

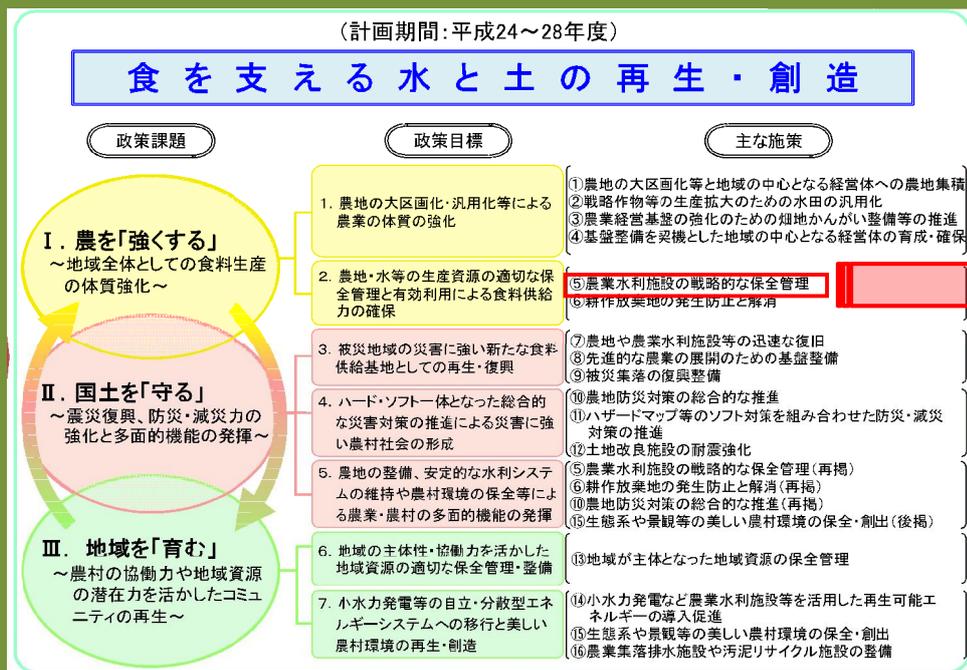
平成26年度～平成27年度

# 農業土木部会活動報告

## 1. 農業土木部会の紹介

- 会員：26名
- 部会活動：各月の第3月曜日に2時間程度の活動
- 活動実績（H27.9月末まで）
  - ・平成26年度 … 5回実施（平均出席率 70%）
  - ・平成27年度 … 7回実施（平均出席率 70%）

## 2. 土地改良長期計画について



### 3. 農業水利施設における保全管理の取り組み

#### 1) 新成長戦略「元気な日本」復活のシナリオ（H22.3月 閣議決定）

##### 社会資本ストックの戦略的維持管理等

我が国の農業水利施設は、500箇所前後の施設が毎年更新時期を迎えることとなり、今後は国・地方の財政状況の逼迫等により、社会資本ストックの更新ができなくなるおそれがある。このように高度成長期に集中投資した社会資本ストックが今後急速に老朽化することを踏まえ、維持修繕、更新投資等の戦略的な維持管理を進める・・・ことが必要である。

#### 2) 「食料・農業・農村基本計画」（H22.3月 閣議決定）

##### 農業生産力強化に向けた農業生産基盤整備の抜本的見直し（国民の食料を支える基本インフラの戦略的な保全管理）

基幹的水利施設は、我が国の食料生産に不可欠な基本インフラであるが、国や地方公共団体、管理者の財政逼迫等により、これらの機能の将来にわたる安定的な発揮に不安が生じている。このため、リスク管理を行いつつ施設のライフサイクルコストを低減し、施設機能の監視・診断、更新等を機動的かつ確実にを行う新しい戦略的な保全管理を推進する。

#### 3) 「土地改良長期計画（平成24年～平成28年度）」（H24.3月 閣議決定）

##### 農を「強くする」（政策課題1）

【政策目標2】農地・水等の生産資源の適切な保全管理と有効利用による食料供給力の確保  
農業水利施設の戦略的な保全管理について

これまでの全面的な改築・更新に代え、機能の監視・診断等によるリスク管理を行いつつ、劣化の状況に応じた補修・更新等を計画的に行うことにより、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る戦略的な保全管理を推進する。

### 4. 部会活動テーマ

#### 農業水利施設をとりまく環境と、統一基準の必要性

##### ○グループ1【WG1】パイプラインにおける...活動

統一基準の必要性「水撃圧（ウォーターハンマー）計算手法」

メンバー）右田, 松田, 松本, 竹下, 樋渡, 大野, 山下（拓）, 山下（彰）, 田畑

##### ○グループ2【WG2】開水路工における...活動

ストックマネジメント（機能診断調査結果）に基づく施設状態評価

メンバー）塩入, 坂元, 大窪, 新西, 岩下, 阿多, 田尻, 永野

##### ○グループ3【WG3】頭首工における...活動

ストックマネジメント（機能診断調査結果）に基づく施設状態評価

メンバー）黒江, 寺原, 柳川, 馬場, 宇田, 大谷, 阿南, 徳永, 志比田

# WG3：頭首工の機能診断

## ～堰の機能診断～

〔黒江,寺原,阿南,宇田,大谷,徳永,馬場,柳川,志比田〕

5

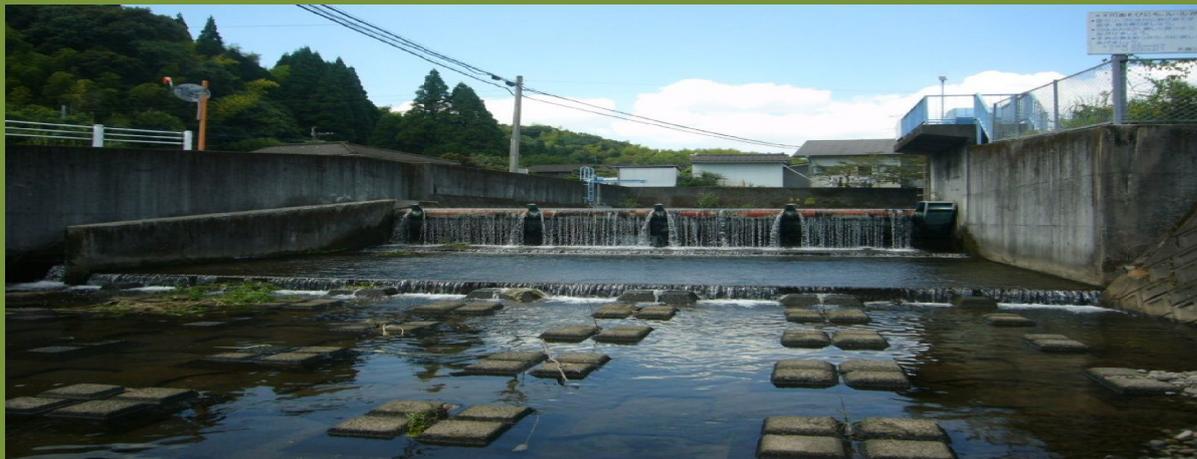
## 報告内容

1. 堰における主要な調査項目
2. 調査対象施設概要
3. コンクリート構造物の調査
4. 頭首工の現地調査(定点調査)
5. ゲート設備の特徴
6. おわりに

6

## WG3 活動内容

WG3では、様々な施設で構成される頭首工に着目し、若手技術者でも容易に点検が実施でき、それに加えて、施設の経年的変化のデータを蓄積していけるような、わかりやすい調査内容と現地調査を実施した。



7

## 1. 堰における主要な調査項目

### (1) コンクリート施設

- ①コンクリート施設のひび割れなどの表面変状の有無、程度（範囲）
- ②堰柱の変形、傾き（打ち継ぎ目部や門扉取付部の開き、段差などから類推）
- ③堰本体やエプロンなどの摩耗、欠損状況
- ④護床ブロックの変形・沈下、流出状況
- ⑤河床の異常な変動（洗掘・堆砂）
- ⑥取付護岸部の変状（変形・沈下・欠損など）

### (2) 施設機械設備（ゲート設備）

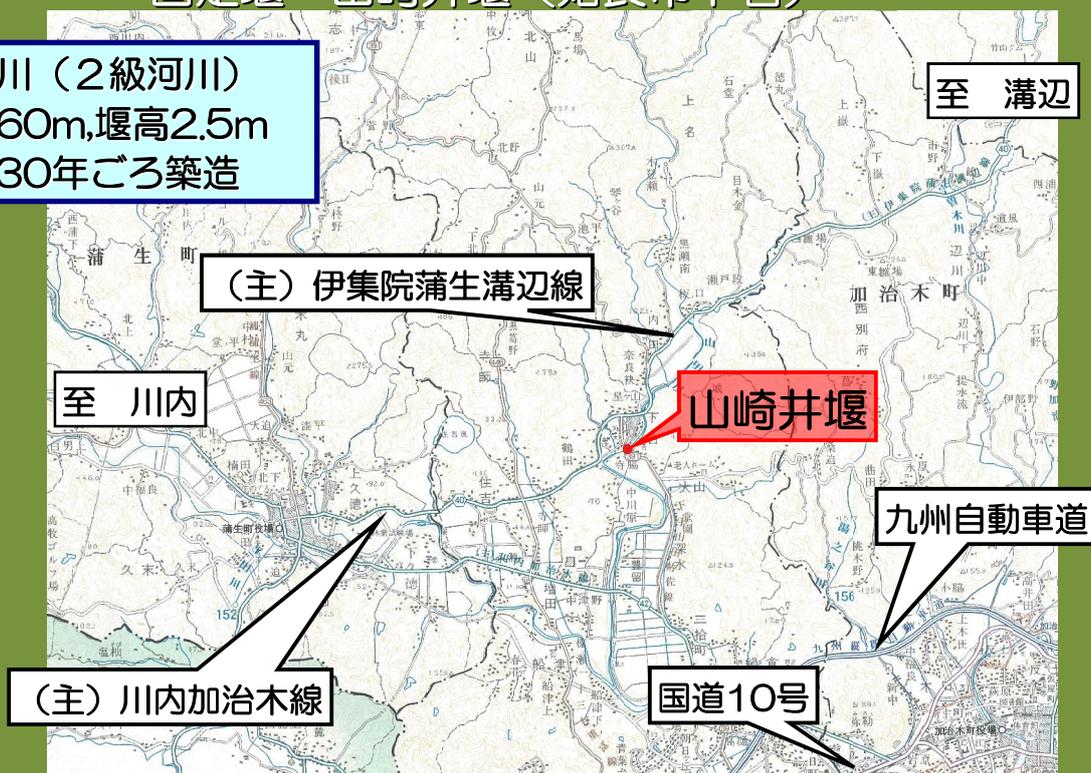
- ①目視により設備全体を観察し、劣化の有無や劣化の内容・程度を把握。
- ②劣化の原因把握のため水質など周辺的环境条件等を把握。
- ③現地調査に先がけて、不可視部分の確認、仮設の必要性の有無、動作確認に必要な電源の確保の可否、診断可能時期の把握。  
なお、現地調査に当っては踏査箇所や確認すべきポイントを列記した、調査表を作成する。

8

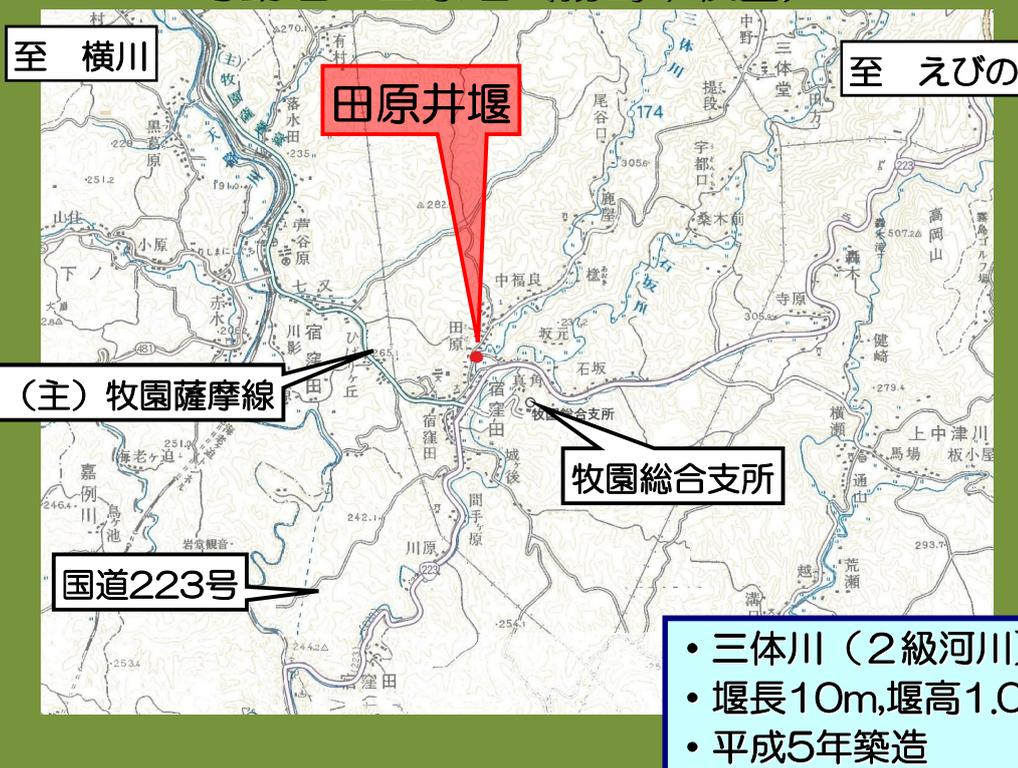
## 2. 調査対象施設の概要

### 固定堰—山崎井堰（始良市下名）

- 山田川（2級河川）
- 堰長60m,堰高2.5m
- 昭和30年ごろ築造



### 可動堰—田原堰（霧島市牧園）





# ①山崎井堰の現地調査



全 景

# ①山崎井堰の現地調査



ひび割れ状況



ひび割れ状況



ひび割れ状況



ひび割れからの漏水

# ①山崎井堰の現地調査



# ①山崎井堰の現地調査



# 硬度試験



# 中性化試験



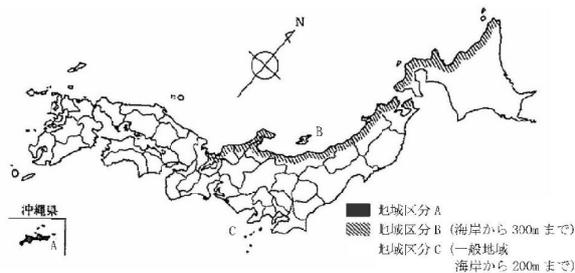
# 劣化要因判定表

劣化要因		中性化	塩害	ASR	凍害	化学的腐食	疲労	摩耗風化	構造外力
使用・劣化環境									
供用年数	供用年数10年以上	2	2	2	2	2	2	2	2
	供用年数20～40年未満	1	1	1	1	1	1	1	1
施工年	1986年以前		1	1					
	1978年以前	1							
鉄筋被り	t < 30mm	3	3						
		4	4						
地域 図2.2.1 図2.2.7 参照	①塩害を起しやすい(起きた)地域			1					
	②ASRを起しやすい(起きた)地域			2	1				
	③凍害を起しやすい(起きた)環境			1	1	2			
	④ASR、塩害複合劣化地域			2	2				
	⑤塩害、凍害複合劣化地域			2		2			
	⑥凍害、ASR複合劣化地域			2	2	2			
供用環境	①南向き面の部材	1			2				
	②融雪・凍結防止剤の使用		1		1				
	③接水時間が長い(常時)							1	
材料	①水セメント比50%以上	2							
	②海砂の使用		5						
	③反応性材料使用			4					
水質	①硫酸分水質(温泉)					2			
	②化学工場・食品加工場の廃液流入					2			
	③硬度が小さい							2	
土壌・地盤	①腐食性土壌(酸性土壌)	1		1		1			
	②地下水位(高い)			1	1	1			1
	③軟弱地盤								1
地圧	繰返荷重						3		
	①自動車荷重(直接)						1		
	②自動車以外の荷重								
	①設計荷重を大きく上回る荷重の負荷								3
	②極端な偏荷重が作用								
摩耗条件	※水路トンネルの場合は地山特性から判断								1
	③過去に地震被害を受けた								1
	①流速がv ≥ 7.0m/s またはキャピテーションが発生しやすい構造物								3
②砂礫・転石の流下								3	
評価点合計		4	4	4	6	2	2	2	3
総合評価		1978年以降施工の場合は評価点を1/2にする		1986年以降施工の場合は評価点を1/2にする					

評価 5点以上；可能性が高いもの  
2～4点；可能性が否定できないもの  
1点以下；可能性が低いもの

## 塩害・凍害・ASR(アルカリシリカ反応)

当地区の塩害範囲について整理する。



当地区の凍害分布について整理する。

1. ①内の数値は凍害危険度。

凍害危険度	凍害の予想程度
5	極めて大きい
4	大きい
3	やや大きい
2	小さい
1	ごく軽微

2. 凍害係数。一見質骨材、または

塩害を使用したコンクリートの場合。

3. コンクリートの品質が良くない場合には、

は、— 内の地域でも凍害が発生する。



図-2.2.5 凍害危険度の分布図

「複合劣化コンクリート構造物の評価と維持管理計画研究委員会 報告書」2001年(山) 日本コンクリート工学会 P.34

当地区の骨材分布について整理する。

- 反応性試験の符号となかつた岩体(新第三紀よりも新しい地層岩類)。
  - ▨ 反応性のある岩石をほとんど含まない岩体(成層岩類、漸新世よりも古い火山岩類)。
  - ▩ 岩類によっては反応性のある岩石を含むおそれのある岩体(古第三紀よりも古い成層岩類、変成岩類)。
  - ▧ 反応性のある岩石が高率で含まれるおそれのある岩体(中新世よりも新しい火山岩類)。
- なお、図示していない地域は今回未調査あるいはコンクリート製造を発生していない地域である。

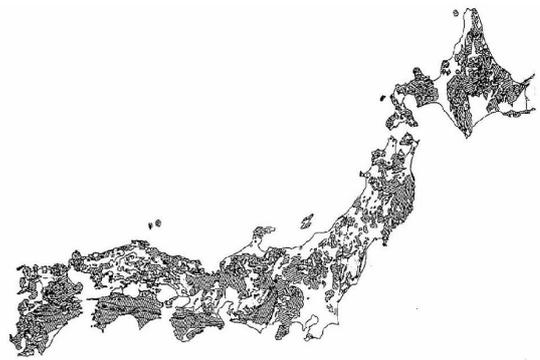


図-2.2.4 アルカリシリカ反応性の骨材分布

「コンクリートの耐久性向上技術の研発(日本構造物に関する研究成果) 1989年(財)土木研究センター P.294

ひび割れ先行型	アルカリ骨材反応	コンクリートに含まれている骨材(粗骨材・細骨材)とセメント中に含まれているアルカリ金属イオンとが反応し、そこに水が入って膨張する現象。ある種(輝石安山岩系など)の反応性骨材が混入している場合に起こる。	西日本で多く見られるが、近年では反応性骨材が規制対象となっているために、膨張係数(1986年以降)に照してはあまり問題となっていない。

# 頭首工の現地調査（定点調査）票

整理番号	46442016 (管理番号)		調査年月日	平成26年11月14日	
地区名	鹿児島県姶良市下名 (山田川)		記入者	部会 太郎	
施設名	山崎井堰		調査部材番号		
定点調査番号			例; P-〇		
劣化要因の評 (劣化要因判定表による)	劣化要因	評価点	特記事項 (可能性のある劣化要因等)  <b>2.コンクリートの主要な劣化と特徴</b> <b>(表2.2.7劣化要因判定表)より</b>  <b>評価判定 5点以上:可能性が高い</b> <b>2~4点:可能性が否定できない</b> <b>1点以下:可能性が低い</b>		
	中性化	2			
	塩害	1			
	ASR	1			
	凍害	1			
	化学的腐食	2			
	疲労	2			
	摩耗・風化	5			
構造外力	3				
調査部位	規格	調査施設概要図			
	固定堰	別紙記載			
データ整理No.	スケッチ	<input checked="" type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	No.	
	写真	<input checked="" type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	No.	

21

変状項目		変状の状態・程度			
ひび割れ	ひび割れ最大幅 ※( )の値は厳しい腐食環境の場合に適用する。	鉄筋	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満 (0.2mm未満)	<input type="checkbox"/> 0.2mm以上~1.0mm未満 (0.2mm以上~0.6mm未満)	<input type="checkbox"/> 1.0mm以上 (0.6mm以上)
		無筋	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満	<input type="checkbox"/> 0.2mm以上~5.0mm未満	<input checked="" type="checkbox"/> 5.0mm以上
			<b>実測値</b>		<b>5.0</b>
					(mm)
	最大幅ひび割れの延長				<b>3.0</b>
					(m)
	ひび割れ延長	幅2.0(5.0)mm以上			<b>全体的</b>
		幅1.0mm以上2.0(5.0)mm未満			<b>//</b>
		幅0.20mm以上1.0mm未満			<b>//</b>
		幅0.20mm未満			<b>//</b>
ひび割れ形状 ※複数指定可		<input type="checkbox"/> 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ <input checked="" type="checkbox"/> 2.特徴的な形状を示さないひび割れ <input type="checkbox"/> 3.格子状・亀甲状などのひび割れ <input checked="" type="checkbox"/> 4.側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ <input type="checkbox"/> 5.鉄筋に沿ったひび割れ			
進行性 (前回との変化)		<input type="checkbox"/> あり			
ひび割れ規模		<input type="checkbox"/> ひび割れ密度:ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m <sup>2</sup> 以上 <input checked="" type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)			
ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)		<input type="checkbox"/> あり			
ひび割れからの漏水		<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input checked="" type="checkbox"/> 流水、噴水			
ひび割れ段差		<input checked="" type="checkbox"/> あり			
材料劣化	※いずれか該当するチェックボックスに印をつけ、右欄に計測値を記入する。				
	浮き	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m <sup>2</sup> )面積	
	剥離・剥落・スケーリング	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input checked="" type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m <sup>2</sup> )面積 (cm)深さ	
	析出物 (エフロレンス・ゲルなど)	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(箇所)	

22

変状項目		変状の状態・程度		
材料劣化	錆汁	<input type="checkbox"/> あり		- (箇所)
	摩耗・すりへり	<input type="checkbox"/> 1.細骨材露出 <input type="checkbox"/> 2.粗骨材露出		(m <sup>2</sup> )面積
		<input type="checkbox"/> 3.粗骨材剥離 <input checked="" type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		
鉄筋露出	<input checked="" type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(箇所)	
圧縮強度	反発硬度法(左・右側壁)	測定No.	取水口付近(鉄筋)	38.00
		測定No.	本体(無筋)	29.91
	平均値(鉄筋)	<input checked="" type="checkbox"/> 21N/mm <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 15N/mm <sup>2</sup> ~21N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 15N/mm <sup>2</sup> 未満		
	平均値(無筋)	<input checked="" type="checkbox"/> 18N/mm <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> ~18N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> 未満		
中性化深さ	ドリル法	測定No.	取水口付近	7.0 (mm)
	鉄筋被り(測定値または設計図書による)			50.0 (mm)
	中性化残り=鉄筋被り-中性化深さ			43.0 (mm)
	平均値	<input checked="" type="checkbox"/> 中性化残り10mm以上 <input type="checkbox"/> 中性化残り10mm未満		
変形・歪み	変形・歪みの有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
	変形・歪み箇所の略図			
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input checked="" type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) - (箇所)		
不同沈下	構造物の沈下・蛇行	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
地盤変形	背面上の空洞化	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
	周辺地盤の沈下・陥没・ひび割れ	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
	エプロン・護床直上流の異常河床洗掘等	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)		
目地の変状	目地の開き	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) - (mm)		
	目地の段差	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) - (mm)		
	止水板の破損	<input type="checkbox"/> あり - (箇所)		
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input checked="" type="checkbox"/> 流水、噴水 - (箇所)		
	周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input checked="" type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある) - (箇所)		

23

点検担当者の主観的な評価	
対策の必要性	<p>1. 対策必要有 (以下から選択)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ①早急に詳細調査を実施し、補修対策を実施する必要有り。</p> <p><input type="checkbox"/> ②詳細調査を実施し、対策の必要有無を検討するのが望ましい。</p> <p><input type="checkbox"/> ③緊急の対策、調査は必要ない。</p> <p>2. 対策必要無し</p> <p>【特記事項】</p> <p><b>本体部における早急な補修工事の必要がある。</b></p>
想定される主な劣化要因 ※複数指定可	<p>【劣化要因】</p> <p><input type="checkbox"/> 初期欠陥 <input type="checkbox"/> 2.中性化 <input type="checkbox"/> 3.塩害 <input type="checkbox"/> 4.アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 5.凍害</p> <p><input type="checkbox"/> 6.化学的腐食 <input type="checkbox"/> 7.疲労 <input checked="" type="checkbox"/> 8.摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 9.過荷重(地震含む) <input type="checkbox"/> 10.近接施工</p> <p><input type="checkbox"/> 11.支持力不足 <input type="checkbox"/> 12.外力(緩み土圧、塑性土圧、偏圧) <input type="checkbox"/> 13.その他</p> <p>【特記事項】</p> <p><b>取水付近は近年改築しており取水の機能は満足しているが、固定堰本体については、劣化が著しいため早急な対策が必要。</b></p>
想定される劣化過程評価	<p>【劣化過程】</p> <p><input type="checkbox"/> I;潜伏期 <input type="checkbox"/> II;進展期 <input checked="" type="checkbox"/> III;加速期 <input checked="" type="checkbox"/> IV;劣化期</p> <p>【特記事項】</p> <p><b>劣化が著しいため加速期から劣化期である。</b></p>

24

機能診断調査結果に基づく施設状態評価表(頭首工) 記載例

地区名	鹿児島県姶良市下名(山田川)			評価年月日	平成26年11月14日					
施設名	山崎井堰			評価者	部会 太郎					
定調調査番号				調査部材番号	例:P-O					
施設の状況	S-5:変状なし S-4:変状兆候(要観察) S-3:変状あり(補修) S-2:顕著な変状あり(補強) S-1:重大な変状あり(改築)									
評価項目		評価区分				評価の流れ→				
健全度ランク		S-5	S-4	S-3	S-2	変状別評価	主要因別評価	総合評価		
内部要因	構造物自体の変状	ひび割れ	タイプ:初期ひび割れ 形状:目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ 原因:乾燥収縮+温度応力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	S-2	S-2	S-2
		形状と幅(有筋)	タイプ:劣化要因不特定のひび割れ 形状:特徴的な形状を示さないひび割れ 原因:症状が複合的であり劣化要因を特定できないもの	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
		タイプ:ひび割れ先行型ひび割れ 形状:格子状・亀甲状などのひび割れ 原因:ASRや凍害などの劣化要因	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的				
		タイプ:外力によるひび割れ 形状:側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ 原因:構造物に作用する曲げ・せん断力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的				
		タイプ:鉄筋腐食先行型ひび割れ 形状:鉄筋に沿ったひび割れ 原因:中性化・塩害	無	/	有	S-3に該当するものが 全体的				
		最大ひび割れ幅(無筋)	0.2mm未満	0.2~5.0mm	5.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的				
		進行性(ASRや凍害などの場合)	有りの場合1ランクダウン							
		ひび割れ規模	/	/	① ひび割れ密度 (ひび割れ幅0.2mm以上) 50cm/m <sup>2</sup> 以上	S-3に該当するものが 全体的				
		ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)	無	/	② 有	又は				
		ひび割れからの漏水	無	/	③ 滲出し、漏水跡、 滴水	流水、噴水				
ひび割れ段差	無	/	/	有						

内部要因	構造物自体の変状	ひび割れ以外の劣化	浮き	無	部分的	全体的	S-2	S-2	S-2	
		剥離・剥落	無	部分的	全体的					
		析出物(エフロレンス・ケルなど) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分的	/					
		錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	無	有	/					
		摩耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落	-				
		鉄筋露出の程度	全体的の場合、1ランクダウン							
		圧縮強度	反発強度法(鉄筋) (圧縮強度換算)	21N/mm <sup>2</sup> 以上	15~21N/mm <sup>2</sup>	15N/mm <sup>2</sup> 未満				/
		反発強度法(無筋-固定環) (圧縮強度換算)	18N/mm <sup>2</sup> 以上	12~18N/mm <sup>2</sup>	12N/mm <sup>2</sup> 未満	/				
		中性化	ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上	/	残り10mm未満				/
		外部要因	構造物周辺の変状	変形・歪み	変形・歪みの有無	無				/
欠損・損傷	欠損・損傷の有無			無	/	局所的	全体的	S-2		
不同沈下	構造物の沈下、蛇行			無	/	局所的	全体的	S-3		
護岸工周辺地盤	背面土の空洞化			無	局所的	全体的	S-4			
周辺地盤の沈下・陥没・ひび割れ	無			局所的	全体的					
エプロン・護床工周辺河床	エプロン・護床直上流下の異常河床洗掘等			無	局所的	全体的				
その他の要因	構造物付随物の変状			目地の開き	目地の開き	無	局所的	全体的	S-4	
		段差	無	局所的	全体的					
		止水板の破断	無	/	有					
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水					
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的					

注1) 「部分的」とは概ね全体の50%未満を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。  
 注2) 「変形・歪み」、「地盤変形」などにおける「局所的」とは施設の一部で当該変状が生じている状態を指し、「全体的」とはそれが構造物全体に及んでいる状態を指す。  
 注3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみ有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。  
 注4) 変状別評価から主要因別評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とする。総合評価については、今後の性能低下により影響されると思われる支配的要素を検討し、その評価区分を採用する。  
 注5) S-1の評価は、この評価表に依らず評価者が技術的観点から個別に判定する。  
 注6) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。  
 注7) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、①+②又は①+③を満たす場合に該当する。  
 注8) ひび割れ幅における[]は、厳しい腐食環境の場合適用する。

表 3-2 頭首工（無筋コンクリート施設）の健全度ランクの設定例

健全度 ランク	施設・設備の状態	現象例	対応する* 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態	① 新設時点とほぼ同等の状態 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	① 軽微なひび割れがみられる 周辺地盤の変状(不同沈下や陥没 など)が見られるが水路躯体の変 状は認められない ③ 河床の盤膨れが見られるが躯体 の変状は見られない (劣化過程は、進展期)	要観察
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	① 無筋コンクリートの場合、躯体に 0.2mm～5.0mm程度のひび割れが 全面的にある、あるいは部分的で も5.0mm以上のひび割れがある ② 軽微な基礎の滑り、沈下、プロ ック面のせり出し、傾斜などが見 られる ③ 河床材の吸出しによるエプロン 下の空洞化やパイピングが疑わ れるような変形(不同沈下や陥没 など)が見られる ④ 沈下・歪み等、異常洗掘が見ら れる (劣化過程は、進展期から加速期 に移行する段階)	補修 (補強)
S-2	施設・設備の構造的安定性に影 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	① 躯体に5.0mm以上のひび割れがあ り、かつ全面的にひび割れが発達 している ② 顕著な基礎の滑り、沈下、破損、 脱落が見られる、あるいは壁のせ り出しや傾斜変形が見られるが、 崩壊、転倒には至っていない (劣化過程は、加速期又は劣化期 に移行する段階)	補強 (補修)
S-1	施設・設備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、また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・設備の改築が必要な 状態	① S-2の症状がさらに進んだ状態 で、壁が転倒あるいは損壊して いる (劣化過程は、劣化期)	改築

\* 同欄の記載内容は目安として示したものであり、健全度ランクに対応する対策の必要性の有無及びその内容は、重要度や影響度、施設状態、劣化要因、劣化の進行性等に応じ、検討するものとする。

- ・【考察】固定堰およびエプロン部また護床工については劣化が著しく、早急に補修工事を必要とします。また、魚道についても側壁下部の流出も見受けられ、また表面部のコンクリートの欠損劣化等も著しいことが分かりました。
- ・固定堰の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められることから、早急に補修工事及び全面改修が望まれる堰であると判断します。

## ②田原井堰の現地調査



全景

## ②田原井堰の現地調査



29

## ②田原井堰の現地調査



30

## ②田原井堰の現地調査



31

## 硬度試験



32

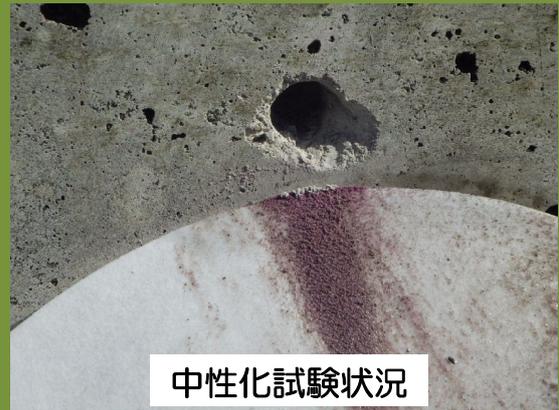
# 中性化試験



中性化試験



中性化試験状況



中性化試験状況

## 頭首工の現地調査（定点調査）票

整理番号	(管理番号)		調査年月日	平成26年11月14日	
地区名	鹿児島県霧島市牧園町宿窪田（三体）		記入者	部会 太郎	
施設名	田原堰		調査部材番号		
定点調査番号			例；P-〇		
劣化要因の評 (劣化要因判定表による)	劣化要因	評価点	特記事項（可能性のある劣化要因等）  <b>2.コンクリートの主要な劣化と特徴(表2.2.7劣化要因判定表)</b>  <b>評価判定</b> 5点以上:可能性が高い 2~4点:可能性が否定できない 1点以下:可能性が低い		
	中性化	1			
	塩害	1			
	A S R	3			
	凍害	1			
	化学的腐食	2			
	疲労	1			
	摩耗・風化	5			
構造外力	2				
調査部位	規格	調査施設概要図			
	固定堰	別紙記載			
データ整理No.	スケッチ	<input checked="" type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.		
	写真	<input checked="" type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	No.		

変 状 項 目		変状の状態・程度			
ひび割れ	ひび割れ最大幅 ※( )の値は厳しい腐食環境の場合に適用する。	鉄筋	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満 (0.2mm未満)	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2mm以上～5.0mm未満 (0.2mm以上～0.6mm未満)	<input type="checkbox"/> 1.0mm以上 (0.6mm以上)
		無筋	<input type="checkbox"/> 0.2mm未満	<input type="checkbox"/> 0.2mm以上～5.0mm未満	
			実測値	0.45	(mm)
	最大幅ひび割れの延長			0.2	(m)
	ひび割れ延長	幅2.0(5.0)mm以上			(m)
		幅1.0mm以上2.0(5.0)mm未満			(m)
		幅0.20mm以上1.0mm未満		0.2	(m)
		幅0.20mm未満			(m)
	ひび割れ形状 ※複数指定可		<input checked="" type="checkbox"/> 1.目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ <input type="checkbox"/> 2.特徴的な形状を示さないひび割れ <input type="checkbox"/> 3.格子状・亀甲状などのひび割れ <input type="checkbox"/> 4.側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ <input type="checkbox"/> 5.鉄筋に沿ったひび割れ		
	進行性(前回との変化)		<input type="checkbox"/> あり		
ひび割れ規模		<input type="checkbox"/> ひび割れ密度:ひび割れ幅0.2mm以上のものが50cm/m <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)			
ひび割れ付随物(析出物、錆汁、浮き)		<input type="checkbox"/> あり			
ひび割れからの漏水		<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流水、噴水			
ひび割れ段差		<input type="checkbox"/> あり			
※いずれか該当するチェックボックスに印をつけ、右欄に計測値を記入する。					
材料劣化	浮き	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満)	<input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m <sup>2</sup> )面積
	剥離・剥落・スケール <sup>※</sup>	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満)	<input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(m <sup>2</sup> )面積 (cm)深さ
	析出物(エフロレンス・ゲルなど)	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満)	<input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)		(箇所)

35

変 状 項 目		変状の状態・程度				
材料劣化	錆汁	<input type="checkbox"/> あり			-	(箇所)
	摩耗・すりへり	<input type="checkbox"/> 1.細骨材露出 <input checked="" type="checkbox"/> 2.粗骨材露出 <input type="checkbox"/> 3.粗骨材剥離 <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)			(m <sup>2</sup> )面積	
		鉄筋露出	<input type="checkbox"/> 部分的(表面の50%未満) <input type="checkbox"/> 全体的(表面の50%以上)			(箇所)
圧縮強度	反発硬度法(左・右側壁)	測定No. 左		38.54	(N/mm <sup>2</sup> )	
	平均値(鉄筋)	<input checked="" type="checkbox"/> 21N/mm <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 15N/mm <sup>2</sup> ～21N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 15N/mm <sup>2</sup> 未満 <input type="checkbox"/> 18N/mm <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> ～18N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> 未満				
	平均値(無筋)	<input type="checkbox"/> 18N/mm <sup>2</sup> 以上 <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> ～18N/mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 12N/mm <sup>2</sup> 未満				
中性化深さ	ドリル法	測定No.	側壁	11.3	(mm)	
	鉄筋被り(測定値または設計図書による)				50.0	(mm)
	中性化残り=鉄筋被り-中性化深さ				38.7	(mm)
変形・歪み	平均値	<input checked="" type="checkbox"/> 中性化残り10mm以上 <input type="checkbox"/> 中性化残り10mm未満				
	変形・歪みの有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)				
	変形・歪み箇所の略図					
欠損・損傷	欠損・損傷の有無	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)			-	(箇所)
不同沈下	構造物の沈下・蛇行	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)				
地盤変形	背面土の空洞化	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)				
	周辺地盤の沈下・陥没・ひび割れ	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)				
	エプロン・護床直上流の異常河床洗掘等	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)				
目地の変状	目地の開き	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)			-	(mm)
	目地の段差	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)			-	(mm)
	止水板の破損	<input type="checkbox"/> あり			-	(箇所)
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流水、噴水			-	(箇所)
	周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 局所的(施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的(変状が構造物全体にある)			-	(箇所)

36

点検担当者の主観的な評価

対策の必要性	<p>1. 対策必要有 (以下から選択)</p> <p><input type="checkbox"/> ① 早急に詳細調査を実施し、補修対策を実施する必要有り。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ② 詳細調査を実施し、対策の必要有無を検討するのが望ましい。</p> <p><input type="checkbox"/> ③ 緊急の対策、調査は必要ない。</p> <p><input type="checkbox"/> 2. 対策必要無し</p> <p>【特記事項】  <b>土木構造物における緊急な対策は必要ではないが、転倒ゲート本体部におけるメンテナンス(扉体下部の水密ゴムおよび周辺機器等)が必要があるため、詳細調査を行うことが望ましい。</b></p>
想定される主な劣化要因 ※複数指定可	<p>【劣化要因】</p> <p><input type="checkbox"/> 初期欠陥    <input type="checkbox"/> 2.中性化    <input type="checkbox"/> 3.塩害    <input type="checkbox"/> 4.アルカリ骨材反応    <input type="checkbox"/> 5.凍害</p> <p><input type="checkbox"/> 6.化学的腐食    <input type="checkbox"/> 7.疲労    <input checked="" type="checkbox"/> 8.摩耗・風化    <input type="checkbox"/> 9.過荷重(地震含む)    <input type="checkbox"/> 10.近接施工</p> <p><input type="checkbox"/> 11.支持力不足    <input type="checkbox"/> 12.外力(緩み土圧、塑性土圧、偏圧)    <input type="checkbox"/> 13.その他</p> <p>【特記事項】  <b>圧縮強度も十分でありまた、中性化もほとんど進んでいないため、流水、転石等の摩耗過年による風化等が想定される劣化要因である。</b></p>
想定される劣化過程評価	<p>【劣化過程】</p> <p><input type="checkbox"/> I ; 潜伏期    <input checked="" type="checkbox"/> II ; 進展期    <input type="checkbox"/> III ; 加速期    <input type="checkbox"/> IV ; 劣化期</p> <p>【特記事項】  <b>エプロン部の摩耗および構造物接続箇所目地部の欠損等はあるが、劣化がほとんど進んでいないため、進展期と判断できる。</b></p>

機能診断調査結果に基づく施設状態評価表(頭首工)

地区名	鹿児島県霧島市牧園町宿窪田(三休川)	評価年月日	平成26年11月14日					
施設名	田原堰	評価者	部会 太郎					
定点調査番号		調査部材番号	例:P-O					
施設の状態	S-5:変状なし S-4:変状兆候(要観察) S-3:変状あり(補修) S-2:顕著な変状あり(補強) S-1:重大な変状あり(改築)							
評価項目		評価区分				評価の流れ→		
健全度ランク		S-5	S-4	S-3	S-2	変状別評価	主要因別評価	総合評価
内部要因	ひび割れ	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的	S-4	S-4	S-4
	形状と幅(有筋)	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	タイプ:初期ひび割れ 形状:目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ 原因:乾燥収縮・温度応力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	タイプ:劣化要因不特定のひび割れ 形状:特徴的な形状を示さないひび割れ 原因:症状が複合的であり劣化要因を特定できないもの	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	タイプ:ひび割れ先行型ひび割れ 形状:格子状・亀甲状などのひび割れ 原因:ASRや凍害などの劣化要因	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	タイプ:外力によるひび割れ 形状:側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ 原因:構造物に作用する曲げ・せん断力	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	タイプ:鉄筋腐食先行型ひび割れ 形状:鉄筋に沿ったひび割れ 原因:中性化・塩害	無		有	S-3に該当するものが 全体的			
最大ひび割れ幅(無筋)	0.2mm未満	0.2~5.0mm	5.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的				
進行性(ASRや凍害などの場合)	有りの場合1ランクダウン							
ひび割れ規模			① ひび割れ密度 (ひび割れ幅0.2mm 以上) 50cm/m <sup>2</sup> 以上	S-3に該当するものが 全体的				
ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)	無		② 有	又は				
ひび割れからの漏水	無		③ 滲出し、漏水跡、 滴水	流水、噴水				
ひび割れ段差	無			有				

ひび割れ以外の劣化	浮き	無	部分的	全体的	S-4				
	剥離・剥落	無	部分的	全体的					
	析出物(エフロレッセンス・カビなど) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分的						
	錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	無	有						
	摩耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落			—		
	鉄筋露出の程度						無	部分的	全体的
	圧縮強度	反発強度法(鉄筋) (圧縮強度換算)	21N/mm <sup>2</sup> 以上	15~21N/mm <sup>2</sup>			15N/mm <sup>2</sup> 未満	S-5	
		反発強度法(無筋・固定環) (圧縮強度換算)	18N/mm <sup>2</sup> 以上	12~18N/mm <sup>2</sup>			12N/mm <sup>2</sup> 未満	S-5	
	中性化	ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上				残り10mm未満	S-5	
	全体的の場合、1ランクダウン								
外部要因	変形・歪み	変形・歪みの有無	無	局所的	全体的	S-5			
	欠損・損傷	欠損・損傷の有無	無	局所的	全体的	S-5			
	不同沈下	構造物の沈下、蛇行	無	局所的	全体的	S-5			
	護岸工周辺 地盤	背面土の空洞化	無	局所的	全体的	S-4			
		周辺地盤の沈下・陥没・ひび割れ	無	局所的	全体的				
エフロ・護 床工周辺河 床	エフロ・護床直上流の 異常河床洗掘等	無	局所的	全体的	S-4				
その他の要因	構造物付 随物の変 状	目地の開き	無	局所的	全体的	S-4			
		段差	無	局所的	全体的				
		止水板の破断	無		有				
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水				
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的				

注1) 「部分的」とは概ね全体の50%未満を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。  
注2) 「変形・歪み」、「地盤変形」などにおける「局所的」とは施設の一部で当該変状が生じている状態を指し、「全体的」とはそれが構造物全体に及んでいる状態を指す。  
注3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみ有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。  
注4) 変状別評価から主要因別評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とする。総合評価については、今後の性能低下により影響されるとされる支配的要因を検討し、その評価区分を採用する。  
注5) S-1の評価は、この評価表に依らず評価者が技術的観点から個別に判定する。  
注6) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。  
注7) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、①+②又は①+③を満たす場合に該当する。  
注8) ひび割れ幅における[]は、厳しい腐食環境の場合適用する。

表 3-1 頭首工（鉄筋コンクリート施設）の健全度ランクの設定例

健全度 ランク	施設・設備の状態	現象例	対応する* 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態	① 新設時点とほぼ同等の状態 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	① コンクリートに軽微なひび割れ の発生や摩耗が生じている 状態 (劣化過程は、進展期)	要観察
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	① 鉄筋に達するひび割れが生じて いる あるいは、鉄筋腐食によるコン クリートの剥離・剥落が生じて いる ② 摩耗の進行により、骨材の脱落 が生じている (劣化過程は、進展期から加速 期に移行する段階)	補修 (補強)
S-2	施設・設備の構造的安定性に影 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	① コンクリートや鉄筋の断面が 一部で欠損している状態 ② 地盤変形や背面土圧の増加に よりコンクリート躯体に明ら かな変形が生じている状態 (劣化過程は、加速期又は劣化 期に移行する段階)	補強 (補修)
S-1	施設・設備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・設備の機能が 失われる、または著しく低下す 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・設備の改築が必要な 状態	① 貫通ひび割れが拡大し、鉄筋の 有効断面が大幅に縮小した状 態 S-2に評価される変状が更に進 行した状態 ② 補強で対応するよりも、改築し た方が経済的に有利な状態 (劣化過程は、劣化期)	改築

\* 同欄の記載内容は目安として示したものであり、健全度ランクに対応する対策の必要性の有無及びその内容は、重要度や影響度、施設状態、劣化要因、劣化の進行性等に応じ、検討するものとする。

【考察】

田原堰の調査結果について、堰本体部にひび割れおよび析出物が見受けられましたが、共用開始22年が経ちますが軽微な変状であることから可動堰本体は健全であると判断します。

## 5. ゲート設備の特徴

ゲート設備を構成する機器・部材,部品は,水中・大気中・屋内といった設置環境や経過年数,使用頻度により部位別に特徴的な劣化を示すので,これらの特徴を理解するとともに,設備の構造上重要な部位に注意を払いながら,合理的かつ適切な機能保全の検討を行う必要がある。

また,ゲート設備において,施設造成者は施設管理者と連携を図ることが重要である。

41

### ・ゲート設備の劣化要因と現象

#### (1) 機械的要因

- ① 回転部,摺動部,接触部の摩耗
- ② 機械的衝突,機械的負荷の繰り返しによる疲労(き裂,破損)
- ③ 引張,曲げ,ねじれ応力によるひずみ等(クリープ的に増大するもの)

#### (2) 化学・電気的要因

- ① 水との接触による腐食
- ② 異種金属間の接触による腐食

#### (3) 環境的要因

- ① 気象条件(温度変化(季節,昼夜等),凍結等)に起因する腐食,変形・破壊等
- ② 日光(紫外線),酸素(オゾン)による塗膜劣化
- ③ 塵埃,湿気等による電気系統の絶縁劣化
- ④ 流砂等による摩耗(扉体母材,塗膜)
- ⑤ 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
- ⑥ 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

- ① ネズミ等によるケーブルの食害,爬虫類の機側操作盤内侵入によるショート
- ② 鳥害(開閉装置への鳥の巣の影響,鳥の糞による腐食)

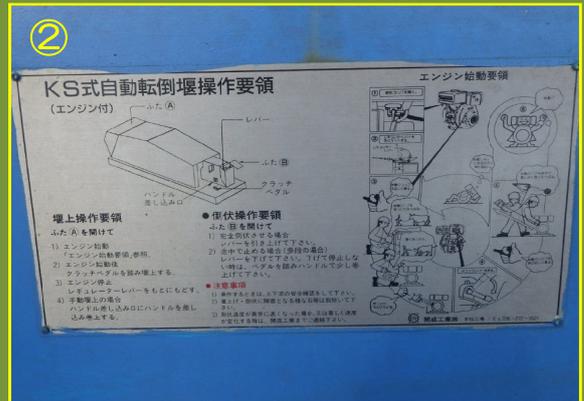
※ゲート施設については,ゲートメーカー(開成工業株式会社)により協力して頂き近接目視を行った。

42

# ゲート設備の近接目視調査



# ゲート設備の近接目視調査



## ゲート設備の近接目視調査



## 6. おわりに

農業水利施設は、今後それらの施設が一斉に更新時期を迎える事態が想定することから、適切な保全管理を通じた施設の長寿命化、更新時期を平準化するストックマネージメントの推進が重要であります。それには施設の現状把握、将来予測、施設の状況に応じた対策工法選択など、高度な技術が必要とされます。

今回、WG3は数多くの水利施設の中から、頭首工を取り上げ現地調査を行ってきましたが、今後部会を通じて高度な調査手法や最新の対策工法等の情報共有が図られるよう、今後も努力していきたいと思っております。



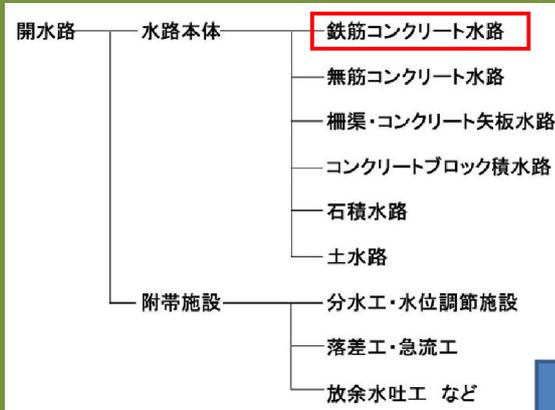
# WG2:水路工におけるストックマネジメント ～開水路の施設状況評価～

## 目次

1. はじめに
2. 前回の調査結果及び考察
3. 性能低下要因の推定
4. 前回の調査結果及び考察(目地)
5. 評価
6. 対策工法の選定

# 1 . はじめに

農業水利施設における開水路については、水路本体および附帯施設から構成され、農業用水・排水を送水する目的で設置されている施設である。



1200×1000型 三面張現場打ち水路工  
(山下2地区)



2600×1700型 三面張現場打ち水路工  
(新富地区)

一般的に上記のような水路形式があり、今回は平成24年度・平成25年度に現地調査を行い機能診断点検項目に沿って調査を行った「鉄筋コンクリート水路」についての機能診断評価および補修・補強についての報告を行います。

## 2.前回の調査結果及び考察

### ①磨耗(新富地区)

三面張水路側壁の磨耗



底版からH=1.0mまで磨耗



# ① 磨耗 (新富地区)

拡大写真



骨材の露出



原因

想定される 主な劣化要因 ※複数指定可	【特記事項】 <input type="checkbox"/> 1.初期欠陥 <input type="checkbox"/> 2.中性化 <input type="checkbox"/> 3.アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 4.凍害 <input type="checkbox"/> 5.化学的腐食 <input type="checkbox"/> 6.疲労 <input checked="" type="checkbox"/> 7.摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 8.構造外力(地震を含む) <input type="checkbox"/> 9.近接施工 <input type="checkbox"/> 10.支持力不足 <input type="checkbox"/> 11.その他 【特記事項】 ・コンクリートが水に接している時間が長いことにより、セメント成分が溶出し、骨材が露出した。
想定される 主な劣化過程評価 ※複数指定可	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> Ⅰ:潜伏期 <input checked="" type="checkbox"/> Ⅱ:進展期 <input type="checkbox"/> Ⅲ:加速期 <input type="checkbox"/> Ⅳ:劣化期 【特記事項】 水路の変状が認められる状態の過程が考えられる。

# ② 剥離 (山下2地区)



想定される 主な劣化要因 ※複数指定可	【特記事項】 <input type="checkbox"/> 1.初期欠陥 <input checked="" type="checkbox"/> 2.中性化 <input type="checkbox"/> 3.アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 4.凍害 <input type="checkbox"/> 5.化学的腐食 <input type="checkbox"/> 6.疲労 <input checked="" type="checkbox"/> 7.摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 8.構造外力(地震を含む) <input type="checkbox"/> 9.近接施工 <input type="checkbox"/> 10.支持力不足 <input type="checkbox"/> 11.その他 【特記事項】 長年の水流により鉄筋のかぶり厚が薄くなり、中性化による鉄筋の腐食、膨張から剥離が起きている。 又、現象は部分的でありハンマーを用いた打音法での浮き、空洞には至っていない。 今後も観察が必要である。
想定される 主な劣化要因 ※複数指定可	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> Ⅰ:潜伏期 <input checked="" type="checkbox"/> Ⅱ:進展期 <input type="checkbox"/> Ⅲ:加速期 <input type="checkbox"/> Ⅳ:劣化期 【特記事項】 水路の変状が認められる状態の課程が考えられる。

### ③鉄筋露出(山下2地区)



左岸:圃場(畑)

右岸:道(アスファルト舗装)



工事名 山下2期地区  
工種 現地調査  
鉄筋露出  
開水路側壁  
サビ有り

↓ :鉄筋の露出しているところ

↓ :コンクリート表面に剥離がある。

### ③鉄筋露出(山下2地区)



青色:鉄筋部分 赤色:剥離部分



鉄筋直径 :  $\phi$  13mm



鉄筋被り : 10mm程度

#### 原因

想定される 主な劣化要因 ※複数指定可	【特記事項】 <input type="checkbox"/> 1.初期欠陥 <input checked="" type="checkbox"/> 2.中性化 <input type="checkbox"/> 3.アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 4.凍害 <input type="checkbox"/> 5.化学的腐食 <input type="checkbox"/> 6.疲労 <input checked="" type="checkbox"/> 7.摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 8.構造外力(地震を含む) <input type="checkbox"/> 9.近接施工 <input type="checkbox"/> 10.支持力不足 <input type="checkbox"/> 11.その他 【特記事項】 鉄筋の腐食(錆び)が見られ、かぶり不足やコンクリートの剥離現象が起こっている。 また、現象は部分的であり、ハンマーを用いた打音法によると空洞には至っていない。
想定される 主な劣化過程評価 ※複数指定可	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> Ⅰ:潜伏期 <input checked="" type="checkbox"/> Ⅱ:進展期 <input type="checkbox"/> Ⅲ:加速期 <input type="checkbox"/> Ⅳ:劣化期 【特記事項】 水路の変状が認められる状態の過程が考えられる。

# 3.性能低下要因の推定

表2-6 開水路の劣化要因推定表の例

劣化要因		内部要因								外部要因							
		コンクリート								鋼矢板		外部要因					
		中性化※1	塩害※1	ASR※2	凍害	化学的腐食	疲労	磨耗風化	腐食	土圧・後背土滑り	凍上圧	地下水圧	地盤沈下	その他転石衝突等	底面浸食盤膨れ		
使用・劣化環境																	
供用年数	40年以上	○	○	○	○	○	○	○	◎								
	20～40年未満	△	△	△	△	△	△	○	○								
施工年	1986年以前		△	△													
	1978年以前		△														
鉄筋被り	t<30mm	○	○														
地域	①塩害を起こしやすい(起きた)地域	△	○	△	△												
	②ASRを起こしやすい(起きた)地域		△	○	△												
	③凍害を起こしやすい(起きた)環境		△	△	○						○						
	④ASR、塩害複合劣化地域	△	○	○	△												
	⑤塩害、凍害複合劣化地域	△	○	△	○												
	⑥凍害、ASR複合劣化地域		△	○	○												
供用環境	①南向き面の部材	△			○						○						
	②融雪剤・凍結防止剤の使用		△		△					○							
材料	③接水時間が長い(常時)							△		○							
	④周辺に樹木等の植生あり										◎						
	⑤海水の流入あり		○							◎							
材料	①水セメント比60%以上	○	○		○												
	②海砂の使用		◎														
	③反応性材料使用			○													

# 4.前回の調査結果及び考察(目地)

山下2期地区の現状(目地材)



農業水利施設の機能保全の手引き (機能診断調査に係る記録様式) 山下2期地区

鉄筋コンクリート開水路の現地調査票【様式1】

変状項目		変状の状況・程度	
目地の変状	目地の開き	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 20 mm
	目地の段差	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 15 mm
	止水板からの破損	<input type="checkbox"/> あり <input checked="" type="checkbox"/> なし	
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流出、噴水	<input type="checkbox"/> なし 箇所
	周縁コンクリートの欠損等	<input type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 箇所

開水路の現地調査票 (定点調査【様式2】)

想定される 主な劣化要因	【劣化要因】 <input type="checkbox"/> 1. 初期欠損 <input type="checkbox"/> 2. アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 3. 凍害 <input type="checkbox"/> 4. 化学的腐食 <input type="checkbox"/> 5. 疲労 <input type="checkbox"/> 6. 摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 7. 過荷重 (地震含む) <input type="checkbox"/> 8. 近接施工 <input type="checkbox"/> 9. 支持力不足 <input type="checkbox"/> 10. 外力 (緩み土圧、塑性土圧、偏圧) <input checked="" type="checkbox"/> 11. その他 【特記事項】
想定される 劣化過程評価	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> Ⅰ; 潜伏期 <input checked="" type="checkbox"/> Ⅱ; 進展期 <input type="checkbox"/> Ⅲ; 加速期 <input type="checkbox"/> Ⅳ; 劣化期 【特記事項】 経年変化による目地材の劣化により、コンクリートの膨張・収縮の伸縮材としての機能が低下すると、隙間より漏水し地盤沈下を引き起こす

# 新富地区の現状(目地材)



農業水利施設の機能保全の手引き (機能診断調査に係る記録様式) 新富地区

鉄筋コンクリート開水路の現地調査票【様式1】

変状項目		変状の状態・程度	
目地の変状	目地の開き	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 10 mm
	目地の段差	<input type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input checked="" type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 30 mm
	止水板からの破損	<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし	箇所
	目地からの漏水の状況	<input type="checkbox"/> 滲出し、漏水跡、滴水 <input type="checkbox"/> 流出、噴水	<input checked="" type="checkbox"/> なし 箇所
	周縁コンクリートの欠損等	<input checked="" type="checkbox"/> 局所的 (施設の一部のみで発生) <input type="checkbox"/> 全体的 (変状が構造物全体にある)	<input type="checkbox"/> なし 箇所

開水路の現地調査票 (定点調査【様式2】)

想定される 主な劣化要因	【劣化要因】 <input type="checkbox"/> 1. 初期欠損 <input type="checkbox"/> 2. アルカリ骨材反応 <input type="checkbox"/> 3. 凍害 <input type="checkbox"/> 4. 化学的腐食 <input type="checkbox"/> 5. 疲労 <input type="checkbox"/> 6. 摩耗・風化 <input type="checkbox"/> 7. 過荷重 (地震含む) <input type="checkbox"/> 8. 近接施工 <input checked="" type="checkbox"/> 9. 支持力不足 <input type="checkbox"/> 10. 外力 (緩み土圧、塑性土圧、偏圧) <input type="checkbox"/> 11. その他 【特記事項】 基盤の緩みによる水路工本体の沈下が予測される
想定される 劣化過程評価	【劣化過程】 <input type="checkbox"/> Ⅰ：潜伏期 <input type="checkbox"/> Ⅱ：進展期 <input checked="" type="checkbox"/> Ⅲ：加速期 <input type="checkbox"/> Ⅳ：劣化期 【特記事項】 漏水による支持力低下に対する対策を図る必要がある

## 5. 評価

### ① 施設状態評価1

表5.1 機能診断調査結果に基づく施設状態評価 (鉄筋コンクリート開水路)

地区名		施設名		評価年月日				
定点調査番号		調査地点		(測点等)				
施設の状態		S-5:変状なし S-4:変状兆候(要観察) S-3:変状あり(補修) S-2:顕著な変状あり(補強) S-1:重大な変状あり(改築)						
評価項目		評価区分				評価の流れ		
健全度ランク		S-5	S-4	S-3	S-2	変状別評価	主要因別評価	
内部要因 構造物本体の変状	ひび割れ	タイプ:初期ひび割れ 形状:目地間中央や部材解放部の垂直ひび割れ 原因:乾燥収縮・温度応力 タイプ:劣化要因不特定のひび割れ 形状:特徴的な形状を示さないひび割れ 原因:症状が複合的であり劣化要因を特定できないもの タイプ:ひび割れ先行型ひび割れ 形状:格子状・亀甲状などのひび割れ 原因:ASRや凍害などの劣化要因 タイプ:外力によるひび割れ 形状:側壁を横切るような水平もしくは斜めのひび割れ 原因:構造物に作用する曲げ・せん断力 タイプ:鉄筋腐食先行型ひび割れ 形状:鉄筋に沿ったひび割れ 原因:中性化・塩害	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm未満] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的		
	形状と幅	最大ひび割れ幅 0.2mm未満	最大ひび割れ幅 [0.2~0.6mm未満] 0.2~1.0mm	最大ひび割れ幅 [0.6mm以上] 1.0mm以上	S-3に該当するものが 全体的			
	進行性(ASRや凍害などの場合)	有りの場合1ランクダウン						
	ひび割れ規模	① ひび割れ密度 (ひび割れ幅0.2mm以上) 50cm/m以上				S-3に該当するものが 全体的 又は		
	ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)	無				② 有		
	ひび割れからの漏水	無				③ 滲出し、漏水跡、滴水 流水、噴水		
ひび割れ段差	無				有			
ひび割れ以外の劣化	浮き	無	部分的	全体的				
	剥離・剥落	無	部分的	全体的				

# 5.評価

## ①施設状態評価2

外部要因	構造物周辺の状況	析出物(エフロレッセンス・ゲルなど) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分的		
		錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	無	有		
		磨耗・すりへり	細骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落	
		鉄筋露出の程度	無	部分的	全体的	
		圧縮強度 (反発強度法 (圧縮強度換算))	21N/mm2以上	15~21N/mm2	15N/mm2未満	
		中性化 (ドリル法 (中性化残り))	残り10mm以上		残り10mm未満	
		変形・歪み	変形・歪みの有無	無	局所的	全体的
		欠損・損傷	欠損・損傷の有無	無	局所的	全体的
		不同沈下	構造物の沈下、蛇行	無	局所的	全体的
		地盤変形	背面土の空洞化	無	局所的	全体的
その他の要因	構造物付随物の状況	目地の開き	無	局所的	全体的	
		段差	無	局所的	全体的	
		止水板の破断	無	有		
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水	
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的	
		目地の開き	無	局所的	全体的	
		段差	無	局所的	全体的	
		止水板の破断	無	有		
		漏水の状況	無	漏水跡、滲出し、滴水	流水、噴水	
		周縁コンクリートの欠損等	無	局所的	全体的	

注1) 「部分的」とは概ね全体の50%未満を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。  
 注2) 「変形・歪み」、「地盤変形」などにおける「局所的」とは施設の一部で当該変状が生じている状態を指し、「全体的」とはそれが構造物全体に及んでいる状態を指す。  
 注3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみ有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。  
 注4) 変状別評価から主要因別評価を行う場合は、最も健全度が低い評価を代表値とする。  
 注5) S-1の評価は、この評価表に依らず評価者が技術的観点から個別に判定する。  
 注6) 圧縮強度及び中性化の調査は、必要に応じて実施する。  
 注7) ひび割れの規模に係る評価区分S-3は、①+②又は①+③を満たす場合に該当する。  
 注8) ひび割れ幅における[0.6mm]は、厳しい高食環境の場合適用する。

# 5.評価

## ②機能診断評価

健全度 ランク	施設の状態	現象例	対応する* 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態	①新設時点とほぼ同等の状態 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態	①コンクリートに軽微なひび割れの発生や磨耗が生じている状態 ②目地や構造物周辺に軽微な変状が認められるが、通常の使用に支障がない (劣化過程は、進展期)	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態 劣化の進行を遅らせ補修工などが適用可能な状態	①鉄筋に達するひび割れが生じているあるいは、鉄筋腐食によるコンクリートの剥離・剥落が生じている ②磨耗により、骨材の脱落が生じている ③目地の劣化により顕著な漏水(流水や噴水)が生じている。 (劣化過程は、進展期から加速期に移行する段階)	補修 (補強)
S-2	施設の構造的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	①コンクリートや鉄筋の断面が一部で欠損している状態 ②地盤変形や背面土圧の増加によりコンクリート躯体に明らかな変形が生じている状態 (劣化過程は、加速期又は劣化期に移行する段階)	補強 (補修)
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、また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	①貫通ひび割れが拡大し、鉄筋の有効断面が大幅に縮小した状態 S-2に評価される変状が更に進行した状態 ②補強で対応するよりも、改築の方が経済的に有利な状態 (劣化過程は、劣化期)	改築

## 6.対策工法の選定 磨耗・風化に対する補修等工法

表6.1.8 磨耗・風化に対する補修等工法

要求性能	劣化過程			
	I 潜伏期	II 進展期	III 加速期	IV 劣化期
劣化要因 の遮断・ 劣化速度 の抑制	◎ 表面被覆 表面からの水分浸入防止	◎ 表面被覆 表面からの水分浸入防止	△ 表面被覆 表面からの水分浸入防止、および剥落防止	△ 表面被覆 表面からの水分浸入防止、および剥落防止
		○ ひび割れ補修 ひび割れからの腐食性物質浸入防止	△ ひび割れ補修 ひび割れからの腐食性物質浸入防止	△ ひび割れ補修 ひび割れからの腐食性物質浸入防止
劣化要因 の除去		○ 断面修復 スケーリングやポップアウト部の除去と断面の修復	◎ 断面修復 スケーリングやポップアウト部の除去と鉄筋の防食を目的とした断面の修復	○ 断面修復 スケーリングやポップアウト部の除去と鉄筋の防食を目的とした断面の修復
耐荷力、 変形性能 の改善				◎ 補強 FRPM、鋼板等の補強材による強度確保

## 6.対策工法の選定 磨耗・風化に対する補修等工法

				○ 補強 増厚工法による断面の増加、部材増設による断面剛性の回復
				○ 打換え 劣化部材のコンクリート打換え
工法選定のポイント	水に接する表面からアルカリ分の喪失によるpHの低下が徐々に進行する時期で、風化を促進するような環境下(水質)にある部材では、表面含浸処理などによる予防的処置の検討を行う。	風化深さが小さく剛性変形や鉄筋腐食がない段階のため、風化を受けやすい環境下(水質)にある場合に限り、表面被覆や表面含浸処理などによる予防的処置を検討する。	風化深さが大きくなり鉄筋腐食が始まる段階であるため、表面からの水分の浸入を防ぐ工法と、劣化部位の除去や断面修復を優先的に検討する。	鉄筋腐食を伴うひび割れ、浮きなどが発生し、粗骨材の露出が顕著になる、変形・たわみが大きくなるなど、劣化が激しい段階であるため、補強や打換への検討を行う。

◎:主工法として適用可能な工法

○:主工法について適用可能な工法

△:劣化状況に応じて検討する工法

# 6.対策工法の選定

## 中性化に対する補修・補強工法の選定

表6.1.2 中性化に対する補修等工法（コンクリート工学協会）

要求性能	劣化過程			
	I 潜伏期	II 進展期	III 加速期	IV 劣化期
劣化要因の遮断	◎ 表面被覆 表面からのCO <sub>2</sub> などの侵入防止	◎ 表面被覆 表面からのCO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、O <sub>2</sub> などの腐食性物質の侵入防止	△ 表面被覆 表面からのCO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、O <sub>2</sub> などの腐食性物質の侵入防止	△ 表面被覆 剥落防止
		◎ ひび割れ補修 表面からのCO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、O <sub>2</sub> などの腐食性物質の侵入防止	△ ひび割れ補修 表面からのCO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、O <sub>2</sub> などの腐食性物質の侵入防止	△ ひび割れ補修 表面からのCO <sub>2</sub> 、H <sub>2</sub> O、O <sub>2</sub> などの腐食性物質の侵入防止
劣化速度の抑制	◎ 含浸材塗布 鉄筋の不動態皮膜の予防的保護	◎ 含浸材塗布 限界値を超えたアルカリ濃度の低下に対し、鉄筋の不動態皮膜の再生	△ 含浸材塗布 限界値を超えたアルカリ濃度の低下に対し、鉄筋の不動態皮膜の再生	△ 含浸材塗布 限界値を超えたアルカリ濃度の低下に対し、鉄筋の不動態皮膜の再生

# 6.対策工法の選定

## 中性化に対する補修・補強工法の選定

劣化要因の除去	○ 再アルカリ性 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復	○ 再アルカリ性 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復	◎ 再アルカリ性 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復	◎ 再アルカリ性 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復
		○ 断面修復 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性除去	○ 断面修復 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復	○ 断面修復 限界値を超えたアルカリ濃度低下部のアルカリ性回復
耐荷力、変形性能の改善				◎ 補強 FRPM、鋼板等の補強材による強度確保
				○ 打換え 劣化部材のコンクリート打換え
工法選定のポイント	ひび割れは発生していないが、鉄筋近くまでアルカリ性が低下している場合、これ以上の中性化が進まないように、劣化因子の遮断、劣化速度の抑制を優先的に検討する。	鉄筋腐食が始まり、最終的に腐食ひび割れが生じる段階であるため、劣化速度の抑制とひび割れによって脆弱化した部位の補修を検討する。	腐食ひび割れが発生したあと、急速に鉄筋腐食が進行する段階のため、ひび割れ、浮き、剥落が生じている部位の除去、補修を優先的に検討する。	部材の耐荷力低下が懸念される段階のため、劣化部位の断面修復、剥落防止と、耐荷力低下が疑われる部位の補強を検討する。

◎: 主工法として適用可能な工法  
○: 主工法について適用可能な工法  
△: 劣化状況に応じて検討する工法

# 6.対策工法の選定 対策工法例

表6-1 コンクリート構造物の主な対策工法の例

工 法 名		主 な 対 象	要 求 性 能	
補修工法	表面処理工法	表面被覆工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	粗度係数の改善 漏水の遮断 劣化要因の遮断
		含浸材塗布工法		
	ひび割れ補修工法	充填工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	漏水の遮断 劣化要因の遮断
		注入工法		
		ひび割れ被覆工法		
	断面修復工法	左官工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	粗度係数の改善 漏水の遮断 劣化要因の除去 耐荷力、変形性能の改善
吹付工法				
モルタル注入工法				
目地補修工法	目地補修工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	漏水の遮断	
補強工法	接着工法	鋼板接着工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	耐荷力、変形性能の改善 劣化要因の遮断 漏水の遮断 粗度係数の改善
		樹脂パネル接着工法		
	コンクリート増厚工法	打ち換え工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	耐荷力、変形性能の改善
		コンクリート増厚工法		

## 目地材の損傷に対する補修工法



表 6-1 コンクリート構造物の主な対策工法の例

工 法 名		主 な 対 象	要 求 性 能	
補修工法	表面処理工法	表面被覆工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	粗度係数の改善 漏水の遮断 劣化要因の遮断
		含浸材塗布工法		
	ひび割れ補修工法	充填工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	漏水の遮断 劣化要因の遮断
		注入工法		
		ひび割れ被覆工法		
	断面修復工法	左官工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	粗度係数の改善 漏水の遮断 劣化要因の除去 耐荷力、変形性能の改善
吹付工法				
モルタル注入工法				
目地補修工法	目地補修工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	漏水の遮断	
補強工法	接着工法	鋼板接着工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	耐荷力、変形性能の改善 劣化要因の遮断 漏水の遮断 粗度係数の改善
		樹脂パネル接着工法		
	コンクリート増厚工法	打ち換え工法	鉄筋コンクリート開水路 無筋コンクリート開水路	耐荷力、変形性能の改善
		コンクリート増厚工法		

農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」参考資料編（案）p参・88

### 目地補修工法

目地材の摩耗、脱落などにより損なわれた目地部に適用し、損なわれた水路の内部から目地をV字またはU型にカットし、新たに止水セメントと弾性エポキシ材、可とう性ゴム目地材等の目地材を施工し、耐久性、止水性、伸縮性を回復する工法

### 目地材箇所における水路機能を阻害する変状の例

水路の簡易補修マニュアルより抜粋

# 表面被覆工法

## ① 塗装工法

接着耐久性に優れる湿潤面用エポキシ樹脂プライマーとポリマーセメントを使用して、既設水路躯体の通水表面における平滑性(粗度係数の改善)・水密性などを回復・向上させて、水路としての機能回復を図る工法

## ② パネル取付工法

既設水路の内面にコンクリートパネルを設置し、その背面に接着材を注入しパネルを固着することによって、水路断面積の損失を抑えつつ、パネル表面の平滑性によって既設水路の通水機能を回復させる工法

## ③ 埋設型砕工法

劣化したコンクリート構造物の補修に埋設型砕として使用することで、コンクリートの耐久性を大幅に高め、構造物の長寿命化、ライフサイクルコストの低減に大きく寄与します。

## ④ 含浸材塗布工法

本材料は既存コンクリートに塗布することにより、コンクリート内に浸透し内部で化学反応を発生させると共に、コンクリート表層部にガラス物質を形成し水の浸透を遮断し、コンクリート劣化抑制効果により耐久性の向上が図れる

## 評価

ポリマーセメントモルタルは、コンクリートと比較して高い付着特性と耐久性能を有している。ポリマーセメントモルタルにより表面被覆することにより既設コンクリート構造物は耐久性の向上を図ることができる。

高圧のエアでポリマーセメントモルタルを吹付けるため、コテによる工法と比較してポリマーセメントモルタルは密実となり、圧縮強度や付着強度等が増加する。

高圧の空気で吹き付けるため鉄筋裏の隙間に、ポリマーセメントモルタルが回り込むため高い充填性が得られ構造物の防錆効果を向上させる。

# ポリマーセメントモルタル被覆工法例

## ① ポリマーセメントモルタルの練混ぜ



・ポリマーセメントモルタルを所定の配合にしたがって練り混ぜる。

## ② 表面施工



・左官コテ又は吹付け機械によりコンクリート表面に被覆する。

## ③ 仕上げ工



・ポリマーセメントモルタルの表面に仕上げ養生材を塗布し、表面を平滑に仕上げる。

## ④ 養生工



・直射日光や強風により、被覆表面に乾燥ひび割れ等が生じないように、必要に応じてシート養生などを行う。また、冬期施工では、養生時の温度管理を行うとともに、初期凍害を防止するための加温養生を必要に応じて行う。  
・所定期間の養生後、表面被覆工の付着強度及び被覆厚さが品質管理上の規格値を満足していることを確認する。

# 目地に対する補修工法

コンクリート水路工の主な変状と簡易補修の可否の判定表



タイプ	症状	特徴と原因	対策	簡易補修の可否
目地の開き		目地材の劣化により、目地材が完全に剥離した場合に生じる	漏水防止の処置 補修材としてシーリング材、止水セメント、モルタル、テープなどが使用できる	○
目地の損傷		モルタルなど固まった後に伸び縮みしない材料では、目地の動きに追従できずに割れてしまう		○
ひび割れ (縦方向)		コンクリートが固まる時に発生するひび割れであり、それ以上成長する可能性は低い、本数も少なく、間隔を空けて発生している場合が多い		○
ひび割れ (斜め方向)		地震や地すべり、大型車両の通行など外から大きな力が加わって発生した可能性が高い	重大な損壊につながる場合があるため、状態を記録し専門家に相談 (水路の設置位置や構造の見直し、鉄筋の腐食対策や塩分などの原因物質の遮断など大がかりな対策が必要)	×
ひび割れ (亀甲状・網目状・直線)		凍害や塩害、アルカリ骨材反応と呼ばれる現象によって発生している可能性が高い。ひび割れがどんどん成長していく	同上	×
摩耗		表面に凸凹がある。水の流れによりコンクリートが摩耗して、粗骨材といわれるコンクリート中の砂利が表面に現れることにより生じる	コンクリート粗骨材がはがれているなど状態が悪化していく場合、専門業者に補修を依頼(壁の厚さを修復する作業等)	×
穴あき		コンクリートを打設したときの締め固め不足などにより発生する。放っておくと中の鉄筋が腐食したり、粗骨材が剥がれ、壁の反対側まで穴が貫通することもある	専門業者に補修を依頼。ただし表面を叩いても粗骨材が剥がれず、穴の深さが3cm程度までであれば簡易補修による対応が可能	△
沈下・たわみ・変形		広範囲にわたって構造物の沈下や蛇行、段差が生じている場合は地盤沈下が原因。周辺地盤の陥没、ひび割れ、背面土の空洞化が生じている場合は土砂の流出が原因。たわみ、変形は目視で確認でき、周辺地盤の外力が原因	重大な損壊につながる場合があるため、状態を記録し専門家に相談	×

水路の簡易補修マニュアルより抜粋

## 目地損傷によるコンクリート水路工の簡易補修（シーリング材による補修）



目地の開きが大きい場合には、バックアップ材を開き部分に設置し、シーリング材の塗布を行う。使用する材料や道具は、ホームセンター等で購入できるもので、補修作業についても重機等を使う必要はなく、維持管理の範囲で長寿命化が図れる。

## 目地損傷によるコンクリート水路工の簡易補修（接着型テープによる補修）



施工後2年経過



## WG1：「パイプラインにおける水撃圧」について

### ～水撃圧の推定方法～

〔右田、松田、樋渡、竹下、川口(H26)、松本(H27)、西村(H26)、山下(拓)(H27)、大野、田畑、山下(彰)(H27)〕

# 報告内容

- 1.はじめに
- 2.農業用水理システム
- 3.水撃圧の概念（正と負の水撃圧）
- 4.事故事例
- 5.水撃圧の推定方法
- 6.経験則による水撃圧の推定
- 7.理論解法による水撃圧の推定
- 8.数値解法による水撃圧の推定
- 9.まとめ（算定方法の統一，対策方法）

## 1.はじめに

### 水撃圧の推定方法について

水撃圧の推定方法は、経験則による方法と計算による方法がある。

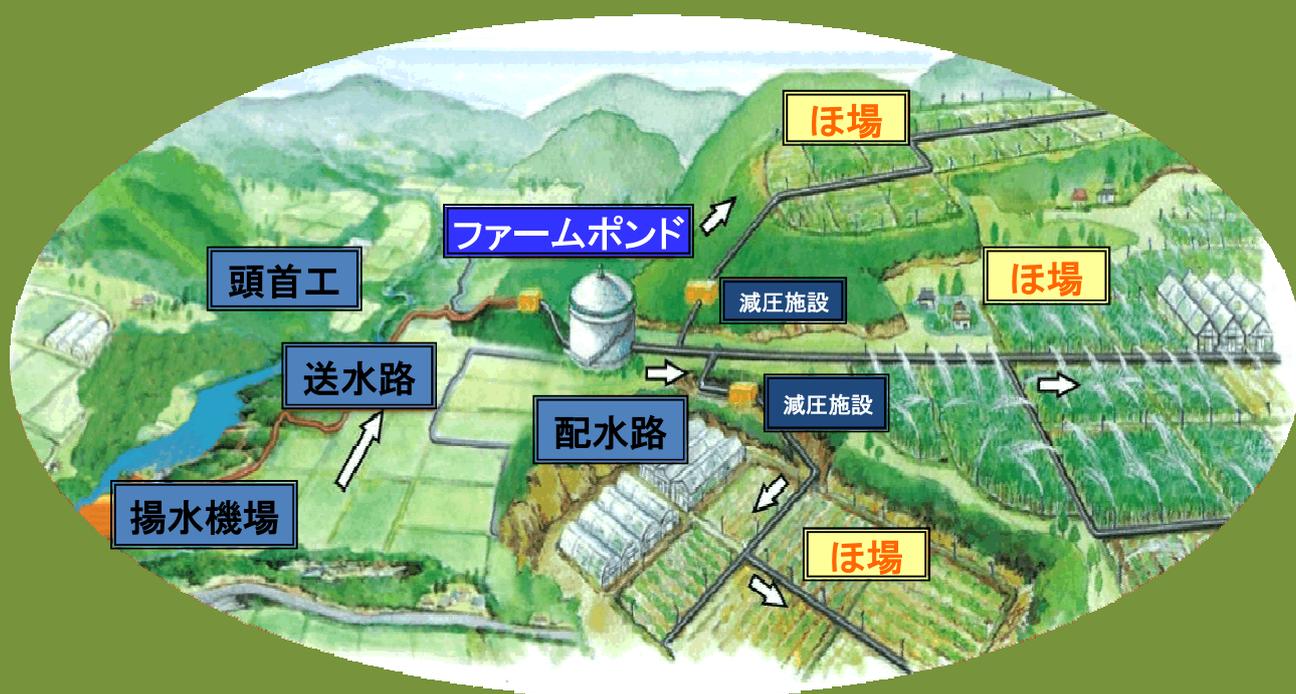
平成20年以前の基準書では、原則として経験則により推定することとなっていたが、平成21年の基準書の改定により、計算による方法で推定することが原則となった。

## 《WG1の活動内容選定理由》

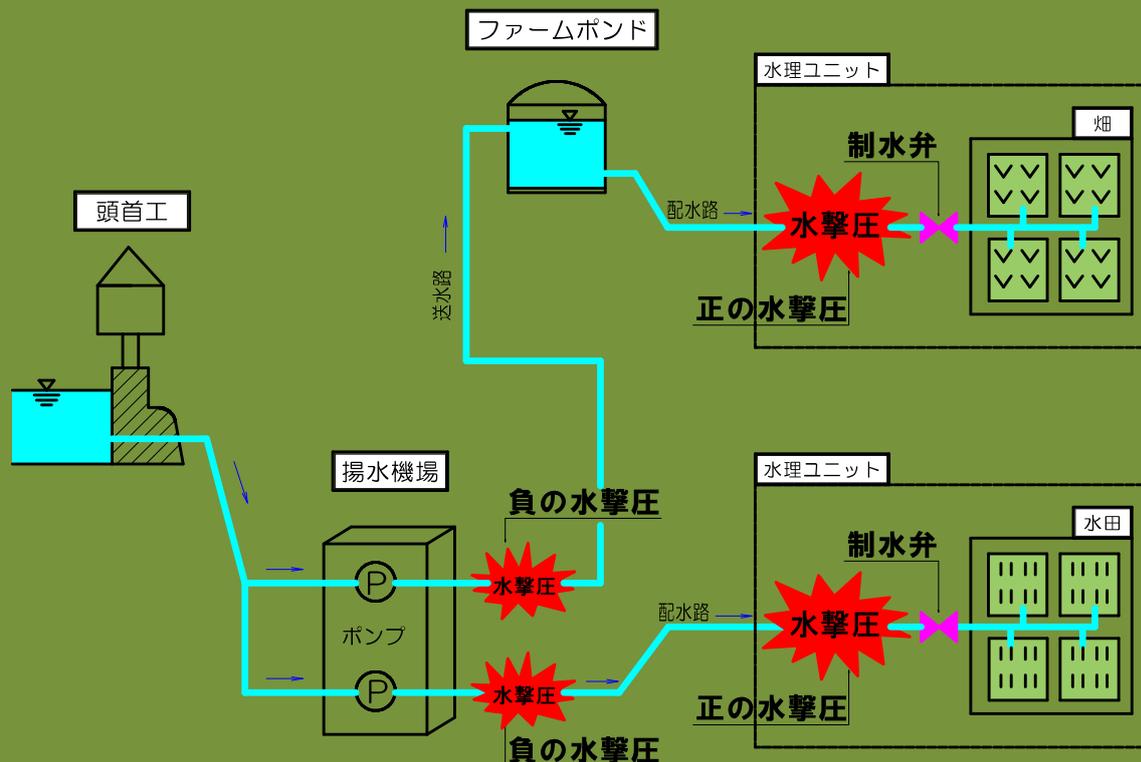
前述のとおり、改定後のパイプライン基準書では、計算により水撃圧を推定することを原則としている。しかし、県下業務において、計算による推定方法が様々な現状である。

そこでWG1では、モデル地区を設定し、「経験則による方法」と「計算による方法」の計算結果を比較し、推定手法の統一を試みることを活動テーマとした。

## 2.農業用水理システム



# 《農業用水利施設の水利ユニット構成例》



## 3.水撃圧の概念

### 《正の水撃圧と負の水撃圧》

パイプラインではバルブの急開閉、あるいはポンプの急激な始動・停止を行うと、水の慣性により水の運動量が短時間に変化し管路内に異常に大きな圧力波が発生することがあり、それを水撃圧という。水撃圧は圧力波の伝搬に伴って生じ、急激な上昇と下降を繰り返す。

## 《正の水撃圧》

水と水及びバルブなどにぶつかって水圧が急激に上がる場合

慣性を持った流体の運動が急に止められることでその運動前方部分に急な圧力上昇を生じる。

バルブ開閉速度	発生する水撃圧
操作が早い	大きい
操作が遅い	小さい

## 《負の水撃圧》

水と水が離れて水圧が急激に下がる場合

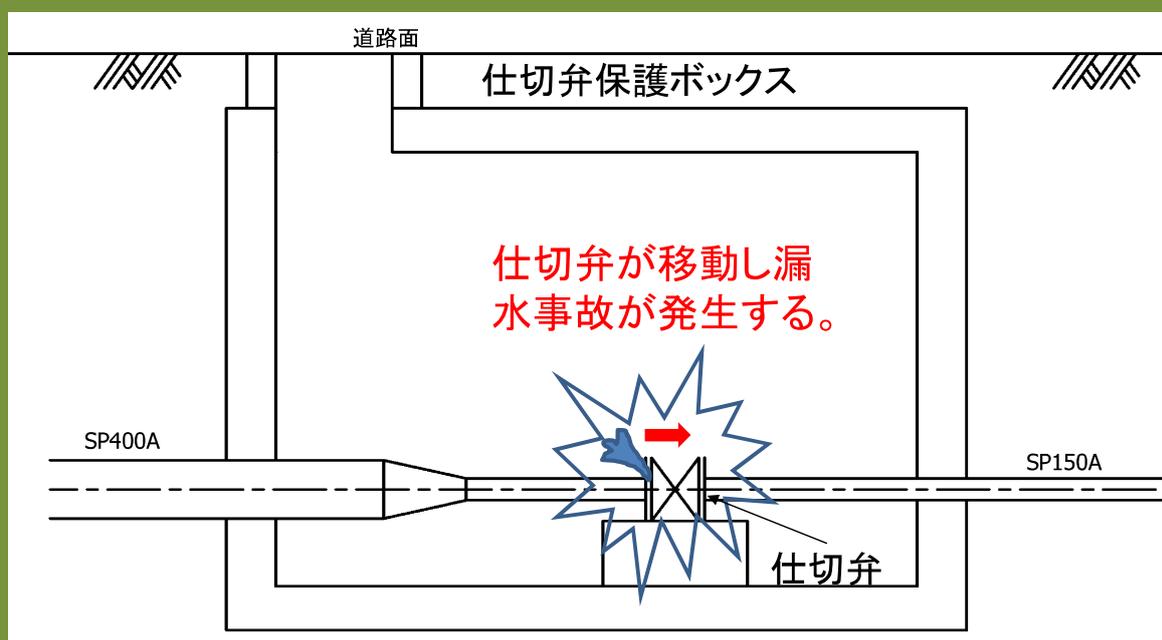
運転中のポンプの急停止やバルブの閉止により管内の流体への運動エネルギーが遮断された場合、管内の流体は慣性により運動を続けるようとする。そのとき流体には水圧の低い部分が発生する。

つまり水と水が離れて水圧が急激な圧力低下を生じる。（水柱分離）

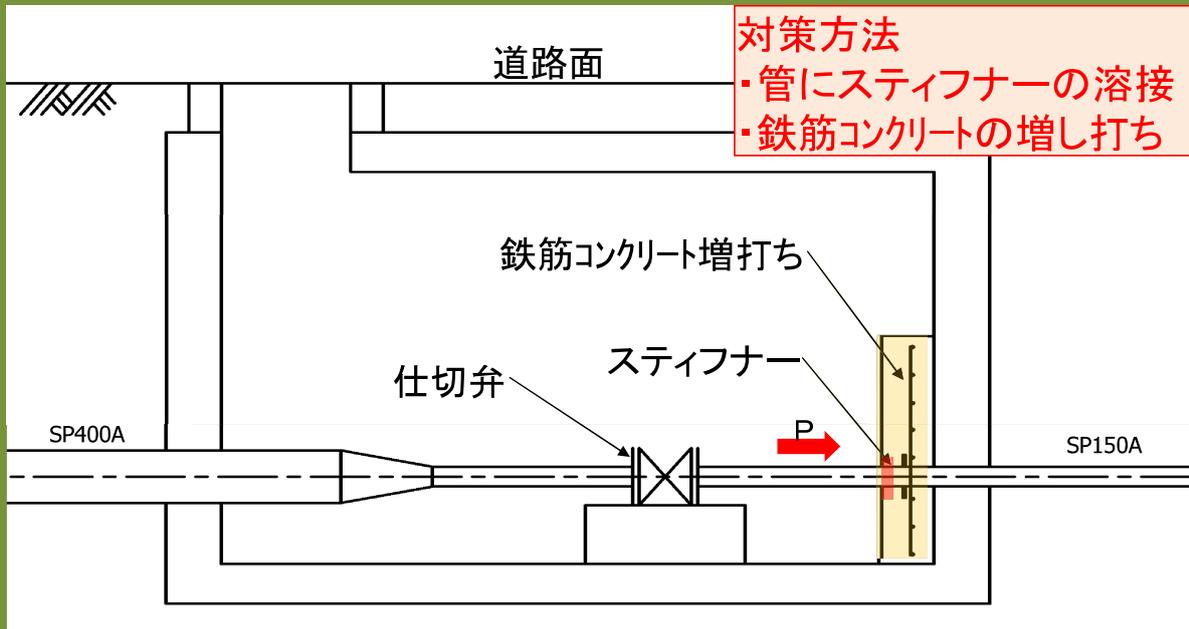
パイプラインの管体構造設計にあたっては、水撃作用の発生源であるバルブの制御特性を適正に評価し、そのバルブの操作管理時に発生する水撃圧を予測して水撃に対する設計内圧を決定する。

## 4. 事故事例

### 《水撃圧による事故事例》

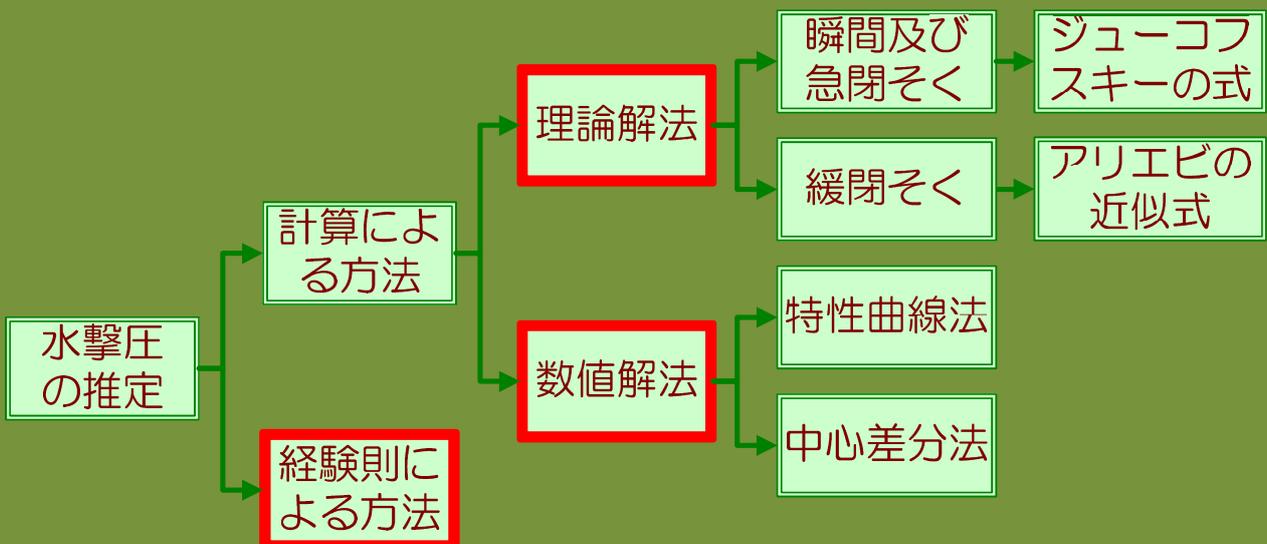


## 《対策方法例》



$P$ : スラスト力 = (静水圧 + 水撃圧) × 断面積

## 5. 水撃圧の推定方法



次項以降にモデル地区における上記推定方法を基に水撃圧の推定を行う。

## 《水撃圧を算定するモデル地区》

### 算定条件

- 管路延長： $L=1000\text{m}$   
（起点からバルブまでの距離： $L=500\text{m}$ ）
- 流速： $V=2.0\text{m}$ （許容平均流速）
- 弁位置静水頭： $50\text{m}$
- 管種：硬質ポリ塩化ビニル管
- 管径： $\phi 75\sim\phi 300$ （6種類）

## 6. 経験則による水撃圧の推定

### 《水撃圧の経験則による推定方法》

経験則とはAWWA(米国水道協会)や豊川用水など管路の縦断形状の起伏が少なく、静水圧が管路延長に比例する地区における『過去の設計事例、施工事例等の経験から、水撃作用による上昇圧の経験を整理したもの』である。

## 《経験則を用いる場合の留意事項》

- ①バルブ操作による水撃圧の上昇圧のみを想定している。  
負圧の検討など降下圧が問題となる場合は数値解法によらなければならない。
- ②バルブの操作時間は緩閉そくとなる範囲内にななければならない。
- ③管内流速が大きい管理バルブ等では危険側に算定される場合がある。

## 《水撃圧の推定方法》

### ①オープンタイプの場合

設計流量流下時に動水勾配線による水圧の20%

### ②クローズド及びセミクローズドタイプの場合

静水圧0.35MPa未満の場合：静水圧×100%

静水圧0.35MPa以上の場合：静水圧×40%  
0.35MPa

大きい方の値

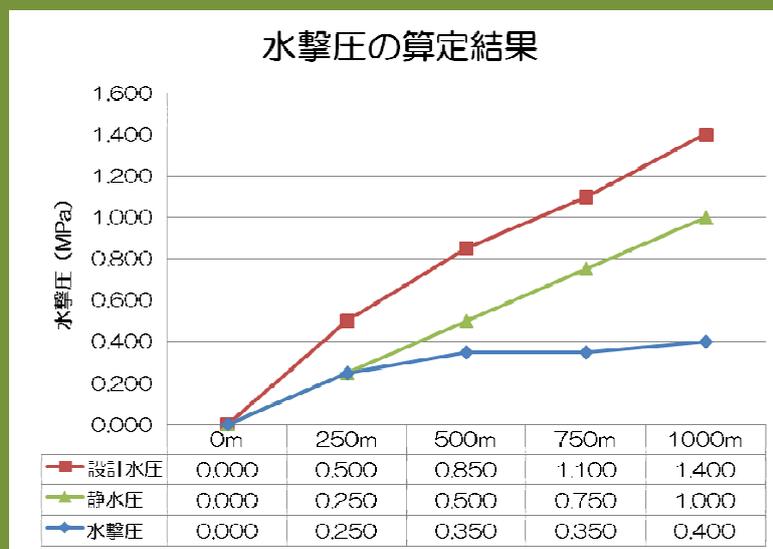
例) 静水圧が0.75MPaの地点では  
 $0.75 \times 0.4 (0.3) < 0.35$ となり  
水撃圧は0.35MPaと推定する。

## 《経験則による水撃圧の算定結果表》

流速 (m/s)	管種	管径 (mm)	水圧 (MPa)	追加距離 (m)				
				0m	250m	500m	750m	1000m
2.00	DCIP	φ 300	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400
	VP	φ 250	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400
	VP	φ 200	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400
	VP	φ 150	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400
	VP	φ 100	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400
	VP	φ 75	設計水圧	0.000	0.500	0.850	1.100	1.400
			静水圧	0.000	0.250	0.500	0.750	1.000
			水撃圧	0.000	0.250	0.350	0.350	0.400

以上の通り、経験則による場合は静水圧により算定するため、管種・管径・流速等は結果に影響しない。

## 《経験則による水撃圧の算定》



経験則による算定は、静水圧より水撃圧を算定し、これら二つの水圧の和を設計水圧とする。

# 7.理論解法による水撃圧の推定

## 《理論解法による水撃圧の推定》

理論解法による水撃圧の推定式（代表公式）

- ジューコフスキーの式
- アリエビの式

適用にあたっての留意事項

- 水槽～単一管路～バルブ系の簡単なパイプラインに限定される。
- 求められる水撃圧は、バルブ閉動作に伴うバルブ地点の最大上昇圧のみである。

## 《理論解法による水撃圧推定の流れ》

### ①圧力波の伝播速度の算定

- パイプラインの流況変化に伴って発生する圧力波の速度



### ②バルブ閉塞時間の算定

- 急閉塞：バルブの閉塞に要する時間が、水撃波が管内を1往復するよりも短い場合
- 緩閉塞：バルブの閉塞に要する時間が、水撃波が管内を1往復するよりも長い場合

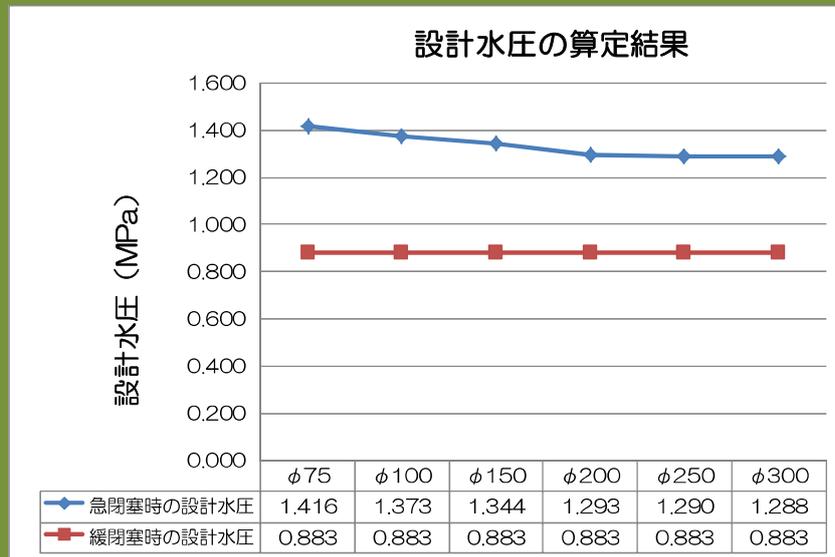


### ③理論解法による水撃圧の推定

- 急閉塞時の水撃圧（ジューコフスキーの式）
- 緩閉塞時の水撃圧（アリエビの式）

## 《理論解法による水撃圧》

バルブ位置における急閉塞時と緩閉塞時に発生する水撃圧を以下に示す。



※小口径管ほど急閉塞時の水撃圧が大きくなる。

## 8. 数値解法による水撃圧の推定

### 《数値解法による水撃圧の推定》

数値解法による水撃圧の推定

- 特性曲線法
- 中心差分法

適用にあたっての留意事項

- パイプラインシステムの水理的な境界点の特性及び水撃圧の発生原因となる水管理操作の条件等検討した上のモデル構成が必要
- 解析対象範囲は水理的に連続した全範囲を対象とする。
- あらかじめ定常流況の検討が必要

# 《数値解法による水撃圧推定の流れ》

## ①解析範囲の設定

- 解析対象範囲を設定する



## ②定常流況の検討

- 摩擦損失水頭等を算出し、利用可能な位置エネルギー（静水圧）を求める



## ③水管理施設の操作ルールの検討

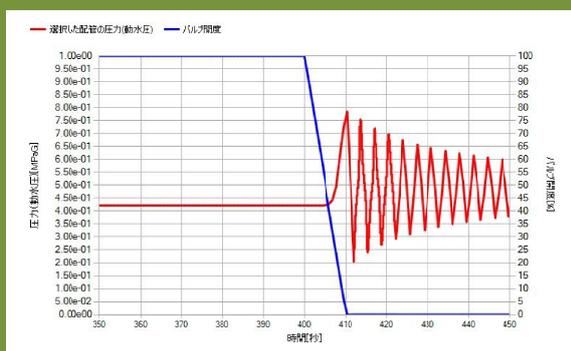
- 水管理ルールに沿った最大水撃圧を検討  
計画された水管理方式の下で発生する水撃圧を推定
- 水管理ルールを確認する場合  
水撃圧が所定の範囲内になるように管理ルールを設定



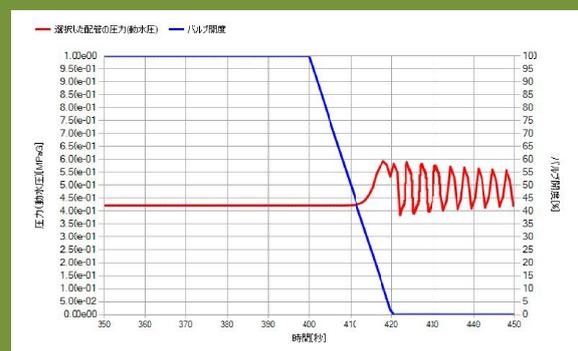
## ④数値モデルの構成

- 水管理操作位置を踏まえた解析モデルを設定する

## ～数値解法(特性曲線法)による水撃圧の算定例～



管径75mm バルブ操作10秒モデル



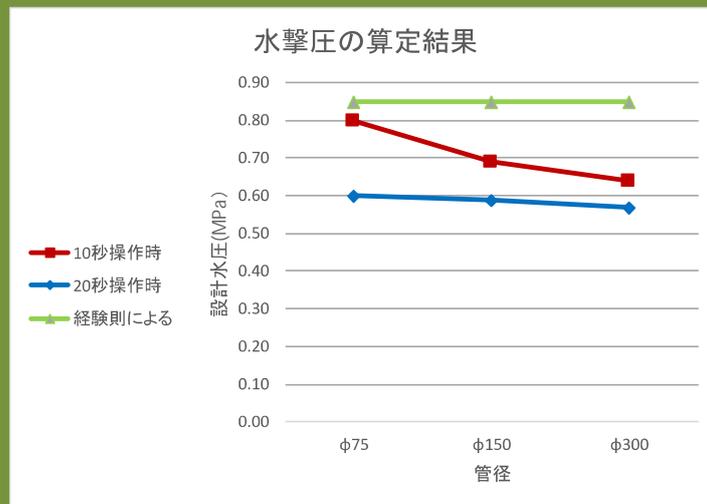
管径75mm バルブ操作20秒モデル

最大動水圧：0.80MPa

最大動水圧：0.60MPa

バルブ操作10秒を20秒にすることで、最大動水圧を0.20MPa減圧可能である

# 《数値解法による水撃圧の算定》

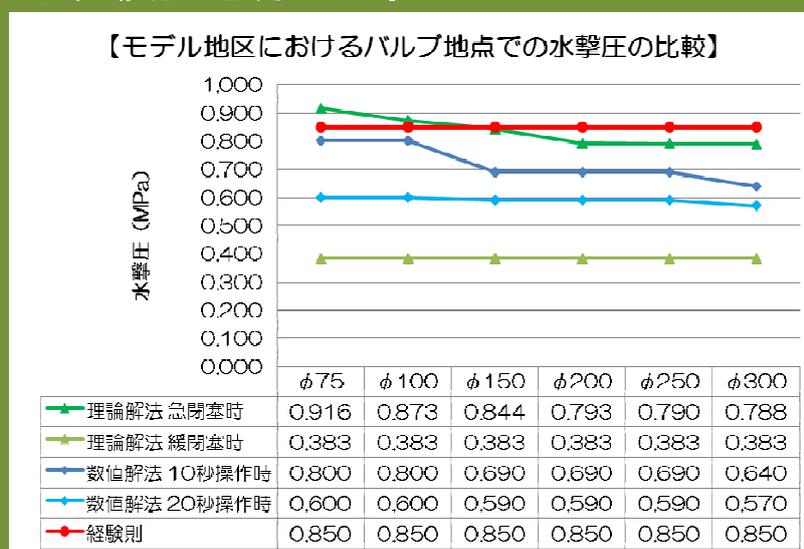


	φ75	φ150	φ300
10秒操作時	0.80	0.69	0.64
20秒操作時	0.60	0.59	0.57
経験則による	0.85	0.85	0.85

※今回のモデルでは経験則を越える結果は発生していないが、小口径ほど、急閉塞となるバルブ操作を設定すると大きな水撃圧が発生することが確認できる

## 9.まとめ（算定方法の統一）

モデル地区における水撃圧を、経験則、理論解法、数値解法により算出し、検証を行った。



※上表に示す通り、バルブ操作での水撃圧においては、急閉塞を回避すれば、経験則による算定値を下回る。

## 《準拠する技術書》

計算による方法の値が経験則による値を上回る場合には、バルブ等の開閉速度を遅くすること等により、軽減する方法を講じて経験則の値を下回るように処置する。

処置が可能な場合は経験則に値を使用しても良い。  
(技術書 設計「パイプライン」P230より)

なお、数値解法以外の推定方法は、バルブ操作による水撃圧の上昇圧のみを扱っているため、負圧の検討など下降圧が問題となる場合は、数値解法によらなければならない。

ただし、ポンプ動力の停止による場合の水撃圧は、簡易計算図表等により行うことができる。

以上のことから、

## 《水撃圧算定方法の統一》

- バルブ操作による水撃圧
  - 経験則により算定  
(別途計算により妥当性の照査は必要)
- ポンプ停止による水撃圧（下降圧）
  - 簡易計算図表により算定

水撃圧算定方法の統一として、  
以上の算定方法を提案する。

平成26年度～27年度

## 農業土木部会活動報告のまとめ

### 農業水利施設をとりまく環境と、統一基準の必要性

ストックマネジメントの目的は、長期的な挙動データを収集することで、劣化予測手法の精度の向上と劣化予測式が構築できることである。

よって、定期的かつ継続的な点検・調査は、不具合等の早期発見だけでなく、データの蓄積を果すものであり、今後継続的な調査が必要であると考えます。

また、統一基準の必要性については、今後も鹿児島県独自の基準を、模索していくことが必要であると考えます。