

ポリマー地盤改良土の強度・変形特性

(株) 複合技術研究所
 (財) 鉄道総合技術研究所
 同上
 (株) クラレ

正会員 ○ 蔭 関魯
 正会員 館山 勝 平山勇治
 正会員 矢口直幸 垂水尚志
 正会員 花森一郎

1. はじめに 地盤の変形に対する追従性や遮水性に優れた地盤改良体を構築することを主目的として、現在、ポリマー水溶液を用いた地盤改良工法の検討を行っている。ここでは、PVA ポリマー水溶液を用いた改良土の力学特性を把握する目的で、圧密非排水(CU)三軸圧縮及び繰返し試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験概要 実験で使用した三軸圧縮試験装置を図 1 に示す。三軸 CU 試験は、載荷速度 0.05%/min で実施した。また、繰返し載荷試験は、載荷周波数 $f = 0.1 \text{ Hz}$ の正弦波で、12 回の繰返し載荷を行った。等価ヤング率 E と等価ポアソン比 ν は、履歴ループの上下端を結ぶ直線の傾きによって求めた。また、等価せん断剛性 G は、 $G = E/(2(1+\nu))$ によって算出した。ここで用いた変形係数は、繰返し載荷試験における 2 ~ 11 回目の履歴ループの平均値である。表 1 に供試体の作成方法及び試験条件を示す。混合土は、豊浦砂と PVA 系ポリマーを濃度 3% に調整した水溶液を用いて混合した。ただし、ホモゲル供試体は濃度 3% では自立しなかったため、濃度 5% の水溶液によって作成した。

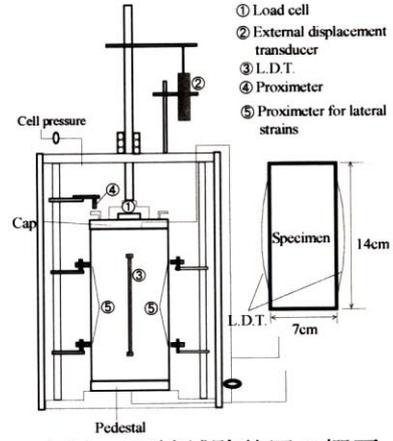


図 1 三軸試験装置の概要

表 1 供試体の作成方法及び試験条件

試験名	供試体	試料配合条件	作成方法	供試体の砂密度 (g/cm ³)	配合比(%) (液剤/砂)	拘束圧 (kPa)	試験方式		
No.1	ホモゲル	濃度 5% ポリマー水溶液	モールド内に水溶液注入	5%水溶液のゲル化した供試体の比重：(1.022 g/cm ³)		49	CU 圧縮		
No.2						98	CU 圧縮		
No.3	豊浦砂	豊浦砂	自由落下	1.551	~	49	CD 圧縮		
No.4						88	CD 圧縮		
No.5						49	CD 繰返し		
No.6	配合 2 混合土	濃度 3%ポリマー水溶液+豊浦砂	試料土にポリマー水溶液を加えミキサーで混合	0.971	29.83	49	CU 圧縮		
No.7						0.978	29.53	98	CU 圧縮
No.8	配合 1 混合土	濃度 3%ポリマー水溶液+豊浦砂	試料土にポリマー水溶液を加えミキサーで混合	1.372	26.28	49	CU 圧縮		
No.9						1.372	25.90	98	CU 圧縮
No.10						1.460	23.65	49	CU 繰返し
No.11						1.460	23.65	98	CU 繰返し+圧縮

3. 試験結果及びその考察 図 2 に三軸圧縮試験での軸差応力 q と軸ひずみ ϵ_a の関係を、図 3 にピーク軸差応力 q_{max} と拘束圧 σ_r の関係を示す。写真 1,2 は配合 1 混合土の CU せん断試験前後の状態である。これらの図と写真から、次のことが分かった。①ポリマー改良土のピーク強度は、改良体内の砂の密度に依存して増加する (図 2)。②混合土におけるせん断強度の拘束圧依存性は、砂の密度に依存して大きくなる (図 3)。③混合土は、大ひずみレベル ($\epsilon_a=25\%$) でもせん断面が生成しない (写真 2)。

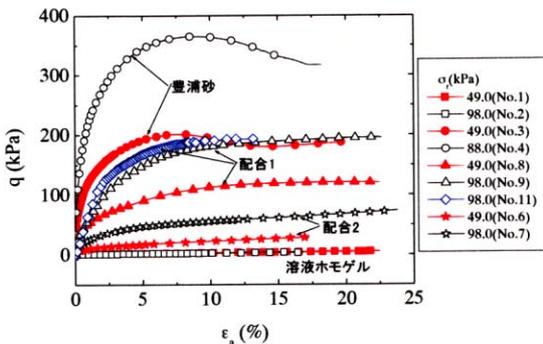


図 2 軸差応力 q と軸ひずみ ϵ_a の関係

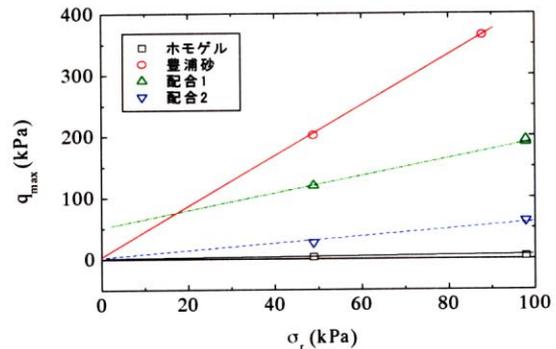


図 3 ピーク軸差応力 q_{max} と拘束圧 σ_r の関係

キーワード：ポリマー地盤改良土, CU 三軸試験, 動的変形特性, 変形・強度特性

連絡先： 107-0052 東京都港区赤坂 2-15-16 TEL：03-3582-3373, FAX：03-3582-3509

図4と図5は、ポリマー改良土（配合1）と豊浦砂に関する三軸繰返し試験での小ひずみと大ひずみレベルにおける軸差応力と軸ひずみの関係を対比した結果である。小ひずみレベルでは、砂に比べると、ポリマー改良土はせん断剛性 G が小さく減衰比 h がかなり大きい（図4）。このことから、ポリマー混合土は交通荷重による地盤振動のようや、微小ひずみレベルでの振動低減効果が期待できる。しかし、大ひずみレベルでは、せん断剛性は砂に比べて格段に小さいものの、減衰比 h も小さいことが確認できる。



写真1 配合1 供試体の CU せん断試験前の状態

写真2 配合1 供試体の CU せん断試験後の状態

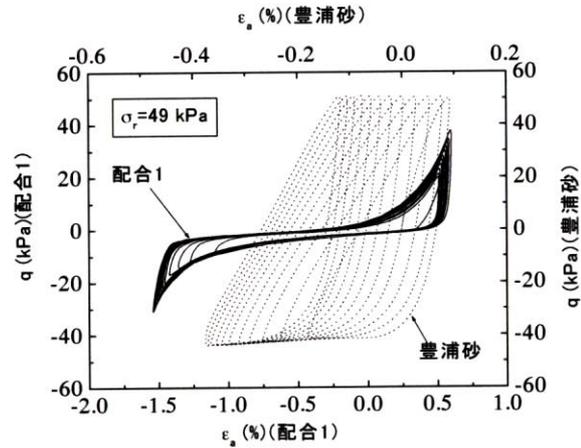
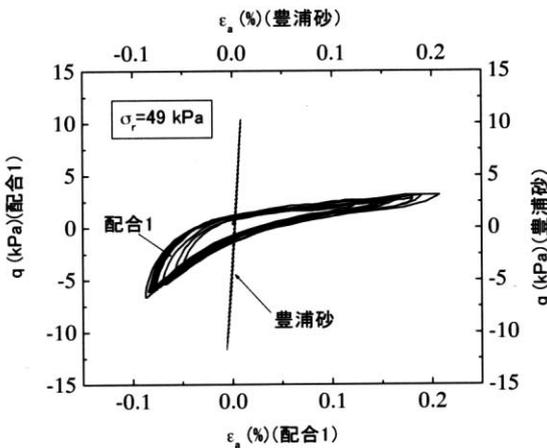


図4 小ひずみレベルでの軸差応力と軸ひずみの関係

図5 大ひずみレベルでの軸差応力と軸ひずみの関係

図6は、ポリマー改良土（配合1）及び豊浦砂に関する三軸繰返しでの $G \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ の関係である。せん断ひずみ γ の増加につれポリマー改良土の G/G_0 は低下し、その低下率は豊浦砂よりやや大きい。また、拘束圧 σ_r が小さいほど低下率は大きい。一方、ポリマー改良土の減衰比は、特に小ひずみレベルでの減衰が大きく、せん断ひずみの増加につれさらに増加する。しかし、ひずみレベルが大きくなると減衰比は逆に減少する。また、ポリマー改良土の大ひずみレベルでの減衰比は、拘束圧に依存しない。

4. おわりに 三軸圧縮試験及び三軸繰返し試験よりポリマー改良土は次のことが確認できた。①大変形時でもせん断破壊はほとんど生じない、②小ひずみレベルでの減衰が極めて大きい、③土に比べて変形係数は極めて小さい。

今後はポリマー改良土のこれらの特性を考慮して、適用方法や施工法の検討を行うとともに、物理・化学的な長期安定性について検討する予定である。

参考文献：

- 1) 平山, 館山, 矢口, 垂水, 花森, 蔣: ポリマー地盤改良剤の選定に関する検討, 土木学会第56回年次学術講演会, 2001.10
- 2) 館山, 平山, 矢口, 垂水, 花森, 田村: ポリマー地盤改良土の基本特性, 土木学会第56回年次学術講演会, 2001.10

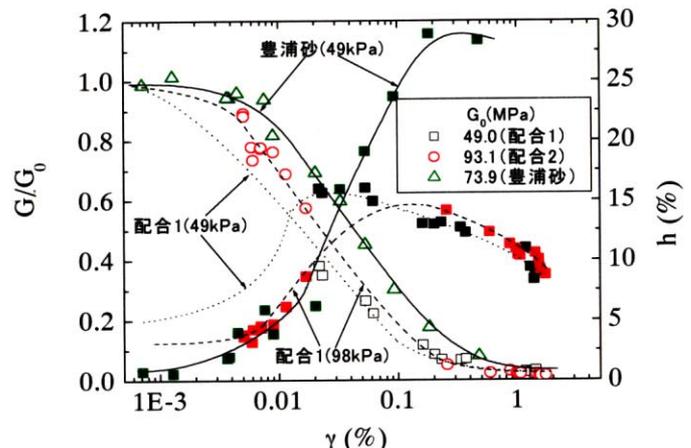


図6 $G \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ の関係