

A E 減水剤を添加したセメントペーストの粘度推定法

名城大学 フェロー 菊川浩治
 名城大学 学生員 ○横山和幸
 名城大学 学生員 西山玄器

1、はじめに

セメントペーストの粘度式はモルタルおよびコンクリートの粘度式の基礎となるもので重要である。プレーンセメントペーストの粘度式についてはサスペンションの概念を基本としたかなりの研究成果があるが、近年のコンクリート工事では、AE 剤、減水剤等の化学混和剤を用いるのが一般的である。

本研究では、化学混和剤を用いたコンクリートの粘度式の提案を目的とし、その基礎研究として、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤を用いたセメントペーストの粘性挙動から、その粘度式を導き、粘度推定法を提示するものである。また、AE 減水剤、高性能 AE 減水剤を用いたセメントペーストの温度条件、経過時間が変化した場合にも粘度式を利用することができるよう、温度変化、経時変化に対する補正方法も提案した。

2、使用材料および配合

実験には、普通、早強、超早強、中庸熟ポルトランドセメントを使用した。その物性値を表-1 に示す。

化学混和剤は、N 社製の AE 減水剤、高性能 AE 減水剤を使用し、それらの主成分は、リグニンスルホン酸化合物、ポリオール複合体およびポリカルボン酸エーテル系の複合物で無塩化タイプである。いずれも他の混和剤との整合性をはかるため、使用量はすべて固形分換算量で表した。

セメントペーストの配合は、水セメント比 40~80% の範囲で 5% 毎とした。AE 減水剤、高性能 AE 減水剤の使用量は、セメントに対する質量パーセントで固形分率 0.007~0.11% で行った。

3、実験方法

セメントペーストの練り混ぜには、ホバート型モルタルミキサーを用い、全試料投入後 3 分間練り混ぜた後、試験を行った。試験時の試料の温度は 10, 20, 30℃ とし、経過時間の設定は試験直後から 30~120 分の範囲で 30 分毎とした。試験は J ロート流下時間およびフロー値を求めると同時にレオロジー定数を求めた。レオロジー定数の測定には内円筒回転粘度計を使用した。

4、粘度式

粘度式としては、以前に提案した化学混和剤（減水剤、高性能減水剤）を添加したセメントペーストの粘度式（式-1）を基本とした。

$$\eta_{re} = \left[1 - \frac{V}{C} (1 - A) \right]^{-K} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 η_{re} ：相対粘度、C：セメントの実積率、V：セメントの体積濃度、A：混和剤の使用量に関する係数、K：セメントの団粒の形状係数。

セメントペーストは水の中にセメント粒子が懸濁しているセメントサスペンションと考え、団粒の形状係数 K に注目して実験結

表-1 各種ポルトランドセメントの物性値

区分	普通	早強	超早強	中庸熟
比重	3.15	3.14	3.11	3.20
比表面積 (cm ² /g)	3260	4480	6290	3240

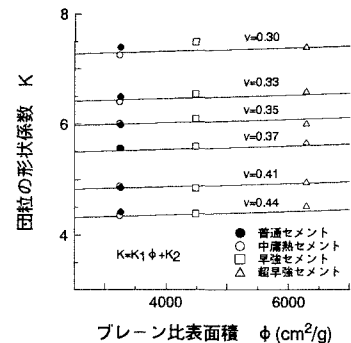


図-1 セメントペーストにおける団粒の形状係数とプレーン比表面積

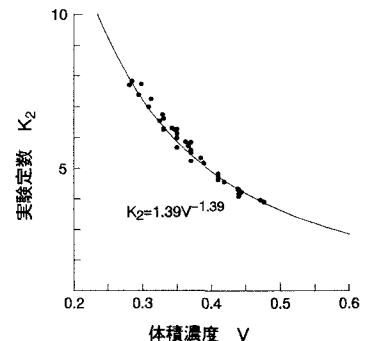


図-2 実験定数 K_2 と体積濃度 V との関係

果を整理すると図-1 のようになった。図よりKはセメントの粉末度(ブレン値 ϕ)の一次関数で表され $K=K_1\phi+K_2$ となる。また、 K_2 はW/Cによって変化し、図-2に示すようにセメントペーストの体積濃度の指数関数で表され $K_2=K_3V_1$ となる。セメントペーストの粘度低下に及ぼすAE減水剤の添加の影響は、セメントペーストのW/Cによる低減効果と等価であるとして定式化を試みた。この場合、団粒の形状係数および実積率はAE減水剤を用いない場合と変化しないものと仮定した。実験の結果、混和剤の使用量に関する係数AとAE減水剤の添加率Pとの関係は、図-3のようになり $A=\xi \cdot P^n$ で表される。したがって、AE減水剤を用いたセメントペーストの粘度式として次式を提示できる。

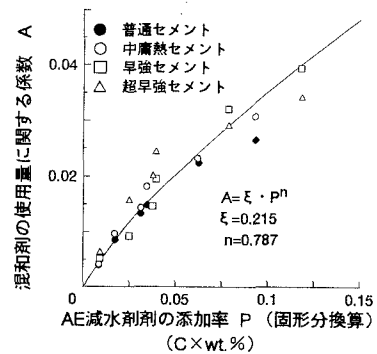


図-3 混和剤の使用量に関する係数とAE減水剤の添加率との関係

$$\eta_{re} = \left[1 - \frac{V}{C} (1 - \xi P^n) \right]^{- (K_1 \phi + K_3 V_1^j)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、P: AE減水剤の添加率(セメント質量に対する固形分換算率%)、 ξ 、n: 実験定数で、 $\xi=0.215$ 、 $n=0.787$ 、 K_1 、 K_3 、j: 実験定数で、 $K_1=3.107 \times 10^{-5}$ 、 $K_3=1.392$ 、 $j=1.389$ である。

5、温度、経過時間の補正方法

化学混和剤を添加したセメントペーストの粘度式(式-2)をセメントペーストが温度変化、経時変化した場合にも利用できるよう補正方法の提案を試みた。なお、以前に提案した化学混和剤として減水剤、高性能減水剤を用いた場合の補正式と同形であるとした。実験の結果よりAE減水剤、高性能AE減水剤を用いたセメントペーストの温度変化、経時変化に対応する補正式は次式で示される。

$$\Delta \eta_t = a \cdot (W/C)^b \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $\Delta \eta_t$: AE減水剤を添加したセメントペーストの温度1℃当たりの塑性粘度の増大量(Pa・s/℃)、W/C: 水セメント比、a、b: 実験定数で、 $a=0.001$ 、 $b=4.335$ である。

$$\Delta \eta_{et} = a_2 \cdot t + b_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 $\Delta \eta_{et}$: AE減水剤を添加したセメントペーストの経過時間に伴う単位時間当たりの塑性粘度の増大量(Pa・s/h)、t: 試料温度(℃)、 a_2 、 b_2 は $a_2=X(W/C)^2+Y(W/C)+Z$ 、 $b_2=x(W/C)+y$ となり、X、Y、Z、x、y: 実験定数で、 $X=0.400$ 、 $Y=0.508$ 、 $Z=0.162$ 、 $x=0.942$ 、 $y=0.608$ である。

6、まとめ

式-2、式-3、式-4を用いて得られたセメントペーストの塑性粘度の推定値と実測値を表-2に示す。表より推定値と実測値の比は、ほぼ期待値の1に近づいていることがわかる。したがって、AE減水剤を添加したセメントペーストの塑性粘度は、上式を用いれば温度条件や経過時間が変化してもほぼ満足に推定できるものと思われる。

表-2セメントペーストの塑性粘度の推定値と実測値

W/C (%)	推定値A (Pa・s)		実測値B (Pa・s)		A/B	
	10℃	20℃	10℃	20℃	10℃	20℃
45	0.56	0.98	0.60	0.91	0.93	1.07
50	0.44	0.71	0.53	0.69	0.83	1.02
55	0.38	0.54	0.43	0.53	0.88	1.02
60	0.33	0.43	0.32	0.43	1.03	1.01

〈参考文献〉

- 1) 菊川浩治: フレッシュコンクリートの粘度式とその適用に関する研究、学位論文(東京都立大学)、pp.71～87、1987
- 2) 村田二郎、菊川浩治: ポルトランドセメントペーストの粘度式に関する研究、土木学会論文集、第354号、pp.109～118、1985.2
- 3) 菊川浩治、横山和幸: 化学混和剤を添加したセメントペーストの粘度式について、土木学会第50回年次学術講演会講演集、pp.82～83、1995.9