

立命館大学大学院 学生員 ○松田裕光

立命館大学理工学部 正会員 福本武明

日建ソイルリサーチ (株) 増井 久

1・まえがき

粗粒土の混合による締固め試験の補正法には、現時点では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には、Walker-Holtzの方法があるが、適用範囲が粗粒土の混入率 $P < 30 \sim 40\%$ 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、著者らは新しく提案した礫と土の混合土の密度補正式の妥当性を調べるために実際に実験を行い、Walker-Holtzの補正式と新しい補正式との比較も行った。

2・試験方法

試験は、突固めによるProctorの締固め試験により配合試料を突固めた。ただし、今回締固め仕事量を $E_s \approx 5.6 \text{ cm} \cdot \text{kgf/cm}^3$ と定めた。³⁾ 締固め仕事量 E_s は次式で定義されている。

$$E_s = \frac{W_R \cdot H \cdot N_B \cdot N_L}{V} \quad (\text{cm} \cdot \text{kgf/cm}^3)$$

ここに、 W_R :ランマーの重量(kgf) N_L :層の数
 H :ランマーの落下高(cm) V :モールドの容積(cm^3)
 N_B :層当たりの突固め回数

Table 1 実験仕様

試験名	締固め
モールド	直径30cm×高さ30cm
载荷仕様	ランマー重量8.1kgf・落下高45cm
载荷方法	7層×46回/層($5.6 \text{ cm} \cdot \text{kgf/cm}^3$)

今回用いた試料(京都高速鉄道建設工事における土)の配合は、粒径が37.5~75mmの礫と37.5mm以下の土を礫混入率 $P=0, 30, 60, 100\%$ の4通りに変化させて(Fig.1参照)、最適含水比状態のもとで締固め試験を行った。

3・試験結果

締固め試験結果をFig.3に示す。これは締固め曲線の各ピーク部分(Fig.2参照)を読みとり、その結果を混雑土の乾燥密度と礫混入率との関係として表したものである。この図から乾燥密のピークは、礫混入率 P が60~70%程度のときに現れると考えられる。

また、 P の値が増加するにつれてWalker-Holtzの曲線との隔たりが大きくなる。やはり、Walker-Holtzの方法は $P < 30\%$ 程度までしか適用できないといえる。

4・新しい密度補正式の提案^{1) 2)}

Walker-Holtzの方法の大きな欠陥として、次の2点が指摘できる。すなわち、

1. 式の誘導過程で、礫の間隙は土で満たされており、間隙中の土の密度はその締固め仕事量で締固めた密度に等しいと仮定しているが、実際には締固めエネルギーが礫の増加に伴い礫に邪魔されて土に伝わりにくくなるから、間隙中の土の密度は減少する。

Hiromitsu Matsuda, Takeaki Fukumoto, Hisashi Masui

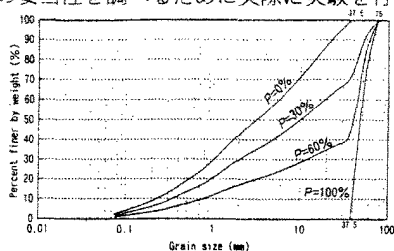


Fig.1 混雑土の粒径加積曲線

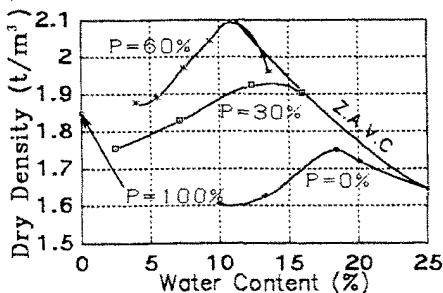
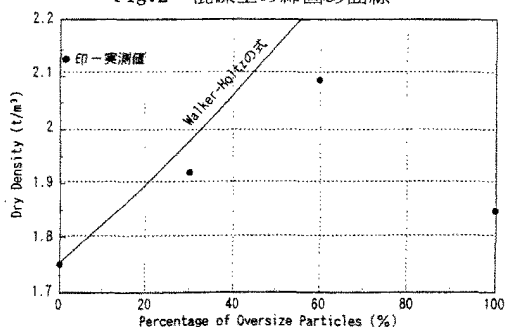


Fig.2 混雑土の締固め曲線

Fig.3 混雑土の乾燥密度 ρ_d と礫混入率 P との関係

2. 式の誘導過程で、礫部分には空気間隙がないと仮定しているが、これは明らかに矛盾であって、例えば礫のみを締固めた、いわゆる礫混入率100%の場合を考えると、この状態の実測乾燥密度 ρ_{dg} から推定される相対分の空気間隙が存在する。

以上の欠陥を是正するために、土と礫の各部分における空気間隙の増加分 (Fig.4, 斜線部分) に相当する体積率 Δv_a を P の関数と考え、①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②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 $\rho_d = \rho_{dg}$ という条件から、 α の値を③式のように定め、次に β の値を今回は、実験値に基づき計算によって求めることにした。

$$\Delta v_a = \alpha P^\beta \quad \text{----- ①}$$

$$\rho_d = \frac{\rho_{d1} \rho_{d2}}{P \rho_{d1} + (1-P) \rho_{d2}} (1 - \alpha P^\beta) \quad \text{----- ②}$$

$$\alpha = 1 - \frac{\rho_{dg}}{\rho_{d2}} \quad \text{----- ③}$$

5・新しい補正式に対する検討

②式の妥当性を検証するために、今回著者が行った実験結果についての当てはめ結果を Fig.5 に示す。

また、比較のために Walker-Holtz による式の当てはめ結果も示した。

②式において、 β の値の求め方であるが、本試験では、実測値に基づき計算によって求めた。本実験では、実測値 $P=0, 30, 60, 100\%$ のときの ρ_d を②式に代入することにより、そのときの β の値がそれぞれ求められる。次に、 β の平均値を求め、今回の試験結果で用いた β の値とした。しかしこの方法は、いうまでもなく完全なものではない。

したがって、 β の値の導出方法においてまだまだ改善の余地が残されており、当面の課題である。

最終的には、土の種類による特徴を考慮することによる式の補正を見いだすことが目標になってくる。

6・まとめ

新しい補正式において、導出過程が合理的であり、実際の当てはめ結果から比較的良好な適合性の良いことが判明した。しかし、より信頼性の高いものにするため、改善の余地が残されている。試験上の問題点としては、締固め試験による試料の粒子破碎が礫混入率が増加するほど顕著に現れるが、今回は試験後の粒子破碎率などの計測を行っていないので、この点についての考察ができなかった。今後、この研究をさらに深くつきつめていく場合に無視できない問題となり得る。また、同じ配合の試料について数回試験することによってデータの信頼性を増大させること、モールド径が実験結果に及ぼす影響についての考察を行うことが重要である。

参考文献

- 1) 福本武明：新しい補正式の提案，立命館大学地盤研究室発表会資料，pp.1~5，1984
- 2) 増井久・福本武明：粗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，1995
- 3) 土質工学会編：土質試験の方法と解説，pp.201~211，1990

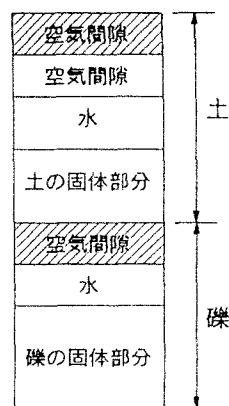


Fig.4 粗礫土の構造モデル

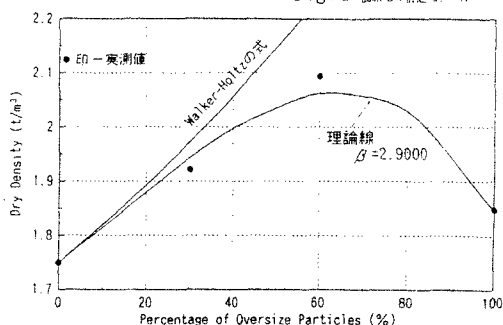


Fig.5 $\beta=2.9000$ の場合