

論文

[1009] ペーストの流動性に及ぼす微粉末物性の影響

緑川猛彦\*1 · 丸山久一\*2

1. はじめに

近年、労働者不足による工事の合理化および省力化やコンクリート構造物の耐久性の向上などの観点から、高流動コンクリートの研究・開発が各方面で進められている。しかしながら、高流動コンクリートの配合に関してはまだ十分に確立されておらず、混和材である微粉末量については技術者の勘および試験練りによって求められているのが現状である[1]。

そこで本研究は、コンクリートの流動性に及ぼす微粉末の影響を調べることを目的とし、特に微粉末の物理的性質がペーストの物性に及ぼす影響について、ペーストのフロー試験およびJロート試験の結果より検討することとした。

2. 微粉末の物理的性質

実験に使用した材料の物理的性質を表1に示す。粉体密度は土質工学会の土粒子の密度試験に準じ、また比表面積はブレン空気透過装置により測定した。

図1に各微粉末の粒径加積曲線を示す。このグラフは分散媒として0.025wt%ヘキサメタリン酸水溶液を用い、レーザー回折・散乱式粒度分布測定装置により粒子形状を球に還元して求めたものである。各微粉末ともそれぞれ異なる幅の広い粒度分布を持った粉体である事がわかる。ペーストの粘性および流動性は、微粉末の粒径、粒子形状および粒度分布が複雑に関連し、水との相互作用により粒子間距離が変化することにより影響されると考えられる。これらのことから、本研究においては特に微粉末の粒径に着目し、比表面積球相当径を微粉末の物性を代表する指標として用いることとした。また、粒子形状は球形と仮定した。

一般に、比表面積と粒子半径の関係は次式で表されることが知られている[2]。

$$r = \frac{K}{2\rho \cdot Sw} \quad (1)$$

ここで、

r : 平均粒子半径 (cm)

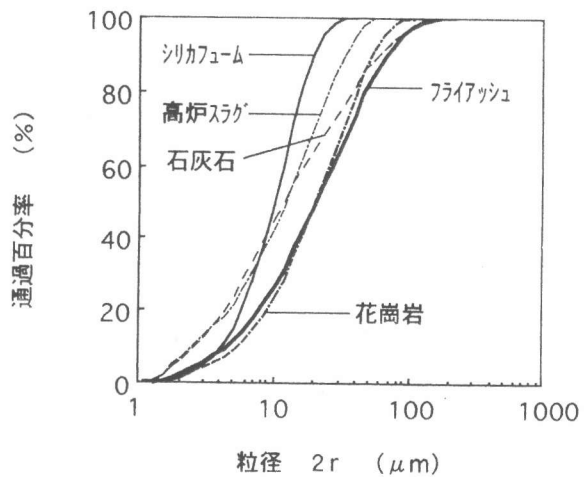


図1 各微粉末の粒径加積曲線

表1 使用材料の物理的性質

材 料	密 度 (gf/cm <sup>3</sup> )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /gf)	平均粒子半径 (μm)	記号
シリカフェーム	2.245	38460	0.3	---○
石灰石	2.739	7030	1.6	--△
高炉スラグ	2.948	4330	2.4	—□
普通ポルトランドセメント	3.150	3330	2.9	--▲
花崗岩	2.870	2740	3.8	---●
フライアッシュ	2.095	3240	4.4	—■

\*1 福島工業高等専門学校助手 土木工学科、工修 (正会員)

\*2 長岡技術科学大学教授 建設系 Ph.D (正会員)

- K : 形態係数 (K=6)
- r : 粉体の密度 (gf/cm<sup>3</sup>)
- Sw : 比表面積 (cm<sup>2</sup>/gf)

この関係より各微粉末の平均粒子半径は表1のようになる。

### 3. 実験方法

#### 3. 1 ペーストの配合

ペーストの配合は微粉末 (p) と水 (w) の質量比  $p/(p+w)$  (%) をパラメータとして、材料分離が生ぜず練混ぜ可能な範囲内で10%毎に変化させた。また、練り混ぜたペーストの体積が2000cm<sup>3</sup>となるようにした。

#### 3. 2 実験方法

##### (1) 粘度測定

ペーストはハンドミキサーによる強制練りとし、単一円筒回転粘度計 (B型粘度計) によりペーストの粘度を求めた。ペーストは非ビンガム流体と考えられ、測定時の回転数により粘度が変化するため、回転数は6、12、30、60r.p.mの4種類で測定し、30r.p.mと60r.p.mの間の勾配を粘度として用いることとした。

##### (2) フロー試験

微粉末はシリカフェーム、石灰石、高炉スラグ、普通ポルトランドセメント、花崗岩、フライアッシュの6種類とし、各ペーストの粘度測定後、砂の表面乾燥飽水状態試験用フローコーン (V=248.2cm<sup>3</sup>) によりフロー値を求めた。

##### (3) Jロート試験

微粉末はシリカフェーム、高炉スラグ、普通ポルトランドセメント、花崗岩、フライアッシュの5種類とし、各ペーストの粘度測定後Jロート (V=576.0cm<sup>3</sup>) 流下時間を測定した。その後、図2に示すように落下したペーストのフロー値を測定した。

### 4. 結果および考察

#### 4. 1 ペーストの粘度

図3に微粉末混入率と粘度との関係を示す。粘度は微粉末混入率の増加にともない指数関数的に増加しているが、特に同じ混入率であればシリカフェームや石灰石微粉末の様な平均粒子半径の小さい微粉末がペーストの粘度を著しく増加させている。

図4は、ペースト中の微粉末が均一球で各々の粒子が一定の間隔を保っていると仮定したときのユニットセルを図示したものである。この時の粒子配列は六方最密充填であり、空隙率は、

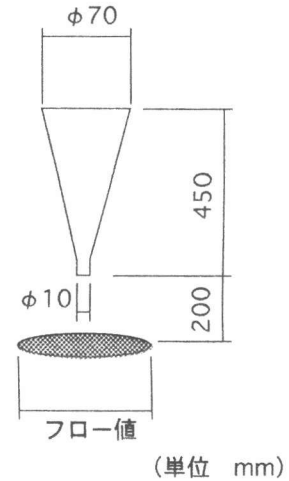


図2 Jロート試験によるフロー値の測定方法

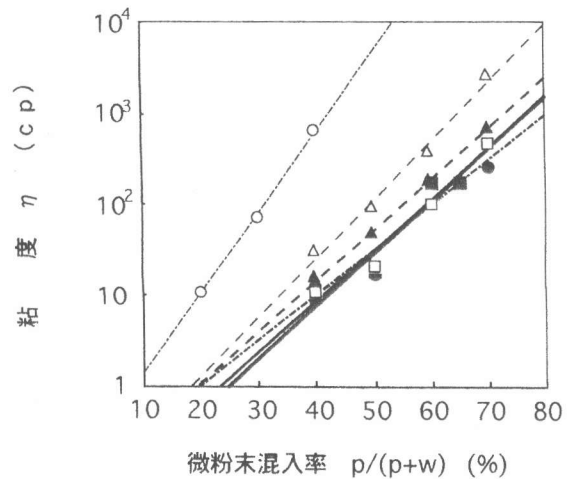


図3 微粉末混入率と粘度の関係

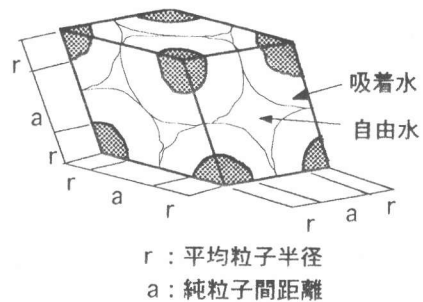


図4 六方最密充填のユニットセル