

ガラス礫を用いた盛土の液状化対策に関する研究

高知工業高等専門学校 法人会員 ○富田彩花
 高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
 高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 近藤知輝
 高知工業高等専門学校専攻科 正会員 中田一余

1. 研究背景と目的

2011年の東北地方太平洋沖地震では、高速道路では多数の損傷が確認され、法面崩壊やはらみ出しなど大規模な被害が21箇所確認された¹⁾。近年では南海トラフ地震の発生が懸念されており、被害を最小限に抑えスムーズな復旧活動を行っていくため、道路盛土の液状化対策は重要である。本研究では、盛土下部の一部を土嚢による非液状化層に置換することで液状化対策及び盛土の変形抑制について、遠心力模型実験により検討する。図1にガラス礫と作成した土嚢を示す。また、土嚢にはガラス瓶のリサイクル材料であるガラス造粒砂であるガラス造粒砂を用い、透水性を上げるため礫分(粒径:2~5mm)とする(以下:ガラス礫と称する)²⁾。

2. 研究方法

本研究では、5ケース(Case1:未対策, Case2:土嚢深さ20mm, Case3:土嚢深さ40mm, Case4:土嚢幅拡張, 深さ20mm, Case5:土嚢幅拡張, 深さ40mm)の実験で検討を行う。地盤内模型には、間隙水圧計(p1~p6), 加速度計(a1~a4)を設置する。過剰間隙水圧比と地盤の変位について考察する。図2にセンサ位置を示す。土嚢はガラス礫を使用した。相対密度(Dr)は盛土(Dr=95%), 土嚢(Dr=50%), 水平地盤(Dr=70%)とした。本研究では、遠心力模型実験装置を用いて模型に40Gの遠心力を載荷し振動台に繰り返し回数(30回), 変位(2mm), 振動数(30Hz)の地震波を入力する。図3に入力地震波を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 盛土の変形

図4にケース別変位図を示す。Case1(未対策)では盛土の天端部沈下量が(38.3mm)で最大であった。それに対しCase2(28.3mm), Case3(27.3mm), Case4(28.3mm), Case5(12.3mm)とCase5で最も効果が高く26mm沈下抑制が見られた。深さ方向による検討をするためCase2とCase3を比較する。天端部沈下量は1mmしか変化がなく土嚢を深さ方向に追加したことによる変形抑制効果は見られなかった。

土嚢幅拡張による検討をするためCase2とCase4を比較する。天端部沈下量は同じであり、土嚢深さ2cmの場合は土嚢幅を拡張しても変形抑制効果はなかった。

しかしCase3とCase5を比較すると天端部沈下量が15mm抑制されており、土嚢深さ4cmの場合土嚢幅拡張による変形抑制効果が見られた。

3.2 過剰間隙水圧比

図5にp3のケース別過剰間隙水圧比を示す。Case1では過剰間隙水圧比が最大で0.71となっており、それに対して土嚢を使用した場合ではCase2(0.41), Case3(0.3



図1 ガラス礫と作成した土嚢

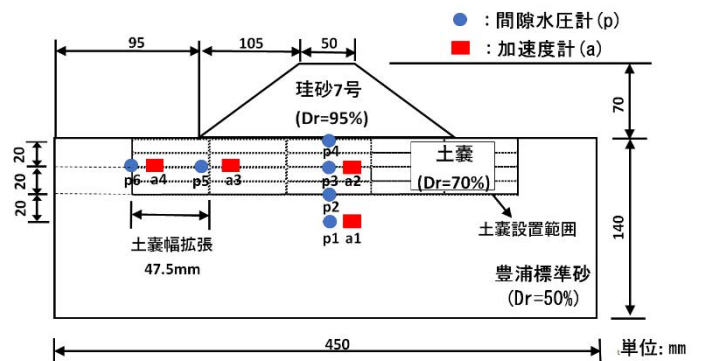


図2 センサ位置

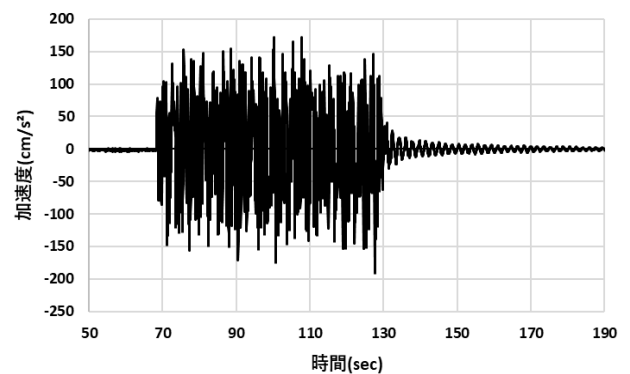


図3 入力地震波

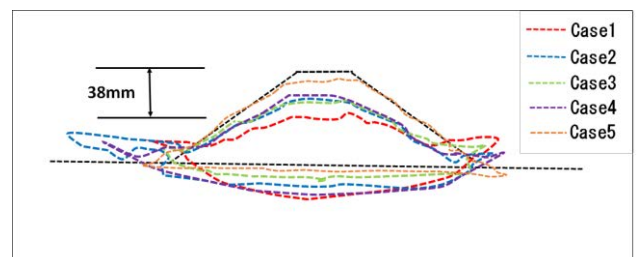


図4 天端部沈下量

5), case4(0.36), Case5(0.15)と低減していることから土嚢の排水効果がみられた。

深さ方向による検討をするためCase2とCase3を比較する。過剰間隙水圧比に大きな変化はなく、間隙水を地表面へ排水できないことから深さ方向に追加したことによる排水効果は見られなかった。しかしCase4とCase5を比較すると過剰間隙水圧比が低減しており、土嚢幅を拡張したとき土嚢深さ4cmで排水効果が見られた。

土嚢幅の拡張による検討をするためCase2とCase4を比較する。過剰間隙水圧に大きな変化は見られず、土嚢幅拡張による排水効果は見られなかった。しかしCase3, Case4, Case5を比較すると土嚢深さ、幅が拡張されることで、Case5が最も地盤内の過剰間隙水圧比が低減していることから、地表面への排水効果が最も高い。

図6にCase3とCase5の模式図を示す。また図7にp2, 図8にp4, 図9にp5の過剰間隙水圧を示す。過剰間隙水圧の図中の点線は各センサ地点の初期有効応力である。Case5では、地震動初期にp2とp4で間隙水圧が少し大きくなるが、過剰間隙水圧は殆ど発生していない。

消散時間は、Case3とCase5にかけてp2(70s), p4(78s), p5(80s)と短縮されており、殆ど変わらない。これらのことから、土嚢幅を拡張させることにより速やかに間隙水が地表面に排水されて間隙水圧の発生が抑制され、地盤の支持力が保持され盛土天端部沈下量も抑制されたと考えられる。

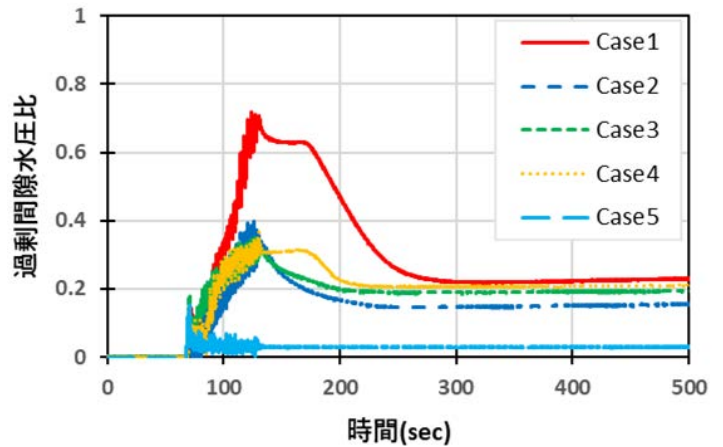


図5 p3の過剰間隙水圧比

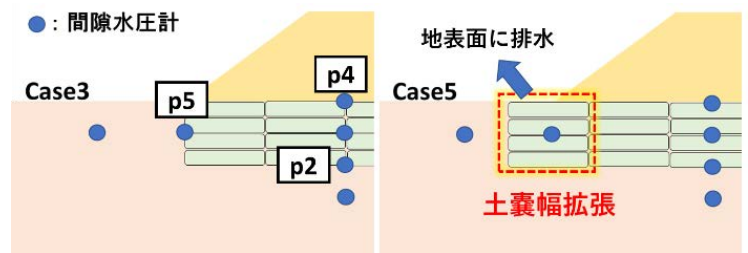


図6 Case3とCase5の模式図

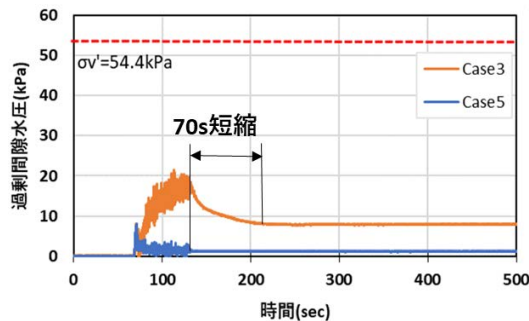


図7 p2の過剰間隙水圧

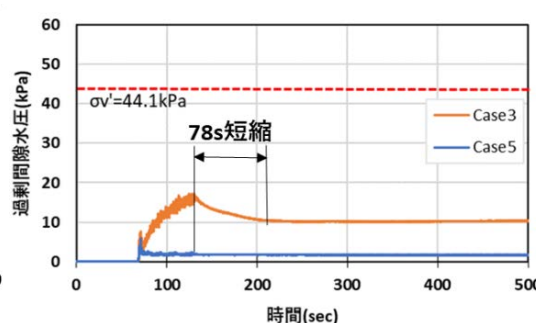


図8 p4の過剰間隙水圧

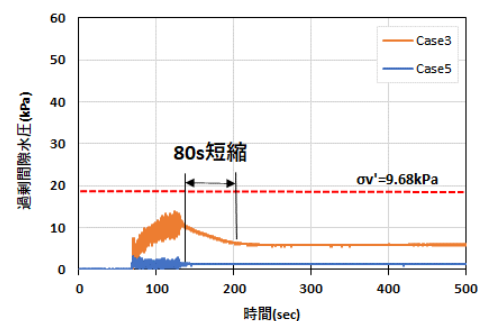


図9 p5の過剰間隙水圧

4. まとめ及び今後の課題

4.1 まとめ

- (1) 盛土天端部の沈下量よりCase5で最も変形抑制効果があった。
- (2) 過剰間隙水圧比はCase5で最も低減されていた。
- (3) 土嚢幅拡張により過剰間隙水圧の低減、変形抑制効果が見られ、土嚢による排水効果が確認できた。

4.2 今後の課題

- (1) 加速度計のずれと傾きをなくす。
- (2) 今後の課題は土嚢材料として実際に使われている砕石に近いものを使用する。また礫材を盛土直下部に直接敷き詰めた実験も行う。

5. 参考文献

- [1] 藤岡一瀬, 横田聖哉, 日下寛彦, 広瀬剛: 東北地方太平洋沖地震における高速道路盛土の被害分析日本地震工学会論文集, 第16巻, 第一号(特集号), pp. 285-287, 2016.
- [2] リサイクルガラス造粒協会(ガラス砂パンフレット)リサイクルガラス造粒砂「サンドウェーブG」技術資料