

### 宇宙線ミュオン粒子を利用したマルチ計測器の改良と社会ニーズの開拓

川崎地質株式会社	正会員	○鈴木 敬一
川崎地質株式会社		大沼 寛
一般財団法人 エンジニアリング協会	フェロー	奥村 忠彦
一般財団法人 エンジニアリング協会		浅沼 博信

#### 1. はじめに

筆者らは、地下社会インフラ施設の老朽化によって生じた空洞化による陥没事故を未然に防ぐことを目的に宇宙線ミュオン粒子を利用した空洞探査システムを開発してきた(鈴木他(2010)<sup>1)</sup>。探査時間の短縮と地盤内部の三次元可視化を目的として、マルチ計測器と三次元トモグラフィ解析アルゴリズムを開発し、地盤の密度構造を三次元で示すことが可能となった(鈴木他(2011)<sup>2)</sup>。本研究は、マルチ計測器を下水道や導水路などの湿潤環境下で適用できるように改良し、改良したマルチ計測器の適用可能な社会ニーズについてとりまとめたものである。

#### 2. マルチ計測器の改良と工場試験

鈴木他(2011)<sup>2)</sup>では、データの品質を低下させることなく、従来の計測装置の5倍の効率で、計測することができることを示した。その後の文献調査やヒアリング調査などにより、下水道や導水路などの湿潤環境下でのニーズがあることがわかった。そのため、マルチ計測器を防滴仕様に改造した。主な改良点は以下のとおりである。

- ① 6台の検出器を防滴ハウジングに封入し、コネクタとパネルを防滴仕様に変更した。
- ② ケーブルのコネクタを防滴仕様に変更した。
- ③ 計測部本体を防滴ケースに収納した。
- ④ パソコンを防滴仕様に交換した。

改良後、工場試験(JIS C0920:2003, IPX2)を行って、改良の効果を確認した。

#### 3. 改良型マルチ計測器の湿潤環境下試験

工場試験は短時間の試験である。実際の計測の場合は、数日から数ヶ月に及ぶ場合もある。また、高湿度の条件で安定してデータが取得できるかなどを確認する必要がある。そのため図-1 に示すような坑道内部で実際に計測を行った。図-2 に試験の状況を示す。試験場内部は、湿度が98%前後、温度は17.5℃前後と一定である。温度に関しては厳しくないが、湿度が高いため、内部の金属やプラスチックは結露し、大粒の水滴が付着する状況であり、計測器にとっては非常に厳しい条件である。北側を天頂角正、南側を天頂角負として、5度刻みに+40~-30の範囲を各20回程度ずつ計測した。計測時間は1回あたり12時間であり、20回の測定は自動で行った。計測期間は1ヶ月以上に及んだ。

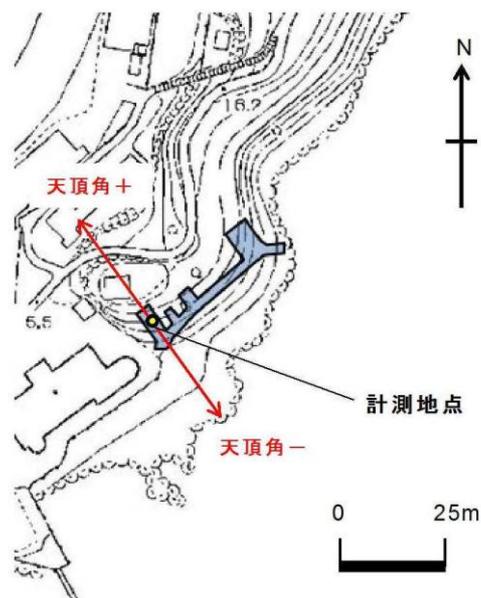


図-1 試験場の平面図と計測方向



図-2 試験状況

キーワード 地盤探査, 陥没事故, 空洞調査, ミュオン粒子, 三次元可視化, 密度分布

連絡先 〒108-83374 東京都港区三田 2-11-15 川崎地質株式会社 探査部 TEL 03-5445-2090

#### 4. 試験の結果

試験結果を図-3に示す。カウント数は20回ごとの平均値を示した。いずれのデータも20回のうち計数誤差からはみ出すのは1回程度であり、計数誤差の理論値と整合している。従って、安定して計測ができていることが確認された。天頂角 0°C付近を中心に、天頂角の絶対値が大きくなるにつれてカウント数が低下している。これを解析して土被りに換算したのが図-4である。ただし、地盤の平均密度を 2.1g/cm<sup>3</sup>と仮定した。図-1に示した地形図と比較すると北側には谷があり、これに相当して土被りが谷状になっていることが確認できる。

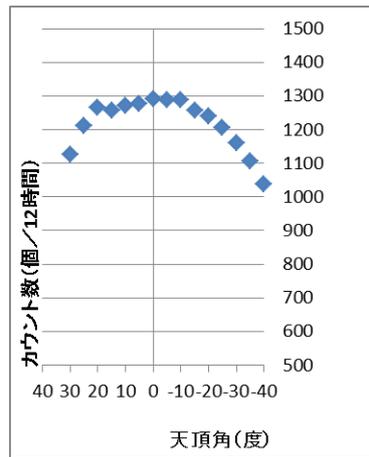


図-3 計測結果

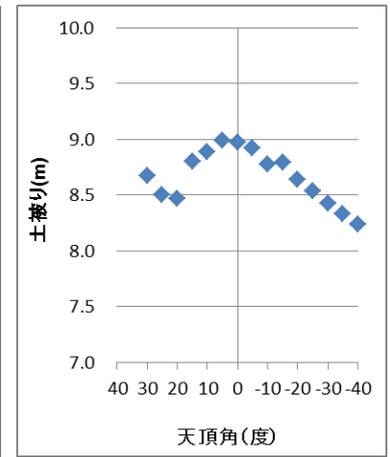


図-4 土被りの計算結果

#### 5. 社会ニーズの開拓

社会ニーズ把握のために文献調査やヒアリング調査を行った。その結果、図-5に示すような社会ニーズがあることがわかった。空洞調査だけでなく、ダムなどの大型の土木構造物の劣化診断や、トンネルの前方探査や、地すべりなどの斜面災害に対しても適用できるものと考えられる。また、重工業などの分野では溶鉱炉内の熔融状態や高炉自体の劣化診断などへの適用も検討されている。原子炉内部を透視する技術としても注目を集めている。さらに学術分野では考古学などへの適用も期待されている。

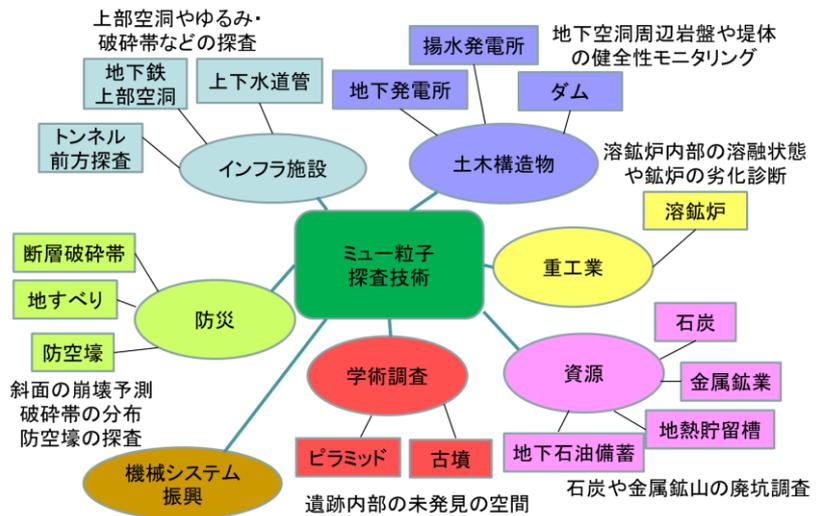


図-5 社会ニーズの開拓

宇宙線ミュオン粒子を利用した計測器はニーズに合わせて製作する必要がある、新たな機械システム産業の振興にもつながると考えられる。

宇宙線ミュオン粒子は、加速器などで簡単に生成できないような高エネルギーの素粒子であるだけでなく、自然に存在するものであるから安全かつ安定している。その透過能力を活かして様々な分野への適用が可能である。

#### 6. 今後の展望

宇宙線ミュオン粒子を利用した改良型マルチ計測器により湿潤環境下でも安定してデータが取得できることが確認できた。今後は導水路などで実証実験を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は財団法人JKAより競輪の補助金の交付を受け、一般財団法人エンジニアリング協会が実施した事業です。関係各位に感謝致します。

#### 参考文献

- 1) 鈴木敬一, 大沼 寛, 奥村忠彦, 宮川彰彦(2010) : 宇宙線ミュオン粒子を利用した空洞探査システム, 平成22年度土木学会全国大会土木学会第65回年次学術講演会論文集, VI-184
- 2) 鈴木敬一, 大沼 寛, 奥村忠彦, 宮川彰彦(2011) : 宇宙線ミュオン粒子を利用したマルチ計測器と三次元トモグラフィ技術の開発, 平成23年度土木学会全国大会土木学会第66回年次学術講演会論文集, VI-236