

塩化カルシウム混入によるフレッシュコンクリートのレオロジー

北海道工業大学 正員 大塚 雅生
 正員 堀口 敬
 正員 原田 勝男
 学生員 ○長谷川 哲夫
 〃 平尾 良信

1. 前書き

近年、フレッシュコンクリートのレオロジーに関する研究は、一般にコンクリート施工上の作業性の向上を目的としているが、フレッシュコンクリートに対する応用面での積極的な拡大を望むとすれば、フレッシュコンクリートの時間による力学的性質の変化を考慮し積極的に利用することにより、作業時の柔らかさと構造としての剛さが時間を経て要求される場合の工業材料としての新しい使用法の可能性が生まれる。

このため必要の試料として塩化カルシウムを少量混入しモルタルを取り上げ実験研究し、これまでの研究を検討、考慮し諸因子の変化に対するせん断強さの影響を調べようとした。これを求めるためバーン試験器を用い、モルタル供試体内にセットした羽根(バーン)を回転させ、その抵抗を測定しせん断強さを求めた。

2. 実験方法

a. 実験計画

影響因子として次のような因子を選ぶ3水準のL₂₇型直交配列による実験を行い、その結果について分散分析を行なった。因子と水準は表-1のようである。

表-1

記号	影響因子	単位	水準1	水準2	水準3
F	塩化カルシウム濃度	%	10	30	40
A	水の温度	°C	20	30	40
E	セメント, 細骨材の温度	°C	20	30	40

b. 供試体の説明

表-2

配合比	1:3
水セメント比	40%

表-3

細骨材径	標準砂
供試体径	10cm

表-2, 表-3のFに配合比, 水セメント比, 細骨材径, 供試体径を一定として水セメント, 細骨材をそれぞれ規定の温度にする。これが定まったところでモルタルを製作しバーン試験器に設けた供試体型枠を打ち込む。その作業完了後から硬化時間を計り時間経過1分, 10分, 100分を以て試験を行なった。

c. 装置説明

バーン試験器は(図2-1)にその概略を示す。これは下端に4枚の羽根(バーン)を十字状に取り付けたものである。ロードを試験しようとするフレッシュコンクリートにセットしロードの頂部にトルクを添えて回転させ、その抵抗を測定するものである。(図2-2)はその試験器を示す。

この装置は、フレッシュコンクリートのせん断強度を測定するもので装置にセットされた供試体にモルタルを打ち込み①をばね計りにより引っぱることにより②が回転し供試体中のモルタルをせん断する。

①は、バーンが回転する時に中心を保つ中心固定板である。又②は時間の経過によるせん断強度の変化が大きいため時間別々、それぞれ大ききの異なる3枚の羽根を用いた。

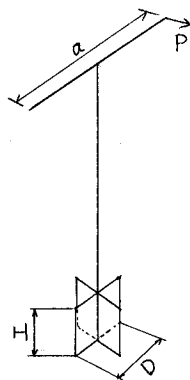


図2-1

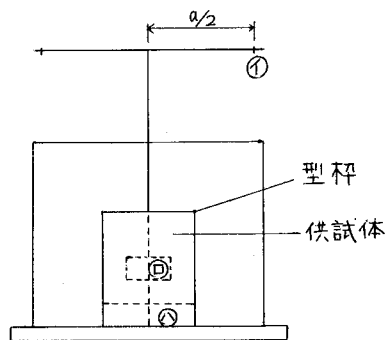


図2-2

3. 実験結果

実験の割付け表と測定結果は次の表のようになる。

表3-1 割付け表

因子NO	実験順序	塩化カルシウム濃度 (%)	水の温度 (°C)	セメント細骨材の温度 (°C)
1	16	10	20	20
2	11			30
3	25			40
4	1		30	20
5	26			30
6	12			40
7	2		40	20
8	9			30
9	8			40
10	24		30	20
11	4	30		
12	27	40		
13	17	30		20
14	22			30
15	20			40
16	21	40		20
17	14			30
18	13			40
19	10	40		20
20	6		30	
21	5		40	
22	18		30	20
23	7			30
24	15			40
25	23		40	20
26	3			30
27	19			40

実験順序；乱数表より決定し実験順序に列する要因を解消するに依る。

表3-2 測定結果

配合(1)；セメント1615.8g、細骨材3047.4g、水498cc、塩化カルシウム102g

水の温度(°C)	20	20	20	30	30	30	40	40	40	
セメント(%)	20	30	40	20	30	40	20	30	40	
計値	1分②	8.5	5.7	7.2	12.8	6.8	5.8	7.4	7.2	6.8
	10分③	3.4	3.4	5.0	4.2	3.8	4.2	3.6	2.7	2.8
	100分④	10.6	14.0	20.4	8.3	13.2	16.4	11.2	14.8	10.2

単位(kg)

配合(2)；セメント967.7g、細骨材2902.3g、水474cc、塩化カルシウム290.3g

水の温度(°C)	20	20	20	30	30	30	40	40	40	
セメント(%)	20	30	40	20	30	40	20	30	40	
計値	1分②	9.4	7.2	8.8	9.0	9.2	9.6	10.4	9.2	8.0
	10分③	8.2	13.2	13.6	5.6	4.8	10.8	4.8	6.0	10.2
	100分④	13.6	15.0	16.0	14.6	19.2	20.8	20.0	20.2	20.6

単位(kg)

配合(3)；セメント945g、細骨材2835.4g、水463.1cc、塩化カルシウム377.9g

水の温度(°C)	20	20	20	30	30	30	40	40	40	
セメント(%)	20	30	40	20	30	40	20	30	40	
計値	1分②	4.4	3.6	5.2	5.0	5.0	3.8	4.6	3.2	4.8
	10分③	5.0	8.6	5.8	9.0	13.0	9.8	5.2	5.6	6.2
	100分④	10.8	8.4	14.4	14.8	10.2	12.4	14.4	19.0	20.0

単位(kg)

バーンの大きさ

単位(mm)

	D	H
②	37	9
③	42	23
④	72	50

この分散分析によるF検定を行なう。

1) 1分の場合

分散分析表

要因		自由度	F値	有意判定
塩化カルシウム濃度	F	2	32.17	**
水の温度	A	2	1.00	
セメント, 細骨材の温度	E	2	4.24	*
残差	e	20		

尚, **は1%, *は5%危険率による有意判定の結果を示す。
主効果は因子別にグラフで表わすと図-1, 図-2のようになる。

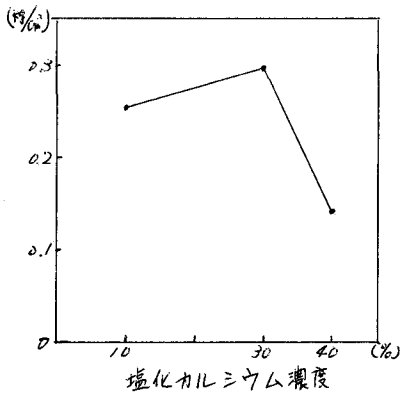


図-1

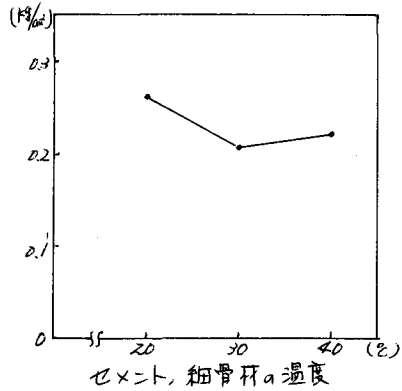


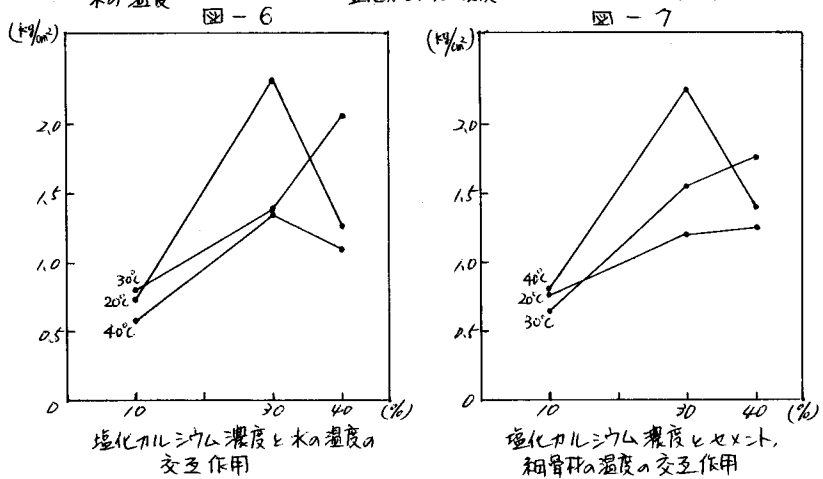
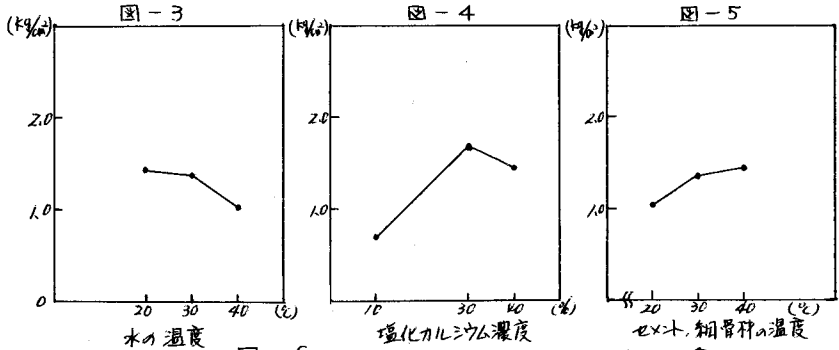
図-2

2) 10分の場合

分散分析表

要因		自由度	F値	有意判定
塩化カルシウム濃度	F	2	39.39	**
水の温度	A	2	8.42	**
セメント, 細骨材の温度	E	2	6.95	**
交互作用	A×F	4	9.97	**
交互作用	E×F	4	5.66	**
残差	e	12		

尚, **は1%危険率による有意判定の結果を示す。
主効果は因子別にグラフで表わすと図-3~図-7のようになる。



3. 100分の場合

分散分析表

要因		自由度	F 値	有意判定
塩化カルシウム濃度	F	2	13.33	**
水の温度	A	2	8.00	**
セメント, 細骨材の温度	E	2	5.84	*
交互作用	A × F	4	3.04	*
残差	e	16		

前, **は1%, *は5%危険率による有意判定の結果を示す。

主効果因子別にグラフで表わすと図-8~図-11のようになる。

4. 実験結果とその考察

分散分析の結果は塩化カルシウム濃度の寄与率が1分, 10分, 100分それぞれ各要因中で最も大きな値であり、グラフで見ると塩化カルシウム濃度30%付近でせん断強さに対する最適塩化カルシウム濃度が存在するものと思われる。またセメント, 細骨材の温度は10分で1%危険率有意水準を1分, 100分で5%危険率有意水準を満足している。グラフで見ると1分では温度が高くなるとせん断強さは小さくなるが10分, 100

分では温度が上昇すればせん断強さも大きくなる。

水の温度では10分、100分それぞれ水温度に対するせん断強さの変化が反対である。10分では高温になるほどせん断強さは小さくなるが100分では全く逆である。

次に交互作用から見ると塩化カルシウムと水の温度の場合10分、100分それぞれ1%、5%危険率有意水準を満足している。10分の時、塩化カルシウム濃度30%で水の温度は20℃の時が最もせん断強さが大きくなる。また100分時は塩化カルシウム濃度30%で水の温度は40℃のものが最もせん断強さが大きい。塩化カルシウム濃度とセメント、細骨材の温度の交互作用は10分時に1%危険率有意水準を満足している。グラフで見ると塩化カルシウム濃度30%でセメント、細骨材温度40℃のものがせん断強さが最も大きかった。又塩化カルシウム濃度10%の場合、水とセメント、細骨材の温度による影響は見られず、ほとんど一定である。

5. まとめ

この実験中において塩化カルシウム濃度がすべて1%危険率有意水準を満足している。塩化カルシウム濃度30%付近では塩化カルシウムの増加に対してせん断強さが小さくなっている。これは塩化カルシウムが空気中の水分を吸収してモルタルを柔らかくしたもののと思われる。

