

電算室の騒音について

建設省 九州地方建設局 梅原晔也

はじめに

行政機関における大型電子計算機の利用は、年々増大し、センター計算機の重要性ははかりしれないものがある。電算情報部門に必要とされるものは、正常な稼動に日夜、細心の注意を払っている。

ところが、その大型電子計算機室(電算室)においても副産物が存在する。

「音」、機械から出る固有の音、我々はこれを騒音と呼ぶ。

電算室における会話、精神集中が出来ないことへのいらだち、休息がとれないといった心理的爆発、耳なりや疲労度の上昇といった生理的な変調、出来ることならこれらとそのより放置せず、なんらかの対策を施し、電算室の作業環境を守ることが望まれる。

そこで、電算室の騒音の実態を調査し、評価を行い、対策を検討し、その概要について紹介する。

1. 電算室の状況

電算室の騒音調査に先立ち、室内の状況と調べると、内装は、壁吸音材(アクリル板(厚38mm))に厚25mmのグラスウール裏込め、天井ロックウール吸音板(厚12mm)、床フリーアクセスフローアスベストビニール張りては上げられている。

電算室の騒音発生源は主要なものとして、磁気ディスク装置(DKV)のプロダ風切音、カードリーダー(CR)のキッカ(カードを送るために叩く音)、ラインプリンタ(LP)のハンマ、ブロワ、印字ドラム回転音であり、その他の装置からは、冷却用のファンの音が出ている。

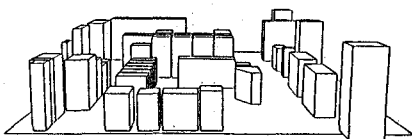


図-1 電算室の立体図

さらに、電算室内にパッケージ型空調機(送風機風量553.3m³/min、電動機32.8kW、冷却能力127,400kcal/H)が設置されており、騒音源の一つとなっている。図-1にX-Yプロッターで作成した電算室の立体図を示す。

2. 騒音の調査と結果

2-1 騒音レベルの測定

電算室の騒音には冷却ファン音やディスク回転音のように常に出ているもの(定常音という)と、ラインプリンタ印字音やカード読取り音のようにある特定の作動と行ったときにだけ発生するもの(非定常音という)がある。ここでは、定常時の騒音と定常時騒音といい、それ以外を非定常騒音という。

図-2に電算室の配置図を示す。

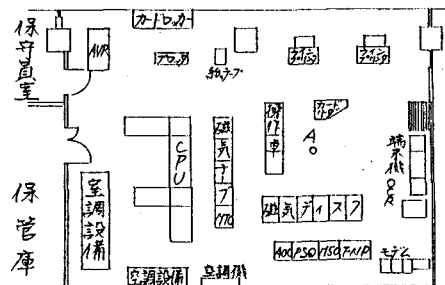


図-2 電算室配置図

騒音測定は表-1に示す測定条件について行った。

定常時騒音の場合、表-1 電算室騒音レベル

通常オペレータのいる位置(以下A点という。図-2に示す)で74dB(A)と非常に高い値を示している。

測定高は床より1.2m、暗騒音とは各機器がすべて停止している時の音である。

測定条件 dB(A)

設定条件	②測定
定常時騒音	74
〃 + LP(1台)	76
〃 + LP(2台)	76
〃 + LP(2台) + CR	77
〃 + CR	77
〃 + 空調停止	73
〃 + 暗騒音(2面)	73
暗騒音	72

周波数分析はA点において定常時騒音とCR, LP, DKU, 空調等の単音について行った。1/1オクターブ分析結果を表-2に示す。中心周波数250~2000 Hzの成分が大きくなっている。

次に、建設省 表-2 周波数分析結果

内の各地方建設局電算室の定常時騒音と比較してみる。表-3のとおりである。九州地建は特に大きく、東北地建と九州地建との差は10dB(A)にもおよび、

dB(A)

中心周波数 Hz	定常時	CR	LP	DKU	空調
AP	74	78	70	72	65
125	57	54	48	54	55
250	65	64	57	63	57
500	69	71	62	68	60
1000	69	71	63	66	57
2000	67	62	62	64	54
4000	62	71	62	57	49
8000	53	61	58	47	36

表-3 各地建電算室諸元と騒音レベル

地 建	騒音 dB(A)	室内寸法			室内容積 m ³	室内表面積 m ²
		幅	奥	高		
九州地建	74	10.7	14.1	2.4	362	42.1
山口県電	68	8.5	15.0	2.5	446	41.9
本 省	70	12.0	11.6	2.4	297	39.2
関東	69	10.0	15.0	2.4	367	42.0
四 国	69	9.8	9.8	2.6	250	29.4
近 畿	68	8.0	12.0	2.4	230	28.8
中 部	68	16.8	12.0	2.35	513	57.7
中 国	67	12.1	15.9	2.4	442	51.9
北 陸	65	14.5	15.7	2.7	507	61.8
東 北	64	17.0	15.0	2.6	663	67.6

2-2 残響時間の測定

部屋の中で音源と急に断ったとき、音がしだいに減衰して聞こえないような過渡現象を残響といい、60dB減衰する時間を残響時間という。

Sabineは残響時間Tと室容積V, 室内表面積Sと壁面(天井, 床を含め)の吸音状態を表わす量, 平均吸音率 $\bar{\alpha}$ との間に次の関係が成立することを実験的に見いだしている。

$$T = 0.161 V / (\bar{\alpha} \cdot S) \quad (1)$$

残響時間の測定には、雑音信号発生器(SF05), スピーカー(SS02), 高速度記録器(LR-51)を用いた。

現状と窓ガラス(2面)に暗幕と張った状態について、ピンクノイズを用い各周波数毎に測定を行った。その結果を表-4に示す。

ここに、APはオールパス(全域音圧レベル)を表し、周波数125~8,000 Hzである。

なお、拡散音の計算に用いる平均吸音率 $\bar{\alpha}$ および

室定数Rは次式で求まる。

表-4 残響時間測定結果一覧表

周波数 (Hz)	現 状		室定数 R	暗幕のある場合		室定数 R
	残響時間 T(sec)	平均吸音率 $\bar{\alpha}$		残響時間 T(sec)	平均吸音率 $\bar{\alpha}$	
AP	0.376	0.366	243	0.320	0.430	317
250	0.443	0.311	190	0.347	0.397	277
500	0.355	0.388	267	0.330	0.417	301
1000	0.316	0.436	325	0.295	0.467	369
2000	0.250	0.393	272	0.322	0.428	315
4000	0.420	0.328	205	0.365	0.377	255

$$\bar{\alpha} = 0.161 V / (T \cdot S) \quad (2)$$

$$R = \bar{\alpha} \cdot S / (1 - \bar{\alpha}) \quad (3)$$

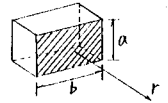
上式で求めた結果を表-4にあわせて示す。

表からわかるように、暗幕と張った状態では現状に対して各周波数にわたって平均吸音率の値が大きくなっており、暗幕による効果がみとめられる。

2-3 騒音レベルの距離減衰

自由音場における長方形面音源中心軸上の距離減衰は、次式で与えられる。

$$10 \log_{10} \left(\int_0^{\pi/2} \frac{d\Omega}{1 + x^2 + y^2} \right) \quad (4)$$



ここに、 $y = a/r$, $x = b/r$

(4)式は距離rが $a/\sqrt{2}$ までは図-3 面音源減衰が $1/r$, $a/\sqrt{2} < r < b/\sqrt{2}$ では倍距離3dB, $r > b/\sqrt{2}$ では倍距離6dBの減衰で近似できる。

一方、拡散音場における点音源の距離減衰は次式で与えられる。

$$10 \log_{10} \left(\frac{Q}{4\pi r} + \frac{4}{R} \right) \quad (5)$$

ここに、Qは音源の指向係数、音源が床にあり、場合 Q=2

(5)式は室内定数Rが求まれば距離rの関数として計算できる。

LP, CR, DKU等の各機器について、騒音レベルの減衰を測定した。代表として、LPの測定値と(4)および(5)式の計算結果を図-4に示す。

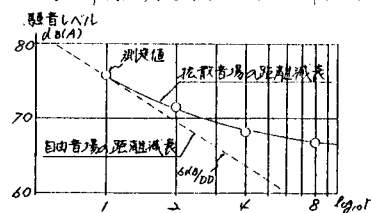


図-4 LPの距離減衰

ここに、拡散減衰係数は(5)式において、室定数と表-4の現状のAPで $R=240$ を用いて計算した。

このことから、電算室における機器の騒音レベルの距離減衰は、拡散音場における点音減の距離減衰で推定することが出来る。

3. 騒音の評価と対策の検討

3-1 騒音の評価の検討

騒音レベルを下げることを検討するにあたり、電算室の騒音としてどの程度の値を目標値とするのが適当であろうか。

一般的に室内騒音の評価法には、会話妨害、うるささ、聴力保護等の評価にNR (Noise Rating)、ノイジネス(騒音の聴覚的要因による不快感)にPNC (Preferred Noise Criteria) が用いられている。

ISO (国際標準化機構) 基準ではNR数の推奨値として大事務室30~40、大きなタイプライター室50~60、工場で60~70、PNC推奨値では、大事務室35~45、コンピュータ室45~55、作業場動力設備制御室50~60、会話又は電話伝達を必要としない作業スペース60~75となっている。

定常時の騒音測定結果よりNR数及びPNC数を求めるとNR数70、PNC数70が得られる。

電算室の騒音レベルは、一般的な評価からいえば工場などの騒音といえる。

ここで、騒音レベルを下げることによってNR数あるいはPNC数がどの程度下がるか試算すると、定常時騒音の周波数特性が1,000Hzでピークと示しており、騒音レベルを10dB(A)下げることにより、NR数およびPNC数を10下げる事が出来るといえる。

上記の評価基準からすれば、電算室の騒音は13カ月に大きく、推奨値とおりの目標値(45~55)を設定することは困難である。そこで各地建電算室の騒音測定結果(表-3)とみると、東北地建、北陸地建の64~65dB(A)が最低値と示し、推奨値より10dB(A)程度高いが、一応の目標値として65dB(A)と設定する。

3-2 騒音対策の検討

次に目標値と満足するために、何らかの対策と講ずる必要がある。

騒音対策には、音の発生源である機械そのものを対象とした音源対策と室内の装材に吸音率の高いものを用いる吸音処理と機器の配置計画が考えられる。

この中で、音源対策についてはメーカーの開発に期待する外なく、さらに、電算室の内装改善について現実的に壁、天井、床の吸音材を改造することは、経費的にも期間的にも問題がある。(ただし内装として窓にカーテンとする吸音効果が考えられるが)

そこで、この対策を検討するにあたり電算室の騒音シミュレーションが有効と考えられる。

4. 騒音シミュレーション

室内にパワーレベル L_w (dB)の音源がある時、音源から r (m)離れた点の音圧レベル L_p (dB)は、直接音 L_d (dB)と拡散音 L_R (dB)のパワー和として(6)式で求めることが出来る。

$$L_p = 10 \log_{10} (10^{\frac{L_d}{10}} + 10^{\frac{L_R}{10}}) \quad (dB) \cdots (6)$$

$$\text{ここに、} L_d = L_w - 20 \log_{10} r - 8 \quad (dB) \cdots (7)$$

$$L_R = L_w - 10 \log_{10} R + 6 \quad (dB) \cdots (8)$$

上式とともに、室内の大きさ(縦、横、高さ)、各機器の配置、騒音レベル、オフターフバンドレベルおよびオフターフバンド毎の平均吸音率を与え、騒音シミュレーションを行った。

ここに、各機器の騒音レベルについては、半無響室で測定した値(メーカーより提供)を使用した。

4-1 計算ケース

計算は定常時騒音について行った。各ケースの内容は表-5のとおりである。

表-5 計算ケース一覧表

ケース	内 容
1	現状
2	機器の配置変更(主要なものDKU、MTU、SCC)
3	ケース2で空調と外へ出す。
4	ケース2で装置の一部変更(DKU、LP)
5	ケース4で窓にカーテン(暗幕)あり。
6	ケース5で空調と外へ出す。

4-2 シミュレーション結果

ケースにおいて、実測値と計算値と比較すれば図-5のとおりで良く一致しており、モデル化の妥当性が

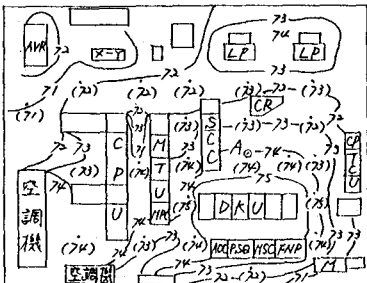
うかがえる。

ケース2における騒音レベルを図-6に示す。

また、各ケースにおけるA点およびB点の直接音、拡散音、合成音の計算結果を表-6に示す。

これらの結果から、次のように推論することが出来る。

- ① 現状から機器の配置替を行うことにより、直接音は約6dB(A)低下するが、拡散音が約70dB(A)と非常に大きく、騒音レベルでは3dB(A)の減音にとどまる。
- ② 機器の一部更新は、騒音レベルにはほとんど影響しない。
- ③ カーテン(暗幕)の効果は、拡散音と約10dB(A)減音させる。
- ④ 空調機を室外へ出すことにより、拡散音で約2dB(A)低下するが合成音では約10dB(A)の低下である。
- ⑤ 室内を100%の吸音材(現実としては不可能)で置きかえても、騒音レベルの低下は、約66dB(A)が限度である。
- ⑥ 電算室の騒音目標値65dB(A)には、現状の機器、現状の部屋ではどのように改善しても満足することは出来ない。



騒音コンターは測定値、()内は計算値
図-5 実測値と計算値の騒音レベル

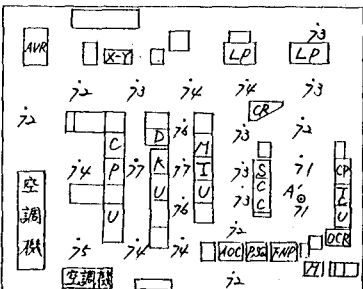


図-6 ケース2における騒音レベル(計算値)

表-6 A点の計算結果-一覧表 dB(A)

ケース	直接音	拡散音	合成音
1	71.6	69.8	73.8
2	65.9	69.8	71.3
3	65.4	68.3	70.1
4	65.9	69.8	71.3
5	65.9	69.0	70.7
6	65.5	67.5	69.6

5. まとめ

以上の結果から電算室における騒音の発生機構と明らかにすることができ、その対策として、次のことがいえる。

- (1) 基本的に発生源である、各装置の騒音対策が必要である。
- (2) 室内装置の配置計画では、磁気ディスク装置と操作車から出来るだけ離すことが望ましい。
- (3) 室内はできるだけ静かなるのが望ましい。
- (4) 室内の内装計画では、周波数250～2,000Hzに効果のある吸音材を使用するのがよい。
- (5) 空調機は電算室から外に出ることが望ましい。

おわりに

先日、機器の一部更新に伴い、当面可能な騒音対策として機器の配置替を行った。この結果、通常オペーファのいる操作車前面で71dB(A)と約3dB(A)の騒音レベルの低下を行うことが出来た。

本調査が今後の電算室設計あるいは機種更新の騒音対策における参考資料となれば幸いである。

最後に、今回の騒音測定に御協力いただいた各地建の関係者に書面とかりて、厚く御礼と申し上げる次第である。