

既設火力発電所騒音対策例

真藤利孝 三宅哲生
平野 滋 縄岡 好人

Noise Control of an Existing Steam Power Station

Toshitaka Shindo Tetsuo Miyake
Shigeru Hirano Yoshito Nawaoka

Abstract

This report discusses controlling of noise from the power generation turbine house of an existing steam power station. The plan for noise control called for bringing the noise level to below 40 dBA at a certain point A, but since the cost of doing so in one step would be extremely great, it was decided to achieve the object in several steps in accordance with the owner's wishes. The estimated noise level at point A resulting from each step was tabulated and although it seemed that the costs of the early steps were wasted in view of relatively small declines in noise levels, it was found that the effects progressively came to be felt with the full effect becoming apparent on completion of all steps.

概要

某火力発電所から発生する騒音が周辺地域で問題になっている。今回はその内の発電用タービン建家の騒音対策を検討した。まず現地で現状の騒音レベルを測定した。タービン建家からの影響は騒音レベル算定位置A点で57ホンと推定された。対策案はタービン建家からの影響がA点で40ホン以下になる様検討したが一度にその対策を行うのは費用の面も大変なので施主側の要望により何段階かに分けて行うことになった。

各段階での対策範囲とA点での推定騒音レベルの関係を表により示した。初期段階の対策では騒音レベルはあまり低下せずその費用は当初無駄にみえるがその効果は対策をすべて行って初めて出るものだということが分る。

1. 序

某火力発電所タービン建家の騒音対策を検討するにあたり、まず、現地にてタービン建家内外、当発電所敷地外の音圧レベルを測定した。

検討は下記の事項について行った。

- (1) 現地での測定結果より当発電所からの騒音レベルの常時監視点（A点 GL+1.5m）における騒音レベルに対するタービン建家並びにトランスからの影響分とボイラー並びに煙突からの影響分について検討する。
- (2) A点におけるタービン建家からの騒音レベルを40ホン以下とする対策を検討する。

2. 測定

2.1. 測定日、測定場所、測定方法

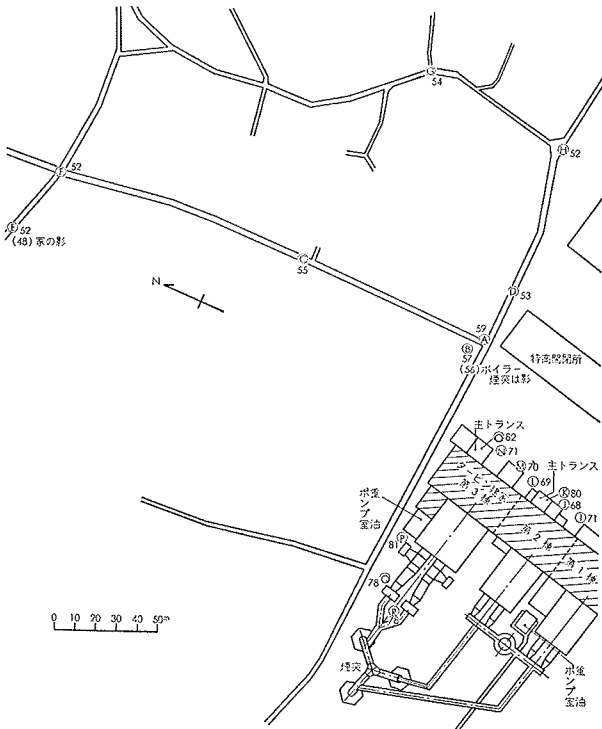
本測定は、昭和50年10月21日、某火力発電所において行った。測定方法はB&K社精密騒音計により各点の音圧レベルを直読する方法を用いた。

2.2. 測定点、測定結果

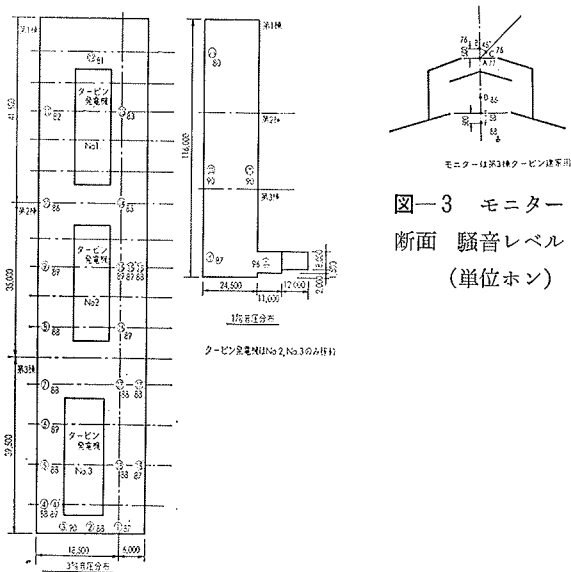
図一に発電所敷地外とタービン建家まわりの測定点並びに各点の騒音レベル測定結果を示す。なお主トランス（測定点K、O）は、防音塀で囲まれており、他のトランスは、両側のみ防音塀がある。

図二に、タービン建家内の測定点、並びに騒音レベル測定結果を示す。

図一3に、タービン建家のモニターの断面測定点、並びに騒音レベル測定結果を示す。



図一1 発電所敷地外及びタービン建家まわりの測定点と騒音レベル測定結果(単位ホン)



図一2 タービン建家内騒音レベル(単位ホン)

A特性レベル以外の測定結果は省略する。

騒音レベル算定位置については、図一1のA点(G L+1.5m)が当発電所の騒音レベルを常時監視する点であるので、これを騒音レベル算定位置とした。

3. 現状でのA点におけるタービン建家並びにトランスからの騒音レベルの推定

A点における騒音レベルに対するタービン建家とトランスからの影響分とボイラー、煙突等からの影響分の割合は、前述した測定結果からは不明である。

従って、タービン建家とトランスからの影響分を、計算により推定し、測定結果と対応させてみたので、これについて以下に述べる。

3.1. 壁面入射音圧レベル

壁面入射音圧レベルは、タービン建家内壁面の音圧レベルから、3dB減じたものとした。壁面前音圧レベルは、各棟毎に考え、各周波数毎に最も高いものをとった。モニターからの透過音圧レベルは、図一3の測定点A~Cのうち、各周波数毎にレベルの高いものをとった。表一1に、各面入射音圧レベルとモニターからの透過音圧レベルを示す。

周波数 (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K
No.3北壁 3FL	85	85	83	82	80	78	74
No.3東壁 3FL	89	86	84	83	80	78	74
No.3東壁 1FL	81	82	84	83	78	76	70
No.2東壁 3FL	82	90	84	86	81	77	73
No.2東壁 1FL	79	84	84	86	83	79	74
No.1東壁 3FL	76	74	76	76	73	70	66
No.1東壁 1FL	70	76	75	75	72	70	65
モニター	76	74	78	77	71	68	66

表一1 壁面入射音圧レベル

3.2. タービン建家からの騒音レベル

タービン建家からの騒音レベルを求めるにあたって、建家各部の透過損失は、次の様に推定した。

1. 壁面の透過損失は、小波スレート厚さ 6.3mm と同等の透過損失とする。
2. 窓の透過損失は、施主提出資料より推定した。

表一2に、壁面、窓の透過損失の、周波数特性を示す。

周波数 (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K
スレート透過損失	13	15	19	21	23	20	22
窓	5	5	12	15	17	17	20

表一2 各部透過損失 (dB)

モニターからの騒音レベルは、開口面の法線に対し90°方向の指向性を-7dBとして求めた。

3.3. トランスからの騒音レベル

トランスからの騒音レベルを求めるにあたって、トランスの防音塀の効果と、タービン建家、東壁面の反射の影響が計算では、推定し難いので、模型実験により減衰値を求めた。模型実験は、第3棟タービン建家の主トランスについて行ったが、この詳細については

付参照。

トランスからA点までの減衰量は、模型実験でのトランス防音塀開口面から、A点までの減衰量(35dB)とした。

3.4. 現状でのA点におけるタービン建家並びにトランスからの騒音レベルの推定

現状でのA点におけるタービン建家、並びにトランスからの騒音レベルの推定値は、表一3より57.5ホンである。この数値は、B点で煙突、ボイラーを工事事務所でかくした場合の測定結果56ホンにほぼ等しい。これは、これまでの騒音レベル推定の計算過程の正当さを示しているといえよう。

又、A点での測定結果は、59ホンであったので、従って、煙突とボイラーからのA点での騒音レベルは、56ホン程度と推定される。

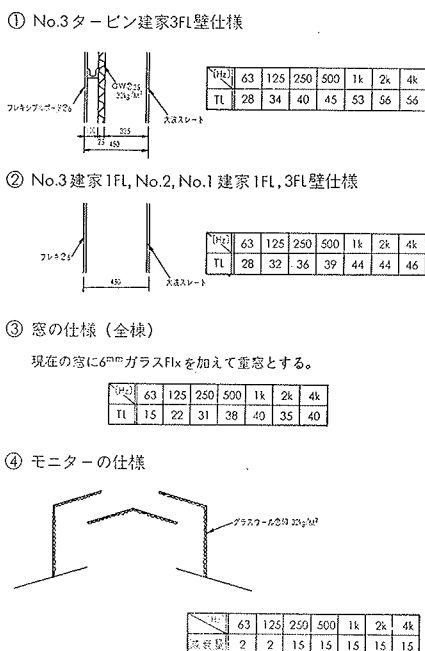
4. 対策

4.1. 目標騒音レベル

現在、当発電所の許容騒音レベルの協定は、敷地境界における単体からの騒音レベル値が、昼間50ホン、夜間45ホンであるが、将来、発電所全体からの騒音レベルを考える時の為に、A点におけるタービン建家からの騒音レベルを40ホン以下とすることにした。

4.2. タービン建家の仕様

タービン建家からの騒音レベルがA点で40ホン以下となる様、検討した結果、図一4の仕様が得策と思われる。



図一4 各部対策仕様

5. 対策後のA点での騒音レベルの推定

5.1. タービン建家第3棟3階壁面のみを対策した場合

タービン建家第3棟3階壁面のみを対策した場合のA点でのタービン建家からの騒音レベルを表一3に従って求めると55ホンである。

但し、第1棟の入射音圧レベルは、測定日にNo.1タービンが作動していなかったため、第2棟の入射音圧レベルと同等とした。

又、トランスからの騒音レベルは、49ホンと推定される。

一方、煙突とボイラー等からの騒音レベルは3~4で述べた様に、56ホンと推定されるので、タービン建家、トランスからの影響を合せて、A点での騒音レベルは、59ホンと推定される。

5.2. タービン建家全体を対策した場合

タービン建家全体を、4-2に示した仕様とした場合の、A点におけるタービン建家からの騒音レベルは表一3に従い求めると、40ホンと推定される。

また、トランスからの騒音レベルは、49ホンと推定され、煙突、ボイラー等からの騒音レベルは、56ホンと推定されるので、A点での全体からの騒音レベルは57ホンになると思われる。

標号	対策場所	現状	第3棟 3FL壁	第3棟 3,1FL壁	第3棟 3,1FL壁 モニター	第3棟 第2棟	タービン 建家 全棟
タービン 建家	北壁 3FL壁	39.5	15.0	15.0	15.0	15.0	11.0
	" " 窓	38.0	19.0	19.0	19.0	19.0	11.0
	東壁 3FL壁	50.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
	" " 窓	50.5	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
	" 1FL壁	39.5	39.5	21.5	21.5	21.5	21.5
	" " 窓	41.5	41.5	22.5	22.5	22.5	22.5
	モニター	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0
	東壁 3FL壁	47.0	47.0	47.0	47.0	29.0	29.0
	" " 窓	48.0	48.0	48.0	48.0	29.5	29.5
	" 1FL壁	43.5	43.5	43.5	43.5	24.5	24.5
	" " 窓	34.5	34.5	34.5	34.5	14.0	14.0
	モニター	44.5	44.5	44.5	44.5	30.5	30.5
第一棟	東壁 3FL壁	34.5	43.5	43.5	43.5	43.5	25.5
	" " 窓	35.0	45.0	45.0	45.0	45.0	26.5
	" 1FL壁	32.0	41.5	41.5	41.5	41.5	22.5
	" " 窓	21.0	31.0	31.0	31.0	31.0	10.5
モニター	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	27.0	
トランス	主、所内トランス	47.0	47.0	47.0	47.0	47.0	47.0
	起動 " "	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
	主 " "	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
	所内 " "	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
第一棟	主 " "	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
	所内 " "	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
タービン建家からの騒音レベル		57.0	55.0	54.5	53.5	50.0	40.0
トランス " " "		49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
タービン建家、トランス " " "		57.5	56.0	55.5	55.0	52.5	49.5

表一3 A点における騒音レベル(ホン)

表一3の製作過程を説明する。表一3の内、現状での北壁からの騒音レベルを例にとる。計算過程は、表一4参照。壁面入射音圧レベルからその面の透過損失と距離減衰を引き、さらにA特性補正をして、A特性オクターブバンドレベルを求め、それをdB加算したものが、A特性騒音レベルである。

表一4と同様な計算をして、各面からの影響を求め表一3が出来る。

	周波数 (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	
I	入射音圧レベル(dB)	85	85	83	82	80	78	74	表一1参照
II	透過損失 (スレート) (dB)	13	15	19	21	23	20	22	表一2参照
III	距離減衰 (dB)	25	25	25	25	25	25	25	
IV	A特性補正 (dB)	-26	-16	-8	-3	0	+1	+1	
V	A特性レベル (dBA)	21	29	31	33	32	34	28	I - II - III + IV
VI	騒音レベル (ホン)	39.5							VをDB加算

表一4 計算例 現状の北壁面からの騒音レベル

6. 結び

今回、5つの対策案を検討したが、現状と各々の対策後のA点における騒音レベルの成分を表一5に示す。

No.	騒音源 対策場所	タービン建家	トランス	煙突 ボイラー等	全体
対-1	第3棟 3FL 北, 東壁	55	49	56	59
対-2	対-1に第3棟1FL東壁を含	54.5	49	56	59
対-3	対-2に第3棟モニターを含	53.5	49	56	58.5
対-4	第3棟, 第2棟 全体	50	49	56	57.5
対-5	タービン建家全棟	40	49	56	57
	現 状	57	49	56	59.5

表一5 まとめ

タービン建家からの騒音に注目する。現在(対策前)A点に対する騒音レベルは57ホン。しかし3棟のうちもっとも影響の大きな第3棟を対策しても53.5ホン、さらに第3棟、第2棟を対策しても50ホンと騒音レベルは、少しずつ低下するに過ぎず、対策した効果はあまりない様に思われる。だが、さらに第1棟を対策すると、この時はじめて第3棟、第2棟を対策した効果が生きてきて、騒音レベルは、40ホンと急激に低下する。

同様なことは、発電所全体の中のタービン建家についてもいえる。タービン建家を対策しても、A点の騒音レベルは59.5ホンから57ホンになるに過ぎない。タービン建家を対策した効果は、他の音源の対策も行われてはじめて生きてくると思われる。

付 トランスに関する模型実験について

付一1 模型実験の目的

現在、トランスは防音塀で囲まれており、又、背面には高い建家の壁がある。従って、A点でのレベルに

対するトランスからの影響分が、計算では推定し難いので、模型実験により、これを推定する。

付一2 相似則

実験は、第3棟主トランスの1/16スケールモデルについて行った。

模型実験の相似則には、一般に4つの条件が必要とされており、これについて以下に述べるが、模型をM、実物をRで表わすものとする。

・長さ

$$L_R/L_M=16 \quad (Lは長さを表わす)$$

・周波数

$$f_M/f_R=16 \quad (fは周波数を表わす)$$

第3棟主トランスのA特性レベルの主成分は、測定結果より、250~1kHzであることがわかっているので、実験は4kHz、8kHz、16kHz(実物250Hz、500Hz、1kHzに相当)について行った。

・吸音率

$$\alpha_{fM}=\alpha_{fR} \quad (\alphaは吸音率を表わす)$$

実物の防音塀には、グラスウール0mm、32kg/m³が内貼りしてあり、模型用吸音材を検討した結果、ウレタン30mmが適していると思われる。

実物	周波数 (Hz)	250	500	1K
	グラスウール [®] 50 32kg/m ³		0.54	0.81
模型	周波数 (Hz)	4K	8K	16K
	ウレタン [®] 30		0.56	0.75

表一6 吸音率の対応

・空気吸収

$$(m_M)f_M=(m_R)f_R$$

(mは空気吸収による減衰率を表す)

空気吸収については16kHzでの減衰値が、トランス開口と受音点との距離で1dB程度であり、今回は無視する。

付一3 測定方法

測定は、図一5の測定系統ブロック図に従い、各点の音圧レベルを讀取った。

トランスの模型の状態は、写真一1~3に示す。

付一4 測定結果

付一4-1 音源回り測定結果

音源は、スピーカー4個にアルミ箱をかぶせたものを用いた。(写真一2,3参照)

音源各面の面から50cmの点のレベル差は4kHz、8kHz、16kHz共に±2dBにおさまっている。

付一4-2 模型実験結果

トランス防音塀内のGL+10cmで4点、開口面で

6点、A点で高さ方向に12点の測定点を取り、各点の音圧レベルを測定した。

トランス防音壁内と、開口面の音圧レベルは、各々4点と6点の平均とした。

図-6, 7に測定結果を示す。

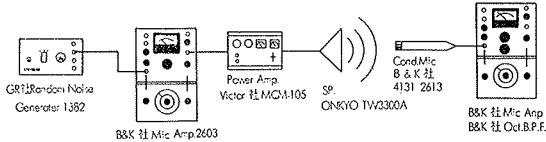


図-5 測定系統ブロック図

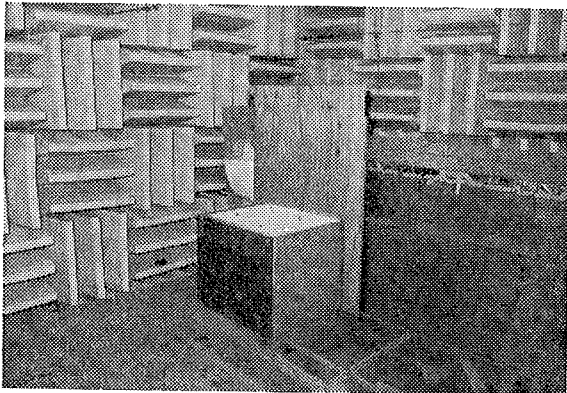


写真-1 模型全体

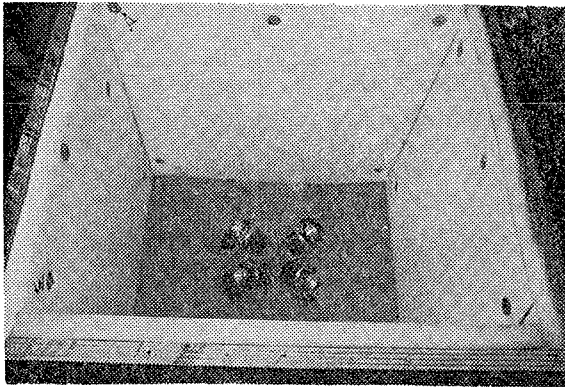


写真-2 スピーカー配置

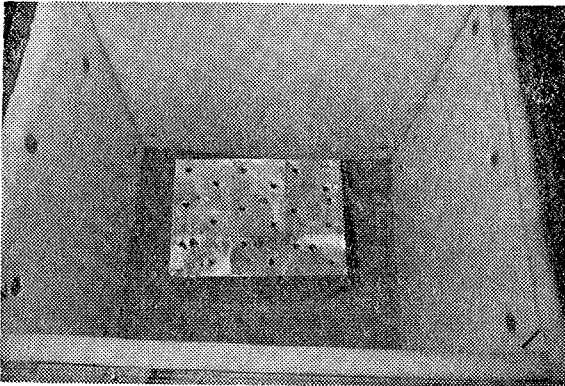


写真-3 音源

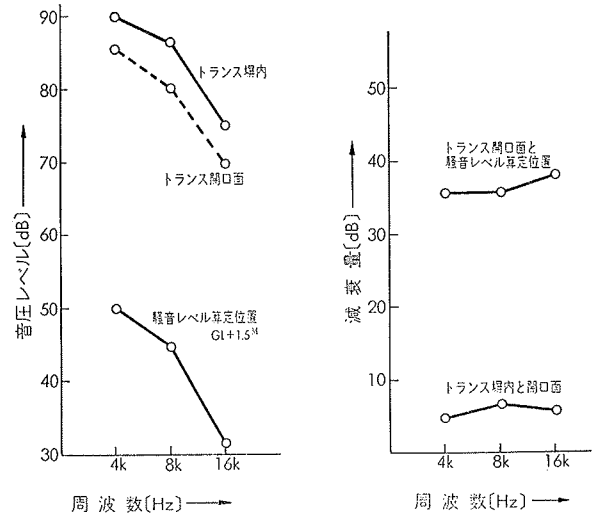


図-6 各点の音圧レベル

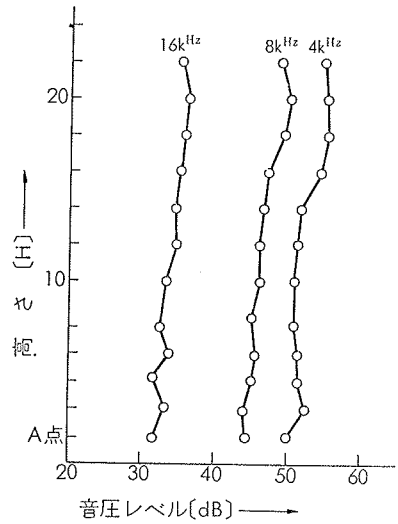


図-7 A点における高さ方向の音圧分布