

薬液注入によるため池底樋沿いに発生する漏水対策に関する実物大試験 Real-size model test for countermeasure against leakage along with an outlet pipe of a small earth dam by chemical injection

○堀俊和* 毛利栄征* 庭野孝一** 松島健一* 有吉 充*
T. Hori*, Y. Mohri*, K. Niwano**, K. Matsushima* and M. Ariyoshi*

1. はじめに ため池の底樋は堤体下部に設置される取水管であるが、底樋沿いの漏水事故事例が数多く報告されている。既報⁽¹⁾では、土槽内で底樋模型の埋設実験を行い、底樋にかかる側土圧が低下してパイピングの原因となる空隙が発生することを明らかにするとともに、アクリル系注入材を用いた薬液注入により、側土圧を増加させ、漏水を防止できることを明らかにした。本報告では、農村工学研究所敷地内で底樋模型を高さ約 4.4m の堤体盛土中に埋設し、注入試験を行った実物大試験の結果を報告する。

2. 実物大模型の作成 実験に用いた実物大の堤体模型の形状を Fig.1 に示す。また、盛土完了後の堤体の写真を Fig.2 に示す。始めに、フィールドで 5.6×14×2(H)m のトレンチを掘削し、0.5×0.5×14 (L) m のコンクリート製の底樋管模型をトレンチ底に設置した。トレンチ内の底樋上に一層 30cm 撤出しで、締固め度 85% となるようにローラーで転圧を行い、堤高 4.4m の堤体を築堤した。次に、Fig.1 中の左側に貯水を行い、定常浸透状態となるまで放置した。Fig.1 中の E1~E5 の測線で底樋管の側面、上面、底面にかかる土圧（合計 20 点）および間隙水圧（Fig.1 中の P1~P8）、底樋管出口付近からの漏水量を測定した。

3. 注入試験の方法 貯水後、定常浸透状態になった後、堤体天端から内径 20mm の中空ロッドで掘削を行い、薬液注入を行った。注入材料は 2 液混合型アクリル系注入材であり、①硬化後も弾力性がある、②地盤への浸透性が高い、③コンクリートへの接着性が高い、という特長を持つ。底樋管左右の側面から 20cm、管底部から 25cm 下から注入圧力 50kPa で注入を開始し、底樋管上面の高さまでロッドを 25cm ずつ段階的に引き上げて、各段階で 7L ずつ注入を行った。注入効果については次の 3 つの試験により確認を行った。①注入前後の底樋出口付近からの漏水量の変化、②Fig.1 の P4 から 40kPa の定圧で注水を行ったときの底樋管沿いの水圧応答、③注入前後の底樋管周りの土圧の変化の測定を行った。

4. 底樋管周りの土圧の変化：盛土中・貯水中の底樋管周りの有効土圧（全土圧－間隙水圧）の変化を Fig.3 に示す。盛土後、管頂と管底では、底樋管への応力集中により土被りから推定される鉛直土圧 55kPa より大きな有効土圧となっている。一方、管側の有効土圧

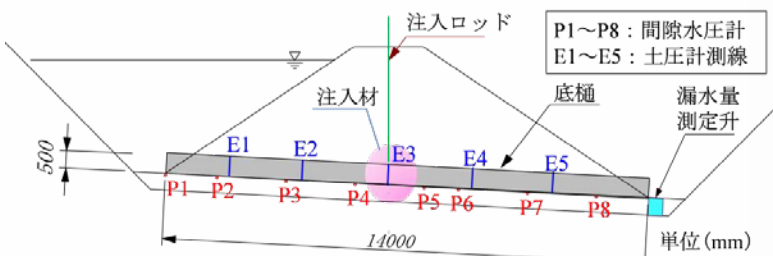


Fig.1 底樋注入実験試験堤体の断面図とセンサー配置
Cross section of the test embankment and distribution of sensors



Fig.2 模型堤体（下流斜面）
Photo of the test embankment

[*農研機構農村工学研究所] [*National Institute for Rural Engineering] [**日新特殊建設]
[ため池,底樋,薬液注入,実物大実験]

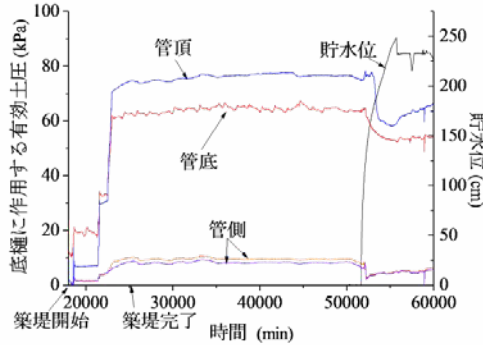


Fig.3 底樋に作用する有効土圧の変化 (注入前：E3)
Change of the effective earth pressures on the outlet pipe

はほとんど増加しておらず、貯水後はゼロ近くまで減少している。注入前後の底樋管周りの有効土圧を Fig.4 に示す。注入により側土圧が上昇し、漏水・パイピングへの抵抗性が増加したことが分かる。

5. 漏水防止効果： Fig.5 に注入前後の漏水量の変化を示す。漏水量は、注入後、徐々に下がり始め、最終的に注入前の約 1/10 まで減少した。また、注入前、注入後に底樋管の P4 (薬液注入点より上流側) から 40kPa の定圧で注水し、P1～P8 で水圧応答を測定した結果を Fig.6 に示す。薬液注入により注入点より下流側 (P5～P8) への水圧の伝搬が小さくなっており、止水効果が得られていることが分かる。

6. 注入状況： 注入試験後に堤体を開削し、注入材の硬化状態を観察した結果を Fig.7 に示す。注入材の一部が割裂注入となり、高さ約 1m、幅薬 2m のカーテン状の止水壁が形成されていた。また、底樋管の周りには厚さ約 40cm、幅約 1.5m のブロック状の硬化体ができていた。このブロックは土材料に浸透して硬化し、かつ底樋管コンクリートと強く接着していた。このような注入材の形状から、底樋周りの止水効果が高いことが確認できた。

1) 堀 俊和他, ため池底樋沿いに発生する漏水対策のための薬液注入に関する模型実験, 2006 年度農業農村工学会大会要旨, pp.814-815

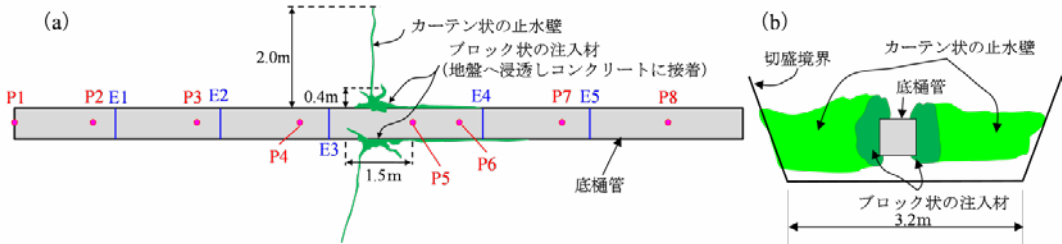


Fig.7 注入材の形状 (a) 平面図 (右側が下流), (b) 注入点における縦断面図
Shape of chemical injection (a) plan (right side is downstream side) (b) longitudinal section at injection point

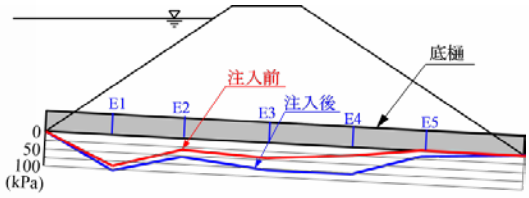


Fig.4 注入前後の底樋側面の有効土圧分布
Distributions of effective earth pressures on the side of the outlet pipe before and after the injection

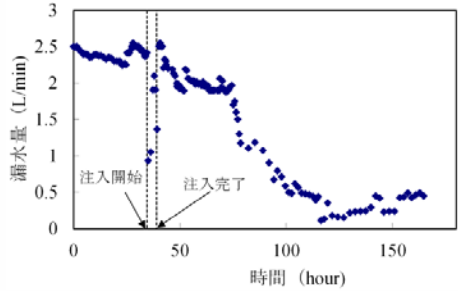


Fig.5 注入前後の漏水量の変化
Change of the amount of leakage

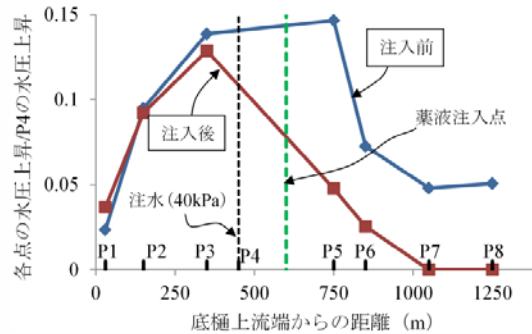


Fig.6 薬液注入前後において P4 で定圧注水したときの P1～P8 での水圧応答
Water pressure response at P1-P8 to increase of water pressure at P4