

1. 結 言

土舗装のメリットとしてはアスファルト・コンクリート舗装と比較して、土に固化材を添加して使用するため、景観性の高いより自然に近い舗装体を構築することができる。また、現場の発生土を用いて施工することが可能なため、残土処理の必要がなく合理的である。

現在、環境問題に対する関心は非常に高まっており、舗装においても環境に配慮が必要である。従来の主流となっているセメント・石灰系固化材は強いアルカリ性であり、灰色で景観性も悪く、環境に良いとは言えない。一方、マグネシウム系固化材は自然に存在するミネラル成分の酸化マグネシウムを主成分とし、有害な重金属を含んでおらず、弱アルカリ性のため、動植物にも無害であり環境に優しく安全であるため、環境面において優れた固化材として、近年注目されている固化材である。

しかし、土舗装は山岳地や寒冷地で見られる間隙水の凍結膨張によって、地盤が持ち上がり、剥離現象が起きて軟弱化してしまうことがある。そのため、補修作業・維持管理、除草作業において多大な労力と費用を必要としている。このような現象を防ぐため、地盤改良として結合材を混入させて土粒子間の結びつきを高める必要があるため、ウッドチップ等の結合材を添加した地盤改良の研究が行われている。

本研究では、東北大震災の被災地である東北地方の復興に役立てるように津波により堆積した土、流木を使用したウッドチップ等を用いて石巻市コミュニティハウスに使用するための土系舗装を作製した。現地で使用するため凍結融解に強く、寒冷地での使用に適した配合を調べるため、5種類の配合で供試体を作製し室内試験、現場施工試験をおこなうことで配合の違いによる性能の評価を行う。

2. 実 験 概 要

本研究では寒冷地である石巻市での使用に耐えうる凍結融解に強い土舗装の配合を調査するため、表-1に示す重量比の5種類の配合で、高さ10cm、直径5cmの円柱供試体を作成した。ウッドチップには配合することで土粒子間の結びつきを高める効果があり、ベントナイトは粒径が小さいため透水性を下げる効果があり、凍害に対して効果を持つと予想される。ベントナイトを土と同重量配合した結果、十分な強度が発現しなかったため、今回はその配合量を少なくし数種類の配合で供試体を作成した。また配合⑤で使用した固化材は、成分として他の配合で使用したものより石灰の割合が多いものを使用し、その強度等の違いを検討する。

今後これらを28日間養生した後に一軸圧縮試験を行い、十分な強度が発現しているか調査を行う。その後、凍結膨張対策を検討するため、凍結融解試験を行う。そのために飽和状態にするために水中に浸し、-20℃の冷凍庫で24時間凍結させ、室温で融解を行う。

この凍結融解作業を繰り返して、一軸圧縮試験を行なうことで、凍結融解回数に対する圧縮強度の変化を調査し、各配合の凍結融解に対する改良土の強度を明らかにしていく。

表-1 改良土の配合条件（重量比）

配合	固化材	石巻市 現地土	ウッド チップ	ベント ナイト	水分量
配合①	1	5	0.25	——	0.8
配合②	1	5	0.5	——	0.8
配合③	1	4.5	0.25	0.5	1
配合④	1	4	0.25	1	1
配合⑤	1	4.5	0.25	0.5	1

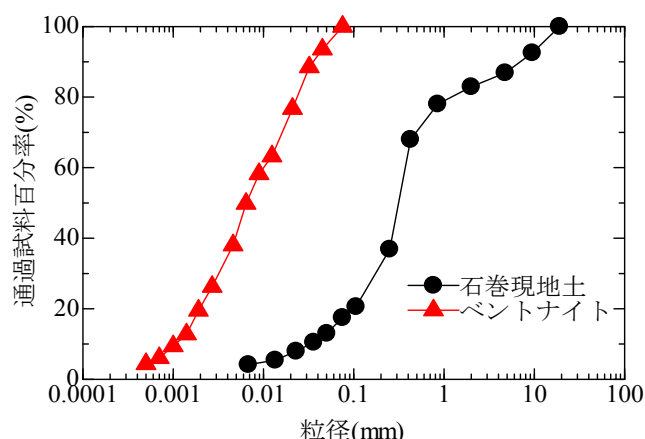


図-1 粒径加積曲（石巻市現地土）

3. 実験結果

供試体作製から 28 日養生後の一軸圧縮試験の結果を図-2, 凍結融解を 5 回, 10 回繰り返した後の試験結果を図-3, 図-4 に示す。

凍結融解を行っていない供試体ではどの配合も強度に大きな差はなかったが, 繰り返す行うことで配合の違いによる差が表れてきた。配合②と配合①等の強度を比較したとき, ウッドチップの配合量土の重量に対して 10%配合したものと比べて 5%ほど配合したものがより良い結果が得られた。固化材の成分をかえ, 同重量比で配合を行った配合③と配合⑤では, 最終的な結果に大きな差が生まれた。安価でマグネシウムの純度の低い固化材を使用した配合⑤は他の配合と比べても, 強度が得られなかった。

土とベントナイトを重量比 8:2 で配合した配合④がどの段階でも最も大きい強度を有していたが, 凍結融解回数が 5 回から 10 回に増える段階で, ほかの配合と同様に強度が大きく低下した。

表-2 材齢 28 日の供試体の物性

配合	含水比 (%)	湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	一軸圧縮強度 (N/mm ²)
配合①	1.99	1.572	1.542	2.295
配合②	2.50	1.457	1.421	2.053
配合③	3.34	1.549	1.499	2.077
配合④	3.80	1.563	1.505	2.200
配合⑤	2.37	1.555	1.519	2.328

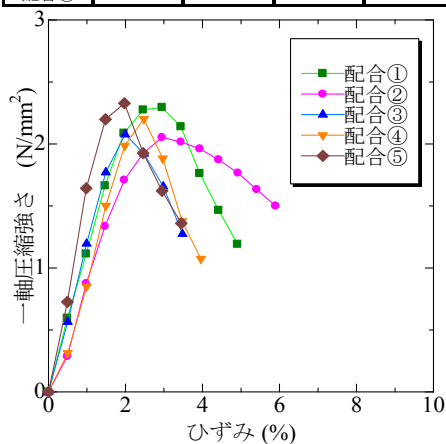


図-2 応力-ひずみ曲線

表-3 凍結融解回数 5 回時の物性

配合	含水比 (%)	湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	一軸圧縮強度 (N/mm ²)
配合①	3.44	1.512	1.461	1.504
配合②	3.07	1.393	1.352	1.626
配合③	3.35	1.519	1.469	1.472
配合④	5.09	1.469	1.398	2.372
配合⑤	5.19	1.463	1.391	1.340

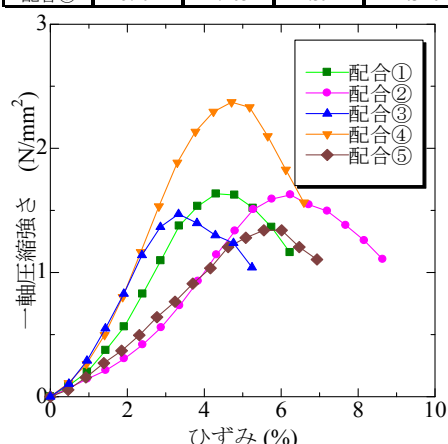


図-3 凍結融解回数 5 回時の応力-ひずみ曲線

表-4 凍結融解回数 10 回時の物性

配合	含水比 (%)	湿潤密度 $\rho_t(\text{g/cm}^3)$	乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	一軸圧縮強度 (N/mm ²)
配合①	3.43	1.511	1.461	1.026
配合②	3.90	1.307	1.258	0.588
配合③	5.05	1.453	1.384	1.083
配合④	4.14	1.454	1.406	1.402
配合⑤	3.45	1.395	1.348	0.723

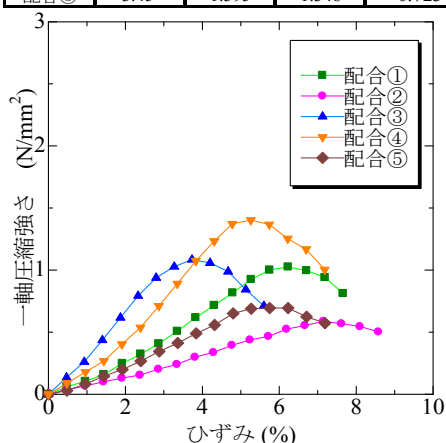


図-4 凍結融解回数 10 回時の応力-ひずみ曲線

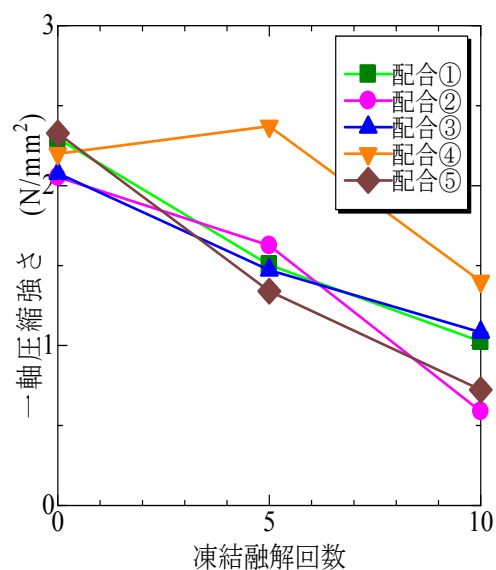


図-5 凍結融解回数 5 回時の応力-ひずみ曲線

4. 結 言

- 1) 結果から、現段階では現地土に対してベントナイトを 8:2 の割合で添加することで、凍害に対して効果を持つことが考えられる。
- 2) ベントナイトを土に対して 9:1 で添加した配合③では、ベントナイトを使用していない配合①と同様の結果となり、このことから透水性を低下させ凍害に対しての耐性を持たせるためには、ある程度十分な添加量が必要であることが予測される。
- 3) ウッドチップを結合材として添加することで粒子間の結合力を強くする効果があるが、その添加量が多すぎると密度が低下するためそれに伴い強度も低下すると考えられる。
- 4) ベントナイトには凍害に対して効果をもち、またその添加量によって強度や凍結膨張に対しての影響が大きく変化することがわかった。今後は今までの結果を踏まえた上で、ウッドチップ、ベントナイト等を用いて、より凍結膨張に強い土系舗装を作れるよう、配合を考えていく。

文 献

- 1) (社)地盤工学会, 土質試験 基本と手引き, 第 1 回改訂版 p. 151 2001
- 2) 環境・都市システム系教科書シリーズ 3 : 土質工学 コロナ社, pp.44-49, 2008