

既設用水路の地下水位低下機能の再生

Restoration of Groundwater Level Lowering Function of Existing Irrigation Canals

多田 林 平*
(TADA Rinpei)

I. はじめに

地下水位が高い地域の農業用水路（コンクリートフリーユーム）の維持管理には、外水圧を低減させる地下水位低下機能の維持が重要である。農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」では、サイドドレーン、アンダードレーン、ウィープホールなどの性能低下が招く地下水位の上昇により、過大な浮力が発生し、水路の側壁、底版にたわみ・変形・浮上が生じることや、基底部の水みちの形成による土砂粒子の流亡等に起因する不同沈下が起こることなどにより、構造物全体が傾斜、移動する可能性がある¹⁾、としている。

図-1 上に既設用水路の地下水位低下機能を再生する従来工法の例を示す。これまでは、躯体壁面下部をコア削孔し、空いたコア穴にウィープホールを挿入後、周りをモルタルで埋め戻して設置する方法が取られていることが多い。しかし、狭い隙間にモルタルを密実に充填する作業は容易ではなく、背面水の流出がある場合は、モルタルの品質を確保するのは非常に困難であり、背面土質や裏込め材の状況によっては、設置後すぐに目詰まりすることがある。これらの課題解決を目的として、施工と維持管理が容易な「ウィープホール」（以下、「追加施工ウィープホール」という）を開発した。本報では追加施工ウィープホールの室内性能試験結果と施行事例について報告する。なお、本報は文献2)に最新情報を加えて、再構成したものである。

II. 追加施工ウィープホールの仕様

1. 構造

図-1 下に追加施工ウィープホールの構造を示す。逆止弁の外側に取り付けた2本のゴムリングの反発力により、ウィープホールを所定の径でコア削孔したコア穴に固定・止水する。また、逆止弁の背面に接続された管とコア穴内壁は間隙を保ち、管を有孔管とすることで、従来工法に比べて集水面積を大きくすることができる。水路内の水位上昇時の止水のための逆止

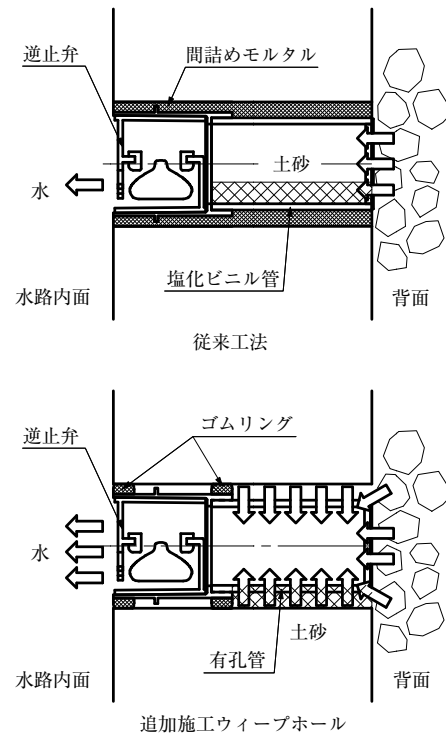


図-1 工法概要図



浮子式、有孔管接続 ゴム弁式、塩化ビニル管接続

写真-1 追加施工ウィープホール

弁は浮子式とゴム弁式が選択できる（写真-1）。

2. 特徴

追加施工ウィープホールの特徴は以下のとおりである。

- ① ゴムリングによって固定するため施工が容易である。
- ② 流出水がある場合でも設置が可能である。

* (株)北陽北海道支社

地下水低下機能, ウィープホール, 既設用水路, 補修工事, 維持管理

- ③ 低温下での施工でも防寒養生が不要である。
- ④ 取り外して洗浄できるため、洗浄効果が高く、定期的なメンテナンスにより機能が維持できる。
- ⑤ 有孔管を接続すると集水面積が大きくなるため、目詰まりを抑制でき、メンテナンスサイクルを延ばすことが可能である。
- ⑥ 最小削孔径が ϕ 80 mmと小さいため、躯体の鉄筋を切断することなく設置が可能である。
- ⑦ 逆止弁に接続する管種は塩化ビニル管と有孔管、管径は ϕ 50 mmと ϕ 75 mm、長さ・目皿・フィルター材の種類は、現場の状況に合わせて製作が可能である。
- ⑧ 削孔は $L=300$ mmで11本程度/d、設置は50個程度/dである。

3. 追加施工ウィーブホール選定時の確認事項

追加施工ウィーブホールの選定に必要な確認事項を以下に示す。

- ① 躯体の形状、設置位置の部材厚
 - ② 躯体の構造（有筋・無筋）
 - ③ 追加施工ウィーブホールに作用する内水圧、外水圧
 - ④ 背面土質（砂質土や火山灰など、吸出しが懸念される土壌か）
 - ⑤ 維持管理体制
- ①, ②によって追加施工ウィーブホールの径・長さ、③～⑤によって施工方法、管・弁の種類、フィルターの有無などを決定する（IV.に詳述）。

4. 施行手順

通常の施工は鉄筋探査、位置だし、コア削孔、滑剤塗布、ウィーブホール挿入の順に行う（写真-2）。

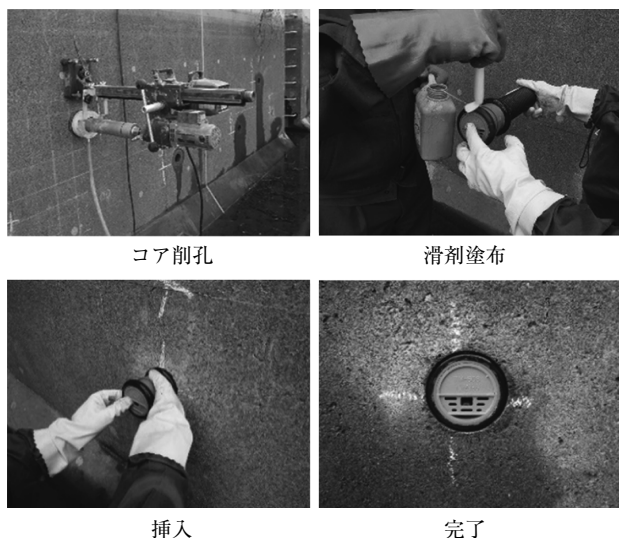


写真-2 施工手順

III. 長寿命化に関する室内試験および洗浄方法・効果の検証

1. 室内試験の概要

逆止弁に有効管を接続し、集水面積を拡大することにより、従来工法と比較して閉塞するまでの期間がどの程度延びるのか、接続管径 ϕ 75 mm、接続管長300 mmのタイプで室内試験（写真-3）を行った。

縦500 mm、横500 mm、高さ750 mmの水槽に、40 mmの単流碎石を底面から400 mmまで充填し、水槽の側壁の底面から250 mmの位置に直径125 mmの開口を設け、これに内径125 mmの透明塩化ビニル管を水平に接続し、この透明塩化ビニル管内部に従来工法のウィーブホールと追加施工ウィーブホールをそれぞれ設置した。試験は4 mmのふるいを通した土砂 0.0005 m³を水 0.005 m³で溶かした泥水を流し込み、ウィーブホールの排水が止まるまで待った後、同量の泥水を再度流し込んだ。追加施工ウィーブホールの試験中は、ウィーブホールと透明塩化ビニル管との間隙の目詰まり状況を確認しながら、ウィーブホールが閉塞するまで泥水の流込みを繰り返した。従来工法は背面の碎石周囲の目詰まり状況を確認しながら同様に閉塞するまで繰り返した。



試験装置

閉塞状況

写真-3 室内試験状況

2. 室内試験結果と考察

表-1にウィーブホールが閉塞するまでに水槽に泥水を投入した回数と、投入した土砂量の総量を示す（試験終了ごとに碎石と土砂、泥水は取り出し、碎石は洗浄後に再投入した）。

従来工法ではウィーブホールが閉塞するまでの土砂の投入回数は5回であったのに対し、追加施工ウィーブホールでは13回と2倍以上であった。

表-1 室内試験結果

	従来工法	追加施工ウィーブホール
回数	5	13
土砂量 (m ³)	0.0025	0.0065
土砂量 (kg)	4.475	11.635

3. 室内実験による洗浄方法・効果の確認

逆止弁本体はケースから本体を取り外し、内部を洗浄できる構造であることから、内径φ15mmのホースに先端を30°程度に曲げた内径φ13mmの塩化ビニル管を接続した簡易的な洗浄機を挿入し、水中ポンプの水圧で噴射し(図-2)、閉塞した土砂の流動状況を観察した(写真-4)。

その結果、従来工法では、背面の土砂がわずかに動く程度であったが、有効管を接続した追加施工ウィープホールは、水流に巻き上げられながらコア穴内の土砂が排出された。このことから、洗浄効果は非常に高いと考えられる。

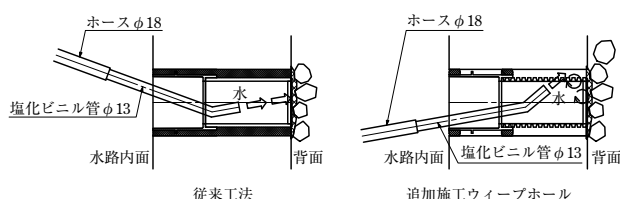


図-2 洗浄実験模式図

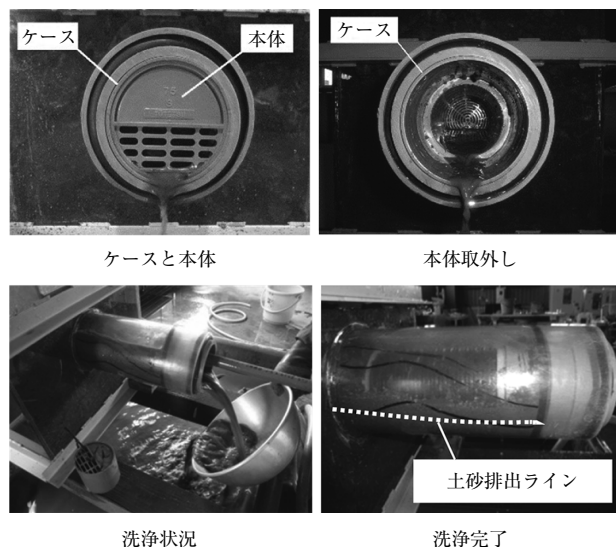


写真-4 洗浄効果の確認

4. 現場での洗浄例

施工後3年経過した現場で排水量の低下が見られたウィープホールについて、土砂の堆積状況を確認するため、追加施工ウィープホールを専用治具を用いて取り外し、有孔管とコア穴内の土砂堆積状況を確認した。コア穴に溜まった粘土質の土砂を掻き出し、水路内に溜まった水で洗浄後、追加施工ウィープホールを水路内に溜まった水で分解清掃し、目視により残留土砂がないことを確認して再設置し、排水性能を回復した(写真-5)。



写真-5 洗浄・再設置状況

IV. 特殊な条件での施工事例

ウィープホールの中心からの内水位が1.5m以上ある場合、または外水位が1.0m以上ある場合は、ゴムリングの反発力のみでの固定では、漏水や抜出しが懸念されるため対策が必要である。また、背面土砂に流出の懸念がある場合は、有孔管に不織布を巻くことで流出を軽減することができる。

1. 内水位・外水位が高い箇所での施工

漏水や抜出しが懸念される場合や、トンネル内や落差工などで水深が深く日々の点検が難しい箇所では、シーリングやモルタルで補強する(図-3、写真-6)。

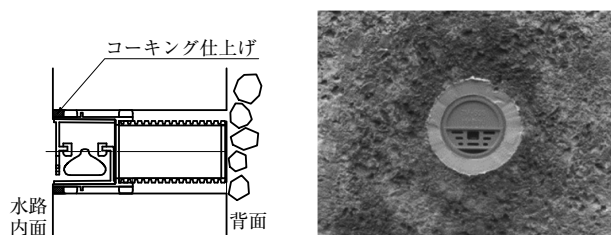


図-3 補強方法

写真-6 コーキング仕上げ

2. 内水位・外水位が特に高い箇所での施工

1.のシーリングやモルタルでの固定でも懸念が払拭できない場合は、無収縮セメントミルクを充填して確実に固定することができる(図-4)。

また、施工の際に流出水がある場合でもセメントミルクの充填が可能である(写真-7)。

しかし、完全に固定してしまうことから洗浄や交換は困難になるため選定の際は注意が必要である。

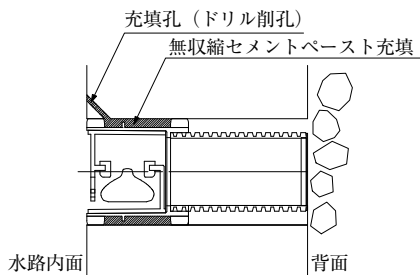
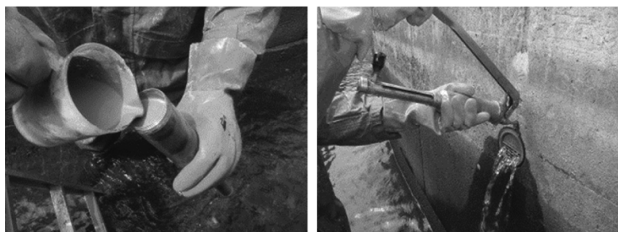


図-4 無収縮セメントミルクによる固定方法



充填孔削孔

削孔完了



無収縮セメントミルク

充填状況

写真-7 内水位・外水位が特に高い箇所での施工

3. 水路トンネルでの施工

水路トンネル頂部など、内水面より高い位置にウィープホールを設置する場合は、逆止弁なしのタイプを設置する(図-5, 写真-8)。また、トンネル内は日々の点検が難しいため、シーリングやモルタルで補強することが多い。

4. 背面土の流出が懸念される場合の施工

背面土が砂質土や火山灰などで流出が懸念される場合は、有孔管に不織布を巻き付けることにより流出を

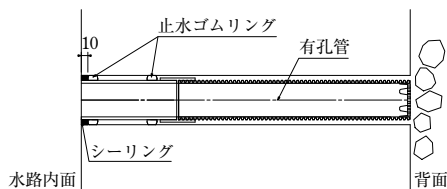


図-5 水路トンネルでの施工



写真-8 水路トンネル頂部の施工状況

軽減できる。しかし、早期に目詰まりが発生することがあるため、選定の際には注意が必要である。また、塩化ビニル管の先端に不織布付きフィルターを取り付けることにより現場での作業を軽減することができる(図-6, 写真-9)。

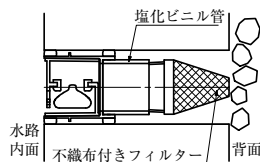


図-6 不織布付きフィルター



写真-9 不織布付きフィルター

V. おわりに

ウィープホール設置における従来工法の課題解決を目的として開発した追加施工ウィープホールは、これまで農業用水路や頭首工の補修工事に採用され、8,000個以上の実績を有する。施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る戦略的な保全管理に役立つ工法として、施工者と施設管理者の意見を取り入れて、今後も改良を重ねていきたいと考えている。

引用文献

- 1) 農林水産省農村振興局：農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」, p.37 (2016), <https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/kinouhozen-20.pdf> (参照 2023年3月1日)
- 2) 多田林平：既設用水路の地下水位低下機能の再生について—追加施工ウィープホール—, JAGREE 96, pp.56~59 (2019)

[2023.6.28.受理]

正会員・CPD個人登録者：多田林平