

砂中におけるジオグリッドの繰返し引抜き試験

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 村田秀一
山口大学大学院 学生員○井上正広
山口県 正 員 木村健一
石川県 正 員 與坂 聡
三井石油化学工業（株）正 員 西村 淳

1. まえがき

ジオグリッドで補強された地盤は地震時にも安定である必要があり、補強土の耐震設計の確立が要求されるようになってきている。実際の土構造物において、補強材には、常に一定の引抜き力が作用しているが、これに地震などの水平動が加わると、さらに繰返し引抜き力が作用することになる。本研究では、このような繰返し引抜き力を受けた砂中のジオグリッドの変位・変形挙動を調べることを目的として、繰返し引抜き試験機を作成し、ジオグリッドの砂中繰返し引抜き試験を実施した結果を報告する。

2. 試料および実験方法

本研究で用いた試料は、山口県秋穂町で採取された海砂である。その物性値を表-1に示す。図-1に本研究で使用した引抜き試験装置を示す。載荷システムは、ロードセルによって計測された引抜き力を、コンピューターに逐次取り込み、任意の回転速度・方向の制御可能なACサーボモーターによってスクリージャッキを駆動し、荷重振幅制御方式で様々な条件での繰返し載荷が可能としたものである。図-2に、制御・計測システムの概念を示す。供試体は、幅60cm、長さ90cm、高さ40cmの土槽に、2.00mm以下に粒度調整した気乾状態の秋穂砂を、空中落下法によって、落下高さを一定とした多重ふるいを用いて、相対密度 $D_r=75\%$ を目標とし、上部及び下部土槽間に補強材を敷設したものである。土槽は、壁面の摩擦を軽減のために、内面にステンレス板が取り付けられ、シリコングリスを塗布したメンブレンが張り付けられている。上載圧は、供試体上部よりエアバッグで、空気圧によって載荷した。用いた補強材は、一軸延伸グリッド(SR2)であり、敷設幅30cm、敷設長85cmとした。

表-1 試料の物性値

Sample	Gs	Dmax(mm)	e _{max}	e _{min}
Aio sand	2.623	2.00	1.071	0.660

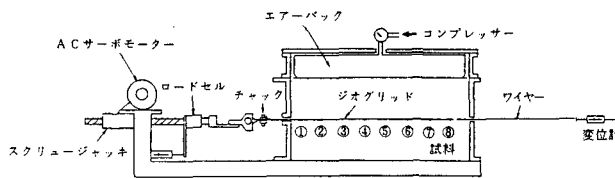


図-1 繰返し引抜き試験装置

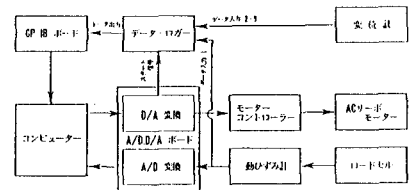


図-2 制御・計測システム

図-3に繰返し引抜き力載荷方法の概念図を示す。まず、変位速度1.0mm/minでジオグリッドを初期引抜き力 F_i まで静的に引張る。次に荷重振幅を制御し引抜き力を静的荷重 F_i を中心に $F_i \pm F_{cyc}$ となるよう載荷させる。繰返し引抜き試験は、単調引抜き試験において補強材が後端まで引抜けた上載圧 $\sigma_v = 0.50 \text{ kgf/cm}^2$ で行った。初期引抜き力比 R_i と繰返し引抜き力比 R_{cyc} は、引抜き試験において補強材が破断せずに引抜けたときの最大引抜き力を F_t として、それぞれ初期引抜き力 F_i お

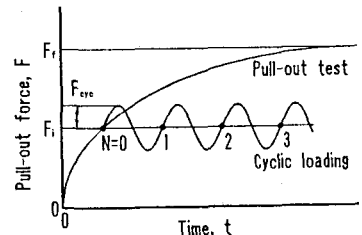


図-3 繰返し引抜き力載荷方法の概念図

および繰返し引抜き力 F_{cyc} を F_t で除して正規化したものである。ここで、最大引抜き力 $F_t=5.15\text{tf/m}$ であった。

3. 実験結果

図-4は、引抜き力 F_t と引抜き変位 X_1 の関係を示したものである。初期引抜き力 $F_t=2.58\text{tf/m}$ に至るまでの径路は、静的引抜き試験と同様の一定速度で引抜いた結果であり、それ以降の径路は、別の変位速度で繰返し引抜き力を載荷させた結果である。図から、繰返し引抜き力の1サイクル目の載荷において、引抜き変位 X_1 は静的引抜き試験の結果に沿って大きく生じ、さらに繰返し載荷を受けることにより変位は徐々に進行し、最終的に変位量はある値に収束するような傾向がみられる。この理由として、繰返し載荷による変位量の増加に伴い、補強材周囲の抵抗領域が次第に広がり、抵抗力が増すことに依ると考えられる。

図-5は、補強材の各節点で測定した節点変位 X_i と繰返し回数 N の関係を示したものである。ここで節点変位 X_i は、初期引抜き力載荷による変位も含めた全変位量である。繰返し引抜き力を受けたジオグリッドの変位は、先頭部で大きく、後方にくにしたがい小さくなっていることが認められた。これは、ジオグリッド先頭付近においてジオグリッド自身に伸びが生ずることによって、繰返し引抜き力に抵抗し、引抜き力が消費された結果といえる。さらに、繰返し回数の増加にともない変位が増加している。その増加量もまた、先頭部で大きく、後方にくにしたがい小さくなる傾向にある。

図-6は、いく種類かの繰返し回数終了後の土中のジオグリッドのひずみ ε 分布を示したものである。繰返し回数が増えることにより全体的にひずみが増加している。また、ひずみの増加割合は、繰返し初期、特に繰返し回数1回目で大きく、その後、徐々に減少している。さらに、節点間ひずみは、繰返し回数の増加にともない増加し、特に、先頭部においては、空中での引張り時のひずみと同程度まで発達して頭打ちとなり、その後、次第に中程から後端にかけてのひずみの発達がみられる形で遷移している。

4. 結論

以上の砂中におけるジオグリッドの繰返し引抜き試験の結果をとりまとめると、以下のとおりである。

- (1) 土中のジオグリッドは、繰返し引抜き力を受けることにより残留変位を生じる。その変位の増加割合は、1回目の繰返し時に最も大きく、以後減少する傾向にある。
- (2) 繰返し引抜き力を受けたジオグリッドの変位は、先頭部で大きく、後方にくにしたがい小さくなり、ジオグリッドが、伸びながら引拔けに抵抗していく様子が現れた。
- (3) 繰返し回数が増えることにより全体的にひずみが増加する。また、ひずみの増加割合は、繰返し初期、特に繰返し回数1回目で大きく、その後、徐々に減少する。

(参考文献)

- 1) 木村・兵動・村田・井上・西村(1993): 砂中におけるジオグリッドの繰返し引抜き抵抗特性, 第28回土質工学研究発表会(投稿中)

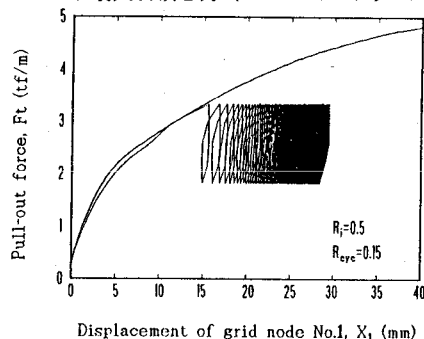


図-4 引抜き力 F_t と引抜き変位 X_1 の関係

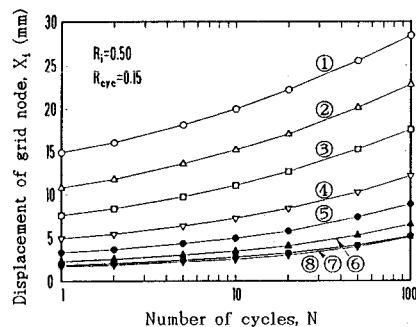


図-5 各節点変位 X_i と繰返し回数 N の関係

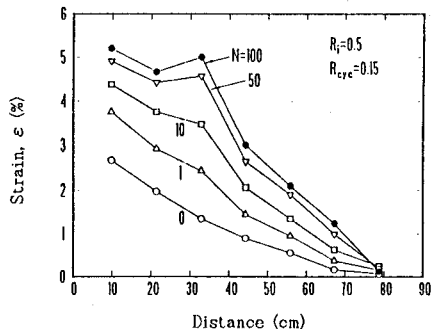


図-6 各繰返し回数におけるひずみ ε の分布