

水環境におけるコンクリートに半埋設された鋼材の腐食試験

独立行政法人 土木研究所 技術推進本部（先端技術） 正会員 田中 和嗣
山口 崇
正会員 吉田 正

1. はじめに

河川管理施設は、水門の戸当り部フランジや放流管のスティフナ等のように、コンクリート構造物に半埋設して、かつ、水中に曝される鋼構造部がある。このような鋼構造部は、コンクリートを浸透する水分やコンクリートの経年劣化によって腐食する可能性がある。しかし、目視ができないために、腐食発生の有無すら十分に把握できていない。本研究は、コンクリートに半埋設した鋼材を水環境で暴露試験したものである。

2. 試験方法

2. 1 試験概要

暴露試験は、後述する試験片を用いて、水環境で約 4500 日間実施した。試験片は定期的に引き上げて外観観察をするとともに、暴露試験終了後に、コンクリート部の劣化や鋼構造部の腐食を調査した。

2. 2 試験片

試験片は、水門の戸当りを模して、鋼材をコンクリートに半埋設して製作した。試験片は、鋼材部の上フランジ（水環境に接する側）を SUS304 鋼として、腹板、補強板と下フランジ（コンクリートに埋設する側）を SM400B 鋼または SUS304 鋼を用いたものの 2 種類を製作した。前者を試験片 A、後者を試験片 B とする。試験片の形状を図-1 に、試験片の鋼材組み合わせ一覧を表-1 に示す。

2. 3 試験環境

暴露は、（旧）土木研究所構内の「海底作業実験場」にある実験水槽で行った。水槽は、同所構内の実験廃水処理施設で処理した循環水を貯水している。水槽内の水深や水質は管理しておらず、雨水の流入や水槽の給排水によって変動する。暴露開始初期の pH は 7.0 である。

3. 試験結果

3. 1 コンクリート部の劣化

（1）pH および中性化深さ

試験片のコンクリート部は、鋼材部の腹板に垂直な面でコアを抜き、pH と中性化深さを測定した。pH は、コア抜き直後のコア表面にリトマス試験紙を貼りつけて測定した。

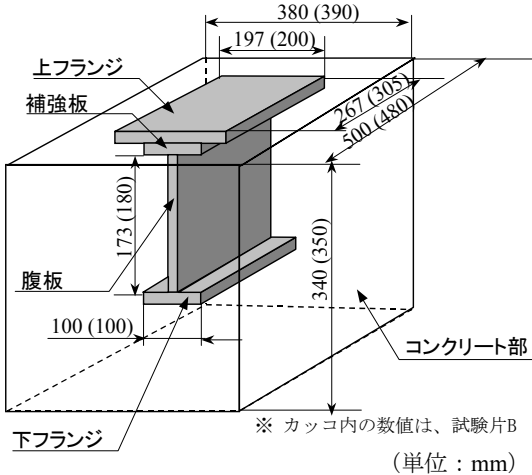


図-1 試験片 A の形状

表-1 試験片（鋼材部）の材質

	試験片 A	試験片 B
上フランジ （水環境に接する面）	SUS304	SUS304
補強板、腹板	SM400B	SUS304
下フランジ （コンクリートに埋設する面）	SM400B	SUS304

表-2 コンクリート部の pH

	表面からの距離（単位：cm）	
	0～1	15～16
試験片 A	7～12	10～12
試験片 B	7～12	10～12

表-3 コンクリート部の中性化深さ

	中性化深さ								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	平均
試験片 A	9.4	5.3	0.0	0.0	1.6	1.4	0.0	2.8	2.6
試験片 B	7.7	4.3	2.2	0.0	8.2	0.0	0.0	3.9	3.3

（単位：mm）

キーワード：鋼材腐食，コンクリート埋設物，水環境，暴露試験

〒305-0801 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL029-879-6757 FAX029-879-6732

測定結果を表-2 に示す。また、コア表面にフェノールフタレインのエチルアルコール 1%溶液を噴霧して、中性化深さをノギスで測定した。測定結果を表-3 に示す。

（２） 塩化物イオン含有量

塩化物イオン含有量は、コアを 10mm ピッチでスライスしたものを試料として、JCI-SC4 の電位差滴定法に準拠して測定した¹⁾。測定結果を表-4 に示す。測定結果は、コンクリートの比重を $2,350\text{kg/m}^3$ と仮定して、塩化物イオン含有量に換算している。

表-4 コンクリート部の塩化物イオン含有量

	表面からの距離 (単位:cm)			
	0~1 (表面)	1~2	2~3	15~16 (腹板近傍)
試験片A	0.346	0.370	0.468	0.412
試験片B	0.107	0.178	0.152	0.222

(単位: $\text{Cl}^-/\text{kg/m}^3$)

3. 2. 鋼材の腐食状況

試験片のコンクリート部をコンクリートハンマーで剥離して、鋼材の腐食状況を外観調査した。試験片A、試験片Bともに、上フランジと腹板に挟まれた隅各部でコンクリート充填が不十分で空洞があった。試験片Aと試験片Bの腐食状況を写真-1(a)と写真-1(b)に示す。試験片A、試験片Bともに、上フランジに用いた SUS304 鋼のうち、水環境に接する面に腐食はなかった。試験片Aに用いた SM400B 鋼は、上フランジと腹板に挟まれた隅各部と下フランジの底面に腐食があった。腐食の程度は、前者の方が顕著であった。一方、試験片Bも、上フランジと腹板に挟まれた隅各部に黒色の変色があった。



写真-1(a) 試験片Aの腐食状況（鋼材部）

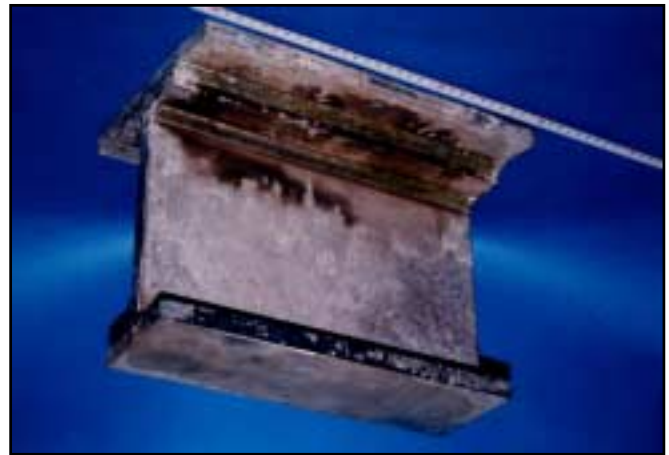


写真-1(b) 試験片Bの腐食状況（鋼材部）

4. まとめ

本暴露試験で用いた試験片Aのと試験片Bのコンクリート部は、製作条件が不明であるが、pH が 10 から 12 程度であること、コアの外観から骨材の配合も良好に見えることから適切な品質であったと考える。また、中性化がわずかであり、コンクリートの品質劣化による鋼材腐食への影響もないと判断する。この条件において、試験片の鋼材部は、上フランジと腹板に挟まれた隅各部に腐食や変色が発生している。このことから、コンクリートに半埋設された鋼材は、適切な品質のコンクリートに埋設されていても、鋼材部とコンクリート部のすき間からコンクリートの充填が粗な部位に浸入した水分によって、部分的に水環境に曝されて腐食する場合があることがわかる。そのため、鋼材は、コンクリートのワーカビリティや施工性等を鑑みて、必要に応じて、ステンレス鋼等の耐食性材料を適用する方が望ましいと考える。

参考文献

- 1) 社団法人日本コンクリート工学協会編：コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準（案），JCI-SC，（1991）。