

建設残土の再利用に関する実験的研究

豊橋技術科学大学大学院 ○松本賢悟
豊橋技術科学大学 田中秀生
豊橋技術科学大学 正会員 栗林栄一
佐賀大学 正会員 新納 格
株式会社 光建 正田要一

1. はじめに

現在、各機関により、残土の有効利用を技術的にバックアップする土質改良技術の開発が活発に行われ、一部の都市では、地盤の掘削に伴い発生する残土を土質改良し、埋戻し土として再利用をしていく試みが積極的になされている。こうした埋戻し土への改良方法には、従来よりセメント・石灰を中心とした化学的土質改良技術に関する研究・開発が多く成果を挙げており、用途に応じた形態で実用化されているが、施工性、環境破壊などの問題点が挙げられている。また、発生量の多い残土にとって、現行の対策では十分でないというのも事実である。よって、本研究は土に界面活性剤を添加した場合、土質特性が改質される性質を利用して、埋戻し土として不適とされた残土を改良し、有用な土の種類の拡大を図る手法を検討している。今日まで、最適含水比より低い含水域において、界面活性処理された残土は間隙が減少し、締固め促進効果等があることが確認されている¹⁾が、その効果は種々の要因に左右されるためその解明が要求される。そこで、ここでは界面活性剤が土質特性へ及ぼす影響について基礎的な実験を行ったので報告する。

2. 実験方法

細粒分を多く含む土の土質工学的特性は、土粒子相互に作用する界面化学的な力に起因する。その土中の要因子としての固、液、気の相互間の電荷、及び吸着層に界面活性剤は影響を及ぼす。電荷効果の凝集分散作用は土のイオン性に応じたイオンを添加することで助長され、吸着層効果の凝集分散作用は、非イオン性界面活性剤等で界面自由エネルギーを低下させることで生じる。そこで、試料の選定に際しては、名古屋市内で発生した埋設管建設工事の伴う残土のうち比較的、細粒分の多いシルト質粘土を用い、その物理性質は表-1に示す。また、薬剤は、表-2に示すイオン性界面活性剤2種、及び非イオン性界面活性剤4種を使用し、添加量は試料質量に対して

表-1 試料の物理特性

G s	w _L (%)	w _P (%)	I _P
2,655	38.3	27.3	11.0

表-2 使用薬剤

種 類	イオン性	組 成	HLB
イオン性界面活性剤	カチオン	ラウリルトリメチルアンモニウムクロライド	
	アニオン	ジアルキルスルホコハク酸ナトリウム	
非イオン性界面活性剤	ノニオン	ポリオキシエチレンソルビタンモノラウレート	16.7
		ポリオキシエチレンソルビタンモノパルミテート	15.6
		ポリオキシエチレンリコールモノラウレート	13.7
		ポリオキシエチレン高級アルコールエーテル	13.3

HLBG = 20 (M_H/M), M_H: 親水基部分の分子量, M: 活性剤の分子量

1質量%とし、JISで規定される実験を行った。

3. 実験結果及び考察

1) コンシステンシー特性

表-3より、イオン性界面活性剤処理土は、未処理土に比し、液性限界は減少するが塑性限界はほぼ変わらず、よって塑性指数が減少している。非イオン性界面活性剤処理土は、未処理土に比し、液性限界はHLBの値を問わず減少傾向にある。塑性限界はHLB=16.7及

表-3 コンシステンシー特性

イオン性		w _L (%)	w _P (%)	I _P
カチオン		36.2	27.8	8.5
アニオン		35.3	27.3	7.9
ノニオン	HLB=16.7	36.3	19.0	17.3
	HLB=15.6	37.9	20.7	17.2
	HLB=13.7	37.7	28.3	9.4
	HLB=13.3	34.4	27.6	6.8

び15.6においては減少し、HLB=13.7及び13.3においては増加傾向にある。その結果、塑性指数は前者は増加し、後者は減少している。これは、HLB値の大きいものは親水性が高いため、粘着力を増加させ、またHLB値が小さいものは疎水性が高いため分散力が卓越し、粘着力を低減させたと考えられる。

2) 締固め特性

図-1、図-2より、イオン性界面活性剤処理土、及びHLB=13.7を除く非イオン性界面活性剤処理土の最大乾燥密度は、低下している。これは、界面活性剤による粒子間摩擦力の低減により、土粒子間の結合力が低下し、同一の締固めエネルギーを受けた場合、土はフローを起こして密度化の進行が妨げられたためと考えられる。

3) 圧密特性

図-3よりイオン性界面活性剤処理土は、未処理土に比し、 $e-\log p$ 関係はほとんど変わらない。しかし、多少ではあるがアニオン性界面活性剤処理土は間隙比が増加傾向にある。

図-4より非イオン性界面活性剤処理土は、未処理土に比し、HLB=13.3においては間隙比が大きい値を示している。また、HLB=16.7、15.6及び13.7においては、間隙比が小さい値を示している。この間隙比低下効果は、非イオン性界面活性剤の親水基が、水と空気の間を生じる表面張力、及び水と粒子表面の間の接触角に起因する毛管力による間隙保水力に作用し、これらのエネルギーを低下させることによって、土中水を効果的に排除したためと考えられる。

4. おわりに

本実験に用いた界面活性剤が土質工学的特性に与えた影響をまとめると、

- 液性限界、及び塑性限界を変化させ、それらは、界面活性剤のイオン性、HLB値によってそれぞれ異なる。
- ランマーの落下による同一の動的エネルギーによる締固めにおいて、最大乾燥密度は低下傾向にある。
- 圧密特性に対し、イオン性界面活性剤の影響は小さいが、HLB値の高い非イオン性界面活性剤は圧密を促進させる。

以上、界面活性剤が土粒子相互の界面化学的な力に影響を及ぼすことによる、基礎的な土質改質効果を調査したが、粘土鉱物、含水状態、及び界面活性剤のイオン性、HLB値等によりその効果は大きく異なる。よって今後の課題として化学的実験の導入等が必要であると思われる。

<参考文献>

- 1) 泉洋一郎：残土の薬剤処理による資源化に関する研究，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，1990。
- 2) 北原文雄，玉井康勝他：界面活性剤－物性・応用・化学生態学，講談社。
- 3) 土壌物理研究会：土の物理学－土質工学の基礎－，森北出版。
- 4) 嘉門雅史，浅川美利：新体系土木工学16 土の力学(I)，技報堂出版。

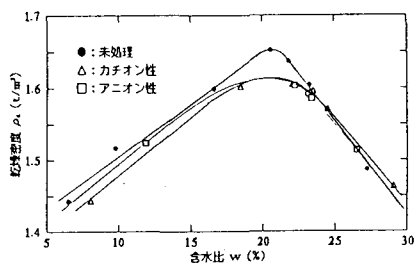


図-1 イオン性界面活性剤処理土の締固め曲線

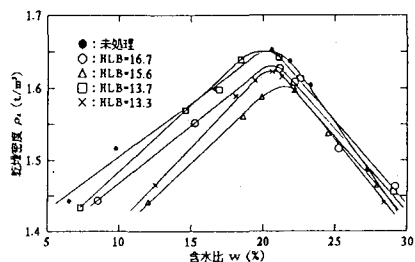


図-2 非イオン性界面活性剤処理土の締固め曲線

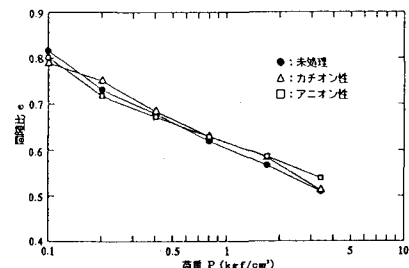


図-3 イオン性界面活性剤処理土のe-log p関係

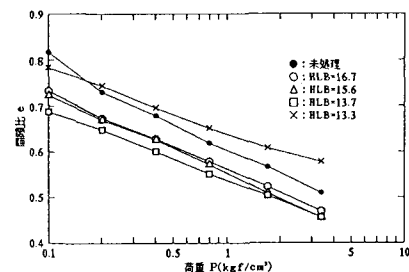


図-4 非イオン性界面活性剤処理土のe-log p関係