

ステンレス鋼の腐食発生塩分濃度の解明

金沢工業大学 学生会員
金沢工業大学 正会員

山下 美穂
宮里 心一

東亜建設工業(株) 正会員 羽瀨 貴士
東亜建設工業(株) 正会員 網野 貴彦
東亜建設工業(株) 正会員 花岡 大伸

1. はじめに

現在、重要な社会資本である鉄筋コンクリート構造物において、塩害による劣化・損傷が問題になっている。そこで鉄筋の腐食を防止し、構造物の耐久化・長寿命化を図るため、ステンレス鋼の使用が着目されている。しかしながら、ステンレス鋼の腐食発生限界塩化物イオン濃度や普通鉄筋との接続(異種金属接続)に対する影響などについては、十分に解明されていない部分も見受けられる¹⁾。そこで、本研究では塩分を含有したコンクリート内のステンレス鋼の塩化物腐食の発生メカニズムを解明した。そのため、実験1ではコンクリート内のステンレス鋼が腐食する限界塩分量を評価した。また、実験2では普通鉄筋とステンレス鋼の接続部分における腐食状況を評価した。

2. 実験1(ステンレス鋼が腐食する限界塩分量)

2.1 実験手順

供試体概要を図1に示す。鋼材は普通鉄筋ではSR295を、ステンレス鋼ではNSSD410を使用した。なお、何れも径は13とした。

実験ケースを表1に示す。すなわち、コンクリートに埋設する鋼材の種類について2水準、コンクリート中の内在塩分量についてそれぞれの鉄筋に対して7水準および4水準の合計11ケースを比較した。なお、各ケースに対して3体を用いた。

供試体は、50mmでRH90%の気中環境下において促進暴露を行った。その間、28日毎に自然電位および分極抵抗の測定を、また84日目には各ケース1体ずつを解体して鋼材観察をした。

2.2 実験結果

まず、普通鉄筋が埋設してあるコンクリート中の内在塩分量10kg/m³の供試体では、84日目において腐食ひび割れが確認された。また、内在塩分量5kg/m³の供試体では、140日目において腐食ひび割れが確認された。また、後に供試体を解体したところ鉄筋腐食が見られた。

次に、腐食ひび割れが確認される前の暴露56日目における自然電位と分極抵抗を、それぞれ図2と図3に示す。これらによれば、鋼材の種類に拘わらず、内在塩分量が多いほど腐食傾向は高いことがわかる。

さらに、84日目における解体後の腐食状況を表1に示す。その結果、ステンレス鋼においては腐食が見られなかった。一方、普通鉄筋においては内在塩分量10kg/m³および5kg/m³において、特に大きな腐食が確認された。

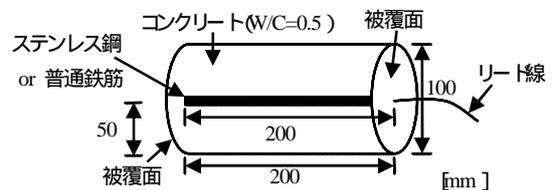


図1 実験1の供試体の形状

表1 実験1のケース

コンクリート中の 内在塩分量 (kg/m ³)	鋼種		[84日目の解体結果]
	ステンレス 鋼	普通鉄筋	
0			腐食している
2.5			半分程度腐食している
5			若干腐食している
10			腐食していない
20			
30			
40			

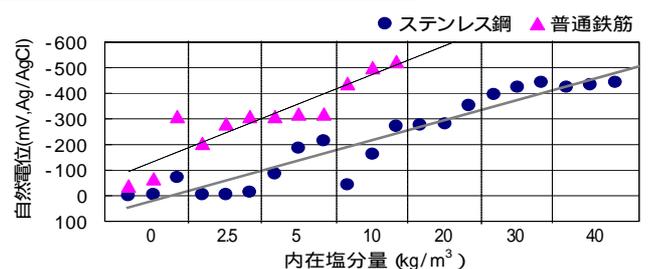


図2 56日目の自然電位

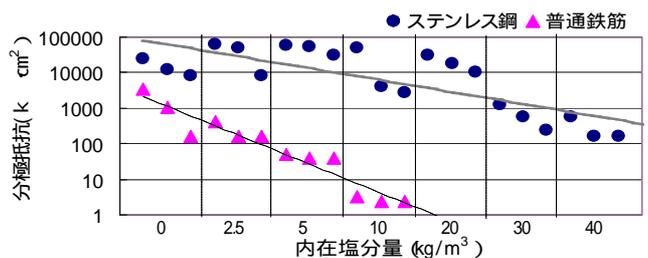


図3 56日目の分極抵抗

キーワード 塩害、ステンレス鋼、腐食発生塩分濃度、普通鉄筋との接続部

連絡先 〒924-0838 石川県白山市八束穂3-1 地域防災環境科学研究所 TEL 076-248-1100

3. 実験2 (普通鉄筋との接続部分における腐食状況)

3.1 実験手順

供試体概要を図4に示す。なお、腐食電流密度を測定するために、普通鉄筋およびステンレス鋼を長さ25mmに分割した“分割鉄筋”をかぶり25mmに埋設した²⁾。鋼材は普通鉄筋ではSR295を、ステンレス鋼ではNSSD410を使用した。なお、何れも径は13とした。

実験ケースと各ケースの実構造物での想定箇所をそれぞれ表2と表3に示す。すなわち、鋼材の種類とモルタル中の内在塩分量を変化させた5ケースを比較した。

供試体の暴露方法は、実験1と同様である。また、28日毎に自然電位、マイクロセル腐食電流密度およびマクロセル電流密度を測定し、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を加えて総腐食電流密度を算定した。

3.2 実験結果

暴露56日目に、ケース2では普通鉄筋が埋設されている箇所A、およびケース5では内在塩分有りの箇所B~Dにおいて、腐食ひび割れが確認された。また解体を行った結果、ひび割れ発生箇所において鉄筋腐食が見られた。

腐食ひび割れが確認される前(暴露28日目)のマクロセル電流密度と総腐食電流密度を、それぞれ図5と図6に示す。図5より、ケース5を除き、マクロセルは形成していないことがわかる。また、図6より、内在塩分有りのモルタル内に普通鉄筋が埋設されているケース2の箇所Aとケース5の箇所B~Dでは腐食傾向が見られる。一方、ステンレス鋼が埋設されている箇所では、内在塩分有りのモルタル内においてさえも腐食傾向が見られない。さらに、内在塩分がないモルタル内に普通鉄筋が埋設されているケース1、ケース3およびケース4においては、内在塩分有りのモルタル内に埋設されたステンレス鋼と接続されているケース3およびケース4においても、腐食傾向は見られない。したがって、普通鉄筋とステンレス鋼の接続部分で異種金属接触によるマクロセル腐食は生じないと判断できる。

5. 結論

- (1) 鋼材の種類に拘わらず、内在塩分量が多いほど腐食傾向は高い。ただし、ステンレス鋼では自然電位が卑でも腐食はしていない。
- (2) 普通鉄筋とステンレス鋼の接続部分に異種金属腐食は見られない。

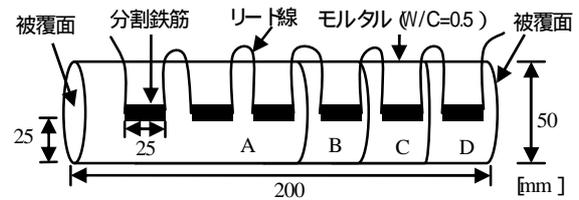


図4 実験2の供試体の形状

表2 実験2のケース

実験ケース	A側の鋼材種類		B C D			B~D側の鋼材種類
	モルタル中の内在Cl量 (kg/m ³)	モルタル中の内在Cl量 (kg/m ³)	モルタル中の内在Cl量 (kg/m ³)			
1	0	普通鉄筋	0			ステンレス鋼
2	10		10			
3	0		10			
4	0	普通鉄筋	2	5	10	ステンレス鋼
5	0	普通鉄筋	10			普通鉄筋

表3 各ケースの想定箇所

実験ケース	想定箇所
1	普通鉄筋とステンレス鋼を混合して埋設し、短期供用の場合
2	普通鉄筋とステンレス鋼を混合して埋設し、長期供用の場合
3	塩分が多い箇所(例えば外側)にステンレス鋼、一方少ない箇所(例えば内側)に普通鉄筋を埋設した場合
4	ケース3において濃度勾配の影響を考慮した場合
5	普通鉄筋のみを埋設した場合

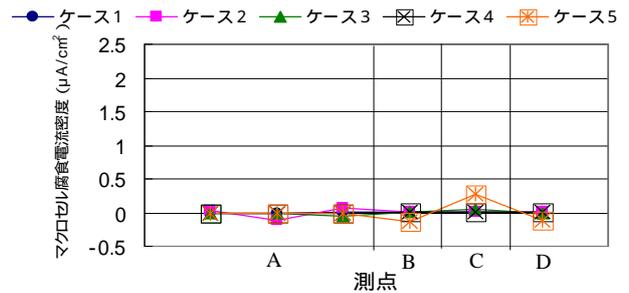


図5 28日目のマクロセル腐食電流密度

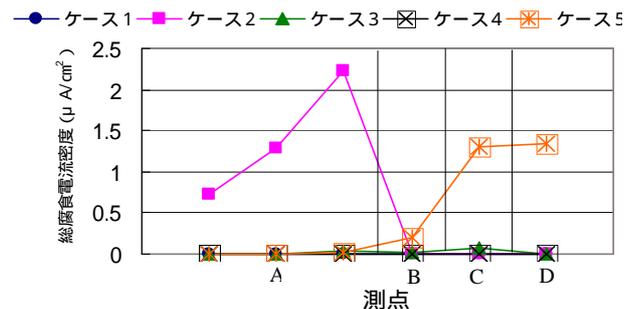


図6 28日目の総腐食電流密度

参考文献

- 1) 土木学会: ステンレス鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計施工指針(案), コンクリートライブラリーNo.130
- 2) 宮里心一, 大即信明, 小長井章祐: 分割鉄筋を用いたマクロセル電流速度方法の実験的・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