【058】

現場で測定した砂質土の湿潤密度と室内試験値の比較

(株)ダイヤコンサルタント　　○中西　智哉、小川　尚之

1. はじめに

土の湿潤密度は、地盤の支持力、圧密沈下、土圧や安定解析等の構造物設計に必要な土の単位体積重量の算定に利用される[1)]。地下水位以深の砂質土層については、室内試験で得られた湿潤密度は、飽和度100%として補正して用いられる。これは、ボーリング現場において、サンプリングした砂質土試料は、運搬時の振動による撹乱防止のために、間隙水を十分に排水後凍結して運搬することが多く[2)]、排水の影響により、砂質土試料の含水比が減少し、室内試験での湿潤密度は実際より小さく測定されるからである。

サンプリング直後の砂質土試料の湿潤密度は、飽和度100%として補正した値と近い値を示すと想定される。しかし、細粒分含有率が小さい試料では試料引き上げの際に水が抜けてしまい、サンプリング直後の湿潤密度は飽和度100%として補正した値より小さく測定されることが考えられる。

以上から、本稿では、①「現場でサンプリング直後に測定した排水前の砂質土の湿潤密度（現場測定値）」、②「排水後に室内試験で測定された湿潤密度（室内試験値）」、③「室内試験値を飽和度100%として補正した湿潤密度（補正値）」を比較し、その関係を確認した結果を報告する。

2. 試料採取・湿潤密度の測定方法

サンプリングの対象は、地下水位以深の下総層群を構成する洪積砂質土層（N値＝11～40）とそれを覆う沖積砂質土層（N値＝1～5）である。試料のサンプリングは、ロータリー式三重管サンプラー（JGS 1223）で行うことを基本とし、砂質土が緩く採取が困難である場合は、固定ピストン式シンウォールサンプラー（JGS 1221）により試料を採取した。

(1) サンプリング直後の試料の湿潤密度測定

ボーリング現場で、サンプリング直後に間隙水排水前の湿潤密度の測定を以下の手順で行った。

① 使用するサンプリングチューブの質量、全長を測定。

② 試料採取直後に、サンプリングチューブ端から試料端の長さを測定し、採取試料の全長を測定（図-1）。採取試料全長とチューブの内径から採取試料の体積 V（cm³）を算出。

③ 試料の入ったサンプリングチューブの質量を測定（図-2）。事前に測定したチューブの質量を引いて試料の質量 m（g）を算出。

④ ②、③で測定した試料の体積 V（cm³）と質量 m（g）から現場測定値 ρ_t（g/cm³）を算出。

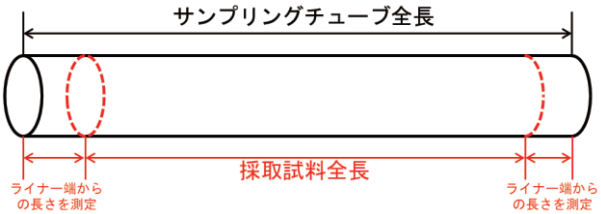

図-1　サンプリング試料全長測定の模式図

図-2　現場での試料の質量測定状況

(2) 採取試料の凍結・運搬

採取した試料の凍結は以下の手順で行った。

① サンプリングチューブの先端の隙間にスポンジ等を詰め、先端をメッシュで蓋をする。

② チューブ先端を下にして鉛直に立て、約24時間かけて排水する。排水状況を把握するために、先端にビニール袋を装着する。

③ 排水完了後、試料を、ドライアイスを敷いた凍結箱に入れ、1～2時間置いて凍結する。(図-3)

④ 凍結完了後、試験室へ運搬する。

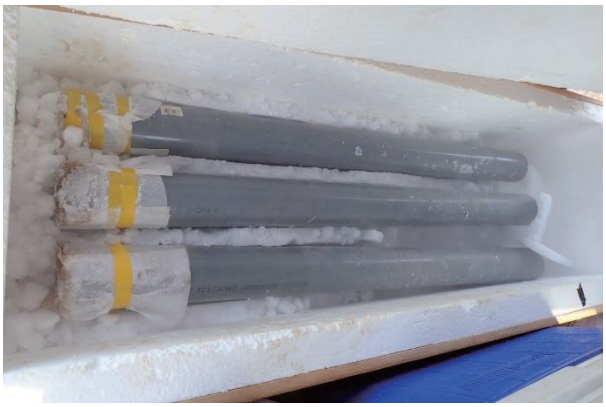

図-3　採取試料の凍結状況

(3) 室内試験での湿潤密度の測定

凍結運搬した試料を用いた試験は、各物理試験（土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験、湿潤密度試験（ノ

ギス法)）は、JIS 規格に則り実施した。

対象とする砂質土は、地下水以深の試料であるため、以下の式を用いて、室内試験値を飽和度が100%として補正した湿潤密度 $\rho_t{}'$も算出した。

$$\rho_t{}' = \frac{\rho_s + e \cdot \rho_w}{1 + e} \quad \cdot\cdot\cdot (1)$$

ρ_s：土粒子の密度、ρ_w：水の密度(1 g/cm^3)、e：間隙比

3. 現場測定・室内試験結果および考察

サンプリング試料を用いた物理試験の結果一覧表を表-1に示す。

湿潤密度について、現場測定値、室内試験値、飽和度100%とした補正値を比較した結果を図-4に示す。

室内試験値は、現場測定値よりも小さい値を示す傾向がある。これは、凍結前の間隙水の排水により試料の含水比が減少した影響であると考えられる。

補正値は、大小関係でバラつきはあるが、現場測定値と概ね同じ値を示す傾向がある。この傾向は、細粒分含有率に関わらず認められた（図-5)。

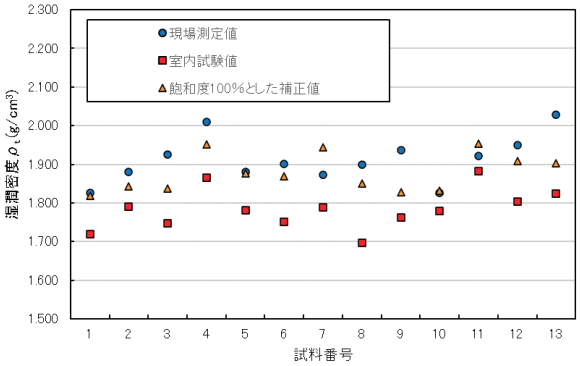

図-4 湿潤密度の現場測定値、室内試験値、補正値の比較

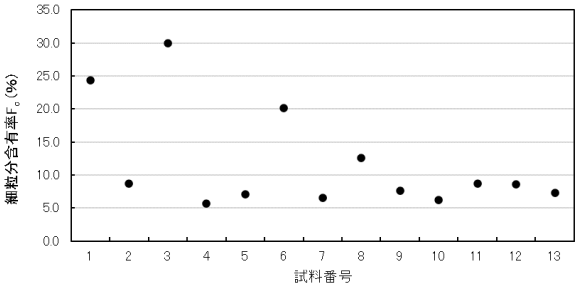

図-5 各試料の細粒分含有率

参考として、湿潤密度試験の供試体毎の含水比を図-6に示す。試験に使用した供試体のサンプリングチューブ内での位置により含水比が異なる傾向がある。これは、凍結前の間隙水の排水ムラを反映していると考えられ、室内試験値、補正値に影響している可能性がある。

今回、排水時間を約24時間としたが、より長い時間排水することで、排水ムラは小さくなると推定される。今後、よりよい比較検討をするために排水時間を検討する必要があると考えられる。

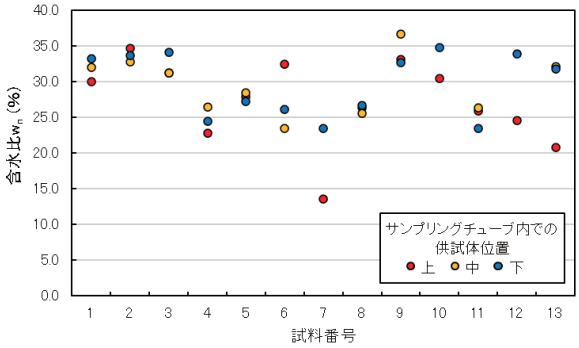

図-6 供試体毎の含水比

4. まとめ

今回、地下水以深の砂質土試料の湿潤密度について、現場測定値と飽和度を100%として補正した値は、細粒分含有率に関係なく、概ね近い値を示す傾向が確認された。

このことから、地下水位以深の砂質土試料について、湿潤密度を早急に把握したい場合には、現場測定値を参考値として使用できる可能性があると考えられる。

ただし、今回検証した試料数が13試料と少ないこと、試料の排水ムラが試験値に影響している可能性があることから、使用の際には注意が必要である。

今後、砂質土試料の湿潤密度について、現場測定値との比較を蓄積し、排水、凍結の影響について考察を深めたいと考えている。

《引用・参考文献》

1) (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説［第一回改訂版］, p.199-209, 2020.12.

2) (社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説,p.201-208, 2013.4.

表-1 物理試験結果一覧表

試料番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
含水比 w_n (%)		31.7	33.7	32.2	24.6	27.8	27.4	18.6	26.2	34.2	32.7	25.3	29.3	28.2
湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	現場測定値	1.826	1.881	1.926	2.010	1.880	1.901	1.873	1.900	1.936	1.826	1.922	1.949	2.029
	室内試験値	1.720	1.790	1.747	1.866	1.782	1.751	1.788	1.696	1.763	1.780	1.882	1.805	1.825
	飽和度100%とした補正値	1.819	1.844	1.829	1.951	1.876	1.869	1.944	1.851	1.827	1.832	1.954	1.909	1.903
乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)		1.306	1.339	1.322	1.497	1.394	1.376	1.486	1.344	1.315	1.36	1.503	1.387	1.426
土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)		2.687	2.705	2.684	2.746	2.691	2.72	2.737	2.729	2.702	2.715	2.74	2.659	2.734
間隙比 e		1.059	1.020	1.031	0.836	0.930	0.978	0.815	1.031	1.057	1.024	0.825	0.905	0.921
飽和度 S_r (%)		80.6	89.4	83.7	81.5	80.6	75.8	61.9	69.4	87.4	86.5	84.0	85.4	83.0
細粒分含有率 Fc (%)		24.3	8.7	30.0	5.7	7.1	20.1	6.5	12.6	7.6	6.2	8.7	8.6	7.3
分類名		粘性土質砂	粘性土まじり砂	粘性土質砂	粘性土まじり砂	粘性土まじり砂	粘性土質砂	粘性土まじり砂	粘性土まじり砂	粘性土まじり砂	粘性土まじり砂	粘性土礫まじり砂	粘性土まじり砂	粘性土まじり砂
分類記号		(SCs)	(S-Cs)	(SCs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(SCs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(S-Cs)	(S-CsG)	(S-Cs)	(S-Cs)