

平成22年度
「農業水利施設の機能保全の手引き
ー頭首工ー（ゲート設備）」
の策定について

農村振興局

平成22年4月20日

農林水産省

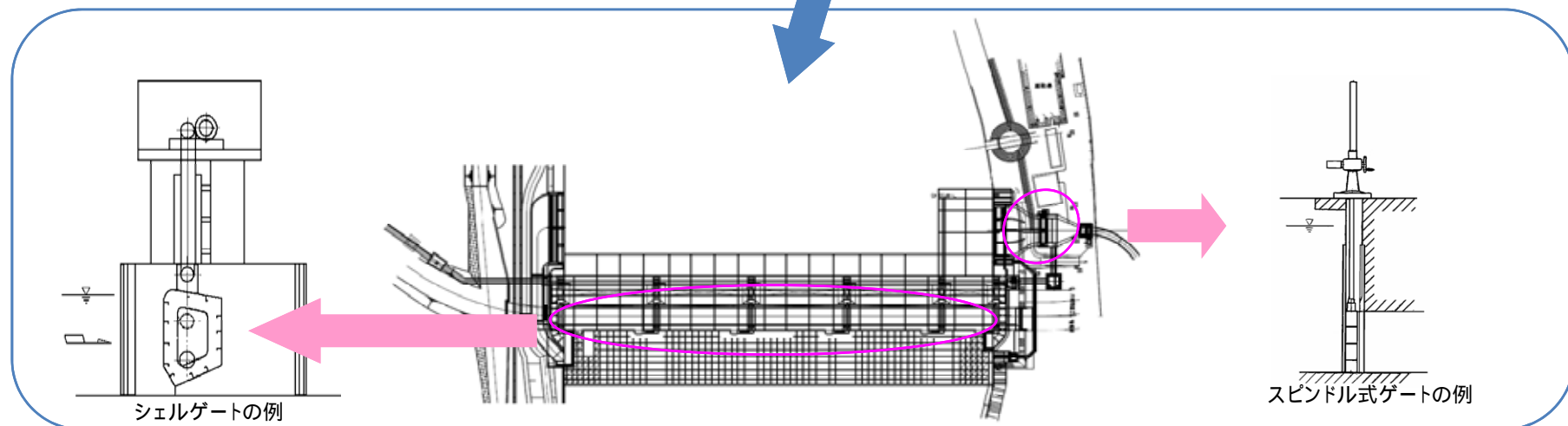
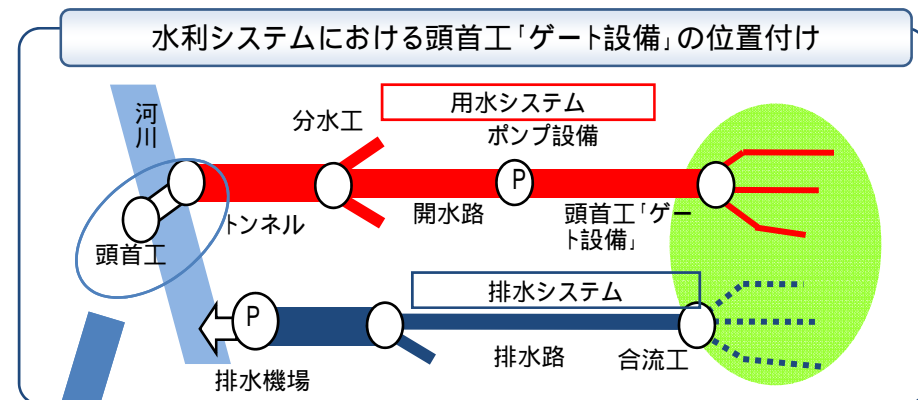
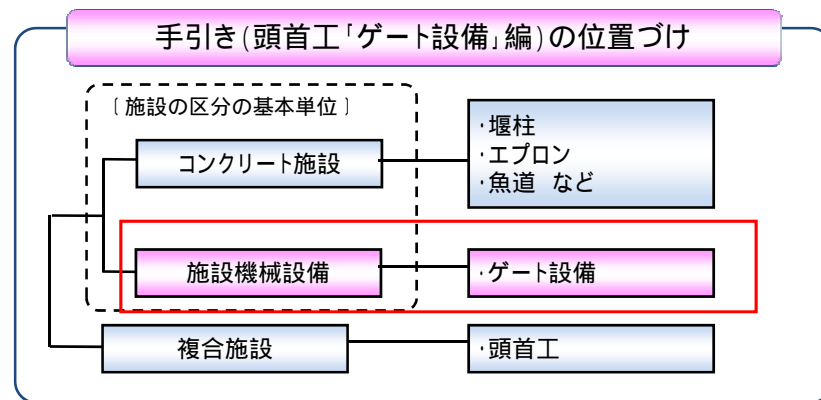
構 成

1. 手引き(頭首工「ゲート設備」編)の位置け
2. 頭首工「ゲート設備」の機能保全に関する基本的考え方
3. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ

1. 手引き(頭首工「ゲート設備」編)の位置付け

「農業水利施設の機能保全の手引き」の工種別編である頭首工編は、複合施設としての観点及び複合施設のうち、コンクリート施設の観点で手引きを検討

ゲート設備などの施設機械設備は、コンクリート施設と異なり、装置、機器類等の集合体であり、その寿命も短く性能管理の考え方も異なるため、コンクリート施設とは分離して、手引きを検討

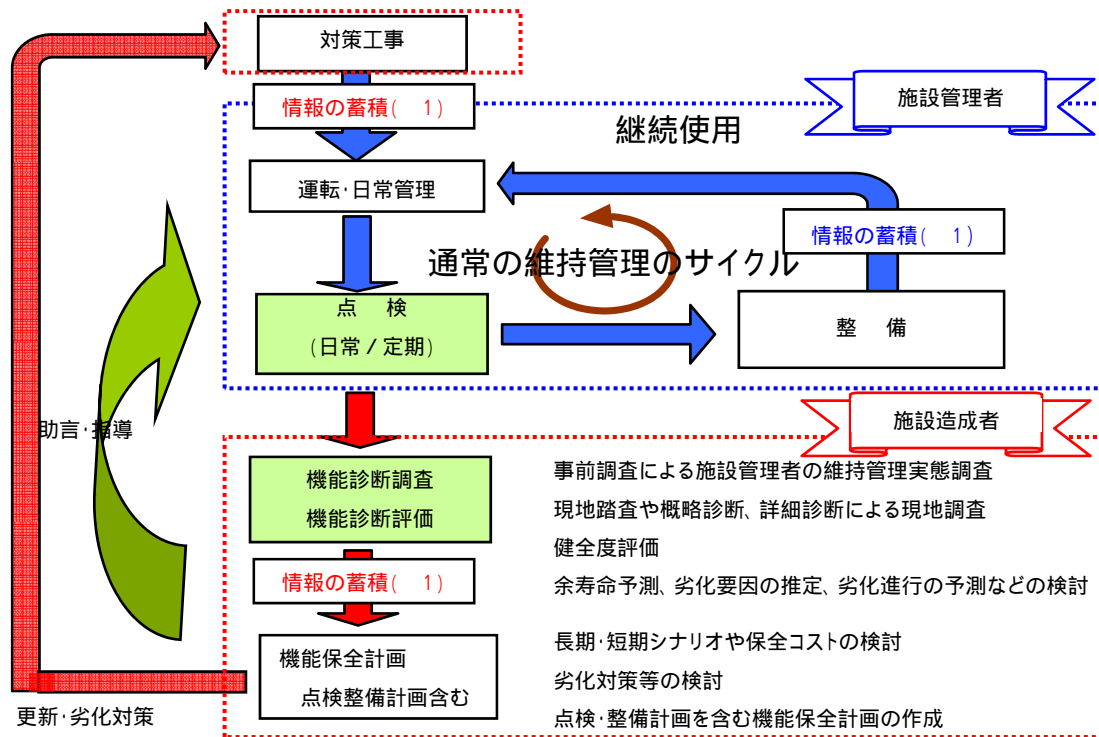


2. 頭首工「ゲート設備」の機能保全に関する基本的考え方(1)

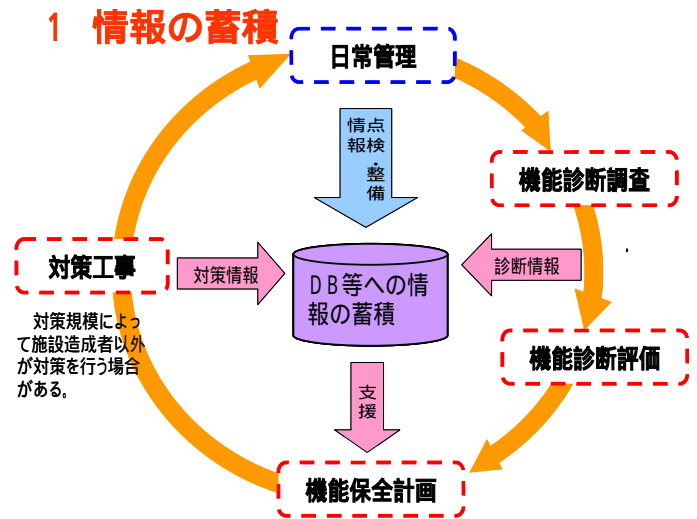
● ゲート設備の特性を踏まえた取組（基本事項）

ゲート設備などの施設機械設備はコンクリート施設と異なり、多数の機器・部品から構成された集合体であり、これを動作させることにより、その機能を発揮するものである。このため、日常管理におけるメンテナンスが非常に重要であり、適正な点検・整備がされれば、長寿命化を図ることが可能である。このため、施設造成者は施設管理者との連携を図り、状況に応じて適切な助言を行うことが必要である。

施設造成者は施設管理者との連携



・診断結果を基に、機能保全計画(点検・整備計画含む)を立案し、管理者に対し指導・助言



2. 頭首工「ゲート設備」の機能保全に関する基本的考え方(2)

● ゲート設備の特性を踏まえた取組（合理的・経済的な機能保全）

ゲート設備は、扉体・戸当り・開閉装置を構成する機器・部品等の集合体であり、水中・大気中・屋内といった設置環境や経過年数、使用頻度により特徴的な変状・劣化を示すので、それらに着目し適切な機能保全の検討を行うことが、合理的な機能保全を行う上で必要である。

合理的・経済的機能保全の検討要素

設備・部位等の重要度や劣化が設備に及ぼす影響度

設備・部位の重要度をA～Cに区分

(設備の例: A:取水堰・取水口ゲート、B:魚道ゲート、C沈砂池ゲート)

(部位の例A:桁材、Bスキンプレート、C水密ゴム)

(劣化影響度の例A:腐食、B:戸当りの摩耗、C:塗膜厚)

重要度の低いC区分の設備は機能保全の対象外

重要度、劣化影響度の低いC区分の部位は、設備の健全度評価に用いない

耐用年数、使用時間、使用頻度(常用型、待機型)などの使用条件

使用条件に応じた点検・整備計画を立案

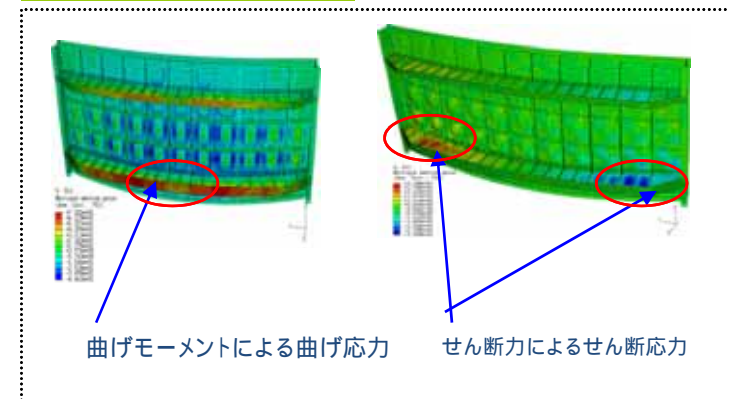
区分		月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	点検周期の例
重要度 A	常用系	出水期						●	●	●	●	●			毎月1回
		非出水期	○	○	○	○	◎							○	○
	待機系	出水期						○	○	○	○	○			毎月1回
		非出水期	○		○		◎							○	
重要度 B	常用系	出水期							●		●				1回/2ヶ月に延長
		非出水期	○		○		◎							○	
	待機系	出水期							○		○				1回/2ヶ月に延長
		非出水期		○			◎							○	
重要度 C						◎								必要に応じて実施	

凡例：◎年点検、○管理運転点検、●運転時点検

最大応力発生箇所、水中、大気中、乾湿部、水質などの使用環境

劣化要因を分析すると共に、最大応力の発生箇所や劣化の生じやすい箇所などに着目し、点検時のポイントを管理者に指導・助言

最大応力発生箇所の例



(参考) 頭首工「ゲート設備」の性能低下要因と現象

劣化の要因と現象

1) 機械的要因

回転部、摺動部、接触部の摩耗
機械的衝突、機械的負荷の繰り返しによる疲労(き裂、破損)
引張、曲げ、ねじれ応力によるひずみ等

2) 化学・電気的要因

水との接触による腐食
異種金属間の接触による腐食

3) 環境的要因

気象条件(温度変化(季節、昼夜等)、凍結等)に起因する変形・破壊等
日光(紫外線)、酸素(オゾン)による塗膜劣化
塵埃、湿気等による電気系統の絶縁劣化
流砂等による摩耗(扉体母材、塗膜)
ゴミ等による塗膜損傷、扉体と戸当りとの間隙へゴミ等がかみ込むことによる操作不良に起因する扉体・戸当りの変形、水密ゴムの損傷

4) その他要因

ネズミ等によるケーブルの食害、蛇の機側操作盤内侵入によるショート
鳥害(開閉装置への鳥の巣の影響、鳥の糞による腐食)



繰り返し使用によるワイヤーの素線切れ



ローラとの摩耗による戸当り損傷



水との接触によるスキンプレート(水面側)腐食



ローラ動作不良による摩耗



ゴミのかみ込みによる水密ゴムの損傷

2. 頭首工「ゲート設備」の機能保全に関する基本的考え方(3)

● 頭首工「ゲート設備」の性能管理

ゲート設備は、長年の使用により経年劣化して健全度が低下し、対策を講じなければやがて構造物の性能の限界を迎え、使用不能となる。しかし、様々な機器・部品等の集合体であるゲート設備は点検・整備などにより適切な時期に機器・部品等の補修や交換を行うことにより、供用期間の延伸が期待できる。機能保全は設備を構成する部材や機器類及び部品類の補修、交換が主となるため、機能診断により、計測結果や、耐用年数等から余寿命を算出し、適切な時期に保全を行うことが必要である。

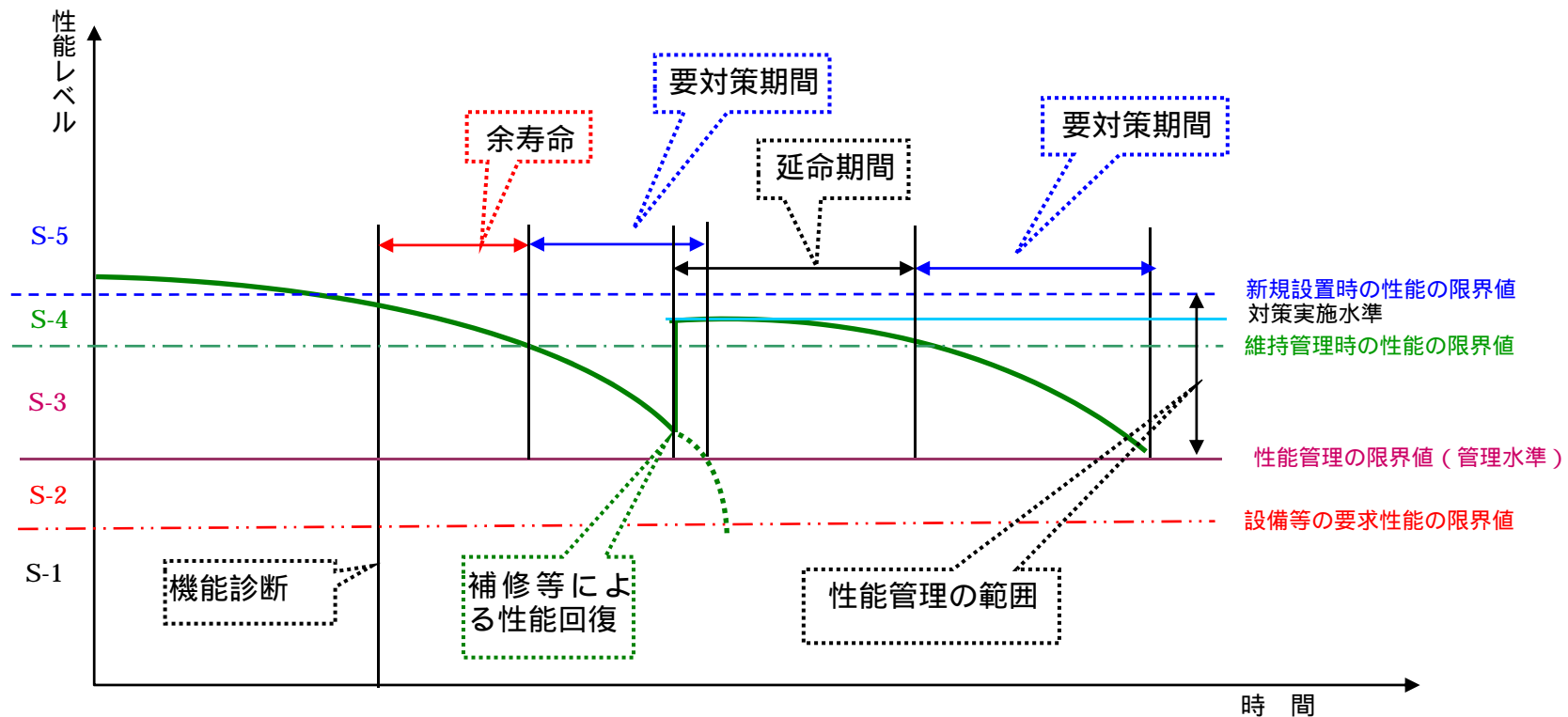
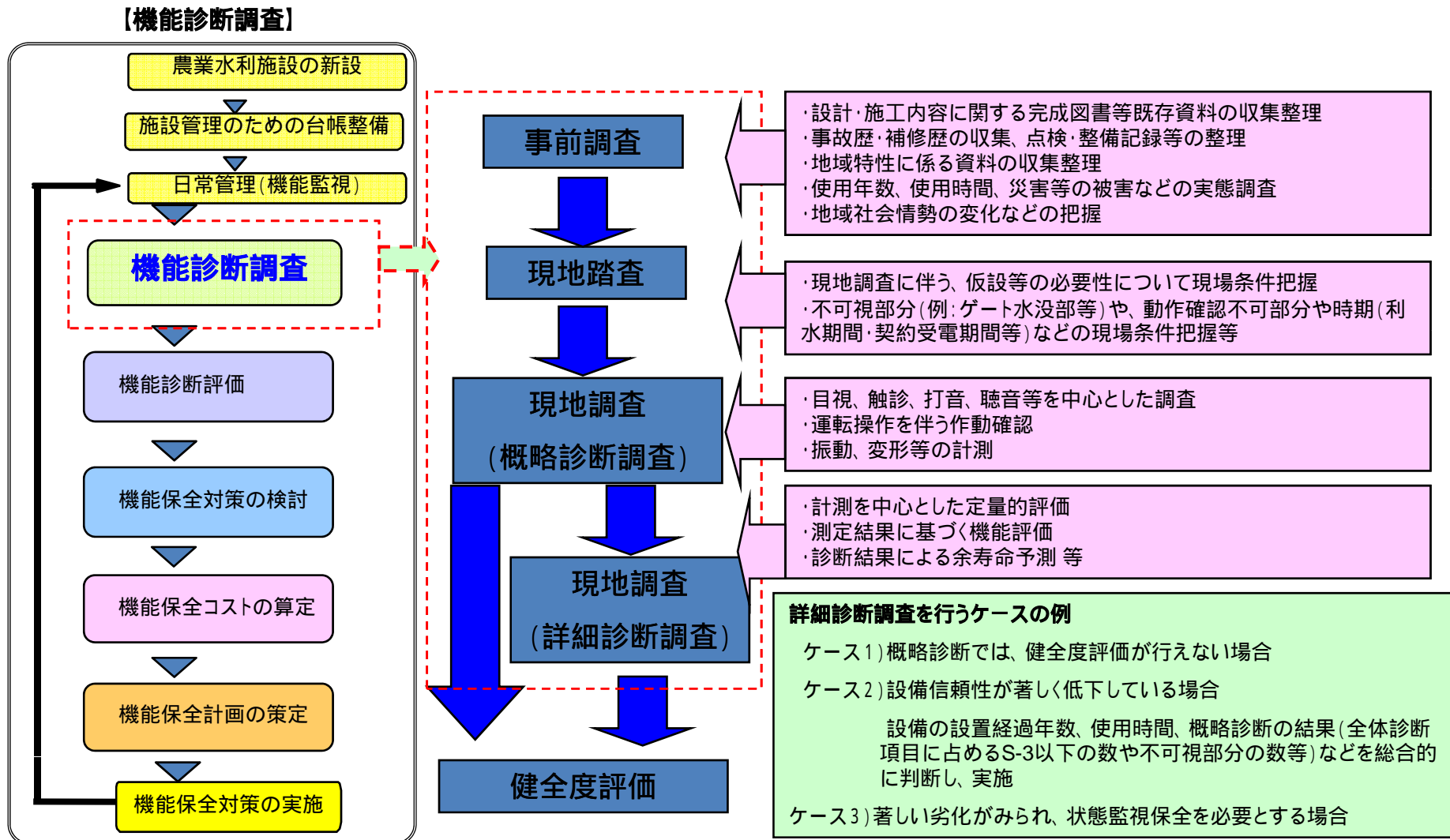


図 健全度と余寿命

3. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能診断調査)

機能診断調査は、事前調査、現地踏査、現地調査(概略診断調査、詳細診断調査)の順に行う。概略診断調査は、五感や簡易な計測による診断であり、概略診断調査のみでは健全度評価が出来ない場合は、専門技術者が計測器等を用いた定量的調査等を行う詳細診断調査を実施する。



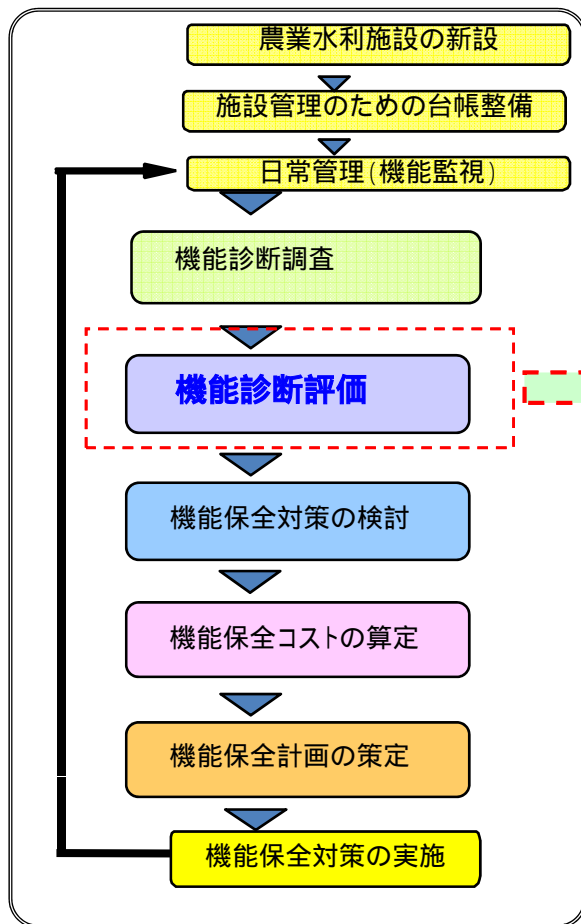
3. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能診断評価)(1)

機能診断調査による健全度評価は、設備の部位毎の性能指標による評価を中心として行う。なお、健全度S - 4、5を対策不要の性能レベルとする。

S - 3以下は劣化対策を必要とし、S - 2は至急対策が必要なレベルであり、致命傷となる部位において対策が必要な場合や、S - 3レベルの劣化が進行して、S - 2となる場合などがある。

S - 1レベルは至急劣化対策が必要であるが、設備等の信頼性が著しく低下しており、補修では経済的な対応が困難な状態、あるいは、機器の陳腐化により重要部位等の代替品の入手が困難な状態としており、設備信頼性、構造安全性のみでなく経済性や修復性等も加味する必要がある。

【機能診断評価】



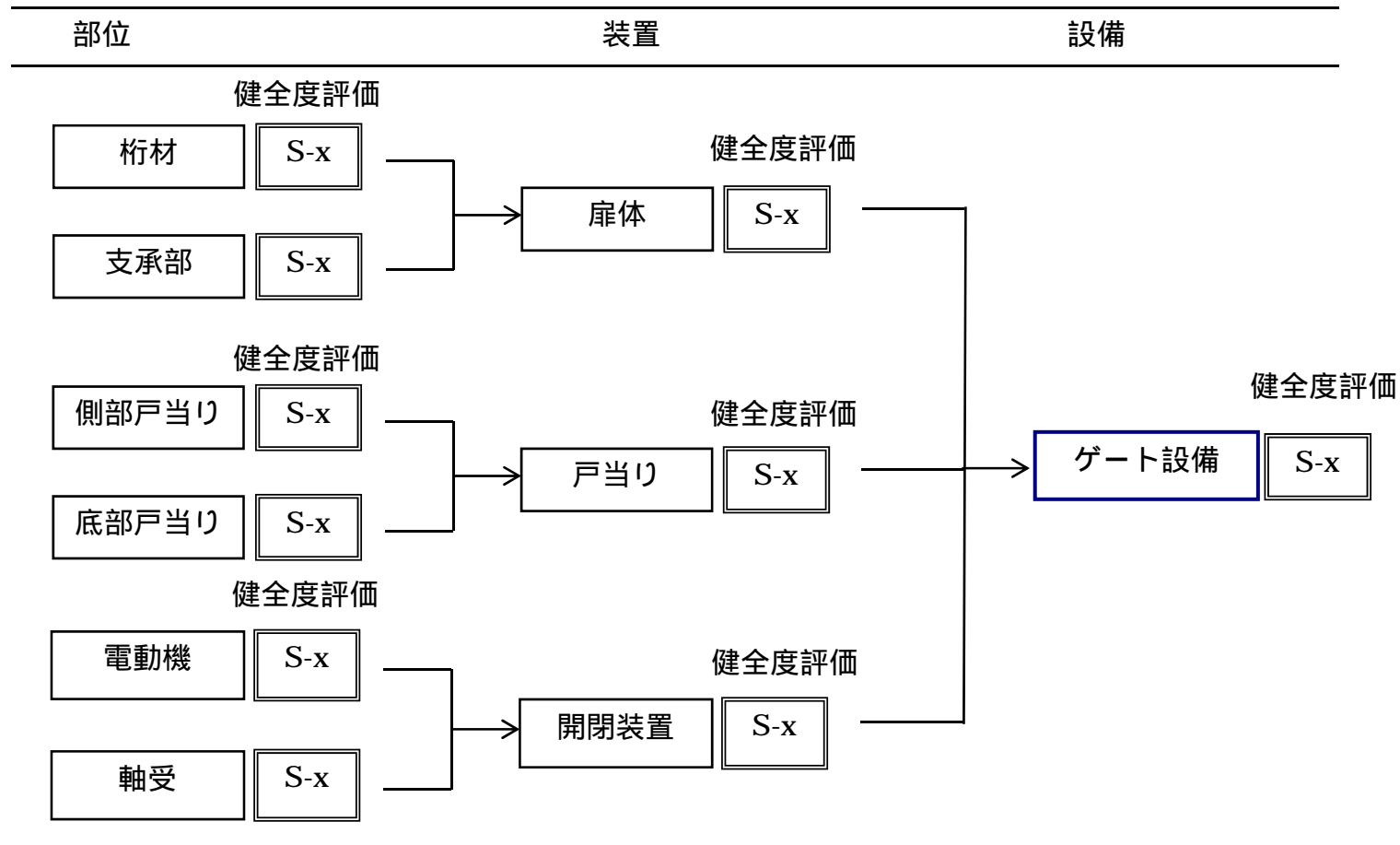
【健全度評価の考え方】

健全度ランク	部位・装置・設備の状態	現象の目安の例	対策の目安
S-5	・異常が認められない状態	新設時点とほぼ同様の状態	対策不要
S-4	・軽微な劣化がみられるが、機能上の支障は無い状態	軽微な変形や、摩耗が認められるが基準値内であり、機能上の支障は無い状態	継続監視 (予防保全)
S-3	・放置しておくとも機能に支障がでる状態で、劣化対策が必要な状態	調査結果が基準値を超過するなど、劣化対策が必要な状態	劣化対策
S-2	・機能に支障がある状態 ・著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	・調査結果が基準値を著しく超過するなど、至急劣化対策が必要な状態 ・ゲートの開閉に支障をきたすような変形が見られる状態	至急劣化対策
S-1	・設備等の信頼性が著しく低下しており、補修では経済的な対応が困難な状態 ・近い将来に設備の機能が失われるリスクが高い状態 ・本来的機能及び社会的機能における性能が総合的に著しく低下している状態	・調査の結果、部位等のS - 3、S - 2評価が多く、補修よりも更新(全体・部分)した方が経済的に有利な状態 ・重要部位等が機器の陳腐化により、代替品の入手が困難であり、対策に緊急を要する状態	更新 (全体・部分)

3 . 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能診断評価)(2) 9

健全度評価は部位、装置、設備単位で評価する。
個々の部位・装置の健全度から設備全体に与える影響度等を考慮して、設備全体の総合的な健全度を評価する。
健全度評価の結果は対策、更新の要否、対策の優先順位等に活用

部位・装置・設備の健全度評価イメージ



3 . 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能診断評価)(3)

装置の健全度は部位の重要度、診断項目の影響度を考慮し、評価する。
 設備や装置の健全度評価は装置や部位毎の評価のに係る劣化内、健全度の一番低いものを設備や装置の健全度の目安とし、S - 2、S - 3の総数やエンジニアリングジャッジなども含めて判断すればよいが、最終的には経済性や修復性等、その他の要求性能も考慮し、総合的に判断する。また、装置・部位にかかわらず、陳腐化による部品等の入手困難性があり、かつ至急劣化対策が必要な重要部位の場合などはS - 1評価も視野に入れる。

部位・装置・設備の健全度評価方法の例

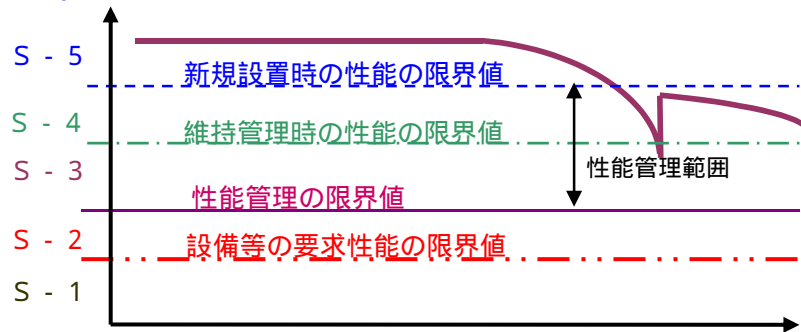
機器	部位	部位の重要度	診断項目	劣化の影響度	健全度評価 (部位)	健全度評価 (装置)	健全度評価 (設備)
扉体	スキンプレート	B	板厚測定	A	S - 3	S - 3	S - 2
	桁材	A	板厚測定	A	S - 3		
	水密ゴム	C	硬度測定	C	S - 2		
戸当り	戸当り	A	変形	A	S - 2	S - 2	S - 2
開閉装置	シーブ	A	作動状況	A	S - 3	S - 3	S - 2
	電動機	A		C	S - 3		
	開度計	C		C	S - 2		

経済性や修復性等も加味して客観的・総合的に評価する必要

3. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能診断評価)(4)

設備や装置のS-1評価は、本来的機能及び社会的機能に具備する性能の総合評価により、判定する。
 設備に求める要求性能は地区毎により、異なるため、地区の実情を把握し要求性能レベルを設定
 S-1評価の検討要素は本来的機能は機能診断、社会的機能は事前調査等により把握し、長期シナリオへ反映

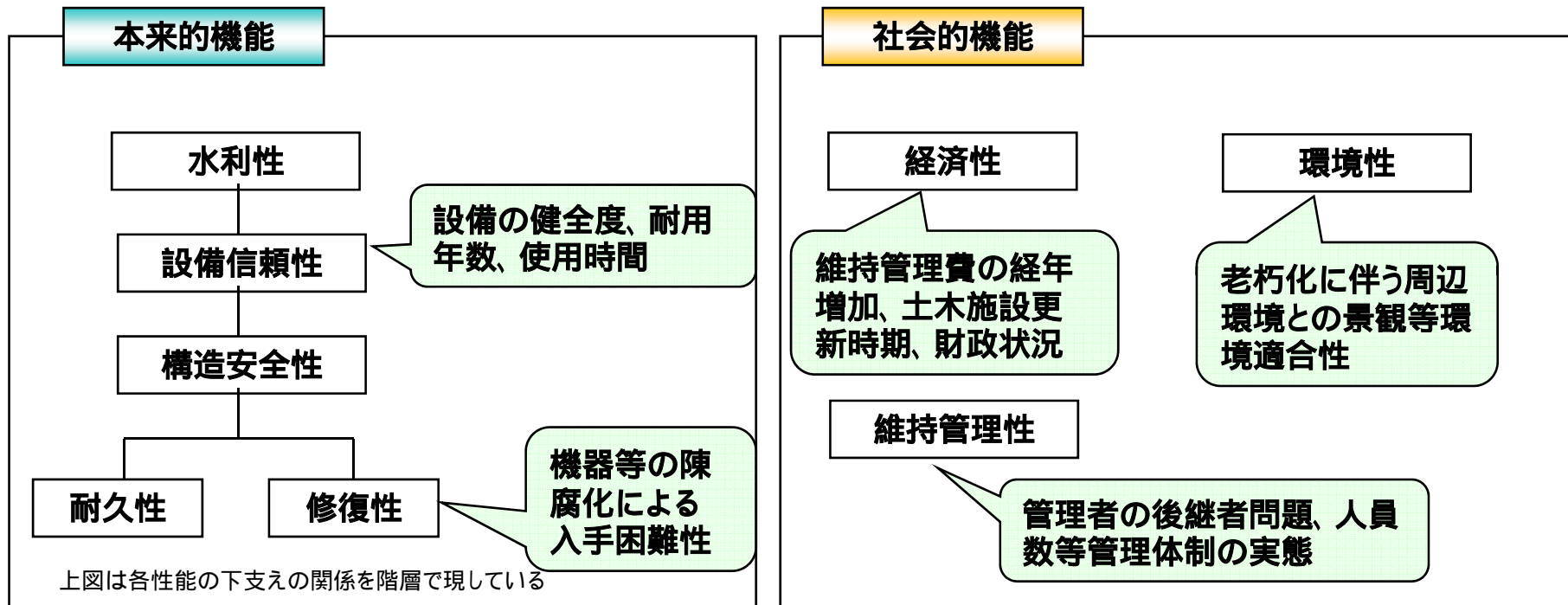
S-1評価(更新の要否)に用いる要求性能レベルの設定イメージ



S-1評価の要求性能レベル

機能診断結果(本来的機能)が、S-2、S-3であっても、要求性能の総合評価(社会的機能も考慮)により、S-1となる場合もある。

S-1評価(更新の要否)の主な検討要素の例



(参考) 部位毎の健全度評価手法(基本的な考え方)(1)

部位の健全度はS - 5 ~ S - 2で評価を行い、S - 5は新品同様、S - 4は多少の劣化はみられるが機能診断結果問題なしを目安とする。なお重要な部品の陳腐化などの入手困難性が考える場合はS - 1評価を用いる。

判定基準値を超えたものは、S - 3もしくは、S - 2の判定とする。

予防保全の考え方として、S - 3と判定された場合はそのまま放置せず、必要な劣化対策を行うことが前提であるため、施設管理者への適切な指導・助言が必要となる。ただし、重要な部位や診断項目ではS - 4で維持させることが原則のため、S - 3に移行する前に手当する必要がある。

S - 3及びS - 2は対策の優先順位の目安とする

【解説】

判定方法の考え方の例

例1) 塗装自身の重要度はCレベルであるが、塗装箇所が桁材などの重要部位であり、桁材に顕著な腐食の進行が見られる場合には、S - 2と評価し再塗装する。

例2) 接地抵抗測定の場合は判定基準値を超えた場合、事故による人体への影響が懸念されるので、S - 3という評価は行わず、S - 2と判定する。

例3) 桁材の板厚については、許容応力度(S - 4)を超えたものについては、耐力に余裕がある場合でも、法令順守の観点からS - 3評価は行わず、S - 2と判定する。

例4) 水密ゴムなど劣化した場合でも、事後保全の対策でも問題ない場合はS - 2の判定は行わず、S - 3までの判定とする。

(参考) 部位毎の健全度評価手法 (概略診断調査「塗装状態」の例) (2)

概略診断調査







塗装状態 (扉体等)



劣化範囲が全体の20%以上の場合

判定基準例

概略診断評価		健全度	塗膜の劣化判定
劣化範囲の状態	浮錆の状態		
良好	無し	S-5	異常なし
20%未満	軽微	S-4	塗膜の防食性は維持されている
20%以上	多い	S-3	何らかの処置を施さなければならない状態
	著しい	S-2	早急に塗膜を塗り直さなければならない状態

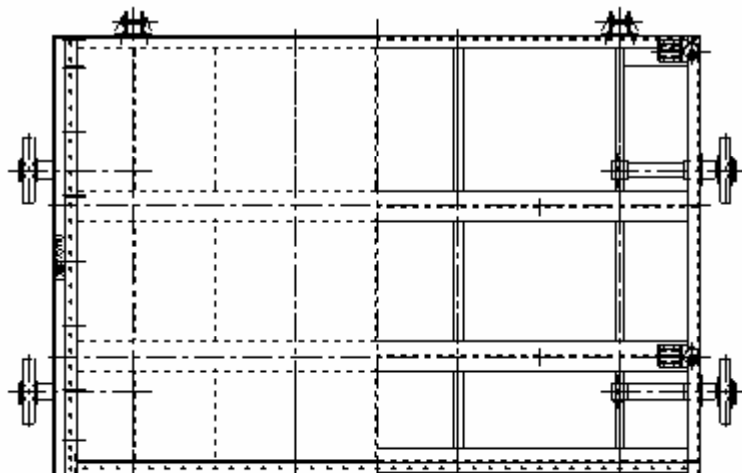
発錆状態	健全度
X < 	無し(S-5)
 X < 	軽微(S-4)
 X < 	多い(S-3)
 X	著しい(S-2)

発錆状態が著しい場合

(参考) 部位毎の健全度評価手法 (詳細診断調査「板厚測定」の例) (3)

詳細診断調査

板厚測定 (スキンプレート・桁材等)

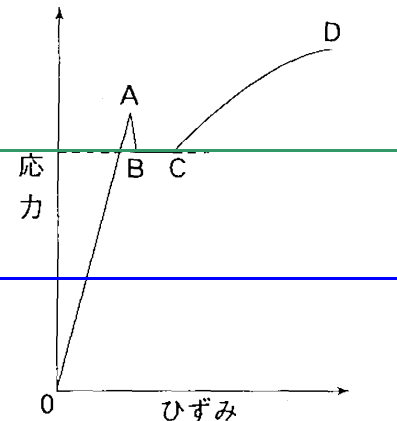


降伏点強度100%

S-2

降伏点強度50%

S-4 ~ S-5



上図は、常時荷重を採用した場合の例

判定基準例

健全度	状態	現象例
S-5	異常が認められない状態	新品と同等の状態
S-4	軽微な劣化がみられるが、支障は無い状態	設計板厚以上 (応力度が許容応力度未満等) 基準値未満
S-3	放置しておくに機能に支障がでる状態	法令遵守の観点から S - 3 評価は行わない
S-2	著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	設計板厚未満 (応力度が許容応力度以上等) 基準値以上

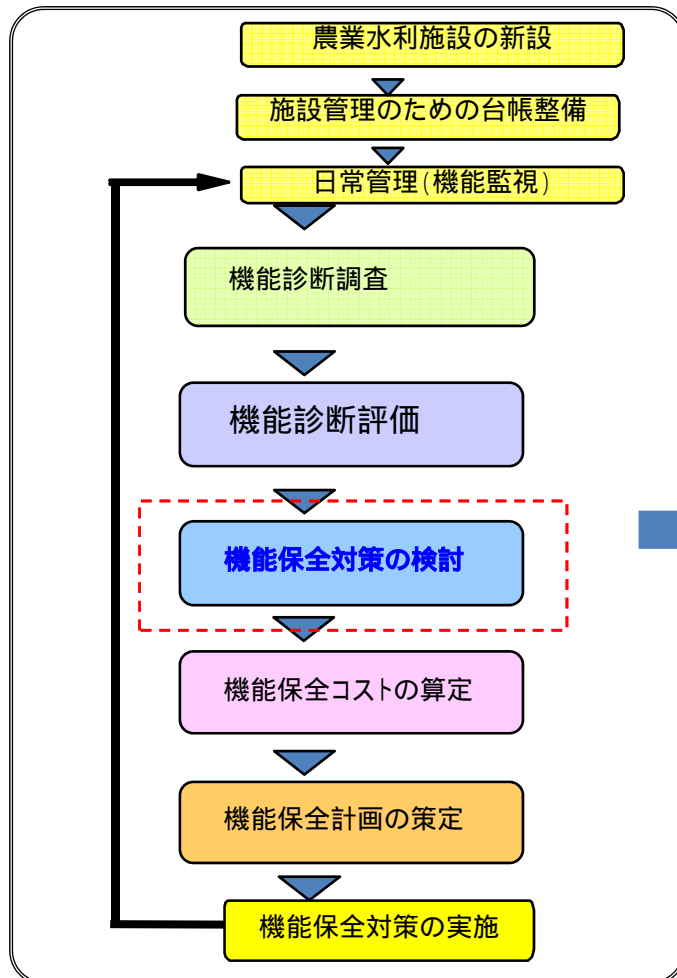
上表に示す設計板厚は、局部座屈をおこさない、かつ許容応力度を超えない最小の板厚をさす。

4. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能保全対策の検討)

性能低下予測は、設備を構成する装置・部位機器・部品等毎に対策が必要となる時期や方法を比較検討するとともに、設備全体としての対策実施の要否、その時期を明らかにすることを目的として実施する。劣化特性や劣化予測の把握の可否を十分に踏まえて将来予測(余寿命予測)を行う。

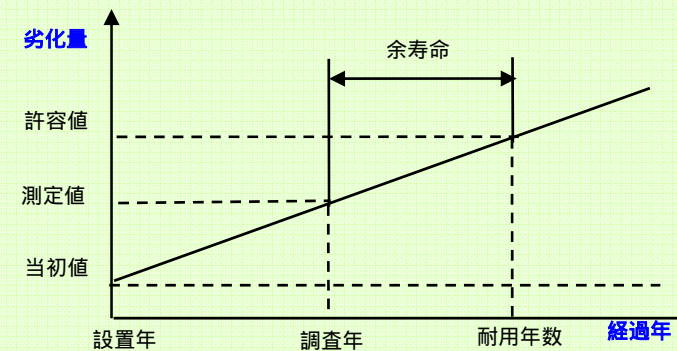
性能低下予測は、計測結果に基づく、定量的予測と、耐用年数等の定性的予測に分類される。

【機能保全対策の検討】



【性能低下予測】

計測による定量的余寿命



注) 許容値: 設備の機能上、支障を及ぼさない程度の劣化量

板厚余寿命算出の例)

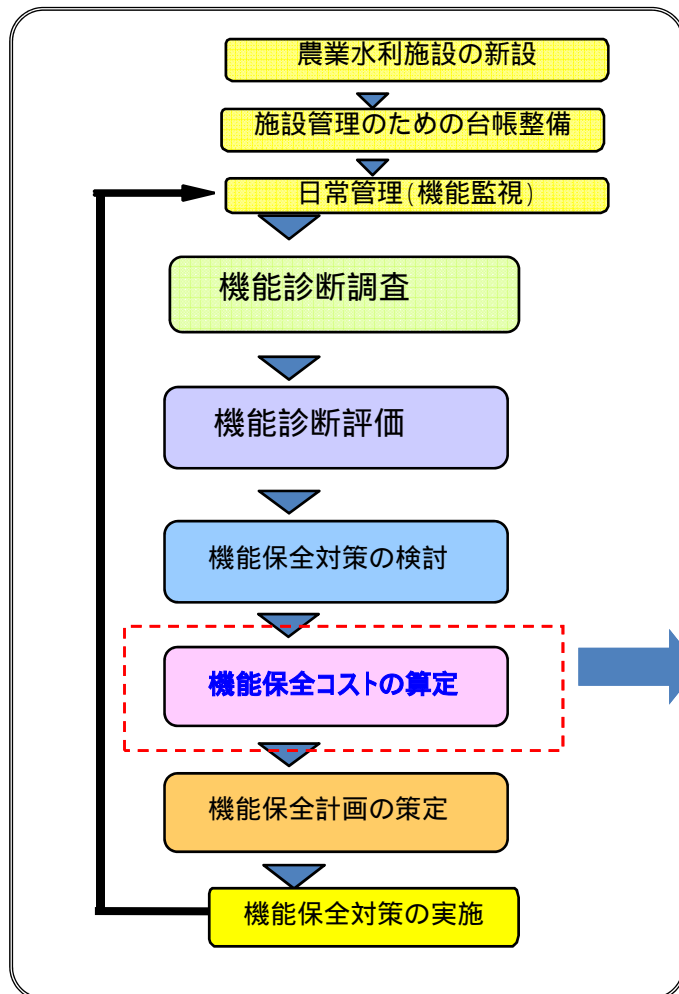
$$\text{余寿命(年)} = \frac{(\text{平均計測板厚} - \text{必要板厚})}{\text{板厚年間減少量}}$$

参考耐用年数による定性的余寿命

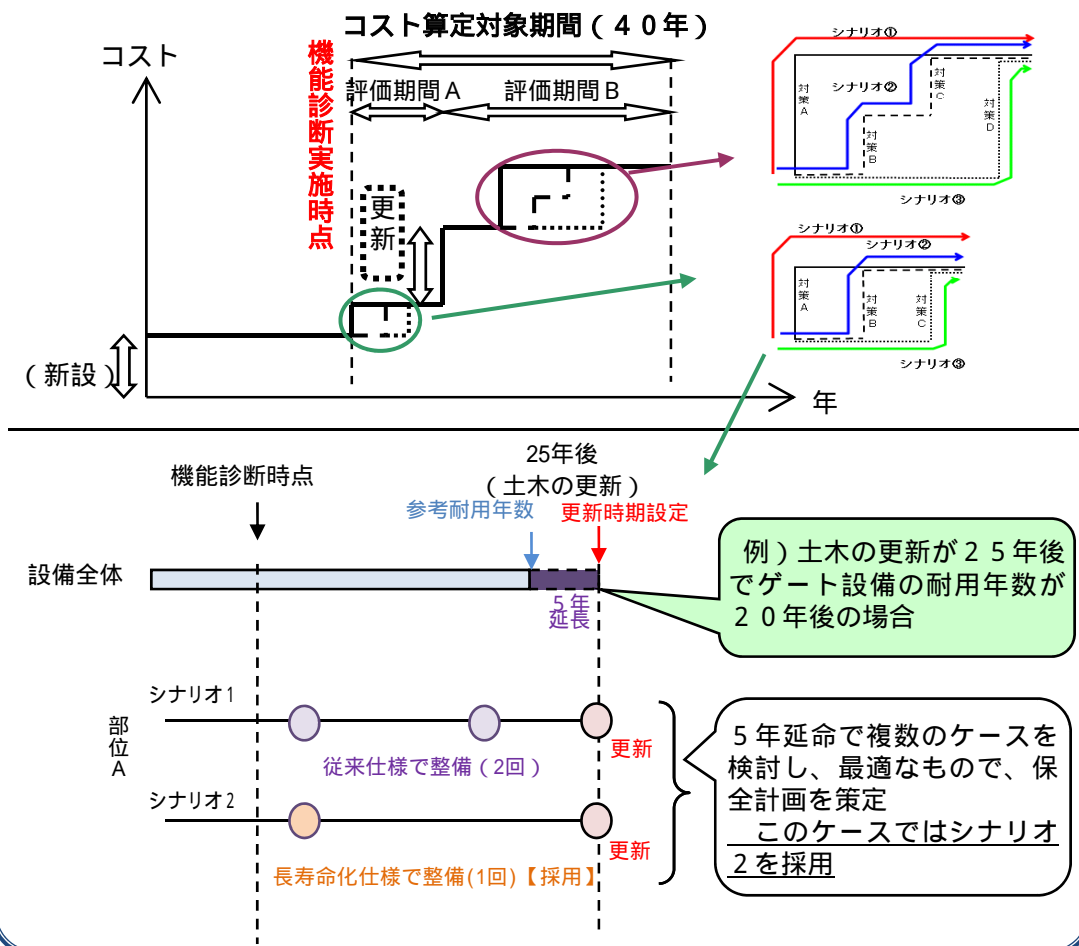
4. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能保全コスト算定)

コンクリート施設との同期化等も考慮し、更新時期の目安を設定。
その更新時期に合わせ、各部位毎の劣化対策を組み合わせて、複数のシナリオを作成。

【機能保全コストの算定】



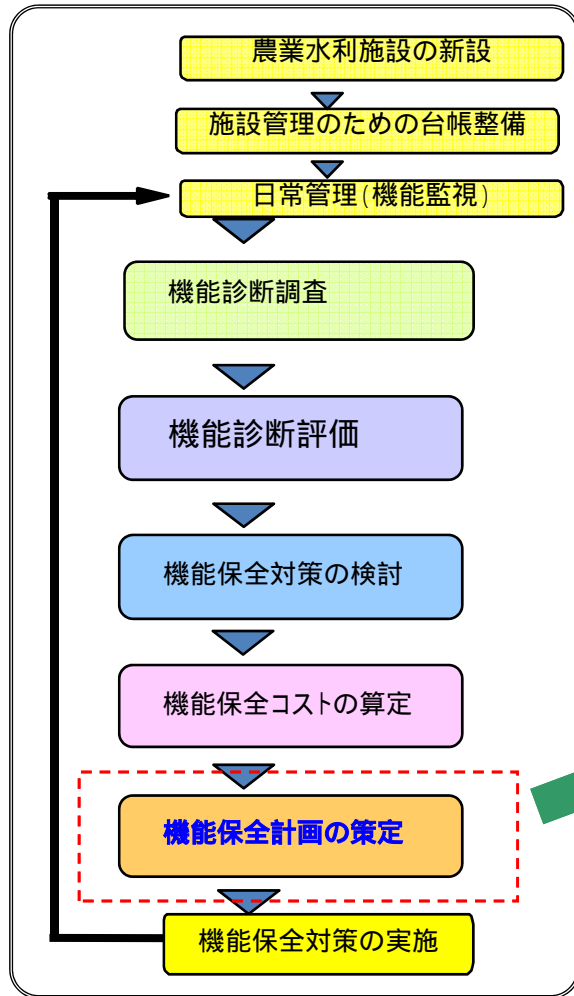
【機能保全コストの算定イメージ】



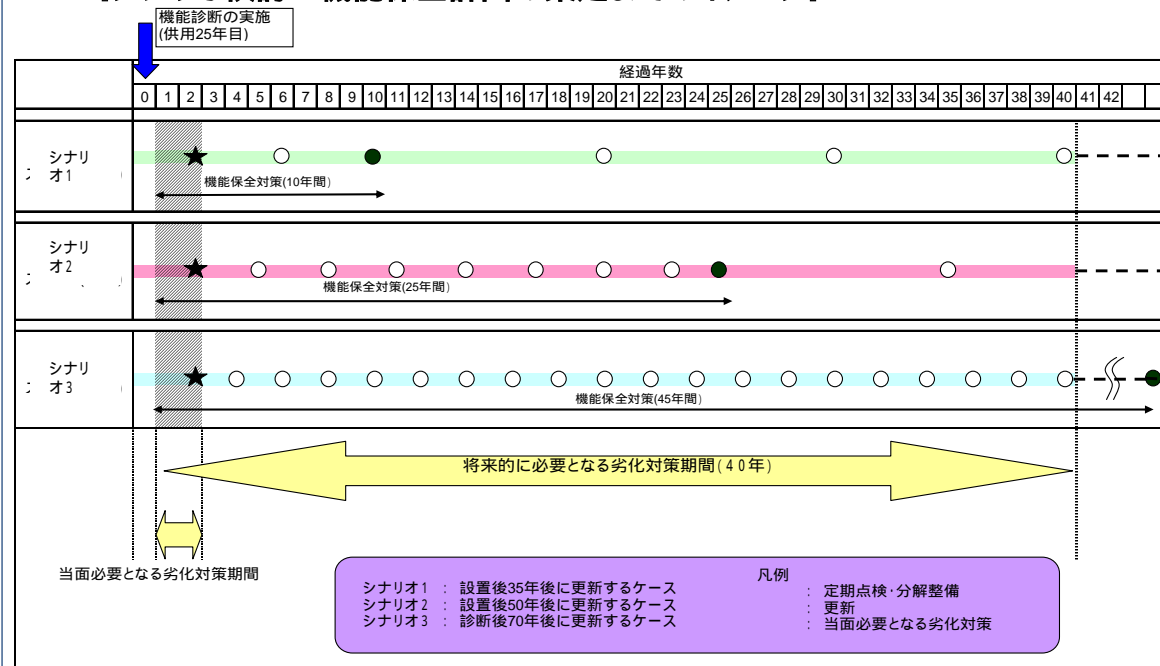
4. 頭首工「ゲート設備」の機能保全の流れ(機能保全計画の策定)

機能保全計画は、診断結果に基づく短期計画と、診断後40年の長期スパンでみた長期計画を策定する。
 設備の状態や、重要度、稼働形態を加味した合理的な点検・整備計画を立て、施設管理者に助言・指導

【機能保全計画の策定】



【シナリオ検討～機能保全計画の策定までのイメージ】



【点検・整備計画作成のイメージ】

区分	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	点検周期の例	
重要度 A	常用系	出水期					●	●	●	●	●			毎月1回	
		非出水期	○	○	○	○	⊙						○	○	毎月1回
	待機系	出水期						○	○	○	○			毎月1回	
		非出水期	○		○		⊙						○		1回/2ヶ月
重要度 B	常用系	出水期						●		●				1回/2ヶ月月に延長	
		非出水期	○		○		⊙						○		1回/2ヶ月月に延長
	待機系	出水期							○	○					1回/2ヶ月月に延長
		非出水期		○			⊙						○		1回/3ヶ月月に延長
重要度 C					⊙									必要に応じて実施	

凡例: ⊙年点検、○管理運転点検、●運転時点検