

令和5年度



第35号

一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会

報文集 第35号 目次

青山ダムの洪水吐補修計画	1
小林慶範・東野成哉	
雄武丘陵地区 デジタル技術を活用した業務取組み事例	10
松坂佳祐・八木敏雄	
農業用排水施設の機能診断調査業務における新技術の活用	18
曾我部 浩二	
令和4年8月豪雨災における河川横断施設の復旧設計	26
齊藤 崇	
国営総合農地防災事業「産土地区」における事業効果検証調査	35
阿部良平・及川雄生	
FRPM板ライニングによる開水路補修工法の評価	45
万年祥仁	
大原二期地区における大原調整池の改修計画検討事例	53
林保慎也	
困難な状況下におけるほ場整備設計 ―急傾斜地、ため池からのポンプ圧送―	61
福原新五	
上川地域の農業用施設機能診断調査における取組みについて	70
多田友和	
空知地域における水稲乾田直播栽培圃場の用水量と水管理の実態	79
野原菜穂	
神竜二期地区における事業計画検討事例	89
和田洋之	

青山ダムの洪水吐補修計画

小林 慶範 ・ 東野 成哉

1. はじめに

篠津青山地区は、北海道の石狩郡当別町に位置し、一級河川石狩川水系当別川に沿って帯状に発展した3,169haの水田地帯である。本地区の主水源である青山ダムは、国営篠津地域泥炭地開発事業により、昭和31年度から昭和38年度にかけて当別町字青山に築造されたかんがい専用のダムである。

本ダムは、その後、国営篠津第2土地改良事業（昭和58年度～昭和60年度）及び国営当別土地改良事業（平成6年度～平成26年度）により改修が行われた。ダムの諸元を表-1、ダム全景を写真-1に示す。

平成29年度から青山ダムを含む国営かんがい排水事業 篠津青山地区が実施されている。本事業では、

施設の老朽化による取水塔調整ゲートの動作不良により自動運転が困難となっている現状を踏まえ、農業用水の安定供給に支障を来している取水放流施設の更新を主としたダム付帯施設の改修工事を実施中である。これらの改修のうち、本報では青山ダムの主要構成施設の一つである洪水吐の補修計画を報告する。

2. 洪水吐及び洪水吐管理橋の現状

(1) 洪水吐の基本形状

青山ダムの洪水吐は、堤体右岸に位置し（図-1）、正面曲線越流型、延長173.53mで、流入部、導水部、水叩き部、取付け部に大きく区分される（図-2）。洪水吐への流入水は、流入

表-1 青山ダムの諸元

堤体	型式	傾斜コア型フィルダム
	堤高	35.50 m
	堤頂長	239.50 m
	天端幅	9.00 m
	天端標高	EL. 146.50 m
	法面勾配	上流：1：2.5～3.0 下流：1：1.8～2.0～2.5
	築堤量	本堤 235,000 m ³
洪水吐	設計洪水流量	555 m ³ /sec
	型式	正面曲線越流型
	越流堰長	117.28 m
	洪水吐延長	173.53 m



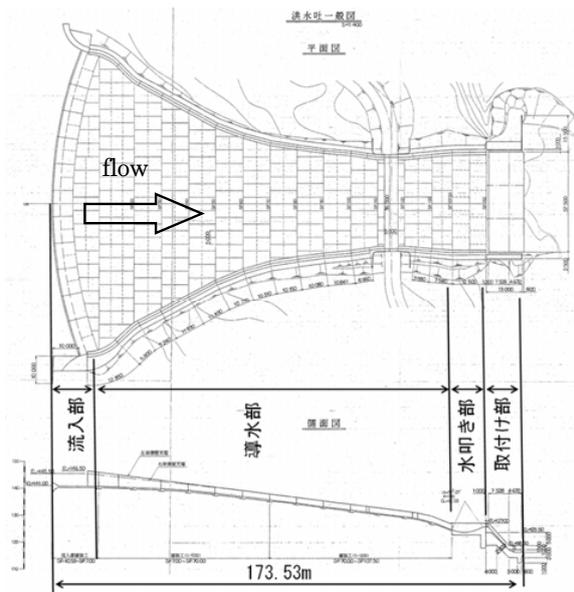
図-1 青山ダム平面図



写真-1 青山ダム全景



写真-2 越流時洪水吐状況（水叩き部と取付け部）



図－２ 洪水吐平面・縦断面

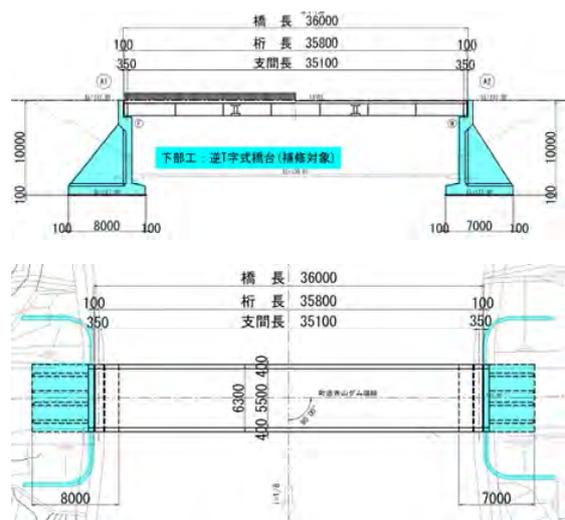
部から導水部へと越流した後、導水部を流下し、バケット形状の水叩き部を経由して、取付け部（水路勾配＝1：1）から高流速で下流の当別川（現河川）に放流される。本ダムの洪水吐では、水叩き部で発生する表面渦に加え、取付け部からの流水が河床岩盤に衝突・分散することで減勢効果を発揮させている（写真－２）。当別川の河床及び河岸は岩が露頭しており、高流速の流下水による洗掘に対して十分な強度を有している。

(2) 洪水吐管理橋（橋台部）の基本形状

青山ダムの洪水吐管理橋は、洪水吐の導水部を横断して設置されており（図－１）、下部工は洪水吐の一部となっている。上部工は単純非合成鉄桁橋、下部工は逆T字型橋台で、背面土を擁壁により押さえた構造となっている（写真－３、図－３）。



写真－３ 洪水吐管理橋 全景



図－３ 洪水吐管理橋

(3) 機能診断調査結果

青山ダムは平成25年度に機能診断調査が実施されており、この診断結果を踏まえて平成28年に事業計画が策定されている。

洪水吐で確認された主たる変状は、取付け部の粗骨材の剥離・剥落、鉄筋露出である（写真－４、写真－５、表－２）。現地確認結果より、これらの変状の発生要因は経年的な流水（洪水吐流入水）による摩耗であると推定されている。



写真－４ 洪水吐の変状①（取付け部底板）



写真－５ 洪水吐の変状②（取付け部側壁）

表一 2 青山ダム機能診断結果（洪水吐 要対策箇所を着色）

施設名	区分	部位	形式	標準耐用年数	経過年数	機能診断実施年度	機能診断結果			
							部位	変状	劣化要因	健全度
青山ダム	土木	堤体	ゾーン型フィルダム	80	52	2013 (H25)	ゾーン型フィルダム	-	-	C
		洪水吐	鉄筋コンクリート	40	52	〃	流入部・導流部、減勢工側壁部	凍害によるひび割れ、細骨材露出（全体的）、粗骨材露出（部分的）、周縁コンクリート欠損（局所的）、剥離・剥落（部分的）	摩耗	C
		洪水吐	〃	40	52	〃	管理橋橋台部	凍害によるひび割れ、浮き（全体的）、剥離・剥落（全体的）	凍害	B
		洪水吐	〃	40	52	〃	取付け部	凍害によるひび割れ、剥離・剥落（全体的）、粗骨材剥落（全体的）、鉄筋露出（部分的）	凍害・摩耗	A
		取水塔	〃	40	52	〃	取水塔	凍害によるひび割れ、ひび割れ段差、剥離・剥落（部分的）、鉄筋露出（部分的）、粗骨材剥落、粗骨材露出（全体的）、欠損	凍害・摩耗	A
		放流トンネル	〃	40	52	〃	放流トンネル	粗骨材露出、滲み出し、浮き（部分的）、剥離・剥落（部分的）、洗掘（1/3未満）	凍害・摩耗	C
		下流取付水路	〃	40	52	〃	下流側壁左岸側端部	背面土の空洞化（局所的）	風化摩耗	C

※健全度評価（土木） A：補強・更新必要 B：補修・補強必要 C：対策不要

また、洪水吐管理橋橋台部において、上下流の擁壁を含む全面に、ひび割れ・剥離・剥落が確認されている（表一 2、写真一 6）。現地確認結果より、これらの変状の発生要因は凍害によるものと推定されている。



写真一 6 洪水吐管理橋（変状）

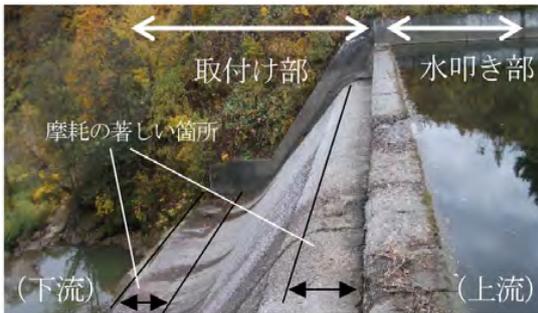
区間は、摩耗による損傷は比較的少なく、摩耗対策の必要はないと判断された。これらのことから、洪水吐の補修は取付け部を摩耗対策対象範囲に設定した（写真一 7、図一 4）。



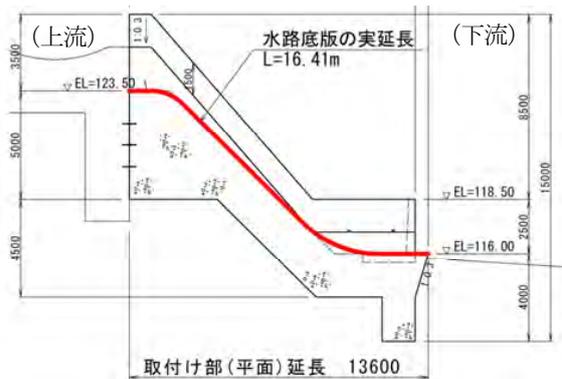
3. 洪水吐取付け部の補修計画

(1) 補修範囲の検討

機能診断結果及び現地確認結果より、摩耗による損傷が著しい範囲は、洪水吐流入水が高流速で流下する取付け部であった。一方、洪水吐の他の



写真一 7 洪水吐 取付け部



図一 4 洪水吐補修対象範囲

(2) 洪水吐取付け部の補修工法検討

1) 補修工法の検討

補修工法は、耐摩耗性の実績の多い頭首工エプロンの表面保護工法事例（表－3）を参考に選定した。

表－3 コンクリート表面保護工法の種類¹⁾

①コンクリート表面に耐摩耗層を造る方法	②コンクリートに耐摩耗材を混入する方法	③コンクリート品質を向上させる方法
<ul style="list-style-type: none"> 石張工法 鋼板張工法 エポキシ樹脂モルタル工法 弾性板工法 鈔鋼板工法 超高強度繊維補強コンクリート 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄粉コンクリート工法 スチールグリット工法 	<ul style="list-style-type: none"> 真空コンクリート工法 グラノリシックコンクリート工法 高強度コンクリート工法

摩耗対策には、①コンクリート表面に耐摩耗層を造る方法、②コンクリートに耐摩耗材を混入する方法、③コンクリート品質を向上させる方法がある。このうち、②及び③の方法は、新設時のコンクリート構造物に対してあらかじめ耐摩耗性能

を付与する工法であり、本ダム洪水吐のような既設構造物への対応はできない。一方、①の方法は、既設洪水吐の劣化部を取壊し・除去して新たにその表面に耐摩耗層を築造することが可能な工法であり、既設構造物にも対応して、耐摩耗性を向上させることができる。以上から、①コンクリート表面に耐摩耗層を造る方法を採用することにした。

2) 耐摩耗層の選定

①のコンクリート表面に耐摩耗層を造る方法では、表面保護材料により複数の工法が選択可能である。このうち、実施例の多い①弾性板工法、②鋼板張工法、③超高強度繊維補強コンクリート板張工法について比較を行った。その結果、耐摩耗性等の性能に優れ施工の確実性も高く、経済性で最も有利となる③超高強度繊維補強コンクリート板張工法を採用することとした（表－4）。

表－4 耐摩耗層の比較一覧

工法		①弾性板工法	②鋼板張工法	③超高強度繊維補強コンクリート板張工法
項目				
概要		弾力性の材質である合成ゴムまたは合成樹脂をコンクリート表面に張り付ける工法である。弾性力に富んだ表面になり、耐摩耗性、耐衝撃性に優れる。	ステンレス鋼板を下部コンクリートにアンカー固定して、周囲を溶接固定する方法である。鋼板の厚さ、アンカーの方法、鋼板1枚の大きさ等は流下土砂によって異なる。温度歪に対する対策が十分でなかったこととアンカー率が少なかったことのために失敗している例が多く見られる。	超高強度の鋼繊維補強コンクリート板を敷き詰める工法である。高耐摩耗性、高耐衝撃性等の優れた性能を兼ね備える。
耐摩耗性		普通コンクリートと比べるとほとんど摩耗しない。 ◎	同左 ◎	セメント、細骨材等の材料を細密充填させるとともに、セメントの水和反応とポリアミン反応によってさらに緻密化、高強度化したもので、設計基準強度(Fc)は圧縮強度で180N/mm ² の超高強度(一般的な高強度コンクリートの圧縮強度は50N/mm ² 程度)に達し、また、高強度の鋼繊維が混入していることで高い靱性を呈する。耐久性(ひび割れの生じにくさ)、耐摩耗性、耐衝撃性に優れる。 ◎
耐衝撃性		衝撃性は普通コンクリートに比べ1/6～1/12に低減できる。 ◎	鋼板自体の耐衝撃性は強いが、本体コンクリート面との接着性が問題となり剥離することがある。 △	◎
施工性		本体コンクリート内への埋め込み作業はボルトゲージ兼用のコンクリート型枠を使用を行うため、普通コンクリートと大差ない。 ◎	アンカー及び周囲の溶接が必要なので施工性は良くない。 △	埋込型枠であるため、普通コンクリートと大差ないが、下地コンクリートとの接着には十分留意する必要がある。 ○
経済性		158,000(円/㎡) (2.03) △	211,000(円/㎡) (2.71) △	77,900(円/㎡) (1.00) ◎
本施設への適用	補修のしやすさと効果	弾性板自体の耐摩耗性、耐衝撃性は優れている。補修時に重機や特殊機材を必要としないため、現地での作業が比較的簡単に行える。 耐摩耗性: $\sigma = -$ (効果大) ◎	摩耗度を検討し鋼板厚を決定するが、摩耗度の予測が難しく、必要板厚の設定に苦労する。鋼板であることから、夏期には温度による歪み(膨張・収縮)が生じるため、既設コンクリートへの接着面の影響が懸念される。 耐摩耗性: $\sigma = 450\text{N}/\text{mm}^2$ ○	耐久性、耐摩耗性・耐衝撃性に優れている。工事開始前に鋼繊維補強コンクリート板の割付計画を詳細に検討することで、現地での作業が比較的簡単に行える。 耐摩耗性: $\sigma = 180\text{N}/\text{mm}^2$ ◎
	施工の確実性	実績あり、確実性は高い ○	実績あるが、確実性に劣る △	実績あり、確実性は高い ○
	本地区への適用性	耐摩耗性等に優れ確実性も高いが、経済性で鋼繊維補強コンクリート工法より大きく劣るため不採用とした。 ○	耐摩耗性等に優れるが、確実性、経済性で鋼繊維補強コンクリート工法より大きく劣るため不採用とした。 △	耐摩耗性等に優れ確実性も高く、経済性でも有利であることから、本地区の耐摩耗工法として採用した。 ◎

3) 補修計画の詳細検討

前述のとおり、青山ダム洪水吐取付け部の補修には鋼繊維補強コンクリート板を使用する超高強度繊維補強コンクリート板張工法を採用するが、本工法は一般的な補強工法である増厚工法（普通コンクリート打設（厚さ50cm）、型枠含27,300円/m²）と比較して施工費は高額である（77,900円/m²）。このため、鋼繊維補強コンクリート板は摩耗が特に進行しやすい水平区間（水叩き部から越流水が落下する上流部及び流速が最大となる下流部の2箇所）のみに設置し、勾配区間は底版部をコンクリート打設により50cm増厚する改良案とした（表-5）。鋼繊維補強コンクリート板と既設コンクリートの接着面は接着剤と接着系アンカーにより新旧の一体化を図ることとした。

ここで、青山ダム洪水吐の通水断面及び線形は築造当時の水理模型実験で決定されていると想定される。補修を目的に水路底版を単純に50cm増厚すると、洪水吐通水断面及び縦断線形が変化し、現況の流況が変化する懸念がある。このため、洪水吐水路の形状はそのまま変えないで、洪水吐の水理性能を確保することとした。具体的には全体を下流に50cm移動させることで、その移動させた分（50cm）、底版を増厚した。また、側壁及び取付け部基礎は、この移動に伴い下流側へ50cm拡張した。改良案にすることで施工に要する費用は約半分で済むようになった。なお、鋼繊維補強コンクリート板の斜面部への設置は行わなくてよくなり、施工もしやすくなった。

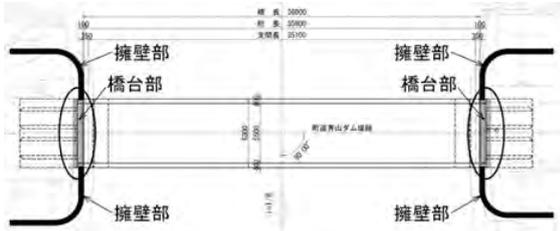
表-5 鋼繊維補強コンクリート板補修計画比較表

工法項目	鋼繊維補強コンクリート板（事業計画案）	鋼繊維補強コンクリート板+増厚（改良案）
補強の概要	全面に鋼繊維補強コンクリート板を設置することにより、部材強度を回復させる。	・流入部、流速の速い箇所には鋼繊維補強コンクリート板を設置する。 ・斜面部は50cmの増厚を行う。 ・側壁、基礎部を拡張することで、形状そのものはそのままにして、既設断面を全体的に下流へ50cm移動させる。
補強概要図	<p>平面図</p> <p>縦断面図</p>	<p>平面図</p> <p>縦断面図</p>
耐摩耗性	既設施設より性能（圧縮強度）が高い材料を用いることで、耐摩耗性の向上が期待できる。	既設施設より性能（圧縮強度）が高い材料を条件の厳しい箇所に用いることで、耐摩耗性の向上が期待できる。
耐衝撃性	既設施設より性能（圧縮強度）が高い材料を用いることで、耐衝撃性の向上が期待できる。	既設施設より性能（圧縮強度）が高い材料を条件の厳しい箇所に用いることで、耐衝撃性の向上が期待できる。
付着性	既設コンクリートには、接着剤とアンカーで固定するため、付着性は高い。	既設コンクリートには、接着剤とアンカーで固定するため、付着性は高い。
通水性能	既設断面を確保することができるため、問題ない。	既設断面を確保することができるため、問題ない。
環境配慮	産業廃棄物は発生しない。	産業廃棄物は発生しない。
施工費	<p>鋼繊維補強コンクリート板 (A=615m²) : 47,908,500 円 合計 : 47,908,500 円</p> <p>△ (1.97)</p>	<p>鋼繊維補強コンクリート板 (A=225m²) : 17,527,500 円 斜面部増厚 : 3,099,000 円 側壁、基礎の拡張 : 1,750,000 円 仮囲い : 1,951,000 円 合計 : 24,327,500 円</p> <p>○ (1.00)</p>

4. 洪水吐橋台部の補修計画

(1) 対策範囲の検討

凍害による変状（ひび割れ・剥離・剥落）が著しい洪水吐橋台部及び上下流の擁壁を補修の対象範囲に設定した。（図－５、写真－８）



図－５ 補修対象範囲（洪水吐管理橋）



写真－８ 洪水吐管理橋 下部工（橋台部）
（上：左岸側、下：右岸側）

(2) 洪水吐管理橋 擁壁部補修工法の検討

1) 補修工法の検討

洪水吐管理橋の右岸側、左岸側共に、上下流の擁壁部は剥離・剥落及び浮きが全体的に広がっており、剥落深さが40mm程度（写真－９）あり部材厚が減少していることから、耐力（部材）の回復が必要であると判断し、補強対策を行う計画とした。一般的な補強の方法は、コンクリート部材の交換、コンクリート断面の増加、補強材の追加である（表－６）。①コンクリート部材の交換（打

換え工法）は、耐荷性能が低下もしくは不足しているコンクリートの部材を取り換えることにより、所要の耐荷性能を回復する目的で使用される。②コンクリート断面の増加は、一般的には鉄筋等の補強材と協働して曲げやせん断耐力の増加と変形性能や剛性を向上する目的で使用される。③補強材の追加（コンクリート部材の表面に直接補強材を取り付ける工法）も曲げ・せん断耐力や変形性能を向上させる目的で使用される。本補修計画では、コンクリート部材の耐力の回復が目的であるため、①の打換え工法が適するが、背面土の影響と現場条件を考慮し、①打換え工法と②増厚工法を組み合わせる計画とした。



写真－９ 洪水吐管理橋 擁壁部
擁壁の剥落の状況及び深さ

表－６ 補強対策の選定²⁾

補強の方法	〈土木分野〉	〈建築分野〉
①コンクリート部材の交換	打換え工法	打換え工法
②コンクリート断面の増加	増厚工法	増打ち工法
③補強材の追加	コンクリート巻立て工法	コンクリート巻立て工法
	鋼板接着工法	鋼板接着工法
	連続繊維シート接着工法	連続繊維シート接着工法
	鋼板巻立て工法	鋼板巻立て工法
	連続繊維シート巻立て工法	連続繊維シート巻立て工法
	—	鉄筋接着工法

2) 補修計画の詳細検討

上下流の擁壁部を復旧するにあたり、側壁天端の取壊し範囲および側壁部のはつり深さを検討した。擁壁背面の盛土への影響を考慮すると、天端取壊し範囲は最小限とする必要がある。また、工事中の既設擁壁の安定性を確保するためはつり深さは最小限とする必要がある。これらを考慮して、天端の取壊し範囲は200mm、側壁のはつり深さは鉄筋の防錆処理を行うことから想定かぶり深さ程度(≒100mm)とした(図-6-a)。

100mm程度の厚さを復旧する場合は一般的に断面修復工法を採用するが、断面修復工法は使用する

材料が高価なため工事費が高くなる傾向がある。本施工箇所は擁壁であり、水密性を必要としないこと、部材厚の変更が可能なることから増厚工法も可能である。このため、ひび割れ防止用鉄筋が配置できるように既設断面から100mm増厚して、側壁のはつり(100mm)後、複鉄筋の最小部材厚³⁾である200mmを打設する計画とした(図-6-b)。

表-7に断面修復工法による場合と打換え+増厚工法(本補修計画で採用)による場合の比較を示す。また、図-6-cに打換え+増厚工法(本補修計画で採用)の概要図を示す。

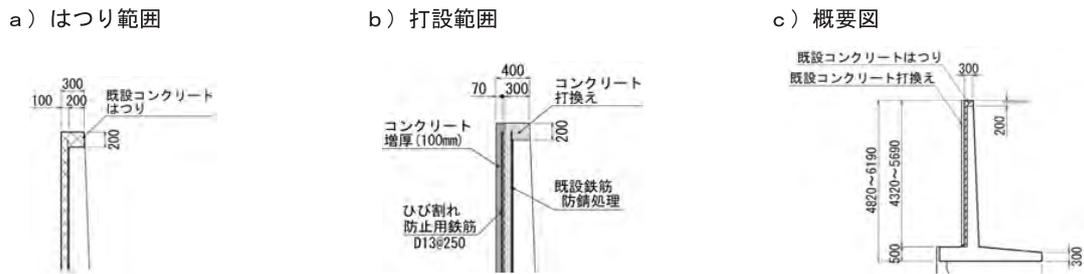


図-6 洪水吐管理橋 擁壁部分打換え

表-7 洪水吐管理橋 擁壁補強工法比較表

工法分類	断面修復工法(想定厚さ10cm)		打替+増厚工法(想定厚さ20cm)
	断面修復材	無収縮モルタル	コンクリート+膨張剤
材料名	RIS321エース	プレタスコンTYPE-LS500	デンカパワー-CSA
製品概要	一般的なコテ塗・吹付け用ポリマーセメントモルタルである。特殊ファイバーが混入されており、ひび割れ抵抗性に優れる。プレミックスの材料をミキサーで混練し、コテ塗やポンプ等で圧送して吹き付けて仕上げる。	特殊繊維が混入されており、ひび割れ抵抗性に優れる。適度の膨張性等により収縮を防止するセメントモルタルである。流動性が良く充填性に優れており、断面修復用途にも適する。プレミックスの材料をミキサーで混練し、ポンプ等で圧送する。	低添加型コンクリート用膨張剤で、生コン工場でベースコンクリートに添加して使用する。乾燥収縮・自己収縮によるひび割れを低減する効果を有する。生コン車で搬入し、ポンプ・クレーン等により型枠に流し込む。セメント置換(内割り)もしくはセメント外割り(通常は細骨材置換)して使用する。20kg/m ³ の配合を標準とする。
製品概要	<ul style="list-style-type: none"> ①コンクリート前処理：カッター切 ②鉄筋防錆処理：錆ひ落とし(鉄筋) 防錆処理 (RIS211E) ③プライマー処理：プライマー塗布 (RIS211E) ④練混ぜ：ハンドミキサーもしくは左官ミキサーにて練混ぜる。練混ぜ時間(ハンドミキサー：2分程度、左官ミキサー：5~6分) ⑤塗付け：RIS321エース 下地処理状態を確認し、適正な塗付け厚で行う。 ⑥養生：モルタルが急激に乾燥しないよう、シート養生等を実施。モルタル硬化後は養生剤 (RIS211E、RISフルコート) を塗布する。 	<p>層外納期 試験 (材納期2ヶ月)</p> <p>プレタスコンTYPE-LS500</p> <p>市販無収縮モルタル</p>	<p>冬期塗床仕上げのコンクリートにも問題なくご使用頂けます。</p> <p>標準使用量：標準はセメントと置換(内割り)もしくは、セメント外割り(通常、細骨材置換)で20kg/m³を使用して下さい。 ※膨張剤の調(合)は単位セメント量や単位結合材量(セメントと膨張剤を合わせた量)を考慮して決定します。</p> <p>用途：一般建築、土木構造物の体積変化によるひび割れの低減 ・乾燥収縮ひび割れの低減 ・自己収縮ひび割れの低減</p> <p>適用例：土間、合成スラブ、デッキスラブ、壁、柱梁、床版、高欄、橋脚、橋台、地覆、ボックスカルバート、舗装用コンクリート、覆工コンクリート、上下水道、地下ピット、耐震補強、高流動コンクリート、自己充填コンクリート、高強度コンクリート</p> <p>包装：20kg 紙袋、1t プレコン、バラ</p>
施工フロー	はつり→高圧洗浄→プライマー塗布→断面修復(数層塗り返す)→養生	はつり→高圧洗浄→プライマー塗布→型枠→モルタル充填→養生→型枠解体	はつり→高圧洗浄→型枠→コンクリート→養生→型枠解体
施工費	72,120円/m ²	72,920円/m ²	40,990円/m ²
判定	断面修復材は各メーカーにより多様な種類があり、適材適所で選定できるため便利である。しかし本補修計画では、面積や使用量が多くなりコストが上昇するため、不採用とする。	無収縮モルタルも多様な製品があるが、LS500は型枠脱型後の暴露環境でのひび割れ低減に適した製品である。本補修計画では、使用量が多くなりコストが上昇するため、不採用とする。	構造物の乾燥収縮・自己収縮を低減し、ひび割れを抑制する効果が期待できる。コスト的にも安価であり、本補修計画で採用する。
	△	△	◎

(3) 洪水吐管理橋 橋台部補修工法の検討

1) 補修工法の検討

橋台部については、端部の剥離・剥落及び0.2mm程度のひび割れが主な変状である。断面修復工法及びひび割れ補修工法を組み合わせ、変状の進行を抑制する計画とした。

2) 補修計画の詳細検討

橋台部の剥離・剥落箇所については、断面修復工法で対策を行う計画とした。剥離・剥落箇所のような不規則断面の補修を行う工法には左官工法、吹付工法、充填工法があり、本補修計画では、施工規模及び施工面積、施工条件から充填工法を採用した(表-8)。また、補修材料には、セメントモルタル、ポリマーセメントモルタル、ポリマーモルタルの3種類があるが、本補修計画では経済性及びひび割れ抵抗性等からポリマーセメントモルタルを採用した(表-9、表-10、表-11)。

橋台部のひび割れ箇所については、断面修復工法の施工範囲内は剥離・剥落対策の断面修復工法で補修する計画とし、それ以外はひび割れ補修工法で対策を行う計画とした(図-7)。

表-8 断面修復工法の選定

	左官工法	吹付工法	充填工法
施工規模	-	-	10m ³ 以上と大規模な場合 ×
施工面積	小規模(10m ² 以下) ×	中規模・大規模(10m ² 以上) ○	中規模・大規模(10m ² 以上) ○
施工厚	10~30mm/層 ×	~50mm/層 ×	型枠を設置するため、制限なし ○
その他	-	型枠の設置が困難な場所 ×	型枠の設置が容易な場所 ○

管理橋橋台の施工内容(施工規模:7m³、施工面積:70m²、施工厚:100mm、型枠設置:可能)を考慮して、○×を記載した。

表-9 断面修復工法の材料選定

名称	ポリマーセメントモルタル	セメントモルタル	ポリマーモルタル(エポキシ系)
材料費	3,920 円/m ³	4,170 円/m ³	22,500 円/m ³
経済性	1位	2位	3位

表-10 断面修復材料の期待される効果⁴⁾

期待される主な効果	要求性能	断面修復材の種類		
		セメントモルタル	ポリマーセメントモルタル	ポリマーモルタル
劣化因子および劣化部の除去および劣化・損傷断面の修復	①力学的性能	○	○	○
	②ひび割れ抵抗性	△	○	△
	①中性化抑制	○	○	○
	②塩化物イオンの侵入抑制	△	△	○
	③凍結融解抵抗性	○	○	○
修復された断面における劣化因子の侵入抑制・防止効果	④科学的侵食抑制	△	△	○
	⑤アルカリ骨材反応抑制 ^{#1}	△	△	○
	美観・景観	△	△	○
第三者影響度に関する性能	はく落抵抗性 ^{#2}	○	○	○

注)・表中の○は適用対象、△は適用する場合検討が必要(他の工法との併用など)
・#1のアルカリ骨材反応抑制は、標準的な遮水性により判定した。#2は附着性を基本とした判定。

表-11 断面修復材料の特徴⁴⁾

セメントモルタル	<ul style="list-style-type: none"> ・構造体コンクリートと同程度の強度、弾性係数、熱膨張係数を得られる。 ・練混ぜ、施工性が容易で大断面の施工にも適している。 ・電気抵抗性が低い。
ポリマーセメントモルタル	<ul style="list-style-type: none"> ・構造体コンクリートとの付着力が大きく乾燥収縮量が小さい。 ・練混ぜ、施工性が容易で大断面の施工にも適している。 ・乾燥収縮量が小さい。 ・曲げ及び引張強度が大きい。 ・劣化因子の侵入に対する抵抗性に優れる。
ポリマーモルタル	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ及び引張強度が高い、付着力が大きい。 ・水密性に優れ、耐凍結融解性がある。 ・耐摩耗性、耐衝撃性、耐薬品性に優れる。 ・電気絶縁性がある(電気防食には不適)。

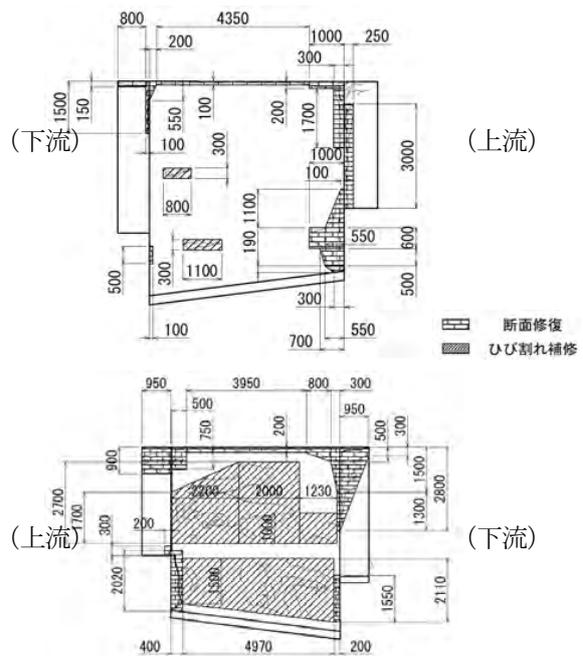


図-7 管理橋橋台部の補修計画図
(上:右岸、下:左岸)

ひび割れ補修工法には、ひび割れ被覆工法、注入工法、充てん工法の3種類がある。ひび割れ幅が0.20mm以下であることから、本補修計画では「ひび割れ被覆工法」を採用することとした(図-8)。

ひび割れ補修に使用する材料は、「有機系」と「無機系(ポリマーセメント)」に大別される。洪水吐管理橋橋台部は、日射にさらされやすいという環境条件から紫外線に対する劣化耐性による違いを考慮し、「無機系(ポリマーセメント)」の材料を採用することとした。

5. おわりに

国営篠津青山地区における青山ダム洪水吐の補修計画について報告した。青山ダムは築造後60年以上が経過して今なお供用中のダムであるが、洪水吐変状区間の補修により健全な状態でさらに長く利用されることが期待される。

最後に、設計に際し、ご指導やご教示を承りました札幌開発建設部札幌北農業事務所の関係各位に対し、ここに深甚なる謝意を表します。

(株)三祐コンサルタンツ札幌支店
技術部 技師
(株)三祐コンサルタンツ札幌支店
技術部 課長(技術士)

【引用文献】

- 1) 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「頭首工」農林水産省農村振興局整備部設計課監修(平成20年3月) p. 627
- 2) コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針 2022(日本コンクリート工学会) p. 118
- 3) 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」農林水産省農村振興局整備部設計課監修(平成26年3月) p. 365
- 4) 表面保護工法 設計施工指針(案)(コンクリート委員会表面保護工法研究小委員会、H17) p. 198
- 5) コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針 2022(日本コンクリート工学会) p. 114



※「評価 I で対象とするひび割れ」とは、乾燥収縮や水和熱によるひび割れなど、竣工から数年内には収束すると考えられるひび割れをさす。

図-8 ひび割れ補修工法の選定⁵⁾