

模型実験によるアンカーの摩擦抵抗と地盤の一軸圧縮強度の関係

九州産業大学 正会員 石堂 稔 学生員○豊田公之
九州電力(株) 正会員 永津忠治 正会員 溝上 建

1. はじめに 現在のアンカー工法において地盤とアンカー体の摩擦抵抗は、簡単な予備調査を行い文献¹⁾や過去の事例を参考に推定するか、あるいは現地での確認試験により求めているのが現状であろう。そこで、簡単に求めることができる地盤の一軸圧縮強度からアンカーの摩擦抵抗を求めることを目的とし、人工地盤による模型引抜き実験、実規模引抜き実験及び自然地盤による原位置引抜き実験という一連の実験を行うことにした。本報告はこの一連の実験のうち、図-1に示す室内で行った小規模な模型引抜き実験の結果をまとめたものである。

2. 実験項目 表-1に実験項目を示す。人工地盤は、福岡県朝倉郡夜須町で採取したまさ土を母材とし、市販のセメント系の安定処理材を0~25%配合して作製した。この結果、一軸圧縮強度 $q_u = 1 \sim 54 \text{ kgf/cm}^2$ の人工地盤が作製できた。また、アンカー体の形状は図-1に示したように削孔長は30cmで定着長 l_a は10, 20, 30cmの3種類とした。表-1に示した試験NO. ①~②①の各ケースとも4本の引抜き実験を行った。なお、作製した人工地盤の強度特性の詳細は別途報告²⁾する。

3. 実験方法 図-2に実験のフローチャートを示す。準備した試料を直径30cmのモールドに締固めエネルギー比1.0で締固め、人工地盤をモールドから脱型せず両端面を薄紙及びパラフィンで密封し、温度変化の小さい室内で気中養生した。締固めより1週間後、直径3cmのコンクリートドリルで削孔し、水セメント比1:2のセメントペーストと異形鉄筋(SD30, D10)でアンカー体を作製した。その2週間後、図-3に示す引抜き実験装置により引抜き実験を行った。載荷は荷重制御で行い、アンカー体変位 S が毎分1/100mm以下になったとき次の荷重段階に移った。降伏荷重 P_y は $\log P - \log S$ 法にて判定し、極限荷重 P_u は最終的に変位が増大して一定荷重の保持が不可能な状態の荷重とした。また、摩擦抵抗 τ は引抜き荷重 P を破壊後に測定したアンカー体の周面積 $A (= D \pi l_a)$ で除して求めた。

5. 実験結果 破壊後のアンカー体は、④:地盤とアンカー体の付着面で破壊したもの、⑤:④の破壊形態でアンカー体の上部にテンションクラックが生じているもの、⑥:アンカー体の下部では④の破壊形態であるが、アンカー体の上部では地盤内に破壊面が生じているもの、以上の3通りの破壊形態を示していた。 $l_a = 10 \text{ cm}$ ではすべてのアンカー体が④の破壊形態をおこしていたが、 $l_a = 20, 30 \text{ cm}$ で

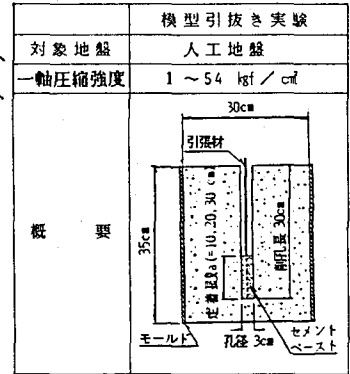


図-1 実験の概要

表-1 実験項目一覧表

安定処理材 配合比 (%)	一軸圧縮 強度(q_u) (kgf/cm^2)	定着長 l_a (cm)		
		10	20	30
0	1	①	②	③
2	3	④	⑤	⑥
4	6	⑦	⑧	⑨
8	21	⑩	⑪	⑫
12	32	⑬	⑭	⑮
21	44	⑯	⑰	⑱
25	54	⑲	⑳	㉑

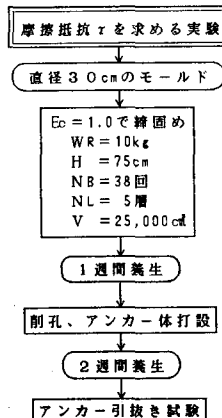


図-2 実験のフロー

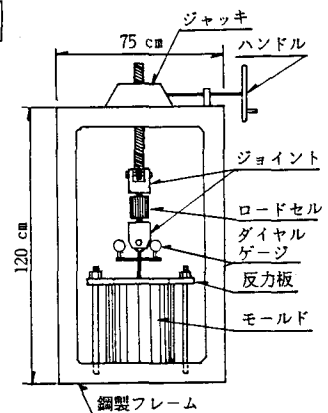


図-3 引抜き実験装置

は④以外に⑤や⑥の破壊形態をおこしているものもあった。このため、全て同じ破壊形態をおこしていた $l_a = 10\text{cm}$ の実験結果について考察する。図-4に $q_u = 1, 6, 44\text{kgf/cm}^2$ (試験NO. ① ⑦ ⑬) の $\log P - \log S$ 曲線を示す。図より、今回のような小さい規模の試験でも降伏点が明瞭に現われており、また q_u が大きくなるほど P_k 及び P_f とともに大きくなることがわかる。図-5に P_k と P_f の関係を両対数で示す。なお、図中には P_k と P_f の関係を表す回帰直線 $P_k = 0.18 \cdot P_f^{1.18}$ 及び $P_k = (2/3) \cdot P_f$ の直線を示している。この両者を比較すると $P_f = 1500\text{kgf}$ ($q_u = 50\text{kgf/cm}^2$ の地盤に相当する) で一致し、 $P_f = 1500\text{kgf}$ 以下では今回の実験結果より得られた P_k と P_f の関係は $P_k < (2/3) P_f$ となり、逆に $P_f = 1500\text{kgf}$ 以上では $P_k > (2/3) P_f$ となる。つまり $q_u < 50\text{kgf/cm}^2$ の地盤では $(1/2) \cdot P_k < (1/3) P_f$ となり $(1/2) P_k$ は P_f に対し安全率3を確保できることになるが、逆に $q_u > 50\text{kgf/cm}^2$ の地盤では $(1/2) P_k > (1/3) P_f$ となり $(1/2) P_k$ は P_f に対し安全率3を確保できないことになる。図-6に極限時の摩擦抵抗 q_u と q_u の関係を示す。図より、プロット点を見ると同じ q_u に対して q_u にはばらつきがあるものの、 q_u が大きくなると q_u も大きくなり $q_u > 20\text{kgf/cm}^2$ になるとその割合は小さくなっていることがわかる。以上より、実験の結果から得られた q_u に対する q_u の範囲を図中の斜線で示す領域とし、その上限及び下限も図中に示した。ただし、 $q_u < 20\text{kgf/cm}^2$ における q_u の上限は地盤のせん断強度 $\tau_c = q_u/2$ とした。図-7は、 $l_a = 10\text{cm}$ のときの τ_c を1とし $l_a = 20\text{cm}$ 及び 30cm のときの τ_c の通減率を示す。図より、降伏時では $l_a = 20\text{cm}$ 、つまり定着長が2倍になると0.7~0.8程度、更に $l_a = 30\text{cm}$ 、つまり定着長が3倍になると0.5~0.8程度に q_u は通減している。また、極限時では定着長が2倍になると0.8~0.9程度、更に定着長が3倍になると0.7~0.8程度に q_u は通減している。

6. まとめ 模型引抜き実験を行った結果、地盤の一軸圧縮強度とアンカーの摩擦抵抗にはよい相関があることがわかった。更に、

極限時と降伏時のアンカーの摩擦抵抗の関係及び定着長の違いがアンカーの摩擦抵抗に与える影響についても明らかになった。今後は、同じ人工地盤において実規模大の引抜き実験を行いスケール効果を把握するとともに、自然地盤においても引抜き実験を行い地盤材料の影響を検討する予定である。

(参考文献)

- 1) 例えば、土質工学会「アース・アンカー工法」1979
- 2) 石堂他「安定処理材を用いて作製した人工地盤の一軸圧縮強度の評価」昭和62年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1988 (投稿中)

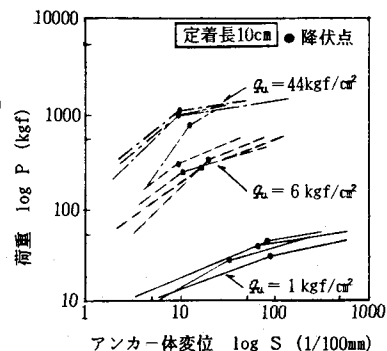


図-4 荷重とアンカー体変位の関係

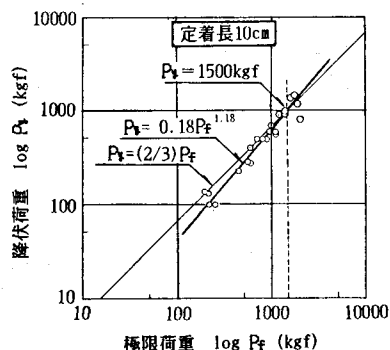


図-5 降伏荷重と極限荷重の関係

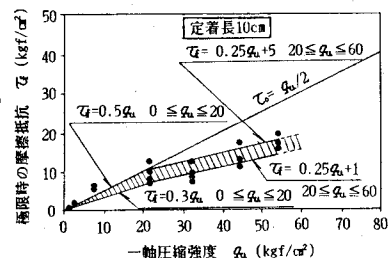


図-6 摩擦抵抗と一軸圧縮強度の関係

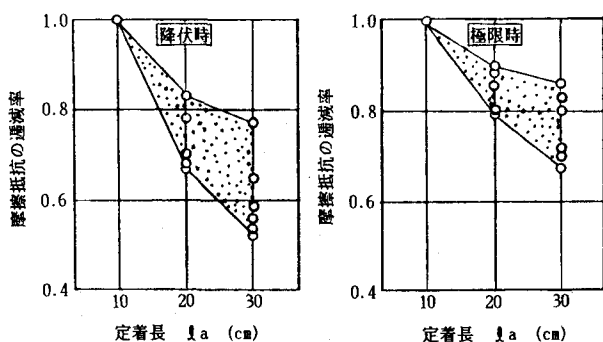


図-7 摩擦抵抗の通減率