

鋼製可動堰の腐食摩耗劣化に関する研究

茨城大学工学部 ○池田 健吾, 原田 隆郎, 高峰
日本自動機工(株) 金森 豪, 桑島 智明, 根本 諒介

1. はじめに

堰とは、農業用水、工業用水、水道水などの水を川から取るために、河川を横断し水位を制御する構造物である。本研究で対象とする鋼製可動堰は扉体構造部を起立・倒伏させることで流量を調節することができ、全国の河川で設置されている。鋼製可動堰は高度経済成長期に多く建設されたため、供用40年を迎えつつあり、補修が急がれている。これらの機能保全を行うために河川用ゲート更新検討マニュアル¹⁾では、標準取替更新年数を約20~30年としているが、これは河川ごとの供用環境に応じたものでない。また、過去の研究では倒伏状態の劣化傾向、摩耗試験による起立状態から転倒するまでの摩耗の影響を試験的に検討している²⁾。しかし、効率的なマネジメントの提案が必要とされる中、マネジメントの基礎となる堰の劣化傾向や腐食摩耗劣化の影響の把握に関する研究は十分でない。そのため本研究では、曝露試験から現地の可動堰の年間の劣化傾向と、堰の起立・倒伏状態における腐食摩耗劣化の影響を把握し、可動堰のマネジメントに繋げることを目的とした。

2. 曝露試験による腐食摩耗劣化の把握

(1) 試験概要

現在倒伏中の可動堰(20000×1370、スキンプレートの厚さ:9mm)の1年間の劣化傾向の把握、腐食摩耗劣化の影響及び進行を把握し、マネジメントに繋げることを目的として曝露試験を行った。曝露試験は茨城県日立市内の鋼製可動堰に試験片(SS400:100×50×50)9枚を図1のように設置した。そして、質量を計測した。質量を比重(SS400:7.87g/cm³)と試験片の表面積(6000mm²)から板厚に換算した。平成24年11月2日に試験を開始した。堰は平成25年4月29日に起立状態となり、その後、豪雨により8月21日に転倒した。また、9月8日に転倒させ、現在は倒伏状態にある。

(2) 試験結果

図2に板厚減少量の扉体の設置位置の違いによる比較を示す。倒伏時の概ね2週間毎の変化量は約0.003~0.005(mm)に対し、起立後は約0.02~0.025(mm)と5倍近く変化しているため、堰の起立時は、劣化が激しくなる傾向にあることがわかる。また、扉体の中央部、上・下部の板厚減少が大きいと確認でき、これは点検時の板厚計測において有用な知見となる。このような差が出た要因として、季節・気候、利用状況とともに変動する水質、河川の流れや循環が関係すると推測できる。対象とした堰では、起立時、水位上昇により堰の転倒が起こったが大きな板厚減少は見られなかったため、この堰において、劣化要因と考えられていた転倒による摩耗はあまり影響がないと確認できた。板厚換算から、劣化が

激しい中央部で1年間に約0.18(mm)減少することが確認できた。統計的に扉体の板厚は1年で約0.1(mm)減少すると

キーワード: 鋼製可動堰, 腐食, 摩耗, 劣化予測, マネジメント, 水質調査
連絡先: 〒316-8511 日立市中成沢町4-12-1 TEL: 0294-38-5172 FAX: 0294-38-5268

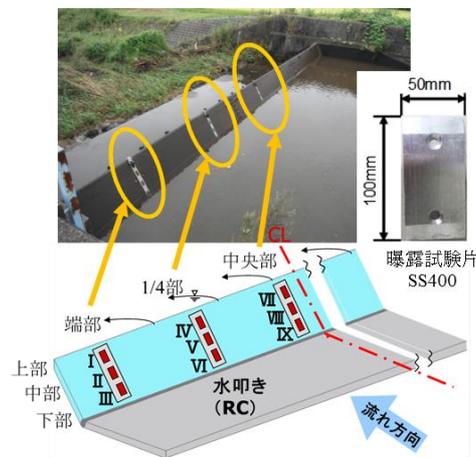


図1 対象可動堰, 試験片

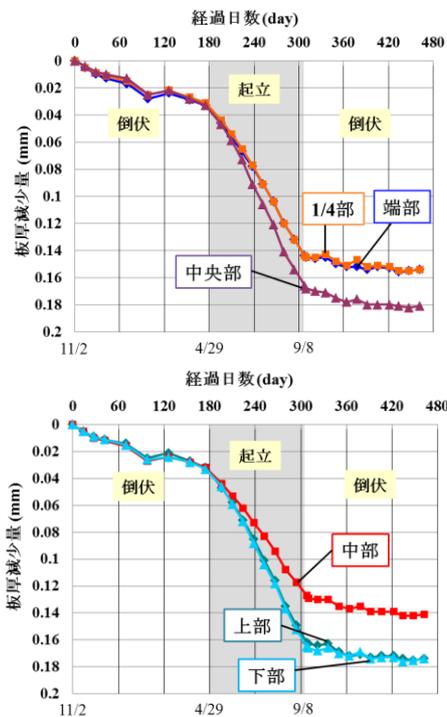


図2 板厚減少量の経時変化

されているが、曝露試験結果はそれよりも大きく減少しており、これは、試験片が塗装されていないためと予想される。

3. 可動堰の起立・倒伏時に生じる腐食摩耗劣化の要因把握

前章のとおり、曝露試験の結果から、起立・倒伏時で板厚減少量に明確な差が生じた。これは起立と倒伏で腐食摩耗劣化の要因が異なるためと思われる。

まず、倒伏状態は、扉体を常に流速 1.0~2.0 (m/s)で水が流れており、腐食と摩耗による劣化が考えられる。つまり、倒伏時には腐食が進行している中で常に摩耗が生じている可能性が高いと推測できる。そこで、倒伏時における摩耗に着目し、摩耗促進試験によって、倒伏時の腐食摩耗劣化の影響を把握する。

起立状態は、扉体に水の流れはほとんどないことから、起立時の劣化の要因は腐食のみと判断できる。なお、対象堰における1年間の転倒回数は約1~2回と少なく、自動転倒による摩耗の影響は見られない。そこで、腐食の発生や進行には水質の変化が関係すると考えられ、本研究では、起立・倒伏に着目し、それぞれの水質の変化を調査した。

(1) 摩耗促進試験概要と結果

対象堰の倒伏時は、砂、礫などが流れている様子は観察されていない。そこで、倒伏時の水の流れを再現し、水の流れが腐食摩耗劣化の要因であるのか把握するため、摩耗促進試験を行った。試験片(SS400)3枚を図3の摩耗試験機に取り付け、水道水を使用し、流速 1.0 (m/s)、水量 40 (L)とし、24時間毎に質量を測定した。測定は曝露試験と同様に行い、測定期間を累積14日間とし、曝露試験結果と比較した。

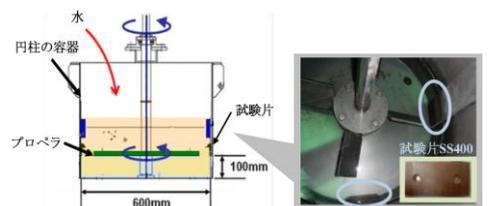


図3 摩耗促進試験機の概要

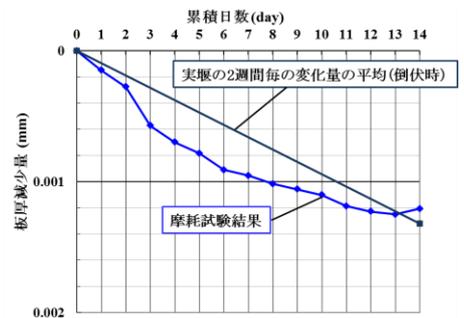


図4 摩耗試験結果

摩耗試験結果を図4に示す。これは摩耗試験結果と堰の倒伏後から現在までの変化量の平均と比較したものである。結果から、板厚は減少することが確認できた。ここから、倒伏時は水の流れにより摩耗するが、板厚減少が微量であるため、扉体部の劣化にはほとんど影響がないといえる。また、板厚の減少が同様な傾向となったことから、扉体部に砂や石が流れていない堰の腐食摩耗劣化を再現できるとわかった。

(2) 水質調査と結果

水質試験は、起立・倒伏時の水質を調査し、堰の状態の違いによる水質変化とそれによる腐食の進行の関係性を把握することを目的とし、堰を使用しない11~12月に実施した。調査には、YSI社製多項目水質モニター6600V2を用いて、河川の中央部、端部で測定を行った。

表1 水質試験結果

堰の状態	測定場所	日中, 夜間	水温 (°C)	pH	電導度 (mS/m)	ORP (mV)	取得年月日
起立時	中央部	日中	11.28	7.46	17.3	277	2013/11/17
		夜間	11.86	7.42	17.3	276	~11/20
	端部	日中	9.90	7.34	17.3	286	2013/11/22
		夜間	10.66	7.33	17.3	286	~11/25
倒伏時	中央部	日中	9.13	7.44	17.2	176	2013/12/6~
		夜間	9.36	7.38	17.3	213	12/9
	端部	日中	7.43	7.51	17.3	140	2013/12/12
		夜間	7.74	7.41	17.3	141	~12/15

調査結果を表1に示す。起立・倒伏時で酸化還元電位(ORP)に約100(mV)の差が表れ、堰を起立させることで、酸化力が強くなることが確認された。堰は春~夏にかけて起立させるため、水温が高く、また循環がされないことからORPがさらに上昇すると考えられる。また、他の項目の変化も相違される。起立時の水の酸化力を低くするため、倒伏状態に似た水の流れや循環が必要だといえ、起立中に水を攪拌するなどの対策が考えられる。

4. おわりに

本研究は、鋼製可動堰の腐食摩耗劣化の傾向を把握するため、供用されている堰で曝露試験を実施し、年間の板厚減少の傾向を把握した。その結果、鋼製可動堰の中央部、上・下部での劣化が激しいと確認できたとともに、倒伏時における腐食摩耗劣化の程度を把握することができた。さらに、堰の起立・倒伏による腐食の影響を把握した結果、起立時と倒伏時ではORPに変化が生じ、起立時は倒伏時に比べ酸化力が強い水質になることが分かった。今後、季節による水質変化を把握する必要がある。

参考文献：1) ゲート設備の効果的な維持管理方策に関する検討会：河川用ゲート更新マニュアル(案)，国土交通省，平成20年
 2) 原田隆郎，川嶋裕介，高峰，金森 豪，桑島智明，根本諒介：鋼製可動堰のマネジメントのための劣化予測手法に関する基礎的検討，土木学会第68回年次学術講演会，VI-118，pp235-236，平成25年9月