

寒冷地におけるファームポンドの冬期温度環境と凍害

(株)アルファ技研 ○北條 洋史

(独)土木研究所 寒地土木研究所 中村 和正

小野寺康浩

1. はじめに

農業水利施設の予防保全対策では、施設の長寿命化を図る観点から、施設の劣化が致命的な状況になる以前に適切な補修・補強等の対策をすることで、施設の供用年数を効率的に延伸するという視点が重要である。

しかし、北海道のような積雪寒冷地は、温暖な都府県で見られる一般的な劣化現象とは違い、凍害や結氷等による劣化および損傷が生じることが多い。そのため、寒冷地における予防保全対策の実施に当たっては、凍害や結氷等が主要因の一つであることを念頭におくことが重要である。

本報では、国営畑地帯総合土地改良パイロット事業「駒ヶ岳地区」により整備された北海道茅部郡森町(旧砂原町を含む)に位置するファームポンドにおける目視調査を主体とした現地調査結果、および寒冷地における凍害事例について述べる。

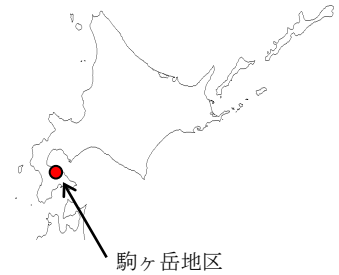


図-1 調査位置図

2. 調査内容

2-1 目視による現地調査

ファームポンドは、主に調整槽とバルブ等で構成されており、その構造タイプは様々である。

目視を主体とした現地調査は、図-2に示すファームポンドにおいて、調整槽の中でもコンクリート構造物を対象として実施した。なお、現地調査を行ったファームポンドの構造形式はRC構造、PCタンク構造、ゴムシート構造の3タイプであり、ゴムシート構造である砂原ファームポンド・沼尻第1ファームポンドは、ゴムシートをPCスラブで覆った構造をなしている。



図-2 ファームポンド施設位置図

2-2 ファームポンド内外温度データの収集

姫川第1ファームポンドでは、北海道開発局函館開発建設部により、ファームポンド内外の温度観測が行われた。ファームポンドの劣化の要因を検討するため、このデータの提供を受けた。調査期間は平成19年1月19日～3月5日で、計測箇所は、外部気温1箇所、内部気温1箇所、水温(水深0.5m, 2.5m, 5.0m)の計5箇所である(図-3)。

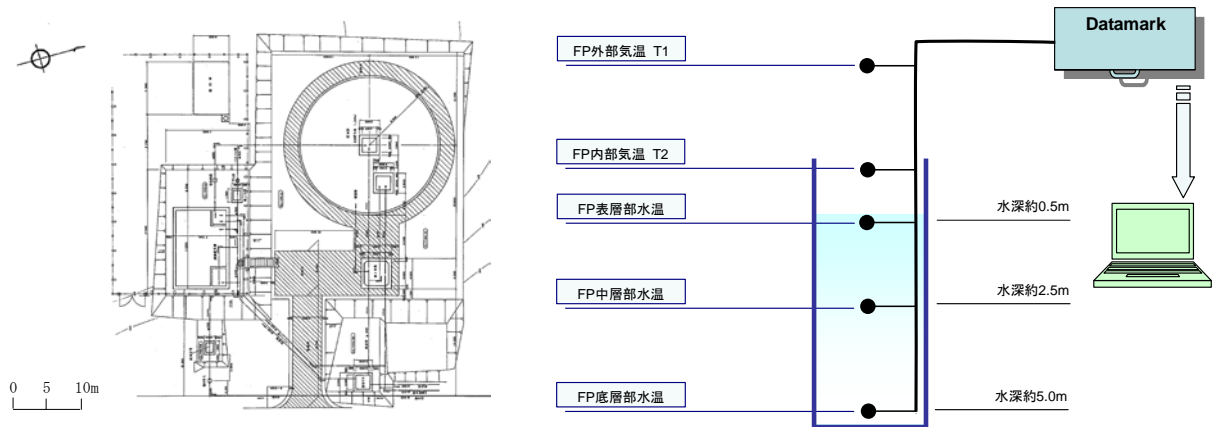


図-3 水温および気温観測概略図

3. 結果と考察

3-1 劣化状況

表-1 に現地調査を実施した駒ヶ岳地区のファームポンドの劣化状況を示す。

表-1 ファームポンドの劣化状況

ファームポンド 名称	目視調査結果
森川FP	コンクリート露出部にひびわれおよび骨材の露出、蓋やバルブ類に錆
姫川第1FP	屋根部の表層被覆材および表層モルタルの剥離、エフロッセンスの析出、蓋やバルブ類に錆
白川FP	屋根部の表層被覆材の剥離、表層モルタルのひびわれ、蓋やバルブ類に錆
砂原FP	PCスラブのひびわれ(局所的)、蓋やバルブ類に錆
沼尻第1FP	PCスラブの剥離およびひびわれ(局所的)、PCスラブのたわみ、蓋やバルブ類に錆
上台FP	コンクリート露出部に軽微なひびわれ、蓋やバルブ類に錆
鷲の木FP	コンクリート露出部に軽微なひびわれ、覆土の崩壊の可能性、蓋やバルブ類に錆



写真-1 PCタンク構造(姫川第1FP)の劣化状況



写真-2 PCスラブ(沼尻第1FP)の劣化状況

調査結果より、PC タンク構造の屋根部の止水板位置での雨水や融雪水が溜まりやすい箇所の劣化、RC 構造物の露出部や PC スラブの隅角部での凍害が原因と推定されるコンクリートのひびわれや、部分的な剥離等が見られた。また、バルブ等の付帯施設についても、全体的に錆などの腐食が進行しており、一部の施設ではバルブ類やマンホール蓋の発錆等が見られ、予防保全の観点からも早期の対応が必要と思われた。

3-2 内部温度と外部温度

図-3 に示した各箇所での温度の経時変化を、図-4 に示す。

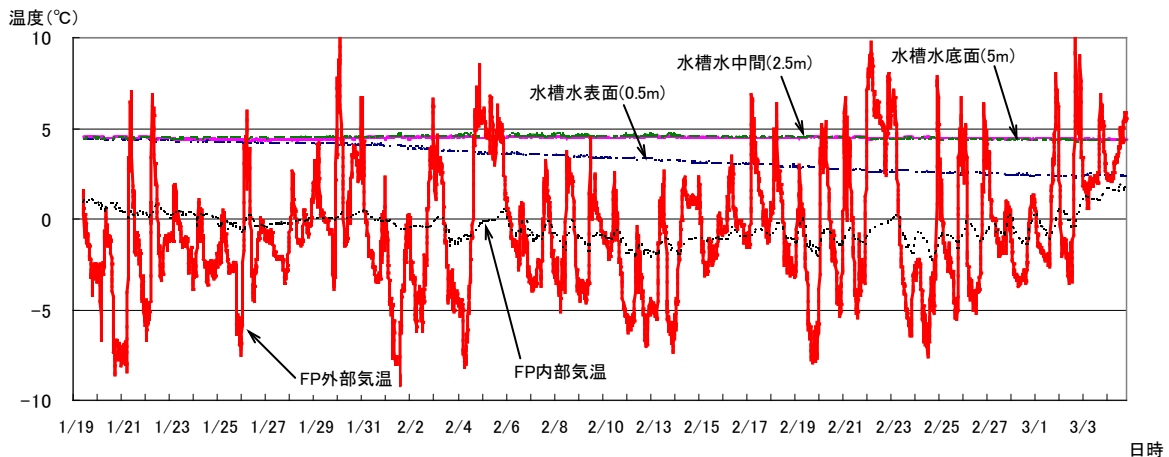


図-4 姫川第1ファームポンド温度経時変化図

(水槽水中間 2.5m と底面 5.0m はほぼ同じ水温で推移したため、グラフが重なっている)

水中部の温度は、外部気温の温度変化に追従しておらず 3～5°C 内で推移しており、日単位の変化は見られない。3 点の水温のうちでは水槽水面の値が最も低い。凍結まではいたっていない。一方、FP 内部気温は、FP 外部気温と比べ変化は微少であるが変動しており、0°C 付近を推移している。

外部気温の変化は著しく、温度がプラスとマイナスを行き来している。また、その温度の日内変動の幅は、約 20°C 程度と大きくコンクリートが湿潤状態であれば凍結と融解を繰り返していることが推定できる。

3-3 ファームポンドの凍害発生機構

本節では、特に劣化が著しかった PC タンク構造の姫川第1ファームポンドに着目し、凍害発生機構を検討する。

PC タンク構造の姫川第1ファームポンドの屋根部は、図-5 に示すようなドーム型の形状であり、外側から表面被覆材、表層モルタル、コンクリート本体の3層構造である。冬期間の屋根部の積雪とつららの形成状況は写真-3 のとおりである。

屋根の勾配方向に流下した降雨や融雪水は、大部分が屋根外へ流去するものの、ごく一部が止水板の上側のコンクリート内部にとどまり、冬季にはこれが凍結融解を繰り返し、徐々に劣化が進んで写真-1 のような状態にいたったものと推察される。

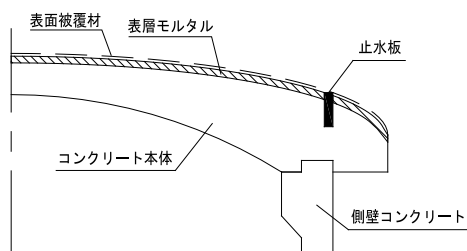


図-5 姫川第1ファームポンド構造図



写真-3 姫川第1ファームポンドの凍結状況
(文献³⁾から引用)

3-4 予防保全

姫川第1ファームポンドのようなドーム型のPCタンク構造では、その調整槽の大部分が地上にさらされているため、とくに冬季にさらされる温度環境に注目し、凍結融解の原因を取除く補修を行わなければならない。同タイプ形式の白川ファームポンドも同様なことが考えられ、現地調査結果では、表層モルタルの剥離までは見られないが、姫川第1ファームポンドと経過期間の長短に差はあるものの、同様な劣化状況で進行していると考えられる。このような劣化が進行しないためには、外部にわずかでも水の抜けにくい構造を作らないこと、表面被覆材および表層モルタル材は、寒冷地の気候に耐えられる材料を選定することが重要である。

4. おわりに

本報では、ファームポンドの現地調査および冬期温度データから、冬期間もファームポンド内部に用水が貯留されている場合は、内部の水温・気温の変動は小さいのに対し、外部は0℃をはさむ気温の変動にさらされており、外部にわずかでも水の抜けにくい部分があれば、凍結融解が生じて徐々に劣化が進むことが推察された。このため予防保全においては、ファームポンド外側のコンクリート部に、水が抜けにくく湿潤となりやすい部分を作らないことおよび寒冷地の気候に耐えられる材料を選定することが重要であることを示した。

今後は、施設の各方位(東, 西, 南, 北面)や部位ごとの温度調査や外・内気温とコンクリート表面温度の関係について調査し、どのような箇所で凍結融解による劣化がおりやすいかを推定し、予防保全対策の参考にすることが望まれる。また、積雪寒冷地における補修技術の確立を図るためには、寒冷地域で実施した補修技術の経年的な追跡調査、技術的なデータを蓄積し、より効率的な工法の検討を行うことが重要であると考えられる。

なお、本発表は、寒地土木研究所の平成19年度依頼研修の成果の一部をまとめたものである。
謝辞: 本調査を進めるにあたり、北海道開発局 函館開発建設部農業開発課の関係各位より、資料の提供および現地調査において多大なご協力を頂戴した。末筆ながらここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 食料・農業・農村政策審議会 農村振興分科会: 「農業水利施設の機能保全の手引き」、(2007)
- 2) 横木淳一、小野寺康浩、中村和正: 寒冷地の老朽化頭首工で観測した冬期間の表面温度の変化、寒地土木研究所月報、第651号、pp. 48-50、(2007)
- 3) 立石信次、久本俊幸、高山典和: 用水路(導水トンネル・管水路)の機能診断について(駒ヶ岳幹線用水路の調査事例)、農業土木学会9回中央講習会テキスト、pp. 11-20、(2007)