

訓練用ゲート設備を用いた樋門の 維持管理技術の習得

中安 孝太¹・高橋 秀爾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 (〒573-0168大阪府枚方市山田池北町11-1)

²近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所 管理課 (〒912-0021福井県大野市中野29-28)

近年、これまで経験のない規模の集中豪雨や大型台風による水災害が発生している。洪水による浸水や、氾濫から地域住民の生命・財産を守るために河川管理施設の維持管理の重要性が増しており、常に安全確実に開閉操作ができる機能を長年保ち続けるために維持管理を行わなければならない。そのための維持管理技術の習得は重要である。

本論文では、河川管理施設の維持管理技術の習得のため近畿技術事務所に設置された実物大の訓練用ゲートを用いた研修の効果をアンケート結果の分析から論ずる。

キーワード 人材育成, 維持管理, 訓練用ゲート設備

1. はじめに

近年、これまで経験のない規模の集中豪雨や大型台風による水災害が発生している。そのため、洪水による浸水や、氾濫から地域住民の生命・財産を守るために排水機場・水門・樋門などの河川管理施設の維持管理の重要性が増している。特に、河川管理施設のうち土木構造物と一体となって設置されている河川管理用機械設備（以下「機械設備」という。）が有している巨大な水圧に抗し、流水を制御し、常に安全確実に開閉操作ができる機能を長年保ち続けるために万全の維持管理を行わなければならない¹⁾、そのための維持管理技術の習得は重要である。

これまで、定められた時間計画に従って遂行される予防保全である『時間計画保全』の考え方で維持管理が実施されてきた。しかしながら、図-1に示すとおり、近畿地方整備局管内の機械設備の多くは1970～1980年代に設置されているため、設置後40年を超過する施設数の割合は、全施設数のうち10年後には7割、20年後には8割に達する状況にある。これは、時間経過や繰り返し使用されたことに伴う化学的・物理的变化により、品質や性能が損なわれる老朽化が顕在化するため、機械設備の更新や大規模な修繕が必要となる施設数の増加とともに、維持管理費の増大が見込まれる。

そこで、機械設備の更新・修繕時期を平準化し、長寿命化を促進することで、老朽化に伴い増大する維持管理費の抑制を図りつつ、常に安全確実に開閉操作ができる

機能を維持するための点検・整備方法の効率化として、機器の振動、異音、温度、摩耗、潤滑油汚れ、電気系統の絶縁抵抗値等を測定することで機器の状態を把握する『状態監視保全』の考え方が進められている。『状態監視保全』は、機械設備の運転・稼働（機械の挙動）の経年の変化を正常運転時のデータとの違いから設備の状態を把握する方法であるため、機器の状態を的確に診断できる技術の習得が不可欠である。

また、突発的な故障や大規模な水害など機械設備が操作不能に陥った危機発生時を想定し、被害の拡大を防止するため（起きてしまったことに対する対処）の緊急操作や迅速な復旧方法などの非常時の対策を事前に準備し、臨機の対応を迅速に判断・実行するための危機管理能力の向上も不可欠である。

つまり、社会的要請の変化に伴い、習得すべき維持管理技術は、状態監視保全に関する診断技術および、危機管理能力を備えたものであると言える。

次に、現在の機械設備の点検業務は、点検専門企業がチェックシートを用いて詳細な項目を点検し、それらをまとめた点検結果報告書を基に、職員が機械設備の現状を判断することとなっている。状態監視保全に関する診断技術は、機械設備の運転・稼働（機械の挙動）の経年の変化を正常運転時のデータとの違いから設備の状態を把握するため、その状態を把握する点検チェックシートの記載内容を読みとる理解が求められる。また、起きてしまったことに対する対処を考える危機管理能力には、速やかに状況の情報を得るか、正常運転の状況を基に起

こっていような危機を想定する能力（迅速適切な対応）が必要である。

つまり、これらの技術と能力を向上させるためには正確な情報（データ）を得なければならないため、機能、構造や確実な操作方法の理解が必要となり、その基礎となる機械設備の運転・稼働（機械の挙動）に関する知識（理論）の蓄積が重要であると言える。なぜなら、理論の効果が、結果を予測することができることおよび、違った結果の場合でもその現象事実を説明する根拠となりえることがあるからである。

しかし、機械設備は修繕を加えながら、設置後約40～50年の稼働が求められるため、機械設備の運転・稼働（機械の挙動）に関する基礎的な知識（理論）経験だけでなく、劣化を見極めなければならないため、点検報告書から機械設備の状態を的確に判断する技術力を必要とする。特に、理論とは、単純化された条件の中で、論じられる仮説を含んでいるものであるため、緊急操作や迅速な復旧方法などの非常時の対策の事前準備や状態監視保全に関する診断は、どのデータが重要で、どのデータが重要でないかを定めるデータ分析結果の有用性を左右する非常に重要なプロセスの理解を必要とする。つまり、通常の維持管理において繰り返される「実操作」→「点検」→「定期的実施する整備・修繕」→「実操作」²⁾を踏まえて、職員が自ら何を気づくかということにある。

ゆえに、体験を通じて、診断方法や実際場面で遭遇する危険とその対処方法について具体的なイメージを形成し、過去経験と結び付けることで維持管理に関する施策の展開を図ることが重要であるといえる。

そこで、機側操作盤での開閉操作、扉体、戸あたり、開閉装置などの静止点検や運転時の全開・全閉の停止確認、電圧・電流値監視などの運転点検および、急停止などの不具合を人為的に発生させ、職員自らが故障原因の調査、復帰操作などの演習を可能とする近畿技術事務所に設置された実物大の訓練用ゲート設備を用いて研修を実施した。

以上より、本論文では、機械設備の維持管理技術の習得のために実機を用いた研修（以下「本研修」という。）の効果についてアンケート結果の分析をとおして論ずる。

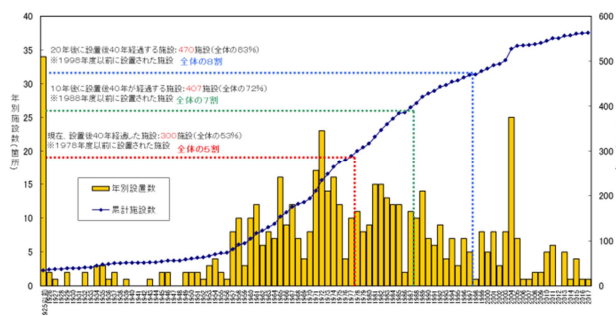


図-1 近畿地整管内の河川用水門設備の経過年数

2. 研修方法³⁾

座学講義と実習による研修構成とした。座学講義のみでは、話を一方的に聞くのみとなり、自ら進んで何かをするわけではないので受動的になりやすいところがある。そのため、実習という体験を通じて、診断方法や実際場面で遭遇する危険とその対処方法について具体的なイメージを形成し、過去経験と結び付けることで維持管理に関する施策の展開を図ることが重要だと考えたためである。なお、診断方法や実際場面で遭遇する危険とその対処方法について具体的なイメージを形成するために、実習では、原則として、指導員は指示、教示は行わなかった。

(1)訓練用ゲート設備の概要

訓練用ゲート設備（以下「訓練用設備」という。）の諸元と仕様について記す。

a) 諸元

実習に用いた訓練用設備の全景は写真-1に示すとおりである。訓練用設備は、10㎡未満の小形ゲートに分類され、最も一般的なゲート形式といえる扉体の両側にローラを取り付けた引き上げ式ゲートである。水圧荷重はローラから戸当りに伝達する構造で、扉体に取り付けた水密ゴムが戸当りに密着することにより、水密を行う。

b) 仕様

様々な状況を体験するための設定を訓練用設備設置時から設定している。下に主な点を記す。

- ・塗装の健全度を評価するために、訓練用設備の扉体に、傷やさび・腐食状態を設定
- ・閉過トルク故障により故障信号が発報
- ・動力回路の過電流発生により自動的に遮断するトリップを設定
- ・過負荷・欠相・逆相発生時に動作し、強制的に遮断しゲートを停止させる動作を設定



写真-1 訓練用ゲート設備の全景

(2)研修の視点

これらの技術と能力を向上させるためには正確な情報(データ)を得るための基礎となる機械設備の運転・稼働(機械の挙動)に関する知識(理論)の蓄積が重要であることから機能、構造や確実な操作方法の理解が必要である。そこで、研修は下記の3つの視点から実施した。

a) 確実な操作

座学講義では、ゲート設備の機能、構造、操作方法、よく発生する故障に関する知識を学び理解することおよび演習では、それらの基本となる“操作”および“故障からの復旧方法”を実施した。写真-2に操作実習を示す。



写真-2 操作実習

b) 的確な点検および点検チェックシートの読みとり

実際の点検を行う立場にたつて実施することで、点検の難しさや点検結果の重要性および結果を的確に伝える報告書の書き方を理解するために、模擬の塗装の傷みや錆・腐食を設定し、点検チェックシートを用いて点検を実施した。写真-3に点検実習、図-2に点検チェックシートを示す。



写真-3 点検実習

c) 故障時における迅速適切な対応

故障時の人への伝え方や不具合、故障原因を推測して解決していくことの必要性を理解することを目的に模擬の不具合(過電流発生により遮断するトリップ、強制的に遮断しゲートを停止させる動作など)を発生させ、状況把握、原因模索・除去、復旧までの各過程における情報の伝達方法および論理立てた内容の記載に注意したデータ、事象の記録を実施した。写真-4に原因特定・除去実習を示す。



写真-4 原因特定・除去実習

扉体、戸当り プレートガーダ構造ローラゲート(扉体)

※1 装置・機器の特性
致 致命的な影響のある機器・部品

※2 点検・整備方法(()書きは運転時実施)							
X	交換	C	清掃	W	分解	E	目視
A	調整	M	測定	T	増締	H	指触・打診
D	動作確認	S	聴診	-	点検対象外		

設備区分	レベル I	稼働形態	待機系
点検区分	年点検	点検実施日	
施工業者名		作業責任者	

※3 点検結果の判定基準	
○	正常であり現在支障は生じていない。もしくは、通常の保全において十分な信頼性が確保できている。
△	現在、機器・部品の機能に支障は生じていないが、早急に対策を講じないと数年のうちに支障が生じる恐れがある。
×	現在、機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に対応(修繕・取替・更新)が必要である。

※4 傾向管理	
○	測定値をグラフ化し管理基準値と比較確認する項目
※5 動作確認	
	主及びサイドローラは、状況に対応した動作確認を実施する。

施設名	訓練用ゲート	機器名	扉体		番号(号機)	機種形式	鋼製ローラゲート						
装置区分	※1 装置・機器の特性・機器	点検部位	点検者	点検項目	指定点検項目	点検時の状態※5	点検方法※2	所見		所見詳細 (所見内容、場所、範囲、程度)	※3 判定	※4 傾向管理	留め書き
								あり	なし				
全般		清掃状態	全員	ひどい汚れ、油等がない		静止	E		良				
		外観		有害なごみ、流木、土砂等がない		静止	E		良				
		塗装		有害な変形・損傷がない	○	静止	E		良	発錆・ふくれ・亀裂・はく離・変退色・白亜化(丸で囲む)			
扉体		構造全体		有害な劣化・損傷がない		静止	E		良				
			異常振動がない	○	運転	H		良					
			異常音がない	○	運転	S		良					
				異常な傾き(片吊り)がない	○	運転	M		良				

図-2 点検チェックシート⁴⁾

3. 結果

実施した講習内容の理解度を確認するために実施したアンケート結果の主な回答を記す。

「確実な操作」

- ・現場では容易に動かせないが、実機を操作しながら、故障時の基本対応について学ぶことができた。
- ・ゲートの設備の構造を知ることができたので、実際の点検現場でもどこをどのように点検していけばよいのかを理解した。

「的確な点検および点検チェックシート」

- ・災害や不具合がいつ起こるかかわからないので、事前準備の重要性、必要性を感じた。
- ・実際に点検を行う立場にたって実施することでどんな情報が重要で伝える必要があるかということが理解できた。
- ・報告書の見方については、考え直す点が多くあると感じた。
- ・点検を実施してみると簡単なことにも気づくことができなかつた。
- ・論理立てて簡潔に伝える点検評価でなければ、人に伝わらないことに気づけた。

「故障時における迅速適切な対応」

- ・不具合の対応、原因究明のプロセスを順序立てて考えることができた。
- ・順序立てて因果関係を理解できたので、安易に「ここが壊れているから」と考えずに対応していたことを反省した。
- ・不具合、故障原因を推測して解決していく能力の必要性を理解した。
- ・不具合原因を決めつけ、思い込みで対応してしまったが、他の原因の可能性を考えた上で対応すべきであった。

4. 考察

技術と能力を向上させるためには正確な情報（データ）を得なければならないため、「確実な操作」「的確な点検および点検チェックシートの読みとり」「故障時における迅速適切な対応」の視点から、その基礎となる機械設備の運転・稼働（機械の挙動）に関する知識（理論）の蓄積を体験を通じて、診断方法や実際場面で遭遇する危険とその対処方法について具体的なイメージを形成し、過去経験と結び付けることで達成することを目指した。

アンケート結果から、実機を用いて体験することで、報告書の見方、故障時の対応の重要性、順序立てての因果関係の必要性が概ね意識づけられたと考えられる。ま

た、不具合の原因には様々な原因があり、原因究明のプロセスを考える重要性に気づいたと考える。

研修により研修生自らが気づいた点は、次への自己課題の明確化となり、その課題に対しては、本研修の反復の必要性を感じた。

一方、演習は、指導員は指示、教示は行わなかったが、研修生はグループの中で意見交換を実施しながら、どのような情報をどのように伝えれば良いかを理解して課題に取り組んでいた。土木機械設備は、自然環境にさらされており、危機発生時には、個人では処理しきれない情報も整理していかなければならない点を考えれば、指導員は指示、教示は行わなかったことでコミュニケーションのとりかたの重要性についても自然に気づいていたと思われる。

これは、情報の取捨選択において重要な視点になりえると考えられる。

5. 結論

実機を用いた研修を実施することで、報告書の見方、故障時の対応の重要性や原因究明のプロセスを考える重要性など多くの点に気づくことができた。ただし、研修により研修生自らが気づいた点は、次への自己課題の明確化となり、その課題に対しては、本研修の反復の必要性がある。

6. おわりに

アンケート結果から、実機を用いることでイメージを持ちやすかったという意見を多く頂いている。今後は、実機での研修も継続し、新技術としてVR技術を活用し、危機などに対する疑似体験を感覚として経験、研修を重ねていくことの重要性を感じる。

参考文献

- 1) 水工環境防災技術研究会「水門工学」編纂委員会（委員長）竹林征三、「水門工学」、長祥隆、技報堂出版株式会社、2004、p.7
- 2) 国土交通省総合政策局公共事業企画調整課、水管理・国土保全局河川環境課、「河川用ゲート点検・整備・更新マニュアル(案)」、2015、p.2-4
- 3) 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所、「土木機械設備診断及び評価業務」、2019
- 4) 国土交通省総合政策局公共事業企画調整課施工安全企画室、「河川用ゲート点検・整備要領(案)」、2016、添付2-5、p.1-35