

プラスチック廃材を活用したセメント安定処理土の強度特性の改善

九州大学大学院 学 ○山本雅之 九州大学大学院 フェロー 落合英俊  
九州大学大学院 正 安福規之 九州大学大学院 正 大嶺 聖

1.はじめに

我が国では、年々増加する廃棄物の処理が大きな社会問題になっている。その中でも、年間約 950 万 t 排出されるプラスチック廃材は 24%が焼却、34%が埋立処分されており有効利用率は 50%に満たない<sup>1)</sup>。限りある資源を有効活用する上でも、これら廃棄物の再資源化技術を開発することは必要不可欠である。一方、セメント安定処理土はセメント添加量を変化させることで容易に所定の強度を得られる反面、強度の増加に伴い脆性的な性質を示す。そのため、プラスチック廃材を地盤工学的に有効利用する方法として、細長く裁断したプラスチック廃材を補強材として地盤材料に混合することがこれまでに提案されている<sup>2) 3)</sup>。本研究では PET ボトル、廃棄漁網、農業用ビニールシートなどのプラスチック廃材を補強材として混合したセメント安定処理土の一軸圧縮試験および圧裂引張試験を行い、強度特性の改善効果を検討する。

2.実験方法

試験に用いた供試体は、試料土として含水比を 100%(=2w<sub>L</sub>)に調整したカオリン粘土を用い、普通ポルトランドセメントを 100kg/m<sup>3</sup> 添加した後、混合材料を体積率で所定量混合して作製した。混合材料の混合率は 0, 2, 4%と設定した。一軸圧縮試験に用いた供試体について、プラスチック片を

表-1 混合材料の種類と形状

| 廃材の種類                   | PETボトル  | 廃棄漁網   | 農業用ビニールシート |
|-------------------------|---------|--------|------------|
| 混合材料                    | プラスチック片 | ナイロン糸  | ビニールシート    |
| 密度 (Mg/m <sup>3</sup> ) | 1.38    | 0.95   | 1.22       |
| 厚さ、直径 (mm)              | 厚さ 0.4  | 直径 0.8 | 厚さ 0.1     |
| 寸法 (mm)                 | 48×3    | 40     | 48×3       |
| 形状                      | 薄板状     | 紐状     | 薄板状        |

混合したものは 100×100×200mm の直方供試体とし、ナイロン糸およびビニールシートを混合したものはφ100×200mm の円柱供試体とした。圧裂引張試験には、いずれもφ150×75mm の円柱供試体を用いた。これらの供試体については、7 日間湿潤養生させた後に試験を行っている。なお、表-1 に混合材料の種類およびその形状を示す。

3.実験結果および考察

3.1 応力-変形特性

図-1 は、ナイロン糸を混合したセメント安定処理土の一軸圧縮試験から得られた圧縮応力-軸ひずみ関係である。試験結果より、セメント添加量 100kg/m<sup>3</sup> においては、ナイロン糸を混合したセメント安定処理土の最大圧縮強さが大きくなっている。また、最大強度に達した後もある程度の応力を保ち、粘り強くなっている。図-2 は、圧裂引張試験から得られた圧裂引張応力-圧縮率 (Δd/d) 関係である。d は供試体直径を示している。ナイロン糸を混合していないものは最大強度を示した後、脆性的な破壊に至っている。これに対して、ナイロン糸を混合したものは 2%程度の圧縮率で供試体にクラックが発生するため応力の低下が見られるが、ナイロン糸が発生したクラックをつなぎ止めるため、ある程度の残留応力を

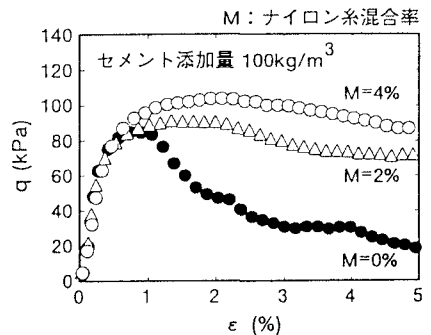


図-1 圧縮応力-軸ひずみ関係

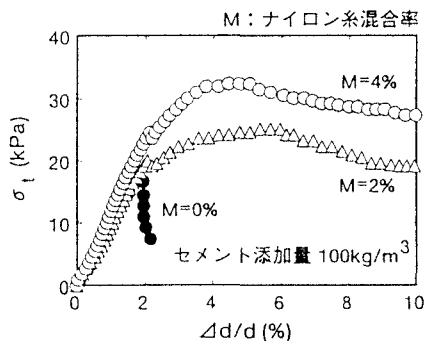


図-2 圧裂引張応力-圧縮率関係

保っている。なお、プラスチック片およびビニールシートを混合した場合も同様の傾向を示しており、改善効果がうかがえる。

### 3.2 強度特性の改善

強度特性の改善効果について、ここでは最大強度および粘り強さに着目し検討を行う。一軸圧縮試験より得られた  $q_u/q_{u0}$  と混合率の関係を図-3 に、圧裂引張試験より得られた  $\sigma_s/\sigma_{s0}$  と混合率の関係を図-4 に示す。ここで  $q_u/q_{u0}$  はプラスチック廃材を混合したセメント安定処理土の一軸圧縮強度と無混合の場合の強度の比であり、 $\sigma_s/\sigma_{s0}$  は混合処理土の圧裂引張強度と無混合の場合の強度の比である。セメント添加量  $100\text{kg/m}^3$  においては、いずれの混合材料を混合した場合も最大強度が増加しており、混合率 4%までは混合率が大きくなるにつれて強度が増加する傾向を示している。ただし、最大強度の改善効果はセメント添加量の影響を受ける。混合材料の種類により差はあるものの、いずれもセメント添加量  $100\text{kg/m}^3$  程度をピークにして、セメント添加量が大きくなるに従い効果が次第に低下する<sup>2)</sup>。また、混合材料の寸法も最大強度の改善効果に影響を与え、混合材料が細長い形状であるほど効果は大きい<sup>2)</sup>。

続いて、粘り強さの改善効果を検討するために、ここでは変形が大きく残留状態に近いと考えられる軸ひずみ 5%時の強度  $q_v$  に注目する。図-5 に、 $q_v/q_u$  と混合率の関係を示す。 $q_v/q_u$  は最大強度後の軟化の程度を表している。この値が大きいほど粘り強い材料であり、 $q_v/q_u=1$  は軟化が生じないことを意味している。プラスチック廃材を混合することで  $q_v/q_u$  の値は大きくなっており、安定処理土が粘り強い材料に改善されていることが分かる。また、改善効果については、ナイロン糸を混合したものが最も大きく、プラスチック片およびビニールシートを混合したものはおよそ同程度である。最大強度の場合と同様に、セメント添加量および混合材料の寸法により改善効果は変化するが、粘り強さの改善効果は混合材料の形状の影響を受け、紐状をしたものがより効果大きい。

### 4. まとめ

適切なセメント添加量を設定し、細長く裁断したプラスチック廃材を混合することで、セメント安定処理土の一軸圧縮強度および圧裂引張強度は増加し、粘り強さは改善される。このことより、様々なプラスチック廃材について地盤工学的有効利用が可能であることが示された。

#### 【参考文献】

- 1) (社) プラスチック処理促進協会 (1997 年), 1999 年 6 月発行 2) 築地健太郎・落合英俊・安福規之・大嶺聖・宮崎良彦: セメント安定処理土の強度改善効果に着目したプラスチック廃材の有効利用, 第 3 回地盤改良シンポジウム発表論文集, pp.169-176, 1998 3) 落合英俊・安福規之・大嶺聖・山本雅之: プラスチック廃材を利用した新たな地盤材料の活用, 第 3 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.125-130, 1999

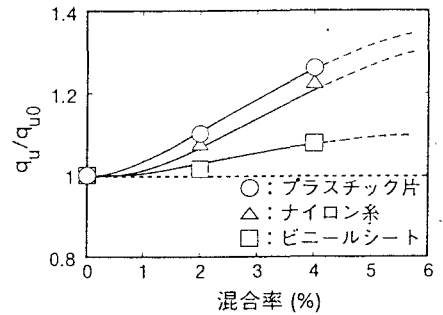


図-3 プラスチック廃材混合に伴う一軸圧縮強さの変化

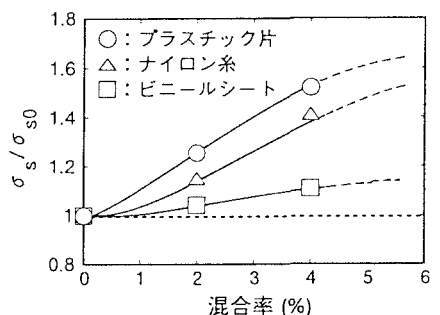


図-4 プラスチック廃材混合に伴う圧裂引張強さの変化

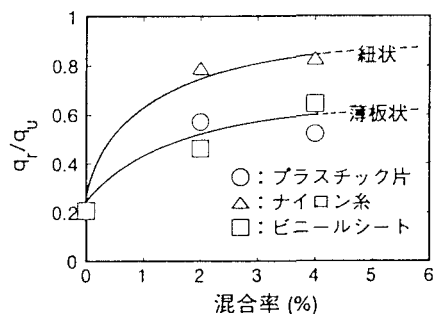


図-5 最大強度に対する軸ひずみ5%時の強度低下率