

礫を混合したタイヤチップとジオグリッド間の動的摩擦特性に関する研究

九州大学大学院 学生会員 ○新谷文男 正会員 ハザリカ・ヘマンタ
九州大学大学院 正会員 安福規之 正会員 石蔵良平

1. はじめに

2011 年 3 月に起きた東日本大震災は日本に甚大な被害をもたらした。その中でも特筆すべき点として市街地で発生した液状化が挙げられる。液状化対策工法は数多く研究されているが多くのものは工費が高く一般住宅に用いるのは困難で、安く簡単に施工可能な液状化対策が求められている。本研究では一般住宅の基礎下にタイヤチップを用いた非液状化層を構築することで液状化を防ぐと同時に建物へのダメージも軽減する工法に着目した。この工法ではタイヤチップの優れた透水性や非ダイレタンシー特性により間隙水圧が上昇せず液状化が発生しない。また、タイヤチップは弾性的な挙動を示し免震層となるため建物への被害も軽減することが可能である¹⁾²⁾。一方で、タイヤチップの高い圧縮性により不動沈下や支持力不足が問題となることが考えられるため、本研究では図 1 のようにタイヤチップの層に礫を混合し、ジオグリッドなどの地盤補強材を用いてタイヤチップの層を補強することにより不動沈下抑制および支持力不足改善を目指している²⁾。このような構造物を構築する場合タイヤチップとジオグリッド間の摩擦特性を把握することは非常に重要であるが、安価であるなどの理由から実務で主に扱われる粒径の大きなタイヤチップに関しては試験機のサイズの限界からデータが不足しているのが現状である。そこで本研究では本学所有の大型試験機を用いて、礫の混合率を変えたタイヤチップ試料に対し繰返し一面せん断試験を実施した。その結果よりタイヤチップとジオグリッド間の摩擦特性に礫混合率が与える影響を検討することを本研究の目的とする。

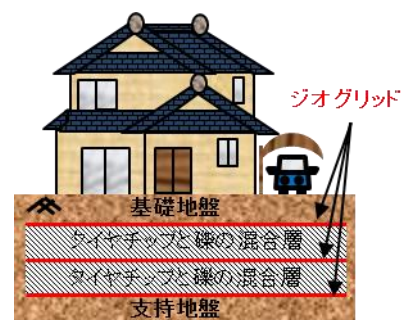


図 1 液状化対策工法の概念図

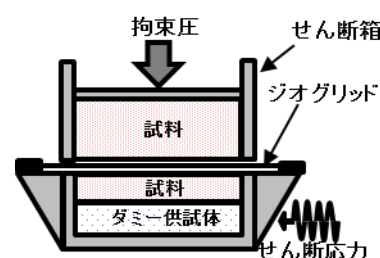


図 2 試験の概念図



(a) タイヤチップ (b) 礫

図 3 実験に用いた試料

2. タイヤチップとジオグリッドの摩擦特性実験

本研究ではタイヤチップとジオグリッドの間の摩擦特性を検討するためタイヤチップとジオグリッドの繰返し一面せん断試験を実施した。図 2 に試験の概念図を示す。

2. 1 実験に用いた試料と実験条件

実験には二方向型ジオグリッドを用いた。本実験で用いたジオグリッドは目の寸法が 28×40 (mm) で接合点厚さが 3.9 (mm) となっている。また、本実験に用いた試料は図 3 に示す最大粒径 19 mm のタイヤチップ (平均粒径 11.6 mm) とそれとほぼ同程度の粒径の礫 (最大粒径 19 mm、平均粒径 14.2 mm) である。

表 1 に試料の基本物性、図 4 に試料の粒度分布を示す。実験はタイヤチップ単体試料、礫単体試料に加えて、礫混合率 30 %、礫混合率 50 %、礫混合率 70 % の 3 種類の混合試料を合わせて計 5 種類の試料に対し行った。

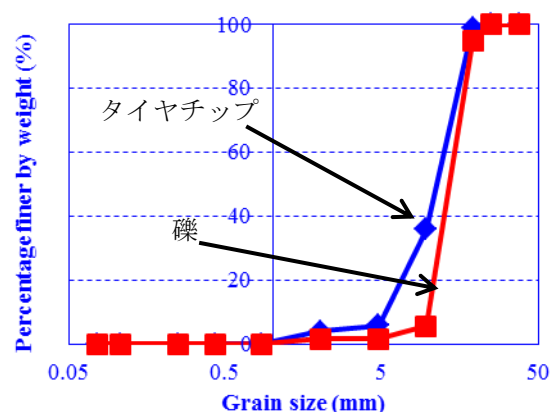


図 4 試料の粒度分布

表 1 実験に用いた試料の基本物性

	粒子密度 (g/cm ³)	最大間隙比	最少間隙比
19 mm T.C.	1.15	1.33	0.93
礫	2.70	1.01	0.66

試料は相対密度 30 %に調整してせん断箱に詰めた。またジオグリッドを用いた場合にタイヤチップの圧縮性からせん断面がずれることを考慮し、下せん断箱の半分にダミー供試体を充填している。実験は拘束圧 50 kN/m^2 で試料を 10 分間圧縮後、水平荷重を振動数 0.03 Hz 、繰返し応力比 $\tau/2\sigma=0.20$ の sine 波形で制御し、20 回繰返し载荷した。

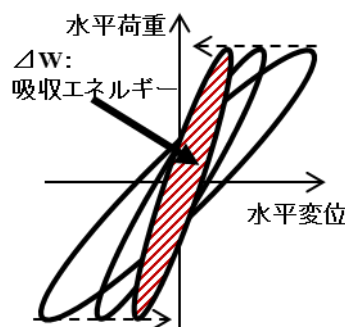


図 5 履歴曲線について

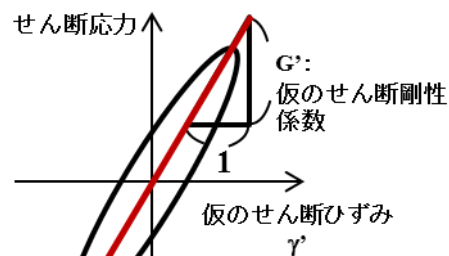


図 6 剛性の評価方法

2.2 試験結果およびその考察

繰返し一面せん断試験より図 5 に示すような履歴曲線が得られる。繰返し荷重を受けることで試料が締め固まることにより、水平変位が徐々に収束していくことが図からわかる。この履歴曲線のループの面積は図 5 に示すようにそのサイクルで試料が吸収したエネルギーとなるのでそこから試料の免震性を検討した。続いて図 6 のように履歴曲線をせん断応力-せん断ひずみ関係に変換した。このせん断ひずみは水平変位を下せん断箱の高さで除した値を仮のせん断ひずみ γ' とした。そしてこの履歴曲線の傾きを仮のせん断剛性係数 G' とおき、そこから試料の剛性を比較検討した。

図 7 に 20 サイクル終了時点の各試料の吸収エネルギー ΔW の値を示す。これより、タイヤチップ単体試料は礫単体試料に比べて無補強、補強いずれも 10 倍以上吸収エネルギーが大きく、タイヤチップの高い振動吸収性が確認できる。礫混合率に着目すると補強の有無に関わらず、礫混合率が大きくなると吸収エネルギーが小さくなるという結果になった。また、補強を行った試験ケースのほうが同じ礫混合率の無補強の場合よりも吸収エネルギーはわずかが小さくなる。しかし礫を 50 %混合した試料をジオグリッドで補強したケースでも礫単体試料に比べて 3~4 倍以上吸収エネルギーが大きいという結果となっており、免震性は維持できていると考えられる。

続いて 20 サイクル時点の各試料の G' の値を図 8 に示す。図より、剛性は礫混合率の増加に対して指数関数的に増加する傾向があることがわかる。また、補強・無補強を比較すると礫の混合率が大きい試料ほど補強による剛性の増加が大きくなっており、それは礫混合率 50 %以上で顕著になる。これはせん断時にタイヤチップ試料が変形するため、変位が小さい場合ジオグリッドによる拘束効果が十分に発揮されないことに起因すると考えられる。よって礫混合率が大きいほうが小さい荷重による微小変位に対しても補強効果が十分に得られるので優れているといえる。

3. 結論

本研究より得られた結論は以下の通りである。

- (1) ジオグリッドによる補強で ΔW はわずかに減少するが、免震性は維持される。
- (2) ジオグリッドによる補強での剛性の改善は礫混合率が大きいほど有効で、その傾向は礫混合率 50 %以上でより顕著になる。

【参考文献】

- 1) ハザリカ・ヘマンタ, 五十嵐信貴, 山上拓郎: 振動台模型実験によるタイヤリサイクル材の地盤改良効果の評価, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, 福岡, pp.931-932, 2009.
- 2) 新谷文男, ハザリカ・ヘマンタ, 安福規之, 大嶺聖: ジオグリッドとタイヤリサイクル材の引抜きおよび摩擦特性に関する研究, 第 10 回地盤改良シンポジウム, 京都, pp. 451-458, 2012.

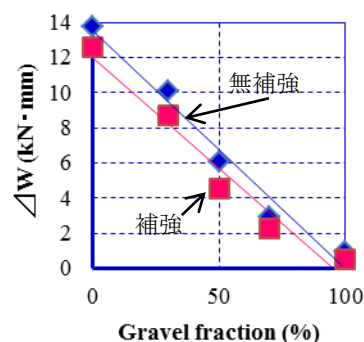


図 7 20 サイクル時の ΔW

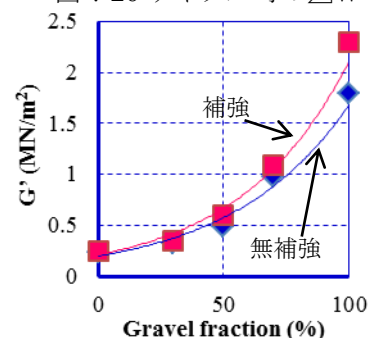


図 8 20 サイクル時の G'