

ステンレス筋のコンクリート内における腐食性状に関する研究

中部大学工学部土木工学科 赤石俊英 後藤健文 小林孝一

1. はじめに

ステンレス筋は耐食性を向上させる目的で約 11%以上の Cr を含有する鋼と定義されており、鉄筋の比べ 10~20 倍の耐食性をもつ。これはステンレス筋中の元素 (Ni, Cr) が不導体被膜をつくり腐食から守るためである。

しかし、現在ステンレス筋は特殊な例をのぞいて活用されておらず、研究もあまりされていないのが現状である。使用されていない理由は高コストがあげられる。だが、鉄筋コンクリート構造物の場合には、劣化が生じて補修費用が掛かるが、耐久性の高いステンレス筋を用いればイニシャルコストは高いものの、その後の補修費用を低くすることができるため、ライフサイクルコストを小さくできるものと考えられる。

そこで、本研究では、コンクリート中のステンレス筋の腐食状況を調査することを目的とする。

2. 実験方法

Cr 含有量の異なる 2 種類のステンレス筋 ($\phi 10$ - SUS304, $\phi 10$ - SUS430)、丸鋼鉄筋 ($\phi 10$ - SD295) を各々 7 水準の塩化物イオン含有コンクリート内 (水セメント比 55.0% で塩化物イオン量 0.0、1.2、2.4、5.0、10.0、15.0、20.0 kg/m³) に設置し、マイクロセル腐食が生じると想定される 10 × 10 × 40 cm の試験体を作成した。

試験体には同種 2 本の鉄筋、ステンレス筋を図 1 のように配置し材齢 1 日で脱型を行い、約 2 ヶ月間密閉湿布養生を行った。

その後 4 週間毎に自然電位と分極抵抗の測定を行った。自然電位の測定には照合極として飽和銀-塩化銀電極を用いた。分極抵抗の測定には 10~0.01 Hz の交流インピーダンス法を用いた。なお試験体は、測定時以外には養生中と同様に湿布とともに密封した。

3. 結果と考察

3.1 自然電位

試験体の材齢 110 日までの間に 3 回自然電位測定を行い、SD295、SUS430、SUS304 における塩化物イオン量と自然電位との関係をそれぞれ図 2、図 3、図 4 に示す。

SD295 は塩化物イオンが 10 kg/m³ 以上の場合には自然電位は -240 mV を下まわっているため、ASTMC876 の評価基準によれば 90% の確率で錆びていると判定される。¹⁾ しかし一般に塩化物イオンが 1.2~2.5 kg/m³ で発錆するとされているにもかかわらず本実験の結果からは 1.2~5.0 kg/m³ のときの自然電位はそれほど卑な値とはなっていない。自然電位はあくまでも腐食の可能性を表すため、今後試験体を解体して実際の腐食状況との比較を行う予定である。

また SUS430 は塩化物イオン量 20 kg/m³ 以外は -90~-240 mV の間の不確定領域にあり SUS304 では 7 水準すべての塩化物イオン量に対して不確定領域の値となっている。

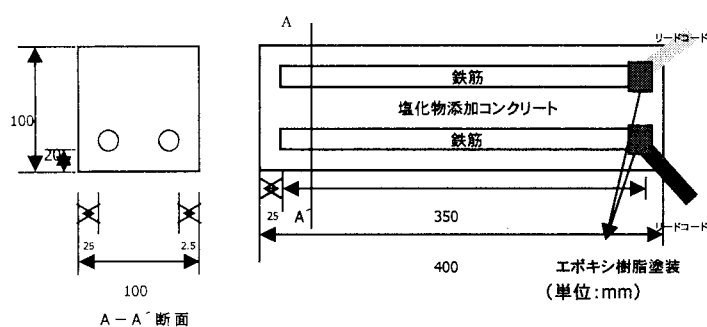


図-1 試験体

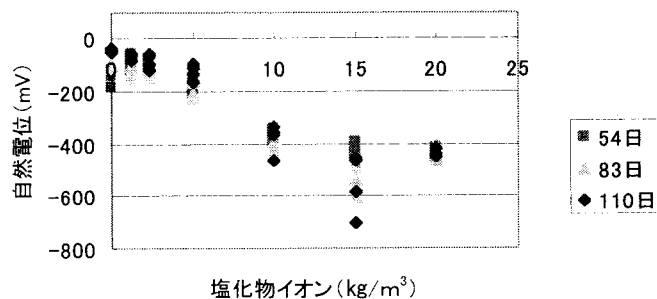


図-2 自然電位 (SD295)

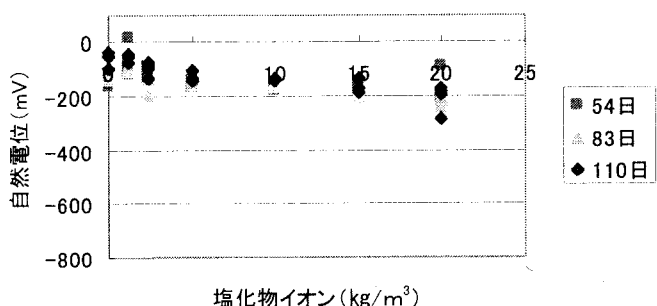


図-3 自然電位 (SUS430)

鉄筋とステンレス筋を比較すると塩化物イオン $0.0 \sim 5.0 \text{ kg/m}^3$ では自然電位の差は見られない。しかし $10.0 \sim 20.0 \text{ kg/m}^3$ ではステンレス筋のほとんどが $-90 \sim -240 \text{ mV}$ 内にあるに比べ、鉄筋では -240 mV より卑な値で鉄筋とステンレス筋の差が大きい。

またステンレス筋同士 (SUS430、SUS304) を比較してみると、塩化物イオンが SUS304 は全ての塩化物イオンに対して自然電位が -240 mV より貴だが、SUS430 では塩化物イオン量が 20.0 kg/m^3 場合には自然電位が -240 mV より卑である。このことをふまえて考えると SUS430 より SUS304 の方が、耐食性が強いことがわかる。よってニッケルやクロムが多いほど耐食性が強くなることがわかる。

3.2 分極抵抗

試験体の材齢 110 日までに 3 回、分極抵抗を測定した。図-5 に SD295 の、図-6 に SUS430 の、図-7 に SUS304 の分極抵抗と塩化物イオンの関係を示す。

いずれの鉄筋、ステンレス筋を用いても塩化物イオン量の増加につれて分極抵抗が低下しており、腐食速度が大きくなっていると考えられる。とくに、SD295 は分極抵抗が比較的小さいためステンレス筋と比較して腐食速度が大きいと考えられる。

逆にステンレス筋 SUS430、SUS304 を用いた場合には分極抵抗が大きいため、自然電位の結果からも考案されたように、腐食が生じている可能性は小さいと考えられる。ただし、SUS430 については塩化物イオン量と分極抵抗の関係が明瞭でないため、今後も分極抵抗の測定を継続し、また実際の腐食状況との対応を調査する予定である。

110 日目になると鉄筋、ステンレス筋はすべて自然電位が小さくなり分極抵抗は大きくなるが、これはコンクリート中のセメントが水和反応し、コンクリートが密実になったためであると考えられる。

また今後はステンレス筋に対する ASTM C876 の適用の可否、あるいはステンレス筋に対する発錆限界塩化物イオン量について検討を行う予定である。

4. 結論

- (1) 鉄筋よりステンレス筋の方が耐食性に優れていると予想される。
- (2) 鉄筋、ステンレス筋ともに塩化物イオン量が増えるにつれ自然電位が卑になり、分極抵抗が小さくなっているため腐食速度が大きくなっている可能性がある。

参考文献

- 1) ASTM C876-91: Standard Test Method for Half-Cell potentials of Uncoated Steel in Concrete, 1999.

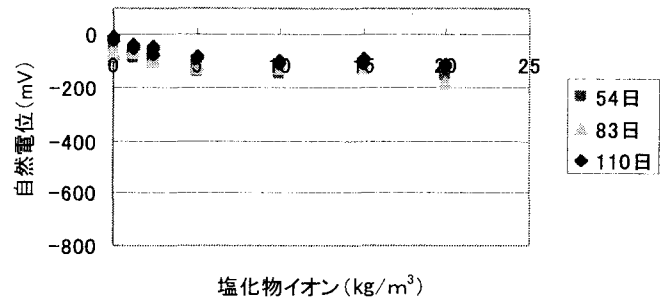


図-4 自然電位 (SUS304)

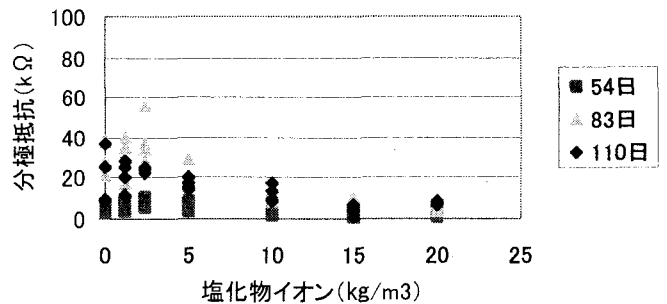


図-5 分極抵抗 (SD295)

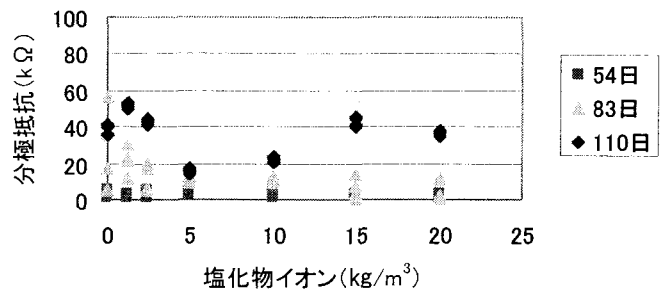


図-6 分極抵抗 (SUS430)

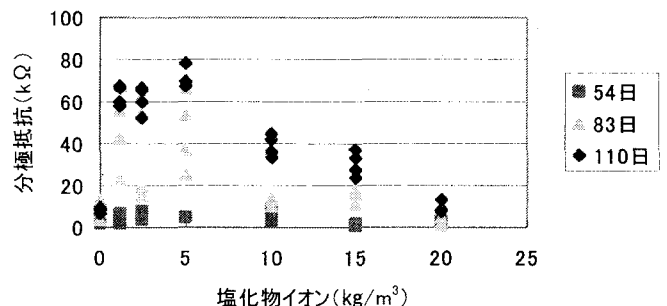


図-7 分極抵抗 (SUS304)