第67回(2023年度)　北海道開発技術研究発表会論文

農業用ダムにおけるコンクリート補修工法の検討と施工事例
―尾白利加ダムを事例として―

札幌開発建設部　深川農業事務所　第１工事課　　○木村　颯汰
松下　錦弥
石山　勝則

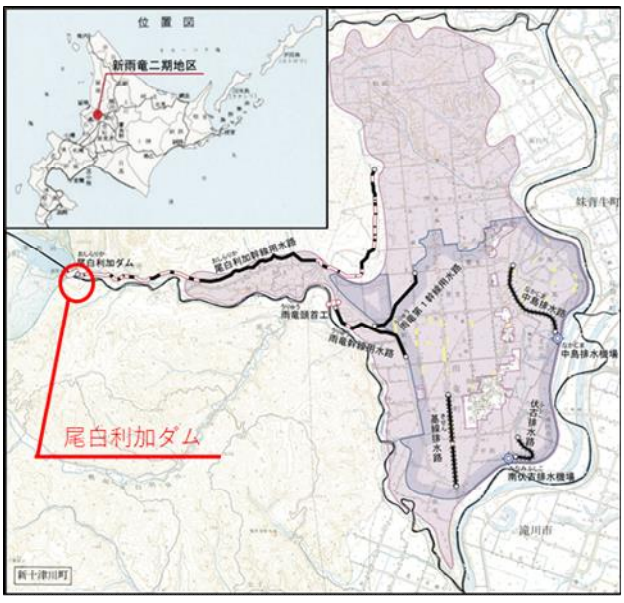
尾白利加ダムは、尾白利加地区(昭和28年度～昭和42年度)による造成後、50年以上が経過しており、余水吐コンクリートのひび割れや剥離等の劣化による性能低下が生じている。
本報告は、国営施設応急対策事業「新雨竜二期地区」で機能保全のため実施している尾白利加ダムの補修工のうち、余水吐側壁部のコンクリート補修にかかる、検討及び施工の事例を報告するものである。

キーワード：設計・施工、補修工法、長寿命化

1.　はじめに

(1) 地区概要

新雨竜二期地区（図－１）は、北海道樺戸郡新十津川町及び雨竜郡雨竜町に位置する2,810haの農業地帯で、水稲を中心に、そば、小麦のほかメロン等の野菜類を導入した農業経営が行われている。本地区の基幹的な農業用水利施設は、国営尾白利加土地改良事業（昭和28年度～昭和42年度）により造成された後、国営新雨竜土地改良事業（平成3年度～平成28年度）等により、代掻き期間の短縮や深水かんがいに必要な用水の確保と、それに併せて基幹的な農業水利施設の整備が行われた。



図－１　位置図

しかし、貯水池や頭首工等においては、コンクリートの剥離やひび割れ等が生じており、今後更なる性能低下が進行した場合、農業用水の安定供給に支障を来すとともに施設の維持管理に多大な費用と労力を要することとなる。

このため本事業では、これらの施設の機能を保全するための整備を行うことにより、農業用水の安定供給及び施設の維持管理の費用と労力の軽減を図り、農業生産性の維持及び農業経営の安定に資するものである。

(2) 尾白利加ダムの概要

尾白利加ダムは、国営尾白利加土地改良事業により昭和42年度に完成した堤高31.8m、堤長233.0m、有効貯水量10,100千m3の農業用ダムである。本報告の対象施設である余水吐は、L=254.0mの側水路型の構造（底幅3.6m～17.0m、壁高3.9m～5.5m）で設計洪水流量V=520m3/sを流出できる規模となっている。（写真-1、写真-2）

写真－１
尾白利加ダム全景

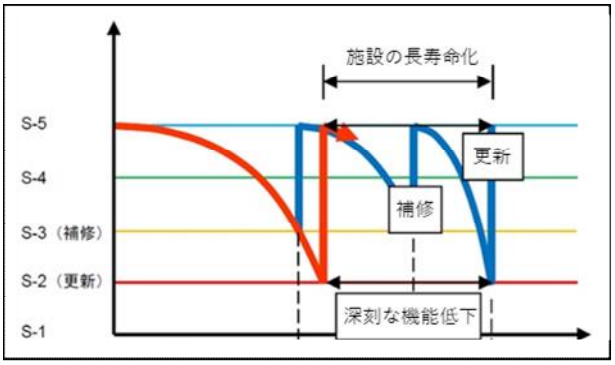
写真－２
余水吐全景

KIMURA Souta, MATSUSHITA Kinya, ISHIYAMA Katsunori

2. 機能保全の考え方と機能診断結果

(1) 機能保全の考え方

農業水利施設の機能保全は、かつて、劣化の進行に伴う施設改良の必要が生じた時点で、全面的に更新することが一般的であった。近年は、大がかりな改修となる前に適切な補修補強・更新の対策を行うことで耐用年数を効率的に延伸させる「予防保全対策」を行い、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図ることで進められている。(図-2)



図－２　長寿命化のイメージ

(2) 尾白利加ダム余水吐の機能診断結果

本施設の機能診断調査は、余水吐左岸部の側壁SP140～150において、平成21年度、平成25年度及び令和元年度まで３度の定点調査を実施している。(写真-3)

写真－３

平成21年度の調査では、ひび割れ幅及び圧縮強度の調査を実施した結果、健全度評価表よりS-4と評価。平成25年度は、ひび割れは前回と同様であったが、施設経過年数によりS-3と評価。令和元年度の調査では、S-3評価となっているが前回調査よりひび割れ規模が大きくなっていること及び凍害によるコンクリート表面の劣化が進行したことによる剥離・剥落が見られることも追加され、補修を行うこととして判断された。

3. 補修工法の検討

(1) 補修工法の検討

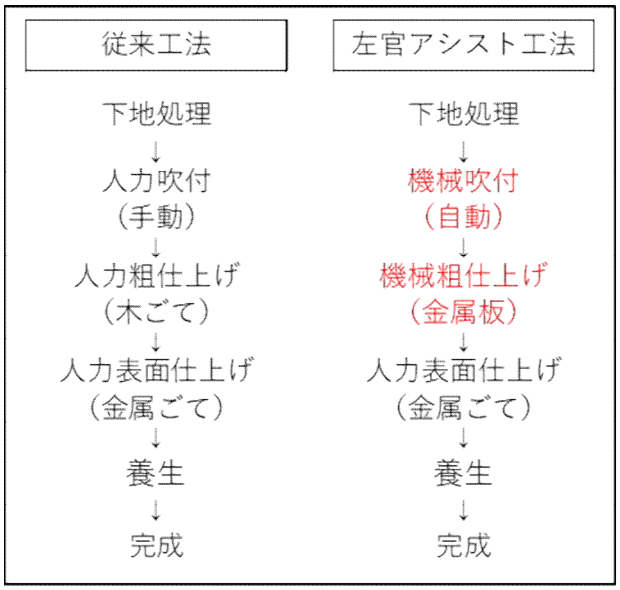
余水吐の右岸部及び底版部については、ひび割れ・剥離が部分的であるのに対し、左岸部は、同様の事象が全体的に見られコンクリート表面の劣化が進行していることから「断面修復工法（吹付工法）」を施すこととした。

機能診断結果として、剥離の最大深度が40mmであること及びコンクリート中性化深さが40～50mmと確認されていることから表面はつり工及び吹付工を平均t=50mmとした。吹付材料は、吹付工法として一般的に用いられる湿式の無機系ポリマーセメントモルタルを使用する。

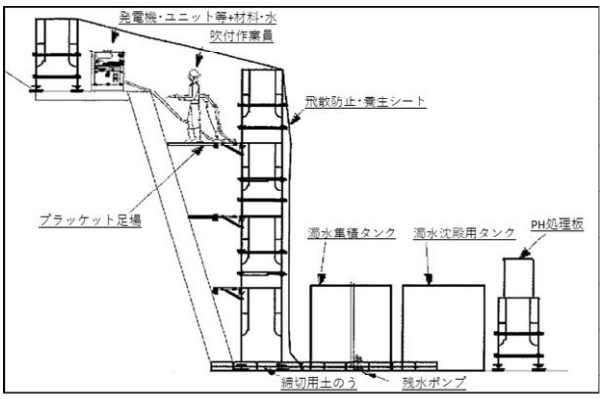
(2) 施工方法の検討

施工方法は、従来工法と左官アシスト工法について、比較･検討を行った。(図-3)

従来の断面修復工法（吹付工法）は、コンクリート表面の劣化部をはつり工によって除去し、高圧洗浄で残留物の除去を行う。その後、人力施工として湿式ポリマーセメントモルタルを吹付けし、木ごてによって吹付け面の粗仕上げを行い凹凸の調整を行う。最終的な表面仕上は人力左官工により金ごてを使用して整形を行い完了となる。(図-4)



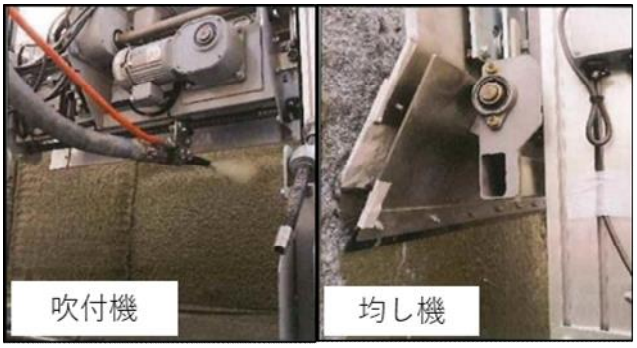
図－３　作業手順対比



図－４　人力吹付工法（従来工法）

一方、左官アシスト工法は、劣化部の除去及び高圧洗浄の後、機械装置によって湿式ポリマーセメントモルタルの吹付け及び吹付け面の粗仕上げを行う。最終的な表面仕上げは、従来工法と同様に人力左官工が金ごてを使用して整形し完了となる。

近年、農業用コンクリート用水路の補修工として、道内を始め、全国的にも実績が確認されている。(写真-4)



写真－４　左官アシスト工法

上記の２工法について比較して評価を行い、選定を行った。（表-1）

表－１　選定比較表

	従来工法	左官アシスト工法
現場条件	◎	◎
施工性	○	◎
安全性	△	○
経済性	○	◎
（直工）	5,572千円/100m2	5,020千円/100m2
総合評価	○	◎

現場条件としては、作業スペースは十分に確保が可能である。施工性についても、施工面が大きいため、連続作業が可能である。安全性は、高所における人力作業が少なくなるため、左官アシスト工法が有利と判断できる。経済性は、従来工法がすべて人力作業であることに対し、左官アシスト工法は、吹付け及び吹付け面の粗仕上げが機械作業のため、人件費が削減となる。また、材料ロス率も機械による均一な吹付けとなるため、従来工法が＋0.18程度であるのに対し、左官アシスト工法は＋0.08程度となり、ロスが少なく有利である。

上記の結果、左官アシスト工法を採用した。

4. 施工事例

(1) 表面処理工、高圧洗浄工

表面処理工は、コンクリートピックハンマを用いて、人力により脆弱部の除去、高圧洗浄工によって残存物と微細粉を取り除いた。(写真-5)

写真－５　人力はつり及び高圧洗浄工

(2) 機械吹付工、機械粗仕上げ

左官アシスト工法は、現場条件に合わせたフレームに吹付機械を装着し、操作盤にて制御する。吹付面から50cm程度の離れ及び一定のスピードにより吹付作業を行うことで、材料が一定の厚さを確保し、均一な仕上りとなる。(写真-6)

写真－６　機械吹付工(全景)

湿式ポリマーセメントモルタルの硬化が始まる60分以内に最終の表面仕上げまで完了する必要があることから、本現場では、20mのスパンを１工程として一連の作業を行った。

吹付機械及び粗仕上げの機械は、幅が１mの規格であるため、装置を次の施工面に次々に展開していくが、熟練した作業員ではなくても機械をフレームごと移動させて連続作業を行ったことで、吹付のムラもなく、一定の厚さが確保された粗仕上げの面となった。（写真-7）

写真－７　機械粗仕上げ工

(3) 人力仕上げ工

機械による粗仕上げによって、部分的に残った凹凸の調整及び端部の擦付など最終的な表面仕上げは、人力左官工が行った。（写真-8）

写真－８　人力仕上げ工

(4) 養生工、完成

施工時期が厳冬期であり、施設規模の大きさからも、雪寒仮囲いの検討に苦慮したが、農業用用水路のように独立したスパン毎の施工ではないため、仮囲いの転用及び気象条件等を総合的に検討した結果、全体の均一な品質確保も考慮し、全区間を丸ごと囲うこととした。

品質管理は、厳冬期間における防寒養生となるため、温度管理が極めて重要であることから、ジェットヒーター及び空調機能を使用して仮囲い内の温度を一定にする対応を行った。品質基準は寒中コンクリートの品質管理を準用し、養生温度10°以上7日間、0°以上2日間を確保することで対応した。（写真-9、写真-10）

写真－９　養生工(仮囲い)

写真－１０　完成

5. 工事の実績による検証結果

左官アシスト工法は、コンクリート用水路の壁面補修の実績が多い工法である。しかし今回、ダムの側水路型の余水吐でも作業スペースを含め、現場条件及び一定の断面が大規模に連続しているため、本施設への可能性を総合的に検討して採用した。

工事の実績として、材料管理については、ロスが少ない分、管理が容易であった。作業スペースは、仮設資材

を含め、十分に確保できる条件であった。また、工程管理については、実際の日当り施工量が30m2と日々の変動は少なく容易であった。安全性については、側壁高さが７ｍの高所の環境の中、人力作業が大幅に減ったことで、重大事故の危険性が減少した。経済性については、予期せぬ現場条件の変更もなく、掛かり増しは発生しなかった。品質についても、機械施工の効果として一定の施工厚が確保され、出来映えも良好に完成した。（写真-11）

写真－１１　完成（令和４年撮影）

工事受注者から聞き取りを行った結果、通常の補修工法は人力作業が多い中で、近年の労働者不足に対し、確保する左官工を最小限にできたこと。また、比較的施工管理が容易だったことも併せ、有益な工法であったとの見解を得ている。

令和5年度現在の時点で、工事完成から2カ年が経過しているが、コンクリート面の異常は見られず施設の機能として問題なく発揮していることを確認している。

6. おわりに

国営施設応急対策事業「新雨竜二期地区」は、平成29年度に着工し、令和7年度末に完了を予定している。尾白利加ダムの補修工事は、令和元年度より法面保護工の工事を開始し、令和3年度～令和4年度には本報告で紹介した余水吐等のコンクリート補修工事を実施した。令和5年度は取水兼排水隧道内の補修工事が実施中であり、令和6年度以降は管理施設の更新を行って事業を完了する予定である。

今後も事業の完了に向けて、補修工事及び更新工事が一部残されているが、残工事についても標準工法にとらわれず、現場条件に合った方法として、施工性、経済性及び実績も含め広域に検討した上で工法を選定し、工事を行っていきたい。

その結果、技術の進歩、土地改良事業のコスト縮減及び農業水利施設の長寿命化に貢献できれば幸いである。

謝辞：工事受注者の中本土建（株）には、本報の作成にわたってご協力をいただいたことに謝辞を申しあげます。