

摩擦型アンカーの問題点

—引抜形態と有効定着長に関する実験—

Problems of Friction type anchor

—The experiment concerning pull-out form and effective anchorage length—

瀬崎茂（日西テクノプラン）※， 池田靖彦（日西テクノプラン）

浜野浩幹（松江高専名誉教授）

Shigeru SESAKI (Nissei Techno Plan Ltd.)， Yasuhiko IKEDA (Nissei Techno Plan Ltd.)

Hiroki HAMANO (Professor emeritus at Matsue Technical College)

キーワード：一軸圧縮強度，引張型，圧縮型，くさび型

Keywords: Unconfined compressive strength, Tension type, Compression type, Wedge type

1. はじめに

アンカー体長と引抜耐力の関係は未固結地盤については示されているものの，固結地盤での例は殆どみられない。

本実験では硬さを調整したセメントミルクによる模擬地盤を用いて，アンカー体の破壊形態や有効定着長を把握し，現状における摩擦型アンカーの問題点や対策を検討する。

2. アンカー体の引抜形態

2.1 実験仕様

○摩擦型アンカーの試験体

蓋付鋼製枠内部を幅 7～10cm，厚さ 7cm，長さ 60cm に区分し，試験体を作成（写真—1）。アンカー孔径 9.5mm， tendon は $\phi 6\text{mm}$ のネジ付鋼棒，定着長 60cm，定着地盤の一軸圧縮強度は 2.0～16Mpa とした。

○くさび型アンカーの試験体

蓋付鋼製枠を使用，試料の幅 20cm，厚さ 1cm，長さ 20cm（写真—2）。アンカー孔径 10mm，定着長 10cm，定着地盤の強度 2.0Mpa とした。

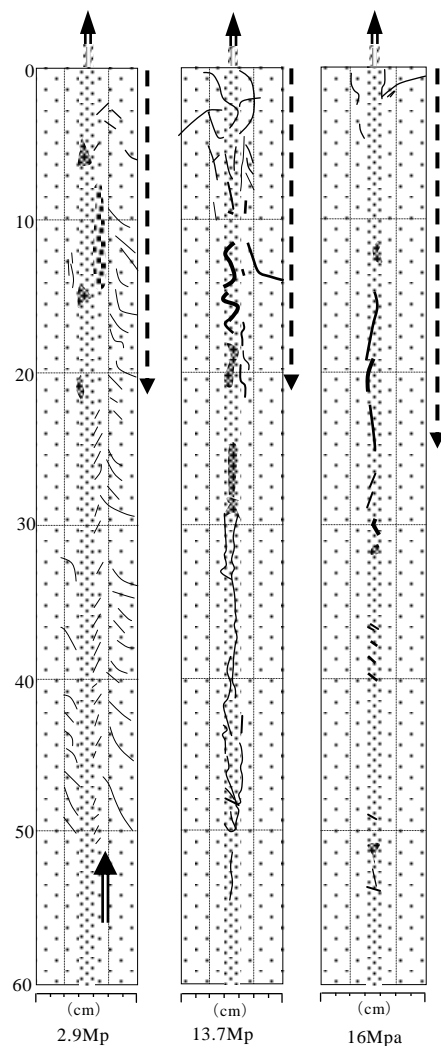


写真—1



写真—2

2.2 引張型アンカー体



図—1 引張型アンカー引抜断面図

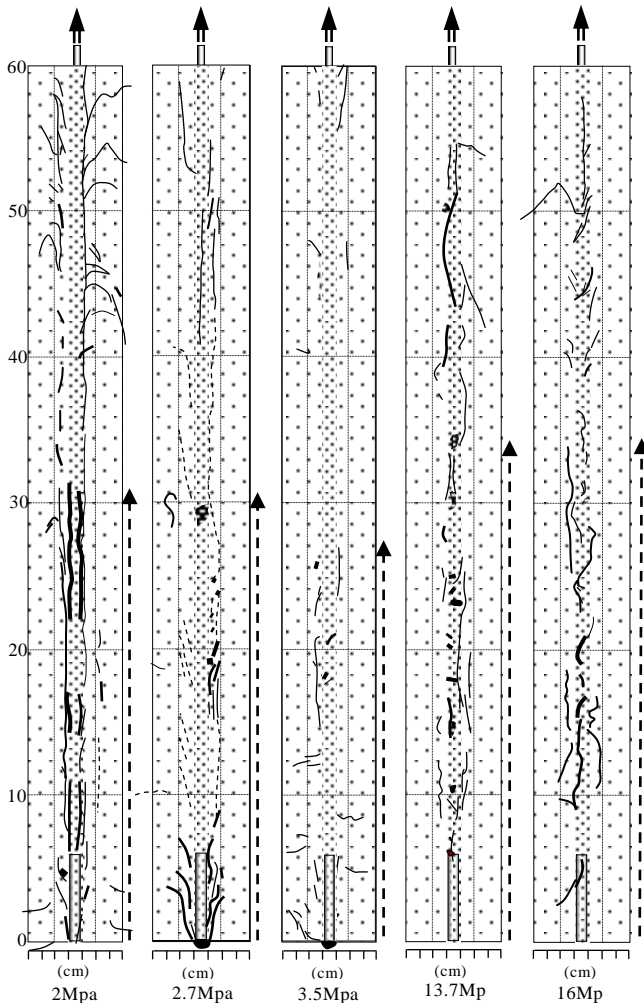
全体として引張側より 20~25cm 区間の変状が大きく、アンカー力の主作用区間と考えられる。

定着地盤の一軸圧縮強度 “ $q_u=2.9\text{Mpa}$ ” では、引張側より 20~50cm 区間で、アンカー体沿いに雁行状亀裂を形成し、この区間で摩擦抵抗が働いたことが分かる。その範囲は、アンカー孔を中心に、アンカー径の 1.5 倍程度以内となっている。

これの外側では一方のみであるが、引張亀裂が形成され、この間の地盤が破断されたものと判断される。

“ $q_u=13.7\text{Mpa}$ ” では引張側より 12cm 付近に引張亀裂が認められるほか、引張側より 21cm 付近までは周辺地盤に変状が認められるものの、これ以深でアンカー体内の変状にとどまっている。

“ $q_u=16\text{Mpa}$ ” では、テンドンとグラウト材の付着切れの様相にあり、定着地盤の変状はほとんど見られない。



図一2 圧縮型アンカー体引抜断面図

2.3 圧縮型アンカー体

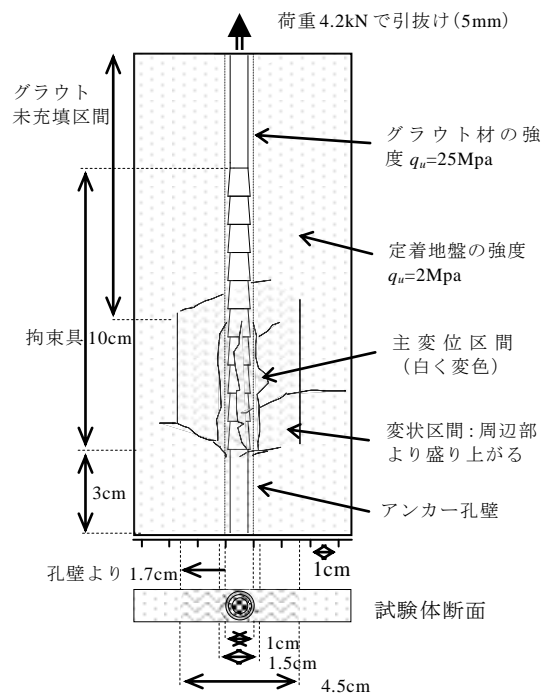
全体として荷重作用点（先端部）側より 30cm 前後の範囲でアンカー体および周辺地盤の変状が大きく、アンカー力の主作用区間と判断される。周辺地盤への変状はアンカー孔を中心に、概ね孔径の 1.5~2 倍の範囲にあり、軟らかい地盤ほど影響範囲が大きい。

軟質地盤 ($q_u=2, 2.7, 3.5\text{Mpa}$) ではアンカー体拘束具周辺地盤が圧縮破壊され、拘束具がすり抜ける様相を呈している。特に “ $q_u=2\text{Mpa}$ ” では拘束具周辺に引張亀裂が形成されているほか、アンカー体沿いにほぼ連続した破断面が形成されている。

固い地盤 ($q_u=13.7, 16\text{Mpa}$) では拘束具周辺地盤の変状はほとんどなく、これより 2~3cm 上位からアンカー体および周辺地盤の変状が見られる。

2.4 くさび型アンカー体

くさび型アンカー体ではくさび力が孔壁方向に作用し、アンカー孔を中心に孔径の 2.25 倍の範囲で一様な変状が見られる。



図一3 くさび型アンカー体引抜断面図

3. 定着長と引抜耐力の関係

3.1 実験仕様

ダクタイル管（φ500mm，高さ 15.m）内に疑似岩盤（セメントミルク $q_u=2, 2.7, 3.5\text{Mpa}$ ）を造成し，引張型および圧縮型アンカーについて，各 45 本（15 本×3 種類）ずつ引抜試験を実施した（写真—3）。アンカー孔径 1.3cm，テンドンはφ6mm のネジ付鋼棒，定着長 0.1～1.5 m

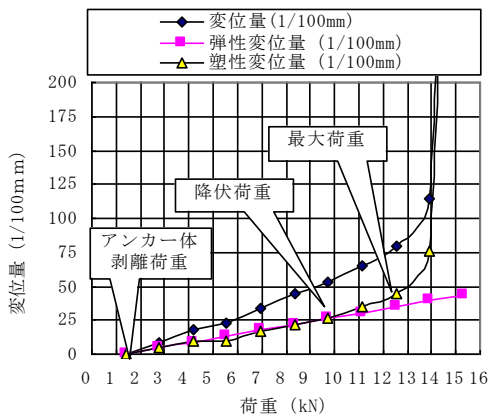


（10cm ピッチ）とした。 写真—3

3.2 引張型アンカー

図—4 は定着長 70cm における測定結果例であり，変位量と荷重の関係を以下のように定義し，各地盤（ $q_u=2, 2.7, 3.5\text{Mpa}$ ）で実施した平均値（総数 45 本）を図—5～7 に示す。

剥離荷重：塑性変位量が発生する荷重
 降伏荷重：塑性変位量が漸増し始める荷重
 最大荷重：塑性変位量が急増する荷重

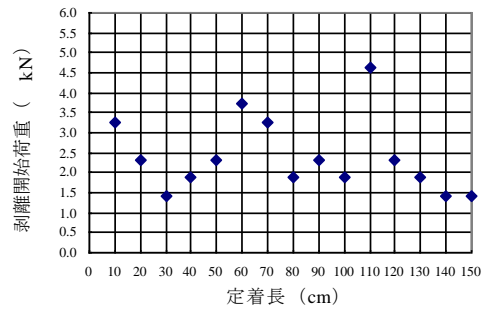


図—4 荷重—変位量曲線

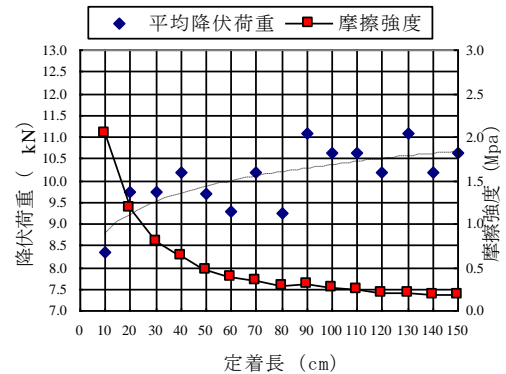
引張型の場合，アンカー体の剥離は定着長に関係なく，荷重初期段階から進行している（図—5）。

降伏荷重は定着長に応じて漸増するが，およそ定着長 30cm を境に，これより長くなるほど，徐々に定着効果が減少する。降伏荷重を用いて摩擦強度を試算した場合，当然ながら，定着長が長くなるほど強度が急激に減少し，およそ 80cm 以降はおよそ大差ないものとなっている（図—6）。

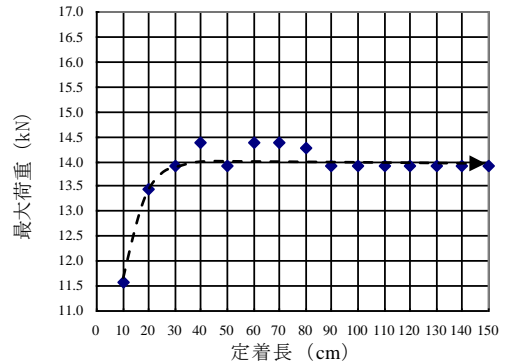
最大荷重は，定着長 30cm 以降ほぼ一定しており，有効定着の目安になるものと判断される。



図—5 定着長—剥離荷重（引張型）



図—6 定着長—降伏荷重（引張型）



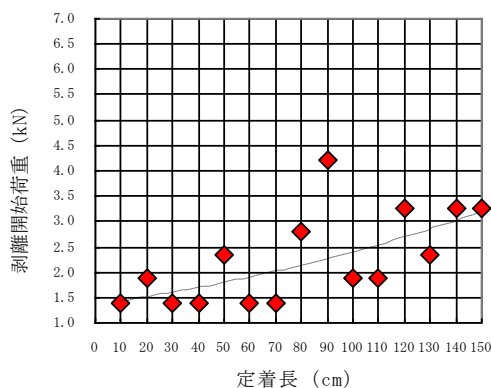
図—7 定着長—最大荷重（引張型）

3.3 圧縮型アンカー

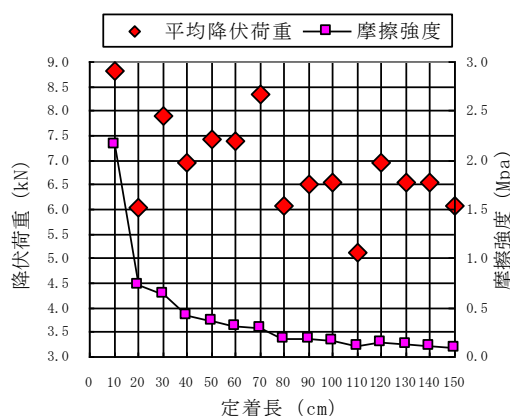
圧縮型では，剥離荷重は定着長に応じて増大する傾向にあり，アンカー体拘束具の埋設効果と考えられる（図—8）。

アンカー体の降伏荷重と定着長に相関性はなく，荷重と共にアンカー体拘束具周辺地盤が局部的に変形することを示すものと考えられる（図—9）。

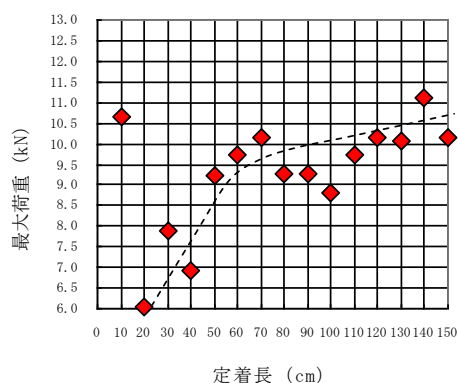
最大荷重は定着長 50cm 付近まで急増し，それ以降も漸増する傾向にある（図—10）。



図一8 定着長—剥離荷重 (圧縮型)



図一9 定着長—降伏荷重 (圧縮型)



図一10 定着長—最大荷重 (圧縮型)

4. 摩擦型アンカーの問題点と対策

4.1 基本試験時の適正な定着長について

図一5 および図一9 に示すように、定着長が短いほど大きな摩擦強度が得られるため、基本試験時の定着長はできるだけ長くする必要がある。

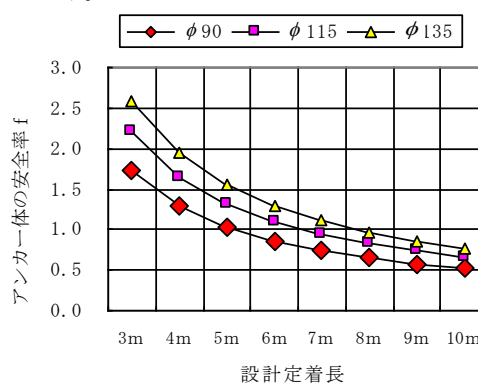
4.2 締め付け機能を評価することについて

本実験では荷重初期段階からアンカー体の剥離が進行しており、永久構造物であれば当然ながら荷重低下による締め付け機能の消滅が懸念される。よって設計上はこれを無視すべきである。

4.3 有効定着長とアンカー体の安全率

アンカー体の引抜断面や引抜試験結果から、本実験でのアンカー体有効定着長はせいぜい 30cm 程度と判断される。これはアンカー孔径 ($\phi 1.3\text{cm}$) の 23 倍に相当し、削孔径と有効定着長が比例関係にあるとすれば、本施工での有効定着長は、“ $\phi 90\text{mm} \rightarrow 2.1\text{m}$, $\phi 115\text{mm} \rightarrow 2.6\text{m}$, $\phi 135\text{mm} \rightarrow 3.1\text{m}$ ” となる。

この値が妥当なものとするれば、定着長が長くなるほど、現状基準で定められたアンカー体の安全率 ($f=2.5$) に対して大きく不足することとなる (図一11)。



図一11 定着長とアンカー体の安全率

4.4 孔径 90mm のアンカーが抜けやすい原因

図一11 に示すようにアンカー孔径が小さいほど有効定着長が短くなり、アンカー体の安全率の低下も大きい。 $\phi 90\text{mm}$ のアンカーが抜けやすいことを裏付けるものといえる。

5. まとめ

本実験での定着地盤はおおよそ均一であるが、定着方法や定着地盤の強度によりアンカー体の破壊形態が多様となることが確認された。本施工ではこれに亀裂等が関与するため、アンカー体の引抜き耐力にばらつきの大きいことが容易に理解される。

特に有効定着長に関して、本実験で推定されるような 3m 程度以下であれば、既設アンカー工の耐久性等に重大な影響を及ぼすことが考えられ、早急な精査が必要と思われる。

—参考文献—

1) 浜野浩幹・瀬崎茂 (2005) : くさび型アンカー工法, 理工図書