

石膏混練液のスプレーについての考察

— 半水石膏の凝結遅延について —

中 谷 豊 治

要 旨

造形作業およびポリスチレン発泡体の性質から生ずる表面の空隙凹凸部を補正し、滑面を得る手段として石膏混練液をスプレーガンにより吹付けそのための諸条件として室温、液温、遅延剤の濃度、種類、スプレーガン中に残留すると考えられる2水石膏の量等を変え、実験検討した。その結果本実験の範囲内では、

遅延剤ペプトン液および膠液とも僅かの濃度差により遅延時間を大きく変化させ、かつ他の因子に比べ非常に高い寄与率となった。

室温、液温の上昇とともに遅延剤ペプトンを使用した場合は、半水石膏混練液の遅延時間を短縮させる傾向を示し、膠を使用した場合は、逆に遅延させる傾向を示した。

室温、液温、残留2水石膏の量および相互作用の一部が検定結果有意となったが、寄与率が非常に低く吹付作業においては無視しても差し支えないようである。

塗布面の肌はある吹付条件下で特にユズ肌が激しく現われた。

1. 緒 言

工業デザインの過程でモデリングは、形態、構造、機能、彩色等の検討および伝達を図る具体的な手段として、企業ではもちろん、学校教育においても欠かすことのできない過程の一つである。これに使用される材料は雑多であるが、従来から粘土、油土、石膏等が主に使用され、最近これらに加えて硬質ウレタン発泡体、ポリスチレン発泡体等が使用されるようになってきた。特に本学工業デザイン専攻においては、ポリスチレン発泡体の使用が最も多く、従来から使用されてきた粘度は全くといってよい程陰をひそめてしまった。その主な原因は、造形過程における移動の自由に対し制約を受け、従って各種方向からの検討が困難

なこと、また骨組等の補強工作需要であり、作業中における乾燥割れ、貯蔵に対しても配慮せねばならない等、もちろん発泡体では繊細な造形の検討を望むことは不可能であるが、スプール、ボート等大型ポリエステル成形用原形の製作には好都合な材料といえる。しかしこの材料も造形過程における作業上、また発泡体自体の性質上、仕上げ面に空隙部分が甚だしく生じ、この欠陥部を補い、かつ稜線等の修正をするため表面に石膏を刷毛、ヘラ等で塗布し、耐水ペーパー等で研磨滑面を得ようと作業を進めているのが現況で、特にボート等の大形製品の原形では、一定の膜厚に石膏を被覆することは大変技術的に至難なことであるとともに多くの時間を費やさねばならない。このことについて合理的に施行出来ると思われる手段として、石膏混練液のスプレー法が考えられる。

従来より適正混水量による石膏混練液程度の粘性液に対するスプレーは特に困難なことはなく、幸い石膏混練液自体は揺変性であるため立面に対する流れについては、塗布量にもよるが混練液自体の性質により特別の操作を必要とせず防止出来問題はスプレーガン内での石膏の凝結硬化を避けかつ塗布面積、作業能率を考慮に入れた凝結遅延時間の調整が容易に正確に実施可能でなければならない。また粘稠度の高い混練液を内圧スプレーガンにより吹付けるのであるが、揺変性が付与されていることはとりもなおさず流展性が劣ることになり、ガンの構造、調整いかんにより粉霧塗粒が著しく荒く、かつ深い凹凸が発生し、仕上げ研磨を困難にする恐れも十分考えられる。

そこで

- ・石膏混練液の凝結硬化時間を調整するための諸条件の確立
- ・スプレー操作における圧力、粘稠度スプレーガンの構造等についての検討

の2項目について考察することとした。

今回はスプレー作業を前提としての石膏混練液の凝結遅延に関し、室温、液温、凝結遅延剤、残留2水石膏等の影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

焼石膏の遅延、促進剤についての報告は数多く有るが、これらを使用する場合において、例えば本学のごとき造形教育の場に応用する場合当然なことながらそれを使用する周囲の環境因子との関連性を考慮せねばならない。特に本実験のごときスプレーガンによる吹付作業を実施する場合、作業能率を考慮した凝結遅延時間の把握が非常に大切な問題といえよう。遅延時間の把握を誤り、スプレーガン内での凝結硬化は致命的といわねばならない。

本実験に使用した遅延剤は、膠、ペプトンの2種類とし、さらにスプレーガン使用後の洗浄いかににより、カップ、ノズル等に僅かながら2水石膏の残留が考えられる。これらの残留物は半水石膏混練液の凝結硬化を促進させる作用があるのでその影響、さらに室温、液温等作業環境を勘案し実験を進めた。

なお実験において膠水液使用の場合、室温膠液温4水準(A₁~A₄)、2水石膏の残留量3水準、(B₁~B₃) 膠液濃度3水準(C₁~C₃)とし、ペプトン液については、室温ペプトン液温3水準(A₁~A₃)、2水石膏の量3水準(B₁~B₃)、ペプトン液濃度3水準(C₁~C₃)とし、室温法液温を一次単位、他を2次単位の因子として分割により実験解析した。

2.1 供試料

2.1.1 CaSO₄・½H₂O

丸石石膏株式会社製陶磁器型材用焼石膏特級品

2.1.2 CaSO₄・2H₂O

上記半水石膏を適正混水量にてJ I S, R911 2—1959 に準じ混練、硝子板に流し約5mm厚とし、凝結硬化後40°C恒温器内で24時間乾燥放冷後微粉末とし、50メッシュファイルに通過したものをスプレーガン内残留石膏と仮定し使用に供した。なお残留石膏の量を第1表のごとくに設定した。

2.1.3 ペプトン水液

石津製薬株式会社製ペプトンを第2表の濃度の水溶液として石膏の混練に使用した。

2.1.4 膠水液

市販3千本膠を粉碎し第2表の濃度の膠水液を作り、これを使用に供した。なお膠水液は、膠を約半日水に浸漬、膨潤したものをさらに80°Cで約20分攪拌しながら加温、溶解したものを。

第1表

ペプトン水液使用の場合		膠水液使用の場合	
記号	CaSO ₄ ・2H ₂ O(%)	記号	CaSO ₄ ・2H ₂ O(%)
B ₁	0 (0)	B ₁	0 (0)
B ₂	0.05 (0.015)	B ₂	0.05 (0.016)
B ₃	0.1 (0.03)	B ₃	0.1 (0.032)

記 CaSO₄・2H₂Oの量は混水量に対する重量比 () 内は重量 (g) で示した数値

第2表

記号	ペプトン液濃度 (%)	記号	膠液濃度 (%)
C ₁	0.03	C ₁	0.05
C ₂	0.05	C ₂	0.1
C ₃	0.07	C ₃	0.15

2.2 試験条件

2.2.1 室温、液温の条件

室温に対するペプトンおよび膠液の温度は下記の条件により実施した。

記号	室温・ペプトン液温 (°C)		記号	室温・膠水液温度 (°C)	
	室温	ペプトン液温		室温	膠水液温度
A ₁	15±1	10±1	A ₁	15±1	10±1
A ₂	20±1	15±1	A ₂	20±1	15±1
A ₃	30±1	20±1	A ₃	25±1	20±1
	—	—	A ₄	30±1	25±1

2.2.2 石膏混練条件

1) 膠水液使用の場合

100ccの硝子製ビーカーに定められた液温、濃度の膠水液33ccを投入、2水石膏を水準に従い膠水液中に混入し軽く攪拌、直ちに半水石膏50gを投入し5mmφ硝子棒にて約1分30秒攪拌

その速度は1分間に約100回程度とする。

2) ペプトン水液使用の場合

100 ccの硝子製ビーカーに定められた液温、濃度のペプトン水液30ccを投入、他の条件は膠液に準ずる。

注 上記膠およびペプトン混練液量は陶磁器型材用セツコウの物理試験法J I S 9112—1959に準じ測定した。ただし混練液は0.05%膠水および0.03%ペプトン水液を使用した。

2.3 試験法

石膏を投入し、攪拌開始と同時に時間測定を開始し、攪拌終了後も時々ビーカーを傾斜し、混練液の流動が傾斜角約135度で停止状態になったその時の時間を終点とし、その間に要した時間を凝結遅延時間と仮定し測定した。

3. 実験結果および考察

実験結果についての測定値を第3表、第4表に示した。第1図、第2図はこれをグラフにしたものである。また分散分析表を第5、第6表に示し、第3、第4図は分散分析の結果有意差が認められた因子についての平均値を推定した結果を示す。

遅延剤ペプトンについては第5表に示す通り主効果A、B、C交互作用A×C間に有意差が認められ、ともに遅延および促進作用に影響のあることを示す。

因子Cは第5表および第3図で明らかなごとく寄与率においては約90%を占め、濃度の僅かの差が凝結遅延時間を大幅に変化させている。

第5図は本実験に供した因子Bの変化に対する半水石膏の凝結促進についての追加実験で、因子Bの量が多くなるにつれて直線的に遅延時間が短縮されている。実際の吹付作業においても洗浄後残留した2水石膏が多少混入するものと仮定せねばならず、従って当然な現象であるが半水石膏混練液の凝結促進作用を促がすわけで、スプレーガンの洗浄が一応正常に実施されているならば、カップ、ノズル内に残留する2水石膏がカップ内に投入される混練液の混水量に対し図に示されたごとく1.2%近くも残留するとは考えられない。しかし0.1%程度の残留は有り得ると考え要因として3水準実験に加えたもので、第5表に示すご

とく危険率1%で有意となったが、寄与率は1%程度で実際の作業においては全く無視出来また交互作用A×Cにおいても寄与率が低く同様な考えが出来る。

因子Aの影響は、因子Cとは逆の作用を示し、因子Bと同様凝結遅延時間を短縮させ寄与率において約8%を占め、因子Bの1%に比べ大きな効果があるといえる。しかし実際の作業においてはその影響は微々たるもので、作業時間の予定を多少短縮すれば特に問題にならないと考える。また本実験において1次誤差が有意となったが、実験全体から見た場合それほど問題を提起するようには思えない。

膠液についても第6表に示すごとく主効果A、B、Cおよび交互作用A×C、B×C共に有意となった。

因子Aについて第4図に示されているごとくペプトンの場合と全く異なり、因子Aの上昇にともない凝結遅延時間が遅延される傾向を示した。なおA、B、A×C、B×Cともに寄与率は僅少でスプレー作業において全く無視出来ると考える。

因子Cはペプトン同様非常に大きな効果を示し因子の僅かの変化が遅延を大きく左右している従ってペプトン、膠とも濃度管理が不適當であると思われぬ失敗を招く結果となる。数回の実験で判明したのであるが、遅延剤濃度を高くし過度な遅延延長を図った場合時間が経るに従って混練液の下層部に部分的沈澱凝結を起すようで、スプレー作業に大きな支障を来たす原因にもなり、またスプレー後の石膏被膜の硬化が遅きに失し、作業性の面で非能率的となり望ましいことではない。被塗物の大きさに応じ作業能率を勘案して遅延を図るべきである。数回のスプレー操作結果、スプレーガンの洗浄等に要する時間を含めて約1時間程度が妥当に思われる。また使用石膏の原料の種類製造条件等により遅速のずれがあることは避けられないので、予め概略の遅延時間を把握し作業に移ることが望ましい。

第3表 (遅緩剤ペプトン液)

遅緩時間 (分) R₁

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	29	28	28	24	23	23	20	17	14
C ₂	46	48	44	42	37	34	37	35	31
C ₃	74	72	69	65	61	53	59	57	54

第4表 (遅緩剤膠液)

遅緩時間 (分) R₁

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃			A ₄		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	27	27	25	29	28	25	29	63	27	33	31	31
C ₂	58	57	54	62	60	57	97	28	64	69	67	65
C ₃	88	87	84	94	87	85	58	87	82	100	96	95

遅緩時間 (分) R₂

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	29	27	26	26	24	21	20	18	16
C ₂	49	47	45	46	45	41	37	34	32
C ₃	74	71	67	68	65	64	63	57	52

遅緩時間 (分) R₂

C \ A \ B	A ₁			A ₂			A ₃			A ₄		
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃
C ₁	27	26	26	30	27	26	63	29	23	33	31	31
C ₂	55	55	46	29	60	54	60	61	57	71	65	64
C ₃	86	84	85	94	87	76	92	89	82	101	97	96

記 A : 室温ペプトン液温
 B : 2水石膏の残留量
 C : ペプトン水液濃度
 R : 反復

記 A : 室温、膠液温
 B : 2水石膏の残留量
 C : 膠水液濃度
 R : 反復

第5表 (遅緩剤ペプトン液)

分散分析表

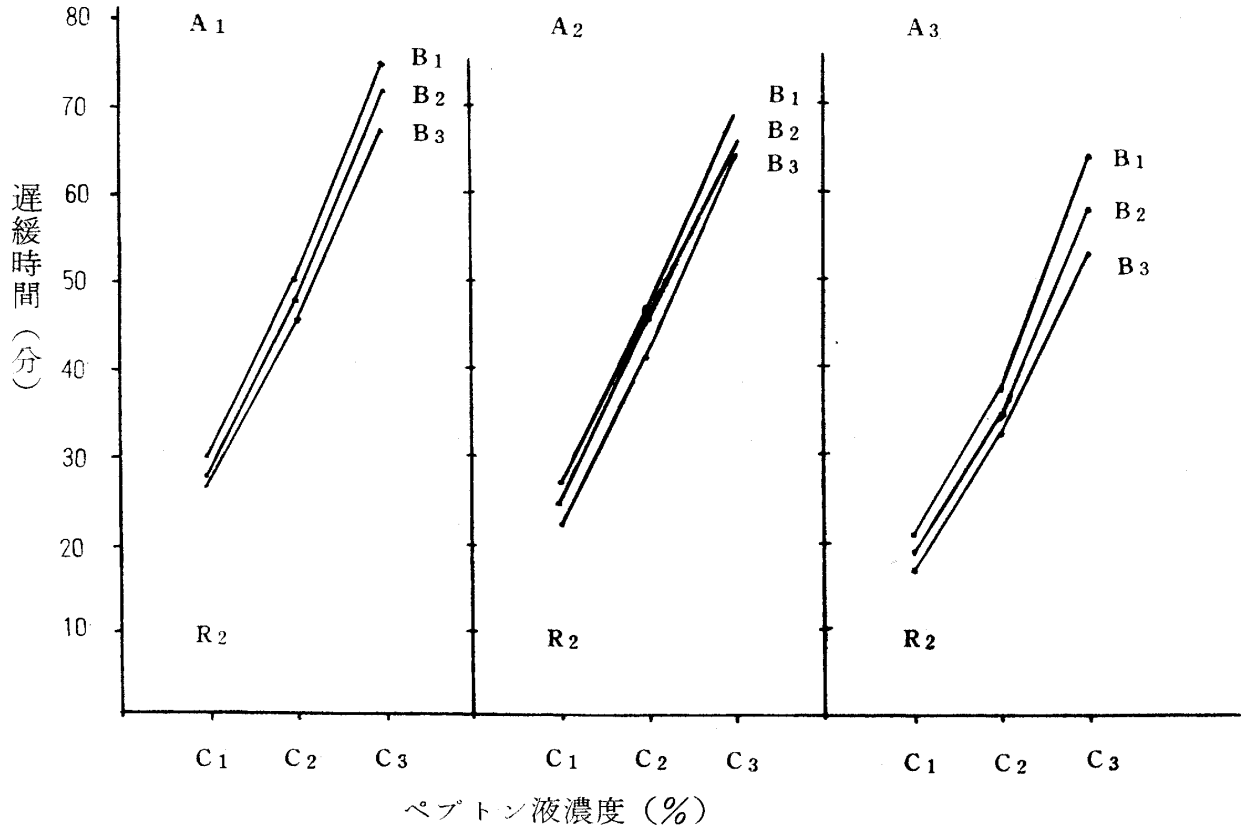
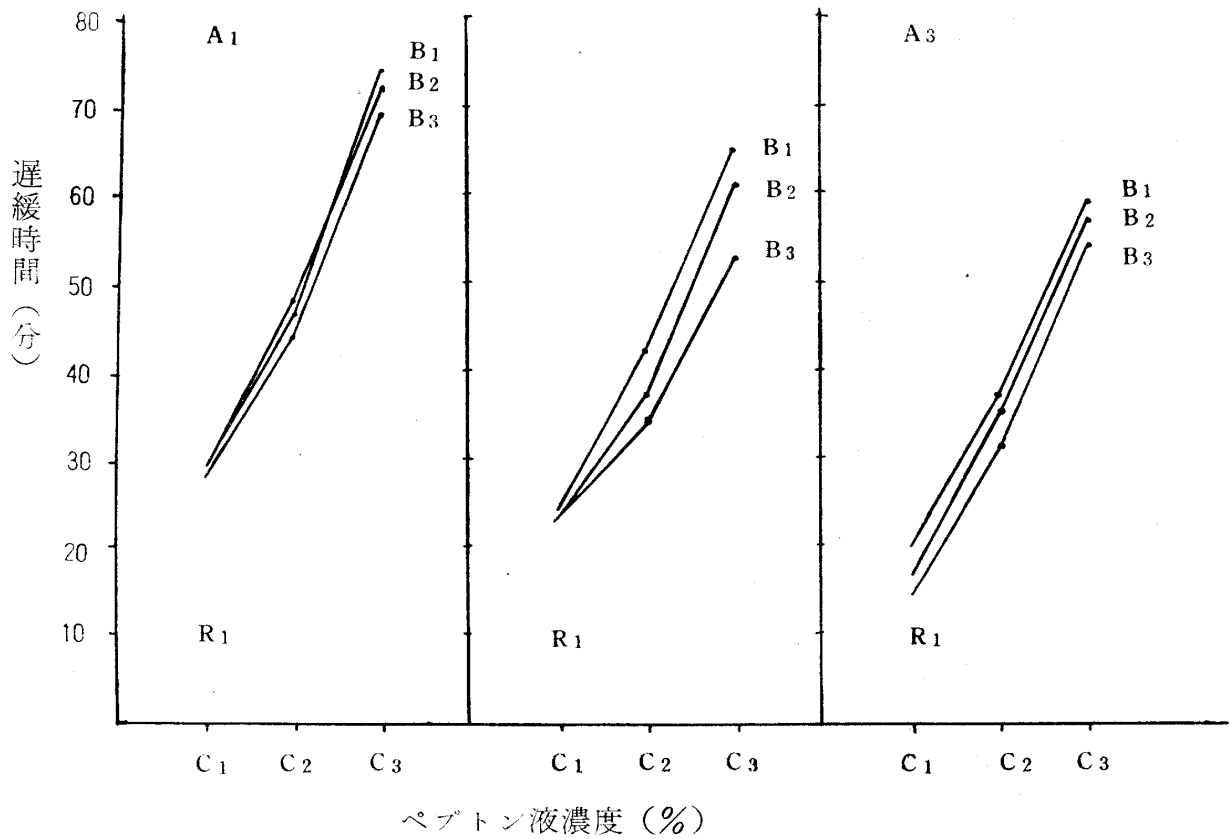
要因	S. S.	d. f.	m. S.	F ₀	ρ (%)
A	1345	2	672.5	24.606***	7.96
E ₁	82	3	27.33	8.75 **	0.43
B	247	2	123.5	39.58 ***	1.43
C	14973	2	7486.5	239.95***	89.06
A × C	33	4	8.2	2.628*	0.12
E ₂	125	40	3.12		1.0
計	16805	53			100

第6表 (遅緩剤膠液)

分散分析表

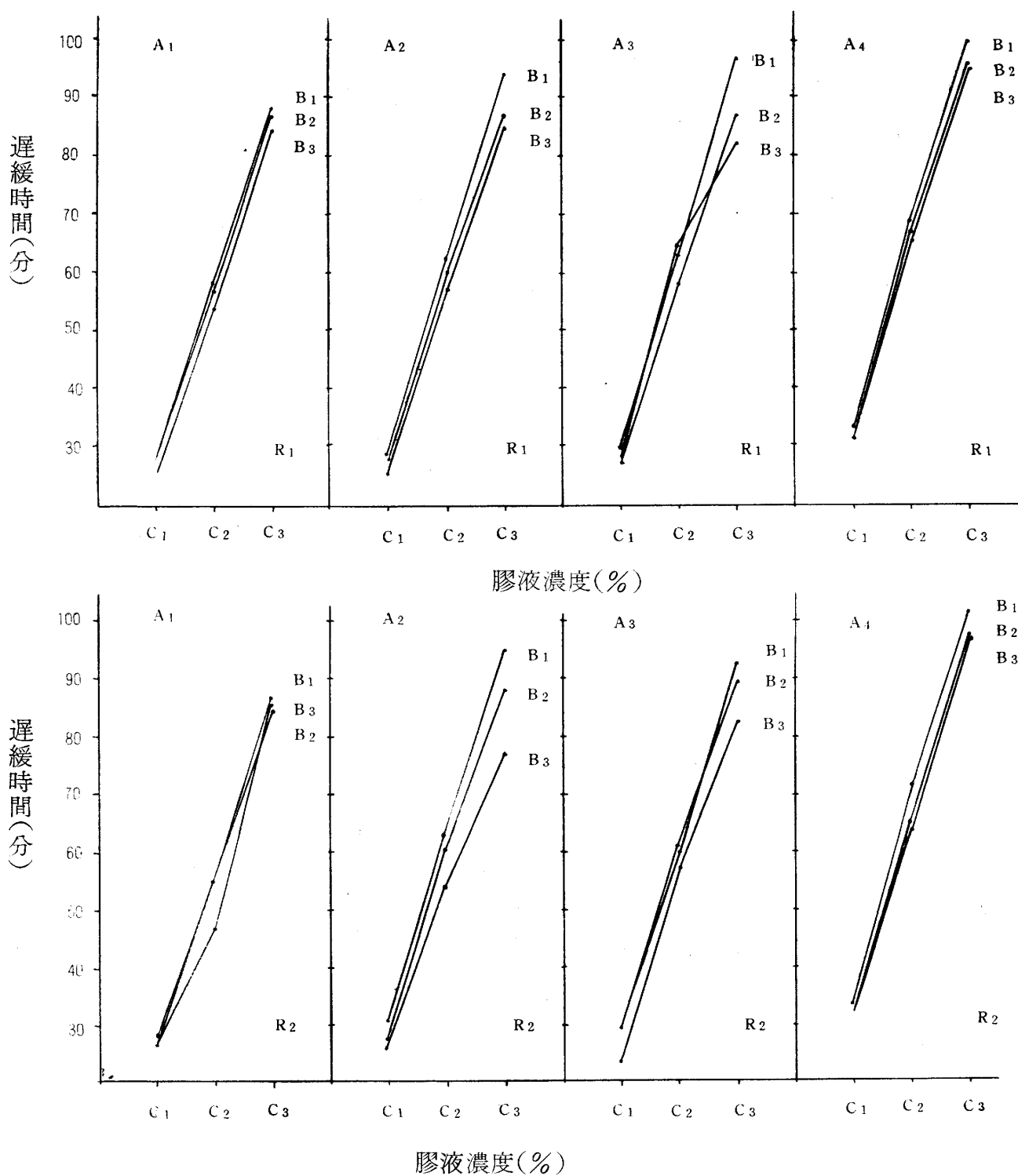
要因	S. S.	d. f.	m. S.	F ₀	ρ (%)
R	20.06	1	20.06	3.88	
A	966.73	3	322.24	62.32 ***	2.02
B	352.12	2	176.06	34.05 ***	0.72
C	45228.12	2	22614.06	4374.09***	96.12
A × C	135.08	6	22.51	4.35 ***	0.21
B × C	64.08	4	16.02	3.09 *	0.08
E	274.43	53	5.17		0.85
計	47040.62	71			100

第1図 (遅緩剤ペプトン液)



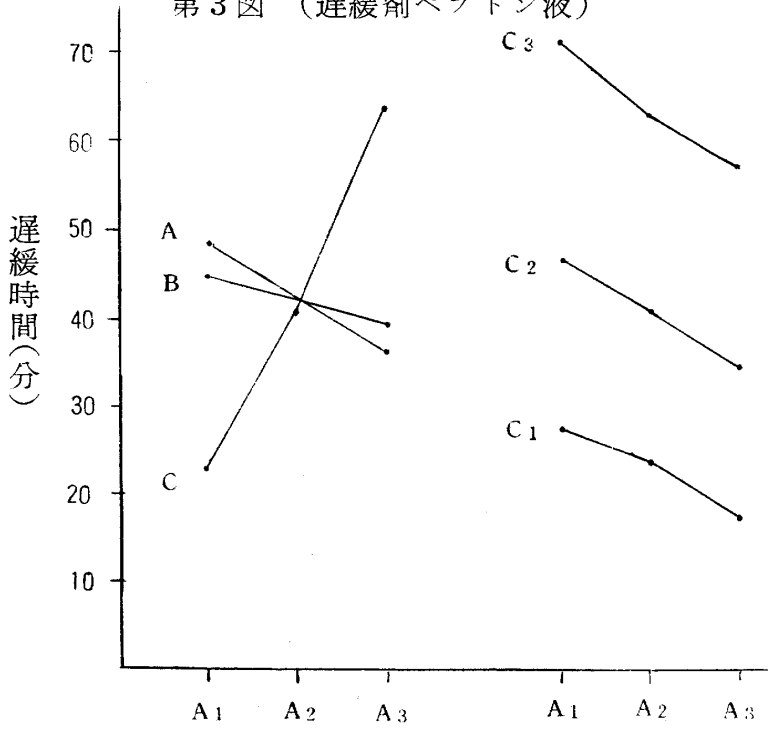
註記 A₁~A₃: 室温、ペプトン液温
 B₁~B₃: 2水石膏残留量
 R₁~R₂: 反復

第2図 (遅緩剤膠液)

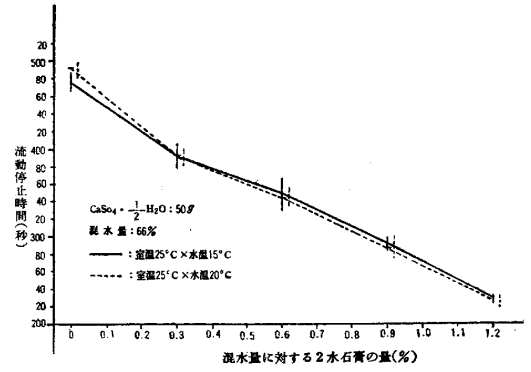


註記 A1~A4: 室温、膠液温
 B1~B3: 2水石膏残留量
 R1~R2: 反復

第3図 (遅緩剤ペプトン液)

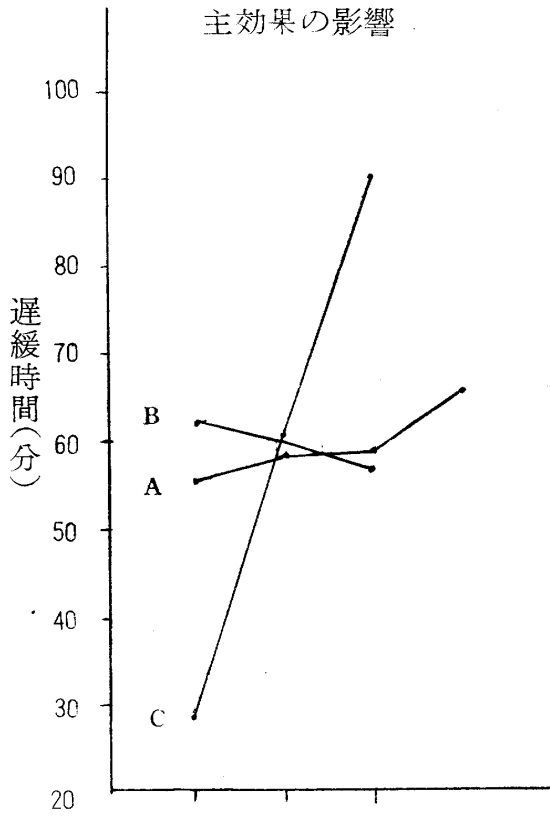


第5図 2水石膏の凝結促進作用

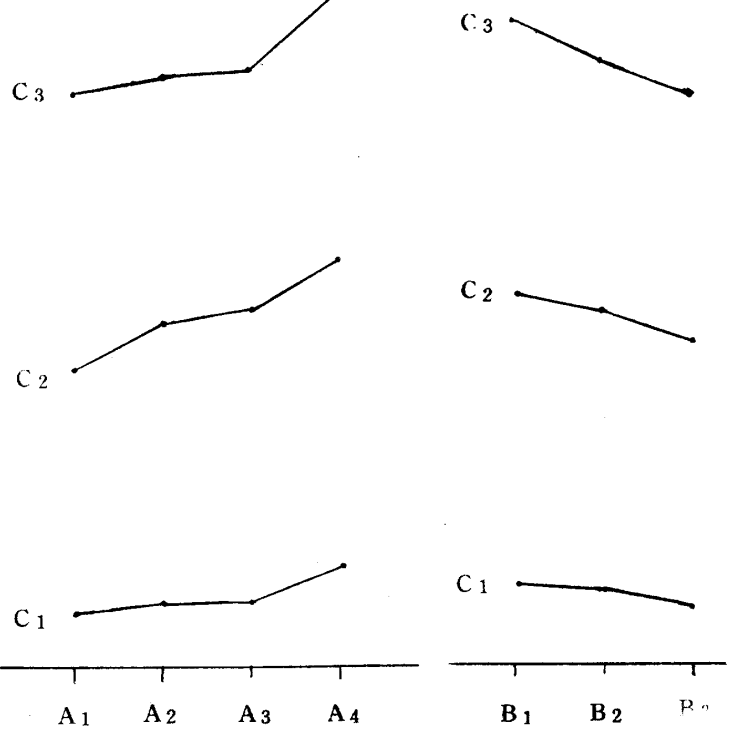


交互作用の影響

主効果の影響



第4図 (遅緩剤膠液)



交互作用の影響

主効果の影響

4. 結 言

考察の項でも述べたが、本実験の範囲内では遅緩剤と環境因子との関連性について殆んど影響がなく無視できると考えるので、現在これらの条件を無視して明治株式会社製内圧スプレーガン（MC-S Z2.5mm）により、ポリエステル樹脂、硝子繊維による積層成形のための発泡スチレン利用による4人乗ボート原形の表面仕上げ1台、同材利用によるスツール原形10脚を実施、ほぼその目的を達成しているが、スプレーガンの機構上に多

少問題が有り、実験当初懸念していた吹付肌の凹凸が或る条件下において激しく発生するのでこの問題についてなお検討中である。終りに本実験実施に当り実験の御援助を頂いた工業試験場繊維部勤務の松本義隆氏および平野拓夫デザイン設計事務所勤務の円角秀世君に厚く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 山田保、伊藤要、玉井達晏 石膏と石灰No.102 (1969)
山田保 石膏と石灰No.91 (1967)
永井彰一郎、関谷道雄、小泉定治郎 窯協 1950—6
石膏石灰研究会編 石膏石灰便覧 技報堂