

# 鉛板測深器の試作実験

藤 田 親 男

## An Experiment on the Trial Manufacture of Lead Plate Depth-finder for Fishing Tools

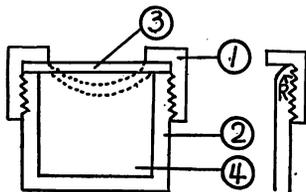
Tikao HUZITA

### 1. 緒 言

私は、漁撈中における漁具の深度を知るために、鉛板の塑性変形を利用せる鉛板測深器を考案し、試作した。これを用いて、深度をはかるには、まず、鉛板をとりつけた測深器を、操業前にあらかじめ漁具の深度を知りたい部分例えば、延縄の針の部分等にとりつけておき、操業後にこれを、とりはずし、この測深器にとりつけた鉛板の変形を測定するとよい。即ちこの鉛板は、漁具が位置した深度に相当する圧力により変形しているから、この変形を測定し、この変形をあらかじめ室内実験にて、えたる静的圧力対変形の較正表により水圧即ち水深に換算するものである。鉛板の変形は、加圧時間によつて異なるけれども測定せんとする水深まで、測深器を吊りさげる時間と、室内実験にて加圧装置により、鉛板に変形をあためる時間とを、同程度にしておけば、較正表を用いることが一応正しいといえる。この報告においては、試作するときにつてくる、いろいろな事柄をのべ、それに対する実験値を記録し、この様な型式の測深器を製作するときの資料とするものである。

### 2. 測深器の構造および較正実験の方法

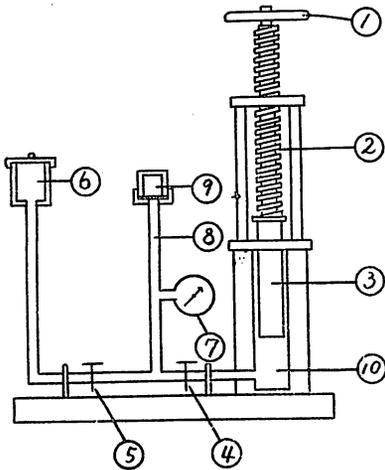
- 1) 測深器の構造 これは、第1図(a)の如く、①②の如き真鍮製の金具の間に、定められた厚さを有する鉛板③をおいたもので、①②をよくしめつけると、空間④は、水密室となる。これを、ある深さのところに、吊りさげると、つりさげた深さに応ずる圧力Pにより、③なる鉛板は、図の点線の如く変形するから、いろいろな深さのところに、つりさげておいた測深器をひきあげて、その鉛板の変形を測定し、水深と変形との関係を較正表として作つておけばよい。しかし、相



第1図 鉛板測深器 (a) (b)

当な水深のところまでつりさげると、海上におけるこの種の実験は、非常に長い時間と多くの労力と、又莫大な経費を要するし、しかも、測深器そのものを鉛直に保持することも困難をとものうので、室内実験により較正表をつくることとして、油圧式の加圧装置を設計製作した。最初の頃の実験にては、②と③の間に、自動車のチューブから、切りとつたゴムを水密のためのパッキングとして使つたが、実験を進めて見ると、大きな圧力のところでは、防水には不十分であつたので、鉛板それ自身をパッキングとして、つかつた。

2) 油圧式加压装置 鉛板に正しい圧力を加え、しかも希望する速さでその圧力を加えるために、ピストンをスクリーにて動かすようにした。概略を第2図に示す。今その動作を示すと次の通りである。測深器⑨をこの装置



第2図 油圧式加压装置

作を示すと次の通りである。測深器⑨をこの装置に取りつけない前に、ハンドル①をあげ、油だめ⑥の油を、⑤および④のコックを調節して、丁度パイプ⑧に充滿せしめておく、この時鉛板で⑧の出口をおさえる位にしておく、ピストン、④⑥の間のパイプ、⑧のパイプ、圧力計⑦の間には、油を充滿せしめることが出来て、空気がはいつてないようにすることが出来る。この状態におき、測深器の容器⑨と鉛板とを、一体として螺入すれば、ネジ山の高さに相当する体積の空気は、ネジ山の間隙から逃れ、測深器の容器中の空気は、大気圧に保たれる。なお従来の市販のこの種の加压装置は、ピストンとスクリーが、一体となつて反復使用に対しては、パッキングが破損しやすかつた。私はこの点を改良して、ピストン③とスクリー②とは、その接続部を可動的としたので、ハンドル①を廻転しても、③は廻転しない。それ故ピストン、シリンダー部のスリ合せが早く摩耗しないので非常に耐久力のある加压装置を作ることが出来た。現在まで、およそ 1000回以上の操作にもかゝらず、殆んど油の漏洩がない。これに反して通常のもの、数回の操作により、パッキング及びピンの破損をおこすのが常である。

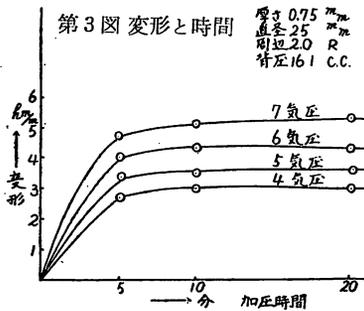
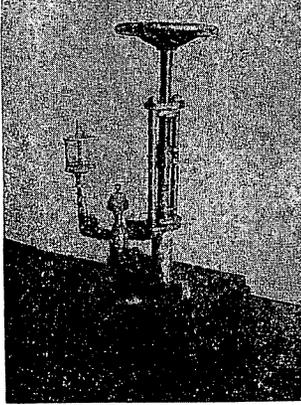
さて、鉛板に変形をあたえるには、④⑥を開き、①を廻転せしめて③を引きあげ、⑩内に充分油をみたしておく。かくして⑥を閉じ①を廻転して③をおし下げ、加压する。圧力を加え始めてから、直ちに、時間の計測を始め、10～20秒位で、あらかじめ定めた圧力まで上昇せしめ、次に④を閉じると相当の時間④⑥⑧⑨の内部圧力を一定に保つことができる。この時の油圧は、検定すみの圧力計⑦にて読む。もし漏洩又は鉛板の変形のため油圧が降るときには、①を廻転し、④を調節して、定めた圧力に長時間保つた。定めた時間加压した後⑥を開くと圧力は直ちに下降するから、⑨をもどして鉛板を取りだし、次の方法で変形を測定した。

3) 変形の測定 使用する鉛板は、その厚さが、あらかじめ定めた厚さから誤差±0.015%以内のものを、えらんで加压した。変形した鉛板をシンナーで洗条した後、平面硝子板上におき、島津製測微尺でその高さHをはかり、厚さtを差し引いた  $h = H - t$  を変形量とした。実際に現場で測定するには、デプスゲイジを用いてこの鉛板の凹みを、はかるようにしておけばこの様な面倒な事はしなくてもよい。

4) 鉛板の製作方法 使用したる鉛板は水道鉛管をとかしてつくつたものである。まず、鉛管の少量をとかして薄い板として、次に之を歯科用のローラーにて数回圧延し厚さ1.00%を作り、之を圧延して0.75%更に0.50%として、この様な鉛板から、直径40% (変形する部分の直径25%) を打抜き、之を実験に使つた。鉛板測深器を実用にするためには、この厚さ一定でしかも硬さも同様な鉛板を製作する事が必要となつてくる。このためには若干の研究を要すると思はれるが現在の技術で実施は可能と考える。実験に供

した加圧装置、測深器及び変形を受けた鉛板の写真にかゝげる。

### 3. 変形に及ぼす種々の要素と変形との関係



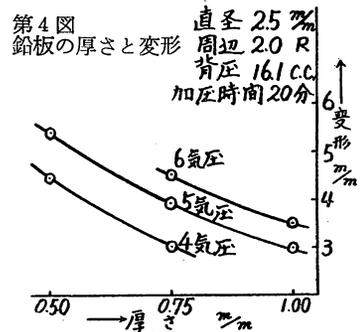
1) 変形と時間 測深器の鉛板に上記の加圧装置で圧力を加えた。その状況は次の様である、先ず加えた圧力は 厚さ 1.00 mm板では 5~13 気圧, 0.75 mm板では 4~10 気圧, 0.50 mmでは 2~8 気圧であつた。加えた圧力の誤差は各気圧について  $\pm 0.05$  気圧以内である。なお、定めた圧力にあげるまでの時間は約 10~20 秒であり、圧力を加え始めてから所定の時間経過後、コック⑥を開いて圧力を除去した。

かくの如くして夫々の加圧時間毎に、各気圧毎について 5 枚の鉛板について変形を測定し、その平均値を第 3 図に示しておく。但し時間 20 分の 6, 7 気圧のものは 4 枚の平均値である。尙実験の条件は、図に記入してあるとおりである。厚さ 1.00 mm, 0.50 mmのものについての成績も本図と同様であるので省略する。

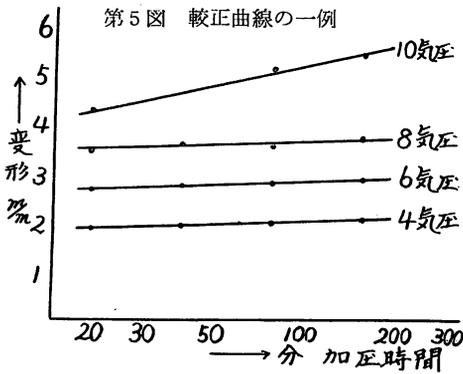
2) 変形と鉛板の厚さ 鉛板の変形は当然その厚さの影響があらわれる。今加圧時間が 20 分の時の実験結果を第 4 図に示す。

3) 変形と背圧 水圧により鉛板に凹みが生ずると、測深器の空間④はその体積を減じ P' なる圧力 (背圧) が鉛板の変形をさまたげるように働く。それ故、④の容積の大きな測深器にあつては、その小さなものよりも変形の大きい筈である。容積 12.2 cc, 16.1 cc 及び②に穴をあけて、背圧がかゝらぬようにしたものについて実験して見ると、背圧は変形に大きな影響をあたえることがわかる。数値の 1 例をあげると、7 気圧を厚さ 0.75 mm 鉛板に 10 分間加えたときの変形は、R = 2.0 の容器にてそれぞれ 4.60, 4.88, 5.11, mm であつた。

4) 周辺条件 鉛板を変形するときの固定方法は①の金具にて③の鉛板をしめつけて水密にするから、変形するとき②の金具の周辺 R に力を受ける。それ故変形量が大になると、鉛板は、R が小さいときは周辺が剪断力に切れるが、R が或る程度大きいと剪断力で切断されず、鉛板の変形の頂上附近に小さな穴があいて切断される。第 1 図 (b) の如くこの R を 2.0 と 0.5 mm の両方を作つて実験した。その数値の 1 例をあげよう。0.75 mm の厚さで加圧時間 20 分、容積 16.1 cc のもので、その変形は夫々 3.85 mm 3.07 mm となつて、R が大きい場合が変形は大きく出る。R の効果が変形の有効半径を大としたためである。



5) 較正曲線 以上のべたように、圧力を加えられた鉛板は円板の半径、厚さ、及び製作条件について変化する事は材料的に考えても当然であるし、構造上の影響即ち背圧を



受け且つ周辺条件に支配される。尙、材質的には温度の影響も受けるが、今回の実験は室温にて実施し、特に温度を定めた実験はしなかつた。即ち一定の条件で作つた鉛板をもつて上記の如き基本的な性質をしらべた。

こうしながら作つた較正曲線表をつくつたのであるが、その較正曲線の1例として半径 25 mm、厚さ 1.00 mm、容積 16.1 c.c. 2.0 R の測深器について製作せる曲線を第5図に示しておく。

6) 海上実験 厚さ 0.40 mm の鉛板を用い、容積 12.2 c.c. の鉛板測深器をロープに取りつけて、20, 40, 60 m の深さまで海中に吊り下げて凹みを知らべ、同時に Chemical tube との比較を行つて見た。尙イワン流刺網地にこの測深器を取付けて見たところ、沈子方の中央部は接合部の最下線より大体 5~6 m 位深く沈んでいることを知つた。

7) その他 鉛板の塑性変形を利用して、瞬間的な圧力を測定する事は、始めフランスで砲口からの爆風圧力を測るのに用いられ<sup>(1)</sup>我が国でも同じ目的に用いられた。太平洋戦争中は、爆弾による爆風の測定にも用いられた。例えば瞬間的な圧力を鉛板の凹みにて筆者は測定し、爆弾の威力及び建築物等が爆風にて破壊される限界等をよく見極める事が出来たのであるが、筆者の実施したこれらの詳細なる基礎的且つ応用的記録は、焼却せられた。尙戦后、この瞬間的な変形についての研究が<sup>(2)(3)(4)</sup>行われている。このような瞬間的圧力は、通常静圧と対応せしめて、較正表を行つて使用するが、別に、ピエゾを使つて圧力対時間曲線をも作成しておけばよいわけである。さて今度のように、漁具の沈下した深さを、測定しようとする場合には、静圧較正が、そのまま使はれるわけで、問題は割合少いようであるが、上述の通り塑性変形に関する色々な事柄が生起してきて、一見複雑な感じをあたえる。しかしながら、この鉛板測深器は取扱いが割合簡単である。なぜならば沈める時に Chemical tube はほとんど垂直におろさねばならないが、この鉛板測深器の方はどんな方向から沈めてもよい。又海中から取りあげるときも、ケミカルチューブ程細心の注意をはらはなくてもよいから取扱は非常に容易である。又ケミカルチューブの硝子管の費用と、鉛板を取りかえられる費用とを比較すると、この試作の鉛板でも前者の凡そ  $\frac{1}{10}$  であつた。測深器全体の重量は試作品はケミカルチューブと大体同重量であつたが、之は今後更に軽減する事が出来る。尙今現場で鉛板を取りつけるには ① の蓋をしめつけるのであるが、之は現場ではやや面倒であるので、今後のものはその点を改善するつもりである。次に、現在のものは鉛板の塑性変形を利用したものであるが、よくわかっているように鉛は室温以下でも再結晶するから、長時間圧力を受けると時間の影響が出て来て、第5図の様に、時間も考慮した較正曲線を用意しなければならない点があるが、これは一度作つておけばずつと使えるから始めに案ずるように困難な事ではない。それでかなり塑性を持ち、しかも再結晶点の高いものを用いればよいわけである。

## 4. 総 括

- 1) 鉛板の塑性変形を利用した漁具の深度測定用の測深器を考案試作した。
- 2) 較正曲線を作るために必要な加圧装置の耐久力のあるものを作り、それを使つて加圧による鉛板の変形を詳細にしらべた。変形の模様は誠に通常の引張り試験等には見られない様なもので、充分に材料力学的にも結晶学的にも興味ある問題を提供するものである。
- 3) 0.50, 0.75, 1.00 % の三種の鉛板の変形をしらべて、之等は夫々 60 m, 80m, 100 m の程度の測深に適することを知つた。これより深い場合には鉛板半径をかえるか、又は鉛板以外の材質を使う方がよいと考える。
- 4) 鉛板測深器はケミカルチューブより取扱がはるかに容易であり廉価に出来る。但し、実用に供するには今後まだ鉛板の多量製産についての研究が必要である。
- 5) 変形量をはかるにはこの実験では測微尺を用いたが、将来はデプスゲイジを用いるとよい。

この研究は日本物理学会広島支部例会(昭27-12)及び中国四国支部例会(昭28-3)にて講演した。尙本実験を実施するにあたり多大の便宜をいただいた盛田助教及び田ノ上講師に感謝すると共に、基礎的実験を手伝つていただいた玉利君の労を謝したい。

(29-11-20)

## 参 照 文 献

- (1) 山家：火兵学会誌，第31巻，6号
- (2) 清田：熊大工学部報告，第1巻，第1号(昭和25)
- (3) G. H. Hudson：J. of Appl. Phys. 22 (1951) 1~11
- (4) 植村，清田，須藤：理工研報告，第6巻，第6号(1952)

## Résumé

In order to measure the depth of the fishing nets or tools in the sea, an apparatus with a Pb plate (See Fig. 1) was devised by the writer. The relations between the deformation of the plate and the holder of the plate under the various pressures were investigated minutely using the apparatus which was newly devised by the writer.

As the results of the experiments, it is showed that the thickness of the plate 0.50, 0.75, 1.00 % is respectively suitable to measure the depth of the nets or tools, when they are used in the depth of less than about 60, 80, 100 m.