

# 費用の低減・平準化を考慮した 樋門管の維持管理について

旭川開発建設部 治水課

○本波 讓  
石澤 肇  
長堀 敦彦

旭川開発建設部では、昭和30年より樋門管の設置が開始され、現在354箇所設置されていますが、鉄筋コンクリート構造物の一般的な耐用年数であります、50年を経過する樋門管が既に多数存在しており、今後さらに急激に増えていく状況です。

本報では、各樋門管の今後の劣化傾向を把握し、施設の延命化と維持・更新費用の低減・平準化を図りながら、計画的な修繕・更新を行っていくための維持管理手法について提案するものです。

キーワード：維持管理、延命化、費用平準化

## 1. はじめに

現在、旭川開発建設部が管理する樋門は354基あり、今後、これまで集中的に整備された施設が一斉に耐用年数を迎える。このため、補修・更新費の集中を招き、厳しい財政状況の中で対応が十分でない場合には、施設の機能低下による洪水被害等のリスクが増大することも考えられる。このため、施設を延命化し機能を確保（リスク管理）しつつ、維持・更新費用の中長期的なコスト削減（コスト管理）を図りながら、計画的な修繕・更新を行っていくための維持管理手法の策定が求められた。

リスク・コスト管理を行うためには、樋門の維持管理方針を従来の「事後保全型」から「予防保全型」へと転換する必要がある。本報では、①予防保全型へと転換した場合のコスト削減効果、②財政状況や健全度を踏まえた補修投資計画について述べる。

## 2. 維持管理方針の転換

これまでの樋門の維持管理は、主に部材の損傷が進行してから大規模な補修や更新を行う「事後保全型」が多かった。しかし今後は、樋門の延命化を図るため、定期的に点検を行い、損傷が大きくなる前に適宜補修を行い健全度を維持する「予防保全型」を目標とした。

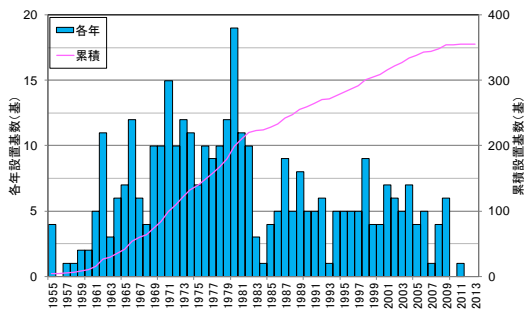


図-1 樋門の整備基数と建設年次

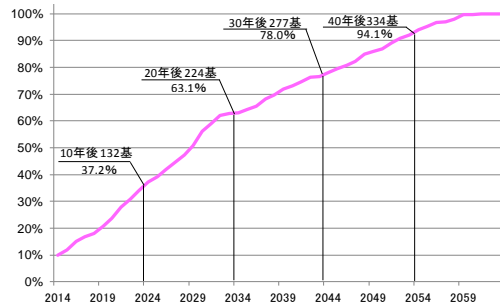


図-2 建設後50年を迎える樋門基数

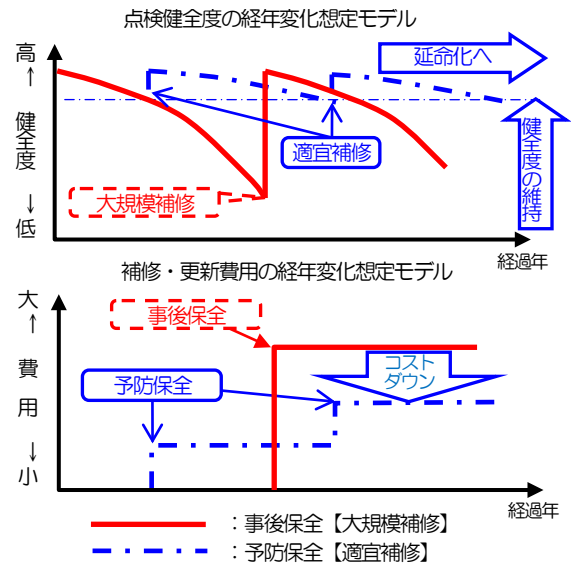


図-3 予防保全による維持管理のイメージ

### 3. 既往点検結果による現況健全度評価

既往点検結果をもとに、樋門の現況健全度を把握した。既往点検はコンクリート部材と鋼製部材のそれぞれを対象として実施されており、これらの点検結果を用いて現況健全度を整理・評価した。

#### (1) コンクリート部材の健全度評価

コンクリート部材の既往点検は、平成23年度に約140基が実施されており、点検結果に基づく健全度は、表-1に示すS-1～S-5の5ランクである。このうち、S-1～S-3は補修が必要、S-4及びS-5を補修が不要な健全度とした。

表-1 コンクリート部材の健全度ランク

健全度ランク	施設の状態
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態。近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態。補強では経済的な対応が困難で、施設の改築が必要な状態。
S-2	施設の構造安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態。補強を伴う工事により対策が可能な状態。
S-3	変状が顕著に認められる状態。劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態。
S-4	軽微な変状が認められる状態。
S-5	変状がほとんど認められない状態。

参考：農業水利施設の機能保全の手引き (H19. 3)

コンクリート部材は、門柱・操作台、翼壁、函体の3つに区分している。図-4に、代表として函体の健全度構成比及び損傷例写真を示す。補修が必要な健全度S-1～S-3の比率は全体の約4割（43%）となっている。

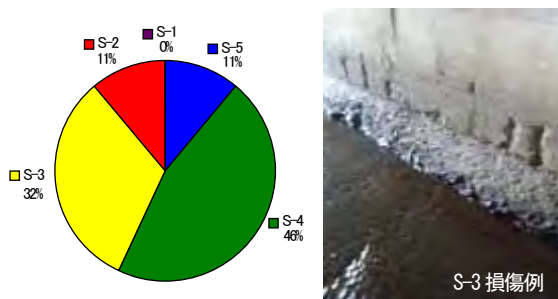


図-4 函体の健全度構成比及び損傷例写真

#### (2) 鋼製部材の健全度評価

鋼製部材の既往点検は、平成23年度に約100基が実施されており、点検結果に基づく健全度は、表-2に示す塗装劣化度判定A～Dの4ランクである。このうち、A及びBは補修が必要、C及びDを補修が不要な健全度とした。なお、点検においては多くの鋼製部材を対象としているが、本報では代表的な扉体、戸当り、管理橋、門柱手摺、開閉機の5部材を対象とした。

表-2 鋼製部材の健全度ランク

健全度ランク	施設の状態
A	全体にさび、ふくれ、はがれ等の発生が見られ著しく劣化が進んでいる状況
B	全体に小さなさび、ふくれ、はがれ等の発生が見られ、部分的には比較的大きな発生が見られる状況で、かなりの劣化が進んでいる状況
C	極小さな劣化は見られるが、劣化部分以外は健全な状況
D	異常なし、または極小さな劣化が見られる状況

参考：機械工事塗装要領(案)・同解説 (H22. 4)

図-5に、鋼製部材の代表として扉体の健全度構成比及び損傷例写真を示す。補修が必要な健全度A及びBの比率は全体の約2割（19%）となっている。

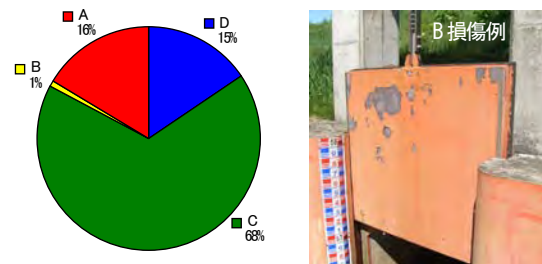


図-5 扉体の健全度構成比及び損傷例写真

### 4. ライフサイクルコストの算出

維持管理方針を予防保全型へと転換することによる補修・更新費の中長期的コスト削減効果を確認するため、ライフサイクルコストを算出する。

計算にあたっては、健全度が何年程度で低下していくか（劣化予測式の作成）、健全度に応じた補修費はいくらか（補修単価・数量の設定）等を想定する必要がある。

#### (1) 劣化予測式の作成

環境条件や設置年代、使用条件等によって施設の劣化速度はそれぞれ異なるため、個々の施設でそれぞれ劣化予測を行うことが望ましい。しかし、点検回数が少ないなど、劣化状態を推定するための情報量が乏しい場合には、その点検結果が通常値であるか特異値であるかを判断することが困難であり、劣化予測の精度は低下する。

このような場合には、全ての施設を同一条件下のものにとらえ、得られた全ての点検結果から統計処理等で健全度推移を予測した「標準劣化予測式」を作成することによって、情報量の少なさを補うことができる。

本報においても、詳細な各部材の点検データが少ないことなどから、全施設の標準劣化予測式を作成するものとし、個々の施設での劣化予測は今後の課題とした。

また、標準劣化式の作成においては、補修実績や既往文献等に示された年数等も踏まえるものとした。

標準劣化予測式の作成は、まず①経過年数に対する相対度数分布を作成し、②各健全度の平均経過年数を算出する。次に、③平均経過年数を二次曲線化し、④各健全度の推移年を設定し、劣化予測式を作成する。なお、これは点検結果に基づくものであり、本報ではまだデータ数が不足していることから、補修実績や既往文献等に示された年数等との検証を行う。

図-6にコンクリート部材の門柱・操作台における劣化予測式の作成例を示す。

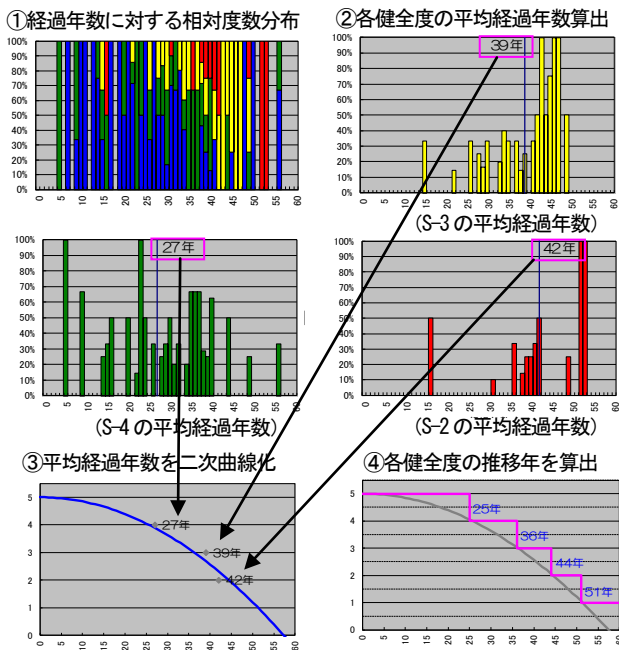


図-6 劣化予測式作成例（門柱・操作台）

コンクリート部材（門柱・操作台、翼壁、函体）の劣化予測式は表-3のとおりとなった。部材別の健全度推移年はほぼ同じであることから、これらを平均してコンクリート部材として統一することとした。

表-3 コンクリート部材の劣化予測式

部材名	健全度推移年（年）			
	S-4	S-3	S-2	S-1
門柱・操作台	25	36	44	51
翼壁	26	37	45	52
函体	27	38	46	54
平均	26	37	45	52

同様に、鋼製部材（扉体、戸当り、管理橋、門柱手摺、開閉機）においても表-4のとおり各部材の健全度推移年はほぼ同じとなったことから、これらを平均して鋼製部材として統一することとした。なお、次節にて述べるとおり、ライフサイクルコストの計算にあたっては、健全度Bにおいて全面塗装を、健全度Aにて取替とする方針である。ここで、全面塗装および取替の計画年数について、補修実績および既往文献等を用いて妥当性検証を行

うこととした。「河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)（平成20年3月）」（以下、マニュアルと称する）においては、扉体の塗替塗装年数を10～20年程度としている。また、今回収集した鋼製部材の補修実績では、平均すると概ね15年程度で補修を実施している。よって、表-4で設定した健全度B推移年である14年は、全面塗装の計画年として妥当と判断した。

次に、マニュアルにおいては、扉体の取替年数を56年としている。表-4で設定した健全度A推移年（取替年数）18年は、点検実績から年数を算出しており、経過年数20年程度で塗装されている実態があることから、取替年数を算出するデータとして妥当とはいえない。このことから、健全度A推移年はマニュアルより56年とした。

表-4 鋼製部材の劣化予測式

部材名	健全度推移年（年）		
	C	B	A
扉体	10	15	18
戸当り	11	16	20
管理橋	10	14	18
門柱手摺	9	13	16
開閉機	11	15	19
平均	10	14	18

## (2) 延命化対策の設定

樋門のコンクリート部材、鋼製部材について、延命化対策が必要な健全度ランクに応じた補修・取替更新等の工法を検討し、それぞれ補修数量・単価を設定した。

### a) コンクリート部材

延命化計画におけるコンクリート補修は、各種健全度部材、コンクリート損傷（ひび割れ、剥離・剥落、摩耗、欠損、目地劣化等）に適用可能な補修工法である断面修復工法を採用した。

断面修復材については、管内の樋門が位置する上川地方は冬期の気温が低く凍害劣化が懸念されることから、耐凍害性に優れる高強度モルタルを用いるものとした。

### b) 鋼製部材

鋼製部材における健全度Bは、全体に小さな損傷が見られることから全面塗替塗装による補修とした。また、健全度Aは、全体に著しく劣化が進んでいることから取替更新とした。なお、扉体・戸当りの更新については、より耐食性の高いステンレス部材への取替更新とした。

## (3) 予防保全型へと転換した場合のコスト縮減効果

旭川開発建設部が管理する約350基の樋門に関する今後50年間のライフサイクルコストを試算した結果は表-5及び図-7のとおりである。

これより、事後保全型から予防保全型へと転換することによって、今後50年間では約20億円ものコスト縮減効果を期待できる。ただし、初期は予防保全型の方が高価

であり、初年度には約11億円の補修費が集中する。このため、予防保全型へ転換するにあたっては、この補修費集中への対応を検討する必要がある。

表-5 ライフサイクルコスト比較一覧表

	事後保全	予防保全	事後-予防
総費用 (50年間)	724億円	522億円	202億円
年平均費用 (7年)	14億円	1.0億円	0.4億円
最大費用 (7年)	4.6億円	11.3億円	-6.7億円

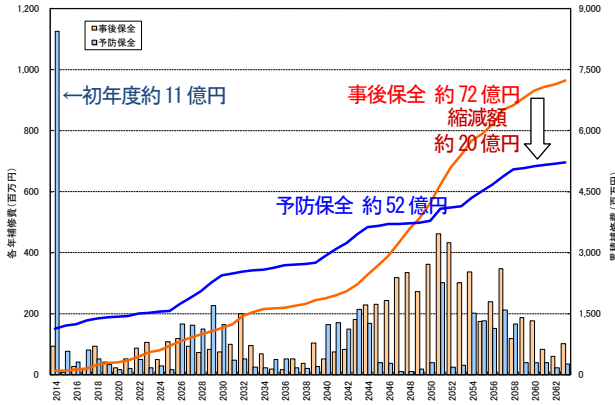


図-7 ライフサイクルコスト比較グラフ

## 5. 財政状況や健全度を踏まえた補修投資計画

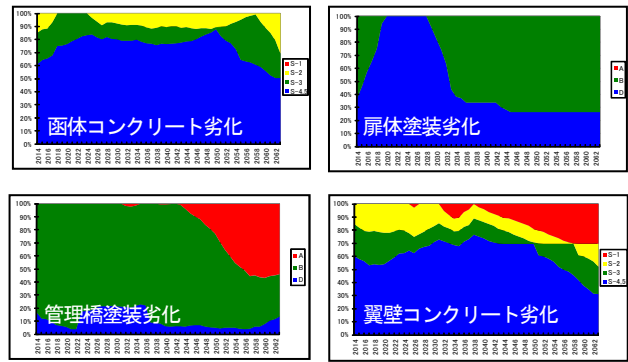
事後保全型から予防保全型へと維持管理方針を転換することによって、長期的には大幅なコスト削減効果を期待できる一方で、初年度に補修費が集中する。よって、投資額シミュレーションを行い補修投資計画を検討することにより費用の平準化を図るものとした。

予算制約下において、より効果的に樋門を維持管理するためには、補修の優先順位を設定する必要があるため、部材の健全度・治水的重要性、施設重要度といった観点から、樋門における補修優先順位を設定した。

初年度の補修費集中への対策としては、一定期間の重点投資期間を設ける方法が考えられる。重点投資額の設定にあたっては、施設全体の健全度の推移を踏まえて投資期間・投資額を設定する必要がある。

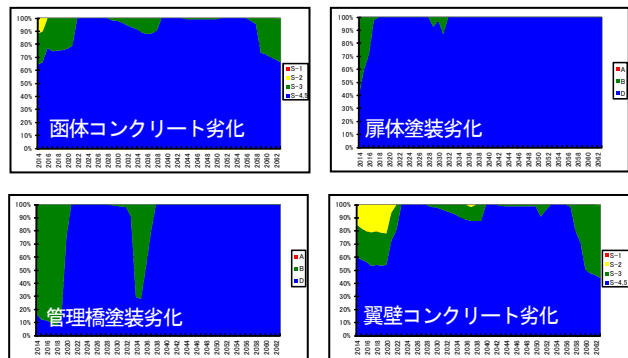
初期10年間に1.5億円/年投資した後、0.5億円/年投資した場合の健全度推移を図-8に示す。図より、投資が不十分なため重点投資期間終了時点でも健全度は回復しておらず（図中、赤や黄色が残っている状態）、それ以降も施設全体の健全度が低下していくことがわかる。

初期10年間に2.0億円/年投資した後、1.0億円/年投資した場合の健全度推移を図-9に示す。図より、健全度が目標とする維持管理水準を満足できない（図中、黄色）のはわずかであり、概ね満足していると考えられる。これより、初期10年間の投資額は2.0億円/年、11年目以降の投資額は1.0億円/年が妥当と考えられる。



■ ■ : 予防保全型の維持管理水準以下の健全度ランク

図-8 健全度推移 (1.5億円/年×10年→0.5億円/年)



■ ■ : 予防保全型管理の維持管理水準以下の健全度ランク

図-9 健全度推移 (2.0億円/年×10年→1.0億円/年)

## 6. おわりに

旭川開発建設部が管理する樋門約350基について、今後、計画的な修繕・更新を行っていくために、予防保全型の維持管理方針への転換が必要と判断した。

ライフサイクルコスト算出の結果、事後保全型から予防保全型へと転換した場合、今後50年間で約20億円ものコスト削減効果を期待できることがわかった。

ただし、予防保全型へ転換した場合、初年度に補修費が集中する。よって、投資額シミュレーションを行い補修投資計画を策定し、費用の平準化を図った。

この結果、初期10年間に重点投資期間として投資額を2.0億円/年、11年目以降を1.0億円/年とすれば、目標とする維持管理水準を満足することがわかった。

本報は、点検データが少ない中で検討した結果であるため、今後は点検データを蓄積し、劣化予測等の再検討を行い、計画の見直しを行うことが必要と考えている。

また、将来的にはサイクル型維持管理体系を構築することにより、効果的・効率的な維持管理を目指していきたいと考えている。