

IV-4 低周波吸音ブロックの一例

東京電力 技術開発研究所 正員 前田 弘
同 菅沼 健哉

1. まえがき

近年環境対策として、騒音防除に関する研究、吸音・遮音材料等の開発が盛んに行なわれているが、変圧器の発生音のような低周波騒音の吸音技術は未開発の領域になっている。そこで、変圧器の騒音は100Hz、200Hzの音が卓越していることに着眼し、(図-5に一実測結果を示す)ヘルムホルツの共鳴器(レゾネーター)の原理を応用した、100Hz、200Hz用のモルタル製吸音ブロックを試作し、配電用屋外変電所の既設変圧器の防音壁に試用した結果について述べるものがある。

2. 吸音ブロックの製作

(1) 形状および寸法

外形は「JIS A 5406空胴コンクリートブロック」の規格に適合させ、1個のブロックの中に100Hzと200Hz用の単一レゾネーターを収容したものがある。レゾネーターの寸法は(1)式と実験により共鳴周波数を100、200Hzに近似するように決定した。

$$f = \frac{C}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V \left\{ 1 + \frac{b}{4l} (1 + 2 \log_e 2 \frac{a}{b}) \right\}}}$$

----- (1)式

ここで f : 共鳴周波数(Hz)

C : 音速(cm/sec) (34,000)

V : 空胴部の容積(cm^3)

l : スリットの平均長さ(cm)

a : スリットの長さ(cm)

b : スリットの平均幅(cm)

S : スリットの面積(cm^2) ($a \times b$)

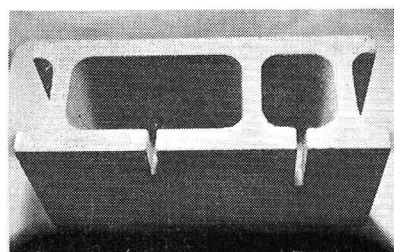


写真-1 ブロックの形状

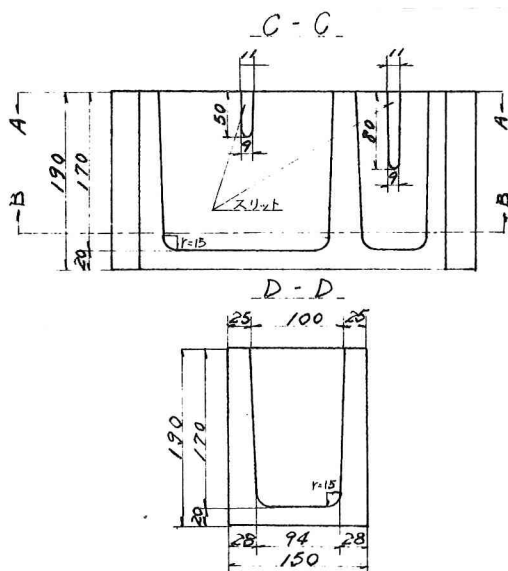
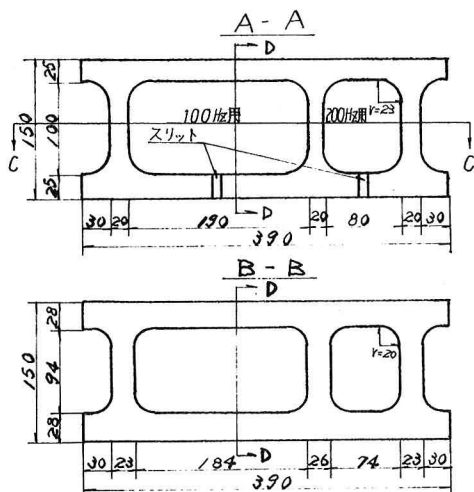


図-1 コンクリート吸音ブロック設計図 (単位:mm)

試作ブロックの形状、寸法を写真-1、図-1に示す。

(2) 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は最大寸法5mm、比重2.65、粗粒率3.17の河川砂を、混和剤は三星実業製のコングリートブロック用混和剤「モールW」を使用した。

(3) 製造方法

モルタルの配合は セメント・細骨材=1:3、水セメント比24%の超硬練りとし、即時脱型方式により製作した。混和剤はセメント重量の0.1%を混合水に溶解して用いた。成形後は湿度約100%、温度60℃の養生室に6時間保ち、その後、成形後の通算4000度時以上多湿状態で養生した。製作誤差の許容値は±1mmとした。

(4) 品質試験

「JIS A 5406 空胴コンクリートブロック」に規定された試験方法により実施した結果、気乾かさ比重は1.92、全断面積に対する圧縮強さは50~55%であった。

3 音響特性試験

(1) 吸音率

「JIS A 1409 残響室法吸音率の測定方法」により、容積513m³の残響室の床に吸音ブロック130個、面積約9.6m²をばらばら測定した。その結果を図-2に示すが、100Hzでは75%、200Hzでは66%と高い吸音率を示した。

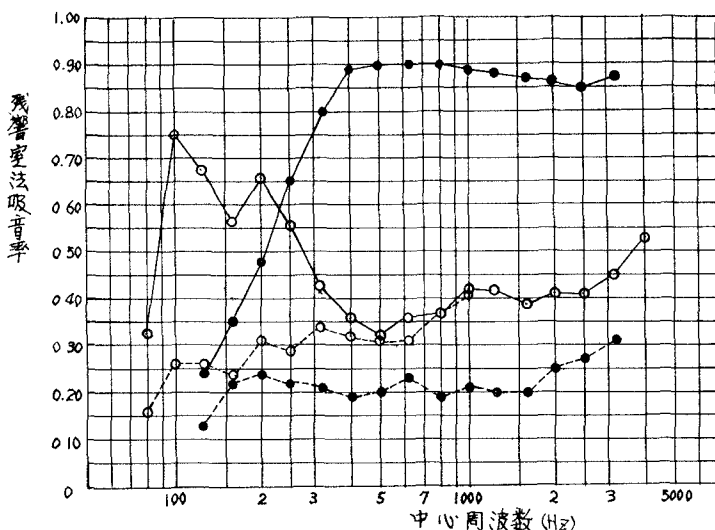
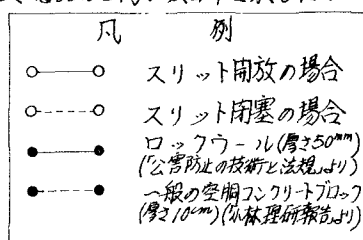


図-2 吸音率測定結果

(2) 透過損失

「ISO（国際標準化機構）R140 遮音測定法」により、容積がそれぞれ201m³の接続した2個の残響室の隔壁の用口部に、水平方向3.7m、鉛直方向3.0m、面積約11m²の吸音ブロックを、現場施工と同じ方法を設置して、透過損失を測定した。その結果を図-3に示すが、「JIS空胴コンクリートブロック」と同程度の透過損失を示した。

4. 防音壁の概要

(1) 変圧器の仕様と騒音レベル

ある配電用屋外変電所の既設変圧器3台の内の1台に防音壁を設置した。当該変圧器は、昭和47年3月に高岳製作所で製造した、周波数50Hz、容量15,000KVAの油入自冷式で、寸法は巾3.5m、長さ7.2m、高さ3.7mである。

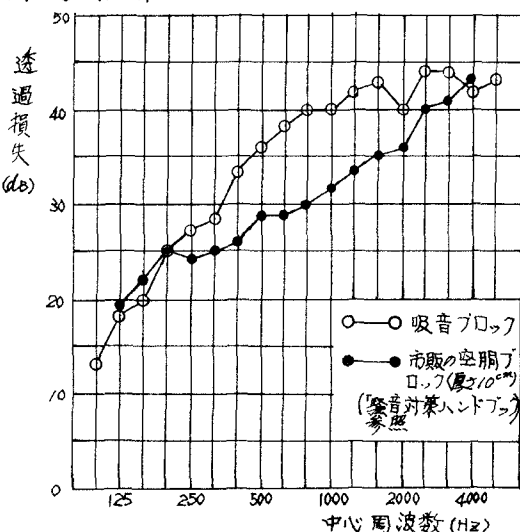


図-3 透過損失測定結果

(2) 防音壁の構造

図-4および写真-2に示すように、上面開放の四方囲壁で内法寸法は縦9.3m、横6.0m、高さ4.7mである。吸音ブロッックを使用した吸音面積は約115m²である。基礎は鉄筋コンクリートによる連続フーチング基礎で、骨組にはH形鋼および山形鋼を使用した。(写真-2)ブロッックの接合には、セメント：細骨材＝1：2のモルタルを使用した。鉄筋は鉄筋のみ使用し、鉄筋の上端は天端梁に溶接した。出入口2ヶ所には、幅1.0m、高さ1.75m、厚さ20mmの鋼製扉を設置した。横方向の1壁面には、換気用に下3段のみ、吸音ブロッックと同一外形のホーローコンクリートブロッックを約3m²設置したが、この開口部からの音の漏洩を防止するため、40cm離して高さ1.2mの2次防音壁を、吸音ブロッックを使用し、設置した。

5. 防音効果

防音壁の防音効果を確認するため、設置前後に、変圧器の騒音レベル、防音壁内外の騒音レベルと周波数特性、変圧器騒音の距離減衰特性に関する諸測定を行った。

各測定は地上高さ1.2mの位置および境界塀(高さ1.7m)の天端より0.3m上の位置で行なう。変圧器の運転を全部停止することができないため、当該変圧器のみ運転した状態において、設置前後の騒音を測定した。従って正確な暗騒音は測定不能であるから、暗騒音による測定値の補正はしなかった。

(1) 変圧器の騒音レベル

防音壁設置前後に、変圧器の表面より0.3m離れた位置において、変圧器の周囲24ヶ所の騒音を測定した平均値は、設置前の56.6

ホン(A特性)、72.0ホン(C特性)に対し、設置後は57.7ホン(A)、73.2ホン(C)となり、それぞれ設置後の方が1.1ホン(A)、1.2ホン(C)高くなっている。これは防音壁の反射音の影響によるものと思われる。また図-4に示すの点における設置前後の周波数特性は図-5に示すように、設置後にあって100Hzまでは差異が認められないが、200Hzでは9dB上昇している。

(2) 防音壁内外の騒音レベルと周波数特性

図-4に示すの、②点における防音壁設置後の騒音レベルと周波数特性については、騒音レベルは約55

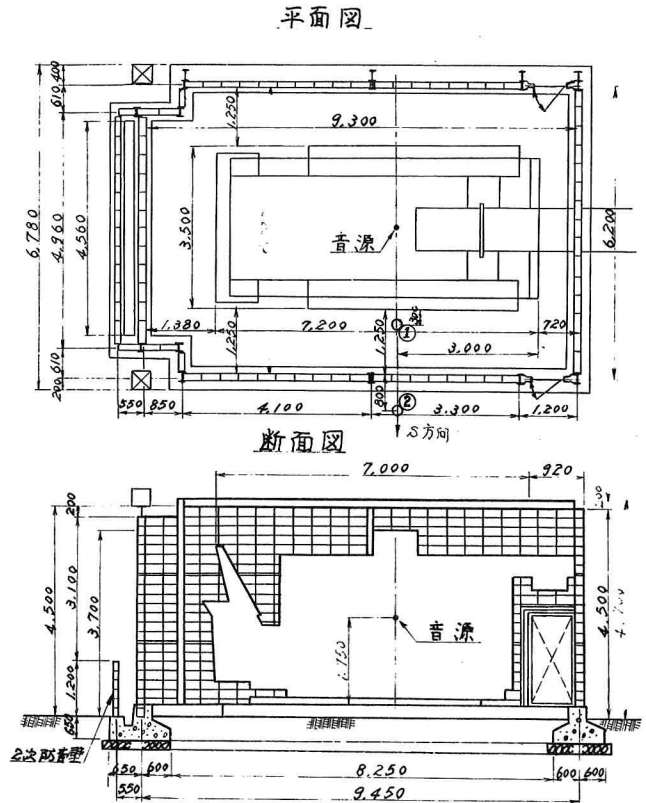


図-4 防音壁設置図(単位:m)

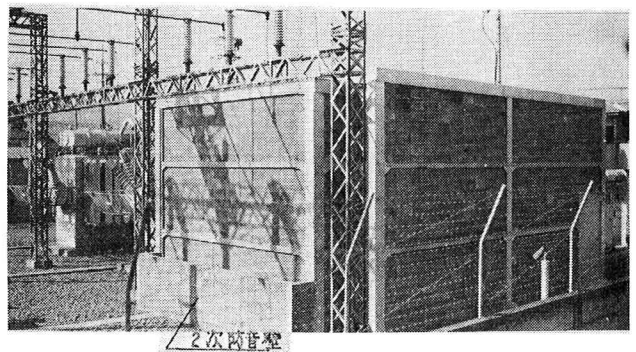


写真-2 防音壁の外観

55ホン(A)、71.5ホン(C)。②点では42.5ホン(A)、55.5ホン(C)であり、②点の方か13ホン(A)、16ホン(C)低下している。また②点における設置前の騒音レベルは、55.5ホン(A)、74.0ホン(C)であり(A)、(C)特性の差が18.5ホンであり、設置後のそれの13ホンより大きいことから、低周波数音域の吸音効果があるものと思われる。

周波数分析結果では図-5に示すように、②点では100、200Hzのピークが消え①点より100Hzで28dB、200Hzで25dB低下している。

(3) 音源から離れた点の距離減衰特性
当該変圧器の騒音の影響が卓越し、変電機器類の障害物のないS方向(図-4)の境界線での測定結果について、計算値と対比しながら考察してみる。

その結果を図-6に示すが、①点と受音点Pとの音圧レベル差は防音壁設置前は6dB、設置後は19dBがある。計算値は周波数100Hzについてのみ行なったが、実測値と理論値はほぼ一致している。

6 あとひき

同様な防音壁を数ヶ所の配電用屋外変電所に使用して、いずれも減音効果のあることを確認したが、屋外変電所の変圧器に使用する場合、変圧器の上面が空いているので一般に防音壁を廻折する音が大きく吸音ブロックの効果が十分発揮できない。しかし、屋内変電所のように開口部がなく壁面の反射によって音圧レベルが上昇する傾向の強い個所には、一層の効果も期待されると思われる。

なお今回の報告では一つの実測結果に過ぎないが、今後測定資料を増やし、一層吸音特性の解析精度を上げるとともに、吸音材料の組合せ等により300～500Hzの減音についても検討を進めたい。

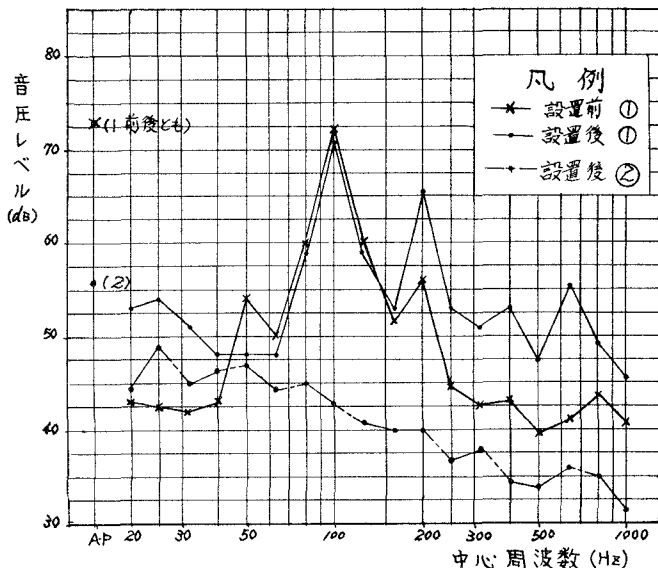


図-5 周波数特性

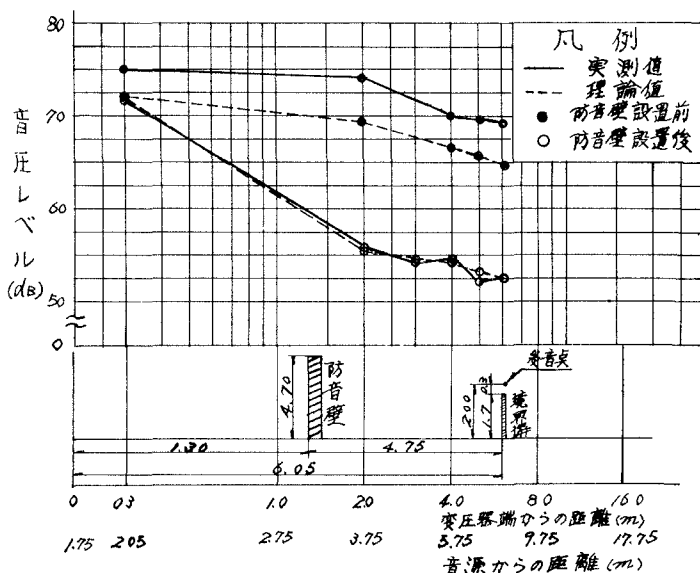


図-6 防音壁設置前後の距離減衰特性