機械設備の長寿命化の計画の検討

牧田　吉弘[1]・蔦谷　猛司[2]

[1]近畿地方整備局　近畿技術事務所　施工調査・技術活用課（〒573-0166 大阪府枚方市山田池北町11-1）

[2]近畿地方整備局　淀川河川事務所　管理課　（〒573-1191 大阪府枚方市新町2-2-10）.

淀川淀川河川事務所が管理する河川管理施設は規模が大きい施設や設置後30年以上経過している施設が多い。これらの施設は今後急速に老朽化することが見込まれ、厳しい財政制約の中、既存の河川管理施設を効率的に活用し適切かつ確実に維持管理・更新を進めることが求められている。このような背景のもと、効率的・効果的な河川管理施設の長寿命化計画を作成することを目的とし、点検・整備・更新等を判断するための手法について検討を行ったものである。

キーワード　長寿命化，維持管理，更新計画

1. はじめに

淀川河川事務所管内水門設備は下記図1に示すとおり、1970年代から1980年代に建設された施設が、全58施設のうち39施設（67%）を占める。水門設備の耐用年数は40から50年といわれており、今後10～20年の間に取替・更新等の対策を施さなれければならない施設が急増することが予想される。コスト縮減を求められた財政下においては従来通りの予防保全を前提とした取替・更新は予算計画上成り立たず、従来の信頼性を維持することが難しくなってきているので効率的な維持管理計画が求められている。

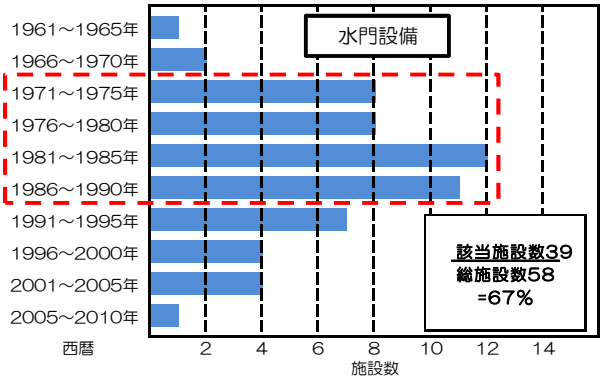


図1　淀川河川事務所が管理しているゲート設備の建設年代と施設数

揚排水機場ポンプ設備においても昭和42年に建設された大島排水機場を始め1970年代から1980年代に建設されており、排水機場においても図２に示すとおり、今後10～20年間の間に取替更新が必要となってくる。

今回の検討は効率的な維持管理計画を立て、設備の機能を維持しながらコスト縮減・予算の平準化を図っていくものである。

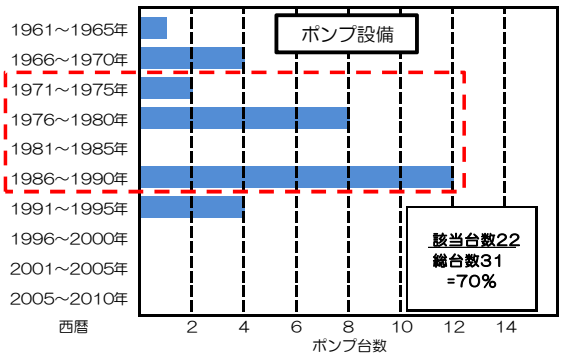


図２　淀川河川事務所が管理しているポンプ設備の建設年代と施設数

2. 機械設備の更新・取替優先度について

１）優先度評価の必要性

従来の施設取替・更新は点検結果等や経過年数を勘案して施設管理者が判断を行っていた。

施設管理者による判断では施設管理者の個々の技術力の違いや考え方の違いにより主観が関与することも多いため、老朽化施設が膨大になる将来においては客観的な評価手法を元に取替・更新計画を立てる必要がある。

２）優先度評価について

平成２０年に監修された河川ポンプ設備等点検整備マニュアル（案）（以下「ポンプ設備マニュアル」）及び河川ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル（案）（以下ゲート設備マニュアル）で取替・更新について一定の考え方が示されている。今回の検討においてマニュアルの考え方に準拠し、より具体的な評価手法の構築を行った。

マニュアルにおいては用途における設備区分、社会的

影響度、機器の健全度、設置条件及び機能の適合性を総合的に勘案し、全実施の優先度を合理的に整理し、維持管理の最適化を図るものとしている。

３）維持管理の流れ

ゲート設備における一般的な維持管理の流れを図３に示す。通常の維持管理においては、実操作→点検→整備→実操作のサイクルを繰り返すが、経年劣化が進んだ場合や機能に不具合が発生した場合は診断を実施して必要に応じて機器等の整備や更新を実施する。

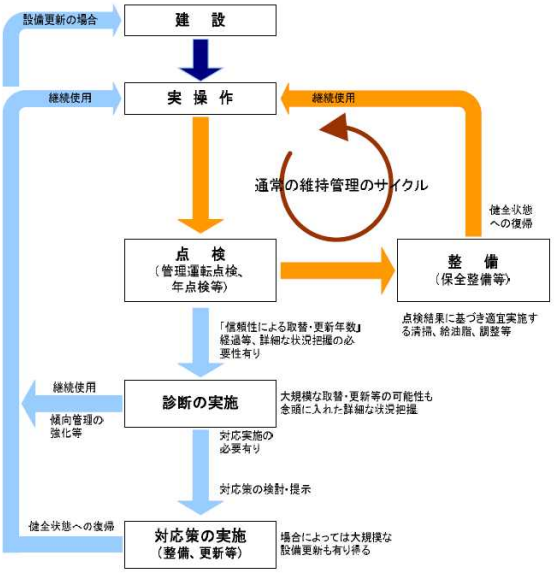


図３　維持管理の流れ

４）ポンプ設備マニュアル及びゲート設備マニュアル

マニュアルでは評価項目として下記の項目において評価を行っている。

①設備区分評価

評価区分はゲート・ポンプの機能・目的による区分である。機器・目的を失った場合を想定し、その影響が及ぶ範疇による区分とする。

各マニュアルによると致命・非致命で区分されている。

②社会的影響度の評価

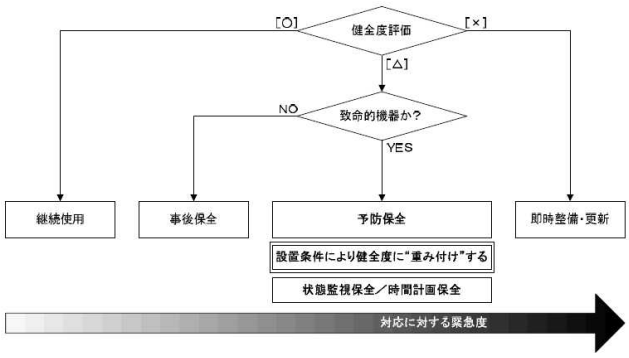
ゲート・ポンプ故障に起因する設備の社会的影響度あいによる区分である。設備・機器が故障により機能を失った場合を想定し、国民の生命/財産並びに社会経済活動に影響を及ぼす被害の大きさによる区分とする。

③健全度評価

健全度とは、設備の稼働及び経年に伴って発生する材料の物理的劣化や機器の性能低下・故障率の増加等、機器・部品の状態を表すものである。点検時等により評価され、不具合に応じて保全方策を実施する。

実際の保全策実施の流れを図４ 不具合発見時における保全対応の流れに示す。

図４　不具合発見時における保全対応の流れの流れ



５）維持管理手法の基本方針

ポンプ設備マニュアル及びゲート設備マニュアルの考え方にそって踏襲することを基本とした。

また、点検は毎年実施されることから評価のメンテナンス性を重視し、点検結果を毎年更新することで健全性が算出できるものとした。

優先度評価に当たり、点検結果と設備区分評価（機器の致命度）による健全度評価と社会的影響度と設備の設置条件による維持水準による大きく２つの項目で評価した。

各２つの評価項目について下記６）以降で説明する。

６）健全度について

健全度は点検結果と設備区分評価（致命度）からなる。

マニュアルにおいては点検結果に基づいて表１の評価を行っている。優先度評価は△評価について実施することとなっているため点検結果「B」について評価を行った。

表１　マニュアルにおける健全度の評価

評価	評価内容	判定	判定内容	健全度評価
A	現在支障が生じており、緊急に対策を講じないと、ゲート等の安全性、機能が確保できないもの、および日常管理業務に支障が生じるもの。	1	更新が必要である。	×
		2	整備が必要である。	
B	現状では支障が生じていないが、早急に対策を講じないと、数年の内にゲート等の安全性や機能に支障が生じるおそれのあるもの、および数年の内に日常管理業務に支障が生じるおそれがあるもの。	1	調整が必要である。	△
		2	給油が必要である。	
		3	塗装が必要である。	
		4	場合によっては更新が必要である。	
		5	場合によっては整備が必要である。	
C	現状では支障が生じていないが、このまま放置すると、将来、ゲート等の安全性や機能および日常管理業務に直接または間接的に影響を及ぼすと思われるもの。	1	整備が望ましい。	
		2	清掃することが望ましい。	○

設備区分評価（治水・利水等）についてはマニュアルに記載されている

河川用ポンプ設備においては故障により、排水機能が

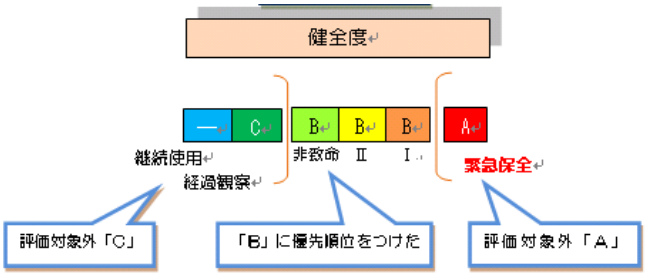
確保できないことを言う。ゲート設備においては必要な水密や扉体の開閉機能が確保できなくなることを言う。

本検討においては致命的機器においては表２のとおり更に細かく分け、予備機で能力を確保出来るかどうかで致命Ⅰ、致命Ⅱに分けた。

表２　致命度の評価内容

致命度	評価内容	不具合の事例
致命Ⅰ	維持管理上、特に注意を払うべき機器・部品	・エンジンの不具合により主ポンプの駆動が出来ない。 ・開閉装置本体の不具合によりゲートの開閉ができない。
致命Ⅱ	システムへの影響度に応じて保全方法を決定する、持管理上、注意を払うべき機器・部品	・潤滑油ポンプの不具合（予備機で対応可能な補機類） ・開閉装置のブレーキの不具合
非致命	一般的な維持管理を行うべき機器・部品	・扉体の塗装等 ・付属装置（手すり、防護柵等）の不具合

下記図５のとおり健全度を評価していく上で、Ａを緊急保全とし、Ｃを経過観察とした。マニュアル通りＢについて維持水準を勘案して総合評価を実施する。



点検結果	致命度	健全度	対応
A	→	A	緊急保全
B	致命Ⅰ	BⅠ	維持水準を考慮した総合評価により優先度を決定し、修繕計画を立てる。
	致命Ⅱ	BⅡ	
	非致命	B非	
C	→	C	事後保全
—	→	—	継続使用

図５　健全度評価

７）維持水準

社会的影響度と設備の設置条件による評価している。

マニュアルにおいて社会的影響度を評価する基本的な項目として被害規模と氾濫規模があり、それぞれの項目に被害総額、設備規模、集水面積とした。

表３　ポンプ設備における社会的要因項目

評価指標		評価項目		評価基準		ランク
社会的影響度	被害規模	財産	被害総計	2	被害額２兆円以上	a:密集 ２点 b:多い １点 c:少ない ０点
				1	被害額 5,000 億円以上２兆円未満	
				0	被害額 5,000 億円未満	
	氾濫規模	設備規模		2	規模大（計画排水量 100m³ /s 以上）	a:大規模 3~4 点 b:中規模 1~2 点 c:小規模 0 点
				1	規模中（計画排水量 20m³ /s 以上 100 ㎥ /s 未満）	
				0	規模小（計画排水量 20m³ /s 未満）	
		集水面積		2	浸水面積が 20km² 以上	
				1	浸水面積が 5km² 以上 20 ㎢未満	
				0	浸水面積が 5km² 未満	

ゲート設備においては下記表４のとおり被害規模、設備規模（扉体面積）、浸水面積とした。

表４　ゲート設備における社会的要因項目

評価指標		評価項目		評価基準		ランク
社会的影響度	被害規模	財産	被害総計	2	被害額２兆円以上	a:密集 ２点 b:多い １点 c:少ない ０点
				1	被害額 5,000 億円以上２兆円未満	
				0	被害額 5,000 億円未満	
	氾濫規模	設備規模		2	扉体の面積が 50m² 以上	a:大規模 3~4 点 b:中規模 1~2 点 c:小規模 0 点
				1	扉体の面積が 10m² 以上 50m² 未満	
				0	扉体の面積が 10m² 未満	
		浸水面積（想定氾濫区域）		2	浸水面積が 20km² 以上	
				1	浸水面積が 5km² 以上 20km² 未満	
				0	浸水面積が 5km² 未満	

マニュアルによる設置条件は当該機器の使用条件や環境条件等、健全度に影響する要素として評価を行うことになっている。

評価項目設定に当たり、ポンプ設備及びゲート設備で共通する項目については出来るだけ同一の項目とし、上屋や土砂堆積のようにゲートに特化した項目については ゲート設備のみの評価項目とした。

表５　ゲート設備における設置条件項目

評価指標		評価項目	評価基準		ランク
設置条件	使用条件	使用頻度	2	常用系設備	a:悪い２点 c:穏和 ０点
			0	待機系設備	
	環境条件	接水状況	2	塩水・汽水に接水（常時）	a:悪い２点 b:通常 １点 c:穏和 ０点
			1	淡水に接水（常時）	
			0	常時節水しない（運転時のみ、を含む）	

表６　ポンプ設備における設置条件項目

評価指標		評価項目	評価基準		ランク
設置条件	環境条件	接水状況	2	塩水・汽水に接水（常時）	a:悪い 3~4 点 b:通常 1~2 点 c:穏和 0 点
			1	淡水に接水（常時）	
			0	常時接水しない（洪水時のみ接水する、を含む）	
		開閉装置の上屋	1	開閉装置の上屋なし	
			0	開閉装置の上屋あり	
		土砂堆積	1	設備に影響を与える土砂堆積が多い	
			0	設備に影響を与える土砂堆積が少い	
	使用条件	使用頻度	2	常用系のゲート設備	a:悪い 3~4 点 b:通常 1~2 点 c:穏和 0 点
			1	待機系で利水用ゲートと連動するゲート設備または潮位で操作するゲート	
			0	待機系のゲート設備	
		荷重状態	1	常時閉である（扉体等の構造部に水圧がかかっている）	
			0	常時開である（扉体の構造部に水圧がかかっていない）	

下記図６のとおり社会的要因項目と設置条件の総合評価で維持水準を算出する。

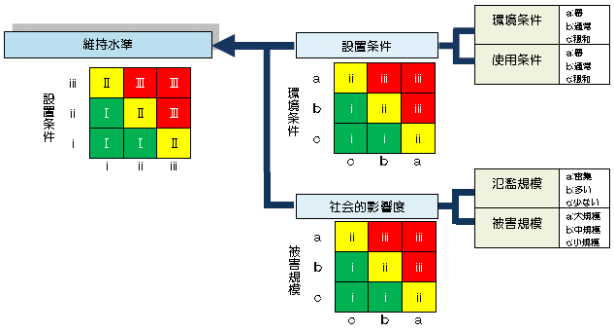


図５　維持水準評価

3. 維持管理手法のケーススタディ

今回構築した優先度評価手法を用いて淀川大堰の評価を行った。評価に先立ち既存の点検項目を元に機器の致命度や維持水準を反映させた評価シートを表７のとおり作成した。

表７　淀川大堰健全度評価シート

表８のとおり、維持水準と健全度のマトリクスで総合評価をする。総合評価に当たり、健全度ＢⅠランクはより修繕の優先度が高いため健全度に重点を置いたマトリクスとした。

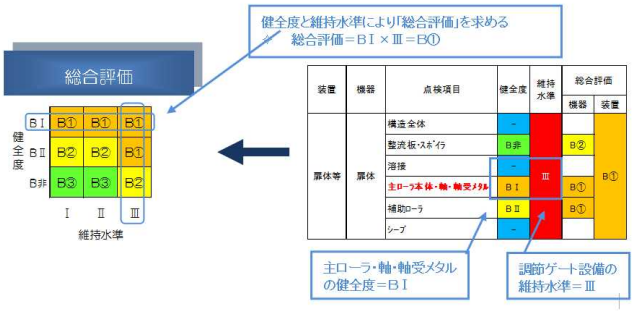


表８　総合評価

4.長寿命化計画の検討

今後の維持管理計画においては限られた財源の中で効率的かつ効果的な計画が求められる。設備の補修・更新を優先度を決めて計画的に実施するための短期保全計画及び今後５０年間で必要となる修繕・更新費を把握するための長期保全計画を作成した。

１）短期保全計画

現実的な修繕・更新計画を立てるために５年を目処に優先度を決定する。優先度は図５の健全度評価のＡを最優先とし、表８で算出される総合評価（B①、B②、B③）の順位で評価を行い、修繕内容を整理し、修繕・取替・更新費用の優先度を決定する。また、同ランクの評価については計測データの傾向や過去の故障履歴を考慮して計画を立てる。

２）長期保全計画

予算の平準化を目的に今後５０年間の修繕・更新費を把握するために計画を立てる。当初５年間は短期保全計画とするが、６年以降は時間保全計画とする。６年以上不具合を放置すると設備の機能に支障が出ることと不具合は経年により増えるため、６年後以降に評価手法を用いた計画が立てることが困難だからである。

３）淀川大堰における計画

①従来の計画

予防保全を念頭に置き、標準的な修繕・取替・更新計画を行うと今後５０年間では９９．５５億円となる。

②維持管理手法を用いた計画

維持管理手法による総合評価を用いた場合には今後５０年間で８８．６４億円となった。

５.結論

長期保全計画では５０年間で１１億円であった。適切な取替・更新・修繕の優先度を決めることで予算の縮減及び平準化した計画を実施できる。

６今後の課題

総合評価により修繕更新計画を立てられるが、経年や計測データの傾向で発生した不具合でなく突発的に発生した故障対応を見込んだ長・短期保全計画を立てていきたい。

参考文献

河川用ゲート設備点検・整備・更新権等マニュアル（案）

河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル（案）