

化学混和剤を添加したセメントペーストの粘度式の 経時変化・温度変化に関する研究

名城大学 学生員 横山和幸
名城大学 西山玄器
名城大学 Fellow 菊川浩治

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、また、セメントペーストグラウトの圧送や充填の予測に有効に用いられるもので、きわめて重要である。化学混和剤を添加しない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においては、AE剤、減水剤等の化学混和剤を用いるのが一般的である。

本研究は、化学混和剤を添加したセメントペーストが温度条件や経過時間が変化した場合にもセメントペーストの粘度式を利用することができるように、温度変化、経時変化に対する補正方法の提案を目的として研究を実施したものである。

2、使用材料および配合

セメントは、普通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社製の減水剤および高性能減水剤を使用し、それらの主成分はポリオール複合体および高縮合トリアジン系化合物で無塩化タイプ非空気連行型である。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45%~60%の範囲とし、減水剤および高性能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0.008~0.08パーセントの範囲である。また、試料温度を10℃~30℃の範囲とした。

表-1 普通ポルトランドセメントの物性値

比重	比表面積 (cm ² /g)
3.15	3240

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、試験に供した。試験はJロート流下時間、フロー値を求めると同時にレオロジー定数を測定した。レオロジー定数の測定には内円筒回転型二重円筒回転粘度計を用いた。なお、レオロジー定数等の測定は、練り混ぜた後30分~150分の範囲で30分毎に行った。

4、実験結果と考察

図-1はセメントペーストの温度と塑性粘度との関係について表したものである。試料温度が高いほど塑性粘度は大となっており、セメントペーストにおいては、温度の上昇による懸濁媒粘性の低下より懸濁媒和による粘度の増加が卓越することを示している。試料温度と塑性粘度との間には、試料温度が10℃~30℃の範囲では、ほぼ直線的な関係が認められる。

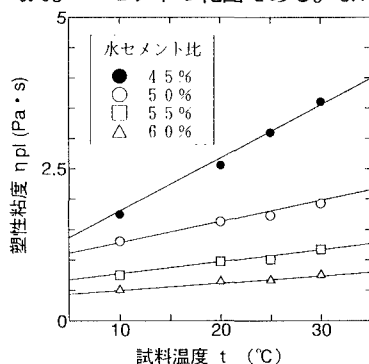


図-1 セメントペーストの温度と塑性粘度との関係

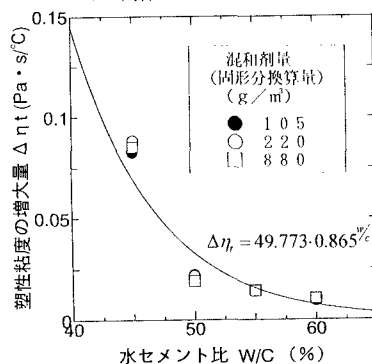


図-2 塑性粘度の増大量と水セメント比との関係

セメントペーストの温度が1℃上昇した場合のそれぞれの水セメント比における塑性粘度の増大量と水セメント比の関係を図-2に示した。塑性粘度の増大量は、混和剤の使用量を変化させてもほぼ同じであることが認められた。水セメント比と塑性粘度の増大量との関係は次式によって表される。

$$\Delta \eta_t = a \cdot b^{w/c} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $\Delta \eta_t$ ：温度1℃の変化に対する塑性粘度の増大量 (Pa・S/℃)、 W/C ：水セメント比 (%)
 a, b ：実験定数 $a=49.773$ 、 $b=0.865$ である。

図-3は、試料の温度と練り混ぜ後の経過時間に伴う単位時間当たりの塑性粘度の増大量との関係を表したものである。塑性粘度の増大量は、水セメント比の小さいものほど、試料温度が大きいものほど大であることが認められる。また、経時変化によって塑性粘度が練り混ぜ直後から直線的に増加する傾向が認められる。単位時間当たりの塑性粘度の増大量は試料の温度の一次関数で表される。

$$\Delta \eta_{ct} = \alpha \cdot t + \beta \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $\Delta \eta_{ct}$ ：練り混ぜ後の経過時間に伴う単位時間当たりのセメントペーストの塑性粘度の増大量 (Pa・s/h)、 t ：試料の温度 (℃)、 α, β ：実験定数であって、その値を表-2に示す。

5、補正方法

試料温度20℃におけるセメントペーストの粘度式を用いてセメントペーストの塑性粘度を求める。セメントペーストの温度が1℃上昇した場合の水セメント比における塑性粘度の増大量を式(1)を用いて求め、20℃のセメントペーストの塑性粘度に加算か、減算して任意の温度における塑性粘度を求める。それぞれの水セメント比において温度補正したそれぞれの温度における練り混ぜ直後の塑性粘度に、式(2)を用いて算出した塑性粘度の増大量を勘案すれば、各水セメント比および温度ごとに、一定の時間が経過した後の塑性粘度を求めることができる。

6、まとめ

セメントペーストの粘度式と、式(1)、式(2)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-3に示す。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、化学混和剤を添加したセメントペーストの塑性粘度は、温度条件や経過時間が変化しても上式を用いればほぼ満足に推定できるものと思われる。

〔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、pp. 71～87、1987
- 2) 村田二郎、菊川浩治：ポルトランドセメン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

表-2 実験定数： α, β

W/C	45%	50%	55%	60%
α	0.014	0.008	0.003	0.001
β	0.178	0.158	0.068	0.051

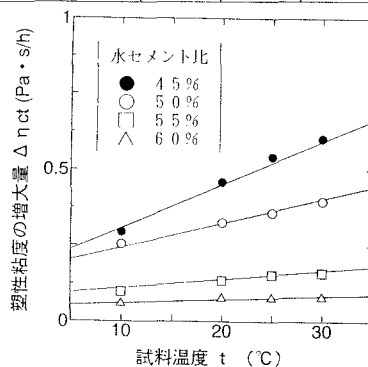


図-3 単位時間当たりの塑性粘度の増大量と温度との関係

表-3 セメントペーストの塑性粘度の推定値と実測値

W/C (%)	実測値A (Pa・s)		推定値B (Pa・s)		A/B	
	20℃	30℃	20℃	30℃		
45	2.41	3.46	1.81	2.89	0.75	0.84
50	1.49	1.78	1.32	1.88	0.89	1.05
55	0.83	1.03	0.76	1.00	0.91	0.97
60	0.50	0.60	0.55	0.66	1.11	1.09