

日本大学大学院
日本大学

学生員 〇古川 和弘
正員 徳江 俊秀

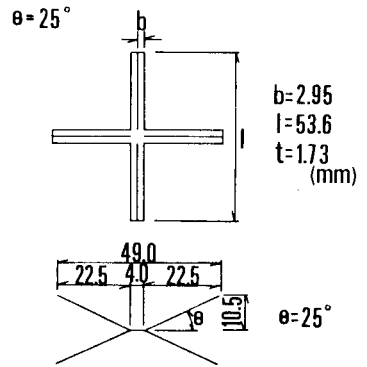
1. はじめに

先に報告した^①二軸、^②三軸及び^③斜面における補強材挿入方向の影響に関する実験結果をふまえ、今回は、補強機構を明確に説明する^④と目差し、密な状態の砂において三軸圧縮試験を行なったので報告する。

2. 実験方法

試料(豊浦砂)、実験方法等は前報と全く同じなので省略する。前報^①で、三軸の場合、密な状態の砂では補強材角度 θ (図-1)が 12.5° 、 25° のとき補強効果が最大となったのに対して(図-2の△)、二軸の場合では、 $\theta = 0^\circ$ のときが最大となり相違が出た。

とすると、三軸の場合 $\theta = 0^\circ$ では補強材が水平面上に重な、二面状態になるのに対して、 $\theta \neq 0^\circ$ の場合には中心で交差する二面状態になる。一方、二軸の結果では図-1に示した θ 及び $-\theta$ の二枚の補強材が共に働くことが示された。したがって、上に指摘した二軸及び三軸での補強効果の相違は、この“補強面数”の違いが影響していると考えられる。そこで、今回はこの点を確かめるために二枚の補強材を水平($\theta = 0^\circ$)に設置した。なお、補強材間隔は、 $\theta = 12.5^\circ$ 、 25° にそれぞれ対応させて 2 cm 及び 2 cm とした。(図-1参照)



(図-1) 補強材寸法 ($\theta = 25^\circ$ の場合)

3. 実験結果と考察

3-1 補強材の有効挿入方向

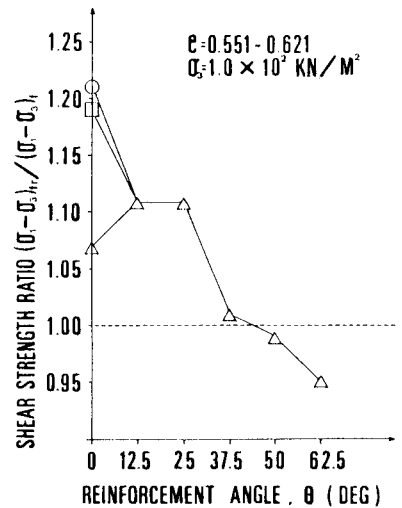
図-2は、 $\sigma_3 = 1.0 \times 10^2 \text{ kN/m}^2$ における補強材有り供試体と補強材無し供試体の強度比 $(\sigma_1 - \sigma_3)_t / (\sigma_1 - \sigma_3)_f$ を縦軸に、補強材角度 θ を横軸としたものである。△は前回の三軸の結果であり、〇は本実験において二枚の補強材の間隔を 1 cm にした場合、□は 2 cm にした場合である。

これより、 $\theta = 0^\circ$ すなわち補強材を水平に配置したときに補強効果はやはり最大となり、二軸結果と一致すると表わされる。

圧密排水条件で三軸圧縮試験を行なうと、供試体内の最大伸び方向は水平方向となる。つまり、補強材を水平に配置したときに補強材は最大の引張力を受けることになる。したがって、最大補強方向が水平方向であるという今回の結果は、前回指摘した補強材の有効挿入方向に関する基本原則(すなわち、補強材の有効挿入方向は地盤内2点間の最大伸び変位方向、したがって一律な必ずみ場であれば最大伸び必ずみ方向となる。)に一致していることが確認される。

3-2 補強材の“集の働き”

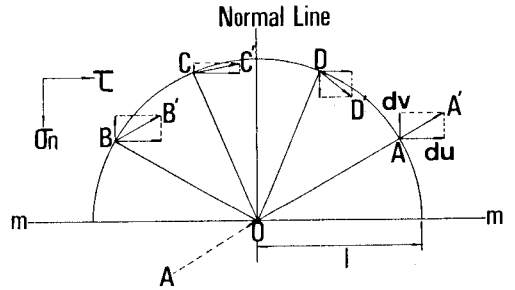
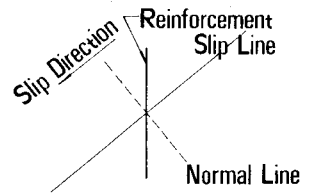
これら二つの二軸、三軸圧縮試験、模型斜面破壊実験から共通して、①補強材の有効挿入方向は、地盤の最大伸び変位方向(補強材の最大引張り方向)であること、②図-3に示すように補強材挿入方向がすべり面の法線方向より差し目方向になると、補強材無しの場合よりむしろ強度がやや低下すること(補強効果)が認められた。これを



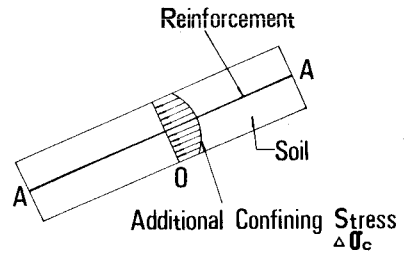
(図-2) 強度比と補強材角度

の点は何故生ずるのかについて統一的に解釈すると、換言すれば、補強材の“真の働き”を説明することによって試みよう。

図-4は、前回示した土のダイレイタンスーを示す土の補強効果説明用二次元剛体モデルである。すべり線 $m-m$ 環境に、上半分が一律な微小変位 (du, dv) を生じている。まず、 O 点から任意の距離にある任意の点の中へ一番伸びる点 A に注目し、 OA 方向に補強材が入っているものとしよう。図-5のように補強材 OA とその周囲の土試料に注目したとき、土は補強材方向に膨張しようとする(図-3)補強材設置(差し目方向)が、補強材 OA との摩擦によ、拘束を受け、その結果新たに付加的拘束応力 $\Delta\sigma_c$ が図-5に示すように土中に発生することとなる。この時、当然補強材には引張り力が働く。これは、ちょうど熱膨張材料を拘束したときに発生する温度応力のようなものと言えよう。この結果、すべり線 $m-m$ 上の拘束圧(垂直応力)は、既に土の自重や荷重によって生じていた“本来”の拘束圧に加え、この補強材による新たな付加的拘束圧の成分が加わることとなり、強度も増加することとなる(補強効果)。膨張量は、最大伸び変位方向が最も大きいこととなるので、前述の有知挿入方向に関する基本原則もうなずけることとなる。



(図-4)補強効果の説明モデル



(図-5)補強材と付加的拘束応力

次に、図-4において、補強材方向がすべり線の法線より差し目側にある点 B に注目しよう。点 B は、微小変位を生じ点 B' に移ることとなるが、 $OB' < OB$ となるので補強材と土との摩擦は先の場合と逆方向に働き、 OB 補強材は圧縮されることとなる。その結果、荷重等によって生じた“本来”の拘束圧は、補強材によって新たに発生した負の付加的拘束圧により減少せしめられることとなり、強度も減ることとなる(“補強効果”)。通常細長い補強材自体の圧縮剛性は、補強材全長を対象とすれば無視し得る程小さい。しかし、突端のみずみ端では、 OB 方向の任意の微小変位 du 、上下指摘したことが生ずるわけであり、その結果、補強材の圧縮剛性も短い長さでの剛性が効くこととなり、“補強効果”が生ずるものと考えられる。なお、正のダイレイタンスー量が小さい土(図-4の C 点)や負のダイレイタンスーを示す土(図-4の D 点)では、これまでの説明から明らかのように補強材方向が法線付近にすべり線は若干流れ目方向であり、補強効果が生ずる恐れがある。

以上で示したことは、結局、補強材の“真の働き”の一つが土のダイレイタンスー特性と絡んで新たな正負の付加的拘束応力を発生させることにあるのではないかということである。この立場から、これまで明らかにした実験事実と矛盾なく説明し得るが、紙数の関係で次の機会に回したい。

4. 終わりに

補強材の有知挿入方向は最大伸び変位方向であるという基本原則が、三軸圧縮試験からも確認された。また、補強材の“真の働き”の一つが土のダイレイタンスー特性と密接に絡んで、正負の付加的拘束圧を発生させることにあることが示唆された。今後、更にこうした点を明確にしていく予定である。

最後に、有益な助言を戴いた最上教授、実験、データ整理に努力してくれた卒業生木村勝彦に深く感謝します。

①徳江・梅津：「補強土の強度、変形特性と補強機構」昭和56年、第36回土学会年次講演集

②徳江・梅津：「補強土の強度、変形特性と補強材挿入角度」昭和56年、第16回土質工学会年次講演集

③徳江・梅津：「斜面安定に及ぼす補強材挿入方向の影響」昭和57年、第17回土質工学会年次講演集