

104 年度臺日技術合作計畫-  
主流河川大型倒伏式閘門操作維護管理  
執行成效檢討報告

經濟部水利署

104 年 9 月

## 目 錄

壹、前言 .....	2
一、緣起 .....	2
二、中庄調整池工程計畫簡介 .....	3
三、中庄攔河堰工程設計及倒伏閘門操作規劃 .....	5
四、中庄攔河堰工程施工現況 .....	8
貳、技術合作行程安排及交流議題 .....	9
一、行程安排 .....	9
二、來臺日本專家介紹 .....	10
三、技術合作交流議題 .....	10
參、執行成效檢討 .....	14
附件	
附件一、104年7月27日經濟部國際合作處核定函 .....	17
附件二、日本專家簡報 .....	18
附件三、技術合作照片 .....	40

# 壹、前言

## 一、緣起

為提升桃園及板新地區供水穩定，經濟部水利署(下稱本署)刻正推動中庄調整池工程計畫，預計 105 年 12 月完成後可於大漢溪原水高濁度期間提供鳶山堰每日備援水源 80 萬噸 6.2 日，並可使石門水庫於颱風期間全力進行水力排砂，該計畫包括攔河堰、引水路、調整池及輸水路等主要工程，其中為維持大漢溪河防安全及河川生態環境，攔河堰工程排洪道閘門採倒伏式閘門設計，每座閘門寬度 20 公尺及高度 5.2 公尺，為臺灣第一座於主流河川設置倒伏閘門之攔河堰，且其尺寸亦為國內最大倒伏閘門。

中庄攔河堰倒伏閘門啟閉之動力系統係採油壓驅動設計，閘門倒伏後貼近原河床，平時取水時閘門立起擋水及抬高水位，而當颱風期間則將閘門倒伏讓洪水順利通過，因臺灣以往攔河堰排洪道閘門多採弧型閘門或直立式吊拉閘門設計，並無於主流河川設置大型倒伏閘門之營運管理操作維護經驗，為求後續中庄攔河堰工程倒伏閘門營運管理作業順暢，爰藉由 104 年度臺日技術合作計畫邀請日本專家來臺指導主流河川大型倒伏閘門營運管理與操作維護經驗，俾提供本署北區水資源局後續倒伏閘門操作、保養維護、設施異常及緊急處理等相關營運管理計畫訂定參考。

## 二、中庄調整池工程計畫簡介

中庄調整池工程計畫，位於大漢溪武嶺橋下游 1.1 公里處與鳶山堰下游之間，行政區域位於桃園市及新北市等。計畫內容由上游至下游依序為：攔河堰工程、引水路工程、調整池工程及輸水路工程，工程位置如圖 1 所示。計畫於攔河堰取大漢溪取水後經引水箱涵送至調整池蓄存，調整池設計池底標高高程 53.0 公尺，正常蓄水位標高高程 68.0 公尺，設計堤頂標高高程 70.5 公尺；調整池下游輸水路最大輸水能力 80 萬 CMD 可分別提供下游台灣自來水公司大湳淨水場 30 萬 CMD 以及板新應淨水廠 50CMD 用水，本計畫取供水系統如圖 2。各分項工程概述如下：

- (一)攔河堰工程：包括 9 道排洪道及 9 座傾倒式活動堰、左岸 2 道排砂道及 1 道魚道、上游及下游保護工、取水口、護岸及設備機房等分項工程。
- (二)引水路工程：為連接攔河堰取水口與調整池之水路設施，總長度約 1.5 公里。
- (三)調整池工程：第一期開發規模有效蓄水量 492 萬立方公尺，池區面積約為 42.6 公頃。
- (四)輸水路工程：主要銜接中庄調整池和台灣自來水公司之大湳與板新淨水場之輸水設施，全長約 3.6 公里。

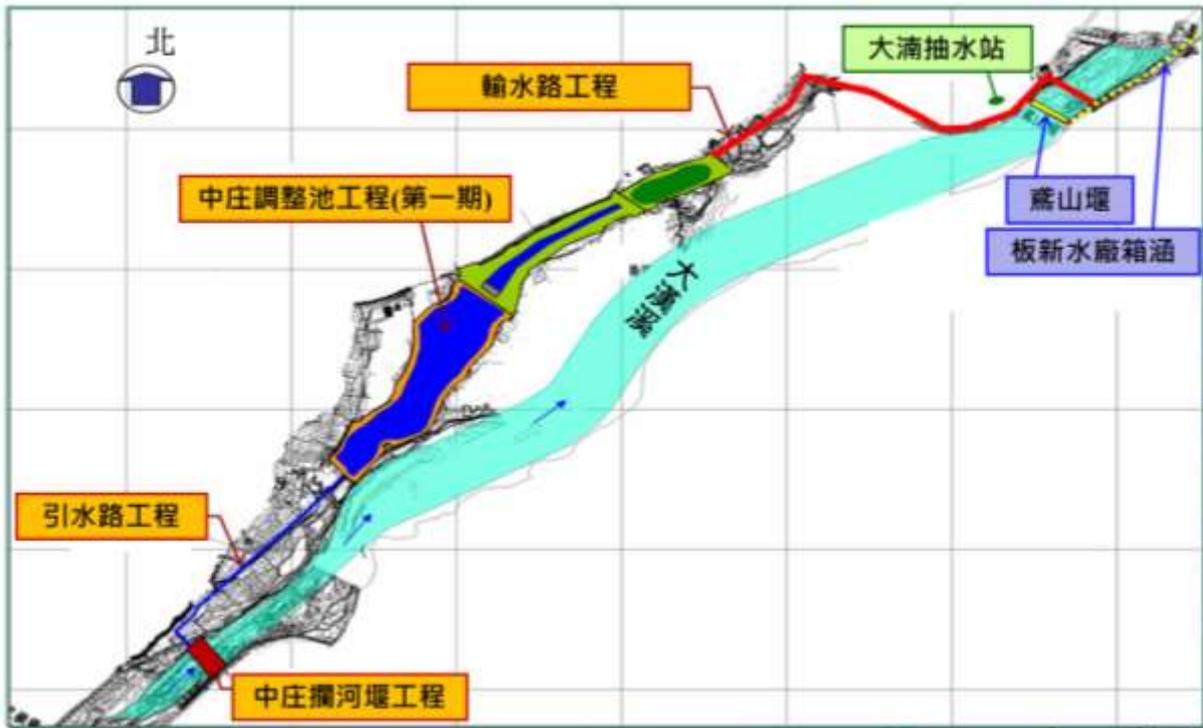


圖 1、中庄調整池工程計畫項下主要工程位置圖

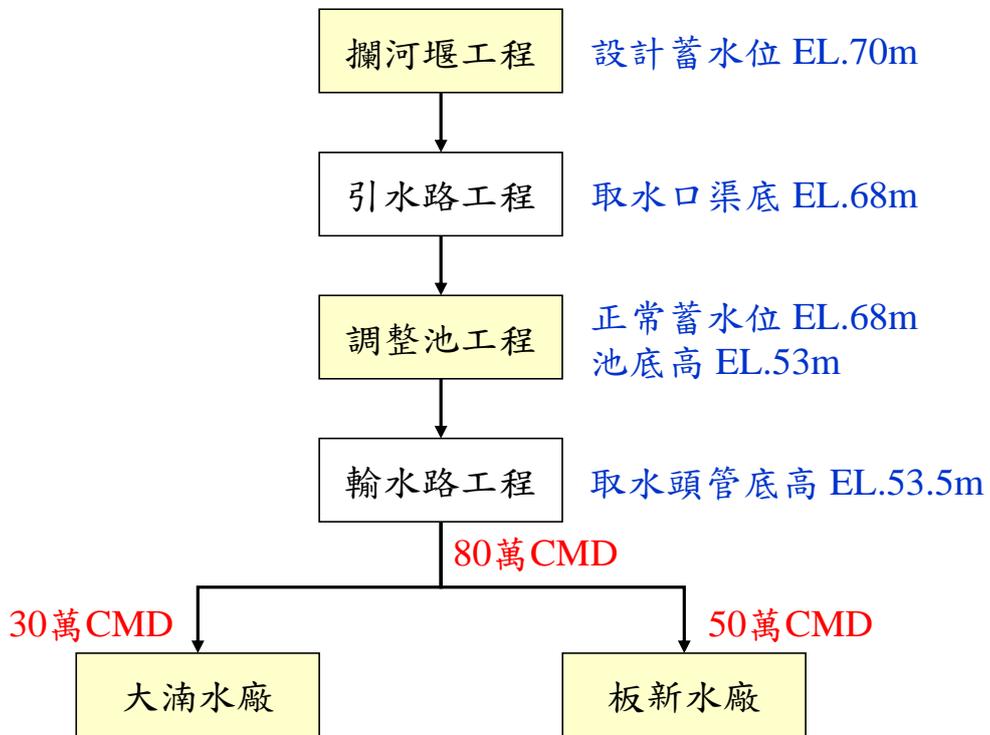


圖 2、中庄調整池取供水系統圖

### 三、中庄攔河堰工程設計及倒伏閘門操作規劃

#### (一)攔河堰工程設計：

中庄攔河堰設置於大漢溪武嶺橋下游約 1.1 公里處，以倒伏活動堰提高該處水頭至標高高程 70.5 公尺，作為重力引水至調整池所需之水頭。本工程除倒伏活動堰外，亦包含排砂道、魚道、上下游保護工、堰面保護工、取水口、引水路、護岸、聯絡版橋、設備機房及水工機械等設施。攔河堰工程總平面佈置詳圖 3，剖面圖佈置詳 4，倒伏閘門剖面詳圖 5。其中倒伏式活動堰合計 9 座，每座堰面寬 20 公尺，墩柱寬 2 公尺，堰體長 24 公尺，堰體上游端標高高程 66.8 公尺、閘門底標高高程 66.5 公尺、堰體下游端標高高程 64 公尺，閘門高 5.2 公尺，設計取水水位標高高程 70 公尺，墩座寬 2 公尺，墩頂標高高程 71.0 公尺。

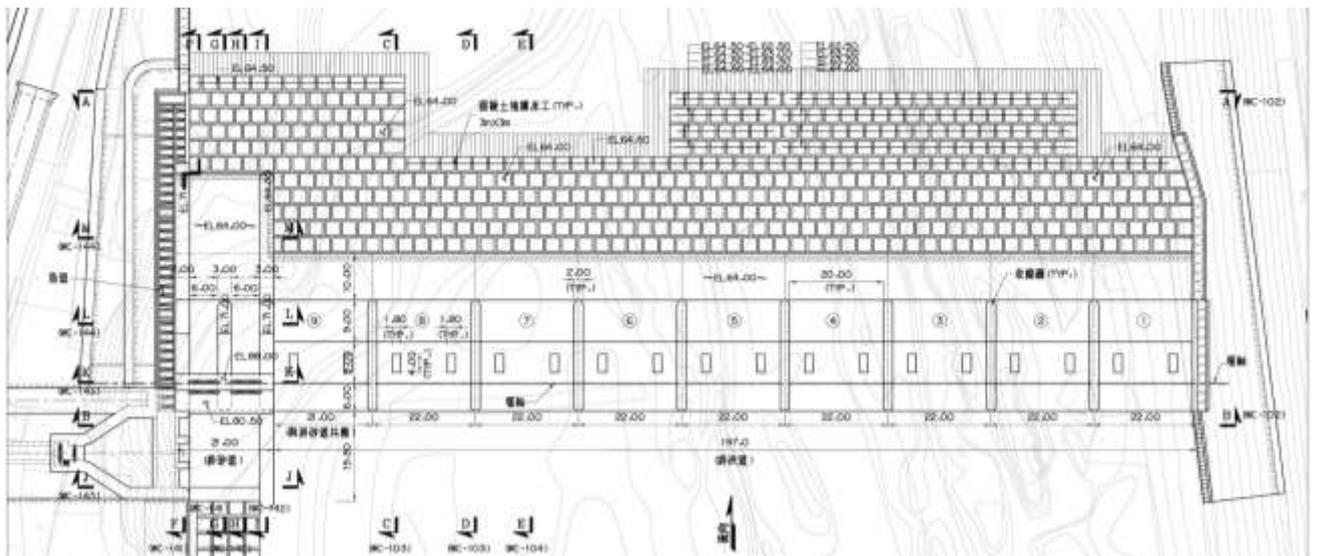


圖 3、中庄攔河堰工程平面佈置圖



尺，依計畫功能中庄攔河堰運轉主要包括：平時引水利用運轉、洪水期運轉及緊急運轉等，其操作原則規劃如下：

- 1、平時引水利用運轉：豐水期(含颱風前)及石門水庫水力排砂操作前，調整池蓄水應保持滿庫狀態，由攔河堰引水時應開啟取水口閘門取水，此時活動堰均為起立狀態，另由魚道及排洪道供給下游保留水量。調整池蓄滿後，即關閉取水口，此時活動堰仍為起立狀態，上游入流量則由魚道及排砂道排放。調整池蓄滿後，因調整池每日尚需供應下游自來水 2.4 萬立方公尺，故當調整池蓄水位由高程 68.0 公尺降低至高程 67.0 公尺，即減少約 60 萬立方庫容時，則開啟取水口閘門取水。
- 2、洪水期運轉：當颱風警報發佈後，中庄攔河堰應與上游石門水庫聯合操作，放水時應優先開啟排砂道排放上游水量，再倒伏活動堰閘門，以利颱風期間洪水通過攔河堰。颱風過後，經研判洪水已降至對堰體不構成安全威脅時，則再起立活動堰後，再關閉排砂道閘門，開始引水利用。
- 3、緊急運轉：在發生特殊洪水、地震或災變致有危及攔河堰堰體安全疑慮時，則應緊急開啟排砂道及倒伏活動堰閘門緊急放水，放水前亦應播放緊急放水警報。於研判洪水位降低或災變對堰體不構成安全威脅時，再起立活動堰及關閉排砂閘門引水利用。

#### 四、中庄攔河堰施工現況

中庄攔河堰工程因位於大漢溪河道內，施工方式採半半施工，至 104 年 8 月底進度 74.36%，已完成 9 道排洪道及其倒伏閘門安裝；除護床工混凝土塊 100 塊、取水口與排砂道閘門及管大樓尚未施作完成外，其餘主要土木及閘門設施已完成，施工情形如圖 6，預計 104 年 10 月完成攔河堰主體工程及倒伏閘門安裝測試。



圖 6、中庄攔河堰工程施工情形

## 貳、技術合作行程安排及交流議題

### 一、行程安排

本次臺日技術合作已於 104 年 9 月 8 日(星期二)至 9 月 11 日(星期五)辦理，行程安排詳表 1。

表 1、技術合作行程表

日期(星期)	時間	行程		本署參與單位
		活動事項	地點	
Day1 9/8(二)  當日住宿： 台北福華國 際文教會館 (台北市)	11:10	啟程(長榮航空 BR177)	大阪機場	
	13:05	抵達臺灣桃園機場		
	13:30-15:00	桃園機場->水利署(台北)		水利署
	15:30-16:00	歡迎會及拜會首長	水利署(台北辦公區)	水利署 北水局
	16:00-17:00	石門水庫及其集水區整治計畫、及中庄調整池工程計畫簡介	水利署(台北辦公區)會議室	水利署 北水局
	17:30-19:30	歡迎晚宴	段落符號餐廳	水利署 北水局
Day2 9/9(三)  當日住宿： 台北福華國 際文教會館 (台北市)	09:00-12:00	中庄攔河堰倒伏閘門設計與營運操作維護計畫說明	石門水庫環翠樓會議室	水利署 北水局
	13:30-17:00	石門電廠、分層取水工、水力排砂及蓄水範圍保育工作參觀	石門水庫	水利署 北水局
Day3 9/10(四)  當日住宿： 台北福華國 際文教會館 (台北市)	09:00-12:00	中庄攔河堰工程現地簡報及勘查	中庄攔河堰工程現地	水利署 北中南水局 水規所
	13:30-17:00	日本倒伏閘門操作營運經驗分享(60 分鐘)及綜合座談	石門水庫環翠樓會議室	水利署 北中南水局 水規所
Day4 9/11(五)	11:00	赴桃園機場		水利署
	13:35	返程(長榮航空 BR130)	桃園機場	
	17:15	抵達日本	大阪機場	

## 二、來臺日本專家介紹

本案技術合作經駐日代表處協助連繫，日本關西電力公司派遣包括藤岡政行、川口雅樹及林發等 3 位專家來臺指導，其中除藤岡政行係由 104 年度臺日技術合作計畫補助經費來臺外，另川口雅樹及林發 2 名專家則由日本關西電力公司自費來臺，3 位來臺日本專家主要經驗如下：

表 2、來臺日本專家簡介

姓名	職稱	主要經歷	年資
藤岡政行 (FUJIOKA MASAYUKI)	日本關西電力公司土木建築部企劃部門主任	倒伏閘門營運管理、攔河堰設計及施工、及水力發電設備調查、設計及施工	18 年
川口雅樹 (KAWAGICHI MASAKI)	日本關西電力公司土木建築部企劃部門經理	水力發電所需設備評估、設計、施工及營運	20 年
林 發 (HAYASHI YUTAKA)	日本關西電力公司退休顧問	(陪同藤岡政行及川口雅樹 2 位專家來臺協助本次技術合作)	逾 40 年

## 三、技術合作交流議題

因國內以往攔河堰排洪道閘門多採弧型閘門或直立式之吊拉閘門設計，並無於主流河川設置大型倒伏閘門之營運管理與操作維護經驗，為確保後續本署中庄攔河堰倒伏閘門營運正常，本案技術合作本署向日本專家請教主要議題如下，上開問題日本專家並已於 104 年 9 月 10 日納入簡報內回應(簡報詳附件一)。

(一)平時倒伏閘門設施檢查重點項目及頻率？

(二)倒伏閘門油壓動力系統保養及異雜物清除時機？

(三)倒伏閘門立起及倒伏操作順序建議？

(四)倒伏閘門故障異常之緊急排洪或取水措施？

另除上述 4 項倒伏閘門營運管理及維護操作議題外，本次技術合作，本署及北區水資源局並向日本專家請教以下問題，日本專家並於 104 年 9 月 10 日綜合座談回應如下表 3。

表 3、其它交流問題及日本專家回應表

項次	問題	日本專家回應
1	就所知日本壩堰協會發行了好幾套水工設施設計準則或維護要領，這部分準則或要領在執行時有強制性嗎？	設計條件要遵守設計基準，但維護要領僅作為參考使用。
2	就您所知日本倒伏閘門之最大尺寸是多大？尺寸是否有限制？	1. 倒伏閘門沒有最大尺寸限制，尺寸增大即會增加啓閉荷重，開閉裝置必須加大其能力及回轉軸的強度，惟會成為超大的設備。 2. 日本最大的鋼製的倒伏閘門實績為千代田分流堰(地點:北海道、IHI 施工、寬 43.3mX3.91m 共 4 門)。
3	倒伏閘門依據動力油壓缸操作位置，我們區分為背撐式及拉伸式兩種，請問兩者之差異及優劣？另外選用時有那些應注意之事項？	請參考鋼製起伏閘門設計要領形式的選定(含優劣比較)。
4	在日本(同本案工程)一般小型堰或蓄水池，是否須設監測系統？如果有須設置主要之監測標的為何？	在日本關西電力公司所轄管的水壩，監測系統主要作為放水開始前下流河川的安全確認(進入河川的人)為目的，設置 ITY 攝影機(動畫影像)。
5	對於堰區地下水壓計，您們是否設計成可更換式？如果不能更換異常時如何因應？	因水壩建設時已埋設，無法作更換。
6	PEB6 水壓計在安裝前壓力讀	較難想像會有壓力降低的狀況，所

項次	問題	日本專家回應
	值正常，當安裝進孔洞後壓力值就偏低，且明顯低於大氣壓力，重新安裝結果相同，您知道可能的原因有哪些？	想得到的應是電氣信號沒有正確的轉換成壓力值，應向製造商確認。
7	一般油壓系統之設計壓力為70、140、210、280MPa，請問有無特別意涵？如果我們設計油壓系統壓力為100、150或200MPa，是否有何不妥或困難？	油壓系統是購入各種市售油壓部品組合而成，因這些油壓部品的規格為70、140、210、250、280MPa，所以閘門設計也採該規格作壓力設計，用這些以外的設計壓力是不經濟。
8	鋼製倒伏閘門設計準則特別介紹有保護「保護裝置」、「安全裝置」及「付屬裝置」(P151)，其間主要之差別為何？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保護裝置是保護油壓裝置及閘門用的裝置，用於：(1)異常壓力防止裝機器（溢流閥）、(2)異常壓力檢出機器(壓力開關)、(3)上下限限制開關裝置、(4)過濾器。</li> <li>2. 安全裝置是人員安全用的裝置，用於：(1)內燃發動機排氣管的安全蓋、(2)覆蓋在旋轉部的蓋板、(3)危險顯示板或類似物。</li> <li>3. 付屬裝置是配合控制方法的附屬裝置，用於：(1)開度指示計、(2)油面計、(3)空氣呼吸器。</li> </ol>
9	在日本或你們的經驗大型倒伏門之啟閉控制，是以角度信號、或極限開關亦或是壓力開關作為控制信號源？能否請說明其間之優劣？	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用極限開關、控制在各角度停止，另作為無法作正常開關時的保護裝置時，也有用感應壓力及以機械方式倒伏的機能。</li> <li>2. 在設置開度指示計的情形下，一般是用角度信號，極限開關及壓力開關只能檢測出全開及全倒的狀態，如必須有中間開度的開度指示，是要使用角度信號。請參考鋼製起伏閘門設計要領P154(1)參考開度指示計。</li> </ol>
10	在日本一般之倒伏閘門是否有指派專人值勤操作？亦或是由其他人員兼任再依需要至現場操作？	閘門操作為由自動控制及公司人員(專屬人)進行操作員。

項次	問題	日本專家回應
11	再一段時間我們準備執行攔河堰蓄水測試，請問有何我特別須注意之是向或您們對這部分有所建議？	設計水深時各種機能正常動作及從閘門水密部無漏水等異常。
12	一般鋼索式吊門機是否須設自重下降機制？	雖在出水閘門沒有設計自重下降的機能，在取水口閘門有設計在緊急時可自重下降關閉閘門的機能。
13	關於倒伏閘門之操作，您的建議是溢流操作抑或不溢流？是否有需特別考慮之處？	倒伏閘門的操作是對應水壩水位操作，另外構造上，以溢流方式使它排水(簡報資料另有說明)。
14	在日本倒伏閘門是否有設自動高水位倒伏裝置？或其他監測值異常之連鎖倒伏機制？又此裝置就您的看法是否有設置之必要性？	倒伏閘門的操對應已設定的水位以自動控制施行操作。另外，在突然增加水位或機器故障，不能使用自動控制使閘門倒伏(簡報資料另有說明)。
15	如果設置自動倒伏裝置突然因高水位倒伏，下游河道水位驟升這要如何因應？	為防止操作失誤，有各種設備作維護管理，萬一操作失誤而造成異常放水的情形下，要馬上派員到下流河川確認是有無危害發生。
16	就您的認知正常情形下閘門之上升/及下降速度分別約多少？閘門自重下降是否仍須靠水壓？	以排水閘門而言，每分鐘上升或下降 30 公分為標準。
17	閘門倒伏時，油壓系統需要引導壓力(PILOT)才能開啟逆止閥，請問常態你們是採用同一部泵亦或兩部泵(一部負責上升，另一負責下降)？	閘門用的泵為 1 台。
18	PISTON ROD 的材質一般為何？是否有採用鍛鋼包護不銹鋼之作法？另外油壓缸上方之法蘭材質是否選用不銹鋼？	PISTON ROD 的材質用 SUS304N2 或 SUS304 較多，表面處理為鍍硬鉻，沈於水下的油壓缸上的法蘭也有使用不銹鋼。
19	施工階段油壓缸安裝時有哪些應注意事項？上下位置如何選定或對正？	請參考壩堰施設檢查要領。

### 參、執行成效檢討

為維持大漢溪河防安全及河川生態環境，中庄攔河堰採倒伏閘門設計，閘門倒伏後貼近原河床，平時取水時閘門立起抬高水位，而當颱風期間則將閘門倒伏讓洪水順利通過，倒伏閘門每座寬度 20 公尺及高度 5.2 公尺，完工後將成為臺灣於大型河川內首座且為最大尺寸之倒伏閘門，包括大型閘門製作、安裝及動力系統設置等均涉施工技術均突破以往，並已開創臺灣水利建設新頁及重大里程。

經本案 104 臺日技術交流邀請日本關西電力公司藤岡政行、川口雅樹及林發等 3 位專家來臺指導並分享日本倒伏閘門營運管理與操作維護經驗，對於本署未來中庄攔河堰倒伏閘門營運維護管理有莫大幫助，本次日本專家藤岡政行於專題簡報時特別就倒伏閘門之平時檢查維護、油壓系統異物清除、倒伏閘門啟閉順序及設施異常與緊急情形處理對策經驗分享並給予建議，後續本署將落實計畫及工程設計理念並參考本案日本專家指導意見，於營運前擬定中庄攔河堰營運維護計畫及其閘門操作規定，俾供未來現場人員操作依循及維持攔河堰正常運作。

為增進臺灣與日本雙方情誼並提升技術合作品質，本案技術合作日本專家來臺指導期間，本署除全程派員陪同、交通接送及安排口譯人員外，並於 104 年 9 月 8 日蒞署拜會行程由本署曹華平副署長率北區水資源局陳肇成局長、邱忠川副局長、張庭華主任工程司及相關單位人員接待並致贈文宣品表示感謝，另 9 月 9

日及10日於本署北區水資源局石門水庫及中庄攔河堰現地勘查與綜合座談行程，本署北區水資源局陳肇成局長、邱忠川副局長及張庭華主任工程司亦親自陪同並解說，且南區水資源局及水利規劃試驗所亦均派員參與104年9月10日日本倒伏閘門營運操作經驗分享並進行綜合檢討，期間技術交流熱絡，對雙方參與人員之工程經驗及專業技術均有正面助益與提升。

本案技術合作已於104年9月8日至11日圓滿順利完成，來臺日本專家除提供本署大倒伏閘門營運管理與操作維護經驗與中庄調整池攔河堰未來操作維護建議外，並另提供日本水庫堰壩攔截漂流木及沉木經驗供本署參考。本案技術合作現地交流雖僅有2天(另含來臺及離臺各1天)，惟本署於日本專家來臺前即已提送擬請教問題，俾利日本專家能掌握問題並預作準備。

本案技術合作本署參與人員均獲益良多，對未來中庄攔河堰工程完工後營運管理確有正面助益，後續本署將落實工程設計理念並持續蒐集國外大型倒伏閘門營運管理與操作維護相關技術，俾提升我國水利技術並與國際接軌。

日本專家離臺前特別表達：「感謝臺灣及本署熱情接待與技術交流，除期待後續能持續交流外，並期待下次來臺灣時可看到中庄攔河堰已正常營運並發揮功能，謝謝臺灣!」。由上述日本專家離臺意見，足可見促進技術合作成效外，並已有增進臺灣活絡外交及拓展國際成效。

# 附 件

# 附件一、104年7月27日經濟部國際合作處核定函

## 經濟部國際合作處 函

機關地址：台北市福州街15號  
承辦人：陳祈典  
電話：(02)23212200分機：602  
傳真：(02)23213275  
電子信箱：ctchen@moea.gov.tw

受文者：經濟部水利署

發文日期：中華民國104年07月27日  
發文字號：經國處字第10403055680號  
速別：最速件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：如文

主旨：有關貴署擬在104年度臺日技術合作計畫項下申請日方派遣「主流河川大型倒伏式閘門操作營運管理」專家來臺指導一案，請惠依說明事項配合辦理。

說明：

- 一、依據駐日本代表處經濟組104年7月21日日經組字第1040000939號函辦理。
- 二、本案業經駐日本代表處經濟組洽妥日方派遣關西電力公司水利事業本部發電運用組專員藤岡政行(Fujioka Masayuki)於本(104)年9月8日至9月11日來臺指導。
- 三、旨述專家來臺指導所需各項費用將依院頒「各機關聘請國外顧問、專家及學者來臺工作期間支付費用最高標準表」之副教授級支付，包含商務艙來回機票(以本國籍航空公司為主，由本處直接撥付駐日本代表處代購)，報酬(含生活費)每日新台幣6,540元(需扣18%所得稅)及事前準備費新台幣11,000元(需扣18%所得稅)，惟請貴署先行墊付報酬及事前準備費，並向國稅局報繳稅款，於專家完成指導離臺後2週內檢據向本處申請核銷歸墊，核銷時各項單據憑證均需經申請單位主管及會計主管核章，並依規定於專家指導完成2個月內提出相關指導成效檢討之書面報告書1份暨其電子檔送本處核備。
- 四、請依規定辦理專家之國際技術合作人員綜合保險(保額比照公務人員因公赴國外出差綜合保險標準辦理)，並由貴署負擔保險費及內陸交通費。
- 五、檢附上述專家日文簡歷1份，請卓參。

正本：經濟部水利署  
副本：駐日本代表處經濟組、外交部亞東關係協會

## 附件二、日本專家簡報

# 起伏ゲートに関する 運営・管理について

平成27年 9月

関西電力株式会社

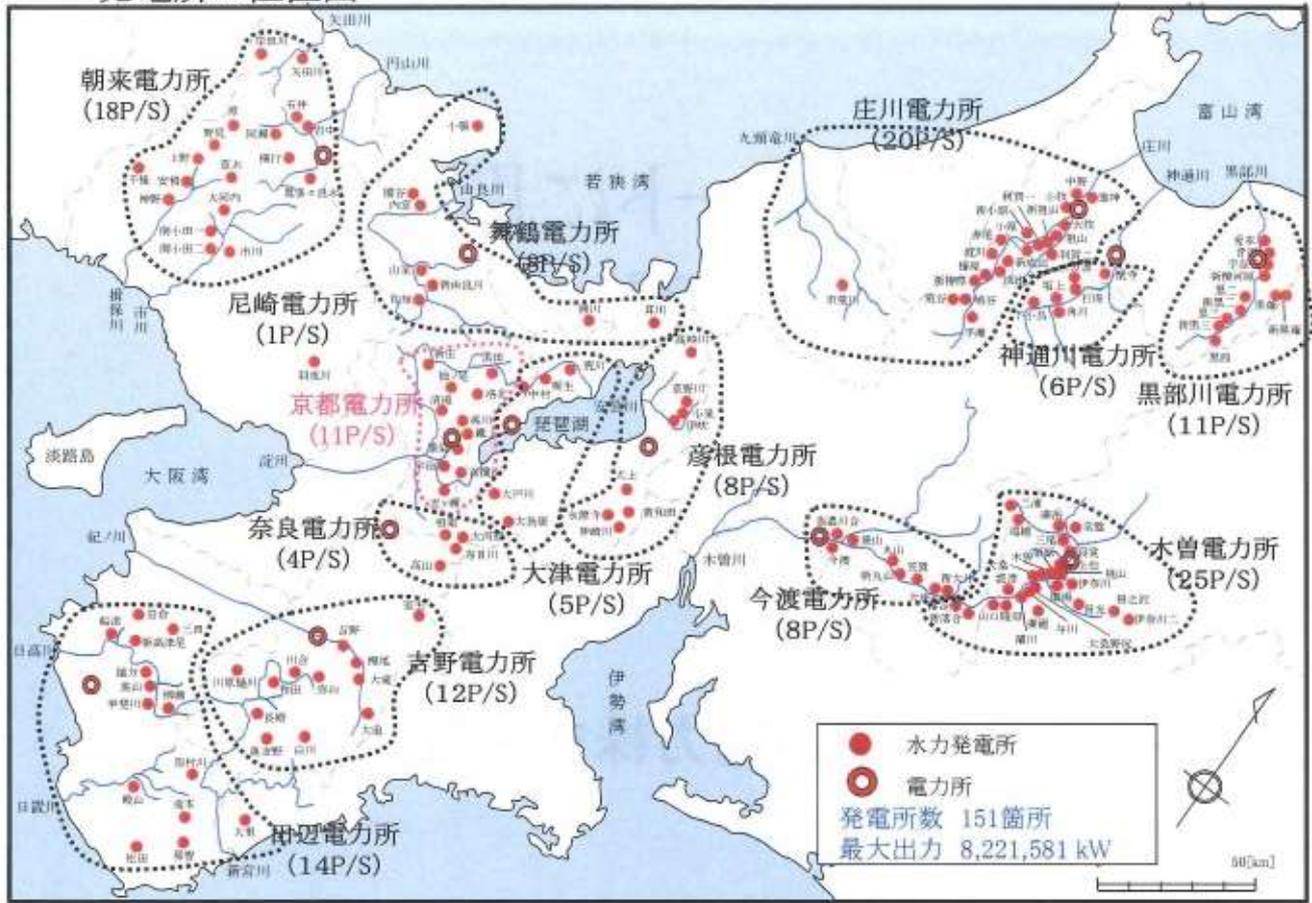
## 【目 次】

- ①関西電力水力発電所の概要
- ②清滝発電所の概要
- ③質問事項に対する回答
  - ⇒質問1: 日常点検の内容、点検ポイントと頻度
  - ⇒質問2: 油圧動力系統の保守および異物排除のタイミング
  - ⇒質問3: 起立倒伏操作の手順
  - ⇒質問4: 故障や異常時の緊急排水や取水の応急措置
- ④関西電力における油圧シリンダーに関する不具合事例
- ⑤おわりに

# ①関西電力水力発電所の概要

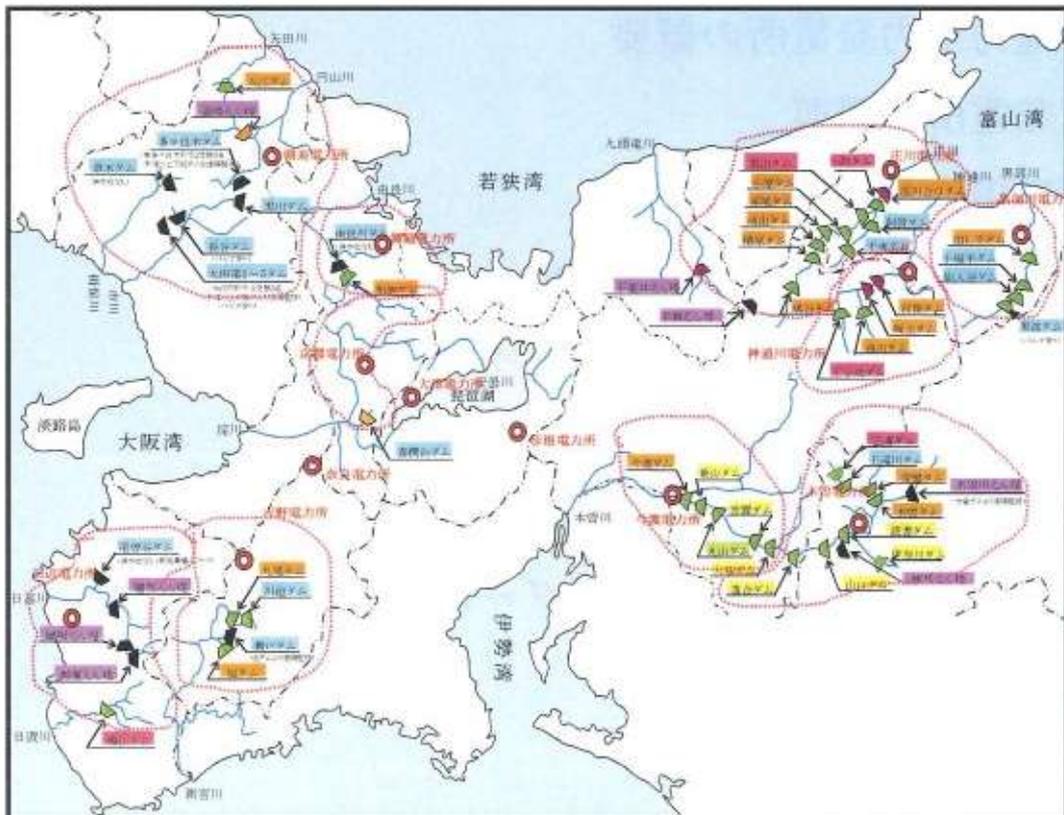
1

発電所の位置図



ダムの位置図

2



## 関西電力が保有しているダム数とゲート設備数

### ⇒ダム

- 15m以上のダム(ハイダム) : 49ダム
- 15m以下のダム(ローダム) : 173ダム

### ⇒ゲート設備

- 洪水吐ゲート : 392門
- その他ゲート : 1,853門

## ②清滝発電所の概要



## 発電所の諸元

5

発電所名	清滝発電所		
発電開始年月日	1909. 8. 1 (106年経過)		
発電方式	水路式		
発電所所在地	京都府京都市		
水系河川及級別	淀川水系水系 清滝川 1級河川		
許可出力	最大	250kW	常時 150kW
有効落差	最大	33.300m	常時 33.330m
使用水量	最大	0.946m <sup>3</sup> /s	常時 0.570m <sup>3</sup> /s
流域面積	55.780km <sup>2</sup>		

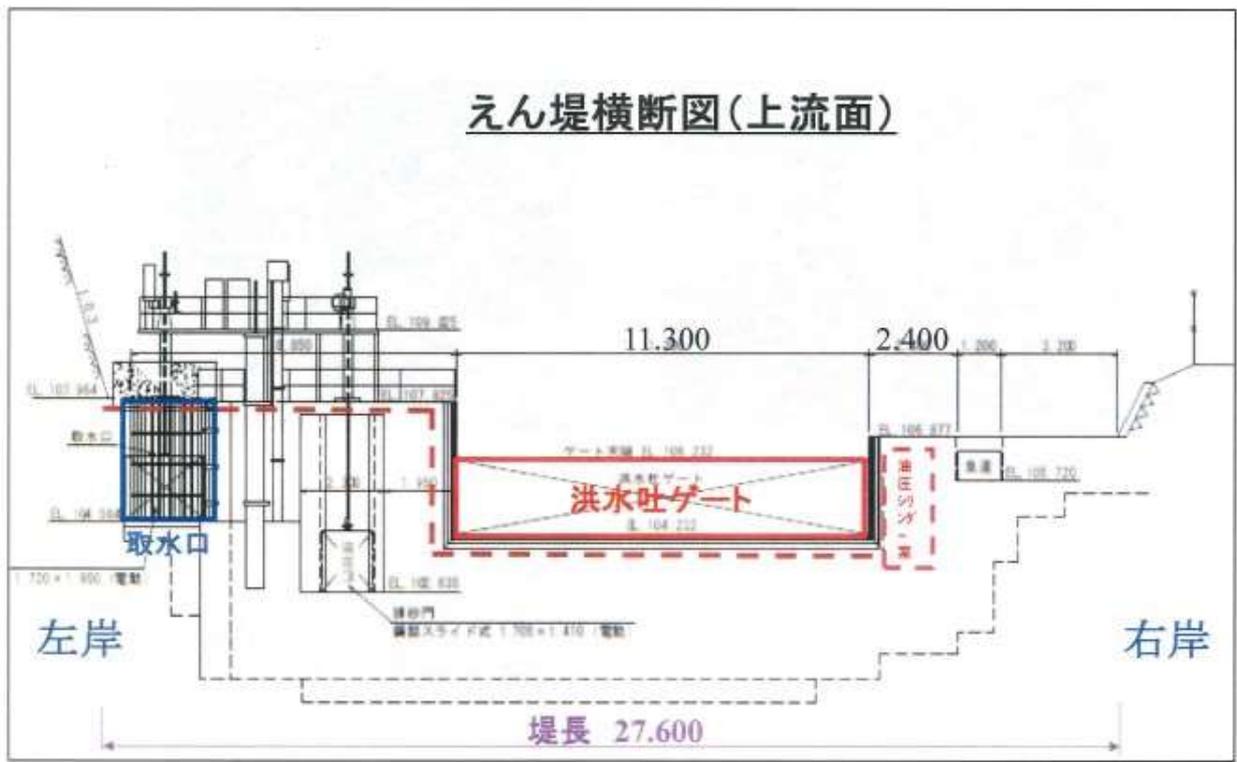
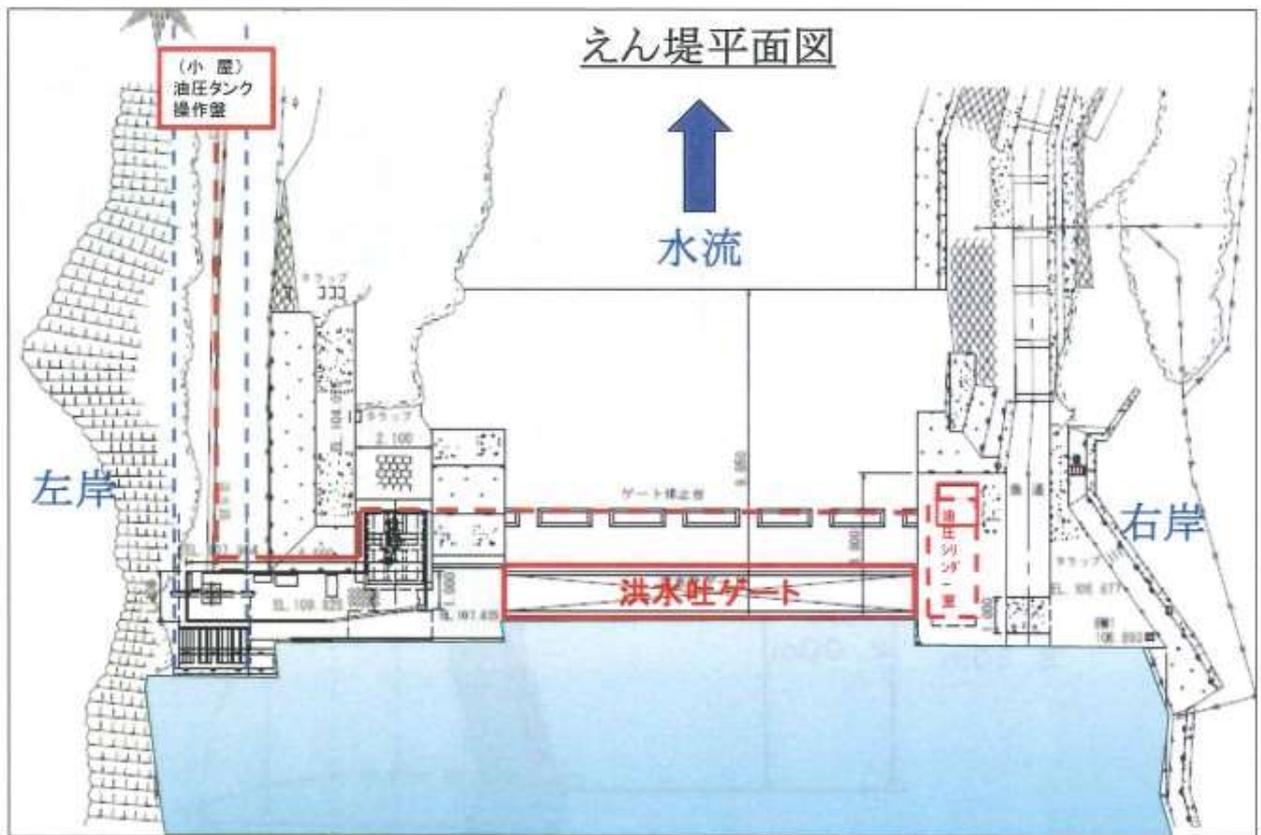


## 取水えん堤の諸元

6

ダム名	高雄取水えん堤
型式	重力式越流式
堤頂長	27.600m
高さ	8.345m
直接集水面積	55.780km <sup>2</sup>
堤体積	450m <sup>3</sup>
付属設備	
洪水吐ゲート	倒伏式 B 11.300m×H 2.000m 1門
排砂ゲート	スライド式 B 1.410m×H 1.705m 1門
排砂路	開きよ B 1.200m×H 1.600m L=2.400m
魚道	魚梯コンクリート造 B 1.200m×H 0.300m L=45.750m

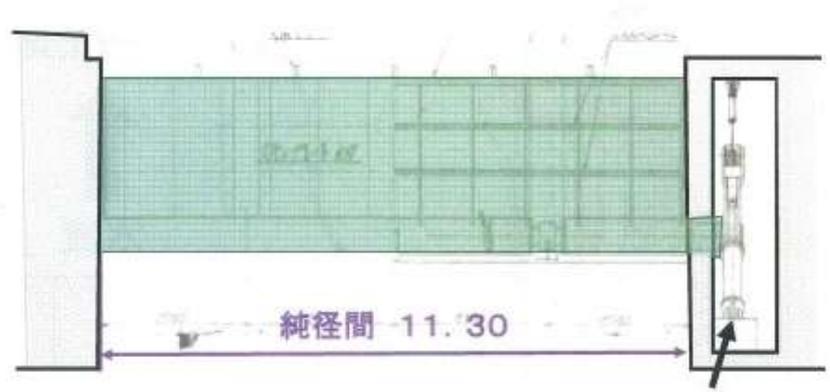




## 洪水吐ゲート諸元

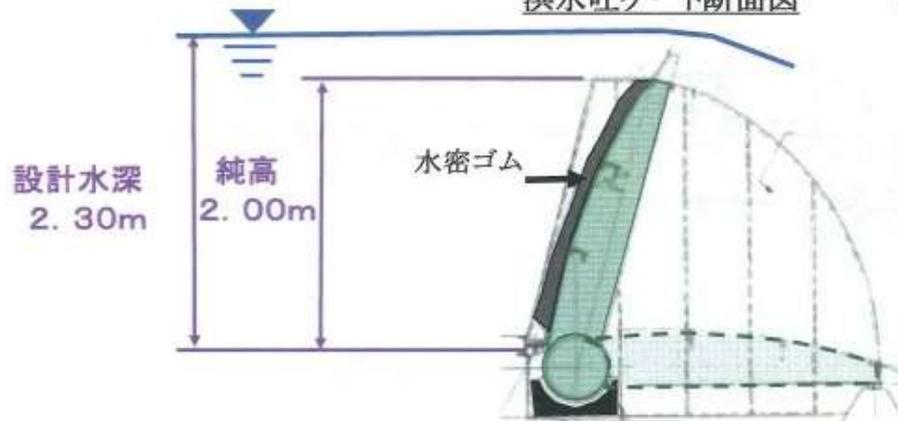
- ・数量：1門
- ・純径間：11.30m
- ・純高：2.00m
- ・設計水深：2.30m
- ・水密方式：前面三方水密
- ・開閉方式  
：油圧シリンダー横主桁方式

## 洪水吐ゲート正面図



洪水吐ゲート断面図

油圧シリンダー



## 洪水吐ゲートの変遷

1909. 8 発電所運開当初

ゲートではなく、木製の決しや板(B=2.7m~2.75m, H=1.8m 4門)であった。



1971. 3 えん堤改良工事実施

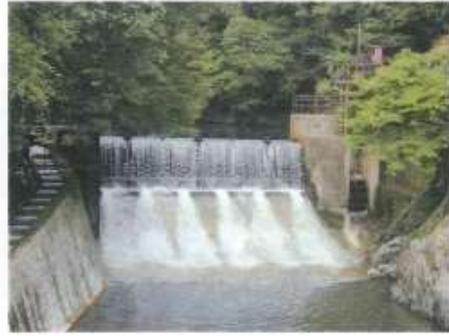
現在の洪水吐ゲート  
(起伏式, B=11.3m, H=2.0m 1門)を設置  
現在に至る(44年経過)



えん堤全景  
(洪水吐ゲート起立状態)



えん堤近景  
(洪水吐ゲート起立状態)



えん堤全景  
(洪水吐ゲート倒伏状態)



えん堤近景  
(洪水吐ゲート倒伏状態)



洪水吐ゲート全景  
(洪水吐ゲート起立状態)



洪水吐ゲート全景  
(洪水吐ゲート起立状態)



洪水吐ゲート下流面近景  
(洪水吐ゲート起立状態)



洪水吐ゲート上流面近景  
(洪水吐ゲート起立状態)



洪水吐ゲート全景  
(洪水吐ゲート倒伏状態)



えん堤下流状況全景



扉体回転軸状況



えん堤下流状況近景



油圧シリンダー室



油圧シリンダー(上側から望む)



油圧シリンダー(下流側から望む)

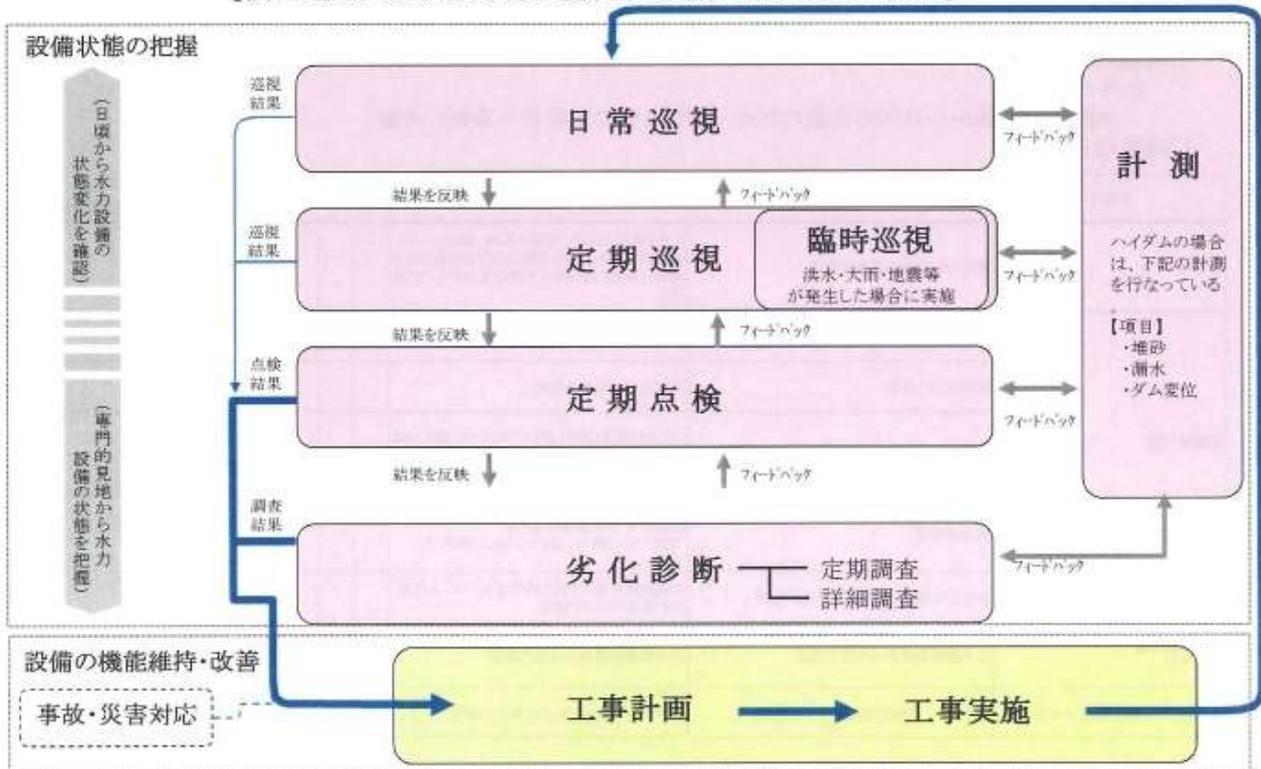


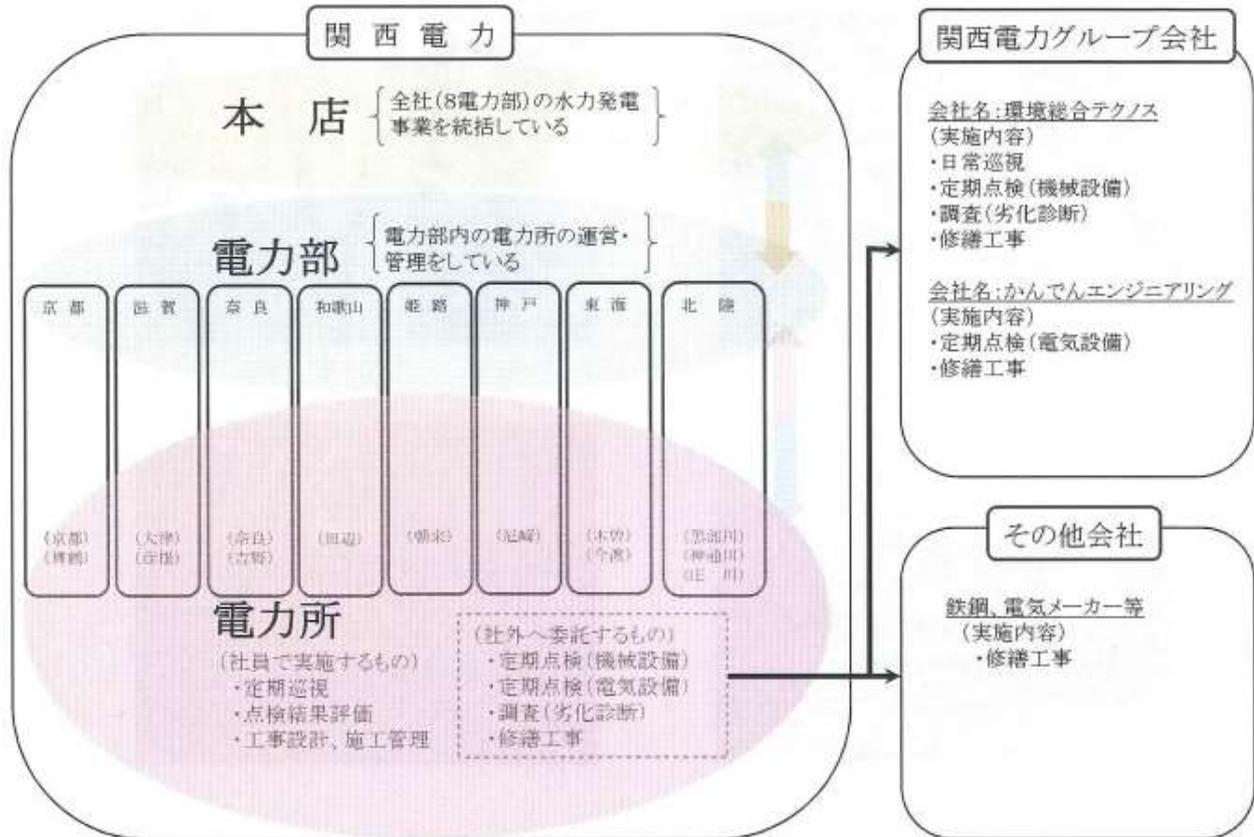


③質問事項に対する回答

質問1: 日常点検の内容、点検ポイントと頻度

【関西電力における水力発電所土木設備の維持管理の体系】





(1) 日常(週)巡視

- 実施内容  
設備全体の状態を目視で簡単に確認
- 頻度  
ダム:1回/日、その他施設:1回/週等
- 実施方法  
社外へ委託  
→簡易な作業かつ日常の作業のため、現地付近の住居者へ委託し実施
- 確認項目

設備名	巡視項目	巡視時の留意事項	巡視結果	備考 (確認した改修状況等も記載)
洪水吐ゲート	扉体・油圧装置・外観の異常	ゲート扉体の変形、発錆の有無、油圧ユニットの漏油の有無、自記記録計の印字状態および紙切れ確認、計測値に急激な変化がないか確認。		
機器操作盤	表示灯の点灯状態	ランプテストによる玉切れ確認。		
	異常表示の有無	異常表示の有無を確認。		
	開度、電圧・電流計の指示状態	ゲートの開度が指示値と差がないか、異常な電圧・電流が流れていないか、異常の変化の確認		
	洪水吐状態	洪水吐ゲートの状態を記入。 (起立:K、1段:1、2段:2、3段:3 倒伏:T)		
水位計	水位計の損傷、水位異常検知の有無	目視確認可能な大きな損傷がないか、水位表示の異常がないか確認		
応水制御装置表示水位	応水制御装置表示水位の確認	応水制御装置表示水位の確認		
洪水吐ゲート操作盤表示水位	洪水吐ゲート操作盤表示水位の確認	洪水吐ゲート操作盤表示水位の確認		

## (2) 定期巡視

- 実施内容  
設備損傷・劣化の進行度合の把握を毎月確認
- 頻度  
施設全般:1回/月
- 実施方法  
社員  
⇒内容および頻度を考慮し、エリアを担当する社員が実施
- 確認項目

		巡視項目	点検結果および巡視結果
ダム堤体		表面の劣化、損傷、亀裂	
		表面・構造継手の亀裂	
		沈下(構造継手)	
		漏水	
洪水吐ゲート	扉体	付属設備の異常の有無(排砂路・魚道)	
		水密ゴム取付部の異常、ゴム劣化等	
		たわみ、変形、ボルトの折損	
		スキンプレートの変形、板厚減少	
		漏水(全閉時)	
		振動、異音(操作時)	
	巻上機	塗膜の劣化状態	
		雨水、落ち葉、土砂溜り部清掃	
		漏油(油圧配管)、油切れ等	
		過熱、振動、異音等	
		リミットスイッチの作動状況	
		計器、開閉器、表示灯の損傷	
		塗膜の劣化状況	
巻上機架台(操作室)	電路の絶縁状態		
	接地の状態		
観測装置	壁のはらみだし、亀裂、劣化、漏水等		
	漏油(油圧配管・油圧タンク・油量計)		
	水位計、量水標の破損		
		記録装置の作動状況	

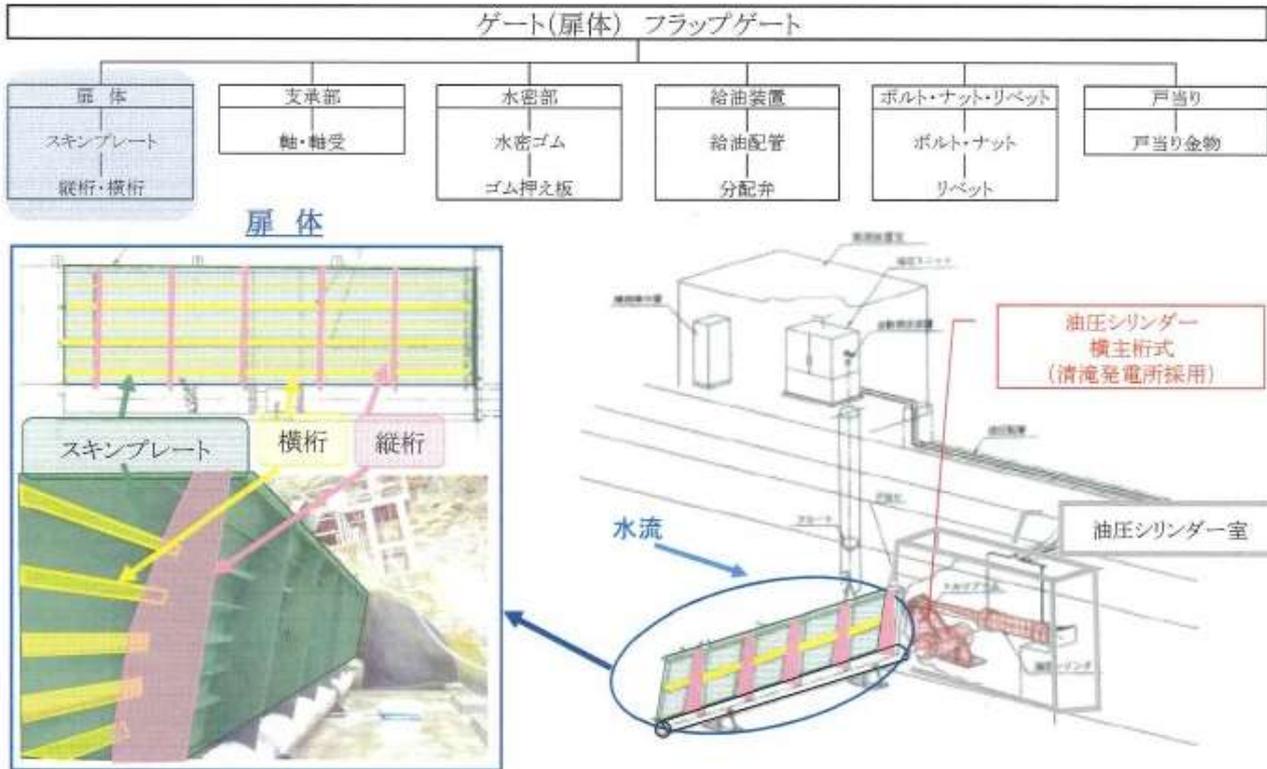
## (3) 定期点検

- 実施内容  
設備の機能確認および設備の異常の有無、劣化、損傷を詳細に確認
- 頻度  
施設全般:1回/年
- 実施方法  
社外へ委託  
⇒測定項目が多く、清掃や給油等の作業量が多いため、社外へ委託
- 確認項目  
定期点検では、各種機器設備を構成部品まで細かく分割しそれぞれを管理している。

## 点 検 状 況

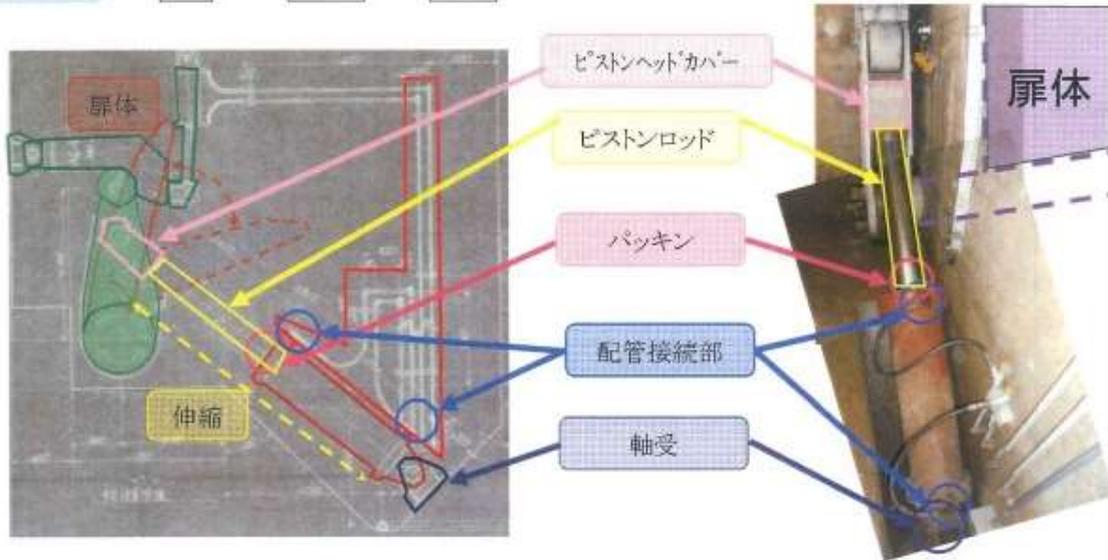
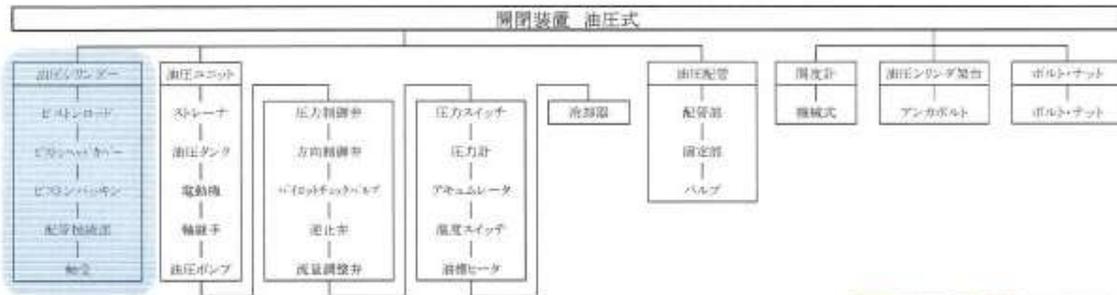


機器構成図



各部品に対して次のように確認する

大分類	中分類	小分類	点検事項	観測・計測方法	着目点
フラップゲート	扉体	スキンプレート	鋼材の発錆	全体を目視にて確認し、発錆箇所を位置、規模(割合)をメジャー・ボール等で計測する。	水際ライン
			鋼材の腐食	全体を目視にて確認し、腐食箇所を位置、規模(大きさ、深さ)をメジャー・ボール等で計測する。	水際ライン
			塗膜の劣化	全体を目視にて確認し、塗膜のふくれ、はがれ、割れ、変退色についてその規模と割合をメジャー・スケール等で計測する。	水際ライン
			鋼材の変形	全体を目視にて確認し、変形箇所を位置、規模(幅、長さ)をメジャー・スケール等で計測する。	扉体下部
			鋼材の割れ	全体を目視にて確認し、割れの位置・長さ・幅をメジャー・スケール等で計測する。	溶接部、塗膜の割れ
			鋼材の損傷	全体を目視にて確認し、キズの位置・長さ・深さをメジャー・ボール等で計測する。	扉体下部
			漏水	漏水の量をストップウォッチと、メスシリンダ・ピーカ等で可能な範囲で計測し、不可能なものについては目視で状況を把握する。	溶接部、リベット接合部
	横桁・縦桁	横桁・縦桁	鋼材の発錆	水抜き孔に着目し、全体を目視にて確認し、発錆箇所を位置、規模(割合)をメジャー・ボール等で計測する。	水際ライン、塵芥溜り場、水抜き孔
			鋼材の腐食	水抜き孔に着目し、全体を目視にて確認し、腐食箇所を位置、規模(大きさ、深さ)をメジャー・ボール等で計測する。	水際ライン、塵芥溜り場、水抜き孔
			塗膜の劣化	水抜き孔に着目し、全体を目視にて確認し、塗膜のふくれ、はがれ、割れ、変退色の劣化についてその規模と割合をメジャー・ボール等で計測する。	水際ライン、塵芥溜り場、水抜き孔
			鋼材の変形	全体を目視にて確認し、変形箇所を位置、規模(幅、長さ)をメジャー・スケール等で計測する。	下部付近
			鋼材の割れ	全体を目視にて確認し、割れの位置・長さ・幅をメジャー・スケール等で計測する。	溶接部、塗膜の割れ
			鋼材の損傷	全体を目視にて確認し、キズの位置・長さ・深さをメジャー・スケール等を用いて計測する。	下部付近



大分類	中分類	小分類	点検事項	観測・計測方法	着目点
閉鎖装置 油圧式	油圧 シリンダ	ピストン ロッド	鋼材の発錆	ジャバラを取外し、全体を目視にて確認し、発錆箇所的位置、規模(割合)をメジャー・スケール等で計測する。	もらい錆(錆汁等)の有無
			鋼材の腐食	ジャバラを取外し、全体を目視にて確認し、腐食箇所的位置、規模(大きさ、深さ)をメジャー・スケール等で計測する。	もらい錆(錆汁等)の有無
			鋼材の変形	全体を目視で確認し、変形箇所的位置、規模(幅、長さ)をメジャー・スケール等で計測する。	パッキン部からの漏油
			鋼材の損傷	ジャバラを取外し、ロッド表面全体を目視にて確認し、キズの位置・長さ・深さをメジャー・スケール等で計測する。	
			動作中の異音・振動	異音: 通常とは違った異常な音がないか聴覚にて確認する。 振動: 通常とは異なった振動を目視・指触にて確認する。	
			漏油	各接合部・変形箇所等から油が漏れていないか、目視・指触にて確認する。	ピストンパッキン部
		ピストン ヘッド カバー	鋼材の発錆	全体を目視にて確認し、発錆箇所的位置、規模(割合)をメジャー・スケール等で計測する。	ピストンロッドカバー(ジャバラ)
			鋼材の腐食	全体を目視にて確認し、腐食箇所的位置、規模(大きさ、深さ)をメジャー・スケール等で計測する。	ピストンロッドカバー(ジャバラ)
			塗膜の劣化	全体を目視にて確認し、塗膜のふくれ、はがれ・割れ・変色色についてその規模と割合をメジャー・スケール等で計測する。	ピストンロッドカバー(ジャバラ)
			鋼材の変形	全体を目視にて確認し、変形箇所的位置、規模(幅、長さ)をメジャー・スケール等で計測する。	ピストンロッドカバー(ジャバラ)
			漏油	各接合部・変形箇所等から油が漏れていないか、目視・指触にて確認する。	シールの割れ
ピストン パッキン	動作不良	油圧シリンダに荷重がかかった状態でシリンダストップ弁を閉め、ピストンロッドが伸縮しないことを確認する。	パッキンの損傷		

大分類	中分類	小分類	点検事項	観測・計測方法	着目点
開閉装置 油圧式	油圧 シリンダ	配管接続部	鋼材の発錆	全体を目視にて確認し、発錆箇所的位置、規模（割合）をメジャー・スケール等で計測する。	ジョイント部
			鋼材の腐食	全体を目視にて確認し、腐食箇所の位置、規模（大きさ、深さ）をメジャー・スケール等で計測する。	ジョイント部
			塗膜の劣化	全体を目視にて確認し、塗膜のふくれ・はがれ・割れ・変色についてその規模と割合をメジャー・スケール等で計測する。	ジョイント部
			鋼材の変形	全体を目視にて確認し、変形箇所の位置、規模（幅、長さ）をメジャー・スケール等で計測する。	
			部材のズレ	全体を目視にて確認する。	軸芯
			漏油	各接合部・変形箇所等から油が漏れていないか、目視・指触にて確認する。	シールの割れ、配管接続部の変形
			軸受	軸受を目視にて確認し、発錆箇所的位置、規模（割合）をメジャー・スケール等で計測する。	
		鋼材の腐食	軸受を目視にて確認し、腐食箇所の位置、規模（大きさ、深さ）をメジャー・スケール等で計測する。		
		塗膜の劣化	軸受を目視にて確認し、塗膜のふくれ・はがれ・割れ・変色についてその規模と割合をメジャー・スケール等で計測する。		
		鋼材の変形	ケーシング全体を目視にて確認し、変形箇所の位置、規模（幅、長さ）をメジャー・スケール等で計測する。		
	鋼材の割れ	ケーシング全体を目視にて確認し、割れ的位置・長さ・幅をメジャー・スケール等で計測する。			
	部材のズレ	目視にて軸芯にズレがないか確認する。	電流値、軸芯		
	動作中の異常・振動	異常：通常とは違った異常な音がないか聴覚にて確認する。 振動：通常とは異なった振動を目視・指触にて確認する。	電流値、ケーシングの変形・割れ		
	温度上昇	動作時、指触にて表面温度の状態を確認する。	内部グリス		
	漏油	各接合部・変形箇所等から油が漏れていないか、目視・指触にて確認する。	ケーシングの変形・割れ、継部		
	グリス劣化	目視にて色調、指触にて油質の有無を確認する。			

(4)劣化診断

- 実施内容  
構造物の状態を定量的に評価する。(鋼材の板厚から、応力状態を評価する)
- 頻度  
施設全般:1回/15年(標準)
- 実施方法  
社外へ委託  
⇒ より専門性が高い作業であることに加え、大掛かりな足場の構築などが必要であるため、専門の業者へ委託する。  
\*) 関西電力のゲート設備を専属で維持管理している会社
- 確認項目  
目視観察ならびに鋼材の板厚を測定し、腐食などによる鋼材の減耗量から応力状態を評価し、ゲート扉体本体の余寿命を予測している。

**調査(劣化診断)**

**【板厚測定状況】**

### 定期調査

調査項目	調査内容
板厚測定	鋼材の腐食による現状の板厚(減耗量)を把握する
目視観察	鋼材や溶接部の腐食等の異常有無を把握する



定期調査の結果により、応力状態を評価し、改修の必要性が有りと判断された場合に、改修の必要性の再確認と改修時期を計画するために詳細調査を実施

### 詳細調査

調査項目	調査内容
板厚測定	定期調査よりも測定点数を増して、腐食範囲や腐食程度を把握する
応力測定	許容応力度を大きく上回る部材があった場合、応力を計測する
詳細計算(FEM解析)	隅角部等の応力が許容応力度を大きく上回り、改修の必要性が有りと判断された場合に、余寿命を正確に把握するため、FEM解析等を行なう。
振動測定	水門扉開閉時に振動が問題になった場合や、振動が懸念される場合に、振動の有無、振動による水門扉への影響を確認するために実施する。
浸透探傷試験(PT)	溶接部あるいは、鋼材自体の表面に亀裂等がある場合、その大きさや位置を把握するために実施
超音波探傷試験(UT)	溶接部あるいは、鋼材自体の内部に亀裂等がある場合、その大きさや位置を把握するために実施

【応力測定状況】



【浸透探傷試験(PT)状況】



【超音波探傷試験(UT)状況】





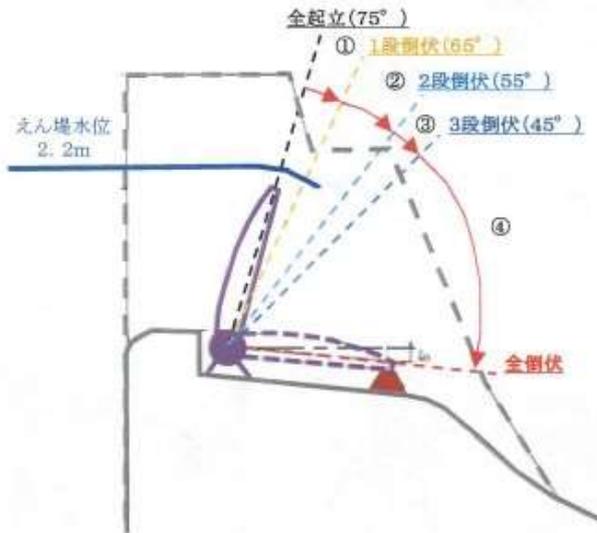


### 質問3: 起立倒伏操作の手順

#### 【清滝発電所 高雄えん堤洪水吐ゲートの操作】

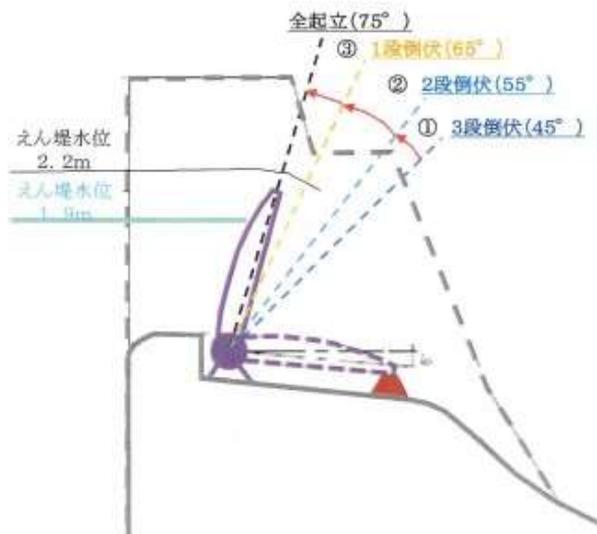
えん堤水位を感知して自動的にゲートが倒伏および起立する

#### 倒伏(自動制御)



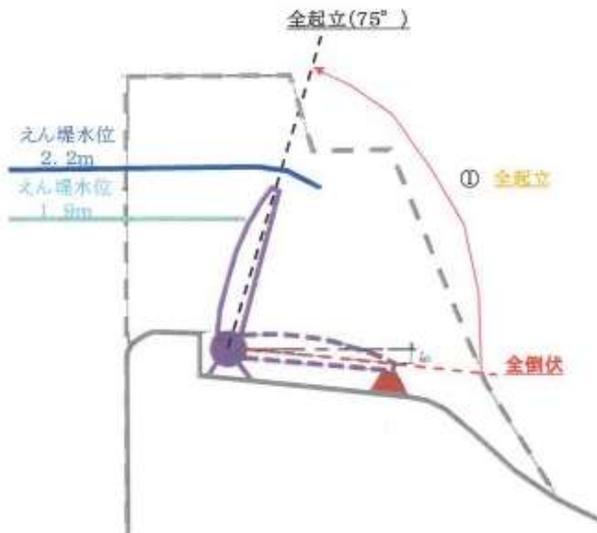
- えん堤水位2.2mを感知すると1段階倒伏する
- 3段階倒伏状態でも2.2mを感知した場合には全倒伏する

#### 起立(自動制御)



- えん堤水位1.9mを感知すると1段階起立する

### 起立(手動制御)

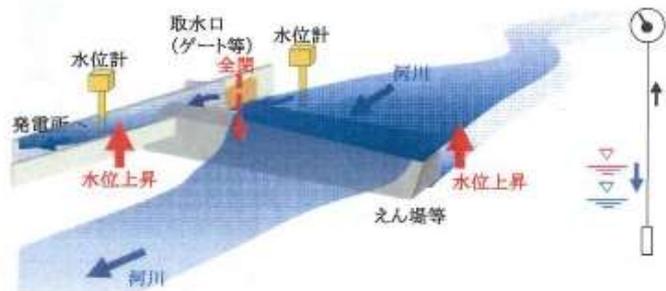
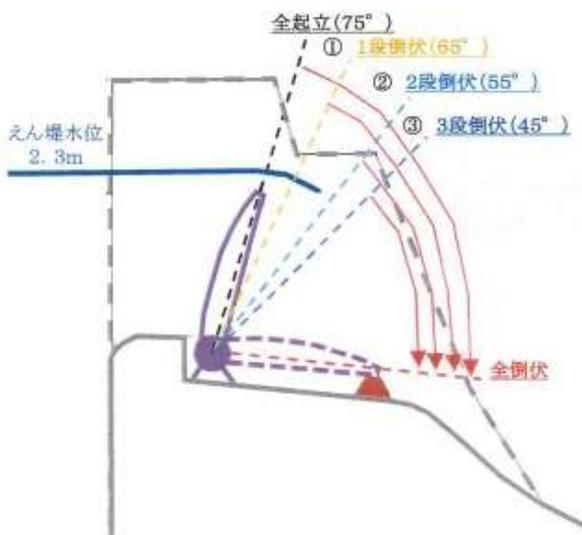


現地に操作者が出勤し、ゲート動作に異常を来たすような不具合がないことを確認し、また、周囲の安全確認(河川への入川者がいないことを確認)後、機側操作盤にて手動操作により、起立操作を行なう。

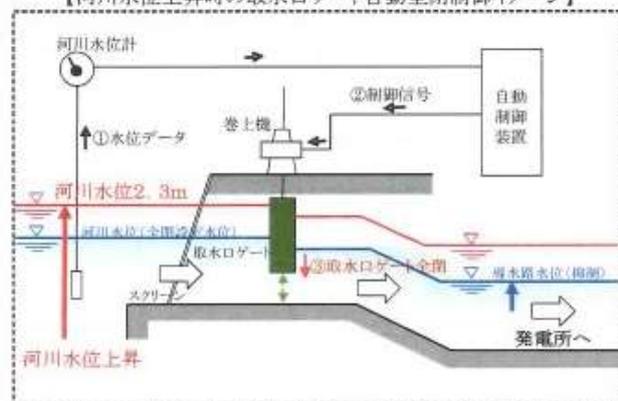
### 質問4:故障や異常時の緊急排水や取水の応急措置

えん堤水位が2.3mまで上昇した場合は、急激な増水もしくは機器が故障して正しく倒伏していないことが想定される。その場合には、起伏ゲートは全倒伏し、取水口ゲートは、導水路への土砂流入を防止する目的で、自動制御により全閉する。

### 起伏ゲートの全倒伏(自動制御)



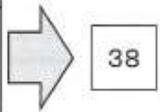
【河川水位上昇時の取水口ゲート自動全閉制御イメージ】



#### ④関西電力における油圧シリンダーに関する不具合事例

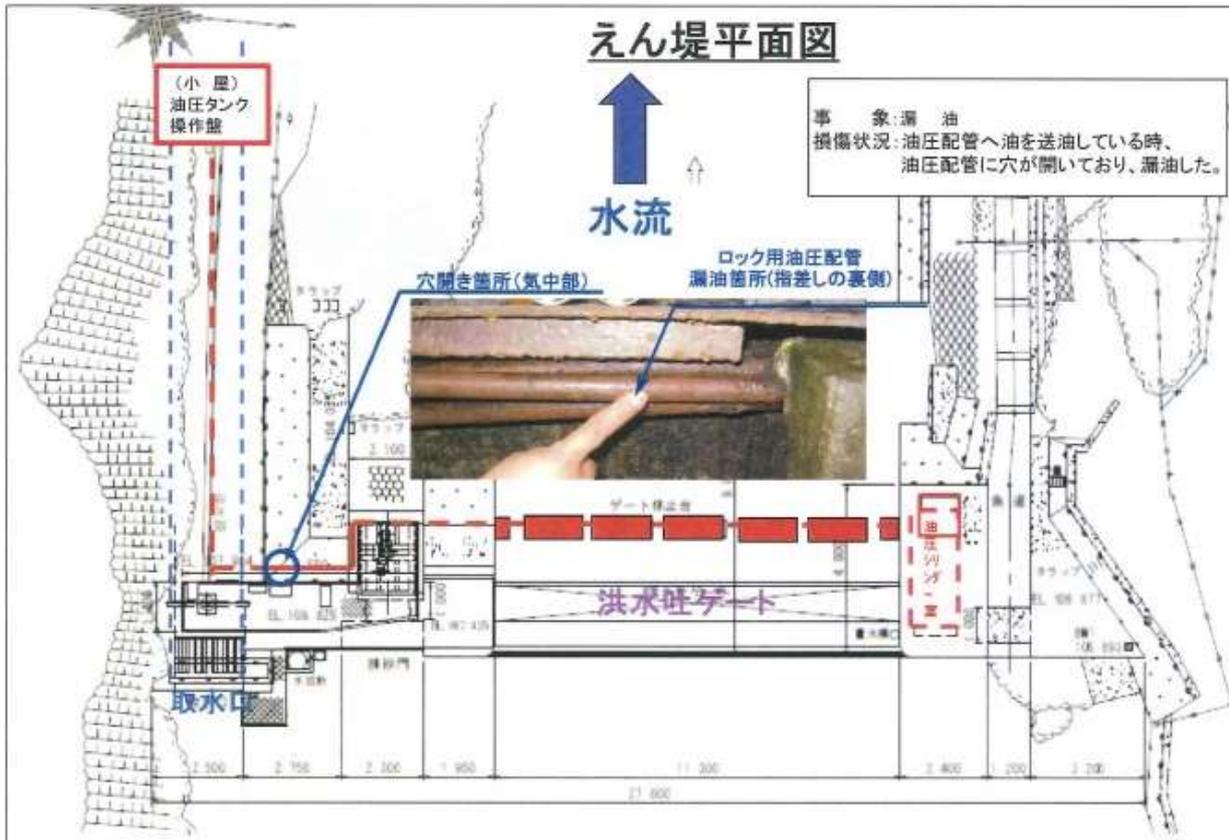
当社が水力発電所で所有する油圧機器は、ゲートと除塵機を合わせて、全52基所有しているが、不具合は、全て配管の腐食等による漏油である。  
また、不具合発生件数も過去5年間で5回と殆ど発生していない。

設備名	発電所名	損傷部位	不具合発生内容	発生原因	対策内容
ゲート	清滝	油圧配管	配管からの漏油	油圧配管の腐食 *配管外面の腐食の進行によるもの(40年経過)	配管取替
	黒田	油圧配管	配管ジョイント部からの漏油	油圧配管の腐食 *配管外面の腐食の進行によるもの(31年経過)	配管取替
	洛北	油圧ユニット	油圧低下	電磁弁内の異物 咬み込みによる	異物の除去
除塵機	宇治	油圧ホース	油圧ホースからの漏油	油圧ホースの ひび割れ	ホース取替
	小牧	油圧ホースとシリンダー接続部	配管ジョイント部からの漏油	パッキンの劣化	パッキン取替



(参考) 油圧機器設備所有数(ゲート、除塵機のみ) : 52基(ゲート49基、除塵機3基)

#### 油圧配管からの漏油事例 (清滝発電所)



今回、経済部水利署からの質問への回答に加え、関西電力における設備の運営・管理方法を紹介した。

関西電力では

- 構造物が損壊した場合の第三者への影響の程度を考慮し、体系的に設備を運営・管理している。
- これまでに蓄積したデータや経験に基づき、以下のポイントで更に高いレベルでの運営・管理を目指して検討を継続している。
  - ✓ 設備の健全度に対するより正確な評価
  - ✓ 技術基準などの実態に応じた評価
  - ✓ コストダウンなどの効率化につながる評価

今後、益々必要とされる水力エネルギーを安全かつ経済的に運営・管理していくことが必要であり、そのために努力を継続していく。

以上

## 附件三、技術合作照片



圖 1、本署曹副署長致贈日本專家藤岡政行文宣品



圖 2、本署人員與日本專家於石門水庫合影



圖 3、本署北區水資源局簡報中庄攔河堰倒伏閘門設計理念及營運操作構想



圖 4、日本專家現勘石門水庫分層取出水工



圖 5、日本專家現勘石門電廠發電情形



圖 6、與日本專家於石門發電廠合影



圖 7、日本專家現勘中庄攔河堰工程



圖 8、日本專家現勘中庄攔河堰工程及現場解說



圖 9、日本專家現勘中庄攔河堰工程及現場解說



圖 10、中庄攔河堰工程施工情形



圖 11、日本專家倒伏閘門營運操作維護專題報告



圖 12、日本專家倒伏閘門營運操作維護專題報告與會人員聆聽情形

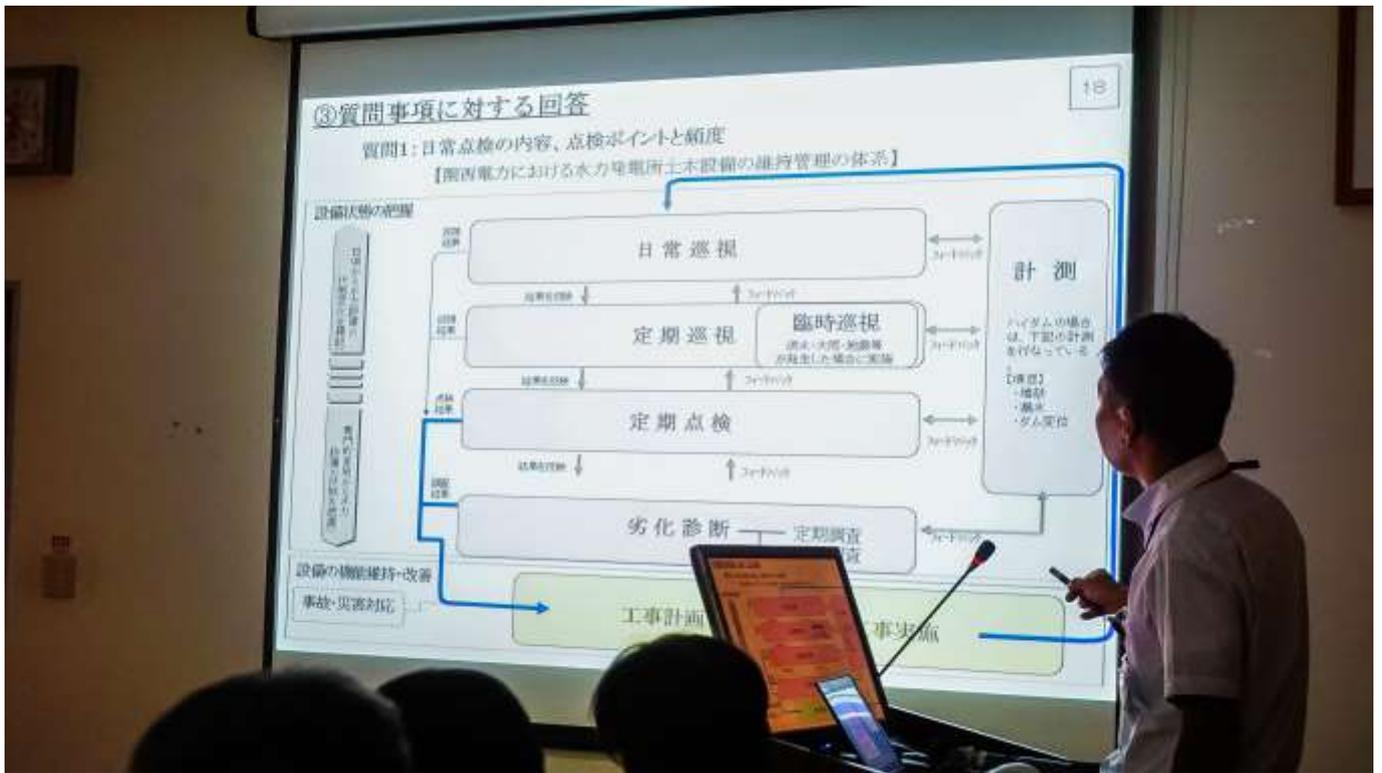


圖 13、日本專家倒伏閘門營運操作維護專題報告



圖 14、日本專家倒伏閘門營運操作維護專題報告



圖 15、日本專家倒伏閘門營運操作維護專題報告



圖 16、綜合座談會後於石門水庫與日本專家合影

