

火薬類の爆発による音響および地盤の振動

立命館大学理工学部

大阪産業大学工学部

立命館大学理工学部

正員 畠山 直隆

正員 芹生 正己

正員 〇小 出 忠男

多量の火薬類の爆発に際して、その音響と地盤の振動について測定した報告は少ないように思われるが、覆土式、地中式火薬庫および地上の火薬類爆発実験に参加し、その音響および地盤の振動を計る機会を得たので、その測定結果について報告することにした。

[1] 測定概要。①測定地実の概略；図-1、図-2に示した。

②測定器具および測定方法；爆発音測定には指示騒音計(SL-16型、OS-108型各1台)、テープレコーダー(777型、362-B型；アダプター、増幅器付)、を使用し、これら受音のためのマイクロフォンは三脚上(地上約1m)に設置した。指示騒音計の出力は電磁オシログラフ(ガルバーの固有振動数は300%)を用いて記録し、テープレコーダーによるものは磁気テープに一旦録音し、実験終了後電磁オシログラフにより再生して解析に供した。地盤の振動測定には動線輪型微動計(固有振動数2%)上下動5台、水平動6台、HS-1型振動計(固有振動数7%)5台を、図-1中に示す位置に設置し、これらは地中に埋込んだ。記録装置はそれぞれFR101型ビジグラフ(ガルバーの固有振動数15%)、TRR-1型増幅器とFR-102型ビジグラフ(ガルバーの固有振動数300%)を用いた。

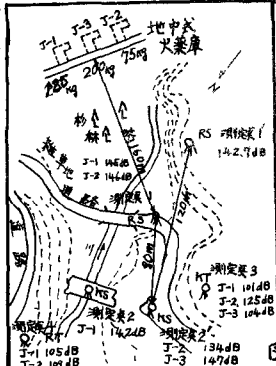
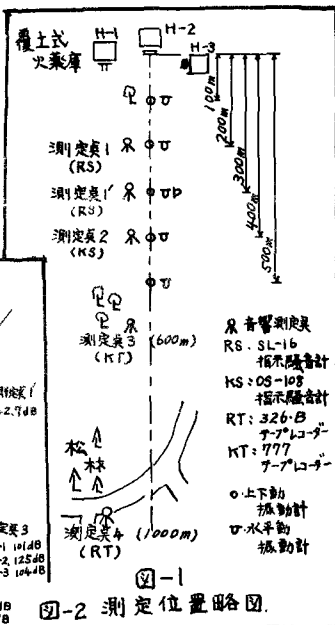


図-2 測定位置略図

[2] 測定結果 i)爆発音の音圧測定；

測定記録による爆発音の主要周波数は70~100%であった。音圧と音の強さのレベル5(dB)との間には次式に示す関係がある。

$$S = 20 \log_{10} \frac{P}{2 \times 10^{-4}} \text{ (dB)}; P; \text{音圧の実効値} (\mu\text{bar})$$

さらに純音について振動数と音圧レベル(dB)、音の大きさのレベル(phon)の関係を求めたFletcher Mungarの聴感曲線がある。

測定記録の圧力振幅は指示騒音計を用いて純音(1000%)によって校正し、さらにFletcher Mungarの聴感曲線を用いて、各記録の主要振動数より音圧レベルに値したことを各実験種目について表に示す。

ii)地盤の振動測定；HS-1型振動計により伝播する縦波の位相速度と走時の関係を図示すると図-3のようになる。この図によると距離340mの位置で位相走時曲線

実験番号	爆発法	火薬量 kg	測定結果				
			測定点1 音圧(dB)	測定点2 音圧(dB)	測定点3 音圧(dB)	測定点4 音圧(dB)	測定点5 音圧(dB)
H-1	地上覆土式火薬庫	250				103.3	
H-2	"	125	148.2		141.0	126.4	117.0
H-3	"	500		142.8	135.8	121.4	116.0
F-1	17m 地上箱を積重ねる	1000		153.4	149.8	(2.2km) → 105.3	
F-2	1,225ton "	1225		149.9	142.4	(3km) → 113.9	
A-1	3号玉 10g, 5号玉 15g 台上げ				104.0	89.3	
A-2	5号玉 10g, 10号玉 35g 炎付				125.1	83.5	
B-3	割り火薬	100	100		105.2		
B-8	割り火薬	30	119		103.4	100.3	
B-9	屋	100	121.4		110.2		
C-4	マア本屋 KCL% 主射	30	128.7		120.2		
D-2	ダイナマイト (新桐)	5	135.4		122.1	102.5	
D-3	マア本屋 KCL% 主射	5	132.5		111.1	101.7	
E-3	銃用雷管 67g					126.5	
E-4	" 103g				143.8		117.7
E-5	" 167g 炎付に改				142.3	127.4	119.8
J-1	地中式火薬庫	125	145		142	101	105
J-2	"	75		142.7	134	125	109
J-3	"	200	146.2		147	104	

が折れ曲がり、それぞれの見掛けの速度は1430%, 2000%となる。動線輪型微動計によって測定した距離による振幅の減衰は音の伝わる波の波形が乱されるので最大振幅を示すはずの表面波を明確に知ることができなかったが、初動から音の影響を含まない波形までの最大全振幅をとったときの減衰の様子と初動と次の波動までの初動全振幅の減衰の例と実験種目F-2について図-4に示した。この図によると最大全振幅については水平動よりも上下動の方がはるかに振幅が大きい。また建設工事、特に杭打ちによる地盤の振動などとは比較にならない程大きい振幅で、300mの位置でも全振幅180 μ mを示すことが知られる。このときの波動の周期は最大全振幅については0.1~0.18程度で、初動では0.08~0.12程度である。さらに実験種目H-3の爆発の場合を図-5に示した、この場合は音の影響を含めて全記録中の最大全振幅について示したものであが、上下動と水平動の振幅は距離200m附近を除いて上下動の方が大きく、上下動は振幅がほとんど減衰しないことが知られる。

[3] 考察 i) 実測値について距離による減衰の程度を表すため、距離 d_1, d_2 の異なる音圧レベル L_1, L_2 の関係式を、 $L_2 = L_1 - 10n \log \frac{d_2}{d_1}$ (dB) とすると、F-1, F-2の爆発の場合の n の値はそれぞれ3.8, 3.2となり若干の例外を除いて大体乗算あるいは爆発力の大きさと逆に関係する値は小さくなっている。また一般の騒音に比して音圧レベルが基が大きい。これは記録の最大値の実効値を用いて計算したものであるが、爆発音の瞬間的に大きな値を示すものであり、定常的な騒音の場合とは同様な聴感を示すものでないようには思はれる。

ii) 動線輪型微動計による地盤の振動記録には爆発音で感じた大きな振幅が記録されておりこの爆発音の位相走時を図-6に示すと、爆発音の伝播速度は340~345%となる。計算上の音の伝播速度は341~342%となるが大體上記の値と一致する。

iii) 地盤の振動は $y = CW^a x^b$ の式にあてはめると $a = 0.61$, $b = 1.8$ になる。その振動は一般に杭の打込みによる地盤の振動と比すればかなり大である。

