汽水・淡水域における護岸鋼矢板の腐食劣化の実態に関する調査

土木研究所　　正会員　○冨山　禎仁
土木研究所　　正会員　　西崎　到

１．はじめに

河川管理施設では水門，樋門，堰，ダムゲート等の扉体や管理橋などの鋼材に対し，主に塗装による防食が施されており，これらが劣化した場合の補修（塗替え）の考え方も確立されている．一方で，護岸においても矢板等（鋼矢板護岸工）の形態で鋼材が多く用いられているものの，腐食環境の特に厳しい一部の河口域等を除いて，それらの大半は無防食の状態である．平成 25 年度に，国土交通省が河川管理施設の集中点検[1)]を行い，目視点検が困難な箇所については非破壊探傷機器等を用いて詳細に調査したところ，矢板護岸等の水中部では，調査を実施した 513 km の区間のうち，およそ 6%に相当する 31 km の区間で何らかの不具合が発見された．また，不具合が見つかった 31 km のうち，およそ 94%に相当する 29 km の区間については，補修等の対策が直ちに必要か，あるいは当面は経過観察で良いのか，「どちらとも判断できない」との結果であった（**表－１**）．これらの結果は，鋼矢板護岸に対しても定期的な点検・診断を実施し適切に維持管理していく必要があることを示しているが，一方で，現状では河川環境における鋼矢板の腐食形態や腐食機構，腐食が護岸としての機能に及ぼす影響等については検討事例に乏しく，腐食劣化損傷に対する対策の要否の判断基準が定まっていないのが実態であることも読み取れる．

表－１　河川管理施設の集中点検で明らかとなった水中部（矢板護岸等）の劣化

	点検数量 総延長	劣化発見				
			要対策	経過観察	どちらとも 判断できない	補修等の 措置
延　長(km)	513.3	31.3	0.7	1.3	29.3	0
点検総延長に対する割合(%)	100	6.1	0.1	0.3	5.7	0

そこで本研究では，汽水域・淡水域における鋼矢板の腐食劣化の傾向や特徴を把握することを目的として，汽水・淡水域河川に設置された鋼矢板護岸の現地調査を実施し，外観観察や超音波厚さ計を用いた板厚測定などを行った．

２．河川鋼矢板護岸の現地調査

現地調査は，河川管理者による過去の点検等において腐食による変状が報告されている事例の中から，任意に抽出した９河川（関東地方７河川、近畿地方２河川、いずれも都市部）で実施した．調査箇所付近における水質を分析したところ，A川およびG川は塩分濃度（塩化物イオン総量から換算）がそれぞれ 0.9%，0.26%と突出している一方で，その他の河川では水道水とほぼ同じレベルであった（**表－２**）．A 川の調査箇所は河口から 6 km，G 川の調査箇所は並行して流れる別河川の河口から 3 km の地点の川裏に位置しており，いずれも河口からの海水の遡上による影響を受けているものと考えられる．A川およびG川における電気伝導率や不純物総溶解度は海水の影響により他よりも高くなっているが，その他の水質指標についてはいずれの河川もほぼ同等であると考えられる．

表－２　現地調査を実施した地点における河川の水質※1

河川名		荒川水系					利根川水系	
		A川	B川	C川	D川	E川	F川	G川
汽水／淡水の区分		汽水	淡水	淡水	淡水	淡水	淡水	汽水
採水後，実験室で分析	水温 [℃]	21.4	20.5	21.4	21.3	20.6	21.2	(10.2) ※2
	pH	6.9	7.4	7.5	7.3	7.3	7.3	(7.5) ※2
	電気伝導率 [μS/m]	1,700	26	30	35	31	51	(497) ※2
	濁度 [NTU]	15	1	1	7	7	22	—
	溶存酸素 (DO) [mg/L]	9.2	10.1	9.7	9.7	10.0	9.8	—
	不純物総溶解度 (TDS) [g/L]	10	0.17	0.20	0.23	0.20	0.33	—
	酸化還元電位 (ORP) [mV]	391	365	354	403	389	374	—
	塩化物イオン濃度 [mg/L]	5.3	2.1×10^{-2}	2.9×10^{-2}	3.3×10^{-2}	1.9×10^{-2}	4.3×10^{-2}	—
	NaCl 換算 [%]	0.9	3.5×10^{-3}	4.7×10^{-3}	5.4×10^{-3}	3.1×10^{-3}	7.0×10^{-3}	(0.26) ※2

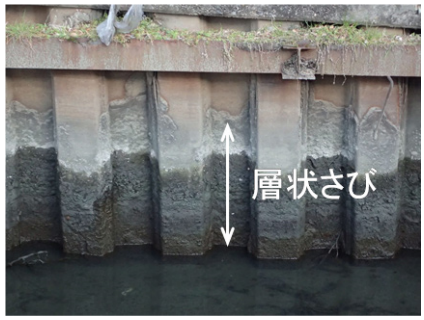
※1　以下は水質分析なし：①淀川水系Ｈ川（汽水）／②淀川水系Ｉ川（汽水），　※2　G川における水質指標は現地で計測した．

キーワード　河川管理施設，鋼矢板，護岸，腐食，汽水，淡水
連絡先　　〒305-8516　茨城県つくば市南原１番地６　（国研）土木研究所 材料資源研究グループ　TEL: 029-879-6763

３．汽水・淡水域における鋼矢板の腐食の傾向と特徴

現地調査で確認された鋼矢板の腐食事例の中から，代表的なものを以下にまとめた．

（１）地際・水際付近の腐食：地際・水際付近を中心に層状のさびが形成されている事例は，現地調査において最も多く見られた（**図－１**）．河川水による乾湿の繰り返しや，雑草などの生育により矢板表面が局部的に湿潤環境となることなどで，他の部位よりも腐食が促進し易くなるものと考えられる．腐食が進行し層状さびが厚みを増すと，さびが割れたり，剥がれたり（**図－２**）する場合がある．超音波厚さ計による矢板の板厚計測結果と施工からの経過年数をもとに腐食速度を求めたところ，淡水域では 0.01～0.12 mm/yr，汽水域では 0.11～0.16 mm/yr となった．層状さびの上端部付近の腐食速度が比較的大きい傾向が見られた．



図－１　地際・水際付近に見られる層状さび

図－２　層状さびの剥離

図－３　継手部からの漏水による腐食

（２）飛沫部の腐食：近辺に落差工などがある場合，鋼矢板が飛沫を受け，乾湿が高い頻度で繰り返される．このような場所では，顕著な板厚減に繋がるような腐食が生じやすい傾向が見られた．現地調査では，塗装による防食がなされた鋼矢板においても，同様の腐食損傷が確認された（**図－４**）．調査した箇所における最大の腐食速度は，0.18 mm/yr（汽水域）であった．

（３）継手部からの漏水による腐食：何らかの理由により継手部から漏水が起きると，その部分を起点として腐食が進行するものと考えられる（**図－３**）．腐食が進行し周囲の板厚が減少すると，漏水がさらに顕著となり，腐食の促進や背面土砂の流出等，損傷は一層深刻となる．また，鋼矢板に建設当初から人工孔が設けてあったり，排水管が敷設してある場合があるが，これらの周囲においても排水や雨だれによって，同様の腐食が形成される場合が多い．調査箇所における腐食速度は，0.07～0.11 mm/yr（淡水域，フランジ部）であった．

図－４　落差工付近の顕著な腐食

（４）孔食：鋼材表面に何らかの欠陥があると，そこを起点として板厚方向に局部的に腐食が進行する場合がある。この腐食形態が孔食であり，これが進むと，局部的にこぶ状の腐食生成物が形成されるものと考えられる（**図－５**）．孔食により局部的に板厚が大きく減少するが，周囲の腐食程度は小さい場合もあり，部材全体の健全度を表面的に判断することは困難である．今回の現地調査では，汽水域における鋼矢板のみにこの腐食形態が見られた．

図－５　汽水域で見られたこぶ状さび

４．まとめ

現地調査の結果，塩分の影響を受ける汽水域のみならず淡水域においても，特に落差工付近の飛沫を受ける箇所や，乾湿繰り返しを高い頻度で受けるような部位において，0.1～0.2 mm/yr の速い速度で腐食が進行する傾向が見られた．今後，腐食による減肉が鋼矢板護岸の構造性能に及ぼす影響について構造解析等により明らかにするとともに，これらの結果に基づき，鋼矢板の腐食程度と護岸機能の健全性との関連について検討する予定である．

参考文献　1) 国土交通省水管理・国土保全局：報道発表資料「水管理・国土保全局所管施設（河川・ダム・砂防）の集中点検の結果について」，http://www.mlit.go.jp/common/001012551.pdf

謝　　辞　本論文は国土交通省国土技術政策総合研究所からの受託研究「堤防及び河川構造物の総合的な点検・診断技術の実用化に関する研究開発」（平成 25～27 年度）として行った研究の成果に基づいています．