

活性炭を用いた界面活性剤の吸着に関する試験

大林組 正会員 ○千野裕之、三浦俊彦、木村志照、木村勉

1. まえがき

土木工事では、地盤改良工事やシールド工事、汚染土の浄化工事などの広い範囲において、界面活性剤が土壌に添加・混合され、その分散作用、乳化作用、気泡作用などの特性を利用した工法が適用されている。これらの工事で使用する界面活性剤としては一般的に生分解性が高く、生態毒性の低いものが選ばれており、環境への影響は小さいが、さらに短時間で界面活性剤を環境中から除去できれば、適用した場合の安全性をより向上させることが出来ると考えられる。ここでは、土壌に添加した界面活性剤の吸着・分解除去の可能性について予備検討を実施し、その中で効果の高かった活性炭に着目し、その種類と吸着性能を明らかにするとともに、添加した界面活性剤の収支について検討を行った。

2. 活性炭の種類と界面活性剤溶出抑制効果

2.1 実験内容と方法

活性炭には、破碎炭、粒状炭、粉状炭などの形状、ヤシ殻、オガクズ、石炭などの材料、賦活温度、含水率などによって多くの品質のものがあり、それぞれの目的で使用されている。ここでは、所定の粘性土（9.5mm 以下、含水比 47.5%）に、陰イオン系界面活性剤 0.06%を添加混合した。その後、表 1 に示す各活性炭を土に対して 0.25kg/m³、0.5 kg/m³、1 kg/m³添加し、よく混合したのち 1 日室温で養生した。その後、海水に混合し、1 日養生後のサンプリングを行い、界面活性剤の溶出量を測定した。

2.2 実験結果と考察

図 1 に破碎炭あるいは粉状炭の添加量と界面活性剤の吸着量を比較して示す。本試験では、活性炭の吸着量の添加量の増加に伴い、吸着量が大きくなるほど、残留する陰イオン界面活性剤の濃度は小さくなる。同図から明らかなように、破碎炭の場合、添加量を増加させても陰イオン界面活性剤の濃度低下は見られず、添加効果は認められなかった。図 2 は由来が同じで、含水率が異なる活性炭の吸着能を比較したものである。

表 1 供試した各種活性炭

項目	単位	試験方法	A	B	C	D	E	F	G
由来	—	—	木屑	木屑	竹屑	ヤシ殻	ヤシ殻	石炭	石炭
形状	—	—	粉末	粉末	粉末	粉末	破碎	粉末	破碎
状態	—	—	湿潤	乾燥	湿潤	乾燥	乾燥	乾燥	乾燥
pH	—	JISK1474	9.6	9.6	9.7	6.7	8.4	7.5	7.5
篩い残分(200メッシュ)	%	JWWAK113	0.83	0.89	9.7	11.6	—	68.7	—
乾燥減量	%	JISK1474	45.7	7.2	44	26.0	19.5	15.1	15.5
メチレンブルー吸着量	mL/g	JISK1474	150	150	160	150	150	150	150

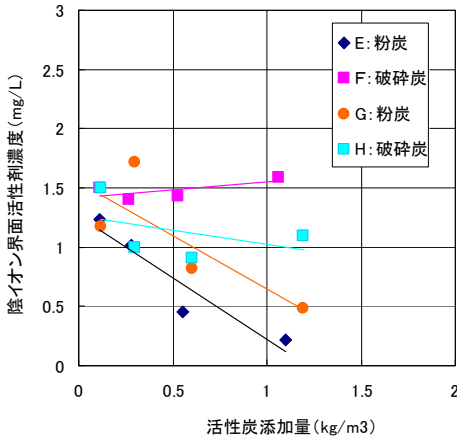


図 1 粉状炭と破碎炭の比較

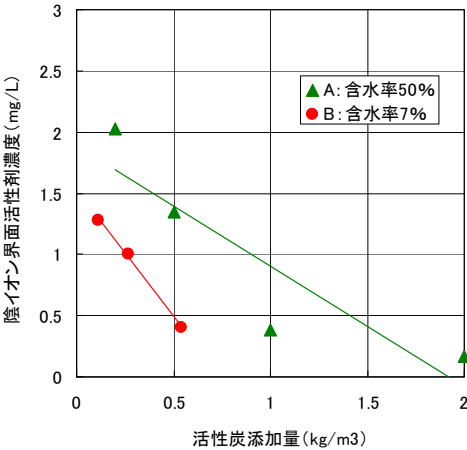


図 2 活性炭の含水率による比較

キーワード 界面活性剤, 活性炭, 吸着, 環境汚染

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組技術研究所 環境技術研究部 TEL042-495-1014

当然のことながら、含水率が小さい活性炭の方が単位重量あたり吸着量は大きい。図示しないが、乾物ベースにするとほぼ同等の値となった。ただし、乾燥炭は飛散しやすく、取扱いが難しいことが示唆された。図3には、原料の異なる活性炭を比較したものである。横軸は乾物重量あたりで示している。同図から、材料の種類によって違いはあるものの、一定の陰イオン界面活性剤の吸着能を示すことがわかる。

3. 土壌に添加した界面活性剤の物質収支

上記のように活性炭はその種類を適切に選択することで、界面活性剤を効果的に吸着できることが明らかになった。ここでは、2章の活性炭Aを用い、活性炭と土に吸着された界面活性剤の経時的溶出特性について試験検討を行い、その物質収支も測定した。

3.1 実験内容と方法

試料土に界面活性剤を2章と同量加えたのち、活性炭をそれぞれ0、0.6、1.2kg/m³添加・混合して1日養生した後、液固比1の海水に加えた。その後、定期的に海水と試料土を採取して、海水中の界面活性剤濃度、メタノール抽出による試料土中の界面活性剤量を測定した。なお、本試験のメタノール抽出は、試料土に5倍量のメタノールを添加し、1時間振とうし、溶出液中の界面活性剤濃度を測定した。メタノールは界面活性剤に対して強い抽出力を持つため、試料土中に残存している界面活性剤の量を調べることを目的として測定した。

3.2 試験結果と考察

表2に海水への界面活性剤溶出量の変化を示す。界面活性剤濃度は、いずれのケースにおいても、時間とともに低減した。また、活性炭を添加すると界面活性剤濃度は著しく低減することがわかる。活性炭無しの区も含め、海水中の界面活性剤の濃度は時間とともに、が低下した。これは海水中に存在する微生物の分解によるものと考えられる。

表3、図4に示すように、土を海水に加えた直後から、界面活性剤の大部分が土や活性炭に吸着されており、海水へ溶出量は少なかった。試料土や活性炭に吸着された界面活性剤は、メタノールで抽出できるものと、メタノールは抽出できないほど強く土壌および活性炭へ吸着しているものが約半分ずつ存在していた。メタノールは、抽出力が強い溶媒であり、抽出された界面活性剤が溶出し、環境に拡散する可能性は小さいといえる。また、メタノールで抽出される界面活性剤も時間とともに低減する傾向があり、長期的には化学平衡でわずかながら海水中に溶出されるとともに微生物分解されるものと推察される。

以上のように土と混合された界面活性剤は強固に土に吸着していることがわかった。さらに活性炭を適切な量加えることで、海中への界面活性剤の溶出を抑制出来ることが明らかになった。

参考文献

1) 三浦俊彦他,海水中の界面活性剤濃度の簡易分析手法の検討,土木学会第 65 回年次学術講演会(2010)
2) 木村志照他,土壌に含まれる界面活性剤の生分解性に関する調査,土木学会第 65 回年次学術講演会(2010)

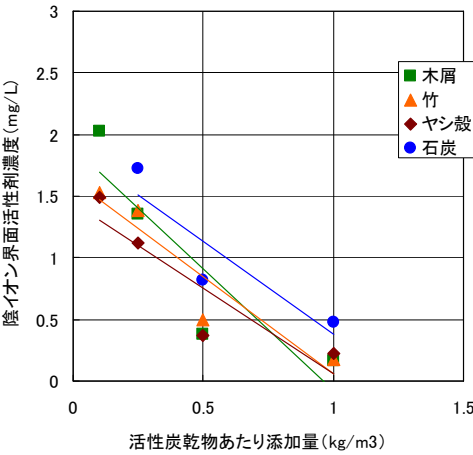


図3 各種材料による比較

表2 界面活性剤溶出量の変化

活性炭 添加量 (kg/m ³)	陰イオン界面活性剤濃度 (mg/L)					
	投入直後	1日後	3日後	7日後	14日後	28日後
0	1.69	2.53	0.6	<0.10	<0.10	<0.10
0.6	0.41	1.25	<0.10	0.1	0.13	<0.10
1.2	0.2	0.2	0.1	<0.10	<0.10	<0.10

表3 経時的な界面活性剤の収支(%)

活性炭 添加量 (kg/m ³)	界面活性剤添 加量に対する割 合(%)	0日後 (直後)	1日後	3日後	7日後	14日後	28日後
0	海水中	1.65	2.45	0.58	0	0	0
	メタノール抽出	63.9	66.4	55.5	58.8	49.0	53.7
0.6	海水中	0.39	1.21	0	0.09	0.12	0
	メタノール抽出	51.0	56.1	64.4	41.9	49.9	41.0
1.2	海水中	0.19	0.19	0.09	0	0	0
	メタノール抽出	44.6	44.6	46.3	45.4	32.3	46.8

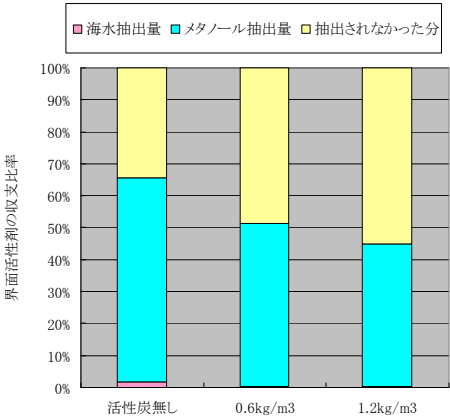


図4 直後の界面活性剤の収支