

アセットマネジメントによる常用系ゲート設備の健全な管理をめざして

中安 真也¹・亀井 稔²

¹近畿地方整備局 企画部 施工企画課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

²近畿地方整備局 淀川河川事務所 施設管理課 (〒573-0166 大阪府枚方市) .

河川構造物である水門等は、洪水の制御や利水取水などを目的に、河川または堤防を横断して設置されており、国民の生命財産を守るとともに、快適な生活をおくる上で欠かすことのできない施設です。

多くの河川用ゲートは、高度経済成長期の昭和40年代後半から建設され、現在では建設後30年から40年を迎える施設が多く、老朽化による整備・更新が必要な施設が年々増加しており、施設の信頼性を確保しつつ、効果的な維持管理が求められます。

本論文では、水門のなかでも、常用系施設とよばれ、他の施設と比較しても、利用頻度の多い水門である、舟運のための水門（閘門）に着目し、平成26年度に発生した不具合事例をもとに、毛馬閘門の特徴を踏まえた今後の管理方法の改善策と対策について報告します。

キーワード アセットマネジメント、閘門、老朽化、維持管理

1. はじめに

(1)淀川の特徴

淀川は、大阪の都市部を流れる河川で、治水だけではなく、利水、舟運の面でも多く活用される重要な河川です。利水では河口から10 kmの位置に、淀川大堰があり、潮止めと水位維持を行っています。水面利用では、淀川は古くから舟運が盛んで、今でも警察、消防、観光船、砂利採取船など、ほぼ毎日、多くの利用があります。しかし、淀川大堰より上流に航行するには淀川大堰を船が航行できないため、大川（旧淀川）を通り淀川大堰上流部にある毛馬閘門を利用して航行しています。

(2)閘門

閘門は、水位の異なる河川と河川をつなぐ場所に設置され、船を安全に通過させることを目的としています。

構造は、2つの閘門ゲート、閘室と呼ぶ水路、パイパスと呼ぶ閘室の水を出し入れするための設備で構成されます。

閘門を船が通過する方法(図-3)は、

- ① 船が近付くと、最初の閘門ゲートを開け、閘室に船を入れます。



図-1 淀川と毛馬閘門の位置

- ② 最初の閘門ゲートを閉め、閘室の水を出し入れし、行き先の河川水位と閘室の水位を合わせます。
- ③ もうひとつの閘門ゲートを開け、船を進ませる。このようにすることで船は水位差を超えて行き来することが出来ます。

表-1 毛馬閘門施設の仕様

閘室		11.35m×107.0m
通船時間		約30分
ゲート	型式	ローラーゲート
	扉高	6.8m
	扉体の重量	31t
完成年月		昭和51年1月



図-2 毛馬閘門の施設配置



船が入る前の閘室



船が入った閘室



船が通過する状況



図-3 毛馬閘門の通船方法

表-2 大川側ゲートの仕様

形式	ワイヤーロープウインチ式ローラーゲート
純径間	11.35m
扉高	6.8m
開閉速度	5m/分
揚程	12m
完成年度	昭和49年

2. 管理方法を見直した経緯

閘門ゲートの維持管理は他の樋門、水門、堰と同じマニュアル※1に基づき、点検、整備、更新を行っています。マニュアルでは、水門を使用用途と稼働頻度から常用系と非常用系に大別されます。閘門ゲートは役割が、水位維持であり、日常的に稼働することから、同マニュアルの常用系設備に指定されています。

マニュアルに従い、点検、整備を実施していましたが、不具合が発生し閘門の運用停止を起こしました。不具合があった施設は、2門の閘門ゲートのうち、大川側に設置したゲートでした。応急復旧により、二週間で開通しましたが、不具合の調査を行っていく中で、毛馬閘門の稼働頻度の特殊性から維持管理方法の見直しを行う必要があることが明らかになりました。

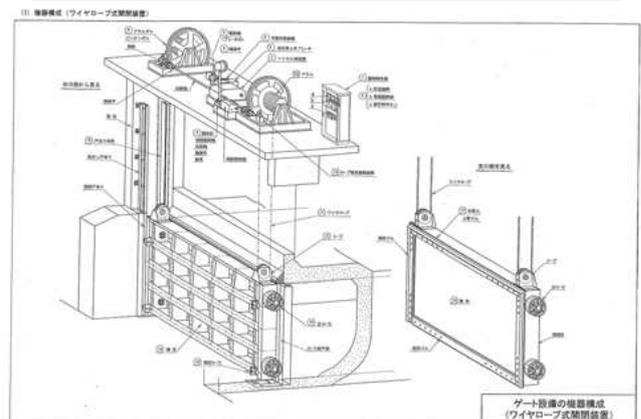


図-4 一般的なワイヤーロープウインチ式の水門※2

3. ゲートの特徴と不具合発生状況

大川側の閘門ゲートは、門柱の上に設置したウインチでワイヤーロープを巻き取ることで扉体を上げ下げする構造のゲートです。

不具合のあった部位は、ワイヤーロープで扉体を吊るために設置した滑車です。滑車は仕事の原理の動滑車の役割を持ち、ワイヤーロープで巻き上げる力を軽くするために設置しており、扉体を上げ下げするときには必ず回転します。滑車は中心部の軸穴が急激に異常摩耗を起こし、軸穴の内側が13mm削られていました。軸穴は軸を通すために軸との隙間は0.5mmで製作されており、隙間が大きくなったことが原因で、ゲート全体に異音と異常振動が発生し、ゲートを動かすことが出来なくなりました。

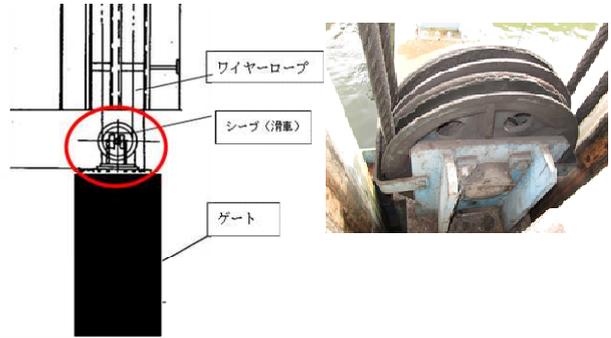


図-5 毛馬閘門の滑車部の構造



図-6 正常な滑車(左)と不具合の滑車(右)

4. 発生原因とゲートの使用状況

滑車部を取り外し摩耗した表面と現地から採取した摩耗粉を精密分析したところ、磨耗分に異物がなく、表面の傷跡に異物によるものがないことから、外的要因の摩耗でなく、経年的な摩耗と判定されました。

しかし、他の施設で前例がなく、マニュアルによる点検において、滑車部は目視の点検で計測結果をもとに傾向監視を行う部位に指定されていないため、滑車部の点検方法が最適なものか、同じマニュアルで管理する他の施設と比較検討しました。

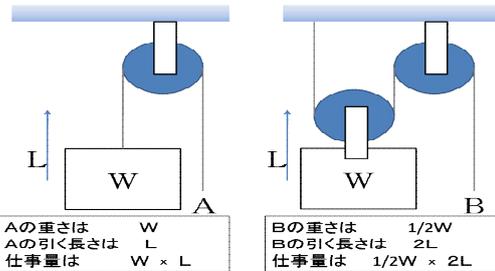


図-7 仕事の原理(仕事量が等しいときの動滑車と定滑車の違い)

年間	毛馬水門					淀川大堰				西島水門	伝法水門		
	毛馬水門調節ゲート			毛馬閘門		上段扉		下段扉					
	1号ゲート	2号ゲート	3号ゲート	第1閘門	第2閘門	NO1調節ゲート	NO6調節ゲート	NO1調節ゲート	NO6調節ゲート				
運転時間 [h]	20.8	20.9	19.6	139.1	175.7	25	25	4.1	3.4	9.2	9.72		
操作回数	4800	4800	4785	4392	4392	1331	1325	17	14	106	196		
開閉距離 [m]	375	375	352	41724	52704	453	450	74	61	165	174		
月別運転時間 [h]	毛馬水門調節ゲート ■1号ゲート ■2号ゲート ■3号ゲート			毛馬閘門(参考) ■第1閘門 ■第2閘門		淀川大堰調節ゲート ■No.1調節ゲート上段扉 ■No.1調節ゲート下段扉 ■No.6調節ゲート上段扉 ■No.6調節ゲート下段扉				西島水門ゲート設備 ■西島水門		伝法水門ゲート設備 ■伝法水門	

図-8 毛馬閘門、毛馬調節ゲート、淀川大堰、西島水門年間運転比較表

最初に稼働頻度を比較しました。対象は、同じ構造のワイヤーロープウインチ式で異なる目的のゲートで行いました(図-8参照)。

比較したのは、管内でも設置数が多い一般的な樋門や水門の中から伝法水門と西島水門、設置数はやや少ないが流量調節を行い稼働頻度が多い施設から淀川大堰調節ゲートと、毛馬水門調節ゲートを比較しました。

図-8は、操作回数と運転時間、開閉距離を比較した図です。操作回数は、非常用系に属する水門、樋門と比較し、常用系ゲートである調節ゲート、開門ゲートは多いことがわかります。しかし、これを運転時間で比較すると、毛馬水門調節ゲートや伝法水門、淀川大堰調節ゲートでは大きな差はないが、それらに比べ毛馬開門だけが飛び抜けて稼働していることがわかります。他の常用系ゲートとの差は、調節ゲートなどは、回数は多いが全開、全閉などほとんど行わず、数センチの移動が多い。これに対し、開門は毎回、全開、全閉をするため、数メートルの移動を行う。その結果が、他の水門の一年間の稼働距離を2日間で追い越し、通常の水門と比べて、非常に摩耗しやすい条件があることがわかりました。

5. 発生原因とゲートの構造

次に、ゲートの構造と摩耗のメカニズムを調査しました。ゲートの構造はワイヤーロープウインチ式のゲート形式に属し、他の水門と同様の技術基準で設計されているため、構造、規模での特異な点はありません。そこで、摩耗した箇所に使用されていた部品に着目します。ゲートの滑車の軸穴部には、オイルレスメタルという軸受けが組み込まれており、油を注入すると長時間潤滑状態を保つ構造になっています。

摩耗は固体の物体同士が擦れることで発生しますが、油などで潤滑状態を形成することで摩耗の進行を軽減することができます。

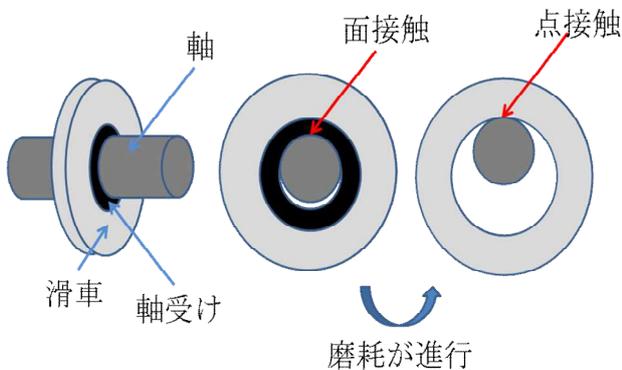


図-9 滑車と軸の摩耗

今回の毛馬開門は、残留していた摩耗粉から潤滑状態がなくなったため発生した異常摩耗と推測できるので、どの程度の間、無潤滑で稼働すると異常摩耗が発生するのか、文献調査しました。計算上からは、1ヶ月程度で異常摩耗が発生する試算となりました。その際に、異常摩耗という定義がないため、今回の場合、摩耗の進行が一定でなく、摩耗してガタツキが大きくなると進行が加速します。メカニズムは、軸と軸受けで、材質が違い、硬度は軸が硬いため、軸受けが磨耗します。すると、加重を受ける接触部が面接触から点接触に近づいていくからで、その変化点を異常摩耗と位置づけ試算しました。

6. 見直した管理方法、メンテしやすい構造

調査の結果から、管理方法の見直しが表の通りです。

点検方法では、技術基準には稼働頻度が少ないゲートの固着を防ぐ目的の目視、異音調査のみとなっているためです。マニュアルの年点検の項目に加えて滑車の摩耗によるガタツキ調査を行います。

点検頻度は、年に一回しか実施していませんでしたが、給油を行うための毎月の点検(管理運転点検)を11回追加し、潤滑状態を一ヶ月ごとに回復させることにしました。

構造においては、部品の形式、材質は設計値内にあるため、変更せずに、メンテナンスのしやすさを考慮する

表-5 維持管理の見直し項目

点検項目	従前	見直し	備考
点検頻度	年点検1回	年点検1回 管理運転点検11回	
点検方法	給油 年に1回 目視 年に1回	給油 毎月 がたつきの触診	
予備品	なし	無給油軸受け	

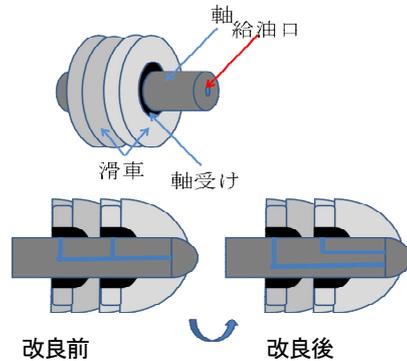


図-10 滑車への給油構造の改良

こととしました。図-10のように滑車の内部に潤滑油を注入する配管が、二個の滑車に対して一つの配管で構成され、各々の滑車まできちんと流し込めているか確認できない構造でした。今回、復旧する際に配管を分離することで、各々確認できるように改造しました。

さらに、通行止めの復旧に要した二週間を短縮するために、予備品として滑車の軸受けを保有することとしました。入手に時間を有することと、劣化しにくい、小さな部品で保管が容易なことからです。これにより、復旧期間を10日短縮できるようになります。

7. おわりに

ゲートの点検整備で用いるマニュアルや技術基準※3は、待機系ゲートと常用系ゲートとも共通であるが、治水目的である待機系ゲート設備が多いため、点検項目の中には、動作する頻度が少ない場合の点検手法となっているものがある。

本報告が、常用系ゲート設備を管理するうえでの一助となれば幸いです。

参考文献

- 1) マニュアル：河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)(平成20年3月国土交通省)
- 2) 河川機械設備の維持管理手引書(案)(平成25年5月)近畿地方整備局
- 3) ゲート点検・整備要領(案)(社)ダム・堰施設技術協会)