

リーン系二相ステンレス鋼の河川環境暴露試験による耐食性評価

土木研究所 正会員 ○岡田 修幸
土木研究所 正会員 富山 禎仁
土木研究所 正会員 西崎 到

1. はじめに

河川・ダム施設は多目的に河川水を利用・制御するための重要な施設である。これらの施設の鋼構造物には、運用上、メンテナンスを限られた期間で行うことが求められるなど制約条件が多いため、メンテナンス負荷の軽減を目的としてステンレス鋼などの耐食材料が多く使用されている。近年、自然災害の激甚化に対応し、河川・ダム施設の大形化及び高強度化が求められている。このようななかで、リーン系二相ステンレス鋼と呼ばれる新しいステンレス鋼の開発が進み、SUS821L1, SUS323L の 2 鋼種が新たに JIS に登録された^{1), 2)}。リーン系二相ステンレス鋼は省合金二相系ステンレス鋼とも呼ばれ、リーンは Ni などの高価な合金元素を節減していることを、二相はオーステナイト相とフェライト相の 2 つの金属組織がほぼ等量からなる組織を有することをそれぞれ示す。リーン系二相ステンレス鋼と、

広く用いられているオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304, SUS316L の主要成分及び力学的性質を表 1 に示す。SUS304, SUS316L は高価かつ価格変動の大きい Ni, Mo の添加量が多く、近年著しい価格高騰を起こした。一方、SUS821L1, SUS323L はこれらの

表 1 各種ステンレス鋼の主要成分及び力学的性質

分類	鋼種	主要成分 (mass%)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)
リーン系二相ステンレス鋼	SUS821L1	21Cr-2Ni-0.17N	≥ 400	≥ 600
	SUS323L	23Cr-4Ni-0.15N	≥ 400	≥ 600
オーステナイト系ステンレス鋼	SUS304	18Cr-8Ni	≥ 205	≥ 520
	SUS316L	18Cr-12Ni-2.5Mo	≥ 175	≥ 480

高価な合金元素を節減しており、価格安定性に優れている。さらに SUS821L1, SUS323L は SUS304, SUS316L の約 2 倍の 0.2%耐力が規格化されている^{1), 2)}。このため高強度を活かした薄肉化により、使用鋼材量の減少に加え、軽量化による付帯設備や据付費も含めたコストダウンが期待できる。また耐食性の指標である PREN (Pitting Resistance Equivalent Number)では SUS821L1 は SUS304, SUS323L は SUS316L とそれぞれ同じ区分に整理され³⁾、耐食性はそれぞれ同等といえる。これらの特性が河川・ダム施設のニーズに合致することから適用が進みつつある⁴⁾が、今後さらに適用方法を最適化していく上で、実環境における長期間の耐食性評価が必要と考えられる。

2. 目的

リーン系二相ステンレス鋼の河川環境における長期耐食性を明らかにすることを目的として、10 年間の暴露試験を開始した。なおステンレス鋼は溶接構造物として用いられる場合があるため、溶接部を含む試験片を用いることとした。今回は 1 年目の結果⁵⁾の概要を報告する。

3. 試験方法

暴露試験は江戸川水門下流の河川護岸で実施している。暴露試験場及び試験架台概観を図 1 に、試験架台断面及び試験片設置位置と河川水位の模式図を図 2 に示す。試験片は干満によらず常時完全に没水する位置に取り付けており、水質が腐食に及ぼす影響は大きいとみられる。その一方で、本試験場は感潮区間に位置しており、干満などにより水質が変化する。河川表層より採取した水の Cl⁻濃度は干潮時で 300ppm、満潮時で 1700ppm であった。この結果より、本試験場は河川環境としては比較的過酷な腐食環境といえる。



図 1 暴露試験場及び架台概観

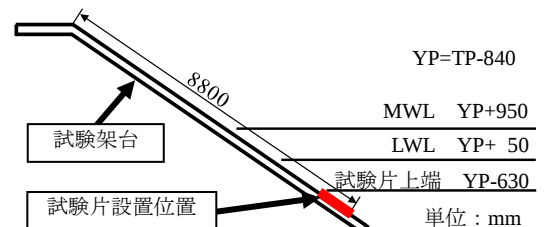


図 2 試験架台断面模式図

キーワード 河川・ダム施設, 鋼構造物, 防食, リーン系二相ステンレス鋼, 暴露試験

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

供試材にはリーン系二相ステンレス鋼 SUS821L1, SUS323L と、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304, SUS316L を選定した。溶接方法は構造物に一般に用いられる FCAW(Flux Cored Arc Welding)とし、突合せ溶接を行った。溶接材料は、それぞれの母材に一般的に用いられるものとして SUS821L1, SUS323L へは TS2209 系, SUS304 へは TS308 系, SUS316L へは TS316L 系を選んだ。試験片は 100×100mm の平板とし、溶接線が中央にくる位置で切り出した。さらに板厚方向に切削し、表面に現れる溶接金属の幅が 15mm 程度となるように加工した。試験片表面は#600 湿式研磨仕上げとした。一般にステンレス鋼の腐食は、表面を覆うものがない自由表面よりも、鋼材が重なりあったりすることなどにより形成されるすき間構造の内部の方が発生しやすいと言われている。そこで溶接部にすき間が形成されるように、試験片を挟み込むようにして図 3 に示すポリスルホン樹脂製すき間治具 (ASTM G48 に記載) を取り付けた。設置時の試験片外観例を図 4 に示す。

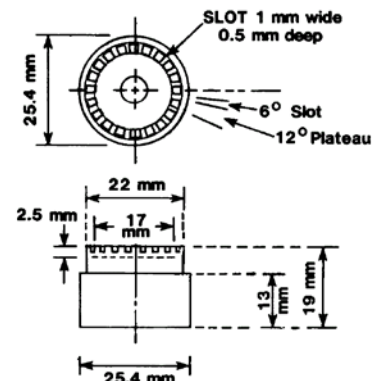


図 3 すき間治具形状

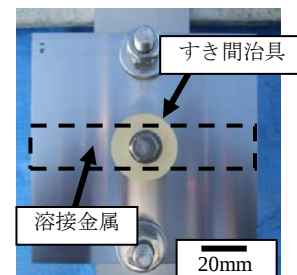


図 4 設置時の試験片外観

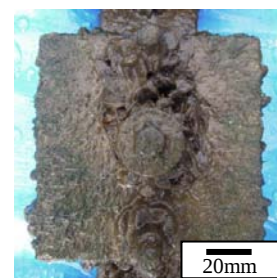


図 5 回収時の試験片外観

4. 試験結果

1 年間暴露した試験片の回収直後の外観例を図 5 に示す。いずれのステンレス鋼試験片とも、全面が藻と貝で覆われていた。これらの試験片について、純水及びクエン酸水素二アンモニウム溶液を用いて付着物などを除去した。付着物除去後の各鋼種試験片の外観を図 6 に示す。樹脂製すき間治具と接触していない部分においては、いずれの鋼種についても母材部、溶接部とも腐食はみられなかった。また、樹脂製すき間治具下においてもすき間腐食はみられなかった。全ての鋼種について、試験片固定用ボルト穴の周囲に腐食による変色がみられたが、腐食の程度はごく軽微であった。なお、ボルト穴周囲以外の部分にみられる変色は、いずれも藻や貝などの付着痕とみられる。

5. まとめ

本試験による 1 年間の調査では、新たに JIS に登録されたリーン系二相ステンレス鋼 SUS821L1, SUS323L は、これまで河川・ダム施設用途に広く用いられてきたオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304, SUS316L と同様に、河川環境で樹脂製すき間治具下においてすき間腐食が生じていないことが確認された。今後は、本暴露試験の継続調査などにより、リーン系二相ステンレス鋼が長期間腐食環境におかれた場合の耐食性を明確にし、河川・ダム施設への適用方法をさらに最適化していく。

謝辞

本暴露試験の実施にあたって、国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所江戸川河口出張所にご協力いただきました。

参考文献

- 1) JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯, 2015
- 2) JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯, 2015
- 3) 日本鋼構造協会: ステンレス鋼土木構造物の設計・施工指針(案), p.42, 2015
- 4) 敦賀康裕, 河合廣治, 森川賢一, 高橋貞仁, 松山晃, 新谷昌之: 二瀬ダム選択取水設備新設工事, IHI インフラ技報, 第 5 号, p.90, 2016
- 5) 西崎到, 富山禎仁, 岡田修幸: リーン系二相ステンレス鋼の溶接性および溶接部の耐食性に関する実験的研究, 土木研究所資料第 4349 号, 2017

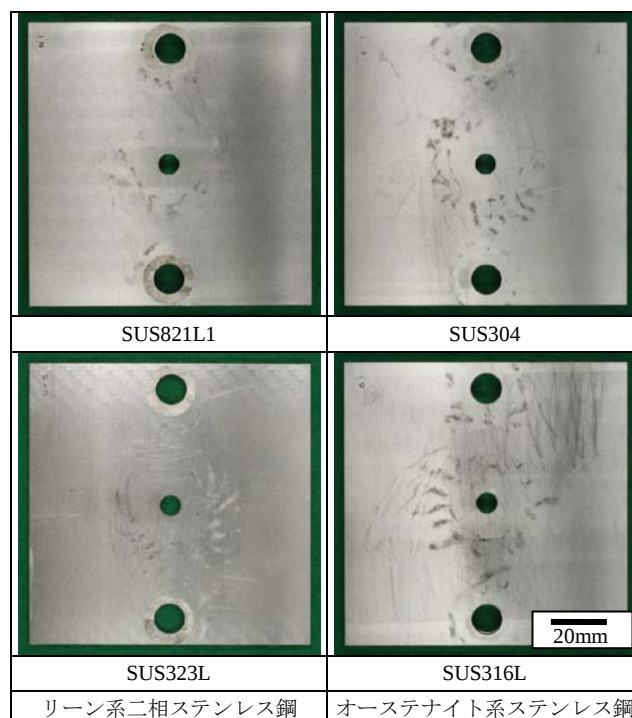


図6 付着物除去後の試験片外観