

Ⅲ - A224

模型載荷実験による傾斜軟岩地盤の破壊性状

北海道大学工学研究科 正 会 員 西村 右敏

同 上 正 会 員 三浦 均也

同 上 フェロー 土岐 祥介

1. はじめに 傾斜地盤上に橋梁などの構造物の基礎を建設する場合、基礎形状のみならず地盤の幾何学的条件および破壊形態も三次元的であり、帯基礎に比べその取り扱いはいよりの一層困難である。また、構造物の支持層に優良であると期待される岩盤は、構成する岩石の成因や構成鉱物等により力学的特性が異なるのが一般的である。著者らは、これまでに軟岩地盤の斜面形状および力学的性質の相違が支持力・変形特性に及ぼす影響について検討している^{1), 2), 3)}。本報告では、地盤内部の破壊性状に着目し考察する。

2. 模型軟岩地盤の力学的性質 実験に用いた軟岩地盤は、砂と石膏に水を加え作成したもので、材料の分離を抑えるために粘土を配合している¹⁾。これらの力学的性質の詳細は、別報⁴⁾を参照されたい。

3. 実験概要 実験に用いた載荷装置は既報¹⁾に示す通りである。模型基礎は、直径 $B=40.0\text{mm}$ の底面滑な円形で、載荷ロッドに剛結している。載荷速度は 0.1mm/min で行った。まず斜面形状が支持力挙動に及ぼす影響を調べるために、1種類の地盤(Case-A)に対し、斜面傾斜角 β と天端余裕幅 α を変化させて行った。次に力学的性質の相違による影響を調べるために、4種類の地盤について、斜面傾斜角を $\beta=45^\circ$ に限定し、天端余裕幅 α を変化させて行った(図-1参照)。

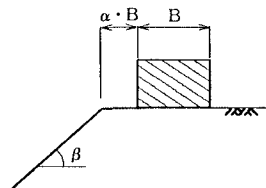


図-1 地盤条件

4. 実験結果 4.1. 荷重強度～沈下量関係 水平地盤における荷重強度 q と沈下量 s の関係は、すべてのケースにおいて明確なピーク強度が得られないパンチング型の破壊形式を示した^{1), 4)}。しかし、傾斜地盤では全般せん断型とパンチングせん断型の2種類に大きく分類された^{2), 3)}。Case-AとDでは荷重の急激な低下が見られる全般せん断型であったのに対し、Case-BとCでは延性的な挙動を示すパンチングせん断型であった。

4.2. 地盤の破壊性状 図-2はCase-A地盤における斜面傾斜角($\beta=30^\circ \sim 90^\circ$)および天端余裕幅($\alpha=0.0 \sim 1.0$)を変化させた実験の中心断面部の破壊状況である。すべてのケースで全般せん断型の破壊性状が観察されているが、主働および過渡領域までのせん断破壊面は基礎端を通る円弧の形で現れている。また、受働領域からは斜面下方に向かって亀裂が進行する様子が観察された。図-2を基にせん断破壊面のみを示したものが図-3および4である。図よりCase-Aにおけるせん断破壊面形状は、天端余裕幅の大小よりも斜面傾斜角に大きく依存していることが分かる。すなわち、 β が小さいほど主応力の回転は大きく現れ、せん断破壊面の発達角度も斜面に沿って減少する傾向が伺える。

図-5は $\beta=45^\circ$ の傾斜地盤(Case-B～D)における破壊状況である。Case-Dの観察断面ではCase-A(図-2参照)と同様、天端余裕幅によらず明瞭なせん断破壊面が形成され、斜面前面の受働領域はせん断破壊面の発達によって押し出される格好になっている。

Case-BおよびCにおける $\alpha=0.5$ のケースでは、両者とも水平地盤と同様なパンチングせん断型の破壊形態であった。しかし、 $\alpha=0.0$ におけるCase-Bの断面では、せん断破壊面は斜面表面には達しないものの斜面側の地盤はかなり乱されている様子が観察され、載荷を続けていたなら全般せん断型の破壊に移行していた可能性もある。また、同じ $\alpha=0.0$ のケースでもCase-Cでは、全般せん断型の破壊形態が観察された。ただし、この場合においても、フーチング直下の圧縮領域が斜面側から徐々に剥離するように斜面前面に押し出されるような形で進行し、明瞭な受働領域が形成されなかったために、荷重～沈下関係ではパンチングせん断型の挙動を示していたと考えられる。

傾斜地盤，支持力，軟岩地盤，破壊，模型実験

〒060 札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011-706-6203 FAX 011-726-2296

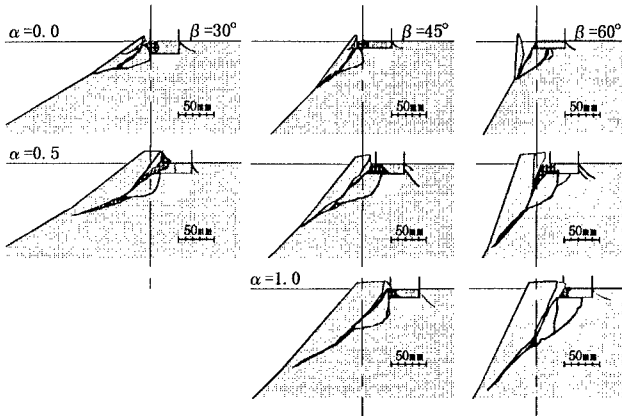


図-2 Case-A 地盤における地盤形状の違いによる破壊性状

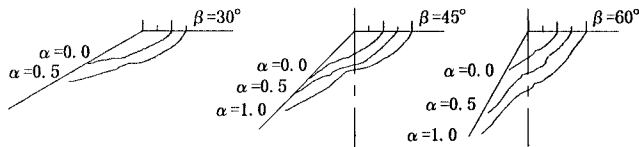


図-4 天端余裕幅とすべり面形状 (Case-A)

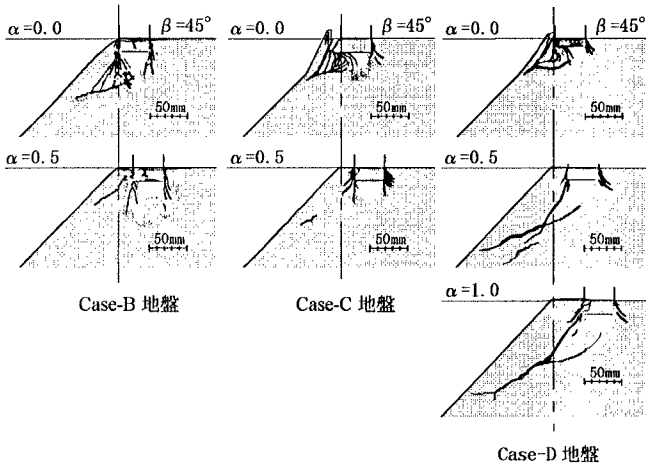


図-5 $\beta = 45^\circ$ 地盤における地盤の破壊性状

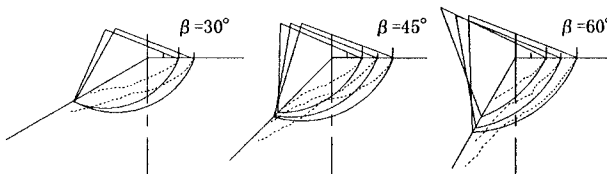


図-6 分割法によるすべり面形状 (Case-A)

参考文献

- 1) 西村 右敏, 三浦 均也, 谷口 基樹, 土岐 祥介: 人工軟岩地盤の繰返し載荷支持力実験, 第30回地盤工学研究発表会, 1995, pp. 1353-1356.
- 2) 西村 右敏, 三浦 均也, 岩澤 正之, 土岐 祥介: 傾斜軟岩模型地盤上の基礎の支持力特性, 第31回地盤工学研究発表会, 1996, pp. 1563-1564.
- 3) 西村 右敏, 三浦 均也, 鳴海 英樹, 土岐 祥介: 物性の異なる軟岩傾斜地盤上の円形基礎の支持力模型実験, 第32回地盤工学研究発表会, 1997, (投稿中).
- 4) 西村 右敏, 三浦 均也, 鳴海 英樹, 土岐 祥介: 物性の異なる軟岩水平地盤上の円形基礎の支持力模型実験, 第32回地盤工学研究発表会, 1997, (投稿中).
- 5) 西村 右敏, 三浦 均也, 岩澤 正之, 土岐 祥介: 傾斜軟岩模型地盤の破壊メカニズムと内部構造, 第31回地盤工学研究発表会, 1996, pp. 1565-1566.

図-3 斜面傾斜角とすべり面形状 (Case-A)

このように、斜面傾斜角や天端余裕幅とともに、地盤の物性が破壊性状に大きく関与するようである。

5. 分割法による検討 Bishop の分割法を支持力算定用に改良し計算を行った。図-6 は計算によって得られた Case-A のすべり面形状を示したものである。断面のみに着目すると、 β が大きくなるほど、観察されたせん断破壊面とすべり面形状が一致する傾向にある。しかし、計算値は実験値を下回る結果となり⁵⁾、この傾向は β が小さいほど顕著なものですべり面の大きさとは逆の傾向である。これは、ここでは図示していないが、地盤表面の亀裂および内部のせん断破壊面の観察形状から、 β が小さい地盤ほどせん断破壊面のまわりこみは小さいが、逆に奥行き方向に大きな面領域を形成し、結果的に受働面領域が増大し、支持力値が増したものであると考察される。

以上より、全般せん断型の破壊形態を示すものについては、せん断破壊面領域を適切に評価し、分割法を三次元に拡張することで対処できそうである。しかし、パンチング型の破壊形態を示した地盤では、分割法による計算は破壊メカニズムの違いからその対処には問題が残る。