

孔径 90mm のアンカーが抜けやすい要因について

日西テクノプラン 瀬崎 茂
日西テクノプラン 小瀧辰人
日西テクノプラン 池田靖彦
松江高専名誉教授 浜野浩幹

1. はじめに

近年、孔径 $\phi 90\text{mm}$ 仕様のアンカーが抜けやすく、現場サイドでは掘削径を大きくするなどの自衛策を講じているといった事例を多く耳にするようになった。社団法人日本アンカー協会では、アンカー体グラウトの被り厚等に原因があるとし、最小孔径を 115mm することを提案している。

本研究ではアンカー体に作用する応力の観点から引抜き要因について検討したので、その結果を報告する。

2. アンカー体の構造上の問題点

浜野等^{1~3)}は摩擦型アンカーのアンカー体および周辺地盤の応力状態を計測することでその支持機構を確認しており、これを基に同工法における問題点について考察する。

2.1 摩擦（引張）型アンカーにおける問題点

摩擦（引張）型アンカー（以下引張型とする）は、アンカー体に拘束具（テンドンの変位を拘束あるいは抑制し、テンドンに加わる引張り力をアンカー体のグラウトに伝達するための部材）を用いない工法であり、材料費が安価で施工性もよいことを理由に最も普及している。

2.1.1 アンカー体及び周辺地盤の引張力

図 1 は泥岩地盤で実施した引張型アンカー体周辺地盤の応力状態を示すものであり、一様に引張り力が働いている。すなわち基本的にアンカー体周辺には摩擦力が働かず、アンカー力は主にアンカー体グラウトと定着地盤の付着強度（引張力やせん断力）に支配されることがわかる。従って亀裂の発達した地盤などではその発達状況により容易に引き抜けやすい状況が想定され、基本的に定着システムとしては不安定といえる。

2.1.2 削孔径 90mm のアンカーが引き抜けやすい要因と対策

削孔径 90mm で設計されたアンカーは引き抜け事故が多いという苦情が聞かれることから、その要因について考察する。

写真 1 は鋼管（ $\phi 139.8\text{mm}$, $t=4.5\text{mm}$, 長さ 2m）内で引張型アンカー体（長さ 1.5m）の引き抜き試験を行った例であり、アンカー体に図 1 で示したような引張り力が働くことから、グラウトと鋼管内壁が容易に剥離し、荷重 50kN で簡単に引き抜けた。

一般に削孔径 90mm の場合、設計荷重は 300~500kN 程度以下であり、定着長も 3m 程度と短くなることが多いと考えられる。設計荷重が小さいことは抑止土塊厚も薄く、テンドン全長も 7~10m と短いことが想定される。このような状態ではアンカー孔の曲がりやがほとんどなく、アンカー体には引張り力が主体的に働き写真 1 のような現象を生じやすいと考えられる。

ちなみに写真 2 はくさび型アンカー体の場合であり、孔壁方向にくさび力が働くことから荷重 450kN（引張型の 9 倍）で鋼管を引きずるように引き抜けている。

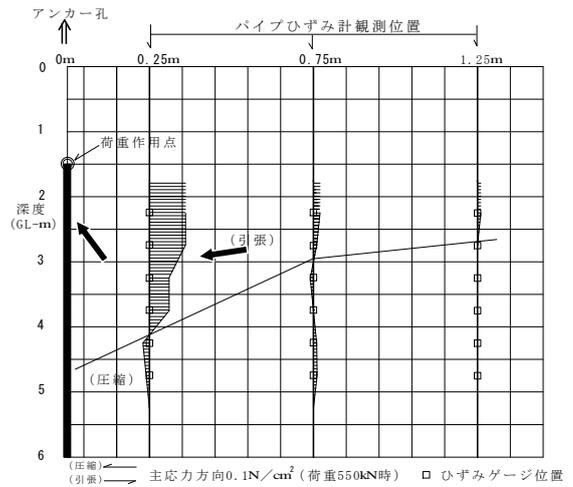


図 1 マサツ型アンカー体（引張）周辺地盤の応力図

泥岩（ $\sigma = 1.1\text{N/mm}^2$ ）露頭地実施。定着長 4.5m、アンカー孔径 $\phi 115\text{mm}$ 、鉛直方向。テンドン $\phi 15.2\text{mm} \times 5$ 本。パイプひずみ計は VP40 仕様、ゲージ間隔 50cm。設置区間 GL-2.25~4.75m（計 6 点/孔）。



写真 1 摩擦（引張）型アンカー引抜け状況

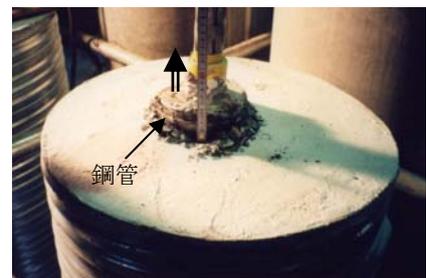


写真 2 くさび型アンカー引抜け状況

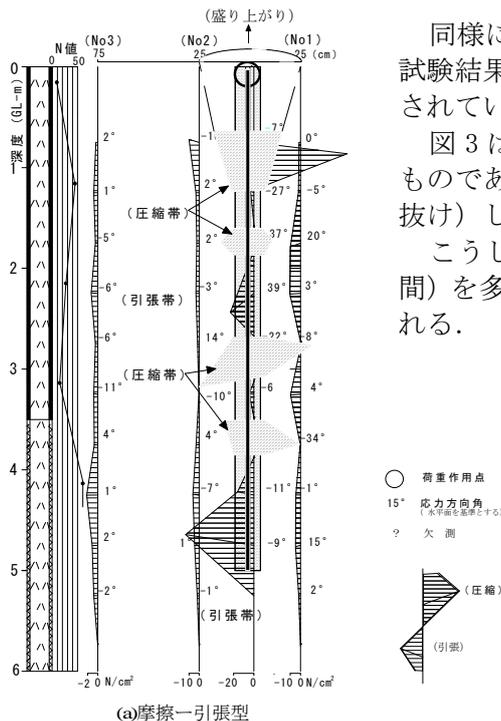


図2 摩擦（引張）型アンカー体の応力測定図（荷重 750kN）

同様に図2は風化凝灰岩層 ($q_u=2.14\text{N/mm}^2$) 内で実施した引き抜き試験結果であり、摩擦力が期待される圧縮帯は局部的かつ不規則に形成されている。

図3はそのアンカー体より 25cm 離れた地盤内の応力状態を測定したものであり、荷重増共にアンカー体の荷重作用点位置が深層化（＝引き抜け）している様子をとらえている。

こうした状況より、引張型アンカーの場合は圧縮帯（＝摩擦力発揮区間）を多く確保するよう、定着長をできるだけ長くする必要性が認識される。

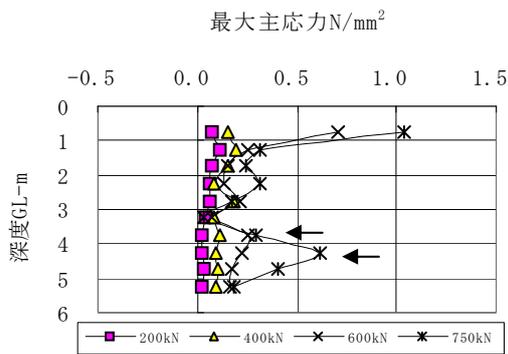


図3 図2に示したアンカー体より 25cm 離れた地盤内の応力状況

2.4 アンカー削孔径について

削孔径に関しては表3のような記載がなされており、挿入時クリアランスを 10mm 以上とするほか、 tendon に鋼棒を使用する以外は最小孔径 115mm とするよう求めている。

しかし、表2では D, F, G 工法でメーカーが提案する削孔径では十分なクリアランスが確保できず、トラブル発生等による品質低下を招く危険性をはらんでいる。

表3 削孔径に関する記載例

文献	掘削径に関して	備考
グラウンドアンカー施工のための手引書：日本アンカー協会	削孔費を安くするために無理に削孔径を小さくすると、 tendon の被りが小さくなって、極端に引抜抵抗が低下する。基準・同解説の解説中の削孔径 90mm はもっとも単純な PC 鋼棒等に適用するものと考えた方がよい。	P103
	削孔径 90mm で施工できるとされている永久アンカー工法は最大径で $\phi 59\text{mm}$ 程度あり、（ケーシング内径 63~69mm との）クリアランスは 4~10mm と非常に小さい。協会では最低のクリアランスを 10mm としており、この程度のクリアランスでは挿入不能やケーシング抜管時に tendon の共上りが起こりやすく（中略）最小削孔径は $\phi 115\text{mm}$ としている。	P140
グラウンドアンカー設計・施工例：地盤工学会	$\phi 90\text{mm}$ の削孔径でのトラブル事例が報告されており採用は避けた方が良くため、 $\phi 90\text{mm}$ の記述は削除している。	P207 工法編の目次

4. 終わりに

摩擦型アンカーにおいて、一般に地山がよい場合は圧縮型、悪い場合は引張型が適しているといわれている¹⁰⁾。すなわち、裏を返せば、地山がよい場合に定着長の短い引張型を設計したり、地山が悪い場合に定着長の長い圧縮型を設計することは引き抜け事故を招く危険性が高いことを示すものであり、第 2.1, 2.2 項に示した実験結果はこれらを裏付けるものといえる。

さらに“アンカーの定着耐力の大きさは地盤条件、定着長の長さ、定着体の構造、施工方法などによって大きく左右されるので、理論的に明解にその耐力を算定することができないのが現状である”¹¹⁾とされていることから、定着機構に関してさらなる研究が必要といえる。

参考文献

- 1) 浜野浩幹・瀬崎茂，くさび型アンカー工法，理工図書，2006.5.
- 2) 瀬崎茂・浜野浩幹・平島健一，新しい圧縮型アンカーの提案とその支持機構，地盤工学会論文報告集，2005.10.
- 3) 瀬崎茂・浜野浩幹，アンカー形式による支持機構と支持力の違い，第 44 回地すべり学会講演集，2005.8.
- 4) 社団法人日本アンカー協会，グラウンドアンカー施工のための手引書，2004.8.
- 5) 社団法人地盤工学会，グラウンドアンカー設計・施工例，2006.1.

以上