

STT056-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

海底地形を考慮した津波の伝播シミュレーションの手法に関する研究 Numerical method of tsunami simulation including the effects of seafloor topography

大畑 朋也^{1*}, 三ヶ田 均¹, 後藤 忠徳¹, 武川 順一¹
Tomoya Ohata^{1*}, Hitoshi Mikada¹, Tada-nori Goto¹, Junichi Takekawa¹

¹ 京大院工
¹ Kyoto Univ.

日本は海洋国であるため頻繁に津波災害に見舞われてきた。津波防災には、発生した津波の到着時間と陸地に遡上する波高を予測する必要があり、これらの情報を理解するために津波伝播の数値シミュレーションがよく利用されている。既存のシミュレーションでは、先行波の到達時間や波高の予測に焦点を当てているものが多いが、実際には複雑な海底地形による水深変化によって反射波が発生し、津波波高の推定に影響を与える。特に、津波の後続波は強く影響を受け、そうした後続波まで含めた津波挙動を予測することは従来のシミュレーションでは非常に困難である。実際に2006年千島列島沖地震による津波では第1波が到達した数時間後に最大波が到達し、天皇海山列による波の散乱が要因であると考えられている。このような現象を考えるには、海底地形が津波伝播に及ぼす影響を考える必要がある。

そこで本研究では津波伝播シミュレーションに海底地形を導入することにより反射波を表現し、海底地形による津波伝播への影響を表現した。数値モデルとして、JODC(日本海洋データセンター)の500mメッシュ海底地形データを利用した3次元不等間隔格子を計算格子とした。数値シミュレーションでは有限差分法に使用し、傾斜した海底地形を考慮した津波伝播の数値計算コードを作成した。このコードを利用して、日本近海において実際の水深変化を導入した津波の伝播シミュレーションを行った。

シミュレーションにより表現された津波は、海底地形による影響を示しており、その挙動は従来のシミュレーションによって表現されたものとは異なっていることが確認できた。これにより実際の海底地形を津波の伝播シミュレーションに導入することが、津波が実際の挙動を適切に表現するために必要であると考えられる。また本手法によって、津波の伝播における反射波・散乱波などのような地形の影響は考えた以上に強いことも確認できた。今回の結果は本研究の目的である津波後続波のシミュレーションの実現につながると考えられる。一方で数値計算の精度に関する議論は後続波の精密な挙動を考える上で重要である。そこで、精度の低下が津波の表現にどのような影響を与えるのか考察すると、格子間隔が大きいと大きな波数帯の波が正確に表現できず、津波後続波の表現に強く影響を与えることが分かった。

キーワード: 津波, 海底地形, シミュレーション手法, 不等間隔格子, 後続波, 演算精度

Keywords: Tsunami, seafloor topography, simulation method, in-equally spaced grids, later phases of tsunami, accuracy of the calculation

STT056-P02

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

海底下地殻における地震発生時の海底変形に関する研究 Seafloor deformation due to earthquakes with solid-fluid coupling

田中 伸明^{1*}, 三ヶ田 均¹, 後藤 忠徳¹, 武川 順一¹

Nobuaki Tanaka^{1*}, Hitoshi Mikada¹, Tada-nori Goto¹, Junichi Takekawa¹

¹ 京都大学大学院工学研究科

¹ Kyoto University

これまで、数値シミュレーションに基づく津波の発生・伝播に関する研究は行われているが、津波の初期波形が海底の静的な変動と等しいという仮定のもとで、線形長波理論を利用して計算されることが多かった。しかし、海底の変形は時空間的であるので、実時間に即したより正確な数値計算を行うには、動的な海底地盤変形を考慮する必要があると考えられる。既存の研究のうち鈴木 (2007) は、断層運動による動的な海底地盤変形を震源とした三次元津波伝播シミュレーションを行っていて、固体から液体への効果を取り入れた数値シミュレーションを行っている。しかしながら、固体の変形 (地震時の地殻変動に伴う海底隆起) と液体の解析 (津波の伝播) を別々に考えているので、固液カップリングを十分考慮したシミュレーションではない。そこで本研究では、液体が存在することで固体の挙動がどのように変わるか調べることを目的として、有限差分法による地震波動伝播シミュレーションを行った。

STT056-P03

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

AUV・ROVを用いた海底電磁探査法の開発 Development of controlled-source EM survey using AUV and ROV

後藤 忠徳^{1*}, 今村尚人¹, 三ヶ田 均¹, 武川 順一¹, 佐柳 敬造², 原田 誠², 笠谷 貴史³, 多田 訓子³, 澤隆雄³, 松田滋夫⁴
Tada-nori Goto^{1*}, Naoto Imamura¹, Hitoshi Mikada¹, Junichi Takekawa¹, Keizo Sayanagi², Makoto Harada², Takafumi Kasaya³,
Noriko Tada³, Takao Sawa³, Shigeo Matsuda⁴

¹ 京都大学, ² 東海大学, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ クローバテック

¹Kyoto University, ²Tokai University, ³JAMSTEC, ⁴Clover Tech Inc.

近年、海底下の金属資源へ世界中からの注目が集まっている。このような海底資源は陸上に比べて未知数の部分が多いためにリスクが大きく、新しい技術開発と多くの費用がかかるが、資源需要の拡大が海底資源開発を後押ししている。特に注目されているのは海底熱水鉱床である。銅・鉛・亜鉛・鉄などの金属やレアメタルを含む熱水鉱床を開発するためには地下構造を調査する必要があるが、その地下探査技術はほとんど開発されていない。そこで文部科学省は2008年からプロジェクト「海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」を実施しており、海底熱水鉱床をターゲットとした磁気・電磁気・地震波・重力などによる地下探査技術などを各研究機関が現在開発中である。我々は、陸上の金属鉱床において成果を上げている磁気・電気・電磁探査に注目し、海底熱水鉱床調査のための新たな海底電磁探査手法の開発を行った。磁気探査については佐柳ほか(同セッション)で詳しく紹介されている。電気・電磁探査については、種々の海底観測用プラットフォーム(無人探査機:AUV・ROV)上での探査法(CSEM法、MMR法、海底電気探査法)について数値計算に基づいて事前検討を行った結果、これらの手法が海底熱水鉱床探査に有効であることを示すことができた。例えばAUVから人工電流を送信し、海底設置型の受信器(自己浮上式海底電位差磁力計:OBEM)で受信する場合を考える。AUVは熱水鉱床上を自由に動くことができるために、人工信号源を任意の場所に配置することができる。特に熱水鉱床上に信号源がある場合は、送信電流の一部が熱水鉱床に集中して流れることにより、遠く離れたOBEM(仮にこれが熱水鉱床上になくとも)では受信信号の異常減少が観測されることが推測される。すなわちAUVの位置とOBEMでの受信信号振幅を比較するだけで、熱水鉱床の水平方向の広がりが明らかになると期待される。受信信号をより定量的に解析することで、熱水鉱床の地下への広がりもイメージが可能であると思われる。同様にROVを用いた場合についても検討した。これらの検討結果に基づいて、現在実機を製作中である。このうち完成したROV搭載型海底電気探査装置については、伊豆小笠原ベヨネース海丘の熱水鉱床域において実海域試験が実施され、人工電流の送受信に成功した。また熱水鉱床付近では低い見掛け比抵抗が得られる傾向が明らかとなった。本発表では、これらの海底電磁探査法のコンセプト・数値計算の結果、開発された装置により得られたデータや序報的成果を紹介し、海底熱水鉱床の調査における海底電磁探査の有用性を示す。

キーワード: 熱水鉱床, 人工信号, 電磁探査, ROV, AUV

Keywords: deep-sea mine, controlled-source, EM survey, ROV, AUV

STT056-P04

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

AUV うらしまおよび深海曳航式探査機を用いた精密磁気探査装置の性能評価 Evaluation of developed precise magnetic exploration tools with using the AUV Urashima and deep-tow systems

原田 誠^{1*}, 佐柳 敬造¹, 伊勢崎 修弘¹, 笠谷 貴史², 松尾 淳³, 澤 隆雄², 馬場 久紀⁴, 大西 信人⁵
Makoto Harada^{1*}, Keizo Sayanagi¹, Nobuhiro Isezaki¹, Takafumi Kasaya², Jun Matsuo³, Takao Sawa², Hisatoshi Baba⁴,
Nobuhito Onishi⁵

¹ 東海大学海洋研究所, ² 海洋研究開発機構, ³ OYO インターナショナル (株), ⁴ 東海大学海洋学部, ⁵ (有) テラテクニカ
¹ Inst. of Oceanic R&D, Tokai Univ., ² JAMSTEC, ³ OYO International Co., ⁴ School of Marine Sci.&Tech. Tokai Univ., ⁵ Tierra
Technica

We have developed new precise exploration tools for the seafloor hydrothermal deposits by magnetic method in order to estimate abundance of metallic resources (e.g. Sayanagi et al., 2009). Developed tools are assumed to be used with the underwater platforms such as deep-tow (DT) and autonomous underwater vehicle (AUV).

Since 2009, we have carried out several technical tests and performances by using the helicopter and research vessels. In this session, we introduce the results of the performance tests of following three research cruises.

1) Yokosuka YK09-09 Cruise (19-29 July, 2009; Kumano-Basin)

We carried out AUV Urashima and YKDT (Yokosuka Deep-Tow) dives in Kumano-nada (depth at 2,050m). To inspect the efficiency of equipments, we used a magnetic target which is consisted of 50 neodymium magnets. Four flux-gate (FG) and one Overhauser (OH) magnetometers were set up in the AUV and two FG and one OH magnetometers were used in the DT surveys (Harada et al., 2010a, 2010b). We could obtain the three-component magnetic field and gyro data in the whole processes of AUV and DT experiments. After the effects of permanent and induced magnetization of platform were eliminated (Isezaki, 1986), magnetic anomaly generated from the magnetic target was clearly visualized.

2) Bosei-maru (Tokai Univ) Cruise (30 May - 05 Jun., 2010; Bayonnaise Knoll)

We carried out the DT survey in the inside and outside of Bayonnaise caldera (E139.75, N31.55). One FG sensor was set at the tail of the titan frame. The frame including the magnetic exploration system was towed by 50 m non-magnetized cable after the metallic wire along east-west track line at the depth between 500-550 m, which crosses just above the hydrothermal area known as Hakurei deposit.

3) Yokosuka YK10-17 Cruise (9-19 Dec., 2010; Bayonnaise Knoll)

We carried out the AUV (Urashima) surveys in the inside and outside of the Bayonnaise caldera. Three FG sensors were installed in the payload space of AUV, and one OH sensor was towed from the rear side of AUV by 25 m cable. In those dives, we used both optical fiber gyro set up in the payload space and INS (Inertial Navigation System) of AUV. The AUV was navigated at the altitude of some tens of meters and the depth of 500m to make three-dimensional models of hydrothermal deposit of Bayonnaise caldera.

From above cruises, we could understand the efficiency of our system, restrictions of navigation and their suitable operation, and the facts to be improved which are related to some kinds of noise components and combination of plural signals.

Acknowledgement:

We are grateful to the crews of R/V Yokosuka (Captains Mr. E. Ukekura in YK09-09, and Mr. K. Sameshima in YK10-17) and Bosei-maru (Captain Mr. H. Kawachi), who made our difficult trials in the navigation possible by their professional skill. We also thank to all scientific participants, marine crew, support staff, and technical experts of private companies for overall support. This project has been supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT) - Japan.

References:

- Sayanagi et al. (2009) Proc. The 9th SEGJ Intern'l. Sympo. Imaging and Interpretation, 2009.
Harada et al. (2010a) J. School of Marine Sci. Tech., Tokai Univ., 8 (2), 23-40, 2010.

Harada et al. (2010b) Abstracts in Fall Meeting of SGEPPS, 2010.

Isezaki et al. (1986) Geophysics, 51, 1992-1998, 1986.

キーワード: 海底熱水鉱床, 磁気探査, 海底資源, 自律式無人探査機, 深海曳航式探査機, 性能評価

Keywords: hydrothermal deposit, magnetic exploration, ocean bottom resources, autonomous underwater vehicle, deep-tow system, performance evaluation

STT056-P05

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

電気探査による沿岸域での断層構造と塩淡水境界のイメージング Imaging of fault structure and fresh/salt water boundary in a coastal zone by electric survey

御園生 敏治^{1*}, 松隈 勇太¹, 麻植 久史¹, 吉永 徹², 小池 克明¹, 嶋田 純¹
Toshiharu Misonou^{1*}, Yuta Matsukuma¹, Hisafumi Asaue¹, Toru Yoshinaga², Katsuaki Koike¹, Jun Shimada¹

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 熊本大学工学部

¹ Graduate School Sci. & Tec., Kumamoto Univ., ² Faculty of Engineering., Kumamoto Univ.

沿岸域における断層構造の把握は、海域に潜在する断層に起因した地震への防災・減災対策、塩淡水境界面形状の特定、および地下水湧出による栄養塩負荷の評価などにおいて重要である。しかしながら、陸域、海域のいずれからもアプローチが困難である沿岸域は調査データが不足している場合が多い。そこで、本研究では、沿岸域の断層構造、およびそれが塩淡水境界に及ぼす影響を把握するために、有明海沿岸で電気探査を実施し、地質物性として代表的な比抵抗や充電率を測定した。また、測定地付近のボーリングデータと合わせて水理地質構造を推定した。

有明海に面する熊本平野は、後背地に降雨量の多い阿蘇山や九州山地を擁しているため、地下水が豊富な地域である。比抵抗は、岩石や土壌の間隙率、含水比、間隙水の化学的性質などに関連する物性であり、充電率は電流遮断後の過渡的な電位分布から求められ、断層調査や粘土鉱床探査などに広く用いられている。

本研究では、御園生ほか(2010)に引き続いて海の干満に伴う比抵抗と充電率の時間変化を計測し、塩淡水境界面の変動を求めた。電気探査にはIRIS社のSyscal-R2とマルチエレクトロードシステムを用い、2007年から2010年にかけて宇土半島の干潟上で計6回実施した。測線は、宇土半島の山地に分布し、活断層としての確実度が高い上網田断層の延長線上に設定した。測線長は150mが4本(海岸線に平行な方向に1本、垂直な方向に3本)、260mが2本(いずれも海岸線に平行で、比抵抗の時間的変化や充電率の測定用)である。マルチエレクトロードシステムによれば短時間で測定が実施でき、比抵抗の時間的変化抽出が可能となる。測定で得られた見掛け比抵抗データのインバージョン解析によって、2方向に連続する断層構造を見出すことができた。これらの方向は上網田断層に平行する。また、比抵抗の時間変化から深度20m程度の地点で塩淡水境界面が変動する特徴を捉えることができた。これは断層に沿う地下水の流れに起因すると考えられる。測定地はボーリングデータと充電率より砂質の透水層と粘土質の不透水層とに分かれていることが分かった。地下水、海水は透水層に沿って移動していると考えられる。

キーワード: 有明海, 宇土半島, 充電率, 比抵抗

Keywords: Ariake Sea, Uto peninsula, chargeability, Resistivity

STT056-P06

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

透過型地中レーダの開発と基礎的検証実験 Development and Fundamental Experiments for Validation of Transmission-type Ground Penetrating Radar

槇原 慧^{1*}, 小池 克明¹, 吉永 徹², 橋野 芳治³, 吉田 雄司⁴, 板井 秀典⁵

Kei Makihara^{1*}, Katsuaki Koike¹, Tohru Yoshinaga², Yoshiharu Hashino³, Yuji Yoshida⁴, Hidenori Itai⁵

¹ 熊大・院・自然科学, ² 熊大・工, ³ 株式会社環境開発, ⁴ 九州計測器株式会社, ⁵ ジオクロノロジージャパン

¹ Graduate School Sci. & Tec., Kumamoto Univ., ² Faculty of Eng., Kumamoto Univ., ³ Environment & Technology Co., ⁴ Kyushu Keisokki Co., ⁵ Geochronology Japan Inc.

レーダを利用した地下探査技術(地中レーダ)は、地表から非破壊的に地表下数メートルまでの地下構造を可視化できる。これが最大の利点であり、そのため地中レーダは各種埋設管(水道・ガス管, 通信・電力ケーブルなど)の探索, 地盤沈下の原因となり得る地下空洞や地下亀裂の存在の調査, 考古学的な遺跡の発掘, 地質構造の推定, および地下資源(地下水脈, 石油など)の探査など, 多くの分野で利用されている。従来, レーダの反射を利用して, 物質や地層の境界面の位置や形状を把握するのが地中レーダ探査の主な目的である。さらに地下探査精度を向上させるためには, このような幾何情報のみでなく, 地下物質の物性に関する媒質定数(誘電率, 導電率, 透磁率など)を推定し, 物質が何であるかを同定することが望まれる。しかしながら, 地下の物性分布や地層境界の形状に関する不均質は特に大きく, 従来の反射型地中レーダでは地下の物性まで正確に把握するのは困難なのが現状である。

そこで本研究では, 地下構造の可視化精度の向上を目的とし, レーダの反射と透過のいずれも計測できる機器の開発を行った。試作機の段階ではあるが, これを管渠側面に形成される地下水面の下の空洞を捕捉するという問題に適用した。この機器では送信アンテナと受信アンテナを分離し, 地表から送信したレーダを地下で受信できる。地中の対象物を測定する場合, 透過型地中レーダによれば, 反射型に比べてレーダの伝播距離が約半分になることに利点がある。これによりレーダの受信強度が増加し, 探査可能な距離範囲が約2倍になり, 地下構造の解明に貢献できる。

開発機器の有用性を検証するために, 大型水槽モデルを作製し, これに砂を満たすとともに塩ビ管とヒューム管の2種類の管渠を埋設し, その上部に空洞を設けた。さらに, 注水することで, これらの管渠が地下水面以下, すなわち帯水層内に存在するという状態を模擬した。この基礎実験の結果, 減衰が大きい帯水層内でも送信信号を検出でき, 空洞の存在が把握できることがわかった。また, 測定を妨げる要因として考えられる鉄筋を含むヒューム管においても, その上部の空洞が検出できたので, 本開発機器は汎用的であり, 透過型地中レーダの有用性が実証できた。

キーワード: 地中レーダ, 透過, 空洞検知, 疎水管, 地下水面下の飽和土

Keywords: Ground Penetrating Radar, transmission, cave detection, drain pipe, saturated soil with groundwater

STT056-P07

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

EK (Electro Kinetic) 現象を利用した岩盤透水性評価に関する室内実験 Laboratory experiment of rock's hydraulic conductivity evaluation using EK (Electro Kinetic) phenomenon

窪田 健二^{1*}, 鈴木 浩一¹, 山口 伸治², 程塚 保行², 池延 勉²

Kenji Kubota^{1*}, Koichi Suzuki¹, Shinji Yamaguchi², Yasuyuki Hodotsuka², Tsutomu Ikenobe²

¹ 電力中央研究所, ² 日本地下探査

¹ CRIEPI, ² Nihon Chikatansa

放射性廃棄物の地層処分や CO₂ 地中貯留などの事業において、各種や CO₂ の移行特性を評価することを目的に、地下深部の岩盤の透水性を把握する必要がある。現状では、原位置試験やコア試料を用いた室内試験により透水性を評価しているが、時間と費用の面から調査数が限られ、透水係数の分布を詳細に測定することが困難となる場合が多い。そこで、簡易に広範囲の調査が可能な物理探査法で得られた物性値から透水性を推定する手法が確立されれば、調査時間の短縮やコスト削減につながるるとともに、詳細な透水試験区間を決定する上での重要な基礎データとなりうる。

岩盤中に弾性波が伝播する際に、微弱な電位差が発生することが知られている。この現象を EK (Electro Kinetic) 現象と呼び、発生する電位差を EK 電位という。Chandler (1981) は、理論及び室内試験を用いた検討により、EK 電位が透水性と相関性を持つことを示している。また、Pride (1994) は、Biot (1956) の理論及び Maxwell の方程式を用いて、EK 電位に関する理論的検討を行っている。小林ほか (2002) では、EK 電位について室内試験による検討を行っており、透水性の異なる試料では EK 電位の特性が異なることを示している。このように、EK 電位の測定法を用いた探査法を実用化させることにより、多くのボーリング孔を掘削することなく 3 次元的な透水係数の分布を簡易に求めることが期待される。しかし、手法の妥当性に関する検証例が少ないとともに、これまで検証されているのは透水係数が大きいケースのみであり、透水性の低い岩盤における適用性は検証されていない。そこで、本研究では、EK 電位と透水性との相関について定量的に評価することを目的に、土壌試料及び岩石コア試料を用いた室内試験を行った。

試験には、数種の土壌試料 (珪砂、珪砂に粘土を混ぜ合わせたもの) 及び岩石試料 (新第三紀堆積岩) を用いた。試料の上面から磁歪振動子を用いてバースト波、もしくはスイープ波 (周波数 100 ~ 1500Hz) を送信することで試料を振動させ、その際に発生する電位差を試料に数 cm 間隔で複数巻き付けた電極を用いて測定し、また電位差の発生時刻の差を求めることで位相速度を測定した。

土壌試料を用いた測定の結果、100 ~ 700m/s 程度の位相速度が得られ、周波数の増大とともに位相速度も増大する傾向が見られた。透水試験により得られた透水係数を用いて既存の理論から予想される位相速度との比較を行った結果、測定値と理論値はほぼ一致する結果となった。これは、試験により EK 電位を測定できており、EK 電位と透水性との間に相関があることを示す見通しを得たものと言える。

キーワード: 透水係数, Electro Kinetic 現象, 物理探査, 弾性波, 位相速度

Keywords: Hydraulic conductivity, Electro Kinetic phenomenon, Geophysical Exploration, Elastic wave, Phase velocity

STT056-P08

会場: コンベンションホール

時間: 5月26日 16:15-18:45

低周波制御震源を用いた地下伝達関数取得実験 Estimation of transfer function with long-period linear vibrator

山岡 耕春^{1*}, 生田 領野², 渡辺 俊樹¹, 道下 剛史¹, 野口 静男³, 宮川 衛⁴

Koshun Yamaoka^{1*}, Ryoya Ikuta², Toshiki Watanabe¹, Tsuyoshi Michishita¹, Shizuo Noguchi³, Mamoru Miyakawa⁴

¹ 名古屋大学環境学研究科, ² 静岡大学理学部, ³ 川崎地質株式会社, ⁴ (財) 大谷地域整備公社

¹Nagoya University, ²Shizuoka University, ³Kawasaki Geological Engineering Co., ⁴Oya Community Development Corporation

われわれは、ACROSS の概念にもとづいて精密に制御した弾性波震源の実験を続けてきた。通常使用する ACROSS 震源は、遠心力を用いて信号を発生するものであり、機構は単純であるものの発生力が回転数の 2 乗に比例するため、高周波側に対し低周波における発生力が小さいという弱点があった。特に、地下構造の不均質性が強い場においては、低周波を効率よく発生させる震源が必要とされ、おもりの直線運動による加振が有利となる。このことから、2009 年 1 月に淡路島のアクロス実験施設において鹿島技術研究所から借用した直線加振機（最大発生力 1 トン）を用いた実験を実施し、実用的な信号処理手法により伝達関数を得られることを確認した。

この実験結果を受けて、2010 年 9 月 6 日から 14 日にかけて大谷石採取場跡地（栃木県宇都宮市）において、栃木県が設置し、(財) 大谷地域整備公社によって管理・運営されている大谷石採取場跡地観測システム（以下「観測システム」という。）を利用し、淡路島で用いたものと同じ直線加振機による実験を実施した。本実験は、1) 微小振動監視に用いられている地下構造モデルの検証、2) 伝達関数に空洞が与える関係の調査、3) 花崗岩地質の淡路島と凝灰岩地質の大谷における起震機の効果の比較、を目的として行った。震源は、観測システムの北西部にある川崎地質所有の倉庫内に設置し、直交する 2 方向で 1.0Hz から 0.2Hz おきに 10.0Hz まで正弦波加振を行った。一つの周波数あたり 29 分間加振を行い、震源のおもりの加速度でデコンボリューションをしてそれぞれの周波数での伝達関数を得た。震源が GPS に同期していないため、30 秒毎のデコンボリューションから平均を計算した。

受信は大谷石採取場跡地観測所で管理している 126 観測点（うち 11 観測点は 3 成分）148 チャンネルに加え、比較のために臨時に設置した 3 成分 7 点の観測点を用いた。また、震源近傍にも加速度計を設置し、地盤の振動も測定した。観測システムの観測点は震源から最大 3km の範囲内に設置されており、全観測点のうち全帯域で信号レベルがノイズレベルを下回っているのは 6 箇所のみであった。発表では、震源からの radial 方向および transverse 方向の加振による伝達関数の記録を紹介する。

キーワード: 人工震源, 加振機, アクロス, 大谷, 地下空洞

Keywords: control source, vibrator, ACROSS, Oya, subsurface vacancy