

Sodium Alginate-CaSO₄·1/2H₂O 彈性體의 生成速度 및 彈성에 미치는 金屬酸化物的 影響

釜山大學校 文理科學 化學科

申 洪 大 · 許 淵 · 金 恩 植

(1964. 10. 31 受理)

The Effect of Metallic Oxides on the Formation Rates and Rigidities of the Elastic Sodium Alginate-CaSO₄·1/2H₂O Gel.

by

Department of Chemistry, Pusan National University

Hong Dae Shin, Yeonn Huh, Uun Sik Kim

(Received Oct. 31, 1964)

Abstract

The time-lag-effect of alkali salts on the gelation of sodium alginate—CaSO₄·1/2 H₂O is compared with Miyake's data, and then the formation rate of the elastics measured by the continuous method (an improved Schwedoff's method) and the change of rigidity with metallic oxides are studied as follows:

(1) The gelation processes of sodium alginate and CaSO₄·1/2H₂O—aqueous sol are studied by measuring continuously the increases of tensions of samples.

(2) The time-lag-effect of Na₃PO₄ on the formation rate of the elastic gel is larger than that of Na₂CO₃, but the difference between the effects of the two alkali salts on the rate is found not so greater than predicted in Miyake's data.

(3) Any regularities of the effect on the rate by metallic oxides are not observed. The increasing effects of the rates of SiO₂ and MgO are relatively large, and that of ZnO is relatively small. However, Al₂O₃, Sb₂O₃ and TiO₂ show some decreasing effects. As a result it is noted that the regularities do not depend on the effect of oxide species and their amounts.

(4) It is not found proportionality between the rigidity and the gelation rate. However, the increasing effect of the rigidity with the addition of metallic oxides can be observed. The rigidity increasing rate of MgO is the largest of them.

要 約

Sodium alginate—CaSO₄·1/2 H₂O의 gel에 미치는 alkali鹽의 遲延效果를 Miyake data와 比較하고, Schwedoff法을 改良한 連續的 測定方法을 써서, 金屬酸化物的 添加에 依한 彈性 gel의 生成速度 및 彈性的 變化를 研究하였다. 即 (1), sample의 張力變化를 連續的으로 測定하여, sodium alginate와 CaSO₄·1/2 H₂O aqueous sol의 gel化過

程을 觀察하였다. (2), 彈性 gel의 生成速度에 미치는 Na₃PO₄의 遲延效果는 Na₂CO₃보다 크다는 點에서는 Miyake 報告와 一致하였으나, Miyake data 처럼 兩者間에 그리 큰 差가 없었다. (3), 金屬酸化物이 彈性 gel 生成速度에 미치는 影響에 어떤 規則性은 없었지만 SiO₂와 MgO는 比較的 큰 速度增大效果를 나타내고 ZnO는 比較的 적었다. 그러나 Al₂O₃, Sb₂O₃와 TiO₂는 速度低下效果를 나타냈다. 結果의 由로 酸化物의 種類나 그 添加量에 따라 어떤 明確한 規則性을 觀察하지 못하였다. (4), 彈性率과 生成速度에 미치는 效果사이에 比例關係는 없었으나 金屬酸化物을 添加하면 一般의 由로 彈性率이 增加하였다. 이들 酸化物 中에서 彈性率增大效果가 가장 큰 것은 MgO였다.

I. 序 言

Sodium alginate(以下 Na alg.로 略한다)는 粘性流動을 over-lap 하고 있는 粘彈性體¹⁾인데 CaSO₄·1/2 H₂O를 反應시키면 고무狀彈性體를 얻을 수 있다. 이 反應에 미치는 抑制 및 遲延劑*(alkali鹽)의 效果는 定性的으로 檢討²⁾된 바 있으나, 이의 定量的 研究과 金屬酸化物의 添加로 因한 凝固速度 및 生成物의 彈性에 미치는 影響을 研究한 것은 거의 없다. 또 여러가지 粘彈性體 自體의 性質에 關한 研究^{3,4,5,6,7}는 많으나, sol 狀態에서 gel 狀態로 凝固하는 過程을 研究한 것도 많지 않다. 그러므로 本報文中에서는 張力增加의 連續的 測定方法을 使用하여 alkali鹽의 種類에 따른 遲延效果에 對해 定量的인 補充을 하고 金屬酸化物의 添加로 凝固速度에 미치는 影響을 觀察하고 生成物의 彈性比較를 中心으로 研究한 結果를 報告한다.

II. 實驗方法

(1) 裝置 및 測定原理

a. 裝置: 粘彈性測定法中 Schwedoff 法⁸⁾을 改良하였다. ^{9,10} Fig. 1에서와 같이 半徑이 r₀, r₁ cm 인 2個의 圓筒 사이에 sample 을 넣고 內筒이 h cm 沈降하도록 torsion constants가 k dyn·cm 인 剛線으로 內筒을 달아내고 剛線의 上端 P를 Fig. 2의 A板의 軸과

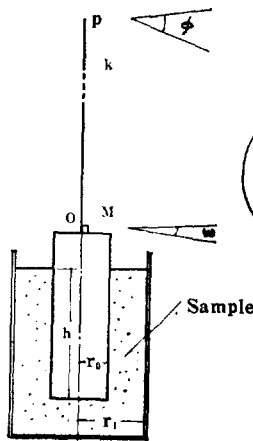


Fig. 1

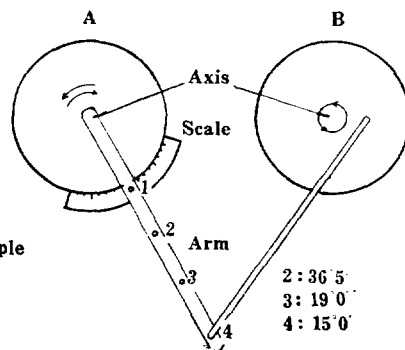


Fig. 2

連結하여 φ rad.만큼의 振巾을 주어서 sample의 粘性 및 彈性低抗으로 因한 減衰振巾 ω rad.을 telescope and scale法으로 읽는다.

b. 測定原理: 立方體狀 彈性體의 작은 變形(shearing)에 對한 Hook의 法則은

$$K = G\theta \tag{1}$$

이다. 但 K: 張力(dyn/cm²), θ: shearing(rad.),

G: 彈性率(dyn/cm²).

이 裝置에서 求할 수 있는 φ, ω, ...等으로서 K, θ 및 G(但 r=r₀일 때의 값)를 誘導³⁾할 수 있다. 計算 結果는 다음과 같다.

$$K = \frac{k(\phi - \omega)}{2\pi h r_0^2} = \frac{k\delta}{2\pi h r_0^2} \tag{2}$$

$$\theta = \frac{2r_1^2\omega}{(r_1^2 - r_0^2)} \tag{3}$$

$$G = \frac{k}{4\pi h} \left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r_1^2} \right) \frac{\delta}{\omega} \tag{4}$$

이 實驗에서 使用한 剛線 및 內外筒은 다음과 같다.

i. 剛線: piano線 { 半徑=0.07cm, 長=93.5cm
剛性率=7.399×10¹¹ dyn/cm²
k=2.982×10⁶ dyn·cm

ii. 內筒: r₀=0.55cm 인 stain-Ni 合金 pipe.
外筒: r₁=1.675cm 인 polyethylene 筒.

c. 凝固速度測定 및 彈性率計算: 이 gel化反應의

初期는 粘性流動體이고 時間의 經過에 따라 凝固가 進行되어 反應中途에서는 粘彈性體가 되며 一定時間에 達하면 고무狀彈性體가 되므로 彈性體 生成反應의 進行中 어떤 時點의 純粹한 粘度나 彈性은 測定 困難하나 sample이 內筒表面에 미치는 張力 K의 變化는 測定할 수 있다. 即 K=(1.592×10⁶)× $\frac{\delta}{h}$ 가 되므로 $\frac{\delta}{h}$ 와 時間을 plotting 한 curve에서 相對的凝固速度를 定할 수 있다. 彈性率은 G=(7.058×10⁴) $\frac{\delta}{h} \cdot \frac{1}{\omega}$ 에서 計算될 수 있다.

(2) 試藥 및 Sample 의 調製

a. 試藥: Na_3PO_4 및 Na_2CO_3 는 市販一級試藥用. Na alg. 는 市販試藥用을 常法에 依하여 精製. $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ 는 市販 "SSS" 를 200mesh 로 粉碎. MgO , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , Sb_2O_3 , TiO_2 는 市販試藥用을 200 mesh 로 粉碎. Kaoline 은 精製된 醫藥用을 使用하였다.

b. Sample 調製: 外筒의 크기와 操作의 便宜上 alkali 鹽溶液 50ml 에 固體材料의 體積이 30ml 混合되도록 하기 爲해 固體의 appearance densities 를 求하여 不足量을 Kaoline 으로 充塡하였다. 本實驗에서 使用한 sample 의 組成은 Table I 과 같다.

Table I Constitutions of samples.

Species	Sample No.	Base g/30cc	Amounts of oxide g/30cc.	Kaoline g/30cc.	Alkali salts
Blank test	1	7.3	0	5	0.2N. Na_2CO_3 50ml.
	2	"	0	5	0.3N. Na_2CO_3 50ml.
	3	"	0	5	0.15N. $\text{Na}_3\text{P-O}_4$ 50ml.
	4	"	0	3	0.1N. Na_3PO_4 50ml.
	5	"	0	5	"
MgO	6	"	0.43	4.6	"
	7	"	1.0	4.0	
	8	"	1.5	3.5	
	9	"	2.0	2.95	
Al_2O_3	10	"	0.5	4.85	"
	11	"	1.02	4.7	
	12	"	1.5	4.52	
	13	"	2.0	4.4	
SiO_2	14	"	0.60	4.3	"
	15	"	1.0	4.0	
	16	"	1.5	3.3	
	17	"	2.0	2.78	
ZnO	18	"	0.5	4.7	"
	19	"	0.81	4.6	
	20	"	1.5	4.2	
	21	"	2.0	3.9	
	22	"	0.5	4.9	
Sb_2O_3	23	"	1.0	4.8	"
	24	"	1.5	4.7	
	25	"	2.9	4.5	
	26	"	0.5	4.7	
TiO_2	27	"	0.8	4.6	"
	28	"	1.5	4.3	
	29	"	2.0	4.02	

Base: $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 5.3g + Na alg. 2g = 7.3g

(3) 操作過程

測定溫度는 $20 \pm 1^\circ\text{C}$. 秤量된 固體材料를 잘 混合. 150ml 容 고무製 容器에 옮겨 alkali 鹽溶液 50ml 를 加함과 同時에 stop watch 로 計測을 始作. 迅速히 混合 (1 min.) 하여 外筒에 옮겨 內筒을 垂直으로 沈降시킨다 (混合以後 이 操作까지 1 min. 45 sec.). 이어서 Fig. 2 A 板의 arm 을 一方으로 밀어 두고 2分 0秒에서 telescope and scale 의 scale 을 읽고 arm 을 反對方向으로 돌린다. 15 sec. 마다 이 操作을 되풀이하여 12 min. 程까지 繼續하면 거이 一定한 scale 이 나타나게 된다.

Table II The treatments of measured value (No. 5)

min.	sec.	Scale (mm.)	Scale div. ΔS (mm.)	$\frac{\Delta S}{2L} = \omega$ (rad.)	$\phi - \omega = \delta$ (rad.)	$\frac{\delta}{h}$
2	0	+230				
	15	-290	522	0.2535	0.0085	0.00164
	30	+229	521	0.2530	0.0090	0.00173
	45	-292	521	0.2530	0.0090	0.00173
3	0	+226	518	0.2515	0.0105	0.00202
	15	-290	516	0.2505	0.0115	0.00221
	30	+223	513	0.2490	0.0135	0.00250
	45	-286	509	0.2470	0.0150	0.00288
4	0	+217	503	0.2440	0.0190	0.00376
	15	-277	494	0.2395	0.0225	0.00432
	30	+200	477	0.2315	0.0305	0.00587
	45	-258	458	0.2225	0.0395	0.00760
5	0	+168	426	0.2067	0.0553	0.01070
	15	-213	381	0.1849	0.0771	0.01480
	30	+112	325	0.1577	0.1043	0.02005
	45	-122	234	0.1135	0.1485	0.02860
6	0	+ 31	153	0.0743	0.1877	0.03610
	15	- 73	104	0.0505	0.2115	0.04010
	30	+ 5	78	0.0379	0.2242	0.04310
	45	- 55	60	0.0291	0.2329	0.04470
7	0	- 9	46	0.0223	0.2436	0.04610
	15	- 47	38	0.0184	0.2460	0.04680
	30	- 14	33	0.0160	0.2489	0.04740
	45	- 41	27	0.0131	0.2508	0.04790
8	0	- 18	23	0.0112	0.2518	0.04840
	15	- 39	21	0.0102	0.2525	0.04850
	30	- 19.5	19.5	0.00946	0.2535	0.04860
	45	- 37	17.5	0.00949	0.2538	0.04870
9	0	- 20	17	0.00825	0.2538	0.04890
	15	- 36	16	0.00776	0.2542	0.04900
	30	- 21	15	0.00728	0.2547	0.04900
	45	- 35.5	14.5	0.00706	0.2550	0.04905
10	0	- 22	13.5	0.00655	0.2555	0.04906
	15	- 35	13	0.00631	0.2557	0.04910
	30	- 22	13	0.00631	0.2557	0.04910
	45	- 35	13	0.00631	0.2557	0.04910
11	0	- 22	13	0.00631	0.2557	0.04910
	15	- 34	12	0.00582	0.2562	0.04920
	30	- 23	11	0.00534	0.2567	0.04930
	45	- 34	11	0.00534	0.2567	0.04930

III. 測定值處理

代表的으로 No. 5 1個를 例示하면 Table II와 같다. 計算結果值 $\frac{\delta}{h}$ 를 10²倍하여 time(sec.)에 對해 plotting하여 curve를 얻었다.

IV. 結果 및 考察

(I) 凝固速度에 미치는 影響

a. Na₃PO₄와 Na₂CO₃의 遲延效果: Sample No. 1, 2, 3, 5에서 얻은 $\frac{\delta}{h} \times 10^2$ -time curve는 Fig. 3과 같다.

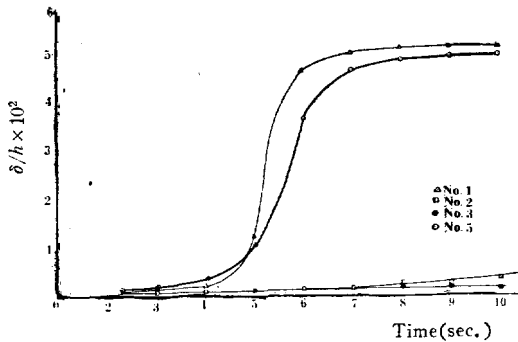


Fig. 3

Alkali鹽의 有效濃度를 取한 No. 1(0.2N Na₂CO₃), No. 5(0.1N Na₃PO₄)는 一種의 3次曲線의 形態로서 $\frac{\delta}{h} \times 10^2$ 值가 急變하는 transition이 두 곳(T₁, T₂)에 생긴다. 곧 反應初期의 張力變化는 거의 없고 어느 時間에 達하면 急增하였다가 다시 一定하게 된다. Miyake data에 依하면 Na₂CO₃보다 Na₃PO₄의 遲延效果가 19 min.나 더 컸다. 그러나 本研究에서는 그 差가 45 sec 뿐이다(Table III). 이러한 큰 差異는 sample의 組成

Table III The time-lag-effect of alkali salts.

Sample	Alkali salts	Time (to T ₂) sec.	Measuring method of gelation rate
Miyake	0.2N Na ₂ CO ₃	about 60	一定 rpm인 agitator의 回轉이 停止할때 까지의 時間으로서 응고속도로 定함.
	0.07N Na ₃ PO ₄	about 1200	
1	0.2N Na ₂ CO ₃	375	張力變化를 15sec.마다 連續적으로 測定하여 얻은 curve(Fig. 3)에서 T ₂ 에 到達하는 時間으로서 응고속도로 定함.
5	0.1N Na ₃ PO ₄	420	
2	0.3N Na ₂ CO ₃	—	
3	0.15N Na ₃ PO ₄	—	

과 凝固速度 測定方法의 差異에 基因된 것 같다. 同種의 alkali鹽에 있어서 그 濃度가 커지면(1.5倍) 遲延效果는 數倍(Na₂CO₃, No. 2)~數 10倍(Na₃PO₄, No. 3)로 커진다. 곧 Na₃PO₄의 遲延效果가 매우 크다. 이點은 Miyake data와 一致하고 있다.

b. Kaoline의 影響: 29種의 sample에서 Kaoline의 添加範圍는 3~5g. 이므로 基質에 Kaoline만을 5g. (No. 5), 3g. (No. 4)添加했을 때를 比較한 結果 거의 一致하고 있다. 곧 相對的 速度를 比較하기 爲해 定한 張力基準點 S₂($\frac{\delta}{h} \times 10^2 = 2.9$ 되는 點)까지 6 sec. 差異 뿐이다. (Fig. 4)

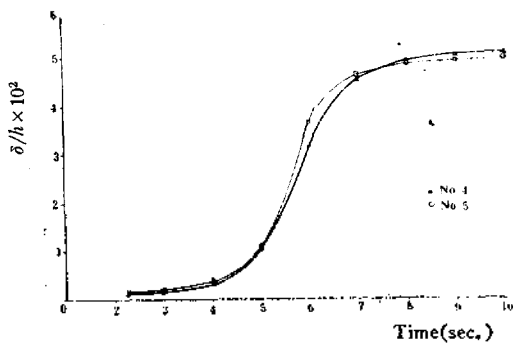


Fig. 4

c. 凝固速度에 미치는 酸化物의 影響: MgO, Al₂O₃, SiO₂, ZnO, Sb₂O₃, TiO₂를 各各 0.5 g, 1g, 1.5g, 2.0g(0.01M는 前記量中 가장 가까운 量과 代置)씩 添加時, 凝固速度에 미치는 影響을 본 結果 Fig. 5-A, B, C, D, E, F와 같다.

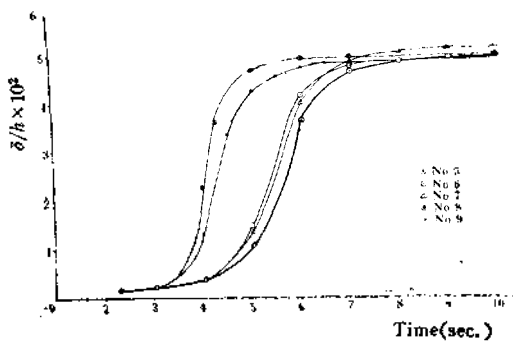


Fig. 5-A The effect of MgO on the gelation rate.

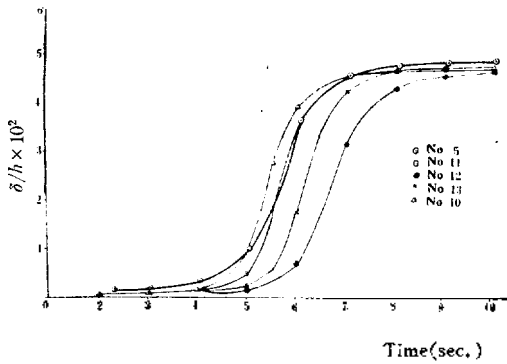


Fig. 5-B Al₂O₃

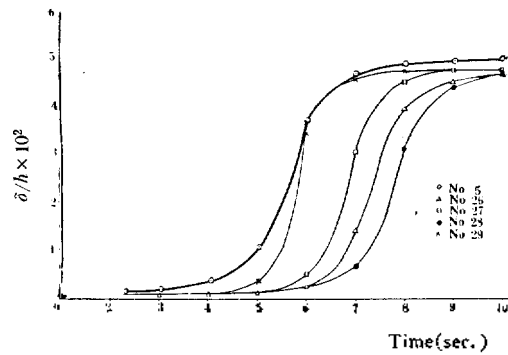


Fig. 5-F TiO₂

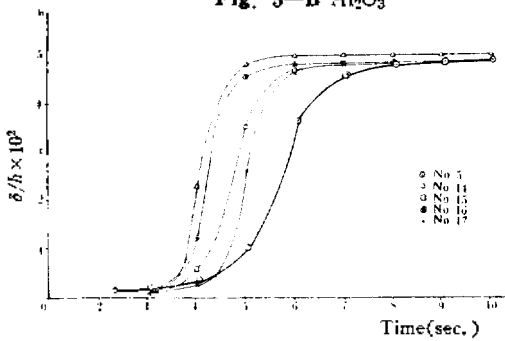


Fig. 5-C SiO₂

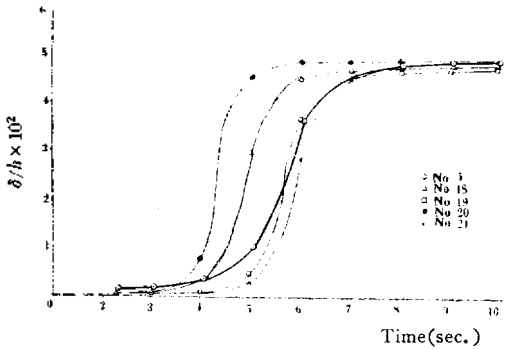


Fig. 5-D ZnO

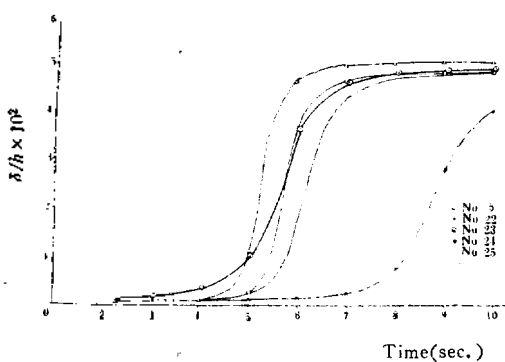


Fig. 5-E Sb₂O₃

이 graph로부터 S_k까지 要하는 時間을 決定, 整理하여 Table IV와 Fig. 6 을 얻었다.

豫備 實驗에서 豫測한 바는 酸化物的 種類에 따라 그 程度는 다르나 全般的으로 凝固速度를 增大시키고 또 添加量에 比例할 것이 期待되었으나, 이와는 달리 無規則的인 結果를 얻었다. 곧 Fig. 6는 No. 5 (oxides를 添加치 않은 것)가 張力基準點 S_k까지 到達하는 時間을 基線으로 定하여 各酸化物 및 添加量에 依한 凝固速度의 分布를 나타낸 것인데, 이에 依하면

Table IV The effect of oxides on the gelation rate.

Oxides	Sample No.	Amount of oxides (g)	Time to S _k (sec)	Deviations from No. 5(sec)
—	5	0	347	0
MgO	6	0.43	318	+ 29
	7	1.0	328	+ 19
	8	1.5	246	+101
	9	2.0	263	+ 84
Al ₂ O ₃	10	0.5	333	+ 14
	11	1.02	351	- 4
	12	1.5	407	- 60
	13	2.0	417	- 70
SiO ₂	14	0.6	246	+101
	15	1.0	234	+113
	16	1.5	256	+ 91
	17	2.0	303	+ 44
ZnO	18	0.5	298	+ 49
	19	0.81	346	+ 1
	20	1.5	262	+ 85
	21	2.0	360	- 13
Sb ₂ O ₃	22	0.5	319	+ 28
	23	1.0	350	- 3
	24	1.5	378	- 31
	25	2.9	543	-196
TiO ₂	26	0.5	450	-103
	27	0.8	418	- 71
	28	1.5	477	-130
	29	2.0	356	- 9

線基보다 速度增大 效果를 주는 것을 ⊕, 低下 效果를 주는 것을 ⊖로 하여 그 順序를 表示하면 다음과 같다.

첨가량 g/30 cc.	⊕Effect 주는 oxides	영향없는 oxides	⊖Effect 주는 oxides
0.5	SiO ₂ ZnO MgO +107sec +61 +29 ≡Sb ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ +28 +14		TiO ₂ -103sec.
1.0	SiO ₂ MgO +113 +19	ZnO +1sec Sb ₂ O ₃ -3 Al ₂ O ₃ -4	TiO ₂ -71
1.5	MgO SiO ₂ ZnO +101 +91 +85		Sb ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ TiO ₂ -31 -60 -130
2.0	MgO SiO ₂ +84 +43		TiO ₂ ≡ ZnO Al ₂ O ₃ -9 -13 -67 -O ₃ (Sb ₂ O ₃) -196

添加量 0.5 g/30 cc. 일 때는 TiO₂를 除外하고 모두 增大效果를 나타 내고 있으나 그 程度는 적다. 添加量 1.0 g/30 cc. 일 때는 SiO₂(最大增大效果)와 TiO₂(低下效果) 以外에는 거의 影響이 없다. 添加量 1.5 g/30 cc. 일 때는 基線에서 擴散되는 傾向을 보이는데 增大效果를 나타내는 MgO, SiO₂, ZnO 와 低下效果를 나타내는 Sb₂O₃, Al₂O₃, TiO₂의 區別이 뚜렷해 진다. 添加

量 2.0 g/30 cc. 일 때는 再次 基線으로 收斂하는 傾向을 나타 내고, 특히 ZnO는 低下效果를 나타 내게 된다. SiO₂, MgO 만이 添加量 全域에 걸쳐 增大效果를 나타 내고 TiO₂는 低下效果 만을 나타 낸다. SiO₂ 1.0 g/30 cc. 添加量일 때가 最大增大效果(+113 sec.)를 보이고 있다.

(2) 彈性에 미치는 酸化物의 影響

反應開始後 12 min. 後 ($\frac{\delta}{h}$ 值가 거의 一定)의 彈性率 G를 計算한 結果에 依하면 酸化物이 彈性에 미치는 影響은 그리 顯著하지 않으나 MgO 만은 越等한 彈性 增大效果를 보이고 있다 (Table V, Fig. 7).

Table V Rigidities of products

Oxides	Sample No.	G × 10 ⁵ (dyn/cm ²)	Deviations from No. 5 × 10 ⁵ (dyn/cm ²)
—	1	7.26	- 0.74
	4	5.92	- 2.08
MgO	5	8.0	0
	6	11.3	+ 3.3
	7	18.9	+10.9
	8	18.2	+10.2
Al ₂ O ₃	9	17.9	+ 9.9
	10	9.94	+ 1.94
	11	10.7	+ 2.7
SiO ₂	12	9.27	+ 1.27
	13	9.45	+ 1.45
	14	9.93	+ 1.93
ZnO	15	8.59	+ 0.59
	16	10.6	+ 2.6
	17	10.3	+ 2.3
Sb ₂ O ₃	18	9.68	+ 1.68
	19	8.43	+ 0.43
	20	10.2	+ 2.2
TiO ₂	21	7.82	- 0.18
	22	9.04	+ 1.04
	23	7.14	- 0.86
TiO ₂	24	6.78	- 1.22
	25	2.33	- 5.67
	26	5.35	- 2.65
	27	5.63	- 2.37
	28	4.49	- 3.51
	29	6.04	- 1.96

Sample No. 5의 彈性率 8.0 × 10⁵ dyn/cm²를 基線 (zero)으로 하여 各 酸化物의 種類別, 添加量別로 比較하면 다음과 같다. 添加量 0.5 g/30 cc. 일 때는 ±3 × 10⁵ dyn/cm² (以下 系數단을 表示) 範圍 以内에서 MgO (+3.3), Al₂O₃ (+1.94), SiO₂ (+1.93), ZnO (+1.68), Sb₂O₃ (+1.04)의 順으로 增大效果를 나타 내고 TiO₂ (-2.65)는 低下效果를 나타낸다. 添加量 1.0 g/30 cc., 1.5 g/30 cc., 2.0 g/30 cc. 일 때는 대개 0.5 g/30 cc. 添加

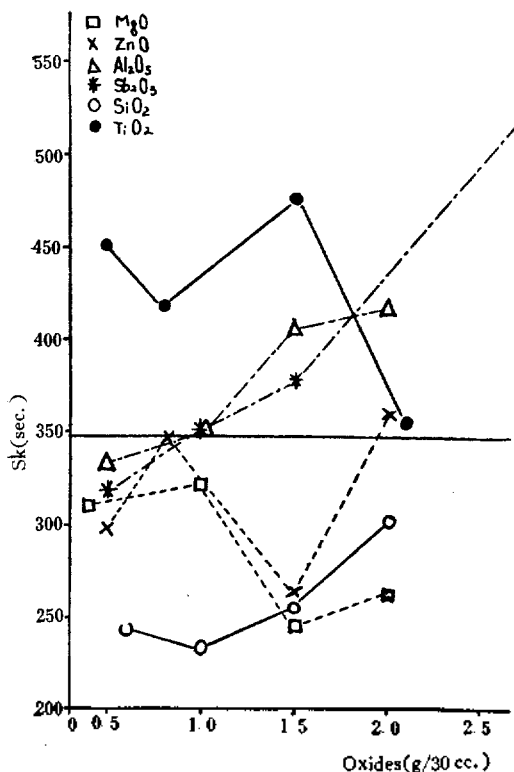


Fig. 6 The contribution of S_k.

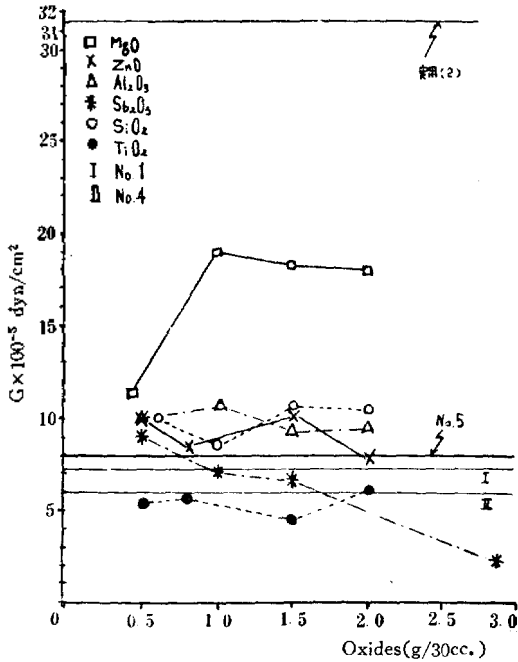


Fig. 7 The contribution of rigidities.

時와 같은 範圍에서 影響을 주고 있으나 MgO 만은 特別히 $(+10\sim 11) \times 10^5 \text{ dyn/cm}^2$ 의 增大效果를 보이고 있으며 Sb_2O_3 가 0.5 g/30 cc. 以上에서는 TiO_2 와 같이 低下效果를 나타 낸다. 여기서 注目할 點은 前項에서의 凝固速度의 增大效果가 크다고 반드시 彈性率 增大效果도 크지 않다는 것이다. 곧 SiO_2 는 全般的으로 最大 凝固速度 增大을 나타냈으나, 彈性率에 미치는 影響은 다른 酸化物和 類似하다. 오히려 MgO가 最大 彈性 增大效果를 나타내고 있다. 또 Al_2O_3 등과 같은 것은 速度 低下效果를 나타냈으나 彈性은 增大效果를 나타내고 있다. 即 凝固速度에 미치는 效果和 彈性率에 미치는 效果는 반드시 比例하지 않는다.

參考로 이 實驗에서 取扱된 生成物의 彈性率은 대개 10^5 dyn/cm^2 程度인데, 이것은 彈性 고무($G=4.2 \times 10^9 \text{ dyn/cm}^2$)와 보통 고무($1.6 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$)와는 差가 많으나 實用濃度를 取한 이 彈性體는 $1.28 \times 10^7 \text{ dyn/cm}^2$ 로서 보통 고무 程度의 彈性을 갖게 된다.

V. 結論 및 要約

1. sol 狀態에서 gel 狀態로 凝固하는 모양을 時間에

다른 sample 의 張力變化的 連續的 測定으로서 觀察하였다. 裝置는 Schwedoff 法을 改良하였으며 測定結果는 滿足 할 만 하였다.

2. alkali 鹽의 遲延效果에 關한 Miyake data를 比較한 結果 Na_3PO_4 의 遲延效果가 크다는 點에서는 一致하였으나 作用時間에서는 差가 많았다.

3. 金屬酸化物(MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO , Sb_2O_3 , TiO_2)이 Na alginate- $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 彈性體 生成速度에 미치는 影響을 檢討한 結果 SiO_2 , MgO 는 顯著한 增大效果를 보이고 ZnO 는 添加量에 따라 增大 또는 低下效果를 나타 낸다. Al_2O_3 , Sb_2O_3 는 大體적으로 低下效果를 나타 내고 TiO_2 는 始終 低下效果만 나타 냈다. 增大 또는 低下率은 添加量에 比例하지 않고 酸化物의 種類에 따라 各各 다르다. 酸化物의 種類 및 添加量에 따른 凝固速度에 미치는 影響에 어떤 規則性이 있는 듯 하나 大體적으로 不規則이다. SiO_2 의 增大效果가 最大이다.

4. 酸化物이 彈性에 미치는 影響은 TiO_2 , Sb_2O_3 以外에는 모두 彈性率 增大效果를 나타 내고 이 중 MgO 는 顯著한 增大效果를 보이고 있다. 凝固速度에서와 같이 變化는 無規則的이다. 注目할 點은 原則적으로 速度 增大效果를 가지던 彈性 增大效果도 나타 내지만 그 率은 比例하지 않으며 Al_2O_3 는 凝固速度 低下效果를 나타 내면서 彈性은 增大시킨다.

引用 文 獻

- 1) 平井西夫; *Nippon Kagaku Zasshi* **74**, 64 (1952).
- 2) 三宅信午; *ibid.*, **62**, 723 (1959), **61**, 1605, 1608 (1958).
- 3) 中川鶴太郎; *ibid.*, **72**, 390 (1951).
- 4) 藤野; *ibid.*, **72**, 830 (1951).
- 5) 團野降暉; *ibid.*, **72**, 1061 (1951).
- 6) 平井西夫; *ibid.*, **74**, 235, 441, 593 (1953), **75**, 683, 689, 697 (1954)
- 7) 二宮和彦; *ibid.*, **76**, 72 (1955)
- 8) Th. Schwedoff; *J. de. phys.* [2] **8**, 341 (1889).
- 9) 中川鶴太郎; *Kagaku* **20**, 130 (1950), 平井; *Nippon Kagaku Zasshi* **73**, 65 (1952).
- 10) 平井西夫; *Nippon Kagaku Zasshi* **72**, 837 (1951).