

III-447

補強粘性土の非排水繰返し三軸試験

フジタ工業 技術研究所 ○望月美登志・福島伸二・香川和夫

1. まえがき

従来、砂地盤の地震時の挙動が注目されてきたが、実際問題として地震時における人工盛土や自然斜面の崩壊も見逃すことができない。盛土の材料は一般に粘性土であり、ここでは盛土材料として用いられることもある関東ロームに対して、補強土工法が地震時にも有効に働き、安定性を増加させるかどうかを不織布と銅板で補強した関東ロームの非排水繰返し三軸試験によって調べたものである。

2. 実験方法

本研究に用いた装置は空圧式の繰返し三軸試験機であり、供試体は締固めた関東ローム(不飽和状態)、補強材は不織布および銅板を用いた(試料および供試体作製法、補強材の配置等の詳細については参考文献1)を参照)。地震時の土の動的挙動は、平時の静的状態でどの程度の安定度が保持されていたかに大きく依存している。したがって粘性土の動的強度を調べるには、静的状態で供試体にせん断応力(初期せん断応力)を加えた後に繰返しせん断を行なう方法が適当と考えられる。本実験では、 $\sigma_0=0.5\text{kgf/cm}^2$ の拘束圧で供試体を圧密し、非排水状態で $\sigma_s=0.2, 0.35, 0.5\text{kgf/cm}^2$ の3種類の初期せん断応力を加えた後、種々の応力振幅で繰返し載荷を行なった(斜面の問題等を考える際には排水試験が適当だが、ここでは非排水状態で初期せん断を行なっている。しかし、供試体が不飽和状態にあるので排水条件による差は小さいと考えられる)。今回、動的な場合における粘性土の補強効果を調べるための整理方法としては、以下の二つの方法を採用した。

i) 動的応力-ひずみ関係を求める方法²⁾

繰返しせん断中の応力-ひずみ履歴を静的な場合の応力-ひずみ曲線におきかえる。すなわち、種々の応力振幅 σ_d で繰返し載荷を行ない、各々の応力振幅に対して繰返し回数 $N=1, 5, 10$ の時のひずみとその応力振幅をプロットすることによって各々の繰返し回数の応力-ひずみ曲線を求める。

ii) 偏差応力-繰返し回数関係を求める方法

所定の軸ひずみが生じるために必要な繰返し回数とその時の偏差応力(初期せん断応力+応力振幅)の関係を求める。

上記の方法で無補強および補強した場合の応力-ひずみ曲線、偏差応力-繰返し回数曲線を求めて、両者を比較することによって、動的な場合における補強材の効果を調べた。

3. 実験結果

図1に初期せん断応力 $\sigma_s=0.5\text{kgf/cm}^2$ 、応力振幅 $\sigma_d=0.3\text{kgf/cm}^2$ で繰返しせん断を行なった場合の無補強(関東ローム)、および補強土の軸荷重-軸変位曲線を示す((a)関東ロームのみ、(b)不織布で補強)。(a)、(b)の図を比較してみると、まず、初期せん断応力を加えた場合、補強土のほうが発生するひずみが小さいことがわかる。供試体にせん断力を加えた時、供試体は最小主応力方向(水平方向)に伸びようとする。

この方向に補強材である不織布が配置されており、引張り補強材としての機能を果たすことによってひずみの発生量が小さく抑えられ

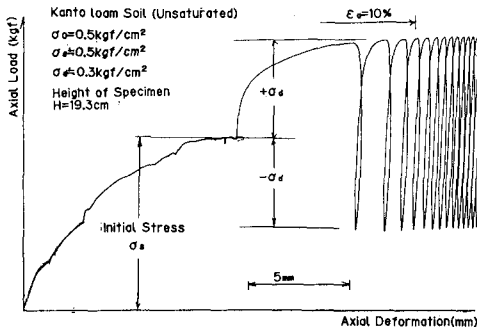


図-1(a) 軸荷重-軸変位曲線(無補強)

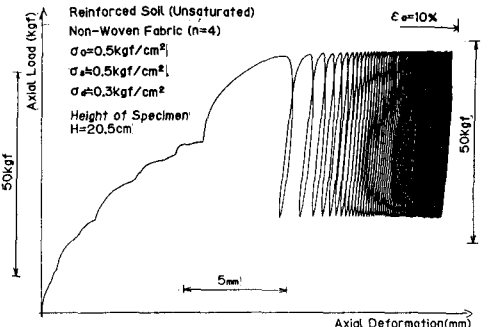


図-1(b) 軸荷重-軸変位曲線(不織布で補強)

るものと考えられる。繰返しせん断を受ける場合においても、圧縮側の载荷を受ける時には、上述の理由により補強材が引張り補強材としての機能を果たし、変形を抑制することがわかる。図2に前述の方法で求めた応力-ひずみ曲線を示す(a)不織布で補強、(b)銅板で補強。(a),(b)ともに補強した場合の応力-ひずみ曲線は繰返し回数 $N=1, 5, 10$ のすべての場合において、無補強の場合の応力-ひずみ曲線の上側に位置し、補強効果が認められる。尚、図中、動的応力-ひずみ曲線が静的応力-ひずみ曲線の上側に位置しているのは、载荷速度が速いためと考えられる。

図3に動的応力-ひずみ曲線から求まる動的強度($N=10$ 回で軸ひずみが10%になる時の偏差応力)と初期せん断応力 σ_s の関係を示す。

補強した場合も無補強の場合もともに初期せん断応力の増加に伴って動的強度が増加する傾向があり、初期せん断応力による補強効果の差はほとんど認められない。図4は無補強の関東ロームと銅板および不織布で補強した関東ロームの偏差応力-繰返し回数の関係を示す。図中の繰返し回数は、軸ひずみが7%に至る際の繰返し回数を表している。銅板および不織布で補強した場合は、無補強の場合の曲線の右側に位置し、同じ偏差応力でも多くの繰返し回数を要し、補強効果が認められる。図5に初期せん断応力 $\sigma_s=0.5\text{kgf/cm}^2$ 、応力振幅 $\sigma_d=0.3\text{kgf/cm}^2$ で繰返しせん断を行なった時、軸ひずみ $\epsilon_a=7, 10\%$ となる繰返し回数と補強材の枚数の関係を示す。不織布、銅板両方の場合において、補強材の枚数が増加するにつれて繰返し数も増加する、すなわち補強効果が大きくなることがわかる。

4. 結論

本研究によって関東ロームのような土に対しても補強土工法により耐震性が向上することがわかった。

参考文献

1) 福島伸二他 "補強粘性土の非排水強度特性", 第41回土木学会年次講演会概要集

参考文献

2) 石原 "土質力学の基礎" pp212-pp214

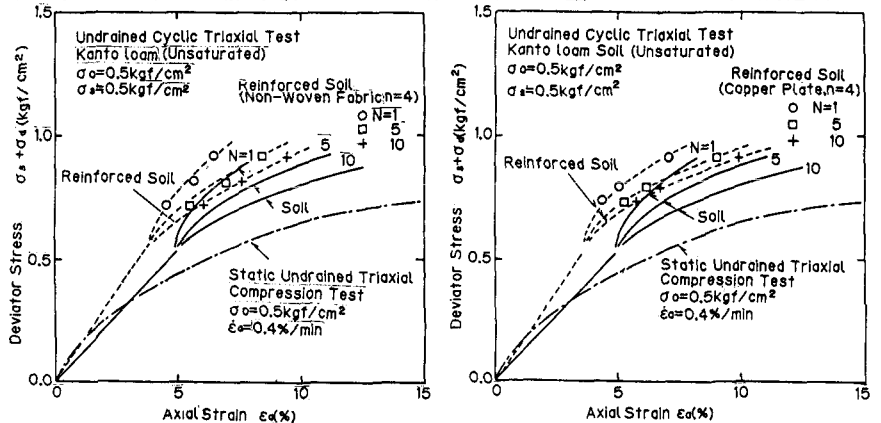


図-2(a) 応力-ひずみ曲線(不織布で補強) 図-2(b) 応力-ひずみ曲線(銅板で補強)

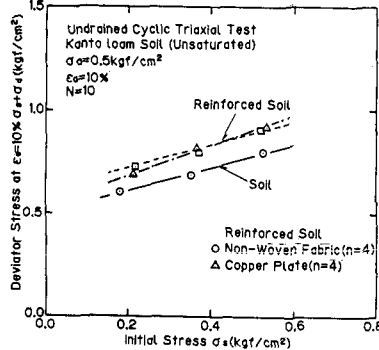


図-3 初期せん断力の影響

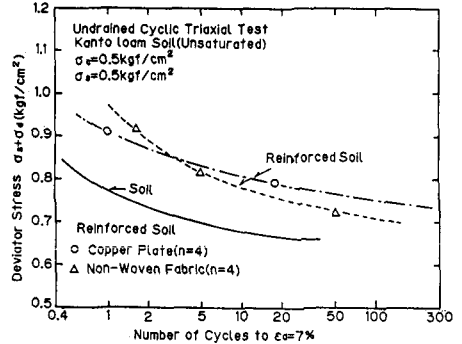


図-4 偏差応力-繰返し回数関係

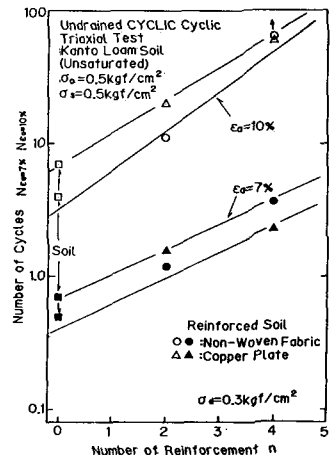


図-5 補強材の枚数の影響