

くさび機能を取り入れたグラウンドアンカーの新技術【くさび型アンカー工法】



社団法人 斜面防災対策技術協会

< 技術概要の説明 >

1. 工法概要

アンカー体拘束具をくさびとすることでアンカー体の荷重分散を図り、アンカー力に応じた合理的なアンカー体の設計を可能にした。

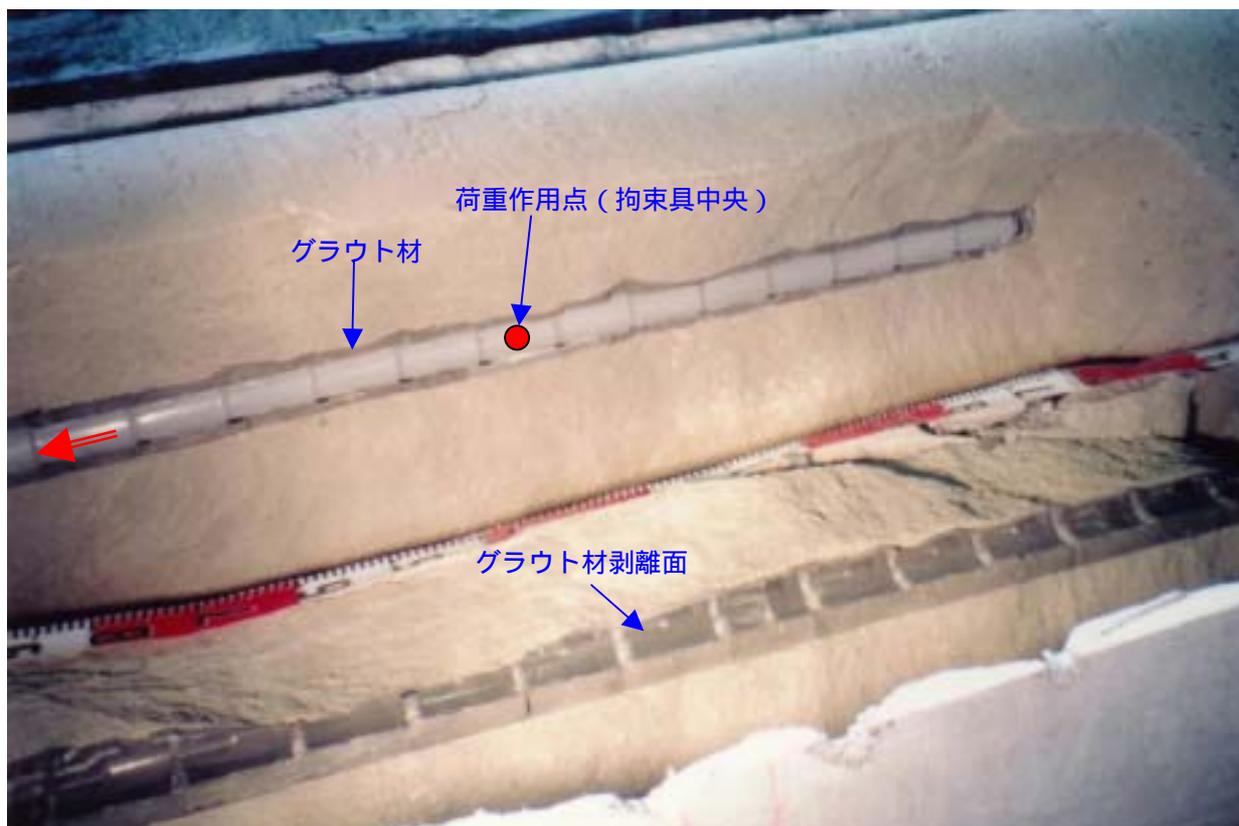


写真 1 くさび型アンカー体解体状況(アンカー孔径 10cm, 定着長 1.5m, 超過荷重 780kN 時)

建設技術審査証明(砂防技術)第 0701 号 (審査機関:(財)砂防・地すべり技術センター)

【認定内容】「本工法はがけ崩れ, 地すべり等の斜面安定対策工に適切であると認められる」

NETIS 登録 No.CG-050001-V

特許第 4020316 号

- (1) 用途 : がけ崩れ, 地すべり等の斜面安定対策, 擁壁等構造物基礎補強対策, 仮設対策他.
- (2) 適用範囲 : 定着対象地盤の目安として, 一軸圧縮強度 q_u 1Mpa(およそ N 値 40).
- (3) 設計方法 : 摩擦強度による方法(従来型)と地盤反力度による方法があり, 後者の方がより合理的.
- (4) 施工工法 : 基本的に従来型と同じ. 地盤反力度による設計をおこなう場合のみ内業がやや異なる.
- (5) 積算歩掛 : 従来型と同じ.
- (6) 施工実績 : 350 本(平成 20 年 9 月現在).

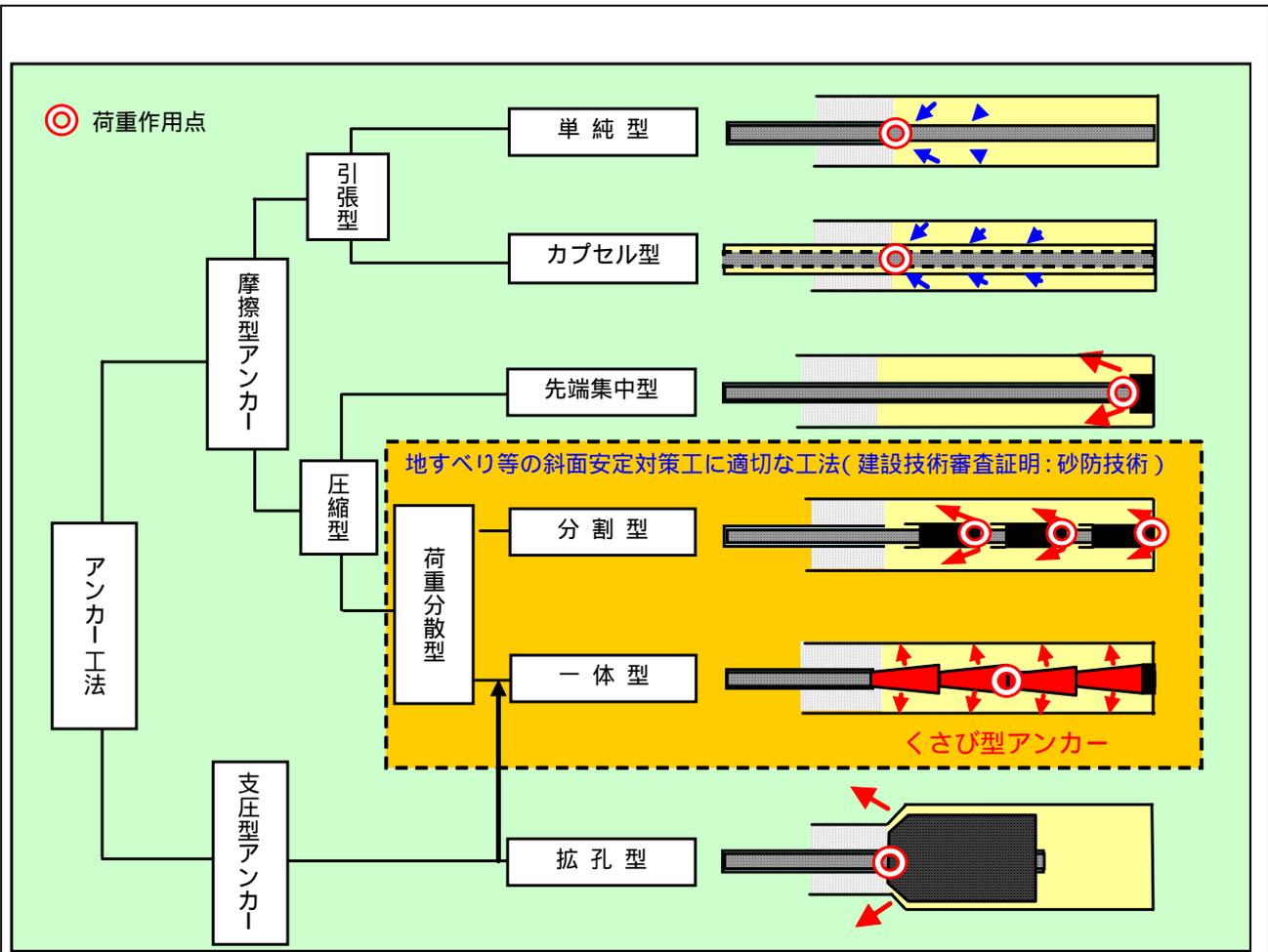


図 1 くさび型アンカーの工法分類



写真 2 アンカー体拘束具荷姿

左:800W型(max768.6kN・削孔径115mm以上),右300W型(max343.8kN・削孔径66mm以上)

2. 工法の特徴

2.1 くさび機能を利用したアンカー体の支持機構



写真 3 アンカー体拘束具作動状況(超過荷重時、定着地盤強度 $q_u = 11.7\text{Mpa}$)

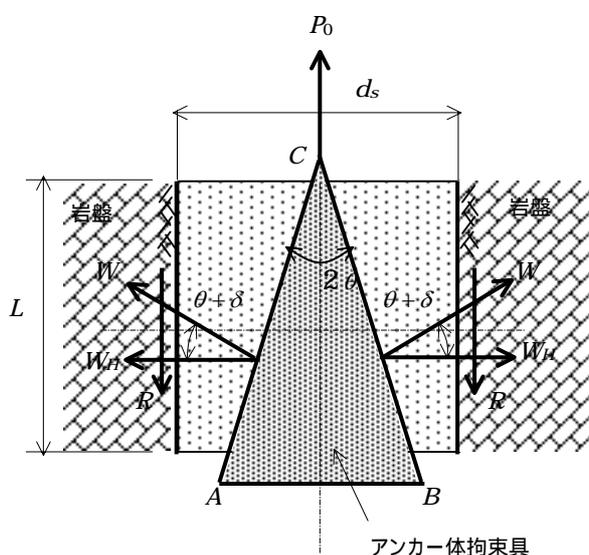


図 2 くさびの釣合い

アンカー体の力関係は図 2 のように示され、アンカー体と岩盤との摩擦係数を f とすれば、アンカー体壁摩擦抵抗 R は

$$R = f \cdot W_H = f \cdot \frac{P_0}{2} \cot(\theta + \delta) \quad (1)$$

ここに、 $f = \tan \phi$ (ϕ : 岩盤の基本摩擦角)

したがって、拘束具(くさび)が周辺グラウト材より先行して変位することで、グラウトと周辺地盤との間に確実な摩擦抵抗が得られ、しかもその大きさは、アンカー力(あるいはそれに応じた地盤反力の大きさ)に比例する。

ちなみに、くさびが抜けないための条件は、アンカー力 P_0 が、アンカー体壁摩擦抵抗 R に対して“ $P_0 \geq 2R$ ”でなければならない。ゆえに、式(1)より

$$\therefore \frac{\tan(\theta + \delta)}{\tan \phi} \geq 2 \quad (2)$$

ここに、 θ はくさび頭頂角の $1/2$ 、 ϕ は岩盤の基本摩擦角 ($^\circ$) であり、壁面摩擦角 δ を $\delta = 2/3 \cdot \phi$ にとるものとすれば、 $\theta \geq \phi/3$ を満足するように頭頂角 θ を決めればよい。

本工法では 4°としており、通常の岩盤であれば、引き抜けに対して常に安全である。

なお、くさび力の作用方向(+)は、泥岩($q_f=1\text{Mpa}$)層内での実測において、最終的に孔壁にほぼ直交することが確認されている(図3)。また、拘束具が作動するまでの荷重として、およそ150kNが必要であり、これに耐えうるだけの初期摩擦抵抗を確保しておく必要がある。

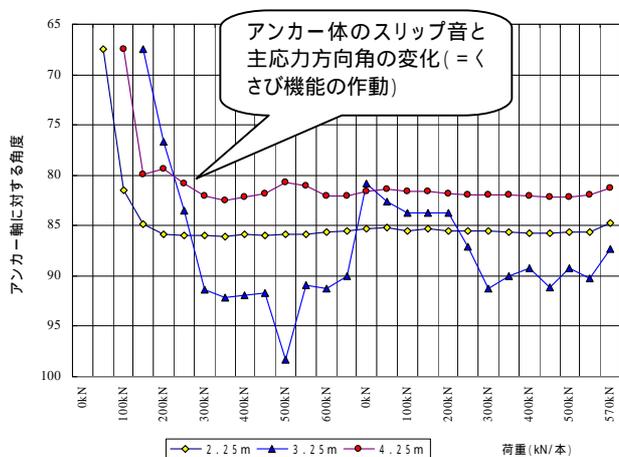


図3 アンカー体主応力方向角

図4 アンカー体主応力方向角説明図

2.2 アンカー体の荷重分散機能による効果

2.2.1 アンカー体長の合理的な算出が可能

写真 4, 5 はくさび型アンカー体の破壊形態を確認するための実験状況である。写真 6 のようにアンカー体拘束具が引き抜け変位することで周辺地盤はほぼ均等に変位し、適正に荷重分散がなされていることが分かる。したがって“拘束具設置区間=有効定着長”となり、アンカー力に応じた定着長を合理的に決定できる。



写真 4 拘束具設置状況(グラウト充填前)



写真 5 引張試験

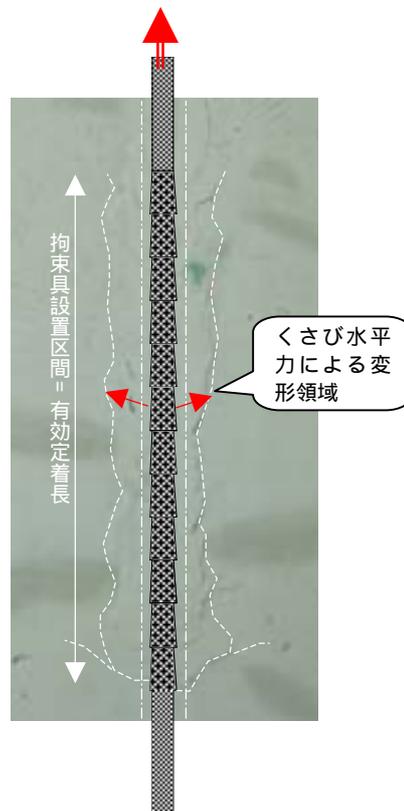


写真 6 孔壁方向へのくさび力作用状況 (アンカー孔径1cm, 定着長12.5cm, $q_f=2.0\text{Mpa}$)

2.2.2 定着地盤への応力負荷低減によるアンカー体の長期耐久性向上

図 5 は風化凝灰岩層内で実施した引張試験において、アンカー体より 25cm 離れた地盤内の応力状態を測定したものである。これによれば、荷重 600kN 時のアンカー体周辺地盤への圧縮力はわずか 0.15Mpa であり、定着地盤の一軸圧縮強度 $q_u=3.8\text{Mpa}$ に対して十分小さく、アンカー体の長期耐久性を確保する上で極めて有利であることがわかる。

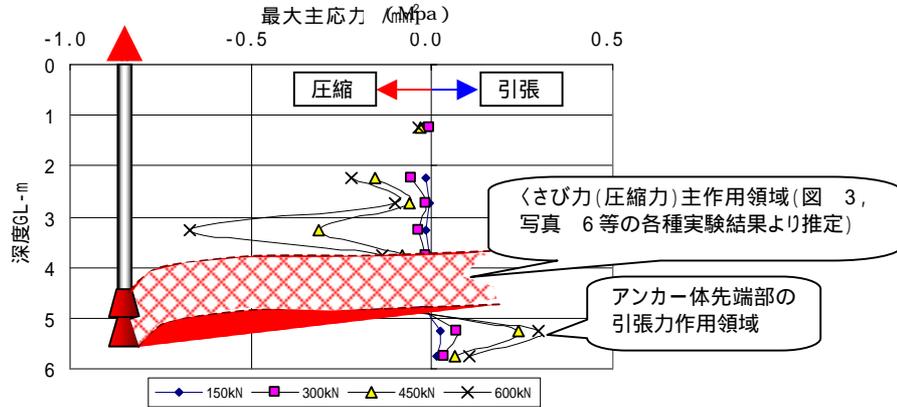


図 5 くさび型アンカー体周辺地盤の応力状態(アンカー体より 25cm 離れた地盤内)
(定着長 1m, アンカー孔径 115mm, 最大荷重 620kN, 定着地盤の強度 $q_u=3.8\text{Mpa}$)

図 6 は写真 7 に示す長期耐久性試験結果(6ヶ月経過)であり、荷重(32.8Kgf) 載荷後 3.5ヶ月で、概ねアンカー力によってもたらされるくさび水平力とアンカー体周辺地盤の反力がバランスした状態に至っている。すなわち、拘束された地盤内では、アンカー体拘束具が変位するほど周辺地盤の反力は高まるため、アンカー体の変位は徐々に抑制される。

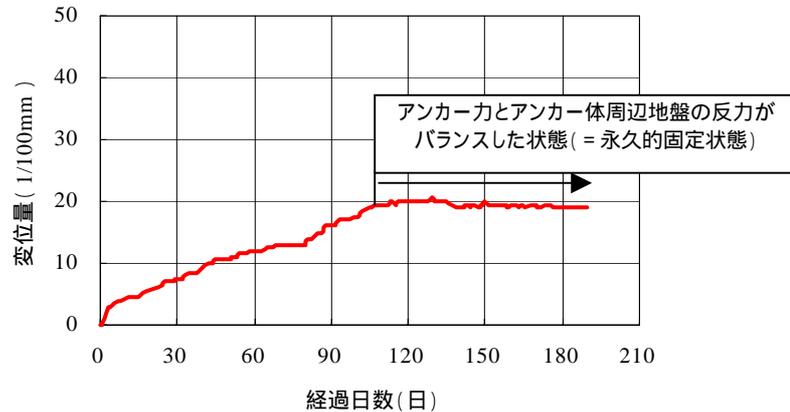


図 6 くさび型アンカー体長期耐久性試験



写真 7 同上, 比較試験状況(6ヶ月経過)
(荷重 32.8kgf, アンカー孔径 1cm, 定着長 15cm, 試料の強度 $q_u=2\text{Mpa}$)

このことは、拘束地盤を想定した試料における繰り返し载荷試験(写真 8,9,図 7)でも確認されており、図 6 と同様、最終的に地盤変位が抑制されることから、くさび方式のアンカー体が長期耐久性を確保する上で優れていることがわかる。



写真 8 試験体型枠(40cm, 高さ 30cm)



写真 9 試験体セット状況

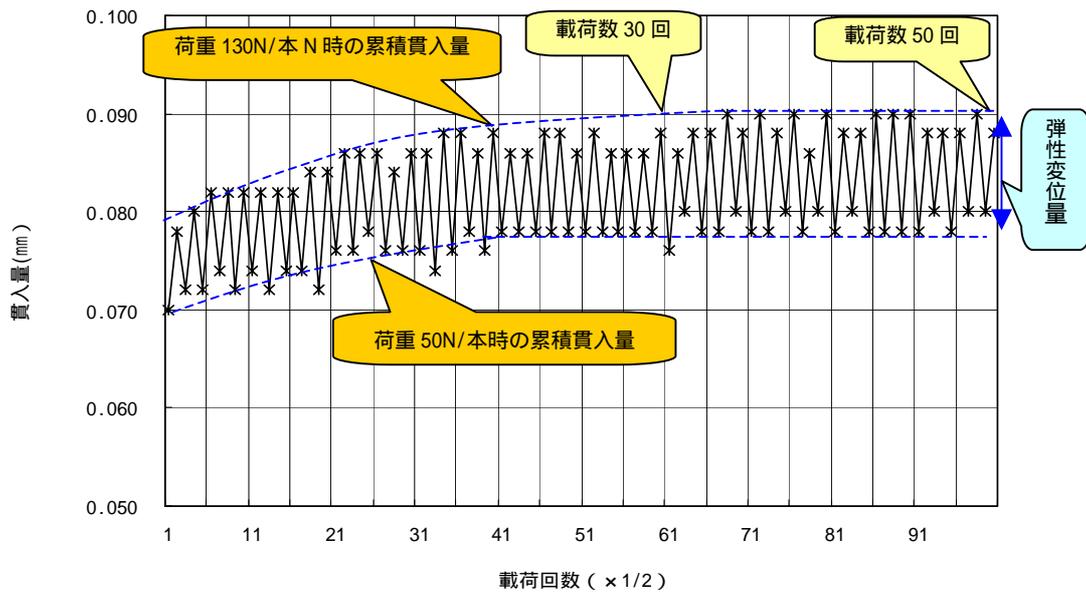


図 7 繰り返し载荷試験(試料の強度 $q_u=1\text{Mpa}$)

ちなみに、長期耐久性試験(図 6 の模型実験)において、アンカー体が固定状態に至るまでに数ヶ月を要しており、この間で初期緊張荷重の低下が予想される。そのため、締め付け効果を期待するアンカーではこの段階で再緊張する必要がある。ただし、実際には受圧版設置地盤の沈下も想定されるため、設計上は引き止め効果のみを考慮することが望ましい。

3. 留意事項

アンカー体グラウトが逸出する恐れのある地盤では、布パッカーを用いて拘束具と周面地盤との間詰めに万全を期す。



写真 10 基本試験用テンドン(300W型, アンカー孔径 90mm)

(右:通常仕様, 左:グラウト逸出防止対策として, アンカー体拘束具をパッカーで被覆したもの)

(審査担当:技術委員会地すべり部会, 審査完了日:2008年11月17日)

問合せ先:

会社名:(株)日西テクノプラン

〒690 0011

住所:島根県松江市東津田町 1329-1

TEL:0852-22-1163,FAX:0852-22-2113

URL:<http://www.ntp-ct.co.jp/kusabi/>

E-mail:sesaki@ntp-ct.co.jp