

1) はしき

JIS, A1102 (1966) によればコンクリートに用いる細骨材のフルイわけに用いるフルイの目開きは, JIS, Z8801 (標準フルイ) に規定する網フルイ, $\sqrt{2}$ シリーズの1連1組のフルイを用い, 1分間を基準とする所定の時間, 所定の方法によりフルイわけして, 所定精度の計量をした結果を, 試料全量に対する百分率で表すことになっている。これから粗粒率 (Fineness modulus, 以下では単に FM という) を計算することになっている。この FM は 1918 年 D. A. Abrams によって提唱せられ, すでに 50 余年になり, わが国でも現場的には細骨材の相対的な細かさを手早く計算できる手法として広く用いられてきた。しかしながら FM を試料全量が各フルイの上に分留する確率の平均値として, これから全試料の平均粒子径を推定するなどは, わが国では一般にほとんど行はれてないのかんがみ, FM により細骨材の平均粒子径を推定し, さらにこれから細骨材の粒体的特性を得ようとした。

2) 細骨材用フルイの組み立てと FM。

細骨材用のフルイの1連1組の組み立ては, 表1で見られる通り, わが国ではアメリカと同様にタイラー No. 100 - No. 200 (実際は, これを Pan とする) では FM = 0, No. 48 - No. 100 のグループでは FM = 1, 同様に No. 4 - No. 8 のグループを FM = 5 の如くする, したがって表1の各フルイの目開きは, それぞれのグループの下限とする。

表-1

各 国 標準 フルイ 目開き 対 比	フルイの目開きが $\sqrt{2}$ シーズを用いる各国										100 シーズの各国		
	日 本		ア メ リ カ		イ ン 国		フ ラ ン ス		ド イ ツ		ソ 連		
	JIS	JIS	ASTM	TYLER		BS-410	AFNOR	DIN4188	ГОСТ				
	A1102	Z8801	E-11-61			1962	1933						
細骨材用	細粒用	目開き	NO	目開き	換算値	目開き	目開き	目開き	目開き	目開き	目開き	目開き	
FM	mm	μ	mm	mesh	inch	μ	mm	μ	mm	mm	μ	mm	
6	5.0	4760	4.76	4	0.1850	4699	—	5.00	5.00	5000			
5	2.5	2380	2.38	8	0.0930	2362	2.40	2.50	2.50	2500			
4	1.2	1190	1.19	14	0.0460	1168	1.20	1.25	1.25	1250			
3	0.6	590	595	28	0.0232	589	600	0.63	0.63	630			
2	0.3	297	297	48	0.0116	295	300	0.315	0.35	315			
1	0.15	149	149	100	0.0058	147	150	0.160	0.16	160			

備考: 上記の数値は細骨材用と比較のための換算値であって各国の標準フルイの目開きではない。

上記の関係は図示すると, 図1のようになり, 横軸に各フルイの目開きをと, 縦軸にはこれに対する FM をとけば, FM = 1 のグループの占める面積を単位とすれば, それ以上のグループの占める面積は, 2倍, 3倍, 4倍, 5倍と累進し, FM のとる値と同じとなる。これは各フルイの目開き間隔が表1の如く, ほぼ 1:2 の

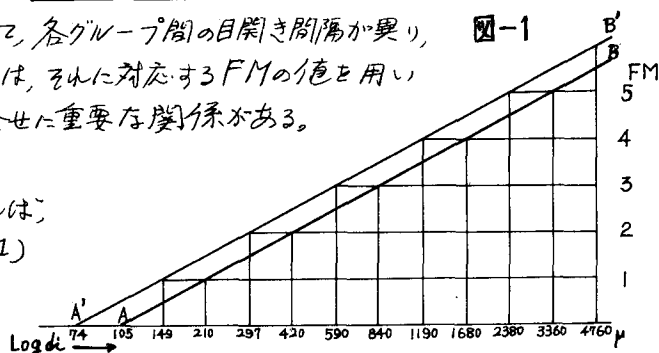
比で累進するとき成り立つのであって, 各グループ間の目開き間隔が異なり, 不等間隔のフルイを組み入れたときは, それに対応する FM の値を用いねばならない, FM はフルイの組み合せに重要な関係がある。

3) FM を計算する実験式

(1) Abrams (1918) によれば,

$$FM = 7.94 + 332 \log d_i \quad \text{----- (1)}$$

d_i はインチ単位で, そのグループの公称平均径とする。



(2) Popovics (1962) によれば, $FM = \frac{\log(10 \cdot d_{av})}{\log 2} = \frac{\log(10 \cdot d_{av})}{0.301}$ ----- (2)
 上記の式の d_{av} は $m.m.$ 単位の幾何平均径。

(3) Powers (1967) によれば, $FM = 0 \cdot p_1 + 1 \cdot p_2 + 2 \cdot p_3 + 3 \cdot p_4 + \dots + (L-1) \cdot p_L$... (3)
 上式の p_i は i -組の各グループに試料の重量分割数としている。

(4) Fulton (1961) は, FM の標準偏差 (σ) を次の (4) 式で計算している。

$$\sigma^2 = p_1(0-FM)^2 + p_2(1-FM)^2 + p_3(2-FM)^2 + \dots + p_L(5-FM)^2 \dots (4)$$

(5) Ahlame の (1) 式を確認するために, 表 1 のタイラー目開き, インチ単位各グループの上限と下限との幾何平均値と, これに対応する FM の値, すなわち図 1 の AB 直線の式を最小自乗法で計算すると, 次の (5) 式の如くなる。

$$FM = 7.9351489 + 3.3239981 \cdot \log di \dots (5)$$

これに対して, わが国で一般に用いられる, 各グループの下限値, 表 1, JIS Z 8801 のフルイ目開きと, これに対応する FM の値, すなわち図 1 の AB 直線の式を同様に最小自乗法で計算すると, ミクロン単位で, 次の (6) 式の如くなる。

$$FM = 3.3226888 \cdot \log di - 6.2164203 \dots (6)$$

(6) 上記の (3) 式は, FM を各グループのフルイの上に試料が分解する確率の平均値であるから, $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_L = 1$ であることを要し, また各フルイの目開き間隔が等間隔のときに適用されるものである。元来 (4) 式は (3) 式の分散を求める一般式である。

4) FM の値から推定される試料の平均粒子径 (dm)

(1) 上記の (1) 式および (5) 式から, インチ単位で dm は次の (7) の如く変形される。

$$dm = 0.0041 \times (2)^{FM} \dots (7)$$

(2) 同様に (6) 式から, ミクロン単位で, $dm = 74 \cdot (2)^{FM} \dots (8)$

(3) 上記の (3) 式から, $m.m.$ 単位で, $dm = 0.1 \times (2)^{FM} \dots (9)$

(4) 上記の (7) 式は実用上, 1 連 1 組のフルイの組み立ての開口のピッチに合せばミクロン単位で (10) 式の如くなる。 $dm = 105 \times (2)^{FM} \dots (10)$

この式は, 図 1 の AB 線につき, ミクロン単位で計算すれば大体同じ結果となる。

以上は, いづれも常用対数を使った場合であるが, 自然対数を用いても同じ結果となる。ただし, この場合, dm は自然対数の底 e の指数関数としても表すことができる。

5) FM から試料の粒子径の分布関数の推定

細骨找のフルイわけは, 前記の (3) 式で見られるように元来が不連続的性質のものであり, 統計的には離散分布に属するとみてより, ことに比較する細骨找の相互の粒子の形状係数が, はたはたしく異なる如き場合など, FM だけから諸特性の推定および分布関数の推定は無理である。

しかしながら, 人工軽量骨找, 砕石細骨找のように人為的に諸性質をある程度にコントロールが可能な場合は, 設定した FM に相応する, 連続関数的の近似式を得る各グループの組成が可能であり, したがって粒子分布の諸特性値も, それぞれの従来からの手法によって, 適切な数学モデルの設定が容易である。