

農業用鋼矢板排水路における腐食コストを考慮した素材選定の一考案

日鉄建材株式会社 正会員 ○大高 範寛, 日鉄建材株式会社 正会員 藤本 雄充
農研機構 正会員 浅野 勇, 新潟大学 正会員 萩原 大生, 新潟大学 正会員 鈴木 哲也

1. 目的

鋼矢板による農業水路護岸は、低平地の排水不良地帯で広く用いられてきた。設置後 40 年を超える施設では、既設鋼矢板に開孔や断面欠損が生じ、護岸としての機能を満足できないものも増えている。将来的な労働力不足や長寿命化の観点からも、ライフサイクルコストに優れた新たな更新工法が求められている。筆者らは、農水省の官民連携新技術研究開発事業にて、ステンレス鋼矢板の開発を行った。素材の耐久性を上げることで、施設の長寿命化を図ることが目的である。ステンレス鋼は、JIS 規格で 50 種類以上、メーカーの独自鋼種を含めると 200 種類を超えていると言われている。一般的に、ステンレス中に含まれるクロム(Cr)の量を増やすと、耐食性が向上するが、それに伴い価格も上がる。インフラ用の資材として活用するためには、農業用排水路の腐食環境に特化した素材選定をすることが重要である。一方、鋼矢板の設計では、「腐食代」という考え方が用いられる。腐食代とは、供用期間内の腐食量を想定し、強度上必要となる板厚にあらかじめこれを付加するものである。今回、前述の官民連携事業にて実施した暴露試験から鋼種ごとに必要な腐食代を推定した。この腐食代をコスト換算することで、必要とする供用期間に応じた素材選定の方法を提案する。

2. 試験方法

2.1 ステンレス鋼の腐食特性

ステンレス鋼とは、鉄(Fe)にクロム(Cr)を 10.5 %以上添加した鉄合金であり、環境中の酸素とクロムが結びつくことで形成する不導体被膜によって、炭素鋼に比べて極めて高い耐食性もつ。また、腐食の進行形態にも違いがある。普通鋼と呼ばれる炭素鋼では、板厚がほぼ均等に減肉する全面腐食が生じるのに対し、ステンレス鋼では、直径 1mm 未満（環境による）の深い谷状の孔食が発生する。孔食の最深部では酸素の供給が少なくなるため時間の経過に伴い、進展は遅くなる。そのため腐食が進んでも大きな貫通が生じ難く、平均的な減肉量も極めて小さい。

2.2 暴露試験方法

試験地は、新潟県亀田郷の農業用排水路であり、ステンレス矢板の施工箇所（図 1）付近に、図 2 に示すクーボン試験片を設置した。1 年間の暴露試験後の試験片の外観調査および減肉量の計測を行った。なお、暴露試験は現在も継続中であり、本稿では大石排水路での結果について紹介する。暴露地の水質環境を表 1 に、設置した鋼種を表 2 に示す。



図 1 鋼矢板暴露状況



図 2 クーボン試験暴露状況

表 1 暴露試験地の水質環境

名称	大石排水路
水質	汽水
実測 ppmCl	150~410

表 2 鋼種一覧

鋼種	Cr 量(%)
普通鋼	SS400 0
ステンレス鋼	SUS410 12
	SUS430 17



a: クーボン試験片

b: ステンレス鋼矢板

図 3 暴露試験体外観

3. 試験結果

3.1 外観調査

暴露試験体の外観を図 3 に示す。普通鋼（図 a の右端）は全面腐食が生じているが、ステンレス鋼は目視では腐食を確認できない状況であった。なお、図 a でステンレス鋼の下部が茶変しているのは外部からの鉄分付

キーワード 鋼矢板, 腐食, ステンレス, 農業用排水路

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区外神田4丁目14-1 日鉄建材株式会社 TEL:03-6625-6250 E-mail: nohtaka@ns-kenzai.co.jp

着である。また、ステンレス鋼矢板においてもクーポン試験片と同様に健全であることが確認された。

3.2 平均腐食量（板厚減少量）

試験片の重量減少量から平均腐食量を算定した。結果を図4および表3a)に示す。SUS410, SUS430の平均腐食量は0.8μm以下であった。一方、普通鋼は82μm、年間約0.08mmの腐食量を示した。この値は過去に同一水路にて鈴木ら¹⁾が調査を実施した結果（腐食量2.3mm/29年間≒0.079mm/年）と、ほぼ同様の値を示した。

3.3 腐食代の設定

ステンレス鋼の場合、重量減少量から推定した腐食量b)は、極めて小さい値となった。そのため腐食代の設定では、安全側を考慮し、図5のように孔食が全て連結するモデルを想定した。発生した孔食の深い方から10点の平均値を1年後の平均孔食深さAとし、推定平均腐食深さDは、式1を用いて推定した。しかしながら、b)とc)との推定腐食量に大きな乖離があることから、c)に安全係数γ=0.5を乗じたd)を腐食代と設定した。

4. 考察

4.1 鋼材中のクロム量と腐食量の関係

供用期間を50年と設定した腐食代（推定腐食量）と鋼材に含まれるクロム量と関係を示したものが図6である。計測点が少ないため、粗いデータではあるが、クロム量の増加に伴い腐食量が減少する傾向が示された。

4.2 供用期間における腐食代を考慮した素材単価比較

供用期間に必要な腐食代を鋼種別に算出し、それぞれ鋼種の想定単価を乗じて概算費用の試算を行った。なお、普通鋼の単価とクロムの単価比は1:5と仮定し、ステンレス鋼に含まれるクロム以外は、全て普通鋼であるとして試算した。結果は、図7に示す通りであり、供用年数が30年以下の場合には、普通鋼に優位性があるが、本条件においては30年を超えた場合、ステンレス鋼が素材単価の面で優位性があることが示された。また、SUS410とSUS430との比較においては、約20年で単価比の逆転が見られ、本現場での長期的な運用においては、SUS430材を用いることが経済性の観点からも望ましいと考えられる。

5. まとめ

新潟県で実施した暴露試験では、鋼矢板に使用するステンレス鋼が実環境においても優れた耐腐食性を示した。今回設定した腐食代については、十分な安全率を含んでおり、今後の継続調査による予測精度の向上により、さらに腐食代を低減できると考えている。また、提案した素材の単価比較では、長期間の供用年数の場合において、耐食性の高いステンレス鋼の優位性が示された。今後は、更新工事の費用を考慮したライフサイクルコストでの比較も行っていく予定である。

参考文献

1) 鈴木哲也, 浅野勇, 石神暁郎編著 (2019): 農業用鋼矢板水路の腐食実態と長寿命化対策, 養賢堂, 51.

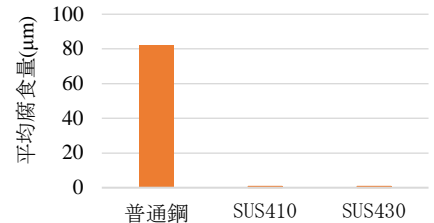


図4 鋼種別平均腐食量

$$D = A t^B \dots \dots \dots (式 1)$$

- D: t年経過後の推定平均腐食深さ
- A: 係数(1年後の平均孔食深さ)
- t: 時間(年)
- B: 孔食深さ進展の時間依存性 (一般的な0.5を採用¹⁾)

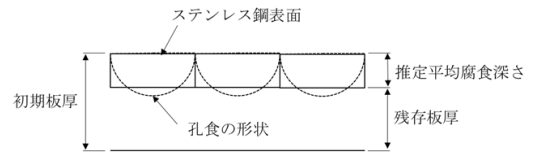


図5 推定平均腐食深さの模式図

表3 腐食量推定結果一覧 (単位: μm)

項目	鋼種		
	普通鋼	SUS410	SUS430
a) 平均腐食量/年	82	0.8	0.8
b) 比例換算腐食量/50年	4,100	40	40
c) 推定平均腐食深さ/50年	—	2,100	800
d) 腐食代/50年	4,100	1,050	400

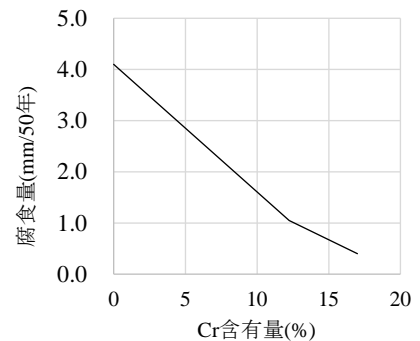


図6 大石排水路におけるFe-Cr鋼の耐さび性 50年間

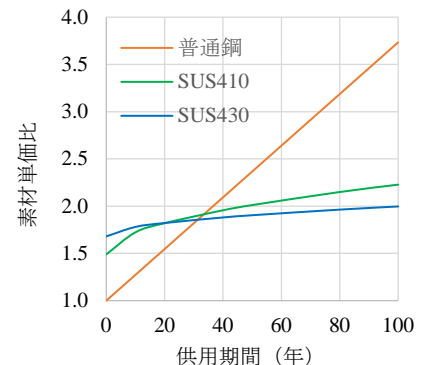


図7 供用期間における腐食代を考慮した素材単価比