

南海トラフ C0002 長期孔内観測点に設置されたセンサーの開発と評価 The development and evaluation of sensors for long-term borehole monitoring system at C0002 site in Nankai Trough

木村 俊則^{1*}, 荒木 英一郎¹, 高山 博之², 北田 数也¹, 木下 正高¹, 難波 康広¹, 許 正憲¹
Toshinori Kimura^{1*}, Eiichiro Araki¹, Hiroyuki Takayama², Kazuya Kitada¹, Masataka Kinoshita¹, Yasuhiro Namba¹, Masanori Kyo¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 気象庁精密地震観測室

¹JAMSTEC, ²JMA

本発表では, IODP Exp.332 において南海トラフの C0002 孔内観測点に設置されたセンサーの開発および性能評価試験について報告する。南海トラフでの最初の恒久的孔内観測点である C0002 孔内観測点には, プレート境界型巨大地震発生のメカニズムの解明に向けて広帯域, 高ダイナミックレンジの変動を測定可能とするべく, 広帯域地震計, 体積歪計, 傾斜計, ジオフォン, 加速度計, および温度計アレイ等の各種センサー群の設置が計画されていた。本研究の目的はこれらのセンサーについて科学的要求をクリアする高精度・高信頼度の観測性能を有し, かつ, IODP Exp.319 によりその問題が認識された黒潮に起因する Vortex Induced Vibration(VIV) による強振動環境にも耐えうるセンサーを開発することであった。

設置されたセンサーの内, 広帯域地震計 (Guralp 社製 CMG3TB), 傾斜計 (Applied Geomechanics 社製 LILY), 温度計アレイの AD 変換部 (海洋電子製 SAHF) については市販品に改良を加える形で開発を実施した。温度計アレイのセンサー部は一定間隔でケーブルにサーミスタを取り付け後モールド加工することで作成した。体積歪計に関しては, 受感部を含めて新規製作を実施することとした。また, ジオフォン (OYO Geospace 社製 GS-11D 4.5Hz), 加速度計 (日本航空電子製 JA-5H200) については, レベリング部, テレメトリ回路, AD 変換回路およびキャリブレーション回路の新規作成を実施した。全てのセンサーに独自に耐振補強を施し, VIV による強振動に耐えうる構造となるよう開発を実施した。

開発終了後, 傾斜計, ジオフォン, 加速度計, 温度計アレイ AD 変換部についてノイズ評価試験, 振動・衝撃試験を実施した。本試験の目的は, 振動・衝撃試験前後の各センサーのノイズレベル, 振幅, 位相特性に変化がないことを確認し, 耐震補強の有効性を確かめるというものであった。ノイズ評価試験は気象庁精密地震観測室壕内にて実施した。壕内は極めて low-noise 環境であるので, 仮に, 振動・衝撃試験によりセンサーにダメージが生じた場合, 振幅・位相特性の変化を捉えることができる。また, 温度, 湿度共に非常に安定しており, 長期安定性についても確認・議論が可能である。ノイズ評価試験実施後, 良好なデータが取得できたことを確認した後, 振動・衝撃試験を実施した。振動試験は IODP Exp. 319 において測定された実測振動データを元に算出された 3-15Hz の Sweep 振動, 最大加速度 ± 2.0G の条件で実施した。また, 衝撃試験については, センサー設置時の衝撃を予備実験にて見積り, 最大加速度 90G, 衝撃パルス幅 2ms として実施した。振動・衝撃試験の前後にジオフォンのレスポンス確認等の簡易的な動作確認を実施後, 再度気象庁精密地震計壕内にセンサーを設置し, ノイズ評価試験を開始した。なお, 歪計に関しては, 全体で試験することがサイズ, 重量の関係上不可能であったため, 製作過程においてコンポーネント単位での振動試験を実施した。また, 広帯域地震計に関しては, 出荷前に他のセンサーと同様の条件で英国 Guralp 社により振動試験が実施された後, 他のセンサーと同じく精密地震観測室でのノイズ評価試験を実施した。

傾斜計, ジオフォン, 加速度計について, 振動・衝撃試験前後に取得されたバックグラウンドノイズ記録からそれぞれ Power Spectral Density(PSD) を算出し, 加速度変換後のレスポンスの比較を実施した結果, 試験前後での特性変化は認められなかった。傾斜計, ジオフォンについてはいずれも 0.2~0.3Hz 付近に脈動の明瞭なピークが認められた。また, 加速度計については, 強震計として入力レンジを設定していることからシグナルに対応するピークは確認できないが, 試験前後でのノイズレベルの変化はないことを確認した。温度計アレイについては, 試験前後の安定性に変化がないことをリファレンスセンサーとの時系列データ比較から確認した。その後, 広帯域地震計も含む同時測定を実施し, 陸上タイプの広帯域地震計 (CMG3T) をリファレンスとして特性を比較した結果, 広帯域地震計, ジオフォン, 傾斜計についてレスポンスの良好な一致を確認した。これら一連の試験実施後, 全てのセンサーは”ちきゅう”に搭載され, IODP Exp.332 により南海トラフ掘削孔 C0002 に無事設置された。これらのセンサーは 2011 年 3 月下旬に予定されている調査船”かいよう”による航海 KY11-04 にて海底に設置されるレコーダーに接続され, 連続測定が開始される。発表では回収されたデータについても速報的に紹介する予定である。

キーワード: 長期孔内計測, 南海トラフ, センサー開発, 振動・衝撃試験, ノイズ評価試験

Keywords: Long-term borehole monitoring system, Nankai Trough, development of sensors, vibration and shock test, noise

evaluation test