

千歳川における樋門等構造物改築 に関する総合的な検討について —中小河川における検討方針の整理—

札幌開発建設部 千歳川河川事務所 計画課 ○山上 訓広
佐々木 博文
天野 広之

千歳川流域は、石狩川の高い水位の影響を長時間受けるため、中小河川も含め堤防整備を実施しているが、特に中小河川は樋門、揚排水機場等の施設が多く、堤内排水、用水路が平行している等、非常に複雑な事象を抱えている中で、樋門改築方針及び堤内排水路統合等の検討を実施している。本研究は、既存構造物の評価や耐震設計等も含めて、維持管理、コスト縮減等総合的な視点で設計を行っている事例について報告するものである。

キーワード：防災、計画手法、調査・計画

1. はじめに

(1) 検討の方針

千歳川では、昭和56年8月上旬降雨により、未曾有の被害をもたらした洪水を計画高水位以下で安全に流下させることを目標とし、平成17年4月に千歳川河川整備計画が策定された。同計画の柱として、堤防整備、河道掘削、遊水地群の整備が位置づけられた。図1に示すように千歳川下流域には広大な低平地が広がっている。

また、河口からの距離と標高の関係を示した図2より明かなように、石狩川の背水の影響を受けやすく、高い水位が長時間続くといった特性、軟弱地盤が広く分布するためといった特性を有し、堤防整備に関しては石狩川本川と同様の強度を有する断面とし、これまで千歳川本川の整備を主体に順次治水安全度の向上を図ってきた。

今後支川を主体とした改修の実施にあたり、構造物の老朽化、大規模地震への対応、維持管理の効率化、コスト縮減等の課題に対し事業間での連携を図りつつ総合的な視点で、流域内構造物の整理・設計を行っている事例について報告を行う。

(2) 石狩川水系千歳川と千歳川支川概要

千歳川は幹線流路延長108km、流域面積1,244km²、流域人口36万人の都市河川である。出水時には石狩川の水位の影響を、北海道の河川では他に例がないほど長い区間に亘り長時間受けるため、堤体漏水、基盤漏水のリスクがあり破堤等の甚大な被害を受ける危険性がある。

千歳川本川同様に支川についても、石狩川本川から受ける背水の影響を考慮し、石狩川本川の計画高水位に合わせた堤防高、堤防天端幅、法勾配(4割)の堤防整備が行われている。図3に整備前と整備後の一般的な堤防断面を示す。



図1 流域平面図

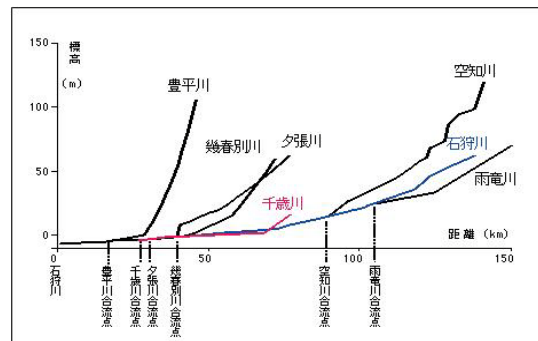


図2 河口からの距離と標高の関係



図3 堤防整備概要

(3) 現状

前節で述べたように千歳川本川から堤防整備を行っており、今後は支川整備が主体となる。流域平面図及び堤防整備上支障となる樋門数を図4に示す。

千歳川流域では直轄樋門が100基以上存在し、農業施設のような自治体等が管理する許可工作物樋門に関しても30基以上存在する。図5より明らかなように、千歳川本川と比べ、支川の方が延長に比して多くの構造物が密集しており、また管理者や各種関係者が多様であることから支川堤防整備を進める上での大きな懸案となっている。

2. 検討方針

全体検討フローを図6に示す。石狩川本川の高い水位の影響を長区間、長時間受け、その高い水位の影響に長時間耐えうる堤防整備を実施する上で支障となる構造物の改築方針を本章で整理する。

(1)- (a) 構造物の整理

堤防整備を行う上で、治水上河川が必要とする築堤法線を検討し、支障となる構造物の整理を行う。

流域内には河川管理施設、許可工作物が複雑に配置されており、築堤法線の検討へのフィードバック・修正を踏まえ、最終的に改修が必要な構造物を整理する。

(1)- (b) 構造物の状態の照査

構造物のポテンシャル評価、耐荷力照査、耐震性能照査により、既設構造物の状態の照査を行い、その後、構造物の供用年数(or残存供用年数)や近接地の利用形態変化といった基本的な条件を踏まえ、各々の構造物について改築方針(全面改修・部分改修)の整理を行う。

(1)- (c) 改築方針検討

他事業との連携や各々の構造物の改築方針を踏まえて、コスト、維持管理、管理者間の調整、基本諸元の整理等を考慮し総合的な観点から構造物の統合改築、単独改築、廃止等の改築方針検討を行う。

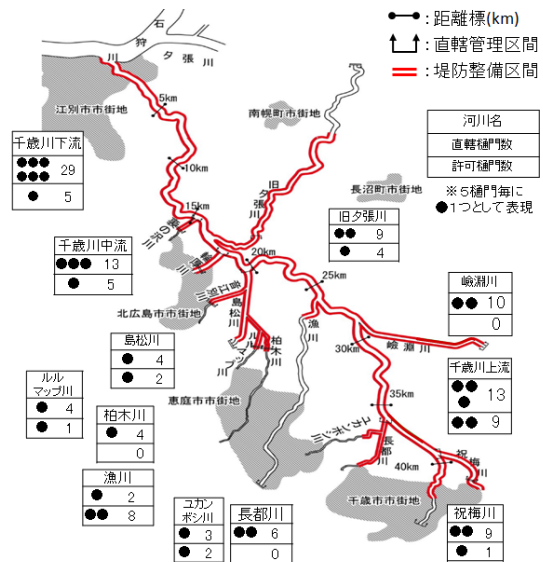


図4 流域平面図及び直轄樋門数

1km当たりの直轄樋門数

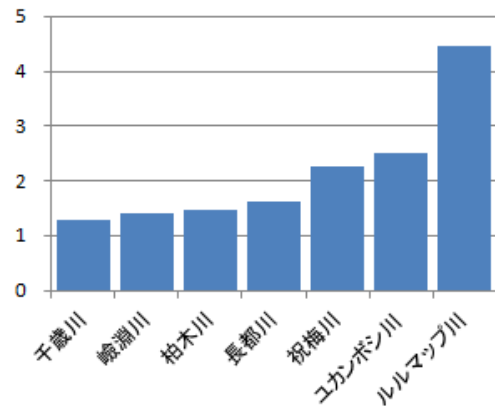


図5 千歳川本川及び支川の構造物密度

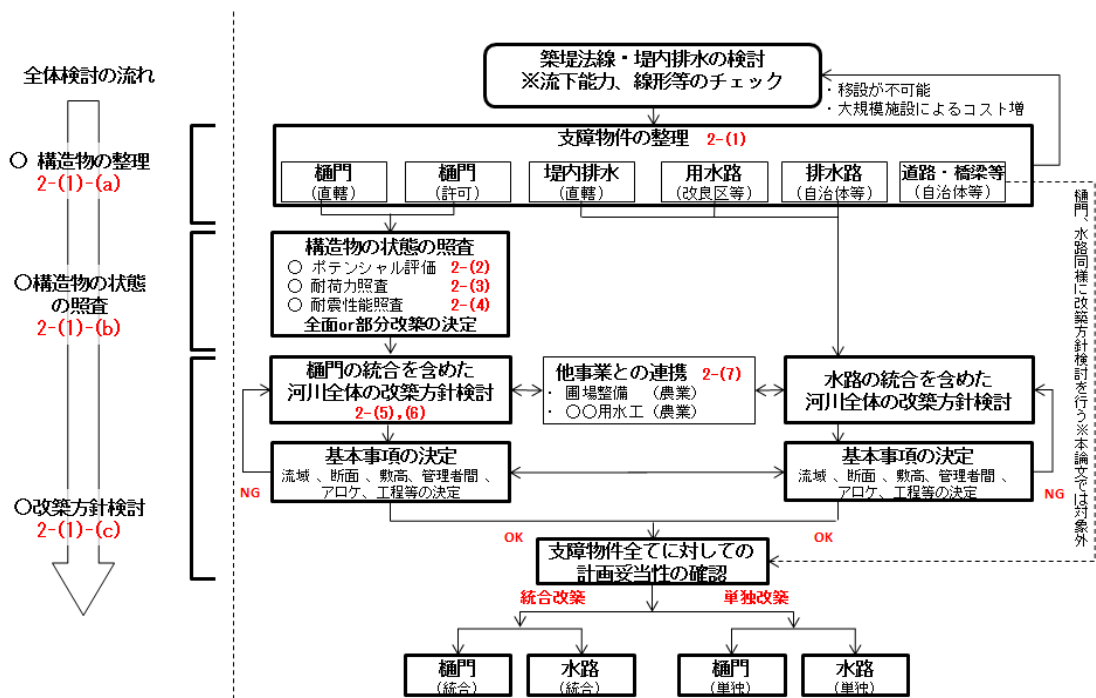


図6 全体検討フロー

(2) 樋門改築方針 ポテンシャル評価

構造物の基本諸元を整理し既設構造物の性能、変状ポテンシャル、目視健全度の評価を行い、既設構造物の適用性について判断を行う。表1にポテンシャル評価項目の例を示す。

既設樋門の構造形式、基礎形式、地盤条件、被災履歴、周辺地盤の残留沈下、函体底板下の空洞や堤防クラック、透水性地盤の堤防漏水に関連する潜在的な変状の可能性を評価する。

次に本体不同沈下、函体クラック・損傷、コンクリート劣化、継手開口、翼壁接続部開口に関する項目、堤体の空洞・亀裂・緩み、護岸上げ上がり、胸壁・翼壁背面の沈下について目視による評価を行う。

上記項目の評価後、健全度評価の樋門を対象に、地盤調査や現況調査(構造体の強度、鉄筋量等の諸元、劣化原因解明の試験、空洞調査、基礎工調査等)に基づき、改築後に想定される外力を考慮した検討を行い、継ぎ足し樋門としての適用性を評価する。

(3) 樋門改築方針 耐荷力照査

堤防整備による土被りの増加荷重に対して、函体、について曲げ応力・剪断応力を、杭については杭体応力や結合部の耐荷力照査を行う。堤防拡幅後の荷重状態において、現行基準の安全性が確保されない場合、補強や沈下対策等の検討を行う。

(4) 樋門改築方針 耐震性能照査

支障となる樋門・樋管に関しては、「河川構造物の耐震性能照査指針」共通編6.2の規定により液状化の判定、レベル2地震動に対して所定の耐震性能を有する構造物とする。樋門改築時に合わせ照査・対策を行うことを基本とし、部分的な改修に留まる場合は、経済性や施工性に配慮する必要がある。

図7に構造物の現況機能照査結果の例を示す。耐荷

力照査により、部分改築が必要と判断された場合は既設部分にのみ耐震性能照査を行い、ライフサイクルコスト比較し、全面改築か部分改築かの再精査を行う。

以上のような現況機能照査を行い、各樋門・樋管各々の改築方針が整理することで、後述するような流域内での統廃合を含めた樋門・樋管集団について改修方針検討が可能となる。

表1 ポテンシャル評価項目

評価方法	評価項目		
①既設樋門の性能評価	既設樋門の位置、方向、敷高が河川改修計画と整合するか		
	継ぎ足し樋門の計画流量を流下可能な断面性能を有するか		
	「河川管理施設等構造令」に想定している条項を満足するか		
評価結果			
②既設樋門の変状ポテンシャルの評価	樋門の重要度		
	既設樋門	設置年	設置経過年数
		基礎形式	支持杭基礎
			中間支持杭基礎、摩擦杭基礎
			改良体基礎
	直接基礎		
	地盤条件	軟弱層(層厚合計)	
		粘性土層 $N \leq 4$ 、砂質土層 $N \leq 10$	
		砂・砂礫地盤	
	被災履歴	漏水・陥没・洗掘等	
周辺堤防	周辺地盤の残留沈下量	軟弱地盤	
		良質・普通地盤	
	基礎地盤の特性	対象地盤に相当(無対策)	
		対象地盤に相当(対策)	
・透水性地盤		対象地盤に該当しない	
・液状化の可能性のある地盤			
評価結果			
③既設樋門の目視健全度の評価	既設樋門	樋門変状	本体不同沈下
			直接基礎
		周辺堤防	直接基礎以外
			函体のクラック・損傷
	周辺堤防	コンクリート劣化	
		継ぎ手開口、翼壁接続部開口	
		空洞(函体底板下)	
		堤体拔上り、護岸拔上り(不同沈下)	
		胸壁背面の沈下、翼壁背面の沈下	
		堤防亀裂、堤体緩み	
評価結果			
詳細検討の必要性			
一次評価			

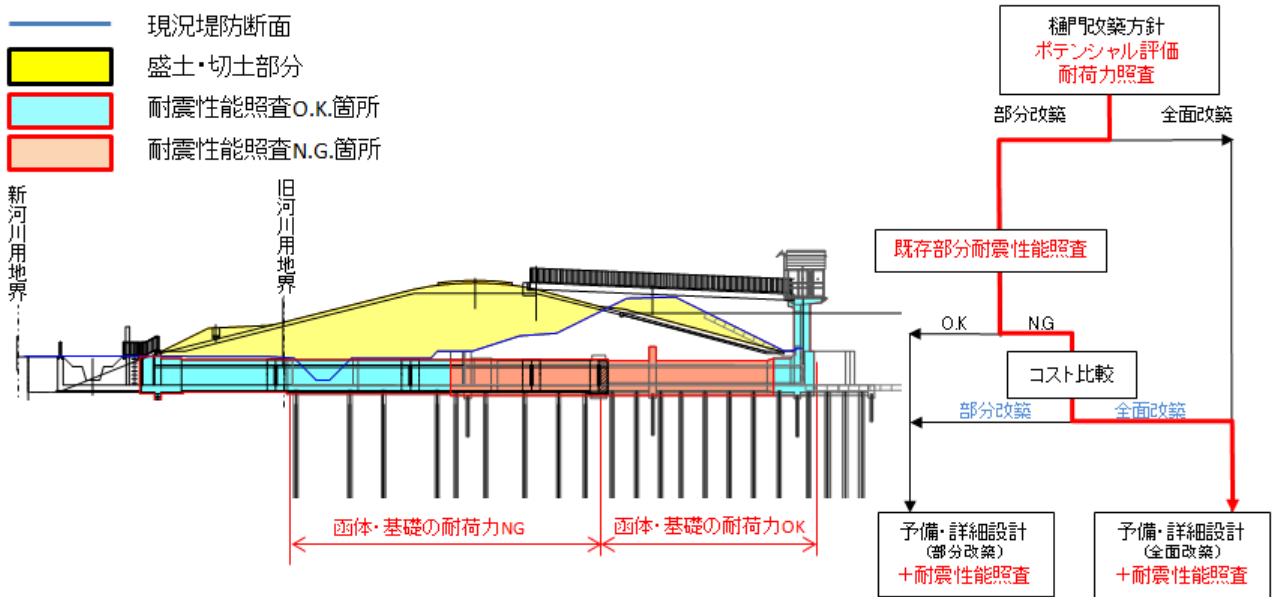


図7 現況能力照査結果の例

(5)-(a) 樋門改築方針検討

堤防の安全性確保や操作・維持管理の面から、樋門の設置は最小限とすることが望ましい。本節では今後実施される樋門統廃合を含めた樋門改修について整理を行う。構造物が密集する中小河川における樋門統廃合イメージ図を図8に示す。樋門統廃合は背後地利用の変化や関係者間の調整を踏まえ、全面改築、部分改築、あるいは廃止樋門を整理し、流域の統廃合について維持管理やコストの観点から総合的に検討を行う。その後、樋門同士を接続する堤内排水路・流入水路の形態及び、樋門との接続に関して縦断勾配の照査等を行い、統廃合後の流域を確定し流出量算定を踏まえ樋門断面を含む基本諸元の整理を行う。

(5)-(b) 樋門統廃合の留意事項

樋門統廃合に当たり以下のような留意点が挙げられる。

防災の観点から、集水域が大きくなることや堤内排水の流路長が長くなることに伴う、流末までの到達時間の遅れの発生や、隣接する樋門流域を内包することによる、1樋門当たりのリスク集中が想定される。このようなリスクは、構造物の高性能化や操作性の向上等、検討段階で最小限にすることが大前提であるが、地域住民や流域、関係者間の調整や地元説明会等を開催し十分に説明する必要がある。

樋門に接続する堤内排水の敷高、縦断勾配、流下能力の基本諸元照査の結果、大規模改修や構造物を巨大化させる必要がある場合、かえって費用がかさむこと、また維持管理面について注意が必要である。

堤防の安全性確保、操作性及び維持管理の観点から、樋門の設置は最小限とすることが望ましいが、上記のようなリスクの集中、構造物の巨大化に配慮した検討が必要である。

(6) その他構造物改築方針検討

河川に接続する樋門と異なり、河川に隣接するその他構造物の改築方針検討では、堤防幅に伴い河川用地にかかるか、あるいは機能としての支障となり得るか否かの判断が現況機能照査に先立って必要となる。支障と判断された場合は、現況機能照査を行い、統廃合を含めた改築方針の決定を行う。

その他構造物統廃合検討の具体例として、堤内排水路、農業排水路、道路排水路が併走している区間を対象とした統廃合検討が挙げられる。廃農や都市化といった背後地利用の変化を踏まえた水路網の整理、コスト、維持管理、管理者間の調整等を踏まえた総合的な観点から構造物の統廃合、単独改築、廃止等の改築方針検討を行う。

統廃合の実施により背後地買収範囲を抑えることが可能となり、優良農地の保存、土地の有効活用、維持管理の効率化といった利点が挙げられる。

(7) 他事業との連携

流域内では河川整備事業以外に農業、道路の整備事業が輻輳している。農業整備事業を例に挙げると、揚排水を目的に、灌漑事業、圃場整備事業及び排水路整備といった数多くの事業計画が存在しており、各種事業が進行している。河川整備実施にあたり、各種事業との連携は必要不可欠である。

例えば、河川の堤内排水と隣接して計画される農業排水路については、構造形式、施工時期等の調整により事業間連携を図る。このような連携により、河川・道路・農業の各事業に対して、事業効果の早期発現やコスト縮減が可能となる。ただし、早期段階において事業間の調整が前提条件であり、時期を逸すると手戻り範囲が多くなり事業間連携の実施が出来なくなる可能性を有するため、注意する必要がある。

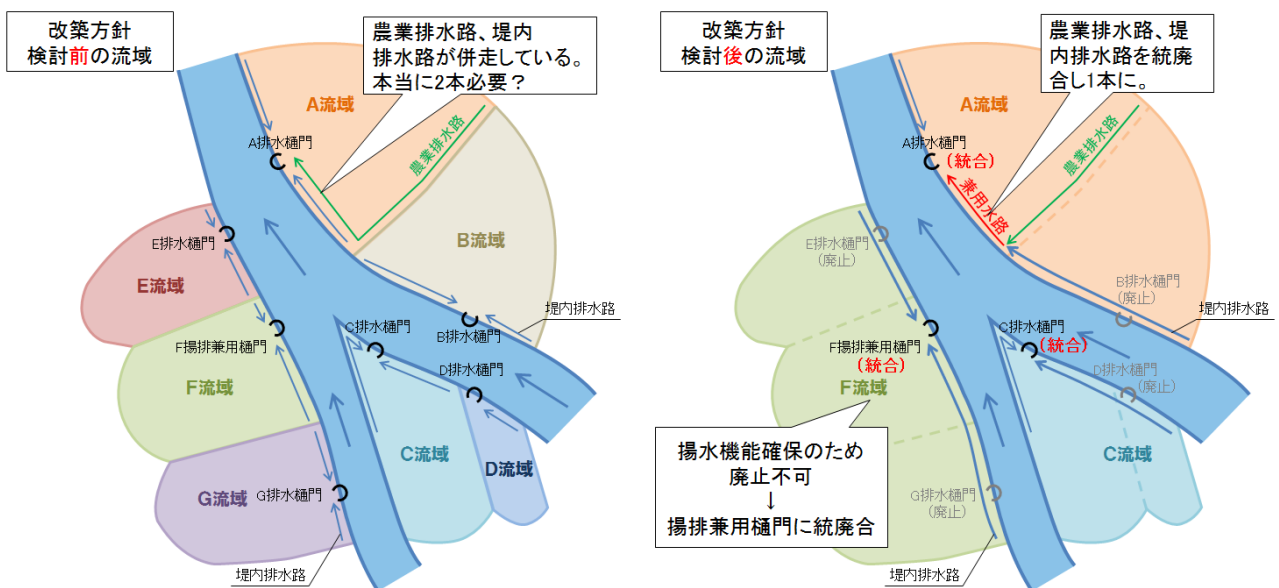


図8 樋門・用水路の統廃合イメージ

3. A川の樋門統廃合検討の具体例

(1) A川統廃合検討構造物概要

A川の堤防整備区間には、左右岸合わせて全4基の樋門が設けられている。統廃合検討樋門の箇所図及び流域図を図9に示す。以下に各樋門概要を記す。

まず、右岸の①樋門について、流入水路は〔1〕道路側からの農業排水路であり、比較的広い流域を持つ特徴がある。下流の②樋門は流入する主排水路は上流側から流入する堤内排水路である。〔2〕橋及び廃止が予定されている〔3〕揚水機場が近接している。現況は揚水機能を兼ねているが、改築後は自然排水専用樋門となる。

次に左岸について、流入する主排水路は、上下流側から流入する堤内排水路であり、比較的狭い流域を持つのが③樋門である。その下流の④樋門は流入する主排水路が上流側から流入する堤内排水路と〔4〕道路と平行に流入する農業排水路である。

(2) 検討概要

表2に各樋門の照査結果及び改築方針を示す。これらの樋門の現況機能は照査の結果、堤防拡幅による土被り増加による継足し又は全面改築が必要となった。堤防の安全性の確保や操作・維持管理の面から、樋門の設置は最小限とするべきであることから、樋門統廃合の留意事項を踏まえ、改築方針を整理する。

(3) 検討結果

改築方針検討の整理結果を図10に示す。左岸に位置する③樋門と④樋門について統廃合可能であると判断した。接続水路については、最下流に樋門を設置することで、堤内地盤の標高に沿って流下可能であること、両樋門の管理者は河川管理者であり、事業間の調整はなく管理者間の調整についても問題ない。

また、③樋門は④樋門流域に比して非常に流域が小さく、その流域を包括する地形特性から、統廃合の結果、集水域増加に起因するリスクの集中、到達時間遅れの発生、及び樋門断面等の巨大化といった、統廃合時に想定される懸案事項についても、最小限に留まると考えられる。

なお、右岸の①樋門及び②樋門の統廃合については、農業排水路と堤内排水路を統廃合する計画となっていること、また、大きな道路により流域が分断されており、これを解決するためのコスト等を踏まえると統廃合のメリットは少ないと考えられるため統廃合不可と判断した。

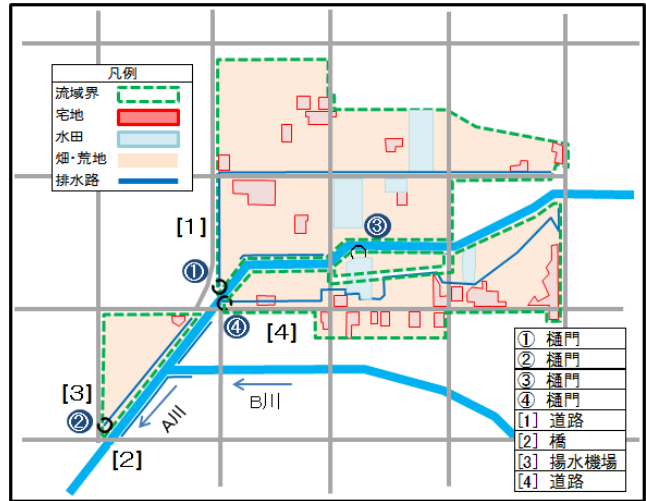


図9 A川統廃合検討樋門箇所図

表2 各樋門の照査結果及び改築方針

	性能評価	変状ポテンシャル評価	目視健全度評価	耐力評価	検討結果	管理者及び特徴
①樋門	NG	NG	OK	NG	全面改築が必要	・河川管理施設 ・流域が大きい
②樋門	NG	NG	OK	NG	全面改築が必要	・河川管理施設 ・現況は揚水機能及び排水機場を兼用している
③樋門	NG	OK	OK	NG	全面改築が必要	・河川管理施設 ・流域が小さい
④樋門	NG	NG	OK	NG	全面改築が必要	・河川管理施設 ・背後地に宅地が多数存在する。

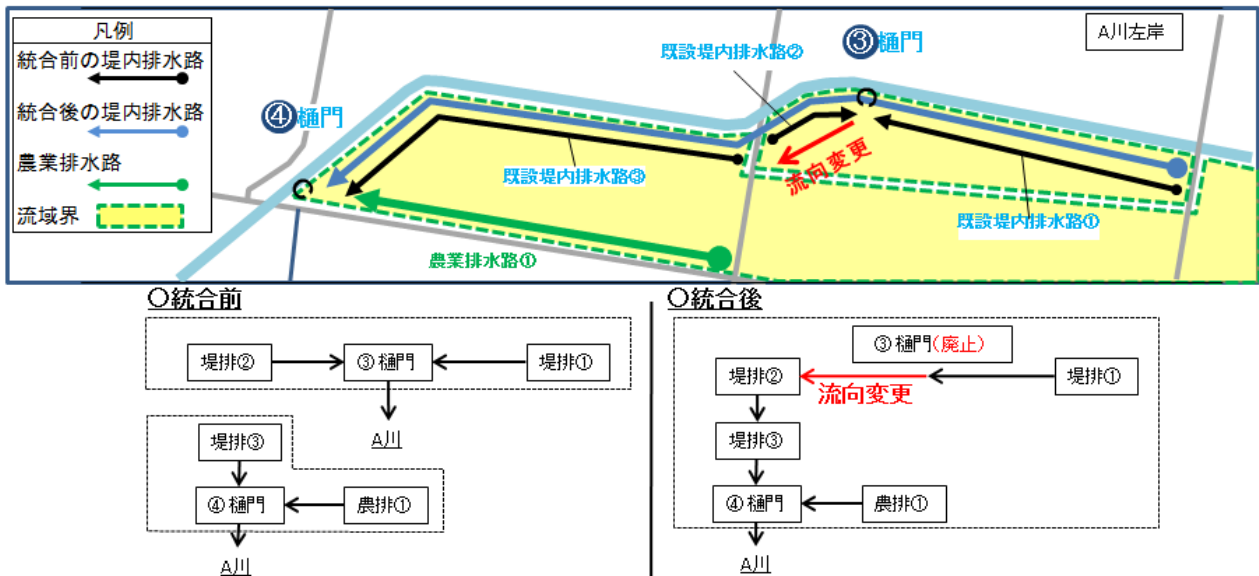


図10 樋門・堤内排水路統廃合の事例

4 A川の水路統廃合検討

(1) 検討結果

図11に水路統廃合の概要図を示す。現況において堤内排水及び農業排水が併走する区間について統廃合水路を整備する場合は、統廃合無しの場合と比べ、買収範囲を抑えることが可能となり、優良農地の保全や背後地の有効活用が可能となる。

図12に水路統廃合の検討結果概要図を示す。①樋門は、[1]道路と併走する排水路からの流入があり、流入する水路は[1]道路側からの農業排水路であるが、出水時には、①樋門を閉扉し、別途農業管理の排水路から排水する農業の計画がある。そのため、河川整備事業だけではなく農業整備事業の計画と整合を図った一体的な改修が、経済性、維持管理の観点から合理的であると判断し、堤内排水路と農業排水路が併走する区間を対象に排水路の統廃合を行い兼用の水路とした。

5 今後に向けての留意点及び課題

堤防の安全性確保、及び操作性・維持管理の観点から、樋門の設置は最小限とすることが望ましい。

また排水路に関しても、維持管理の効率化、優良農地の保全の観点から、統廃合し用地買収幅を最小限とすることが望ましい。

今後、支川において実施される樋門や水路の改修、統廃合の整理を行うにあたり、現況の排水機能及び取水機能としての能力を損なわないこと、あるいは代替機能を有した上で、以下のような留意点及び課題が挙げられる。

統廃合により必要となる関係者間の調整について、流域内の住民及び受益者への説明責任を果たす必要がある。また、構造物の供用前には、事業実施に支障が生じないように、管理者間の調整を十分に図る必要がある。

防災の観点から、統廃合後の流域が大きくなること

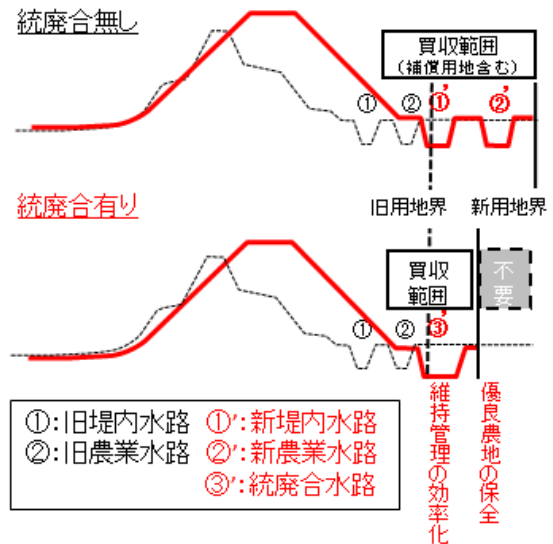


図11 統廃合水路断面図概要

により流末までの到達時間の遅れの可能性、接続する樋門及び排水路が現況機能以上の排水性能を有する必要があり、統廃合によるリスク集中の可能性があるので、その点に配慮した統廃合検討を行う必要がある。なお、構造物の巨大化（断面、延長、部材厚 etc.）は維持管理や安全面への配慮から極力避けるべきである。

6 まとめ

千歳川河川整備の基本理念である「千歳川流域の有する特徴を踏まえた石狩川流域の将来像を実現する」ため、治水安全性の向上、維持管理の効率化は継続して実施することを前提とし、優良農地の保全、地域住民との協働等に視点を置いて事業を実施することが重要である。

本論文で整理を行った改築検討方針に基づき、河川・道路・農業各種事業間での綿密な連携や地域住民の意向を考慮し、千歳川河川事務所管内全体に資する総合的な流域づくりを鋭意進めていく。

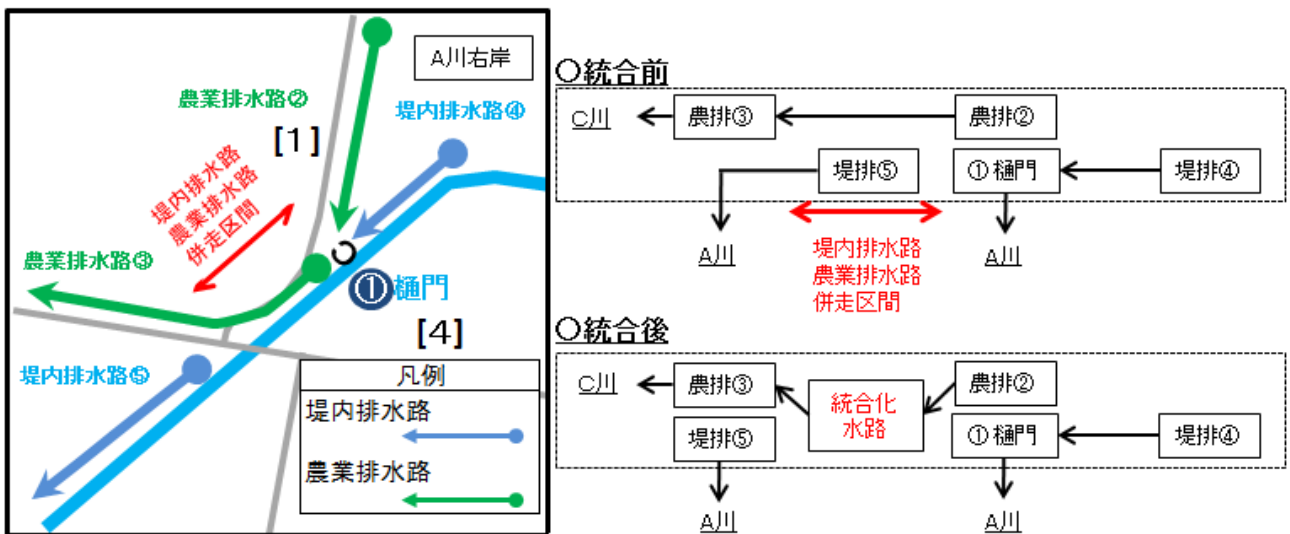


図12 堤内排水路と農業排水路の統廃合