

チャンバー内泥土取込み・圧力下試験装置の開発

前田建設工業（株）

正会員 ○鈴木 大夢

増田 昌昭

飯島 規雄

正会員

森 芳樹

正会員 野本 康介

鈴木 哲太郎

1. はじめに

泥土圧シールドの施工では、適切な添加材を混合攪拌して所定の塑性流動性と止水性を満足する必要がある。サンプリングすることでその性状を確認できるが、スクリーコンベアから排出された土砂は添加材等の影響によりチャンバー内泥土の性状と異なる場合がある。大深度高水压下で気泡材を添加材として使用する場合、チャンバー内では気泡が圧縮された状態にあるが、サンプリングされて大気圧下に排出されると、気泡が膨張し泥土の性状が大きく変化する。そこで、チャンバー内から圧力を保持した状態で泥土を取込み性状を確認する試験装置（以下、本装置と呼ぶ）を考案した。本稿では、本装置を用いて圧力下のチャンバー内泥土を模擬した土試料を取込み、ベーンせん断抵抗値および密度を計測し、圧力下と大気圧下でのせん断抵抗値の比較、密度計の精度確認を行った結果を報告する。

2. 試験装置の概要

本装置の概要および各部の名称を図-1に示す。図中赤枠のサンプリング装置では土試料を圧力下で取込んだ後、圧力を保持したままベーンせん断試験およびγ線密度計（図-2）による密度計測を行うことができる。図-1の点線内の攪拌タンクはチャンバーを模しており、圧力を保持した状態で気泡材と土を混合し土試料を作製できる。

3. 実験方法

攪拌タンクに土を投入した後、エア抜きバルブから本装置内を0.5MPaまで加圧し、気泡材を注入して攪拌し土試料を作製した。電

動バルブを開いた後、エア抜きバルブを用いて本装置内の圧力を調整することにより、サンプリング装置へ土試料を取り込んだ。圧力を保持した状態でベーンせん断試験機を用いてせん断抵抗値、γ線式密度計で密度をそれぞれ計測した。最後に、サンプリング装置を攪拌タンクから切り離し、重量を計測して容積で除することで密度を算出し、γ線式密度計の計測値を比較することで密度計の精度を確認した。また、通常の方法で大気圧下でのベーンせん断試験を行いせん断抵抗値を計測しておき、本装置で取込んだ圧力下の土試料のせん断抵抗値と比較した。

実験ケースを表-1に示す。大気圧下での触手試験の結果からミニスランプが $3.0 \pm 0.5 \text{ cm}$ を塑性流動性が良好な目安として配合を決定した。圧力下では土試料に含まれる空気が圧縮されるため、例えば、ケースNo.1に

キーワード シールドトンネル、気泡材、チャンバー内泥土、ベーンせん断試験、γ線式密度計

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 土木技術部 TEL 03-5276-5166

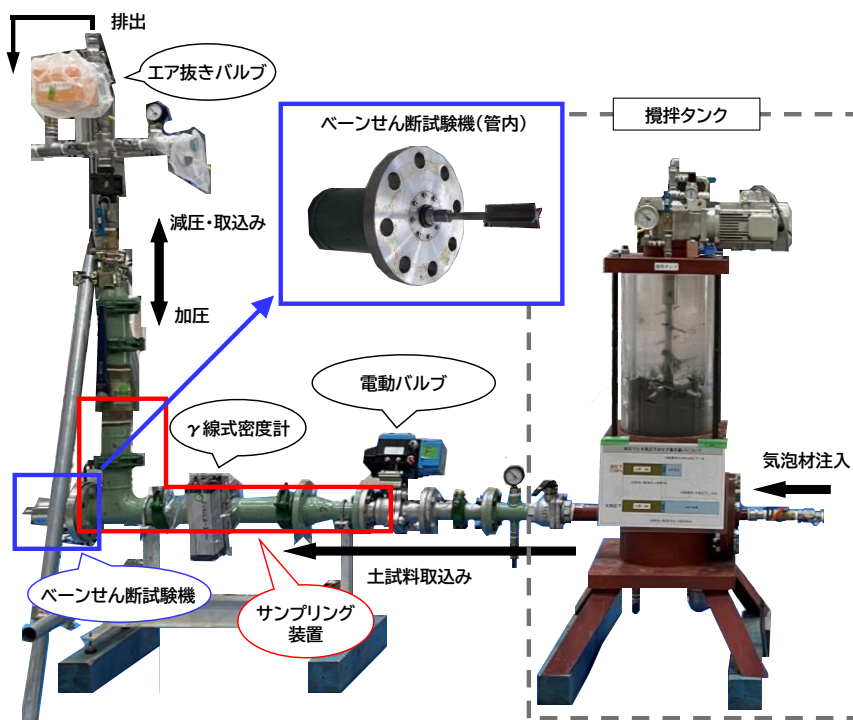


図-1 試験装置の概要および各部の名称

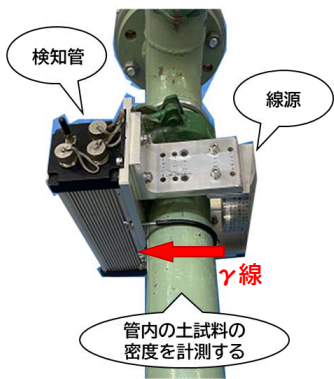


図-2 γ線式密度計の設置状況

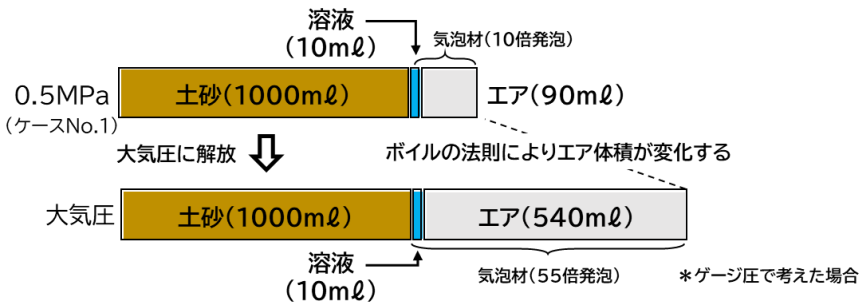


図-3 気泡土の概念図（ケース No. 1 体積比 10%注入で 10 倍発泡）

において 0.5MPa 下で 10 倍発泡の空気量は、大気圧に解放するとボイルの法則により 6 倍（55 倍発泡相当）に変化する（図-3）。

4. 実験結果

エア抜きバルブを開き泥土の排出を確認できたことから、サンプリング装置内に土試料が良好に流動し取込まれたことを確認した。なお、大気圧下に解放された土試料は気泡が膨張したことによりミニスランプ 3.0cm とは全く異なる性状であった（図-4）。

表-2 にベーンせん断試験の結果および密度の計測結果を示す。なお、No.1-2 および No.1-3 は No.1-1 の再現ケースである。

ベーンせん断抵抗値は、全ケースにおいて 0.5MPa 下と大気圧下で大きな差は見られなかった。本稿では割愛するが、この傾向は細粒分含有率が 10% の試料を用いた他のケースでも同様に見られたため、ベーンせん断抵抗値は加圧下と大気圧下で概ね同等の値を示すと考えられた。

密度はγ線式密度計の計測値と体積重量からの算出値が概ね等しい結果となった。これにより、γ線式密度計は本装置の密度測定に適用可能であることを確認した。

5. おわりに

チャンバー内の圧力を保持した状態で土試料を取込み、性状を確認する試験装置を考案し、取込んだ土試料の圧力下と大気圧下でのせん断抵抗値の比較およびγ線式密度計の精度を確認した。今後は実施工のシールドマシンに取付け、チャンバー内泥土の取込みおよび性状評価について検証しつつ、現場の安全性の向上と周辺地域への安心確保に寄与する方針である。その結果は、後日報告する予定である。

表-1 実験ケース

No.	細粒分含有率 (%)	溶液配合 (%)	発泡倍率 (倍)	注入率 (%)	ミニスランプ値 (cm)
1	16.9	1	10	10	3.0
2	32.3	0.8	8	15	3.5



(a) 大気圧下でミニスランプ 3. 0cm の泥土



(b) 圧力下でミニスランプ 3. 0cm 想定の泥土を大気圧下に解放した状態

図-4 泥土の性状変化（ケース No. 1）

表-2 実験結果

No.	ベーンせん断抵抗値 (kPa)		密度 (g/cm ³)	
	0.5MPa 下	大気圧下	γ線式密度計	体積重量
1-1	1.20	1.20	1.40	1.38
1-2	0.90	1.20	1.43	1.44
1-3	1.10	1.20	1.42	1.41
2	1.10	1.20	-	1.62