

軽量混合土の強度・変形特性に及ぼす軽量材の影響

九州大学工学部 学○富永智矢 九州大学大学院 工学研究科 落合英俊
九州大学大学院 工学研究科 正 安福規之 九州大学大学院 工学研究科 正 大嶺 聖

1. はじめに

気泡や発泡スチロールを混合した軽量地盤材料は、軽量性に優れ、所定の強度を確保しつつ沈下を軽減することができる。この利点を活かして軟弱地盤上の盛土における地盤への荷重軽減、垂直壁を有する盛土における壁面への土圧軽減などの工法に用いられている。一方で、軽量かつ高強度の材料を作製するためには、軽量材混合量とセメント添加量を増加させることが必要であるが、この場合は脆性的な性質を示すため、その強度特性を改善することが望まれている。また、近年様々な環境問題、中でも廃棄物の問題は年々深刻さを増し、その処理方法や、リサイクル方法の確立が急務である。そこで本研究では、気泡混合軽量土と発泡スチロール混合軽量土の強度・変形特性を比較し、軽量材の及ぼす影響について考察する。また、廃棄物に模したナイロン糸を混合することによってどの程度強度特性が改善されるかを明らかにし、軽量土に短繊維を混合することの有効性を評価する。

2. 供試体及び試験方法

試料は含水比 100%のカオリン粘土(土粒子密度 2.70g/cm^3 、液性限界 50.6%)に普通ポルトランドセメントを 300kg/m^3 添加して十分練り返した後、発泡スチロール片($1.0 \times 1.0 \times 1.0\text{cm}$ の立方体、密度 0.03g/cm^3)、または気泡(動物性蛋白系気泡剤を蒸留水で 50 倍に希釈し、気泡発生装置を用いて気泡の単位体積質量が 0.06g/cm^3 となるように発泡)を混合して作製した。また、ナイロン糸は市販のたこ糸(密度 0.95g/cm^3)を 40mm に裁断し、体積含有率(供試体全体積に占めるナイロン糸の割合)4%で混合した。供試体は幅 $10 \times 10\text{cm}$ 、高さ 20cm の直方体であり、 20°C で 4 日間養生した後に一軸圧縮試験を行った。また試験時の軸ひずみ速度は $1.0\%/min$ とした。

3. 試験結果と考察

3.1 気泡混合軽量土と発泡スチロール混合土の一軸圧縮特性

一軸圧縮応力 q をせん断初期のピーク強度 $q_{\max}$ で正規化した $q/q_{\max}$ と軸ひずみ ϵ の関係(供試体密度 1.3g/cm^3)を図-1 に示す。どちらも軸ひずみ 1%程度で最大圧縮強度に達し、直後に急激に応力低下を示しているが、その後は異なる挙動を示した。図-2 には発泡スチロール片混合土の最大強度および残留強度と軽量材混合率の関係、図-3 には気泡混合土のそれを示す。ここで残留強度とは、応力がほぼ一定となる軸ひずみ 5%時の一軸圧縮強度であり、大変形が

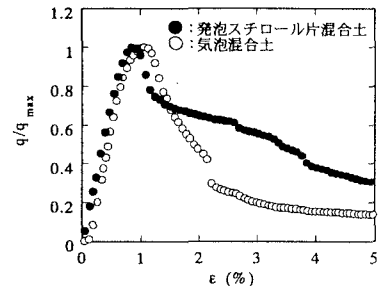


図-1 一軸圧縮試験結果

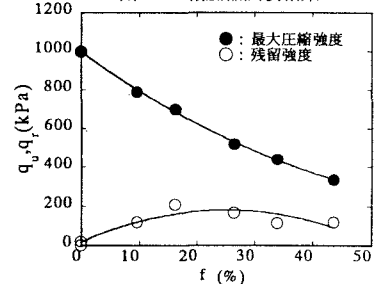


図-2 発泡スチロール混合土の一軸圧縮強度と軽量材含有率の関係

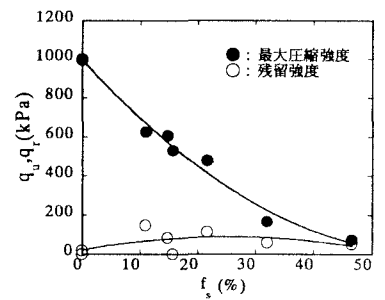


図-3 気泡混合土の一軸圧縮強度と軽量材含有率の関係

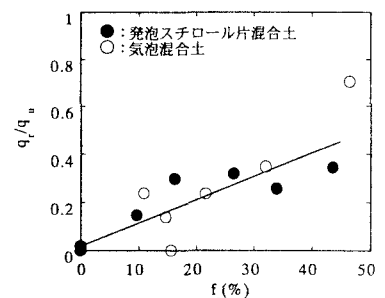


図-4 軽量材含有率と最大圧縮強度に対する残留強度の比の関係

起きた際にどの程度の耐力があるかを知るためにも重要な指標であると考えられる。図-4には最大圧縮強度に対する残留強度の比の関係を示す。 q_r/q_u は軽量材含有率の増加とともに大きくなる。図-2と図-3を比較すると、発泡スチロール混合土の方が最大圧縮強度、残留強度ともに大きくなっている。これは気泡はその部分が空隙であるのに対して発泡スチロールは骨格の一部として応力のいくらかを分担しているものと考えられる。その一方で、図-4の、いわゆる脆性的な性質の指標である最大圧縮強度に対する残留強度の比のグラフを参照すると、両者の性質には明確な差異はほとんど見られない。

3.2 ナイロン糸を混合した発泡スチロール混合土の一軸圧縮特性

短繊維を混合することで気泡軽量土の脆性が改善されることが従来の研究において示されている¹⁾。本研究では、発泡スチロール混合土の脆性的な性質を改善することを考える。具体的には、ナイロン糸を短繊維状に切断したものを混合することによって、どの程度脆性的な性質が改善されるかを考察する。図-5に一軸圧縮試験結果(供試体密度約1.45g/cm³)を示す。セメント安定処理土の試験結果と比較すると、発泡スチロールを混合することにより若干粘り強くなっているが、短繊維を混合することによって、明らかに脆性的な性質が改善されていることが分かる。次に、図-6に最大圧縮強度に与える短繊維混合の影響、同じく図-7に残留強度に与える影響について示した。これらの結果より、ナイロン糸を混合しても最大圧縮強度には明確な影響を与えないが、残留強度には大きな違いが見られる。図-8には、最大圧縮強度に対する残留強度の比と軽量材含有率との関係を示したものであるが、これを見ると、短繊維を混合すると、軽量材含有率が大きくなるに従って、 q_r/q_u が1.0に漸近している。このように、最大圧縮強度と残留強度の差が無くなり、粘り強い材料へと大きく改善されていることが明確に示された。つまりナイロン糸のような短繊維を混合することは軽量土の脆性的な性質の改善に有効である。

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 気泡と発泡スチロールを軽量材として用いる場合、同一の体積含有率において、発泡スチロールを混合した軽量土の方が若干強度は優れているが、脆性的な性質に大きな差異は見られない。
- 2) 発泡スチロール混合土に短繊維を混合しても、一軸最大圧縮強度に明確な影響を与えない。
- 3) 発泡スチロール混合土に短繊維を混合することによって残留強度が増加し、脆性的な性質が大きく改善される。

【参考文献】

- 1) 山本雅之、落合英俊、大嶺聖：プラスチック廃材を活用した気泡軽量地盤の支持力特性、土木学会西部支部研究発表会(2001) 講演概要集第1分冊 pp384-385

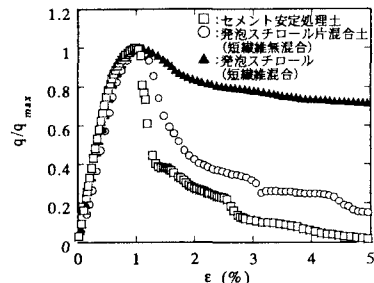


図-5 一軸圧縮試験結果

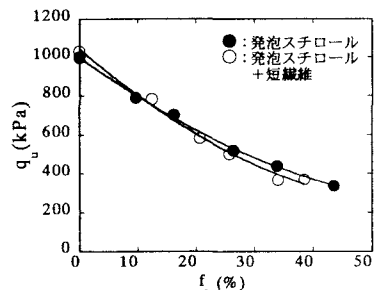


図-6 最大圧縮強度に与えるナイロン糸混合の影響

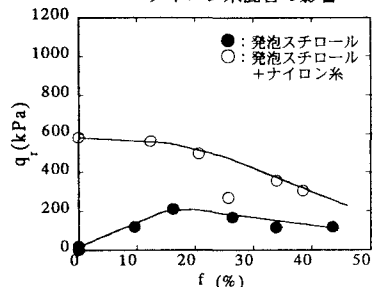


図-7 残留強度に与えるナイロン糸混合の影響

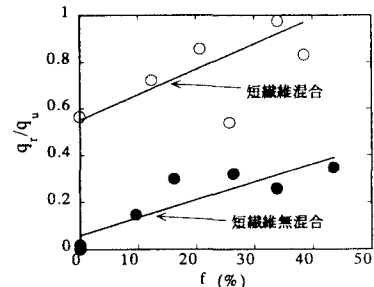


図-8 ナイロン糸混合の有無による最大圧縮強度に対する残留強度の比の関係