

農業用管水路附帯施設の 補修工法の評価について

網走開発建設部 農業計画課 ○横木 淳一
山崎 耕司
菅野 徳久

農業用管水路の附帯施設である弁室等において、浸水・水没の事象に起因して弁体等の錆による劣化の進行が維持管理に支障をきたす状況になっている。原因究明調査の結果、雨水・地下水・結露の3つの要因であることが判明した。よって本報告では、浸水原因に対応した対策工法の検討結果及び試験施工の内容について報告する。

キーワード：長寿命化、維持管理、調査計画

1. はじめに

農業用管水路は、かんがい用水を搬送する上で欠くことのできない基幹的な施設である。また、農業用管水路を維持管理する上で制水弁や排泥弁などの附帯施設もまた重要な施設となっている。漏水時には、迅速に制水弁等の操作を行う必要があるが浸水等により操作不能な施設も存在することから対策を行う必要がある。また、弁室の浸水により錆が発生して弁類の老朽化の一因となっている。

2. 目的

過年度の機能診断調査において、水没や浸水している弁室（写真-1）が多く確認されたことから、弁室内水位及び弁室外の地下水位や弁室の温度・湿度を計測することによって浸水原因の解明と対策工法の検討を行い、ストックマネジメント技術の向上のため、試験施工を行った。

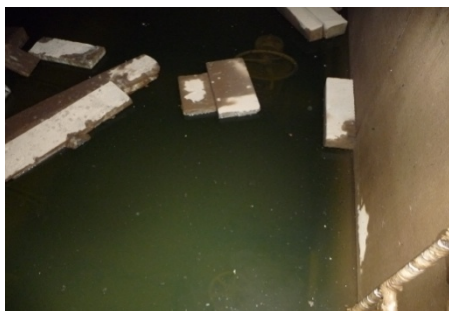


写真-1 水没状況

3. 調査について

(1) 調査地点の選定について

調査地点の選定にあたっては下記の条件を総合的に勘案し決定した。

a) 地形条件

地表水や地下水の浸水が想定される「低位部」「低平地」、結露による滞水が想定される「高位部」「段丘部」より選出した。

b) 地質・土質条件

水没と地質・土壌との関連性が見られないため、多種類の地質及び土壌から選出（表-1、2）した。

表-1 地質条件と水没施設数

地質	施設数		水没割合 (%)
	水没	非水没	
火砕流堆積物	25	26	49
堆積岩類	31	8	79
中位段丘	6	2	75
高位段丘	0	2	0

表-2 土壌条件と水没施設数

土壌	施設数		水没割合 (%)
	水没	非水没	
火山性土	23	23	50
低地土	14	2	88
森林土	3	0	100
グライ土	1	2	33
未熟土	7	2	78

c) 構造条件

小清水地区及び西網走地区の弁室構造は「頂底板分離型」「頂版分離・底板一体型」に大別されるため、それぞれから選出した。(図-1、2)

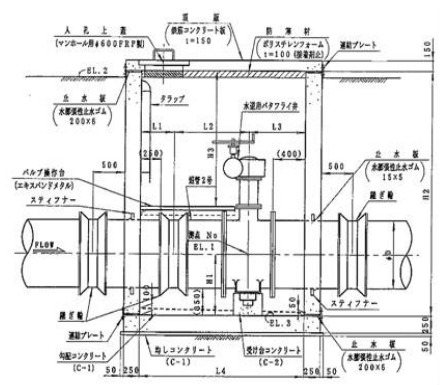


図-1 頂底板分離型

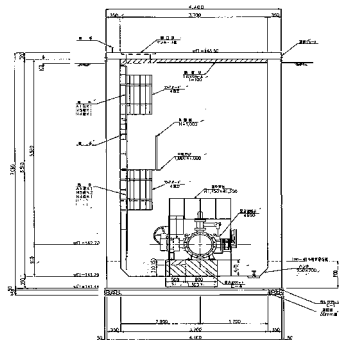


図-2 頂版分離・底板一体型

d) 浸水要因

現地調査より「表面水の浸入」「地下水の浸入」「結露」が主要因と判別される弁室からそれぞれ調査地点を選出することとした。

以上の条件より図-3に示す6箇所の弁室を選定しそれぞれ調査を行った。本報告では、6箇所の調査データから、「表面水の浸入」、「地下水の浸入」、「結露」の要因ごとに特徴のあるA排泥弁工、B排泥弁工、C制水弁工の3箇所のデータを用いて報告する。

また、各施設の弁室構造、経過年数と湛水深を表-3に示す。

表-3 弁室の経過年数と湛水深

弁室名	弁室構造	築造年次	経過年数	湛水深
A排泥弁	頂底板分離型	H12	11	2.0m
B排泥弁	頂版分離・底板一体型	H11	12	5.63m
C制水弁	頂底板分離型	H12	11	0.85m



図-3 調査位置図

(2) 調査項目について

選定された調査地点において、地下水位観測(水圧式ロガー水位計)、弁室内水位観測(水圧式ロガー水位計)、気温・湿度・大気圧観測(図-4)を行った。調査期間は、平成22年6月から平成22年11月まで計測を行った。また、弁室内水位を計測するにあたり、弁室内の排水作業も行った。

降水量については、近傍のアメダスデータ(網走、小清水)を使用した。

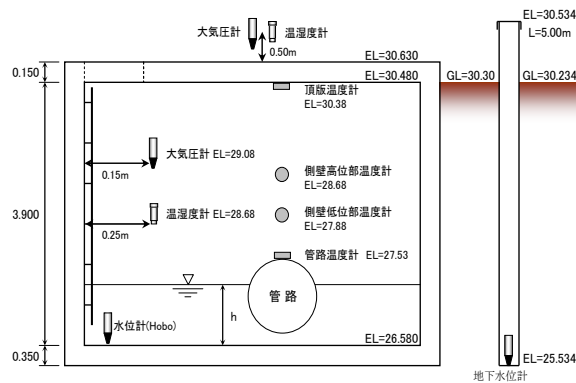


図-4 水位計設置状況

4. 調査結果

(1) 側壁天端からの浸水について

A排泥弁工における調査結果を図-5に示す。弁室内水位は、降雨の無い期間においてはほぼ横ばい状態であり、まとまった降雨のあった8月12日前後において急激に弁室内水位が上昇している状況にあった。また、近傍アメダスによる降水量と弁室内水位の相関分析を行った(図-6)ところ、降水量と弁室内水位上昇量に高い相関性が見られたことから、本弁室における主たる浸水原

因は側壁天端と頂版下部の隙間を通る浸水であると判断できる。

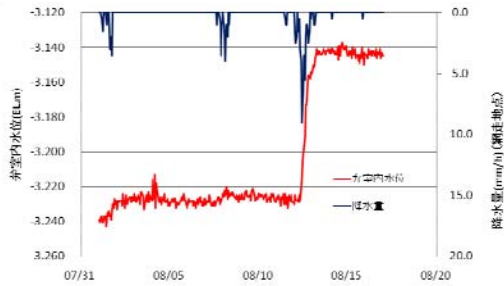


図-5 A排泥弁工の水位と降水量

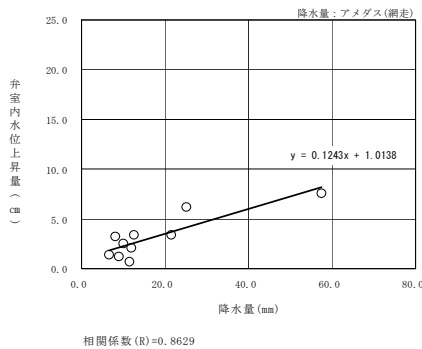


図-6 降水量と弁室内水位上昇量相関図

(2) 打継ぎ目からの浸水について

B排泥弁工における調査結果を図-7に示す。本排泥弁の弁室内水位は、排水作業後も継続的に上昇している。また、地下水位も観測期間を通じて浸水痕跡のある打継ぎ目より高い位置にある状況であった。

また、A排泥弁工のように降雨に直接対応した弁室水位の上昇は認められず、他施設とは違った弁室水位の挙動を示した。このような結果から、本弁室における浸水原因は地下水の浸入であると判断される。

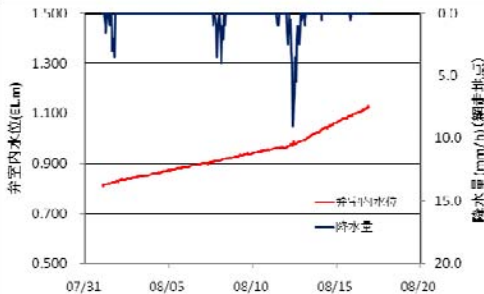


図-7 B排泥弁工の水位と降水量

(3) 結露による滞水について

C制水弁工における調査結果を図-8に示す。弁室内

水位は、A排泥弁工のように降雨による上昇も見られず、B排泥弁工のような継続的な水位上昇も見られない結果となった。ただし、9月までの観測期間中には小刻みで断続的な水位上昇が見られ、10月以降にはこのような水位変動がほとんど見られなくなった。また、弁室内の湿度もほぼ100%で推移していた。

結露は、弁室内に対して高温で多湿な外気から供給された水蒸気が、弁室内の側壁等で露点温度まで冷やされその表面に発生(図-9)する。本弁室のコンクリートの壁面温度は弁室外の空気に対して露点温度以下になっていることからC制水弁工においては、結露による滞水が原因であると判断される。

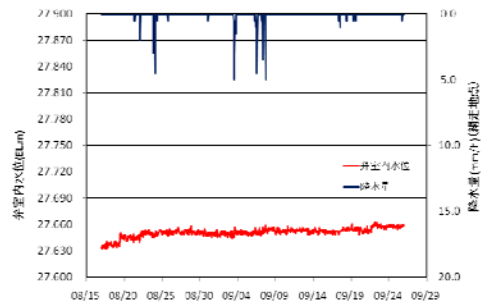


図-8 C制水弁工の水位と降水量

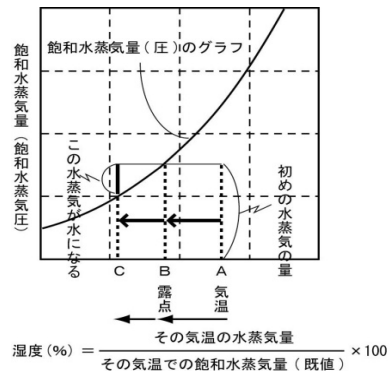


図-9 結露のメカニズム

5. 対策工法について

(1) 側壁天端からの浸水防止対策

側壁天端と頂版下面との接続部の間隙からの表面水の浸入は、現況地盤高が側壁天端より高くなっていることにより表面水の浸入を容易にしていること、また浸水防止のため施工されている水膨張性止水ゴムの機能低下が原因と考えられる。本来、水膨張性止水ゴムは、頂版と側壁に挟まれており、水が浸透するとゴムが膨張し止水する仕組みとなっているが、本施設では頂版と側壁が面的に接しておりゴムの膨張面が拡散してしまったことも原因の一つであると推察される。よって、浸水対策工法として、頂版と側壁の接合部に対して、「簡易目地補

修工」、「応力機能目地工」、「防水塗膜工」の3工法を採用した。

a) 簡易目地補修工

簡易目地補修工は、水路の目地補修として多くの実績があるが、代表的な材料としてウレタン、シリコン、テープ、エポキシ樹脂、防水モルタルなどがあげられそれぞれの適正に応じた場所に施工されている。本試験施工では、追従性や耐久性、価格などを総合的に評価しウレタン樹脂を採用した。

ウレタン系弾性シーリング材は、紫外線により劣化しやすいなどの欠点があるが、近年高耐候性タイプの物が開発されているため採用した。(図-10)

本工法のシーリング材の充填には、図-10のようにV字型にカットしそこへシーリング材を充填する。

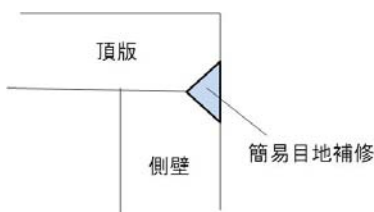


図-10 簡易目地補修概念図

b) 応力機能目地工

応力機能目地工は、既設躯体の目地部を50mm幅で箱抜きし(図-11)、躯体に特殊エポキシ樹脂を塗布して応力機能目地を差し込み、躯体と一体化させて止水を図る工法である。老朽化したコンクリート水路の目地部における漏水防止対策工として実績がある。

応力機能目地に用いられているEPDMゴムは、農業用貯水池の表面遮水工法で使用されている材料であり、30年以上の耐久性が実証されている合成ゴムである。屋外暴露試験でも目地部伸縮への追従性が確認されていることから本工法を採用した。

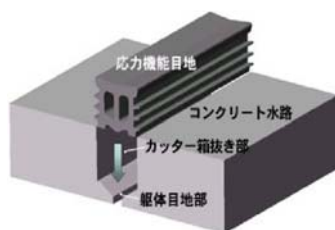


図-11 応力機能目地概念図

c) 防水塗膜工

ウレタン系及びシリコン系のシーリング材は、一般的に紫外線への耐候性が低いことから、図-12のような防水塗膜工法により頂版と側壁に一体的な防水対策を施

す。

防水塗膜の代表的な材料は、ウレタン系塗膜防水、ゴムアスファルト系塗膜防水、シート防水、FRP系塗膜防水などがありそれぞれの適正に応じた場所に施工されている。

本試験施工においては、適用性を考慮し、ウレタン系塗膜防水を採用した。

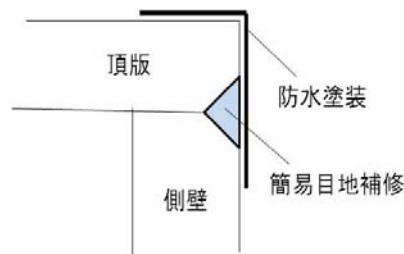


図-12 防水塗膜工概念図

(2) コンクリート打継目からの地下水浸入対策

コンクリートの打継目からの浸入対策として、「水膨張性止水目地工」、「防水材注入工」の2工法を採用した。

a) 水膨張性止水目地工

本工法は、側壁内面より打継目を幅3cm、奥行き3cmでカットし、図-13のように水膨張性止水ゴムを挿入しポリマーセメントモルタルを充填し止水するものである。他工法との比較のために止水対策用の一般的な材料である水膨張性止水ゴムを採用した。

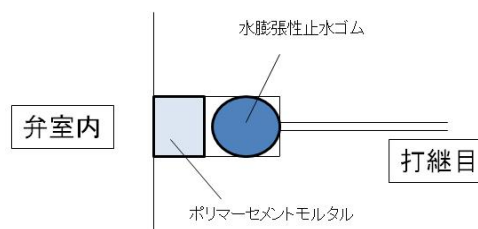


図-13 水膨張性止水目地工概念図

b) 防水材注入工

本工法の施工箇所は、ひび割れにおいて0.1mmから0.2mm程度の微細なひび割れに該当する。微細なひび割れに対する補修工法にはひび割れ被覆工法と注入工法がある。ひび割れ被覆工法は、微細なひび割れの上に塗膜を構成させ、防水性、耐久性を向上する工法であるが、地下水が側壁外面から浸透し、かつ地下水圧が作用する内面に塗膜を構成しても防水機能が発揮されない可能性がある。一方、注入工法の場合は、微細ひび割れに類似する継目部の防水効果が期待できる工法であると考えら

れる。

注入工法は、防水性および耐久性を向上させる目的のほか、使用材料によっては躯体の一体化を図ることも可能なためコンクリート構造物全般のひび割れ補修工法として普及している。止水材の選定にあたっては、施工性、耐久性、経済性を総合的に勘案し、無機質止水材を注入する工法を採用した。対策工の実施にあたっては、図-14のように無機質止水材を低圧で注入し止水を図る。

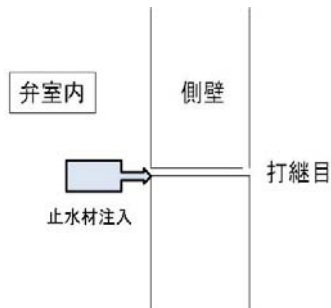


図-14 防水材注入工概念図

(3) 結露による滞水対策

結露を防止するには、弁室内空気とコンクリートとの断熱を図り、躯体と空気との接触を防ぐことで結露量を削減する必要がある。そのためには、頂版下面及び側壁内面、床版上面に断熱材を吹き付け、コンクリートの躯体と空気の接触を解消する必要がある。既存の頂版下面に貼り付けられていた板状の断熱材（ポリスチレンフォーム $t=100\text{mm}$ ）は、コンクリートとの密着性に劣っており、コンクリートと断熱材がはく離して隙間が生じており結露が発生している状況にある。

吹き付け材料には、発泡ウレタン、硬質ウレタン、ポリスチレンフォーム、グラスウールなどが一般的である。この中でコンクリートとの密着性、気密性を有する材料は発泡ウレタンである。

発泡ウレタンは、独立した気泡によって構成され、断熱材の中でも優れた断熱性を有している。また、密着性も優れており、対象物の素材及び形状を選ばない特徴がある。また、独立した気泡構造であるため水や水蒸気の浸入に対する抵抗性があり軽量で気密性も優れている。以上のような点から、断熱材には発泡ウレタンを採用し、コンクリート素地に吹き付ける工法とした。

吹き付けは、図-15のように行い、床面の発泡ウレ

タン保護のため作業足場用のラワン合板を設置する。

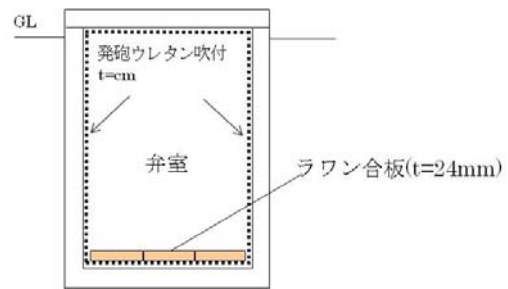


図-15 断熱材吹付け概念図

6. まとめ

浸水原因の解明と対策工法の検討により以下のような対策を実施する。

① 地表水の浸入による浸水

頂版と側壁の接合部に対して「簡易目地補修工」、「応力機能目地工」、「防水塗膜工」の3工法を実施した。

② 地下水の浸入による浸水

弁室の打継目に対して「水膨張性止水目地工」、「防水材注入工」の2工法を実施した。

③ 結露による滞水

弁室内の空気とコンクリートの躯体との間の断熱を図ることで結露を防止するため、発泡ウレタンを弁室全体に吹き付ける工法を実施した。

今後は、施工後の状況と対策工法の有効性を実証するためモニタリング調査を行う予定である。