

Ⅲ - B290

棒状補強材による土圧軽減効果のメカニズム

関西大学工学部 正会員 西田 一彦

関西大学工学部 正会員 西形 達明

(株)西松建設 正会員 ○石井 隆宏

1. まえがき

棒状補強材による斜面の補強効果は、引張り力、せん断抵抗、曲げ抵抗などの補強材力に起因していることは明らかであるが、補強材による土圧軽減効果およびそのメカニズムについては十分明らかにされていないのが現状である。そこで、本報告ではモデル斜面の補強領域以内の各場所の鉛直と水平土圧を測定することで補強材の配置と土圧軽減効果について考察する。さらに、補強材間の土のアーチ理論を用いることで理論的に土圧軽減効果を検討した。

2. 実験概要

モデル実験は、図1に示すような高さ150cm、幅200cm、奥行き30cmの土槽内に補強材で補強した斜面を作成し、斜面前面の移動壁面を後退させることで、モデル斜面に自重破壊を生じさせるものである。盛土材は気乾状態の鉄鉱石を使用し、その単位体積重量は 2.95kgf/m^3 で $\phi=42.85^\circ$ である。補強材には、直径10mm、長さ750mmのリン青銅丸棒を使用し、補強材の変形状態を見るために両面にひずみゲージを取り付けて補強材ひずみを測定した。また、補強領域内部の土圧の状態を明らかにするために図2に示すような水圧型の土圧測定器を作成し、モデル実験に適用した。これは、高さ110mm、幅80mmのポリエチレン製のバックに受圧面の有効径が20mmの間隙水圧計を取り付けた構造で、バックには脱気水を充填している。本器はバックに作用する土圧を水圧に換算して測定するものである。この水圧型土圧測定器の測定精度に関しては、種々の検定試験を行った結果、土槽内部の鉛直と水平土圧の測定には十分な精度を有していることを確認している。実験では、図1に示すように、壁面工の前面と背面に縦方向に設置して水平土圧を、各補強材間には水平に設置して鉛直土圧を測定した。また、本実験で行った補強材の配置状態は表1に示すとおりである。

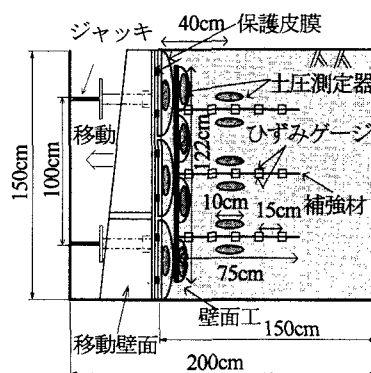


図1 モデル斜面の概要

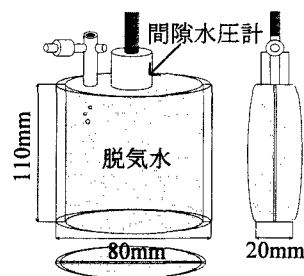


図2 水圧型土圧測定器

3. 実験結果

図3は補強材ひずみの分布を示したものであるが分布形状がほぼ上下対称であることから、補強材には曲げが大きく働いているものと考えられる。この補強材に関してLawら¹⁾は、図4に示すような土中の補強材に周辺の土粒子がアーチを形成すると考え、補強材の上部と下部における垂直土圧軽減率を式(1)のように求めている。

$$R_v = \frac{\sigma_s}{\gamma H} = \alpha \left[\frac{(K_p - 1)(1 - \delta)s}{2H(K_p - 2)} + (1 - \delta)^{K_p - 1} \left\{ 1 - \frac{s}{2H} - \frac{s}{2H(K_p - 2)} \right\} \right] \dots \text{式(1)}$$

R は垂直土圧軽減率、 σ_s は補強材上面部の土圧、 σ_r は半径方向土圧、 σ_θ は半径方向と直角方向の土圧、 r は半径距離、 γ は土の単位体積重量、 H は補強材の設置深さ、 K_p は受動土圧係数、 s は補強材間隔、 b は補強材直径、 δ は $\delta = b/s$ で表されるパラメータ、 α は σ_s を等分布に変換するための係数でLawらは0.8としている。

キーワード ソイルネイル、模型実験、土圧

連絡先 関西大学工学部地盤・地質工学研究室 TEL06-368-0898

表 1 補強材の配置条件

補強材本数	4本	6本	10本
配 列	2本2列	2本3列	2本5列
配置状態			

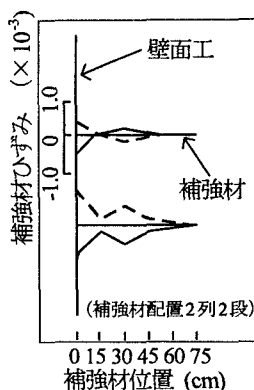


図3 補強材ひずみ分布

以上のようにして、各補強材本数について算出した鉛直土圧の計算値と、実験で各補強材間に水平に設置した土圧測定器が測定した主働状態における鉛直土圧の関係を図4、図5に示す。

また図には盛土材の単位体積重量から算出した自重土圧の分布を加えてある。図より各ケースの鉛直土圧の分布は盛土材の自重土圧より内側に位置していることから、補強材を設置することで補強領域内部の鉛直土圧が軽減されることがわかる。

また、実験値の鉛直土圧の分布が理論値と同様に段階状になっていることから補強材の上下で鉛直土圧が軽減していることがわかる。図5は補強材の配置が2列2段の場合であるが計算値と実験値に差が生じている。これは、アーチ理論では補強材周辺の土が常に完全なアーチを形成することを前提として計算がなされているのに対して、実際には、補強材本数が比較的少ないときには、完全なアーチが形成しないことが原因と考えられる。図6は補強材の配置が2列3段の場合であるが、鉛直土圧の計算値と実験値がほぼ等しくなっている。これは先ほどよりも補強材の本数が増えたために、補強材間のアーチ作用が十分機能していることによるものと考えられる。

次に図7は、アーチ理論から算出した各補強材本数における水平土圧の計算値と壁面工に設置した土圧測定器が測定した実験値の関係を示したものである。これより、計算値と理論値がよく一致していることから、補強材による土圧軽減効果のメカニズムを補強材周辺の土のアーチ理論によって説明することができると思われる。以上のようなアーチの形成によるアーチ軸力が補強材の全体にわたって作用すると考えると、図3が示したように補強材には曲げが作用すると考えられ、曲げ効果を見逃すことができないことになる。

1) B.K. Law, S.K. Tang, V. Choa: Arching in piled embankments, *Journal of Geotechnical Engineering*, Vol.120, No.11, November, 1994.

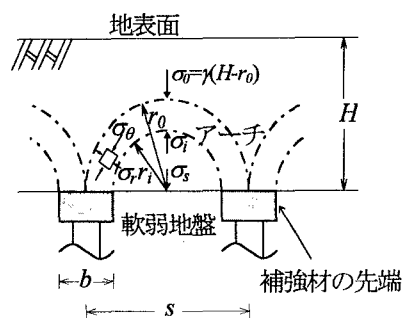


図4 梁の先端に生じるアーチ作用

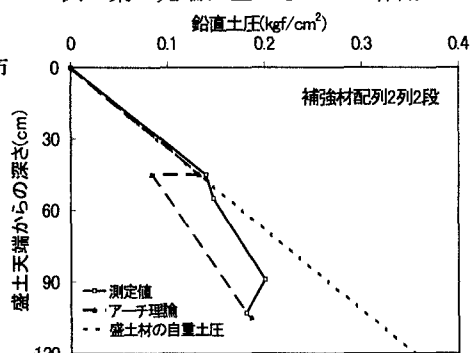


図5 鉛直土圧の実験値と計算値の比較

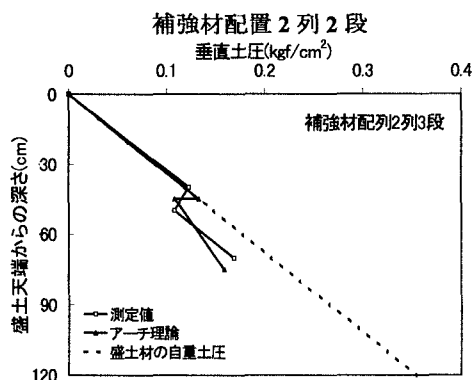


図 6 鉛直土圧の実験値と計算値の比較

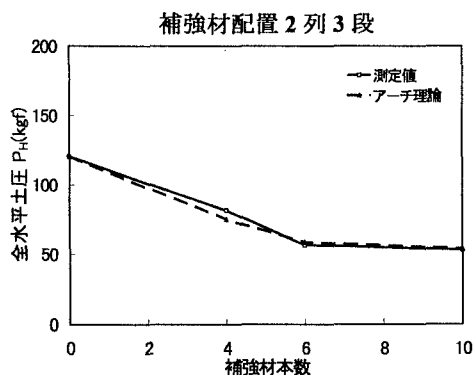


図7 全水平土圧の実験値と計算値の比較