

アニオン性ポリマーを電気泳動させた液状化対策工法の基礎的研究

千葉工業大学大学院 学生会員 藤平雅巳

千葉工業大学 正会員 清水英治 渡邊勉 小宮一仁

1. はじめに

ゆるく堆積した砂地盤は、地震時の液状化現象によって構造物に被害を与える可能性が大きい。現在では、多くの液状化対策工法が開発・実用化されている。しかし、既設構造物直下の基礎地盤を有効に地盤改良する工法が見あたらない。

本研究では、物理化学的な現象である電気泳動を利用して、負に帯電する官能基を有した液体状の水溶性ポリマー（通常は浚渫汚泥の凝集剤として使用）を砂地盤中で電気泳動させて、土粒子をポリマーで包み込むことによって、土粒子間の粘着力を増加させることにより、液状化が防止される効果について検証した。この工法が実現できれば、既設構造物の側面から基礎地盤を改良することが可能であると考えられる。

実験としては、まずポリマーで飽和させた砂供試体について、三軸圧縮試験(UU)を行い、ポリマー混入による砂供試体の粘着力の増加を確認した。次に砂地盤中にポリマーを電気泳動させて、地盤のせん断強度を測定し、電気泳動による改良地盤の効果に及ぼす要因を検討した。

2. ポリマー混入砂の三軸圧縮試験

(1) 試験概要

供試体は直径 5 cm、高さ 10cm の直円柱とする。最初にモールド内に所定の濃度のポリマー（0、0.05、0.1%）を入れ、珪砂 6 号を 3 層に分けてモールドに投入し、相対密度が 35%程度になるように詰め、飽和供試体を作成する。その後、負圧をかけて供試体を自立させて、セルを組み立てる。そして非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験を行い、モールの応力円からポリマー混入時の砂供試体の粘着力を測定した。

(2) 結果と考察

図 - 1 にポリマーの混入濃度によるモールの応力円と破壊線を示す。

この結果から、ポリマーを混入しない場合は、砂供試体の粘着力は 0 であるが、0.05%濃度のポリマーを混入すると、砂供試体の粘着力は 34.8kPa となり粘着力が発現した。また、ポリマー濃度 0.1%を混入すると、混入砂の粘着力が 0.05%混入時に比べ 2 倍程度増加した。

以上からポリマーを単に混入することによって、砂地盤の粘着力が増加することがわかった。さらに、ポリマーの濃度を高めることで、地盤の粘着力が増加した。したがって、このポリマーを砂地盤中に浸透することが可能であれば、液状化に対し有効であると考えられる。

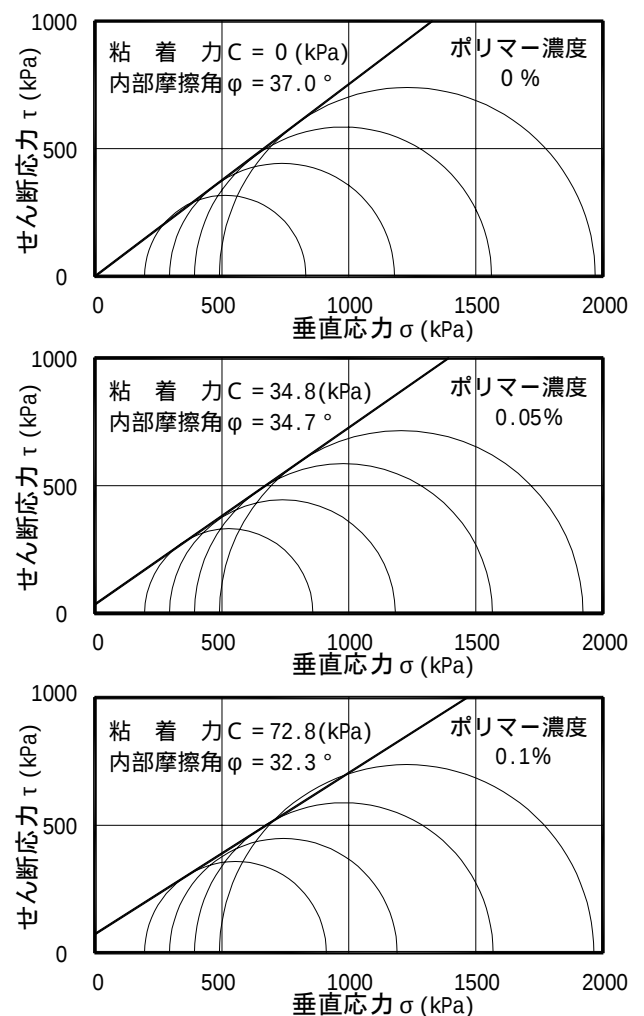


図 - 1 モールの応力円

キーワード： 液状化 ポリマー 電気泳動 三軸圧縮試験 粘着力

連絡先 〒275 - 8588 習志野市津田沼 2 - 17 - 1 TEL.047(478)0440 FAX.047(478)0474

3. 電気泳動による砂地盤の改良効果の要因

(1) 実験概要

図 - 2 で示すように、電極間距離を 70cm とする飽和砂地盤（相対密度 35 % 程度）を作成し、13ml/min の割合で合計 3 リットルの 0.5% ポリマー溶液をポンプで地盤中に注入しながら通電した。そして、通電後の地盤強度をベーンせん断試験で測定した。なお、以下の要因で実験を行った。

加電圧（0、70、140V）

通電時間（1日、7日）

(2) 結果と考察

加電圧による影響

図 - 3 に示すように加電圧を大きくすると、地盤強度も増加していく。これは、電圧が高ければポリマーの分子が、より泳動して地盤の粘着力が増加したものと考えられる。

また、注入管付近の陰極側で地盤の強度増加の割合も大きかった。これは、一日通電ではポリマー分子が、陽極側まで十分に泳動しなかったと考えられる。しかし、電極間に 140V 通電した場合には、（既往の振動台の実験結果¹⁾ から、200gal の地震に対して液状化に抵抗できると考えられる基準の地盤強度： 6.52kN/m^2 ）せん断強度は 7 ~ 12kN/m^2 で、陽極側でも基準値を上回るので、ポリマーを電気泳動させることにより、液状化防止の効果が確認できた。

通電時間による影響

図 - 4 より、通電時間が長くなると地盤強度も増加しており、特に陰極側で 2 倍程度の強度増加が見られた。これは、通電時間が長くなると、ポリマーの泳動量の増加や、電極から溶出するイオン等が影響していると考えられる。

4. まとめ

ポリマーを単に砂地盤に混入することで、地盤の粘着力が増加した。

加電圧、および通電時間を増加させることによって、電気泳動による地盤の改良効果が促進された。

最後にポリマーの材料を提供して頂いた（株）テルナイトに感謝の意を表します。

<引用文献>

1) 臼井ら：高分子ポリマーの電気泳動による液状化対策工法の基礎的研究, 第 27 回土木学会関東支部技術研究発表会, pp478~479, 2000.

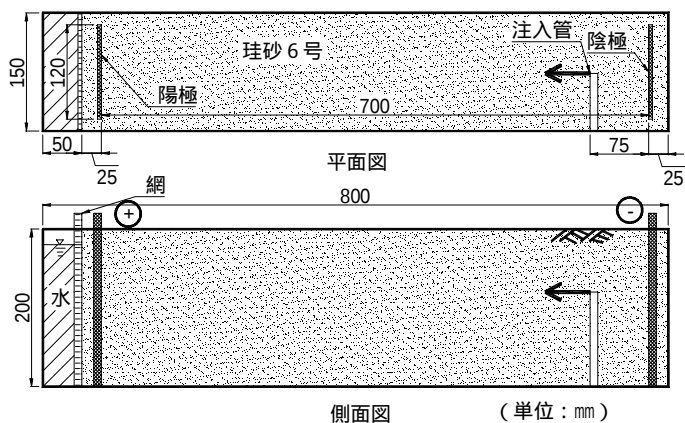


図 - 2 電気泳動模型地盤図

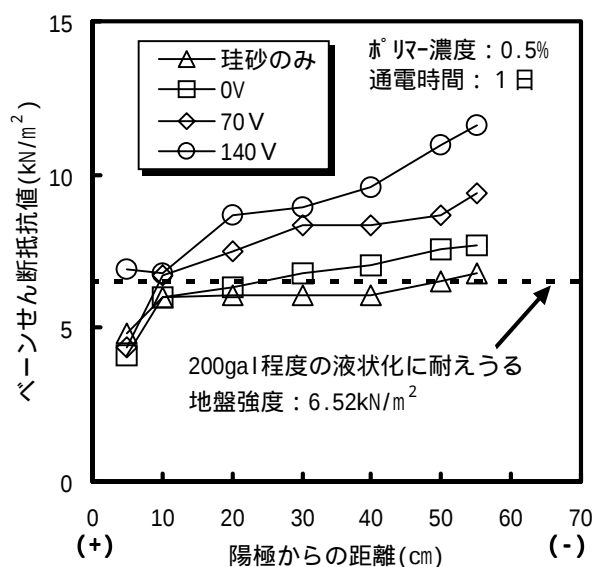


図 - 3 電圧による砂地盤の改良効果

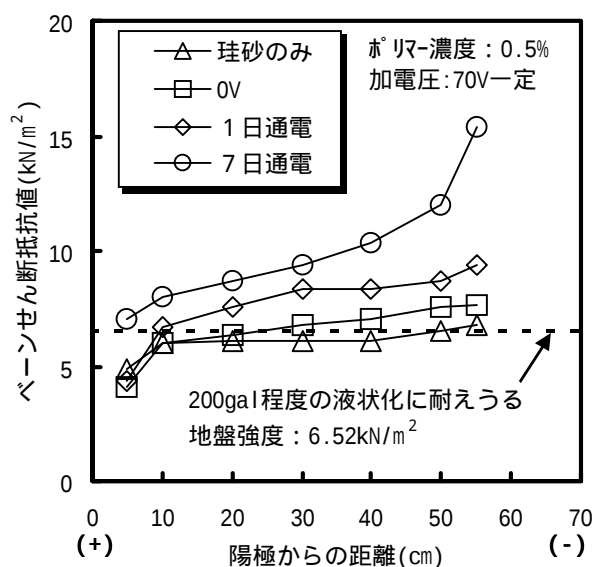


図 - 4 通電時間による砂地盤の改良効果