

TNT 圧搾体の密度分布について

(昭和34年9月1日 受理)

伊 東 威

(防衛大学校)

I. 緒 言

粉末の爆薬を圧搾臼に入れ、上部より圧搾桿で圧力を加えてゆく場合、粉末粒子間の摩擦、粉末と器壁間の摩擦、粒子間空気泡の圧縮或は粒子の弾性及び塑性変形等の原因によつて、上部からの力は全体に均一な状態で伝達されない。その結果、通常上部が硬く、下部が柔らかい成型体を得られる。既に又木氏¹⁾は爆薬粉末を圧搾する際、力を加えた点から力の方向に対して、圧力の減少する模様を考察している。然しながら内部の密度分布については言及していない。又西原氏及び郡氏²⁾は一端を閉じた円筒内に粉末をつめ、他端に力を加えて圧搾した場合の応力分布を求め、電解銅粉について実際の計算を行つている。

本報文に於ては、TNT 圧搾体内の密度分布を提示することを目的とするが、試料の作成条件及び密度の測定条件につき検討せる結果も併せて報告する。

II. 予 備 的 実 験

(1) 試 料

試料はフレーク状 TNT (三菱化成製) を搗潰機で粉碎し、60メッシュ通過100メッシュ止りの粒度に篩分し、塩化カルシウムデシケター中にて乾燥したものをを用いた。その粒度分布の実態をみるために、沈降式の自動粒度測定器(島津製)によつて測定した結果を解析すると、Fig. 1 の如き曲線が得られた。同図によれば篩目間隔から期待される粒径(147~246ミクロン)より、著しく小さい粒径の分布に片寄つている

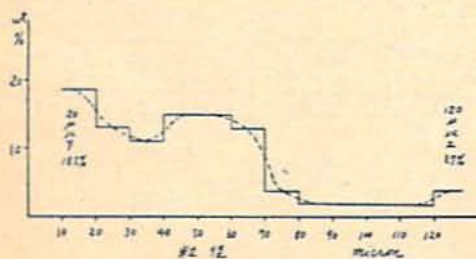


Fig. 1 TNT 試料の粒径分布

ことが観測される。

(2) 使用プレスの指示圧力に対する密度のバラツキ

プレスは26トン手動式油圧プレス(ラム径5吋、附属ブルドン管型圧力計500kg/cm²、目盛の刻み間隔5kg/cm²)を使用した。Fig. 2(a)の如き臼杵を用い、圧力計の所定目盛圧力にて試料を圧搾した場合、得られた圧搾体の全体としての平均密度にどの程度のバラツキを生ずるかが、この実験の精度を決定する最大の因子である故、次の様な実験を行つた。即ち目盛圧力32kg/cm²、64kg/cm²及び96kg/cm²(試料に加わる圧力は夫々500kg/cm²、1,000kg/cm²及び1,500kg/cm²に相当)にて10g各6ヶ宛圧搾し、密度を測定(後述の方法)し、そのバラツキを求めた。この結果はTable 1に示される如く、圧力が高くなる程誤差は少なくなるが最大で0.6%であつた。

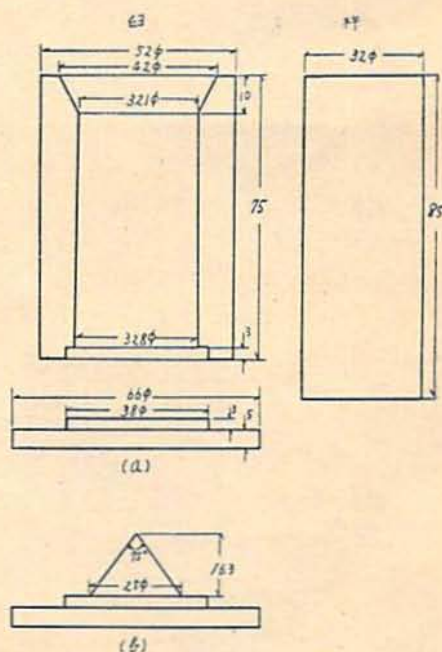


Fig. 2 圧搾用臼及び杵、並びに底板
(a) 平型、(b) 円錐型

Table 1. 目盛圧力に対する密度のバラッキ

圧搾圧力 圧力計目 盛の読み (kg/cm ²)	圧搾条件		密度 g/cc	測定法
	圧力上昇時 間 (sec)	保持時間 (min)		
32	60	2	1,408	Hg 法
32	15	2	1,410	△
32	25	2	1,406	△
32	20	2	1,411	△
32	20	2	1,414	△
32	20	2	1,409	△
64	40	2	1,521	浮力外挿
64	45	2	1,516	△
64	55	2	1,516	△
64	40	2	1,517	△
64	45	2	1,520	△
64	45	2	1,520	△
96	65	2	1,566	浮力法
96	60	2	1,568	△
96	65	2	1,567	△
96	55	2	1,564	△
96	50	2	1,568	△
96	50	2	1,565	△

(3) 指示圧力の検定

プレスの指示圧力計の目盛りを基準として、爆薬にかかる単位面積宛りの圧搾圧力を(2)に於て使用しているが、次の点を予め確認しておかねばならない。即ち圧力計目盛りが正しいか否かということ、及び加圧時所定目盛りを維持するために、油補給の手動操作を施すが、その操作が如何なる程度の圧力変動を起しているかということである。これを実験するために、検定されたストレインゲージのピックアップを油圧プレスの間に挟み、圧力を加えプレスの目盛 30, 60 及び 90 kg/cm² の位置にて夫々約 30 秒保持操作し、更に 120 kg/cm² の位置にて 2 分間保持した場合の圧力時間曲線を自動記録してみた。この結果を Fig. 3 に示す。

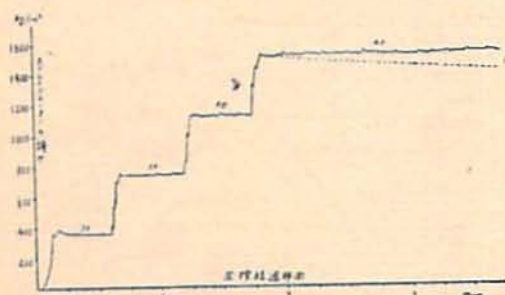


Fig. 3 プレスの圧力計目盛の検定

図中の 30, 60, 90 及び 120 はプレスの指示計目盛りの圧力にて、これからピックアップの断面にかかる圧力を換算すると夫々 375, 750, 1,125 及び 1,500 kg/cm² となり、これらの点はストレインメーターから直接得られた圧力の値(縦軸)とよく一致する。又上記の位置に於て、横軸に平行な直線は所定圧力を保持した直線であるが、手動操作による動きが顕著に突起となつて現われている。この動きは 1,500 kg/cm² の場合で 20 kg/cm² を超えない。又当操作を行わぬ場合は点線の如く減衰してゆくことが判つた。以上よりプレスの指示圧力に従つて圧搾圧力を換算してよいこと、及び手動操作を行つてもそうしたことによる圧力変動は無視し得る大きさであることを確認した。

(4) 密度測定法

密度の測定法としては水銀置換法と水浮力法²⁾とを用いた。水銀置換法では試料の大きい場合殆ど誤差は無いが、後述の如く 200mg 程度の小片となると、水銀中に沈めた時間周囲に空気泡を作り誤差は大きい。その様な場合水浮力法によらねばならない。然しながら低密度の圧搾体の場合、水中に浸漬した際吸水のおそれがある。これを除めるために 500 kg/cm², 1,000 kg/cm² 及び 1,500 kg/cm² の各 10 g の圧搾体について吸水速度曲線を求めた。即ち Fig. 4 に示される如く、

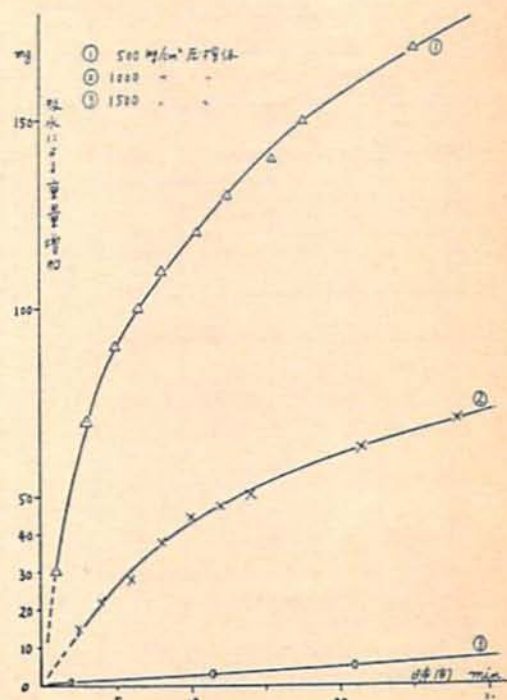


Fig. 4 吸水速度曲線

吸水速度は $500\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧搾体の場合最も大きく、 $1,500\text{kg}/\text{cm}^2$ の場合殆ど0に近い。これらの浸漬した瞬間における測定値は天秤の使用上不可能であるが、浸漬後最初の測定値は $500\text{kg}/\text{cm}^2$ の試料では4分で、他の二試料では3分で求めることができる。今浸漬瞬間値を外挿(図中点線)により求め、これと4分後の値とを対比すると、その差は $1,500\text{kg}/\text{cm}^2$ では0%、 $1,000\text{kg}/\text{cm}^2$ では0.6%であり、 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ では外挿値は明瞭でないがとも角大きな値となる。従つて圧搾体を細分して密度分布を求めるにあつては、小型試料と吸水の点から、圧搾体は $1,500\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力の試料とし、水浮方法による測定に制限された。

III. 密度分布の測定及び結果

(1) 円柱薬の場合

TNT 試料40g を Fig. 2(a)の底板を付した筒に入れ、平らにならし、徐々に圧力を加えて $1,500\text{kg}/\text{cm}^2$ で2分間保持する。かくて得られた成型体を Fig. 5の如き位置(A-1よりE-4)にて精確に細分し、その中央部200mg程度を立方形に仕上げる。これらの密度を水浮方法に従つて測定した。その結果を同図の

対応位置括弧内に示した。又以上の測定値に基づき薬柱の軸方向の切断面上に $0.010\text{g}/\text{cc}$ 毎の等密度線を描くと Fig. 6の如く示される。

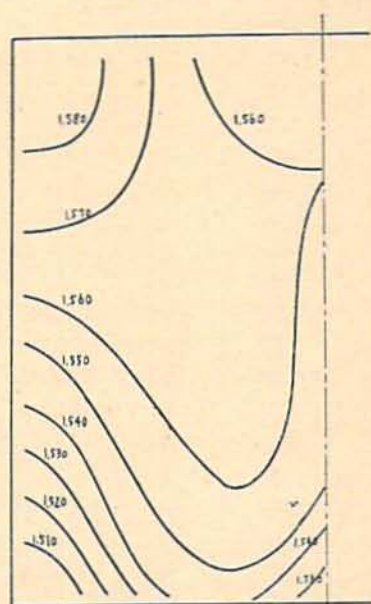


Fig. 6 円柱薬の密度分布図

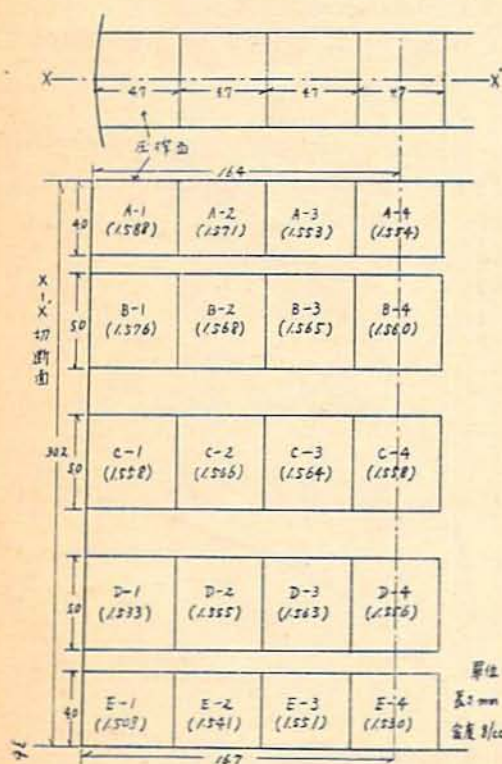


Fig. 5 試料切斷位置及び対応位置の密度(円柱薬)

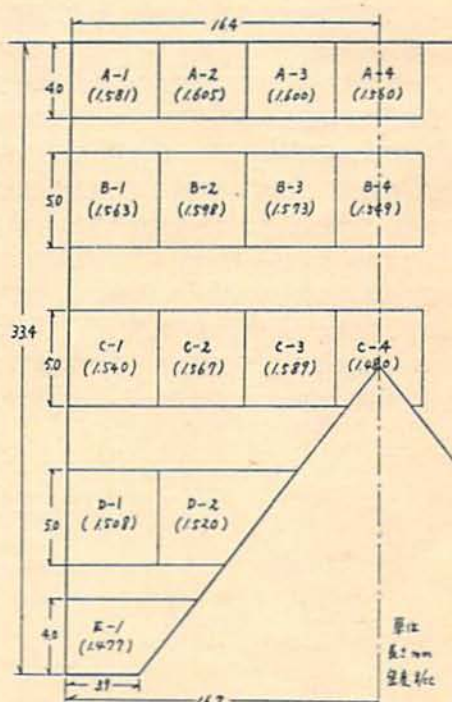


Fig. 7 試料切斷位置及び対応位置の密度(円錐空洞薬)

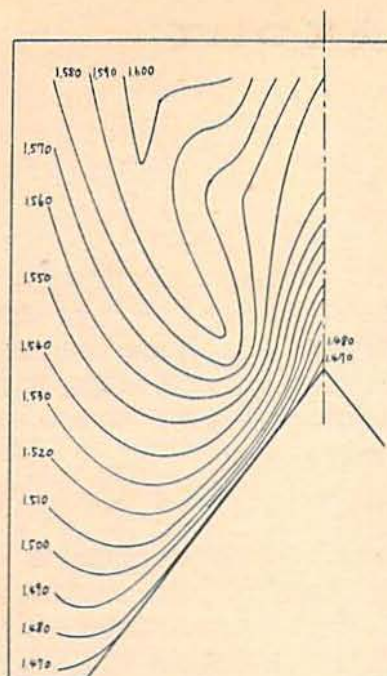


Fig. 8 円錐空洞薬の密度分布図

(2) 円錐空洞薬の場合

Fig. 2(b) の如き円錐型底板を附して、(1) と全く同じ条件にて圧搾した成型体について、同様内部密度分布を測定した。切斷位置及び測定値は Fig. 7 に、又等密度線は Fig. 8 に示される。

IV. 総 括

圧搾の方向及びそれに対する底板の形状、特に傾斜の角度等に論議の余地はあるが、本測定の場合に於ては以上の如き結果が得られた。これらを總括すると、

(1) 円柱薬の場合、内部の密度は圧搾杵面に接触する周辺部が最も高く、臼底の周辺部が最も低い。中心部に於ては上より順次減少するものの、略一定した密度分布を示している。

(2) 円錐空洞薬の場合、周辺部は上記と同様な結果を示すが、中心部に於ては円錐底板の傾斜面に沿つて等密度線が分布し、最も密度小なる部分が円錐の頂部と底部の接触部にあらわれている。

終りに臨み本実験に御指導を賜つた本校野村教授並に御協力下された高見信義、坂本憲昭両君に対し、又筆者を種々啓蒙された本校機械工学教室郡教授に対し厚く感謝の意を表する。

V. 文 献

- 1) 又木武一, 本誌, 12, 12 昭26.
- 2) 西原利夫, 郡利矩, 機械学会論文集, 14, No. 48, 94 昭23.
- 3) 鮫島実三郎, 物理化学実験法, 166.

Density-Contour Maps in Pressed Pellets of TNT

by T. Ito

1. A cylindrical pellet of TNT with flat bases was shaped by pressing powdered TNT in the mould-set shown in Fig. 2. Distribution of particle-size of the powder is presented in Fig. 1. A pressure of $1,500\text{kg/cm}^2$ was applied to the powder by a hydraulic press. The pellet was divided into small segments and these densities were measured to obtain the results shown in Fig. 5. Drawing of the

density-contour resulted in a map illustrated in Fig. 6.

2. A cylindrical pellet of TNT with a conical hollow at one end was shaped. The densities of the divided segments and the density-contour map obtained are illustrated in Fig. 7 and Fig. 8, respectively. (Defense Academy)