

路盤を杭で支持する補強盛土における土のうを用いた杭頭部の交番水平载荷試験

鉄道総合技術研究所 正会員○野中隆博, 正会員 小島謙一
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 森野達也, 正会員 米澤豊司
 レールウェイエンジニアリング 正会員 青木一二三

1. はじめに

良質ではない盛土材（発生土など）を適用した盛土に対し地盤改良杭を盛土内に打設し、路盤を支持する盛土構造の検討を進めている。この盛土構造に対する既往の研究^{1)~3)}より、杭頭部を路盤と一体化した場合は地震時に杭体の損傷が大きくなり、また図1に示すように路盤と杭頭部間に碎石層があり一体化していない場合は、杭頭部碎石の抜け出しにより路盤の沈下が確認されている。そこで、杭頭部にジオテキスタイルを用いた大型土のうを設置する対策案（図2）を考案⁴⁾したが、採用するにあたり性能および有効性を確認する必要がある。本論文では、杭頭部に設置した大型土のうの L2 地震相当の水平荷重に対する有効性、安定性を確認するために実大規模の模型に対して正負交番水平载荷試験を実施したので、その結果について述べる。

2. 供試体の作製

供試体は、基礎コンクリート上に改良杭頭部を模擬したφ1.0mの円径の突起（擬似杭頭）を2本設け、その上部にあらかじめ所定の大きさ（1.0m×1.9m）に裁断したジオテキスタイル（製品保証値 81kN/m）を2枚直交方向に敷設後、小型の中詰め土のう（0.33m×0.33m程度）を2段設置し（締固め密度95%）、ジオテキスタイルを折り返すことで杭頭部のジオテキスタイル土のうを作製した（図3参照）。土のうと路盤コンクリートを一体化させるため、上部に路盤コンクリートを現場打ちで打設した。写真1に、供試体の完成写真を示す。

3. 試験条件

载荷試験は、杭1本に作用する上载荷重 120kN/本（≒死荷重 15kN/m²×杭1本当たり面積 7.8m²）の2本分である 240kN（1.0G相当）を最大荷重とし、80kNピッチの3回繰返し载荷とし、室内振動試験結果より水平変位量 16cm（900gal 载荷後）を最大変位と設定した。载荷制御は、路盤コンクリートの水平変位量 3mmまでを荷重制御とし、その後は変位制御とした。実際の試験における载荷サイクルを図4に示す。

载荷試験の計測は、路盤コンクリートの沈下量、水平変位量について実施した。計測点を図5に示す。沈下は、杭の前後2箇所の4測点（沈下①～④）で、水平変位は路盤コンクリート

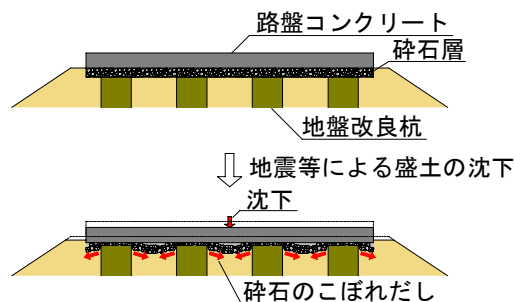


図1 路盤コンクリート沈下イメージ

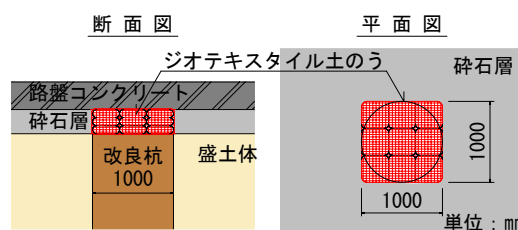


図2 杭頭部対策案

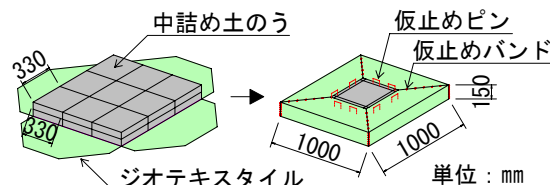


図3 ジオテキスタイル土のう製作イメージ

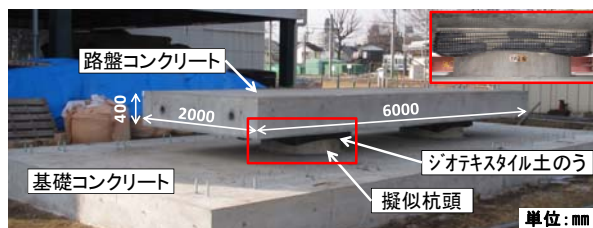


写真1 供試体全景

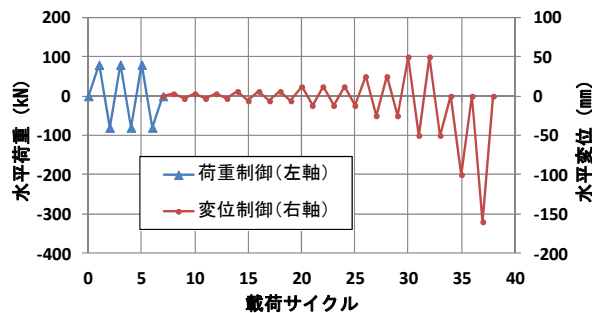


図4 载荷サイクル図

キーワード：盛土，水平载荷試験，路盤

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL: 042-573-7261

の端部2箇所ずつの計4測点(水平①～④)で計測を実施した。

4. 実験結果

最大水平変位 16 cm (載荷重 200kN) 時の最大沈下量を図 5 に示す。4 測点中の最大沈下量は沈下③で 5.4 mm であり、また載荷方向の 2 測点の相対変位は最大でも 0.6 mm であった。L2 地震相当の非常に大きな載荷重に対しては小さな値であることが確認された。軌道方向(沈下①～②間, 沈下③～④間)の鉛直方向相対変位量が 3.0 mm, 3.6 mm となっている。これは軌道方向の路盤コンクリートの支持構造が載荷方向と比較し不安定な支持構造となっているため、載荷過程で若干一方向への変形が顕著に表れたものと考えられる。実際は、軌道方向に多点支持となるためこのような現象は生じない。

載荷重と水平変位量(平均値)の関係を図 6, 7 に示す。水平変位は ± 15 mm 程度までは接触式変位計で、接触式変位計の計測範囲を超える変位については巻取り式変位計で計測を行った。

± 80 kN を 3 回繰返した後、荷重を増加したところ 100 kN 付近で水平変位量が増加傾向を示したため変位制御に切替えた。水平変位量 ± 50 mm (± 190 kN) までは変位に伴う荷重の増加が確認されたが、それ以降は、変位は増加するが荷重は増加せず一定値となった。また、ジオテキスタイル土のうは減衰の大きい履歴ループを示すことが確認された。

図 8 にジオテキスタイル土のうの G/G_0 - γ 曲線を示す。また、参考として粒調砕石(M30)における G/G_0 - γ 曲線も示す。ジオテキスタイル土のうの中詰め材には粒調砕石(M30)とほぼ同等の粒調砕石(M40)を用いている。この図より、ジオテキスタイル土のうは路盤コンクリートを点で支持する構造となるが、面的に粒調砕石で支持する従来の支持構造とほぼ同等のせん断剛性を示すことが確認された。

載荷試験前後のジオテキスタイル土のうを写真 2, 3 に示す。載荷に伴い土のうのずれは確認されるが土のうの形状は保持されており、砕石の抜け出しも確認されなかった。

5. おわりに

杭頭部にジオテキスタイルを用いた土のうを設置し、路盤コンクリートを支持する構造は、L2 地震動相当の荷重を載荷した場合でも、路盤コンクリートの沈下量は小さく、変形特性も粒調砕石と同等程度であることが確認された。また、載荷後も土のうの形状は保持され、砕石の抜け出しもなく安定した構造であることが確認された。

参考文献: 1)米澤ら: パイルスラブ式盛土の模型振動台実験—地盤改良杭の効果—, 第 65 回土木学会年次学術講演会, pp.731-732, 2010.9. 2)坂本ら: パイルスラブ式盛土の模型振動台実験—杭頭部の構造比較—, 第 46 回地盤工学研究発表会, pp.1101-1102, 2011.7. 3)小島ら: 路盤を杭で支持する補強盛土における頭部構造の比較, 第 47 回地盤工学研究発表会, 2012.7. (投稿中) 4)森野ら: 路盤を杭で支持する補強盛土における土のうを用いた杭頭部の動的鉛直載荷試験, 第 47 回地盤工学研究発表会, 2012.7. (投稿中)

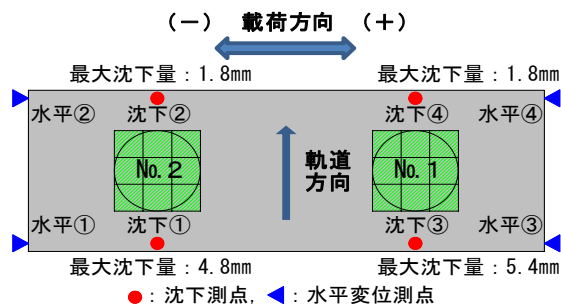


図 5 計測点位置図

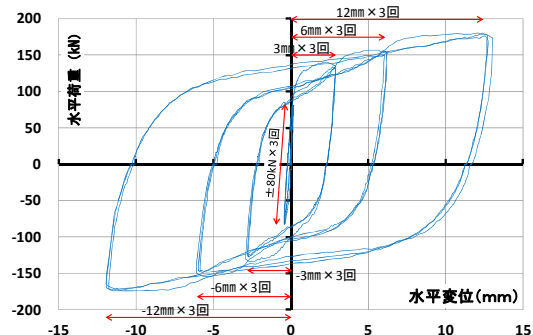


図 6 荷重-水平変位グラフ (接触式)

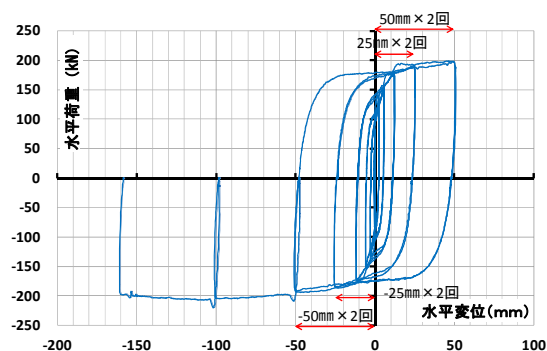


図 7 荷重-水平変位グラフ (巻取り式)

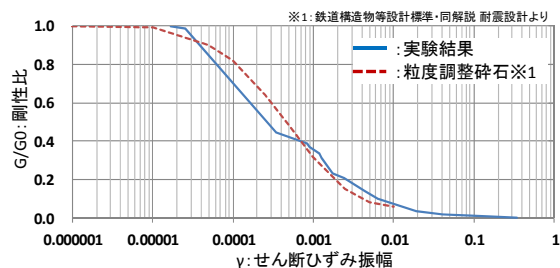


図 8 ジオテキスタイル土のうの G/G_0 - γ



写真 2 ジオテキスタイル土のう (試験前)



写真 3 ジオテキスタイル土のう (試験後)