

圧電ゲージによる爆風圧測定

第1報 受圧器の形状と測定例

田 中 一 三*

1. ま え が き

爆風圧の測定は、簡易的には鉛板式ブラストメーターのような方法もあるが、動的に時間変化の様子を知るには、何らかの変成器を用いて、電気的または光学的に測定することが必要になる。動的な圧力を電気量に変換する変成器として、主なものには圧電ゲージやストレンゲージがある。光学的方法では、例えばシュリーレン法などが考えられる。しかし光学法は一般に解析が面倒であり、実験条件に制約を受けることも多いので、あまり使われない。

圧電ゲージは比較的小型にできるので、短時間応答性にすぐれている。反面インピーダンスが高いため、回路構成に注意を払わねばならぬ。逆にストレンゲージは短時間応答性に難のある代り、低インピーダンスである。このような一長一短を考えた上、回路の問題は技術的に解決の余地があるが、素子の力学的性質に結びついた周波数応答は変えられないとの観点から、圧電ゲージによる測圧を採り上げることにした。最近ではストレンゲージも、ワイヤゲージの代りにビエゾ抵抗素子を用いたものができ、小型になる見通しがあるが、それは今後の問題とする。

この分野に関して、わが国での研究報告はあまり見当たらない。圧電現象は古くから知られていることなので、その応用分野としての研究には、大して新鮮味がないのかもしれない。しかし外国ではこれに関する報告が現在も少しずつ出ており¹⁾、結局まだ完全な測定法が確立されていないとの感を抱かせる。またこれらの文献の多くは、ショックチューブの圧力測定に関するものである。チューブ内の圧力測定は、気体が外に逃げないので測定しやすい面もある。一般に開放状態での爆風圧の測定は、測定される圧力というものの意味が複雑になり、それだけ測定にも慎重を要する。圧電ゲージによる測定装置は、電気的部分と機械的部分にわけられ、前者は回路部分、後者は主に受圧器の構造などがそれにあたる。この報告では、とりあえず筆者

者の考えた測定回路を紹介し、それによって受圧器の検討を行なった。ここでは電気的部分は一応完成されたものとして述べられているが、細部にはまだ不満足なところもあり、今後の課題を残している。なお圧電測定に関する一般論は、別稿²⁾に述べられている。

2. 圧電素子と受圧器

この実験に用いた圧電素子は、円板状のジルコンチタン酸鉛で、大きさは直径 10mm、厚さ 1.5mm、および直径 5mm、厚さ 0.5mm の2種類であつた。

ジルコンチタン酸鉛は、大略 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.33}\text{Ti}_{0.67})\text{O}_3$ の組成を持つ磁器（セラミックス）で、Table 1 のような性質を持っている。圧電材料としては、チタン酸バリウムと同じく、等方性磁器に属する。

Table 1 Physical properties of lead titanate zirconate

Chemical formula	: $\text{Pb}(\text{Ti}_{0.47}\text{Zr}_{0.53})\text{O}_3$
Density	: 7.5g/cm^3
Dielectric constant	: 1,600
Piezoelectric moduli	: $d_{31}=160\times 10^{-12}\text{m/V}$ $d_{33}=350\times 10^{-12}\text{m/V}$ $g_{31}=11\times 10^{-12}\text{V}\cdot\text{m/N}$ $g_{33}=24\times 10^{-12}\text{V}\cdot\text{m/N}$
Young's modulus	: $0.6\times 10^{12}\text{dyn/cm}^2$
Specific resistivity	: $10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$
Tensile strength	: 800kg/cm^2
Curie point	: 320°C

ジルコンチタン酸鉛が、チタン酸バリウムよりすぐれている点は、第一に圧電係数の大きいことである。これは大容量のコンデンサーを入れても、比較的大きな出力が残ることを意味し、回路構成が楽になる。第二にはキュリー点が 320°C と高く（チタン酸バリウムは 130°C ）、使用温度範囲が広いことである。後者は素子を受圧器として組み立てるとき、ハンダ付や接着剤の熱処理などの面で、大きな利点であつた。

ジルコンチタン酸鉛の電圧出力式は、Table 1 の数値を用いて

$$V_0 \doteq \{24\sigma_z - 11(\sigma_x + \sigma_y)\}t \quad (1)$$

昭和40年12月13日受理

* 東京工船試験所第7部 平塚市新宿85

と書ける。ここに V_0 は素子単独の出力電圧 (volt), t は素子の厚さ (cm) で, σ_z は素子の軸方向 (分極方向) の応力, σ_x, σ_y はそれに直角方向の応力 (kg/cm^2) である。実際の測定では, 素子に並列にコンデンサーを挿入した。そのときの出力電圧 V は, 素子単独の容量を C_0 , 挿入コンデンサーの容量を C として ($C_0 < C$ とする)

$$V \doteq (C_0/C) V_0 \quad (2)$$

となる。

(1) 式からわかるように, この素子の圧電出力の要因は, 軸方向の応力 σ_z と, それに直角な応力 σ_x, σ_y である。そこでこれらの応力の機能を別々に発揮するように, Fig. 1 に示した二種類の受圧器を作った。

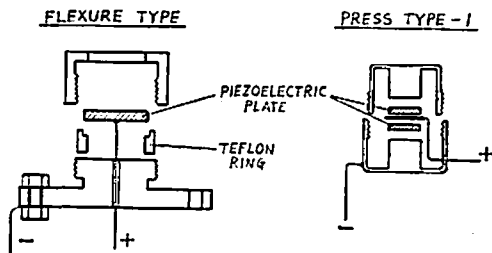


Fig. 1 Design of pressure receivers

F型(撓み型)受圧器では, 素子は周辺で固定された円板とみなされ, 一方の面から圧力を受けて撓む。このとき素子の内部には, 半径方向に引張り応力 σ_r を生じ, その大きさは中心から距離 r の点では,

$$\sigma_r \doteq (3/4) (r/t)^2 P \quad (3)$$

で表わされる³⁾。ここに P は加えられた圧力, t は円板の厚さである。上式から σ_r の平均値を求めれば, 円板の半径を a として,

$$\bar{\sigma}_r \doteq \frac{1}{\pi a^2} \int_0^a 2\pi r \sigma_r dr = \frac{3}{8} \left(\frac{a}{t} \right)^2 P$$

となる。これに対して切線方向の応力 σ_θ は無視できる。また軸方向の応力 $\bar{\sigma}_z$ は, 一方の面からのみ圧力を受ける平板では, 平均的には,

$$\bar{\sigma}_z = -(1/2) P$$

である³⁾。符号のマイナスは, 引張りをプラスにとつたためである。この型の素子では, 一般的に $\bar{\sigma}_r$ の方が $\bar{\sigma}_z$ より大きく, 撓みが圧電出力の主因となつていると考えてよい。

F型受圧器に用いられた素子は, 半径 4.5 mm, 厚さ 1.5 mm の円板として固定された。従つて素子単独の出力感度は, これらの数値を上式に代入して,

$$V_0(\text{volt}) \doteq 7.4 P (\text{kg}/\text{cm}^2)$$

と計算された。実際には並列コンデンサーを入れて使ったが, そのときの出力感度は, コンデンサー容量を $0.1 \mu\text{F}$ として,

$$\text{F型: } V(\text{volt}) \doteq 0.052 P (\text{kg}/\text{cm}^2) \quad (4)$$

となる。ただし素子単独の容量は, 700 pF であつた。

F型受圧器が, 素子の半径方向の応力を主としているのに対し, P型(圧縮型)受圧器は, 軸方向の応力による電圧出力を採り上げている。この型の受圧器では, 直径 5 mm の素子を使った P_1 型と, 直径 10 mm の素子を使った P_2 型を作った。Fig. 1 に示されているのは P_1 型で, 素子を支柱のついたカバーで, 上下からネジ止めするようになっている。素子は 2 枚貼り合わせで, 中心から出るリード線は, 金属カバーで完全にシールドされる(シールドはどの型の受圧器においても, 重要であつた)。 P_2 型も素子は 2 枚貼り合わせであるが, 支柱を用いず, 外被を接着剤で貼りつけた扁平な構造をしている。

この型の受圧器では, 受圧面が素子の面積より大きいこと, かかった圧力を素子ばかりでなく, カバーの断面でも支えていること, などのために, 応力計算が単純ではない。従つて出力感度は, 直接のキャリブレーションにより求めた。方法は受圧面に一定荷重をかけておき, 瞬間的にそれを取除いたときの電圧変化を読みとるものである。読みとりは, UX54 を用いた高入力抵抗の増幅器と, オッシロスコープの組み合わせによつた。その結果, $0.1 \mu\text{F}$ のコンデンサーを挿入した状態で,

$$\begin{aligned} P_1\text{型: } V(\text{volt}) &\doteq 0.021 P (\text{kg}/\text{cm}^2) \\ P_2\text{型: } V(\text{volt}) &\doteq 0.071 P (\text{kg}/\text{cm}^2) \end{aligned} \quad (5)$$

が得られた。この方法は, 受圧面が平らな場合しかできないので, F型受圧器については行なっていない。

F型の場合の(4)式は, 計算から求めた出力感度で, P型の(5)式は, 実測による出力感度である。実験の結果は, 同じ圧力波に対しては, どちらの受圧器も同様な数値を与え, これらの式が妥当なことを示した。

受圧器の外観を Fig. 2 に示す。測定の際, F型はボルトにより固定され, P型は接着剤で, 同じ太さの長い棒 (60~80 cm) の端面に貼りつけられた。後者の場合, 衝撃波による棒の移動は, その中を応力波が往復してから起るので, 時間の短い圧力波の測定では, 棒が十分長ければそれを固定する必要はない。

3. 測定回路

爆発現象の測定実験では、一般に記録用のオシロスコープなどは直接の爆風からは保護され、爆発点から遠く離されることが多い。この実験も同様で、その間約 30m は、同軸ケーブル 5C-2V でつなぐことにした。測定回路の全体は Fig. 3 のようである。

ケーブル 5C-2V の特性インピーダンスは 75Ω であつて、これと整合をとりつつ、一方で圧電素子回路

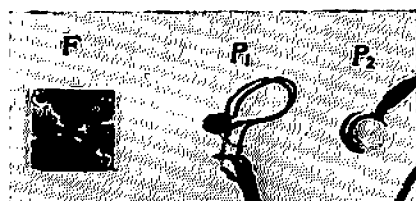


Fig. 2 Picture of pressure receivers.

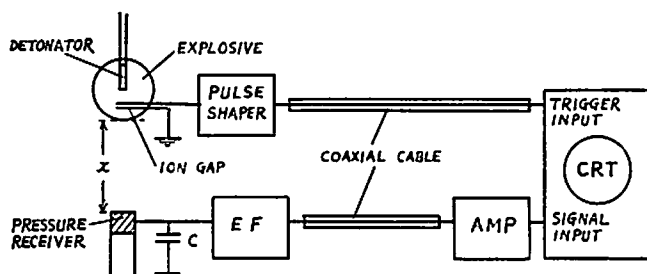


Fig. 3 Arrangement of apparatus

の時定数を大きくするため、エミッタフォロウ回路 (E F) が挿入された。この回路は Fig. 4 のように、高周波トランジスタのダーリントン接続¹⁾ を使っており、インピーダンス変換器として働く。測定の結果、

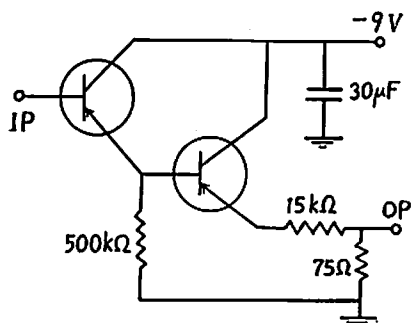


Fig. 4 Emitter follower

入力インピーダンスは約 $15M\Omega$ 、出力インピーダンスは 75Ω で、電圧利得は $1/200$ であつた (利得を落とさない場合は、電力増幅の形で電源電池に大型のものを要する)。このエミッタフォロウは、電源電池を含めて容積 300 cm^3 以下の小型に作られ、丈夫な金属函に収められた。爆源近くに置かれて衝撃圧を受けても、性能は全く変わらず、この種の用途へのトランジスタ回路の適性が認められた。

受圧器の圧電素子には、Fig. 3 のように並列コンデンサー ($0.005\sim 0.1\mu\text{F}$) が挿入された。これには出力電圧の低下と、時定数の増大の、二つの目的があ

る。前者は、圧電出力がエミッタフォロウへ入るとき回路の許容電圧より高い電圧を入れても波形が歪むので、最高電圧を 2V におさえる意味があつた。後者については、エミッタフォロウの入力インピーダンスが $15M\Omega$ ということから、並列コンデ容量が $0.005\mu\text{F}$ のときで時定数は 75 msec となり、 1 msec 前後の現象を取扱う本実験の目的には十分であることを確認した。

受圧器からのリード線は高インピーダンスになつてゐるため、雑信号を拾いやすい。特に爆薬の爆発時に生ずる電気擾乱は、圧電出力よりもはるかに大きい電圧を与え、リード線をシールドすることなしに測定することは、全く不可能であつた。この擾乱電場は距離とともに急激に減衰するので、距離に反比例する電磁波というよりは、距離の 3 乗に反比例する静電的なもののようと思われる。

同軸ケーブルを通つた電圧波形は、オシロスコープに入る前に広帯域増幅器 (AMP) を通り、先にエミッタフォロウで失つた利得を回復させられた。こうして、圧電素子からオシロスコープの入力端子までの全体の電圧利得は、並列コンデンサーを除いて 1.0 となり、周波数特性は 50 c/s から 250 kc の範囲で平坦であつた。

波形記録のためのオシロスコープは、岩崎通信機製の MS-5103、または DS-5303 で、いずれも外部トリガー信号による単掃引として用いた。トリガー信号は、爆薬中に挿入されたイオンギャップを用いる通常の方法²⁾ によつた。

4. 実 験

少量の爆薬を開放状態で爆発させても、再現性の良い圧力波が得られない。そこで手軽にできて、しかも再現性の良い波を得る目的で、Fig. 5 のような装置を作り、これを爆薬ショックチューブと呼んだ。すな

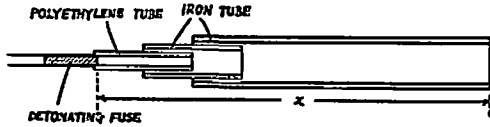


Fig. 5 Explosive shock tube.

わち長さ約 5 cm のペンスリット導爆線を爆発させ、その衝撃波を少しずつ太いチューブに導入することによって減衰させる。最終的なチューブの径を選んで、所要の強さの衝撃波を得ようとするものである。チューブが一番内側の 5 mm 径のものだけがポリエチレンで、他はすべて鉄管である。長さは 10 cm 単位にな

っていて、径を太くしてゆくときは、図のように 5 cm ずつ重ねることにした。このチューブによる圧力波の生成過程は、それ自身興味ある問題を含んでいる（例えば導爆線には有効長があり、それ以上は長くしても圧力波は変わらない等）。しかしここではその点に触れない。

上記爆薬ショックチューブの出口に受圧器を置き、得られた圧力波形をオシロスコープに記録した。このとき受圧器はチューブの出口をふさぐような形になったが、それ以上特に密封はしなかった。この実験は主に F 型受圧器を用いたが、その結果を Table 2 に示す。表中径 5 mm というのは、導爆線と同じ太さのポリエチレンチューブのみによる場合で、これは別の実験から¹⁾ 衝撃波の速さだけを求めたものである。その他の場合も、チューブの長さを変えて圧力波の到達時刻をしらべることにより、衝撃波の平均速度を求めている。

Table 2 Peak pressure and propagating velocity of the shock wave generated by an explosive shock tube

Diameter of the tube mm	Distance from the explosive cm	Peak pressure kg/cm ²	Shock velocity (mean) mm/ μ sec
5			5.00 (2~5cm)
10	20	85 (F) 100 (F)	1.67 (20~30cm)
	30	85 (F) 100 (F)	
15	30	47 (F) 55 (F) 45 (P ₁) 39 (P ₂)	0.83 (30~40cm)
	40	34 (F) 50 (F) 30 (P ₁)	
20	30	16 (F) 19 (F)	0.62 (30~40cm)
	40	12 (F) 15 (F)	

代表的な圧力波形は、Fig. 6 に示したごとくである。図には比較のため、同じ条件での F 型受圧器と P 型受圧器によるオシログラムを並示した。この見かけ上の差異については後に考察する。P 型素子による波形で、後方に見られる微小振動は、素子を貼り付けた金風棒の長さを反射してきた波によるものである。(4) 式、(5) 式から換算したピーク圧力値は、Table 2 に示したごとくである。数値のあとにつけた記号は受

圧器の形式で、結果にはこのていどのばらつきがあった。

次に球状爆薬の爆発による衝撃波を、同じ受圧器を使って測定した。爆薬は新桐ダイナマイトで、球状に成型したものを 6 号雷管で起爆する。実験配置は先の Fig. 3 のごとくである。F 型受圧器はボルトで鉄製アングルに固定し、P 型受圧器を接着した銅棒は、鉄製のテーブル上に静置された。オシログラムに見ら

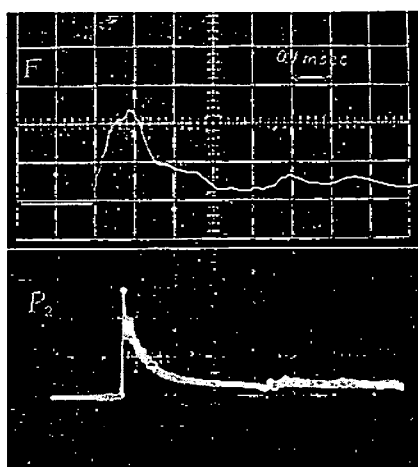


Fig. 6 Typical oscillograms obtained by shots in explosive shock tube.

れるように、棒の中の反射波の到達以前に圧力波形は終っており、棒の移動の影響は無視できる。

得られた結果は Table 3 に、典型的な波形のオッ

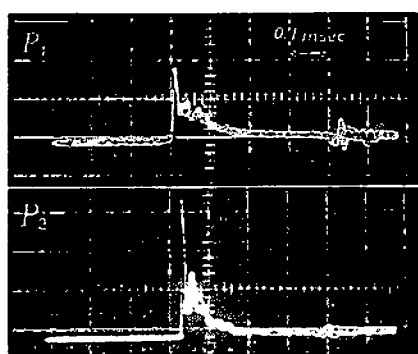


Fig. 7 Typical oscillograms obtained by open explosions of "Shinkiri" dynamite.

シログラムは Fig. 7 に示した。写真に見られるように圧力波形は、先の爆薬ショックチューブのときと本質的な差異はない。爆薬の量は、この場合の方がはるかに多いにもかかわらず、圧力値はむしろ低くなったのは、一次元衝撃波と三次元衝撃波の減衰の違いと考えてよからう。

Table 3 Peak pressure and propagating velocity of the shock wave generated by explosion of "Shinkiri" dynamite.

Charge weight g	Distance cm	Peak pressure kg/cm ²	Shock velocity (mean) mm/ μ sec
25	20	24 (F) 23 (F) 38 (F) 37 (P ₁)	1.31 (0~20cm)
	40	2.2 (F) 5.4 (F) 4.3 (P ₁) 4.8 (P ₁) 5.3 (P ₁) 5.5 (P ₂)	0.80 (20~40cm)
50	20	72 (P ₁)	1.67 (0~20cm)
	40	6.1 (F) 6.2 (P ₁) 9.6 (P ₁) 12 (P ₂)	1.05 (20~40cm)

5. 考 察

まず考えねばならぬことは、F型受圧器とP型受圧器の間の波形の差異である。これについては、例えば Fig. 6 の同一条件での二つの波形を比較してみたとき、F型による波形は、P型の波形を全体になだらかにしたものともみなすことができる。現象的に考えるとF型素子の撓みは、加圧減圧の場合に瞬間的に平衡位置まで撓むのではなく、時間の遅れを伴うべきことが理解できる。従って急激な圧力変化には追従できなくなると考えられよう。一方P型素子の、加圧から平衡

位置までの圧縮に要する時間は、圧力波が受圧器を通過する時間に等しく（受圧器とそれを貼り付けた金属棒の音響インピーダンスは等しいと仮定する）、ほとんど瞬間的と考えられる。このことは、受圧器の固有振動週期の上限が、時間分解能の極限を与えと言ってもよい。受圧器の固有振動数は、低い方ではF型は約 5kc および 20kc のものが測定され、それに対して P₁ 型、P₂ 型はともに約 50kc であった。このような意味から、P型受圧器の方が周波数特性に優れ、得られた波形も実際に近いと思われる。

測定された圧力値の検討は、同様の測定例が他に見られないのでむずかしい。次に二三の間接的な考察を述べてみる。

一般に気体中の直立衝撃波に関しては、その圧力 P_s と、衝撃波速度のマッハ数 M の間に、

$$\frac{P_s}{P_0} = \frac{2\gamma M^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1}$$

の関係のあることが知られている。ここに γ は気体の比熱比、 P_0 ははじめの圧力である。従つて測定点の衝撃波速度がわかつていれば、上式は波頭圧力を知るための一つの目安になる。しかし実際に衝撃波の圧力というとき、上式で定まる静圧 P_s のほかに、よどみ圧 P_{stag} 、反射圧 P_{refl} があり、一般に

$$P_s < P_{stag} < P_{refl}$$

となつてゐる¹⁾。この実験では、測定点における衝撃波速度は求めていないが、前の表に示したように測定点の間の平均速度を出している。これから測定点の速度を大まかに類推して圧力を計算してみると、測定されたピーク圧力値は、ごく弱い衝撃波を除いて P_s よりはるかに大きく、 P_{stag} またはそれよりやや大きいところにあることがわかつた。

爆薬ショックチューブの実験で、受圧器はチューブの出口をふさぐ位置に置かれていたが、試みに1cm ほどのすき間をあけて受圧器を置くと、径 15 mm のチューブのときピーク圧が 39 kg/cm² であつたものが、わずか 6.5 kg/cm² のピークに低下した。この圧力の比は、ちょうど P_{stag} と P_s の関係に合致していた。実際の衝撃波は、理想的な階段状波ではなくて三角波に近いので、現象は複雑であり、簡単な考察からの速断は許されない。しかし今のところ筆者は、この種の測定は、衝撃波によるよどみ圧力 (stagnation pressure) を与えるものではないかと考えている。

さらにショックチューブの実験で、径 10 mm のチューブでは、F 型受圧器の素子がしばしば破損した。このことから次のような考察ができる。ジルコンチタン酸鉛の引張強度は、Table 1 にあるように 800 kg/cm² である。素子の内部応力がこの値に達するためには、挽み素子の面にどれだけの圧力がかかればよいのか、これは (3) 式から計算できる。その結果約 120 kg/cm² という値が得られ、10 mm 径の実験におけるピーク圧の約 100 kg/cm² に近い値となる。これも測定値の妥当性を示すものと考えてよからう。

圧力波の持続時間の検討も、測定法の正否を判断する一つの根拠となり得るが、Fig. 6 に見られたように、波の見かけの形は受圧器の構造によつて変り、な

かなか真の値をつかみにくい。他の測定例では、密閉構造体の爆発実験で、ストレングージによつて得られた圧力波は、ここに得られた波の約 2 倍の持続時間を持ち²⁾、一方防衛庁の実験では、20 倍でいどになつてゐるものもある³⁾。もちろんこれは爆薬量その他の条件によつて異なるので、直接の比較はしにくい。

ところでこの測定法は、まだ多くの改善されるべき点を残している。今までの結果からもわかるように、測定値に相当のばらつきがあるし、固有振動をもつとへらす工夫も必要である。現段階では、実際の爆風圧の波形がどのようになつてゐるかを、ほかに知るすべがないので、測定法が正しいかどうかのチェックもできない。その意味から、圧電ゲージに限らず、いろいろな面から圧力測定を行なつて、その結果を比較検討するという方向が望まれる。今後筆者は圧電ゲージを中心にできるだけ多くの条件をとりあげて、測定を試みてみたいと思つてゐる。

6. ま と め

(1) ジルコンチタン酸鉛の圧電素子を用い、爆風圧測定のための受圧器を試作した。

(2) そのため msec のオーダーの現象測定に、十分満足な特性を持った測定用回路を考案した。

(3) 受圧器としては、圧電様式を異にする挽み型と圧縮型の 2 種類を試みたが、固有振動数の高い圧縮型の方が、良好な圧力波形を与えた。

(4) 導爆線を用いた爆薬ショックチューブおよび新桐ダイナマイトの球状装薬 (50 グラム以下) による衝撃波の圧力波形を測定した。波形は切り立つた波頭の三角波であつた。

(5) 得られたピーク圧力値を、衝撃波速度から計算される理想衝撃波としての圧力値と比較すると、測定されているのはよどみ圧に近いことがわかつた。

8. 謝 辞

本研究を行なうにあたり、たえずご鞭撻を賜つた、疋田教授、須藤教授をはじめとする爆圧測定委員の諸先生、ならびに水島容二郎氏をはじめとする東工試第七部の諸官、およびエミットフォロウに関して智恵を貸していただいた、大泉製作所の広川啓弥氏等に、深く感謝の意を表する。また筆者が本研究を行なうに至つた契機は、大久保正八郎氏に負うところが大きであつた。

文 献

- 1) 例えば
J. H. Gerrard; *Acustica* 9, 17 (1959)
R. I. Soloukhin; *Pribery i Tekh. Eksper.*, 1961, 170
R. C. Jenkins, H. B. Hopkins; *Rev. sci.*

- Instrum., 35, 1684 (1964)
- J. R. Hearst, L. B. Geesaman, D. V. Power;
J. appl. Phys., 35, 2145 (1964)
- 2) 田中一三, 工業火薬, 26, No.6 別稿 (1965)
- 3) 例えば
A. E. H. Love; "A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity," Dover (1944)
- 4) 例えば
小柴典居, 「トランジスタパルス回路」, 産報, (1964)
- 5) 田中一三, 工業火薬, 25, 145 (1964)
- 6) 田中一三, 東工試報, 投稿中
- 7) G. F. Kinney; "Explosive Shocks in Air", Macmillan Co., (1962)
水島容二郎, 工業火薬, 26, 142 (1965)
- 8) JAERI-memo., 第1896号, (1964)
- 9) 山崎尚男・中村 示・木村清茂, 工業火薬, 25, 22 (1964)

Measurement of Blast Wave Pressure by Piezoelectric Gauge.

I. Types of Pressure Receiver and Their Application.

by Kazumi Tanaka

The author tried to measure the transient pressure of the blast wave by using piezoelectric gauge. Electric circuit suitable for this purpose was presented. Piezoelectric element was made of lead titanate zirconate and had a shape of circular plate. Two pressure receivers were designed to take out different types of piezoelectric effect; one of which was concerned to the radial extension of the piezoelectric plate and the other was to the axial compression.

Measurements were made on the pressure waves produced by the shots in an explosive shock tube and by the open explosions of small spherical charges of "Shin-kiri (ammon-gelatin)" dynamite. Pressure wave profiles were recorded by an oscilloscope and a camera.

The results showed the compression type receiver had clearer response by virtue of its high natural frequency. Every pressure wave was of triangular form and had a sharp rise-up. The peak pressure values of the waves were compared with the calculated one based on their observed propagating velocities. And it showed that they almost agreed with the "stagnation" pressure.

密閉構造内における爆風圧の測定

岡 崎 一 正・柳 沢 剛*・須 藤 秀 治**

大久保 正八郎・田 中 一 三***・飯 島 勉****

1. まえがき

本報告は耐爆試験委員会¹⁾の行なつた「密閉構造体の耐爆設計に関する研究」の内、同構造体内における爆風圧の測定実験についての概要である。実験の実施にあつては、旭化成工業株式会社坂の市工場勤務の諸氏の協力を得た。ここに厚く感謝の意を表する。

昭和41年1月12日受理

* 東京大学工学部燃料工学科 東京都文京区本郷7丁目

** 中央大学理工学部工業化学科 東京都文京区小石川2丁目

*** 東京工芸試験所第7部 神奈川県平塚市新宿85

**** 日本原子力研究所原子炉設計部 茨城県東海村

2. 実験方法

Fig. 1 および Table 1 に示す4個の鉄筋コンクリート構造の試験体の中心で球形の新鋭ダイナマイトを爆発させ、Fig. 2 に示す位置に、それぞれブラストメーター、ピエゾ素子およびストレインゲージ型指圧計のピックアップを配置して爆風圧を測定した。

試験体の入口を鉄板で閉塞した条件と入口開放の条件とで実験を行なつた。後示の実験結果をまとめた諸表中で実験番号に*印を付したものは入口閉塞、その他は開放である。