

Ⅲ-B331 礫質土の室内締固め試験と現場での密度管理のあり方に関する一考察

株式会社富士総合研究所 正会員 李 弘揆
株式会社 アイコ 正会員 中村吉男

1. はじめに：大きな礫と細粒分を含む礫質土の場合、締固め密度の管理方法としても、規定ふるい通過部分だけの密度を対象とする方法と礫を含む全粒度の密度を対象とする方法がある。しかし、礫の混入率が増加することに従い、全粒度の締固め密度は増加しても、力学特性に大きい影響を及ぼす粗骨材間の細粒分の締固め密度は低下するので、礫質土の締固め施工管理に単純な密度による方法を採用することには問題がある。この問題を検討するため、礫の混入率を変えた最大粒径 $D_{max}=63.5\text{mm}$ の全粒度試料と、 $D_{max}=25.4\text{mm}$ とするそれらのせん頭粒度試料および礫粒度補正試料（オーバーサイズ置換粒度¹⁾とも呼ぶ）を用いた大型および標準締固め試験を実施し、各粒度における $D_{max}=25.4\text{mm}$ 以下および 4.76mm 以下の部分の密度の相関性を調べた。

2. 試験試料および試験方法：対象とした礫質土は、岐阜県内における土地造成工事現場の盛土材料で、瀬戸層群土岐砂礫層と呼ばれているものである。試験試料は、ASTM規格による粒径区分を用いて、 4.76mm より大きいものを礫とみなして、全粒度試料（最大粒径 $D_{max}=63.5\text{mm}$ ）の礫の混入率 P が0%、20%、40%、50%、60%、80%、100%になるように粒度調整を行った試料と、それらを最大粒径 $D_{max}=25.4\text{mm}$ とするせん頭粒度試料と礫粒度補正試料に粒度調整を行ったものを試験に用いた。図-1に全粒度試料とせん頭粒度試料の粒径加積曲線を、図-2に全粒度試料と礫粒度補正試料の粒径加積曲線を示す。試験器具の仕様は、最大粒径 $D_{max}=63.5\text{mm}$ の全粒度試料に対しては直径 300mm 、高さ 225mm のモールド、重量 $W_R=10.0\text{kgf}$ 、落下高さ $H=45\text{cm}$ のランマーを用い、3層仕上げで1層当たりの突固め回数 $N_B=66.3$ 回（0.3回分は 15cm 落下高1回とする）とし、 $D_{max}=25.4\text{mm}$ のせん頭粒度試料および礫粒度補正試料に対しては直径 150mm のモールド、重量 $W_R=4.5\text{kgf}$ 、落下高さ $H=45\text{cm}$ のランマーを用い、3層仕上げで1層当たりの突固め回数 $N_B=20.5$ 回（0.5回分は 22.5cm 落下高1回とする）し、いずれも締固め仕事量 E_c は標準突固めエネルギーの $5.625\text{cm}\cdot\text{kgf}/\text{cm}^3$ とした。

3. 試験結果：図-3～5に、礫の混入率が異なる全粒度試料、せん頭粒度試料、礫粒度補正試料のそれぞれの各試料に対する締固め曲線を示す。また、図-6には、図-3の結果を用い、各全粒度試料の最大乾燥密度 ρ_{dmax1} と、最大粒径 $D_{max}=25.4\text{mm}$ より大きい礫の体積を除いた部分の乾燥密度 ρ_{dmax2} と、最大粒径 $D_{max}=4.76\text{mm}$ より大きい礫の体積を除いた部分の乾燥密度 ρ_{dmax3} と礫の混入率 P との関係を示した。ここで、 ρ_{dmax2} と ρ_{dmax3} はWalker-Holtzの式を用いて求めた。同様な方法で、せん頭粒度に対しては $\rho_d'_{max2}$ 、 $\rho_d'_{max3}$ 、礫粒度補正試料に対しては $\rho_d''_{max2}$ 、 $\rho_d''_{max3}$ を求めた。図-3と図-4に示

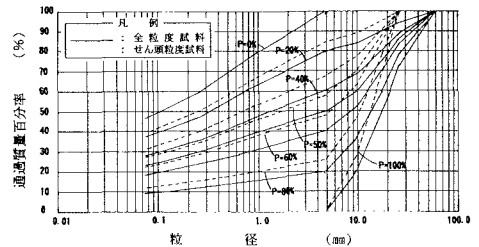


図-1 大型締固め試験に用いた $D_{max}=63.5\text{mm}$ の全粒度試料と $D_{max}=25.4\text{mm}$ のせん頭粒度試料の粒径加積曲線

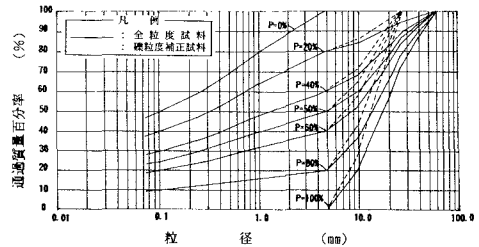


図-2 大型締固め試験に用いた $D_{max}=63.5\text{mm}$ の全粒度試料と $D_{max}=25.4\text{mm}$ の礫粒度補正試料の粒径加積曲線

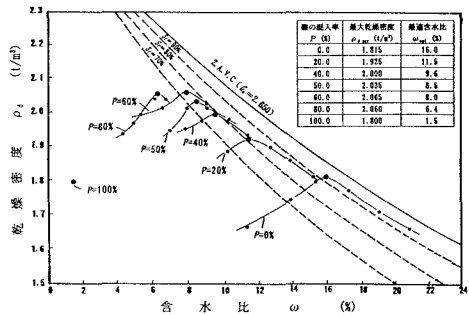


図-3 $D_{max}=63.5\text{mm}$ の各全粒度試料の締固め曲線

キーワード：礫質土、締固め試験、現場密度管理

連絡先：〒101-8443 東京都千代田区神田錦町2-3 (株)富士総合研究所地下空間研究室 TEL:03-5281-5418

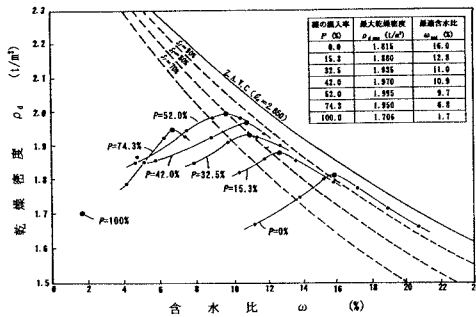


図-4 $D_{max}=25.4\text{mm}$ の各せん頭粒度試料の締固め曲線

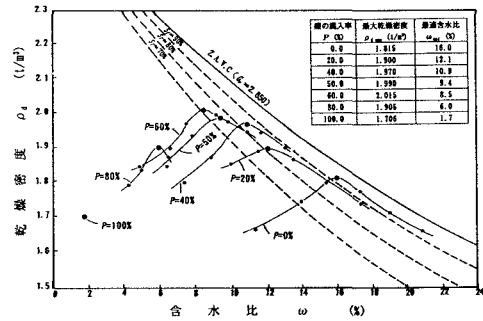


図-5 $D_{max}=25.4\text{mm}$ の各礫粒度補正試料の締固め曲線

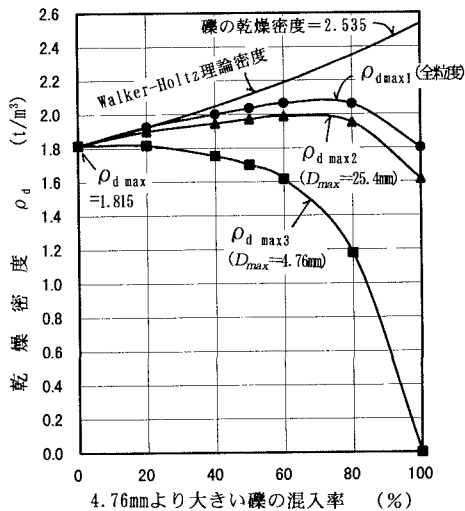


図-6 礫の混入率と、全粒度試料を用いて得られた最大粒径ごとの乾燥密度との関係

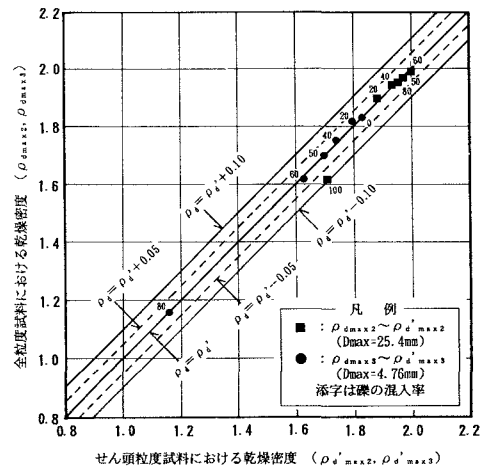


図-7 全粒度試料とせん頭粒度試料における締固め密度の比較

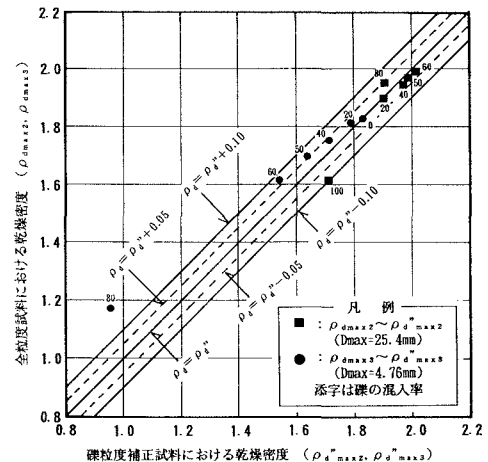


図-8 全粒度試料と礫粒度補正試料における締固め密度の比較

した全粒度試料とせん頭粒度試料の締固め試験結果より、両試料の $D_{max}=25.4\text{mm}$ と 4.76mm に対する最大乾燥密度の関係を整理すると、図-7のように示される。同図より ρ_{dmax2} と ρ'_{dmax2} 、 ρ_{dmax3} と ρ'_{dmax3} は、 $P \leq 80\%$ において精度よく対応させ得ることがわかった。一方、図-3と図-5に示した全粒度試料と礫粒度補正試料の締固め試験結果を同様に整理すると、図-8のように示される。同図より、礫粒度の補正量が多くなると、特に $D_{max}=4.76\text{mm}$ 以下の細粒分の密度の差が大きくなることがわかった。

4. まとめ：図-7と図-8を比較してみると、現場の全粒度試料の締固め密度の状況を推定するには、礫粒度補正試料によるよりもせん頭粒度試料による方が精度的

により良い方法であることがわかった。しかし、今回の試験は、同じ締固めエネルギーではあるが、ランマーの諸元は異なる。諸元の違いが礫質土の締固め密度に及ぼす影響を確認することが課題として考えられる。

参考文献：1) 松本徳久・渡辺和夫・岩田充弘・小川 優：粗粒材料の密度試験に関する実験的研究、土木研究所資料第2233号、建設省土木研究所、1985。