

III-337 中、粗礫を含む材料の締固め密度の補正法

大末建設株式会社 正 中 岡 時 春
 大阪市立大学工学部 正 望 月 秋 利
 復建調査設計（株） 正 金 田 逸 朗

1. まえがき

宅地造成等の盛土工事において、許容最大粒径 d_{max} を越える粒径を有する盛土材料を用いる場合の現場盛土材の密度は、許容最大粒径以下の剪頭粒度材で室内試験を行い、Walker-Holtzの密度補正法¹⁾（W&H法と略す）によって通常推定する。しかしこの方法の適用に当っては「礫の含水比」の定義が明確でなく、また礫混入率が大きい場合には補正密度に誤差を伴うことは周知のことであり^{2), 3), 4)}、実用的運用にはまだ問題がある。もう一つの方法として、 ρ_{dmax} と $\log(d_{max})$ の間の直線関係を外挿して現場盛土材の密度を推定する方法の検討も進められている（剪頭粒度試料法と略す^{3), 5)}。しかし安田ら⁶⁾が指摘しているように、同じ締固めI初キーであってもラム径や重量によって締固め密度が変わること等の試験方法自身の問題もあり、一般化には至っていない。

本報告は、ある造成現場の盛土材：最大粒径76.2mm、礫分を30%程度含んだ砂質材を対象に現場盛土材の密度推定をW&H法、剪頭粒度試料法、および新たに実施した礫粒度補正試料を用いる方法（礫粒度補正試料法と略す）の3つについて検討し、さらに現場盛土試験および本施工時に実施した現場密度測定結果と比較した結果をまとめたものである。

2. 試料準備と締固め試験

現地付近は古琵琶湖層群に属する76.2mm以下の礫、砂、粘土を含む未固結の堆積層が分布している。図-1は現場の代表原粒度材と粒度調整した4試料の粒径加積曲線を示し、表-1はそれらの主な物理的性質を示したものである。表中の礫補正材とは d_{max} 以上となる原材料の粒径部分の置き換え用材料である。

突き固め方法はJIS A 1210 第1法に従った。図-2に、それぞれの突き固め曲線を示す。 d_{max} の大きい試料の方が、また、同じ d_{max} なら礫補正試料の方が剪頭粒度試料よりも①密度は高くなる、②最適含水比は乾燥側に寄る、という傾向を示した。

3. 現場盛土材の密度推定

以上の締固め試験結果をもとに現場盛土材の密度推定を、W&H法、剪頭粒度試料法および礫補正試料法によって行った。以下にその方法と結果を示す。

Walker-Holtz法：Walker, Holtzは礫の混入率と剪頭粒度試料の ρ_{dmax} 、礫比重、礫の含水比から原材料の締固め密度 ρ_{dmaxF} (t/m^3)を推定する式として、

$$\rho_{dmaxF} = 1 / \{ (1-P) / \rho_{dmax} + (1 + \omega_0 G_{so}) P / G_{so} \rho_w \} \quad (1)$$

ここに、P：許容最大粒径以上の材料の混入率（小数表示）

ω_0 ：礫の含水比（小数表示）、 G_{so} ：許容最大粒径以上の材

料の真比重

を与えた。しかし、式中の「礫の含水比」の定義が明確でなく、通常JIS A 1110法による礫の吸水率が採用されるよう

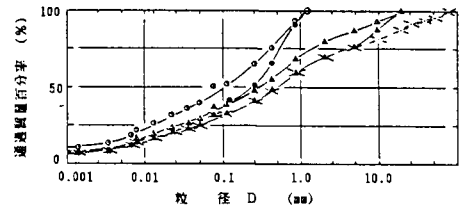


図-1 原粒度材と調整試料の粒径加積曲線

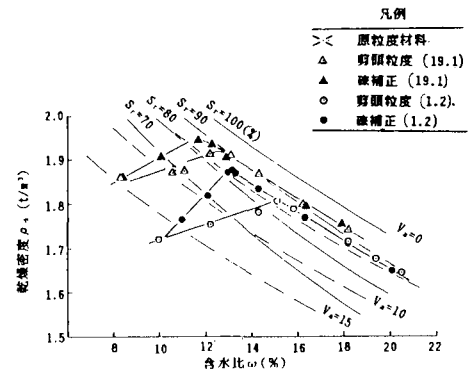


図-2 突固め曲線

表-1 現地盛土材と試料の主な物理的性質

材料番号	呼 び 名	比重	d_{max} (mm)	補正粒度 (mm)	u	礫 分		ρ_{dmax} (t/m ³)
						P	G ₅₀	
0	原粒度材	2.654	76.2	170				
I-1	剪頭粒度(19.1)	2.648	19.1	157	0.123	2.693	1.925	
I-2	礫補正(19.1)	2.650	19.1	19.1-4.80	170			1.945
II-1	剪頭粒度(1.2)	2.644	1.2	190	0.360	2.667	1.808	
II-2	礫補正(1.2)	2.644	1.2	1.2-0.12	80			1.872

* $\omega_0 = 12.7\%$

ある。筆者らは原著者の意図を考へて、これを「礫の吸水量および礫の周辺の土との接触部において保持される水量の合計」と考へた。図-3は、礫も含む土全体の平均含水比と「礫の含水比」の関係を実測したもので、土の平均含水比の増加とともに礫の含水比も増加する。図中には参考のため礫の吸水率も示した。

剪頭粒度試料法：最大粒径の異なる剪頭粒度試料を用いて締固め試験を行い、 ρ_{dmax} と粒度の関係を片対数紙上にプロットし、その関係を外挿して現場の最大粒径に対する ρ_{dmax} を推定する方法である。図-4は $\rho_{dmax} - \log(d_{max})$ 関係で、式(2)で表わされる。

$$\rho_{dmaxF} = \log(d_F/d_1) \exp\{(\rho_{dmax2} - \rho_{dmax1}) / \log(d_2/d_1)\} + \rho_{dmax1} \quad (2)$$

ここに、 d_F : 求めようとする現場盛土材料の最大粒径(mm)、 ρ_{dmax1} :
 d_1 を最大粒径とする剪頭粒度試料の ρ_{dmax} (t/m^3)

礫補正試料法：最大粒径を変えた2種類の礫補正試料の締固め試験を行って、n次曲線で補間して外挿する方法である。補間曲線は、

$$\rho_{dmaxF} = (G_1/G_2) \rho_{dmax2} (d_F/d_{max})^{1/100m} \quad (3)$$

ここに、 G_1 : 真比重の加重平均値、 m : 変数

とし、式中の変数 m は(d_{max1} , ρ_{dmax1})と(d_{max2} , ρ_{dmax2})点を通る条件で決める。今回は $m=0.77$ が得られた。

表-2は3つの推定法による現場盛土材の密度推定値で、いずれの結果もほぼ一致した値を示す。推定代表値は、剪頭粒度試料法、礫補正試料法の結果を採用して $\rho_{dmaxF}=1.983t/m^3$ とした。また、()内の値は参考のため通常行われるW&H法で礫の含水比に吸水率を用いた結果で、この値は ρ_{dmaxF} よりも少し大きな値となった。

4. 現場密度測定値との比較

図-5は、現場盛土試験と施工時の現場密度測定結果である。試験盛土は30cmのまき出し厚さとしたが、盛土整形のためブルドーザーで片道6回(往復3回)走行し、その後振動ロー(起振時17t)で3、5、8回(片道)の転圧を加えた。盛土整形時の締固め度(D_c)は94%を越え、その後の振動ローの転圧により $D_c=100\%$ 以上に増加した。実施工では平地盛土部で $D_c=100\%$ 近い値を示し、のり面では $D_c=91\%$ 、工事中的のり肩では $D_c=85$ 、91%となった。のり面はハツク材で整形したものであるが、管理基準値である ρ_{dmax} の90%以上の密度は確保できたことが確認できる。

5. あとがき

本研究はW&H法、剪頭粒度試料法とも剪頭粒度試料を用いる点に基本的な問題が内在していると考え、礫補正粒度法を試みたものである。今後さらに資料を集めていきたい。

謝辞：この研究を進めるに当り、現場を提供して頂いた大末建設(株) 関 博之氏に謝意を表します。

参考文献：1) Walker F.C. et al: Control of Embankment by Labo. Testing, ASCE, 1951, No.180 2) 久野悟郎: 土の締固め、技報堂全書 pp.256-262, 1963 3) 赤司六哉他: 締固められた粗粒土の密度補正に関する一考察、第20回土質工学, pp.1583-1586, 1985 4) 後藤茂他: 軟岩ずりの締固め特性に及ぼす粗粒分の影響 土と基礎, vol. 32, No.7, pp.45-52, 1984 5) 高田直俊他: 大型試験機による粗粒礫材の締固め試験、第21回土質工学, pp.1751-1752, 1986 6) 安田正幸他: 大型突き固め試験装置による突き固め諸要素の相互関係、第3回土質工学, pp.391-396, 1968

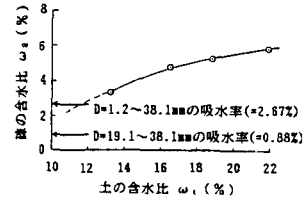


図-3 土の含水比と礫の含水比の関係

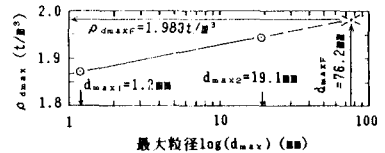


図-4 $\rho_{dmax} - \log(d_{max})$ 関係

表-2 現場盛土材の推定密度

推定法	密度(t/m^3)
W&H法・剪頭粒度(19.1)	1.980 (1.990)*
剪頭粒度(1.2)	1.984 (2.006)*
剪頭粒度試料法	1.983
礫補正試料法	1.983

* 礫の吸水率を用いた推定密度

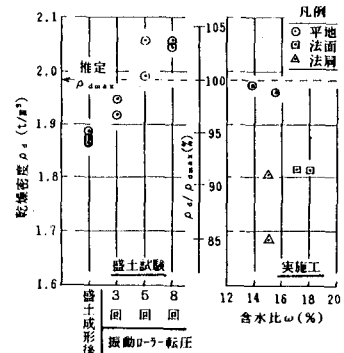


図-5 現場盛土試験と施工時の現場密度測定結果