

高濃度の油汚染土壌に対するバイオレメディエーションによるパイロット試験

三井住建道路㈱ 正会員 ○林 政子
正会員 南館 学

1. はじめに

バイオレメディエーションとは、微生物の持つ鉱油類分解能力を利用して油汚染土壌を浄化・安定化させる手法である。油汚染土壌に元来生息する微生物に栄養剤などを添加して油分の分解促進を図る「バイオスティミュレーション」と、分解能力の優れた微生物を微生物剤として油汚染土壌に添加して浄化促進を図る「バイオオーグメンテーション」がある¹⁾。

現在、当社のアスファルト合材工場(以下「同工場」とする。)において、運搬車両の荷台等にアスファルト付着防止のために使用していた軽油等に由来する油汚染土壌が発生している。今後、同工場の立替工事や周辺の住宅等の環境変化および環境対策方針の変更等により実施が想定される油汚染土壌浄化対策の一工夫として、「バイオオーグメンテーション」による現地のパイロット試験(以下「本試験」とする。)を実施した。

本試験は、事前に実施したトリータビリティ試験(以下「室内試験」とする。)の結果を踏まえて行った。

2. 試験概要

本試験は、同工場の一角を用いて実施工を想定して行った。

(1)試験対象および試験系列

試験対象は、同工場における数十年にわたり軽油等により汚染された高濃度の油汚染土壌である。試験系列は、バイオ製剤や栄養剤を添加した「盛土 1:バイオ処理」と、何も添加していない「盛土 2:コントロール」とした。添加量を表-1 に示す。

(2)試験目標

本試験における目標を表-2 に示す。なお、油分(以下「TPH」とする。)濃度および油臭・油膜判定については「油汚染対策ガイドライン(以下「ガイドライン」とする。)」に準拠した。

(3)分析・測定・確認項目

本試験で行った分析・測定・確認項目を表-3 に示す。

(4)試験方法

同工場の汚染されている範囲の数ヶ所から土壌を採取し、盛土を2つ作製し、1つを「盛土 1:バイオ処理」とした。表-1 に示した量を添加し、週1回の攪拌を行った。もう一方の「盛土 2:コントロール」は何も添加していないためブルーシートで養生した。試験 15、30、45、60、75 日目に土壌性状の観察を行うとともに、2つの盛土より試料を採取し、分析・測定・確認を行った。

3. 試験結果

(1)TPH 濃度について

TPH 濃度の結果を図-1 に示す。バイオ処理の試験前(初期値)が 11,000mg/kg であったのに対して、試験 75 日目において 4,200mg/kg となった。表-2 で示した TPH 濃度の目標値には達することができなかった。

表-1 盛土 1:バイオ処理 添加量

材料	使用量
バイオ製剤	2kg
栄養剤	4kg
必須元素水溶液	50ml
油分散剤	200g

表-2 試験目標

項目	目標	備考
TPH濃度	1,000mg/kg未満	GC-FID法
油臭	レベル1「やっと感知できる臭い」以下	
油膜	なし	シャーレ法

表-3 分析・測定・確認項目

	項目	方法
分析	全石油系炭化水素(TPH)濃度	GC-FID法
測定	全微生物数	
	窒素・リン	パックテスト
	pH	pHメータ
	含水率	
確認	油臭	
	油膜	シャーレ法

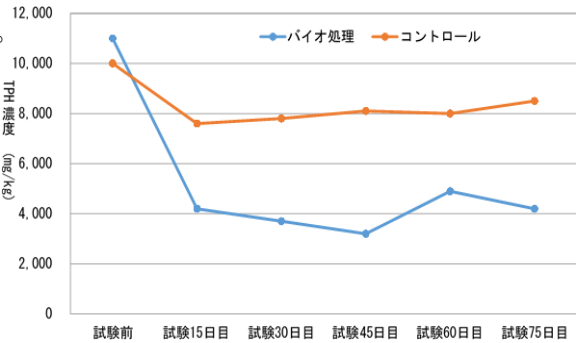


図-1 TPH 濃度の結果

(2)全微生物数について

全微生物数の測定は、バイオ製剤類を添加することによって土壌中の全微生物数が増加したかを確認するために行った。結果を図－2に示す。なお、全微生物数の測定はバイオ処理のみについて行った。

図－2より、特に微生物数に対して阻害は見られず、油を分解し増殖していることが確認できた。

(3)窒素・リン、pH、含水率について

窒素・リンの測定は、微生物が有機物を分解するために必須の窒素・リンが足りているかを確認するために行った。pHの測定は、微生物が活性化しやすいと言われている「中性」の範囲にあるかを確認するために行った。なお、この測定は、バイオ処理のみについて行った。結果を表－4に示す。

表－4より、窒素・リンにおいては、微生物を活性化する理想的なバランスが、窒素：リン=15～5：1と言われており、そのバランスが保持できていない部分がある。pHにおいては、常に中性域(pH＝6～8)にあり特に微生物の増殖には阻害が見られなかった。含水率については、10.0%以下を推移しており微生物が活性化しやすい値の10.0～20.0%を満足していなかった。

(4)油臭・油膜について

ガイドラインでは、油臭・油膜の把握は味覚や視覚といった人の感覚によることを基本としているため、本試験においても油臭・油膜の確認を行った。結果を表－5、表－7に示す。

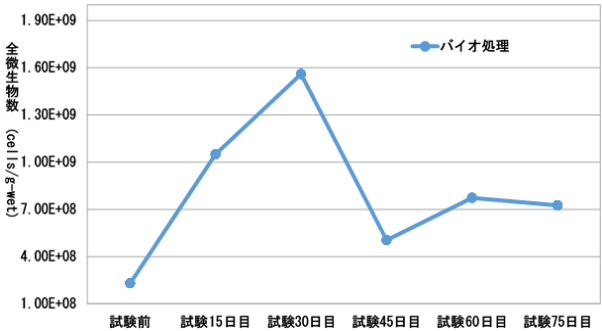
表－5、表－7より、油臭は試験前がレベル4であったのに対して試験45日目から目標のレベル1に達した。油膜は、試験前が油膜ありだったのに対して、試験75日目において消失した。

4. まとめ

表－2で示した試験目標値に油臭・油膜は達したが、TPH濃度は達しなかった。主な原因は、攪拌と養生(水分管理)が考えられる。攪拌については、週1回スコップを用いて人力で行ったことにより、盛土全体に酸素供給ができず、微生物が活性化しにくくなってしまったためだと考えた。養生については、盛土表面が乾いてきたら水分を与えていたが、試験期間を通して含水率が4.2～9.8%であり、微生物が活性化しやすいと言われている10～20%程度には及ばなかったことにより、TPH濃度が減少しにくくなったと考えた。

5. おわりに

本試験は、試験75日目でTPH濃度が4,200mg/kgであったが、油臭・油膜が消失したため効果・効能が確認されたと判断し試験の終了とした。しかし、TPH濃度は目標値を満足していないため、今後は上記で示した原因を解決して再試験を行う予定である。



図－2 全微生物数の結果

表－4 窒素・リン、pH、含水率の結果

	試験前 (初期値)	試験 15日目	試験 30日目	試験 45日目	試験 60日目	試験 75日目
全窒素 (T-N mg/kg)	11.3	286	150	320	105	38
全リン (T-P mg/kg)	1	165	165	6.6	66	10
pH	8.7	7.3	7.2	7.1	7.4	7.4
含水率(%)	6.1	4.2	9.8	9.8	9.2	8.3

表－5 油臭の結果

	試験前 (初期値)	試験 15日目	試験 30日目	試験 45日目	試験 60日目	試験 75日目
バイオ処理	4	2	2	1	1	0
コントロール		4	4	3	3	3

表－6 油臭の程度度(ガイドラインより抜粋)

レベル	内容
0	無臭
1	やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)
2	何のにおいであるか分かる弱いにおい(認知閾値濃度)
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

表－7 油膜の結果

	試験前 (初期値)	試験 15日目	試験 30日目	試験 45日目	試験 60日目	試験 75日目
バイオ処理	あり	あり	あり	あり	あり	なし
コントロール		あり	あり	あり	あり	あり