

マイクロシランカプセルを混入したモルタルの基礎物性

一般社団法人日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○渡邊 晋也
金沢大学 理工学域環境デザイン学類 正会員 久保 善司

1. 目的

コンクリート中の鉄筋防錆には、防錆剤を添加するか、コンクリート表面を被覆もしくは撥水させるなどの方法がある。一般的な防錆剤や撥水剤としては、①亜硝酸系、②アミノエタノール系、③アミノカルボン酸系、④シラン・シロキサン系などがあり、その耐久性や作業性など各材料で一長一短ある。本研究ではカプセル化したシロキサン化合物（以下マイクロシランカプセルと称す）をモルタルに添加し防錆効果の有無を検討するのに先立ち、マイクロシランカプセルがモルタルの性質に及ぼす影響について検討を行った。

2. 使用したマイクロシランカプセルの仕様

本研究で用いたマイクロシランカプセルの主成分は、ポリビニルアルコールにカプセル化されたシロキサン化合物であり、外観は白色粉末である。本材料は、水中で容易に再分散する反応性の粉末（写真 1）で、水の侵入を抑制する効果がある材料である。また、防錆効果としては、シランオリゴマーが加水分解し、セメントや砂、金属の表面に化学結合し保護層を形成することで防錆効果が得られるものである。



1) 粉末の状況

2) 水に溶かした状況

写真 1 マイクロシランカプセル

表 1 試験基準および寸法

試験項目	試験基準	試験体寸法
圧縮強度	JIS R 5201	4×4×16cm
曲げ強度		
長さ変化率	JIS A 1129-3	
吸水率	23℃に水浸し、重量を測定	φ 5×10cm
体積比抵抗率	JSCE-K-562	4×4×16cm

3. 試験概要

既往の研究¹⁾では、マイクロシランカプセルをセメントに対して4%まで添加した場合の防錆効果が確認されている。そこで、本研究では、セメントに対して1%～4%まで1%ずつ変化させた試験体を作製した。モルタルの配合は、セメント強さ試験に準拠し、W/C50%、セメント：砂を1：3としている。なお、マイクロシランカプセルは外割配合としているため、添加量が多くなればW/Bは小さくなる配合である。本研究では、基礎的な物性である圧縮強度、曲げ強度、長さ変化率を測定した。また、防錆効果に対しての基礎的な検討として、吸水率および体積比抵抗率を測定している。試験方法および試験体寸法は表1に示すとおりである。

4. 試験結果

本研究で得られた結果を試験項目ごとに記載する。

4.1 圧縮強度および曲げ強度

標準養生28日における圧縮強度と曲げ強度の結果を図1に示す。マイクロシランカプセルの添加量が1%までは無添加と比較して差はないが、添加量が多くなることで、強度低下が確認された。4%の場合、無添加と比較して圧縮強度で60%、曲げ強度で80%程度になることが判明した。W/Bは小さくなっていることから、マイクロシランカプセルを混入させることで水和阻害を起こ

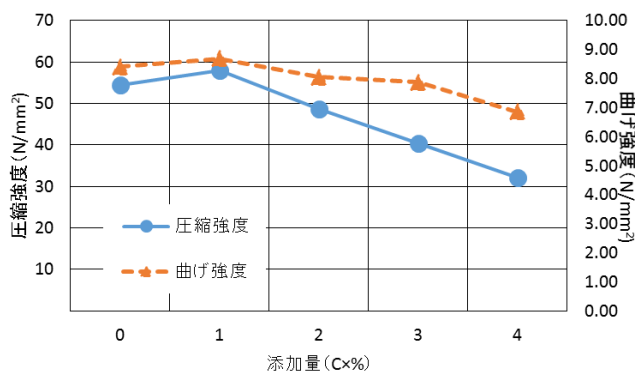


図1 圧縮強度および曲げ強度の結果

キーワード マイクロシランカプセル, 防錆剤, モルタル物性

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 施工技術総合研究所 研究第二部 TEL 0545-35-0212

している可能性がある。その理由として、セメント粒子や砂の表面にも化学結合して膜を形成する特徴を有していることが原因であると考えられる。

4.2 長さ変化率

乾燥期間 28 日までの長さ変化率の測定結果を図 2 に示す。マイクロシランカプセルを添加することで、無添加と比較して長さ変化は大きくなる結果が得られた。ただし、添加量の違いはあまり見受けられない結果となった。この理由として、マイクロシランカプセルが存在すると初期の吸水が小さくなり、早期に乾燥を起こしていることや強度が低いことが原因として考えられる。

4.3 吸水率

浸漬期間 28 日までの吸水率の結果を図 3 に示す。無添加および 1% 混入した試験体は、浸漬後 1 日で約 0.5% の吸水率が確認され、その後徐々に給水していることが判明した。一方で、添加 2%, 3%, 4% では、初期の吸水が小さくなった。ただし、浸漬期間が長くなることで、徐々に無添加と同様の吸水率になる結果となった。マイクロシランカプセルの添加量 2% 以上を混入することで、初期の吸水が抑えられていることが判明した。したがって、乾湿などを受ける部材においては、マイクロシランカプセルを混入することで、塩化物イオンなどの浸透を抑制できる可能性があることが考えられる。

4.4 体積比抵抗率

材齢 28 日まで封緘養生を行った試験体の体積比抵抗率を図 4 に示す。無添加に比べると、添加量が多くなるにつれ体積比抵抗率は低下していることが判明した。

5. まとめ

本研究では、防錆剤として使用できると考えられるマイクロシランカプセルを添加した場合のモルタルの物性について検討を行った。その結果、添加量を多くすることで、物性が低下することが判明した。したがって、防錆効果が得られる添加量と目標物性値などを考慮して配合設計を実施しなければならないと考えられる。一方で、吸水率や体積比抵抗率が無添加に比べて小さくなることが判明した。このことは、外部から浸透する塩素イオンなどを抑制することができ、またマクロセル腐食を抑制することが可能であると考えられる。

本研究で使用したマイクロシランカプセルの防錆メカニズムは、①シランオリゴマーが加水分解して化学結合により保護層が形成と、②外部からの因子を抑制するという 2 つのメカニズムで防錆ができると考えられる。

今後、暴露試験などを実施し、マイクロシランカプセルの適用性について検討を実施する予定である。

参考文献

1) N. Holmes et.al, Engineering Performance of a New Siloxane-Based Corrosion Inhibitor, Published online in "Materials and structures", June 27th. 2013.

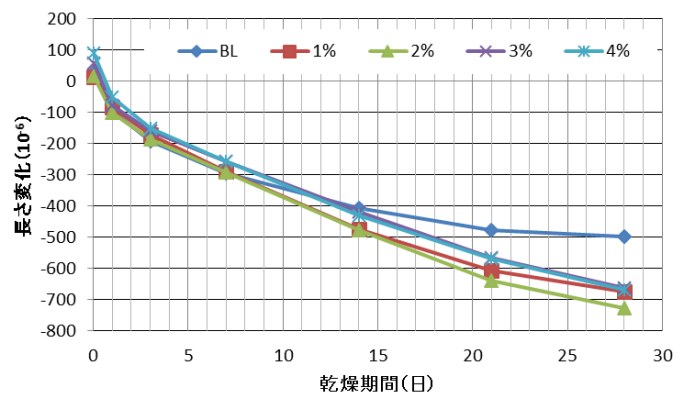


図 2 長さ変化

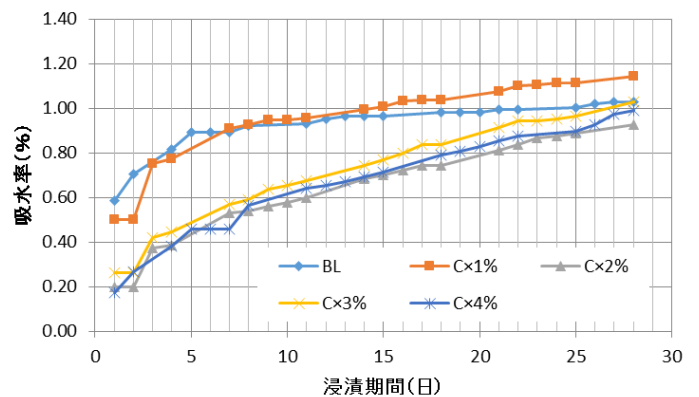


図 3 浸漬期間と吸水率の関係

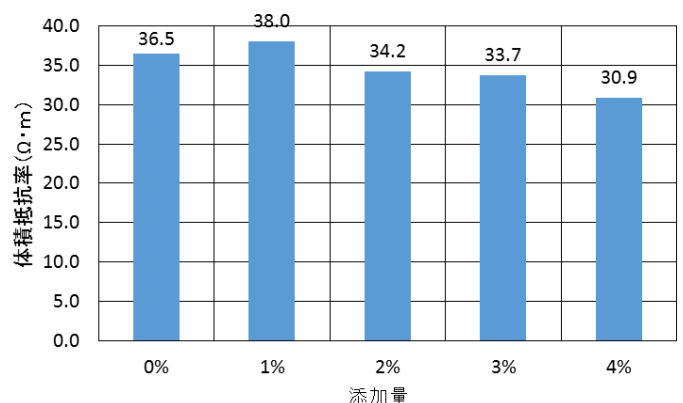


図 4 体積比抵抗率