

17. 積雪寒冷地における農業水利施設の送配水機能の改善と構造機能の保全に関する研究

研究期間：平成18年度～22年度

プロジェクトリーダー：寒地農業基盤研究グループ長 秀島好昭

研究担当グループ（チーム）：寒地農業基盤研究グループ（水利基盤チーム）

1. 研究の必要性

北海道にある農業水利施設基盤を適切な維持・予防保全対策により長寿命化し、計画的な更新を行っていくための技術の確立が急務となっている。このため、水田灌漑施設の送配水機能の評価技術・改善技術の開発、畑地灌漑施設についても先駆的に予防保全技術を構築することが求められている。凍害を含む寒冷地特有の機能劣化の診断技術が必要なほか、泥炭地などの特殊土壌地帯における水路施設について信頼性が高く、経済的な設計法の確立が求められている。最終的に、これらの予防保全技術等を基礎とする補修・改修計画作成手法の確立が必要となっている。

2. 研究の範囲と達成目標

本重点プロジェクト研究では、用水需要変化に応じて効率的に送配水する水利施設の機能と施設の構造的機能の両者を評価し、その機能を改善する技術や計画法を明らかにする。さらに特殊な地盤条件下においても供用性が確保される水路の設計法を確立することを研究範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- ① 寒冷地水田灌漑施設の送配水機能の診断・改善技術の開発
- ② 大規模畑地灌漑施設の機能評価と予防保全技術の開発
- ③ 道内老朽化水利施設の構造機能診断方法に関する技術ガイドの作成
- ④ 老朽化したコンクリート開水路の寒冷地型の補修・改修技術の開発
- ⑤ 特殊土壌地帯における管水路の経済的設計技術の開発
- ⑥ 寒冷地農業用水施設の補修・改修計画作成技術の提案

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するために、以下に示す研究課題を設定した。

- ① 寒冷地水田灌漑および大規模畑地灌漑に適した送配水機能の診断・改善技術の開発（平成18～20年度）
- ② 農業水利施設の構造機能の安定性と耐久性向上技術の開発（平成18～22年度）
- ③ 農業用水利施設の補修・改修計画技術に関する研究（平成18～22年度）

このうち、平成18,19年度は①、②、③の3課題を実施している。

4. 研究の成果

本重点プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文等に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成18,19年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 寒冷地水田灌漑施設の送配水機能の診断・改善技術の開発

北海道において水田用水需要に影響を与える要素とその影響の大きさを検討したところ、作付率の変動が主要素であり、これに田畑輪換による復田時の用水量増大の効果をあわせて考慮すれば、用水需要の変動を概ね想定できることが示唆された。また、将来予測がなされている気候変動は、同時に水源河川の流出を変化させることで用水供給に影響を与えると考えられ、試算によれば、融雪流出の早期化等により、ダムでの確保容量不足が懸念されるなど水田用水源管理に関する知見を得た。19年度までの主な成果として、寒冷地水田に特徴的な水需要を満足させるとともに安全に送配水を行うためには、不定流解析結果を用いた送配水機能評価が必要であることを示し、その評価フローを提案した。

最終年度となる平成20年度には、用水需給変動の想定と送配水機能診断フローを組み合わせて、積雪寒冷地を対象

とした水田用水施設の送配水機能診断技術を提案する。

(2) 大規模畑地灌漑施設の機能評価と予防保全技術の開発

北海道内の畑地灌漑施設では、今後、送配水機能の適切な診断と予防保全を考慮した経済的維持管理が求められるようになる。予防的処置を含めた維持管理技術を構築するため、先行的畑地灌漑地区の機能診断事例や維持管理実績データを分析した。研究成果概要は次のとおりである。

- 1) 畑地灌漑用パイプラインの機能診断事例では、管体自体の劣化進行は現時点では問題となっていないが、付帯施設においてマンホールの蓋の破損等による水・冷気の浸入に起因するバルブの錆び・固着、空気弁フロートの破損などがあつた。
- 2) 供用開始後 10 年以上を経過している大規模畑地灌漑施設事例では、突発的な故障に対する補修等による変動はあるものの、現時点で経年的に補修・点検費が上昇するという傾向は見られなかった。また、補修・点検費の累積値の遡増傾向も見られなかった。

最終年度となる平成 20 年度には、畑地灌漑システムの予防保全対策の検討に必要な寒冷地特有の劣化の因果関係の体系化やライフサイクルコストを抑制する維持管理方法の提案を行う。

(3) 道内老朽化水利施設の構造機能診断方法に関する技術ガイドの作成

水利施設の老朽化の様子を判断したり計量評価する手法の要約やそれに基づく適正な処置方法を選択できる指標や方法の提案が必要である。平成 18, 19 年度では開水路のような線状構造物に加え、構造物機能が多機能で規模も相対的に大きな頭首工を対象にその劣化状況や局所的な暴露環境の違いをみるためにコンクリート構造物の表面温度観測を行っている。概要は、次の通りである。

- 1) コンクリートの凍害による劣化は、水分の停滞箇所や移動経路、きつ水部など、湿潤な状態におかれやすい部位で生じていた。また、きつ水部では結氷・融氷の繰り返しによる局所的な剥離・欠損などがみられた。補修後においても、石礫の衝突等による表面被覆材の破損、剥離がみられた。
- 2) 構造物の各部位での温度日較差は、日射や積雪の影響を受け、推定する凍結融解回数にも差があつた。コンクリート構造物や補修材の耐久性評価では、このような方位面の違いに起因する暴露環境条件の差異も考慮する必要がある。

今後は、補修工法の適用性評価試験で供試体に与えるべき凍結融解回数や履歴温度振幅などの試験条件の整理をするとともに、補修工法の適用性に関する現地調査・室内試験を進める。

(4) 老朽化したコンクリート開水路の寒冷地型の補修・改修技術の開発

老朽化した開水路の主な補修工法として表面被覆工法があるが、積雪寒冷地への適用技術が十分に確立されていないことから、平成 18 年度にモルタル系素材、ウレタン樹脂系素材、FRPM 板の計 3 種の表面被覆補修工法の寒地適用性を確認する現地施工を実施し、補修部の現地観察や冬期の水路表面温度やひずみ等の測定を開始した。平成 19 年度までの研究成果概要は次のとおりである。

- 1) 冬期間と通水期間を 1 期ずつ経過した時点では、各補修工法とも大きな変状はみられなかった。
- 2) 表面被覆補修材料の温度変化は、各補修工法とも日射の影響により南面で大きく、真冬が続く期間でも 0℃をはさむ温度変化を繰り返した。発生ひずみは北面では小さく、南面ではウレタン樹脂系で日変動が大きかった。
- 3) 表面温度および発生ひずみの経時変化は、今後、補修材料の適用性評価の試験条件に反映するほか、目視調査で変状等が発生した際の原因推定に用い、積雪寒冷条件に適した補修工法の検討を行うための基礎的なデータとして利用する。

今後、現地での目視調査および表面温度、発生ひずみの経時変化の観測を継続し、施工時や供用開始後におかれる積雪寒冷環境を反映させた補修材料の適用性の評価を進める。

(5) 特殊土地帯における管水路の経済的設計技術の開発

農業用のパイプラインを建設する場合、管の浮上問題への低コスト対策として土木資材(ジオグリッド)を用いた埋

設工法の普及が進んでいるが、北海道の低平地において広範に分布する泥炭のような高圧縮性土については未解明な部分が多いため、詳細な土槽実験を実施し、高圧縮性土を用いた場合のジオグリッド工法の浮上抵抗力の評価を行った。

実験では、3種類の断面（管頂高さでジオグリッドを結合するタイプ、管頂高さのジオグリッドがないタイプ、ジオグリッドがないタイプ）で管体を埋設し、浮上抵抗力の評価を行ったところ、結果は次のとおりである。

- 1) 管頂高さでジオグリッドを結合する断面では、ジオグリッドがない断面に対して、有効上載荷重増加割合を2割程度を見込むことができる。
 - 2) 管頂高さのジオグリッドがない断面では、有効上載荷重増加割合を1割程度見込むことができる。
- 今後、設計法として成形・成文するための既往成果との照査作業や室内での確認実験を進めたい。

(6) 寒冷地農業用水施設の補修・改修計画作成技術の提案

積雪寒冷地における農業水利施設の補修・改修計画技術の提案を目的に、畑地灌漑施設の機能診断事例の分析と、農業水利施設の補修・改修の優先順位決定方法の事例調査を行った。

畑地灌漑施設を対象とした機能診断事例の分析からは、機能診断・予防保全対策検討手法の改善のためには、各種劣化の因果関係の解明とそれに基づいた劣化の時間的進行パターンの解明、個々の劣化・変状と水利施設の機能低下の影響範囲の把握を進めることが重要であることが明らかになった。

また、農業水利施設の補修・改修の優先順位の決定方法の事例検討からは、複数の施設の間での優先順位を決定するためには、ライフサイクルコスト（LCC）の比較は用いられないため、何らかの便益・緊急性を評価する必要があること、また便益・緊急性の評価には複雑な手法のほかに簡便な考え方が用いられている事例があることを示した。

今後は、積雪寒冷地における水利施設の劣化とその要因、劣化の進捗などに関するデータの収集・要約を進め、また、積雪寒冷地における補修・改修の優先順位決定のための検討を行う。

RESEARCH ON IMPROVEMENT OF WATER CONVEYANCE/DISTRIBUTION AND STRUCTURAL MAINTENANCE OF IRRIGATION AND DRAINAGE FACILITIES IN COLD, SNOW REGIONS

Abstract : Many irrigation and drainage facilities in Hokkaido have started deteriorating due to the cold, snowy environment as well as from being in contact with water for long periods. To remain operative, these facilities must undergo preventive maintenance and scheduled renovations using appropriate measures and technologies. The study to improve the water conveyance and distribution of irrigation and drainage facilities and that maintain their functionalities is started. The study aims six goals of development of methods to analyze and improve water conveyance and distribution for cold-region rice paddy irrigation, development of technologies to evaluate the soundness of large-scale farmland irrigation systems and to enable preventive maintenance, proposition of methods for diagnosis of the structural functionality of decrepit irrigation and drainage facilities, development of technologies for repair and renovation of decrepit open concrete channels in cold regions, development of economical design methods for irrigation pipe-lines in area with peaty soil and proposition of planning methods for repair and renovation of irrigation and drainage facilities in cold regions. Main outputs in two year's study of 2006-2007 are given in the below.

- 1) The fluctuation of the acreage for rice planting and run off shift due to the climate change are considered to be two of the major factors which affect the demand and supply irrigation water. Procedures for analyzing the water conveyance and distribution in an irrigation system were developed.
- 2) Case study with an upland field irrigation systems shows that pipes keep enough strength at present and some of other facilities such as valves have deteriorated. Furthermore, other case study shows that the annual maintenance cost at an irrigation system which has been used for 10 years has no tendency to increase.
- 3) The situation and cause of deterioration at several head works have been studied. Moreover, concrete surface temperatures at these head works were measured to clarify proper freeze-thaw number for durability tests of repair methods.
- 4) To develop surface-repair methods for open channels, test applications were performed using three different methods in the autumn of 2006. Observations and follow-up surveys have been continued to examine the methods on site, and no major trouble has occurred until the March of 2008.
- 5) Tests in an earth tank clarified that the uplift resistance acting on the pipe differed according to the type of soil and the form of geogrid (net type geotextile) application. The uplift resistance increases by 10-20% by the geogrid application.
- 6) Decision methods of the order of priority among plural facilities were analyzed by a case study. LCC method, which is useful to make plans to repair or improve irrigation and drainage facilities, cannot be used as the decision methods among plural facilities. It was shown that benefit or urgency is needed for such decision method, and there are some simple methods to evaluate the benefit or urgency.

Key words : irrigation and drainage facilities, maintenance, freezing and thawing, peaty soft ground, LCC