

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 10日現在

機関番号：17201
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21510196
 研究課題名（和文）放送波を用いた地下探査装置の開発と斜面崩壊予知への適応性の研究
 研究課題名（英文）A development of the survey system using radio waves and its application to the prevention of slope collapses
 研究代表者
 半田 駿（HANDA SHUN ）
 佐賀大学・農学部・教授
 研究者番号：70156529

研究成果の概要（和文）： 放送波（搬送波）の水平・鉛直磁場成分を同時に受信し、両者の位相差から地下電気伝導度分布の異常域を特定する装置を開発した。装置は小型・低コスト、取り扱いが容易な方式をめざしたが、ほぼこれを満足するものとなった。放送波の周波数は500～1600kHz程度であるので、対象となる深度は約5m程度以下の浅部である。河川堤防での試験測定では、漏水と思われる位相の変化が観測され、電気伝導度異常の検出に有効であることが確認できた。

研究成果の概要（英文）： The new system is developed for prospecting of conductivity anomalies in subsurface layers shallower than about 5m. This system with the simple electric circuits detects the phase difference between the horizontal and the vertical magnetic component of AM radio waves in the frequency range of 500k to1600kHz. The survey using this system is conducted on the bank of Ushizu River. In this survey, the large phase difference is found, which is well explained by a high conductivity layer possibly of ground water.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	1300,000	390,000	1690,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：国土保全・土砂災害・電磁探査・電気伝導度

1. 研究開始当初の背景

(1) これまでに、周波数 1～100 kHz の電磁波を用いる高周波 CSMT 装置を開発した。

(2) しかし、土砂災害をもたらす可能性のある 1m程度の浅部帯水層の探査には、より

高周波の電波を用いる装置が望ましい。

(3) また実際の運用に当たっては、安価で、電磁探査法の知識を持たなくても操作、結果の解釈ができる装置が望ましい。

2. 研究の目的

(1) 放送波の水平・鉛直磁場成分の位相差から、地下浅部の電気伝導度分布異常域を検出する装置を開発する。

(2) 装置、及び測定結果の土砂災害予知への適用の有効性について、フィールドで検証する。

3. 研究の方法

(1) 放送波を受信し、その波形から位相差を検出、表示する装置を製作する。

(2) 同装置の性能検査及び問題点の改善をおこなう。

(3) 崩壊の可能性のある斜面や、河川堤防での漏水箇所の検出を試みる。電気探査、VLF-MT 法等の結果と比較することにより、検出有効性について評価する。

4. 研究成果

(1) 放送波の水平・鉛直磁場成分の位相差を検出する装置を開発した。図1のブロックダイアグラムに示すように、装置は、放送波の磁場成分を検出する、互いに直交するアンテナ・コイル及びプリアンプ、位相検出装置と、ここには表示していないが結果の表示部からなる。このように構成が比較的簡単であるため、取り扱いは容易であり、また製作費も安価に抑えられた。

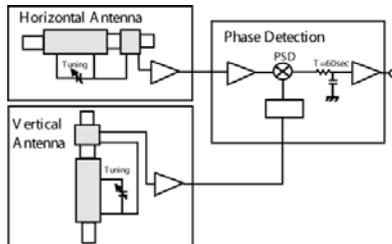


図1 装置の概要。

(2) この装置を用いて、佐賀県西部を流れる、本流である六角川との合流点近くの牛津川堤防で測定を実施した。図2に河川位置の概略及び観測点の配置を示す。

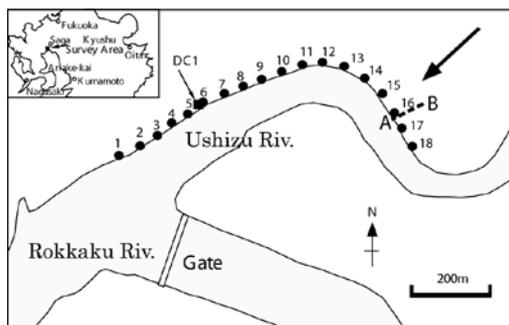


図2 観測域及びラジオ波位相測点 (●)。

DC1は小規模電気探査地点、ABは堤防を横切る測線位置。矢印はラジオ波の到来方向。

図3に測点1~18の、図4に堤防を横切る測線ABでの位相差の変化を示す。

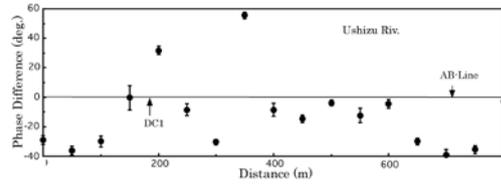


図3 観測された放送波の水平、鉛直磁場成分の位相差。縦線は±1SD.

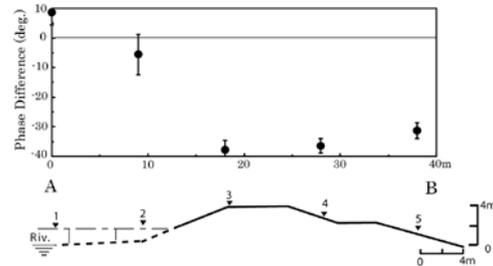


図4 AB測線 (Fig.1) での放送波の水平、鉛直磁場成分の位相差 (上図)。縦線は±1SD. 下図は堤防の断面及び測点位置 (▼)。

図4の堤防を横切る測線での位相差の変化では、左側の高電気伝導度域である河川に近づくると位相差が正に変化することが分かる。また、図3に示す堤防沿いの測定でも、高電気伝導度域を示す正の位相差が2カ所観測された。

(3) 電気探査結果から、図3の堤防沿いでの正の位相差地点 (DC1) での2次元比抵抗モデルを構築した (図5)。受信したNHK佐賀第1放送の周波数963kHzの、このモデルでの位相差を図6に示す。

このモデルから、#5地点で観測された位相差 (46°) を説明するためには表層近くに低比抵抗層が必要であること、下部に低比抵抗層が存在する場合、C層のみよりも格段に大きくなる (C+D+W) ことが分かる。

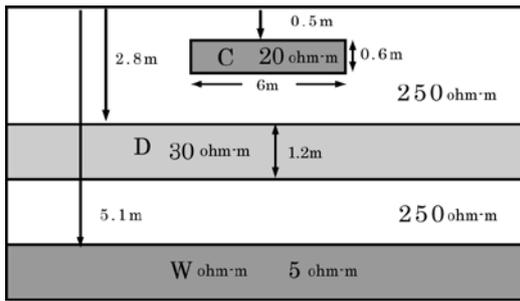


図5 2次元有限要素法モデル。低比抵抗層をC,D,Wで示す。

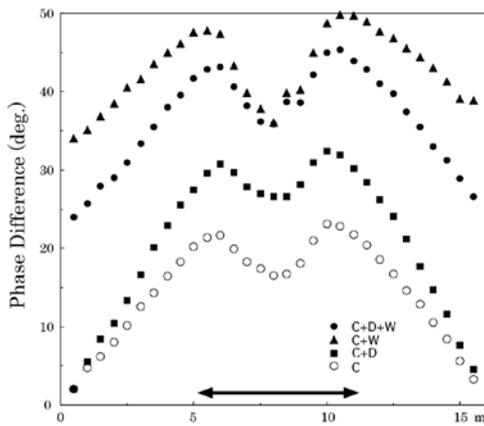


図6 図5の2次元有限要素法モデルから計算された水平、鉛直磁場成分の位相差。用いた周波数は佐賀NHK第1放送と同じ963kHz。計算はモデルの各層の効果を評価するため、C層のみ(C)、C層+D層(C+D)、C層+W層(C+W)、C層+D層+W層(C+D+W)の4例について示した。図の両矢印はC層の水平位置。

(4) 本装置を用いた観測は、鹿児島県薩摩川内市の「シラスを用いた堤防」湛水試験場(図7)でも実施した。ここでは、高周波CSMT法による高密度な探査が2ヶ月間隔で2回実施され、降水により堤防内の表層近くが低比抵抗となったことが分かっている。放送波の位相測定は、この2回目の探査時に実施された(測定点は、図中の四角で示す)。受信放送波は、NHKラジオ第1(霧島市隼人町、576kHz、出力10kW)で、到来方向はほぼ東となる(図中の地図参照)。上記河川堤防より検出された位相差は小さい。これはCSMT探査結果が示すように、低比抵抗層厚が小さいこと、堤防と異なり下層に顕著な低比抵抗層が存在しないことによると考えられる。

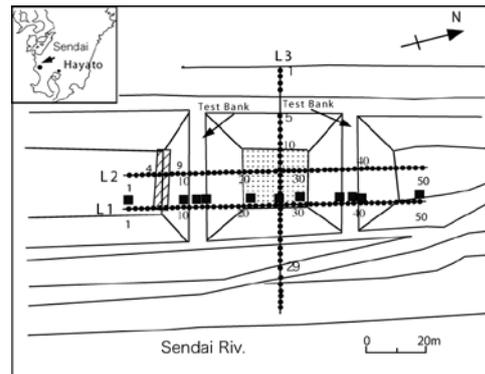


図7 川内川テスト・フィールドにおける放送波位相測定点(■)。

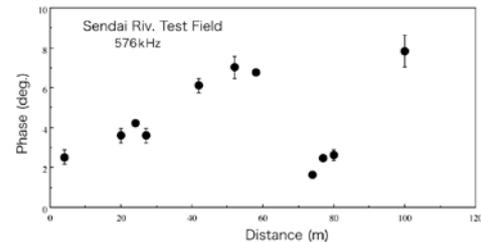


図8 川内川テスト・フィールドでの放送波の水平、鉛直成分の位相差分布。

(5) これらから、開発した装置は浅部の電気伝導度異常を十分検出でき、斜面崩壊に関係する異常地下水分布の検出に有効であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

①半田 駿・吉田雄司、放送波を用いた河川堤防の調査、物理探査学会第123回学術講演論文集、査読なし、2010、273~276

②半田 駿・吉田雄司・板井秀典、放送波を用いた地下電気伝導度測定装置の開発、物理探査学会第121回学術講演論文集、査読なし、2009、284~287

[学会発表](計 2件)

①半田 駿・吉田雄司、放送波を用いた河川堤防の調査、物理探査学会、2010年9月29日、東北大学

②半田 駿・吉田雄司・板井秀典、放送波を用いた地下電気伝導度測定装置の開発、物理探査学会、2009年11月23日、名古屋大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

半田 駿 (HANDA SHUN)

佐賀大学・農学部・教授

研究者番号：70156529

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

北村 良介 (KITANURA RYOUSUKE)

鹿児島大学・工学部・教授

研究者番号：70111979