

コンクリート中のステンレス鉄筋と普通鉄筋の表面積比が異種金属接触腐食に及ぼす影響

元金沢工業大学大学院 学生会員 ○鈴木 隆平
金沢工業大学 正会員 花岡 大伸

1. はじめに

塩害による鉄筋腐食の対策として、耐食性が高いステンレス鉄筋の利用が注目されている。ステンレス鉄筋は普通鉄筋と比べて高価であるため、構造的に塩害を受けやすい箇所に限定してステンレス鉄筋を使用し、それ以外の箇所は普通鉄筋を用いる場合が考えられる。このような場合、コンクリート内でステンレス鉄筋と普通鉄筋が電気化学的に接することで、異種金属接触腐食が懸念される。ここで、異種金属接触腐食に影響を及ぼす因子に、自然電位が卑な金属と比べて貴な金属の表面積が大きくなると、卑な金属の腐食速度が速くなる面積比効果がある。末宗ら^[1]は、コンクリート中において、この面積比効果により普通鉄筋の腐食面積率が増大した研究結果を示している。この研究では、ステンレス鉄筋と普通鉄筋の両方が塩害環境にあるが、ステンレス鉄筋と普通鉄筋が構造物で併用される場合、前述のようにステンレス鉄筋のみが塩害を受けるように設計されることが考えられる。

そこで本研究では、溶液実験とコンクリート実験において、面積比効果がステンレス鉄筋と普通鉄筋の異種金属接触腐食に与える影響を明らかにした。特に、コンクリート実験においては、ステンレス鉄筋のみが塩害環境にある場合の挙動を評価した。

2. 実験概要

2.1. 溶液実験

表1に溶液実験のケースを示す。ステンレス鉄筋と普通鉄筋、あるいは普通鉄筋同士をリード線で短絡し、溶液に24時間完全浸漬した後、鉄筋間に流れる腐食電流を測定した。溶液は、コンクリートの細孔溶液を模擬し、飽和水酸化カルシウム水溶液とした。

2.2. コンクリート実験

表2に供試体の概要および実験ケースを示す。ステンレス鉄筋と普通鉄筋の表面積比は4水準とし、リード線で短絡して、両鉄筋が塩害環境に置かれた供試体と、ステンレス鉄筋のみが塩害環境に置かれた供試体を作製した。それぞれの供試体のステンレス鉄筋と普通鉄筋は、エポキシ樹脂によって絶縁し、リード線のみで電氣的に接触させた。また、暴露面以外をエポキシ樹脂で被覆した後、40℃環境において、3.5日乾燥と3.5日浸漬を1サイクルとした乾湿繰り返し暴露を11サイクル行い、鉄筋間の腐食電流と鉄筋の分極曲線を計測した。

表1 溶液実験の実験ケース

ケース	鉄筋種類	NaCl (%)	pH	表面積比 (Ac/Aa)*	鉄筋の長さ (cm)				
					SUS410 (D13)	普通鉄筋 (D13)			
1	普通鉄筋	3.5	12	1	3	3			
2	SUS410						普通鉄筋	5	15
3								10	30
4								20	60
5								30	90
6									

* Ac=カソード金属の表面積
Aa=アノード金属の表面積

表2 コンクリート実験の実験ケース

鉄筋表面積比	両鉄筋塩害環境				ステンレス鉄筋のみ塩害環境			
	1	10	20	30	1	10	20	30
平面図								
側面図								

Cl: 4(kg/m³)
 Cl: 0(kg/m³)
 ● 普通鉄筋(D13) ○ SUS410(D13) — 暴露面

エポキシ樹脂

キーワード ステンレス鉄筋、異種金属接触腐食、面積比効果、腐食電流、分極曲線

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂3-1 TEL 090-7748-8716

3. 実験結果および考察

既往の研究^[2]において、カソード金属とアノード金属の表面積比 A_c/A_a と金属間に流れる接触電流 i の関係は、式(1)のようになることが示されている。

$$\log i = \log A_c/A_a + \text{const.} \quad (1)$$

図1に溶液実験の実験結果、図2にコンクリート実験の結果を示す。これらを見ると、ステンレス鉄筋と普通鉄筋が塩害環境にある場合、カソード金属とアノード金属の表面積比 A_c/A_a が増大すると、鉄筋間に流れる腐食電流が増加する傾向にあり、式(1)と概ね同様の関係となることが分かる。しかしながら、 $A_c/A_a=30$ になると、腐食電流の増加が鈍くなっている。これは、既往の研究^[3]において示されている、鉄筋のカソード部とアノード部の面積比が一定まで上昇した時、アノード反応の速度が限界に達する現象が発生したためと考えられる。

一方で、ステンレス鉄筋のみが塩害環境にあるコンクリート供試体においては、面積比効果の影響は見られなかった。図3は、コンクリート実験における、塩害環境にある普通鉄筋と塩害環境にない普通鉄筋のアノード分極曲線を比較したものである。これを見ると、塩害環境にない普通鉄筋は、塩害環境にある普通鉄筋に比べアノード分極曲線がグラフの左に位置しており、アノード反応が活性化していないことが分かる。このことから、コンクリート中において普通鉄筋が塩害環境にない場合には、ステンレス鉄筋と接触していても面積比効果および異種金属接触腐食は問題にならないと考えられる。

4. 結論

[1]溶液実験およびコンクリート実験において、普通鉄筋が塩害環境にある場合、鉄筋の表面積比 A_c/A_a の増大により、異種金属間の腐食電流が増大した。
[2]コンクリート実験において、普通鉄筋が塩害環境にない場合、異種金属間の腐食電流はほとんど流れなかった。このことから、普通鉄筋が塩害環境にない場合、コンクリート中での面積比効果および異種金属接触腐食は問題にならない可能性が示唆された。

謝辞 本研究の実施に際し、鉄筋のサンプルをご提供頂いた愛知製鋼株式会社の中川英樹様ならびに近藤洋介様に、ここに深く感謝致します。

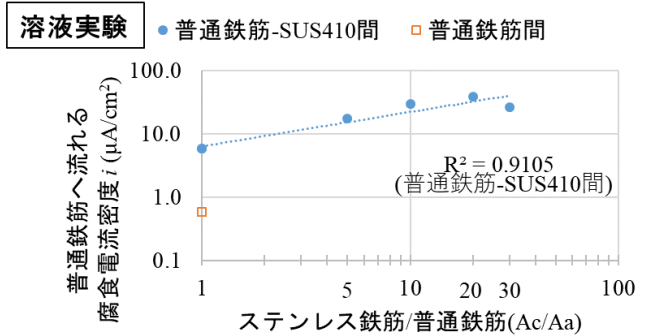


図1 溶液実験の結果

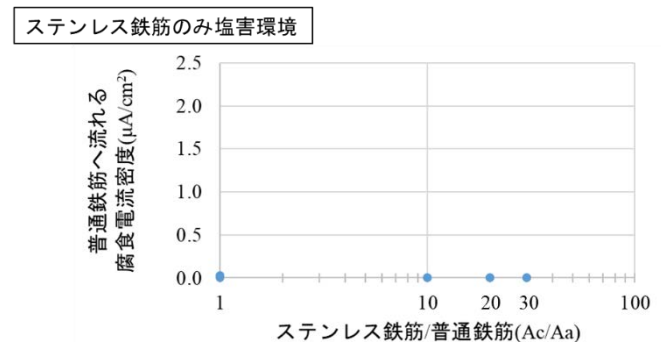
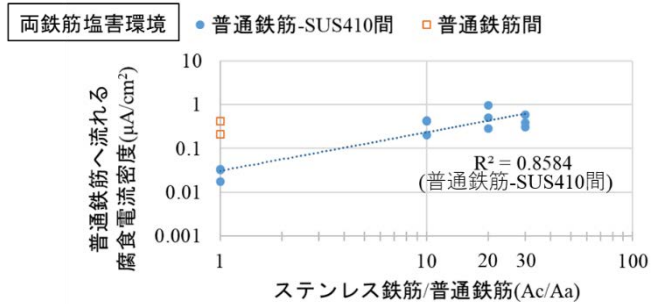


図2 コンクリート実験の結果

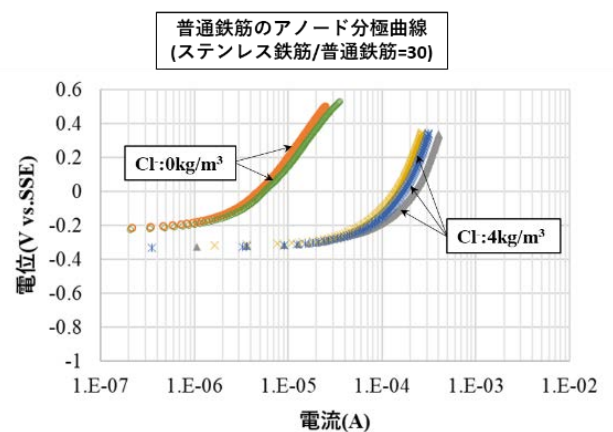


図3 普通鉄筋のアノード分極曲線の比較

参考文献

- [1]末宗利隆ほか、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、第19巻、pp. 83-88 (2019)
- [2]内山郁夫ほか、防食技術、25、pp. 439-444 (1976)
- [3]渡辺博志ほか、土木研究所資料第4131号 (2009)