

学位論文紹介

修士論文概要

論文名：タイヤチップの抗土圧構造物への適用に関する研究

著者名：島田 里美

指導教員：大谷 順（熊本大学大学院自然科学研究科）

授与年月日：平成 21 年 3 月

本論文は、平成19年度より熊本大学大学院自然科学研究科修士課程にて大谷順教授のもとで行った研究成果である。以下に本修士論文の概要を示す。

古タイヤのリサイクル材であるタイヤチップを抗土圧構造物の裏込め材として利用することで、構造物に作用する土圧の低減効果が得られることが知られている。これまでに水中振動台を用いた構造物の残留変位低減に関する研究やタイヤの圧縮性能に関する研究等、様々な研究が行われており、タイヤチップを裏込めに用いることによる優れた耐震改善効果が確認されている。同時に、タイヤチップを抗土圧構造物の裏込め材として利用する際の合理的な配置方法の決定が急務となっており、タイヤチップと砂礫を混合したタイヤチップ混合砂の使用が現在検討されている。しかし、タイヤチップ単体およびタイヤチップ混合砂の基本的性質については未解明な点が多くあるのが現状である。そこで本研究では、研究の第一歩として最も単純なタイヤチップ単体およびタイヤチップ混合砂のせん断挙動を解明することを目的とし、一面せん断試験を採用した。また、供試体内部挙動を非破壊状態で観察することのできる X 線 CT を併用することで、せん断時における供試体内部の密度変化および粒子移動を定量的に評価することを試みた。具体的に、本研究ではタイヤチップ単体およびタイヤチップ混合砂におけるせん断挙動の解明を行い、その結果を基に裏込め材として利用するための適切なタイヤチップ混合率の提案を試みている。

使用材料は写真-1 に示したタイヤチップ、珪砂 3 号の二種類である。実験ケースは、タイヤチップおよび珪砂 3 号の単体供試体およびタイヤチップ混合砂（タイヤチップ体積混合率 50%および 20%）である。今回、X 線 CT 用一面せん断装置を用いた圧密定圧一面せん断試験を、拘束圧 100kPa において、圧密時間 10 分、せん断速度 6.0mm/min の条件下で行った。X 線 CT 撮影は初期状態、せん断変位 2.6mm、5.3mm、および 8.0mm の 4 ステップに分けて段階的に撮影した。

図-1 に一面せん断試験により得られた単体供試体およびタイヤチップ混合砂のせん断応力-せん断変位関係を示す。このグラフより、珪砂単体は明確なピークを示していることに対し、タイヤチップ単体はピークを迎えることなく単調に応力が増加しており、非常に弾性的な挙動を示している。タイヤチップ混合砂においては、タイヤチップの混合率が



写真-1 使用材料

低下するにつれてせん断初期の初期剛性が増加していることが確認できる。しかし、せん断変位 6.0mm に達すると珪砂単体の強度よりもタイヤチップ混合率 20%の混合砂の強度が大

きくなっており、少量のタイヤチップ混合率における混合砂においてはある変位量を超えた場合、砂単体の残留強度と同等またはそれ以上の強度を発揮するということがいえる。また、混合砂の応力経路は変位と共に応力が増加していくという弾性的なせん断挙動が支配的であり、20%程度の少量の混合率でも大きな弾性効果が得られる事を示唆している。X線CT撮影により得られた鉛直断面画像を基に、PIV解析によって算出したせん断ひずみ分布図を図-2に示す。鉛直断面画像は供試体中心をせん断方向と平行な角度で切りとった部分の断面画像である。この結果より、硅砂単体はせん断面付近において幅1cm程度の帯状のせん断ひずみの卓越した領域（せん断帯）がはっきりと形成されていることが確認できる。一方、タイヤチップ単体は小さなひずみが広範囲に広がっており、明確なせん断帯は確認できない。タイヤチップはある方向からの外力を受け圧縮されると、等方弾性体であるために外力に対する反力や載荷方向以外の方向に等方的に変形する力が作用する。よって、タイヤチップ粒子が変形して周囲の粒子との接触面が増加することにより応力分散効果が生じ、局所的な破壊が生じにくくなるものと考えられる。この応力分散効果はタイヤチップをクッション材として利用する際の土圧軽減効果および耐震効果に繋がるものであり、タイヤチップの重要な材料特性である。タイヤチップ混合砂においては、ほぼタイヤチップ単体と同様の傾向がみられ、小さなひずみが唇状に広がっており、タイヤチップの応力分散効果が十分に発揮されていることが確認できる。また、タイヤチップ混合砂においては硅砂単体で見られたような明確なせん断帯は発生していないことから、タイヤチップ-砂間において砂単体の状態と比較するとすべり面は生じにくいものと考えられる。

これらの結果より、タイヤチップを抗土圧構造物の裏込め材として利用する際のタイヤチップの混合率は、十分な強度を持ちつつ、タイヤチップの応力分散効果が十分に発揮され明確な破壊を生じ難い20%程度が適切ではないかと考えられる。しかし、詳細な検討を行うためには、より多くの混合率のケースでの検討が必要であり、今後の課題と言える。

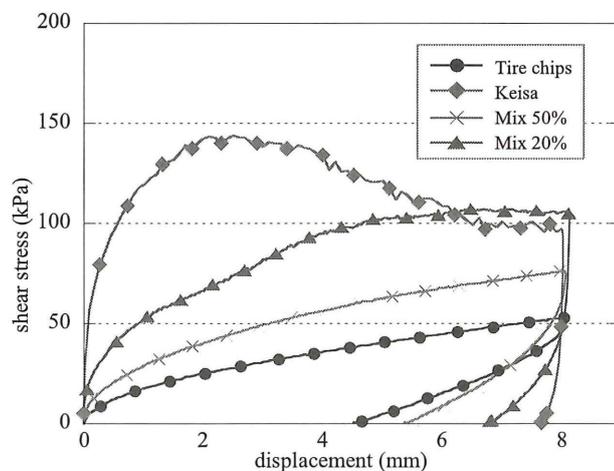


図-1 せん断応力-せん断変位関係

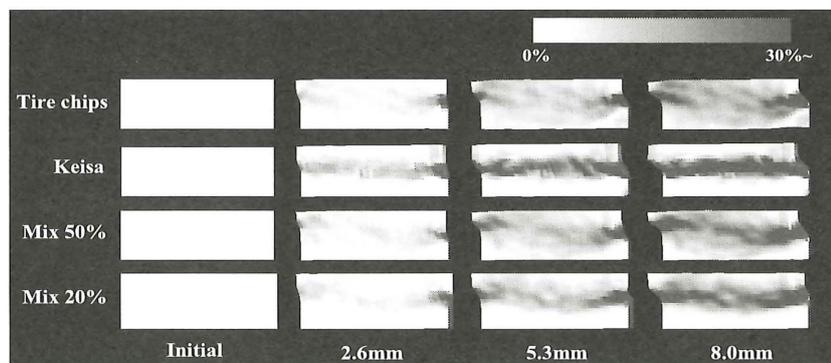


図-2 せん断ひずみ分布