

高分子材料に着目した新しい地盤改良技術の提案

富山県立大学 学生会員 ○松井 一馬, 正会員 端 昭彦
 広島大学 正会員 畠 俊郎

1. 目的

現在、廃棄物処分場や汚染土壌の封じ込めに用いる遮水壁としてポリマー改良体を用いた地盤改良が注目されている。既往の研究においても、PVA (ポリビニルアルコール) が高い遮水性能を有し、処分場など透水性の維持が重要となる場所に適用可能であることが報告されている。一方、この PVA を用いた強度発現メカニズムについての検討事例は報告されていない。本研究では、PVA の地盤改良分野への応用を目的とし、PVA を混合した砂の供試体を対象とした室内試験を行い、PVA の地盤改良分野への応用について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2. 1. PVA の特性と固化メカニズム

PVA はポリ酢酸ビニルを鹼化することで作製されるポリマーであり、鹼化度や重合度によって性質を変化させることができる。本研究では重合度 1700 以上の高重合体で鹼化度 87%~89%の部分鹼化型 PVA と鹼化度 98%~99%の完全鹼化型 PVA を用いて試験を行った。初めに固化メカニズムの解明のため、豊浦硅砂に PVA 溶液を最適含水比で混合し、乾燥したサンプルに対し SEM (走査型電子顕微鏡) を用いて固化状況の撮影を行った。結果を写真-1, 写真-2 に示す。SEM 観察により、部分鹼化型 PVA, 完全鹼化型 PVA と砂の混合体はともにサンプル中で砂表面に被膜を形成し土粒子同士を接着していることが確認された。また、電気炉を用いた強熱減量による有機物含有量の測定結果 (表-1) から、PVA は乾燥時に水分とともに表面に移動し固化膜を形成していると考えられる。この表面に形成される固化膜により強度が発現していると考えられる。

2. 2. PVA 供試体の強度評価

表-2 および表-3 に示す配合で直径 3.5 cm×高さ 8.8 cm の供試体を突き固め法により作製し、脱型後 7 日間 20 °C の部屋で養生させた。その後、一軸圧縮試験により圧縮応力を測定した。試験後、供試体を炉乾燥し、乾燥密度を測定した。

2. 3. 乾燥した PVA 供試体の耐水性評価

一軸圧縮試験後、各供試体の一部を採取した。採取した破片は磁皿内で十分量の純水に浸し、耐水性を調べた。なお、溶解が確認されなかった完全鹼化型 PVA 供試体に対し、乾燥状態と湿潤状態 (24 時間純水に浸した状態) で載荷フレームによるコーン指数 (コーン直径=4.2 mm, コーン先端角度=60 °) の測定を行い、固化状態を比較した。

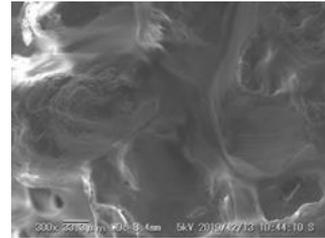


写真-1 部分鹼化型 PVA 溶液+豊浦硅砂

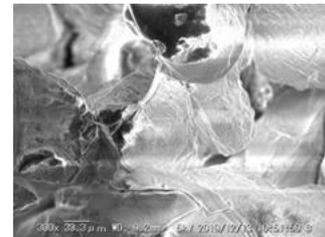


写真-2 完全鹼化型 PVA 溶液+豊浦硅砂

表-1 強熱減量による PVA(有機物)量の測定

測定サンプル		PVA(有機物)含有量 (%)
部分鹼化型 PVA 溶液 + 豊浦硅砂	内部	0.065
	表面	0.854
完全鹼化型 PVA 溶液 + 豊浦硅砂	内部	0.669
	表面	1.022

表-2 部分鹼化型 PVA 供試体の試験条件

豊浦硅砂	140 g (Dr=80%)
PVA 溶液 (質量パーセント濃度 7.0%, 13.0%)	20 mL (含水比 14.3%)

表-3 完全鹼化型 PVA 供試体の試験条件

豊浦硅砂	140 g (Dr=80%)
PVA 溶液 (質量パーセント濃度 2.4%, 4.7%, 7.0%, 13.0%)	20 mL (含水比 14.3%)

3. 試験結果と考察

3. 1. PVA 供試体の強度評価

本試験では、PVA 供試体に対し、一軸圧縮試験による強度測定を行った。結果を図-1 に示す。部分鹼化型 PVA、完全鹼化型 PVA 供試体それぞれに関して、溶液濃度と一軸圧縮強度について正の関係が確認できた。これは、PVA 溶液濃度の上昇に伴い、供試体内に形成される PVA 固化膜が厚くなったためだと考えられる。また、部分鹼化型 PVA 供試体の方が完全鹼化型 PVA 供試体よりも同濃度で強度が高いことが確認された。鹼化度が強度発現に与える影響については今後明らかにしていきたいと考えている。

3. 2. 乾燥した PVA 供試体の耐水性評価

一軸圧縮試験で破壊後の供試体から一部を採取し、十分量の純水に浸したのち、観察により各供試体の耐水性を比較した。結果を写真-3 に示す。部分鹼化型 PVA 供試体の破片は純水添加後、数秒で崩れる様子が確認できた。一方で、完全鹼化型 PVA 供試体の破片は純水添加後、1 時間以上静置したが崩れる様子は確認されなかった。

以上より、地下水面以下を対象とした場合などには完全鹼化型 PVA を用いるなど現場条件にあわせた PVA の選定が必要になることが示唆された。

この結果を踏まえ、4.7%の完全鹼化型 PVA を用い作製した供試体に対し、乾燥状態および湿潤状態でのコーン指数の測定を行った。結果を図-2 に示す。図より、湿潤状態において著しい強度の低下が確認された。これは PVA の持つ吸水作用によって、乾燥した PVA が吸水膨張し、供試体の側面に形成していた固化膜が軟化したためであると考えられる。しかしながら、現場では周辺土壌からの拘束を受けた状態となるため、軟化を抑制し、強度を維持する可能性も考えられる。三軸圧縮試験等によるさらなる強度検証を計画している。

4. 結論

本研究では、PVA と砂を混合させた供試体を作製して PVA の地盤改良技術としての有効性を検証した。その結果、以下3点が示唆された。①SEM による表面観察、強熱減量試験の結果から、鹼化度に関わらず、乾燥した PVA と砂の混合体は表面に固化膜を形成して強度を発現している、②7 日間気中乾燥させた PVA 供試体の強度に関しては、部分鹼化型 PVA が完全鹼化型 PVA よりも優れている、③純水による耐水性で完全鹼化型 PVA は部分鹼化型 PVA よりも優れている。一方で、完全鹼化型 PVA 使用時も、鹼化度に関わらず水による強度低下が懸念されるため耐水性の改善が今後の課題であることが明らかとなった。今後耐水性を改善することで、PVA を用いた地盤改良の実現を期待する。

参考文献

1)小澤ら (2002), ポリマー地盤改良体の遮水壁としての性能評価, 土木学会第 57 回年次学術講演会 III-783

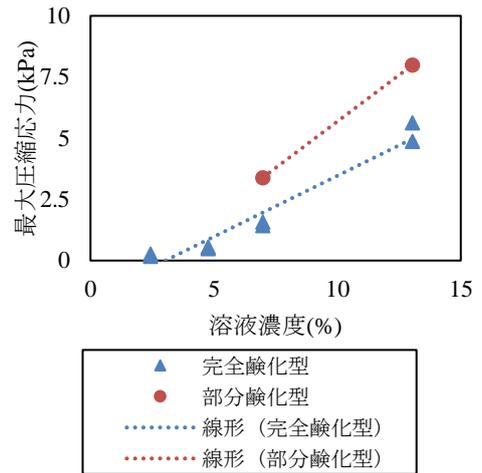


図-1 PVA 溶液濃度と一軸圧縮強度の関係

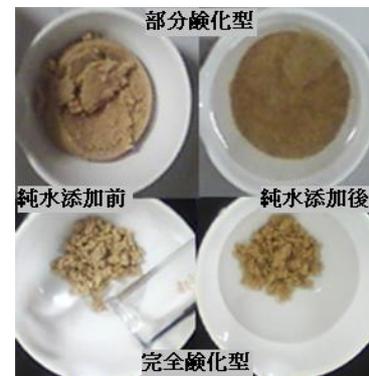


写真-3 純水に浸漬後の供試体状況

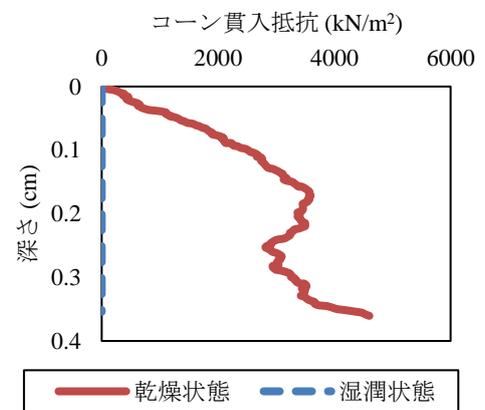


図-2 純水による完全鹼化型 PVA 供試体の強度低下効果の検証