



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	海底地震計用リリース : 白尻実験所での浮上実験
Author(s)	島村, 英紀; SHIMAMURA, Hideki; 浅田, 敏 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 39, 63-70
Issue Date	1981-01-31
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.39.63
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14088
Type	departmental bulletin paper
File Information	39_p63-70.pdf



海底地震計用リリース —— 臼尻実験所での浮上実験

島村 英紀

北海道大学理学部海底地震観測施設

浅田 敏*・山田 敏彦

東京大学理学部地球物理学教室

(昭和 55 年 6 月 16 日受理)

A Release Mechanism for Pop-up Ocean Bottom Seismographs —— Laboratory and sea bottom experiments at Usujiri seaside laboratory

By Hideki SHIMAMURA

Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University.

Toshi ASADA and Toshihiko YAMADA

Geophysical Institute, Faculty of Science, The University of Tokyo.

(Received June 16, 1980)

A release mechanism for the use of pop-up ocean bottom seismographs (OBS) has been devised. The mechanism utilizes an evacuated chamber which holds the OBS to a steel casting weight. Since the OBS is buoyant, breaking the vacuum by flooding the vacuum chamber causes the OBS to come up to the sea surface for recovery.

The flooding is made by a forced electrical corrosion of a thin stainless steel pipe, through applying a weak electrical current from a presettable timer.

Some laboratory and sea bottom experiments were made at a seaside laboratory, Usujiri fisheries laboratory of the Hokkaido University, in October 1978. A scale model of the OBS was used for the sea bottom experiment. The results are in general satisfactory. Some minor problems will be solved in the design of real OBS in near future.

I. その経緯

海底、あるいは海中の計測器による観測にとって、かつては計測器としての信頼性や耐水圧が問題であった。しかし、現在ではこれらの問題は多く解決され(たとえば島村・浅田, 1974), 最大の問題は、計測器の安定した設置と回収にある。

海底地震計(OBS)にとっても、過去の観測の不成功のほとんど全部は、回収の失敗であった。

* 現在東海大学開発技術研究所

これは、海表面にブイを置き、それから海底面にある OBS まで化学繊維のロープで繫留するロープ繫留方式をとってきたために、荒天時のロープ破断やブイ破損などによる失敗が多かったことによる。このロープ繫留方式は、それなりに改良をつづけてきて、台風がブイ直上を通っても耐えたことがあるが、船舶での回収時に海況が悪いと、危険がどうしても避けきれない。

一方、OBS のように海底で観測する計測器は、原理的にはロープ繫留方式をとらずに、自己沈下・自己浮上方式（Pop-up 方式）をとればよいはずである。

筆者らがロープ繫留方式の OBS に拘泥してきたのは、この方式では OBS が海底堆積物中に埋まるため、海底面近くの底層流による雑音を避けて高感度観測ができることにあり、このことは、海底での長距離爆破地震学に決定的な役割を果たした (ASADA and SHIMAMURA, 1979)。

しかし、その後、とくに地震予知と関連して、同時多点の OBS 観測を、しかも小型船で行わなければならなくなり、Pop-up 方式をとる OBS をも開発せざるを得なくなった。

この方式をとるためには、極力高感度観測を行うための全体のデザインのほか、とくにリリース（離脱装置）と、浮上後の発見用補助装置が不可欠である。

このうち全体のデザインとリリースは、おたがいに関連する。つまり、地震観測のためには、OBS 全体は、海底面とよく結合していなければならない。一方、離脱時には、錘を捨てて、抵抗なく浮上しなくてはならない。

一般に海中で使うリリースは、いくつか市販のものがあるが、そのいずれもが、上記のような目的には使えず、もっぱら水中ブイを使って、海底面上数メートルに吊る形式のものである。これは、リリースが海底堆積物に捕われることなく安全に離脱できることと、リリースの用途が、トランスポンダー、流速計の繫留などであることによっている。

このため、OBS 用には、特別なリリースを考えなくてはいけない。今回はこのため、離脱時に捨てるべき錘と、OBS 本体とを真空で吸着しておき、浮上時に、その真空を抜いて吸着力をなくし、錘を分離する方式を考え、そのテストを行なった。

この真空吸着方式は、錘と OBS との結合、ひいては OBS と海底面の結合の面ではすぐれた方式であるうえ、リリース部が軽量小型で簡単なことは、数点ないし十数点の同時観測が普通になりつつある OBS 観測にむいている。

II. 実験装置

真空吸着方式は、真空——というより負圧——室を、OBS 本体と錘との間で構成しておき、その真空室内の空気を抜くことによって OBS 全体を組立て、一方真空室内に海水を流入させることによって真空室を海水で溢れさせて、OBS の浮力で OBS 全体を浮上させる仕組みになっている。

OBS 本体側は、何回もくりかえし使うものであり、他方錘は一回ごとに使い捨てるものだから、錘側は、なるべく加工度の小さい単純なものが望ましい。

真空室の容積は、固着の強さに関連する。深海になるほど固着の強さは増すが、一方で深海の

スタ 1, SCR 1で全体の回路は構成されている。また、実績のある標準品をつかっているのも、信頼性のためである。

タイマーの最大の特長は、CMOS のプリセッタブル・BCD カウンター 5 個を、5 ケタの分単位の時間として、設定器でタイマーの外部から任意に設定でき、また現在の残り時間も、外部からいつでも読み出せることにある。また 2048 倍に増進したテストも行える。

これらの設定（書き込み）、読み出しは、プリセッタブル・カウンター (MC 14510 B) を設定器からの IC クリップで 1 ケタごとに上部から掴むことで電氣的に接続され、設定器上のスイッチ類の操作によって行われる。IC クリップを掴むことで、表示や設定の内容が狂っては困るが、別にあるアース線を先につないでおくことによって、この心配は避けられる。

設定器は、この掴んだ IC から電源をもらい、BCD 出力を 7 セグメント出力に変換して発光ダイオード表示器 (LED) で表示する。現在の残り時間である。

一方、設定器は、BCD スイッチにより 0 ~ 9 までの任意の数値を設定し、PE (プリセット・イネーブル) に瞬間的に正電圧を入れることによって、掴んだ IC に BCD の数値を書きこむようになっている。

なお、MC 14510B 側で、BCD の各入力はそれぞれ抵抗でプルダウンされているので、正の入力が入ってこないかぎり、0 が入力されることになる。このため、設定器の BCD スイッチに直列にプッシュスイッチが入れてあり、これを押したときは設定値が、また押さないときは、0 が入力されて設定値がクリアされるようになっているので、迅速な設定には便利である。

この設定の特長は、IC への書きこみと読み出しが全く独立にできることで、仮に IC クリップの 16 本の接触のどれかが悪くても、すぐに発見できることにある。

タイマーのもうひとつの特長は消費電力の少いことで、原発振 4.19 MHz (2^{22} Hz) の水晶発振と、その 1 分までの分周に、3 V で 100 μ A 程度しか電力を消費しない。

分による設定は、たとえば日、時、分による設定とくらべて煩わしいようだが、タイマー本体の構成が著しく簡単になることの利点をとった。実際にはプログラム電卓 (T I 59) で、現在の日時分と、設定日時分間の分数、その逆計算などを行っている。

BCD カウンターは 5 ケタで 99999 分まで設定できる。約 69 日分である。IC をふやすことで、それ以上の設定も可能である。

カウンターの出力は最終的には SCR に加えられて出力となる。SCR は、リレーの接点のように

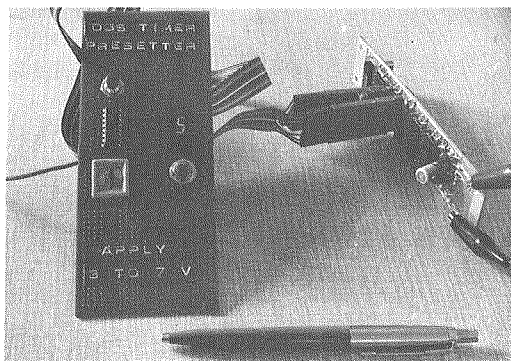


Fig. 4. The timer and the timer presetter.

Up to 70 days can be preset. To write the preset value and to read the present status can be independently done by the timer presetter for redundancy.

The power consumption of the whole timer is 100 μ A at 3 Volt. The size of the timer is 3 x 10 cm.

くりかえし使用に不安があるものより、ラッチ動作が簡単で信頼性が高い。

IV. 白尻での実験

これらリリースとタイマーの海水中でのテストのため、1978年10月に、水産学部付属白尻水産実験所（茅部郡南茅部町）で、各種の実験を行った。

IV-1. バルブ溶解のテスト

同実験所は室内で海水が使えるので、室内の水槽中で、ステンレスバルブの溶解のテストを、いろいろな条件で行った。実験は、OBSモデルを錘に吸着させた、海底に投入される構成で、海水（水温12°C）を常時流している水槽の底に沈めて、バルブ部に流す電圧、電流、バルブ溶解（浮上）の時間を監視しながら行われた（Fig.5）。

その結果をまとめると、

- (1) バルブにかける電圧が増えると電流も増す。ただし電流値は、はじめは小さいが、電圧をかけてから数秒ないし数十秒の間に数倍程度ふえて、それぞれ一定値になる。
- (2) バルブが溶解するまでの時間は、実験の条件内では5分から40分であった。この時間は、もっぱら電圧の約3乗に逆比例するが、バルブのステンレスパイプ（正電極）の海水中の露出面積にはあまりよらない。
- (3) 溶解するまでに必要な電流量は、パイプの露出面積が小さいほど小さく（ほぼ面積に比例）、一方電圧が小さい方が大きくなる（ほぼ電圧に比例）。いずれにせよ実験条件内では、最小20 mAH、最大83 mAHであり、単3型電池でも十倍以上の余裕をもって溶かすことができる。
- (4) 溶解するまでの電力量からいえば、露出面積が小さいほど小さい（ほぼ面積に比例）が、電圧にはあまりよらない。最小80 mWH、最大349 mWHであった。
- (5) 実際の海中では電池を電源とするので、もし問題がおきるとすると、低温下の長期設置による電池電圧のへたりが考えられるが、この種の溶解だと、たとえ電圧が低下しても、溶解に要する時間が増えるもののリリースはする、という面で大きな利点がある。他の方式のリリースではこの種の利点がないものが多い。

IV-2. 海底での設置・回収テスト

OBSモデルを実際に、実験所近くの海底に設置し、回収するテストを、同所の小型舟艇を使って、11回行った。タイマーの設定は70分から1週間、水温は11~14°C、水深は10 mから60 mであった。底質は、砂、泥、礫など各所で行われた。同実験所近くには深い海はないので（たとえば2000 mのところさえ170 kmも先である）、深さの条件だけは制約があったが、その他の

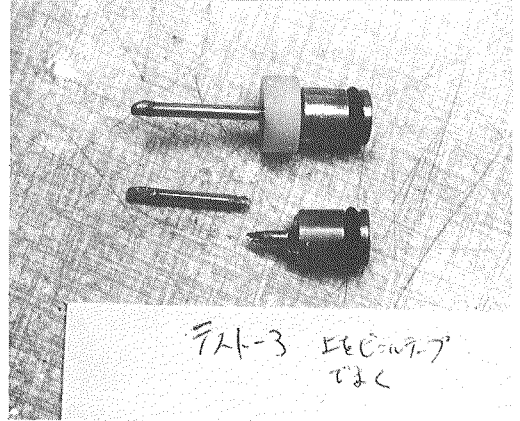


Fig. 5. An original, upper, and the dissolved, lower, flooding valves.

面では、ほぼ十分の実験が行えた (Fig.6).

その結果をまとめると、

- (1) 重量のバランスは設置時、回収時とも適当で、たとえ逆さに水中に投下しても、すぐに正現の姿勢にもどって沈下する。
- (2) 錘の直径 (17 cm) はやや小さく、海底着底時に、凹凸があると横転するかもしれない。しかし、たとえ横転しても、リリースは正常に働いて OBS を浮上させることができるのは、この方式のリリースの特長である。



Fig. 6. An OBS scale model on a boat, which is to be launched.

- (3) 11回のテストのうち、8回は何の問題もなく浮上して回収された。のこりの3回のうち1回は、電池が古くて溶断に時間がかかったため、溶断する以前にバックアップのロープを巻きあげてしまったもので、タイマーがオンになってから15分めに巻きあげたので早すぎた。あとの1回は、あるタイマー内のトランジスターが死んだもので、このトランジスターを取替後、別のテストでは浮上に成功した。

残りの1回は、最後に行われた1週間のテストで、設定より早く浮上して回収された。原因は、海が荒れたために、バックアップのロープが、結んでいた海面上のブイに引っ張られて OBS モデルが錘から引きはがされたか、或は、真空が洩れたかだと考えられる。水深は13 mであった。

- (4) 錘と本体との吸着面積 (直径9.8 cmの円型) は小さすぎた。大気中で31 kgの吸着力では、船上の扱いのときどきに、ちょっとしたショックでとれてしまう可能性がある。実際の OBS では、(2)のこともあり、直径はずっと大きく (40 cm) された。
- (5) タイマーは非常に正確であり、溶断時間のばらつきを考えれば、実用上十分の精度をもつことがわかった。

V. 議 論

白尻実験所での真空吸着式と強制電蝕によるリリース方式をとる OBS の実験は、概ね成功であった。

真空吸着式の利点は、OBS と錘、ひいては OBS と海底との結合が十分強く、従って地震観測上、好適であることにある。また船上でのセット、再セットが真空ポンプだけで出来るために簡単なことも利点である。

一方、真空の保持には、問題が残るかもしれない。というのは、とくに錘側の Oリング面は、捨てるものであるにもかかわらず、或程度以上の精度で仕上げないと、長時間の間には真空が洩れる可能性がある。また錘が安価な鉄の場合には、長期の設置中には Oリング面がさびることも考

えられる。

真空が洩った場合は、OBSは浮上する。このことは、リリースの不具合があると浮上できない他のリリース方式よりは「安全」であるかもしれないが、実際上はOBSの多点観測では船でいつも待機しているわけにもいかないの、利点とはいえない。

一方、強制電蝕によるリリース方式は、すぐれたものであることが結論づけられた。ステンレスは普通の強度と耐腐蝕性が大きい割には、強制電蝕による溶解が、比較的小電力で行える。また電圧、温度、水圧に対して適応性が広い。火薬のような危険はなく、一部のメカニカルなリリースのように、着底時の姿勢に影響されることもない。

ただし、現在のステンレス細パイプによる方式の唯一の心配は、深海底にある軟い堆積物上にOBSが設置されたときに、錘部やリリース部が堆積物中に沈み、たとえばリリース時にパイプを詰まらせてしまうのではないかとということである。

これに対する対策はいくつか考えられるが、そのひとつは、錘を平板状でなく、上の開いた円筒型、つまりバケツ状につくことで、実際のOBSは、この形で作られている。

タイマーとその設定器は、一部の部品の信頼性を除いては、十分なものと思われる。なおタイマーは白尻実験所の冷凍庫で、 -20°C 以下でも正常に働くことが、くり返しテストでも確認された。タイマーが小型で、リリースも小電力で働くことから、タイマーと必要な電池(単3型電池×4本)で、直径3.4 cm、長さ15 cmにおさまる。このことは、タイマーの耐压ケース、ひいてはOBS全体の設計を非常に楽にする。

この種のリリースは、海底地震計に限らず、他の海中、海底測器用にも使えるはずである。唯一の欠点は、強制電蝕の方法は、電解液である海水中でしか使えず、淡水中では使えないことであろう。

謝 辞 実験では、北大水産学部白尻実験所(五十嵐孝夫所長)、とくに山本弘敏博士、嵐田洋悦、野村潔の両技官には大変にお世話になった。また同所での実験では、北大理学部地球物理学教室の榎本美津郎君(当時4年生)にも大いに手伝っていただいた。開発工業(株)の武山孝夫氏には、試作の段階で尽力していただいた。記して感謝の意を表する。

文 献

- 島村英紀・浅田敏, 1974. 海底地震計のためのカセットレコーダー. 北海道大学地球物理学研究報告, **32**, 17-24.
- ASADA, T. and H. SHIMAMURA, 1979. Long-range refraction experiments in deep ocean. **Tectonophysics**, **56**, 67-82.