

## 熊野トラフにおけるGPS/海底音響測地の長期観測

## Long-term observation of GPS/Acoustic seafloor positioning in Kumano trough

# 仙石 新[1], 浅田 昭[2], 矢吹 哲一朗[2], 長屋 好治[2]

# Arata Sengoku[1], Akira Asada[2], Tetsuichiro Yabuki[3], Yoshiharu Nagaya[4]

[1] 水路部・航法測地課, [2] 水路部

[1] Geodesy and Geophys. Div., JHD, [2] Hydrographic Dep, [3] Japan Hydro. Depart., [4] Hydrographic Dept.

海底における地殻変動観測を実現するため、キネマティック GPS 測量と音響測距を組み合わせた海底測地の長期観測に向けた計測実験を開始した。海底測地計測のため、2000年2月、紀伊半島下里水路観測所と大王崎 DGPS 灯台に GPS 基準点を設置し、南海トラフの陸側に位置する熊野トラフ、北緯 33 度 40 分、東経 137 度 00 分、水深 2020m の海域において 4 台の海底基準局を設置し、キネマティック GPS による海上測量と精密海底音響測位を組み合わせた海底測地により長期観測を行うものである。

海底における地殻変動観測を実現するため、キネマティック GPS 測量と音響測距を組み合わせた海底測地の長期観測に向けた計測実験を開始した。海底測地計測のため、紀伊半島下里水路観測所と大王崎 DGPS 灯台に GPS 基準点を設置し、南海トラフの陸側に位置する熊野トラフ、北緯 33 度 40 分、東経 137 度 00 分、水深 2020m の海域において 4 台の海底基準局を設置し、キネマティック GPS による海上測量と精密海底音響測位を組み合わせた海底測地により長期観測を行うものである。2000年2月に設置を完了し、海上保安庁水路部の測量船「明洋」を使い2月5日に最初の海底測地観測を行った。今後は、水路部の測量船を使い年3回程度の繰り返し観測を継続していく計画である。この海底測地長期観測のため、新たに、2年以上の長期観測が可能な 10kHz の M 系列音響信号を使用した高性能の小型ミラー式トランスポンダー（受信した信号波形をそのまま送り返す海底基準局）を開発した。

1999年11月には海洋科学技術センターの ROV「かいこう」を使い2台の海底基準局を設置した。まず、熊野トラフにおいて既存の大型海底基準局1台と3台の LBL 水中音響測位用トランスポンダーの設置作業を行った。LBL 誘導の下に、観測ワイヤーウィンチによる海底基準局設置と ROV を使った所定位置への再設置作業により、日本測地系において北緯 33 度 40.000 分、東経 137 度 0.000 分をほぼ中心とし、南北に各 1000m、計 2000m 離して海底に大型と小型の2台の海底音響基準局を設置した。本作業に引き続き 2000年2月に測量船「明洋」を使い、中心点から東西に各 1000m 離してもう2台を設置し、対角線の長さが 2000m の正確な正方形型に東西南北に計4局を配置した。

2月5日に行った最初の海底測地観測の概要は以下のとおりである。GPS 基準点を設置した下里水路観測所は、海底測地試験地点からほぼ西に 100km、大王崎 DGPS 灯台は北にほぼ 70km に位置し、計測間隔 2Hz で後処理による船上局の位置計測を行った。船上局は長さ 7m の鉄パイプを船尾に垂直に固定し、上端に GPS アンテナ（3次元位置）水中下の下端に音響送受波器、パイプの上方に TSS-335B 型モーションセンサー（ロール、ピッチ、ヒープ計測）を装備した。また、少し離れた所に NR230MkII 型 GPS ジャイロ（ヘディング、ロール、ピッチ計測）を固定し同時計測を行った。両方のロール、ピッチ情報を合わせる（3軸の設置角差を計測）ことにより、GPS ジャイロのヘディング情報を TSS-335B 型モーションセンサーに結合する。船上局の発信起動の TTL パルスは GPS 計時装置により時間計測され、この発信時間、GPS ジャイロ、モーションセンサー、船舶ジャイロ情報は1台の PC で、情報受け取り時の PC 時計タグをつけて収録した。発信パルスの GPS 計時情報によりモーションセンサーと船舶ジャイロ情報は GPS 時計に合わせられる。

船上局と4局の海底基準点間の距離は M 系列の音響パルス発信信号の往復時間計測により精密に計測される。海底局は受信した信号波形をそのまま送り返すので、正確な往復時間計測が可能である。実際の受信信号は十分な S/N をもって受信記録された。この M 系列の音響パルス発信信号、この起動 TTL パルス信号、信号船上送受波器の受信信号、GPS の 1 PPS パルス信号はサンプリング周波数 192kHz、16 ビットの A/D デジタルデータレコーダ RX-808WB で、連続1時間を4回、20分計測を4回行った。各回の計測は、海底4局の上を北東から南西に漂流しながら、海底4局との計測を行った。海底4局の中心を通る測線計測を4回、東外側と西外側2回計測し、良好なデジタル記録を収録した。この後、起動 TTL パルス、その RS232C 計時情報と GPS の 1 PPS パルスを記録し、RS232C 計時情報の時間遅れを計測した。これらの計測の前後に、CTD と音速形 SVPLUS による水深 2000m までの音速プロファイル計測、XBT による1測線毎の計測を行った。連続した受信信号を精密に解析し、発信波形のずれ、受信時におけるマルチパスの重畳による M 系列受信信号のパルス圧縮処理におけるゆがみ現象、マルチパスを考慮した最適パルス圧縮、精密な受信時間計測法、音速構造の時空間変動の把握などを解析し、精密な測地計測手法を開発している。