

室戸海底ケーブルによる地電位差観測

On the observation of geoelectric potential using the Muroto submarine cable

新山明理・村上英記（高知大学），後藤忠徳・笠谷貴文（海洋研究開発機構）

Niiyama,A., Murakami,H.(Kochi Univ.),Goto,T., Kasaya,T.(JAMSTEC)

Abstract: The purpose of this study is to report on the observation of geoelectric potential using Muroto submarine cable (JAMSTEC), which extends to 110km offshore Muroto Cape. The observed geoelectric potential variations include the effects of seawater movement, geomagnetic storm, and electric power supply. We report the preliminary analysis results of the submarine cable electric potential data of Muroto station.

1. はじめに

海底ケーブルを利用した地電位差の観測およびそれを使った比抵抗構造の解析結果が数多く報告されている [例えば, 下泉他 (2000), 山下他 (2006)]. 本報告では, 南海地震の震源域に展開されている海洋研究開発機構の室戸沖「海底地震総合観測システム」の電力供給ケーブル (以下, 室戸海底ケーブル) の給電電圧の変動から, 観測機器の電力消費に伴う給電電圧の変動以外の成分の抽出に関する予備的な解析について報告をする。

2. 室戸海底ケーブルによる地電位観測

海洋研究開発機構の室戸沖「海底地震総合観測システム」は, 室戸沖合約 110km の水深 3500m の海底に設置された先端観測ステーション (地震計, 地中温度計, 流向流速計, 音響層別流速計, 水温・塩分・圧力計) と途中の沖合 100km と 70km に設置された海底地震計・津波計, そして観測機器に電力を供給し観測データを収集する陸上局から構成されている (Fig.1)。本研究では, 室戸陸上局において観測機器に供給される供給電圧を研究対象データとして扱う。観測システムの供給電圧と電流値は, 10 秒ごとにデジタル化され海洋研究開発機構に転送されている。

室戸海底ケーブルはいわゆるホット・ケーブルであるため, 先端部の計測機器の動作に伴い供給電圧が大きく変動する。現在稼働している装置の中でもっとも多い電圧変動を伴うのが, 30 分間隔で計測されている音響層別流速計 (ADCP) である。給電電圧の変動例 (2007年1月1日) を Fig.2 に示す。ADCP 動作に伴いスパイク状の数 V の変動が生じている。給電電圧の変動としてはこの ADCP 動作に伴う給電電圧の変動が最も大きく, 自然現象による給電電圧の変動を抽出するためにはこの変動を取り除く必要がある。

3. ノイズ除去について

本報告では, ADCP 動作に伴うスパイク状の変動と取り除くために中央値フィルタを適用

した。中央値フィルタとは、注目している時刻の値として注目する時刻を含むある時間幅中のデータの中央値をその時刻の値にするものである。中央値は平均値と異なり異常値の影響を受けにくいという特性があるので、ADCP 動作に伴うスパイク状の変動を取り除くのに適していると考えられる。

ADCP 動作によるスパイク状変動を除くための適切な時間幅を見つけるために、時間幅を 300 秒から 2400 秒まで変化させた場合の給電電圧時系列のパワースペクトルの比較を Fig.3 に示す。Fig.3 では 2006 年 4 月 29 日の一日分のデータについて生データと時間幅を変えた中央値フィルタを適用後のパワースペクトルを示している。生データのパワースペクトルは、 10^{-4} Hz よりも高い周波数でほぼ一定で周期 30 分とその高調波成分が顕著に見られる。これは ADCP 動作による給電電圧の変動を詳細に見ると矩形上であることとその間隔が 30 分であることを反映している。中央値フィルタの時間幅を 300 秒から 2400 秒の間で変化させると、櫛状のパワーは減少するものの完全には除去できないことがわかる。また、長周期側では約 1.5×10^{-4} Hz より低い周波数領域ではパワーの値が、時間幅に関係なく一致しているため、生データのパワーが低周波側で持ち上がっていることがわかる。時間幅を 2400 秒と 1200 秒では、櫛状ピークの顕著な減少は見られない。中央値フィルタ適用による平滑化としては時間幅 1200 秒から 2400 秒程度が適当と考えられるがさらに検討を進める必要がある。

4. 室戸海底ケーブルにより観測される地電位変動

2007 年 1 月 1 日から 1 月 24 日までの 24 日分のデータに時間幅 1200 秒の中央値フィルタを適用した例を Fig.4 に示す。Fig.4 の上段が観測データで下段が中央値フィルタを適用した結果である。中央値フィルタを適用した結果、明瞭な日変化とさらに長い変動を抽出することができた。また、日変化の振幅は半月程度で変化しているように見える。

これらの変動の原因を探るために、中央値フィルタを適用した時系列のパワースペクトルを求めた結果を Fig.5 に示す。おおよそ周期 24 時間、12 時間、8 時間、6 時間のあたりに大きなパワーがあることが見られる。比較のため室戸海底ケーブルの先端に取り付けられた圧力計のパワースペクトル (Fig.6) 及び室戸岬の潮位変動のパワースペクトルを求めてみたが、いずれも周期 8 時間や 6 時間のピークは見られないか大変小さく、海洋潮汐が直接の原因とは考えにくい。

次に、室戸海底ケーブルの先端に取り付けられた ADCP データ、すなわち流速との比較を試みた。残念ながら ADCP の連続記録があまり得られていないので、時間領域での比較をおこなった (Fig.7)。中央値フィルタを適用したデータと ADCP による流速データを比較すると、東西方向の流速データと相関が極めてよいことがわかる。これは、鉛直磁場を海流が東西方向に横切るさいに発生する南北方向の誘導電場を記録していると考えられる。

最後に、はたして中央値フィルタの適用により地磁気擾乱による誘導電位が検出できるのかを検証してみた。磁気嵐 (2006 年 4 月 9 日～15 日) のあった日の地磁気水平成分 (東西)

と給電電圧(中央値フィルタ処理後)にバンドパスフィルタ(1000~10000sec)を適用した結果を Fig.8 に示す。磁気嵐に対応した給電電圧の変動が検出されている。すなわち、磁気嵐により誘導された地電位変動が検出できることがわかった。

将来の南海地震の震源域に設置されている室戸海底ケーブルの給電電圧に対して適切な処理をしてやれば、海流による誘導電位や地磁気擾乱による誘導電位を検出可能であることがわかった。しかしながら、中央値フィルタの適用だけでは ADCP 動作に伴う 30 分周期の変動を完全には取り除けないのでさらなる検討を要する。

最後に、本研究を進めるにあたり室戸海底ケーブルの給電電圧データの利用を許可してくださった JAMSTEC 海底ケーブルデータセンターの方々に御礼申し上げます。

参考文献

- 下泉政志・田中良和・歌田久司・浜野洋三, NTT 海底ケーブルを用いた地電位差測定,
Conductivity Anomaly 研究会論文集, p. 46-53, 2000.
- 山下忠伸・下泉政志・田中良和, 釜山ー浜田間海底ケーブルを用いた地電位差データ解析,
Conductivity Anomaly 研究会論文集, p. 158-164, 2006.

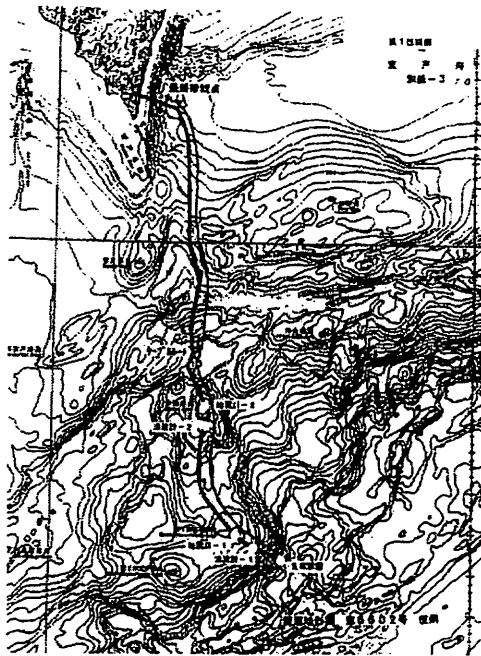


Fig.1 Location map of Muroto submarine cable.

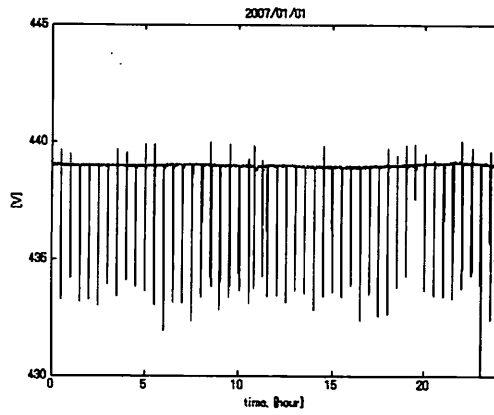


Fig.2 Geoelectric potential variation during Jan.1,2007.

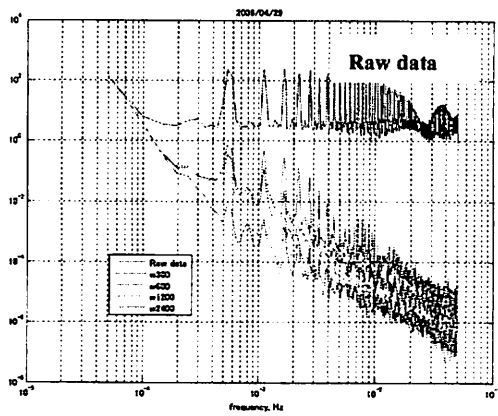


Fig.3 Power spectrum density (PSD) of raw geoelectric potential variation vs. PSD of median filtering geoelectric potential data.

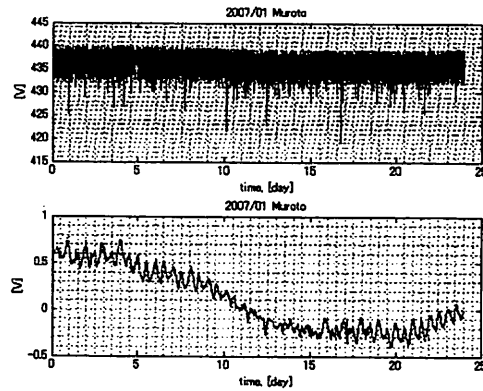


Fig.4 Raw observed geoelectric potential data (upper) vs. median filtering geoelectric potential data (lower).

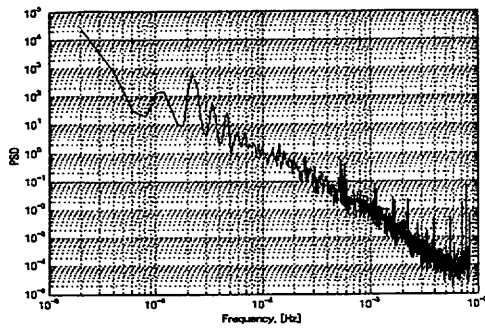


Fig.5 Power spectrum density of median filtering data shown in Fig.4.

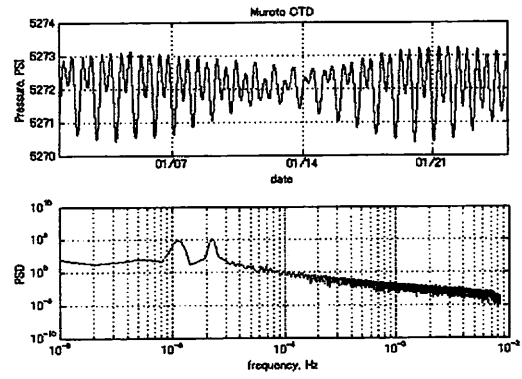


Fig.6 Pressure variation (upper) and power spectrum density (lower) at the sea bottom off Muroto peninsula.

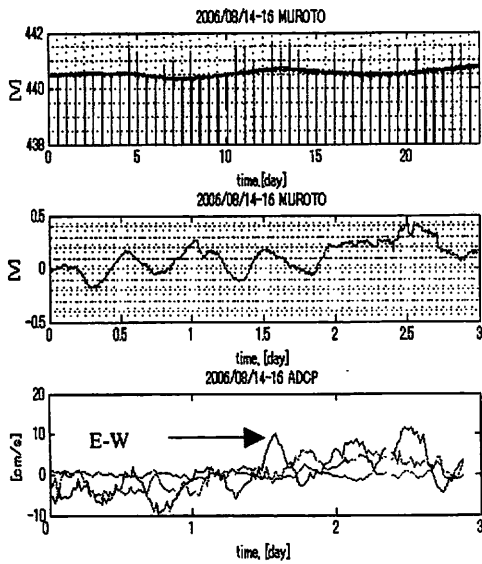


Fig.7 Geoelectric potential (upper), median filtering geoelectric potential (middle), and ADCP (lower).

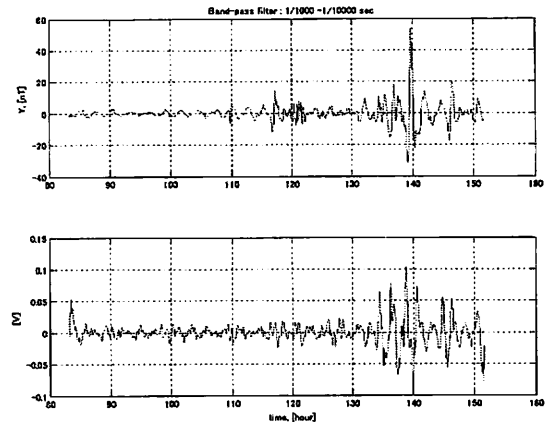


Fig.8 Geomagnetic data using band-pass filter (1000-10000sec) (upper) and geoelectric data using median filter and band-pass filter (lower).