

名城大学

正員

○ 加藤 正育

"

"

菊川 浩治

"

"

飯坂 武男

1, 人工軽量細骨材の特性値の表示

人工軽量細骨材の粒径範囲の決定は、天然および砕石の細骨材に準ずる1組目のフルイでもってフルイ分けし、各フルイ上の残留重量%でその範囲を決めることになっているが、これだけでは粒径分布の特性を得られないから、かりて天然砂、砕石砂では各フルイの上の残量%の累加曲線と正規分布曲線に近似する解析が試みられてきた。これは、この種類の粒体の特性を知るためには基本的ではあるが、それには数多くの実験結果の集積による多数のデータが必要とする。最近、他の分野で細粒の粒体の特性を得るため、上記の正規分布の代りに対数正規分布による解析が諸方面で行なわれている。しかし、人工軽量細骨材の場合、粒径級の差異により見掛け比重のうちかうものでは、各粒子径の比重に等しいとするJ, L, LEWANDOWSKIなどの手法は用いられないけれども、対数正規分布に近似することにより、実験データを対数確率紙にプロットすれば、少数のデータからでも手早く分布特性値の推定が容易である。この対数正規分布で表わし得るRDSIN, RAMMLER式によれば、さらに便利な計算用対数確率紙であるR, R粒度線図にプロットができて、粒体の粒度特性を表示する値の数値が得られ、誤差の検出も容易である。本報は、このR-R線図による分布定数と従来から現場で横行されたF. M.との関係と人工軽量細骨材のメサライト砂について検討した。

2, JIS標準フルイとF. M.

JIS, 28801細粒用フルイは、アメリカ、イギリスと同じく、フルイの目開きは $\sqrt{2}$ シリーズになっている。このうち骨材フルイ分け試験方法JISA 1102 (1966)によれば、細骨材には0.15mm (149 μ), 0.3mm (297 μ), 0.6mm (590 μ), 1.2mm (1180 μ) 2.5mm (2380 μ) および5.0mm (4760 μ) となっているが、フルイの目開きは、小さい方が大体2倍の等間隔とみてよい。本報の資料はメサライト砂をJIS方式により予選定して、試験分取器で500g秤量し、上記1組目のフルイでロータリにより2分間フルイ分け、後処理の5.0各フルイ上の残量 $\pm 0.05g$ の直視天秤で秤量するテストを15回行なった。これとは別に試験料1000gを上記フルイのほか0.088mm (88 μ)のフルイを加えて比較テストを行なった。

F. M. (FINENESS MODULUS) はコンクリート作業での骨材分類の1手法として、D. A. ABRAMSが創案したもので米国では他の分野でも諸方面に利用してきたようで、わが国でもコンクリート作業の現場では従来からかなり採用されてきた。しかし、F. M. はフルイのタイプが一定で、また、1組のフルイの数が一定のときに限り相互の比較ができるのであって、これが5分と、その密度に異なった値となる。いま、試験料が微粒で上記の6段のフルイのうち、最下段の0.15mmの上に全部残留したとすると、このときのF. M. = 1.00であり、反対に試験料が最上段の5.0mmの上に全部残留したとすると、F. M. = 6.00である。このようにF. M. はフルイの最下段から数えてどの辺に最も集積するかの目安にはなるが、それ以外の特性はわからない。アメリカでは細粒のF. M. はTYLERの3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 75, 90, 105, 120, 150, 180, 210, 250, 300, 350, 425, 500, 600, 750, 900, 1060, 1250, 1500, 1800, 2100, 2500, 3000, 3500, 4250, 5000, 6000, 7500, 9000, 10600, 12500, 15000, 18000, 21000, 25000, 30000, 35000, 42500, 50000, 60000, 75000, 90000, 106000, 125000, 150000, 180000, 210000, 250000, 300000, 350000, 425000, 500000, 600000, 750000, 900000, 1060000, 1250000, 1500000, 1800000, 2100000, 2500000, 3000000, 3500000, 4250000, 5000000, 6000000, 7500000, 9000000, 10600000, 12500000, 15000000, 18000000, 21000000, 25000000, 30000000, 35000000, 42500000, 50000000, 60000000, 75000000, 90000000, 106000000, 125000000, 150000000, 180000000, 210000000, 250000000, 300000000, 350000000, 425000000, 500000000, 600000000, 750000000, 900000000, 1060000000, 1250000000, 1500000000, 1800000000, 2100000000, 2500000000, 3000000000, 3500000000, 4250000000, 5000000000, 6000000000, 7500000000, 9000000000, 10600000000, 12500000000, 15000000000, 18000000000, 21000000000, 25000000000, 30000000000, 35000000000, 42500000000, 50000000000, 60000000000, 75000000000, 90000000000, 106000000000, 125000000000, 150000000000, 180000000000, 210000000000, 250000000000, 300000000000, 350000000000, 425000000000, 500000000000, 600000000000, 750000000000, 900000000000, 1060000000000, 1250000000000, 1500000000000, 1800000000000, 2100000000000, 2500000000000, 3000000000000, 3500000000000, 4250000000000, 5000000000000, 6000000000000, 7500000000000, 9000000000000, 10600000000000, 12500000000000, 15000000000000, 18000000000000, 21000000000000, 25000000000000, 30000000000000, 35000000000000, 42500000000000, 50000000000000, 60000000000000, 75000000000000, 90000000000000, 106000000000000, 125000000000000, 150000000000000, 180000000000000, 210000000000000, 250000000000000, 300000000000000, 350000000000000, 425000000000000, 500000000000000, 600000000000000, 750000000000000, 900000000000000, 1060000000000000, 1250000000000000, 1500000000000000, 1800000000000000, 2100000000000000, 2500000000000000, 3000000000000000, 3500000000000000, 4250000000000000, 5000000000000000, 6000000000000000, 7500000000000000, 9000000000000000, 10600000000000000, 12500000000000000, 15000000000000000, 18000000000000000, 21000000000000000, 25000000000000000, 30000000000000000, 35000000000000000, 42500000000000000, 50000000000000000, 60000000000000000, 75000000000000000, 90000000000000000, 106000000000000000, 125000000000000000, 150000000000000000, 180000000000000000, 210000000000000000, 250000000000000000, 300000000000000000, 350000000000000000, 425000000000000000, 500000000000000000, 600000000000000000, 750000000000000000, 900000000000000000, 1060000000000000000, 1250000000000000000, 1500000000000000000, 1800000000000000000, 2100000000000000000, 2500000000000000000, 3000000000000000000, 3500000000000000000, 4250000000000000000, 5000000000000000000, 6000000000000000000, 7500000000000000000, 9000000000000000000, 10600000000000000000, 12500000000000000000, 15000000000000000000, 18000000000000000000, 21000000000000000000, 25000000000000000000, 30000000000000000000, 35000000000000000000, 42500000000000000000, 50000000000000000000, 60000000000000000000, 75000000000000000000, 90000000000000000000, 106000000000000000000, 125000000000000000000, 150000000000000000000, 180000000000000000000, 210000000000000000000, 250000000000000000000, 300000000000000000000, 350000000000000000000, 425000000000000000000, 500000000000000000000, 600000000000000000000, 750000000000000000000, 900000000000000000000, 1060000000000000000000, 1250000000000000000000, 1500000000000000000000, 1800000000000000000000, 2100000000000000000000, 2500000000000000000000, 3000000000000000000000, 3500000000000000000000, 4250000000000000000000, 5000000000000000000000, 6000000000000000000000, 7500000000000000000000, 9000000000000000000000, 10600000000000000000000, 12500000000000000000000, 15000000000000000000000, 18000000000000000000000, 21000000000000000000000, 25000000000000000000000, 30000000000000000000000, 35000000000000000000000, 42500000000000000000000, 50000000000000000000000, 60000000000000000000000, 75000000000000000000000, 90000000000000000000000, 106000000000000000000000, 125000000000000000000000, 150000000000000000000000, 180000000000000000000000, 210000000000000000000000, 250000000000000000000000, 300000000000000000000000, 350000000000000000000000, 425000000000000000000000, 500000000000000000000000, 600000000000000000000000, 750000000000000000000000, 900000000000000000000000, 1060000000000000000000000, 1250000000000000000000000, 1500000000000000000000000, 1800000000000000000000000, 2100000000000000000000000, 2500000000000000000000000, 3000000000000000000000000, 3500000000000000000000000, 4250000000000000000000000, 5000000000000000000000000, 6000000000000000000000000, 7500000000000000000000000, 9000000000000000000000000, 10600000000000000000000000, 12500000000000000000000000, 15000000000000000000000000, 18000000000000000000000000, 21000000000000000000000000, 25000000000000000000000000, 30000000000000000000000000, 35000000000000000000000000, 42500000000000000000000000, 50000000000000000000000000, 60000000000000000000000000, 75000000000000000000000000, 90000000000000000000000000, 106000000000000000000000000, 125000000000000000000000000, 150000000000000000000000000, 180000000000000000000000000, 210000000000000000000000000, 250000000000000000000000000, 300000000000000000000000000, 350000000000000000000000000, 425000000000000000000000000, 500000000000000000000000000, 600000000000000000000000000, 750000000000000000000000000, 900000000000000000000000000, 1060000000000000000000000000, 1250000000000000000000000000, 1500000000000000000000000000, 1800000000000000000000000000, 2100000000000000000000000000, 2500000000000000000000000000, 3000000000000000000000000000, 3500000000000000000000000000, 4250000000000000000000000000, 5000000000000000000000000000, 6000000000000000000000000000, 7500000000000000000000000000, 9000000000000000000000000000, 10600000000000000000000000000, 12500000000000000000000000000, 15000000000000000000000000000, 18000000000000000000000000000, 21000000000000000000000000000, 25000000000000000000000000000, 30000000000000000000000000000, 35000000000000000000000000000, 42500000000000000000000000000, 50000000000000000000000000000, 60000000000000000000000000000, 75000000000000000000000000000, 90000000000000000000000000000, 106000000000000000000000000000, 125000000000000000000000000000, 150000000000000000000000000000, 180000000000000000000000000000, 210000000000000000000000000000, 250000000000000000000000000000, 300000000000000000000000000000, 350000000000000000000000000000, 425000000000000000000000000000, 500000000000000000000000000000, 600000000000000000000000000000, 750000000000000000000000000000, 900000000000000000000000000000, 1060000000000000000000000000000, 1250000000000000000000000000000, 1500000000000000000000000000000, 1800000000000000000000000000000, 2100000000000000000000000000000, 2500000000000000000000000000000, 3000000000000000000000000000000, 3500000000000000000000000000000, 4250000000000000000000000000000, 5000000000000000000000000000000, 6000000000000000000000000000000, 7500000000000000000000000000000, 9000000000000000000000000000000, 10600000000000000000000000000000, 12500000000000000000000000000000, 15000000000000000000000000000000, 18000000000000000000000000000000, 21000000000000000000000000000000, 25000000000000000000000000000000, 30000000000000000000000000000000, 35000000000000000000000000000000, 42500000000000000000000000000000, 50000000000000000000000000000000, 60000000000000000000000000000000, 75000000000000000000000000000000, 90000000000000000000000000000000, 106000000000000000000000000000000, 125000000000000000000000000000000, 150000000000000000000000000000000, 180000000000000000000000000000000, 210000000000000000000000000000000, 250000000000000000000000000000000, 300000000000000000000000000000000, 350000000000000000000000000000000, 425000000000000000000000000000000, 500000000000000000000000000000000, 600000000000000000000000000000000, 750000000000000000000000000000000, 900000000000000000000000000000000, 1060000000000000000000000000000000, 1250000000000000000000000000000000, 1500000000000000000000000000000000, 1800000000000000000000000000000000, 2100000000000000000000000000000000, 2500000000000000000000000000000000, 3000000000000000000000000000000000, 3500000000000000000000000000000000, 4250000000000000000000000000000000, 5000000000000000000000000000000000, 6000000000000000000000000000000000, 7500000000000000000000000000000000, 9000000000000000000000000000000000, 10600000000000000000000000000000000, 12500000000000000000000000000000000, 15000000000000000000000000000000000, 18000000000000000000000000000000000, 21000000000000000000000000000000000, 25000000000000000000000000000000000, 30000000000000000000000000000000000, 35000000000000000000000000000000000, 42500000000000000000000000000000000, 50000000000000000000000000000000000, 60000000000000000000000000000000000, 75000000000000000000000000000000000, 90000000000000000000000000000000000, 106000000000000000000000000000000000, 125000000000000000000000000000000000, 150000000000000000000000000000000000, 180000000000000000000000000000000000, 210000000000000000000000000000000000, 250000000000000000000000000000000000, 300000000000000000000000000000000000, 350000000000000000000000000000000000, 425000000000000000000000000000000000, 500000000000000000000000000000000000, 600000000000000000000000000000000000, 750000000000000000000000000000000000, 900000000000000000000000000000000000, 1060000000000000000000000000000000000, 1250000000000000000000000000000000000, 1500000000000000000000000000000000000, 1800000000000000000000000000000000000, 2100000000000000000000000000000000000, 2500000000000000000000000000000000000, 3000000000000000000000000000000000000, 3500000000000000000000000000000000000, 4250000000000000000000000000000000000, 5000000000000000000000000000000000000, 6000000000000000000000000000000000000, 7500000000000000000000000000000000000, 9000000000000000000000000000000000000, 10600000000000000000000000000000000000, 12500000000000000000000000000000000000, 15000000000000000000000000000000000000, 18000000000000000000000000000000000000, 21000000000000000000000000000000000000, 25000000000000000000000000000000000000, 30000000000000000000000000000000000000, 35000000000000000000000000000000000000, 42500000000000000000000000000000000000, 50000000000000000000000000000000000000, 60000000000000000000000000000000000000, 75000000000000000000000000000000000000, 90000000000000000000000000000000000000, 106000000000000000000000000000000000000, 125000000000000000000000000000000000000, 150000000000000000000000000000000000000, 180000000000000000000000000000000000000, 210000000000000000000000000000000000000, 250000000000000000000000000000000000000, 300000000

一般に用いようであるが、4-mesh は JIS の 5mm に相当し、 $\frac{3}{8}$ インチ を除けば、4- $\frac{1}{2}$ / 00 mesh までの 6 個のフルイは JIS の粗骨篩用の上記フルイと大体に一致する。

3. ROSIN, RAMMLER の分布定数と F.M との関係

P. ROSIN, E. RAMMLER (1933) は石炭などの種類の粉砕物のフルイ分け粒度分布につき、積算残留量 % R を次の (1) 式で表わした。

$$R = 100 \cdot \exp(-b \cdot D_p^n) \quad (1)$$

ここに b 、 n は定数である。重量頻度

% は微分して、

$$\frac{dR}{dD_p} = 100 \cdot ab \cdot D_p^{n-1} \cdot \exp(-b \cdot D_p^n) \quad \text{と}$$

なる。これを J. G. BENNET

(1936) は、 $b = 1/De^n$ と置き、

$$R = 100 \cdot \exp(-D_p^n / De^n) \quad (3)$$

で表わし、 De を粒度特性値、 n を

分布定数と呼んだ、 D_p は粒子径。

$D_p = De$ のとき、 $R = 100/e = 36.8\%$

となる。(3) 式を変形して、

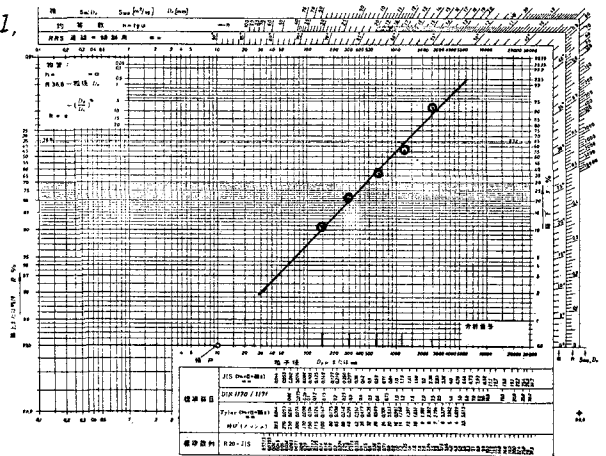
$$\log(100/R) = (D_p/De)^n \cdot \log e, \quad \log\{\log(100/R)\} = n \log(D_p/De) + \log \cdot \log e \\ = n \log D_p + C; \quad (C = \log \cdot \log e - n \log De) \quad (4)$$

これは次の如く表わせる。 $\log(2 - \log R) = n \cdot \log D_p + \log \cdot b' \quad (5)$

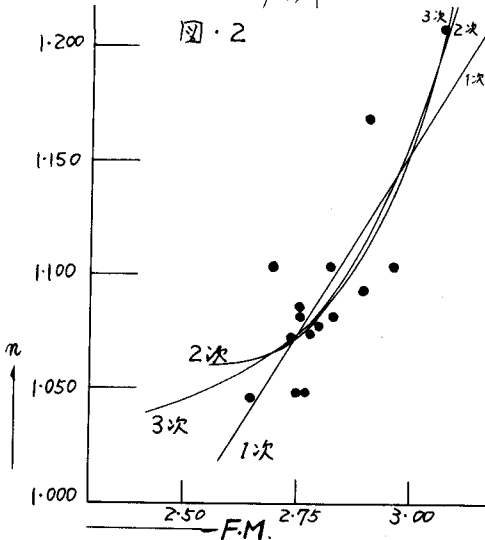
上式は直線式であつて、 n は勾配に当り、 n の大小により分布の形状がわかり、また b' があるいは b が大きいほど粒度は小さくなる。さらに上式から最小自乗法により n あるいは ab を計算できる。このようにして、同一粒体の特性値が容易に得られる。図1は上記の15回テストの平均値をプロットした例であり、図2、図3は、(5)式で最小自乗法により計算した n 値と毎回テストの R につき F.M を求めたものとを、電子計算機により1次、2次、3次の関数式を得てプロットしたものである。

R-R'S 粒度線図

図1.



図・2



図・3

