

繰り返し注入型アンカーにおける大型土槽試験装置の開発と試験地盤の物性

ライト工業株式会社 正○和田 弘 九州共立大学工学部土木工学科 正 前田 良刀
九州大学大学院 フェロー 落合 英俊 九州共立大学工学部土木工学科 学生 川本 毅

1. はじめに

本文で言う繰返し注入型アンカーとは、薬液注入工法等で用いる二重管ダブルパッカー注入方式を用いてアンカー引抜き力を増大させる工法である。この繰返し注入型アンカーは、緩い砂質土や粘性土などの地盤に設置可能なアンカー工法であることが、現位置試験から既に実証されている。¹⁾

この注入方式による注入形態については、水ガラス系の溶液型薬液注入工法の分野においては、数多くの室内試験も実施されているが、アンカー引張材との付着強度が重要であるアンカー工法においては、粒径の粗いセメントミルクを使用するため、まだ十分解明されていない状況である。

本研究では、室内大型土槽試験機を開発し、この工法について地盤性状と関連づけた注入材の浸透（拡大）メカニズムや引抜き抵抗力の増加するメカニズム等を解明しようとするものである。

試験装置は、大型土槽、試験地盤作成のための空中落下装置、上載圧力載荷装置、引抜き装置、注入装置作成のための空中落下装置等から構成されている。

2. 試験装置の概要

室内試験を行う「繰り返し注入型アンカー工法」は、図-1に示す上下に伸縮ゴムパッカーを持つ「ダブルパッカー」と「逆止弁付き注入管」による注入システムをアンカー工法に応用したものであり、セメントミルクをアンカー体の0.33mおよび0.5mまたは1.0m間隔のステップ毎に数回繰り返して圧力注入できるアンカー工法である。この注入システムは、2.94MPa (30kgf/cm²) までの加圧注入が可能な構造となっている。

ここでは、図-2に示すように内径900mm有効高さ1500mmの大型土槽内に注入間隔0.5mを想定した逆止弁付き注入管を設置し、注入管自体を引張材としている。また、土槽壁面には、土圧検出器および間隙水圧検出器を設置して注入時の土圧、間隙水圧の変化を計測できる構造とし、試験地盤天端には土被り圧としての上載空気圧 σ_v を0.29MPa (3kgf/cm²)まで載荷可能なプレッシャ

3. 試験地盤の物理的特性

アンカー体の定着地盤となる試験地盤には、岡垣砂（福岡県遠賀郡岡垣町産）を飽和させて用いた。

この砂の作成方法は、まず、7号珪砂を水洗いして塩分や細粒分を除去し、約600度のバーナーで焼いて乾燥状態にしたものである。

この岡垣砂の物理的特性を豊浦標準砂と比較して、表-1に示している。岡垣砂は均等係数が2.20となっ

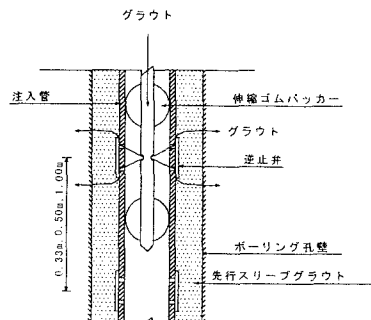


図-1 繰り返し注入方式構造図

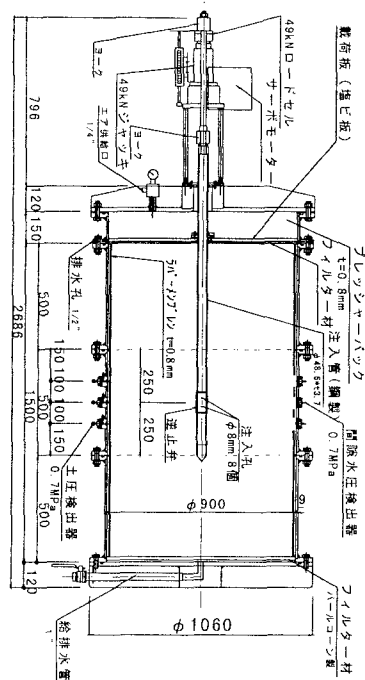


図-2 アンカー試験装置組立図

ており、1～3の間にあるため均一な砂と判断される。粒径は豊浦標準砂よりやや大きい。

また、三軸試験において密度の変化による内部摩擦角の変化を調べた結果からの乾燥密度と内部摩擦角の関係を、図－3に示している。これから岡垣砂の内部摩擦角は、ほぼ直線上に並び豊浦標準砂と同様の性状を示していると言える。

ただし、三軸試験の側圧 σ_3 は0.10MPa (1kgf/cm²) である。なお、図中には試験終了後、アンカー近辺の地盤から取り出した試料による一面せん断試験の結果も示している

4. 試験地盤の作成方法および特性

試験地盤は、乾燥状態の岡垣砂を図－4に示す専用の砂撒き装置により空中落下方式により作成した。砂撒き装置の吐出口は、8mm×30mmの矩形状 (240mm²) となっている。また、既往の結果から、この砂撒き装置の吐出口と試験地盤表面との落下高の差が1.0m程度の範囲内では、密度の変化がほとんど無くほぼ同一密度の試験地盤を再現できることが確認されている。よって、試験装置の構造的な条件から落下高の差をH=1.0～2.0mの範囲内として密度調整された試験地盤を作成した。

その結果、乾燥密度 $\rho_d=1.41$ (t/m³) 程度の均一な試験地盤が作成できた。その地盤の内部摩擦角 ϕ は、図－3から求めると、35°程度と想定される。また、この方法により作成した地盤で行った定水位透水試験の結果では、透水係数 $k=3.9 \times 10^{-5}$ (m/sec) が得られた。

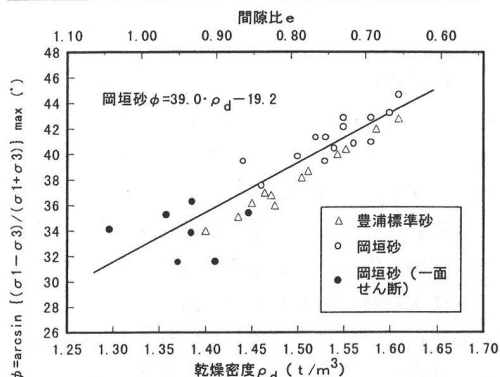
5. おわりに

本研究での繰り返し注入型アンカーの試験地盤は、相対密度 $D_r=20$ (%) 前後の緩い均一な砂地盤である。

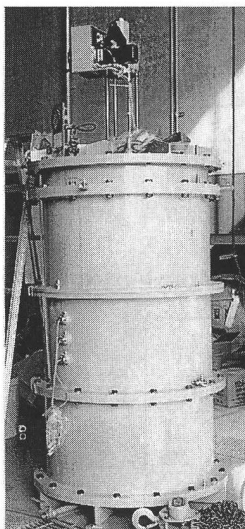
今後、この様な均一な地盤における研究によって、注入材の浸透 (拡大) メカニズムやアンカー引き抜き抵抗力の発現メカニズム等の基本的な特性が検討できると思われる。

表－1 岡垣砂と豊浦標準砂の物理的特性の比較

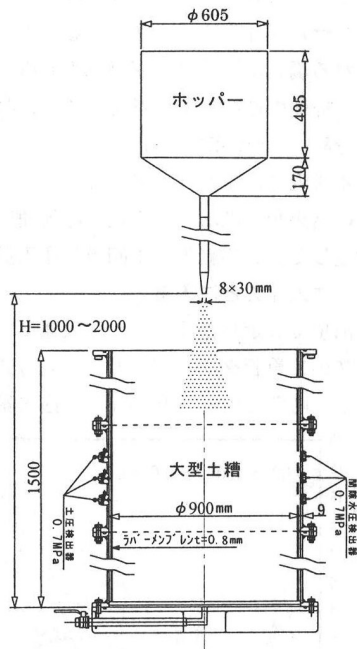
	岡垣砂	豊浦標準砂
土粒子密度 ρ_s (t/m ³)	2.63	2.64
平均粒径 D_{50} (mm)	0.26	0.16
有効粒径 D_{10} (mm)	0.16	0.11
均等係数 U_c	2.20	1.44
最大間隙比 e_{max}	0.93	0.98
最小間隙比 e_{min}	0.56	0.61



図－3 内部摩擦角 ϕ と乾燥密度 ρ_d の関係



写真－1 アンカー試験装置



図－4 試験地盤作成装置

参考文献

- 1) 和田弘, 末吉達郎, 落合英俊, 安福規之, : 地盤工学会グラウト・アンカー設計・施工に関するシンポジウム発表論文集No. 111/IV-3, 1998. 6