

埋設管の埋戻し材として用いた発泡ビーズ混入軽量化土の動的荷重下における応力低減効果

日本大学理工学部 学生会員 ○関 里美
日本大学理工学部 正会員 山中 光一
日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫

1. はじめに

発泡ビーズ混入軽量化土は、埋戻し土として用いることによって、地盤内の土圧を軽減することができる地盤材料である。谷口ら¹⁾の研究では、埋設管の埋戻し材として発泡ビーズ混入軽量化土を用いた際、埋設管に作用する地盤内鉛直応力を低減し、埋設管の耐用年数の増加が期待されると示している。しかし、地盤内の応力挙動は静的荷重下におけるものであり、動的荷重下における埋設管に影響する地盤内の応力挙動は明らかにされていない。そこで本研究では、一軸圧縮強さ 150kN/m²に設定した山砂および発泡ビーズ混入軽量化土の模型地盤を作製し、動的荷重下における発泡ビーズ混入軽量化土の応力低減効果を把握することを目的とした。

2. 試料土

試料土は、母材に千葉県東金産の山砂($\rho_s=2.592\text{g/cm}^3$, $D_{50}=0.075\text{mm}$, $U_c=4.5$, $U_c'=2.5$), 安定材に普通ポルトランドセメントを使用した。発泡ビーズ混入軽量化土は、軽量化材として発泡ビーズ($\rho_s=0.033\text{g/cm}^3$, $D=1.40 \sim 2.50\text{mm}$)を湿潤密度が $\rho_t=1.1\text{g/cm}^3$ となるように、山砂の乾燥質量に対して 2.56%混入させた。安定材は、一軸圧縮強さ 150kN/m²になるように山砂の乾燥質量に対して、山砂のみは 1.6%, 発泡ビーズ混入軽量化土は 4.7%混入した。作製した発泡ビーズ混入軽量化土を写真-1に示す。

3. 試験概要

3. 1 非圧密非排水三軸圧縮試験(UU 試験)

本試験は、山砂および発泡ビーズ混入軽量化土の強度変形特性を把握するため、非圧密非排水三軸圧縮試験(UU 試験)を行った。供試体は直径 5cm, 高さ 10cm になるように、2.5kg ランマーを用いて締め固めエネルギー $E_c=550\text{kJ/m}^3$ を基に3層5回で締め固めて作製し、7日間養生後に試験を行った。拘束圧は $\sigma_r=20\text{kN/m}^2$, 50kN/m^2 , 100kN/m^2 に設定した。試験条件を表-1に示す。

3. 2 繰返し載荷試験

本試験は、動的荷重下における発泡ビーズ混入軽量化土の応力低減効果を把握するため、作製した模型地盤に対して繰返し載荷試験を行った。模型地盤は、図-1に示す模型土槽内に試料を充填し、厚さ 100mm になるまで締め固め、7日間養生後に試験を行った。地盤内応力は、載荷板直下の土槽底面に土圧計を設置し測定した。試験は、一軸圧縮強さ 150kN/m²に対する応力比 0.8 (120kN/m²) に設定し、sin 波, 5Hz, 50000 回の繰返し載荷を行った。試験結果は、載荷回数と沈下量および地盤内鉛直応力を載荷圧力で正規化した値の関係から、発泡ビーズ混入軽量化土を使用した際の動的荷重下における地盤内の応力挙動を考察した。



写真-1 発泡ビーズ混入軽量化土

表-1 非圧密非排水三軸圧縮試験条件

No.	試料土	軽量化材 混入率 [*] (%)	安定材 混入率 [*] (%)	一軸圧縮強さ (kN/m ²)	拘束圧 σ_r (kN/m ²)	養生日数
1	山砂	-	1.61	150	20	7日
2					50	
3					100	
4	発泡ビーズ 混入軽量化 土	2.56	4.7		20	
5					50	
6					100	

^{*}山砂の乾燥質量に対する比率

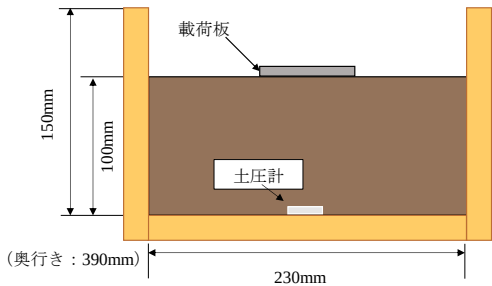


図-1 模型地盤概略図

キーワード 軽量土, 埋戻し, 安定処理, 地盤内応力

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL : 047-469-5217

4. 試験結果および考察

4. 1 UU 試験から得られた強度・変形特性

各条件の拘束圧と最大主応力差の関係を図－2に示す。図より、拘束圧 20kN/m²、50kN/m²における最大主応力差は発泡ビーズ混入軽量化土の方が山砂より大きな値を示したが、拘束圧 100kN/m²では山砂より小さい傾向を示した。これは、発泡ビーズ混入軽量化土に大きい拘束圧が加わると、供試体内の発泡ビーズが圧縮され、強度が低下したためと考えられる。また、UU 試験で得られた強度定数を表－2に示す。粘着力 c_u は発泡ビーズ混入軽量化土の方が大きい値を示したが、せん断抵抗角 ϕ_u については大きな差異は見られなかった。これは、発泡ビーズ混入軽量化土の方が、安定材混入率が大きいため、安定材の影響により c_u が増加したと考えられる。

4. 2 繰返し载荷での埋設管に及ぼす土圧の影響

各条件における载荷回数と変位量の関係を図－3に示す。図より、载荷初期の段階では発泡ビーズ混入軽量化土の方が変位量は大きい、载荷回数 10000 回以降は大きな差異は見られないことがわかる。これは、圧縮性の高い発泡ビーズが含まれている発泡ビーズ混入軽量化土の方が、繰返し载荷により供試体が密な状態になるまでに载荷回数を要するためではないと考えられる。

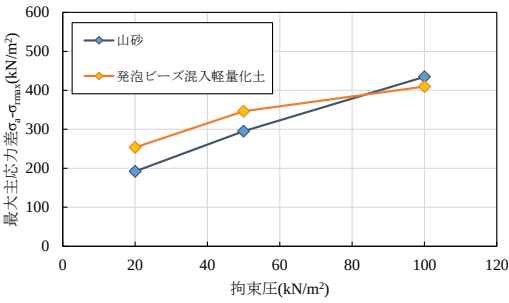
地盤内応力を载荷圧力で正規化した値 (σ_z/p) と载荷回数の関係を図－4に示す。 σ_z/p は、0 に近いほど地盤内応力が軽減されていることを示している。図より、山砂は载荷回数が増加すると σ_z/p は増加する傾向を示した。これは、载荷回数が増える毎に地盤最下部にかかる応力が増えている傾向を示している。一方、発泡ビーズ混入軽量化土は、载荷回数が増加すると σ_z/p は一定の傾向を示し、その後減少傾向を示した。これは、球体状の発泡ビーズが含まれているため、作用した荷重が分散しやすくなったためにこのような結果になったと考えられる。その傾向は、繰返し荷回数が増加することにより模型地盤が密な状態になり、発泡ビーズによる分散の影響が顕著に現れたと考えられる。

以上の結果を踏まえると、本研究で使用した条件の発泡ビーズ混入軽量化土は、同じ一軸圧縮強さの山砂より発泡ビーズが含まれることにより応力が分散して土圧を軽減することが可能である。そのため、発泡ビーズ混入軽量化土を用いることで動的荷重下においても埋設管の耐用年数の増加や埋設管の埋設位置を浅くすることが可能であると考えられる。

5. まとめ

- ① 埋戻し材を想定した発泡ビーズ混入軽量化土の動的荷重下における挙動は、同じ一軸圧縮強さの山砂と比べて一定の傾向を示し、载荷回数が増えても荷重軽減が可能である。
- ② 発泡ビーズ混入軽量化土を埋戻し材として使用することで、動的荷重下においても耐用年数の増加や埋設位置の浅層化が期待される。

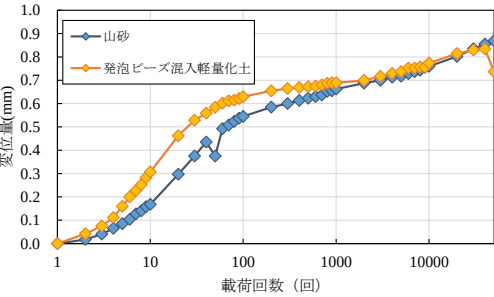
参考文献 1) 谷口成樹, 山中光一, 峯岸邦夫: 埋設管の埋戻し材として用いた発泡ビーズ混入軽量化土の力学特性および応力低減効果, 第 53 回地盤工学研究発表会, pp.601-602, 2018.7.



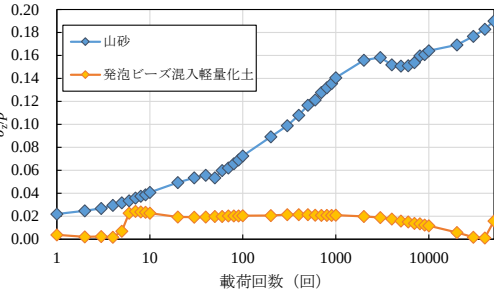
図－2 拘束圧と最大主応力差の関係

表－2 粘着力とせん断抵抗角

試料土	拘束圧 σ_r (kN/m ²)	粘着力 c_u (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ_u (°)
山砂	20	39.6	35.8
	50		
	100		
発泡ビーズ混入 軽量化土	20	59.6	30.2
	50		
	100		



図－3 载荷回数と変位量の関係



図－4 载荷回数と σ_z/p の関係