敷金網の土中引抜き試験方法への適用性について

九州大学大学院　学正会員○吉田 昌史　正会員　安福 規之
九州大学大学院　正会員　大嶺 聖、小林 泰三、ハザリカヘマンタ
基礎地盤コンサルタンツ　正会員　白井　康夫
筑豊金網工業（株）　非会員　井上 昌昭

1. はじめに

軟弱地盤上に盛土等の構造物を建設する場合には鉛直方向への沈下とともに、盛土法尻や側方地盤の水平方向への変形が問題となる。この場合、盛土底部に盛土材を挟むようにして敷金網を二枚敷設することで盛土の水平変位を抑制できると考えられており、筆者らはこの効果について、実施工における現場計測[1)]や、室内模型実験[2)]により検討を行ってきた。敷金網を用いた工法は現在多くの現場で用いられている表層混合処理工法やジオテキスタイル工法などに比べて、材料としての金網が安価であることから建設コストの縮減が期待される。しかし敷金網による補強メカニズムや設計手法については十分な検討がなされていないのが現状である。

筆者らは敷金網の補強効果について補強土における拘束効果と同様の効果が生じているのでないかと推察している。この拘束効果を評価するために実施されている材料試験の一つにジオシンセティックスの土中引抜き試験がある。本研究ではこの試験を敷金網に対して適用するための試験機に関する課題と結果の整理方法に関する課題について検討したものである。

2. 試験の概要と試験機の改良

試験方法は地盤工学会基準「ジオシンセティックスの土中引抜き試験方法」(**JGS 0942-2009**)[3)]に規定されており、本研究においてもこの基準を参考に**図 1** のような試験機により試験を実施した。土供試体は豊浦砂を多重ふるいによる空中落下法で相対密度 **Dr=80%**となるように作成した。試験片には**写真 1** のようなひし形金網(線径 **φ 2.0**×網目 **56mm**)を幅 **38cm**、長さ **120cm** に切断したものを使用した。試験機の引抜き箱は幅 **40cm**、長さ **60cm**、高さ **10cm** の大きさの上箱と下箱から構成されている。

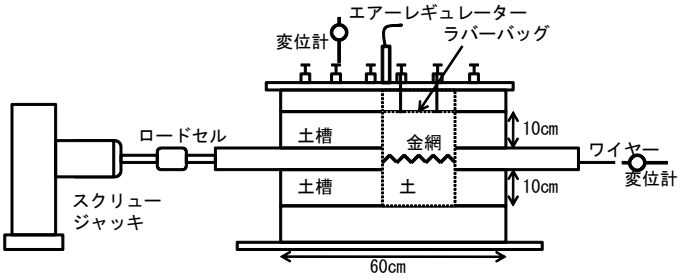

図 1　引抜き試験装置の概略図

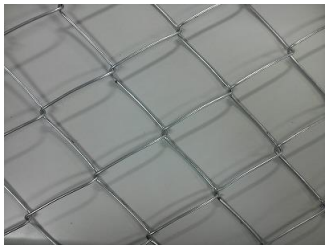

写真 1　試験片の金網

ジオグリッドよりも厚みのある敷金網を用いて引抜き試験を行うにあたり、以下のように試験機に改良を加えた。つかみ具においては**図 2** のように金網を固定するために鋼板で挟み、ねじで締め込みながら金網をつぶすようにして固定できるようにした。引抜き口においては開口部の厚さを **1cm** から **3cm** に拡大した。また事前試験から金網は空中の露出部で大きく変形してしまい、引抜き変位を十分に生じさせ得なかった。この対策として、つかみ具を鋼板で延長し金網の引抜き箱からの露出部をできるだけ小さくできるようにした。

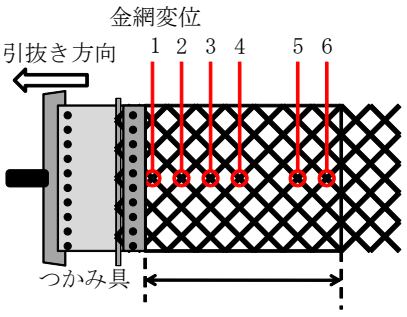

図 2 金網の変位測定点

3. 試験結果

試験は垂直応力 **10kPa** の条件で、**図 2** に示すような **6** 点において金網の変位を測定した。**図 3** には引抜き力と各測定点における金網の変位の関係を示す。これを見ると引抜き口に近い点から変位が生じ、一定の引抜き力に収束している。これより引抜きに伴い金網の前部から順に引抜き抵抗力を負担し降伏に達すると、その後

部にあたる金網が抵抗力を負担しているのではないかと考えられる。

4. 結果の整理方法と課題 [3)]

引抜き試験の結果の整理の方法には全面積法と有効面積法とがある。これらを用いて引抜き摩擦強さ τ_{pmax} を算出し垂直応力 σ との関係をとり補強土の見かけの c, ϕ 求めることで拘束効果を評価することができる。全面積法は比較的に垂直応力が小さくジオシンセティックスが後端まで全面的に引抜ける場合に用いられる。以下の式のようにジオグリッドの敷設面積全体で引抜き抵抗力が発生するとしている。

$$\tau_{pmax} = F_{max}/(2BL) \quad (1)$$

ここに、τ_{pmax}：引抜き摩擦強さ (**kN/m^2**)，F_{max}：最大引抜き力 (**kN**)，**L**：引抜き抵抗長 (**m**)，**B**：供試体幅 (**m**)

一方、有効面積法は垂直応力が大きな場合やジオシンセティックスの強度が小さく破断してしまう場合に後端まで引抜けないときに用いられる。引抜き抵抗力は引抜き限界抵抗長の範囲内でのみ発揮されるとして、引抜き変位の生じない部分は敷設面積から除外して引抜き摩擦強さを計算する。有効面積法は引抜き抵抗力の分布を図化し、引抜き限界抵抗長を決定する必要があり、そのためにはジオシンセティックスのキャリブレーションを行わなければならない。

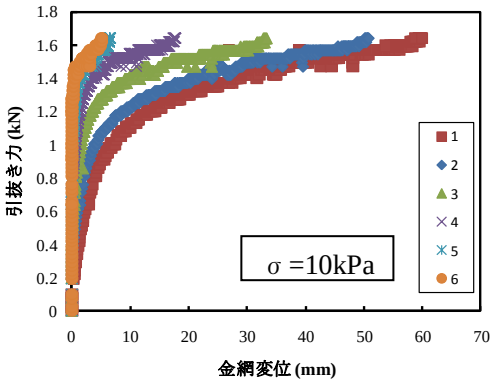

図 3 引抜き力 - 金網変位の関係

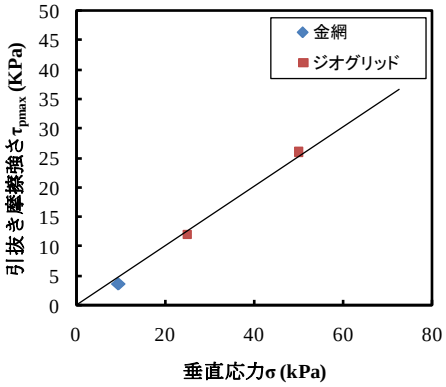

図 4　引抜き摩擦強さと垂直応力の関係 [3)]

図 4 には全面積法により算出した金網の引抜き摩擦強さ τ_{pmax} と垂直応力 σ の関係を示す。比較対象としてジオグリッドの試験結果を参考資料 [3)]から追加した。これを見ると **σ =10kPa** の場合には金網の引抜き摩擦強さはジオグリッドと同様の値を示している。しかし、**写真 2** をみると引抜き試験後の金網は大きく変形しており、初期の敷設面積と大きな差が生じている。また 3 節での金網の前部から順に引抜き抵抗力を負担するのではないかという考察からも、全面積法による整理では金網の引抜き摩擦強さを過小評価している可能性が考えられる。従って、有効面積法または、金網の面積変化を計算式の中で反映できるような方法で結果を整理する必要がある。

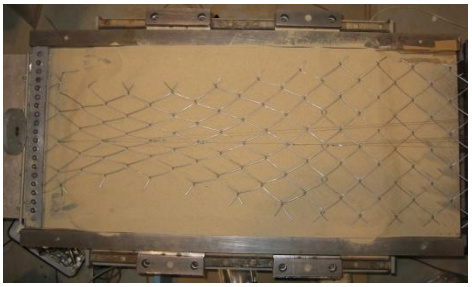

写真 2　試験後の金網
(測定点 1 の変位が 77mm 程度の時)

5. まとめ

敷金網で引抜き試験を行うための試験機の改良を行い、試験を実施した。敷金網を引抜き試験へ適用するにあたって、結果の整理方法について全面積法、有効面積法、またはその他の方法で整理し、それらの適用性を検討し、敷金網に適した試験方法を確立していく必要がある。今後は敷金網のキャリブレーションを実施し、有効面積法による結果の整理を行い、全面積法との比較とその適用性について検討したい。

参考文献

1)白井康夫，安福規之，落合英俊，田上裕：水平変位抑制対策としての敷金網の施工事例,第 64 回土木学会年次学術講演会, pp409-410, 2009

2)吉田昌史，安福規之，大嶺聖，小林泰三，白井康夫：敷金網による軟弱地盤上盛土の法尻の水平変位抑止効果に関する模型実験，第65回土木学会年次学術講演会, pp575-576, 2010

3)公益社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説, pp1058-1068, 2009