

土との相互作用を考慮した

繰り返し応力下におけるジオグリッドの累積変位に関する検討

Characterizing the Accumulated Displacement of Geogrid under the Cyclic Pullout Loading
Considering the Interaction with Soil



飯澤 神音

(2024年度 卒業論文概要)

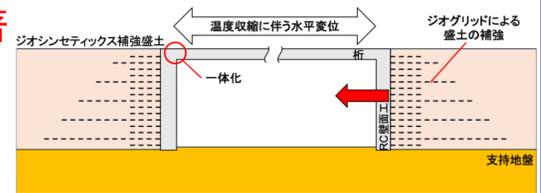
東京大学 工学部 社会基盤学科 土質・地盤研究室

THE UNIVERSITY OF TOKYO
GEOTECHNICAL ENGINEERING LAB.

研究の背景

ジオシンセティック補強土(GRS)構造物は、優れた耐震性から鉄道構造物を中心に広く普及しているが、その適用範囲は徐々に広がり、2016年に開業した北海道新幹線ではGRS一体橋梁が初めて実用された。このGRS一体橋梁(右下図)は桁と壁面工が一体化し、背面盛土がGRSで補強されている橋梁で、構造・地盤工学的に有利である一方、桁の温度収縮が背面盛土に直接伝わるため、**繰り返し応力下におけるジオグリッドの挙動**についての知見が求められる。繰り返し応力下のジオグリッドでは引き抜き**変位が累積**していくこと、特にジオグリッドの**剛性が低いとその傾向が顕著**であることがすでに分かっているが、その原因は明らかにはされていない。

本研究では、剛性の異なる2種類のジオグリッドに対して**気中引張試験**及び**土中引抜試験**を行い、繰り返し応力下におけるジオグリッドの変位の累積性について調べた。

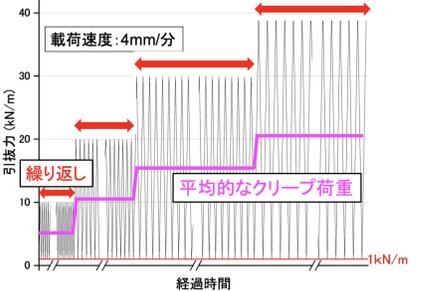
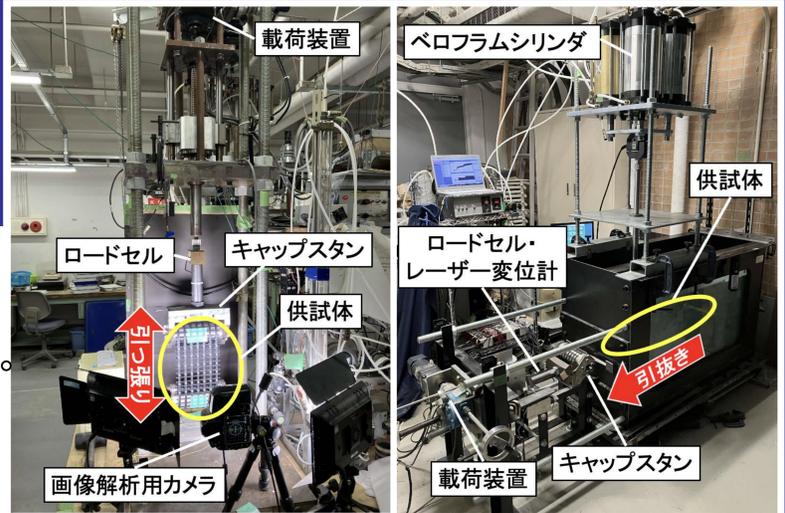


←東日本大震災で被害を受けたハイペ沢橋梁の復旧で採用されたGRS一体橋梁

試験の様子→
(気中引張試験(左)と土中引抜試験(右))

実験方法

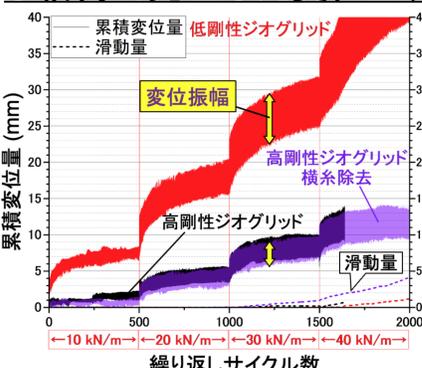
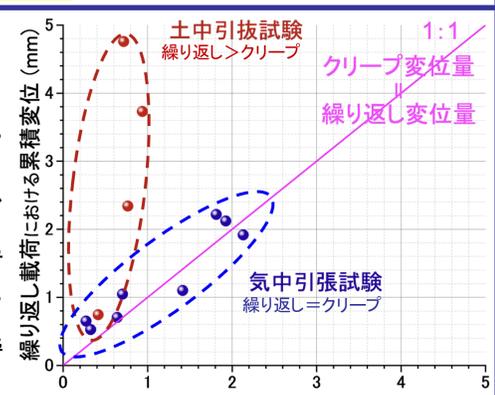
気中引張試験では、写真左のような装置を用いて試験を行なった。ジオグリッドに対して鉛直に引張応力を作用させ、画像解析によりひずみを計測した。また土中引抜試験では、模型地盤に供試体を埋設し、上から一定の上載圧を作用させた上で引抜応力を作用させた。このとき作用する引張力の到達深さを測定するため、供試体にはひずみゲージを複数取り付けている。



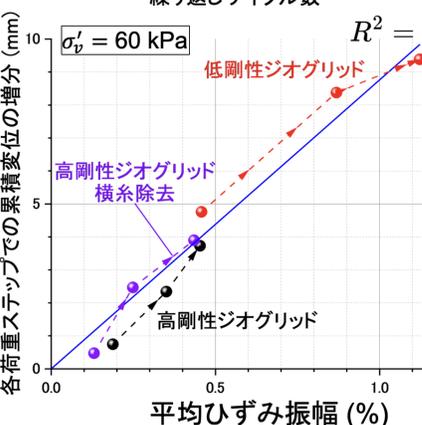
気中引張試験と土中引抜試験の両方で、同等の荷重パターンによる試験を行なった。**繰り返し載荷試験**では、500サイクルごとに段階的に荷重レベルを上げていった。**クリープ載荷**では繰り返し載荷の結果と比較するため、繰り返し載荷でかかったのと同じ時間だけその間平均的にかかっていた荷重を作用させ続けることにより行なった。繰り返し土中引抜試験では**高剛性ジオグリッド**、横糸部材を4分の3に除去した**高剛性ジオグリッド(横糸除去)**、**低剛性ジオグリッド**の3ケースで行い、気中試験やクリープ試験は高剛性・低剛性で各1ケースずつ行なった。

結果と考察

繰り返し載荷及びクリープ載荷のいずれにおいても、変位の累積が見られた。それらを比較すると右図のようになる。気中引張試験では2つの荷重パターンで発生した累積変位量がほぼ等しいことから、**気中の繰り返し載荷で発生した変位の累積は、同一時間、平均的に作用していた引張力によるクリープ現象に起因している**と言える。一方、土中においては繰り返し載荷で発生した累積変位量がクリープ載荷で発生した累積変位量を大きく上回っているため、**土中の繰り返し載荷で発生した変位の累積は土とジオグリッドとの相互作用に由来している**と言える。



土中での繰り返し載荷試験で発生した累積変位量及び滑動量は左図のようになる。同一荷重レベルで比較すると、剛性の低いジオグリッドの方が累積変位量が大きいことがわかる。横糸を除去し形状を変化させた場合には、累積変位はあまり変化しない一方で、ジオグリッド全体が滑動しやすくなっていた。また、載荷時と除荷時の変位量の差である**変位振幅**についても、同じく剛性が低いほど大きいことが分かる。



繰り返し載荷中のジオグリッドでは、引張力の到達深さも変化している。載荷点での引抜力の5%以上の引張力が作用している部分の長さを有効長さとして定義すると、有効長さの変化は右図のようになる。繰り返し載荷に伴う有効長さの変化の仕方はジオグリッドの剛性・形状によって異なることが分かる。

平均ひずみ振幅 = 変位振幅 / 有効長さ として定義すると、平均ひずみ振幅は引抜力に抵抗している部分のジオグリッドが平均的にどれだけ伸縮しているかを示す。この平均ひずみ振幅と変位の累積性との関係は左図のようになり、ほぼ一直線上に位置することが分かった。

繰り返し応力下における変位の累積性は、ジオグリッドの剛性・形状によらず平均ひずみ振幅とほぼ線形に相関していることが分かった。そのため、実務設計において繰り返し荷重における変位の累積を抑えるためには、強度が同じであっても剛性の高いジオグリッドを適用し、平均ひずみ振幅を小さくすることが重要であると言える。

今後、ジオグリッドの変位が累積するメカニズムを詳細に検討する予定である。