

# 漏水検知システムによる異常検知に関する原因究明調査結果(データ整理版)

## 現地調査(漏水検知システム、埋立作業、掘削調査、目視確認、負圧試験、水質検査)結果概要

### 漏水検知システム

平成22年10月2日の2回目の測定で何の前触れもなく異常値を検知し、その後も異常値は継続した。  
漏水検知システム自体の総点検を実施したが、異常は認められなかった。  
漏水検知システムによって予想された原因箇所(以下「予想原因箇所」という。)は、埋立地右岸下流側法面部の一か所であった。  
平成23年1月20日に予想原因箇所の上部の覆土を除去しただけで直ちに異常値は解消し、その後も異常なく推移している。

### 埋立作業

予想原因箇所付近で遮水工を直接的に損傷させるおそれのある作業(遮水工への保護土施工や遮水工近くの掘削作業)は、平成22年8月上旬以降行っていない。  
ただし、異常検知の前日まで予想原因箇所付近の上部約3.5mで盛土を施工したため、予想原因箇所における加重は増加した可能性がある。

### 掘削調査

遮水工最上部の遮光性不織布への石の接触が140か所で確認されたが、いずれも遮水工の損傷には至らず、その他、廃棄物等による遮水工への損傷やそのおそれのある事象も認められなかった。

### 上層遮水シート等目視確認

掘削後の上層遮水シートで予想原因箇所と一致する銅線電極交点部分の圧迫跡1か所と4か所の窪み(いずれも石の接触箇所(140か所)とは一致せず)を確認した。

### 負圧試験

掘削後の上層遮水シートの圧迫跡、窪み及び溶着部の他、全面に対して負圧試験(-6.7kPa)を実施したが、損傷は確認されなかった。

### 下層確認

予想原因箇所の銅線電極交点部分の圧迫跡1か所とその他4か所の窪みの上層遮水シートの切り取り部分の下層(下部電極と下層不織布)に損傷、シミ、汚れ等の異常は認められなかった。

### 水質検査

地下水観測井等の環境モニタリング結果に異常は認められず、また、浸出水と掘削後に集水された遮水シート間滞水の水質及び成分比等は全く異なり、上層遮水シートより下層への浸出水の移行も認められなかった。

## 基礎実験結果概要(環境整備センター実施)

○遮水工及び漏水検知システムのモデル(ただし、銅線電極は現物より若干硬質)を作成し、加重通電実験を実施したところ、埋立加重よりもかなり大きな加重を掛けた場合、通電(異常検知)が起こった。

○通電状態であっても、一定の加重軽減で通電は瞬時に解消し、また、通電解消状態からは、わずかな加重増加であっても再通電し、この現象は繰り返し確認された。

○加重の多くは、加重面積によらず上層遮水シートを上下に挟む銅線電極に集中(加重分散もあるか)し、特に銅線電極交点部分への集中が著しく、この結果、モデルの上層遮水シートには埋立地の上層遮水シートで確認されたものと酷似した圧迫跡が生じた。

○通電が起こった上層遮水シートの圧迫跡の多くは、強負圧下でしか損傷が確認できなかった(通常の負圧試験の領域(-6.7kPa)では気泡の発生はなかった)。

○強負圧下で損傷が確認された上層遮水シートの圧迫跡は、時間の経過で更に強負圧下でないと損傷が確認できない場合が多かった。なお、比較対照として安全ピンで貫通孔を開けた遮水シートでは、通常の負圧試験の領域で十分に損傷が確認され、圧迫跡のような時間経過による変化は認められなかった。

## 基礎実験結果一覧表(環境整備センター実施)

検体番号	加重方法・速度 (浸出水湿润環境下)	シート加重結果		拡大鏡結果	負圧実験結果 (1回目)	再負圧実験結果 (2回目)
H23.4.15① (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	1.6~1.8kN通電	加重2.0~2.2kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	-	損傷あり(-12kPa H23.5.26実施)
H23.4.15② (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	1.3kN通電	加重1.6kg/cm <sup>2</sup> で通電	-	-	-
H23.4.15③ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	1.26kN通電	加重1.6kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	-	損傷あり(-24kPa H23.5.26実施)
H23.4.15④ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	1.02kN通電	加重1.2kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	-	損傷あり(-22kPa H23.5.26実施)
H23.4.15⑤ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	0.8kN通電	加重1.0kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	-	損傷あり(-23kPa H23.5.26実施)
H23.4.15⑥ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で2分間	0.5kN	加重0.6kg/cm <sup>2</sup> で通電なし	圧縮跡だがへそ様にシワなし	-	損傷なし(-40kPa H23.5.26実施)
H23.4.15⑦ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で2分間	0.4kN	加重0.5kg/cm <sup>2</sup> で通電なし	圧縮跡だがへそ様にシワなし	-	損傷なし(-40kPa H23.5.26実施)

検体番号	加重方法・速度 (浸出水湿潤環境下)	シート加重結果		拡大鏡結果	負圧実験結果 (1回目)	再負圧実験結果 (2回目)
H23.4.20① (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	0.7kN通電	加重0.8kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷なし(-6.7kPa H23.4.22実施)	損傷なし(-60kPa H23.5.26実施)
H23.4.20② (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	0.5kN	加重0.6kg/cm <sup>2</sup> で通電なし	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷なし(-6.7kPa H23.4.22実施)	損傷なし(-40kPa H23.5.26実施)
H23.4.20③ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	0.6kN	加重0.7kg/cm <sup>2</sup> で通電なし	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷なし(-6.7kPa H23.4.22実施)	損傷なし(-40kPa H23.5.26実施)
H23.4.20④ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )で普通速度	0.8kN通電	加重1.0kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷なし(-6.7kPa H23.4.22実施)	損傷あり(-24kPa H23.5.26実施)
H23.4.20⑤ (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (78.5cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.4kN通電	加重1.7kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-6.7kPa H23.4.22実施)	損傷あり(-6.7kPa H23.5.26実施)
H23.5.12~5.26 (遮水シート+上下電極)	おもり加重(561cm <sup>2</sup> )で 静置	50kg: 5/12~23 55kg: 5/23~5/24 60kg: 5/24~5/25 65kg: 5/25~5/26 110kg: 5/26通電(100%)→50kg通電解消(45.4%)	加重0.19kg/cm <sup>2</sup> の1時間放置で通電が起こり、0.089kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.10kg/cm <sup>2</sup> 、52.6%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり ①加重除去後21分 -18kPa、 ②加重除去後29分 -21kPa H23.5.26実施	損傷あり(-32kPa H23.6.1実施)
H23.5.27~5.31 (遮水シート+上下電極)	おもり加重(796cm <sup>2</sup> )で 静置 (水平支持)	54.4kg: 5/27~31 89.4kg: 5/31通電(100%)→54.4kg通電解消(60.8%)	加重0.11kg/cm <sup>2</sup> の54秒後に通電が起こり、0.068kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.042kg/cm <sup>2</sup> 、38.1%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり ①加重除去後15分 -7~- 8kPa、 ②加重除去後2時間 -14kPa H23.5.31実施	損傷あり(-28kPa H23.6.1実施)
H23.5.31~6.1 (遮水シート+上下電極)	おもり加重(796cm <sup>2</sup> )で 静置 (水平支持)	54.4kg: 5/31 104.4kg: 6/1通電(100%)→54.4kg通電解消(52.1%)	加重0.13kg/cm <sup>2</sup> の13分後に通電が起こり、0.068kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.062kg/cm <sup>2</sup> 、47.6%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり ①加重除去後6分 -24kPa、 ②加重除去後2時間 -27kPa H23.6.1実施	損傷あり(-32kPa H23.6.2実施)
H23.6.6① (遮水シート+上下電極)	おもり加重(796cm <sup>2</sup> )で 静置 (水平支持)	139.4kg: 6/6通電(100%)→89.4kg通電解消(64.1%)→ 94.4kg再通電(67.7%)	加重0.17kg/cm <sup>2</sup> の34秒後に通電が起こり、0.112kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.058kg/cm <sup>2</sup> 、34.1%) 通電解除の0.112kg/cm <sup>2</sup> を0.118kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると11秒後に再通電(増加分:0.006kg/cm <sup>2</sup> 、5.3%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-38kPa H23.6.6実施)	損傷あり(-47kPa H23.6.7実施)
H23.6.6② (遮水シート+上下電極)	おもり加重(796cm <sup>2</sup> )で 静置 (水平支持)	119.4kg: 6/6通電(100%)→84.4kg通電解消(53.9%)→ 83.4kg再通電(89.8%)→85.9kg通電解消(55.1%)	加重0.15kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、0.080kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.070kg/cm <sup>2</sup> 、46.6%) 通電解除の0.080kg/cm <sup>2</sup> を0.10kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:0.020kg/cm <sup>2</sup> 、25.0%)し、0.082kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.018kg/cm <sup>2</sup> 、18.0%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-36kPa H23.6.6実施)	損傷あり(-39kPa H23.6.7実施)
H23.6.6③ (遮水シート+上下電極)	おもり加重(796cm <sup>2</sup> )で 静置 (水平支持)	124.4kg: 6/6通電(100%)→84.4kg通電解消(51.7%)→ 74.4kg再通電(59.8%)→84.4kg再通電解消(51.7%)→ 74.4kg再々通電(59.8%)→84.4kg再々通電解消(51.7%)	加重0.15kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、0.080kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.070kg/cm <sup>2</sup> 、46.6%) 通電解除の0.080kg/cm <sup>2</sup> を0.093kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:0.013kg/cm <sup>2</sup> 、16.2%)し、0.080kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.013kg/cm <sup>2</sup> 、13.9%) 通電解除の0.080kg/cm <sup>2</sup> を0.093kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:0.013kg/cm <sup>2</sup> 、16.2%)し、0.080kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.013kg/cm <sup>2</sup> 、13.9%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-37kPa H23.6.6実施)	損傷あり(-42kPa H23.6.7実施)
H23.6.9遮水工一式①	ネジ式加重装置(7cm <sup>2</sup> ) でゆっくり (油圧式より微調整が効く)	1.36kN通電(100%)→0.70kN通電解消(51.4%)→0.73kN 再通電(53.6%)→0.68kN再通電解消(48.5%)→0.72kN 再々通電(52.9%)	加重19.4kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、10.0kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:9.4kg/cm <sup>2</sup> 、48.4%) 通電解除の10.0kg/cm <sup>2</sup> を10.4kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:0.40kg/cm <sup>2</sup> 、4.0%)し、9.4kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:1.0kg/cm <sup>2</sup> 、9.6%) 通電解除の0.080kg/cm <sup>2</sup> を0.093kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:0.013kg/cm <sup>2</sup> 、16.2%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-20kPa H23.6.9実施)	損傷あり(-25kPa H23.6.10実施)
H23.6.9遮水工一式②	ネジ式加重装置(7cm <sup>2</sup> ) でゆっくり (油圧式より微調整が効く)	1.20kN通電(100%)→0.69kN通電解消(57.5%)→0.88kN 再通電(73.3%)→0.71kN再通電解消(59.1%)→0.83kN 再々通電(89.1%)→0.74kN再々通電解消(61.8%)	加重17.1kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、9.8kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:7.3kg/cm <sup>2</sup> 、42.6%) 通電解除の9.8kg/cm <sup>2</sup> を12.5kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:2.7kg/cm <sup>2</sup> 、27.5%)し、10.1kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:2.4kg/cm <sup>2</sup> 、19.2%) 通電解除の10.1kg/cm <sup>2</sup> を11.8kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:1.7kg/cm <sup>2</sup> 、16.8%)し、10.5kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:1.3kg/cm <sup>2</sup> 、11.0%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-26kPa H23.6.9実施)	損傷あり(-37kPa H23.6.10実施)
H23.6.9遮水工一式③	ネジ式加重装置(7cm <sup>2</sup> ) でゆっくり (油圧式より微調整が効く)	1.33kN通電(100%)→0.68kN通電解消(51.1%)→0.75kN 再通電(56.3%)→0.69kN再通電解消(51.8%)→0.72kN 再々通電(54.1%)→0.68kN再々通電解消(51.1%)	加重19.0kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、9.7kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:9.3kg/cm <sup>2</sup> 、48.9%) 通電解除の9.7kg/cm <sup>2</sup> を10.7kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:1.0kg/cm <sup>2</sup> 、10.3%)し、9.8kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.9kg/cm <sup>2</sup> 、8.4%) 通電解除の9.8kg/cm <sup>2</sup> を10.2kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:0.4kg/cm <sup>2</sup> 、4.0%)し、9.7kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.5kg/cm <sup>2</sup> 、4.9%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-18kPa H23.6.9実施)	損傷あり(-25kPa H23.6.10実施)
H23.6.9遮水工一式④	ネジ式加重装置(7cm <sup>2</sup> ) でゆっくり (油圧式より微調整が効く)	1.33kN通電(100%)→0.63kN通電解消(47.3%)→0.74kN 再通電(55.6%)→0.63kN再通電解消(47.3%)→0.69kN 再々通電(51.8%)→0.63kN再々通電解消(47.3%)	加重19.0kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、9.0kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:10.0kg/cm <sup>2</sup> 、52.6%) 通電解除の9.0kg/cm <sup>2</sup> を10.5kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:1.5kg/cm <sup>2</sup> 、16.6%)し、9.0kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:1.5kg/cm <sup>2</sup> 、14.2%) 通電解除の9.0kg/cm <sup>2</sup> を9.8kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:0.8kg/cm <sup>2</sup> 、8.8%)し、9.0kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:0.8kg/cm <sup>2</sup> 、8.1%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-21kPa H23.6.9実施)	損傷あり(-29kPa H23.6.10実施)
H23.6.9遮水工一式⑤	ネジ式加重装置(7cm <sup>2</sup> ) でゆっくり (油圧式より微調整が効く)	1.28kN通電(100%)→0.64kN通電解消(50.0%)→0.75kN 再通電(58.5%)→0.65kN再通電解消(50.7%)→0.71kN 再々通電(55.4%)→0.64kN再々通電解消(50.0%)	加重18.2kg/cm <sup>2</sup> で最初の通電が起こり、9.1kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:9.1kg/cm <sup>2</sup> 、50.0%) 通電解除の9.1kg/cm <sup>2</sup> を10.7kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると再通電(増加分:1.6kg/cm <sup>2</sup> 、17.5%)し、9.2kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:1.5kg/cm <sup>2</sup> 、14.0%) 通電解除の9.2kg/cm <sup>2</sup> を10.1kg/cm <sup>2</sup> まで増加させると三度通電(増加分:0.9kg/cm <sup>2</sup> 、9.7%)し、9.1kg/cm <sup>2</sup> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:1.0kg/cm <sup>2</sup> 、9.9%)	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-35kPa H23.6.9実施)	損傷あり(-35kPa H23.6.10実施)
H23.3.28安全ピン3孔	現地立会時のデモン ストレーション	-	-	3孔ともシワなしの貫通孔(H23.6.10 目視確認)	3孔とも損傷あり(-6.7kPa H23.3.28実施)	3孔とも損傷あり(-6.7kPa H23.6.10実施)

1kN=約100kg

※埋立地の予想原因箇所における加重 異常検知時(H=3.72m)65.4kN/m<sup>2</sup> = 約0.65kg/cm<sup>2</sup> 最終埋立完了時(H=8.88m)142.4kN/m<sup>2</sup> = 約1.42kg/cm<sup>2</sup>

※埋立地の最大加重箇所における加重 最終埋立完了時(H=24.6m)395.6kN/m<sup>2</sup> = 約3.95kg/cm<sup>2</sup>

○通電時電流は、いずれも電流測定装置の測定限界(2A=2000mA)を超えるものであったため、漏水検知システムと同様に回路に抵抗を挟み、測定範囲を100mA程度に設定

○遮水シートの体積抵抗率は、10<sup>16</sup>Ω cmであり、通常、完全な絶縁体と見なすレベルの値 (通常、完全に絶縁体と見なす値とは、10<sup>8</sup>Ω cm以上)

○遮水シートに損傷がなかった場合にコンデンサ様の原理によって通電(異常検知時の50mA以上や実験のように抵抗なしの状態)で2A(=2000mA)以上が起こる可能性は、銅線電極の遮水シートに接触する面積(交点での面積)が非常に小さいため、あり得ない。

## 基礎実験結果概要(施工業者実施)

- 実験に用いた遮水シートは、環境整備センターで保管されていたものと、製造メーカーから取り寄せた新品を使用した。加重通電及び負圧実験の結果は同等であった。
- 加里地電天映後の遮水シートには、埋立地の土層遮水シートで確認されたものと酷似した圧迫跡が生じた。

○圧迫跡は、通電直後では通常の負圧試験の領域(-6.7kPa)で損傷が確認されたが、時間の経過により強負圧下でないと損傷が確認できない場合が多かった。

## 基礎実験結果一覧表(施工業者実施)

検体番号 (明野保管シート)	加重方法・速度 (乾燥環境下)	シート加重結果		拡大鏡結果	負圧実験結果 (1回目)	再負圧実験結果 (2回目)
H23.6.15 A-1 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.2~1.3kN通電	加重0.49~0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-9.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-2 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	0.94kN通電	加重0.39kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-35kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-23kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-3 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.55kN通電	加重0.64kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-1.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-4.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-4 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-9.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-5 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.22kN通電	加重0.50kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-12kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-6 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.88kN通電	加重0.78kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-2.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-3.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-7 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.40kN通電	加重0.58kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-2.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-11kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-8 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-9 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.50kN通電	加重0.62kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-1.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-2.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-10 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.02kN通電	加重0.42kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-20kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-11 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-7.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-12 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-8.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-13 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-13.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-14 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	2.90kN通電	加重1.20kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-0.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-0.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-15 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-9.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-12.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-16 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-17 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.65kN通電	加重0.68kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-3.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-18 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.25kN通電	加重0.51kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-7.8kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-14kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-19 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-9.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-17.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-20 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-6.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-13.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-21 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-12kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-12.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-22 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-29kPa H23.6.16実施)	損傷あり(-17.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-23 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.50kN通電	加重0.62kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-2.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-6.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-24 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.40kN通電	加重0.58kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-11.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-25 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.60kN通電	加重0.66kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-2.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-4.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-26 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.05kN通電	加重0.43kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-6.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-27 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-8.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-16.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-28 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.60kN通電	加重0.66kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-3.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-29 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.90kN通電	加重0.79kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-1.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-2.0kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 A-30 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-7.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-18.5kPa H23.6.17実施)

検体番号 (新品シート)	加重方法・速度 (乾燥環境下)	シート加重結果		拡大鏡結果	負圧実験結果 (1回目)	再負圧実験結果 (2回目)
H23.6.15 N-1 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-10kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-2 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-9.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-12kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-3 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-12.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-17kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-4 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.50kN通電	加重0.62kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-4.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-5 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-13.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-6 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.50kN通電	加重0.62kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-13.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-7 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-10kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-8 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.25kN通電	加重0.51kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-9 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.55kN通電	加重0.64kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-1.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-10kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-10 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-1.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-3.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-11 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-25.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-17.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-12 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-7.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-14kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-13 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.20kN通電	加重0.49kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-11kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-20.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-14 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-12kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-15 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.40kN通電	加重0.58kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-11kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-16 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-17 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-11.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-20kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-18 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.30kN通電	加重0.54kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-13.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-19 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.25kN通電	加重0.51kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-11.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-20 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-6.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-18kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-21 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.20kN通電	加重0.49kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-10kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-21kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-22 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.16実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-23 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.15kN通電	加重0.47kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-14kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-24 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-11.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-18kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-25 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.25kN通電	加重0.51kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-4.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-14kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-26 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.00kN通電	加重0.41kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-11.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-18kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-27 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.25kN通電	加重0.51kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-10kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-18.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-28 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.10kN通電	加重0.45kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-20.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-17.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-29 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.35kN通電	加重0.56kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-3.5kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-14.5kPa H23.6.17実施)
H23.6.15 N-30 (遮水シート+上下電極)	油圧式加重装置 (240.4cm <sup>2</sup> )でゆっくり	1.15kN通電	加重0.47kg/cm <sup>2</sup> で通電	へそ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	損傷あり(-5.0kPa H23.6.15実施)	損傷あり(-15.5kPa H23.6.17実施)

1kN=約100kg

○遮水シートの絶縁抵抗測定値は、いずれも10<sup>9</sup>Ω以上

○安全ピンで開けたピンホールに対する負圧実験も適宜実施したが、いずれも-0.5kPa以下(通常の負圧試験の領域)で損傷が確認され、時間経過による変化は認められなかった。

○遮水シートに対する引張試験後の収縮率は、伸び率15%で83.3%、伸び率25%で80.0%、伸び率50%で85.5%、伸び率100%で70.0%、伸び率200%で52.5%、伸び率400%で32.9%、伸び率600%で22.8%、伸び率800%(破断)で21.5%であり、引張応力に対する復帰しようとする力が強かった。

## 実証実験結果概要

- 加重面積が大きい場合、加重装置能力の限界加重近くまで加重を強めても、通電は起こらなかった。
- 加重面積が大きい場合、その加重は漏水検知システムの銅線電極交点部分に集中し、上層遮水シートにヘソ様のシワが集まった形態の圧迫跡が生じた。
- 加重面積が小さい場合、限界加重未満で通電が起こり、加重面積が大きい場合と同様に上層遮水シートの銅線電極交点部分にヘソ様の圧迫跡が生じた。
- これらの圧迫跡は、いずれも漏水検知システムによる予想原因箇所と一致する埋立地の上層遮水シートで確認された圧迫跡と酷似していた。
- 通電時に銅線電極交点部分に掛った加重を埋立地の予想原因箇所に掛る廃棄物等の加重と比較すると、埋立完了時の加重よりもはるかに大きかった(最初の通電時では約29倍から約60倍、再通電以降では約13倍から約41倍)。
- 通電状態であっても、一定の加重軽減(通電時の加重に対して約60%以下に軽減)で、通電は瞬時に解消された。
- 通電解消状態であっても、わずかな加重増加(通電解消時の加重に対して約6%以上の増加)で、再通電が起こった。
- 再通電状態であっても、わずかな加重軽減(再通電時の加重に対して約7%以上の軽減)で、再通電は瞬時に解消された。
- 通電が起こった上層遮水シートの圧迫跡のみが負圧実験によって損傷であることが確認されたが、通常の負圧試験の領域では損傷が確認できないもの(強負圧でのみ確認が可能)も認められ、その損傷孔は時間の経過で更に強負圧下にしないと損傷が確認できなかった。
- 埋立地から切り取った5か所の上層遮水シートの圧迫跡と窪みでは、漏水検知システムによる予想原因箇所と一致する銅線電極交点部分で確認された圧迫跡のみが強負圧下で損傷が確認された。

## 実証実験結果一覧表

検体番号	加重方法・速度 (浸出水湿潤環境下)	シート加重結果	拡大鏡結果	負圧実験結果 (H23.6.30実施)	負圧実験結果 (H23.7.4実施)	
H23.6.30遮水工一式①	ネジ式加重装置 大面積 (1086cm <sup>2</sup> )でゆっくり	9.5kN通電なし 9.6kN通電なし	位置を変えず二度にわたり能力限界近くまで加重したが <b>通電なし</b>	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず	<b>損傷なし</b> (通常の倍の-60kPaまで負圧化するも気泡発生なし)	-
H23.6.30遮水工一式②	ネジ式加重装置 小面積 (7cm <sup>2</sup> )でゆっくり	<b>3.52kN通電(100%)</b> →1.00kN通電解消(28.4%) → <b>1.50kN再通電(42.6%)</b> →1.16kN再通電解消(32.9%) → <b>1.34kN三度通電(38.0%)</b> →1.03kN三度通電解消(29.2%) → <b>1.36kN四度通電(38.6%)</b> →1.18kN四度通電解消(33.5%) → <b>1.37kN五度通電(38.9%)</b> →1.06kN五度通電解消(30.1%)	銅線電極部分への加重が <b>約50.2kg/cm<sup>2</sup></b> で最初の通電が起こり、 <b>約14.2kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約36.0kg/cm <sup>2</sup> 、71.7%) 通電解除の約14.2kg/cm <sup>2</sup> を <b>約21.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると再通電し(増加分:約7.2kg/cm <sup>2</sup> 、50.7%)、 <b>約16.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約4.9kg/cm <sup>2</sup> 、22.8%) 通電解除の約16.5kg/cm <sup>2</sup> を <b>約19.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると三度通電し(増加分:約2.6kg/cm <sup>2</sup> 、15.7%)、 <b>約14.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約4.4kg/cm <sup>2</sup> 、23.0%) 通電解除の約14.7kg/cm <sup>2</sup> を <b>約19.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると四度通電し(増加分:約4.7kg/cm <sup>2</sup> 、31.9%)、 <b>約16.8kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約2.6kg/cm <sup>2</sup> 、13.4%) 通電解除の約16.8kg/cm <sup>2</sup> を <b>約19.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると五度通電し(増加分:約2.7kg/cm <sup>2</sup> 、16.0%)、 <b>約15.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約4.4kg/cm <sup>2</sup> 、22.5%)	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず (参考 意図的に安全ピンを貫通、きれいな円形跡であるも貫通孔までは確認できず)	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-6.7kPaでは気泡発生なく、-8kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 -1kPaで気泡発生あり)	<b>損傷あり</b> (6/30よりも強負圧の-12kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 変化なく-1kPaで気泡発生あり)
H23.6.30遮水工一式③	ネジ式加重装置 小面積 (7cm <sup>2</sup> )でゆっくり	<b>2.87kN通電(100%)</b> →1.72kN通電解消(59.9%) → <b>1.82kN再通電(63.4%)</b> →1.59kN再通電解消(55.4%) → <b>1.82kN三度通電(63.4%)</b> →1.57kN三度通電解消(54.7%) → <b>1.76kN四度通電(61.3%)</b> →1.54kN四度通電解消(53.6%) → <b>1.71kN五度通電(59.5%)</b> →1.46kN五度通電解消(50.8%)	銅線電極部分への加重が <b>約41.0kg/cm<sup>2</sup></b> で最初の通電が起こり、 <b>約24.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約16.5kg/cm <sup>2</sup> 、40.2%) 通電解除の約24.5kg/cm <sup>2</sup> を <b>約26.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると再通電し(増加分:約1.5kg/cm <sup>2</sup> 、6.1%)、 <b>約22.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約3.3kg/cm <sup>2</sup> 、12.6%) 通電解除の約22.7kg/cm <sup>2</sup> を <b>約26.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると三度通電し(増加分:約3.3kg/cm <sup>2</sup> 、14.5%)、 <b>約22.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約3.6kg/cm <sup>2</sup> 、13.8%) 通電解除の約22.4kg/cm <sup>2</sup> を <b>約25.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると四度通電し(増加分:約2.7kg/cm <sup>2</sup> 、12.0%)、 <b>約22.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約3.1kg/cm <sup>2</sup> 、12.3%) 通電解除の約22.0kg/cm <sup>2</sup> を <b>約24.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると五度通電し(増加分:約2.4kg/cm <sup>2</sup> 、10.9%)、 <b>約20.8kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約3.6kg/cm <sup>2</sup> 、14.7%)	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず (参考 意図的に安全ピンを貫通、きれいな円形跡であるも貫通孔までは確認できず)	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-3kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 -1kPa未満で気泡発生あり)	<b>損傷あり</b> (6/30と変化なく通常の負圧-3kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 変化なく-1kPa未満で気泡発生あり)
H23.6.30遮水工一式④	ネジ式加重装置 小面積 (7cm <sup>2</sup> )でゆっくり	<b>4.02kN通電(100%)</b> →1.29kN通電解消(32.0%) → <b>1.45kN再通電(36.0%)</b> →0.96kN再通電解消(23.8%) → <b>1.38kN三度通電(34.3%)</b> →1.06kN三度通電解消(26.3%) → <b>1.29kN四度通電(32.0%)</b> →1.00kN四度通電解消(24.8%) → <b>1.43kN五度通電(35.5%)</b> →0.92kN五度通電解消(22.8%)	銅線電極部分への加重が <b>約57.4kg/cm<sup>2</sup></b> で最初の通電が起こり、 <b>約18.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約39.0kg/cm <sup>2</sup> 、67.9%) 通電解除の約18.4kg/cm <sup>2</sup> を <b>約20.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると再通電し(増加分:約2.3kg/cm <sup>2</sup> 、12.5%)、 <b>約13.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約7.0kg/cm <sup>2</sup> 、33.8%) 通電解除の約13.7kg/cm <sup>2</sup> を <b>約19.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると三度通電し(増加分:約6.0kg/cm <sup>2</sup> 、43.7%)、 <b>約15.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約4.6kg/cm <sup>2</sup> 、23.3%) 通電解除の約15.1kg/cm <sup>2</sup> を <b>約18.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると四度通電し(増加分:約3.3kg/cm <sup>2</sup> 、21.8%)、 <b>約14.2kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約4.2kg/cm <sup>2</sup> 、22.8%) 通電解除の約14.2kg/cm <sup>2</sup> を <b>約20.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると五度通電し(増加分:約6.2kg/cm <sup>2</sup> 、43.6%)、 <b>約13.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約7.3kg/cm <sup>2</sup> 、35.7%)	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず (参考 意図的に安全ピンを貫通、きれいな円形跡であるも貫通孔までは確認できず)	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-2kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 -1kPa未満で気泡発生あり)	<b>損傷あり</b> (6/30と変化なく通常の負圧-2kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 変化なく-1kPa未満で気泡発生あり)
H23.6.30遮水工一式⑤	ネジ式加重装置 小面積 (7cm <sup>2</sup> )でゆっくり	<b>4.32kN通電(100%)</b> →2.17kN通電解消(50.2%) → <b>3.05kN再通電(70.6%)</b> →2.83kN再通電解消(65.5%) → <b>3.18kN三度通電(73.6%)</b> →2.07kN三度通電解消(47.9%) → <b>2.59kN四度通電(59.9%)</b> →2.06kN四度通電解消(47.6%) → <b>2.38kN五度通電(55.0%)</b> →1.84kN五度通電解消(42.5%)	銅線電極部分への加重が <b>約61.7kg/cm<sup>2</sup></b> で最初の通電が起こり、 <b>約31.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約30.7kg/cm <sup>2</sup> 、49.7%) 通電解除の約31.0kg/cm <sup>2</sup> を <b>約43.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると再通電し(増加分:約12.5kg/cm <sup>2</sup> 、40.3%)、 <b>約40.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約3.1kg/cm <sup>2</sup> 、7.1%) 通電解除の約40.4kg/cm <sup>2</sup> を <b>約45.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると三度通電し(増加分:約5.0kg/cm <sup>2</sup> 、12.3%)、 <b>約29.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約15.9kg/cm <sup>2</sup> 、35.0%) 通電解除の約29.5kg/cm <sup>2</sup> を <b>約37.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると四度通電し(増加分:約7.5kg/cm <sup>2</sup> 、25.4%)、 <b>約29.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約7.6kg/cm <sup>2</sup> 、20.5%) 通電解除の約29.4kg/cm <sup>2</sup> を <b>約34.0kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると五度通電し(増加分:約4.6kg/cm <sup>2</sup> 、15.6%)、 <b>約26.2kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約7.8kg/cm <sup>2</sup> 、22.9%)	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず (参考 意図的に安全ピンを貫通、きれいな円形跡であるも貫通孔までは確認できず)	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-1kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 -1kPa未満で気泡発生あり)	<b>損傷あり</b> (6/30と変化なく通常の負圧-1kPaで気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 変化なく-1kPa未満で気泡発生あり)
H23.6.30遮水工一式⑥	ネジ式加重装置 小面積 (7cm <sup>2</sup> )でゆっくり	<b>5.92kN通電(100%)</b> →2.98kN通電解消(50.3%) → <b>4.04kN再通電(68.2%)</b> →2.81kN再通電解消(47.4%) → <b>3.39kN三度通電(57.2%)</b> →2.93kN三度通電解消(49.4%) → <b>3.42kN四度通電(57.7%)</b> →2.74kN四度通電解消(46.2%) → <b>3.27kN五度通電(55.2%)</b> →2.82kN五度通電解消(47.6%)	銅線電極部分への加重が <b>約84.5kg/cm<sup>2</sup></b> で最初の通電が起こり、 <b>約42.5kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約42.0kg/cm <sup>2</sup> 、49.7%) 通電解除の約42.5kg/cm <sup>2</sup> を <b>約57.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると再通電し(増加分:約15.2kg/cm <sup>2</sup> 、35.7%)、 <b>約40.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約17.6kg/cm <sup>2</sup> 、30.5%) 通電解除の約40.1kg/cm <sup>2</sup> を <b>約48.4kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると三度通電し(増加分:約8.3kg/cm <sup>2</sup> 、20.6%)、 <b>約41.8kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約6.6kg/cm <sup>2</sup> 、13.6%) 通電解除の約41.8kg/cm <sup>2</sup> を <b>約48.8kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると四度通電し(増加分:約7.0kg/cm <sup>2</sup> 、16.7%)、 <b>約39.1kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約9.7kg/cm <sup>2</sup> 、19.8%) 通電解除の約39.1kg/cm <sup>2</sup> を <b>約46.7kg/cm<sup>2</sup></b> まで増加させると五度通電し(増加分:約7.6kg/cm <sup>2</sup> 、19.4%)、 <b>約40.2kg/cm<sup>2</sup></b> まで加重を軽減すると通電解消(軽減分:約6.5kg/cm <sup>2</sup> 、13.9%)	ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず (参考 意図的に安全ピンを貫通、きれいな円形跡であるも貫通孔までは確認できず)	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-1kPa未満で気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 -1kPa未満で気泡発生あり)	<b>損傷あり</b> (6/30と変化なく通常の負圧-1kPa未満で気泡発生あり) (参考 安全ピン孔 変化なく-1kPa未満で気泡発生あり)
現地上層遮水シート①	-	-	-	窪みであるがヘソ様ではない	-	<b>損傷なし</b> (通常の倍の-60kPaまで負圧化するも気泡発生なし)
現地上層遮水シート②	-	-	-	窪みであるがヘソ様ではない	-	<b>損傷なし</b> (通常の倍の-60kPaまで負圧化するも気泡発生なし)
現地上層遮水シート③	予想原因箇所と一致する電極交点の圧迫跡	-	-	<b>ヘソ様にシワが集まった圧縮跡であるが貫通孔までは確認できず</b>	-	<b>損傷あり</b> (通常の負圧-6.7kPaでは気泡発生なく、-25kPaで気泡発生あり)
現地上層遮水シート④	-	-	-	窪みであるがヘソ様ではない	-	<b>損傷なし</b> (通常の倍の-60kPaまで負圧化するも気泡発生なし)
現地上層遮水シート⑤	-	-	-	擦った跡(目視段階では多少の窪みがあったが切り取り時点では窪みなし)	-	<b>損傷なし</b> (通常の倍の-60kPaまで負圧化するも気泡発生なし)

## まとめ

○以上の結果から漏水検知システムによる異常検知に関する原因及びメカニズムは、次のとおりと推察した。

- ・漏水検知システムによる予想原因箇所と一致する埋立地右岸下流法面部の遮水工の上層遮水シートを直接上下で挟む銅線電極の交点部分に対して、遮水工施工時から保護土施工時(平成20年5月から平成22年3月)までの保護土の施工完了以前の段階において、約 $41\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の強加重(予想原因箇所での最終埋立完了時加重の約 $1.42\text{kg}/\text{cm}^2$ の28倍以上、最大の埋立加重箇所での最終埋立完了時加重の約 $3.95\text{kg}/\text{cm}^2$ の約10倍以上)が瞬間的ないし短時間で非継続的に掛り、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損傷させたもの。
- ・この上層遮水シートを損傷させた加重は、瞬間的ないし短時間であったため、漏水検知システムの測定間隙内(埋立地全体で5000か所の交点を一点ずつ約3.5秒で順番に測定するため測定間隙が生じる)に軽減又は解消されたことにより、銅線電極同士の接触が解消され、銅線電極に押しつぶされて生じた上層遮水シートの損傷孔も短時間で薄く引き延ばされた遮水シート材質が複数のシワが集まるように収縮して閉塞してしまい、その結果、平成22年10月2日まで通電が起こらず漏水検知システムで異常が検知されなかったもの。
- ・今回の10月2日以降の異常検知は、既に起こっていた瞬間的ないし短時間の強加重による銅線電極の接触、上層遮水シート損傷と加重軽減による銅線電極の接触解消、損傷孔の閉塞の後に、埋立の進行に伴って損傷時の加重よりもかなり小さな加重ではあるが、加重が増加していき、一定の加重に達したことによって、再度、同じ損傷部分(銅線電極交点部分)で銅線電極同士が押され、再接触したために高電流値の異常検知(通電)が起こったもの。
- ・また、その後の原因究明調査における掘削作業により、覆土が除去され、わずかに加重が軽減されたことによって、平成23年1月20日以降、銅線電極同士の接触が解消され、上層遮水シートの損傷孔も閉塞したために通電が解消したもの。
- ・この加重軽減による損傷孔の閉塞の結果、平成23年3月28日及び4月22日に現場で行なった上層遮水シートの負圧試験( $-6.7\text{kPa}$ )では損傷が確認できなかったもの。

