

2011 年東北地方太平洋沖地震時に無被害のタイヤ擁壁のせん断特性に関する検討

九州大学 学 〇鈴木 衛

九州大学大学院 正 ハザリカ・ヘマンタ 正 安福規之 正 石藏良平

正 原 忠 正 竹澤請一郎 正 大角恒雄 正 古市秀雄 正 黒田修一 正 栗林健太郎

1. はじめに

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震では、強い揺れや津波によって堤防などの海岸保全施設や盛土構造物などに多大な被害が生じた。盛土構造物に着目するとその破壊形態は、津波の押し波の衝撃によるものと越流および引き波による法尻の洗掘が挙げられる。しかしながら図 1 に示す岩手県大船渡市三陸町越喜来にある、法面に廃タイヤを積んで補強を施した盛土は、地震動によるひび割れや前述したような津波による破壊が見られなかった。これを受け貫入試験や表面波探査などの現地調査や数値解析などタイヤ被覆盛土に関する一連の研究が行われている¹⁾。盛土がすべり破壊を起こす際に、タイヤ被覆部のせん断によって抵抗すると想定されるが、中詰土の充填されたタイヤのせん断特性は明らかになっていない。そこで本研究では被覆タイヤの有用性を定量的に判断するためにタイヤ同士的一面せん断試験を行った。

2. 試験概要

本研究で用いる試験装置を図 2 に示す。上下せん断箱の寸法はそれぞれ $W400 \times L400 \times D150$ (単位 mm) と従来のせん断試験機よりも大きく設計されている。そのため多くのタイヤを用いて試験を行う事が可能である。拘束圧を変えることによって現場における上にかかるタイヤの段数の違いを再現する。

本試験では木製の板にタイヤを並べ剛結したものを供試体とし、上下各せん断箱に入れ一面せん断を行う。それを模式的に表したものを以下の図 3 に示す。下せん断箱が右から左にせん断が進行し、せん断変位が 60mm に達したときに上下のタイヤが 8 個ずつ重なる。せん断は機械的な限界であるせん断変位が 120mm に至るまで行った。タイヤには円周部も含め、中空に中詰土を入れたケースでも試験を行い、中詰土の有無についても検討する。

試験機で表示される拘束圧およびせん断応力と実際にタイヤにかかる応力は違う。これは断面積の違いにより生じる問題なので拘束圧を校正しなければならない。今回は簡易のため上下のタイヤが 8 個同士重なった時の断面積を計算し、拘束圧およびせん断応力の補正を行った。

本来一面せん断試験におけるせん断速度は、土粒子の挙動を考慮し規定されているが、本試験ではせん断するのがタイヤのためせん断速度は制御できる中で最も早い 9.99mm/min とした。



図 1 岩手県越喜来町のタイヤ擁壁¹⁾

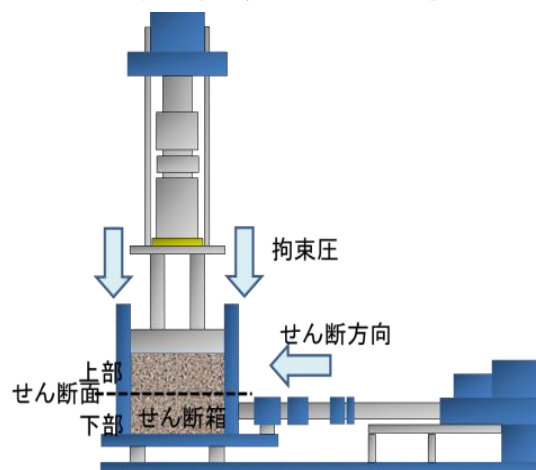


図 2 下部可動型一面せん断試験機

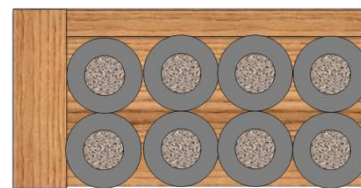


図 3-a 供試体平面図

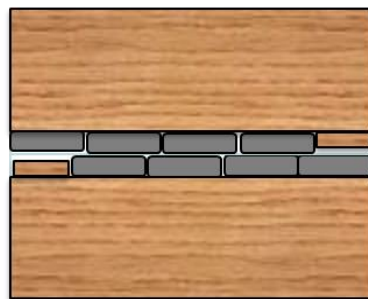


図 3-b 供試体側面図

3. 試験結果

中詰土なし、タイヤ同士せん断および中詰土あり、タイヤ同士せん断の結果を右に示す。図 4 の両グラフに対して、拘束圧が大きくなるごとに傾向が現れるせん断変位が大きくなっていることが確認できる。これは高拘束圧ほどタイヤの水平変形が維持されるため、その水平変形分の違いが表れているのだと考えられる。具体的な水平変位 - 鉛直変位関係の傾向としては、水平変位が 60mm を迎えたときに鉛直変位が最大値をとっていることがわかる。これはタイヤ同士が完全に重なった後、タイヤ外径部の側面が沈下に対しての垂直補強材のような働きをしたためであると考えられる。つまりタイヤの表面同士では沈下に対する抵抗が十分でないと言える。この傾向は中詰土の有無による違いは見られない。しかし鉛直変位量は中詰土がある方が小さい。これは充填した砂がタイヤの鉛直変形に対して抵抗したためであると考えられる。

水平変位 - せん断応力関係に着目すると、中詰土がない場合は水平変位が 60mm 付近でピークを迎えている。すなわちタイヤ同士が完全に重なった状態から動き出して少し経ってからせん断抵抗がピークを迎える。中詰土がある場合はせん断抵抗のピーク値が出ている地点がそれぞれ違い、一貫した傾向も見られない。これは中詰土がせん断過程ではみ出て、その土粒子が一貫した挙動をしないからであると考えられる。

図 4 図 5 のせん断応力のピーク値とその時の拘束圧をプロットしたものを図 6 および図 7 に示す。ここでの拘束圧およびせん断応力は前述した面積補正をした後の値となっている。図 6 と図 7 を比べると同じ σ ($=24.5\text{kPa}$) でも中詰土ありの方が τ が小さい。これははみ出た土粒子がタイヤ同士の間に入り、転がるような挙動をしているのではないかと考えられる。そのために土粒子がせん断抵抗を有さず、むしろタイヤ同士が発揮するせん断抵抗を小さくしている。

4. 結論および今後の展望

タイヤに中詰土を充填することで拘束圧によるタイヤの沈下量を抑えることができ、より大きな拘束圧にも耐え得るが、はみ出た土粒子がせん断抵抗を小さくする可能性がある。それに伴い強度定数が小さくなるため、中詰土がはみ出ないような工夫を施す必要がある。今後の展開としては、現地の擁壁の法尻と地盤間を想定し、タイヤと砂のせん断を行う。それによりタイヤがせん断する対象の違いによるせん断特性の違いを検討する。

5. 参考文献

1) Hazarika, H., Hara, T. & Furuichi, H. 2013. Soil-Structure Interaction during Earthquake and Tsunami – Two Case Studies from the Latest Disaster in Japan, Eighteenth International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, France: 131–142.

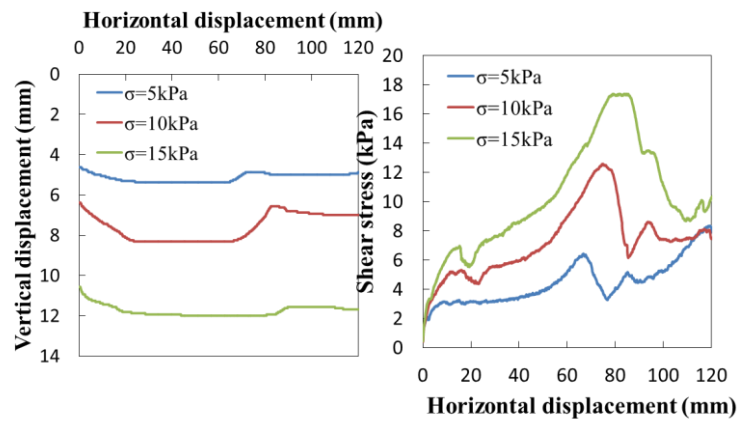


図 4 中詰土なし、タイヤ同士せん断

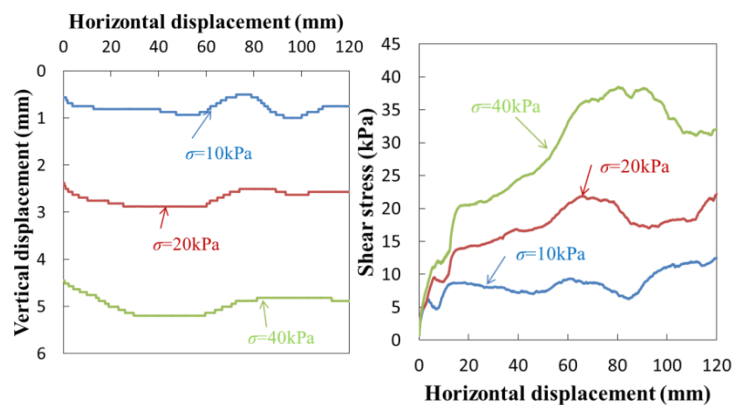


図 5 中詰土あり、タイヤ同士せん断

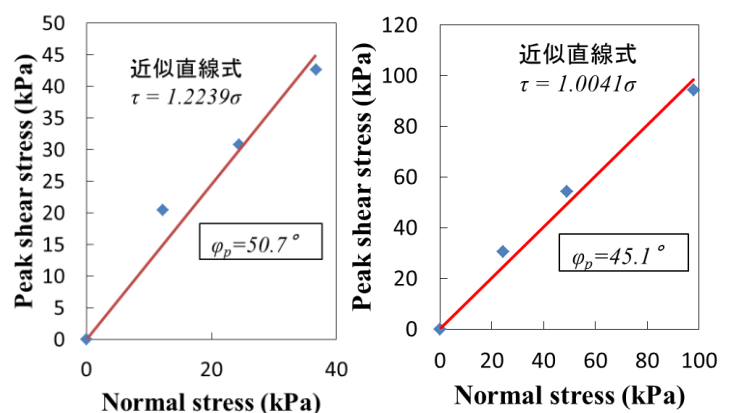


図 6 $\sigma - \tau$ 関係(中詰土なし)

図 7 $\sigma - \tau$ 関係(中詰土あり)