

モルタル中ステンレス鋼の溶接部・キズ部に生じる塩化物腐食

金沢工業大学大学院	工学研究科	学生会員	○梨本 竜太郎
金沢工業大学	環境・建築学部	正会員	宮里 心一
東亜建設工業(株)	技術研究開発センター	正会員	羽渕 貴士
東亜建設工業(株)	技術研究開発センター	正会員	西川 正夫

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物において、内部の鉄筋が環境外力の影響により腐食している現状がある。これら鉄筋の腐食に対する研究は様々行われてきたが、近年、鉄筋に代わる新素材の鋼種が開発されてきた¹⁾。その1つとして、ステンレス鋼が注目されている。ステンレスはその高い耐食性から、様々な分野で数多くの製品が生産されてきた。さらに、用途に合わせたステンレスが開発され、盛んに使用されている。

以上のことから本研究では、実構造物で使用することを前提とし、コンクリート構造物にステンレス鋼を使用した際の「溶接」、鋼材運搬の際に予想される「キズ」に着目した。すなわち、加工および損傷を受けたステンレス鋼が埋設されたモルタルにおいて、曲げひび割れ近傍の肌離れ部分²⁾における塩化物腐食の機構を評価することを目的とし、実験的検討を実施した。

2. 実験概要

使用したモルタル供試体を図1に示す。供試体のひび割れは、3点曲げ載荷を施し、曲げひび割れ近傍において鋼材とモルタルの肌離れ部分²⁾を模擬した。本研究では、この肌離れ部分も考慮し、塩化物腐食の評価を行なった。また、内部に埋設するステンレス鋼(SUS304)の成分表を表1に示す。さらに、鋼材内部を流れる腐食電流を測定するため、モルタル内部の鋼材を分割し、隣り合う各要素をリード線で接続することにより、電気化学的に一本の鋼材とみなしている。なお、実験ケースを表2に示す。

キズおよび溶接を模擬した箇所は、図1に示す中央の要素である。ここで、ステンレス鋼ではTIG溶接とアーク溶接が一般的であるが、本研究ではTIG溶接のみを行なった。なお、初期段階の実験として本研究の溶接模擬においては、写真1に示すとおり鋼材の下部に溶接棒を溶接したのみとした。また、キズの模擬状況を写真2に示す。鋼材に対し金鋸とノミを使用し、一箇所のみに長さが約5mmで深さが約1mmのキズをつけた。

初期養生後、[3%塩水噴霧1日+乾燥2.5日]を1サイクルとして、塩害促進暴露を行なった。なお塩水噴霧は、ひび割れ開口面に対して行なった。その後、塩害促進暴露28日目において文献³⁾を参考にして腐食電流を測定した。ここで、鋼材要素間を流れる腐食電流をマクロセル腐食電流とし、一方鋼材要素内を流れる電流をマイクロ

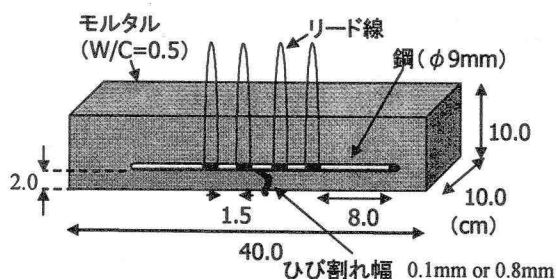


図1 供試体概要

表1 SUS304 成分 (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.062	0.297	1.02	0.03	0.006	18.28	8.15

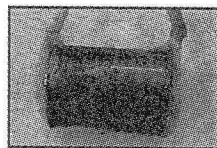


写真1 TIG溶接

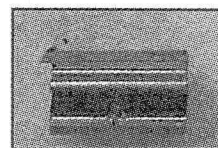


写真2 キズ

表2 実験ケース

鋼種	SUS304			
	炭素鋼	健全	TIG溶接	キズ
ひび割れ				
有り(0.1mm)			○	○
無し	○	○	○	○
有り(0.8mm)	○	○		

セル腐食電流と定義した。また、マクロセル腐食電流密度とマイクロセル腐食電流密度の和を、総腐食電流密度とした。

3. 鋼種の比較

図2に、鋼種およびひび割れの有無が総腐食電流密度の分布に及ぼす影響を示す。これによれば、ひび割れ有り供試体に着目すると、ステンレス鋼では $0.54 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であるのに対し、炭素鋼では $5.56 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であることが認められた。このことから、ステンレス鋼は炭素鋼と比較して約10倍以上の耐食性を有することが確認できた。

4. ステンレス鋼における溶接・キズの有無

図3に、キズを施した供試体における、ひび割れの有無が総腐食電流密度の分布に及ぼす影響を示す。これによれば、ひび割れ無し供試体の測定値 $0.04 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ に対し、ひび割れ有り供試体では $0.25 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であることが認められた。すなわち、後者は前者の約6倍の総腐食電流密度となった。このことから、他の要素と比較して、キズの生じた箇所にひび割れが生じることにより、耐食性が低下することが確認された。

図4に、TIG溶接を施した供試体における、ひび割れの有無が総腐食電流密度の分布に及ぼす影響を示す。これによれば、ひび割れ無し供試体では、溶接部では $0.05 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であるのに対し、ひび割れ有り供試体では $0.13 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であることが認められた。すなわち、後者は前者の約3.6倍の総腐食電流密度となった。

以上のことから、キズあるいはTIG溶接を有する供試体の総腐食電流密度は、ひび割れの有無によって差が生じることが明らかとなった。ただし、3章の炭素鋼の測定値と比較すると、4章のステンレス鋼の溶接部およびキズ部の測定値は、高い耐食性を有することが確認された。

5. 結論

- 1) ステンレス鋼は炭素鋼と比べて約10倍の耐食性を有する。
- 2) ひび割れはステンレス鋼の腐食速度を促進させる。例えば、キズ部では約6倍、TIG溶接部では約3.6倍となった。

[参考文献]

- 1) 梨本竜太郎, 宇城工, 守分敦郎, 宮里心一: モルタル部材の曲げひび割れ部に生じるCr鋼・ステンレス鋼の塩化物腐食, 第60回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), pp.313-314.
- 2) 神山一: コンクリートのひびわれと鉄筋の腐食, セメント技術年報, pp.491-493, 1972.
- 3) 宮里心一, 大即信明, 小長井彰祐: 分割鉄筋を用いたマクロセル電流測定方法の実験的・理論的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.2, pp.547-552, 2001.

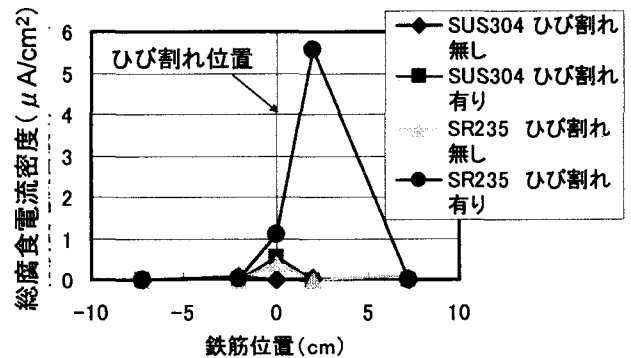


図2 総腐食電流密度(鋼種別)

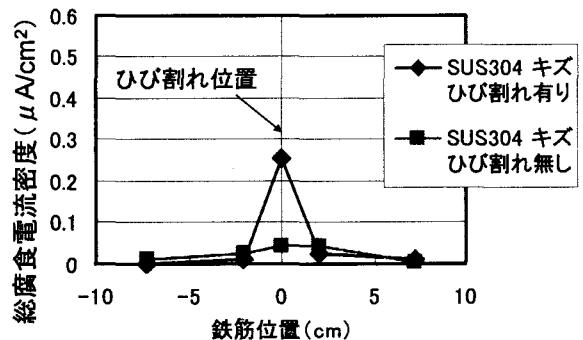


図3 総腐食電流密度(キズ)

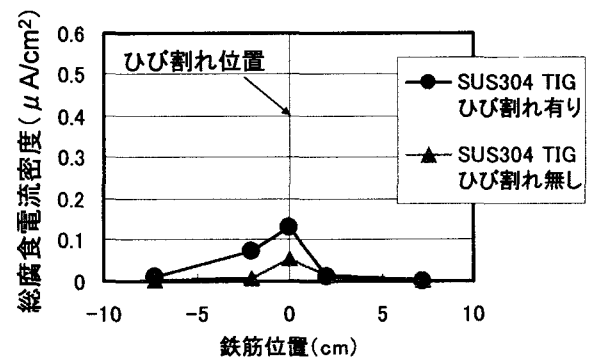


図4 総腐食電流密度(溶接)