

コラムネット工法を用いた軟弱地盤上盛土の2次元パラメータ解析

(株)複合技術研究所 正会員 矢崎 澄雄
 日本鉄道建設公団 正会員 青木一二三
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 小島 謙一

日本鉄道建設公団 正会員 村上 明
 日本鉄道建設公団 正会員 米澤 豊司
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 舘山 勝

1. はじめに

建設中の東北新幹八戸電留線路盤工区で採用した高強度(60kN)のジオテキスタイルを多層に配置することで適用範囲の拡大を図ったコラムネット工法について、実物大試験盛土を用いた起振装置による現地動的繰返し載荷試験を実施して効果の確認を行うとともに、3次元有限差分法を用いた検証解析を行い基本的な解析モデルを構築した¹⁾。本稿では、更にコラムネット工法の設計方法の合理化を図ることを目的としてパラメータスタディーを行うために、解析モデルを2次元に簡略化し盛土高さをパラメータとして解析を行った結果について報告する。

2. 解析概要

2次元解析は、参考文献1)と同様に有限差分法によることとして、パラメータ解析の効率化を図ることを目的として解析モデルを2次元1/2モデルとすることとした。3次元モデルを2次元モデルに簡略化する場合、地盤改良杭および列車荷重の平面化が問題となる。特に列車荷重については本来部分荷重としての動的荷重であり3次元的に分散されるため、2次元モデルの場合には奥行き分散幅などで平均化した荷重とすべきである。しかし、本検討では参考文献1)に示したように3次元モデルでの解析も行っていることから、2次元モデルとしては、各地層・改良杭モデルの入力定数、および動的荷重の設定は3次元モデルと同様として、図1に示すX-Y平面での2次元モデルでの解析を行うこととした。このモデルにて現場載荷試験を実施したケース1盛土の検証を行い、妥当性・相違点などを確認したうえでパラメータ解析を実施することとした。さらに、3次元モデルでの解析結果との相関をとり、2次元モデルでの解析結果を補正して設計方法の検討に反映させることとした。

3. ケース1盛土の検証解析結果

図1の解析モデルにより解析を行った結果を図2、図3に示す。図2は、盛土自重静的解析による地盤面レベルでの静的鉛直応力の分布であり、杭頭部で90kPa程度、杭間

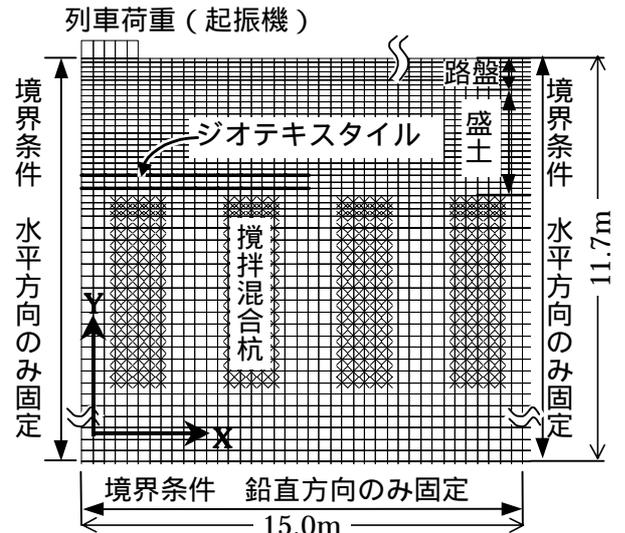


図1 2次元解析モデル

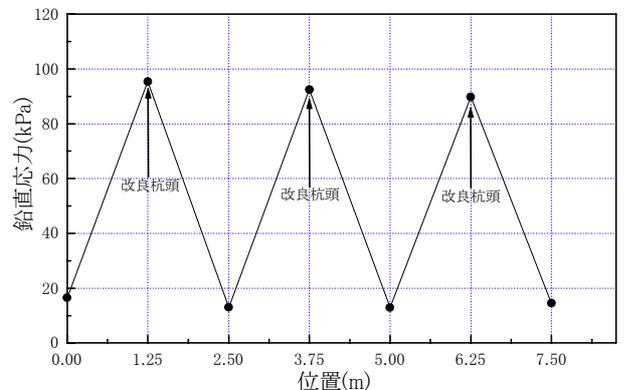


図2 ケース1盛土の静的鉛直応力分布

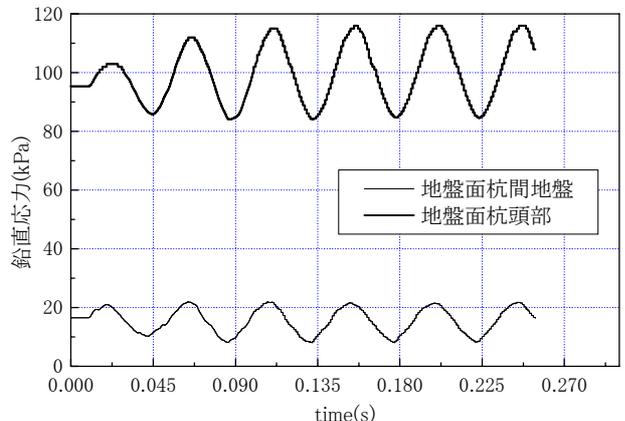


図3 ケース1盛土の鉛直応力波形

地盤で 15kPa 程度を示している。図 3 は、動的解析による地盤面レベルでの動的鉛直応力の波形を示しており、動的鉛直応力両振幅は杭頭部で約 25kPa、杭間地盤で約 14kPa となっている。現地載荷試験計測の結果と比較すると、静的鉛直応力、動的鉛直応力両振幅とも解析結果のほうが大きな値を示す結果となっている。ただし、静的鉛直応力の分布については現地計測結果と同様の分布傾向となっていることから、3 次元モデルによる解析結果との相関をとることで補正を行うことを前提としてパラメータ解析を行うこととした。

4. 盛土高さによるパラメータスタディー

盛土高さ H をパラメータとして、表 1 に示す 3 ケースの解析を実施した。なお、ケース 1(a)は、前述したケース 1 盛土の解析であり、各ケースの解析条件（地層、荷重）はケース 1(a)と同様とした。

図 4 に静的解析による鉛直応力の分布を示す。同図から、杭頭位置の鉛直応力は盛土高さが最も高い c1(c)のケースで最も大きく 130kPa 程度を示しており、盛土高さの低い c1(b)のケースで最も小さい 80kPa 程度となっている。杭間地盤部分についても同様の順序となっているが、各ケースともほぼ同程度の鉛直応力で 12~18kPa となっている。

この結果から、数値については補正が必要と考えられるが、傾向としてはある（盛土高さ / 改良杭間隔）比のときに、盛土のアーチアクションが発揮され、それ以上盛土が高くなっても杭間地盤への鉛直応力はそれほど増加しないことが考えられる。現地試験の計測結果からも盛土高さ 1.0m 程度から盛土のアーチ効果が確認されており、盛土荷重のみの場合には（盛土高さ H） / （杭純間隔 B）=1.0 / 1.5=0.67 程度以上でアーチ効果が発揮されたものと考えられることができる。

図 5 に動的解析による各ケースの杭間地盤部の動的鉛直応力波形を示す。また、図 6 に杭間地盤部の鉛直変位波形を示す。図 5 から動的鉛直応力の両振幅値はケースによる差は出でならず 13kPa 程度を示している。図 6 から、鉛直変位両振幅値は盛土高さの最も高いケース 1(c)で 0.15mm、他のケースで 0.2mm 程度を示しており、このことから盛土高さが低いほうが動的荷重による鉛直変位振幅が大きくなる傾向にあると考えられる。また、同図から荷重回数の増加に伴い累積変位量すなわち沈下量は増加する傾向にあり、その増加の度合いも盛土高さが低いほうが大きい結果となっている。

5. おわりに

以上の結果から、長期的な動的荷重による影響なども考慮に入れた検討を行う必要があり、現在、本稿で報告した以外のパラメータ解析も含めて²⁾、解析データを整理し、これらのデータをもとに 3 次元解析結果と併せてコラムネット工法の設計方法についても検討を行う予定である。

<参考文献> 1) 村上他, コラムネット工法を併用した軟弱地盤上盛土動的載荷試験の 3 次元検証解析, 土木学会第 56 回年次学術講演会, 2001.9
2) 小島他, 深層混合処理とジオテキスタイル併用工法による軟弱地盤上盛土の現地動的繰返し載荷試験の検証解析, 第 15 回ジオシンセティックスシンポジウム, 2000.12

表-2 解析ケース

ケース名	盛土高 H	杭純間隔 B	H/B
ケース 1(a)	3.2m	1.5m	2.1
ケース 1(b)	2.7m	1.5m	1.8
ケース 1(c)	4.45m	1.5m	3.0

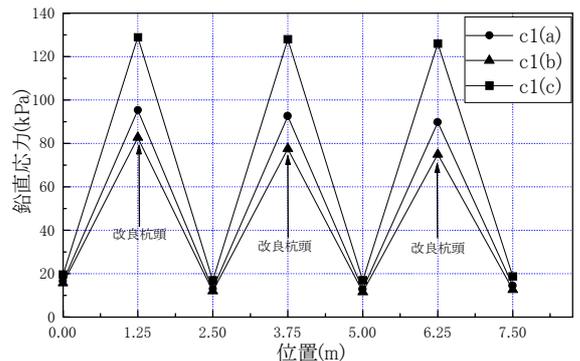


図 4 地盤面での静的鉛直応力分布

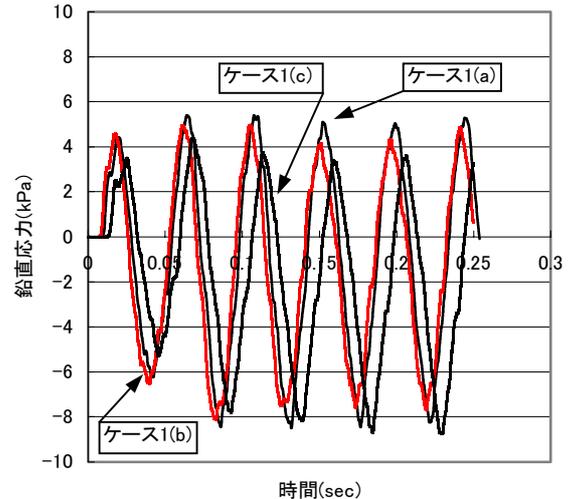


図 5 動的載荷時の杭間地盤面の鉛直応力

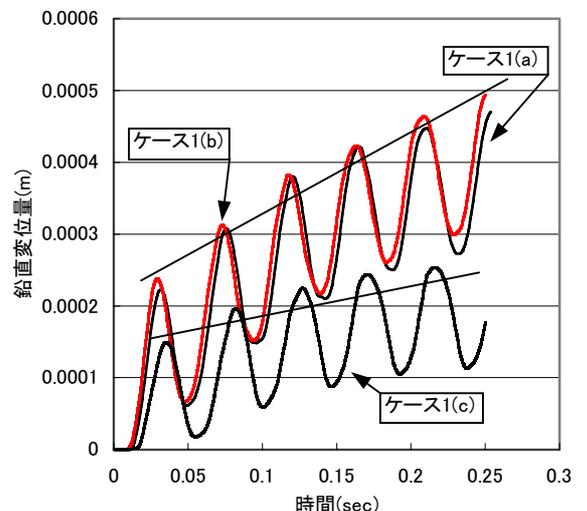


図 6 動的載荷時の杭間地盤面の鉛直変位