

鋼構造物腐食度調査装置の開発

国土交通省 九州地方整備局 正会員 池田 秀文
" 岡本 広夫
松本 崇司

1. はじめに

近年、我が国の港湾構造物の老朽化が顕在化しており、施設の安全性等が問題視されている。こうした構造物は鋼矢板や鋼管杭等により建設された岸壁や護岸であり、防食が施されてはいるものの、適切な維持管理がなされていないものもあり、建設から期間が経つほど腐食による板厚の減少等により部材の許容応力が低下しているのが現状である。これらの問題を解決するために、超音波板厚測定装置により、定期的に腐食度調査が行われているが、板厚測定に先立ち潜水士が調査対象施設に潜り、鋼材表面の牡蠣・ふじつば等の除去及び錆落としを行う必要がある。

しかし、潜水作業による付着物除去は大変な労力を必要とし、潜水士にかかる負担が大きい上に、作業に時間を要する。また今後、潜水士の高齢化及び要員不足が懸念されており、施設の維持管理を容易にし、補修あるいは改良の判断を的確に行うためには、付着物除去作業を迅速に行う自動化装置を開発する必要がある。

今回開発した鋼構造物付着物除去装置を使用し、貝殻等の除去及び錆落とし、周辺環境影響調査計測を行い、また施工時の最適条件の選定の評価実験を行ったのでここに報告する。

2. 実験概要

本実験装置についてはキャピテーションジェット（以下C/Jと表記する）ノズル、C/Jノズル移動装置、保持装置及び回収装置によって構成されており、操作装置によって遠隔操作され、除去作業を行う。

C/J移動装置の先端についているC/Jノズルを組み込む形で構成され水噴流で蒸気泡を形成し、その蒸気泡が崩壊するときに発生する衝撃圧を利用して貝殻等の除去が行える。C/J移動装置は矢板面に対して水平横方向に移動させるX軸及び、矢板面方向に移動させるZ軸から構成され、移動装置全体をガイドレール上下に移動させるY軸と組み合わせて使用する。除去された貝殻等は移動装置に搭載されている回収物受けと除去物を蓄積するための回収網がある。除去作業は、矢板の形状に合わせて、各軸の動作の組み合わせで行われ、各軸は遠隔で操作することができる。矢板面へのC/Jノズルの角度は手動で設定、固定している。

実験については福岡県北九州市門司区田野浦海岸、田野浦4号（-10m）岸壁（図1参照）の鋼矢板で行った。また、実験における装置、機材等を図2に示す。

実験内容については貝殻等除去実験、除去後の環境影響調査として周辺水域の濁度測定、作業により発生する騒音測定を行った。

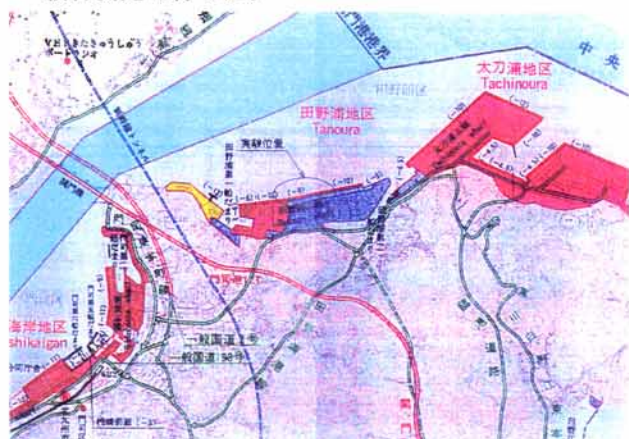


図-1 実験場所

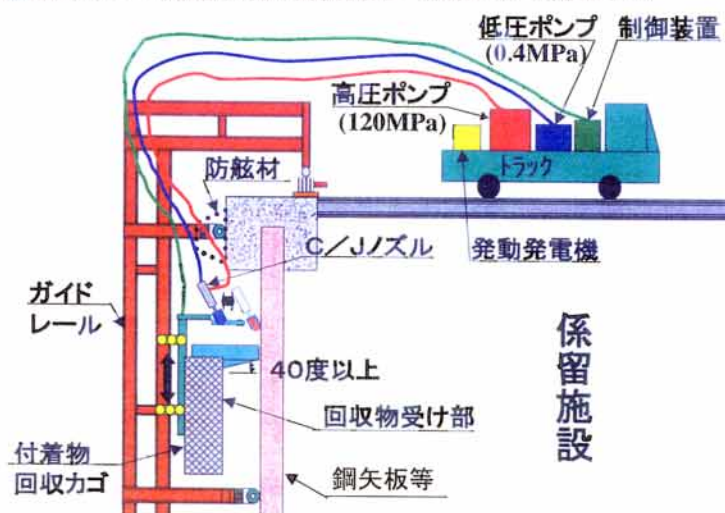


図-2 実験における装置全体図

3. 実験結果

除去実験調査位置について図3に示す。噴射圧力 50 ~ 120MPa、噴射角度 60°、スタンドオフ距離 100 ~ 150 mm、ノズル移動速度 450 ~ 999 mm/min、ノズル送りピッチ 25 ~ 100 mm の範囲で付着物除去を行ったが、どの実験条件においてもある程度除去できていた。



T.No.1 施工前



T.No.1 施工後

キーワード：キャピテーションジェット、濁度計測、水中騒音計測

〒750-0066 下関市東大和町 2-29-1 TEL 0832-68-1250 FAX 0832-61-1317

T.NO.1～T.NO.3は噴射圧力120MPa、噴射角度 60° 、スタンドオフ距離100mm、ノズル移動速度900mm/min、ノズル送りピッチを25、30、50mmと設定した。結果は、ノズル送りピッチが大きくなるにつれ、除去は若干低下してくるものの、除去面は良好であった。T.NO.4～T.NO.6ではノズル移動速度を900mm/minから装置の限界の速度999mm/minとし、ノズル送りピッチを50、75、100mmに設定し行った結果ノズル送りピッチ大きくなるにつれ除去程度は低下するが、T.NO.4とT.NO.5の場合、除去面はある程度黒色薄膜が残るもののおおむね除去できていた。T.NO.6の場合、T.NO.4とT.NO.5の場合に比べさらに除去面の程度は低下し、残存する付着物が目立った。また、T.NO.7は、除去面の程度が最も良好だったT.NO.1の条件で水深方向3.0mにわたり除去を行った。水深より、若干の黒色薄膜が残っているものの、除去面全体として、除去程度は良好であった。

また、T.NO.8～T.NO.10は、噴射圧力をそれぞれ50、75、100MPaとし、ノズル送りピッチ50mmと設定した。しかし、噴射圧力による除去面の違いはさほど見られず、噴射圧力50MPaでも除去できることが分かる。T.NO.11ではスタンドオフ距離150mmとして除去を行った結果、鋼矢板除去面の中央部分に幅数cm、厚さ数mmの付着物が除去開始位置から終了位置まで残った。T.NO.12では、スタンドオフ距離100mmに戻して除去を行ったが除去面中央部分の付着物は除去できなかった。T.NO.13においては、ノズル移動速度450mm/minに落とし、除去時間を長くしたが、除去面中央部分の付着物は除去できなかった。

各調査位置におけるT.NO		
調査位置	T.NO	備考
①	T.NO.1、T.NO.2、T.NO.3	
②	T.NO.4、T.NO.5、T.NO.6	
③		鋼矢板の変位が大きく除去不可のため調査対象外
④	T.NO.7	
⑤	T.NO.8、T.NO.9、T.NO.10	
⑥	T.NO.11、T.NO.12、T.NO.13	

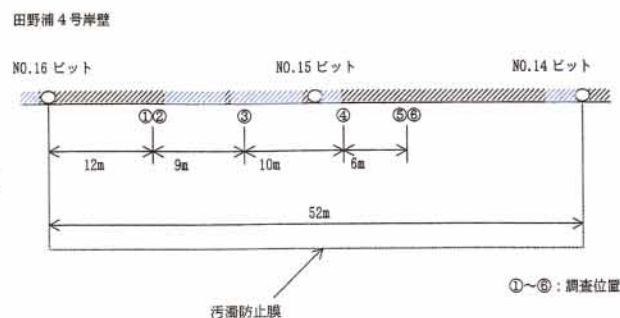


図-3 除去実験調査位置

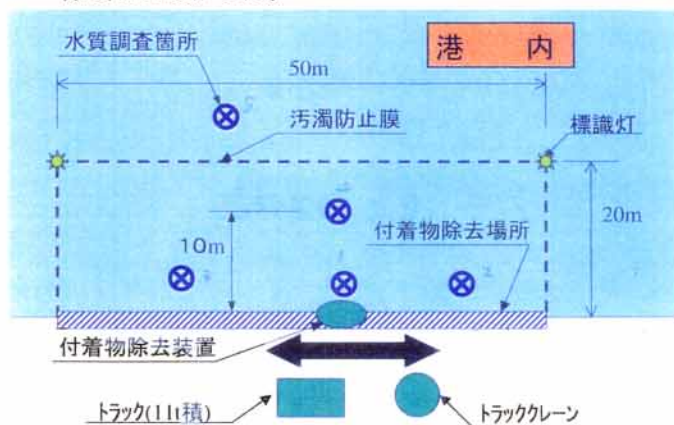


図-4 濁度測定位置

時間	測点	濁度 (水深0.5m)	濁度 (水深3.0m)	濁度 (水深6.0m)	流速cm/sec			
		ppm	Ppm	ppm	水深 1 m	水深 3 m	水深 6 m	流向
施工前								
8:35	①	15	11	12	22	25	30	西向き
8:36	②	17	13	10				
8:37	③	17	13	11				
8:52	④	23	15	14	25	28	45	西向き
9:02	⑤	18	16	16	49	42	39	西向き
施工中								
10:35	①	27	24	16	15	30	25	西向き
10:36	②	19	16	17				
10:38	③	17	13	16				
10:45	④	24	14	12	46	50	30	西向き
10:53	⑤	19	17	17	60	61	55	西向き
施工中								
15:00	①	23	28	23	50	51	56	東向き
15:04	②	27	27	25				
15:06	③	26	25	26				
15:08	④	28	27	28	80	95	94	東向き
15:11	⑤	26	25	25	95	93	101	東向き

表-1 濁度、流速、流向結果

濁度測定位置を図4に、濁度測定結果及び流速、流向測定結果を表1に示す。施工前と施工中を比較すると、多少施工中の濁度が高い傾向にあるが、全体的に除去による濁度の上昇といえる程の変化は見られなかった。また、本来、施工場所から測定地点が離れるに従い、濁度は低くなると考えられるが、測定結果は高くなっていることから、潮流による影響が考えられる。

また、水中騒音測定の結果を図5に示す。測定は、水深を5.0mとし、施工前に暗騒音を測定し、施工中は除去装置直下から100mまで測定した。除去装置の直下では、160dBであったが、測定距離が離れるに従い、減衰していく様子が分かる。

4. おわりに

付着物除去実験から以下のような最適条件を求めた。

- 噴射圧力 : 120MPa
- 噴射角度 : 60°
- スタンドオフ距離 : 100mm
- ノズル移動速度 : 999mm/min
- ノズル送りピッチ : 100mm

今回の実験では、ノズル移動速度と、ノズル送りピッチの組み合わせにより除去速度を上げる方向で、実験条件を設定していったが、全実験条件の中で最も除去速度の速い条件でも付着物除去が確認できた。これは、今回施工を行った鋼矢板は、防食が良く効いており、付着物が剥がれやすかったことも考えられる。また、調査海域により、付着物の付着程度や付着物の種類も多少異なるものと考えられ、今後も施工対象とする岸壁により、最適条件は若干異なり、施工を行う際には、新たな最適条件を導く必要があると思われる。

最後に、対象とする岸壁により、除去条件は変わると思われるが、今回の実験調査ですべての実験条件で十分な除去能力を確認できた。しかし今後、より実用的な施工を行うためには、作業時間の短縮やあらゆる岸壁に柔軟に対応できる装置の改善などがある。

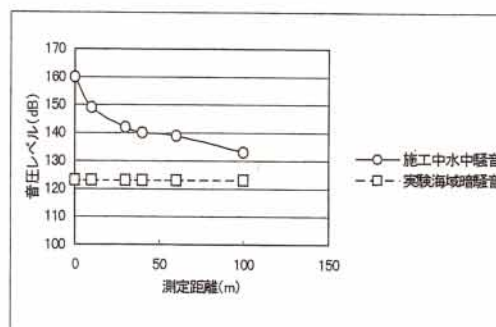


図-5 水中騒音測表