$$Y = -0.548959X + 7.922445$$

$$Y = -0.484658X + 16.1839$$

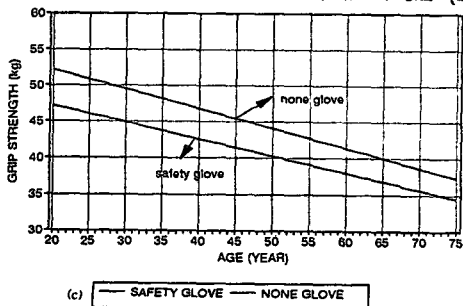
FORM WORK-- AGE total



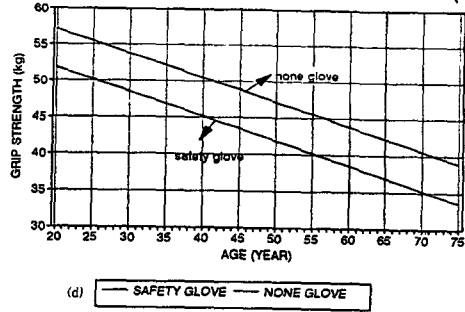
RE-BAR WORK-- AGE total



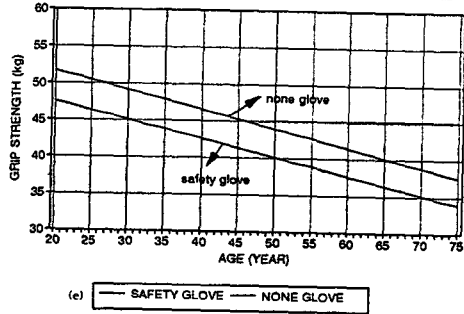
FORM WORK-- AGE (LEFT)



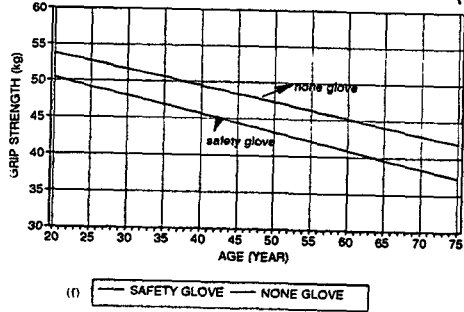
FORM WORK-- AGE (RIGHT)



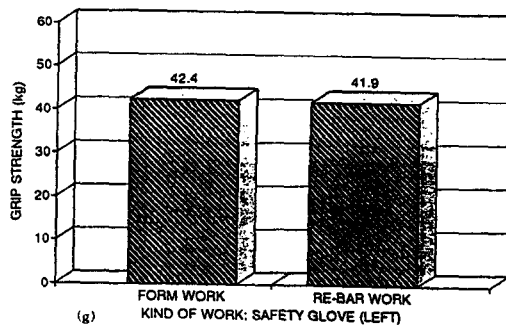
RE-BAR WORK-- AGE (LEFT)



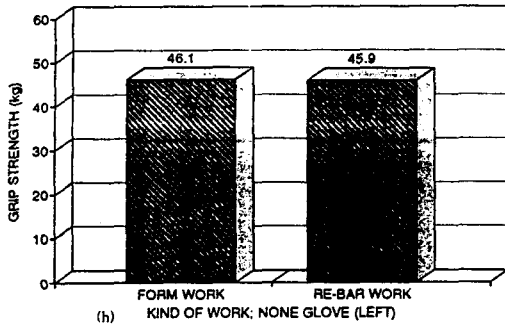
RE-BAR WORK-- AGE(right)



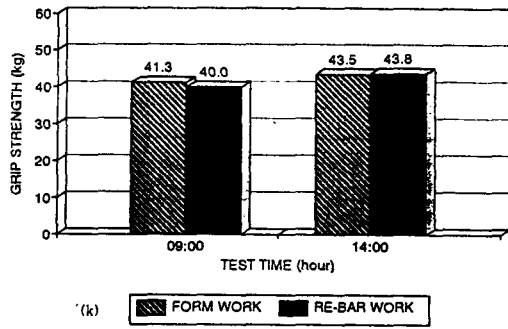
LEFT-SAFETY GLOVE



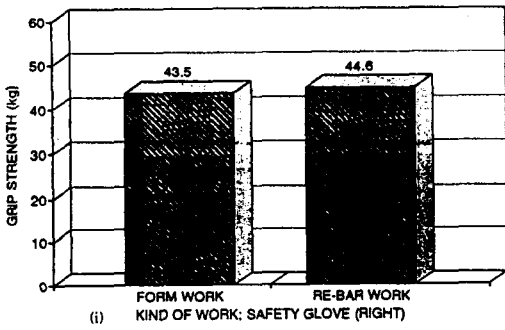
LEFT-NONE GLOVE



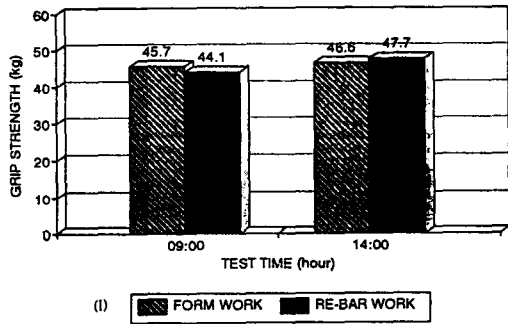
LEFT-SAFETY



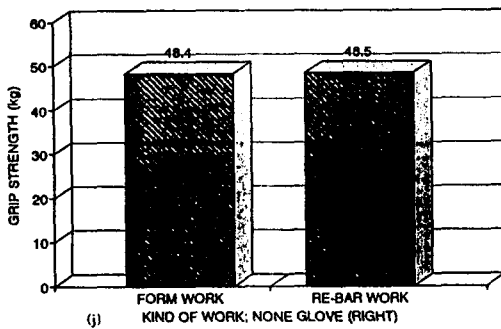
RIGHT-SAFETY GLOVE



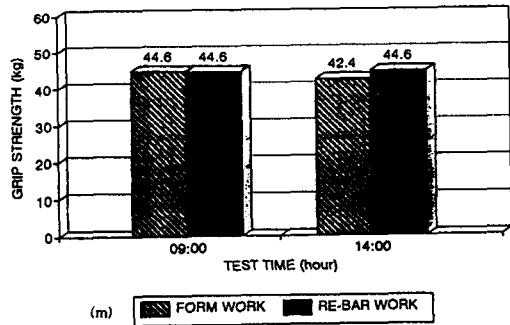
LEFT-NONE GLOVE



RIGHT-NONE GLOVE



RIGHT-SAFETY GLOVE



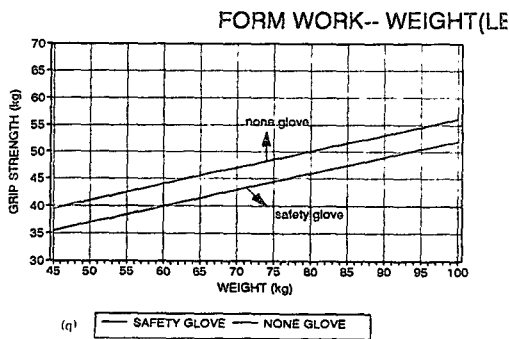
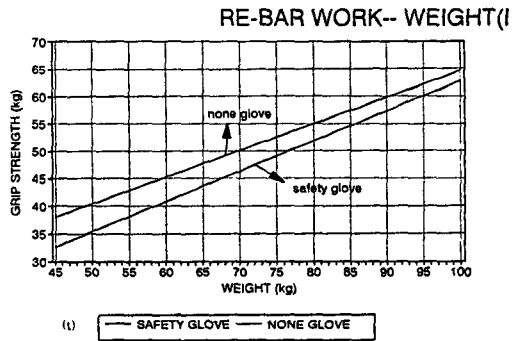
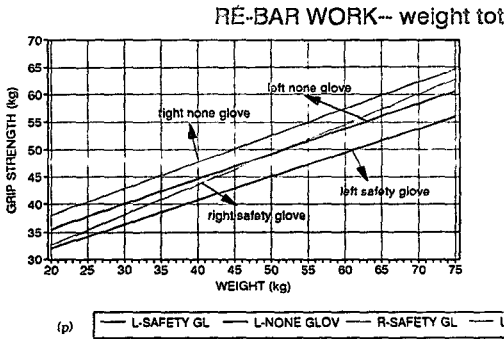
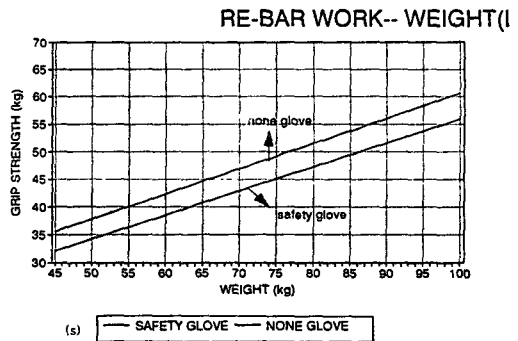
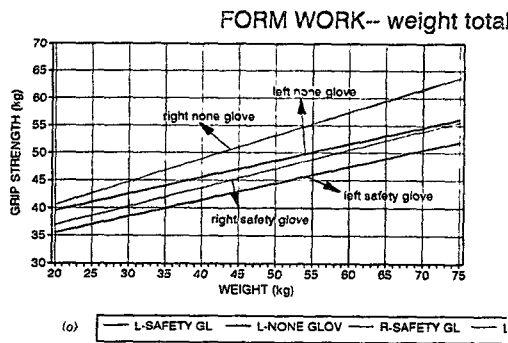
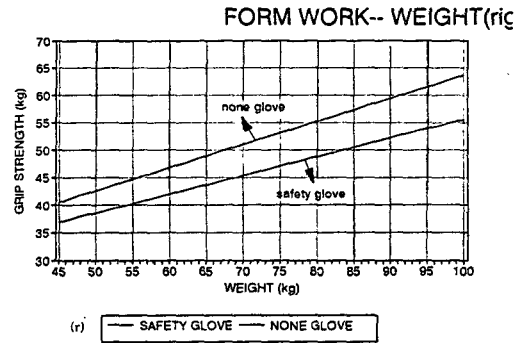
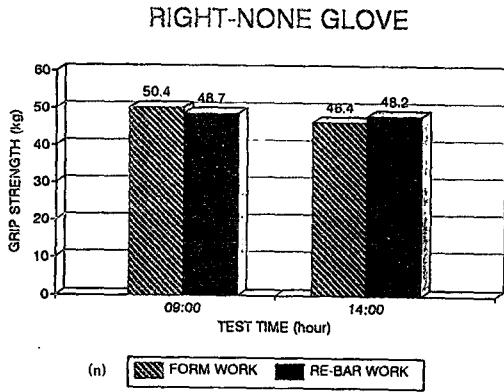


Fig. 4 Comparison of grip strength related to kinds of works weight, age, experience; testing time, hand, safety gloves.

Fig. 4(a)는 목공 총 143명 결과를 평균 처리하여 구한 연령 악력 관계를 제시하며 또한 안전장갑 착용 여부와 좌수/우수를 구분하여 비교하고 있다.

같은 요령으로 (b)는 철근공에 대한 그래프이다. (c)는 목공의 안전장갑 착용여부에 따른 연령

: 약력 관계이다. (d)(e)(f)는 목공 철근공의 장갑 착용의 약력: 연령, (g)(h)(i)(j)는 직종에 따른 좌수 우수: 약력 비교이다. (k)(l)(m)(n)은 작업 시간대별 약력 비교이고 (o)(p)(q)(r)(s)(t)는 직종에 따른 몸무게: 약력 그래프이다.

다음은 직종, 연령, 몸무게, 시간대별 안전장갑 착용여부, 좌우측 손작업에 관한 실험결과 산정 값이다.

FORM WORK

age vs. result

left-safety

Regression Output:

Constant 51.89373
 Std Err of Y Est 6.728014
 R Squared 0.132103
 No. of Observations 173
 Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) -0.23271
 Std Err of Coef. 0.045613

left-none

Regression Output:

Constant 57.68702
 Std Err of Y Est 6.886141
 R Squared 0.165856
 No. of Observations 173
 Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) -0.27222
 Std Err of Coef. 0.046685

right-safety

Regression Output:

Constant 58.51014

Std Err of Y Est 7.406814
 R Squared 0.204791
 No. of Observations 173
 Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) -0.33323
 Std Err of Coef. 0.050215

right-none

Regression Output:

Constant 63.73627
 Std Err of Y Est 7.466097
 R Squared 0.199899
 No. of Observations 173
 Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) -0.33085
 Std Err of Coef. 0.050617

weight vs. result

left-safety

Regression Output:

Constant 22.01991
 Std Err of Y Est 6.820904
 R Squared 0.107973
 No. of Observations 173
 Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) 0.299157
 Std Err of Coef. 0.065756

left-none

Regression Output:

Constant 25.99082
 Std Err of Y Est 7.152148
 R Squared 0.100167
 No. of Observations 173

Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) 0.30082
Std Err of Coef. 0.068949

right-safety

Regression Output:

Constant 21.54897
Std Err of Y Est 7.854696
R Squared 0.105713
No. of Observations 173
Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) 0.340443
Std Err of Coef. 0.075722

right-none

Regression Output:

Constant 21.63176
Std Err of Y Est 7.653914
R Squared 0.159138
No. of Observations 173
Degrees of Freedom 171

X Coefficient(s) 0.419758
Std Err of Coef. 0.073786

RE-BAR WORK

age vs. result

left-safety

Regression Output:

Constant 52.59266
Std Err of Y Est 8.528588
R Squared 0.091831
No. of Observations 100

Degrees of Freedom 98

X Coefficient(s) -0.25
Std Err of Coef. 0.079418

left-none

Regression Output:

Constant 56.91987
Std Err of Y Est 9.138419
R Squared 0.086055
No. of Observations 100
Degrees of Freedom 98

X Coefficient(s) -0.2585
Std Err of Coef. 0.085097

right-safety

Regression Output:

Constant 55.14613
Std Err of Y Est 7.642098
R Squared 0.10273
No. of Observations 100
Degrees of Freedom 98

X Coefficient(s) -0.23837
Std Err of Coef. 0.071163

right-none

Regression Output:

Constant 58.114
Std Err of Y Est 8.427254
R Squared 0.071641
No. of Observations 100
Degrees of Freedom 98

X Coefficient(s) -0.21581
Std Err of Coef. 0.078475

weight vs. result

left-safety

Degrees of Freedom

98

Regression Output:

Constant 12.57964
 Std Err of Y Est 8.329366
 R Squared 0.133764
 No. of Observations 100
 Degrees of Freedom 98

X Coefficient(s) 0.484658
 Std Err of Coef. 0.106185

X Coefficient(s) 0.433179
 Std Err of Coef. 0.111353

3. 결과 분석

Fig. 4에서 (a)~(t)까지 연령 : 약력, 직종 : 약력, 좌수/우수 : 약력, 안전장갑 착용여부 : 약력을 구분 비교하고 있다.

left-none

Regression Output:

Constant 14.98258
 Std Err of Y Est 8.915335
 R Squared 0.130132
 No. of Observations 100
 Degrees of Freedom 98

우선 (a)(b)는 측정결과 전체를 평균하여 얻은 결과로서 목공과 철근공의 약력을 비교하고 있는 바 목공 작업자들에서는 연령이 높을수록 약력이 낮아지고 안전장갑 착용시는 불착용시 보다 17% 정도 약력이 감소됨을 보이고 이는 현장에서 고려되지 않고 작업이 이루어지는 것이 현실임에 비추어 볼 때 작업안전을 위한 기준설정에 중요 고려요소가 되어야 하는 것으로 분석된다. 왼손과 오른손은 10% 정도 약력차이를 나타내 보이고 있음을 알 수 있다.

X Coefficient(s) 0.456359
 Std Err of Coef. 0.119187

철근공의 경우인 (b)에서는 안전장갑 착용과 불착용의 경우가 약 5% 정도 차이만을 보이고 있다. 즉 작업 종류에서 철근 작업에서는 목공 작업에 비해 약력의 상관관계가 감소되고 있음을 보여주고 있다.

right-safety

Regression Output:

Constant 7.922445
 Std Err of Y Est 6.919713
 R Squared 0.264345
 No. of Observations 100
 Degrees of Freedom 98

연령에 따른 약력감소는 철근작업에서는 일정한 비율의 감소를 보이고 있지만 목공작업에서는 연령이 높은 60대에서 좌수/우수 차이가 별로 없음을 보여주고 있어 전반적인 작업 약력이 감소됨에 따라 약력도 좌우 두가지가 현격히 감소되어 구분되지 않고 있다.

X Coefficient(s) 0.548959
 Std Err of Coef. 0.092508

직종에 따른 구분 즉 목공과 철근공의 차이를 알아보기 위한 Fig. 4 (g)(h)(i)(j)에서는 최대 1.1Kg(2%) 증가되어 직종간 차이는 무시할 수 있는 것으로 제시되고 있다. 작업시간대별 약력비교인 (k)(l)(m)(n)에서는 시간대와 최대 피로도를 느끼는 직종간 약 2Kg 차이를 나타내고 있으며 Fig. 4 (n) 목공작업의 09 : 00 시간대와 최대피로도를 느끼는 14 : 00비교에서는 4Kg의 약력 차이 즉 09 : 00 시간대에 비해 8% 감소 차이를 보여 적절한 작업안전 기준설정의 중요성을 보이고 있으나 철근 작업에서는 단지 0.5Kg의 약력 차이를 보일 뿐이

right-none

Regression Output:

Constant 16.1839
 Std Err of Y Est 7.942795
 R Squared 0.17531
 No. of Observations 100

었다.

몸무게 별 악력 관계인 (o)(p)(q)(r)(s)(t)에서는 목공 작업시와 철근작업으로 구분하여 안전장갑 착용여부를 구분하였다. Fig. 4(o) 목공작업에서도 몸무게가 클수록 악력도 커지는 것으로 제시되고 있으나 안전장갑 착용여부에 따라 증가비율이 변화되어 일정한 증가율을 보이지 않고 있으며 몸무게 65Kg에서는 오른손 장갑 착용시와 불착용시는 큰 악력차이를 보이고 있다. 철근 작업에서는 몸무게 50Kg을 기점으로 오른손 안전장갑 착용과 왼손불착용 악력이 같은 값을 보이고 있는 특이한 예를 알 수 있다.

4. 결 론

목공, 철근작업 석공등 악력을 주로 하는 건설 작업장에서 직접 악력기를 이용하여 실험을 실시하고 가장 피로해지기 쉬운 하루중 시간대가 14 : 00인지에 대한 설문실시를 통하여 실험이 진행되었다.

실험 값을 회귀분석 및 SPSS 팩키지 프로그램 사용에 의한 결과를 앞서와 같이 분석하였다. 이들 분석을 통하여 다음과 같은 건설현장 작업안전 기준 설정에 관한 결론을 얻게 되었다.

- 1) 고령 목공작업자의 안전장갑착용 작업을 배치할 때는 악력저하로 인한 잠재위험을 제거하기 위하여 오후에 하향작업자세를 취하지 않도록 한다.
- 2) 철근 작업 악력은 50대에서는 20대 보다 약 21% 악력감소를 보이고 있으므로 40Kg 이상 악력이 소요되는 철근운반등에는 20대를 배치하여 위험을 예방한다.
- 3) 몸무게 60Kg 이상에서는 안전장갑 착용여부가 악력에 대해 중요변수가 되므로 악력 50Kg 이상이 소요되는 작업에는 안전장갑을 착용치 않도록 작업조건을 확보해야 한다.

앞으로 기온 즉 작업장 실험실시간 중의 주위 기온에 따라 어느 정도 영향을 미치는지 작업자 개인의 작업회수에 따른 피로도 증가와 악력관계가 실측되어 악력 일반화된 작업안전기준이 적용될 수 있는 제안이 요구된다 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) 원광대 공업기술연구소, 건설현장의 작업측정을 통한 근로자 안전대책에 관한 연구, 노동부 보고서, pp. 78~85, 103~133, 1992. 12.
- 2) 神代雅時, 11. 불량 작업자세, 제12회 직업병 예방을 위한 産業保健學術 Seminar, 韓日技術協力事業日本諮問官室, pp. 15~22, 1995. 3.
- 3) J.A Roebuck, JR., M.S. K.H.E Kroemer, W.G.Thomson, Controls, Devices, and components Design Aoolications, pp. 195, pp. 360~389, Engineering Anthropometry Methods, 1974. 9.
- 4) Coleman N. Evaluation of hand tools used in industry, with particular reference to tools frequently involved in accidents, pp. 24~26, Annual research Report. 1993~1994, WORKSAFE Australia, 1995.
- 5) Long A, Software for posture analysis using the Ovako working posture Analysing System (OWAS), pp. 31~32, Annual Research Report 1993~1994, WORKSAFE Australia, 1975.
- 6) Long A, Physical activity level scale and software, pp. 33~35, Annual Research Report 1993~1994, WORKSAFE Australia, 1995.
- 7) Sparks A, Occupational Hygiene and Safety Engineering unit, pp. 41~43, Annual Research Report 1993~1994, WORKSAFE Australia, 1995.
- 8) Carrasco C, Evaluation of the National standard and code of practice of on Manual Handling, pp. 45~46, Workplan 1994~1995 for the research program, WORKSAFE Australia, 1995.
- 9) Etienne Grandjean, Productivity and frequency of accidents, Fitting the Task to the Man, pp. 221~222, 1993.

부록 1 악력 테스트 기록지

현장명 ○○ 직종 ○○ 날짜 ○○

직종	몸무게 Kg	성별	연령 세	경험 연수	테스트 시간	악 력				비고
						원 손		오른손		
						장갑 착용	불착용	장갑 착용	불착용	

부록 2 악력측정 실험결과

Table 1 Samples taken from H construction site at 09 : 00

	grip strength(kg)					
	weight	age	left hand		right hand	
			safety	none	safety	none
1	73	38	42	50	50	60
2	60	37	40	50	56	73
3	72	43	41	45	45	54
4	80	46	52	58	52	60
5	61	51	36	43	42	50
6	61	51	37	39	45	50
7	57	55	40	43	35	38
8	56	56	37	41	33	35
9	63	47	34	34	34	38
10	82	44	41	52	57	69
11	76	25	48	52	47	57
12	67	39	47	57	44	57
13	66	31	43	46	50	55
14	82	40	47	49	51	55
15	57	56	39	40	39	44
16	65	28	50	58	50	55
17	54	22	43	41	40	41
18	64	29	45	50	45	52
19	68	44	35	40	38	42
20	60	28	35	35	40	40
21	67	55	40	44	40	50

22	68	44	45	45	42	48
23	64	51	33	36	38	45
24	55	48	40	44	40	50
25	65	58	45	45	38	50
26	67	58	36	40	35	40
27	67	50	34	43	51	55
28	60	37	46	51	59	62
29	60	30	42	44	44	55
30	58	52	43	40	36	45
31	72	33	49	51	44	58
32	62	46	40	44	35	41
33	60	50	34	39	37	44
34	74	33	49	47	48	55
35	65	44	46	51	47	60
36	62	49	41	48	36	42
37	65	61	30	35	20	30
38	60	53	33	35	30	32
39	66	42	42	45	40	53
40	70	36	38	34	51	60
41	75	36	46	46	47	52
42	86	37	43	52	55	60
43	64	64	36	40	35	41
44	74	26	52	59	54	52
45	60	33	45	45	51	56
46	60	46	37	42	46	48
47	60	30	53	53	54	60
48	65	27	41	44	45	49
49	69	41	38	50	45	55
50	72	32	38	58	55	54
51	65	60	25	35	30	40
52	83	43	31	35	35	45
53	63	48	42	52	41	51
54	62	44	48	54	46	57
55	71	25	52	65	51	68
56	57	56	34	32	30	33
57	58	40	50	53	50	58
58	56	26	31	35	30	38
59	52	58	38	50	33	51
60	72	38	42	46	45	45
61	75	41	44	48	50	62
62	50	23	38	44	46	49
63	50	27	36	42	43	48
64	56	27	40	43	42	40
65	58	30	40	47	45	50
66	70	30	46	50	50	60
67	67	59	48	51	55	57
68	60	30	49	50	50	58
69	68	38	45	49	50	55
70	62	28	42	50	50	54
71	78	52	44	53	45	59

72	70	30	52	56	50	51
73	58	24	47	46	50	53
74	65	39	38	45	49	50
75	98	32	51	50	57	70
76	78	29	56	64	65	70
77	80	36	46	45	42	55
78	60	44	33	42	40	47

rebar work

1	77	50	47	57	47	58
2	59	50	42	48	47	58
3	56	50	36	37	33	36
4	60	41	33	37	36	41
5	62	51	42	48	41	50
6	65	60	37	42	44	40
7	62	33	47	50	46	50
8	76	48	40	35	50	50
9	55	58	31	31	35	40
10	65	40	28	41	38	41
11	70	53	40	38	35	45
12	65	35	34	38	40	40
13	80	33	44	50	54	57
14	85	35	40	51	50	51
15	65	21	46	48	50	45
16	72	38	47	50	52	60
17	67	39	41	48	48	59
18	80	63	44	44	52	52

Table 2 Samples taken from D construction site at 09 : 00

form work

1	78	56	45	40	53	51
2	77	43	38	46	48	60
3	63	50	33	38	34	48
4	70	25	43	41	50	49
5	57	37	39	36	38	40
6	60	57	31	35	40	41
7	60	58	35	40	40	44
8	60	53	36	37	39	42
9	73	58	22	25	42	55
10	57	47	28	39	30	48
11	54	51	32	32	30	33
12	60	48	32	44	47	45
13	82	33	46	59	51	65
14	68	43	41	44	46	50
15	73	30	44	46	46	45
16	65	33	38	59	46	60
17	70	55	32	40	35	45

18	62	51	36	44	41	45
19	68	44	37	41	39	39
20	62	50	34	39	32	44
21	65	40	25	37	37	40
22	72	36	40	39	45	46
23	78	33	45	48	42	52
24	58	44	31	35	32	42
25	62	27	30	41	41	52
26	68	62	38	39	38	56
27	72	60	43	45	44	52
28	62	24	54	55	56	60
29	60	42	44	54	52	56
30	70	31	56	62	66	71
31	72	26	64	70	67	66
32	58	56	32	40	42	50
33	83	37	56	57	56	57
34	70	24	53	56	57	60
35	72	33	50	58	52	56
36	53	37	30	44	67	46
37	58	22	40	40	36	45
38	63	27	48	50	53	52
39	72	56	45	45	45	46
40	58	56	44	50	50	48
41	73	48	50	46	55	40
42	65	50	55	50	60	60
43	70	59	32	32	32	35
44	57	53	32	35	35	37
45	70	46	52	46	52	52
46	63	56	42	45	44	45
47	69	63	35	42	30	32
48	64	49	40	42	45	47
49	65	34	35	45	35	47
50	73	43	45	45	44	46
51	67	37	55	60	57	61
52	80	37	55	60	55	53
53	53	52	35	40	35	40

rebar work

1	72	47	31	44	44	58
2	63	54	29	33	42	52
3	60	68	22	22	32	22
4	58	57	15	21	31	35
5	70	59	25	25	32	42
6	62	25	31	35	40	41
7	70	28	31	32	54	55
8	60	32	27	32	40	44
9	65	45	22	21	38	41
10	74	43	40	51	55	61
11	65	38	34	31	41	44
12	80	33	55	65	68	75

13	74	43	68	68	62	66
14	60	23	43	46	40	50
15	70	31	54	50	54	58
16	77	44	45	53	46	53
17	62	38	57	61	57	60
18	62	39	50	58	48	55
19	55	36	40	45	45	48
20	74	53	36	44	46	46
21	62	28	54	57	56	58
22	60	53	34	36	40	36
23	68	55	50	46	52	51
24	71	49	44	37	50	36
25	60	55	40	48	40	52
26	63	57	42	45	45	42
27	55	50	38	46	43	45
28	60	26	40	45	44	50
29	67	37	45	50	46	52
30	65	25	36	40	40	50
31	84	44	46	55	45	53
32	70	58	37	47	35	45
33	66	38	45	50	50	53
34	65	55	42	53	43	55
35	76	60	38	42	45	55
36	62	50	38	45	30	35
37	67	41	44	33	50	35
38	85	60	50	54	65	57
39	65	38	50	50	40	45
40	56	28	35	45	35	46
41	64	24	40	45	40	46
42	55	41	40	45	40	50
43	65	47	46	50	46	40
44	60	58	35	38	30	35

Table 3 Samples taken from S construction site at 09 : 00

form work

1	73	37	38	42	31	48
2	60	37	49	50	51	48
3	80	34	40	45	50	48
4	64	36	48	43	49	49
5	70	38	50	52	42	44
6	58	34	38	46	40	49
7	70	48	40	45	34	39
8	59	42	47	49	58	48
9	66	51	45	49	34	37
10	75	38	35	50	44	50
11	75	60	35	35	28	40
12	55	28	45	52	38	50

rebar work

1	65	46	35	28	30	33
2	69	42	56	50	48	42
3	85	36	51	53	51	46
4	80	37	44	50	38	40
5	65	52	28	33	35	32

Table 5 Samples taken from S construction co Ltd. at 14 : 00

form work

1	70	38	15	14 : 02	42	44	43	44
2	67	38	1		37	49	40	46
3	58	45	20		42	45	48	50
4	67	30	3		40	43	45	50
5	60	50	20		47	48	48	49
6	63	38	15		40	54	50	50
7	75	24	1		42	64	49	60
8	60	47	3		40	44	40	44
9	66	48	1		50	50	55	55
10	75	42	14		43	43	40	48
11	58	21	1		48	52	50	53
12	60	30	5		48	52	50	53
13	70	48	20		40	42	35	35
14	60	39	2		47	47	42	44
15	60	24	1		40	48	42	47
16	77	49	2		42	50	50	54
17	80	34	13		48	44	53	48
18	55	28	1		42	38	42	38
19	79	33	12		50	52	47	47
20	60	59	30		27	27	32	27

rebar work

1	67	42	20		49	55	49	53
2	80	38	18		47	45	45	45
3	66	33	10		40	55	46	58
4	60	45	20		45	50	40	45
5	80	36	15		53	55	53	52
6	70	48	25		37	40	42	38
7	68	47	25		48	55	52	55
8	78	34	11		48	48	48	50

Table 4 Samples taken from D construction site at 14 : 00

form work

1	69	51	45	50	45	47
2	67	32	42	52	45	52
3	60	58	46	44	53	45
4	60	60	42	49	45	52
5	60	60	46	50	40	48
6	62	57	32	35	33	36
7	74	50	54	51	55	54
8	52	54	40	40	40	41
9	72	57	40	42	40	41
10	63	65	40	36	36	36
11	65	40	44	41	41	46
12	65	51	40	43	40	45
13	65	29	45	46	42	45
14	58	45	40	42	34	39
15	85	55	42	50	42	46
16	75	59	49	52	46	49
17	65	50	55	65	52	60
18	79	56	44	52	45	54
19	64	51	40	41	40	45
20	72	55	49	51	49	50
21	62	58	30	41	35	39
22	64	49	50	55	42	49
23	62	27	50	52	46	52
24	70	54	40	40	40	45
25	68	54	40	39	40	42
26	65	50	50	55	42	49
27	64	48	50	52	46	52
28	68	50	40	40	40	45
29	69	50	40	40	40	42
30	63	48	50	52	46	52

rebar work

1	67	54	40	46	43	45
2	65	54	40	50	41	55
3	60	52	40	40	40	34
4	63	31	52	50	50	55
5	62	40	46	50	45	41
6	57	35	42	45	43	45
7	70	38	48	58	52	56
8	72	47	40	46	46	50
9	64	39	52	55	60	60
10	78	37	50	52	52	56
11	72	44	54	52	52	58
12	60	39	44	57	50	60
13	62	55	35	40	41	46
14	75	46	48	55	50	52
15	68	55	38	46	35	40
16	65	55	45	52	39	49
17	57	50	30	40	28	39
18	76	51	49	43	40	45
19	76	34	40	52	49	56
20	65	34	60	62	55	60
21	60	32	40	42	40	44
22	67	32	55	56	55	60
23	74	52	50	49	50	56
24	78	42	54	60	55	61
25	70	58	45	50	46	52
26	60	28	52	58	50	52
27	65	49	41	43	43	45
28	65	57	40	49	39	45
29	75	60	40	50	50	62
30	62	59	32	29	34	30
31	54	46	30	35	36	40
32	60	57	30	32	32	35
33	61	55	50	54	50	55