

引張り材を用いたフレーム構造による斜面補強を施した実大斜面の掘削実験

日鐵住金建材（株） 正会員 ○堀 謙吾，正会員 岩佐 直人，副田 尚輝
 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 正会員 平岡 伸隆，吉川 直孝
 東京都市大学 正会員 伊藤 和也

1. はじめに

平成 27 年 6 月に発刊された「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」において，簡易な法面材による対策工が紹介されているが，その安全性を評価した事例は少ない．そこで，引張り材を用いたフレーム構造による斜面補強工に着目して，その斜面安定効果を確認することを目的に，実大模型斜面を用いた斜面掘削実験を実施した．

2. 実験概要

実大模型斜面は高さ 3.5 m，幅 4 m，勾配 30 度，天端の長さ 1.7 m である（図 1 参照）．試験ケースは CASE1 を無対策，CASE2 を対策工とした．CASE2 では，平鋼を螺旋形状にねじり加工した長さ 1.0m のアンカー材を回転させながら 6 箇所挿入し，アンカー材設置位置が交点となるように幅 260mm のジオグリッド（以下，帯状法面材と呼ぶ）を格子状に敷設した．さらにアンカー材頭部に 1 辺 30cm の固定板を設置した．試料は関東ロームを用い，盛土作製直後の含水比は CASE1：88.0%，CASE2：86.9%，湿潤密度は CASE1：0.98 g/cm³，CASE2：1.00g/cm³であった．計測機器は，変位計を斜面地表面に対して平行方向と垂直方向に 6 箇所 12 点，CASE2 では変位計に加え，帯状法面材に一軸ひずみゲージを 5 箇所，アンカー材②と⑤に三軸ひずみゲージを 4 箇所裏表（計 8 箇所）に設置した（図 2～4 参照）．法面下部から 4,000 mm，斜面高さ 2,000mm ラインを掘削時の崩壊予想線とし，3 段階の掘削ラインを設けた．掘削は第 1 掘削：ライン 1 から 60 度，第 2 掘削：ライン 2 から 60 度，第 3 掘削：ライン 3 から 60 度，第 4 掘削：ライン 3 から 75 度，第 5 掘削：ライン 3 から 90 度の 5 回を想定した．なお，掘削はバケット幅 1,800mm のドラグショベルを用い，1 段階の掘削は，中央，左，右の 3 回に分けて実施した．

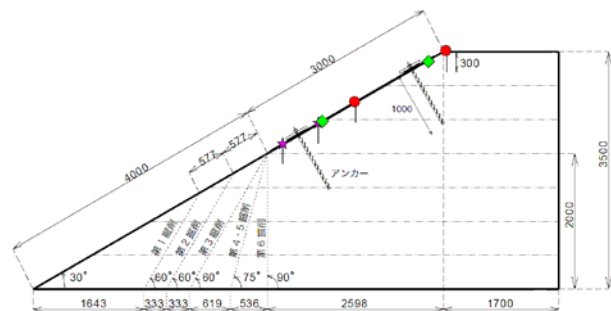


図 1 斜面断面図

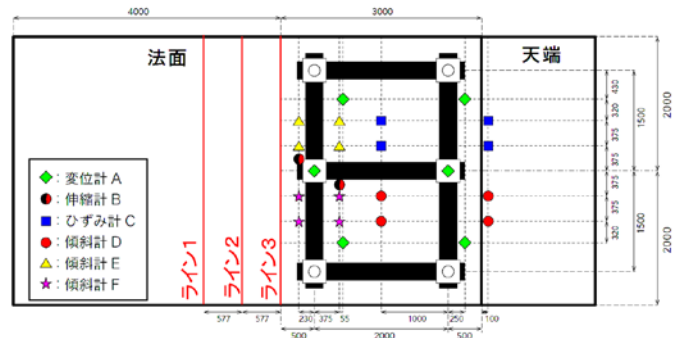


図 2 計測機器設置図

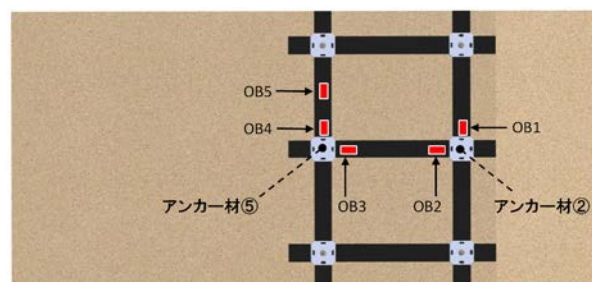


図 3 帯状法面材ひずみゲージ設置位置

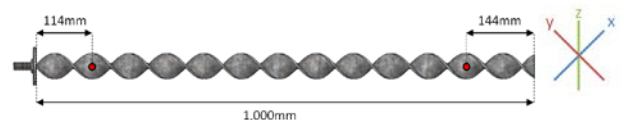


図 4 アンカー材ひずみゲージ設置位置
および三軸ゲージの軸方向（斜面正面から見た）

キーワード 斜面掘削，斜面崩壊，仮設法面对策，地表面変位，斜面補強

連絡先 〒135-0042 東京都江東区木場 2-17-12 SA ビル 日鐵住金建材（株）土木商品開発部 Tel.03-3630-0942

3. 実験結果および考察

CASE1, CASE2 の斜面変位量 (斜面地表面に対して平行方向) をそれぞれ図 5, 図 6 に, アンカー材の軸ひずみを図 7 に, 帯状法面材のひずみを図 8 に示す.

- ・ CASE1 では第 2 掘削後から斜面が大きく変位しているのに対し, CASE2 では第 4 掘削開始まではほとんど変位が発生していないことから, 対策工による斜面補強効果の確認ができた. また, 下段の斜面変位量 (変位計 4~6) だけでなく, 上段の斜面変位量 (変位計 1~3) も増加していることから, 斜面を補強することで斜面が一体化したと考えられる. (図 5, 図 6 参照)

- ・ CASE1 では第 5 掘削を開始直後に斜面崩壊が発生したのに対し, CASE2 では第 4 掘削完了後のクリープによって斜面崩壊が発生し, CASE2 の方が早く崩壊した. これは, アンカー材を支えていた土が掘削された結果, 下段のアンカー材を支えることが出来なくなり, 下段で (変位計 4~6) 大きな変位が発生し, それに追従して (一体化して) 上段の斜面変位量も増加したため, CASE2 の方が早く崩壊してしまっただと考えられる. (図 6, 図 7 参照)

- ・ 下段のアンカー材⑤の上部に第 3 掘削開始直後にひずみが発生しており, 第 4 掘削開始直後にさらに大きなひずみが発生している (図 7 参照). また, 無対策 (CASE1) の下段の斜面変位量 (変位計 4~6) でも同様に第 3 掘削開始直後に増加し, 第 4 掘削開始直後にさらに増加している (図 5 参照). これらの結果より, 無対策では第 3 掘削後より変位しようとする土塊に対してアンカー材が抵抗したことが考えられる.

- ・ 経過時間 9600 秒頃まではアンカー材⑤の上部のみにひずみが発生したが, 経過時間 9600 秒を過ぎた頃から, アンカー材②にもひずみが発生した (図 8 参照). これは, 斜面の変位抑制を下段のアンカー材 (アンカー材④~⑥) のみで負担していたが, 経過時間 9600 秒付近を境に下段のアンカー材だけでは踏ん張れなくなり, 斜面全体の変位が増大すると共に上段のアンカー材にもひずみが発生したと考えられる.

4. まとめ

- ・ 法尻掘削を行う斜面に引張り材を用いたフレーム構造による斜面補強をすると, 斜面が一体化することで斜面変位抑制効果がある.

- ・ 本実験ではアンカー材設置箇所付近まで掘削を行ったことで斜面崩壊が発生したと考えられるため, 上記斜面補強をする際には, 構造物の位置を考慮しながら設置する必要がある.

謝辞

高知大学, 東京大学, 曙ブレーキ工業 (株), 中央開発 (株), 国土防災技術 (株), (株) オサシ・テクノスの方々には, 実験時にはご協力を頂いた. 感謝を申し上げる.

参考文献

平岡伸隆, 吉川直孝ら, 実大模型斜面を用いた斜面掘削工事による崩壊形態に関する研究, 土木学会第 71 回年次学術講演会, III-347, pp.693-694, 2016.

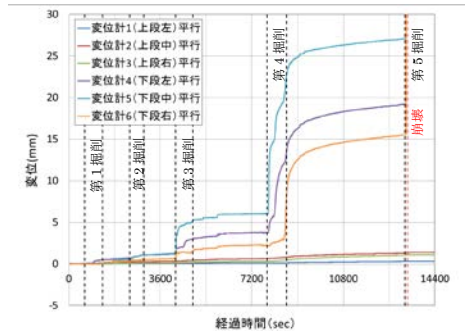


図 5 変位計 (CASE1)

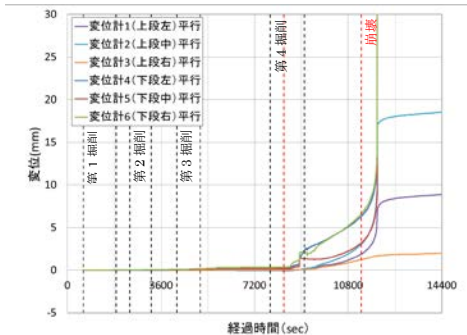


図 6 変位計 (CASE2)

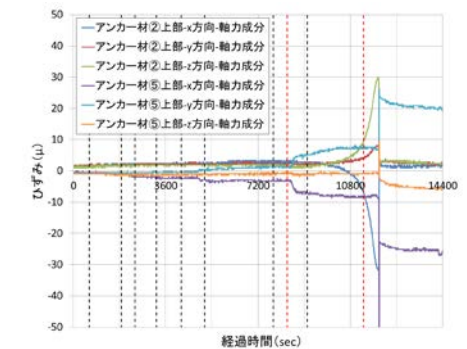


図 7 アンカー材ひずみ (CASE2)

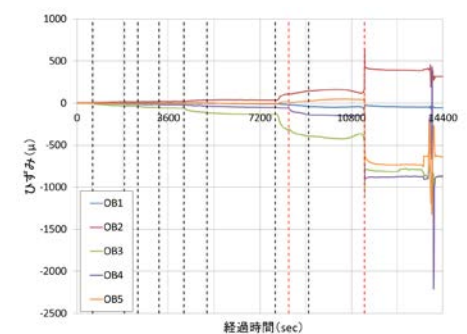


図 8 帯状法面材ひずみ (CASE2)