

コラムネット工法を用いた軟弱地盤上盛土動的載荷試験の3次元検証解析

日本鉄道建設公団 正会員 村上 明 (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 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 小島 謙一 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 舘山 勝

1. はじめに

建設中の東北新幹線盛岡～八戸間のうち、八戸電留線路盤工区は軟弱な有機質土層(N 値=1, $\gamma=11 \text{ kN/m}^3$, $w=260\%$)を支持地盤とする盛土高の比較的低い盛土区間(H=1.5～3.2m)である。支持地盤が軟弱なため、開業後の塑性沈下量を極力減少させる対策としてコラムネット工法を採用したが、低盛土のため全面改良に近い改良杭が必要となり非合理的な設計となった。そこで、高強度(60kN)のジオテキスタイルを多層に配置することで本工法の適用範囲の拡大を図ることとし、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、適用したコラムネット構造の効果を確認した^{1)~3)}。また、現地動的繰返し載荷試験の検証を行うことを目的として、3次元有限差分法による検証解析を進めており、本稿では盛土自重による静的解析結果について報告する。

2. 現地動的繰返し載荷試験の概要

図1に試験盛土の概略を示す。起振装置による現地動的繰返し載荷試験は盛土厚さ(路盤厚さを除いた高さ)2.5mのケース1盛土、および盛土厚さ1.26mのケース2盛土の2ケースを実施しており、列車走行荷重に相当する繰返し荷重の設定は、新幹線走行を想定して、路盤圧力(30kN/m²)で模擬した。

3. 解析概要

数値解析は、図1に示した試験盛土の構造を模擬するものとして

図2に示す地層構成・解析モデルにて実施した。同モデル図は3次元モデルの線路直角方向(Y方向)を示しており、計算の効率化を図るため1/4断面とした。表1に各種地層の入力定数を示す。地盤や盛土、改良杭はMohr-Coulombの破壊規準に準じた弾完全塑性体とした。ジオテキスタイルには線形のケーブル要素を用い断面積=1.5×10⁻⁴m²/m、変形係数=1.0×10⁷kPa、引張降伏応力=60kN/mとした。ジオテキスタイルと地盤の境界部にはインター

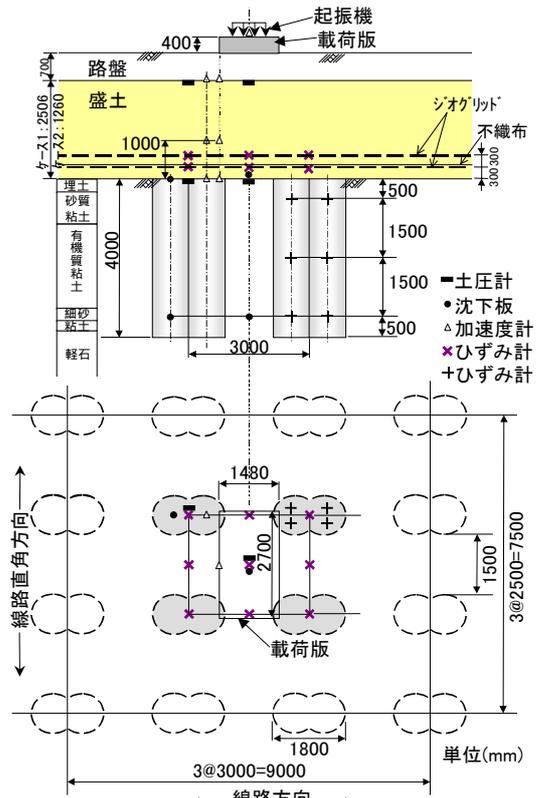


図1 試験盛土の概略

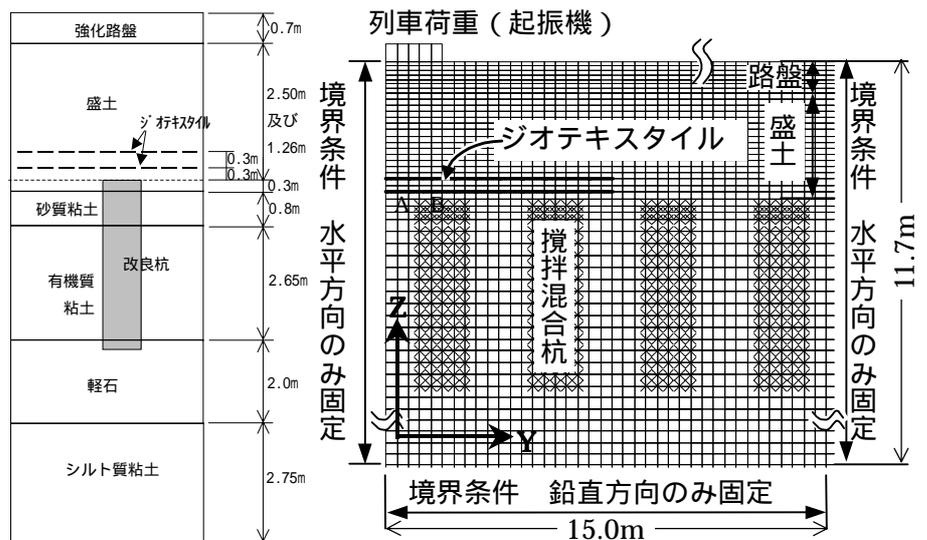


図2 地層構成および解析モデル図

キーワード：コラムネット工法 深層混合処理 ジオグリッド 鉄道盛土 数値解析

連絡先：〒039-1101 青森県八戸市尻内町字馬場11 TEL 0178-23-4966 FAX 0178-23-4968

フェースを圧縮・せん断バネとも $1 \times 10^7 \text{kPa/m}$ として設定した。境界条件は側面では水平方向固定，底面では鉛直方向固定とした。解析ケースは，現場載荷試験を実施したケース 1 盛土，ケース 2 盛土の検証解析，およびケース 1 盛土でジオテキスタイルのない場合を想定したケース 3 の 3 ケースとした。

3. 静的解析結果

図 3~5 に，各ケースの盛土自重静的解析による地盤面（杭頭レベル）での静的鉛直応力分布を示す。ケース 1 は盛土が高いため盛土のアーチ効果が発揮され，杭頭部に応力集中する度合いが大きく杭頭部で平均的には $60 \sim 70 \text{kPa}$ 程度，杭間地盤で 30kPa を示している。これに対して低盛土のケース 2 では，杭頭への応力集中の度合いが小さく，杭頭部で $40 \sim 50 \text{kPa}$ 程度，杭間地盤で $20 \sim 30 \text{kPa}$ の分布を示している。現地載荷試験の計測結果についても各図中に示しており，ケース 1 で杭頭部 67.6kPa ，杭間地盤 40.1kPa ，ケース 2 で杭頭部 47.9kPa ，杭間地盤 32.2kPa であり，静的解析の結果としては現地載荷試験の再現ができていないと判断できる。

ケース 1 の盛土高さでジオテキスタイルがない場合を想定して解析を行ったケース 3 では，杭頭部中心で $90 \sim 100 \text{kPa}$ 程度と応力集中が大きくなっているが，杭全面での平均としてみると $70 \sim 80 \text{kPa}$ 程度とケース 1 とほぼ同程度であると考えられる。このことから，ジオテキスタイルを盛土内に配置することで荷重分散を助長して改良杭への部分的な応力集中を杭全面に分散させる効果があるものと考えられる。

4. おわりに

今回実施した有限差分法による 3 次元モデルでの静的解析の結果，現地計測の結果とほぼ同様の鉛直応力分布となったと判断できる。このことから検証解析を行うための基本的な解析モデルの構築ができたものと考えられる。今後，この解析モデルを用いて，現場動的載荷を模擬した動的解析を実施する予定である。更にコラムネット工法の合理的な設計方法を検討することを目的として，2 次元モデルでのパラメトリックな解析も進めており⁴⁾，3 次元解析の結果と合わせ，設計方法の検討を行っていく予定である。

<参考文献> 1)村上他，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，第 15 回ジオシンセティックシンポジウム，2000.12 2)村上他，深層混合処理工法とジオテキスタイルを併用した軟弱地盤上盛土の現地動的繰返し載荷試験，第 36 回地盤工学研究発表会 3)矢崎他，深層混合処理工法とジオテキスタイルを併用した軟弱地盤上盛土の現地動的繰返し載荷試験結果，第 36 回地盤工学研究発表会

表 1 各種地層入力定数

材料	密度 (t/m ³)	ポアソン比	せん断剛性 G_{\max} (kPa)	体積弾性係数 k (kPa)	粘着力 c (kPa)	内部摩擦角 (°)	引張強度
路盤	2.0	0.25	1.20×10^5	2.00×10^5	0	45	0
盛土	1.8	0.3	5.42×10^4	1.17×10^5	0	40	0
腐植土	1.1	0.4	5.78×10^3	1.38×10^4	10	5	0
軽石	1.5	0.3	9.60×10^4	2.08×10^5	0	20	0
シルト質粘土	1.5	0.4	1.19×10^4	2.84×10^4	10	15	0
改良杭	1.5	0.25	2.15×10^6	4.0×10^6	1150	0	350

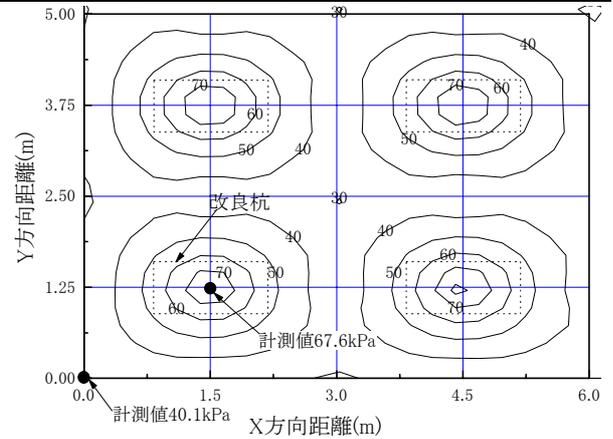


図 3 ケース 1 静的鉛直応力分布（地盤面）

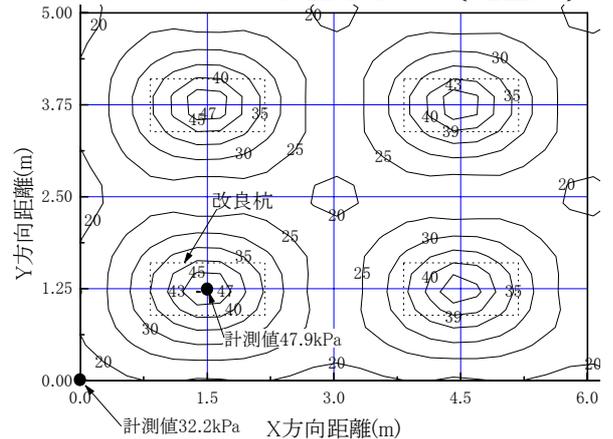


図 4 ケース 2 静的鉛直応力分布（地盤面）

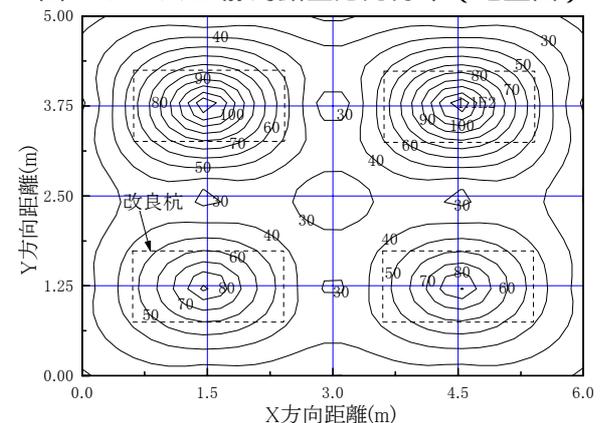


図 5 ケース 3 静的鉛直応力分布（地盤面）