

クサビ型アンカーの支持機構

等分布荷重 圧縮強さ クサビ

(株)日西テクノプラン 正会員 瀬崎 茂
 国立松江工業高等専門学校 浜野 浩幹

1. はじめに

現在普及しているグラウンドアンカーの定着部支持方式はマサツ型が主体であるが、以下のような問題点が挙げられる。

(イ) 図 1 (a) のようにマサツ型のアンカー体は前部に応力が集中し荷重分散ができないため、応力が集中する力所から順次破壊しやすい。

(ロ) アンカーの支持力は主にアンカー体周辺地盤のせん断強度（引張方向）に支配されるため、節理等の発達状況や施工上の問題であるアンカー孔壁の粘土化などの影響を受けやすい。

これらを解決するには以下の対策が有効と考える。上記

(イ) に対して：図 1 (b) のクサビ型のように定着体を可動状態にすることで等分布荷重的な支持力を有すアンカー体を造成する。

(ロ) に対して：拘束された地盤内のクサビ力による圧縮強度（横方向力）を利用することで、安定した大きな支持力を確保する。

本研究はこれらを踏まえたクサビ型アンカーを考案し、基礎実験に基づくアンカーの支持機構について検討したものである。

2. 実験方法

実験装置を図 2 に示す。定着体は図 3 のようなスライダ（4 方向に拡径ガイドレールを取り付けた円筒形のクサビをツリー状に連結したもの）に PC 鋼より線を通し、エポキシ樹脂で一体化せしめた後、熱収縮チューブで被覆したものをを用いた。これを円形紙型枠内にセットし、セメントミルクで固めアンカー体とした。さらに養生後紙型枠を除去し、拘束管（ヒューム管、外 700mm、肉厚 50mm、 $h = 1.0 \sim 2.4 \text{ m}$ ）内でモルタル（一軸圧縮強度 $7 \sim 17.6 \text{ N / mm}^2$ ）で固め、試験体とした。歪計はヒューム管半径方向の中間点とヒューム管の内・外壁にアンカー引張方向に沿って貼り付けた。ヒューム管の内・外壁には円周方向のものも併設した。試験はアンカー体長や径、定着地盤（モルタル）の強度を変えるなどして、アンカー体の支持力と引き抜け変位、アンカー体周辺部の歪み等を測定した。

3. 実験結果

3.1 マサツ型アンカーとの比較

図 4 はアンカー体長 1.5m の支持力をマサツ型と比較したものである。クサビ型では安定した伸び変位（荷重 900kN で拘束管が破壊）を示すが、マサツ型では荷重 200kN 付近から降伏する現象が見られ、全体に理論伸び量よりもはるかに大きい変位を示している。歪み測定では、荷重 250kN で最下端のもの（図 2 の ch1）が乱れを示し、当荷重で定着体全体がクリープ変位したものと判断される。

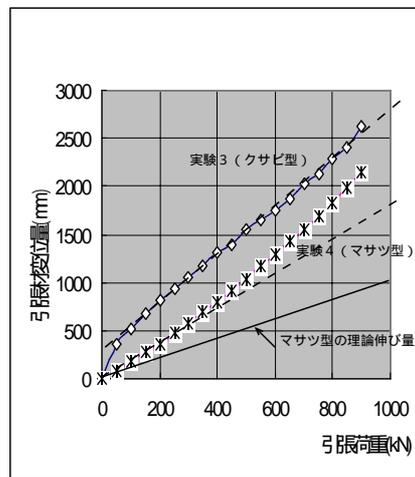


図 4 マサツ型との比較試験

3.2 アンカー体の解体状況

写真 1, 2 は試験体の解体状況であり、マサツ型（写真 1）では定着区間全体

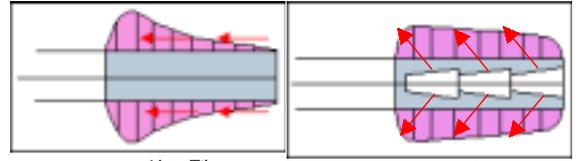


図 1 アンカー体応力計算図

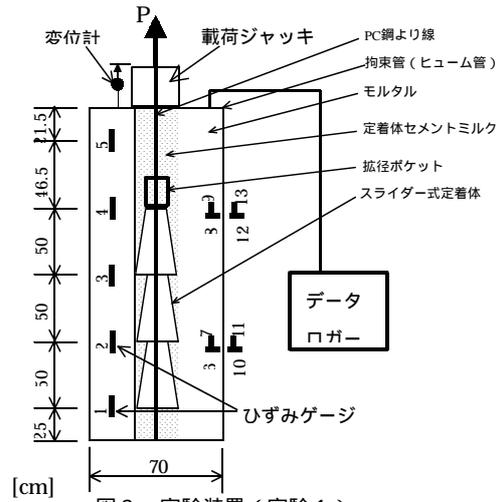


図 2 実験装置（実験 1）

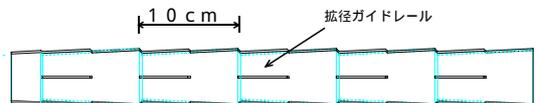


図 3 実験用スライダ

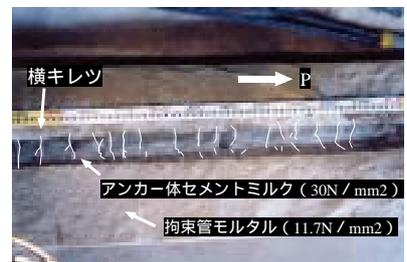


写真 1 マサツ型解体断面

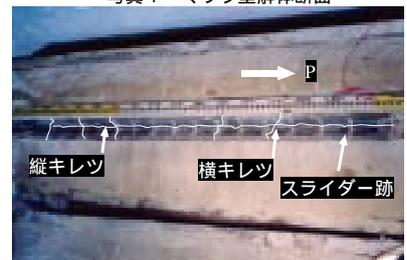


写真 2 クサビ型解体断面

に PC 鋼より線の擦痕跡と平均 6.5cm 間隔の横キレツ（開口無し）が形成された。クサビ型（写真 2）の横キレツは平均 20cm 間隔（開口なし）と少ないが、スライダに取り付けた 4 方向の拡径ガイドレール（図 3）沿いに縦キレツが形成（開口 1 ~ 2mm）され、最終的に拘束管（ヒューム管）がほぼ均等に 4 分割された。写真 3 は拘束管の破壊状況であり、スライダ設置区間で樽状に拡径（破壊後で 1.9mm）し、概ねクサビ力が均等に伝わっていることを示している。

3.3 アンカー体の応力分布

図 5 は引張方向（拘束管半径方向の中間地点）の応力図である（実験 5a）。引張荷重に対してアンカー体周辺部の応力はランダムな挙動を示し、荷重 350kN の時のようにほとんどゼロとなる状態も現れている。図 6 は拘束管円周方向（ch8）と同位置の引張方向の応力（ch4,9。図 2 参照）を示したものである（実験 1）。円周方向では引張荷重に応じて確実に応力が増加するのに対し、引張方向は全体としてランダムな変動を示し、値も相対的に小さい。

以上のことから、クサビ式のアンカー体は少なくとも引張方向のマサツ力等に主体的に支持はされておらず、むしろアンカー体横方向の圧縮強度に支持されるものと判断される。引張方向の応力のピークがランダムに位置を変える現象は、スライダの各クサビとその周辺地盤の圧縮強度やキレツの発達状況との関係に起因するもので、引張荷重がアンカー体全体により均等に配分される様子を反映しているものと推定される。

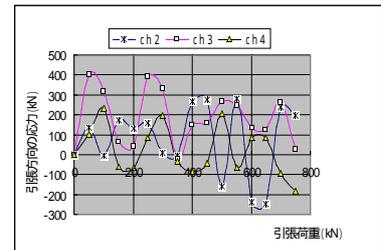


図5 アンカー体沿いの応力図

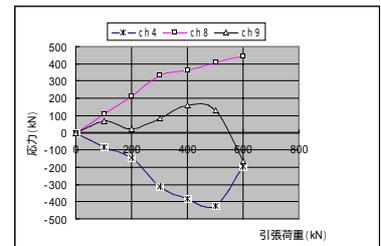


図6 拘束管横断面方向の応力図

3.4 クサビの効果

前述した図 4 のクサビ型アンカー（実験 3）はアンカー孔壁の粘土化等を想定し、定着体を熱収縮チューブ（厚さ 0.5mm）で被覆した状態で行ったものであり、被覆しないものと同等の支持力を得ている。最終的支持力は拘束管の破壊により確認できていないが、マサツ型より 4 ~ 5 倍程度以上の支持力があるものと判断される。写真 4 はアンカー体（定着長 1.5m）を鋼管（外 139.8mm、肉厚 4.5mm）内にセットして行ったものであり、マサツ型 50kN（実験 11b）、クサビ型（実験 11a）300kN でそれぞれ引き抜けている。特徴として、マサツ型では鋼管内のアンカー体が引き抜けたのに対し、クサビ型では鋼管外壁で付着切れが生じている。本実験ではマサツ抵抗の少ない地盤でもクサビ型の場合は高い支持力が得られることと、クサビ力が確実に周辺地盤に伝達しない（この実験では鋼管が破断しなかったため）限り、マサツ型と同様の引き抜けを生ずることが確認された。



写真4 実験11a

3.5 アンカー体長・径および定着地盤の圧縮強度と支持力の関係

図 7 はアンカー体の定着長と支持力の関係（実験 6、8）を示したものであり、両者は比例関係にある。これはアンカー体径や周辺地盤の圧縮強度についても同様の傾向が確認された。

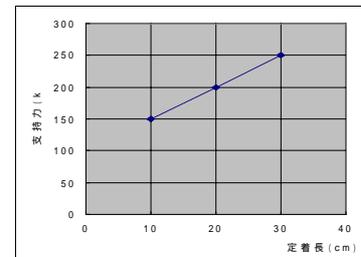


図7 定着長と支持力

4. まとめ

今回の実験では以下のことが確認された。

- (1) 定着体を可動式のクサビとすることで、引張方向での荷重分散状態を示すと考えられる現象が確認された。この場合の荷重分散とは、定着地盤の強度やキレツの発達状況等により歪応力のピーク地点がランダムに変化する状態をさす。
- (2) この状態で、アンカー体周辺の円周方向の応力はアンカー引張方向より大きく、アンカー体を拘束するヒューム管もアンカー体設置位置を中心に樽状の均等な膨らみを形成した。
- (3) これらの現象から、本クサビ型アンカーは主に周辺地盤の圧縮強度によって支持され、地盤環境に応じて適度にリアルタイムで荷重分散のできるアンカー体を形成することができたものと推定される。
- (4) アンカーの支持力はマサツ型より 4 ~ 6 倍程度以上が期待され、アンカー体の長さや径、および周辺地盤の圧縮強度と比例関係にあることから、設計荷重に応じた合理的な定着長の算出が可能である。

今後は特にアンカー体のクサビ力とその分布形態、あるいは文献 1) で示されているアンカー間の引張りキレツによる地盤破壊などについて解明していきたい。本研究はしまね産業振興財団の事業可能性調査助成金制度を受けて実施した。実験に際し国立松江工業高等専門学校土木工学科の和田淳史氏、勝田真太郎氏他多くの方にお世話になった。ここに謝意を表します。

参考文献 1) 申 潤植：地すべり工学 - 最新のトピックス -、山海堂、pp.350-385、1995。

