

1. まえがき

粗粒土の締固め密度の補正法には、現時点で完全なものは得られていない。現在用いられている主な方法として、Walker-Holtz の方法¹⁾があるが、適用範囲が粗粒材の混入率 $P < 30 \sim 40\%$ と非常に狭いことからもっと広い範囲に適用し得る補正法の開発が色々と試みられている。

そこで、著者らは当研究室が提案した密度補正式^{2)~4)}について、その適合性を諸家の実験データに基づいて、詳しく検証したので、その結果を以下に報告する。

2. Walker-Holtz の式と当研究室の式の比較

(1) Walker-Holtz の式(1951)¹⁾ 粗粒子間の間隙が土によって満たされ、かつ間隙内の土の密度が土のみを締固めた場合に得られる乾燥密度 ρ_{d1} に等しいという仮定に基づくもので、粗粒子を含む試料全体の乾燥密度 ρ_d を①式から求める。式中の ρ_{d2} は粗粒子のみの場合のゼロ空気間隙状態の乾燥密度に相当する。

$$\rho_d = \frac{\rho_{d1} \rho_{d2}}{P \rho_{d1} + (1-P) \rho_{d2}} \quad \text{----- ①}$$

$$\Delta v_a = \alpha P^\beta \quad \text{----- ②}$$

$$\rho_d = \frac{\rho_{d1} \rho_{d2}}{P \rho_{d1} + (1-P) \rho_{d2}} (1 - \alpha P^\beta) \quad \text{----- ③}$$

$$\alpha = 1 - \frac{\rho_{dg}}{\rho_{d2}} \quad \text{----- ④}$$

$$\beta = 1 + \frac{\rho_{dg}}{\rho_{d1} \left(1 - \frac{\rho_{dg}}{\rho_{d2}} \right)} \quad \text{----- ⑤}$$

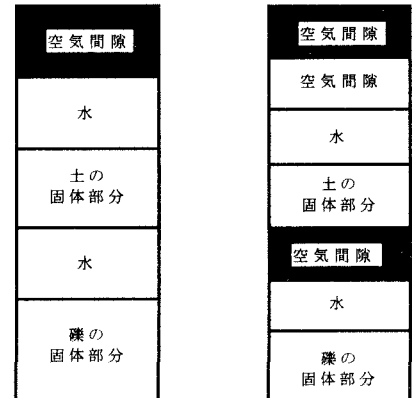
(2) 当研究室の式(1984)²⁾ 上述の Walker-Holtz の式に含まれる不合理な点を改善したもので (Fig.1 参照)、土と礫の各部分における空気間隙の増加分 (図中、黒い部分) に相当する体積率 Δv_a を P の関数と考え、②式に従うものとする。ただし、 α 、 β は係数である。このことから③式が得られる。なお、式中の係数 α 、 β の求め方については、 $P=1$ のとき $\rho_d = \rho_{dg}$ (ρ_{dg} は礫のみの乾燥密度の実測値) という条件から、 α の値を④式のように定める。次に、 $P=1$ のとき ρ_d 曲線と ρ_{d1} 曲線の勾配が一致するという条件から、 β の値を⑤式のように定める。

3. ③式の妥当性について

③式の妥当性を検証するために、今回用いた他者の実験データは、Table1 に示す通りである。また、実験データは礫の性質が異なる混合土の場合を諸文献^{5)~9)}より抽出し、それらのデータに Walker-Holtz の式と当研究室の式とを当てはめた結果は Fig.2 にまとめて掲載した。図から、③式の適合性が全般的に相当良いことは明らかである。新密度補正式を実用的にあらゆる混合土で適用可能であることを明確にするためには、今後さらに広い粒径範囲でのデータを入手して検証する必要があると考える。

4. まとめ

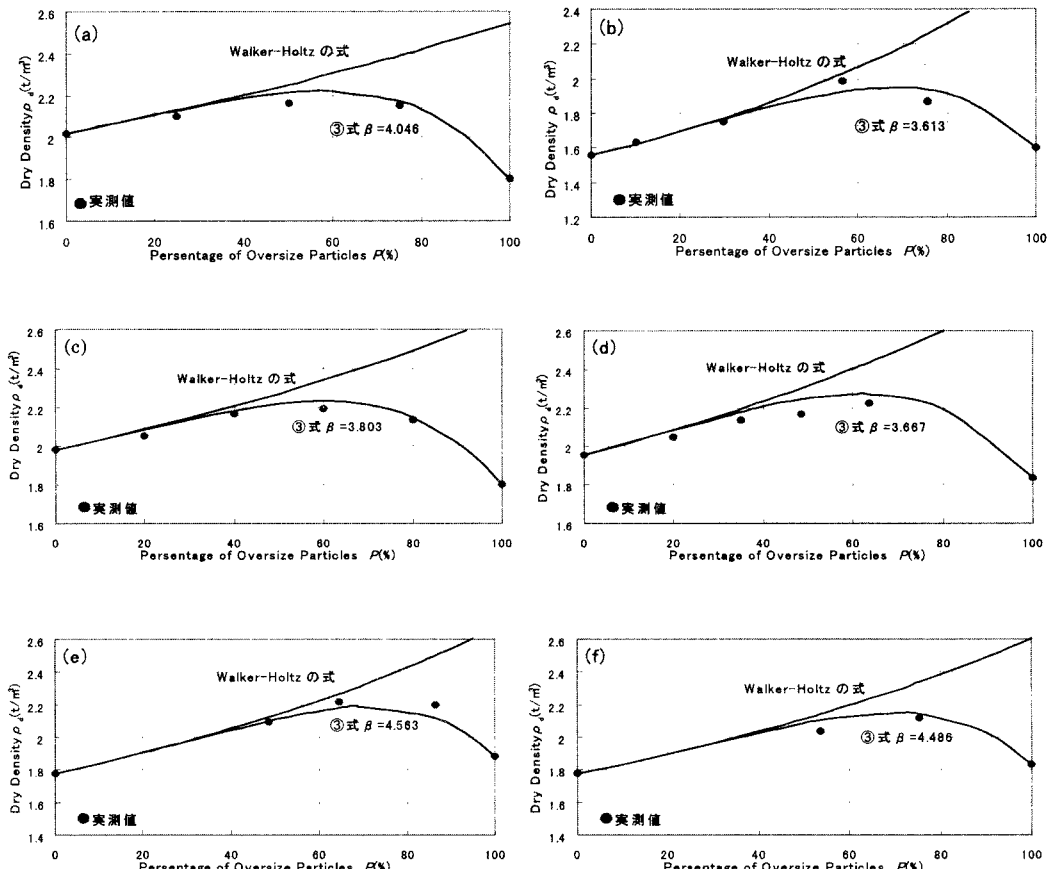
諸家の実験データに基づく検証の結果、当研究室の式の適合性が全般的に相当良いことが判明した。今後は、実験条件の異なる多数のデータを入手して検証を重ね、③式をさらに実用的価値の高いものにするように努力したい。



Walker-Holtz の場合 当研究室の場合
Fig.1 混礫土の構造モデル

Table 1 諸家の実験データ

No	主な研究対象		補正式に用いる乾燥密度 (読定値)			備考
	対象土質	礫粒径範囲 (mm)	$\rho_{a1}(t/m^3)$	$\rho_{a2}(t/m^3)$	$\rho_{dg}(t/m^3)$	
1	花崗岩 ⁵⁾	2.0~53.0	2.022	2.544	1.800	Fig.2(a)
2	変斑レキ岩 ⁵⁾	2.0~53.0	2.130	2.791	2.040	
3	浦和標準砂+砕石 ⁶⁾	9.5~19.0	1.556	2.601	1.601	
4		2.0~4.75	1.556	2.641	1.601	Fig.2(b)
5	海砂+砂レキ ⁷⁾	4.8~20.0	1.980	2.664	1.800	Fig.2(c)
6	シルト質レキ ⁸⁾	4.75~76.20	1.958	2.829	1.835	Fig.2(d)
7	稲城砂+	2.0~38.1	1.779	2.673	1.970	Fig.2(e)
8	富士川産川砂利 ⁹⁾	2.0~63.5	1.779	2.673	1.880	
9	稲城砂+	2.0~38.1	1.775	2.609	1.835	
10	奥多摩地区風化砂岩 ⁹⁾	2.0~63.5	1.775	2.609	1.755	Fig.2(f)

Fig.2 粗粒子混じり土の乾燥密度 ρ_d と混入率 P との関係

【参考文献】1) 土質工学会編: 土質試験法 (土質工学会編), pp.291, 1979 2) 福本: 新しい密度補正式の提案, 立命館大学地盤研究室発表会資料, pp.1~5, 1984 3) 増井・福本: 粒状土の密度に及ぼす粗粒子の影響, 土木学会第50回年次学術講演会, pp.772~773, 1995 4) 松田・福本・増井: 粗粒材の密度補正に関する研究, 土木学会関西支部年次学術講演会要集, PP.III-51-1~2, 1996 5) 日笠・西林: 粗粒材の締め固め特性と砂含有率の関係について, 土木学会第49回年次学術講演会, pp.1442~1443, 1994 6) 遠藤: 砂・礫混合材料の締め固め特性, 第27回土質工学研究発表会, pp.2099~2100, 1992 7) 三村功: 締め固めの新しい諸問題に関する問題点, 第5回日本道路会議論文集, pp.186~189, 1969 8) 日本大ダム会議 (米国内務省開拓司編), pp.35, 1977 9) 森功: 礫まじり土の締め固め密度の推定に関する研究, 土木学会論文集NO.541, pp.159~171, 1996