

プレス工場の騒音・振動について

高山 孝 千葉 幸雄

1 東京都におけるプレス加工工場の実態

(1) プレス加工工場の実態

金属プレス加工業の産業活動の状況は、昭和43年度の日本プレス工業会の資料によれば、プレス加工総生産額が1,970億円であったという。その内容は、自動車部品がもっとも多く52.3%、次いで電気通信機器部品が13.0%、日用品雑貨を主としたその他の金属プレス加工が25.1%、他の部分は輸送用機器部品、産業用機器部品、農業用機器部品などで合計9.6%となっている。このなかで、自動車部品および電気通信機器部品の全国的な地域別状況をみると、図1のような割合となっており、東京、神奈川、愛知の1都2県が圧倒的な生産活動を示している、事業所数においては東京が一番高く、京浜、中京、大阪、中国以外は、数が少ないから、その他の雑貨分野についても東京地区が多いと考えられる。

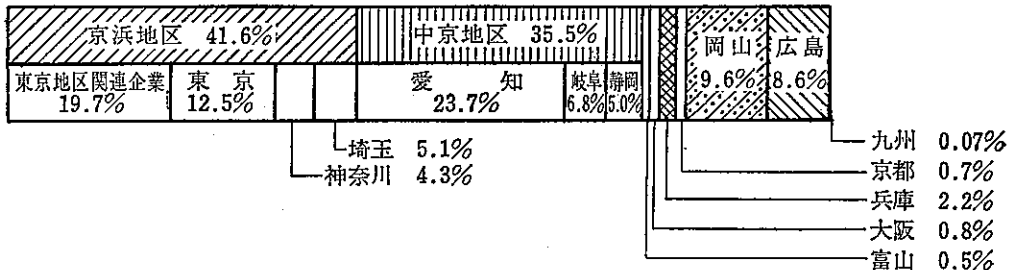
プレス加工業は、生産する製品が各種機器部品であることから下請工業的性格が強く、したがって産業中分類

の業種でもみても広範な業種に含まれているので、プレス加工業という業種で捉えないと活動状況が掴めないが、この面からみてもすべての状況を把握することは不可能に近い。

表1は44年度東京都における打抜プレス加工金属製品製造業の事業所数を示したものである。しかし上述のように各業種の下請、関連工場としての数を含めれば、工場数は増加するものと思われる。表1から工場の規模をみると、従業員規模では10人未満が84.3%と大多数を占めていて零細規模が多い。今後のすうせいとしてみると小規模工場のなんらかのメリットがある以上は、この状況は余り変化しないものと考えられる。小規模工場のメリットの一例として、東京都中小企業近代化促進指導結果(昭和43年度)により、1人当たり売上高を比較すると、従業員20人以下のクラスがもっとも高く、150人以上いる大工場をはるかに抜いている。そして30人~50人層がもっとも低い。これは、零細規模の中でも比較的上

図1

自動車部品プレス加工地区別状況



電機・通信機部品プレス加工地別生産高割合

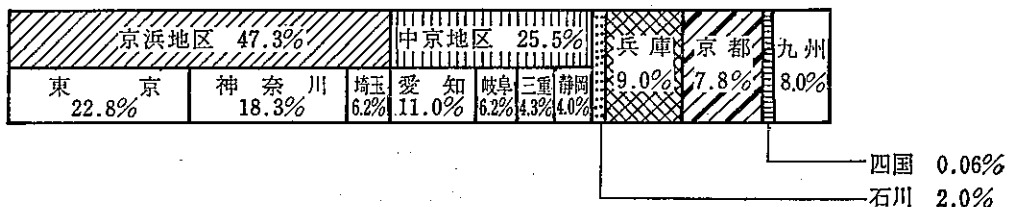


表1

従業員数 (人)	項目	規模別事業所数	
		打抜, プレス加工 アルミニウム, 同 合金製品製造業	打抜, プレス加工金属 製品製造業 (アルミニ ウム, 同合金を除く)
1~3		128	1,085
4~9		153	1,090
10~19		47	262
20~29		8	43
30~49		10	42
50~99		10	23
100~199		3	9
200~299		1	0
300~499		0	0
500~999		0	0
1000~		0	0
計		360	2,554

表2

区	項目	4人以上の事業所数					
		打抜, プレス加工 アルミニウム, 同 合金製品製造業			打抜, プレス加工金属 製品製造業 (アルミニ ウム, 同合金を除く)		
		工場 数	従業 者数 (人)	出荷額 (百万円)	工場 数	従業 者数 (人)	出荷額 (百万円)
千代田	0	0	0	1	10	53	
中央	0	0	0	5	159	1,312	
港	4	71	215	16	179	677	
新宿	2	26	48	4	42	129	
文京	2	10	23	4	26	104	
台東	7	52	240	28	300	1,249	
墨田	32	280	957	280	2,376	7,571	
江東	7	103	213	51	422	1,175	
品川	14	159	479	125	1,184	3,171	
目黒	4	30	82	20	186	463	
大田	24	306	1,001	235	2,675	9,310	
世田谷	2	276	1,202	9	126	365	
渋谷	3	23	15	11	97	196	
中野	7	124	457	7	81	237	
杉並	1	5	4	7	293	995	
豊島	1	6	2	8	145	321	
北	7	167	605	47	513	2,274	
荒川	21	143	290	111	1,224	4,132	
板橋	10	182	532	50	502	1,266	
練馬	2	11	30	11	77	139	
足立	24	447	1,670	98	910	2,469	
葛飾	28	557	2,960	190	1,749	5,313	
江戸川	19	309	1,079	62	496	1,448	
計	221	3,287	12,104	1,380	13,772	44,369	

層のものが対象とされているきらいはあるが、小規模化の一応の傾向を顕しているのではなからうか。

東京都におけるプレス加工工場は表2のように、墨田区、大田区、品川区、葛飾区、荒川区、足立区に集中し、隅田川・江戸川流域の城東、城北地域に49.0%、城南地域に24.9%が存在している。また東京都金属プレス工業会名簿による図2の金属プレス工場分布図をみても、上記の分布状況と類似している。このように特定地区への集中度が高いことから、集中地区ごとに、工場地区または工場団地化を進めるに適した業種ともいえ、工場騒音、関連企業間の輸送に伴う交通騒音などを含めた防止改善策となるのではなからうか。

(2) プレス工場による公害の実態

表1、2でもわかるように、金属プレスという場合は理由は不明であるが、アルミを素材にしたものは除く習慣がある。これは、はじめアルマイトの鍋などが大企業の手でつくられたためであろうといわれている。プレス加工の工程は比較的簡単であって、原料として搬入された磨き帯鋼、あるいは薄板などをパワープレスで型抜きするのが主作業で、それに部分的な整形を加えることで主たる作業は終了する。型抜き整形は一工程で終わることはめずらしく、2~5回の手数を経ることが多い。この型抜きが大規模になれば乗用車のボデーを打抜く1,000トン級プレスであるし、ライターの細い部品をつくるならばケトパンという足踏プレスを使用する。原理は同じであるが、作業形態も規模もまるで違ってくる。しかし、通常型抜きだけを主としたプレス作業だけでは、単純な下請工業の限界を脱却できないから、一面では型抜きのための金型を自製するものと、他方では溶接、組立、メッキ、塗装などの関連部門に手を延ばし、もっと極端な場合には組立作業まで行なう努力をしている。こうなってくると板金工場なのか機械装置製造工業なのか区別が難しくなってくる。

さて、プレス工場の公害といえば、騒音というイメージに直結するわけであるが、あの独特のプレス型抜き等の作業音は、遠くからでも判断ができる。表1、2でも示すとおり、東京都におけるプレス加工工場は零細な企業が多い。しかもこうした企業は公害除去設備も不十分なものが多く、敷地面積にもゆとりがなく、隣家と近接して夏期には窓を開放状態で作業しているケースが多

図2 金属プレス工場の分布

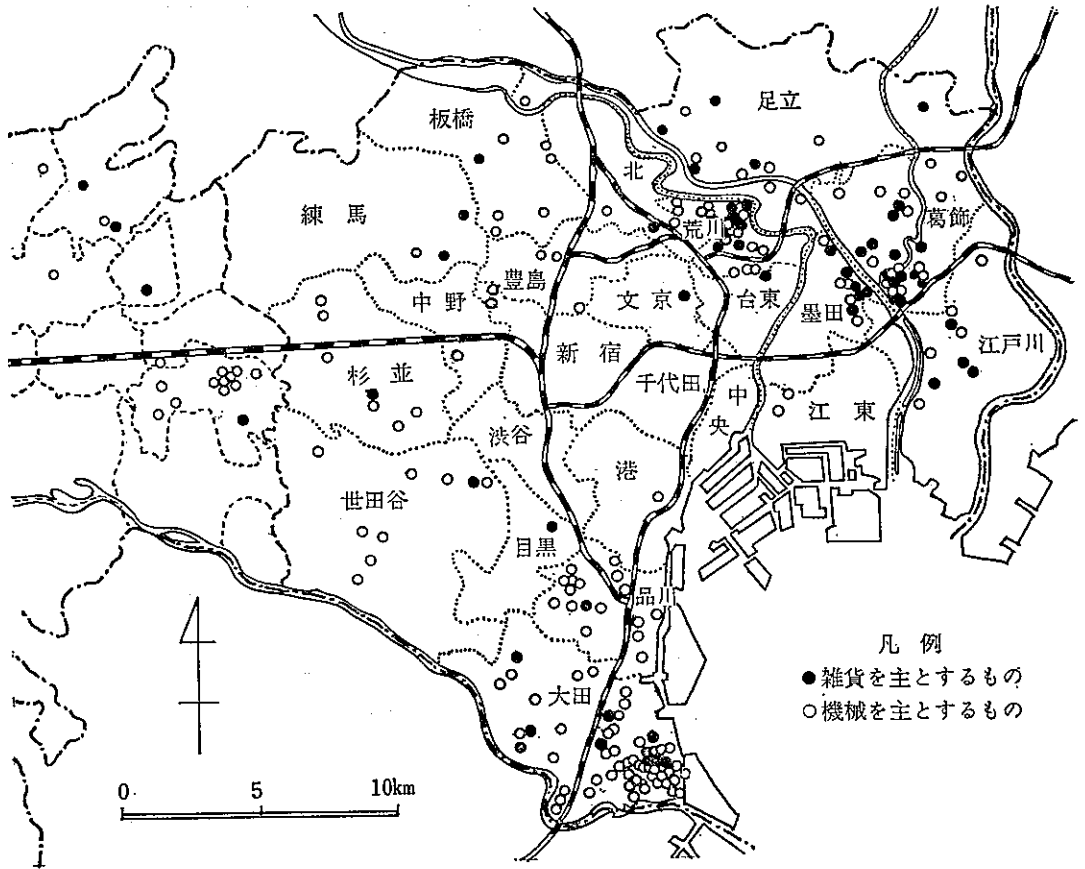


図3

50~60 dB(A) 8.8%	60~65 dB(A) 20.4%	65~70dB(A) 24.9%	70dB(A)以上 47.2%
------------------------	-------------------------	---------------------	--------------------

い。少し古い資料であるが、昭和43年度の東京都の工場発生源別苦情件数をみると、機械プレスによるものが1位(302件)、次いで研磨機(グラインダー)、切断機と続いている。図3は機械プレスによる騒音レベル別の苦情割合を示すものであるが、境界線での測定値で60dB(A)以上が92.5%、70dB(A)以上が47.2%と、高い騒音で悩まされている状況がうかがえる。またプレスは騒音公害の

みに止まらず、機械が大型になれば加工時の振動による公害が発生する。最近では床面への振動を抑える防振装置が普及しているが、それにもかかわらず振動による苦情が発生している。表3は昭和44年、45年における23区の公害苦情陳情受付簿から振動公害のみをリストアップしたもののなかから、機械別苦情件数についてみたものである。ここでも機械プレスが圧倒的に振動苦情源とな

表3 機械別苦情・陳情件数

機械名	プレス	鍛造機	射出成形機	ミキシングロール機	印刷機	その他	計
苦情・陳情件数	132	27	22	14	11	114	320

(注) 昭和44, 45年度, 都内の振動による苦情・陳情調査による。

表4 振動発生工場の業態別不適格率

		実態調査結果			
		業態	測定数	不適格工場数	不適格率
昼間	鍛造		15	11	73%
	プレス		90	31	34
	ゴム練り加工		11	5	45
	射出成形		56	5	9
	印刷		55	4	7
	計		227	56	25
夜間	鍛造		15	12	80
	プレス		90	49	54
	ゴム練り加工		11	5	45
	射出成形		56	20	36
	印刷		55	6	11
	計		227	92	41

っている。東京都では全国に先がけて公署用振動計の標準化を行ない、次いで工場振動の規制基準が定められたが、規制基準値設定検討段階で振動発生型工場のサンプリング実態調査を実施した。あらかじめ設定された基準値に対する適、不適の実態結果は表4の如きであった。この表によってもプレスは他の発生源より調査数が多い。また敷地境界で不適格となるのはそのうちの34%も

あり、なんらかの防止対策が必要とされよう。

2 プレス工場の騒音・振動調査

(1) プレス工場の騒音調査

ア 測定方法

都区内よりプレス機械を設置して作業を行なっている20工場について、発生源別騒音レベル、室内レベル、室外レベル、工場建物規模、室内残響時間などについて調査を実施した。

精密騒音計または指示騒音計を使用し、メーターの読み取り、あるいはレベルレコーダー記録を行ない、発生源、またはとくに必要と思われる測定にはデーターレコーダーに収録し、のちに実験室で分析を行なうという方法をとった。

イ 測定機器

精密衝撃騒音計	B & K 社
精密騒音計	B & K 社
指示騒音計	リオン社
広帯域周波数分析器	B & K 社
高速度レベルレコーダー	B & K 社 リオン社
テープレコーダー	クデルスキー社
シンクロスコープ	岩崎通信(株)

(i) 測定系の構成

測定系の構成は図4に示す。

イ プレス工場の騒音レベルおよびスペクトル

イ プレス機械の騒音レベル

測定はプレス機械の表面より1m, 床より高さ1.5m程度の点, 機械正面方向でもっともレベルの大きいと思われる点で行なった。測定したプレス機械の能力は10トン

図4 測定系の構成

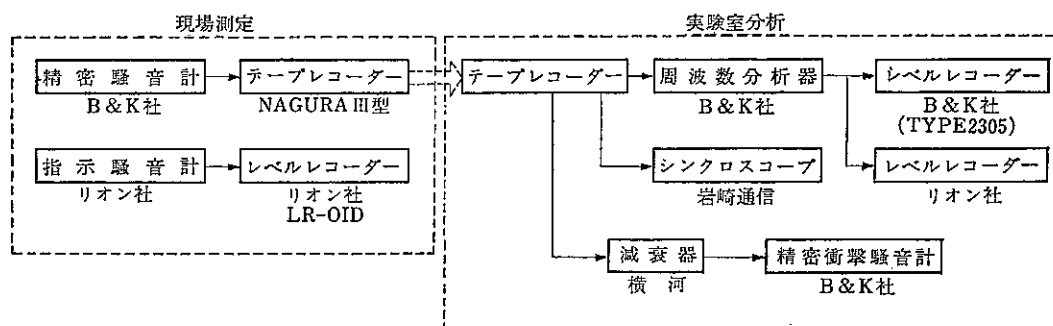


表5 各種プレス機械の騒音レベル
(距離1 m)

騒音レベル dB(A)	測定数
> 120	0
115 ~ 119	0
110 ~ 114	2
105 ~ 109	7
100 ~ 104	17
95 ~ 99	20
90 ~ 94	7
85 ~ 89	4
80 ~ 84	1
79 >	0
計	58

から300トンの範囲である。

結果は表5のようになっていて、騒音レベルは95dB(A)~104dB(A)の範囲におさまっている機械が多く、なかには110dB(A)をこえる機械も見受けられる。

発生する騒音としては、クラッチ音、加工時の衝撃音、エアー排気音、材料製品の取扱い時に発生する音などがあるが、レベルとしては同程度に高い。

測定したプレス機械のなかで、レベルの低かったものとしてはナックルジョイントプレス(86~91dB(A))、足踏プレス(83dB(A))などがある。

(f) プレス機械別騒音スペクトル

i 能力100トン未満のクランクプレス 図5

騒音レベルは機械により変動幅が大きく、概略90~110dB(A)になっている。スペクトルのパターンは1KHz付近にピークをもつ山形になっている。

ii 能力100トン以上のクランクプレス 図6

騒音レベルは100トン未満のプレスと比較して差は小さく、95~105dB(A)となっている。パターンも類似の傾向を示していて、高周波域で一様に減衰している。

iii クランクプレスのクラッチ音、エアー排気音

図7, 8

クラッチ音のレベルは100dB(A)前後で加工時のそれと同程度である。スペクトルのパターンは、低周波域ではかなりのばらつきがみられるが、高周波域では一様に減衰している。エアー排気音もレベルは同程度であるが音の成分は4KHz, 8KHzが主で、1KHz以下の成分は少なくなっている。

iv ダブルクランクプレス 図9

騒音レベルは100dB(A)前後であるが、スペクトルのパターンは機械によりかなりの差異がみられる。

v ポンチングプレス

加工時における衝撃音のスペクトルを図10、クラッチ音のスペクトルを図11に示す。

両者を比較した場合、ピークの位置がクラッチ音のほうが高周波域に移っている。騒音レベルは100~110dB(A)と他よりも高くなっている。

vi その他のプレス

ナックルジョイントプレス、トランスファープレス、足踏プレスのスペクトルを図12, 13, 14に示す。

ウ プレス工場の室内騒音レベル

今回調査した工場の作業場内騒音スペクトルを図15に示す。これは測定時間内におけるプレス機械音、製品の取扱い時に発生する騒音、コンプレッサー音などが含まれている。

この図のスペクトルは、オクターブバンドごとの音圧レベル(dB)の90%レンジの上限値を算出したもので、500Hz~2KHzでのレベルが高くなっている。

一般に室内レベルは高く、90~100dB(A)程度の工場が多く、なかには100dB(A)をこえる工場も2~3あり平均で96dB(A)である。

エ プレス工場の壁体遮音効果

工場建物内外の騒音レベル差を調べたわけであるが、その差は10~26dBの範囲になっていて、このうち20dB以上の効果が認められたものが4工場にすぎず、防音の面からみて好ましくない工場が多い。

また開口部の開閉によるレベル差を測定してみたが、概略10dB前後のものが多い。壁体部分で20dB以上の遮音効果があっても開口部が遮音の弱点となっていることが多く、開口部の遮音対策は十分な注意が必要である。

なお調査工場の建物構造を分類するとW(木造)8, S(鉄骨造)6, R.C(鉄筋コンクリート造)1, R.C一部S1, R.C一部W2, S一部W2である。

オ プレス工場内部の吸音効果

調査した工場の多くは内部を吸音処理してあるものは少なかったが、これらのおとくに吸音処理をしていない工場内部の吸音特性がどのようになっているかを調べることとした。競技用ピストル音を音源として作業場内の一

図5 能力100トン未満のクランクプレスの騒音スペクトル

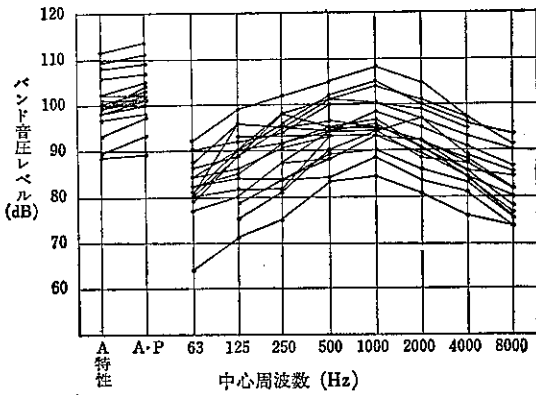


図6 能力100トン以上のクランクプレスの騒音スペクトル

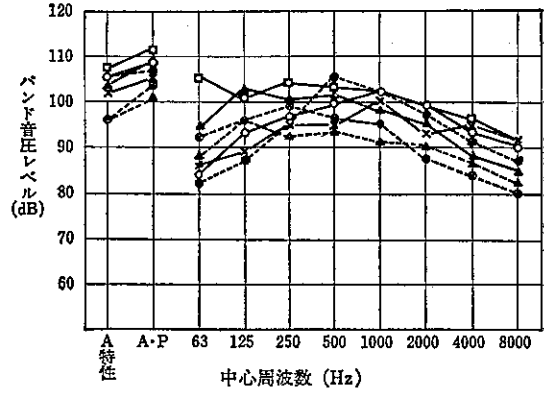


図7 クランクプレスのクラッチの騒音スペクトル

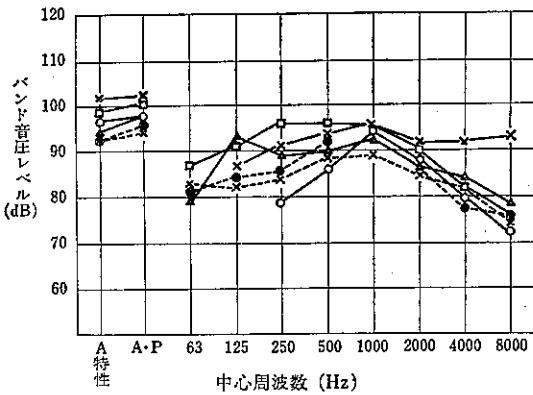


図8 クランクプレスのエア排気音の騒音スペクトル

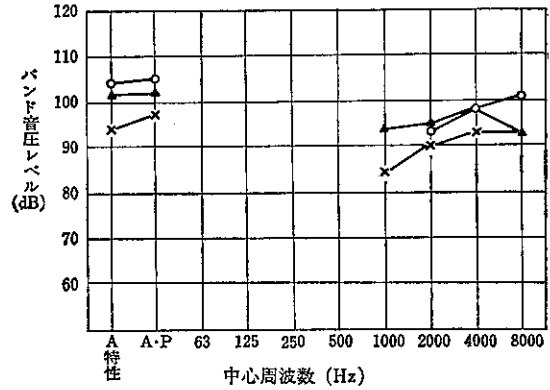


図9 ダブルクランクプレスの騒音スペクトル

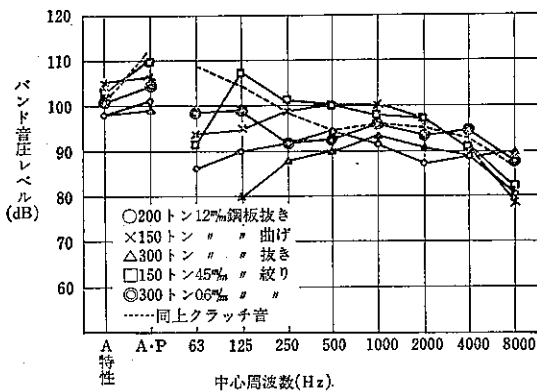


図10 ポンチングプレスの騒音スペクトル

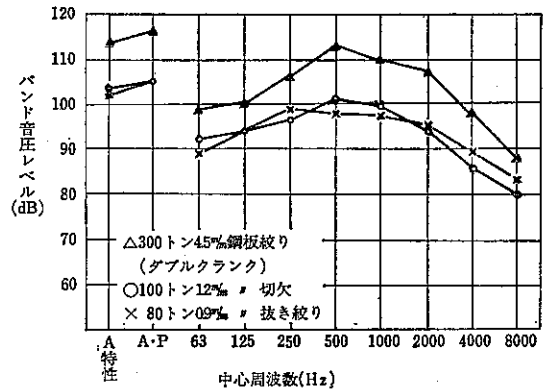


図11 ポンチングプレスのクラッチの騒音スペクトル

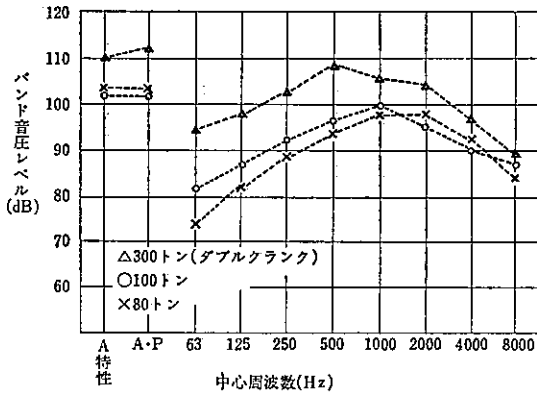


図12 ナックルジョイントプレスの騒音スペクトル

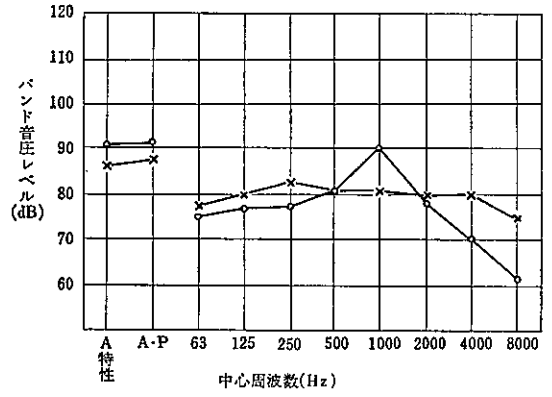


図13 トランスファープレスの騒音スペクトル (能力30トン)

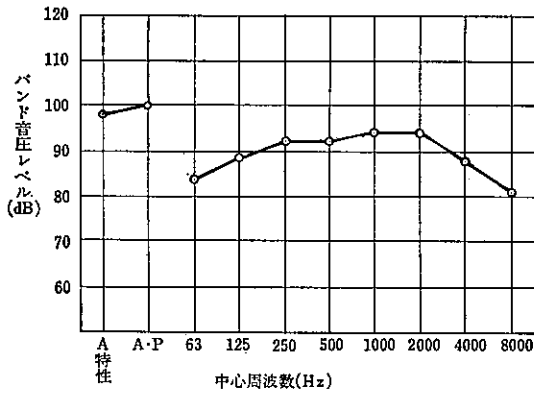


図14 足踏みプレスの騒音スペクトル

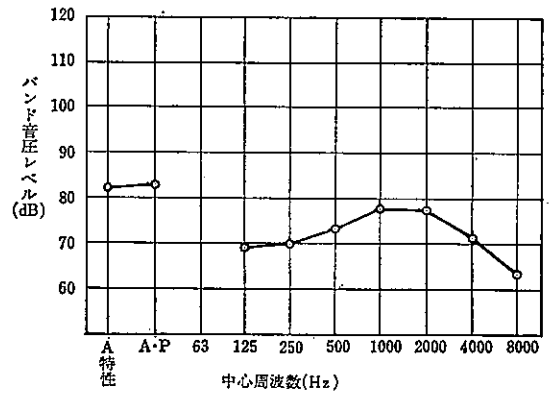


図15 プレス工場の室内騒音スペクトル

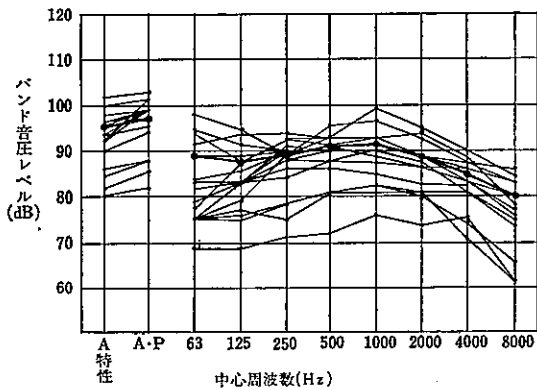


図16 とくに吸音処理をしない工場内の平均吸音率 (室容積186~3, 110m³)

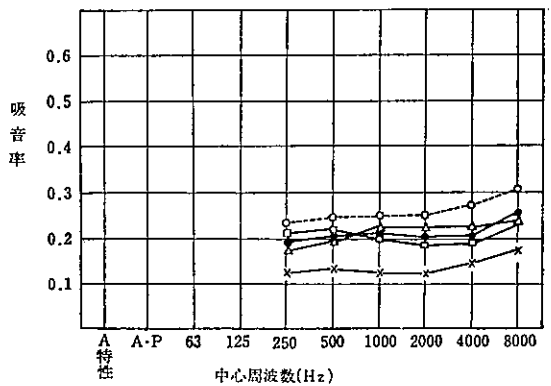


図17-1 プレス工場の騒音レベル日間変動

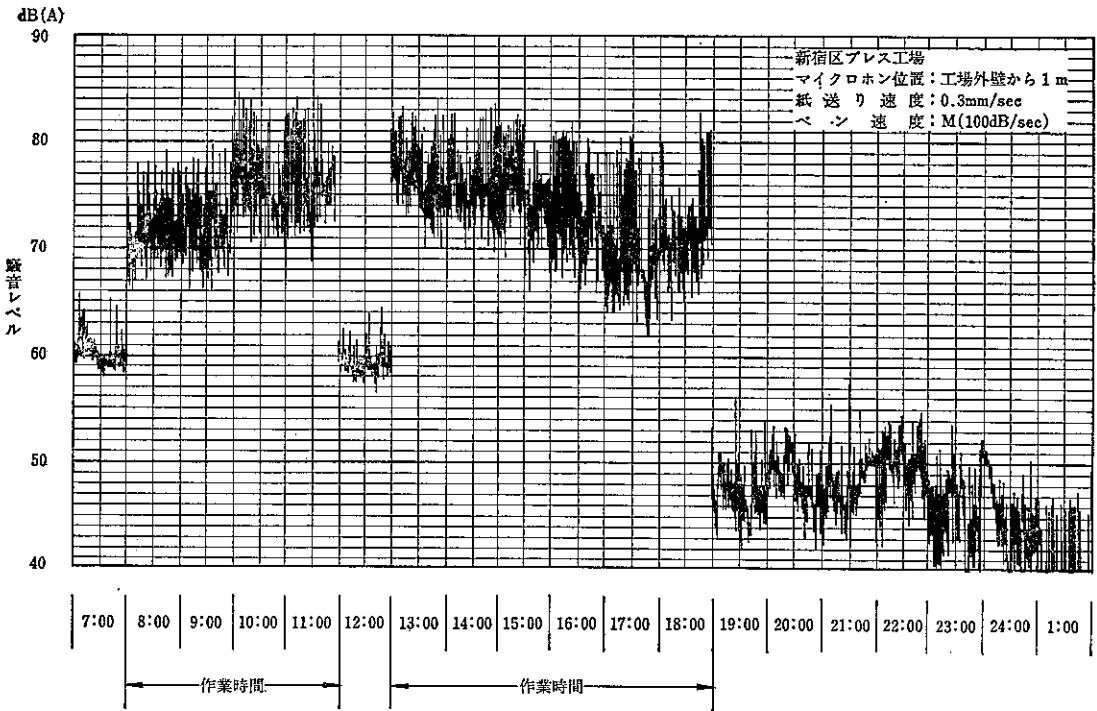


図17-2 プレス工場の騒音レベル日間変動

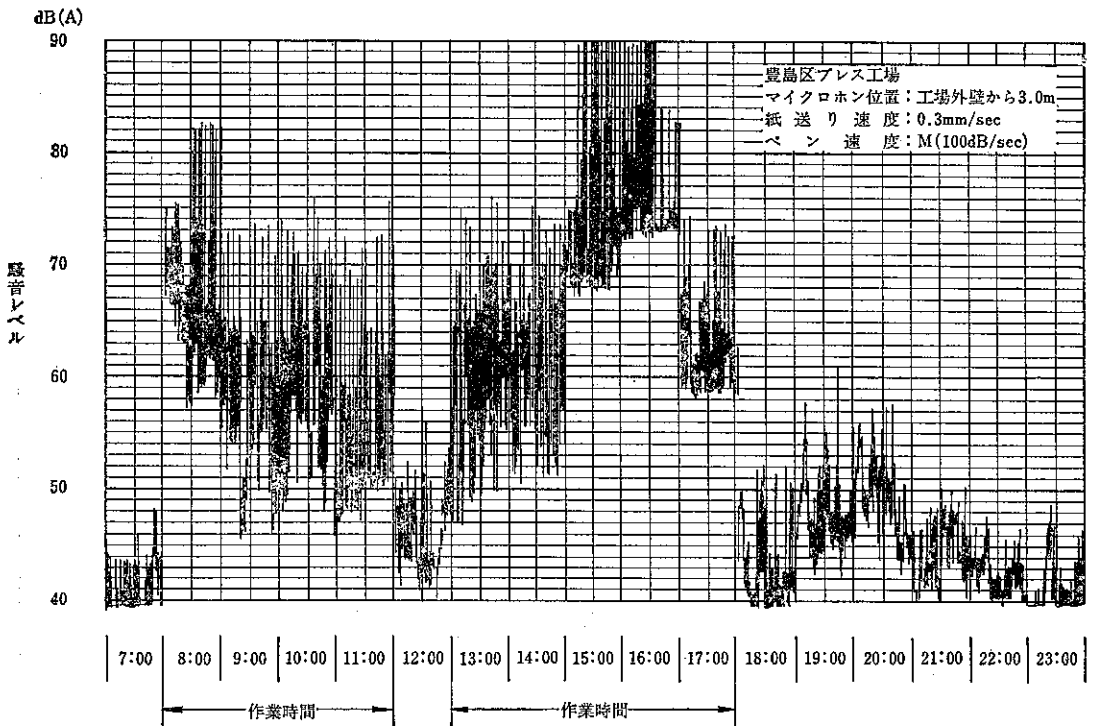
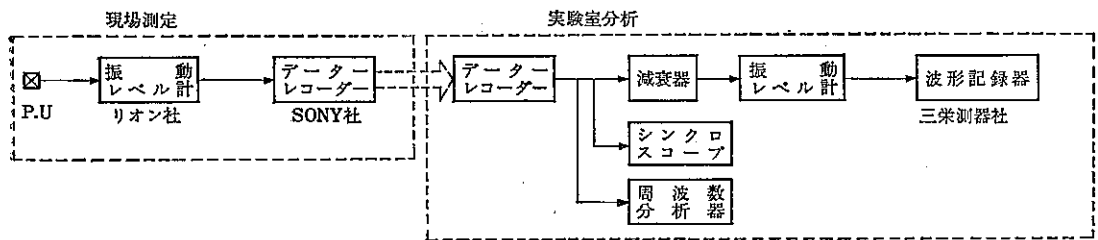


図18 測定系の構成



点にマイクロホンを設置し、データレコーダーに収録したものを実験室に持ち帰り分析を行なった。調査工場の室容積は186~3,110m³の範囲である。

結果は図16に示すようになっており、平均吸音率は低周波域で小さく、500Hzで0.2秒前後、8KHzでそれより若干大きくなっている。

カ・プレス工場の騒音レベル日間変動調査

プレス工場の1日の操業時間、操業時に発生する騒音レベル等を調べるために、2,3の工場において、騒音計とレベルレコーダーを連動させ、24時間記録を行なった。レベルレコーダーのペン速度は200mm/sec、紙送り速度は0.3mm/secで、毎正時付近の記録を抜き取ったものである。

図17-1は工場外壁より1m離れた地点、敷地境界線近くでの測定結果である。

建物構造は鉄骨造、壁体はA.L.C板、窓は鋼製建具、網入ガラスとなっていて、作業場内は冷房設備があるので作業時には窓閉鎖の状態である。作業時間はA.M.8時~12時、P.M.13時~18時で、作業時間をとおして80dB(A)前後の騒音が記録されていて、正午とのレベル差は20dB程度である。

図17-2は工場外壁より3mの地点、同一工場敷地内にある組立工場の入口付近にマイクロホンを設置して測定したものである。建物構造は木造、壁体は板貼り、木製建具、普厚板ガラスである。

作業時間はA.M.8時~12時、P.M.13時~17時となっていて、作業時間をとおして70dB(A)を越える時間が多く、25トンのパワープレス作業時には90dB(A)程度のレベルが記録されている。プレス工場の作業時間の傾向として個々には異なると考えられるが、代表的な事例と

してみてもよいと思われる。

(2) プレス工場の振動調査

ア 測定方法

プレス機械を設置している20工場について、機械別の振動性状、距離による減衰特性を調べ、また同一振動を種々の測定単位であらわし、相互比較をしてみることにした。

イ 測定機器

3チャンネル振動計、ピックアップ リオン社
 データレコーダー ソニー社
 波形記録器 三栄測器社
 広帯域周波数分析器 B & K社

イ 測定系の構成

測定系の構成は図18に示す。

イ プレス機械の振動レベル

主なプレス機械について1m付近での測定結果を表6に示す。

X, Y, Z方向のうちどの方向がとくにレベルが高いということはいえないが、能力100トン未満のプレス機械では平均値で見ると、X方向71dB(64~78)、Y方向70dB(64~79)、Z方向76dB(71~85)となっていて、Z方向はX, Y方向よりも5~6dB大きくでている。能力100トン以上のものについてはX方向75dB(66~80)、Y方向75dB(65~81)、Z方向77dB(70~86)で、Z方向が他よりも2dB大きくなっている。

ウ 振動レベルと振動速度との関係

従来から使われていた指示計による振動速度のピーク値と、東京都において新しく採用された振動レベルとの関係をプレス機械の測定データから調べてみたが、X, Y, Z方向別に比較した結果を図19, 20, 21に示

図19

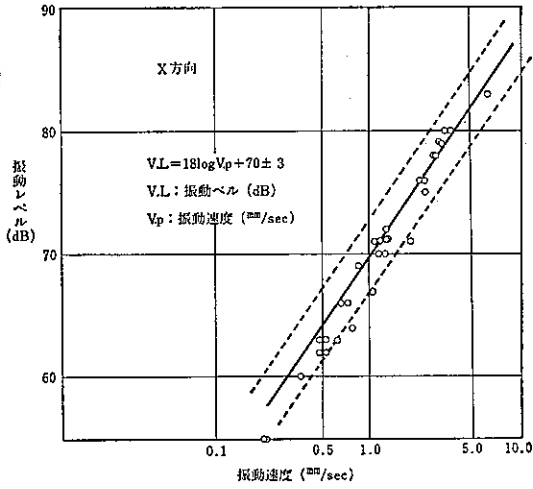


図20

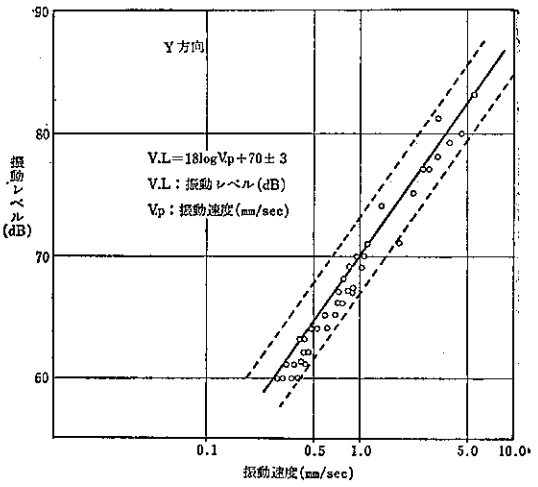


図21

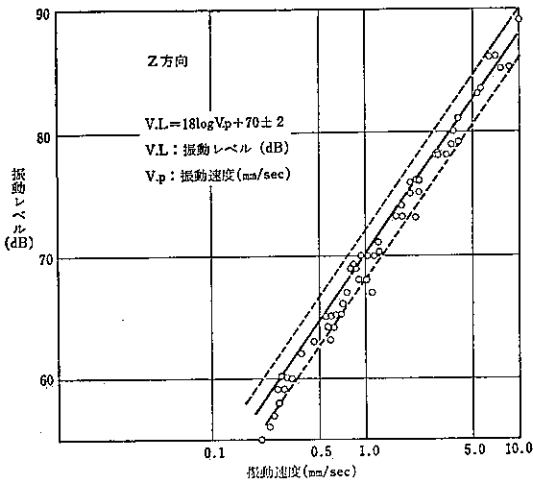


図22

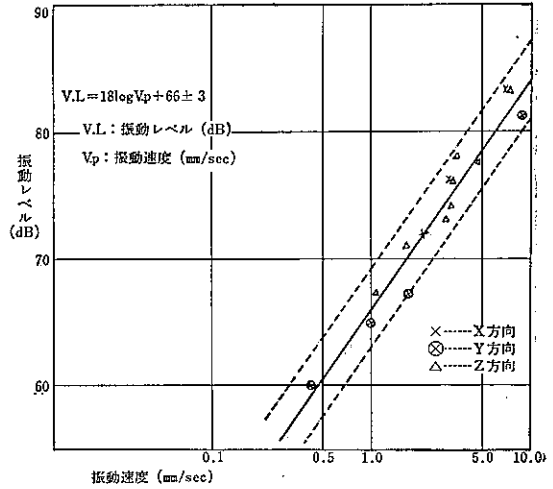


図23 振動加速度レベルの距離減衰

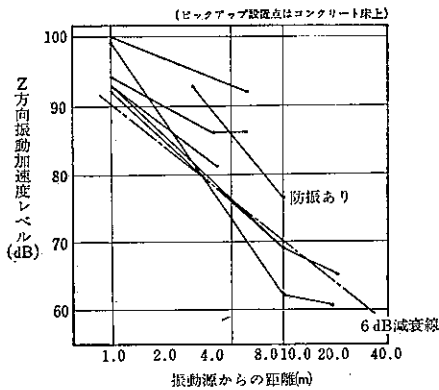


図24 振動レベルの距離減衰

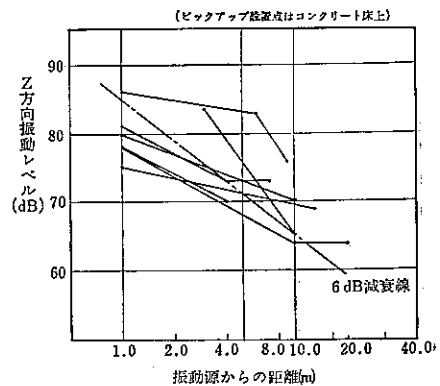


表6 プレス機械の振動レベル (1m以内)

方 向	100トン 未満			100トン 以上		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	65 (22)	64 (21)	73 (15)			78 (14)
2	74 (22)	68 (24)	80 (17)		75 (10)	79 (20)
3	71 (20)	71 (20)	78 (15)	76 (17)	78 (19)	76 (17)
4	72 (21)	72 (20)	75 (21)	77 (18)	75 (17)	83 (17)
5	69 (20)	72 (21)	73 (19)	66 (22)	65 (21)	73 (12)
6	73 (22)	65 (24)	71 (20)	70 (21)	74 (19)	70 (17)
7	72 (20)	69 (21)	72 (21)	79 (19)	81 (19)	80 (16)
8	64 (21)	68 (18)	75 (19)	76 (19)	80 (20)	74 (16)
9	75 (19)	67 (21)	76 (17)	78 (19)	77 (21)	75 (18)
10	78 (21)	79 (19)	85 (21)	70 (18)	67 (20)	73 (15)
11				80 (19)	74 (20)	81 (13)
12						86 (14)
平 均	71 (21)	70 (21)	76 (19)	75 (19)	75 (19)	77 (15)
総 平 均		72 (20)			76 (18)	

(注) ()の数値は加速度レベルと振動レベルのレベル差 (dB) である。

す。

振動速度、振動レベルとも動特性0.2秒として指示計から読みとったものである。振動速度値と振動レベルとの関係は、各方向とも対応がよく、とくにZ方向がよく対応している。

振動速度の振動レベルへの換算式

$$V. L = 18 \log V. p + 70 \pm 4$$

V. L : 振動レベル (dB, 動特性0.2秒)

V. p : 振動速度のピーク値 (mm/sec指示計の指示値)

d : X, Y方向では3, Z方向では2

また振動波形から求めた振動速度のピーク値 (mm/sec) と振動レベル (dB, 動特性0.2秒) との相関は図22のようであるが、±3 dB の範囲でよく対応している。

振動速度波形から求めた振動速度のピーク値の振動レベルへの換算式

$$V. L = 18 \log V. p + 66 \pm 3$$

エ 指示計の動特性を0.2秒, 1.0秒とした時の振動レ

ベル

指示計の動特性を0.2秒, 1.0秒とした時に振動レベルの差がどの程度になるかを調べてみることにした。

X, Y, Z方向とも平均で4dB, 1.0秒のほうが低くなる。差が6dB以上のものについては、振動源との距離が極端に短い場合の測定値が多くなっている。動特性の違いによるレベル差は、振動源から離れるにつれて振動の性状が異なってくるために小さくなる傾向があるように思われる。しかし、今回の調査における敷地境界線近く (10m~16m) での測定例では2~5dBになっていて、はっきりした傾向はつかめなかった。

指示計の動特性の違いにより、レベルに差がみられるのはプレス機械の振動は急激に高いレベルになり、持続時間が短い衝撃振動だからである。

オ プレス機械振動の距離による減衰

Z方向における振動加速度レベル、振動レベルの距離減衰についての調査結果を図23, 24に示す。

ピックアップ設置点はいずれもコンクリート床上である。図は横軸に振動源からの距離 (m) を対数目盛で、縦軸は振動レベル、加速度レベルとも等間隔目盛にとっている。

3 プレス機械の騒音・振動性状について

(1) プレス機械の騒音発生機構について

一般に機械プレスでは、フライホイールに蓄勢された回転エネルギーを、回転数を低下させることによって大きなトルクを発生させ、プレス仕事を行なっている。図25はパワープレスによる型抜き作業音の記録である。モーターからVプーリーに伝達された動力は、ギアによって減速シクランクシャフトを回転させる。一般的にはVプーリーがフライホイールとなっており、Vプーリーシャフトにクラッチが装置されている。最近の機械プレスは小型機に至るまで空気摩擦式のクラッチブレーキが取り付けられているが、この古い機械はクラッチ爪の噛合いによって動力が伝達される。したがってプレスが作動しない場合は、モーターおよびフライホイールの回転音とクラッチの浮動接触音が発生している。作業者がペダルを踏んで始動すると、まずクラッチが作動し、クランク軸が回転しポンチング作業が行なわれる。記録からもわかるようにクラッチ作動音はかなり大きな騒音レベ

図25

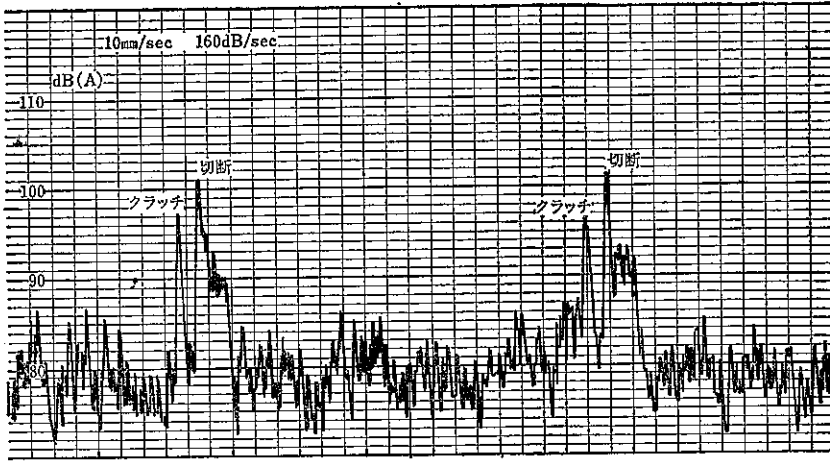
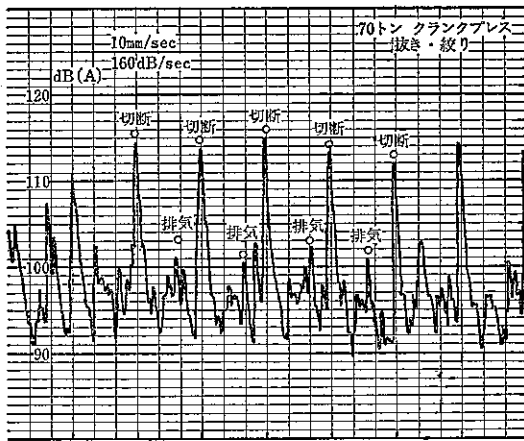


図26



ルであり、続いて発生するプレス作業音がプレス騒音を代表するもので騒音レベルが高い。小型のパワープレスでは、クラッチ作動音の方がむしろ騒音レベルが高いものも見受けられる。

図26は空気摩擦式のクラッチブレーキが取り付けられている70トンクランクプレスの型抜き作業の騒音である。

この場合はクラッチ作動音が小さく、騒音レベルの山は現われない。プレス作動音の騒音レベルはやはり高い。プレス作動の終わった直後に電磁弁により圧縮空気を大気中に放出しクラッチが切れる。この大気中に放出する排気音が意外に高いレベルを有していることがわか

る。プレス作業音の発生機構は今のところ、すべて解明されているとは思われないが、高い騒音を発生する時点に関連して、次のような現象が述べられている。

いま、プレス作業としてせん断作業をする場合、スライドに取り付けられたポンチが下降すると、ポンチとダイス間で材料は圧縮され、ポンチが材料内に喰込みはじめると、材料の抵抗は急に増加し、ある限度に

達すると、ポンチとダイスの刃先部より材料内にクラックが発生する。このクラックはポンチの進行とともに成長し、材料の抵抗は急に減少して上下両方から発生したクラックが会合し、切断は完了する。ポンチが材料に接触してから、材料にクラックが発生するまでのポンチの下降距離を喰込量といい、材質刃先の良否により異なるが、およそ板厚の $\frac{1}{3}$ 程度にある。図27に示す如くクリアランスが小さくなるに従って打抜力はわずかに増加しているが、それと同時に打抜きが完了するまでの加圧範囲が大きくなり、仕事量は大幅に増加している。またポンチが素材を打抜いた瞬間にフレームなどに蓄積された弾性エネルギーによって、ポンチがダイスの中に急激に突入する現象をブレイクスルーといっている(図28)。

ポンチが素材に接しはじめると、ポンチとダイスは急に加圧され、この加圧力に比例してフレームは変形し、フレームに弾性エネルギーが蓄えられ、そのエネルギーは、フレームの剛性が小さいほど、加圧力が大きいほど、大きくなり、打抜完了(図27におけるせん断のピークの直後)とともにこのエネルギーは一度に放出され、ブレイクスルーが生じる。

次にフレームの剛性についてみてみると、铸铁製と鋼板溶接製の同一形状の構造物では、強度は溶接構造の方が大きい(軟鋼の許容引張強さが铸铁のものの約3倍あるので、一般的にその厚さを铸铁のものの約 $\frac{1}{3}$ にすることが可能なため)から、剛性は铸件構造のほうが大きくなるわけである。この場合には、許容引張強さ、および

図27

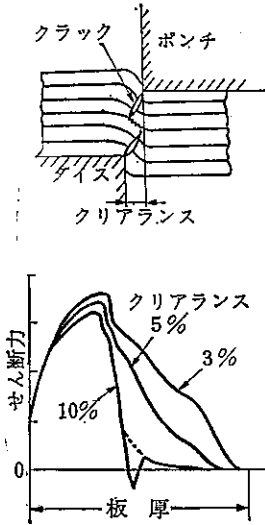


図28 プレークスルー

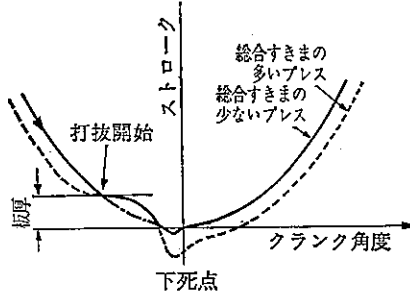
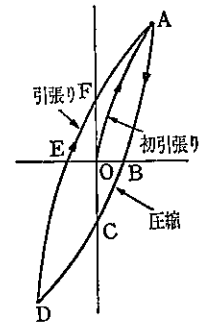


図29 鋼の応力ひずみのヒステリシスループ



ヤング率よりみて両者の剛性の比は $1 : \frac{2}{3}$ となり、铸铁の方の剛性が大きくなる。

またフレームに許容応力が加わる場合、材料の弾性限界内の応力ひずみ関係はフックの法則に従わず、図29に示すようなヒステリシスカーブを描く。このヒステリシスループの面積が1サイクルの振動減衰すなわち制振能を表わしており、振動応力が同一なら铸铁の制振能が鋼のものよりも高い。しかしながら鋼の許容応力は铸铁よりも数倍大きいので、溶接構造物は铸铁構造物よりも高い応力状態で用いることができるので、今日ではプレスフレームは溶接構造のものが多くなっている。われわれが現場で感ずることであるが、能力の大きいプレスで比較的加圧力のかからない加工材の場合、騒音も振動もかなり低いレベルであり、フレームが铸件構造でどっしりしているプレスではこの傾向がさらに多いことを見受けるが、これとは逆にプレス能力よりみて過大な加工と思われるような場合は、騒音も振動も大きなレベルになっている。

プレス加工時の騒音はどこから発生しているか、正確には発生源(箇所)は掴めていないが、やはり加工機の加工部分から発生しているように耳では感ずるわけで、加工材が引きちぎられる瞬間のスピードの大小に関係しているようである。このことはブレークスルーのスピードに関係していて、ひいてはプレスフレーム等の剛性に

も関係している。

プレス加工騒音の最大発生時は加工進行過程で材料が切断された時点で生じていると聞いている。騒音発生のもう一つの要因は、工具と板材が衝突する瞬間に生ずる衝撃音である。これは両者の形状、接触するスピードによって騒音レベルは変化する。

以上を整理してみれば、音の発生は、

- ア クラッチが入ったとき
- イ 工具と加工材料の衝突時
- ウ 加工材が切断する瞬間
- エ ウと同時にフレーム、クランク軸などの復元に伴う振動音

となり、ウ、エによる騒音発生を抑えることが可能になればプレス騒音の音源対策は解消されよう。

(2) プレス機械の振動発生機構について

プレス加工時における振動の発生は、騒音発生と同時に生ずる。この場合、最大振動の発生は、前記音の発生の場合のウ、エの段階に起こるわけで、衝撃的な振動である。一例として能力60トンのパワープレスの加工時の振動をみると、プレスのアンカーボルト位置より0.5m離れたコンクリート床および5m離れたコンクリート床上の振動加速度は図30のような性状となっている。振動成分として40~50Hzに勢力があり、さらに100Hz以上にも相当大きな成分を有していることがわかる。また

図30 コンクリート床の振動性状

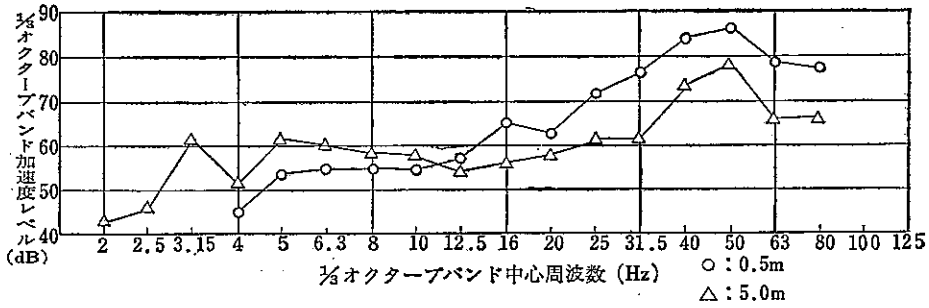
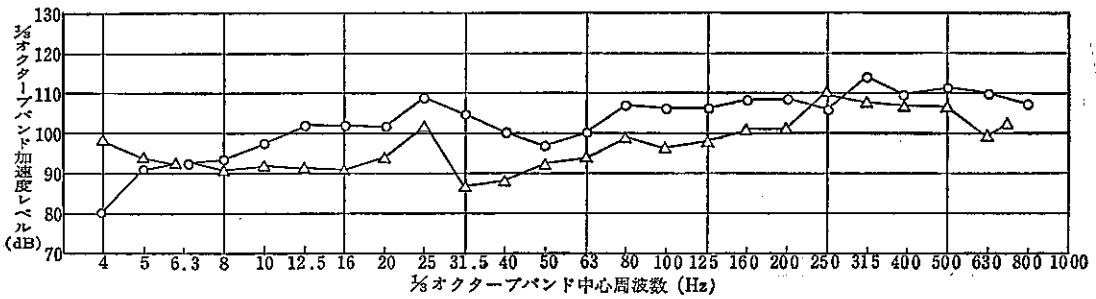


図31 プレス本体の振動性状



同時にプレス本体の振動についてみると（この場合 500 Hz までローパスフィルター使用）、振動数が多くなるに従って加速度レベルが漸増しているが、振動数全域にほぼ様な成分を有していることがわかり衝撃振動の特性を示している（図31参照）。

ブレースルーによって生じる振動は、材料が加工される周辺（ボルスタ周辺）が大きく、実際の計測でもスケールオーバーして不可能であったが、本体後部など比較的力のかからない部分では計測が可能であった。このような機械本体全体の振動のうち、アンカーボルト部周辺に生じている振動値が、地盤に伝播していくものと考えられるので、フレーム構造によって復元振動等を軽減することが可能であれば、振動レベルの比較的低いプレスが製造されるのではなかろうか。

4 プレス工場の騒音・振動防止対策

(1) プレス騒音の音源対策について

プレス機械の騒音発生機構の項でも説明したように、プレス騒音の防止には、騒音を発生する音源を確認し、

防止方法を検討することが必要であるが、現在のところ、プレスより発生する騒音がどの部分でどの程度のレベルで発生しているか正確には掴めていない。しかし一般的には工具と加工物との接触部分から発生していると思われるが、この見方にも問題点があることが実験* されている。

実験に用いられたプレスは、能力60トン、フレーム構造は変形C型、鋼板製で自動連続打抜作業を行なっているものである。このプレスについて測定した結果について考察してみると、図32は騒音測定位置、写真1、2はボルスタ上の工具と材料の加工部分を効果的に覆った防音カバーである。鋼帯の出入口、製品の出口の面積を可能な限り小さくし、内部はグラスウールによる吸音処理を施してある。

防音カバー材の遮音効果としては 20 dB 程度あるものと考えられるが、実際の作業音を測定してみると、カバー前面透明プラスチック扉（約10mm厚）密閉時と開放時の騒音レベルの差は 3～6 dB 程度であり、騒音軽減効果が薄かった。一般にプレス機械の作業音は平均 103dB

図32 騒音測定配置図

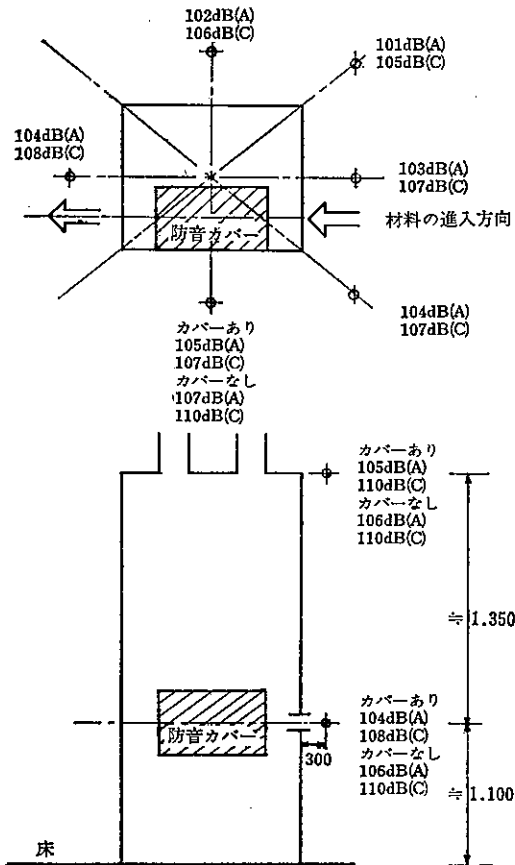


写真1 プレス全体図

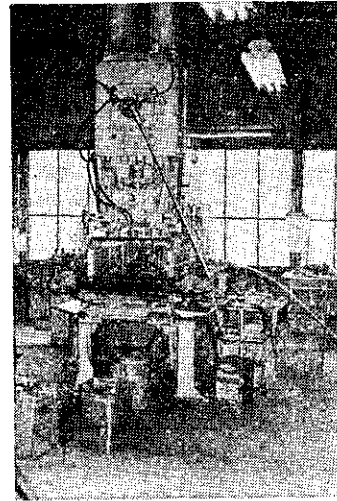
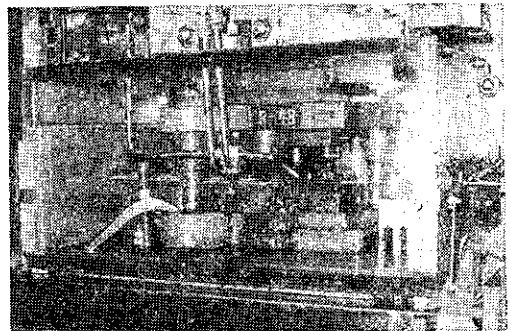


写真2 防音カバー



(A) (2.(1).イ.(7) プレス機械の騒音レベルの項参照) 程度あるので、少なくとも 15~20 dB の遮音効果が欲しいところである。遮音能力のあるカバーであるにもかかわらず、なぜ騒音軽減効果が少ないか、その主な原因としては、発生音源は材料加工部分のみではなく、機械本体全面から発生していて、加工部分の騒音レベルを軽減しても、本体全面から発音している騒音レベルが高いので、見かけ上の騒音防止効果が薄くなるのではないかと思われる。

このようなことから、発生音源が防音カバー部分にあると想定して騒音測定を実施し、音源の近くとプレス上部の他の測定との比較を試みた。しかし、音源近くの基準マイクとプレス上部の移動マイクとの騒音レベルはいずれのケースでも大差のないレベル差であった。とくに防音カバー正面の騒音レベルと若干距離を置いたプレス

後背上部のレベルが音源から遮へいされているにもかかわらず騒音レベルの差がみられないことは、音源が1か所でないことを示していると思われる。ただここで問題になるのは、騒音測定を実施した室が鉄骨スレートの工場建家内であるので、騒音計が衝撃音の反響をも含めたレベルを指示すると考えられ、反射の影響の少ないところであればさらに納得のできたデータが得られたものと思われる。

いずれにしても音源が1か所であれば、プレスボデー表面から二次的に発音していると考えられるので、プレス側面の鋼板に加速度ピックアップを取り付けプレス振動を測定してみた。この場合、500 Hzまでの low pass フィルターを用いているので500Hz以上のレベルについては不明であるが、図33のような $\frac{1}{3}$ オクターブバンドレベルとなり、図34の音のレベルと関係しているように見

図33 プレス本体の振動スペクトル

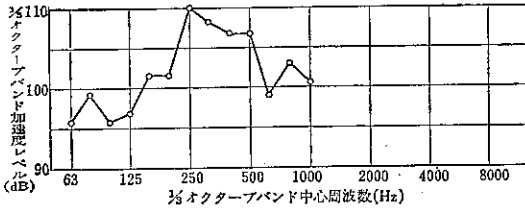
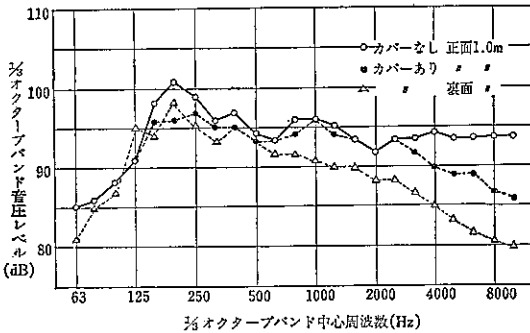


図34 プレス周囲の騒音スペクトル



受けられる。プレスボデー全体より発生している振動が、音となって発生している場合、これを防ぐ手段としてはボデーをなるべく振動させないような方法を講じる必要がある。ブレークスルーのスピードを抑えるような強固で mass のあるボデーにすれば、発生音は少なくなるであろうし、またボデー表面にダンピング材を貼り付けることも考えられるが、ボデー鋼板に見合う厚さのダンピング材では実用性に問題があらう。

次に工具と材料の加工部分より発生している騒音を防止する方法としては、やはりその部分を覆う防音カバーが妥当であろう。全自動式のプレス機械であれば、機械自体を電話ボックスのような遮音ボックスで覆うことも可能である。その場合、箱の大きさは室内操作可能な容積のものが望ましい。遮音ボックスでは20 dB程度の遮音が可能であることが報告**されている。音源での防止対策は、従業員の聴覚防止のみでなく、工場建家で遮音をはかる場合においても非常に有利になるであろう。

* トピー工業開発部 鈴木美征氏 試作防音カバー

**神奈川県公害センター プレス騒音の防止方法

(2) 遮音壁による騒音防止

プレス工場の壁体が鉄筋コンクリート造、コンクリートブロック造、またはかなり厚みのあるモルタル塗(下地ラス付角波鉄板)等であれば、外部に対しての遮音効果は大きい。また壁体のみでこれ以上遮音量をふやすことは困難に近く、広い空間を設けた二重壁など別の方法をとるようにしなければ減音は期待できない。

プレス機械の騒音レベルは機械から1 m程度離れた地点では95~105dB(A)の範囲におさまっているものが大半を占め、また室内レベルは作業時間とおして90~100 dB(A)の騒音レベルが継続している。小規模工場の場合、敷地に余裕がなく作業場内にはプレス機械が壁ぎわに接して設置されているところが多い。したがって敷地境界線で条例の基準値以下にするためには、壁体で35~45dB(第3種区域、昼間A.M. 8時~P.M. 8時)程度減音しなければならないことになる。

今回の調査工場における敷地境界線付近の騒音レベルは62~82dB(A)となっていたが、これでは苦情の発生がまぬがれ得ない。あと10~25 dB以上の遮音量の増大をはかるようにしなければならない。

そこで一般的なプレス工場の建物構造による騒音防止方法の試案を以下に記してみた。

金属プレス工場の騒音防止の指導標準(試案)

この標準はすべての金属プレス工場について適用するものとする。

ア この標準は工場敷地内の作業場建築物で、直接外部に面する部分について適用する。

イ 構造標準は表7のとおりとする。

ウ 状況別による構造標準の補正

(7) 夜間作業による補正

表7
(昼間A.M. 8.00~P.M. 8.00)

工場区分	区域の区分			
	第一種区域	第二種区域	第三種区域	第四種区域
金属プレス工場			A種	B種

表8

工場区分	区域の区分			
	第一種区域	第二種区域	第三種区域	第四種区域
金属プレス工場			B種	C種

午後8時以降の作業については、これらの構造標準では完全に騒音を防止することが難しいので、全面的に中止すること。

(イ) 敷地境界線までの距離による補正
工場外壁と敷地境界線との距離が20m以上ある場合は

構造種別を表8のように緩和することができる。

(ウ) 建物等の遮音効果による補正

当該工場の発生騒音を、塀、建物等の設置により騒音レベルを10dB以上低減させる効果がある場合は、構造種別を一段下位のものに緩和することができる。

表9 構造種別

	減音量	壁 体	開 口 部	屋 根
A種	31dB 以上	(イ) 鉄骨造：内・外壁ともラスシート下地 モルタル塗25mm (中空層100mmを有し、中間 に吸音材を入れる) (ロ) 鉄骨造：鉄骨骨組で壁体はコンクリート ブロック190mm、内・外壁とも モルタル塗25mm (ハ) 鉄筋コンクリート造：厚さ12cm以上	(イ) アルミ製片引窓6mm ガラス入モヘア付 (ロ) 鋼製嵌殺し窓6mmガ ラス入 (ハ) 鋼製片引窓5—6—5 複層ガラス入 (ニ) ガラスブロック厚さ95 mm (ホ) 2重窓 上記と同等以上のものを 使用し壁面積との比が1/50 以下とする。	(イ) 石綿スレート6.3mm ぶきで天井を有するもの 又は下地に木毛セメント 板等を使用したもの (ロ) デッキプレートに軽量 コンクリートを打ち、内 部に天井を有するもの又は 吸音処理したもの (ハ) 鉄筋コンクリートで内 部に天井を有するもの又は 吸音処理したもの
B種	21~ 30dB	(イ) 鉄骨造：外壁—ラスシート下地モルタル 塗25mm 内壁—石綿スレート板6.0mm (中空層100mmを有すること) (ロ) 鉄骨造：外壁—ラスシート下地モルタル 塗25mm 内壁—メタルラス下地プラスタ —塗20mm (中空層100mmを有すること) (ハ) 鉄骨造：鉄骨骨組で壁体コンクリートブ ロック150mm、片面モルタル塗 15mm	A種と同等以上のものを使 用し壁面積との比が1/20以 下とする。	(イ) 金属板ぶきで内部に天 井を有するもの又は下地 に木毛セメント板等を使 用したもの
C種	20dB 以下	(イ) 木 造：外壁—木造下地モルタル塗 25mm 内壁—合板貼り5.5mm (中空層100mmを有すること) (ロ) 鉄骨造：外壁—リブラスモルタル 25mm 内壁—合板貼り5.5mm (中空層100mmを有すること) (ハ) 鉄骨造：外壁—石綿スレート6.3mm (小波板) 内壁—石膏ボード9mm又は木 毛セメント板15mm貼 り中間に吸音材を入 れる。	鋼製又はアルミ製エアタイ ト型引違い窓とし壁面積と の比が1/5以下とする。	(イ) 石綿スレートぶき

図35 プレス機械の敷地境界線上の振動レベル

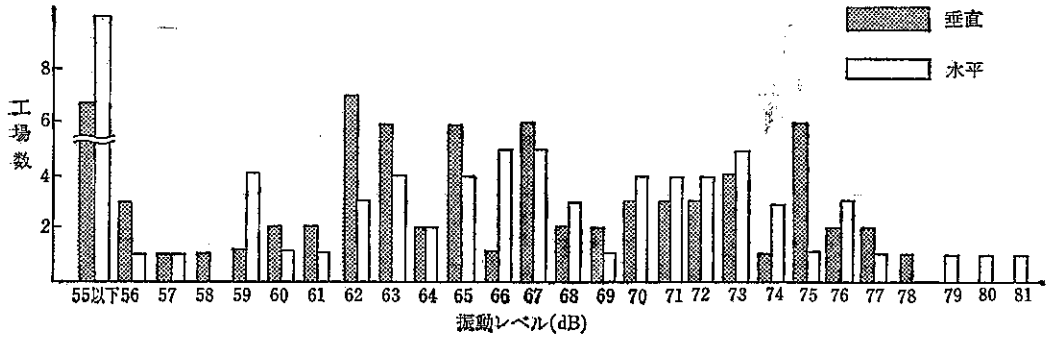


図36 クランクプレスの振動スペクトル 55トン

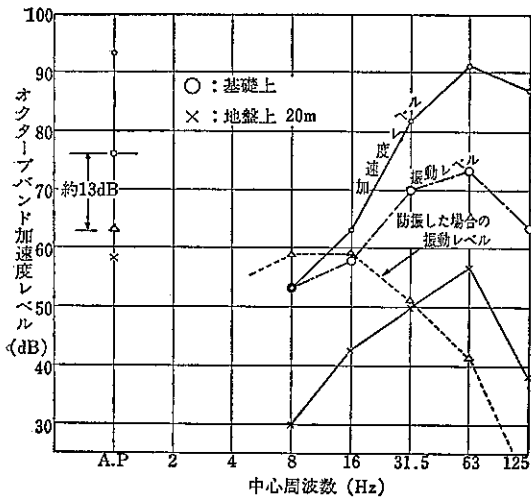
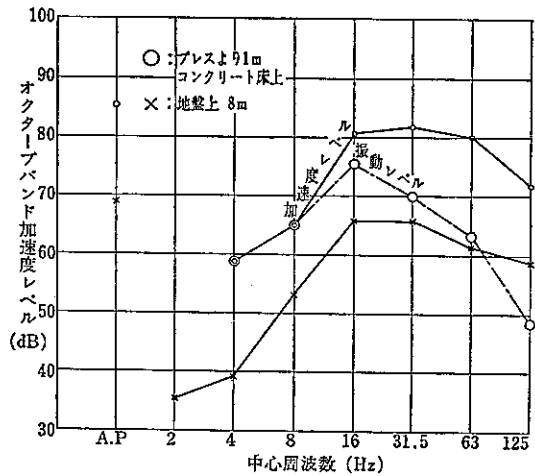


図37 クランクプレスの振動スペクトル 125トン



(3) プレス機械の振動防止対策について

イ 防止の概要

各種加工機械のなかで、プレス機械による振動苦情は比較的が多い。小能力の機械でも衝撃的振動を発生させるために他の機械に比べて振動値が高いわけであるが、昭和46年度に実施した振動の実態調査結果では、プレスから発生する振動は敷地境界の振動レベルでおおむね60dB~75dBの範囲内(図35参照)にあり、多くの工場は敷地面積一杯に工場建家が建ち、壁体に接するようにプレス機械が設置されている。そして調査対象工場90工場のうち不適格な工場数が31あり、不適格率は34%と比率が高い。

また調査結果から、プレスの振動はその機械の大きさにより対策上差異が認められ、一般的傾向としては、加

圧能力30トン以上のものはなんらかの対策が必要と思われる。能力の小さな機械の場合は、一般市販品の防振ゴム装置で防止が可能と考えられるが、200トンを超える能力を有するものは、隣地からの保有距離をとらなくては防止が難しいとしている。

イ 既設プレスの振動防止対策について

図36は能力55トン、図30は60トン、図37は125トンの各クランクプレス打抜加工時の振動を、プレス基礎上または1m程度離れたコンクリート床上と、ある程度距離を置いたコンクリート床上とで振動測定した例である。能力125トンのものは防振装置が取り付けられている。これらの例をみると、8Hz~125Hz程度の振動数が主勢力を形成しているように思われる。振動レベルでみると125トン防振施工プレスでは16Hz付近にピークがみられ、固定

基礎のものでは31.5Hzおよび63Hzに山がみられる。

プレスからある程度離れた地点における振動レベルの関係では、距離が離れるに従い高い振動数成分の減衰が認められる。しかしどの場合についてもスペクトルは類似の傾向を示している。このことは、プレス機械本体の振動がアンカーボルトおよび基礎周辺に振動を伝達する場合、ボデー全体に発生した衝撃振動成分のうち、振動数帯域として8 Hz～125Hzのものを伝達し易いような振動伝達構造となっているものと解される。もちろん、測定器に90Hz以上をカットするローパスフィルターがセットされているけれども、その影響よりも更に大なる減衰がみられるわけで、プレス、基礎との接合点で絶縁に近い状況となり、減衰が著しいものと考えられる。振動数の低いものについても基礎周辺に付加された大きな質量全体を揺り動かす（変位大）ためのエネルギーとして浪費し、減衰してしまうものと思われる。

資料数の少ないことからこのような一般的傾向が認められるという断定はできないが、このことから防振を実施する場合、力の伝達される比率の高い加速度振動数帯域として、8 Hz～63Hzの各帯域別振動伝達率の計算が、防振効果を掴む手段として有意義ではなかろうか。いま仮定として、図36における能力55トンパワープレスの防

振を考える場合、機械総重量3,500kg、防振装置としてバネ定数300kg/mm防振ゴムを6個使用し計1,800kg/mmとすると、各帯域別振動伝達率の概略計算値を求めその減衰効果より機械基礎上の振動スペクトルを画くと、同図の点線のようになる。

この場合は振動レベルが約13dB減衰することとなり施工前の約 $\frac{1}{4}$ の振動となる。プレス加工により発生する衝撃的な振動の持続時間は200msec前後であるから振動数の高いものは常振動として測定等も取り扱えるが、振動数の低いものは測定・分析等に問題点も多く、基礎形状や地盤などにもかかわりをもつので正確な判断は難しい。また防振装置を取り付けたものは、図36にも見受けられるように振動数の低い方で共振的な現象となっているので、防振装置上の機械本体の揺れが多少発生し、かつ衝撃のエネルギーは一度防振装置に蓄積されゆるやかに放出されるため、持続時間も若干延長される。

参 考 文 献

- 1 長谷部勉、藤咲芳弘共著： 機械プレス
- 2 東京都経済局： 経済情報 No.84
- 3 東京都首都整備局： 昭和43年苦情陳情統計
- 4 東京都公害局： 振動防止の手引