

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
 日本大学理工学部 学生員 勝 瀬 哲 史 佐 藤 剛

1 まえがき

ここ数年、わが国では地盤改良工法の一つとして軽量材を用いた工法が脚光を浴びるようになってきた。また国土面積が狭いため、軟弱層の厚い地盤や圧縮性の高い地盤、山岳地の傾斜地盤において、種々の土構造物が構築されることが少なくない。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ことが近年増加し、土構造物としての安全性や機能向上が求められるとともに、周辺地盤への影響も考慮した設計、施工、管理が重要になってきている。このようなニーズに応えるために多様かつ特徴を有する各種の工法の研究・開発がなされ、軽量盛土工法はその効果が比較的確実なことから注目されている工法である。

軽量盛土工法として、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を選択が必要である。また最近では地盤改良の対象となる場所では、建設工事に伴って莫大な量の建設残土が発生し、その発生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を想定し、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(UU)、圧密試験およびフロー試験を行なった。

2 試料および実験方法

本実験では、試料土に火山灰質粘性土である関東ローム（船橋市日大二和校地にて採取、自然含水比 $w_n = 108.0\%$ 、湿潤密度 $\rho_w = 1.43\text{g/cm}^3$ 、間隙比 $e_n = 3.8$ 、飽和度 $S_r = 80.36\%$ ）を用いた。吸水性樹脂はイソブチレン-無水マレイン酸系の高分子を原料とされる球状高吸水性樹脂を用い、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。固化材は、市販されている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 200kg/m^3 で統一した。含水比は、試料土の炉乾燥質量に対して300、400、500%の3条件で行った。それらの配合条件を表-1に示す。養生期間中は完全密封状態とし、養生日数は7、14、28日の3段階とし、それらについて一軸圧縮試験、三軸圧縮試験および圧密試験を行った。フロー試験は、混合した試料土をソイルミキサーで練る際の経過時間5～30分の間において5分毎のフロー値を測定した。

3 結果および考察

図-1は、配合条件300-7の供試体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見られるが、ひずみが1%前後から応力とひずみの比例関係が認められる。28日養生試料の最大圧縮応力の発生前後は、残留応力がほとんど

表-1 配合条件

含水比 (%)	吸水性樹脂 混入率 (%)	湿潤密度 (g/cm^3)	略 称
300	10	1.28	300-10
400	10	1.26	400-10
500	10	1.24	500-10
300	7	1.30	300-7
400	7	1.30	400-7
500	7	1.30	500-7
300	5	1.29	300-5
400	5	1.29	400-5
500	5	1.29	500-5

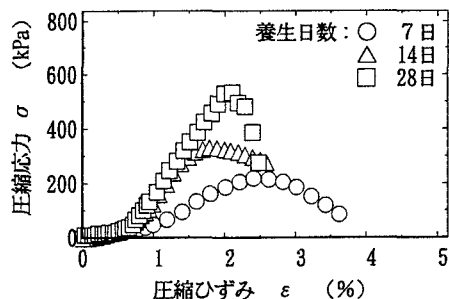


図-1 圧縮応力と圧縮ひずみの関係 (300-7)

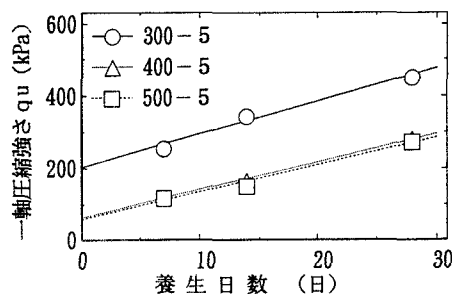


図-2 一軸圧縮強さと養生日数の関係

ど発生せず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 q_u と養生日数の関係を示したものである。各条件ともに経過日数と共に q_u の発現が高くなり、28日養生以降も強度が増加する傾向が予想される。また、含水比300%の条件が今回の試験範囲内では、一番強度発現が望める結果が得られた。

図-3は、各条件より得られた一軸圧縮強さとその応力-ひずみ曲線より算出された初期補正した初期接線係数 E_i の関係を示したものである。この初期接線係数は一軸圧縮強さにほぼ比例し、比例定数として $E_i = 80 q_u$ の近似式が得られた。

図-4は、配合条件300-7で養生日数7日の試料を三軸圧縮試験(UU)を行い、その結果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、一般的な飽和土のようにせん断抵抗角が $\phi = 0^\circ$ とはならず $\phi = 12.3^\circ$ 、粘着力は $c = 134.9 \text{ kPa}$ となり、乱さない状態の関東ローム試料土に比べて高い値を示し、固化材の添加の影響を受けていることがわかる。

図-5は、圧密試験の各荷重段階ごとに得られる間隙比 e とその時の圧密圧力 p との関係と示したものである。各条件共に初期間隙比は非常に高く、最終荷重段階においても $e = 3.5$ 前後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、関東ロームの不擾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た。

図-6は、セメントを混合した試料土の流動性を示す指標として一般的に用いられているフロー試験(JIS R 5201)を行い、その試験から得られるフロー値とその練り時間との関係を示したもので、含水比300%について吸水性樹脂の混入率別の結果である。時間の経過と共にフロー値は増加し、ある時間をピークとしてその値は減少傾向を示している。前半のフロー値の増加は混合する絶乾状態から吸水性樹脂をあらかじめ100倍程度吸水させたため、その過剰な水分が放水して起こった現象であり、後半は、放水が終了し固化材が硬化過程に進んだことを示すものと考えられる。

4 あとがき

今回の実験から以下に示すことが明らかとなった。

- ① 一軸圧縮強さは、含水比に反比例して低下するが、吸水性樹脂混入率と養生日数に比例して増加する。
- ② 混合土は不擾乱試料と同様に不飽和状態となりせん断抵抗角を有し、また固化材添加の影響により比較的高い粘着力を示した。
- ③ 初期間隙比は非常に高く、圧密降伏応力以下では軽量土として十分な間隙比を保持するが、圧密降伏応力を越えると間隙比の低下は顕著に現れる。
- ④ 混合土の流動性は、混練り開始当初フロー値は増加するがある時間を境に硬化過程に入ると値は減少する傾向が見られた。

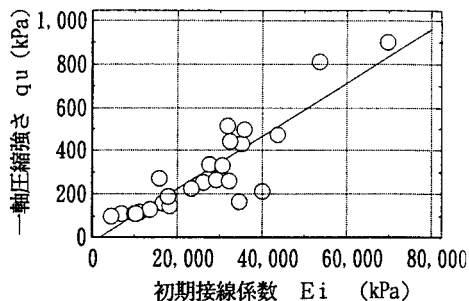


図-3 一軸圧縮強さと初期接線係数の関係

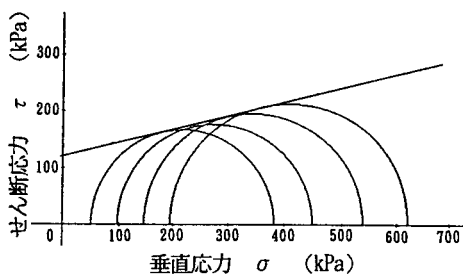


図-4 モールの破壊応力円

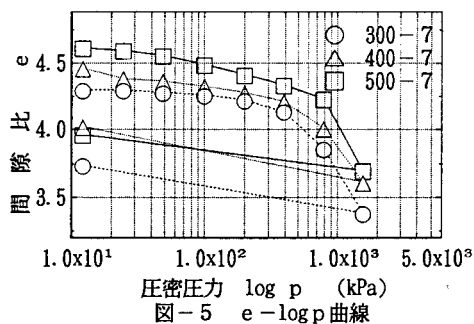


図-5 $e - \log p$ 曲線

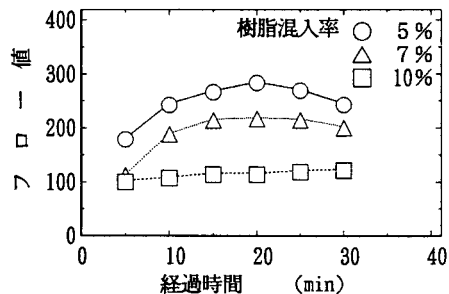


図-6 フロー値と経過時間の関係