

Ⅲ-715

吸水性高分子混合軽量化土の強度変形特性

日本大学理工学部 正会員 巻 内 勝 彦 峯 岸 邦 夫
日本大学大学院 学生員 ○ 上 野 嘉 之 島 根 米三郎

1. まえがき

地盤改良工法の一つとして、軽量盛土工法はその効果が比較的確実なことから軟弱層の厚い地盤や高圧縮性地盤、山岳地の傾斜地盤において、また、都市部においても施工敷地幅に制限がある場所や、既設構造物に近接して土構造物を構築する場合に有効な工法として注目されている。

土を主材料とする軽量盛土工法としては、EPS工法、気泡混合盛土工法、発泡ビーズ混合盛土工法などが挙げられるが、その適用にあたってはその改良される地盤の目的に応じて適切な工法の選択が必要である。また最近では地盤改良の対象となる場所では、建設工事に伴って発生する建設残土の対策も切実な問題となっている。そのような観点から、現場発生土の有効利用も想定し、高含水比粘性土に吸水性樹脂、固化材、水を混合して作成した軽量化改良土を用いて、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験（繰返し、静的UU）、圧密試験およびフー試験を行なった。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料土は、船橋市日大二和校地にて採取した関東ローム（火山灰質粘性土 VI_{cl} 、自然含水比 $w_n = 108\%$ 、湿潤密度 $\rho_t = 1.43 \text{ g/cm}^3$ 、間隙比 $e_n = 3.80$ 、飽和度 $S_r = 80.4\%$ 、粘着力 $c = 107 \text{ kPa}$ 、せん断抵抗角 $\phi = 7.07^\circ$ ）である。吸水性樹脂にはイソブチレン-無水マレイン酸系の高分子を原料とする球状高吸水性樹脂を使用し、その混入率は試料土の炉乾燥質量に対して10、7、5%の3条件とした。固化材として普通ポルトランドセメントを添加し、添加量は全ての配合に対して 200 kg/m^3 とした。含水比は、試料土に蒸留水を加え300、400、500%の3条件で行った。それらの配合条件、湿潤・乾燥密度および体積収縮率を表-1に示す。養生期間はモールドの中に完全密封状態とし、養生日数は7、14、28日の3段階と設定した。

3. 結果および考察

図-1は、配合条件 300-7 の場合の一軸圧縮試験結果である。ひずみが小さい範囲では応力の発現に遅れが認められるが、ひずみの進行が1%前後から応力とひずみの比例関係が確認できる。28日養生試料では、最大圧縮応力の発生後は残留応力がほとんど発生しないままピークから急激な強度低下を示すことが分かる。

図-2は、一軸圧縮強さと初期補正を施した初期接線係数 E_i との関係を示したものである。

図-3は、一軸圧縮強さと割線係数 E_{so} との関係を示したものである。図-2、3より樹脂混入率と強度・変形係数間には密接な関係が認められ、樹脂混入率が高いほど試料中の水分が樹脂に吸水され土粒子間の水

表-1 配合条件および物理的性質

含水比 (%)	吸水性樹脂混入率 (%)	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	体積収縮率 C (%)	略 称
300	10	1.28	0.55	5.41	300-10
400	10	1.27	0.52	8.39	400-10
500	10	1.27	0.59	6.27	500-10
300	7	1.28	0.57	8.80	300-7
400	7	1.28	0.52	8.53	400-7
500	7	1.26	0.53	3.37	500-7
300	5	1.30	0.56	5.91	300-5
400	5	1.28	0.54	7.58	400-5
500	5	1.30	0.56	8.10	500-5

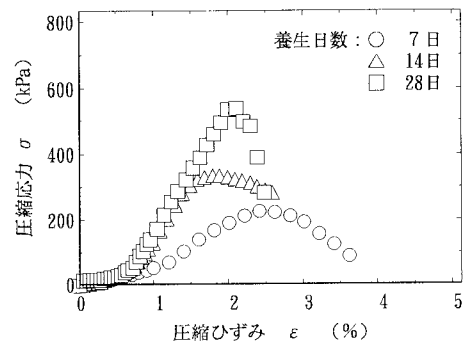


図-1 圧縮応力とひずみの関係 (300-7)

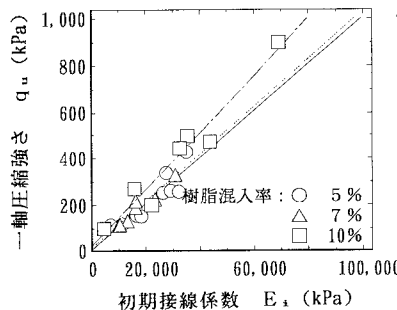


図-2 一軸圧縮強さと初期接線係数の関係

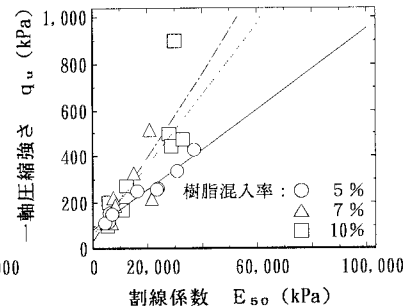


図-3 一軸圧縮強さと割線係数の関係

分が減少するため、高い強度発現が得られる結果となった。

図-4は、配合条件 300-7 で養生日数7日の試料についての三軸圧縮試験（UU）をモールの破壊応力円で示したものである。この破壊包絡線から、せん断抵抗角は $\phi = 12.3^\circ$ ，粘着力は $c = 135\text{kPa}$ となり、不攪乱の関東ローム試料土に比べてやや高い値を示し、固化材添加の影響を受けていることがわかる。

図-5は、圧密試験による間隙比 e と圧密圧力 p と関係を示したものである。いずれの試料も初期間隙比は非常に高く、最終荷重段階においても $e = 3 \sim 4$ の値を示し軽量土としての高い間隙比を有している。また、関東ロームの不攪乱試料土の傾向と同様に過圧密領域と正規圧密領域が明確に現れ、圧密降伏応力を超えると間隙比の低下は顕著となる。

図-6は、繰返し三軸圧縮試験の結果の一例である。応力比とは静的三軸圧縮試験による最大圧縮強さに対する繰返し軸圧縮応力をいう。この図から応力比が高くなると繰返し破壊に至ることがあり、繰返し応力下では弾性ひずみがほぼ一定の値を示したことにより全ひずみは塑性ひずみに起因しているといえる。低い応力比および拘束圧の場合ではひずみの進行は微小であるが繰返し応力下の破壊は認められた。

表-2は、一軸圧縮強さと粘着力成分 c との関係を示したものである。一般的な飽和粘性土に比べて $2c/q_u$ は若干高い値を示し、樹脂混合土は拘束圧の影響を受けやすい性質を示した。

表-3は、圧密降伏応力と一軸圧縮強さの関係を示したものである。普通の土の比へて p_c/q_u は非常に高く圧密過程において徐々に供試体から水分が排出するため含水比が低下し高い値を示したと考えられる。

4 あとがき

本実験より以下に示すことが明らかとなった。

- 1) 樹脂混合土は不攪乱関東ローム試料土より密度低下は僅少であるが、軽量化はなされた。
- 2) 一軸圧縮強さ、初期接線係数および割線係数は、吸水性樹脂混入率と養生日数に比例して増加する。
- 3) 固化材添加の影響により若干高い粘着力成分を有する。
- 4) 初期間隙比は非常に高く、圧密降伏応力を超えると間隙比の低下が顕著に現れる。
- 5) 繰返し応力下では、応力比 0.7以上で破壊に至りやすい傾向が認められた。
- 6) 樹脂混合土の $2c/q_u$ は、一般的な飽和粘性土より高い。
- 7) p_c/q_u は非常に高い値を示し、強度設計する場合にはこの関係を十分留意する必要がある。

【謝辞】 本実験を行なうに当っては、本学学生勝瀬哲史、佐藤剛両君の協力を得た。ここに記して謝意を表します。

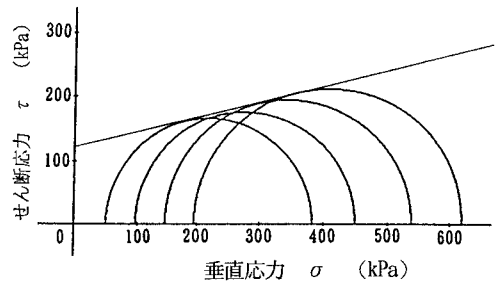


図-4 モールの破壊応力円 (300-7)

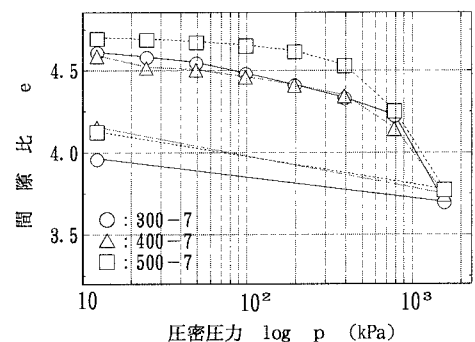


図-5 $e - \log p$ 曲線

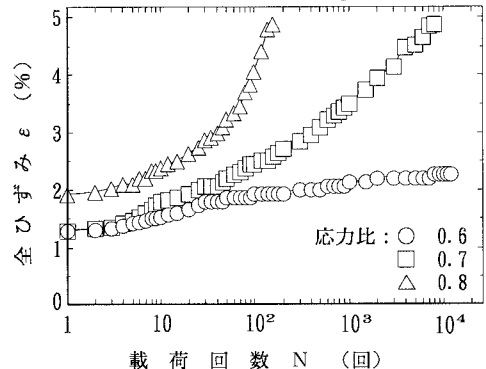


図-6 繰返し応力下の全ひずみ (300-7: 拘束圧147kPa)

表-2 一軸圧縮強さと粘着力の関係

試料名	q_u (kPa)	c (kPa)	$2c/q_u$
300-5	256.1	167.5	1.31
300-7	226.1	134.9	1.19
300-10	513.4	292.5	1.14

表-3 圧密降伏応力と一軸圧縮強さの関係

試料名	p_c (kPa)	q_u (kPa)	p_c/q_u
300-7	920.0	340.0	2.71
400-7	590.0	160.0	3.69
500-7	520.0	150.0	3.47