

エアリフト構造を有するドレーンを用いた油回収技術の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○石神大輔 河合達司 大塚誠治
 錦城護謨(株) 正会員 三成昌也 小柳勇也

1. はじめに

地盤中に漏洩した油は、下部に浸透して地下水面まで達した場合、地下水の上部付近に油層として滞留することが多く、この油層が地下水流動により、河川や海などの公共用水域に油膜を生じさせる場合がある。この対策として、筆者らは図-1に示すようにプラスチックボード・ドレーンを用いた油回収技術の検討を進めている^{1),2)}。本報告では、油の最大揚程と回収効率を向上できると考えられる“エアリフト構造を有するドレーン”を考案し、エアリフト効果を併用しながら水および灯油を負圧吸引する実証試験を行うことでその効果を検証したので報告する。

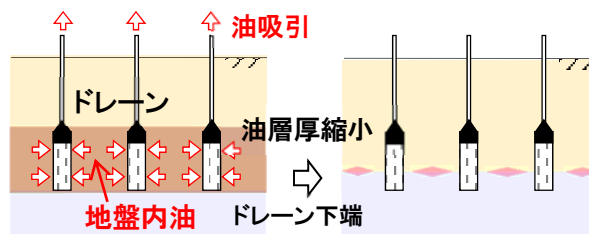


図-1 油吸引回収のイメージ

2. エアリフト構造を有するドレーン

2.1 エアリフト構造を有するドレーンの概要

エアリフト構造を有するドレーンの最も単純な形状として、プラスチックボード・ドレーンの両端にキャップとホース配管を連結したドレーン構造(写真-1)を検討した。図-2の概要図に示すように、上部は従来通り真空ポンプによる吸引を行うホースと連結されているが、下部にはコンプレッサーを連結することで、ドレーンの下部から空気を送ることが可能である。

2.2 エアリフトにより寄与される効果

エアリフト構造を有するドレーンを用いることで得られる効果のうち、最も重要な利点として、最大揚程の増大が挙げられる。大気圧下での真空ポンプによる水の最大揚程は約10mであるが、エアリフト構造を有するドレーンでは、写真-2のように気液が混合された状態で吸引するため、気液混合物全体としての見かけ比重が小さくなることで、最大揚程を増大させることが可能である。

従来のドレーン工法でも、ドレーン上部の不飽和層にかかる範囲から地中ガスが混入し、一時的には揚程向上への寄与があったが、吸引により地下水位が低下してガス混入が過大となると、負圧が低下して揚程が減少することがあった。本構造では、空気混入量をコンプレッサーで調整でき、かつ下部から混入するので、負圧低下の影響をあまり受けることなく、気液混合物として高揚程で吸引できると想定される。これを検証するために以下の試験を実施した。

3. エアリフト効果を検証する揚程試験

3.1 試験装置

鉄枠アクリル製の水槽(幅1000mm×奥行600mm×高さ1500mm)を地表面に設置し、地上7m高の位置に真空ポンプおよびコンプレッサーを設置した。水槽には上下を真空ポンプとコンプレッサーに連結されたドレーン材が設置されている。また、揚程は7m高を超えること

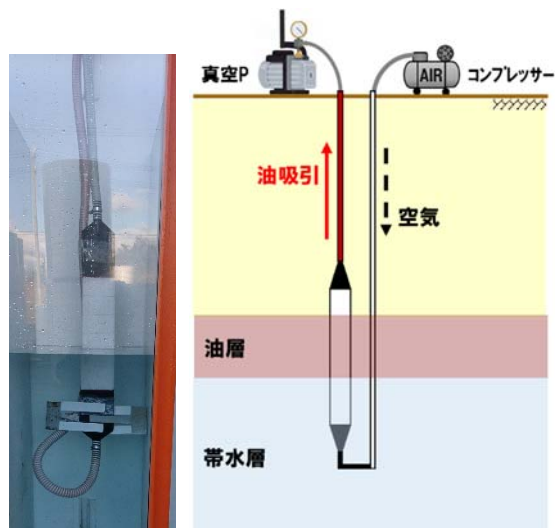


写真-1 エアリフト構造

図-2 概要図



写真-2 エア状況

キーワード： ドレーン、油、回収、吸引、エアリフト

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-6668

から建屋屋上を超える高さ（19.8 m）までホースを立ち上げることで揚程を記録できるようにした（写真－3）。

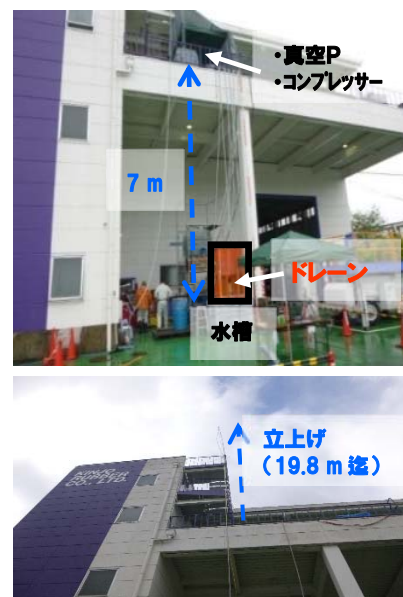
3.2 通常吸引による最大揚程の確認

エアリフトによる揚程確認に先立って、前記試験装置における通常吸引での水および灯油の最大揚程を確認するために、コンプレッサーを使用せずに真空ポンプを最大の負圧に設定して吸引を行った。揚程測定結果とともに、粘性（20℃における）の代表値と比重をあわせて表－1に示した。これらから、灯油程度の低粘性の油類であれば、水との粘性差による揚程への影響はほとんど無く、吸引する液体の比重が揚程に影響を与えていると推測される。

表－1 各液体の物性および揚程測定結果

	粘性@20℃ (mP・s)	比重	揚程測定結果	
			揚程 (m)	負圧 (kPa)
水	1.00※	1.00	8.52	-80
灯油	2.42※	0.80	10.85	-82

※「液体の粘土(Fintech 科学データ集)」からの引用値

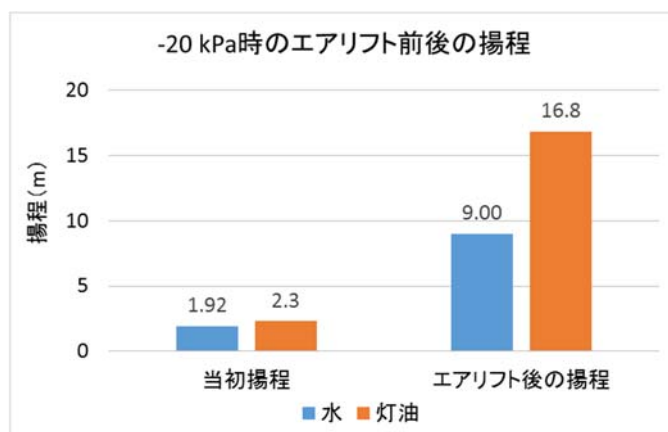


写真－3 試験装置全景と上部

3.3 エアリフトによる効果の検証

水および灯油に対して、前記試験装置を用いて、エアリフト効果による揚程の変化を確認した。まず、真空ポンプによる負圧を-20 kPaに設定して吸引した場合の揚程を確認し、その後、コンプレッサーにより空気を送りエアリフトを機能させた場合の揚程の変化を確認した。その結果、図－3に示すように、当初揚程は比重の差による揚程差であったが、エアリフトを併用することで水、灯油ともに揚程が増大し、さらに灯油の揚程の増加率は7.3倍であり、水の4.7倍を大きく上回った。

その後の試験では、-20 kPaから負圧を段階的に増やすを試みたが、-30 kPaに変更した時点で、灯油の場合は本試験装置における物理的な限界高さ（19.8 m）を超えて測定不能となった。



図－3 エアリフト前後の揚程の変化

4. 考察

油類の中では低粘性である灯油を用いた場合、通常吸引では粘性による影響はあまり見られず、単に液体の比重差が揚程の差を表す傾向であった。一方、エアリフトを用いた場合には、元の比重差を大きく上回って水よりも灯油の揚程が増加した。これは、影響があまり無いと思われた水と灯油のわずかな粘性の違いにより、エアが供給された場合には、水の吸引時によく目視されたエア同士が合体して大きなエアとなり抜け出る現象が灯油の場合には防止され、比較的細かい状態のエアを長時間にわたってドレーン内部に保持して見かけ比重を小さい状態で維持できたことにより、より大きな揚程増大効果が得られたと予想される。したがって、エアリフトを用いることで、水と油類との揚程差が通常吸引時よりも大きくなるため、水よりも優先的に油類を回収できる可能性がある。

5. 今後の課題

今回の実験でエアリフトにより揚程を増大できること、その効果は油類に対してよりメリットがあることが分かった。今後は実サイトで実証を行い、実地盤における油の吸引回収効果を確認し、技術の確立を目指す。

参考文献

- 1) 大塚誠治他：ドレーン工法を用いた油回収に関する検討(その2)，土木学会第73回年次学術講演会，pp.177-178，2018。
- 2) 石神大輔他：ドレーン工法による地盤中の油吸引の検討，第53回地盤工学研究発表会，pp.2193-2194，2018。