

高含浸型シラン系含浸材の浸透性評価方法に関する基礎的研究

京都大学 学生会員 ○鈴木優人 京都大学 正会員 高谷哲
 (株)島津テクノリサーチ 非会員 羽村陽平 BASF ジャパン(株) 星博夫
 京都大学 正会員 山本貴士

1. 研究目的

近年、鉄筋の腐食抑制方法として高含浸型のシラン系含浸材をコンクリート表面に塗布することが増えてきている。しかし、含浸材の浸透深さを簡易的に確認する技術が確立されていない。本研究ではラマン分光分析でシラン系含浸材の浸透深さを推定できるか検討を行った。

2. ラマン分光分析の測定原理

物質に光を照射すると、散乱光が発生する。発生する散乱光はレイリー散乱光とラマン散乱光の2種類に分けられる。ラマン分光分析では、縦軸に検出したラマン散乱光のスペクトル強度を、横軸に入射光と散乱光の振動数の差であるラマンシフトをとったラマンスペクトルが得られる。得られたラマンスペクトルは測定対象の分子構造に特徴的であり、試料の分子構造に関する情報を得ることができる¹⁾。

3. シラン系含浸材の浸透深さ評価

3.1 供試体概要

本研究では図-1のような100mm×100mm×100mmの角型コンクリート供試体を用いた。W/Cは40%, 50%, 60%の3種類とした。また、ラマン分光分析では、得られたスペクトル強度を相対的にのみ評価できるため、スペクトルの基準として使用するために直径1.70~4.00mmの粒状シリカを60kg/m³混入している。

単位量の配合表と、スランプおよび空気量の測定結果を表-1に示す。

3.2 実験概要

まず、供試体の打設後2週間の水中養生と2週間の気中養生(20°C±2°C, 60±5%RH)を行った。その後、供試体の表面水分率が概ね5.0%になっていることを確認し、高含浸型シラン系含浸材を600mL/m²供試体表面に塗布した。塗布後、2週間の気中養生を行い、図-1のように湿式カッターで供試体を切断し、断面にラマン分光分析を行った。塗布面から3mmずつに線を引き、その区間内にあるシリカの中心を測定点とし、塗布面に近い区間から波長532nmの入射光を用いて分析を行った。また、切断面において目視による吸水防止層の形成した深さの確認も行った。

3.3 実験結果

吸水防止層を確認した結果を表-2に示す。その結果、W/Cが50%, 40%, 60%の順で浸透しやすくなったことが分かった。

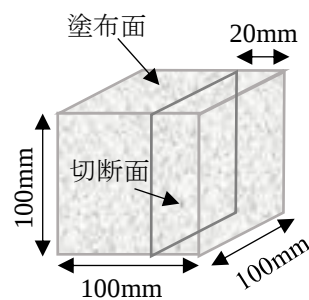


図-1 供試体概要

表-1 供試体の配合およびスランプ、空気量の測定結果

W/C(%)	W(kg)	C(kg)	S(kg)	G(kg)	Si(kg)	スランプ(%)	空気量(%)
40	165	411	726	1010	60	16.0	4.5
50	165	330	808	995	60	17.0	4.5
60	165	275	884	965	60	17.0	4.3

キーワード：シラン系含浸材 鉄筋腐食 浸透深さ ラマン分光分析

連絡先 〒615-8246 京都市西京区京都大学桂 C1-458 TEL：075-383-3173 FAX：075-383-3177

供試体の断面を分析することで得られたスペクトル強度から、濃度 In/Si を求めた。なお、 In はシラン系含浸材のスペクトル強度を表し、ラマンシフト $2875(\text{/cm})$ の強度を用い、基準として使用するシリカ Si は既報²⁾を参考に、 $488(\text{/cm})$ のスペクトル強度を用いた。また、ラマンスペクトルのバックグラウンドの影響を取り除

くため、図-2 のように $200(\text{/cm})$ のバンド幅をとって計算をした。その結果を塗布表面からの深さ方向で整理したものを図-3 に示す。概ね吸水防止層を形成する深さまでラマン分光分析により評価することができ、吸水防止層を形成する濃度を $(\text{In/Si})^{1/2}=0.5$ として表すことができることが分かった。

表-2 吸水防止層の形成深さ

W/C	40%	50%	60%
吸水防止層 形成深さ	12.5mm	19.0mm	10.0mm

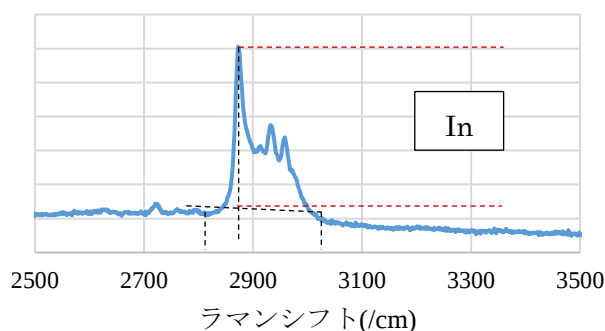
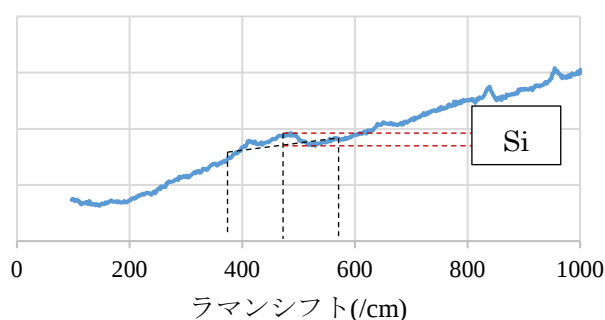


図-2 ピーク強度の算出方法

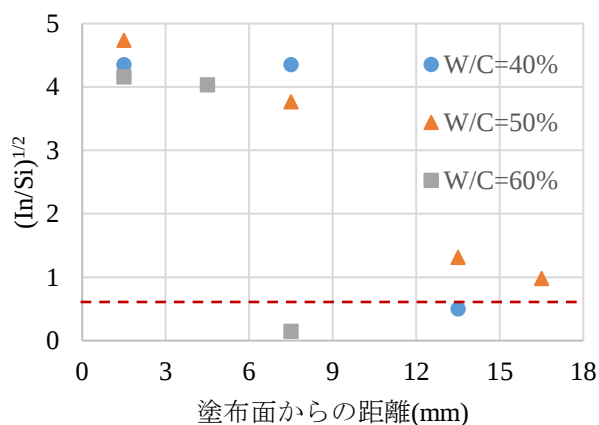


図-3 深さ方向の濃度分布

4. まとめ

本研究ではシラン系含浸材の浸透深さを現地で用いることができる可能性があるラマン分光分析で評価できるか検討を行った。得られた結論を以下に示す。

- (1) シラン系含浸材のピークを塗布表面からラマン分光分析をした結果、得られるピークは塗布面から離れるほど小さくなったため、ラマン分光分析で浸透深さを評価できる可能性が得られた。
- (2) シラン系含浸材の濃度を In/Si という指標で評価したところ、吸水防止層を形成するために必要な濃度は $(\text{In/Si})^{1/2}=0.5$ 程度だと分かった。しかし、より小さい濃度でも実際は防せい効果を発揮する可能性がある。
- (3) 粒状シリカのスペクトル強度を基準とすることによりラマン分光分析で濃度を評価することが可能だと分かった。しかし、実際に現地で用いる際には分析する構造物の表面に設置したガラスを通してラマン分光分析を行うなどの工夫が必要である。

参考文献

- 1) 濱口宏夫, 岩田耕一: 分光法シリーズ 1 ラマン分光法, 講談社(2015)
- 2) 羽村陽平, 高谷哲, 上田尚史, 廣井幸夫, 山本貴士: ASR 反応性骨材および反応生成物のラマン分光特性に関する基礎的研究, 材料 Vol.65, No.11, pp.793-799(2016)