

フィリピンで産出される副産物を利用した酸素低減型混和材料の探索

海上・港湾・航空技術研究所 正会員 ○西田 孝弘
 愛媛大学大学院 正会員 河合 慶有
 安藤・間 正会員 齋藤 淳
 De La Salle University Jason Maximino C. Ongpeng
 De La Salle University Mary Grace Vantanilla

1. はじめに

著者らはコンクリート中鉄筋の腐食抑制のために、酸素低減型混和材の開発を行っている。これに関して、これまで、高炉スラグの酸素低減効果が鉄筋腐食に及ぼす影響評価¹⁾や納豆菌などの好気性微生物を利用した酸素低減型混和材の開発²⁾を行ってきた。一方で、わが国同様に島国であり、かつ温暖な気候であるフィリピン共和国では、塩害による構造物の劣化が問題となっており、腐食抑制に有効な材料が求められている。本研究では、現地で調達可能な副産物を対象に溶液試験を実施し、溶存酸素濃度を低減可能な材料の探索のための基礎実験を行った。

2. 実験概要

本研究では、フィリピンで入手可能な副産物を収集し、それぞれの材料が有する酸素低減効果を溶液試験により評価した。評価対象とした副産物は産業・農業から産出されるものであり表-1に示す24種類である。主には、食物殻や貝殻の燃焼灰、産業副産物、植物であり、現地において比較的入手しやすい材料を選定した。溶液試験は26±2℃の室内で実施し、既往の検討¹⁾を参照し、300mLの蒸留水に所定量の材料を投入後攪拌・静置した(図-1参照)。その後、溶液の溶存酸素濃度を計測し、材料投入前の蒸留水の溶存酸素濃度に基づいて酸素低減率を算出した。また、上記の試験で選定した溶液を対象にカソード分極試験を実施し、溶液中でのカソード分極特性を把握した。なお、溶液試験はマニラ市のデラサール大学で、カソード分極試験は愛媛大学でそれぞれ実施した。

3. 試験結果

表-2に溶液試験における溶存酸素濃度と溶存酸素低減率を示す。試験はすべての材料について実施したが、ここでは溶存酸素低減率が50%以上の材料の結果を示している。これによると、植物由来の対象材料において比較的高い溶存酸素低減率が確認された。特に生姜を基材とした材料については、比較的高い溶存酸素低減率であった。ただし、この理由については現状よくわかっておらず、今後、コンクリート用混和材料としての利用可能性も含めて、詳細な調査を進める予定である。一方で、農業・産業副産物に関しては、バガス灰、高炉スラグ、もみ殻灰を用いた場合に、比較的高い溶存酸素低下率が得られた。また、高炉スラグ以外の産業副産物および貝殻を用いた場合は、全体的に酸素低減効果が低かった。



図-1 溶液試験の様子

表-1 検討対象とした材料

農業副産物* (燃焼灰として利用)	食物殻	バガス, ヤシの実, トウモロコシ, もみ殻
	貝殻	牡蠣, スイショウガイ, 青柳, ホタテ, タマサルボウガイ, ハイガイ, ツツレキンチャクガイ, ミドリガイ
産業副産物	高炉スラグ, ボトムアッシュ, フライアッシュ, 木廃材灰, 石材廃棄物, ガラス廃棄物, 天然ゼオライト, 火山性軽石	
植物	アロエ, 生姜茎, 生姜抽出物, 生姜粉	

* 材料は燃焼灰とした後、粉末状にして溶液試験に供した。

キーワード 鉄筋腐食 防食 酸素低減 副産物利用 混和材 溶液試験

連絡先 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 TEL:046-844-5103

表-2 溶液試験における溶存酸素濃度と溶存酸素低減率（溶存酸素低減率が50%以上のものを掲載）

材料種類	液固比	溶存酸素濃度 (mg/L)	溶存酸素減少量 (mg/L)	溶存酸素低減率 (%)
生姜茎	3:1	0.03	5.05	99.4
アロエ	3:1	0.06	5.02	98.8
生姜抽出物	3:1	0.14	4.94	97.2
バガス	3:1	0.19	4.89	96.3
生姜粉	10:1	0.20	4.88	96.1
高炉スラグ	3:1	0.21	4.87	95.9
アロエ	3:2	0.26	4.82	94.9
もみ殻	10:1	0.40	4.68	92.1
タマサルボウガイ	3:2	0.44	4.64	91.3
生姜抽出物	3:2	0.46	4.62	90.9
ヤシの実	3:1	0.84	4.24	83.5
青柳	3:2	0.94	4.14	81.5
高炉スラグ	3:2	1.26	3.82	75.2
スイショウガイ	3:2	1.73	3.35	65.9
トウモロコシ	10:1	1.91	3.17	62.4
スイショウガイ	3:2	1.91	3.17	62.4
タマサルボウガイ	3:1	2.31	2.77	54.5
青柳	3:1	2.35	2.73	53.7
木材ガラ灰	10:1	2.40	2.68	52.8
ガラス廃棄物	3:2	2.44	2.64	52.0
ミドリガイ	3:2	2.45	2.63	51.8
ホタテ	3:2	2.52	2.56	50.4

* 試験前の蒸留水の溶存酸素量：5.08 mg/L

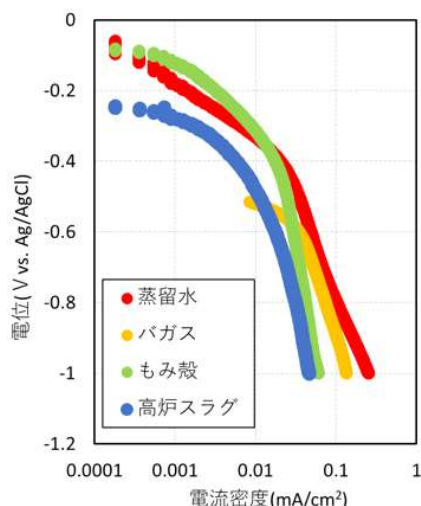


図-3 カソード分極曲線

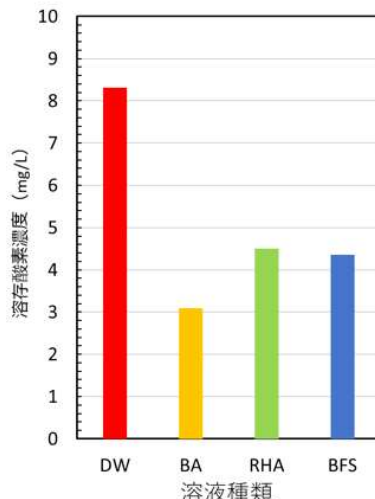


図-4 溶存酸素濃度

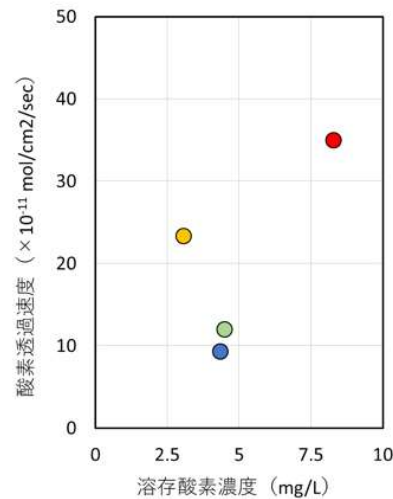


図-5 溶存酸素濃度と酸素透過速度

以上の結果を考慮し、バガス灰、もみ殻灰、高炉スラグに関して、溶液中鉄筋のカソード分極特性を把握した。なお、試料の攪拌及びカソード分極を計測する際の通電性を考慮して、本試験では液固比を16:1として実施した。図-3～図-5にカソード分極曲線、溶存酸素濃度、および溶存酸素濃度とカソード分極曲線から算出した酸素透過速度の関係を示す。これらより、対象とした3試料は蒸留水と比較して、分極した際の電流が小さく、かつ溶存酸素濃度も低いことが確認される。特にカソード分極特性は、鉄筋腐食の速度を決める一要因であり、溶液中においてはこれらの材料を用いることでコンクリート中鉄筋への酸素供給を低減し、腐食を抑制できる可能性がある。

4. まとめ

以上の結果から、本実験の範囲内では、フィリピンで入手可能なバガス灰、もみ殻灰、高炉スラグを用いることで、溶存酸素を低減できる可能性があることが示唆された。現在、供試体を製作し、モルタル中での鋼材の腐食抑制効果について検証を実施している。

謝辞：本研究は（公財）平和中島財団2019年度アジア地域重点学術研究助成により実施した。感謝の意を表す。

参考文献

- 1) T. Nishida, N. Otsuki, A. Saito, K. Kawaai: Influence of Reducibility Environment around Steel Bars on Steel Corrosion in Concrete, Proceedings of the WOW Concrete 2017, E4, 2017.09.
- 2) K. Kawaai, T. Nishida, A. Saito, I. Ujike, S. Fujioka: Corrosion resistance of steel bars in mortar mixtures mixed with organic matter, microbial or other, Cement and Concrete Research, Vol 124, No. 105822, 2019.08.