

パイプを併用した鉄筋挿入工に関する模型実験

東海大学 正会員 ○藤原 覚太
東海大学 学生会員 Enayat Mallyar

1. 目的

鉄筋挿入工は、鉄筋の引張力により複数の鉄筋と受圧板が土と一体化して、斜面の安定度を高める工法である。一方、地すべり抑止杭は、斜面下方に施工された鋼やコンクリート杭が、剛性により斜面のすべりに抵抗する工法である。いずれも斜面の崩壊に対して有効な工法で幅広く適用されている。本論では、これらを組み合わせた工法として、パイプを併用した鉄筋挿入工^{1),2)}を提案する。パイプは不動層に根入れさせず鉄筋挿入工と結合させないことから、簡易な施工が期待できる。模型実験を実施することで、提案した工法の対策効果について検討した。

2. 実験条件

実験では長さ 2000mm、高さ 450mm、奥行き 500mm の木箱を使用した。側面は透明なアクリル板で出来ており、内部の状況が観察できる。底面は摩擦を切るためのビニールシートを貼り付けている。地盤材料にはケイ砂 7号 (含水比 11%) を使用した。物性値は、事前の物性試験により、土粒子密度 2.63g/cm^3 、均等係数 $U_c=2.1$ 、内部摩擦角 $\phi=42^\circ$ が得られている。

まずは木箱に対策工(後述)を固定し、その後、砂を下部から厚さ 300mm になるまで詰めた。地盤作成後、木箱の片側を吊るすことで勾配を変化させる。斜面角度は木箱に取り付けた傾斜計により計測した。実験ケースは、Case-A:無対策、Case-B:鉄筋挿入工のみ、Case-C: 鉄筋挿入工+パイプの 3 ケースである。Case-B では、直径 10mm、長さ 300mm の鉄筋挿入工を、図 1 の対策工の位置に 1 本配置した。図 2 に示すように、鉄筋の上側には、受圧板を固定する治具がついており、これと受圧板 (厚さ 2mm、一辺 150mm の正方形の鋼板) がボルトを介して結合されている。下側の鋼板は木箱の底とボルトで固定した。Case-C は、本論で提案する工法で、Case-B の鉄筋を包むように透明のパイプを置き、内部に砂を密に詰めた(図 3)。パイプの材質はアクリルで、寸法は長さ 280mm、直径 80mm であり、このパイプは鉄筋や底板と結合せず、置いているだけである。計測項目は、崩壊時の角度および、鉄筋のひずみ量(Case-B, C)を対象とした。ひずみゲージの位置は下方より 60mm、140mm、210mm、260mm の 4 か所で、それぞれ斜面上方・下方の両面貼り付けることで、曲げ・軸の両方のひずみを計測できる。

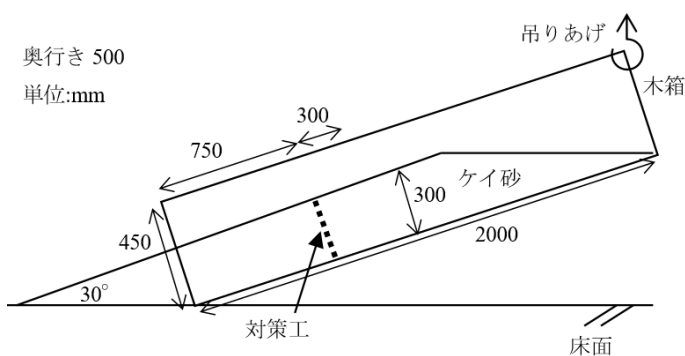


図 1 模型寸法図



図 2 対策工(Case-B)



図 3 対策工(Case-C)

キーワード 斜面安定, 鉄筋挿入工, パイプ

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学工学部 TEL: 0463-58-1211 Email: fujiwara.kakuta.s@tokai.ac.jp

3. 実験結果

木箱を吊り上げるにつれ、細かな土崩れが観察され、大規模な崩壊は、Case-A、Case-B ではそれぞれ斜面角度 42° 43° のときに発生した(図4)。Case-A と Case-B で崩壊角度がほとんど変わらなかった理由として、本実験では Case-B での鉄筋工と受圧板の結合は弱く、十分に土を抑えなかったためと考えられる。Case-C では斜面角度 45° の状態で、対策工の両側は部分的に崩壊が生じたものの、対策工背面の土は安定していた(図5)。パイプを鉄筋まわりに置くことで、斜面崩壊を部分的に留める効果が確認できた。

図6に、Case-B と Case-C における、曲げひずみの計測結果(斜面角度 20° , 40° , 45°)を示す。ここで Case-C では下から 140mm 位置の計測結果が欠測している。いずれの結果でも、下端になるほどひずみが増大する片持ち梁に近い結果となった。また Case-C は Case-B に比べて僅かにひずみが小さくなった。Case-C ではパイプ内の土が、鉄筋の曲げに対して抵抗したものと考えられる。角度が 45° ときは、Case-B だと背面土が崩れているため鉄筋への負担はない(計測値はゼロのため記載せず)が、Case-C だと崩壊を防いだことが、鉄筋に大きな負担が生じている。本工法は、斜面崩壊の抑制効果が高い分、鉄筋には大きな外力が作用することに留意すべきである。なお、いずれのケースでも軸ひずみは非常に値が小さく、ここでは議論しない。

4. 結論

本研究では、パイプを併用した鉄筋挿入工について斜面崩壊の模型実験を実施した。パイプは鉄筋回りに置くだけで、簡易な施工が期待できる。以下に実験により得られた知見を示す。

- ・パイプを併用することで、斜面の大きな崩壊を防ぎ、部分的な崩壊に留める結果となった。またパイプ内の土が鉄筋工の変形に対して抵抗し、曲げひずみはわずかに小さくなった。
- ・鉄筋工の軸ひずみや地盤の変位など、実験では計測が困難な項目もあった。今後、数値解析により、詳細な検討を進める。

参考文献

- 1) 藤原覚太, Enayat Mallyar, 干場奨太(2021) 斜面アンカー工の補助部材に関する2つの提案. 第56回地盤工学研究発表会概要集, DS-5-09
- 2) 藤原覚太, Enayat Mallyar (2022) パイプを併用した鉄筋挿入工の数値解析. 第57回地盤工学研究発表会概要集(投稿中)

謝辞 本研究は令和2~4年度の科学研究費 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))「アンカー補強された三峡ダム周辺大規模地すべり斜面の長期的安定性評価技術の熟成」の一部により実施されました。記して謝意を表します。

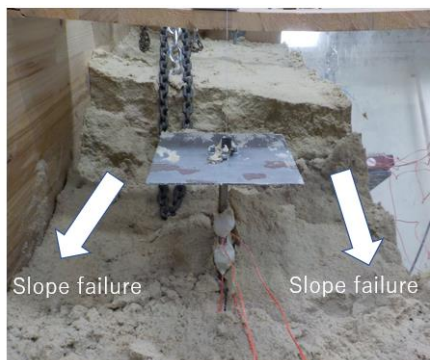


図4 崩壊の様子(Case-B)



図5 崩壊の様子(Case-C)

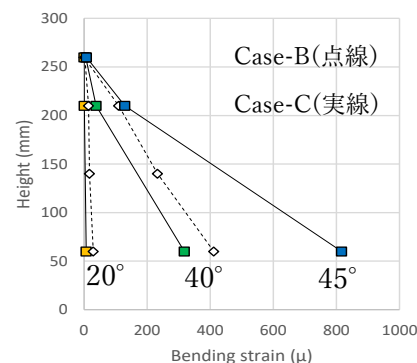


図6 曲げひずみ