

DONET・S-netに設置されたケーブル式海底地震計の設置環境を模擬した振動台実験

Vibration table test simulating the installation environments of the cabled ocean bottom seismometer deployed to DONET and S-net

*鈴木 健介¹、荒木 英一郎¹、是永 将宏²、山本 俊六²、中村 武史³、高橋 成実³

*Kensuke Suzuki¹, Eiichiro Araki¹, Masahiro Korenaga², Shunroku Yamamoto², Takeshi Nakamura³, Narumi Takahashi³

1. 海洋研究開発機構、2. 鉄道総合技術研究所、3. 防災科学技術研究所

1. JAMSTEC, 2. RTRI, 3. NIED

近年、地震・津波の監視を目的としたケーブル式の海底観測網の整備が進められている。海洋研究開発機構が中心となり紀伊半島沖から室戸岬沖にかけてDONET (Kaneda et al., 2015; Kawaguchi et al., 2015) を、防災科学技術研究所が中心となり北海道沖から房総沖にかけてS-net (Kanazawa et al., 2016; Uehira et al., 2016) を構築し、運用が始まっている。DONET構築終了後の2016年4月1日に発生した三重県南西沖地震 ($M_{JMA} = 6.5$) をはじめとする様々な地震による強震動をDONET観測点において観測している。DONET観測点を用いてマグニチュード推定を行った場合、強震計記録にオフセット・DCレベルの変化が観測され、堆積層による振幅の増幅に加えてマグニチュードの過大評価に繋がったと考えられる (e.g., Nakamura et al., in submitted)。上述のオフセットなどの非線形応答による振幅やマグニチュードの過大評価は、気象庁の緊急地震速報・鉄道の鉄道用早期地震警報に海底観測点の記録を使用する際に考慮すべき項目である。強震計記録に見られる非線形応答の原因としては、センサーの機器特性の他に地盤の非線形応答 (例えば液状化) などが想定されるが、詳細については議論が必要である。地盤の非線形応答は、リアルタイムモニタリングによる警報の発令のみならず、地震波形解析による震源過程の研究及び海底圧力計による地殻変動量の観測等に対して影響を与えてしまう。本研究では、強震動時のセンサーの設置状況及び周辺の挙動に関する詳細な知見を得るために海底におけるケーブル式海底地震計の設置環境を模擬した振動台実験を行った。

金属製の直方体 (外容器: 600 * 400 * 600 mm) 中に目地砂・海底の泥と圧力筐体を想定した立方体 (DONET型内容容器: 300 * 300 * 300 mm) ・円筒 (S-net型内容容器: $\phi 127 * 310$ mm) を入れて蓋をした後、水を充填し、飽和させることで海底の設置環境を再現した。製品安全評価センターが所有する大型電気油圧式振動試験機によって5 Hzの振動を0.05 ~ 1.0 Gの範囲において2分間の時間幅で与えた。実験の際には、振動台・DONET型内容容器の上下面・S-net型の両側面にそれぞれ3成分の加速度計を設置するとともに目地砂・海底の泥の動きをカメラによって撮影することで強震動時の圧力筐体の挙動の確認を行った。また、木枠を外容器内に設置することで内・外容器間の隙間を調整し、ケーシングと圧力筐体間及び海底とケーシング間の挙動を再現することを可能としている。

DONET型内容容器と目地砂を設置した外容器に水を充填し、外容器の長辺方向に加振することでDONETにおける地震計の設置環境を想定した実験を複数回行った。これらの実験について初期解析を行った結果、0.5, 0.7, 0.9 Gの加速度を与えた際に目地砂の移動が観測され、液状化などの非線形変化が発生したと考えられる。内容容器内に設置した加速度計の波形に注目し、目地砂が移動している時間帯としていない時間帯を比較した結果、目地砂の移動中における加振方向の振幅の減少が確認された。一方、加振方向と直交及び上下方向については、振幅が増加していることが確認できた。これらの振幅の増減は、振動台に設置された加速度計においては発生しておらず、DONET型内容容器内の2つの加速度計で発生している。さらに、これらの振幅の増減は、加振周波数の5 Hzよりも高周波側において観測されている。1 Hz以下の低周波側に注目すると、目地砂の移動時には振動台に設置された地震計と比較するとDONET型内容容器に設置された地震計の振幅が大きいこと

が確認された。これらのことから、上述の加振加速度時に液状化などの非線形応答が発生し、内容物の姿勢変化が発生したと考えられる。上述の振幅変化は、加振方向については-15~-5%，その他の方向については-25~200%程度である。ただし、移動によって目地砂が締め固まった後は内容物及び目地砂の挙動は安定している。そのため、設置後に振動を与えることでより良い観測データの取得が期待される。

上述の実験及び海底の泥やS-net型内容物を用いた実験については、今後内容物の姿勢変化などの詳細な解析を行い、強震時における観測点の設置状況について詳細な検討を行う予定である。

キーワード：振動台実験、海底の設置環境、DONET、S-net、強震動

Keywords: vibration table test, the installation environment on ocean floor, DONET, S-net, strong motion