-264

砂質土の粒度特性が LNAPL の浸透・保持容量に与える影響評価について

熊本大学大学院 学生会員 〇杉村 賢一 熊本大学大学院 正会員 椋木 俊文

1. はじめに

近年LNAPL系の有機溶剤による地盤汚染事例が顕在化している¹⁾。LNAPLの地盤内浸透特性は不飽和浸透特性と類似 している捉えることができ、したがって LNAPL 飽和度-毛管圧力水頭関係の把握が重要である。本研究では LNAPL によ る地盤汚染のメカニズムを解明することを目的として、砂質土における LNAPL を対象とした毛管力による吸油実験を実 施し、LNAPLの浸透特性を評価していく。本報では毛管圧力に影響を及ぼす表面張力、接触角、間隙径に着目して、LNAPL 飽和度-毛管圧力水頭に対するこれらのミクロスケール因子の影響評価を行った。

2. 実験概要

図1および表1はそれぞれ実験装置と実験ケースを示している。間隙率を0.42にして統一して供試体を作製し、マリ オット管を用いて供試体底部より、定水位条件で水または LNAPL を供給することで、毛管圧力のみによる吸液実験を実 施した。LNAPLにはアクアソルベントGを使用しており、表2にその主な物性を示す。表2から特に表面張力において、 水と大きな違いがあることがわかる。また、LNAPL の毛管圧力を測定するために、従来型のテンシオメーターに使用さ れているOリングとパッキンを耐油性のバイトン素材のものに交換し、内部の水をLNAPL に置換してやることで、疎水 性のテンシオメーターに改良した。飽和度は、質量計で測定した吸液質量から換算した。図2はそれぞれ実験材料の粒径 加積曲線と、有効粒径 D50 および均等係数 Ucを示す。

3. 実験結果

図3は珪砂8号の初期に乾燥した供試体における、吸水と吸油の飽和度-毛管圧力水頭関係の実験結果と van Genuchten の推定式²による水分特性曲線の推定結果を示す。水の表面張力が LNAPL と比較して小さいことから、図 3 を見ると LNAPL の毛管圧力水頭は水と比較して小さいという結果が得られている。図4は、珪砂8号の吸油過程における初期水 飽和度が0%の供試体と、初期水飽和度が30%の供試体の飽和度-毛管圧力水頭関係の実験結果と推定結果である。図5は 図4と同様のケースで供試体が山砂の場合の結果を示す。図5を見ると、珪砂8号においては水分特性曲線の形状に大き



連絡先

〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学大学院自然科学研究科 TEL096-344-2111





図5山砂のLNAPL 毛管圧力に対する水飽和度の影響

な変化がない。有効粒径が 0.10mm の硅砂 8 号供試体の 間隙径は、山砂供試体の間隙径よりも小さいため、水飽 和度による毛管圧力水頭の変化は小さいといえる。また、 初期水飽和度 0%の供試体と比較して、初期水飽和度 30% の供試体の毛管圧力水頭は、飽和度 30%以上で常に小さ い。これは、図 6 に示すように土粒子表面に形成された 水膜が、LNAPLの接触角を乾燥した状態よりも大きくし ていることに起因していると考えられる。図 7 は本実験 で使用した地盤材料の有効粒径と、全ケースの LNAPL 分特



図4 珪砂8号のLNAPL 毛管圧力に対する水飽和度の影響







図7 材料の有効粒径と最大比水分容量の関係

性曲線から得られる比水分容量曲線上の最大値との関係をプロットしたものである。初期水飽和度が0%と30%の供試体の吸油過程の違いは、土粒子表面の薄い吸着水の存在によりLNAPLの接触角が大きくなったと考えられることから、図7を見ると初期飽和度が30%の珪砂8号と山砂の供試体の比水分容量は共に最大値が小さくなることがわかる。さらに、図2の結果と合わせて図7を評価すると、有効粒径と均等係数が増加するほど最大比水分容量は約2倍から3倍の減少傾向にあることが確認できる。しかしながら、これらの結果は、細粒分が多くかつ均等係数が10以上のような砂質土のLNAPLの保持容量が小さいと必ずしも評価できるわけではない。一方でLNAPLが毛管水帯に浸透していかないことによって保持容量が小さくなった結果が得られたと捉えることもでき、この評価については今後検討が必要である。

4. おわりに

今後マイクロ CT スキャナのようなミクロレベルの非破壊試験法を用いて間隙中の液体の残留状態を可視化し、砂質土 に関する LNAPL の保持特性について評価をする所存である。

参考文献

1) 平田健正:土壌汚染対策法の施行と技術開発,地下水技術,第47巻,第10号,pp27-34,2005.

van Genuchten, M. Th. : A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, Soil Sci. Am. J., Vol.144, pp.892-898, 1980.