

密度によるマサ土の ϕ_d の推定方法について

株式会社ウエスコ 正会員 真田 博司
株式会社ウエスコ 正会員 大西 智佳
株式会社ウエスコ 正会員 藤原身江子
株式会社ウエスコ 正会員 奥山 一典

1. ϕ_d の推定方法の提案

伊豫屋ら¹⁾は図-1に示す二重管式標準貫入試験器を用いてマサ土地盤の現場密度測定実験を行った結果、非常に良い精度で現場密度の推定ができることを報告している。

本研究では、このマサ土地盤において二重管式標準貫入試験器によって求めた密度からマサ土のせん断抵抗角 ϕ_d を経済的に推定する方法を提案する。

まず、図-2に示す位置で二重管式標準貫入試験²⁾と砂置換による土の密度試験(JIS A 1214-1995)を行った結果を、表-1に示す。二重管式標準貫入試験器による乾燥密度 ρ_{ds}^2 と砂置換法による実測乾燥密度 ρ_{df} の関係を図-4に示す。なお、 ρ_{ds}^2 は二重管式標準貫入試験器の先端から2番目に内装された中空管に採取された試料の乾燥密度である。図-4の $\rho_{ds}^2 \sim \rho_{df}$ 関係には非常に良い相関があり、その一次回帰式から現場密度の推定式

$$\hat{\rho}_{df} = (\rho_{ds}^2 - 0.227) / 0.888 \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

が得られる。

つぎに、ネールサンプリング³⁾により採取した不攪乱試料の湿潤密度試験(JGS T 191-1990)および三軸(CD)試験(JGS T 524-1990)を実施し、試料の乾燥密度 ρ_d と ϕ_d を求める。不攪乱試料の平面的な採取位置の間隔を50cm~100cm程度離れたため、採取試料の密度は表-2に示すようになりばらついている。そこで、供試体1個ずつの ϕ_d を求め、図-5の $\phi_d \sim \rho_d$ 関係を得た。この関係の一次回帰式から、原位置の ϕ_d の推定式は次式となる。

$$\hat{\phi}_d = 41.83 \hat{\rho}_{df} - 26.01 \quad (\text{度}) \quad (2)$$

表-1 二重管式標準貫入試験結果

試験区間	N値 (回)	ρ_{ds} (g/cm ³)	ρ_{df} (g/cm ³)	推定 ρ_{df} (g/cm ³)	$e_{\max}$
1	16	1.889	1.858	1.872	1.182
	13	1.838	1.806	1.814	
2	21	1.967	1.984	1.959	1.065
	24	1.923	1.909	1.910	
3	29	1.944	1.952	1.934	1.259
	33	2.053	2.055	2.056	
4	24	1.950	1.979	1.940	1.303
	32	2.082	2.042	2.089	

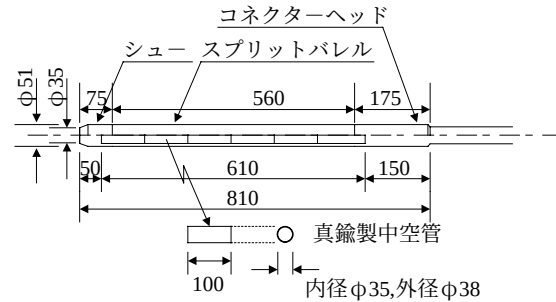


図-1 二重管式標準貫入試験器 (単位:mm)

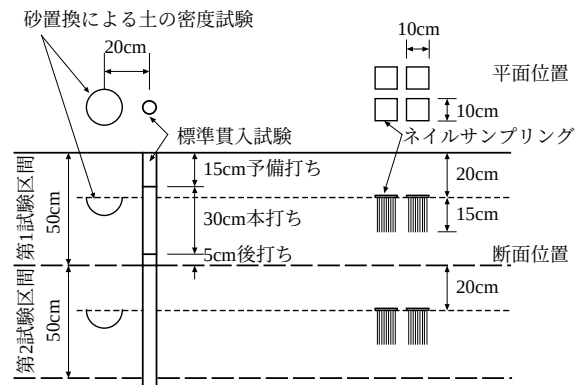


図-2 試料採取位置

表-2 不攪乱試料の三軸試験結果

試験区間	ρ_s (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	σ_3 (kPa)	ϕ_d (度)
1	2.629	1.558	49	42.0
		1.572	98	38.5
		1.569	196	39.1
		1.543	98	39.2
2	2.643	1.606	49	39.5
		1.660	98	38.4
		1.532	196	37.3
3	2.656	1.766	49	49.6
		1.738	98	44.6
		1.660	196	47.0
		1.763	196	48.5
4	2.657	1.828	49	51.5
		1.815	98	53.9
		1.879	196	49.9
		1.752	98	46.1
5	2.658	1.815	98	52.2
		1.802	196	50.9
6	2.655	1.889	98	49.8

キーワード：マサ土, 乾燥密度, ϕ_d , 標準貫入試験

連絡先：(株)ウエスコ 地盤調査部（住所：岡山県岡山市島田本町2-5-35, 電話：086-254-2460, FAX：086-254-2573）

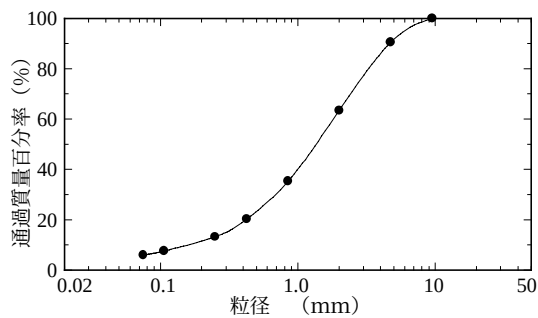


図-3 マサ土の粒度分布

二重管式標準貫入試験器により測定した ρ_{ds}^2 を、図-4および図-5中の経路(START→①→END)、すなわち式(1)、式(2)に適用してマサ土の ϕ_d を推定する。

2. 提案推定方法の検証

前述した提案推定方法により、表-2に示す ρ_{ds}^2 から求めた推定 ϕ_d と実測 ϕ_d の関係を図-6に示す。同図の実測 ϕ_d は、表-2に示す ρ_{df} を式(2)に適用して求めたものである。また、参考のため、他の推定式から求めた推定 ϕ_d を図-6にあわせて示す。

真田らの式⁴⁾

$$\sin \phi_d = \frac{3(0.334e_{max} + 0.598)}{2(1 + e_0) + (0.334e_{max} + 0.598)} \quad (3)$$

Dunham の式⁵⁾

$$\phi_d = (12N)^{0.5} + 25 \quad (4)$$

道路橋示方書の式⁵⁾

$$\phi_d = (15N)^{0.5} + 15 \leq 45^\circ, N > 5 \quad (5)$$

図-6をみると、提案方法による推定 ϕ_d は、実測 ϕ_d と最大±2°程度の違いである。この結果は、本推定方法を利用してマサ土地盤の原位置の ϕ_d を精度良く推定できることを示唆している。

真田らの式は密度をベースにしたものであるが、その推定 ϕ_d は比較的良好な推定値となっている。しかし、式(3)の適用範囲は自然砂に限定されており、その適用には留意する必要がある。また、 N 値をベースとしたDunhamの式および道路橋示方書の式による ϕ_d の推定値は、それぞれ10～15°、20～25°程度、実測 ϕ_d より小さい。

なお、本研究は(社)中国建設弘済会の助成を得て行われたものである。

参考文献

- 1) 伊豫屋紀子, 藤原身江子, 奥山一典, 大西智佳: SPTサンプラーによるマサ土の現場密度測定, 第35回地盤工学研究発表会講演集, 投稿中。
- 2) 奥山一典, 藤原身江子, 大西智佳, 八木則男: 二重管式標準貫入試験器による砂地盤の密度測定方法, 土木学会論文集, 第III部門 (2000.6 掲載予定)。

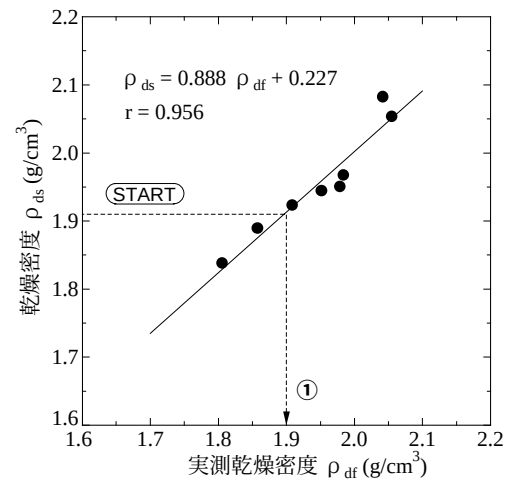


図-4 $\rho_{ds}^2 \sim \rho_{df}$ 関係

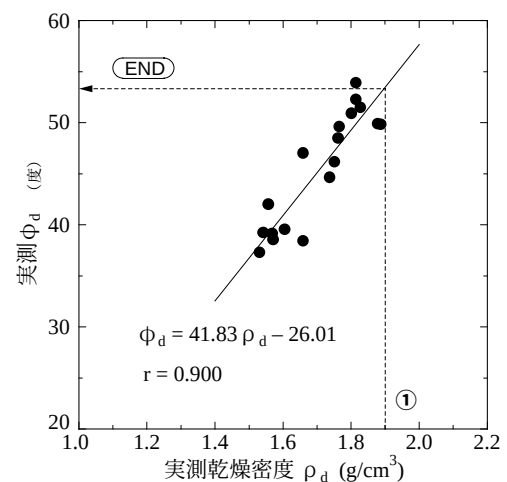


図-5 $\phi_d \sim \rho_d$ 関係

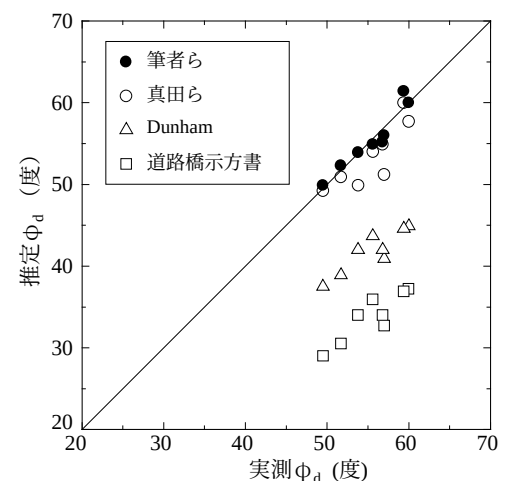


図-6 実測 $\phi_d \sim$ 推定 ϕ_d 関係

- 3) 土質工学会: 土質試験の方法と解説, p.510, 1990。

- 4) 真田博司, 田平健二, 藤原身江子, 奥山一典: 密度による自然砂の ϕ_d の推定方法, 地盤工学会四国支部平成11年度技術講演概要集, pp.43～44, 1999。

- 5) 地盤工学会: 地盤調査法, p.201, 1995。