TECHNICAL REPORTS OF THE METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE No.9

BOTTOM PRESSURE OBSERVATION SOUTH OFF OMAEZAKI, CENTRAL HONSHU

By

SEISMOLOGY AND VOLCANOLOGY RESEARCH DIVISION

and

OCEANOGRAPHICAL RESEARCH DIVISION,

気象研究所技術報告

第9号

御前崎南方沖における海底水圧観測

地震火山研究部・海洋研究部

気象研究所

METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, JAPAN

FEBRUARY 1984

Meteorological Research Institute

Established in 1946

Director : Dr. S. Moriyasu

Forecast Research Division	Head : Mr. T. Yoshida
Typhoon Research Division	Head : Dr. M. Aihara
Physical Meteorology Research Division	Head : Dr. T. Okabayashi
Applied Meteorology Research Division	Head : Mr. N. Murayama
Meterological Satellite Research Division	Head : Dr. K. Naito
Seismology and Volcanology Research Division	Head : Dr. H. Watanabe
Oceanographical Research Division	Head : Dr. H. Iida
Upper Atomoshpere Physical Research Division	Head : Dr. M. Kano
Geochemical Research Division	Head : Mr. T. Akiyama

1-1, Nagamine, Yatabe-machi, Tsukuba-Gun, Ibaraki-Ken 305, Japan

Technical Reports of the Meteorological Research Institute

Editor-in-chief : Dr. T. Okabayashi

Editors : Dr. T. Akiyama	Mr. H. Kondoh	Dr. Y. Sasyo
Dr. T. Yoshikawa	Dr. J. Aoyagi	Dr. M. Seino
Dr. M. Endo	Dr. K. Kodera	Dr. K. Fushimi

Managing Editors : K. Nishida, H. Nishimura

Technical Reports of the Meteorological Research Institute

has beed issued at irregular intervals by the Meteorological Research Institute since 1978 as a medium for the publication of survey articles, technical reports, data reports and review articles on meteorology, oceanography, seismology and related geosciences, contributed by the members of the MRI.

序

昭和48年，測地学審議会は第3次地震予知計画の建議において，気象庁に対し海底地震計の開発とそれによる業務的観測への努力を要請した。これを受けて気象庁は，気象研究所地震火山研究部において，特別研究「海底地震常時観測システムの研究」として昭和49年度より研究を開始した。昭和53年8月，御前崎南方沖に海底地震計および関連機器が布設され，翌54年3月には全システムの完成を迎えた。同年4月より気象庁が実施している地震観測業務の一環に組み入れられ，現在まで順調に観測が行われ，多くのデータが得られている。

本システムのケーブルの先端，御前崎南々西110 km，水深2,200 mの位置には，地震計のほか，津波を測ることを目的とした海底水圧計も併設された。この水圧計が観測を開始した直後から，地震火山研究部と海洋研究部は協力し，得られたデータを使っていろいろの解析を行ってきた。これは海底における水圧観測が，単に津波の計測ばかりでなく，外洋潮汐や海況変動に伴う水圧変動の情報が得られることから，海洋学的にも重要な意義を持つことが明らかにされたからである。これに伴って一般からデータの公開を希望する声が高まってきた。

このように外洋の深海で水圧計の観測を長期間にわたり継続して得られたデータは，日本ばかりでなく世界的に例を見ない極めて貴重なものである。本技術報告にはこれらのデータがまとめて公表されているほか，既に発表された論文を参考に，新しいデータを追加し新たな解析結果も付加され，総合報告の形式でまとめられている。

本報告を発刊するに当って，観測やデータのとりまとめに精力的な努力をはらわれた関係者の方々に深甚なる謝意を表すものである。また，本報告の成果が津波，海底地殻変動および外洋における潮汐と海水温の各分野へ応用され，地震学および海洋学に多大の貢献することを期待したいものである。大方の御批判をいただければ幸いである。

昭和59年1月

気象研究所　地震火山研究部長　　渡　辺　偉　夫

御前崎南方沖における海底水圧観測

目　　次

序

概要（和文） …………………………………………………………………………… 1

アブストラクト（英文） ………………………………………………………………… 3

第１章　観測システム ………………………………………………………………… 5

第２章　津波および外洋潮汐観測への応用 ………………………………………… 9

第３章　水温観測への応用 …………………………………………………………… 13

第４章　地殻変動観測への応用 ……………………………………………………… 17

付１　毎時観測値，日平均値，日平均潮汐残差（表） …………………………… 20

付２　毎時潮汐残差（図） …………………………………………………………… 74

付３　日平均潮汐残差（図） ………………………………………………………… 83

付４　御前崎検潮所の日平均潮汐残差（図） ……………………………………… 84

付５　年別毎時潮汐残差のスペクトル（図） ……………………………………… 85

付６　御前崎検潮所の年別毎時潮汐残差のスペクトル（図） …………………… 86

付７　月および年平均値（表） ……………………………………………………… 87

付８　月平均値（図） ………………………………………………………………… 87

付９　御前崎検潮所の月平均値（図） ……………………………………………… 87

付10　年別潮汐定数およびそのベクトル平均（表） ……………………………… 88

付11　御前崎検潮所の年別潮汐定数およびそのベクトル平均（表） …………… 89

付12　海底水温の短周期変化に起因する雑音の日別発生頻度（表） …………… 90

付13　海底水温の短周期変化に起因する雑音の日別発生頻度（図） …………… 90

御前崎南方沖における海底水圧観測

概　　　　要

1978年8月，静岡県御前崎の南方沖に4基の海底地震計が設置された。これらの地震計は長さ約160 kmの海底ケーブルに数珠つなぎになっていて，その信号は実時間で陸上まで伝送されている。先端装置は御前崎の南々西110 km，水深2,200 mの位置あり，そこには地震計だけでなく，津波を観測するための海底水圧計が併設されている。

この水圧計の変換器は感圧水晶振動子である。1.0 mH_2O の水圧変化により共振周波数が2.0 Hzだけ変化する。機械的な雑音は環境温度の変化に起因するものと水晶の枯化によるドリフトの2種類が認められるが，これらの雑音および分解能に関しては，現存する変換器の内で最も優れたものが使用されている。

深海における水圧計のデータを見ると，気象，海象に起因すると思われる変動が沿岸の検潮所よりエネルギーレベルにして約1桁小さい。このことはそのデータが外洋潮汐の解析に有効に利用できることを示す。潮汐残差のパワースペクトルは周波数（f）に関して，0.01 cph以下の帯域では $f^{-5/3}$ にほぼ比例する形を示している。

環境温度の変化に起因する機械的な雑音を手がかりとして，短周期の環境温度変化が発生した時を知ることができる。実際に水圧計付近の海底に水温計を設置し臨時観測を行ったが，調和的な結果が得られた。また，短周期の環境温度変化の発生と遠州灘における黒潮の大蛇行との間に関連が見うけられた。

海面および海水密度を不変なものと仮定すると，海底の水圧は海底地盤の水準変動に相当する。データに機械的なドリフトが含まれるので長期の地殻水準変動の観測には問題が残るが，大地震直前（数時間～数日前）にあるとも言われている大きな水準変動なら検出できる。潮汐残差から推定すると，その限界は±10 cm程度と考えられる。これは沿岸の2検潮所間の潮位差観測により検出できる水準変動と同程度である。

筆者らは，この水圧計が稼動を始めた当初からそのデータに注目し，うえに述べたような様々な面から解析を進めてきた。この技術報告は現時点における成果のまとめであり，また，得られたデータを公にすることを目的としている。

Tech. Rep. Met. Res, Inst., No. 9, 1984

Bottom Pressure Observation South off Omaezaki, Central Honshu

by

Seismology and Volcanology Research Division

and

Oceanographical Research Division

Abstract

In August 1978, four seismographs were laid on the sea bed far south off Omaezaki, central Honshu. They are linked in series to the shore monitoring station by a submarine coaxial cable 160 km long, over which the signals are transmitted on real-time. At the far end of the cable approximately 2,200 meters deep and 110 km south-southwest of Omaezaki was also laid a bottom pressure sensor to observe tsunamis.

The transducer of the bottom pressure in a quartz resonator, of which the resonant frequency changes by 2 Hz with a pressure change of 1 mH_2O (10 kPa), Although two kinds of instrumental noises (thermally induced noise and drift) are observed, they are very small compared with those of other types of pressure sensors. The resolution is also sufficiently good.

The energy density of the bottom pressure disturbances caused by meteorological and oceanographic phenomena is less than that for the coastal sea level by a factor of about 10. This shows that the bottom pressure data are effective in pelagic tide analysis. The power spectrum of the tidal residuals of the bottom pressure is proportional to $f^{-5/3}$ (f : frequency).

The occurrence of short-period bottom temperature change could be detected by the use of the characteristics of thermally induced instrumental noise. Temporal bottom temperature observation was performed, and consistent relation was found between noise occurrence and temperature change. The bottom variations of this temperature and pressure are compared with the oceanographic conditions, especially with the route of the Kuroshio, and some qualitative correlation is observed among them.

The bottom pressure corresponds to the crustal level change on the assumption that both the mean sea level and the density profile are stationary. In the case of the pressure sensor used here, the drift of the instrument prevents from observing secular crustal level change, but great

short-period (several hours to several days) level change just prior to a great earthquake could be detected, because the threshold is maintained at 10 cmH_2O, which is comparable to the differential sea level observation of the same purpose between Tago and Omaezaki tide stations.

The authors have been interested in the bottom pressure data, and analyzed them form the above-mentioned various standpoints. This technical report present the resumé of the analyses, as well as the bottom pressure data. For Chapter 1 the reader is mainly referred to

Den, N., T. Iinuma, H. Matumoto, and M. Takahashi, 1980: Permanent ocean-bottom seismograph observation system. Tech. Rep. Meteorol. Res. Inst., No. 4, 233pp.

Takahashi, M., 1981: Telemetry bottom pressure observation system at a depth of 2,200 meter. J. Phys. Earth, 29, 77-88.

For Chapter 2, see mainly

Isozaki, I., N. Den, T. Iinuma, H. Matumoto, M. Takahashi, and T. Tsukakoshi, 1980: Deep sea pressure observation and its application to pelagic tide analysis. Pap. Meteorol. Geophys., 31, 87-96,

but newly obtained results by M. Okada are also included in this report.

For Chapter 3, see further

Takahashi, M., I. Isozaki, and H. Ishizaki, 1983: Thermal response of the bottom pressure sensor off the coast of the Tokai District, central Honshu, and its application to oceanographic analysis. Pap. Meteorol. Geophys., 33, 245-255.

Ishizaki, H., O. Asaoka, S. Konaga, and M. Takahashi, 1983: A direct measurement of near bottom current on the continental slope off Omaezaki, central Japan. Pap. Meteorol. Geophys., 33, 257-268.

For Chapter 4, see

Takahashi, M., 1981: Real-time observation of precursory crustal level change by use of bottom pressure. J. Phys. Farth, 29, 421-433,

but new data are added.

Appendices 7 and 8 are related to Chapter 1; 1-6, 10 and 11 are related to Chapter 2; 12 and 13 are related to Chapter 3; and 2-4 and 7-9 are related to Chapter 4.