

吸水性泥土改質材による軟弱な粘性土の改質効果に関する基礎的検討

domi 環境株式会社 正会員 ○能田 哲治
 domi 環境株式会社 正会員 山内 裕元
 横浜国立大学大学院 正会員 早野 公敏
 五洋建設株式会社 正会員 柳橋 寛一

1. はじめに

PS 灰系の吸水性改質材は、高含水発生土の含水比低減と可搬性の向上を目的として現場で数多く適用されている。改質材を混合した発生土（改質土）は、養生により緩やかに強度増加することが確認されており¹⁾²⁾、盛土材料としての有効利用も期待されている。しかし、細粒分に富む軟弱な粘性土に適用した事例は少なく、その改質土の締固め特性や強度特性の変化について十分な知見が得られていない。そこで本研究では、未改質試料および改質試料に対し三軸圧縮試験と透水試験を実施し、吸水性改質材による粘性土の改質処理が強度変形特性や透水性能に及ぼす影響を検討した。

2. 試験方法

(1) 未改質試料および改質試料

河川調整池内の堆積土を採取し未改質試料とした。細粒分含有率は $F_c=95.9\%$ である。一方の改質試料は、先に実施した締固め試験およびコーン貫入試験により、改質材の配合量を 50 kg/m^3 に設定したものである。

(2) 圧密非排水三軸圧縮試験

圧密非排水三軸圧縮試験を実施し、未改質、改質試料の強度特性を比較した。目標乾燥密度は最大乾燥密度に対し $D_c=90\%$ 以上を満足するように設定した。各試料を突き固めて供試体を作製し（直径 50 mm ，高さ 100 mm ），二重負圧法により飽和させた。供試体をセットアップ後，等方圧密（ $50, 100, 200 \text{ kPa}$ ）をおこない， $3t$ 法で圧密終了を確認したのちに載荷速度 $0.1\%/min$ で非排水せん断を開始した。B 値はいずれも 0.95 以上であった。

(3) 透水試験

未改質および改質試料を A 法に基づき締固めて供試体を作製し，脱気水により水浸飽和させ，室温条件下（ 20°C ）での変水位試験をした。試験終了後の飽和度は 96.4% および 97.2% であった。

3. 試験結果

(1) 改質による強度特性の変化

未改質試料および改質試料の軸ひずみ～軸差応力関係を図 1 に示す。改質土の軸差応力は未改質土より大きい値を示し，応力のピークは見られなかった。いずれの試料でもひずみが大きくなるとともに応力も大きくなり，原土の延性的な挙動を維持しつつ強度増加する改質効果が確認された。図 2 に三軸試験における有効応力経路を示す。改質土ではせん断を伴う過剰間隙水圧の発生が抑えられており，

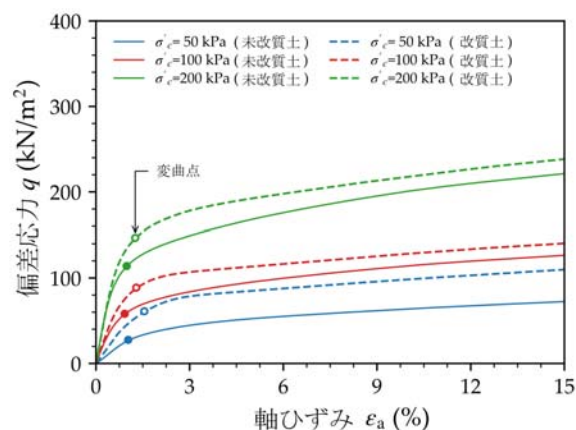


図 1 軸ひずみ～軸差応力関係

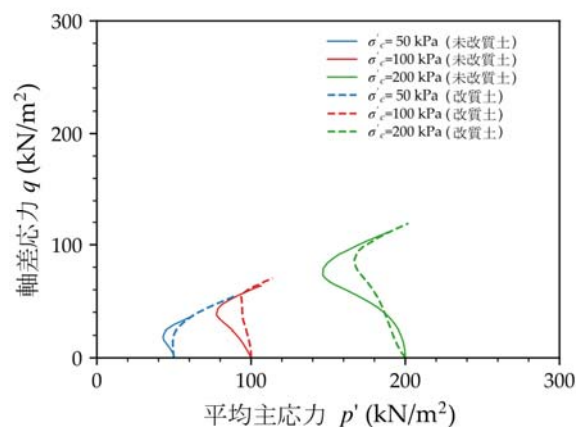


図 2 有効応力経路

キーワード 河川堆積土，吸水性泥土改質材，圧密非排水三軸圧縮試験，盛土材料

連絡先 〒299-0268 千葉県袖ヶ浦市南袖 29 domi 環境株式会社 TEL 0438-38-4739

とくに有効拘束圧 50 kPa のケースでその傾向が著しい。図 3 にモールの有効応力円と強度定数 (c' , ϕ') を示す。モール円は軸ひずみが 15% に到達したときの応力状態を用いて求めた。図のとおり改質による c' の増加が確認され、改質による締固めの効果（過圧密的挙動）が現れたと考えられる。一方 ϕ' は原土よりも小さい結果となった。

(2) 初期の変形挙動への影響

図 1 において各圧密応力段階における $q \sim \varepsilon_a$ 曲線の変曲点を確認すると、改質後に右へシフトしている。この変曲点は、厳密な特異点として定義できないものの、せん断変形によって土粒子間の構造が失われつつ体積が収縮し、稠密になりながら抵抗力が増加する過程において、供試体の変形特性が変わる点と捉えられる。変曲点における改質土のひずみ値が原土のひずみ値よりも大きくなっていることから、改質によって初期の変形挙動においても粘り強さが付加されたと考えられる。図 4 は図 1 の軸ひずみ～軸差応力関係における $\varepsilon_a=1\%$ までの初期勾配を圧密応力ごとにプロットしたものである。圧密応力が大きくなるとともに初期勾配も増加する傾向が見られるが、改質前後においてその増分に大きな差は見られない。変形初期から拘束圧に依存しない改質材のセメンテーション効果によるせん断抵抗力の発現が寄与しているものと考えられる。

(3) 改質による透水性能の変化

透水試験によって得られたと透水係数と乾燥密度の関係を図 5 に示す。未改質試料で既に難透水性を示していたが、改質により透水係数が 1/3 以上低下した。改質材により締固め性能が向上したことが一因と考えられる。いずれの試料も試験前後で乾燥密度の変化はなかったが、改質試料については試験前後で含水比および湿潤密度に若干変化が見られた（含水比：前 43.4%→後 44.9%，湿潤密度：前 1.717 g/cm³→後 1.736 g/cm³）。

4. まとめ

細粒分含有率の高い河川堆積土に吸水性改質材を混合することで、過剰間隙水圧の発生を抑えるとともに、粘り強い強度特性を有する改質土が得られた。この改質土は、河川堤防において粘着力の効果がより明確に現れる表層付近の堤体材としての有効利用が期待される。土質試験で確認された強度や粘り強さの増加は、主として粘着力の増加により確認されるが、変形特性をより良く予測するためには、改質材の吸水性能や微弱なセメンテーション効果による土粒子間の構造や相互作用力の変化について更なる検討が必要と考えられる。

参考文献：

- 1) 川合彩加，早野公敏，山内裕元：PS 灰系改良土の強度特性に及ぼす養生効果とその要因に関する基礎的検討。土木学会論文集 C（地圏工学），74(3)，pp. 306-317，2018。
- 2) 渡邊悠樹，早川公敏，山内裕元，藤原斉都：PS 灰系改質材を利用した発生土の盛土材への適用性に関する基礎的検討。第 54 回地盤工学研究発表会。

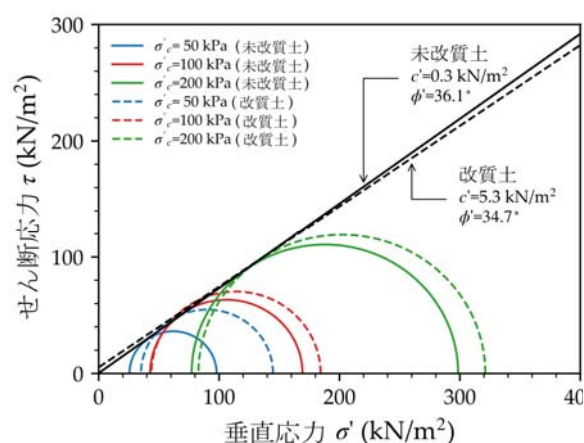


図 3 モールの有効応力円と強度定数

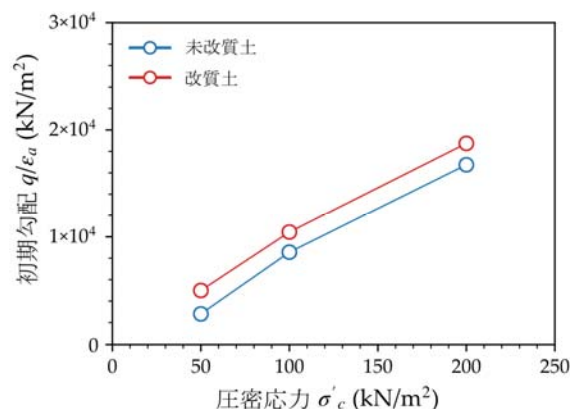


図 4 応力ひずみ曲線の初期勾配

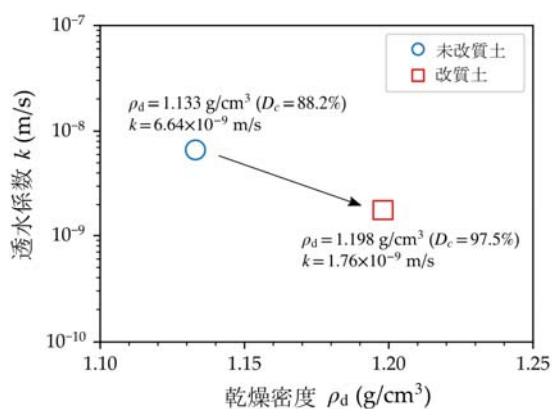


図 5 締固め土の乾燥密度と透水係数