

杭汚泥無害化に用いるカルシウム系薬剤の杭孔内逸泥に与える影響

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦、竹崎 聡、森下 智貴
田中 薫、西田 憲司、三橋 実季

1. はじめに

関東臨海部等では、海成の沖積堆積層に自然由来の砒素等を含む場合があり、大規模な杭工事等では大量の汚泥が発生することから、処理費用が大きくなる問題があった。そのため、筆者らは既製杭工法を対象に、削孔液に汚染物質の溶出量抑制の効果を持たせて、排出時点で汚泥を土壤環境基準に適合させる手法を検討してきた¹⁾。汚泥の性状判断は、掘削工事に伴って排出される時点で行う²⁾ことから、基準に適合させることで、処分費用を削減する試みであるが、土壤汚染対策法に基づく要措置区域等の指定を受けた土地では、掘削物の扱い等に関する確認が別途必要である。

具体的には、削孔液にカルシウム系薬剤を投入し、施工時に土壌と削孔液を混合させて、排泥の汚染物質溶出量を抑制する。溶出量抑制だけではなく、杭の沈設に影響のないように十分な流動性を維持できること、根固め液の強度に悪影響を及ぼさないことを確認し、複数の現場で実証を行ってきた。一方で、砂層を含む地盤を掘削する場合、カルシウム系薬剤が土粒子凝集を起因とする逸泥を起こして、汚染拡散を招く懸念が指摘されていた。本報告は、某現場を想定した模擬砂質土を対象に、その逸泥可能性を調べることを目的として、削孔液を模擬した泥水にカルシウム系薬剤を添加し、カラム浸透試験を行った結果を報告する。

2. 試験方法

2. 1 試料土 試料土の粒度分布を図1に示す。現場と同じ細粒分が10%以下の模擬土を珪砂とトチクレで作成した。含水比7%の試料土を、直径10cm、長さ12.73cmの円筒カラムに乾燥密度が 1.936g/cm^3 となるように充填した。透水係数は $4.3 \times 10^{-6}\text{m/s}$ で、現場とほぼ同じであった。

2. 2 試験ケースと方法 表1に試験ケースを示す。削孔液を模擬した泥水の作製には、カオリン、クレースンド、トチクレの3種類の粘土を用いた。これらの粘土3種類とカルシウム系薬剤、比較のために用いたベントナイトを対象に、レーザー回折で測定した粒度分布を図2に示す。カオリンが最も粒径が小さく、85%粒径が約 $10\mu\text{m}$ であった。次に粒径が小さいのはクレースンドで85%粒径が約 $30\mu\text{m}$ 、トチクレとカルシウム系薬剤が同程度の約 $50\mu\text{m}$ であった。ベントナイトが最も粒径の大きい粘土材料であった。

泥水試料の比重は、既製杭の掘削泥水は1.4程度の場合が多いが、本試験では逸泥しやすい低比重として1.2に調整した。比重1.2の泥水に溶出量低減材としてカルシウム系薬剤を4または10%添加し、比較のためベントナイトを4%添加した泥水を作製した。模擬土を充填したカラムに、掘削孔内の水頭差を2mと想定して 0.2kPa の圧力で、泥水試料を混合しながら30分間浸透させた。一定時間ごと浸透量を測定し

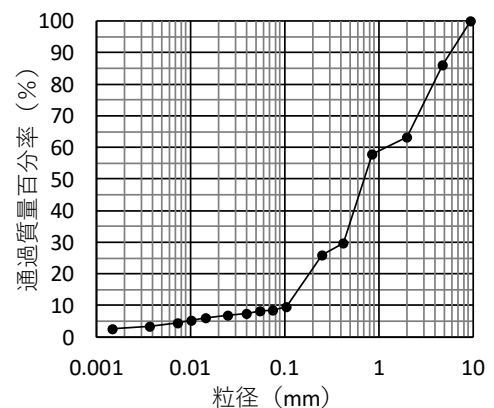


図1 試料土の粒度分布

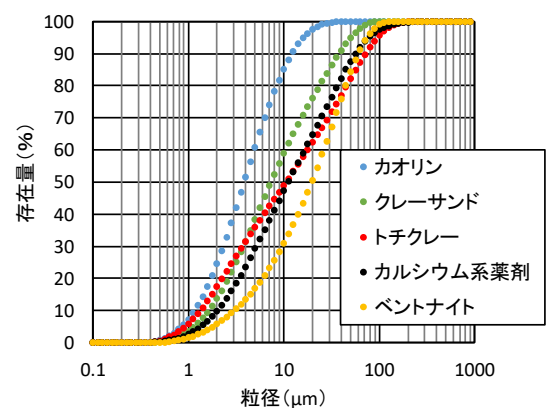


図2 泥水材料の粒度分布

キーワード 界面活性剤、起泡剤、シールドトンネル、魚毒性、環境負荷低減

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 TEL 042-495-1014

て、透水係数に換算して浸透性を評価した。

2. 3 結果 泥水試料の比重、ファンネル粘度 (F.V.)、API 造壁性試験 (造壁性) の測定結果を表 1 に示す。カオリンにベントナイトを添加した K2 は、カオリンのみの泥水 K1 に比べて造壁性が改善しており、ベントナイト添加による逸泥防止効果が期待された。カルシウム系薬剤を添加した K3 と K4 では、pH の上昇とファンネル粘度の増加、造壁性が低減しており、一般に場所打ち杭等で用いられる安定液性状としては望ましい状態ではなかった。クレーサンドとトチクレーのケースは、カルシウム系薬剤の添加により、pH の上昇や造壁性の低減がみられており、逸泥防止の観点からは適当ではない可能性があった。

図 3 にカオリン泥水の浸透結果を示す。なお、浸透しなかったケースは 10^{-10}m/s のライン上にプロットしている。カオリン泥水の透水係数は $10^{-5}\sim 10^{-6}\text{m/s}$ で水と同程度の浸透性を示した。カオリン泥水にベントナイトを添加した K2 は、20 分後には 10^{-8}m/s 以下まで低減した。これはベントナイトの添加によって逸泥の可能性が減少したことを示している。カルシウム系薬剤を添加した K3 と K4 は、ベントナイト添加の K2 よりも透水係数が小さかった。これは、カルシウム系薬剤の添加ケースは、逸泥の可能性がベントナイトよりも小さいことを示している。図 4 にクレーサンドとトチクレー泥水の浸透結果を示す。両泥水とも、カオリン泥水よりも浸透しにくく、トチクレー泥水は、いずれのケースも浸透しなかった。カルシウム系薬剤を添加したケースは浸透せず、逸泥の可能性が小さいことを示した。

泥水性状試験では、カルシウム系薬剤の添加は造壁性を悪くして、逸泥可能性が大きくなることを示したが、実条件に近い浸透試験では、逆に逸泥可能性を減ずる結果となった。これは、場所打ち杭の泥水とは異なり、既製杭の泥水比重が大きいこと、そして造壁性試験は泥水をろ紙に対して通過させるのに対し、カラム浸透試験は充填した模擬土に浸透させるため、泥水材料の粒径によって目詰まりを起こしていることも要因と考えられる。いわば、泥水の浸透性を低減させているのは、薬液注入時と同じグラウタビリティの評価から泥水材料の粒径の影響が大きく、カルシウム系薬剤は、泥水を構成する粘土粒子を凝集させて見かけの粒径を大きくすることで、浸透対象である砂質土の目詰まりを起こして、浸透量を減らしていると考えられた。

参考文献 1) 田中薫ほか：既製杭施工時の汚染拡散防止と汚泥無害化 (その 3)、第 25 回地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会、2019. 2) 環境省：建設工事から生ずる廃棄物の適正処理について (通知)、環廃産第 110329004 号

表 1 泥水試料の初期性状

No.	粘土材料		添加材		性状分析結果		
	種類	比重	種類	濃度 (%)	pH	F.V. (秒)	造壁性 (mL)
W1	水	—	—	—	—	—	—
W2			Ca 系薬剤	4	12.7	19.2	276
W3			Ca 系薬剤	10	12.7	19.5	257
K1	カオリン	1.2	—	—	7.6	25.5	51
K2			ベントナイト	4	8.8	35.1	24
K3			Ca 系薬剤	4	12.6	90<	105
K4			Ca 系薬剤	10	12.7	90<	103
C1	クレーサンド	1.2	—	—	8.4	20.3	179
C2			Ca 系薬剤	4	12.7	22.8	199
C3			Ca 系薬剤	10	12.7	23.6	182
T1	トチクレー	1.2	—	—	6.6	20.3	133
T2			Ca 系薬剤	4	12.6	24.7	200
T3			Ca 系薬剤	10	12.6	26.9	186

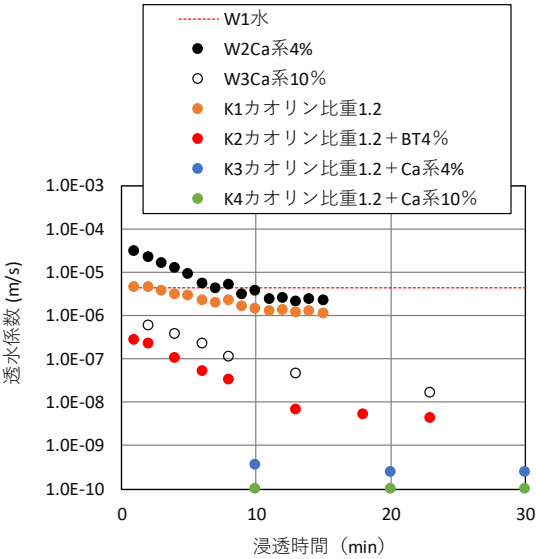


図 3 浸透試験の結果(カオリン泥水)

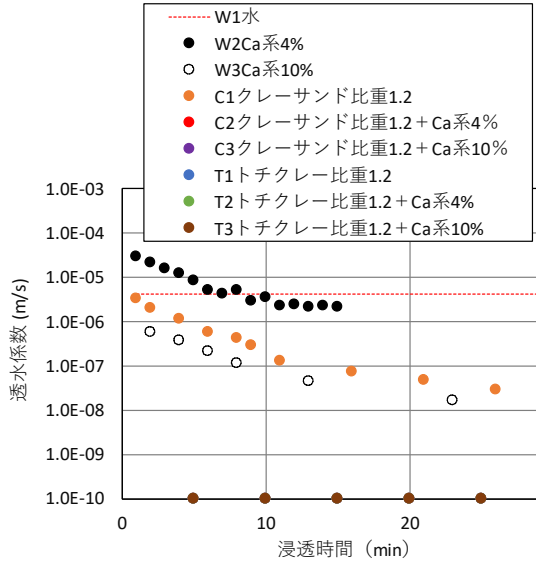


図 4 浸透試験の結果
(クレーサンド泥水とトチクレー泥水)