

# 프레스 방호장치 안전거리 산정을 위한 손속도상수

이근오 · 김종현<sup>\*†</sup>

서울과학기술대학교 안전공학과 · \*한국승강기대학 승강기메카트로닉스과  
(2010. 9. 7. 접수 / 2010. 12. 9. 채택)

## A Study on Hand Speed Constant to Calculate Safe Distance of Press Protective Device

Keun Oh Lee · Jong Hyun Kim<sup>\*†</sup>

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

<sup>\*</sup>Department of Lift Mechatronics, Korea Lift College

(Received September 7, 2010 / Accepted December 9, 2010)

**Abstract** : To protect press operator from the after-reach hazard, current Ministry of Labor Notification(MOLN) requires the use of a formula for calculating the safe distance away from the point of operation for locating press protective devices, Two Hand Control Devices(THCD) and Active Opto-Electronic Protective Devices(AOPD), on a power press. This formula is based on a same hand speed constant of 160cm/s. While EN standards use different hand speed constant for THCD and AOPD respectively. The objective of this study is to compare two guidelines on the hand speed constant published by MOLN and EN 692, also to propose a proper hand speed constant and validate it experimentally. As a experimental result, it could be known that hand speed constant of Ministry of Labor Notification should be improved as that of EN standards.

**Key Words** : hand speed constant, press, two hand control devices(THCD), active opto-electronic protective devices(AOPD), ministry of labor notification(MOLN)

### 1. 서론

프레스는 높은 생산성 및 품질의 안정화 등 소성가공의 장점을 가지는 기계로 자동차, 전자 등 관련 산업의 발달로 향후 그 수요는 계속 증가될 것으로 예상된다<sup>1)</sup>.

그러나 프레스는 작업 시 손이나 손가락 등 신체의 일부가 상금형과 하금형 사이의 위험한계에 들어가 절단상해를 일으킬 수 있는 위험성 때문에 산업안전보건법에 의하여 위험기계기구로 분류되어 그 안전성에 관하여 안전인증 및 안전검사를 받도록 규정하고 있다. 그럼에도 불구하고 프레스는 재해건수의 통계에서 항상 1순위를 차지하며 근로손실일수가 가장 많은 위험기계기구이다.

이와 같은 프레스 재해로부터 작업자를 보호하기 위하여 산업안전보건법에서는 해당 프레스의 특성에 맞는 방호장치의 설치를 의무화하고 있으며,

특히 급정지기구가 부착된 마찰식 프레스의 경우 일반적으로 양수조작식 및 광전자식 방호장치가 설치된다.

양수조작식 방호장치는 두개의 누름버튼을 금형의 위험한계에서 안전거리 만큼 격리시켜 설치하고 양손으로 동시에 조작하지 않으면 슬라이드가 작동하지 않으며 또한 슬라이드의 작동중에 누름버튼에서 손이 떨어지면 급정지기구가 작동하여 슬라이드의 작동이 정지되는 구조이며, 광전자식 방호장치는 작업자의 신체의 일부가 광선을 차단할 경우 이를 센서를 통해 감지하고 제어회로를 통해 슬라이드에 급정지 신호를 보내어 슬라이드를 급정지시키는 구조이다.

Table 1은 양수조작식 및 광전자식 방호장치의 안전거리 산출식을 각국의 규격별로 나타낸 것이다. 국내의 경우 안전거리 산출은 양수조작식, 광전자식 모두 방호장치의 작동시간(Tc) 및 프레스의 급정지시간(Ts)의 합을 손속도상수에 곱하여 산출함을 알 수 있다(유럽 및 미국규격 또한 동일한

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
kimjh@klc.ac.kr

개념으로 안전거리를 산출함을 알 수 있음). 여기에서  $T_c$ 는 회로상의 지연시간을 의미하는 것으로 다시  $T_c = T_{c1} + T_{c2}$ 로 구분하여 표현할 수 있다. 구체적으로  $T_{c1}$ ,  $T_{c2}$  및 관성에 의한 지연시간을 의미하는  $T_s$ 를 설명하면 다음과 같다.

- $T_{c1}$  : 누름버튼에서 손이 떨어졌을 때 또는 광선이 차단되었을 때부터 신호가 급정지회로에 들어 갔을 때 까지의 시간
- $T_{c2}$  : 신호가 급정지회로에 들어갔을 때부터 이 신호가 클러치를 풀고 브레이크를 작동시키기 위하여 급정지장치의 마지막 밸브에 들어갔을 때까지의 시간
- $T_s$  : 마지막 밸브가 클러치를 풀고 브레이크를 작동하기 시작했을 때부터 프레스 슬라이드가 정지할 때까지의 시간

손속도상수에 대하여 살펴보면 각 규격 모두 1,600 mm/s의 동일한 손속도상수를 적용하고 있음을 알

수 있다. 차이점은 유럽규격의 경우 수직으로 설치된 광전자식 방호장치의 경우 최소안전거리가 500 mm 이하인 경우 2,000mm/s의 손속도상수를 적용하도록 규정하고 있으며, 최소안전거리가 500mm 이상인 경우, 즉 위험점 으로부터 충분히 격리되어 설치된 경우 1,600mm/s의 손속도상수 적용을 허용하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 유럽규격은 양수조작식 및 광전자식 모두 동일한 손속도상수를 적용하는 국내규격과는 상이함을 알 수 있으며, 이에 대해서는 뒤에 실험결과를 통하여 상세히 검토하고자 한다.

손속도상수와 관련한 기존의 연구결과들을 살펴보면, 1935년 Lobl은 안전거리에 대한 연구를 수행하여 작업자들이 위험점에 다다를수 있는 가장 빠른 평균속도로 1575mm/s의 손속도상수를 처음으로 제시하였다<sup>5)</sup>. 이후 인간의 손속도를 정량화시키기 위한 많은 연구들이 안전 연구자(Knauss, 1974; Pizatella et al., 1983; Wilco, 1976)들에 의해 수행되었다<sup>9)</sup>. 이에 따르면 인간의 손속도는 작업환경의

Table 1. Safe distance formula of THCD and AOPD<sup>2-4)</sup>

국내 (노동부 고시 제2008-75호)	$D = 1600 \times (T_c + T_s)$ D : 안전거리(mm) ◎양수조작식 $T_c$ : 방호장치의 작동시간(즉 누름버튼으로부터 한 손이 떨어졌을 때부터 급정지기구가 작동을 개시할 때까지의 시간(s)) $T_s$ : 프레스의 급정지시간(즉 급정지기구가 작동을 개시했을 때부터 슬라이드가 정지할 때까지의 시간(s)) ◎광전자식 $T_c$ : 방호장치의 작동시간(즉 손이 광선을 차단했을 때부터 급정지기구가 작동을 개시할 때까지의 시간(s)) $T_s$ : 프레스의 최대정지시간(즉 급정지기구가 작동을 개시했을 때부터 슬라이드가 정지할 때까지의 시간(s))												
EN 692-2006	$S = (K \times T) + C$ S : 위험지역에서 감지점, 선 또는 면까지의 최소안전거리(mm) K : 데이터로부터 유도된 신체 또는 신체일부의 접근속도(mm/s) T : 시스템의 총 정지성능 즉 전체 응답시간(s) C : 방호장치 작동이전에 위험지역에 침입한 추가거리(mm) ◎K의 결정 수평으로 배열한 광전자식과 양수조작식에는 1600mm/s의 접근속도를 적용한다. 수직으로 설치한 광전자식의 경우 최소안전거리가 500mm이하인 경우 2000mm/s의 접근속도를 적용해야한다. 단 최소안전거리가 500mm 이상인 경우에는 1600mm/s 접근속도를 적용해도 무방하다. ◎C의 결정 덮개를 씌우지 않은 양수조작장치에 대한 C는 250mm를 적용한다. 단 덮개를 씌운 양수조작장치 경우 C는 0mm가 된다. 광전자식에 대한 C의 결정은 광전자식 방호장치의 감지능력과 관련하여 다음표에서 제시한 추가거리 C를 적용한다. <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">감지능력(mm)</th> <th style="text-align: center;">추가 거리 C(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">≤14</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt;14 ≤20</td> <td style="text-align: center;">80</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt;20 ≤30</td> <td style="text-align: center;">130</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt;30 ≤40</td> <td style="text-align: center;">240</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&gt;40</td> <td style="text-align: center;">850</td> </tr> </tbody> </table>	감지능력(mm)	추가 거리 C(mm)	≤14	0	>14 ≤20	80	>20 ≤30	130	>30 ≤40	240	>40	850
감지능력(mm)	추가 거리 C(mm)												
≤14	0												
>14 ≤20	80												
>20 ≤30	130												
>30 ≤40	240												
>40	850												
OSHA 1910.217	$D(s) = 63inch/s \times T(s)$ ◎양수조작식 및 광전자식 D(s) : 최소안전거리(inch) 63inch/s : 손속도상수 T(s) : 크랭크샤프트 회전위치가 90도인 위치에서 측정된 프레스의 정지시간(s)												

변화, 작업자 신체조건의 변화 그리고 관련 기술의 변화 등에 의하여 변경될 수 있음을 지적하였으며, Lobl의 손속도상수를 오늘날 그대로 적용하는데 의문을 제기하였다<sup>6-8)</sup>.

또한 James 등<sup>9)</sup>은 기계식 파워 프레스의 안전설계에 관한 연구에서 NIOSH에서 개발한 Power Press Simulator를 처음으로 사용하여 다양한 연구를 수행하였다. 그 중 60명의 피실험자를 대상으로 양수 조작버튼의 손속도상수에 대한 Simulation 결과를 살펴보면 남자(1565mm/s±710), 여자(1053mm/s±513), 어깨위치(1428±625), 허리위치(1210±690), 30세 이하(1725±773), 50세 이상(1053±538) 등 손속도상수는 작업자의 성별, 양수조작버튼의 위치, 작업자의 연령에 따라 차이가 크음을 밝히고 있으며, 만약 Lobl이 제시한 손속도상수를 상기 Simulation에 적용시키면 모든 피실험자의 28% 정도가 상해를 입을 수 있음을 지적하였다. 그러나 상기 연구결과는 Simulation 연구결과로 실제와는 차이가 날 수 있으며 실제 실험을 통하여 손속도상수의 결정에 영향을 미치는 다양한 조건들을 검토할 필요가 있다.

이러한 배경하에 본 연구에서는 양수조작식 및 광전자식 방호장치 설치시 적용되는 안전거리의 적정 손속도상수를 결정하기 위하여 정상작업 및 위급상황 발생의 두 가지 시나리오를 설정하여 성별 및 연령별 손속도상수를 측정하였다. 이를 통하여 국내규격에서 정하고 있는 손속도상수의 타당성을 검토한 후 각 방호장치별 국내 실정에 맞는 적정 손속도상수를 제시하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1. 실험장치

Fig. 1은 실제 프레스의 치수를 참조하여 제작한 프레스 모의 실험장치의 사진으로 바닥에서 양수 조작식 방호장치의 누름버튼 표면까지의 거리는 830mm이고, 누름버튼의 표면에서 하급형의 표면까지의 수직거리는 10mm이다. 안전거리에 해당하는 누름버튼에서 하급형의 가장자리(위험한계)까지의 수평거리는 400mm로 설정하였다. 손속도 측정은 고속카메라(KODAK Model SR-ULTRA-C)를 이용하였다. 이 고속카메라는 초당 최대 3,000프레임까지 촬영할 수 있으나, 화질상의 문제점으로 인하여 본 실험에서는 초당 500프레임으로 촬영하였다. 촬영된 이미지는 시간과 함께 콘트롤러를 거쳐 컴퓨터에 저장된다.



Fig. 1. Experimental apparatus(up: Simulated press and High speed camera, down: Monitor, Controller and Data process system).

### 2.2. 실험조건

Table 2는 본 연구의 실험조건을 나타낸 것이다. 실험은 급정지기구가 부착된 마찰식 프레스에 사용하는 양수조작식 및 광전자식 방호장치를 대상으로 하여 성별 및 연령별 손속도상수를 측정하였다. 또한 작업시 발생할 수 있는 상황에 대하여 두 가지 시나리오를 설정하여 실험을 수행하였다. 정상작업은 작업자가 정상적인 생산과정 중에 가공물을 추출하는 행동상황을 의미하며, 위급상황은 작업자가 가공되고 있는 재료의 결함을 발견하거나 급형에 이물질을 발견하여 순간적으로 이를 제거하려는 행동상황을 의미한다. 또한 표에는 각 조건에 해당하는 실험결과를 굵은 이탤릭 숫자로 함께 나타내었다.

### 2.4. 결과 및 고찰

Fig. 2는 양수조작식 방호장치(Two Hand Control Devices; THCD), 남자(Male), 정상작업(Normal work)

Table 2. Hand speed constants for experimental conditions

방호장치	성별	시나리오	연령	손속도상수	표준편차	표본수(명)
양수조작식	남	정상작업	20~30	1602	126	20
			31~40	1579	153	15
			41~50	1457	173	15
			51~60	1381	127	15
		위급상황	20~30	2234	437	20
			31~40	2138	420	15
			41~50	2176	407	15
			51~60	1692	132	15
	여	정상작업	20~30	1356	241	18
		위급상황	20~30	2084	327	18
광전자식	남	정상작업	20~30	2360	395	20
			31~40	2293	350	15
			41~50	2214	290	15
			51~60	2112	356	15
		위급상황	20~30	3245	539	20
			31~40	3133	420	15
			41~50	3211	459	15
			51~60	2507	400	15
	여	정상작업	20~30	2239	178	18
		위급상황	20~30	2829	242	18

조건에서 연령에 따른 손의 구간속도(구간의 거리를 손이 그 구간을 지나가는 시간으로 나누어 구함)와 평균속도(전체거리를 손이 누름버튼에서 떨어진 순간부터 위험한계에 다다를 때까지의 시간으로 나누어 구함)를 도시한 것이다.

그림에서 실선은 구간속도이고, 점선은 평균속도이다. 먼저 구간속도를 살펴보면 모든 연령층에

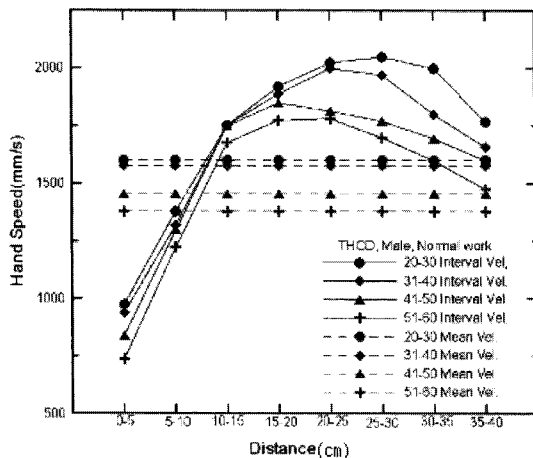


Fig. 2. THCD, Interval velocity and mean velocity by age group(normal work, males).

서 구간이 증가함에 따라 손의 속도는 급격히 증가한 후 도착점(가공물이 있는 위치)을 향하여 완만히 감소하는 동일한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 연령대가 낮을수록 초기구간속도(0에서 50mm구간)가 높음을 알 수 있으며, 이와 같은 경향은 안전거리 산출시 필요한 손속도상수인 평균속도에 영향을 미칠 것으로 사료된다. 그림에서 점선인 평균속도를 살펴보면 앞서 설명한 연령대에 따른 손의 초기구간속도에 기인하여 연령대가 낮을수록 손의 속도가 증가함을 알 수 있다. 정량적으로는 20~30대에서 1602mm/s로 가장 빠른 평균속도를 나타낸다.

Fig. 3은 양수조작식 방호장치, 정상작업조건, 20~30대의 같은 연령층에서 성별에 따른 구간속도와 평균속도를 도시한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 남자의 경우가 초기구간속도 및 구간에서 속도의 증가율이 높음을 알 수 있으며 이와같은 이유로 남자의 평균속도가 여자보다 높음을 알 수 있다. 정량적으로는 20~30대 남자의 평균속도는 1,602 mm/s이고, 같은 연령층 여자의 평균속도는 1,356 mm/s이다.

이상의 Fig. 2 및 3의 결과에서 알 수 있듯이 연령 및 성별에 따른 평균속도는 연령이 낮을 수록 그리고 같은 연령대에서는 남자의 평균속도가 여자보다 빠른 점 및 방호장치 설치시 안전거리의 결정은 가장 빠른 평균속도를 적용하여야 하는 점을 고려하여 20~30대 이상의 여자 연령층에 대한 실험은 생략하였다.

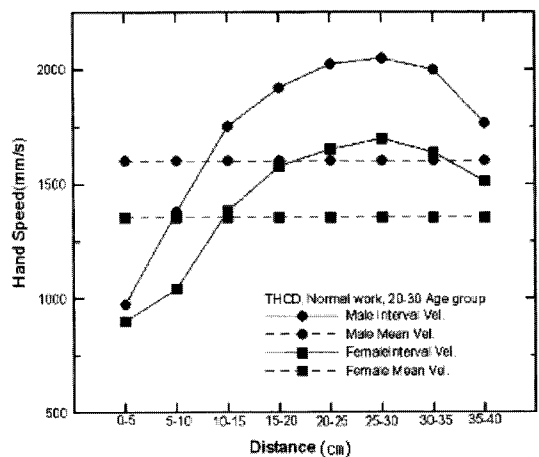


Fig. 3. THCD, Interval velocity and mean velocity for males and females(normal work, 20~30 age group).

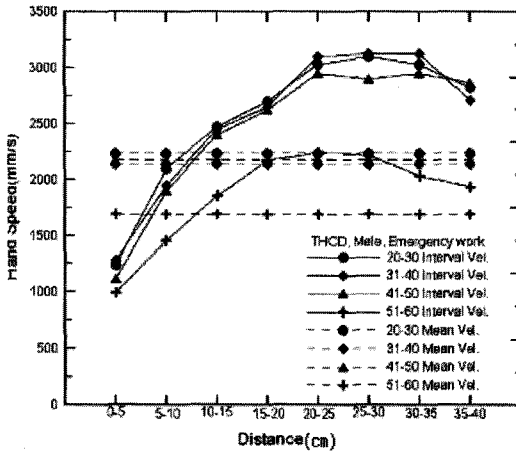


Fig. 4. THCD, Interval velocity and mean velocity by age group(emergency work, males).

Fig. 4는 양수조작식 방호장치, 남자, 위급상황(Emergency work) 조건에서 연령대에 따른 손의 구간속도와 평균속도를 도시한 것이다. 이를 Fig 3과 비교하면 위급상황인 경우 예상한 바와 같이 모든 연령층에서 평균속도가 정상작업 조건보다 높음을 알 수 있다. 차이점은 위급상황의 경우 50-60대를 제외한 모든 연령층의 평균속도가 유사함을 알 수 있는데 이는 모든 피실험자가 본인의 신체능력을 최대한 발휘한 결과로 사료된다. 그럼에도 불구하고 50-60대의 피실험자는 젊은 연령층보다 평균속도가 떨어짐을 알 수 있다.

Fig. 5는 광전자식 방호장치(Active Opto-Electronic Protective Devices ; AOPD), 남자(Male), 정상작업(Normal work) 조건에서 연령대에 따른 손의 구간속도와 평균속도를 도시한 것이다. 먼저 실선으로 표시한 구간속도를 살펴보면 15mm 구간까지 모든 연령층에서 손속도가 급격히 증가한 후 완만히 감소하다가 도착점(가공물이 있는 위치)에서 다시 급속히 감소하는 동일한 경향을 나타냄을 알 수 있다. 또한 Fig. 2의 양수조작식 방호장치 실험결과와 마찬가지로 연령층이 낮을수록 초기구간속도(0에서 50mm구간)가 높음을 알 수 있으며, 이로 인하여 점선인 평균속도 또한 연령이 낮을수록 속도가 빠름을 알 수 있다. 정량적으로는 20-30대에서 2,360mm/s로 가장 높은 평균속도를 나타내며, 전 연령층의 평균속도가 2,000mm/s 이상임을 알 수 있다. 또한 Fig. 2와 5를 비교하여 살펴보면 광전자식 방호장치 실험에서의 손의 초기구간속도가 양수조작식 방호장치 실험에서의 손의 초기구간속도보다 상당히 높음을 알 수 있으며, 이로 인하여

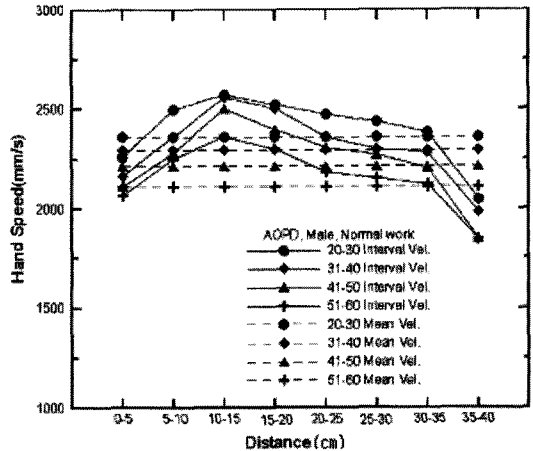


Fig. 5. AOPD, Interval velocity and mean velocity by age group(normal work, males).

광전자식 방호장치의 평균속도가 양수조작식 방호장치의 평균속도보다 상당히 높음을 알 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 양수조작식 방호장치 및 광전자식 방호장치의 안전거리를 결정하는 요소중의 하나인 손속도상수(평균속도)는 손의 초기구간속도에 크게 영향을 받으며, 손의 초기구간속도가 다른 두 방호장치에 대하여 해당 방호장치에 적절한 손속도상수를 적용하는 것이 타당할 것으로 판단되며 이에 대하여 Fig. 6에서 상세히 설명하고자 한다.

Fig. 6은 양수조작식 방호장치(THCD) 및 광전자식 방호장치(AOPD)에서 손의 구간속도와 평균속도의 차이점을 상세히 살펴보기 위하여 정상작업, 20-30대 연령층의 조건에서 두 방호장치에서의 실험결과를 비교 도시한 것이다. 먼저 구간속도의 경향을 비교하면 양수조작식 방호장치의 경우는 정지상태(누름버튼을 손으로 누른상태)에서 손의 운동이 시작되어 구간이 증가함에 따라 손의 속도가 증가한 후 도착점 가까이에서 완만히 감소하는 경향을 보이는 반면, 광전자식 방호장치의 경우에는 광선을 차단하기 전에 이미 운동을 시작한 손이 광선을 차단한 후 짧은구간 동안 증가하다가 거의 일정하게 유지된 후 도착점 가까이에서 높은 손의 속도로 인하여 급격히 손이 정지하는 경향을 보임을 알 수 있다. 이와 같이 초기 손의 운동상태에 의하여 손의 초기구간속도가 결정되며, 이것이 결국 안전거리를 산출하는 손속도상수의 크기를 결정하게 된다. 그림에서 알 수 있듯이 손의 초기구간속도가 더 높은 광전자식 방호장치의 경우가 양수조작식 방호장치의 경우보다 상당히 높은 평균

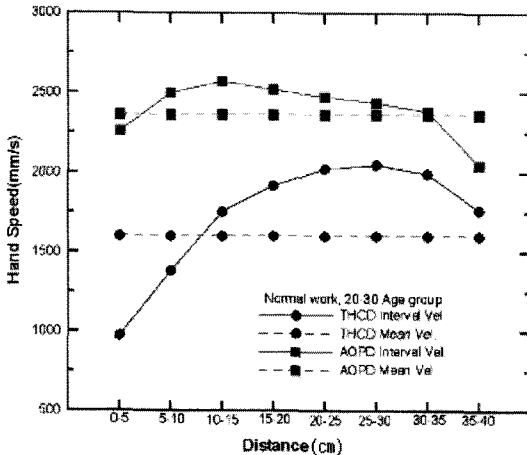


Fig. 6. Comparison of interval velocity and mean velocity for THCD and AOPD.

속도를 가짐을 알 수 있다. 따라서 손의 운동특성이 다른 방호장치의 경우 각 방호장치에 적절한 손속도상수를 적용해야 함을 알 수 있다.

또한 Table 1에서 살펴본 바와 같이 국내규격의 경우 양수조작식 방호장치, 광전자식 방호장치 모두 1,600mm/s의 동일한 손속도상수를 적용하는 반면, 유럽규격의 경우 수직으로 설치된 광전자식 방호장치의 경우 최소안전거리가 500mm 이하인 경우 2,000mm/s의 손속도상수를 적용하고 있음을 알 수 있는데, 본 연구에서 검토한 바와 같이 국내규격에서도 양수조작식 방호장치의 손속도상수는 1,600mm/s를 적용하고 광전자식 방호장치 경우 최소안전거리가 500mm 이하인 경우 2,000mm/s의 손속도상수를 적용하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 단 광전자식 방호장치에서 최소안전거리가 500mm 이상인 경우, 즉 위험한계로부터 충분히 격리되어 설치된 경우에는 유럽규격과 같이 1,600mm/s의 손속도상수 적용을 허용하는 것이 작업장 공간의 효율화를 위하여 바람직할 것으로 사료된다.

### 3. 결론

본 연구에서는 양수조작식과 광전자식 방호장치에서 성별, 연령별, 상황별에 따른 손속도상수를 측정하여 안전거리의 손속도상수의 타당성을 검토하였다.

본 연구를 통하여 내린 결론은 다음과 같다.

1) 양수조작식 및 광전자식 방호장치는 연령대가 낮을수록 손의 초기구간속도의 증가로 손속도

상수가 높음을 알 수 있었다. 정량적으로는 양수조작식 방호장치의 경우 20~30대에서 가장 빠른 손속도상수인 1,602mm/s를 나타내었고, 같은 연령층에서 광전자식 방호장치의 경우 가장 빠른 손속도상수인 2,360mm/s를 나타내었다.

2) 성별에 따른 손속도상수 검토결과 남자의 경우가 초기구간속도 및 구간에서 속도의 증가율이 높음을 알 수 있었다. 정량적으로는 20~30대 남자의 손속도상수는 1,602mm/s를 나타내었고, 같은 연령층 여자의 손속도상수는 1,356mm/s를 나타내었다.

3) 양수조작식 방호장치 및 광전자식 방호장치의 안전거리를 결정하는 요소중의 하나인 손속도상수는 초기 손의 운동상태에 따른 손의 초기구간속도에 크게 영향을 받음을 알 수 있었으며, 손의 초기구간속도가 더 높은 광전자식 방호장치의 경우가 양수조작식 방호장치의 경우보다 상당히 높은 손속도상수를 가짐을 알 수 있었다. 따라서 방호장치별 적정 손속도상수를 측정하여 해당 방호장치에 적절한 손속도상수를 적용하는 것이 타당함을 알 수 있었다.

4) 국내규격에서는 양수조작식 및 광전자식 방호장치 모두 1,600mm/s의 동일한 손속도상수를 적용하는 반면, 유럽규격에서는 수직으로 설치된 광전자식 방호장치는 최소안전거리가 500mm 이하인 경우 2,000의 손속도상수를 적용하고 있음을 알 수 있는데, 본 연구에서 검토한 바와 같이 국내규격에서도 양수조작식 방호장치의 손속도상수는 1,600mm/s를 적용하고, 광전자식 방호장치는 최소안전거리가 500mm 이하인 경우 2,000mm/s의 손속도상수를 적용하는 것이 타당함을 알 수 있었다. 단 광전자식 방호장치에서 최소안전거리가 500mm 이상인 경우, 즉 위험한계로부터 충분히 격리되어 설치된 때에는 유럽규격과 같이 1,600mm/s의 손속도상수 적용을 허용하는 것이 작업장 공간의 효율화를 위하여 바람직할 것으로 사료된다.

감사의 글 : 이 논문은 “산업안전보건연구원 학술용역”에 의거하여 수행된 연구입니다.

### 참고문헌

- 1) 이근오 외, “최신기계안전공학”, 도서출판동화기술, 2002.
- 2) 노동부고시 제2008-75호, “위험·기계기구의 의

- 무 안전 인증고시”
- 3) EN 692, “Machine tools-Mechanical presses- safety”, 2006.
  - 4) OSHA 1910.217, “Mechanical power presses”
  - 5) Lobl. I. O., “Concerning two hand trip on eccentric presses”, Reichsarbeitsblatt, No. 20, Part 30, pp. 150~154, 1935.
  - 6) Knauss. I. P., “Guarding against after-reach on metalworking presses”, Die Berufsgenossenschaft, 1974.
  - 7) Pizatella. T. J., Etherton. J. R., Jensen. R. C. & Oppold. J. A., “Investigation of the after-reach hazard in two-hand controlled power press operations”, Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 9, pp. 194~200, 1983.
  - 8) Wilco. Inc., “Analysis of design requirement for mechanical power press safeguarding systems (NIOSH contact No. 210-75-0042)”, Springfield, VA: National technical information service, (NTIS No. PB 86120557), 1978.
  - 9) James. W. C., Timothy. J. P., John. R. E., Thomas. R. T., “The use of simulation for developing safe workstation designs for mechanical power presses”, Journal of safety research, Vol. 17, pp. 73~79, 1986.