

超音波式方向探知機の特性について (第2報)

木 内 孝 文*
 山 田 捷 人*
 高 本 清 紀*

1. はじめに

本研究の必要性および超音波方向探知機の構成ならびに原理は、昭和42年2月消防科学研究所報第4号において第1報として述べたところであるが、今回はそこで得られた基礎資料に基づき、主として超音波の伝播特性について研究した。

なお第1報と重複するものであるが、今回使用した機器には前回のものに較べ若干の変更があるので、参考までにその概要と電気的特性について記した。

2. 方向探知機の概要

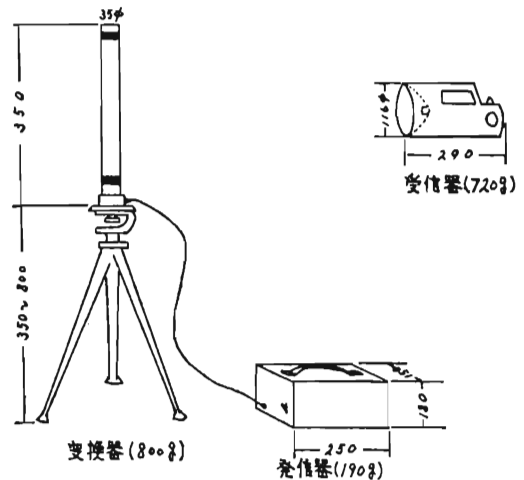
この方向探知機は超音波送信器、変換器ならびに受信器から構成され、煙の充満した室内等に進入する場合、出入口付近に送信器を設置し、超音波信号を発信し、受信器でそれを受信しながら進入し、その方向を確認するものであるが、その概略構成は第1図のとおりである。

(1) 電気的特性

ア 発信器

発信周波数	30KHz
尖頭出力	1kW
トリガパルス繰返し周波数	10PPS (10Hz)
出力インピーダンス	変換器と整合
電源	AC100V 両用 DC 24V

第1図 超音波式方向探知機概要図



イ 受信器

利得	90dB
音声出力	0.1W
電源	DC12V

3. 方向探知機の各特性試験

(1) 空気中の減衰特性

受信距離0(m)の場合の受信利得を0とした場合の距離に対する減衰特性、すなわち-d b特性は第1表に示すとおりである。

第1表 空気中における伝播減衰

距離(m)	2	4	6	8	10	12	14	16
利得								
-d b	-14.0	-20.0	-23.0	-25.0	-26.0	-28.0	-29.5	-30.5

ビニール製実験室内における伝播減衰 (Cs=0)

距離(m)	2	4	6	8	10	12	14	16
利得								
-d b	-6.0	-12.0	-15.5	-17.5	-20.0	-24.0	-26.0	-30.0

* 第一研究室

(2) 煙中の減衰特性

間口、 2×2 (m²)、奥行18(m)のビニール製の実験室を設け、室内で杉の気乾材および発煙筒を燃焼させ煙を充滿し、それぞれの煙質の濃度別に減衰特性試験

を行なった。

なお、煙濃度は減光係数法により測定し、実験室内は扇風機により煙濃度を均一化し、室内の中央部床上1.6mの煙を吸引ポンプにより吸引し測定した。

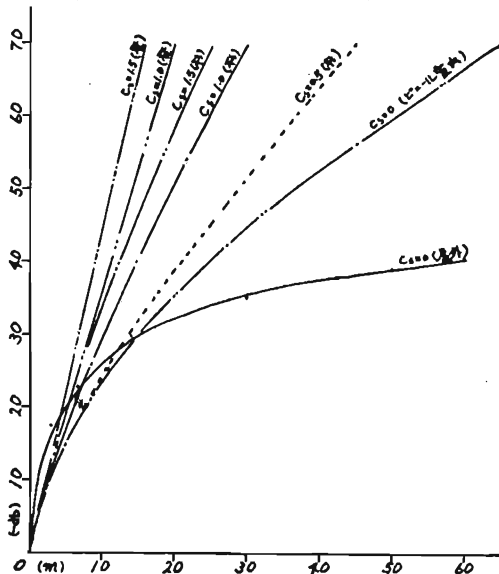
第2表 煙中(杉の気乾材)の伝播減衰

種別	距離(m) 利得	2	4	6	8	10	12	14	16
		C _s =0.5	- d b	- 6.0	-12.0	-15.5	-17.5	-20.0	-24.0
C _s =1.0	- d b	- 6.0	-12.0	-15.6	-17.5	-20.0	-26.0	-	-
C _s =1.5	- d b	-12.0	-15.5	-20.0	-26.0	-30.0	-	-	-

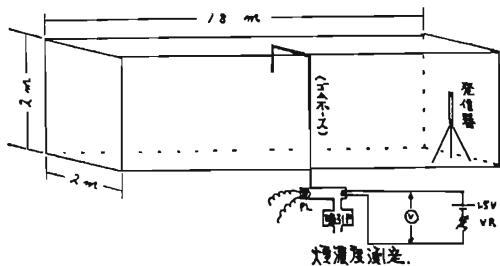
第3表 煙中(発煙筒)の伝播減衰

種別	距離(m) 利得	2	4	6	8	10	12	14	16
		C _s =0.5	- d b	- 8.0	-12.0	-17.0	-22.0	-28.0	-
C _s =1.0	- d b	- 9.0	-15.0	-20.0	-26.0	-32.0	-	-	-
C _s =1.5	- d b	-12.0	-17.0	-24.0	-30.0	-	-	-	-

第2図 煙濃度別による超音波減衰図



第3図 煙濃度別による超音波減衰実験 (ビニールハウス概要図)



(3) 屋内の減衰特性

ア 直角1回屈折

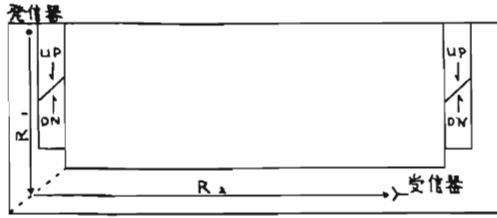
下図に示すような耐火建物の一般通路において屈折試験を行なった結果は次のとおりである。

第4表 屋内直角1回屈折特性

R ₁ (m)	R ₂ (m)	R ₁ +R ₂ (m)	K
0	50.0	50.0	1.00
1	40.0	41.0	0.82
2	35.0	37.0	0.74
3	34.5	37.5	0.75
4	33.0	37.0	0.74
5	32.0	37.0	0.74
6	30.0	36.0	0.72
7	29.0	36.0	0.72
8	27.0	35.0	0.70
9	25.5	34.5	0.69

K : R₁=0の場合の到達距離を1とした場合の各減衰常数

第4図 屋内1回屈折(L型)



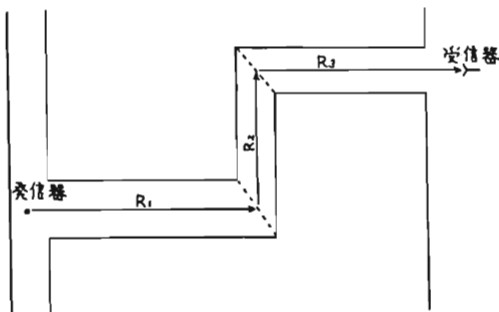
イ 直角2回屈折

3の(3)のアと同様な方法で $R_1+R_2+R_3$ における減衰を求めた。

第5表 屋内直角回屈折特性

$R_1(m)$	$R_2(m)$	$R_3(m)$	$R_1+R_2+R_3(m)$	K
0	7.4	—	—	—
1	"	21.0	29.4	0.588
2	"	18.0	27.4	0.548
3	"	17.5	27.9	0.558
4	"	17.0	28.4	0.568
5	"	16.5	28.9	0.578
6	"	16.0	29.4	0.588
7	"	15.0	29.4	0.588
8	"	14.0	29.4	0.588
9	"	13.0	29.4	0.588
10	"	12.0	29.4	0.588

第5図 屋内2回屈折(クランク型)



(4) 指向特性

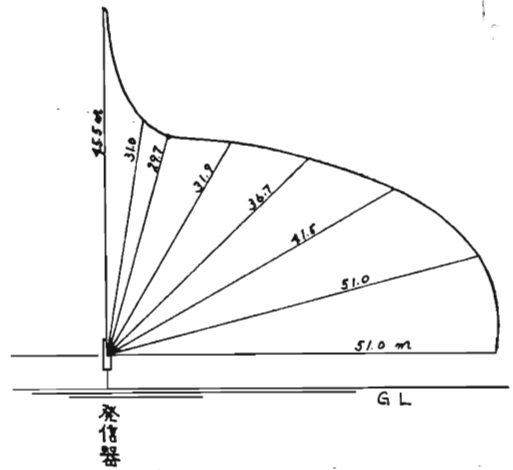
送信器の指向特性ならびに受信器の指向特性試験の結果を第6図, 第7図に示す。

(5) 電池電圧の経時変化に伴う受信性能試験

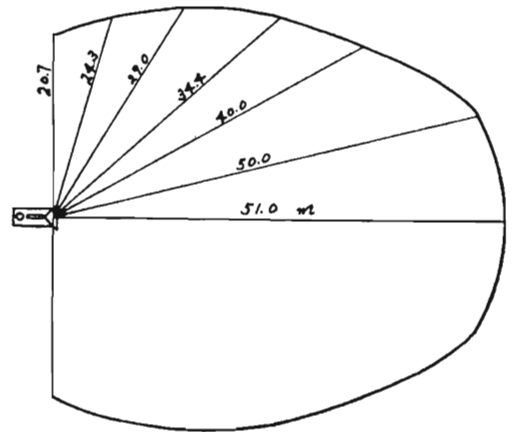
電池の完全充電時から, 連続的に発信される超音波を受信させ受信性能の経時変化をみる。

性能の変化は可聴音波の受信距離の変化のみた。

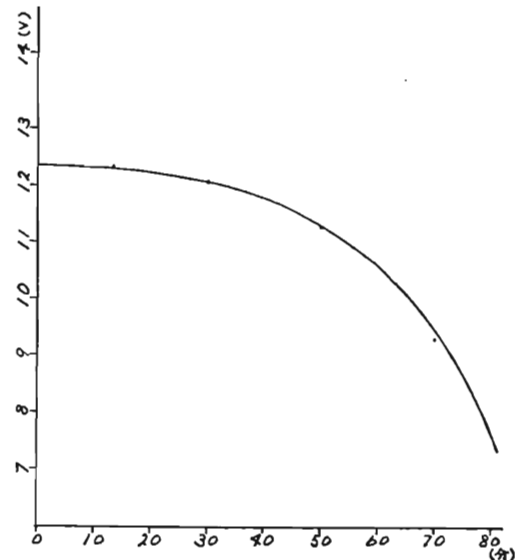
第6図 送信器の指向性



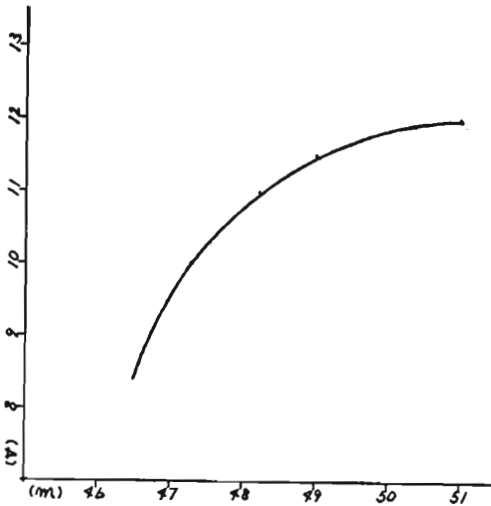
第7図 受信器の指向性



第8図 電池の消耗実験



第9図 電圧降下による受信距離



4. 考 察

(1) 空気中および煙中の超音波減衰

空気中における超音波減衰は第2図に示すとおりであり、発信器より50mの位置では屋外の場合-40dbであり、ビニール製実験室内においては-60dbとなる。

つまり-d b減衰は屋外の1/2程度多くなる。

実火災で使用する場合と同一状態つまり受信器で超音波信号を受信し人の耳で聞き取り受信距離を測定した場合屋外では51mであり屋内の場合50mであった。超音波信号を受信器で探知するかぎり建物の内外での差はあまりみられないようである。

受信器は-90dbまで受信能力があるがこのときの受信音は人の耳にはほとんど感じられず30%程度の安全率を見込み-60dbとした場合、煙中での受信距離は次のとおりとなる。

○杉の気乾材の煙中では、

$C_s=0.5$ (見透し距離5m) の場合の受信距離…45m

$C_s=1.0$ (見透し距離2.5m) の場合の受信距離…30m

$C_s=1.5$ (見透し距離1.5m) の場合の受信距離…25m

○発煙筒の煙中においては、

$C_s=0.5$ (見透し距離5m) の場合の受信距離…25m

$C_s=1.0$ (見透し距離2.5m) の場合の受信距離20m

$C_s=1.5$ (見透し距離1.5m) の場合の受信距離17m

このことから次のことがうかがわれる。

発煙筒による煙は杉の気乾材の燃焼の煙に比べ超音波の減衰が大きい、

煙濃度が大きいほど、また重い煙ほど超音波の減衰が大きい。

(2) 耐火建物一般通路における超音波の減衰について

直角1回屈折の場合、発信器が屈折位置から遠ざかるに従ってわずかではあるが超音波信号の到達距離は減少する。

方向探知機の超音波が建物の壁体などにより反射または吸収された超音波信号の到達距離は屈折のないときの減少率を $K=1$ と表わした場合、屈折位置に対する減衰率は第4表ようになる。

超音波信号の到達距離が最も減少する位置は、発信器が屈折位置から15m前後のときであり $K=0.64$ となる。

また直角2回屈折の場合の減少率は $K=0.588$ でありこの値はほぼ一定している。

当然屈折回数が多くなるほどその到達距離は減少する。

(3) 方向探知機の指向性について

送信器の指向性については第6図に示すとおりであり、超音波の伝播は水平方向に対し最も強く、上部へ行くにしたがい弱くなる、もっとも弱くなる75度の位置では29.7mであり水平方向に対して40%程度低下する。

これは発信器の形状によるものであり無指向性にするのは容易と思われる。

また受信器については第7図に示すように受信器の前面15度の範囲が最も強く側面に行くに従い受信能力は極度に低下する、受信器の指向特性をさらに鋭敏にするには受信子と前面の集音板によりその目的を達せられるものと思われる。

(4) 電源電圧の低下と受信能力について

受信器の使用時間と電池の消耗に伴う受信距離については第9図に示すとおりであり、また第8図の電池の消耗とそれともなう時間において電源電圧が9.5Vに低下すると光信号は消滅する(発信器から2mの位置において)これは完全充電のとき32.1m(屋外において約-38db)の位置で受信するに相当する。

電池の低下と受信距離については9.5Vまでを一応電池の充電可能範囲と考えた場合、連続受信の状態では70分程度使用ができ、そのときの受信距離は46.5m程度であり完全充電における受信距離のわずか6%程度の減少である。

煙中においての人命けん索とその救助にはまず十分な時間であると思える。

5. む す び

この超音波方向探知機は長時間の使用に耐え受信距離も長く有効であるが濃煙中における受信距離に多少の不安も残る、この超音波方向探知機はまだ完全なも

のではなく以後さらに煙中での受信距離の延長あるいは屋内における音波の屈折による減衰，さらに発信器の無指向性，受信器の小型化と指向性等の問題につい

てさらに研究を進め消防器機として完全なものとした

い。