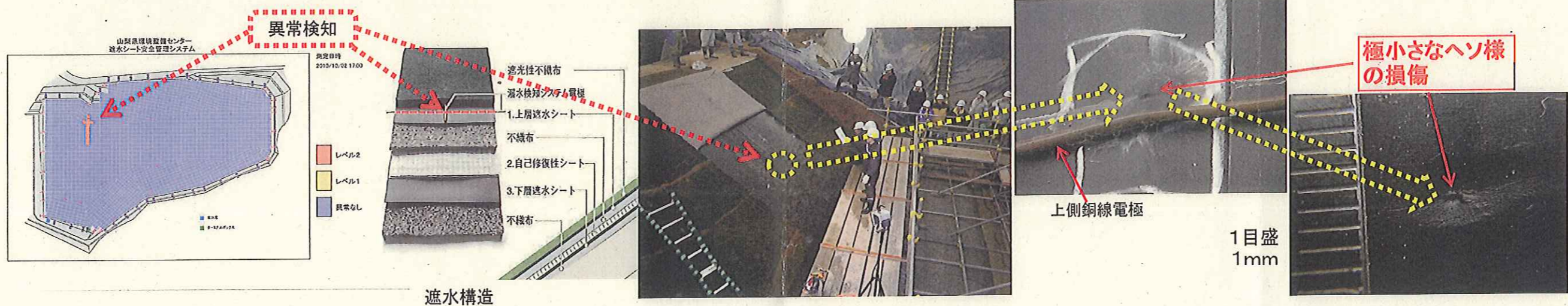


平成22年に発生した前回の漏水検知システムの異常検知への対応について (事業団での原因究明調査結果の概要:安全管理委員会への報告概要)

(財)山梨県環境整備事業団

経緯

- 平成22年10月2日に廃棄物埋立地の3重の遮水構造のうちの上層遮水シートに損傷が発生した可能性が漏水検知システムにより検知されました。
- それ以来、外部への廃棄物浸出水の漏水の有無等を把握するため、各種の水質モニタリング等、環境に関する安全確認を十分に行ないながら、現地の掘削調査や各種の室内実験を重ね徹底した原因究明調査を行ないました。
- その結果、3重の遮水構造のうちの上層遮水シートだけに極小さなヘソ様の損傷が確認されましたが、その下層の2層には損傷は無く、損傷した上層遮水シートの漏水確認実験(負圧実験)や地下水等の水質検査の結果からも外部への廃棄物浸出水の漏水は全く無いことが判明しました。



原因とメカニズム

- 最上層の遮水シートを損傷させ、漏水検知システムにより異常検知を引き起こした原因とメカニズムは、次に示すようにかなり複雑で特殊なものでした。
- ① 遮水構造を施工している時期から遮水構造を保護するための保護土を施工している時期である平成20年5月から平成22年3月までの間に、上層遮水シートを上下に挟む漏水検知システムの銅線電極の交点部分に埋立廃棄物よりも遥かに大きな加重が短時間で掛り、上下の銅線電極が接触するまでに上層遮水シートを押しつぶしてヘソ様に損傷させたもの。
しかし、その大きな加重は短時間であったため、銅線電極の接触は短時間で解消され、損傷した遮水シートのヘソ様の損傷も短時間で収縮して閉塞してしまった。
(このため、平成22年10月2日まで異常が検知されなかった。)
- ② その後、埋立が進み、①の損傷部分の加重が増加していき、上層遮水シートの同じ損傷の箇所でも再度、上下の銅線電極が接触して平成22年10月2日の異常検知が発生したもの。(既に大きな加重によって損傷していたので、埋立廃棄物の小さな加重でもその損傷箇所でも上下の銅線電極が再接触してしまった。)



鈴木嘉彦山梨大学名誉教授による検証報告概要

【経緯】

平成24年3月23日に開催された平成23年度第6回安全管理委員会において、平成22年10月2日に発生した漏水検知システムの異常検知に係る原因究明調査結果報告(財)環境整備事業団)に対し、第三者的立場の専門家による検証を行なうこととなった。

検証は電気工学および材料工学の観点から各専門家を選出し、電気工学においては鈴木山梨大学名誉教授により検証がなされた。

【検証内容】

- 平成22年の漏水検知システム異常検知に関する測定データ解析
- 環境整備センターにおける遮水構造体の状態(滞水等)を模した実証実験
 - ・遮水シートの電的特性を測定するための銅板電極を用いた予備実験
 - ・過去の実証実験で通電を確認した損傷がある遮水シートを用いた通電実験

【結論概要】

- 荷重により測定電極が直接接触に至る二段階前の状況として発現したものであり、電極間と遮水シートの孔に水が充填する一段階前の状況で、静電気力により荷電物質(水)が遮水シートの孔を通り抜けることによって通電したものと考えられる。
- 異常検知時点では「漏水は起こっていなかった」と結論される。

【実証実験風景】



遮水シート一式とアムスラーによる荷重

オシロスコープによる計測

【異常検知の模式図】

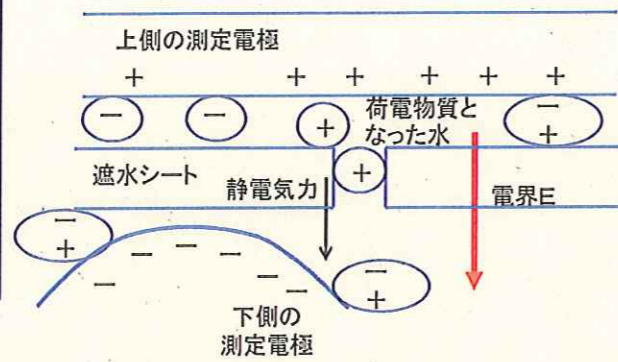
荷電物質Qは電界Eの強さが最も大きい上下の電極が交差する付近で生成される。静電気力Fは孔が開いた付近の電界Eの強さに依存する。よってQとEは互いに一時独立である。

静電気力:
印加電圧に依存

孔および空隙:
遮水シートの孔の大きさ、遮水シートと電極の空隙は荷重に依存

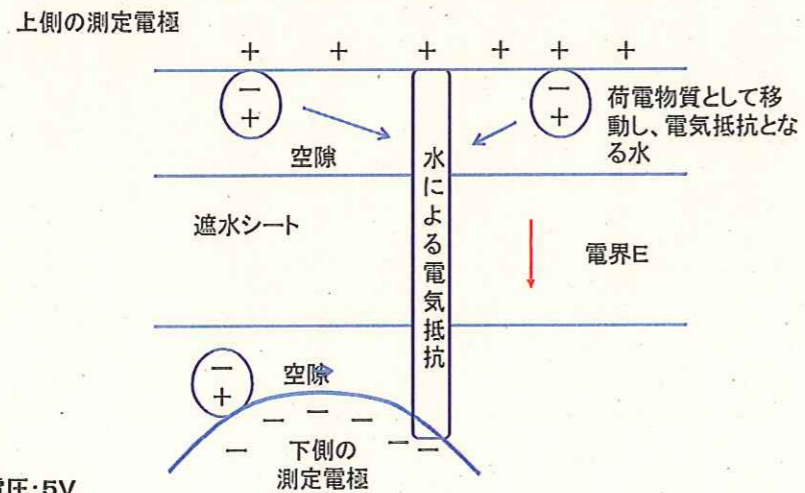
不織布中の水:
上側は変化、下側は変化せず

明野型通電現象



印加電圧: 1V
荷重: 15kN
荷重が増大し、水が圧縮され、静電気力により生成された荷電物質となった水が遮水シートの大きくなった孔を運動方程式に従って移動することにより流れる電流

明野型通電現象を説明する模式図



印加電圧: 5V
荷重: 5kN、など
加重が大きくなる、もしくは静電気力が大きくなり、荷電物質としての水が運動方程式に従って大量に移動し、上下電極と孔にイオンを含んだ水が満ち、水による電気回路が形成される。電極間の電界は弱まる。電極間の距離によりキャパシタンスが変化する。

漏水状態での通電現象を説明する模式図

澤俊行広島大学大学院特任教授による検証報告概要

【経緯】

平成24年3月23日に開催された平成23年度第6回安全管理委員会において、平成22年10月2日に発生した漏水検知システムの異常検知に係る原因究明調査結果報告((財)環境整備事業団)に対し、第三者的立場の専門家による検証を行なうこととなった。

検証は電気工学および材料工学の観点から各専門家を選出し、材料工学においては澤広島大学大学院特任教授により検証がなされた。

【検証内容】

- 異常検知箇所から切り取った遮水シートを目視観察
- 遮水シート各種試験
 - ・基本材料試験
 - ・耐久劣化試験
- 遮水シートに対するくぼみ発生試験
- 現場における遮水シート部分の荷重負荷実験と通電測定
- 有限要素法による遮水シートの応力解析

【結論概要】

- 遮水シートの破壊強度(約 6.4kg/cm^2)を超える予想外の荷重が、遮水工施工時から保護土施工の段階で遮水シートの銅線交点周辺に一時的に作用したことで、遮水シートが変形(くぼみ)したと推測される。ただし、この時点では荷重作用のタイミング、漏水検知のタイミングとの差異等により、検出器での検出はされない状態となった。
- その後、廃棄物の埋立の進行に伴う重量の一定荷重により、高分子材料特有のクリープ現象が発生し、遮水シートの上下銅線交点部の損傷箇所の変形(くぼみ)を再度進行させた。この変形の再進行により上下銅線電極が再通電し、漏水検知システムの異常検知に至ったと結論づけられる。

【現場実験風景等】



現場における荷重実験



異常検知した現物遮水シートと荷重実験の比較



異常検知した現物遮水シートの変形（くぼみ）



荷重実験により発生した変形（くぼみ）