

鉄筋により補強された砂地盤の支持力特性 VII

—三軸試験による補強メカニズムの研究 III—

Bearing Capacity Performance of Sand Ground Reinforced with Steel Bars (VII)

—Study on Reinforcing Mechanism by Triaxial Test (III)—

龍岡文夫*・三木五三郎**・児玉秀文***・松尾恵一****

Fumio TATSUOKA, Gosaburo MIKI, Hidefumi KODAMA and Keichi MATSUO

6.3 補強材を鉛直に配置した場合の補強効果の検討

鉄筋を鉛直に配置した場合の鉄筋の補強法についての検討を試みる。まず、前号に示してある図 59 から $D_r = 75\%$ に対してまず補強された供試体のピーク強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{f,r}$ と砂の供試体のピーク強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{f,s}$ の比から 1 を引いた値を n で除した値を n に対してプロットした (図 60)。図 60 の縦軸は、補強材 1 本あたりの $(\sigma_1 - \sigma_3)_{f,s}$ で正規化された補強効果をあらわしている。おもしろいことに、同じ n に対してより内側に配置された方が 1 本あたりの補強効果が大きいし、また、同じ半径位置の配置に対しても本数 n によって 1 本あたりの補強効果は違うようである。そこで、(8)式のような方法でより厳密に補強材 1 本あたりの座屈強度に対応する補強効果を求めてみた。図 58(a)に示すように補強された供試体がピーク強度と、そのときの軸ひずみ $\varepsilon_{1,f,r}$ のときの砂の供試体の応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_s$ との差 (図では $\Delta\sigma_1$ であらわされている) をまず求めた。この場合、同一の密度に対して $\Delta\sigma_1$ の値を求めるために、補強された供試体の砂の部分の密度と同一の密度を有する砂の供試体の軸ひずみ $\varepsilon_{1,f,r}$ のときの応力を求めなければならない。すなわち、任意の密度、任意の ε_1 に対する砂の供試体の応力が求められるようになっていなければならない。そこで、砂の供試体の応力・ひずみ関係を次式で示す双曲関係であらわすことにした。

$$(\sigma_1 - \sigma_3) = \frac{\varepsilon_1}{a + b\varepsilon_1} \cdot \sigma_3 \quad (9)$$

(9)式を変形すると

$$\frac{\varepsilon_1}{\sigma_1/\sigma_3 - 1} = a + b\varepsilon_1 \quad (10)$$

となる。図 61 は、砂の供試体における $\varepsilon_1/(\sigma_1/\sigma_3 - 1) \sim \varepsilon_1$ 関係をあらわしたものであり、この関係が直線であるということは、(9)、(10)式における定数 a, b はそれぞれの供試体では一定値をとるということの意味している。図 62 に図 61 から求めた a と b の値を D_r に対してプロットしてある。補強された供試体の砂の部分の D_r から図 62 を用いて a, b の値を求め、 $\varepsilon_{1,f,r}$ の値とともに (9)式に代入することにより (8)式における $(\sigma_1 - \sigma_3)_s$ at $\varepsilon_{1,f,r}$ を求めた。そして、次に $\Delta\sigma_1$ の値を求めた。図 63 にこのようにして求めた座屈強度に対応する強度増加 $\Delta\sigma_1$ at $\varepsilon_{1,f,r}$ を補強材本数 n で除した値を示してある。図中の記号の横の数字は供試体の数であり、図には平均値が示してある。座屈強度は、これに供試体断面積 44 cm^2 を乗じることによって求められる。全体として図 60 と同様な傾向がみられるが、この場合の方がより内側に配置された補強材の方が座屈強度が大きいということが明瞭にわかる。では 2 重配置(c)、(d)の場合の内側の補強材の座屈強度と、内側にのみ補強材が配置されている 1 重配置(b)の場合の座屈強度はどちらが大きいのであろうか。たとえば、外側 16 本、内側 16 本で計 $n = 32$ 本の 2 重配置の場合、外側の補強材の座屈強度は外側にのみ補強材が配置されている 1 重配置(a)で、 $n = 16$ の場合と同じであるとすると、内側 16 本補強材の 1 本あたりの座屈強度を計算できる。すなわち、図中に a で示されている値は、

$$a = \frac{x \times 32 - y \times 16}{16}$$

として求めている。図中の他のデータも同様に求めたものである。(b)のデータと比べて見ると、内側の補強材の座屈強度は外側に補強材がある場合(c)の方が、ない場合(b)よりも大きいことがわかる。更に、外側に 16 本内側に 8 本あるときの内側の補強材の座屈強度 (図中で β であらわされている) は、外側に 8 本あるときの内側の補強材の座屈強度 (図中で γ であらわされている) よりも大きい。

* 東京大学生産技術研究所 第 5 部

** 横浜国立大学

*** 広瀬鋼材産業 K K

**** 太洋技術開発 K K

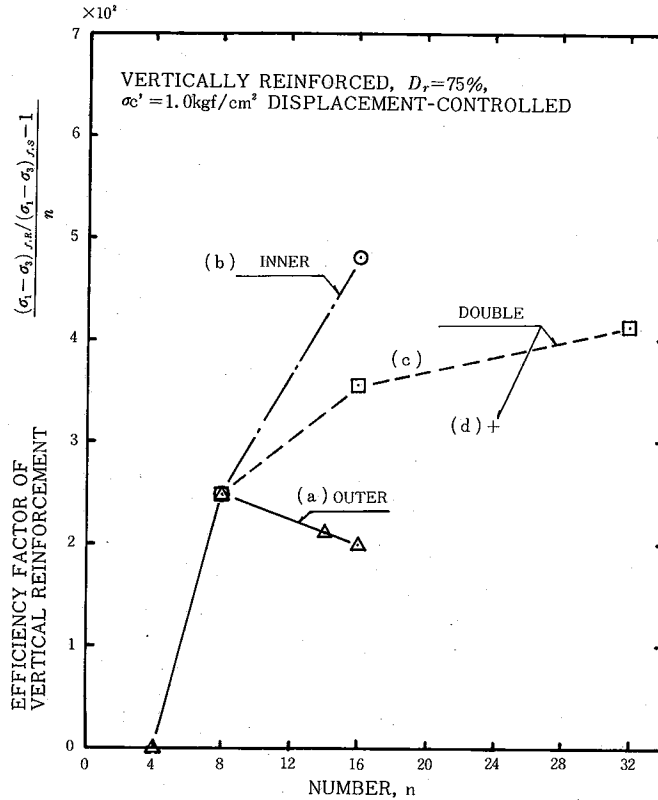


図 60 ピーク強度差についての補強材 1 本あたりの正規化された補強効果と配置法との関係

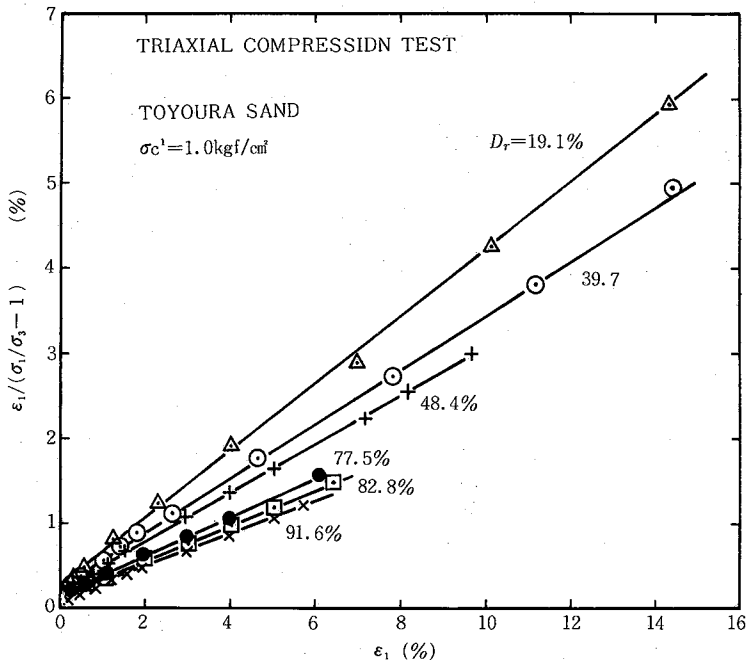


図 61 砂の供試体の応力・ひずみ関係の双曲線表示

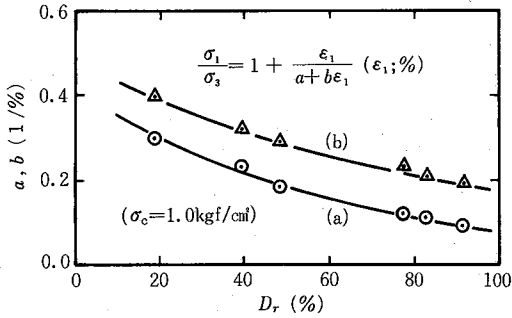


図 62 双曲関係における定数 a, b と相対密度との関係

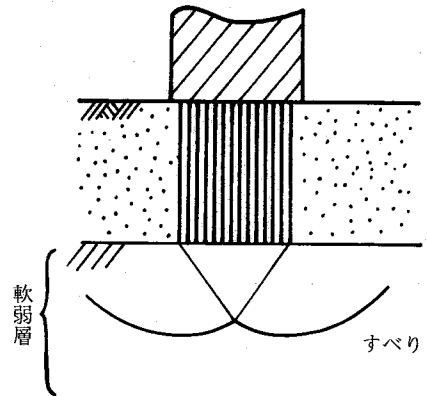


図 64 補強材の座屈によらないで支持力が決まる場合の模式図

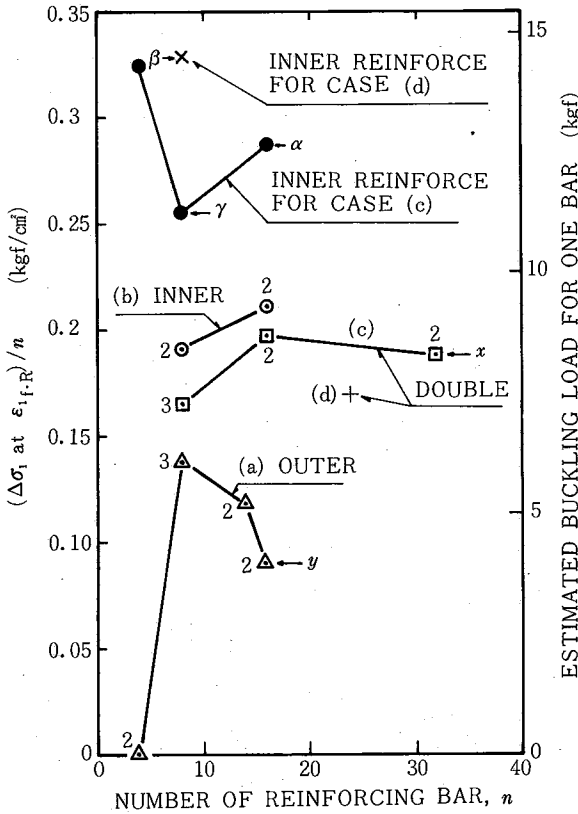


図 63 補強材配置法と補強材 1 本あたりの補強効果 (座屈荷重) との関係

以上要するに、砂中にある鉛直圧縮補強材の座屈強度は、

- (1) より内側に位置し、座屈するときに変位を生じさせなければならない砂が多いほど大きく、また
- (2) より外側に別の補強材がより多く存在し、座屈するときの拘束が大きいほど大きいと言えよう。

すなわち、実際に複雑に補強材が配置されているときの個々の補強材の座屈強度を求めるためには、その補強材に対する周囲の拘束効果を正しく評価する必要があることがわかる。この方法についての研究は今後の課題である。

6.4 ま と め

鉛直圧縮補強材により補強された地盤の支持力は結局次の 2 つの支持力の内の小さい方で決まると思われる。

- (1) 補強材が座屈せず、補強された部分が一体として働いたときの支持力。これは図 64 に模式的に示すように深い部分が軟弱である場合や補強材密度が十分に大きい場合に生ずるであろう。

- (2) 補強材の座屈が生ずる場合の支持力

(1) のケースの支持力はこれまでに用いられてきた深い基礎の支持力公式を用いるであろうが、(2) のケースの支持力の計算法については今後研究が必要であろう。

(以上)

(1981 年 11 月 19 日受理)