

## プレス工場の騒音と作業者の聴力損失 III

藤田 正・寺本和幸・工藤市兵衛

### \* Sound Level and Workmen Hearing loss in the Press Shops III

Sho FUJITA, Kazuyuki TERAMOTO and Ichibei KUDO

The purpose of this study was to investigate the effect of noise on workmen in the press shops. The subjects were 282 workmen in the press shops in 10 factories. Hearing thresholds in dB were examined against test frequencies of 250, 500, 1K, 2K, 4K, and 8K Hz, respectively. The noise characteristics observed in the factories was 109dB (A) with the peak SPL of 1000 Hz. Hearing loss dB can be predicted as a function of workmen's years of age as follows:  $y = -1.4x + 12.1$ . About 38% of 282 workmen seemed to suffer from occupational hard hearing.

#### はじめに

騒音の大きさならびに露聴年数が聴覚に大きな被害を与えていることは既に知られている。本研究はこの事実に基づいて、両者の定量的な関係と聴覚の良否がもたらす身体的・心理的障害をも知ることを目的とした。これを鋼板の切断・輪郭打抜き・折り曲げ等の加工をするプレス工場の騒音とその作業者に於て、帰納法により1977年以来今日まで研究を進めてきた。

この経過は本学研究報告<sup>1)2)</sup>に2回記載したが、資料不足のため未だ結論を得ていない。しかし今回で調査が10社、作業者数282名に達したので、大体の傾向を把握することができた。ここに3回目として報告する。

#### 1. 調査目標

目的追究のため次の事項を調査目標とする。

- (1) プレス工場の代表的な直接作業者と職場音の大きさ、ならびに周波数特性を知る。
- (2) 作業者の聴力損失の実態と、将来の増加分を調査推定する。
- (3) 作業者の日常における身体的・心理的な疲労症状を調べる。

#### 2. 調査方法

調査は目標に示したように3つに分けておこなった。

1つは(1)騒音関係、2つ目は(2)聴力関係、3つ目は(3)身体的・心理的疲労に関することである。

調査の手順は予備と本調査の2段階で行なった。前者は(1)(2)(3)に少なからぬ影響を及ぼす工場の作業環境に関

するもの。後者は(1)(2)現象の実数値ならびに相互の定量的な関係である。

#### (1) 騒音関係

本文でいう直接作業音とは、作業者がプレス機械を操作し製品を作るとき露聴する音である。職場音はその人以外の作業者がこの職場で露聴する混合音をいう。10社はいずれも騒音に関する特定工場であり、騒音規制法で敷地外への騒音レベルが朝・昼・夜別に規制されている。このため操業中は工場開口部を殆んど閉鎖したままである。それだけ屋外に分散する音のエネルギーが余分に場内に加わり、騒音は一層激しく作業者への被害は甚大である。

会社の調べによると、プレス作業者が直接作業に就く時間は大体どこでも一日70%であると言う。その内直接作業音を露聴するのは、そのまたほぼ70%になる。即ち一日実働時間のほぼ半分が直接作業音で、残り時間が職場音の露聴になる。

#### 1) 測定法

直接作業音の測定は、精密と普通の両騒音計 MiC を直接作業者の耳の位置に固定した。両騒音計は作業環境測定基準第4条2・3項 (JIS Z8731) によりA特性・動特性速に調整し、評価値を  $L_A$  で表示した。この音は図1に示すように周期的に大きく変動するので、数回の PL の平均をとった。また同じ音を同時に等価騒音計でも測り等価騒音値  $Leq$  で表示した。

職場音は10CH 騒音集積計を用い、作業者の多くいる場所か、または職場の中央付近で、1時間集積し  $Leq$  に換算<sup>3)</sup>した。 $Leq$  は人間の感覚機能と最もよく対応するとされ、作業環境測定には ISO でも聴力保護の評価値と

して用いている。

調査は任意の季節に、時刻に、作業について全く無作為に行なった。調査に赴いた会社で、その時点作業中の大きいと思われるプレス機械音を測り直接作業音とした。そして職場音はその職場の音を集積した。

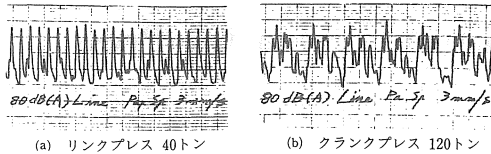


図1 直接作業音  $L_A$  (dB)

## 2) 使用機器

ONSOKU 製 精密騒音計 1台、普通騒音計 2台、オクターブ分析器 1台、高速記録計 2台、レベル演算処理計 1台、等価騒音計 1台、10CH 騒音集積計 1台

## (2) 聴力関係

安全衛生規則によると  $L_{A90}$ 以上の屋内作業場は、月1回の騒音測定と年2回の聴力検査を必要としその義務を事業主にしかしている。しかし特定工場に対する騒音規制法ほど厳しくない。そのためどの会社もこの規則を内輪の問題として扱い関心度は誠に低い。

作業者の聴力は工場の騒音レベルの大きさ、周波数特性、露聴時間などにより損傷する。またそればかりでなく音の形態即ち持続性か、断続性か、衝撃性等にも影響する。損傷の最もはやく且つはげしいのは4 KHzの  $C_5$ Dipである。しかも  $C_5$ Dipの低下は高周波成分が多い程甚だしいことが知られている。

## 1) 聴力検査

作業者に前以て用意した設問用紙を渡し氏名、年齢、性別、現職種、前職種、騒音経年、過去現在の耳の疾病や症状等を書かせた。また面接の上、身体的・心理的な自覚症状も問診記録した。その後静かな密室で聴力検査を行なった。

聴力検査は2台のオーディオメーターにて250Hzより8 KHzまでの6オクターブ・バンドを気導検査した。方式は日本オーディオロジー学会提示の断続上昇法である。聴力検査の成績は5 dBごとに左右別々にオーディオグラムに記録し、3分法6分法に換算した。良難の判定は夫々の規約通り、3分法は25dB以上を6分法は30dB以上で両耳について行なった。

4 KHzの聴力損失は先程述べたように他のオクターブ・バンドより早めに現われるので、難聴の早期発見の目安となる。このため3分法、6分法換算値とともに本研究の聴力検証の諸考察に用いた。被検作業者の内、管理者および職業性騒音に拘わりのない耳の疾病者、異常者はこの研究資料より除いた。

## 2) 検査用機器

RION 製 オーディオメーター A-36A 型 1台

AA-60型 1台

ONSOKU 製 普通騒音計 2台

## (3) 身体的・心理的症状調査

作業者と面接し居住地域の公害状況、最近の睡眠・健康状況等を調査した。また産業衛生学会疲労研究会提唱の5段階評定による身体的・心理的疲労の自覚症状を回答させた。図2にその調査表を示す。

次の項目について感じのままを、その程度(最も良い状態を左端に、非常に悪い状態を右端)に応じて縦線を〇でかこんで下さい。

良聴者 —— 実線、難聴者 ..... 破線

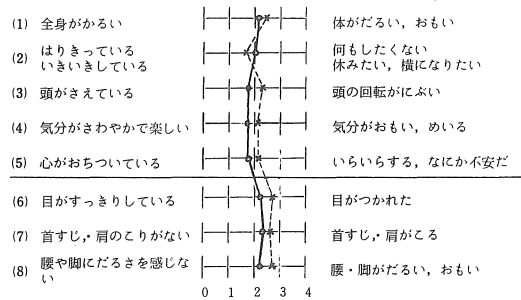


図2 身体的心理的症状調査

## 3. 結果と考察

### (1) 予備調査の部

#### 1) 発生騒音

騒音源の第1はプレス機械の固有音と作業音でこれが最も大きい。固有音の大きさは、機械の形式、能力、作業速度、スライド調整、機械の整備、可動台数等による。また作業音は鋼板の強度、厚さ、大きさ、作業内容(絞り・曲げ・切断)、負荷率等によって変動する。さらに金型の用材、設計具合等にもよる。

音源の第2は移動中の製品、半製品より発する音である。これらの衝突音、落下音等は可成り大きく見逃すことはできない。

音源の第3は可動中の付帯設備や建物より発する音、例えば換気扇、圧縮空気、クレーン等である。それにホークリフト車の走行音、機械建物の振動による音もかさむ。窓ガラスが常時鳴る工場もあった。

#### 2) プレス機械

10社は設立期に開きがあるので据付プレス機械の種類は誠に多い。これら設備機械を機構上分けると、機械プレス、流体圧プレス、特殊プレスの3つに分類できる。

機械プレスは、

- ①クランク式
- ②リンク式
- ③ナックル式
- ④フリクション式

流体圧プレスは

⑤空気式 ⑥油圧式

特殊プレスは

⑦ターレットパンチ式 ⑧ブレーキ式等である。

以上の機構形式で可動は手動式が主で他は自動式、高速式になっている。1社当りの所有台数は少ない工場で約20台、多い工場で約40台あった。クランク式は単動と複動、流体圧プレスにはダイクッションが装着されていた。自動式プレスにはアンコイラー機が付いているのがあり、コイル鋼板を巻きほごしつつプレス機が可動していた。数台のプレス機でラインを編成したり、作業者の代りに小型の簡単なセミロボットを使用している工場もあった。

能力はクランク式は20~700トン、クランクレス式は5~150トン、自動式は20~40トン、流体圧式は100~600トンであった。プレス工場の固有音はこのような機種、能力により最大・最小の音量差で発生した。

3) 建 物

本文のプレス工場とはプレス機械を設備したプレス職場のことを云う。一棟建物の一階、もしくは二階の全部を占めた会社が7社、残り3社は一棟建物の過半をプレス職場にあて残り面積は溶接または塗装または鋼板置場に使用していた。このようなプレス工場が10社で16工場あり、内15社工場が鉄骨スレート建、1工場が鉄筋コンクリート造りであった。

建物の平面的・立体的な形状や構成材料は伝搬音や反射音を大きく左右するのでこれらを調査した。表1に15プレス工場の建物構成材を示す。

表1 15プレス工場の建物構成材

部分	構成材料
床	全工場コンクリート
腰板	コンクリート、ブロック積、片面4mm鉄板、両面1.5mm鉄板、片面12mm波形スレート、両面6mm波形スレート等である。
周壁	片面1.5mm鉄板、片面6mm波形スレート、両面6mm波形スレート、両面6mm平状スレート、1工場のみ12mm木毛セメント板内張
屋根	8mm波形スレート、波形プラスチック板(厚み不明)、1工場のみ面全体に12mm木毛セメント板内張、屋根形状は鋸刃型と山型
天井	二階建物の一階は床上4.6mと6.0mに平鉄板(厚み不明) 2工場のみ他13工場天井なし

4) 加工品

10社16プレス工場で測定したプレス機械の直接作業音は22機械である。そのときの加工品の板材と大略寸法、

および作業内容を表2に示す。

表2 22プレス機の加工品寸法

板 材	厚み mm	大 き さ mm	加工 数	作業内容
鋼	0.6	φ 200×φ 150 φ 300×φ 20 φ 300	1	型抜 絞り穴明 打抜
			1	
			1	
	0.8	φ 160	1	穴明
			1	
	1.0	80×60	1	打抜
	1.2	φ 40 60×85	1	打抜 2面曲げ
			1	
	1.4	95 100×306	1	曲げ 打抜
			1	
	1.6	75×65 φ 45	1	打抜・曲げ 打抜
			2	
	2.3	250×288 〃 φ 345	1	型抜 曲げ 型抜
1				
2				
3.0	60×120 24×32	1	曲げ 型抜・曲げ	
		1		
3.2	400 φ 76	1	絞切り 絞り	
		1		
4.0	120×164	1	打抜	
6.0	ドアー・レバ タイヤ・ホイール	1	打抜 打抜・曲げ	
		1		
不銹鋼	1.5	110×120	1	打抜
			1	
2.0	74×26 13×20	1	型抜 〃	
		1		

プレス工場の作業音は以上のような加工品により、最大・最小の音量差で発生した。

5) プレス機と建物

直接作業音や職場音の大きさに影響するプレス機群保有総能力と工場の床面積・容積との比率を調べ、その最大・最小・中央値を表3に示す。

表3 16プレス工場のプレス機械と建物

項目	工場単位	最 大	最 小	中 央
M		2620	300	620
A		1700	336	615
V		17600	1546	2900
V / M		117	2.7	5.2
V / A		12.5	4.6	6.0

M……調査時そのプレス工場で可動していたプレス機の保有総トン数

A……プレス工場のプレス作業専用面積単位 m<sup>2</sup>

V……同上の空間容積 単位 m<sup>3</sup>

V/M……最大は工場建築10年未満の新しい移転工場、2位は10.3m<sup>3</sup>である。

V/A……最大はV/Mと同一工場で山形屋根の鉄骨スレート建物、2位は8.0mである。1・2位とも天井走行クレーンがある。

6) 自覚症状調査

著しく且つながい騒音露聴は聴覚の他に身体的・心理的な機能にも障害を与えることは勿論である。これらは大凡医学の分野に属するので本研究より除外した。しかし前にも示した図2の身体的・心理的症状調査表は疲労に対する自覚症状を求めるものであるから、聴覚の良難との相関を知るため敢て調査を行なった。

図2の5段階評価の集計折れ線グラフは5社作業者158名の平均結果である。実線は良聴者グループ81名の平均、破線は難聴者グループ77名の平均である。

設問(1)~(8)の内(2)「はっきりしていきいきしている」の問いのみ我々の予想に反した結果であったが、他の設問は僅かではあるが、期待通り現われた。各設問は作業者の主観による評価であるため、個人の気質・体質によって変化があることはいがめない。従って両グループ間で大きな差を得ることは無理と思うが、一応この様な傾向を掴めたことは矢張り差のあることを示すものと考ええる。

次に同じく5社158名の調査で「現在聴力に異状があると思いますか」の問いに対し「よく聞こえる」「よく聞こえない」のいずれかに○印をつけた率を良聴者、難聴者の両グループで比較した。表4にそれを示す。

表4の難聴者グループについて考えるに、作業者は難聴になっているながら「よく聞こえる」と答えた人が36.2%いた。案外に難聴に気付いていない人または苦しな

表4 「現在聴力に異状あると思いますか」の設問

両グループ	人数と回答		よく聞こえる	よく聞にくい
	人数			
良聴者	81		62.8%	11.6%
難聴者	77		36.2%	40.1%

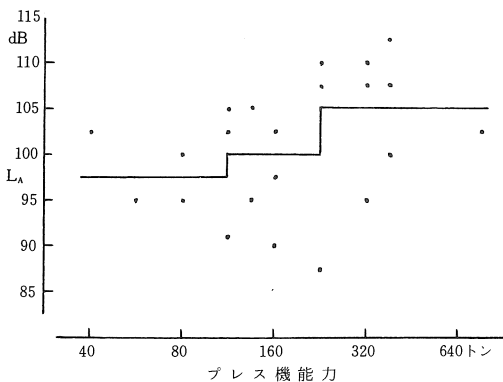


図3 22プレス機直接作業音

い人の多いのに驚いた。

以上の事実から判断して難聴は、本人の気付かぬうちに進行する人が可成り多いと考えられる。騒音工場では規則通り年2回の定期聴力検査の実施が必要であることを痛感した。

(2) 本調査

1) 騒音関係

(i) 測定値

10社16工場22プレス機の直接作業音 LA の PL を機械能力別に配列すると図3のようになる。図上に平均騒音レベルを実線で記入したが、その値は次のようになる。

- 120トン未満では 97dB (A)
- 120~240トン未満 100dB (A)
- 240~640トン未満 105dB (A)

これら平均値は通常の作業負荷率の場合で若し率が増減すれば図上の黒点のように±10dB (A)の変動がみられる。

図4は22プレス機の直接作業音のPLの最大・最小・平均とその周波数分析値を示す。周波数別で大きいレベルは1 KHzで次いで2 KHz, 0.5KHzの順である。プレス音は他の産業機械音と違い高音域のレベルがこのように大きいのが特徴である。これは加工材質が鋼板であるからで、若し黄銅板や銅板ならば音は小さく、周波数特性も違ってくる。

また直接作業音を等価騒音計でも測った。この値はプレス機の作業速度(ストローク数)によって変わる。表5は直接作業音の最大・最小・平均値の等価騒音 Leq である。

表6はプレス機の種類と Leq/LA の関係を表わしたものである。プレス機の作業速度が速くなる程 Leq の値は LA に接近することを示す。即ちプレス加工の高速化、作業能率を高めると Leq の値は大きくなる。

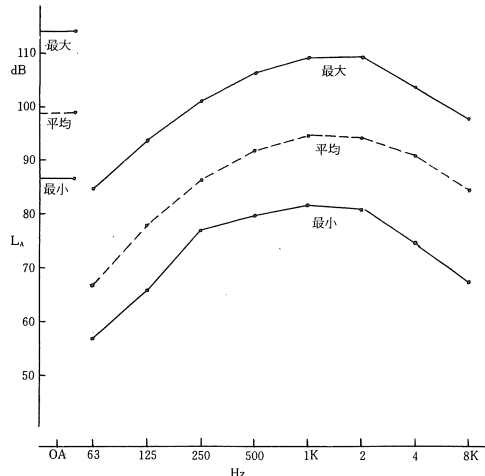


図4 直接作業音PLのOAと分析値

表7は10CH騒音集積計で職場音を1時間連続測定したものをLeqに換算<sup>9)</sup>した最大・最小・平均した値である。作業者は平均半日直接作業音を残り半日、この職場音を露聴することになる。

表5 直接作業音

dB(A)	プレス音		
	最大	最小	平均
Leg	104	83	91

表6 機械速度とLeg/LAの関係

比率	速度			
	30rpm	60rpm	90rpm	120rpm
Leg/LA	0.93	0.94	0.95	0.96

表7 職場音

dB(A)	工場単位		
	最大	最小	平均
Leg	90	79	86

佐々木<sup>9)</sup>・浜野の「道路交通騒音 Leq と人間意識の5段階評価」によると、最高位「非常にさわがしい」は83±5 dB(A)になっている。この交通騒音評価を工場内の機械騒音に適用することは多少無謀かも知れないが、仮にこの評価で判断すると職場音は平均値でも耐えられぬ程の大きな音である。まして直接作業音においては言うをまたない。

(ii) 騒音軽減策

労安衛法の規則・基準・告示は具体的な減音の方法を示している。即ち騒音防止の隔壁や隔離室を設ける。遠隔操作をする。機械の配置換えをする。天井周壁に吸音材を張る等である。このような方法で音源や伝搬音に取組めば大きな効果は間違いない。その代り莫大な費用と作業への犠牲が伴う。このような理由で対策の実行に踏み切れないのが実情である。本軽減試案は音を発する部分、通る部分は、何処でも何時でも随時点検し、僅かでも減音の措置をとることである。所謂積重ね軽減方式である。全従業員の創意工夫と経験的な技術で、この方式を推進すれば必ず可成りの減音が期待できると思う。

No	会社名 氏名	KK・KN 年齢 性別 経年	右 Hz × 10								右 dB			左 Hz × 10								左 dB		
			25	50	100	200	400	800	換算法			25	50	100	200	400	800	換算法						
									3分	4分	6分							3分	4分	6分				
1	園田伸幸	15 男 1	25	25	15	20	15	10	20.0	18.8	18.3	20	30	20	20	20	0	23.3	22.3	21.8				
2	岡本学	15 男 1	15	10	5	5	5	5	6.7	6.3	5.8	10	10	0	-5	5	5	1.7	1.3	0.8				
3	上村浩二	16 男 2	30	20	20	15	5	0	18.3	18.8	15.8	20	20	15	10	10	20	15.0	15.0	13.3				

図5 聴力検査表

2) 聴力関係

聴力検査により得たオーディオグラムより作成した聴力検査表の一部を図5に示す。聴力関係ではこの聴力検査表を基に(i)~(v)に示す方法で検査結果を分析し夫々の角度から考察を試みた。

(i) 年齢と聴力

(a) 年齢と難聴出現率

図6は各年齢区間の難聴出現率を示す。実線は累積比

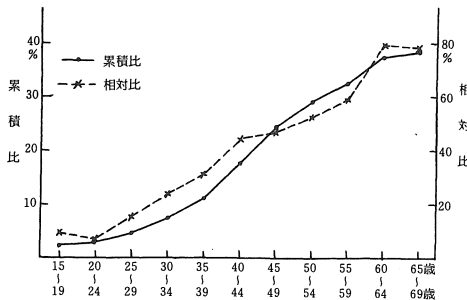


図6 年齢区間と難聴出現率

で左側に、破線は相対比で右側に目盛る。実線の作業者282名の難聴出現率は38%と異常に高い。破線の相対比は年齢区間と共に順次高率になっていることが判かる。

累積比は弱いパラボラで、初めはコンケーブ後半はコンベックスである。回帰曲線は手計算で次の3次式となる。

$x$  は年齢,  $y$  は難聴出現率

$$y = -0.00079x^3 + 0.0971x^2 - 2.79x + 25.5 \dots \dots 1式$$

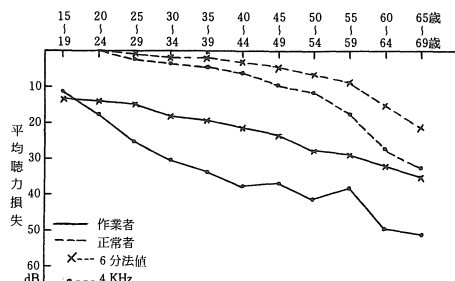


図7 年齢区間と平均聴力損失

1式を1回微分して、最大・最小を求めると64才と17才になる。2回微分して変向点を求めると41才になる。これを年令区間で表わすと40~44才になる。

通常老人性難聴は50~54才で急に起きるが、作業者の場合はこのように10年早くしかも急激な前兆もなく起きることが判かる。

(b) 年令と聴力損失

図7は年令区間の4 KHzと6分法の平均聴力損失を示す。実線は作業者の損失で、破線は横内<sup>9)</sup>による日本人健康正常者の平均損失である。両線とも作業者の損失がどの年令区間でも15~25dB健康正常者よりも多いことが判かる。なお詳しく図を見ると24才以下と60才以上は開きが小巾の15dB程であるが、中間年令層は25dB程の大巾の開きがついている。

また正常者は前述のように50~54才で老人性難聴の損失が急に増しているが、作業者にはそのような急速な損失増加は見られない。ただ25才頃から次第に損失が多く

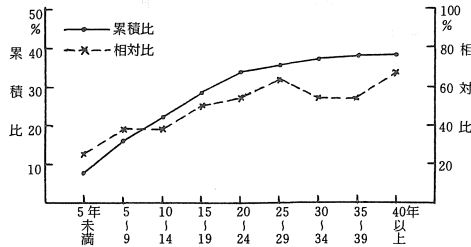


図8 露聴期間と難聴出現率

(b) 露聴年と聴力損失

図9は露聴期間の4 KHzと6分法換算値の平均聴力損失を示す。図7でもそうであったが図9でも4 KHz成分の少ない6分法はさ程損失はないが、4 KHzの損失は露聴期間に応じて着実に増加している。即ち以前にも述べたように高音域の騒音被害には4 KHzの損失増加は最も早く且つ多いことを示している。

次に目立つ点は4 KHzも6分法値も露聴5年未満で既に平均13dBの損失を生じていることである。この点やや理解しにくい。同じことが図7においても見られた。0.5KHzも1 KHzも2 KHzも4 KHzと同じ程度の損失を生じているのである。プレス工場の経験(17才で平均1.6年, 18才で平均2.0年, 19才で平均2.4年, 20才で平均2.8年露聴経年)僅かな若年作業者が斯く大きい損失を持つことに疑問を抱き、再度24才以下のオーディオグラムと申告記録を調査した。その結果これら作業者の中に入社時より聴力のおとる人が意外に多く居ることが判明した。このことは想像すると、耳が悪くても採用したのか或は耳が悪いからプレス工場を選んだのかによる。後者の方が多いのではないかとの疑いもある。若しそうだ

なり、40~44才まで続き、それ以降は増加分は暫減してゆくことが判かる。

(ii) 露聴年と聴力

(a) 露聴年と難聴出現率

図8は露聴期間の難聴出現率を示す。縦軸は図6と同じく左側に累積比を実線で示し、右側は相対比を破線で示す。累積比は露聴の始めから20~24年区間まで増加はげしいが、それ以後の増加分は少ない。露聴20~24年の作業者の年令は40~44才に相当する。(i)で述べたように、この年令区間までが難聴出現率の増加はげしい。

この曲線は前半はコンベックスのパラボラで後半は飽和曲線になっている。手計算で帰曲線を求めると2式のような二次式になる。xは露聴年数、yは難聴出現率

$$y = -0.026x^2 + 1.94x + 2.30 \dots \dots 2式$$

破線で示す相対比も多少の凹凸はあるが、大体露聴期間がながくなるにつれて高率になっている。

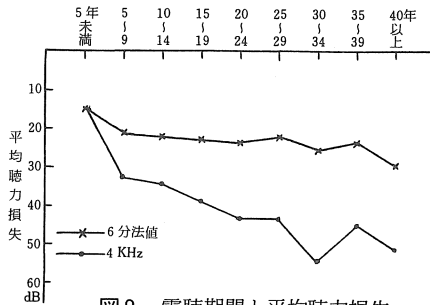


図9 露聴期間と平均聴力損失

とすれば彼等のこの考えは会社にとって大きな損失となる。

プレス工場を持つ会社は騒音・安全・衛生に今一層の改善と関心を持ちこの汚名を取り除くよう啓蒙・開発に努力することが急務であると痛感する。

(iii) 35才以下の聴力

作業者と面接し過去の騒音経年を尋ねても正確な回答が得られるのは壮年層までである。よって作業者を35才までに区切り、その全員116名を対象に(i)(ii)とは別に年令と難聴出現率、平均聴力損失(4 KHz)および露聴年と平均聴力損失を調べた。

(a) 年令と難聴出現率

15~69才までの作業者全員の難聴出現率は前に記したように38%であるが、35才までの難聴者は21名で出現率は18%である。そして各年令区間の出現率の相対比は図6の破線で示す通りである。従って36才以上69才までの難聴出現率は実に58%と高率になる。

(b) 年令と聴力損失

図10は年令と4 KHzの平均聴力損失を示した。図7に示した69才までの全作業者の平均聴力損失図よりも比較

的直線状に損失増加が現われている。

この回帰曲線をコンピューターで求めると次の3式のようなになる。

$$y = -1.4x + 12.1 \dots \dots 3 \text{式}$$

$$r = 0.82$$

即ち作業者が同じ大きさの騒音を同じ時間露聴する場合、作業者の聴力損失は35才までは年令  $x$  に応じ聴力損失  $y$  は比例的に増加することが判かる。

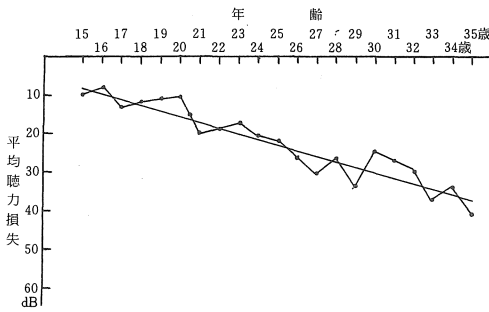


図10 年令と4 KHzの平均聴力損失

(c) 露聴年と聴力損失

図11は同じく35才以下の露聴年と4 KHzの平均聴力損失を示す。図10と比較すると折れ線に大きな凹凸が見られる。35才以下でも作業者の申告する露聴年数に多少の間違ひがあるのではないかとと思われる。

この回帰曲線をコンピューターで求めると次の4式のようなになる。

$$y = -1.6x - 11.1 \dots \dots 4 \text{式}$$

$$r = 0.66$$

$y$  は聴力損失,  $x$  は35才以下の作業者の露聴年数である。

そこで3式と4式を比べると4式よりも図10の3式の方が、即ち年令と平均聴力損失の方が相関係数  $r$  も大きく、やや信頼性があるように思われる。

(d) 年令と露聴年数

図12は35才以下の作業者年令に対する平均露聴年数を示す。

この回帰曲線をコンピューターで求めると次の5式にな

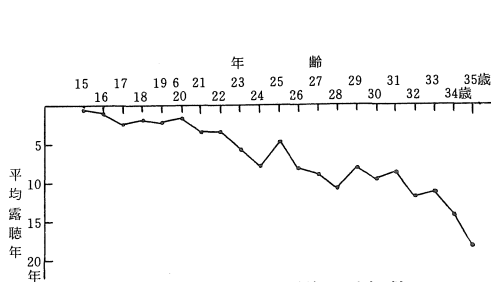


図12 年令に対する平均露聴年数

る。

$$y = 1.6 \times 10^{-4} x^{3.26} \dots \dots 5 \text{式}$$

$$r = 0.92$$

ここで作業者の年令  $x$  と露聴年数  $y$  との関係を考えると、

$$35 \text{才以下の現年令} = 15 \text{才} + \text{作業者申告経年数}$$

$$\text{作業者申告経年数} =$$

$$\text{非騒音年数} + \text{騒音露聴年数}$$

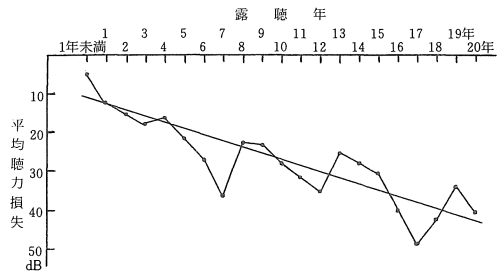


図11 露聴年と4 KHzの平均聴力損失

以上6式

35才以下でも30才以上になると、申告の経年数に正確さが現われるように思われ、年令と露聴年数の正確な関係を把握することはむづかしい。従ってもっと正確に知るならば、年令を30才までに区切った方がよいと思う。但しこの場合対象作業者数は今以上に必要になる。

図13は35才以下の露聴年に対する平均年令を示す、図12と反対の関係である。この回帰曲線をコンピューターで求めると7式のようなになる。

$$y = 0.82x + 19 \dots \dots 7 \text{式}$$

$$r = 0.90$$

5式もいくつかある回帰式のうち相関係数の1に近いものを選んだ。この両式を比較すると5式の方が  $r$  がやや大きい。このことや以前4式で述べたことも含めて、今まで示した諸統計は露聴期間別よりもむしろ年令区別の方が、より信頼性が高く統計より真実を求めるにはより有効であると考えられる。

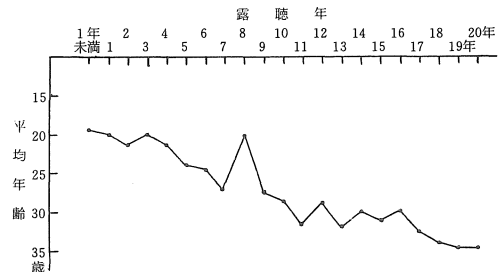


図13 露聴年数に対する平均年令

(iv) 聴力損失の分布

年齢区間と露聴期間につき別々に35才以下116名の聴力損失値別分布状況を調べた。表8は年齢区間の損失分布率で、表9は露聴期間の損失分布率である。両表により同一年令区間又は露聴期間に分布する各値の損失を持つ作業員の割合が判かる。

なお分布率が全員の20%を越す部分は、その率に波線を引き領域を明確にした。

表8 年齢区間と聴力損失分布率

損失dB 年齢区間	人数	10 未満	10 ~19	20 ~29	30 ~39	40 ~49	50 以上	計 %
15~19歳	35	46	31	20	3			100%
20~24歳	23	26	39	13	22	5		100%
25~29歳	24	17	8	22	22	28	3	100%
30~35歳	34	11	11	11	36	20	11	100%
人 数	116	30	26	19	23	13	5	

表8の聴力損失分布率は年齢区間が経過すると増大しているが、表9では必ずしも露聴期間の経過に応じて分布率は増大していないのが見られる。このことは前にも述べたように、諸統計は露聴年別よりも年齢別の方が真実性が高いと記したことにつながる。

(v) ISO 障害危険率総計との比較

難聴の出現率は会社によって大きな差がある。

このように難聴出現率に大きな差の出る理由はいろいろあると思うが会社側の言動から察して主な原因は次のように考えられる。

(a) 会社の減音に対する不断の努力と聴力保護の配慮の有無

(b) 作業員自身の聴力防衛意識とその実行性

この2つであると思う。この事は最も大切な原因と結果であり、事業主や管理者・作業員による教訓と思う。是非関係者に周知徹底させ各種の防衛施策の実行をして欲しいと考える。

次に35才以下の難聴出現率を、1971年 ISO, R1999勧告の等価連続騒音レベルと露聴年数による聴力障害の危険率総計と比較した。表10にそれを示す。

表10 障害危険率総計と難聴出現率

ISOの 障害危 険率の 総計%	週露聴 40時間	等価連 続騒音 レベル	露聴年数				
		85dB (A)	5年	10	15	20	25
作業員 の難聴 出現率 %	86dB 20時間 91dB 20時間	88dB (A)	5年 未満	5~ 9年	10~ 14	15~ 19	20~ 24
			17%	12	13	19	—

ISOの聴力障害とは会話に対する難聴であり、3分法換算値で25dB以上としている。この点本作業員の判定基準と同一である。しかしISOの等価連続騒音レベルとは1週間の作業中の露聴騒音レベルと露聴持続時間から部分指数を求め、これを40時間分合成して変換したものである。本作業員の露聴騒音レベルとは異なる。それ故本作業員の露聴騒音レベルを等価連続騒音レベルに換算した。表10に示した作業員の等価連続騒音レベル88dB

表9 露聴期間と聴力損失分布率

損失dB 年齢区間	人数	10 未満	10 ~19	20 ~29	30 ~39	40 ~49	50 以上	計 %
5年未満	60	35	40	18	5	2		100%
5~9年	24	25	13	13	28	21	1	100%
10~14年	15	13	7	20	40	13	7	100%
15~20年	17	5	0	6	41	24	24	100%
人 数	116	30	28	18	23	12	5	

(A)は平均直接作業音を週20時間、平均職場音週20時間露聴したとして合成したものである。

このようにしてISOの聴力障害危険率総計と比較した。表の作業員20~24年露聴は年齢にすると40~44才に相当するので資料不整備のため空白にした。また露聴5年未満は先に述べた耳のわるい青年が混っているため難聴出現率は高く、ISOとは比較にならない。しかしその他の露聴年数については、ISOの聴力障害の危険率総計と大凡似ている。

以上5つの方法で聴力検査表を分析したが、どの角度から考察しても作業員の難聴出現率と聴力損失の大きさが甚大であることが判った。

(vi) 聴力保護策

先に1)の騒音関係の(ii)で騒音軽減策を記したが、聴力関係でも同様聴力保護策を次の2つの試案に分けて述べる。

(a) 作業管理による保護

日本産業衛生学会やアメリカのEPA(環境保護庁)またOSHA(労安衛保護局)では工場騒音に許容基準を設け聴力保護を関係者に呼び掛けている。

日本産業衛生学会勧告は騒音 $L_A$ を周波数別に分析し、許容値と露聴時間の関係を提示している。このため工場での適用はやや不便である。この点EPAやOSHA方式は $L_A$ の許容値と露聴時間の関係だけで、適用できるようになっているので利用しやすい。事業主や会社の安全衛生管理者は露聴する職場音や直接作業音を随時測定し分析して、この基準を順守することが肝要である。

具体的には作業面でロット数を小さくするか。作業の継続時間にオン、オフをして中断するか。作業速度



を遅くするか。直接作業を2人交替制にするとか。人員の配転をするとか等を行うことである。

#### (b) 保護具の装着

騒音が許容基準より上まわる場合、または(a)の措置がとれない場合は耳栓 (JIS9904) その他の保護具で外耳口を塞ぎ音の侵入を防ぐ。完全に装着すれば15dB (A)は減少できる。それでも許容基準を越える場合はイヤ・マフか防音ヘルメットを用いる。これなければまず完全であろう。作業者は保護具の形式、種類(低音域用・高音域用)、大きさ、硬軟質等耳に合った使用性のよいものを選び積極的に使用することが大切である。

労安衛法によると、作業者は使用を上司より命ぜられた場合、それに従う義務を負わされていることを知らなければならぬ。

## 4. 結 び

今日まで収集した資料数は当初計画の2/3に当る。これだけの資料では目的の1つである騒音が聴力障害に及ぼす最低レベルと最短露聴年数を知るにはまだ足りない。しかし第1報、第2報で行なったように今回も現在までの経過を次のようにまとめ結びとする。

- (1) 職場音の大きさは、表7に示す通り  
 $L_A = 80 \sim 92 \text{ dB (A)}$  または  $L_{eq} = 79 \sim 90 \text{ dB (A)}$
- (2) 直接作業音の大きさは、図4表5に示す通り  
 $L_A = 87 \sim 114 \text{ dB (A)}$  または  $L_{eq} = 83 \sim 104 \text{ dB (A)}$
- (3) 直接作業音の周波数特性は図4に示す通り、1・2・0.5KHzの順に大きい。しかしその差は僅かで最大の1 KHzで82~109dB (A)である。
- (4) プレス作業員15~69才までの難聴出現率は図6で示す通り38%で、35才までは18%、それ以上の年齢者では52%になる。
- (5) 15~69才までの作業員の聴力損失は図7に示す通り、同じ年齢区間の正常耳グループより4 KHzで平均20dB、6分法換算値で平均15dBほど多い。
- (6) 4 KHzの聴力損失は40~44才(露聴年数20~24年)で平均40dB程度になり、それ以後の増加は少なく、増加速度も鈍る。正常耳社会人に起こる老人性難聴の明らかな損失急増はない。
- (7) 4 KHzの損失は35才までは加齢による予想増加は $y = 1.4x \text{ (dB)}$ による。

また年齢 $x_1$ 、露聴年数を $x_2$ とすると、現在または将来の損失予想平均値は次の式で表示される。

$$y = -0.51x_1 - 1.2x_2 - 1.06$$

- (8) 5社8工場作業員158名の自覚症状調査では難聴者グループが良聴者グループより僅かであるが、聴覚以外の身体的・心理的症状は全般にわたりわるい。
- (9) 「貴方の聴力に異常があると思いますか」の問いに対し、難聴者グループの36%が「よく聞こえる」と答えた。この点より定期検査の必要性を強調したい。

#### おわりに

1・2報から3報にと本研究が進展するにつれその都度まとめた事項に順次変動が少なくなり、安定してきたような感じがする。第2報でも記したように帰納法で結論を導くには、作業員数は少なくとも各年齢区間に35名は必要である。これからの100名程の作業員に接したい。この数は会社では2・3社、プレス機でその倍に相当する。これだけの調査資料を得れば、プレス工場における目標に掲げた諸事項を確信をもって肯定することができ、本研究の求める目的の解明もかなうものと考えられる。

最後に本研究にご協力いただいた会社ならびに従業員の方々に厚く感謝を申し上げ、併せて今しばらくのご援助を賜うことをお願い致します。

#### 参考文献

- 1) 藤田・寺本・工藤：プレス工場の騒音レベルと作業員の聴力損失，愛知工業大学研究報告13B, p.109~115, 1978
- 2) 藤田・寺本・工藤：プレス工場の騒音と作業員の聴力損失II，愛知工業大学研究報告14B, p.135~144, 1979
- 3) 福原・大熊・林・奥田・尾野：等価騒音レベルの各種測定法について，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集, p.21~24, 1977
- 4) 佐々木・浜野：道路交通騒音のうるささの評価方法に関する考察，日本音響学会研究発表会講演論文集, p.43~44, 1975
- 5) 横井幸子：聴力の生理的年齢変化について，日耳鼻67, 1964

(受理 昭和57年1月16日)