

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
戸田建設（株） 正会員 岩永祐治 立命館大学大学院 学生員○松村秀樹

1. 目的

シリカフュームは、コンクリートを高強度化・高耐久性化させるのに有効な材料である。しかし、我が国ではシリカフュームを本格的にコンクリート用混和材料として使用した事例は海外に比べて少なく、その配合設計に関する研究も非常に少ないのが現状である。本研究は、シリカフュームコンクリートの流動特性に細骨材率、混和剤添加率、シリカフューム置換率などの要因が及ぼす影響を、Two-point Workability試験装置により実験検討し、配合要因である細骨材率の評価を試みたものである。

2. 実験概要

2. 1 実験要因および試験方法

実験要因を表-1に示す。シリーズ1では高性能A E減水剤添加率、シリーズ2ではシリカフューム置換率がレオロジー定数に及ぼす影響について検討する。セメントには普通ポルトランドセメント（ $\rho=3.16$ ）を、細骨材には野洲川産川砂（ $\rho=2.60$ ）を、粗骨材には高槻産硬質砂岩砕石（ $\rho=2.70$ ）を使用した。シリカフュームは形態が粉体のものを、混和剤には高性能A E減水剤（ポリカルボン酸系）を使用した。

表-1 実験要因

要因	水準	
	シリーズ1	シリーズ2
水結合材比（%）	40	40
単位水量（kg/m ³ ）	150	165
細骨材率（%）	34, 36, 38, 40, 42	38, 40, 42, 44, 46
シリカフューム置換率（%）	10	0, 5, 10
高性能A E減水剤添加率	3水準	1水準

コンクリートの配合条件は、シリーズ1では高性能A E減水剤添加率を結合材質量に対して1.2%、2.2%、3.2%の3水準とし、スランブは各々 10 ± 2 cm、 16 ± 2 cm、 18 ± 2 cm、空気量は高性能A E減水剤添加率に関わらず 4 ± 1 %とした。シリーズ2ではシリカフューム置換率に関わらず、スランブは 16 ± 2 cm、空気量は 4 ± 1 %とした。シリカフュームは、結合材質量に対して内割で混入した。また、高性能A E減水剤およびA E助剤は水の内割で重量計量した。

2. 2 流動曲線の解析方法

フレッシュコンクリートをビンガム流体と仮定した時の流動方程式は、

$$\tau = \tau_0 + \mu \dot{\gamma} \quad (1)$$

ここに、 τ ：せん断応力 τ_0 ：降伏値 μ ：塑性粘度 $\dot{\gamma}$ ：せん断速度

Two-point Workability試験装置で得られるトルクと回転数の関係式は、

図-1に示すように（2）式で表わされる。

$$T = g + h N \quad (2)$$

ここに、 T ：トルク g ：切片 h ：傾き N ：羽根の回転数

Two-point Workability試験装置により得られる2つの定数 g と h は、工学的には各々ビンガムモデルの降伏値 τ_0 と塑性粘度 μ に対応している。以下の考察では、 g （kgf・cm）と h （kgf・cm・s）を各々見かけの降伏値、見かけの塑性粘度と定義して、シリカフュームコンクリートの流動特性を評価する。

3. 結果および考察

3. 1 高性能A E減水剤添加率が g と h に及ぼす影響（シリーズ1）

見かけの塑性粘度（ h ）および見かけの降伏値（ g ）と高性能A E減水剤添加率の関係を図-2に示す。Two-point Workability試験装置を用いてナフタリンスルホン酸系の高性能減水剤を使用した普通コンクリートでは、高性能減水剤の添加率の増加に伴い降伏値は小さくなるが、塑性粘度は余り変化しないと報告されている[1]。ポリカルボン酸系の高性能A E減水剤を用いたシリカフュームコンクリートでは、見かけの降伏

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Yuji IWANAGA, Hideki MATSUMURA

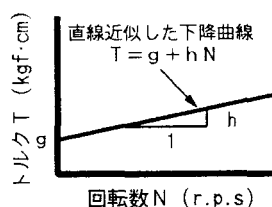


図-1 トルクと回転数の関係

値 (g) は同様の傾向にあるが、見かけの塑性粘度 (h) は細骨材率に関わらず、添加率の増加に伴って直線的に増加した。シリカフュームの混入あるいは高性能 A E 減水剤の成分および分子構造の相違がフレッシュコンクリートの粘性に何らかの影響を及ぼしているものと考えらる。

見かけの塑性粘度 (h) と細骨材率の関係を図-3に示す。見かけの塑性粘度 (h) と細骨材率の一般に極値を持つ曲線となる。極値に対応する細骨材率が最適細骨材率であるとすれば、高性能 A E 減水剤の添加率が大きくなるとフレッシュコンクリートの粘性が増大するために、最適細骨材率は小さくなる傾向が観察された。

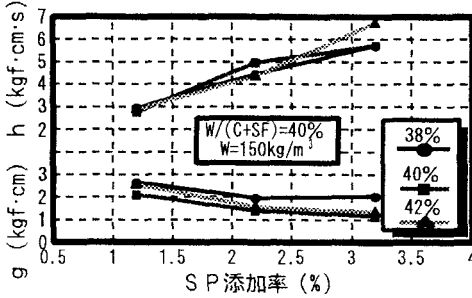


図-2 見かけの塑性粘度 (h) および見かけの降伏値 (g) と高性能 A E 減水剤添加率の関係

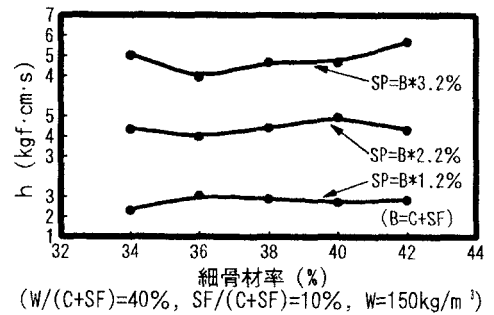


図-3 見かけの塑性粘度 (h) と細骨材率の関係

3. 2 シリカフューム置換率が g と h に及ぼす影響 (シリーズ 2)

見かけの塑性粘度 (h) および見かけの降伏値 (g) とシリカフューム置換率の関係を図-4に示す。シリーズ 2 では、スランプは 16 ± 2 cm、空気量は $4 \pm 1\%$ と一定であり、シリカフュームの混入によるスランプ低下は高性能 A E 減水剤使用量で調整している。高性能 A E 減水剤量を一定にして、シリカフューム置換率を大きくすると、見かけの塑性粘度は一般的に増加する。シリカフューム置換率や細骨材率に関わらずスランプがほぼ一定の場合、シリカフューム置換率が見かけの塑性粘度 (h) に及ぼす影響は観察されなかった。

見かけの塑性粘度 (h) と細骨材率の関係を図-5に示す。シリカフューム置換率と細骨材率に関わらずスランプが一定の場合、図-3にみられるような極値は普通コンクリートでは観察されたが、シリカフュームコンクリートでは見い出せなかった。本実験の範囲内では、シリカフューム置換率が最適細骨材率に及ぼす影響は明らかにはならなかった。

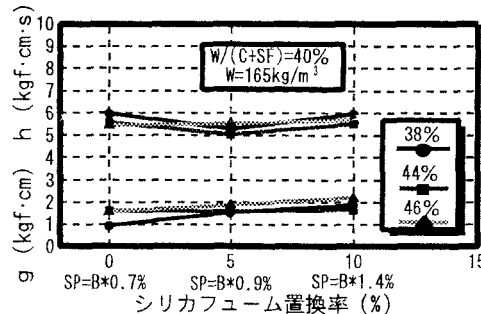


図-4 見かけの塑性粘度 (h) および見かけの降伏値 (g) とシリカフューム置換率の関係

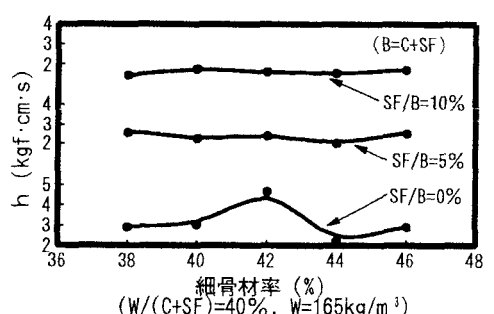


図-5 見かけの塑性粘度 (h) と細骨材率の関係

[参考文献]

- 1) 角田 忍 ; Two-point Workability Testによるフレッシュコンクリートの物性値測定, フレッシュコンクリートの物性とその施工への適用に関するシンポジウム, pp.7~12' 1986