

## 地中レーダを用いたキャピラリーバリア機能の非破壊診断手法の開発 Practical applicability of a ground penetrating radar to evaluate non-destructively a structural quality of capillary barrier soil system and soil water movement in it.

○石井伸幸\*・黒田清一郎\*\*・森井俊廣\*\*\*

Nobuyuki ISHII\*, Seiichiro KURODA \*\* and Toshihiro MORII \*\*\*

### 1. 研究背景・目的

東日本大震災に伴い発生した大量の低レベル放射性廃棄物を対象に、その保管方法の一つとして、廃棄物貯蔵施設へのキャピラリーバリア（以下CBと呼ぶ）の適用が考えられる。CBとは相対的に粗粒な土（礫など）の上に相対的に細粒な土（砂など）を層状に配置した土構造である。両層の土の保水性の違いにより、地表面から浸潤してきた土中水を効果的に遮水するという機能をもつ。この境界面を傾斜させることにより、浸潤水を境界面に沿って流下させ、下層への浸潤を遮断することができる。この盛土式廃棄物貯蔵工法（図1）において、構造設計法と施工法についてほぼ確立されたいま、施工後の品質管理法の開発・導入が求められる。

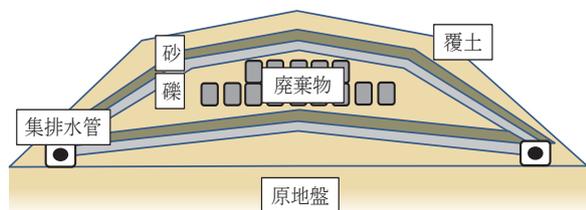


図1 CBを用いた廃棄物貯蔵施設の構想図

本研究では、物理探査手法の一つである地中レーダ（以下GPRと呼ぶ）を用いたCB土層内の水分動態と土層厚さを調査し非破壊診断手法の開発を試みる（図2）。GPRを用いるメリットとして、非破壊診断のため計測の簡便性が高いこと、計測対象が砂と礫のみの単純な構造であり比較的浅い層であること、空洞や砂層に対しても計測が可能であることが挙げられる。次の3点について検討を行う。

- ① 施工状況の確認(CB層厚および境界の把握)
- ② CBによる遮水機能のモニター
- ③ ブレイクスルーの検出

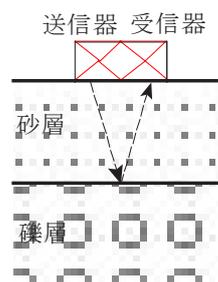


図2 GPR 反射計測

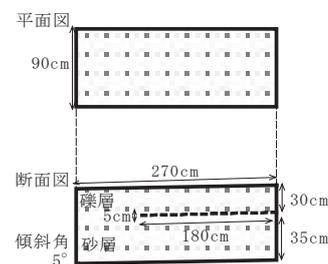


図3 CB 実験土層

### 2. GPRによるCB土層の計測方法

新潟大学農学部の中庭内にCB実験土層を造成した（図3）。CB実験土層について乾燥・湿潤状態でのGPR計測によるCB実験土層内の調査を実施した。

### 3. 試験結果

周波数1.5GHzアンテナを用いた初期状態の反射計測を行い、計測画像から礫層位置の推定を行った（図4,5）。礫層位置は最大3.8cm程の

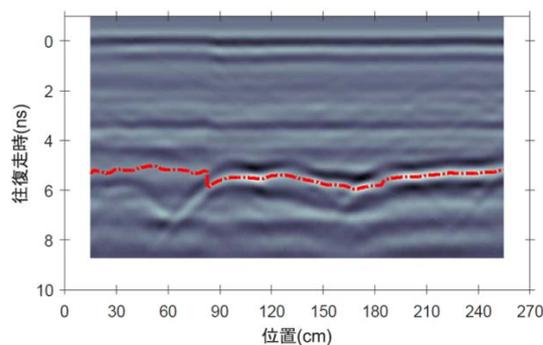


図4 初期状態の計測画像

\*仙台市役所 Sendai City Government（前 新潟大学農学部 Formerly, Faculty of Agriculture, Niigata Univ.）, \*\*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO, \*\*\*新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata Univ.  
キーワード：土構造、保水性；キャピラリーバリア、廃棄物貯蔵施設、遮水機能、地中レーダ

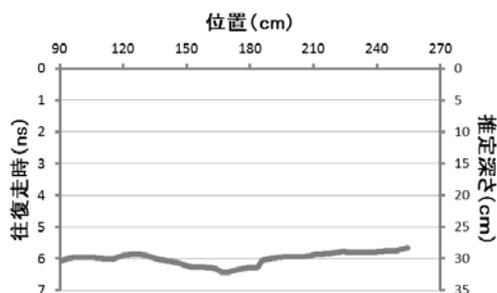


図5 推定礫層位置

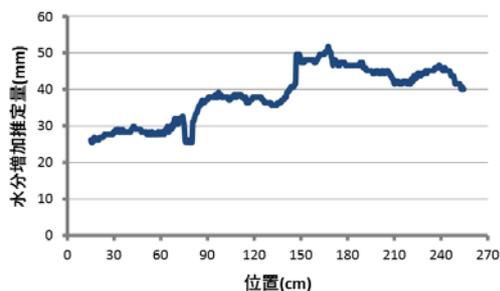


図6 湿潤過程における水分増加量の推定

差がある。湿潤状態と比較することで砂層厚さおよび水分動態について評価できた (図6)。

礫層下について調査するために、乾燥状態および湿潤過程において Zero Offset profiling (ZOP) を実施した (図7,8)。比較した走時遅延から水分増加推定量を求めた (図9)。また極端に走時遅延が発生している箇所において、水分量の増加により礫層下まで水分が侵入している。これをブレイクスルーと呼ぶ。礫層下の不均一性について定量的に評価できた。

#### 4. まとめ

周波数 1.5GHz アンテナによる計測結果において、反射計測から CB 機能による施工状況の確認・把握および遮水機能の確認をできることが明らかになった。ZOP によってブレイクスルーの発生の有無を検査できる可能性があることが分かった。さらに礫層下の砂層における不均一性を定量的に評価することができた。盛土式廃棄物貯蔵施設の維持・管理において有益な情報を与えることができると考える。

今後実用化にあたりさらなる技術開発は必

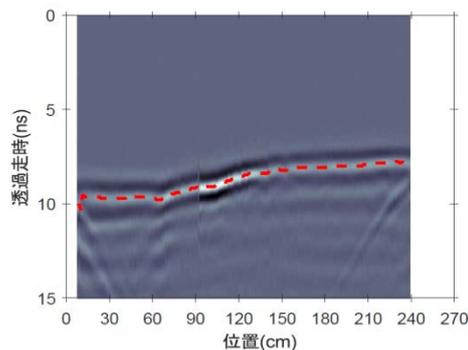


図7 礫層下の乾燥状態での計測画像

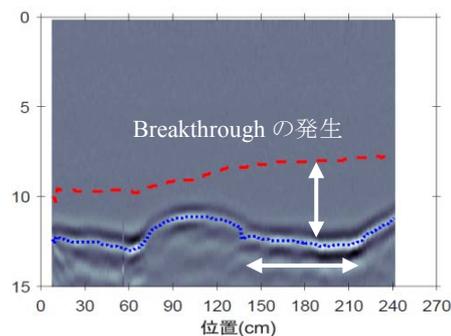


図8 礫層下の湿潤過程での計測画像

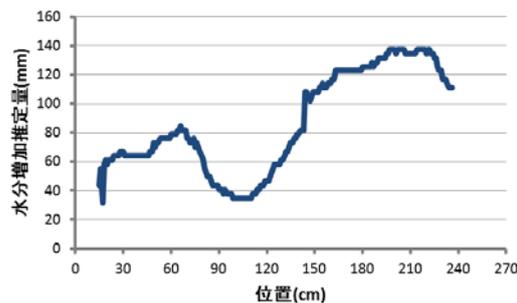


図9 湿潤過程における水分増加量の推定

要であるが、CB 機能の非破壊診断手法として、地中レーダを適用できる可能性がおおむね明らかになったと考える。

#### 参考文献

- 1) Toshiki Iwasaki, Seiichiro Kuroda, Hiroataka Saito, Yukio Tobe, Kohei Suzuki, Haruyuki Fujimori, and Mitsuhiro Inoue: Monitoring infiltration process seamlessly using array ground penetrating Radar, Agricultural and Environmental Letters, ASA・CSSA・SSSA, 1: 160002, 2016.
- 2) 竹下祐二・森上慎也・森田周三・黒田清一郎・井上光弘：地中レーダを用いた砂質土地盤における不飽和浸透挙動に非破壊計測, 土木学会論文集 C, 65(4), 943-950, 2009.