

III-439

ボルトと大型ベアリングプレートで補強した斜面の載荷実験

東急建設(株)技術研究所 ○広井 恵二 鄭 光司
同 上 西岡 哲
岡部土木株式会社 佐藤 恭介
東京都立大学工学部 山本 稔

1. はじめに

ボルトと大型ベアリングプレートで補強された斜面においては図・1に示すように、ボルト周辺地山はボルトにより変形を拘束され一体化する。この一体化した領域が積み重なって擬似擁壁が形成され斜面の安定が増大すると考える。ボルトは地山の伸びひずみを拘束し、大型ベアリングプレートは斜面の変形を効果的に拘束し、ボルトの地山拘束効果を高める役目をする。

筆者等は、ボルトと大型ベアリングプレートで補強された斜面の補強効果と補強メカニズムを検証するため斜面載荷実験を実施した。本実験では、載荷によって生ずる斜面変形やすべりが載荷板の影響を受けないように工夫した載荷装置によって載荷を行った。

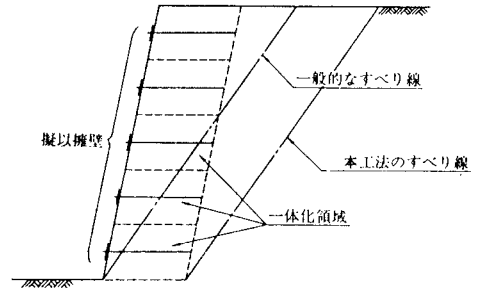
本報告では、ボルトと大型ベアリングプレートで補強された斜面載荷実験および斜面載荷実験を有限要素法によってシミュレートした結果について述べる。

2. 斜面載荷実験

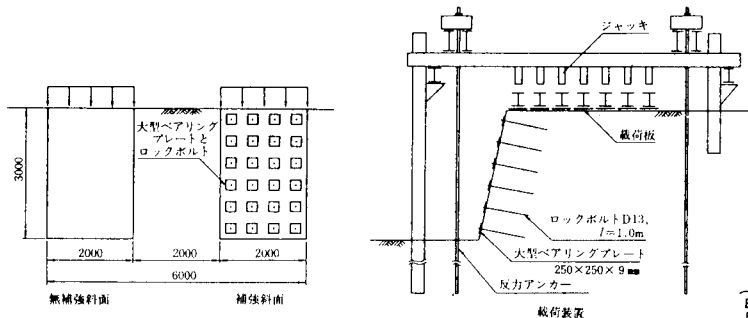
2・1 実験概要

図・2に実験斜面と載荷装置を示す。無補強斜面は幅2.0m、高さ3.0m、勾配79°の斜面である。補強斜面には、径13mm、長さ1.0mのボルトを縦横50cmピッチで打設し、ボルト頭部に25cm角の大型ベアリングプレートを取り付けた。ボルトは膨張性モルタルで地山と一体化させた。

載荷実験は斜面外に打設されたアンカーから反力を取り、4行7列に設置された28台の20tfジャッキで載荷した。載荷面の大きさは、斜面の変形やすべり面が載荷板の形状寸法の影響を受けないように、すべり領域より大きくした。載荷は28枚の鋼製載荷板(490×490×25mm)を28台のジャッキで加力することにより行われ、載荷板が個々に変形し、均一に荷重が作用するようにした。



図・1 地山の一体化と擬似擁壁



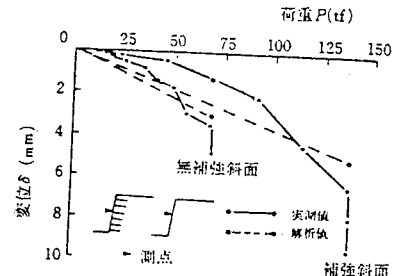
図・2 載荷実験概要

2・2 実験結果

図・3に載荷荷重～変位曲線を示す。無補強斜面は載荷荷重 $P=63\text{tf}$ で崩壊した。一方、補強斜面は載荷荷重 $P=138\text{tf}$

表・1 土質常数

単位体積重量 γ_t	1.8 g/cm ³
粘着力 c	0.05 kg/cm ²
内部摩擦角 ϕ	35°
弾性係数 E	200 kg/cm ²



図・3 載荷荷重～変位曲線

で、ボルトを打設していない両翼の斜面が急激に崩壊したが、ボルト打設部分の斜面は約10mmの水平変位を生じただけで崩壊にいたらず、ボルトと大型ベアリングプレートで補強された部分の一体化は保たれていた。

図・5に示すように、載荷面の沈下形状から推定される補強斜面の潜在すべり面の形状は、ボルト打設部分が擬似擁壁化したと考えた場合の安定計算によるすべり面の形状とよく一致した。ボルト打設部分が一体化することによって斜面の安定性が増加する現象を実験により明らかにすることができた。

3 有限要素法による解析

3・1 解析目的とモデル化

ここでは、斜面載荷実験を有限要素法によって解析し、斜面の変形、地山の応力状態などから地山の一体化、ボルトや大型ベアリングプレートの作用効果について考察する。

解析モデルはモデル端部の境界条件の影響を少なくするため、斜面高さに対して縦2倍、横4倍の大きさとした。ボルトと大型ベアリングプレートはビーム要素でモデル化し、平面ひずみ弾性計算により解析を行った。

3・2 斜面変形

図・3に実験と解析による載荷荷重～変位曲線を示す。補強斜面の変形は無補強斜面の変形に比較して、実験では約1/2、解析では約4/5と小さく抑えられている。

3・3 斜面の応力状態とすべり面

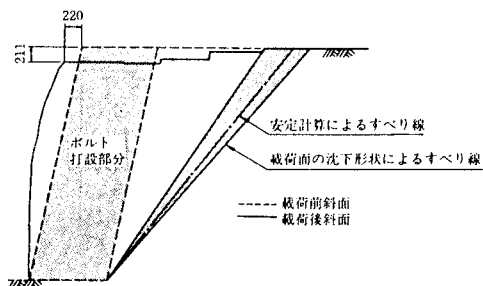
図・5、6に無補強斜面(載荷荷重 $P=63\text{tf}$ 時)、補強斜面(載荷荷重 $P=138\text{tf}$ 時)の局所安全率のコンタを示す。無補強斜面では、斜面深部より斜面表面側の局所安全率が低くなっている。斜面表面側ですべりが生じやすい応力状態にある。実際のすべりも局所安全率3のコンタを斜面に沿って上昇させた位置で発生した。

補強斜面では、斜面深部よりボルトを打設した斜面表面側の局所安全率が高くなっている。またボルト打設部分は斜面高さに関係なく同じような局所安全率となっている。ボルト打設部分には弱面は存在せず、ボルト打設部分内に、特に明瞭なすべり面を判定することができない。また図・4に示したように、実験での載荷面沈下形状から推定される潜在すべり面は斜面深部に存在すると考えられる。

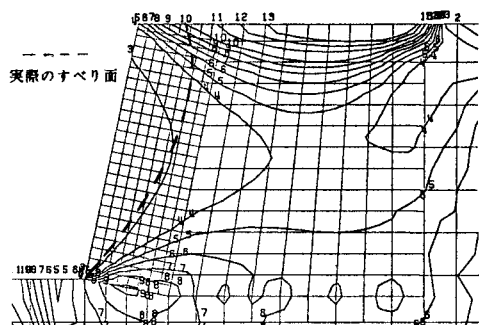
以上のことより、補強斜面ではボルト打設部分の地山の応力状態が改善され、すべりが発生しにくい状態になり、いわゆる擬似擁壁が形成されることによって斜面の安定性が増大することを確認した。

参考文献

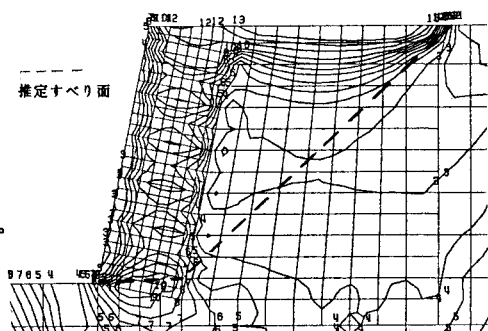
- 1) 西村、山本、山崎:ロックボルトを用いた斜面の摩擦円法を拡張した安定解析。第38回土木学会全国大会、1982。
- 2) 広井、鄭、西岡:ロックボルトと大型ベアリングプレートを用いた斜面安定工法の設計・施工例。基礎工、1986、12



図・4 補強斜面の変形状況と推定すべり面



図・5 無補強斜面の局所安全率とすべり面



図・6 補強斜面の局所安全率とすべり面