

電流方向測定による処分場シート損傷検知システムの開発

(株)ナカボーテック 開発研究室 正会員 若林 徹 木内幸則
(株)熊谷組 土木技術部 正会員 西山勝栄
(株)熊谷組 技術研究所 正会員 波多江 勝

1.はじめに

廃棄物最終処分場の遮水工損傷による浸出水の漏洩は、周辺の地下水や土壌への環境汚染につながるため、早期に損傷位置を検出し遮水工を修復することが求められている。こういった背景にあって、著者らは、遮水シート下部に面電極を設置し、その面電極と処分場内部の設置電極間で交流電流を流し、シート損傷部に流れ込む電流方向を測定することによってシート損傷位置を検出する検知システムの開発を行っている。本論では、検知システムの概要と、その有効性を確認するために行ったフィールド試験結果についてまとめたものである。

2.検知システムの概要

図-1.に検知システムの概要を示す。保護土層に設けた通電用対極(C)と面電極(作用極 1 W1)間に、交流電流をポテンショガルバノスタット(P.S./G.S.)を用いて印加する。この状態で、保護土層内に埋設されている隣接した測定電極間(参照極(R) - 作用極 2(W2)間)の応答電流に対する位相差を周波数特性分析器(FRA)を用いて測定する。この操作を、RとW2の相対位置関係を維持しながら電極位置を変えて測定を繰り返す。その後、得られた位相差をRとW2の相対位置を考慮に入れながら、損傷部を通じて面電極へ流れ込むカソード電流方向にまとめ直す。この結果、カソード電流方向が一点に集中した位置が、遮水シートの損傷位置となる。例えば、図-1.のようにRとW2の相対位置関係が左側からR,W2の順で、その時の位相差が0deg.であれば、カソード電流はRからW2の方向に流れていることになる。また、位相差が180deg.であれば、カソード電流はW2からRの方向に流れていることになる。このとき、カソード電流方向が一点に集中した位置、つまり測定電極の3番の位置が、本検知システムによって損傷位置として特定される。

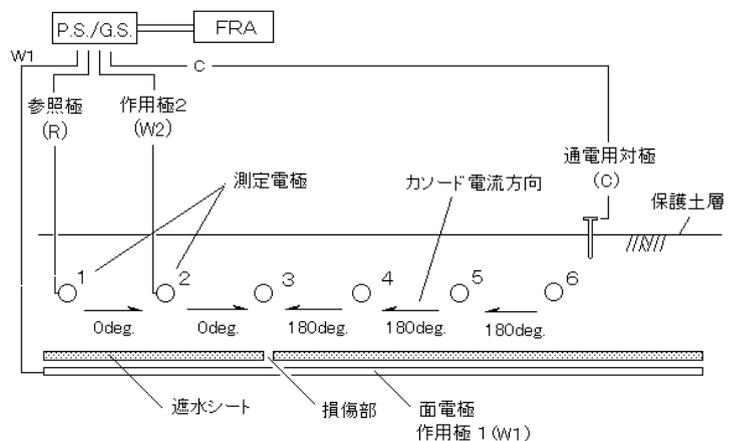


図-1. 検知システムの概要

その後、得られた位相差をRとW2の相対位置を考慮に入れながら、損傷部を通じて面電極へ流れ込むカソード電流方向にまとめ直す。この結果、カソード電流方向が一点に集中した位置が、遮水シートの損傷位置となる。例えば、図-1.のようにRとW2の相対位置関係が左側からR,W2の順で、その時の位相差が0deg.であれば、カソード電流はRからW2の方向に流れていることになる。また、位相差が180deg.であれば、カソード電流はW2からRの方向に流れていることになる。このとき、カソード電流方向が一点に集中した位置、つまり測定電極の3番の位置が、本検知システムによって損傷位置として特定される。

3.フィールド試験

図-2.にフィールド試験の概要を示す。試験ヤードの大きさは約10m×10m、深さ1mである。このヤードの遮水工は、平成10年6月の新遮水工構造基準において追加された、遮水シートと粘性土を用いた複合遮水工に準じた構造とした。底面地盤より不織布、粘性土層、遮水シート、不織布の4層構造とし、その上に0.5mの山砂を保護土層として盛り立てた。面電極は粘性土層下部の不織布内に厚さ約35μmアルミシートを挟み込んで設置した。粘性土は山砂にベントナイトを重量比で10%混合したものをを用いた。また、遮水シートは厚さ1.5mmの熱融着型ゴムシート(TPEシート)を用いた。測定電極は埋設型の電極を用い、保護土層内の不織布表面上に設置し、格子状に2m間隔で計20点を配置した。測定は、通電用対極と面電極間に±1mA(rms), 1Hzの正弦波形からなる交流電流を印加し、測定電極間の応答電流に対する位相差をFRAにより求めた。

【キーワード】位相差、カソード電流方向、面電極、複合遮水工、遮水シート

【連絡先】〒362-0052 埼玉県上尾市中新井 417-16 TEL:048-781-5015 FAX:048-781-5432

なお、模擬損傷部は試験ヤードのほぼ中央に1cm × 1cm (1cm²)の貫通孔を1箇所作製した。

図-3、図-4に本システムによる検知結果を示す。図-3は模擬損傷部を作製する前の遮水シートが健全な状態での検知結果である。また、図-4は模擬損傷部を作製した後の検知結果である。両図ともに測定は縦・横方向に行い、測定で得られた位相差をRとW2の相対位置を考慮に入れながら、カソード電流方向を矢印で整理した図である。このときのRとW2の相対位置関係は、縦方向の測定においては常に上側からR,W2の順に維持し、横方向の測定においては常に左側からR,W2の順に維持した。図-3から、試験ヤード内では矢印が一点に集まる箇所はないので、シート損傷部もないことが分かる。これら矢印は通電用対極から試験ヤードの外へ向かっている。これは、試験ヤード内にはシート損傷部を通じて面電極に流れ込む電流経路がないため、試験ヤード外周部の地表面に露出している面電極に直接電流が流れ込んでいるものと考えられる。一方、図-4では、8番の電極位置で縦・横4方向から矢印が集まっているので、この位置で面電極にカソード電流が流れ込んでいることが分かる。つまり、この位置がシート損傷位置となる。この結果は実際の模擬損傷位置と非常に良い一致を示した。

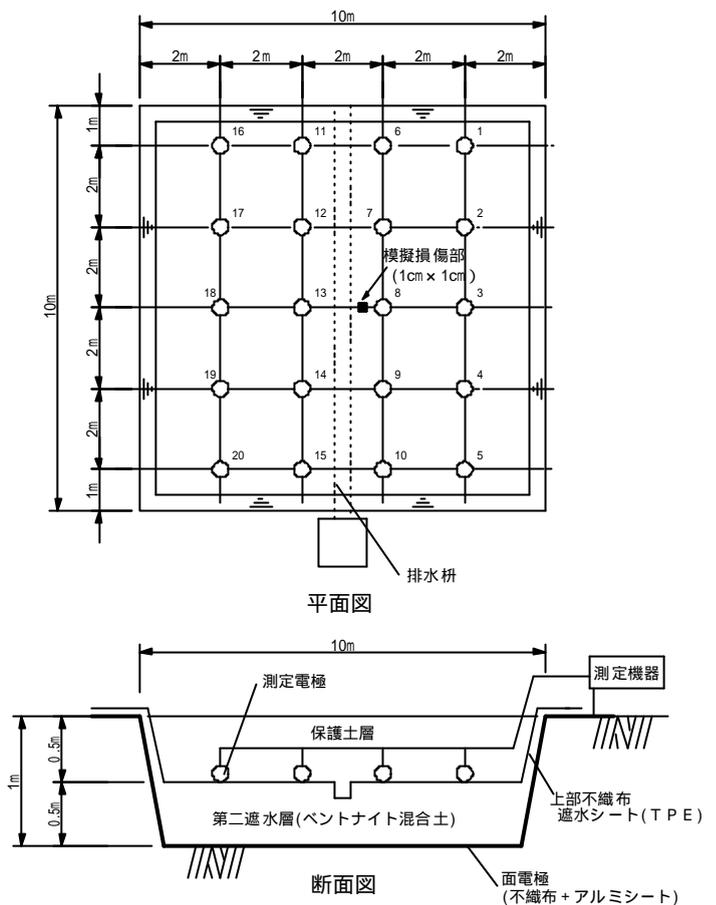


図-2. フィールド試験場の概要

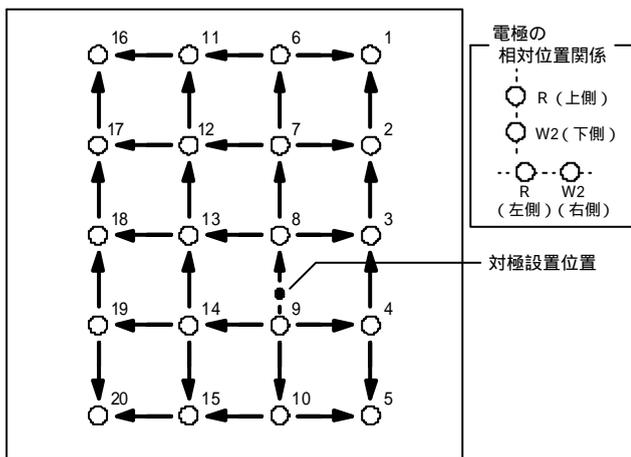


図-3. 検知結果 (模擬損傷部作製前)

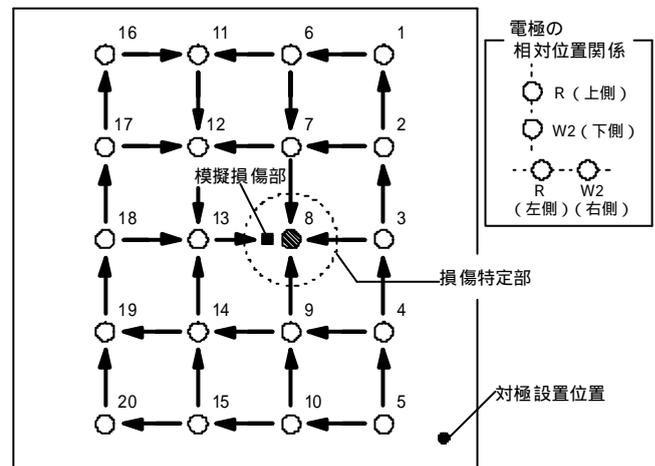


図-4. 検知結果 (模擬損傷部 1箇所)

4.まとめ

- (1)本検知システムによって、シート損傷部に流れ込む電流方向から損傷位置を特定できることが確認できた。
- (2)シート損傷部の面積として、1cm²程度の小さな損傷を特定できることが確認できた。
- (3)遮水シートと粘性土を用いた複合遮水工においても、本検知システムを適用できることが確認できた。
- (4)今後、検知精度の検証や、損傷部が複数存在した場合に検知が可能であるかを検証する予定である。