

ジオグリッドによる堤防の変形抑制効果に関する振動台実験

広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 佐々木康
 広島大学大学院工学研究科 正会員 加納誠二
 広島大学大学院工学研究科 学生会員 村川泰嗣
 三井住友建設株式会社 正会員 ○中川史朗

1. はじめに

延長の長い河川堤防などの盛土構造物の耐震対策として、現在主に採用されている地盤改良工法は経済的負担が周辺の土地利用状況を勘案すると適当でない場合がある。そのため、変形抑制効果が確実で安価な工法の開発が望まれている。平成8年に新設された中海湖岸堤の一部区間(荒島堤防)では、盛土構造物の被害要因であるストレッチングを抑制する目的で、ジオグリッドを敷設する耐震対策が採用された。この区間は平成12年に鳥取県西部地震に遭遇したがその被害は軽微であり、ジオグリッド敷設工法の有効性が確認された。しかしながら、この工法の適用限界、変形抑制量の定量的予測法などはいまだ確立されていない。本研究では、基礎地盤に液状化が起こった際、ジオグリッドの有無による盛土構造物の被害量について検討し、設計法の確立に貢献する基礎的資料を得るために中型振動台を用いた模型実験を行った。

2. 実験概要

図-1に実験模型の概要及び計測機器設置位置を示す。長さ6.0m×幅1.0m×高さ1.6mの剛性土槽内に層厚約10cmの非液状化層を作りその上に水中落下法により液状化地盤を作成した。地盤作成後、碎石を約2cm敷きその上に高さ40cm、天端幅20cm、法面勾配1:2の堤体を空中落下法により作成した。ジオグリッドは碎石より2cm上面に敷設し、ジオグリッドにはポリプロピレン製のネット(格子間隔1.27mm×1.27mm)を用いた。地盤材料、盛土材料とともに6号砂(Gs=2.677, $e_{max}=0.962$, $e_{min}=0.600$)を用いた。また、間隙流体として濃度30%のグリセリン濃度を用いた。入力波は3Hz、200galの正弦波を5波加えた。計測項目は図-1に示す位置で、間隙水圧(15点)、加速度(5点)、沈下量(3点)、ジオグリッドのひずみ(5点)、側面からの画像撮影、及び加振前後の堤体及び地盤変形の観測である。また、実験条件として液状化層厚と地下水位の深さ、液状化層の相対密度を変化させて実験を行った。

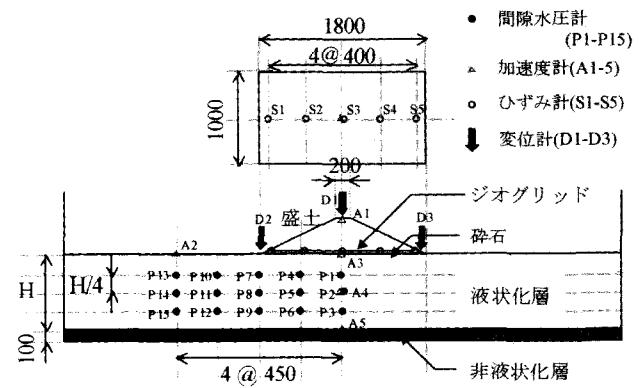


図-1 実験模型及び計測機器設置位置

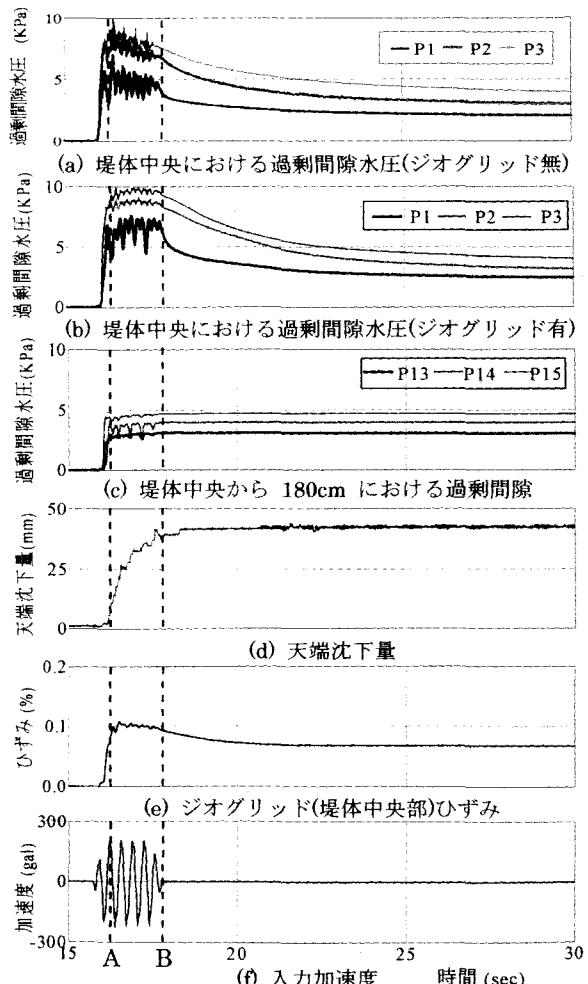


図-2 各計測項目時刻歴の一例

3. 実験結果及び考察

実験結果の一例を図-2に示す。各時刻歴を照合すると、天端沈下(d)は過剰間隙水圧が上がりきった入力加速度(f)の2波目(A)に発生し、大部分の沈下が加振中に生じている。また、このときジオグリッドのひずみ(e)は地盤が完全液状化した時点でピークを迎え加振停止後(B)にわずかに減少した後、ほぼ一定の値を示す。

間隙水圧挙動について、盛土直下(b)では水平地盤(c)のものと異なり、高間隙水圧比継続時間 T_d は見られず、せん断変形に伴い正のダイレイタンシーによって間隙水圧が減少し有効応力が回復するサイクリックモビリティーが現れている。

図-3,4に加振後の堤体状況を示す。図中の線は加振前の堤体形状を示し、ジオグリッドがある場合には4.5cm、無い場合には8.0cmの沈下であった。また、ジオグリッドが無い場合、天端付近に縦断亀裂も認められた。

また、地下水位が深いときはジオグリッドの効果はほとんど無いことが確認されている。これは盛土基礎地盤において、ストレッチングを生じるせん断抵抗の消失が上部に存在する不飽和層では起こらないためである。同様に、相対密度の異なる実験結果について検討を行い、相対密度が高い場合は被害形態が軽微となることを確認している。

以上の結果から、天端沈下に及ぼす地盤の相対密度の影響を考慮して天端沈下量を補正し、プロットしたグラフを図-5に示す。補正是相対密度 Dr と地盤沈下量 Sg 、液状化層厚 H' の次式に示す関係から行った。図より、ジオグリッドを敷設すると天端沈下量が抑制され、地下水位の深さが深い程ジオグリッドの有無に対する天端沈下の差が小さくなる傾向のあることが分かる。

$$\log \left(\frac{Sg}{H'} \right) = 8.96 \log Dr^{-1.33} \dots \text{(補正関係式)}$$

また、盛土中央から60cmの地盤内に鉛直に設置した色砂の変化を図-6に示す。図よりジオグリッドは地表面付近の地盤の側方流動と沈下に関しても効果が有ることが言える。これは間隙水圧挙動におけるジオグリッドの有無によるサイクリックモビリティーの変動幅の大きさの違いにも整合し、地盤のせん断変形が異なることを示している。(図-2(a),(b)) つまりジオグリッドによる変形の拘束が地盤の挙動にも影響を与えていていることを示している。

4. 結論

相対密度が低く、地下水位が高いケースにおいて、ジオグリッドを敷設した盛土の天端沈下量が約4割程度抑制された。これはジオグリッドが堤防のストレッチングを抑制したことにより、天端沈下量における堤体圧縮量と地盤沈下量のどちらも減少したためである。また、相対密度が高く、地下水位が深いケースにおいてはジオグリッドの効果が発揮されないことを確認した。

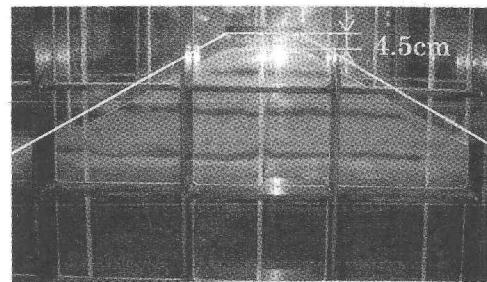


図-3 加振後堤体状況 (液状化層厚
40cm、ジオグリッド有、相対密度 36.6%)

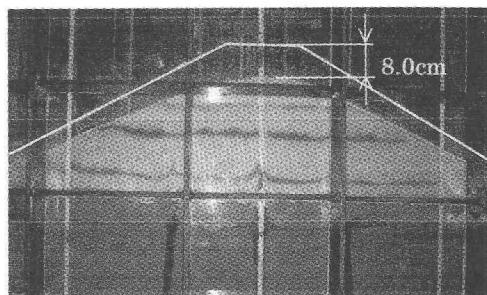


図-4 加振後堤体状況 (液状化層厚
40cm、ジオグリッド無、相対密度 23.0%)

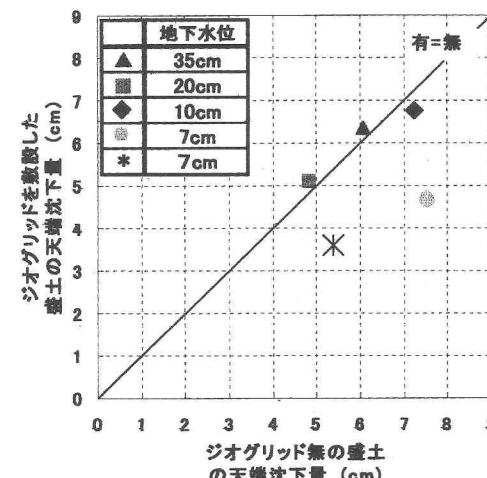


図-5 ジオグリッドの有無による
天端沈下量比較

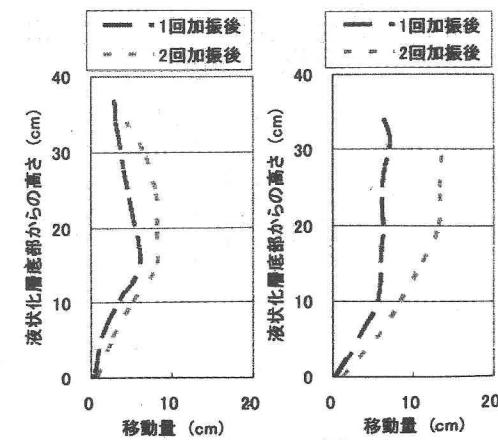


図-6 色砂移動量