

鉄筋による砂斜面の補強法に関する室内実験〔Ⅶ〕

——補強材層数と補強効果の関係——

Laboratory Study on Reinforcing of Sand Slope with Steel Bars

——Relationship between Reinforce Layers and Reinforcing Effects——

龍岡 文 夫*・浜 田 英 治**

Fumio TATSUOKA and Eiji HAMADA

1. はじめに

これまでに報告したのは全て補強材を1層に配置し、長さ、本数、角度の影響を調べた実験の結果である。¹⁶⁾ 実際には斜面に複数の層にわたって補強材を配置する。そ

こで、まず2層に補強材を配置する場合の実験を行った。

2. 補強材配置計画

図-58(a)は①-①'の位置に長さ $L=30\text{cm}$ の補強材を $n=39$ 本配置したときにフーチング荷重が最大値にな

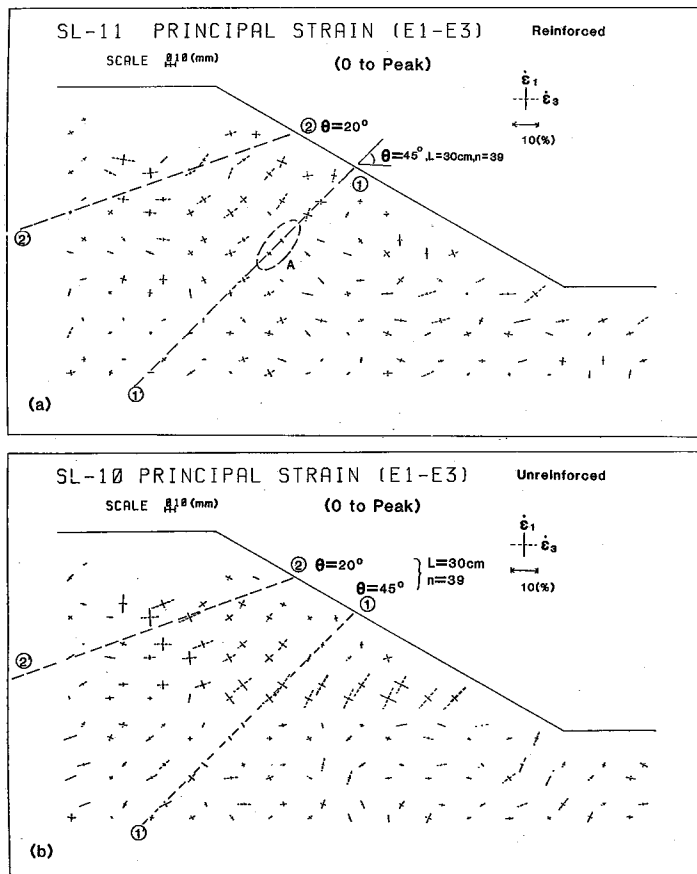


図58 (a)①-①'の補強材だけを配置したときと(b)無補強斜面にフーチング荷重が最大になるまでに生ずる主ひずみの分布と補強材の位置の関係

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** 大洋技術開発株式会社

研究速報
 までに生じた主ひずみの分布をあらわす(図-18(a)¹⁶⁾参照)。

この補強材(①-①')を第1層とし、図-58(a)に見える ϵ_3 を減少させるように第2層目の補強材を配置することにした。具体的には $L=30\text{cm}$, $n=39$ 本の補強材を図-58(a)の②-②'のように配置することにした。このようにすれば図-58(a)に示すひずみはさらに拘束され一段と補強効果が大きくなると考えた。同時に②-②'にだけ

$L=30\text{cm}$, $n=39$ 本の補強材を配置した実験も行った。この②-②'の補強材だけを配置したときの実験結果を図-59、図-60(a)~(d)、図-61(a), (b)に示す。ただし、図-59には無補強の場合、①-①'だけの補強材を配置した場合、①-①'と②-②'の両方の補強材を配した場合の結果も同時に示してある。②-②'の補強材を用いたときは①-①'の補強材を用いたときと斜面崩壊のメカニズムは明らかに異なっている。すなわち、フーチング荷重

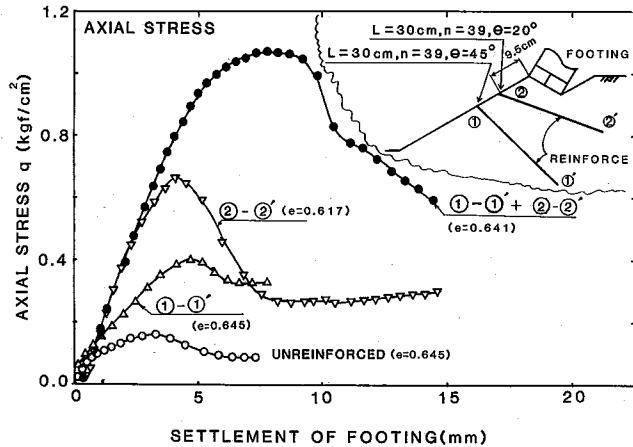


図59 無補強斜面①-①'の補強材だけで補強した斜面②-②'の補強材だけで補強した斜面①-①'と②-②'の補強材で補強した斜面のフーチング平均直応力 q ~フーチング沈下量 S 関係の比較

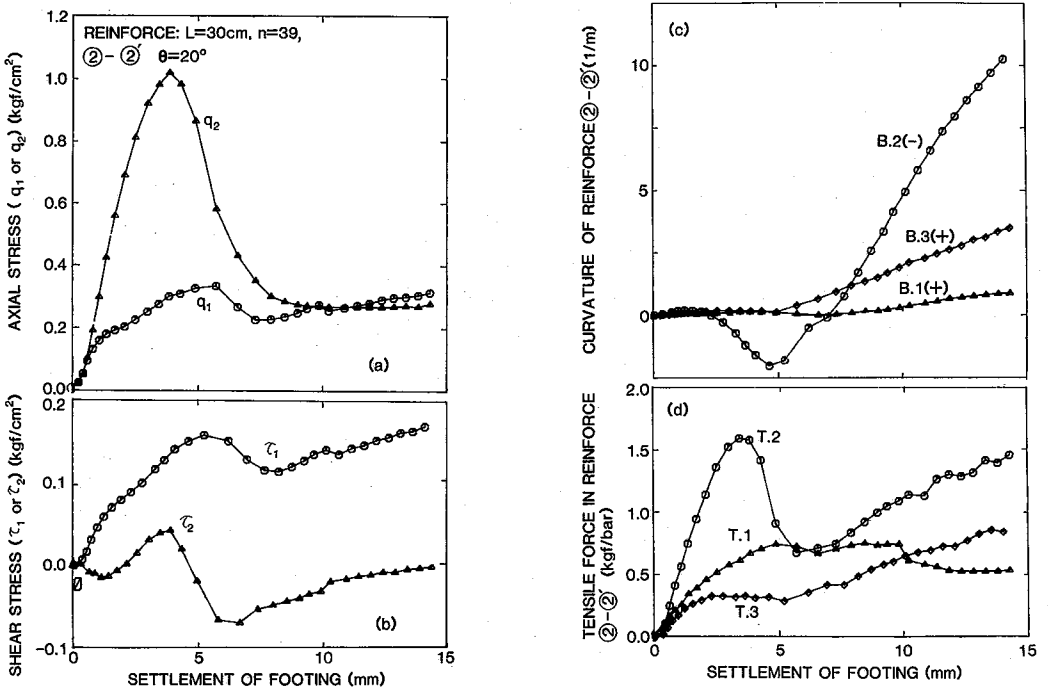


図60 ②-②'の補強材だけを配置したときの(a) q_1 , q_2 , (b) τ_1 , τ_2 , (c)補強材の曲げ(d)補強材引張力

が最大になったとき以降 $\tau_2 < 0$ となっていることから (図-60(b)), フーチングの下から斜面背後側へのすべりも生じようとしていることが分かる。また, 図-61(a)を見ると, E の領域に $\theta = 30^\circ$ 前後の方向に ϵ_3 がかなり生じていることが分かる。すると, ②-②'の補強材が配置されている斜面にさらに①-①'の補強材を配置すれば斜面の安定性が向上することは確実であることが分かる。

一方, ①-①', ②-②'の補強材は共に図-11(a)¹⁰⁾に示す無補強斜面内に破壊までに生じた ϵ_3 の方向にほぼ一致している (図-58(b))。したがって, この点から考えても2層の補強材を用いるとたいへん効果があることが予想される。

以上示したように, ①-①'の補強材だけを配置した実験の結果から考えても, ②-②'の補強材だけを配置した実験の結果から考えても, ①-①'と②-②'の両方の補強材を配置したときは補強効果が非常に大きくなることが予想される。

3. 2層の補強材を配置したときの実験結果

図-59から, q_{max} は2層配置, 上層配置(②-②'の補強材のみ配置), 下層配置(①-①'の補強材のみ配置)の順に大きく, 2層配置の場合の q_{max} は下層配置の場合の約2.7倍, 上層配置の場合の約1.6倍になっていることが分かる。上層配置の場合の q_{max} は下層配置の場合の q_{max} よりも約1.7倍大きい, 上層配置の場合はピーク以後の強度の低下が大きく残留強度は下層配置の場合よりも低くなっている。上層配置の場合の q_{max} および初期剛性が下層配置の場合よりも大きいのは, 補強材とフーチングとの間の砂の厚さが小さく, 図-58(a)に現れているような補強材の上方のすべりが生じにくいと思われる。

2層配置の場合のフーチングに作用した応力と下層(①-①')の補強材の曲げと引張力を図-62に示す。図-63にはフーチング荷重が最大になったときの2層配置で下層(①-①')の補強材に発生した引張力の分布を示す。この図には下層(①-①')の補強材だけを配置した場合の補強材引張力の分布も比較のために示してある。図-59を

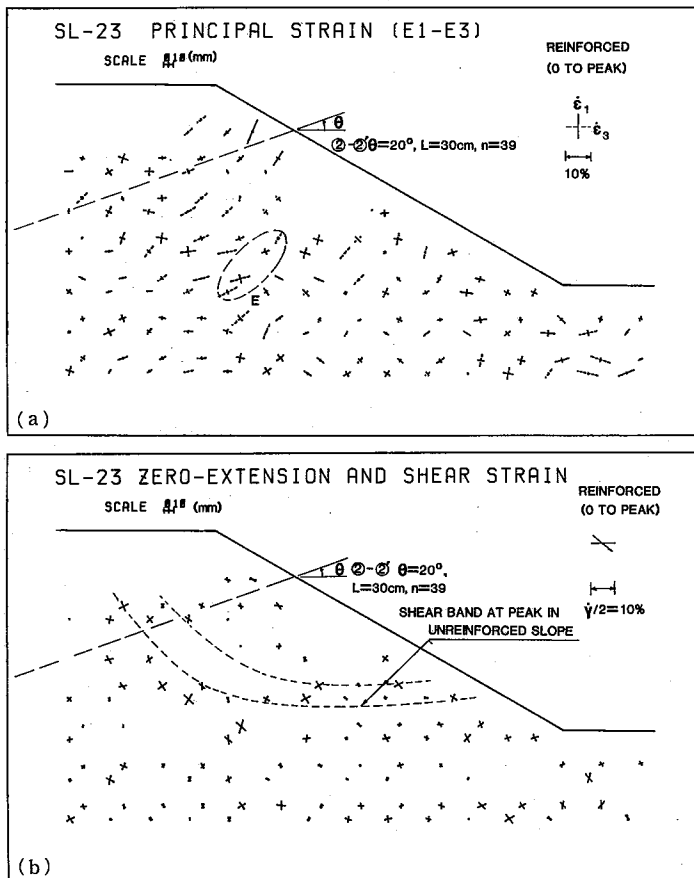


図61 ②-②'の補強材だけを配置したときのフーチング荷重が最大になるまでに生じた (a)主ひずみの分布と(b)伸び縮みのない方向とその方向のせん断ひずみの分布。

研究速報

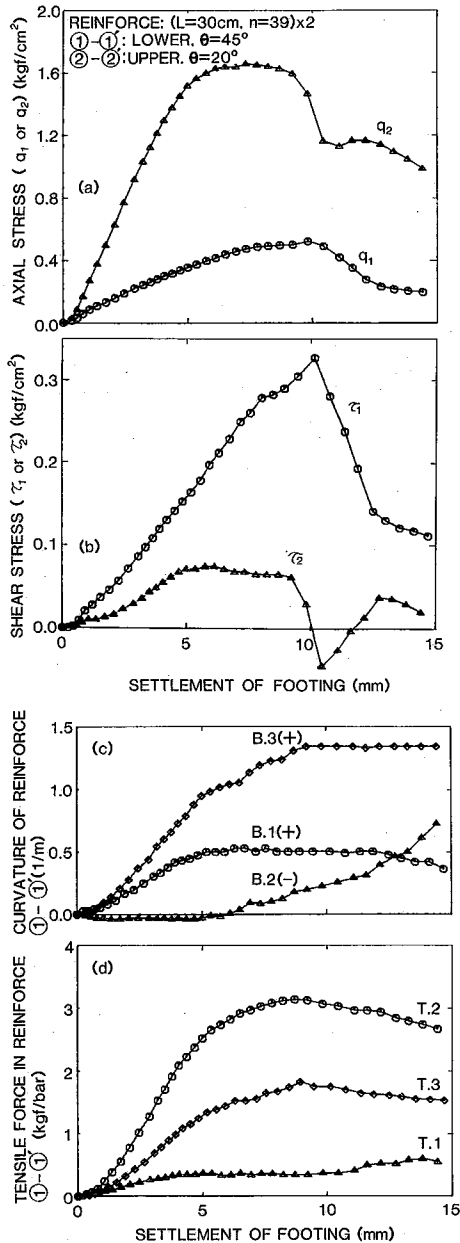


図62 ①-①'と②-②'の両方の補強材を配置したときの(a) q_1, q_2 , (b) τ_1, τ_2 , (c)補強材の曲げ(d)補強材引張力

見て分かるように、2層配置の場合には非常に高い強度 (q_{max}) を示したが、 q_{max} が発揮されているときのフーチング沈下量 S も大きい ($S=7.6\text{mm}$)。これは1層だけ補強材を配置したときにフーチング荷重が最大になるときの S の値、4~5 mm の大略 1.5 倍である。また、2層配置の場合には残留強度も大きいことが分かる。この理由として考えられるのは、2層の補強材によって斜面が全体

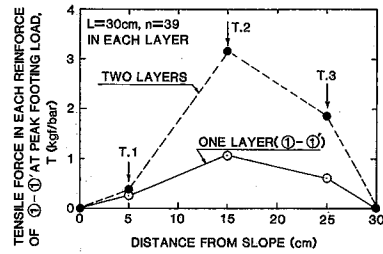


図63 ①-①'の補強材だけを配置した場合と、①-①'と②-②'の両方の補強材を配置したときのフーチング荷重が最大になったときに①-①'に発生した引張力の比較

的に補強されているため、あるせん断層に変形が集中しにくくなっていることである。変形が集中していなければ、斜面内に所定の破壊ひずみが発生するまでに必要なフーチング沈下量も大きくなり、また、ピーク荷重以降も砂のせん断強度が残留強度になかなか低下しないからフーチングの残留強度も大きいことになる。実際に測定したひずみ分布を見ると、ひずみは分散して生じ、明確なせん断層は生じていない(図は次号に示す)。さらに図-62(c)を見ても斜面から 25 cm の位置の点 B.3 での補強材の曲げが大きく、かなり深い位置まで砂が動いていることが推察できる。すなわち 2層配置の場合は 1層配置の場合と比較すると動かされている土塊は相当大きいようである(このことを示す図も次号で示す)。

一方図-63を見ると、2層配置の場合と①-①'の補強材だけを配置した場合で補強材引張力の大きさは相当異なっているが、その分布型はほぼ似ており、2層配置の場合でも無補強斜面に生じたすべり層の位置で最大引張力が発揮されていると言えそうである。すなわち、多層に補強材を配置した斜面の場合も、無補強斜面に生ずるすべり層の位置で各補強材に最大の張力が発揮されると考えても大きな誤りはなさそうである。このことは、3層以上補強材を配置した実験で確認する必要がある。

4. ま と め

斜面内に 1層だけ補強材を配置した場合と比較すると、さらに 1層補強材を配置することによって斜面の安定性は飛躍的に増加しうることが分かった。これは 2層に補強材を配置することによって、斜面内にすべり層が発生しにくくなって変形(ひずみ)が集中しにくくなり、変位する領域が広がったためと思われる。

(1984年11月21日受理)

参 考 文 献

16) 龍岡文夫・浜田英治(1984~1985)「鉄筋による砂斜面の補強法に関する室内実験 I~VI」生産研究, Vol. 36, No. 10~Vol. 37, No. 3.