

法面からの墜落災害防止のためのアンカーによる親綱固定方法に関する実験

東京都市大学大学院 学生会員 ○岡庭 翔一

東京都市大学 正会員 伊藤 和也

(独) 労働安全衛生総合研究所 正会員 吉川 直孝

(株) ジオデザイン 海老澤 伸二

1. はじめに

我が国は脆弱な地質条件に加えて台風等による豪雨等によって、斜面崩壊等の自然災害が多数発生している。急傾斜地崩壊危険箇所（Ⅰ）は全国に約 113,000 箇所存在しており¹⁾、このような斜面崩壊を防ぐために吹き付け工などの法面工事が行われる。法面工事作業中の労働者が安全に作業するために、労働安全衛生規則第 2 編第 9 章「墜落飛来崩壊等による危険の防止」内の第 518 条第 2 項及び第 519 条第 2 項にて安全带等によって対策を行うことが提示されている。また、平成 28 年 1 月より安衛則第 539 条第 2 項～第 9 項が新設された。関連企業や協会における安全基準としては、(一社) 全国特定法面保護協会が「法面工事現場 安全衛生管理の手引(改訂版)」を 2008 年に発行している²⁾。親綱の固定方法は、「法面工事現場 安全衛生管理の手引き」内で (a) 立木に固定、(b) アンカーを打設して固定 という 2 種類が紹介されており、同様の記載は建設業労働災害防止協会のリーフレット³⁾にも記載されている。現状、親綱の固定基準は、(b) はグラウンドアンカー等の基準から引用されたものであり、これらの工学的な根拠については明確ではない。本研究では、2 種類ある親綱の固定方法のうち、(b) アンカーを打設して固定する方法について着目を行った。アンカー引き抜き時の地盤内の挙動把握する画像解析を行った。

2. PIV を用いた半割れアンカー引き抜き実験

引抜時のアンカーと地盤の変形挙動を把握するために半円土槽（図-1）を使用して粒子画像流速測定法（Particle Image Velocimetry, 以下 PIV）による画像解析を行った。これにより、鉛直引拔が卓越しない引張角度と地盤内の角度変化の関係を把握できると考える。

(1) 模型地盤構成

PIV を用いた半割れアンカー引き抜き実験実施は、安衛研内にある室内試験室で行った。この実験試料は、川砂（利根川水系）を含水比 10% で調整し、土槽内体積と湿潤密度が 1.65g/cm^3 となるように 1 層 150mm を基本として、5 層締固めて高さ 500mm の模型地盤を作成した。

キーワード アンカー、引き抜き実験、PIV、

連絡先 〒1158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-7 東京都市大学大学院 TEL. 03-5707-0104

E-mail : g1481706@tcu.ac.jp

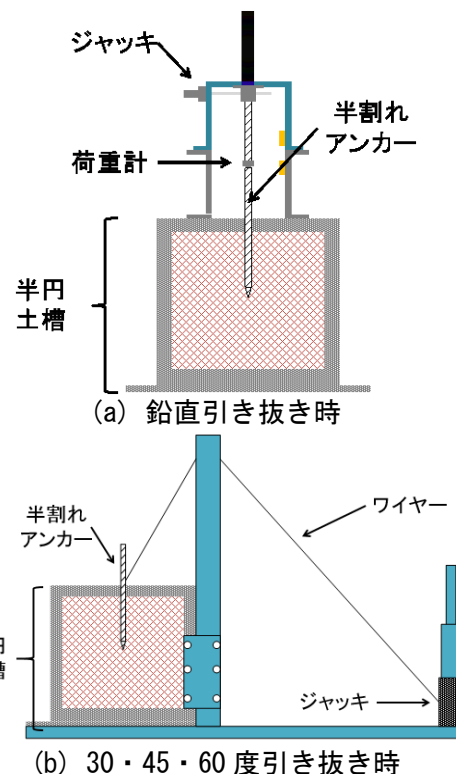


図-1 実験概略図(側面図)

引抜角度	平均画像倍率	画像サイズ
鉛直	0.056mm/pixel	4000 × 3800
60度	0.070mm/pixel	6000 × 4000
45度	0.065mm/pixel	6000 × 4000
30度	0.070mm/pixel	4800 × 3000

表-1PIV 画像サイズ

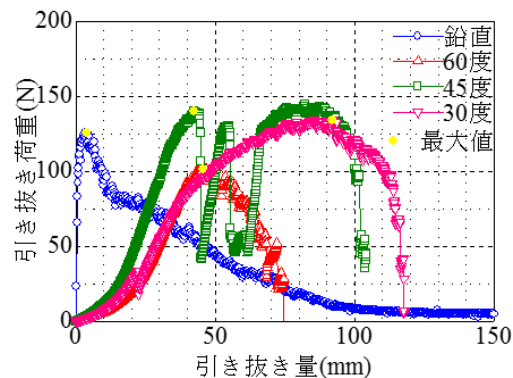


図-2 荷重-引き抜き量関係図

(2) 実験方法

半円土槽(半径 500mm, 高さ 500mm)内の土粒子の動きを読み取るために, アクリル面にモビロンシートを貼り付け, 半割れアンカー (D19×300mm) を打設した. 電動ジャッキ (オリエンタルモーター製) を使用し, 引き抜き速度を 0.2mm/s とした. なお, 引抜き速度は, PIV に使用するカメラ (Canon 製, 2420 万画素) のシャッター間隔 (5 秒) を踏まえて決定した. なお, モビロンシート越しに写る土粒子をカメラで把握することにより, 引き抜き時のアンカー・土粒子の挙動を読みとった.

(3) 実験条件と計測項目

引き抜き角度を変えることによってアンカーの引き抜き抵抗率が変化する. そのため, 表-1 に示す引き抜き角度を変化させた実験を実施した. 使用した半割れアンカーは土槽の寸法を考慮して D19×300mm とし, 打設長と突出長の割合は従来の安全基準より 7 対 3 とした. アンカーの計測項目は, アンカーとワイヤー間に設置された荷重計と変位計.

(4) 実験結果

図-2 に荷重-引き抜き量関係図を示す. 鉛直引き抜き時は, 載荷直後から荷重が急激に上昇し, アンカーが 5mm 上昇した所で最大荷重値が発現する. 30 度 60 度に関しては序々に荷重値が上昇する. また, ピーク以降は荷重が減少している傾向から, アンカーと地盤の周面摩擦抵抗がなくなったと考えられる. 45 度に関しては, 荷重の増減が繰り返されている. 図-3 に最大荷重発現時のすべり線角図を示す. 鉛直引き抜き時 (図-3. a) において, アンカー周辺部の地盤がアンカー先端を中心に時間経過と共にとくさび状にすべり線を形成が分かる. 60 度 45 度引き抜き時 (図-30. b. c) において右側すべり線はほぼ同様であるが, 左側の变形に注目してみると, 60 度時より 45 度時変位範囲が大きい事が分かる. 30 度引き抜き時 (図-30. d) においては, 左側に逆形状にすべり線が形成されている. これは引き抜き時にアンカー自体が傾斜することにより, 先端部が左側の土塊に押し込まれた事が影響していると考えられる.

3. おわりに

最大荷重発現時のすべり線角図 (図-3) で得られたすべり線角や変形形状から, 推定式を提案していきたい.

4. 参考文献

- 国土交通省河川局砂防部: 第 5 回土砂災害対策懇談会資料, 平成 20 年 3 月
- 一般社団法人全国特定法面保護協会: 法面工事現場 安全衛生管理の手引 (改訂版), 35p, 2008.
- 建設業労働災害防止協会 墜落災害防止のための作業箇所別安全対策検討委員会: 多発する崖, 斜面からの墜落災害をなくそう!

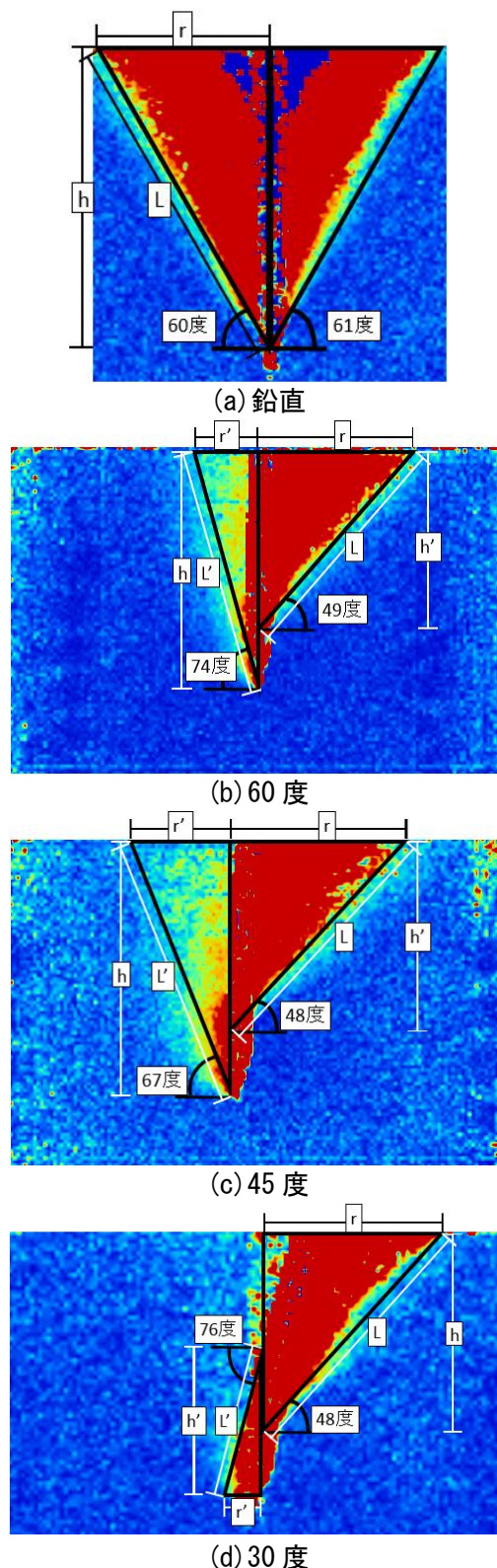


図-3 最大荷重発現時すべり線角図

表-2 すべり線角まとめ

引抜角度	アンカー変位(度)	すべり線角	
		左側(度)	右側(度)
鉛直	0	60	61
60度	2	74	60
45度	4	67	48
30度	13	-76	48