

塩化カルシウム混入フレッシュコンクリートのレオロジイ

北海道工業大学 正員 犬塚 雅生
 正員 堀口 敬
 正員 原田 勝男
 学生員 〇中井 康隆
 学生員 平野 充

1. まえがき

現在、一般的に行なわれているフレッシュコンクリートのレオロジイに関する研究は、コンクリート施工上の作業性の向上をはかることを主眼としているようである。しかし時間により、フレッシュコンクリートの力学的性質が変化することを考慮しないわけにはいかない。例えば、氾濫河川に対する急速築堤や欠壊土砂に対する急速工留めのように、作業時における柔らかさを構造としての剛さが時間を経てて要求されるのである。これに必要な試料として、塩化カルシウムを混入したモルタルを取り上げ実験研究した。著者らは前回、その基本の方針を発表したが、今回は前回の研究結果を十分検討、考慮し、データとして、みかけのせん断弾性係数、最終強度、針入度、24時間強度を求め、諸因子の変化における影響を得ようとしたものである。

2. 実験方法

①実験計画；影響因子としては、表2-1のように3因子を選び3水準のL27型直交配列による分散分析を行なった。

表2-1 影響因子と水準

記号	影 響 因 子	単 位	水準1	水準2	水準3
G	塩化カルシウム濃度	%	10	30	40
H	水の温度	C°	20	30	40
E	セメント、細骨材の温度	C°	20	30	40

②実験方法；表2-2のように配合比、水セメント比と、表2-3の細骨材径、供試体径を一定として、水を電熱器により規定の温度にし、同時にセメント、細骨材を規定の温度にする。それらが定まったところでモルタルを練り写真のような装置に打ち込む。モルタル打ち込み時と同時に全供試体とも針入度試験器により沈下量を規定の値にし、硬化時間をばかり、それより1分、10分、100分、それぞれ経過してから荷重を加える。

配合比	1 : 3
水・セメント比	40%

表2-2

細骨材径	標準砂
供試体径	10 cm

表2-3

この装置は、コンクリートのみかけのせん断弾性係数の測定のためのものであるが、特殊な形の鉄筋を供試体の中にコンクリートと共にセットしその鉄筋を引張ることによってコンクリート面の相対的せん断弾性係数を求めることにした。測定値としては、引張荷重により、どの位、初期接触面が移動したかを記録した。その長さはダイヤルゲージによって読みとった。また、みかけのせん断弾性係数とした理由は、完全なコンクリートのせん断変形ではなく、その中には鉄板も含まれていること、及びそのせん断力が傘状の変断面に分布するためである。こうして求められた値は、構造的剛性の比較として用いようとするものとなり、従って、せん断弾性係数の相対的な値を示す。

みかけのせん断弾性係数のほかに、データーとして24時間強度、最終荷重、針入度を求めた。このことは、まえがきで述べているように、前回の研究結果を、十分参考にした上での、データーをとったものである。

L₂₇直交表による因子の割り付け
 実験順序は乱数表により決定し、実験順序
 により生じる影響を解消するように努めた。

NO	実験順序	G(%)	H(c°)	E(c°)
1	16	10	20	20
2	11	10	20	30
3	25	10	20	40
4	1	10	30	20
5	26	10	30	30
6	12	10	30	40
7	2	10	40	20
8	9	10	40	30
9	8	10	40	40
10	24	30	20	20
11	4	30	20	30
12	27	30	20	40
13	17	30	30	20
14	22	30	30	30
15	20	30	30	40
16	21	30	40	20
17	14	30	40	30
18	13	30	40	40
19	10	40	20	20
20	6	40	20	30
21	5	40	20	40
22	8	40	30	20
23	7	40	30	30
24	15	40	30	40
25	23	40	40	20
26	3	40	40	30
27	10	40	40	40

表2-4 割り付け表

データの求め方；① みかけのせん断弾性係数の求め方

P；引張力

H；接解長さ

D；鋼板直径

R；モルタル厚さ

d；変位量

作用面積 $A = \pi D H$

G；みかけのせん断弾性係数

$\tau = G\gamma$ より

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{P/A}{d/R} = \frac{PR}{Ad}$$

の装置の説明；みかけのせん断弾性係数を求める
 ため写真のような装置で実験を行なった。

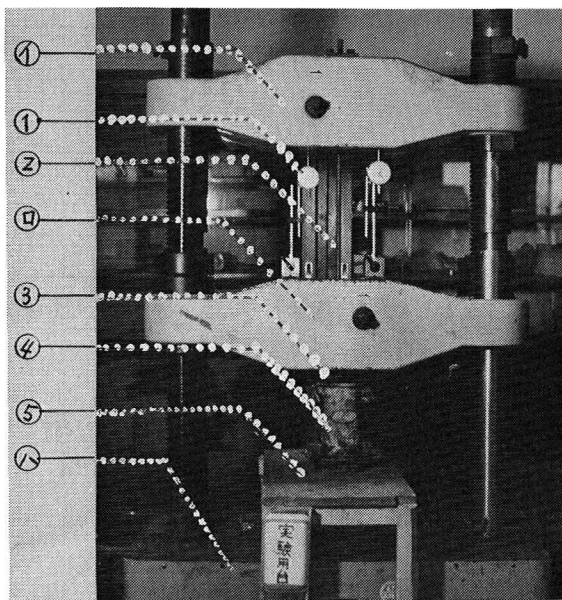


写真-1 実験装置

①；ダイヤルゲージ, ②；鉄筋 ③；鋼板

④；供試体, ⑤；木台

①と④が同時に上へ移動し、口は固定されている。イに固定されている鉄筋が、①と④の移動により供試体の中のコンクリートを引張る。そのときの変位をダイヤルゲージが読みとる。また、その時、供試体からコンクリートがすべり抜けてはこまるため、ふたとして鋼板をセットする。木台は、供試体をのせるためと、その他に④が上方へ移動するため、供試体との間に、ある程度の間隔がなければならないため その保護のためのものでもある。

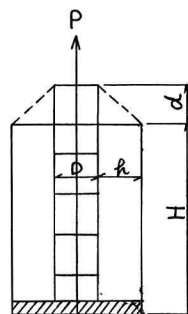


図-2-1

- ②. 最終荷重の求め方; 引張りに於ける破壊時の荷重をデータとしてとった。
- ③. 針入度の求め方; 針入度の試験器具により、沈下量を20mmと定め、打ち込み時から沈下量20mmまでの時間をデータとしてとった。
- ④. 24時間強度の求め方; モルタル用供試体にモルタルを打ち込み、24時間経過した時の圧縮強度をデータとしてとった。

3. 実験結果

判定

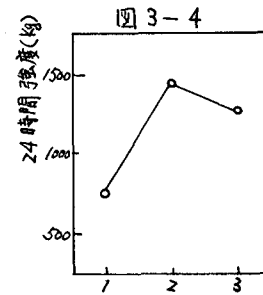
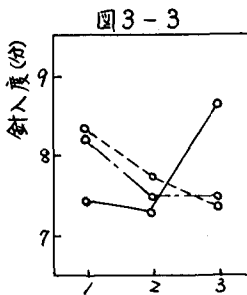
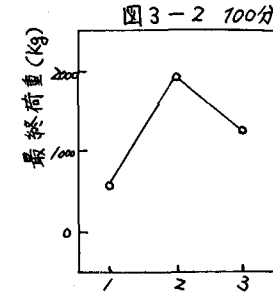
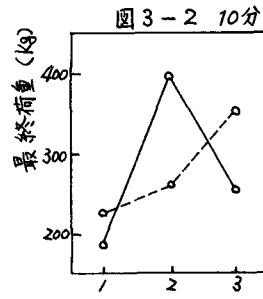
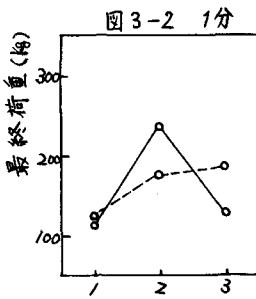
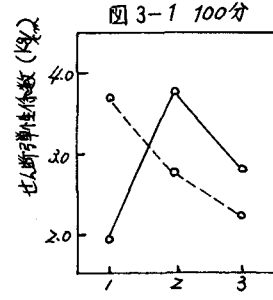
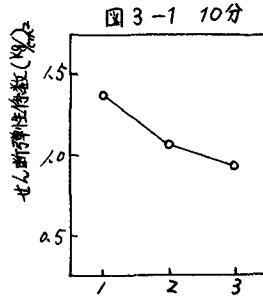
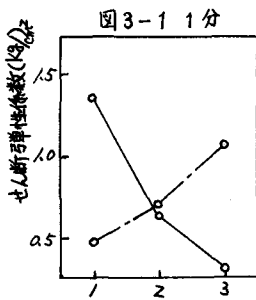
記号	せん断弾性係数, 1分	せん断弾性係数, 70分	せん断弾性係数, 100分	最終荷重, 1分	最終荷重, 10分	最終荷重, 100分	針入度	24時間強度
G	**	*	**	**	**	**	**	**
H	**						*	
E			**	*	**		*	

表3-1

* → 5%危険率有意水準
** → 1%危険率有意水準

G	モルタル濃度
H	水
E	砂

表3-2



このグラフは、縦軸にそれぞれ、せん断弾性係数、最終荷重、針入度、24時間強度をとり、横軸(1, 2, 3)は水準を示している。

グラフからの結果と考察

最終荷重について分散分析を行なった結果、塩化カルシウム濃度の寄与率が100分で61.7%であり、各要因中で最も大きな値をとった。1分では44.8%、10分では39.0%であった。

この要因と最終荷重との関係をグラフにしてみると、塩化カルシウム濃度30%付近で、最終荷重に対する最適塩化カルシウム濃度が存在するようである。また、セメント・細骨材の温度は、1分、10分でそれぞれ5%、1%危険率有意水準を満足している。グラフからみると、温度が上昇すればするほど最終荷重は大きくなるようである。(図3-2)

次にみかけのせん断弾性係数からみると、塩化カルシウム濃度で、1分は危険率1%で有意、10分は危険率5%で有意、100分は危険率1%で有意水準を満足している。グラフからみると、1分、10分では塩化カルシウム濃度0%から10%の間に最適塩化カルシウム濃度が存在すると思われる。水の温度は、1分で1%危険率有意水準を満足している。グラフでみると、温度が上昇すればするほど、みかけのせん断弾性係数も増していくようである。セメント・細骨材の温度は、100分で1%危険率有意水準を満足している。(図3-1)

次に針入度からみると、塩化カルシウム濃度が1%で危険率有意水準を満足している。グラフでみると、塩化カルシウム濃度30%付近に最適塩化カルシウム濃度が存在するようである。水の温度は、5%危険率有意水準を満足し、温度30°付近から最適温度が存在するようである。セメント・細骨材の温度は、5%で危険率有意水準を満足している。これは、水の温度同様温度を上げれば上げるほど硬化時間が早くなるようである。(図3-3)

次に24時間強度をみると、塩化カルシウム量は1%で危険率有意水準を満足している。グラフによると、塩化カルシウム濃度30%付近で、最適塩化カルシウム濃度が存在するようである。(図3-4)

4. まとめ

全実験を通して、3要因中塩化カルシウム濃度が全実験とも、1%、あるいは5%危険率有意水準を満足している。しかし、塩化カルシウム量の増加に反して、みかけのせん断弾性係数の値が減少してきている。このことは、塩化カルシウム量が多量だったため、水と反応し、空気中の水分を吸収して、モルタルが柔らかくなったためだと思われる。今後の課題として、塩化カルシウム量をもっと小さな範囲、つまり0%から10%程度の範囲にとることが必要である。

参考文献

- 1) 田口玄一著「実験計画法」 丸善
- 2) 國分正雄著「土木材料実験」 技報堂
- 3) 土木学会北海道支部、論文報告集 第32号 昭和51年2月