

令和 5 年 5 月 19 日現在

機関番号：17701

研究種目：奨励研究

研究期間：2022～2022

課題番号：22H04199

研究課題名 十分な強度と防水性能を備え、尚且つ軽量で容易に携行可能な地震計用保護カバーの開発

研究代表者

平野 舟一郎 (Hirano, Shuichirou)

鹿児島大学・理工学研究科・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 400,000円

研究成果の概要：主な材料に、硬質ポリ塩化ビニル管・硬質ポリ塩化ビニル管継手・透明ポリカーボネート板等を使用しました。これにより、重量が3kg以下と軽量でありながら、耐衝撃保護等級IK11相当の強度とIP保護等級5～6相当の防水性能を兼ね備え、尚且つ、視認性に優れた地震計用保護カバーの開発に成功しました。また、無人の火山島であるトカラ列島横当島地震観測点（鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所の観測点）に、実際に本カバーを持込み設置を行い、上陸及び設置環境が非常に困難な状況下に於いて実用上の問題が無いことを確認しました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大規模地震等発生に伴い、地震活動の詳細を把握することは防災上重要であり、場合によっては活動域周辺に於いて、早急に臨時の地震観測網を展開する必要に迫られます。ところが、現地は地震による道路損壊や崖崩れに伴う通行止めといった制限を受け、徒歩で観測地点へ移動せざるを得ない状況に遭遇することがあります。そこで、臨時観測網を少しでも早く展開する為には、観測機材の総重量を軽くすることが大切です。今回開発した地震計用保護カバーは、従来多用されていたコンクリート製に比べ、強度及び防水性能を保ちつつも、大幅な軽量化に成功しました。これにより、移動を含めた現地作業効率の大幅な向上が実現しました。

研究分野：地震の観測

キーワード：地震観測 火山観測 地震計用保護カバー 十分な強度 十分な防水性能 軽量

1. 研究の目的

日本は世界有数の地震・火山国であり、ときには甚大な被害を及ぼす。大規模地震（または火山噴火）発生に伴い、地震活動の詳細を把握することは防災上重要であり、場合によっては地震発生後、活動域周辺に於いて早急に臨時的な地震観測網を展開する必要に迫られる。しかし、現地は地震による道路損壊や崖崩れに伴う通行止め、または、噴石や礫で覆われた火山地帯であるといった地形的制限を受け、徒歩で観測地点へ移動せざるを得ない状況に遭遇することがある。その際、一人が運搬する機材等の重量は40kg以上に及ぶこともあり、移動ならびに現地での作業効率が著しく低下するといった問題が生じていた。

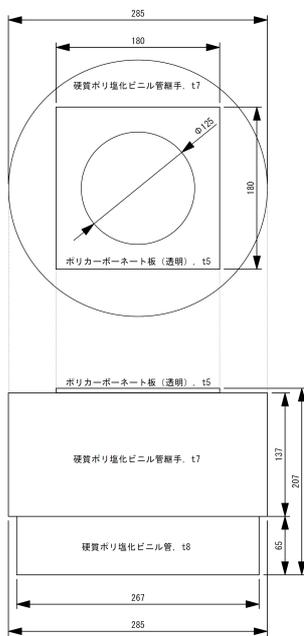
一方で、地震計は地表に露出した岩盤上や地中埋設等により設置を行った後、風雨ノイズの軽減、雨水侵入防止、地震計本体の保護等を目的として、重量物（20kg程度）である市販のコンクリート製品（雨水桝等）で周囲を覆うことが多い。そこで、機材の軽量化及び移動を含めた作業効率の向上を目的として、十分な強度ならびに防水性能を備えつつ、軽量で容易に携行が可能な地震計用保護カバーの開発を行った。

2. 研究成果

(1) 軽量化及び視認性の確保

外形図を図1に示す。主な材料は硬質ポリ塩化ビニル管（VU管，VU250）硬質ポリ塩化ビニル管継手（DV継手キャップ，DVC250）で構成される。これにより、総重量は3kg以下に収まり、従来のコンクリート製に比べて大幅な軽量化を実現した（写真1）。VU管は使用する地震計（近計システム KVS-300，CHINA GEO-EQUIPMENT CORPORATION CDJ-S2C-2，SERCEL L-22E-3DL等を想定）のサイズに合わせて切断（長さ140～200mm程度）し、片側にDV継手キャップを被せ上蓋とした。

地震計の保守作業は、最初に外観を目視確認する必要がある。しかし、カバーがシーリング剤等で設置面に接着されていると、その都度固定を外すのが面倒である。そこで、上蓋となるDV継手キャップを、



ホールカッターで穿孔（直径125mm）し、その上に透明ポリカーボネート板（180mm角，厚さ5mm）を取り付けた。これによりカバーを設置面より取り外すことなく、上面から内部地震計の状態を目視確認することが可能となった。

写真1 軽量化（左：従来型，右：開発した保護カバー）

図1 外形図（単位：mm）

(2) 防水試験と性能評価

防水に関する性能を表す規格として、一般的にIP（International Protection）保護等級が使われる。水に対する保護等級が5（IPx5：xは外来固形物に対する保護等級）であれば、「あらゆる方向からの噴流に対して保護する」、また、6であれば、「あらゆる方向からの暴噴流に対して保護する」等とされている。従って、これらの条件に耐え得るならば、強い雨の中でも防水性能が保たれると解釈できる。筆者が勤務する鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所（以下、観測所）では、IP保護等級を正確に評価する設備を備えていない為、高圧洗浄機を利用し、表1の条件に於いて代替えの試験を行った。尚、試験の際、開発した地

表1 防水試験の条件

| | |
|------|--|
| 機 材 | 高圧洗浄機（Makita HW70） |
| 仕 様 | 最大水量 8L/1minute，水圧 70kgf/cm ² （6865kPa），ホース長 8m |
| 試験方法 | 高圧洗浄機ノズル先端より地震計カバーまでの距離，約50cmに設定． 上方向，側面4方向（計5方向）より，連続10分間噴射． |

震計カバーは実際の使用時同様、石板プレート上に設置し、設置面をシーリング剤で接着した。結果、カバー内部の浸水は認められなかった。すなわち、水に対する保護等級が5～6に相当すると位置付けることができ、台風等に伴う暴風雨の条件下でも使用可能であると言え、防水性能について目的を達成したと評価した。

(3) 強度試験と性能評価

臨時の地震観測では、より質の高いデータを得る為に、地震計を地表に露出した岩盤上に設置することが多い。しかしながら、そのような場所は落石が発生しやすく、時には地震計カバーや内部の地震計を破損させてしまう事例がある。そこで、強度の目安として落石を想定した衝撃試験を検討した。衝撃に対する強さを示す指標としては電気機器筐体の耐衝撃性能を示す衝撃保護等級 IK (Impact Kinetic) コードがあり、衝撃エネルギーの低い方から高い方へ IK00、01、02・・・と分けられる。例えば IK10 であれば、40cm の高さから落ちる質量 5kg の衝撃に耐えることとされ、その衝撃エネルギーは 20.00J と決められている。IK11 は 50.00J である。(2) 同様、観測所では正確に評価する設備を備えていない為、次の条件に於いて代替えの試験を行った(写真2)。先ず地上に開発した保護カバーを設置し、その上に長さ(高さ)100cm の VU 管 (VU200, 内径約 200mm) を固定した。次に質量 8kg のコンクリート塊(直方体)の下面と VU 管上面の位置を合わせ、コンクリート塊を加撃体として代用し、落下させた(落下高:100cm)。この場合、自由落下のエネルギーは約 78J である。結果、保護カバー上面のポリカーボネート板に長径 1～3mm 程度の小傷が3箇所と、深さ 0.1mm 程度の擦り傷が発生した程度で、大きな破損は確認されなかった。すなわち、衝撃保護等級 IK11 以上に相当すると位置付けることができ、試験と同程度の衝撃エネルギーを持つ落石に対して十分な強度があると評価した。

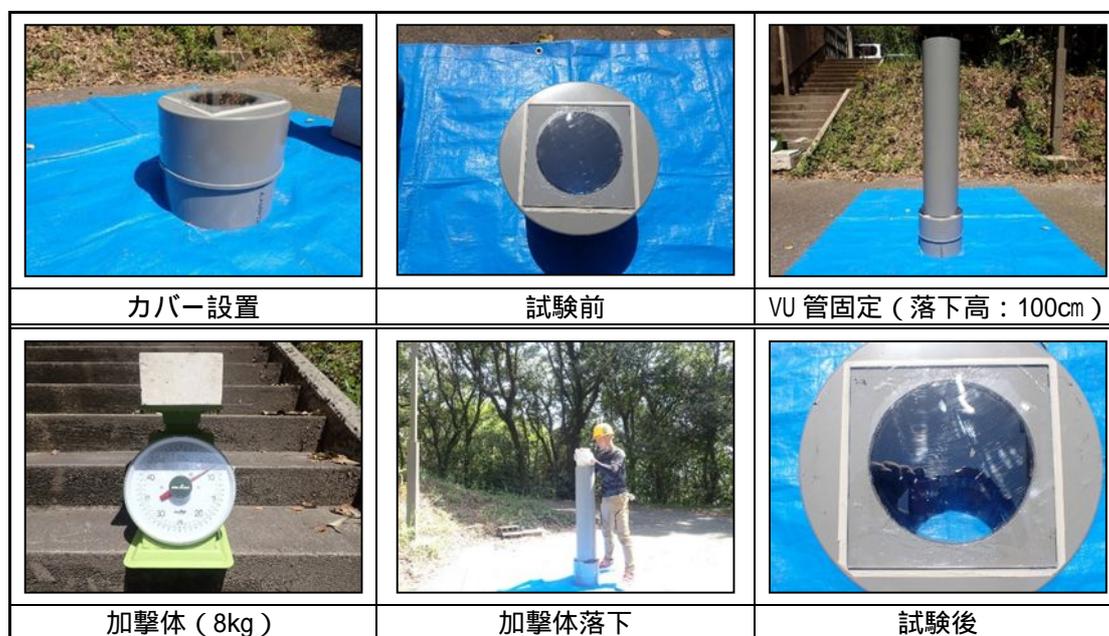


写真2 衝撃試験

(4) 設置と今後の課題

研究期間中、観測所に於いて大規模地震発生等に伴う臨時の地震観測業務は生じていない。他方、観測所が南西諸島北部域に展開している観測点のうち、トカラ列島横当島(無人島)観測点の保守作業を2022年12月に実施した。そこで、この機会を利用し、既設の地震計用保護カバーを開発したカバーに交換した。横当島は有史以来人が居住した記録が無く、栈橋等は存在しない。また、噴石や礫で覆われた火山島である。この為、上陸ならびに上陸後の観測点到達までの移動について難易度が非常に高い。まさしく本研究の目的を必要とする観測点である。このような状況下で、今回の横当島上陸では、他の重量機材を背負った状態であるにもかかわらず、軽量化されたカバーを片手で容易に携行でき、移動を含めた作業効率が大幅に向上した。

本研究では、強度及び防水性能、ならびに軽量化について一定以上の成果を達成した。しかしながら、このような火山島では植生が乏しく、直射日光を遮るものが無い為、紫外線の影響による劣化を受けやすい。また、塩害についても同様である。変形、変色、劣化等の変質について、耐候性を長期間モニタリングすることが、今後の課題として必要である。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

令和4年度東京大学地震研究所職員研修会に於いて研究内容を発表（口頭）した（発表題目：「南西島弧地震火山観測所に於ける研究支援業務（令和4年度経過報告）」）。また、2022（令和4年）度 鹿児島大学大学院理工学研究科技術部活動報告書Vol.17（現在、作成中）に掲載予定である。

研究組織（研究協力者）

| 氏名 | ローマ字氏名 |
|----|--------|
|----|--------|