

大阪市下水道局

玉野 富雄

○

結城 篤介

;

村上 仁

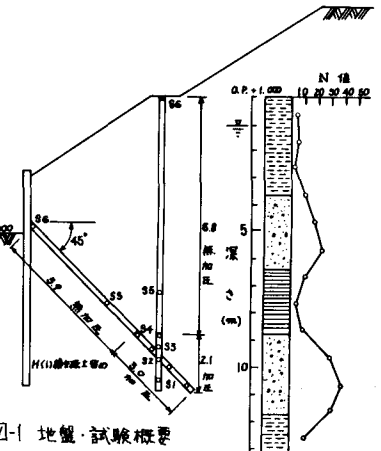
① まえがき

周辺摩擦タイプのアンカーにおいて、掘り下げた掘削地盤で角度をもって打設した場合、現地盤から垂直に打設したアンカーに比べ、同じ砂質地盤に通切に施工しているにもかかわらず耐力が得られないといった事例がしばしば経験される。その原因として、アンカー施工時に起因する削孔近傍地盤のゆるみと地盤そのものの異方性によるモルタル部と地盤との間の引抜きせん断抵抗(T_b)の低下が考えられる。本報告では図-1に示す状態で打設した垂直と45°傾斜した二本のアンカーの引抜き試験を行ない、耐力に及ぼす影響について考察する。

② 地盤・試験概要

定着層はN値30程度の粗砂層で、被圧水圧は 0.27 kg/cm^2 である。垂直アンカーは掘削斜面の犬走り部から打設し、45°傾斜アンカーは5 m下の掘削地盤から打設した。両アンカーは平面的に5 m離れた位置にある。アンカーは13.5 cm径のロータリー式削孔機で削孔し、調査対象とした

図-1 地盤・試験概要



深さ8.7 m ~ 10.8 mのモルタル部は 3 kg/cm^2 で加圧し、その上部は無加圧とした。φ3.2 cmの鋼棒にはストレインゲージをS1~S6の各6点設置した。S4は加圧部の頭部である。引抜き荷重は5 tf 段階で増し、各荷重段階で変位がほぼ安定してから、次の荷重段階に移った。

③ 試験結果と考察

図-2,3に引抜き荷重段階での応力分布を示す。この分布形状より無加圧モルタル部でもかなりの応力負担のあることがわかるが、本報告では調査対象を加圧モルタル部に限定する。図-4にS4での荷重(P_{s4})と頭部でのダイヤルゲージの測定値からS4, S5, S6のひずみより近似的に計算した変位量を差引いたS4での変位(δ_{s4})の関係、図-5に $\text{Log}(P_{s4})$ と $\text{Log}(\delta_{s4})$ の関係を示す。垂直アンカーは27.2 tf、45°傾斜アンカーは18 tf で降伏が生じている。27.2 tf を3 m当りに換算すると38.9 tf となり、45°傾斜アンカーの2.16倍である。

図-2 応力分布(45°傾斜アンカー)

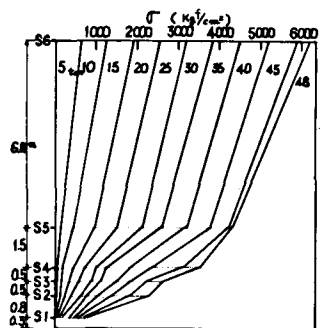
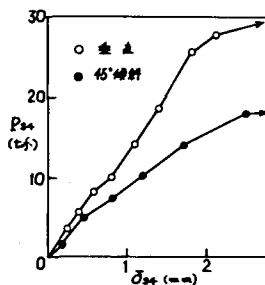
図-3 応力分布(垂直アンカー)

図-4 S4での P_{s4} - δ_{s4} の関係

図-5 $\text{Log } P_{s4}$ - $\text{Log } \delta_{s4}$ の関係

また、図-6,7に各ひずみ測点間で生じている鋼棒とモルタルとのせん断抵抗(T_s)と T_b の分布を示す。なお、 T_s 、 T_b は次の諸式で計算される。

$$\begin{aligned}
 P_i &= A E_i E & (1) \quad & \text{ここで,} \\
 \Delta P_{i \rightarrow i+1} &= P_{i+1} - P_i & (2) \quad & \text{鋼棒の断面積 } A = 8.042 \text{ cm}^2 \\
 T_s &= \frac{\Delta P_{i \rightarrow i+1}}{U_s l_{i \rightarrow i+1}} & (3) \quad & \text{弾性係数 } E = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \\
 & & & \text{周長 } U_s = 10.053 \text{ cm} \\
 T_b &= \frac{\Delta P_{i \rightarrow i+1}}{U_c l_{i \rightarrow i+1}} & (4) \quad & \text{モルタルの周長 } U_c = 43.982 \text{ cm} \\
 & & & (\phi 14 \text{ cm と仮定})
 \end{aligned}$$



垂直アンカーと45°傾斜アンカーの (τ_b) の平均値は 2.94 kgf/cm^2 , 1.36 kgf/cm^2 である。

(τ_b) は主として、砂質地盤ではダイレイタンスーによるかみ合わせにより生じると考えられる。それゆえ、垂直アンカーと45°傾斜アンカーの (τ_b) の相違は地盤のゆるみ状態が原因するといえよう。垂直アンカーと45°傾斜アンカーの削孔状態を孔壁安定の立場より比較すると、45°傾斜アンカーの場合、注入モルタルの液位は垂直アンカーより5m低く、かつ、孔壁を破壊させようとする力(土圧)は大きい。また、水圧は垂直アンカーと同じだけ作用しており、孔壁は破壊しやすい状態にある。削孔径が14cm程度と小さいため、孔壁近傍はアーケアクションにより完全に破壊するまでには至らず、部分的に破壊し、ゆるんだ状態にあると想定される。

いったんゆるんだ土の構造は注入モルタルを加圧した場合でも、密な構造に変化することはないといえよう。図-8はS2とS3の間で生じているひずみをS2とS3の平均値と仮定し、その時の (τ_b) との関係を図示したものである。垂直アンカーの場合、砂の一面せん断試験における密な砂の、45°傾斜の場合、ゆるい砂の荷重-変位関係に対応している。また、Ostermeyerらが示した関係¹⁾によると3mの定着層でゆるい砂であれば20tf程度の耐力が期待でき、45°傾斜アンカーはほぼ近い値となっている。

垂直アンカーと45°傾斜アンカーの削孔時の地盤の状態を調査するため、アンカーと同じ状態で8.6cm径のロータリー式ボーリング削孔を垂直と45°傾斜で深さ10mまで行ない、孔内水平載荷試験(LLT試験)²⁾を行なった。図-9に試験結果を示す。孔壁を破壊させる方向の力である静土圧(P_0)は垂直で 1.03 kgf/cm^2 , 45°傾斜で 1.7 kgf/cm^2 と45°傾斜の方が大きく、それに対し泥水圧では、 0.6 kgf/cm^2 程度45°傾斜の方が小さく、45°傾斜の場合より孔壁がゆるみやすい力の関係にある。ゴムチューブが孔壁に接した状態の初期半径(r_0)は垂直で4.3cm、45°傾斜で4.0cmであり、繰返し載荷時には45°傾斜の方が半径の増加は大きい。また、地盤係数(K_m)は垂直で 14.48 kgf/cm^2 , 45°傾斜で 7.41 kgf/cm^2 と垂直の1/2程度となっており、 (τ_b) の低下割合とはほぼ等しくなっている。このLLT試験の結果から、45°傾斜アンカーは垂直アンカーに比べ、削孔近傍地盤のゆるみが生じていると判断され、 (τ_b) との直接的な比較ではないが、耐力低下の間接的な証明となろう。

④ 結語

地盤そのものの異方性の影響がどの程度含まれているのかははっきりしないが、打設角度・状態により削孔近傍地盤にある程度のゆるみが生じ、垂直アンカーに比べ耐力が得られないことがある。それゆえ、施工前の引抜き試験は出来るだけ実際のアンカー利用状態に近い状態で行なう必要がある。しかし、傾斜アンカーでも孔壁が安定しうる状態であれば垂直アンカーとほぼ同等に耐力は期待できよう。また、被圧水圧が高い地盤ではゆるみが生じやすいと考えられるので注意が必要である。

⑤ 謝辞 この報告を行なうに当たり、ご指導頂きました大阪市下水道局建設部長、松永一政氏、名古屋大学、植下 勘敬教授、(株)熊谷組、富永克己氏、(株)応用地質、小泉国士氏に感謝いたします。

⑥ 参考文献 1) H.Ostermeyer and R.Scheele: Research on Ground Anchors in Non-Cohesive Soils, 9th I.C.S.M.F.E., Speciality Session 4 Ground Anchors (1977). 2) 陶山他: 地盤の横方向K値の研究(1), 土と基礎, No.479, October, 1966, pp.31~38.

