

爆発音の測定 (第2報)*

澤田継男**・玉城眞吉**

爆発音の評価に関連し、音源の評価特性パラメーターを求めるため、高分解能信号分析器 B & K 2033 型を用い、音源として、ダイナマイト、電気雷管、ドライビイトにつき、音圧波形、周波数スペクトル等の解析を行い、略々その目的を達し得る見透しを得た。

1. 緒言

前報で爆発音の測定は、通常の定常変動騒音の場合に用いられる磁気録音再生による 1/3 Octave Band Pass Filter-Level Recorder 分析法では、音圧波形の頭打ち (Clip) 現象等を生じる可能性があり、オシロスコープを併用することが好ましいと述べた¹⁾²⁾。其の後検討した結果³⁾⁴⁾、音源として較正電圧矩形波 2,000 Hz を用い録音再生すると、直接観測した結果に比し、著しい音圧波形の劣化を認めた。爆発音についても音圧波形の何らかの影響があると思われたが、明らかにすることが出来なかった。

一方爆発音の周波数特性は、超低周波数から高周波数範囲に亘り、時間特性も高範囲である。

従ってこれらの諸問題を解決し評価特性パラメーターを得るため、高分解能信号分析器 (High Resolution Signal Analyser B & K Type 2033; 時間信号記録ズーム FFT) を用いて検討した結果、音圧波形、周波数スペクトル等幅広く精度よく詳細に観測し得る見透しを得たので、爆発音の測定に有効適切であり、所期の成果が期待出来るので報告する。

茲では、高分解能信号分析器を用い、前報で述べた各種代表音源例の測定解析結果との対比及び更に現場で直接測定解析を行った結果の一部を述べる。

尚持続時間等時間特性の長い爆発音の測定解析例については別に報告することとする。

2. 実験装置

通常の FFT (Fast Fourier Transformation) による周波数分析では、DC から所定の最高周波数に及ぶスペクトルが得られるが、高分解能信号分析器 (High

Resolution Signal Analyser B & K Type 2033; 時間信号記録ズーム FFT) では、特に 10K (10, 240個) サンプルの時間信号を分析処理する間保持出来るので、各周波数範囲のズーム変換を10回繰返すことにより、全体として 4,000 ライン (Channel) の非実時間 (Non real time) のスペクトル分析をデータのとりこぼしなく行うことが出来る。

又 2kHz 以下の実時間分析 (Real time analysis) も可能である。

従って爆発音の如き、非定常過渡現象の詳細な信号解析に本測定解析装置 (以下 HRSA B & K 2033 と略す) を用いると、有効適切な成果が期待出来る。

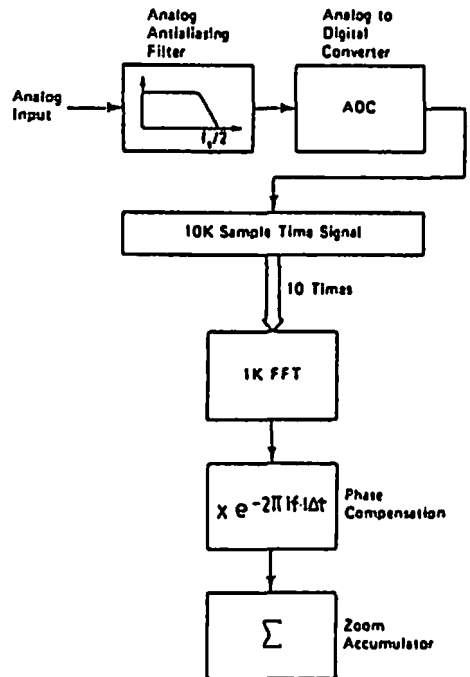


Fig. 1 Data flow of the B & K Type 2033 "High Resolution Signal Analyser".

昭和57年 8月16日受理

*爆発音の測定: 工火協誌, 42, 86 (1981) を第1報とする。

**近畿大学理工学部経営工学科
〒577 東大阪市小若江 3-4-1
TEL 06-721-2332 内線 373

(1) データー処理法⁶⁾

HRSA B&K 2033 のデーターの処理法は、Fig. 1 に示す如くである。

(a) Analog Antialiasing Filter

アナログ信号をデジタル化する前に、アンチエイリアシング・フィルター (Low pass filter) のスカート特性により、折り返し歪の原因となるサンプリング周波数以上の高周波成分を除去し、最初の有効な 400 本の周波数ラインとする。各ズーム分析で 400 本の周波数ラインだけを分析する。

(b) ADC (Analog to Digital Converter)

アナログをデジタルに変換する。

(c) 10k Sample Time Signal

4,000チャンネルにより、10kサンプルの時間信号を記録し、10ヶに分解し、位相補正を10回繰り返す。

(d) IKFFT

各 1k サンプルのフーリエ変換を行う。

(e) Phase Compensation

記録時間のズームのため生じた時間記録シフトを補償する。これは位相補償に担当する。

(f) Zoom Accumulator

個々の結果を組み合わせて、4,000ラインの高分解信号スペクトルを得る。

(2) エネルギー・スペクトル密度

帯域巾が異ると、音圧レベルが変わるので、ピーク音圧レベルは、エネルギー・スペクトル密度 (Energy Spectral Density, dB) に換算し表示を試みた。

$$\text{エネルギー・スペクトル密度 (ESD)} = P \times \frac{T}{B}$$

P : 圧力 (P_0) ; T : 時間長 (Sec.) ; B : 分析帯域巾 (Hz)

ESD をレベル表示すると、

$$\text{ESD} = 20 \log \frac{P}{P_0} + 10 \log \frac{T}{T_0} - 10 \log \frac{B}{B_0} \text{ dB}$$

P 及び P_0 : 音圧 (P_a) , $P_0 = 2 \times 10^{-5} P_a$; T 及び T_0 : 記録長 (Sec.) , $T_0 = 1 \text{ Sec.}$; B 及び B_0 : 帯域巾 (Hz) , $B_0 = 1 \text{ Hz}$

3. 実験

3.1 期日及び場所

昭和56年 8月 5, 6日: 日本油脂KK武豊工場, 爆発試験場

3.2 音源

実験音場での測定距離の関係から、音源として電気雷管、ドライビイトを用いた。

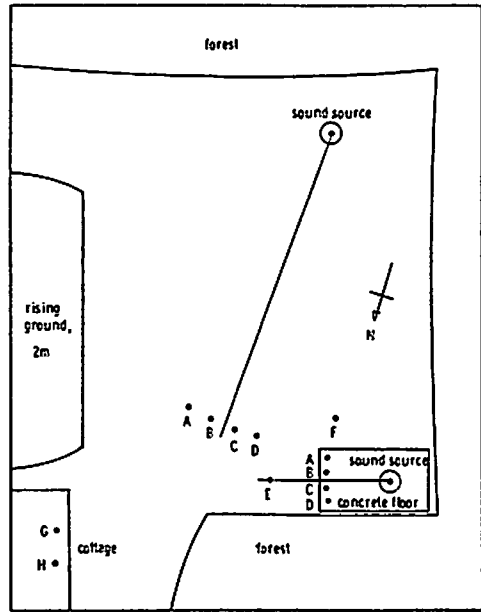


Fig. 2 Arrangement of measuring for determination of the noise level in the field.

A, B, C: impulse precision sound level meter B&K Type 2209 A and B are connected to FM and DR channels of NAGRA Type IV-SJ respectively and C to high resolution signal analyser B & K Type 2033.

D, E: sound level meter JEIC Type 1005

F: anemometer, G: balometer

H: hygrometer

電気雷管は、測定距離 10m の場合は、ドライビイトと同じくコンクリート床面上で行い、30m の場合は、赤土粘土地面上、高さは通常 2.0m とした。

ドライビイトは、被射体にコンクリートブロック (厚さ 21cm, 61cm×34cm) 及び鉄板 (厚さ 1.0cm, 60cm×60cm) を用い、鉄板はコンクリートブロックの枕木上に置いて行った。

3.3 測定機器類の配置

各爆発音源に対し、A, B, C, D は略々等距離にあるが如く配置し、A, B, C にはインパルス精密騒音計

(B&K Type 2209; マイクロホンは夫々 $\frac{1}{2}$ " , 1" , $\frac{1}{2}$ ")

D, E には普通騒音計 (JEIC Type 1055) A, B は夫々

レコーダー Nagra Type IV-SJ の FM, DR チャンネルに, C は HRSA B&K 2033 に連結し, D, E はレコーダー JEIC Type LR-22 を用いて記録した。

従って本報で述べる直接測定解析結果は C によるものである。A, B との比較については別に報告する⁴⁾。

4. 解析結果

4.1 各再生分析法による比較

(a) 高分解能信号分析器による再生分析

前報¹⁾の代表的な爆発音源の近接測点 A 及び遠距離測点 C 或は D で, テープレコーダー DR チャンネルにより磁気録音せるものを再生し, HRSA B&K 2033 により分析した。その中, 各種音源の近接測点の結果を Fig. 3 に示す。

各左図の時間信号チャートから, 立上り時は, 図示を省略したが 390 時間サンプルから求め, 持続時間は, 10k 時間サンプルよりピーク音圧から 20dB 低下する迄の時から求め, 其他最大音圧レベル等を求める。

各右図の周波数スペクトルチャートから, 音圧レベルの周波数による変化, 周波数範囲, ピーク周波数等を

を求める。

(b) 各解析結果の比較

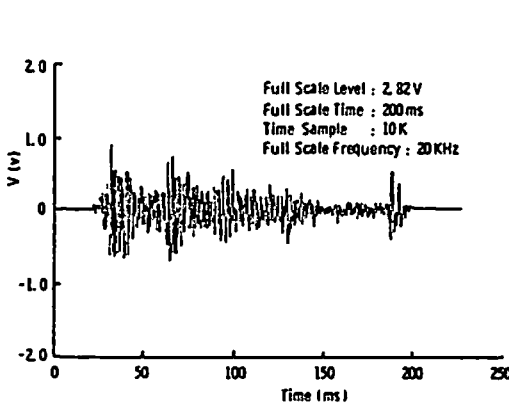
これらの解析結果を, 1/3 Octave Band Pass Filter -Level Recorder 及び Hewlett Packard 5451 C (以下 HP 5451 C と略す) による FFT 分析結果と対比し総括すると, Table 1-(a), (b) の如くである。

立上り時間は, 圧力信号の起点から最大圧力迄の時間とし, () は最大圧力信号の立上り時間である。

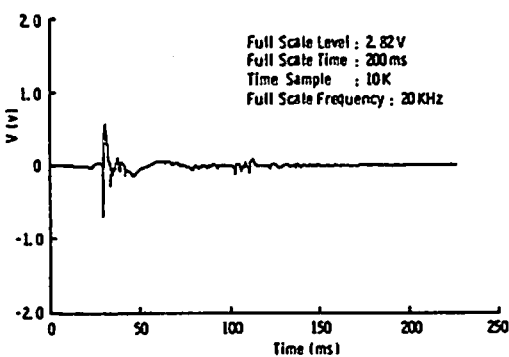
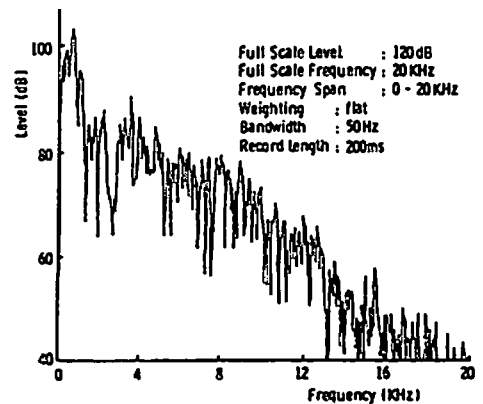
(i) 1/3 Octave Band Pass Filter による分析

立上り時間, 持続時間等は求め得ないが, 最大音圧レベルは, HRSA B&K 2033 に比較すると著しく低い。周波数範囲は, 10~20,000Hz で広い周波数領域で, ピーク音圧レベル周波数は比較的低周波領域で, FFT (H. P 5451 C, HRSA B&K 2033) 分析結果と数値的には略一致する。併しこれらは, フィルターレスポンスの影響等があり, 周波数特性として一致したとは言い難い。

(ii) HRSA B&K 2033 と HP 5451 C による分析



(a) Blast noise of electric detonator (No.2, 10m)



(b) Blast noise of enoki dynamite (No. 10, 15m)

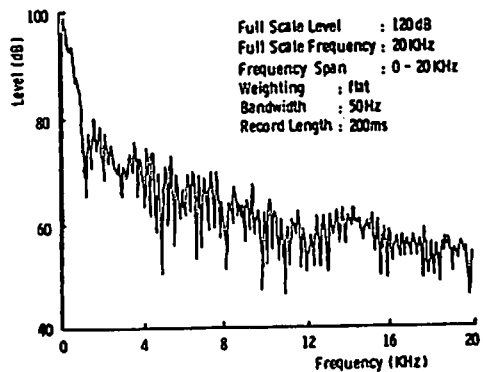


Fig. 3

Table 1 (a) Frequency and time analysis of various blast noises by third octave band pass filter and Hewlett Packard Type 5451C.

No.	sound source	distance (m)	Third octave band analysis			F.F.T. analysis Hewlett Packard Type 5451C			
			maximum S. P. L. (dB)	range of frequency (dB)	peak frequency (Hz)	rise time T_R (ms)	duration time T_D (ms)	range of frequency (Hz)	peak frequency (Hz)
2	electric detonator	10	111.8	10-20000	800	13.46 (0.61)	113.0	10-1280	580
2	electric detonator	30	103.5	10-20000	400-500	6.15 (0.38)	125 + 9	40-1280	390, 755
10	enoki dynamite (50g)	15	128.9	10-20000	25-31.5	6.29 (3.70)	19.8	10-1000	160
8	enoki dynamite (50g)	45	102.5	10-20000	3150	16.92 (1.92)	70.2 + 27.5	10-1280	175
11	35mm drive-it in concrete block	5	105.0	10-20000	1000	0.37 (0.37)	4.0	100-2000	1060, 1160
11	35mm drive-it in concrete block	15	94.0	10-20000	1000-1250	0.17 (0.17)	1.87	-3000	800, 1200
16	35mm drive-it in steel plate	5	111.5	10-20000	1250	1.20 (0.24)	3.27	40-4000	1120-1140
16	35mm drive-it in steel plate	15	99.0	10-20000	1500-2000	0.21 (0.21)	1.63	-3000	1900

Table 1 (b) Frequency and time analysis of various blast noises by High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033.

			F.F.T. analysis High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033									
No.	sound source	distance (m)	rise time T_R (ms)	duration time T_D (ms)	maximum S. P. L. (dB)	average noise intensity (W/m^2)	full scale frequency (KHz)	range of frequency (Hz)	peak frequency (Hz)	bandwidth (Hz)	record length (sec)	peak E. S. D.* (dB)
2	electric detonator	10	6.28 (0.39)	104.29	131.3	1.66	20	10-11900	550	5	0.2	67.1
2	electric detonator	30	6.32 (0.29)	118.35	130.8	1.37	20	0-18950	750	5	0.2	74.0
10	enoki dynamite (50g)	15	0.07 (0.07)	57.42 + 21.09	147.2	25.20	20	0-20000	200	5	0.2	70.3
8	enoki dynamite (50g)	45	2.30 (0.15)	48.04 + 3.51	134.1	5.06	20	0-20000	2100	5	0.2	57.8
11	35mm drive-it in concrete block	5	0.21 (0.21)	5.85	142.5	29.37	20	0-20000	1050	5	0.2	58.1
11	35mm drive-it in concrete block	15	0.33 (0.09)	5.85	130.0	0.94	20	100-13750	2550	5	0.2	76.0
16	35mm drive-it in steel plate	5	0.19 (0.19)	1.17	143.2	16.60	20	0-20000	1200, 1250	5	0.2	57.2
16	35mm drive-it in steel plate	15	0.35 (0.15)	9.37	132.2	2.29	20	200-20000	1800	5	0.2	60.8

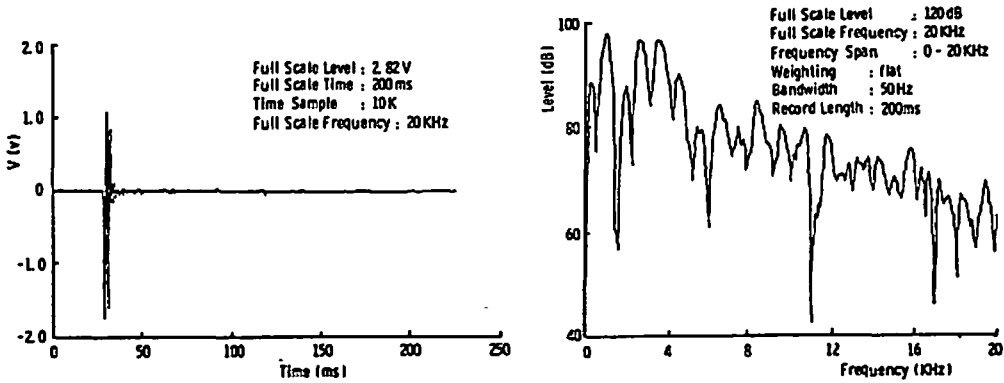
* E. S. D. = $20 \log p/p_0 + 10 \log T/T_0 - 10 \log B/B_0$ E. S. D. : energy spectral density (dB)

p : sound pressure (pa)

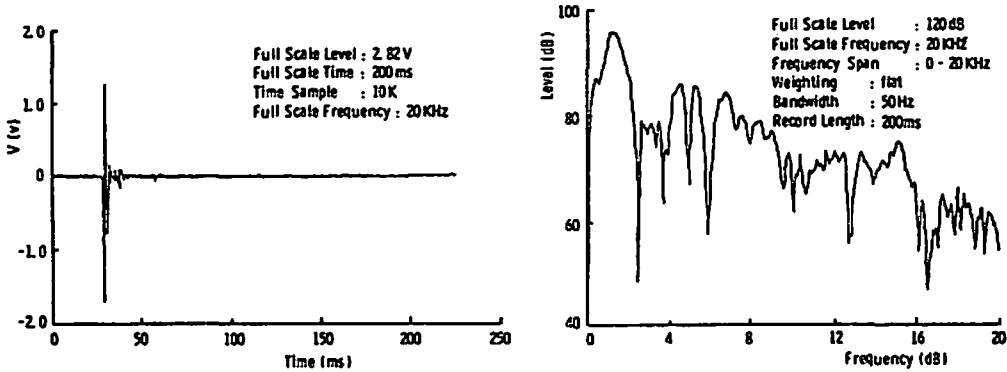
T : record length (sec)

B : bandwidth (Hz)

() rise time of maximum peak.



(c) blast noise of 35mm drive-it into steel plate (No.16, 5m)



(d) Blast noise of 35mm drive-it into steel plate (No.16, 5m)

Fig. 3 Time signals and their spectrum of the blast noises analysed with High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033.

時間信号分析では、立上り時間は、0.07~6.32 ms で0.17~16.92msに比較すると短い。持続時間は、範囲では、1.17~118.35msで、1.63~134msに比し短いが、バラツキが小で、夫々は長いものが多い。本測定条件では、電気雷管、ダイナマイト、ドライビイトと短くなる。Fig. 3(a)の時間信号チャートが示す如く、可成り長い約200msの時間信号でも充分な分解能で分析することが出来る。

周波数範囲は0~20,000Hzで広領域であり、超低周波数成分から高周波数成分迄含むことが認められる。これは立上り時間が速いので当然であるが、HRSA B & K 2033では、前述の如く変換サイズを大きくすることなく分解能を上げることが出来るので、高周波数成分が失われぬのであろう。

Fig. 3 周波数スペクトルが示す如く、音圧レベルは、低周波数成分から高周波成分20kHz迄大略単調減少傾向を示すといえる。周波数スペクトル密度も、持続時間と逆相関係係を示し、電気雷管、ダイナマイト、ドライビイトと小となる。

ピーク・エネルギー・スペクトル密度は、Table 1

(b)、Table 3に示す如く同種音源でもバラツキが可成り大で、距離効果の影響も満足せず、今後の研究課題である。

(iii) 評価特性値

評価の問題に関連し、立上り時間、持続時間、ピーク音圧レベル等の評価パラメーターの他に、エネルギー関係特性値として、音の強さをTable 2に示す如く

Table 2 Calculation of noise intensity

$$J = Pe^2 / Pc$$

J : noise intensity
 Pe: effective value
 P : density of air
 C : sound velocity
 $Pc = 415 \text{ (N sec / m}^2\text{)} \text{ at } 20^\circ\text{C}$

here

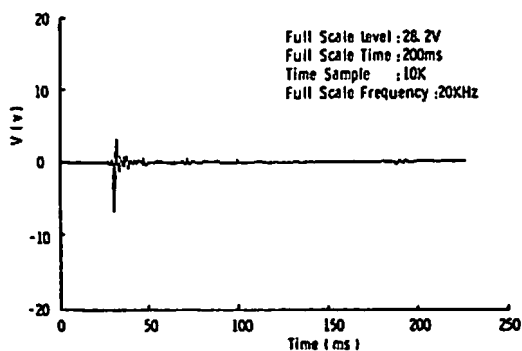
$$Pe = \left(\int_0^T p^2(t) dt / T \right)^{1/2}$$

p(t) : sound pressure (pa)
 t : time (sec)
 T : periodic time (sec)

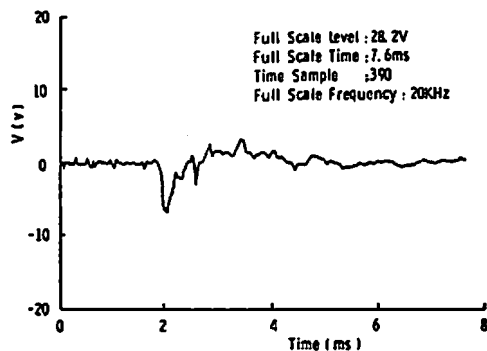
and

$$p(t) = kV(t)$$

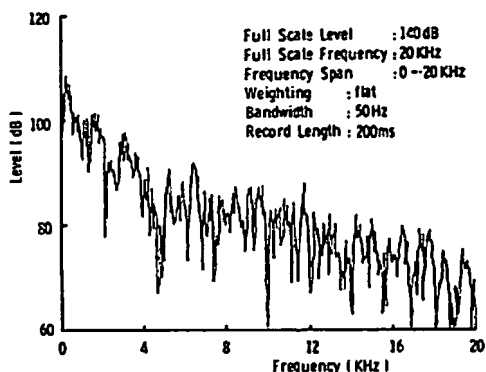
k : calibration factor
 V : reading of B & K Type 2033
 out put in volts unit.



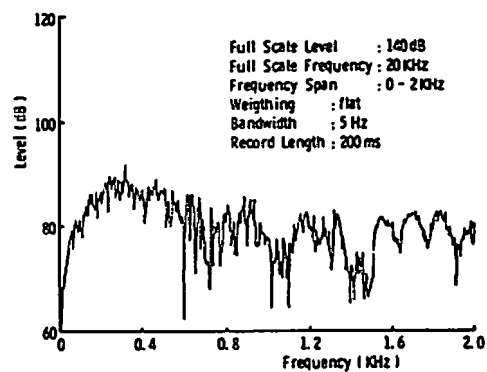
(a) Time Sample 10k



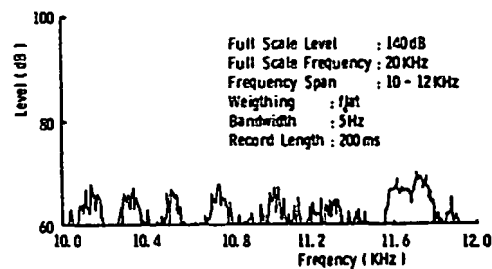
(b) Time Sample 390



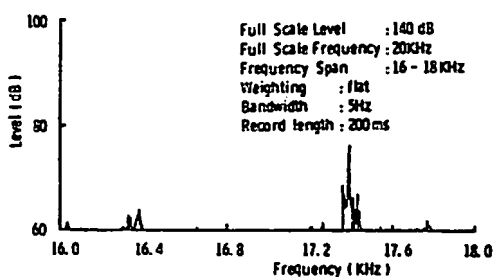
(c) Frequency Span 20kHz



(d) Frequency Span 0~2kHz



(e) Frequency Span 10~12kHz



(f) Frequency Span 16~18kHz

Fig. 4 Time signals and their spectrum of the blast noises with High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033. Blast noise of electric detonator (No. 14, 30m).

算出し、その結果は Table 1-(b) に示した。

これによると、音源の種類による強さ、距離効果等から考えて、比較的妥当な値を得た。従って評価実験の特性値として等価騒音レベル L_{eq} と同じく検討する予定である。

4.2 直接測定解析法

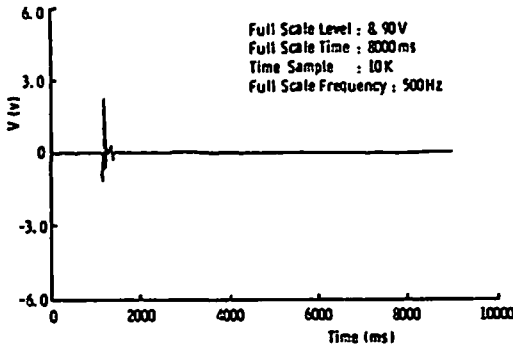
爆発音源、電気雷管、ドライビイトにつき、HRSA B&K 2033 により、実験場で直接時間信号、周波数スペクトル、ズーム分析及び周波数スペクトルの加算平均等を行なった。

(1) 分析例

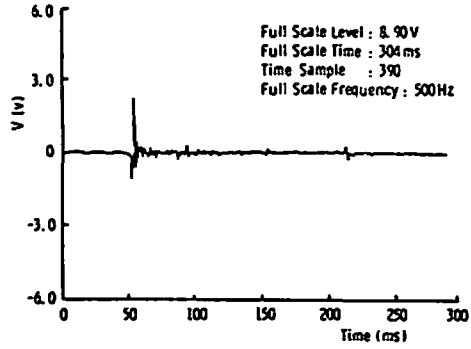
これらの分析例を電気雷管で示す。

Fig. 4 は、Full Scale 20kHz で、ズーム分析を行った。時間信号チャート及び主要周波数スペクトルを示す。

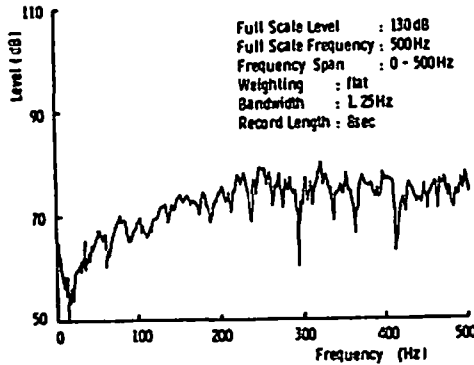
(a) は、時間サンプル 10K の時間信号チャートであり、(b) は、時間サンプル 390 であり、持続時間、立上り時間等を求める。(c) は周波数スパン (F. S.) 0~20kHz の広領域に存在し、単調減少傾向が窺える。(d) FS 0~2kHz では、低周波数領域 200~300Hz に近い 90



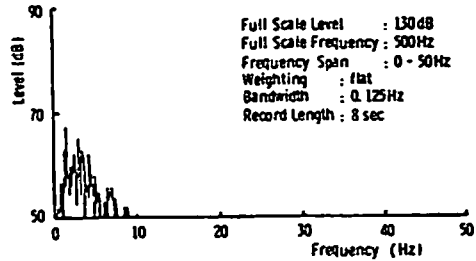
(a) Time Sample 10k



(b) Time Sample 390



(c) Frequency Span 0~500



(d) Frequency Span 0~50Hz

Fig. 5 Time signals their spectrum of blast noises analysed with High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033. Blast noise of electric detonator (No. 22, 30m)

dB位の高い周波数成分が認められる。(e) F.S. 16~18 kHzでは、高周波数領域 11.6~11.8 kHzに70dB位の周波数成分で認められる。(f) F.S. 16~18kHzでは、更に高周波数領域 17.2~17.6 kHzに75dB以上の成分が認められる。但しこれはFM変調周波数の影響が混在しているように思われる。

Fig. 5は、低周波数領域を詳細観察するため、Full Scale 500Hzでズーム分析した時間信号チャート及び主要周波数スペクトルを示す。

(c) F.S. 0~500Hzでは、超低周数領域に約50dBの周波数成分が認められる。これは(d) F.S. 0~50Hzでのズーム分析で詳細に10Hz以下の超低周数成分であることが確認出来る。又(c)では、80Hz位から500Hzに、70~80Hzの周波数成分の存在が認められる。

Fig. 6は、加算平均周波数スペクトル分析例として、Full Scale 20kHz時間サンプル1kの場合を示す。

加算平均を行うと、Fig. 4-(c)と対比すれば窺える如く、暗騒音及びノイズの影響をなくすることが出来る。

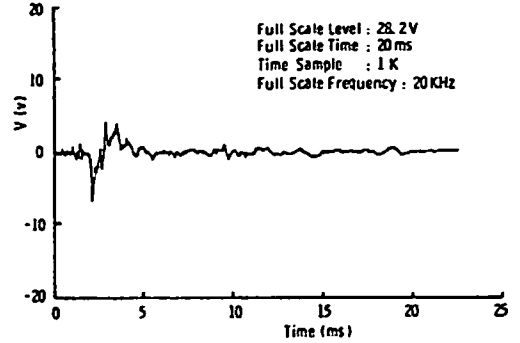
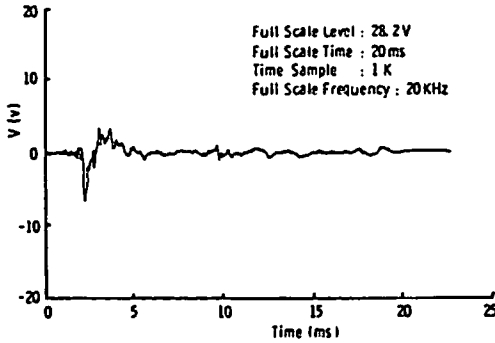
(2) 解析結果の総括

これらの解析結果を総括すると、Table 3の如くである。

(a) 時間信号

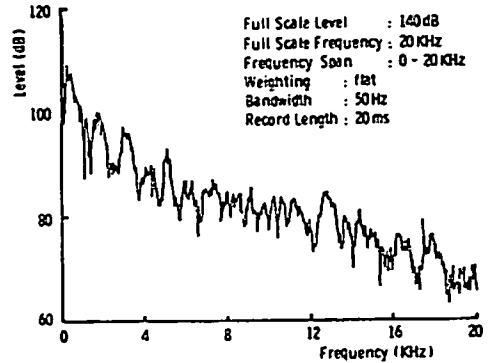
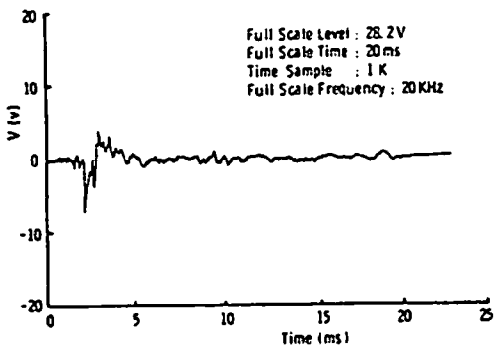
(i) 電気雷管は、ドライビイトと対比すると、立上り時間 6.33~6.80msで 0.07~0.17msに比して長く、持続時は、2.35~15.29msで、9.41~14.03msに比しバラツキが大きく、最大音圧レベルは 124.6~144.8dBで、121.5~131.9dBで大きい。

(ii) 前述の再生分析結果と、同一実験距離のものにつき比較すると、電気雷管 (No. 1, 2; 10m)では立上り時間 6.57~6.79msで 6.28msに比し大差ないが、持続時間は、14.12~15.29msで 104.29msに比し著しく短い、最大音圧レベルも 138.8~144.8dBで 131.3dBに比し大である。ドライビイト (No. 3, 4, 5, 9, 10; 5m)では、立上り時間 0.07~0.18msで、0.19~0.21msに比し略々同等といえるが、持続時間は、9.41~14.03msで 1.17~5.85msに比し長い。最大音レベル 121.5~131.9dBで、142.5~143.2dBで、低い。



(a) Time signal of electric detonator (No. 19, 30m).

(b) Time signal of electric detonator (No. 20, 30m).



(c) Time signal of electric detonator (No. 21, 30m).

(d) Average frequency spectrum of electric detonator (No. 19, 20, 21, 30m).

Fig. 6 Time signals and their average frequency spectrum analysed with High Resolution Signal Analyser A&K Type 2033. Blast of electric detonator (No. 19, 20, 21, 30m).

(b) エネルギー・スペクトル密度

音圧波形周波数スペクトル分析結果から、音源相互の比較を、エネルギー密度で試みたものであるが、同一実験条件の適用結果でも Table 1-(b), Table 3でも示した如く、可成りバラツキが大であり今後実験上の問題と併せ考察説明すべき事項である。

5. 総括

- (1) 高分解能信号分析器 (B&K 2033; 時間信号ズームFFT) は、10,240個のサンプルの時間信号を分析処理する間保持出来るので、各周波数スパンのズーム変換を10回繰返すことにより、4,000ラインの非実時間分析を行うことが出来、爆発音の如き、非定常過渡現象を巾広く詳細に観察するには、有効適切で成果を期待し得る。
- (2) 従って各種爆発音を分析解析し、評価特性及びパラメーターを求めるにも好適である。
- (3) 爆発音の測定法に関連する Clip 現象は、直接測定分析することにより解消することが出来、音圧波形、

周波数スペクトル等、波形構造を精度よく詳細に観察することが可能であるので、磁気録音再生による音圧波形の劣化等の問題も検討することが出来る。

- (4) 爆発音の測定法の研究としては、本装置を用いて直接測定分析すると共に、FM, DR 録音による再生解析法を併用することが最良といえる⁴⁾。
- (5) 音源相互間の比較のため提起したエネルギー・スペクトル密度の適応性については、更に検討を要する。
- (6) 持続時間等時間特性の長い爆発音源についても適用可能であるが、分析精度等の問題と併せ今後検討を行う予定である。

謝辞

本研究を行うに当たり、実験場試料の提供等協力をいただいた日本油脂KK 取締役根元武豊工場長福田研究所長各位、並びに種々援助を賜わった松賀機器工学博士石川課長、佐藤、大門各位に感謝すると共に、費用の一部は火薬工業技術奨励会「爆発音の測定及び評価に

Table 3 Frequency and time analysis of various blast noises by High Resolution Signal Analyser B&K Type 2033.

No.	sound source	distance (height) (m)	rise time T_R (ms)	duration time T_B (ms)	maximum S. P. L. (dB)	full scale frequency (Hz)	range of frequency (Hz)	peak frequency (Hz)	bandwidth (B) (Hz)	record length (sec) (T)	peak E. S. D.* (dB)
1	electric detonator	10 (2)	6.79 (0.06)	14.12	144.8	20000	-20000	650	5	0.2	82.2
2	electric detonator	10 (2)	6.57 (0.06)	15.29	138.8	20000	-20000	200	5	0.2	72.8
3	35mm drive-it in concrete block	5	0.07 (0.07)	9.41	130.8	20000	-20000	950	5	0.2	57.8
4	35mm drive-it in concrete block	5	0.11 (0.11)	9.41	128.5	20000	-20000	900	5	0.2	66.6
5	35mm drive-it in concrete block	5	0.18 (0.18)	12.08	121.5	2000	-2000	995	0.5	2	69.0
6. 7. 8.	35mm drive-it in concrete block	5				20000	-20000	1050	5	0.2	65.4
9	35mm drive-it in steel plate	5	0.10 (0.10)	9.41	131.9	20000	-20000	1500	5	0.2	68.5
10	35mm drive-it in steel plate	5	0.17 (0.17)	14.03	123.5	2000	-2000	1660	0.5	2	73.4
12. 13	35mm drive-it in steel plate	5				20000	-20000	1700-1800	5	0.2	71.6
14	electric detonator	30 (2)	6.79 (0.06)	2.35	140.0	20000	-20000	200	5	0.2	74.7
15	electric detonator	30 (2)	6.68 (0.12)	8.18	130.6	20000	-20000	315	5	0.2	57.7
19. 20. 21	electric detonator	30 (2)				20000	-20000	200	5	0.2	75.5
22	electric detonator	30 (2)	6.68 (0.12)	3.12	124.6	500	-500	75. 318	0.125	8	78.4
23	electric detonator	30 (1)	6.80 (0.10)	3.53	133.1	20000	-20000	800	5	0.2	75.4
24	electric detonator	30 (3)	6.33 (0.12)	8.24	133.5	20000	-20000	200	5	0.2	74.4

* E. S. D. = $20 \log p/p_0 + 10 \log T/B - 10 \log B/B_0$ E. S. D.: energy spectral density (dB) p: sound pressure (pa) T: record length (sec) B: bandwidth (Hz)
() rise time of maximum peak

関する研究」の助成金によるものであることを記し謝意を表明する。

文 献

- 1) 澤田継男：工火協誌, 42, 86~95 (1981)
- 2) 澤田継男・竹山象三：近畿大環境科研報告, 9, 169~180 (1981)
- 3) 澤田継男・竹山象三：工火協春季研究発表要旨 75~76 (1981)
- 4) 澤田継男・玉城眞吉：近畿大環境科研報告 10, 投稿中 (1982)
- 5) N. Thrane : Technical Review (B&K) No 2, 1980
- 6) 日本建築学会編：騒音の評価法, 彰国社, 1981
- 7) 日本音響学会, 日本騒音制御工学会：騒音・振動測に関する規定規格の改正 19~27 (1982)

Measurement of Blast Noises (II)

by Tsuguo SAWADA*, Shinkichi TAMAKI*

Time signals and frequency spectra of blast noises "electric detonator, dynamite and drive-it" were precisely analysed by High Resolution Signal Analyser (B&K Type 2033: Zoom FFT by recording the time signal). The sensory and physiological evaluation's characteristics and parameters of various blast noises were able to find in the analysed results. Adaptability of the following Energy Spectral Density (ESD) was not fully confirmed in this experiment.

$$ESD = 20 \log P/P_0 + 10 \log T/T_0 - 10 \log B/B_0, \text{ dB}$$

P, P₀ : sound pressure (pa), P₀ = 2 × 10⁻⁶ pa;

T, T₀ : record length (sec), T₀ = 1 sec.;

B, B₀ : band width (Hz), B₀ = 1 Hz.

The blast noises of long time signals also will be carried out in the next experiment.

(*Faculty of Science and Technology, Kinki University,
Kowakae, Higashiosaka City, 577, Japan)