

III-421

不規則荷重における補強粘性土の動的強度特性

フジタ工業(株) 技術研究所 望月 美登志
福島 伸二
香川 和夫

1. まえがき

これまで粘性質材料からなる土構造物に対して、補強土工法が地震時においても有効に働き、安定性を増加させるかどうかを検討するため、盛土材料として用いられることもある関東ロームを不織布および銅板で補強し、一様正弦波荷重による非排水繰返し三軸試験を行ってきた。その結果供試体を補強することによって動的強度が増加することがわかった。^{1), 2)} しかしながら実際の地震で引き起こされるせん断力の経時変化は不規則であるので、地震波として代表的な2種類の不規則波(衝撃型波動, 振動型波動)を用いて補強粘性土の非排水繰返し三軸試験を行なった。 TOKACHI-KI-Shock Type (N-S)

2. 試験方法

本研究に用いた装置は空圧式の繰返し三軸試験機である。供試体は締固めた関東ローム(不飽和状態, 供試体寸法は直径10cm, 高さ20cm), 補強材は不織布および銅板を用いている(試料および供試体作製方法, 補強材の配置等の詳細については参考文献2)を参照してほしい)。図-1に今回用いた2種類の不規則波(十勝沖地震の際の地震波, (a):衝撃型波動, (b):振動型波動)を示す。尚, 時間軸は約10倍に引き伸ばしている。

試験方法は正弦波載荷の場合と同様に, まず $\sigma_0=0.5\text{kgf/cm}^2$ の拘束圧で供試体を圧密し, 非排水状態で $\sigma_s=0.5\text{kgf/cm}^2$ の初期せん断応力を加える。その後図-1に示す2種類の不規則荷重を用い, 最大片振幅応力 $\sigma_{d\max}$ を変化させた繰返し載荷を行ない, 各 $\sigma_{d\max}$ に対しての軸ひずみを求めて動的応力-ひずみ曲線を作製した。以上の方法によって無補強および補強した場合の応力-ひずみ曲線を求めて, 両者を比較することによって補強効果を調べた。

3. 試験結果

図-2に無補強供試体に初期せん断応力 $\sigma_s=0.5\text{kgf/cm}^2$ を加えた後, 2種類の不規則荷重(衝撃型波動, 振動型波動)を用いて繰返し載荷を行なった時の応力-ひずみ曲線を示す。同図より衝撃型でも振動型でもほぼ同様の応力-ひずみ曲線が得られることがわかる。そこで今回は振動型波動を用いて補強効果を調べてみた。図-3に不織布で補強した場合の動的応力-ひずみ曲線を示す。補強した場合の応力-ひずみ曲線は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。銅板で補強した場合も同様の補強効果が認められた。しかしな

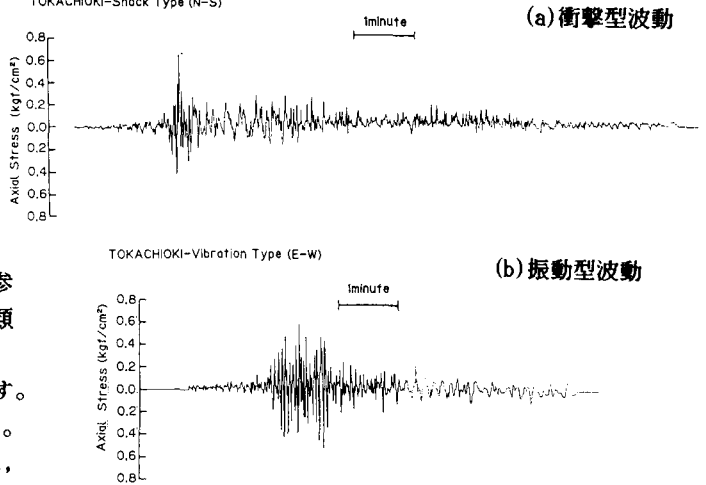


図-1 十勝沖地震における地震波

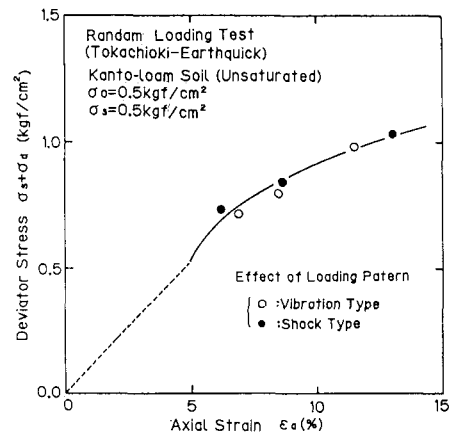


図-2 動的応力-ひずみ曲線(無補強)

がら正弦波載荷の試験結果²⁾からもわかるように地震時の土の動的挙動は平時の状態での応力状態に大きく依存するものであり、動的な場合の補強効果を設計等に取り入れようとする場合には動的強度と静的強度の関係、正弦波荷重による強度と不規則荷重による強度の関係を十分把握しておかなければならない。

図-4に無補強供試体に一樣正弦波荷重を加えた場合と不規則荷重を加えた場合の応力-ひずみ曲線を示す($\sigma_0=0.5\text{kgf/cm}^2$, 正弦波載荷は周波数0.1Hz)。同図より不規則荷重による応力-ひずみ曲線は正弦波載荷におけるN=4程度の曲線に相当すると考えられる。さらに両者の関係を明確にするために図-5に一定軸ひずみ($\epsilon_a=7\%$)が生じる際の繰返し回数と偏差応力の関係を示し、一樣正弦波荷重と不規則荷重の場合の比較を行なった。

無補強の場合には不規則載荷による偏差応力は一樣正弦波の場合のN=4に、不織布および銅板で補強した場合にはN=1.5に相当することがわかる。

本試験は実際の地震の時間軸を約10倍に引き伸ばして行なったもので、実際の速度で試験を行なえばさらに偏差応力が大きくなり、より小さなNの値に対応すると考えられる。

また、これまでの研究より一樣正弦波の場合、N=10の応力-ひずみ曲線を基準に動的強度を定義($\epsilon_a=10\%$)

してきたが、これより不規則荷重では、一樣正弦波荷重の場合より大きな偏差応力が得られると考えられる。図-6は等しい軸ひずみを生じさせる動的な場合の偏差応力と静的な場合の偏差応力の関係を示したものである。同図より両者の関係は正弦波載荷、不規則荷重による載荷の両方の場合において比例関係にあり、動的な場合の偏差応力は静的な場合の偏差応力より大きいことがわかる。

4. まとめ

本研究によって、補強土工法は関東ロームのような粘性質土に対し、静的な場合だけでなく地震時においても有効に働き、安定性を増加させることがわかった。

参考文献

- 1) 望月, 福島, 香川"補強粘性土の非排水繰返し三軸試験"
第41回土木学会年次講演会概要集
- 2) 福島, 望月, 香川"補強した粘性土の動的強度特性"
第7回地震工学シンポジウム

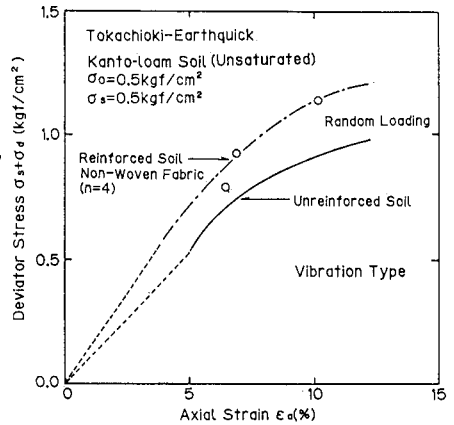


図-3 動的応力-ひずみ曲線(不織布で補強)

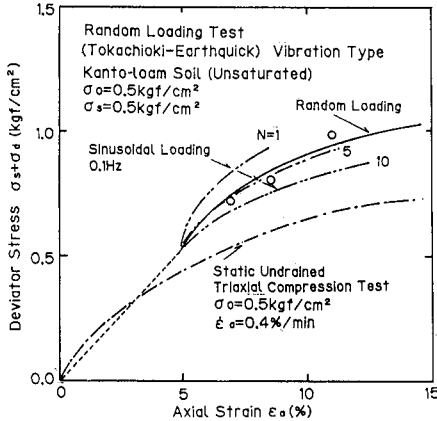


図-4 動的応力-ひずみ曲線

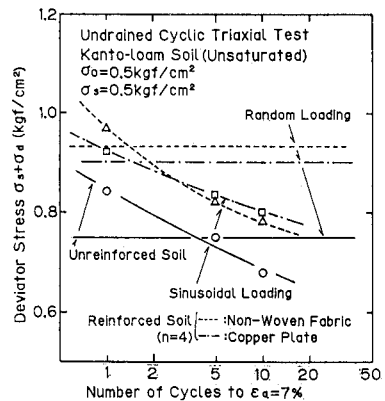


図-5 偏差応力-繰返し回数関係

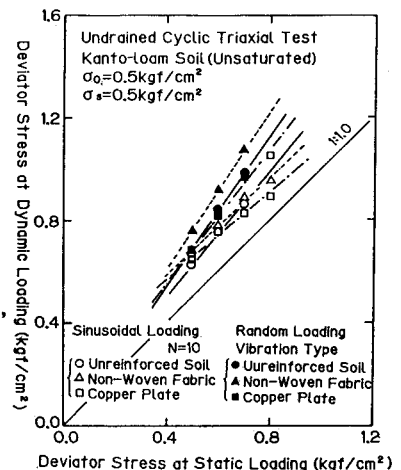


図-6 動的偏差応力と静的偏差応力