

Table 1. Examples of the differences between the dropping position (D), the recovery position (R), and the surfacing position (U).

OBS St. No.	水深	投入 D	揚収 R	ずれ D-R	U-R 時間	ドリフト 距離*	D-U *
1	1,700 m	40°-28'.7N 143°-11'.1E	28'.5 10'.8	0.31 nm	11	0.09 nm	0.22 nm
2	1,500	40°-29'.1 142°-54'.3	28'.7 54'.0	0.51	13	0.11	0.39
4	1,748	28°-15'.6 142°-16'.9	16'.0 16'.6	0.50	11	0.09	0.41
5	850	27°-50'.8 142°-15'.6	50'.83 15'.05	0.06	10	0.08	0.02
7	2,780	27°-50'.0 142°-40'.1	50'.2 40'.4	0.26	16	0.13	0.13

* 潮流を 0.5 kt と仮定

められる。海底における地震計の位置 (S) は投入地点と浮上地点の中間にある。

投入地点 (D) と揚収地点 (R) とのずれがどれ位か、また浮上から揚収までどれ位時間がかったかという観測例を Table 1 に示す。

投入は航海衛星の Update 時刻に合わせて行い、投入地点は航海衛星の Update の位置をもってあてる。同時にロラン C の位置も測定する。航海衛星とロラン C の位置との補正量を測定しておく。揚収地点ではロラン C で位置を測定する。投入地点と揚収地点とのずれは 5 回の例の中、最大 0.5 海里、最小 0.06 海里、平均約 0.3 海里であった。私達の自己浮上式海底地震計 (ERI-P79 型) は投入地点のほぼ真上に浮上するという性質がある。投下地点にて浮上を待っていると、普通、海底地震計は船のすぐそばに浮上する。従って、浮上から揚収までに要する時間は僅か 10~16 分であった。この間、潮流によって地震計が漂流する距離を見積ってみると、例えば、潮流を 0.5 ノットとすると 15 分間にて 0.125 海里となる。潮流の速さと方向を測定すれば更に正確な漂流距離を求めることができる。海底地震計本体は小型であり、水面上に表れる部分が少いために風による漂流は極めて少い。Table 1 に参考値として、潮流を 0.5 ノットとし、また潮流の流れの方向が投入地点と揚収地点を結ぶ方向にあるとした場合の漂流距離を補正し、浮上地点 (U) と投入地点 (D) とのずれを求めてみた。Table 1 の右端にみられるように、その量は 0.02~0.41 海里であった。潮流が 0.5 ノットより大きければ、このずれの量は更に小さくなる。投下地点 (D) と浮上地点 (U) とのずれは自由落下 (設置時) および浮上 (回収時) の際、表層付近の潮流で流される分と、地震計がその外形、落下 (上昇) 時の姿勢などによってふらつき真下 (上) からずれる分とが合わさったものと考えられる。今回の地震計 (P-79) の落下スピードは約 50 m/分、浮上スピード約 40 m/分である。従って、表層約 1,000 m の厚さの潮流の中を通過する時間は約 20 分 (落下時)、25 分 (浮上時) である。潮流の平均流速が 0.5 ノットとすると流される水平距離は落下時 0.17 海里、浮上時 0.21 海里となる。厚さ 1,000 m に対する平均流速はもっと小さい場合が普通なので、ずれの量はもっと小さ

いであろう。従って、流向が投入時と回収時とで必ずしも同方向とは限らないが、第1近似として、海底地震計の着底位置は投入地点と浮上地点の中間点としてよいであろう。更に精度を上げるためには、投入後と、揚収後にそれぞれその時の潮流の速さと方向を測定しなければならない。このようにして海底地震計の位置を求めると、その精度は航海衛星位置に対して約 ± 0.1 海里に収められる。

海底地震計の位置精度が良いことを示す珍しい記録が得られたのでそれを紹介する。1980年11月~12月相模湾川奈沖にて東京水産大学青鴈丸のご協力を得て海底地震観測を行った折、設置地点の真上で浮上を待っていた所、浮上途中の海底地震計が測深器の映像にとらえられた。Fig. 2 がその記録であるが、深さ約 250 m から映像が現われ始め、深さ約 100 m で消えた。設置地点の水深は 845 m である。測深器の指向性が $\pm 15^\circ$ であるから、水深 100 m の所では船の直下から 27 m 以内の所を通ったことになる。この映像を見ながら浮上時刻を予測して待っていた所、予測した時刻に浮上を告げるトランスミッタの発信音が方向探知機に受信されたが姿が見えず、あたりを見廻したが見つからず、どこにいるかと思っていたら、船尾からぼっかり顔を出して来た。Fig. 3 は設置時における落下、着底を追跡した測深器映像の例である。水深は 1,290 m である。ほぼ真下に沈むことが分る。

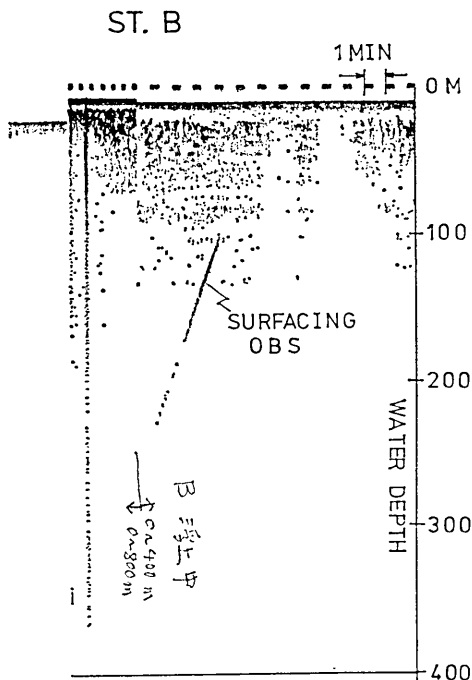


Fig. 2. An example of the echo-sounder image of the floating OBS.

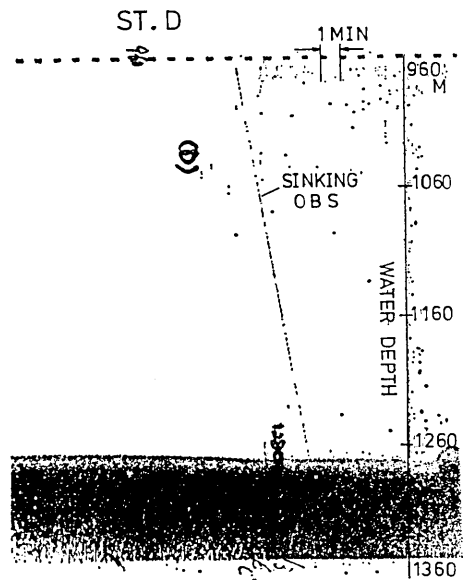


Fig. 3. An example of the echo-sounder image of the sinking OBS.

3.

このような精度をだすためには、設置および回収作業を特別の注意をはらって行う必要がある。先づ設置作業においては、投入を航海衛星の Update 時刻に合わせて行うことが必要である。すなわち、Update 時刻の前後約20分間停船し、航海衛星受信開始後 Update 時刻を予測し、その時刻に船橋からの指令によって投下を行う。この間、船橋ではロラン C 位置も同時に読みとり、ロラン C 位置と衛星位置との補正量を求める。また衛星受信中停船していることは衛星位置の精度を高めるためでもある。次に回収作業においては、浮上予定時刻に船を投入地点の極く近くにて待機し、浮上後速やかに揚収する。こうすることによって、浮上から揚収までの漂流距離を最小にすることができ、浮上地点をより正確に求めることができる。また浮上地点を決める方法として、浮上時に、その方位と船位を測定し、そこから揚収地点までの航走距離を測って求めるという方法もある。

4.

海底における地震計位置の検定方法として、エアガンによる方法、火薬発破による方法などが行われることがある。エアガンによる方法では、測線を海底地震計の真上に、ほぼ直交するように2本とり、それぞれの測線上で少なくとも2点以上航海衛星の Update が入るように時間帯を選んで発音を行う。しかし、この方法においては、海底地震計へ最も近接した船の位置の精度は高くない。例えば水深 3.6 km にてエアガンが海底地震計の真上を通過した場合でも、 ± 0.1 海里の精度で最近接船位を求めるためには、エアガンと地震計間の直距離を ± 4 m の精度で判別しなければならない。これは水中音波の時間差にして約 2.7 msec である。これは通常海底地震記録の精度より一桁高いものである。従ってエアガンの検定爆発を行っても ± 0.1 海里の精度を実現するためには特別の工夫が必要となる。従って、設置および回収作業を前述のように注意深く行って、予め位置精度を上げておくことが必要である。火薬の爆発を利用する場合は、発破の位置そのものの精度が衛星船位の航走中の精度以上には上らないこと、火薬の爆発回数が少ないことなどのため精度は上がらない。

海底地震計の位置精度としてどれ位のものが必要なかという問題がある。普通の地震観測では絶対時刻の精度として 0.1 秒を保持しているので、これに見合う精度がのぞましい。近地地震の場合、地表面見掛け速度を 6 km/sec とすると、0.1 秒の誤差は 0.6 km (約 0.3 海里) に相当する。従って時刻を 0.1 秒の精度で扱う時は位置精度は ± 0.15 海里以内が必要である。

5.

自己浮上式海底地震計の海底における設置位置は投入地点と浮上地点との中間点にあるものとして求められ、設置・回収作業を注意深く行うことによって、航海衛星位置に対して ± 0.1 海里の精度に収めることができる。このためには (1) 設置作業は航海衛星の Update 時刻に合わせて投入すること、(2) 回収時には投入地点の真上にて待機し、浮上後速やかに揚収し、浮上地点から揚収地点までの漂流距離を短くすること、(3) 投入時には衛星受信中停船し衛星位置の精度を上げ、同時にロランと衛星との補正量を求めておくこ

となどが必要である。

謝 辞

この実験にご協力頂いた東京大学海洋研究所白鳳丸田玉一郎船長および乗組員の方々、東京水産大学石野誠教授、練習船青鷹丸磯打勉船長および乗組員の方々に厚く御礼申上げる。

文 献

笠原順三, 是沢定之, 南雲昭三郎, 大工原 保, 原 智美, 安藤誠一, 1979, 自己浮上式海底地震計 (ERI 型 P-79), 地震研究所彙報, 54, 515-530.

6. *Position Accuracy of Pop-up Ocean-Bottom Seismometer.*

By Shozaburo NAGUMO, Junzo KASAHARA
and Sadayuki KORESAWA,

Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

The accuracy of the Pop-up Ocean-Bottom Seismometer (ERI-P79) was tested on the cruise of the R/V Hakuho-Maru (University of Tokyo, Ocean Research Institute) in February-March of 1980 in the Japan Trench and the Bonin Trench regions. The location of the OBS (Ocean-Bottom Seismometer) on the sea-floor is determined to be half-way between the point where it was dropped from the ship and the point where it surfaced. An accuracy of ± 0.1 nautical mile, referred to the satellite position, was achieved by careful operations during both the deployment and the recovery. Recommended for these operations are:

(1) for deployment, one should drop the OBS at the satellite update time, and also measure and correct the Loran position to the satellite position and (2) for recovery, one should wait at the drop position for the OBS to surface and then pick it up as soon as possible.