

フジタ工業 ○小林勝巳
三井建設 西村憲義
錢高組 森本敏幸

1. まえがき

本工法におけるアンカー定着部の耐力は、地盤とグラウトの摩擦抵抗とグラウトと定着体の付着抵抗のうち小さい方となる。(その2)では、3種類の地盤に定着した圧縮型アンカーの引抜き試験を行い、アンカー定着部の耐力を確認した結果について報告する。

2. 試験地盤および試験体

図-1に試験概要図を、表-1に試験体の諸元を示す。

アンカーの定着地盤は、砂礫(立川礫層)、土丹(上総層群土丹層)、および砂(成田砂層)の3種類とした。砂礫層は2~80mmの円礫が主体で、 $V_s = 540\text{m/s}$ 、 $\gamma_d = 2.31\text{tf/m}^3$ の玉石混じり粘土質礫層である。土丹層は砂礫層の下部に位置し、 $q_u = 30\text{kgf/cm}^2$ 、 $\tan \phi_u = 0.16$ の固結シルトからなっている。砂層はN値が50~75で、 $D_{50} = 0.39\text{mm}$ 、 $U_c = 4.7$ の中砂からなっている。

試験体は合計9体で、定着地盤や削孔径等をパラメータとしている。定着長は1.0~2.0mで、アンカー中間部の周面摩擦の影響を取り除くため、施工時に中間部のグラウトを水洗いしセメントベントナイトに置換した(A4・A8・B3は、水洗いを行っていない)。砂礫層のA7・A8は、中心間隔1.0mの群アンカーで、他はすべて単アンカーである。

3. 試験方法

加力方法は、荷重保持時間10分の繰返し載荷とし、群アンカーでは2本同時加力とした。また極限荷重以降は変位制御で大変位まで載荷した。反力はアンカーの抜け上がりになるべく抵抗とならない様に配慮し、反力ブロックや杭等を使用した。測定項目は、アンカー頭部荷重(ロードセルおよび油圧センサー)、頭部変位、定着体上端変位と地中変位(FRPロードエクステンソメータ)および定着体のひずみ度等である。

表-1 試験体の諸元

| No. | 定着層 | 削孔径 (mm) | 削孔長 (m) | 定着長 (m) | 引張材の P_y (tf) |
|-------|-----|----------|---------|---------|-----------------|
| A3 | 砂礫 | 170 | 11.0 | 1.0 | 226.2 |
| A3' | | 170 | 11.0 | 1.0 | 226.2 |
| A4 | | 135 | 11.0 | 1.0 | 110.4 |
| A7・A8 | | 170 | 11.0 | 1.0 | 226.2 |
| B2 | 土丹 | 170 | 24.0 | 2.0 | 226.2 |
| B3 | | 135 | 24.0 | 1.0 | 110.4 |
| C2 | 砂 | 170 | 16.0 | 1.5 | 226.2 |
| C3 | | 135 | 16.0 | 1.0 | 110.4 |

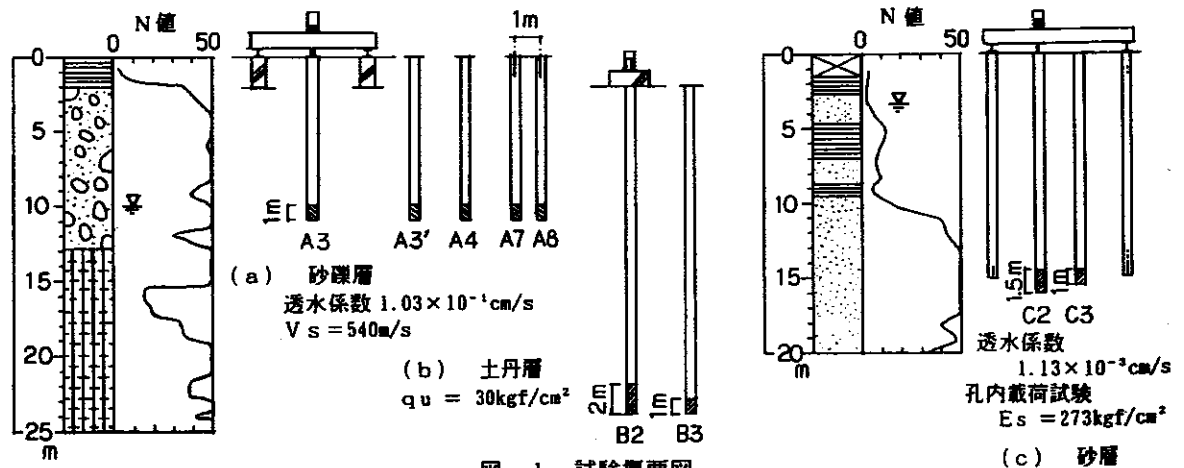


図-1 試験概要図

Studies on Compression Type Permanent Ground Anchors (Part 2) K.Kobayashi(Fujita Corporation),
N.Nishimura(Mitsui Construction CO.,LTD.), and T.Morimoto(Zenitaka Corporation)

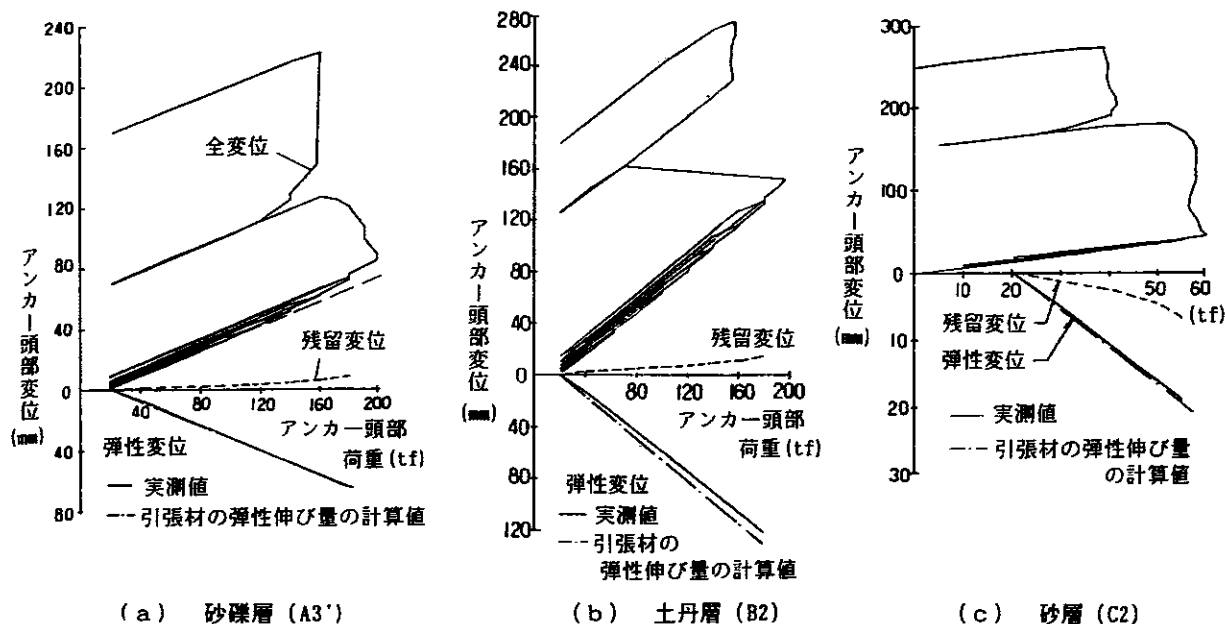


図-2 アンカー頭部荷重-変位関係

4. アンカー頭部荷重-変位関係とアンカーの破壊状況

アンカー頭部荷重-変位関係の例を図-2に示す。砂礫層と土丹層では、引張材の0.9Py程度まで加力した結果、A3'とB2が引抜けたが、それ以外は引抜けなかった。砂層では、C2が60tfで、C3が35tfで引抜けた。

引抜けたアンカーの極限状態は、加力中または荷重保持中に変位が急増するもの(砂礫層と砂層)と、アンカー体が一挙に滑って荷重が急落するもの(土丹層)の2種類であった。また大変位における再載荷では、いずれのアンカーも最大荷重の70~80%程度まで荷重が上昇した。

アンカー頭部変位の弾性変位量(処女荷重から初期荷重に除荷した時の弾性戻り量)は、マンション部分の剛性を考慮した引張材の弾性伸び量の計算値とほぼ等しく、定着部の変位(地盤の変位および定着体とグラウトの相対変位)の影響は小さいことが分かる。

図-3に砂礫層に定着したアンカーのアンカー頭部荷重と定着体上端変位の関係を示す。定着体上端変位は、定着体とグラウトのずれを無視すれば、アンカー体上端変位と等しい。また図中のアンカーは、いずれも定着長1mのものであり、単アンカー2体と群アンカー2体である。

同図から定着体上端変位が5mm程度で概ね極限状態となることがわかる。また引抜けなかったアンカー(A3・A7・A8)も極限に近い状況といえる。A7の変位が他に比べて小さめになっているのは、施工時にアンカー中間部のグラウトを水洗いしなかったため、アンカー中間部の周面摩擦が働いたためと考えられる。削孔径の小さいアンカー(A4とB3)も同じ理由により引抜けなかったと考えられ、圧縮型アンカーにおいても、極限荷重に対するアンカー中間部の摩擦の影響が大きいことがわかった。

試験後引抜けたA3'とB2の2本のアンカーを深礎により掘り出し、定着部の破壊状況を観察した。土丹層のB2には定着部のグラウトにひび割れが見られず、また砂礫層のA3'には、割裂のひび割れと、細かいせん断ひび割れが定着体のリブ間およびリブから斜め方向に生じていたが、定着体とグラウトの付着破壊が起こった様子はない。最大荷重における定着体とグラウトの付着力度は、B2で43kgf/cm²、A3'で50kgf/cm²となっており、

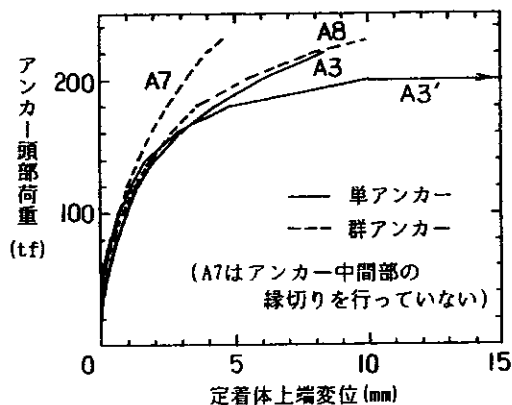
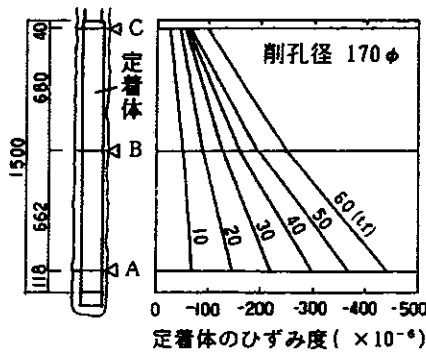


図-3 アンカー頭部荷重-定着体上端変位関係

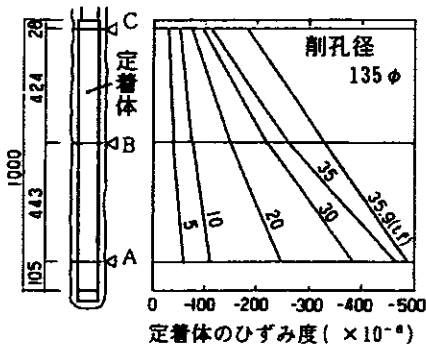
かなり高い付着抵抗が発揮されたことがわかる。

5. アンカー体の周面摩擦 力度-変位関係

砂地盤に定着したアンカーの定着体のひずみ度分布を図-4に示す。定着体のひずみ度は、一断面に4か所貼付したひずみゲージの値の平均値である。本工法のような圧縮型アンカーでは、引張材に導入された緊張力がそのまま定着体下端に伝達され、定着体を介してグラウト、地盤へと伝達される。したがって定着体のひずみ度分布は、図のような下端が大きい台形分布となる。また定着長が1.0、1.5 mと小さいため、定着体



(a) C2 アンカー



(b) C3 アンカー

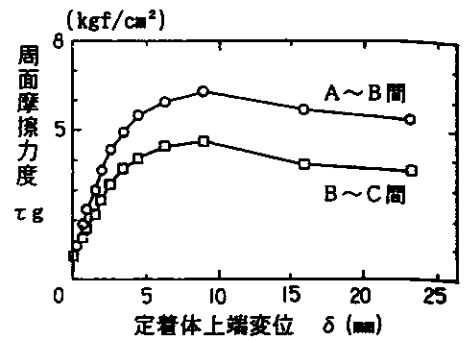
図-4 定着体のひずみ度分布

の上端と下端の変位量の差が小さく、アンカー体がほとんど剛体的に変位していると考えられる。

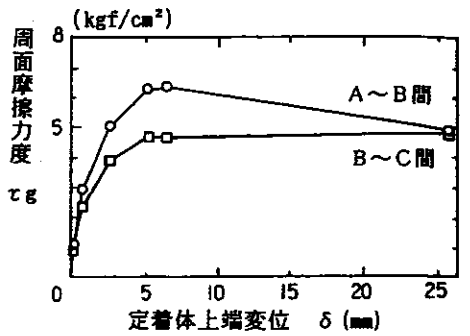
アンカー体と地盤の周面摩擦力度 (τ_g) と定着体上端変位 (δ) の関係を図-5に示す。周面摩擦力度の算定には、定着体とグラウトが同一ひずみと仮定し、グラウトの弾性係数を $1.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ($W/C=50\%$ の試験結果) として計算した。またアンカー体径は、砂層では砂礫層のようには大きくならないため、削孔径を用いている。これらの図から砂層のアンカーの極限周面摩擦力度 (τ_{ug}) は、変位量が 5~10mm で発揮され、大変位においても τ_{ug} の約80%の残留摩擦力度があることがわかる。また、削孔径の違い ($\phi 135$ と $\phi 170$) による差はあまり見られず、どちらのアンカーも下部 (A~B間) で τ_{ug} が約 6.5 kgf/cm^2 、上部 (B~C間) で約 5.0 kgf/cm^2 となっている。これらの τ_{ug} の値は、アンカー頭部荷重から算定した値とほぼ一致し、またN値50程度の砂層の既往のデータ¹⁾の範囲 (ほぼ上限) に入る。

同様の方法で他の地盤に定着したアンカーの τ_{ug} を算定すると、砂礫層で $22 \sim 23 \text{ kgf/cm}^2$ 、土丹層で 17 kgf/cm^2 となる。ただし砂礫層のアンカー体径は、前報 (その1) の実測径の平均値を用いた。また土丹層の τ_{ug} は、一軸圧縮試験結果 ($q_u/2 = 15.0 \text{ kgf/cm}^2$) とほぼ対応する結果であった。

図-6は周面摩擦力度と変位の関係を対数軸上に表したものであるが、変位が0~5mmの範囲では、 τ_g は δ の0.4~0.6乗に比例していることが分かる。文献²⁾等によると τ_g は δ の概ね0.5乗に比例するといわれているが、本工法のような圧縮型アンカーにおいても同様の結果が得られた。



(a) C2 アンカー



(b) C3 アンカー

図-5 周面摩擦力度-変位関係

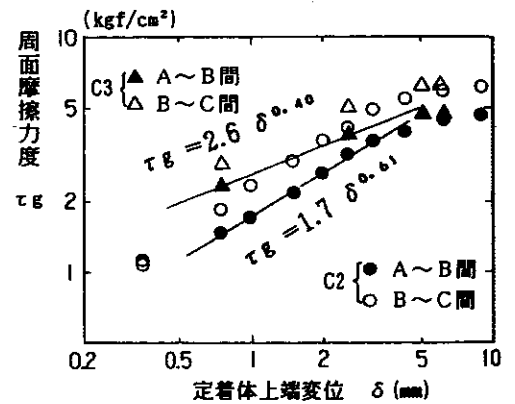


図-6 周面摩擦力度-変位関係

6. 地中変位

図-7と図-8に地中変位の分布を示す。地中変位の測定位置は、アンカー体上端のレベルと、そこから3m上方のレベルに3点ずつとした。またアンカー体の下端位置から3m下方のレベルにも測定点を設け、そこを不動点として温度補正等を行っている。群アンカーの測定位置は、一本のアンカーからの距離が単アンカーの場合と同程度になる様にした。

これらのアンカーのうち引抜けたのは、A3'とC2・C3の3体である。特に引抜けたアンカーでは、全ての地中変位が非常に小さく、アンカー定着部の破壊が、アンカー体のごく表面付近で起こっていると考えられる。また引抜けなかったA3と群アンカーでは、アンカー体に最も近い位置（GL-10m、アンカー芯からの距離60cm）の変位が、比較的アンカー体の変位に追隨している様である。

砂礫層のアンカーでは、グラウトが周囲の地盤に浸透するため、アンカー体の形状（表面の凹凸の度合）の差のほうに、群アンカー効果よりもアンカー定着部の耐力に与える影響が大きい結果となった。また砂層のアンカーでは、アンカー体と地盤との滑りがアンカー体のごく表面付近で起こるため、群アンカー効果による耐力の低下等が起こりにくいと考えられる。

7. まとめ

建築物に使用される本設地盤アンカーの定着地盤を想定し、圧縮型アンカーの引抜き試験を行った。その結果、アンカー定着部の耐力と破壊状況、アンカー体の周面摩擦力度と変位の関係、地中変位分布と群アンカー効果についての基本的な資料が得られた。

<参考文献>

- 1) 例えば弘楚他：アンカーの引抜き抵抗と地盤の周面摩擦強度，第40回土木学会年次学術講演会，Vol. 3，pp. 319-320，1980
- 2) 池田他：グラウンドアンカーの荷重-引抜き量関係の予測，第23回土質工学研究発表会，pp. 1659-1660，1988

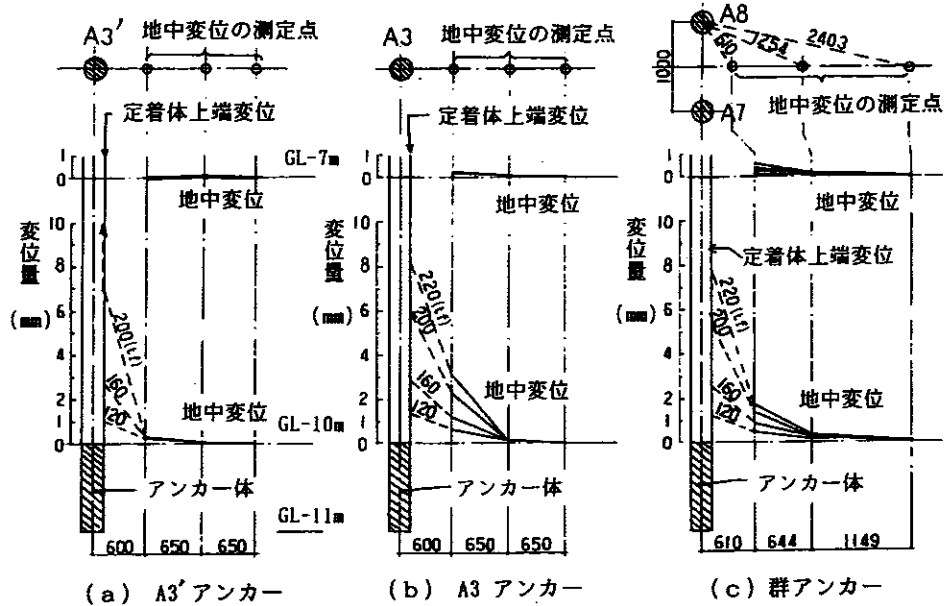


図-7 地中変位の分布（砂礫層）

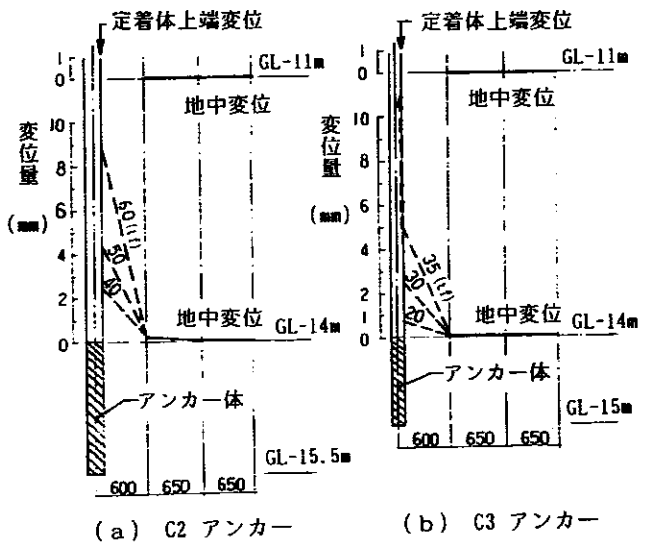


図-8 地中変位の分布（砂層）