焼 塊	粉末度(残滓%)		水量 (%)	小型耐圧力(kg/cm ²)			
	4900孔/cm ²	1000孔/cm ²		3日	7日	28日	オートクレープ
No.1(3%MgO)	1.5	12.6	5.3	53	126	200	213
No.2(5%MgO)	1.6	13.0	51	62	127	192	233
No.3(8%MgO)	1.4	14.3	54	47	110	170	177

上表に據ればマグネシアが 3%の時と 5%の時との間には大差なく、寧ろ 5 %の方が優れてゐるやうである。マグネシア 8%のセメントは幾分弱い他に缺點なく實用上には差支がない。

要するにマグネシアは 5%位含まれてゐても無害で寧ろ有利なやうに思はれる。

2 要 旨

1 著者は曩にポルトランドセメントのマグネシアは約 8%まで無害であると報告した(本誌, 40, [480], 76 9, 昭 7)。更に之を確めんが爲に總て工業原料を用ゐ、水硬率を 2.15 に、珪酸率を 2.70 に、鐵率を 1.50 に一定し、焼塊が 3%, 5% 及 8% のマグネシアを含有するやう 3 種の原料配合物を造り、之をガスマッフル窯で焼成し、石膏を加へて粉末し、得たるセメントの小型耐圧力を測定した。

2 材齡 3~28 日に於てはマグネシア含有量 3% と 5%の間には殆ど強度の差を見なかつた。マグネシア 8%のセメントは著しく弱かつたが、他の缺點を認めなかつた。

3 供試體をオートクレープに入れ 1400°C で 6 時間熱した後の強度は、マグネシア 5% のセメントは 3% セメントに比して著しく優り、8%のセメントは著しく劣つてゐたが他の缺點を示さなかつた。

4 要するにマグネシアは 5% 位までは無害で寧ろ有利なやうである。

本研究は文部省自然科学研究奨励補助費に依つた。尙著者は化學分析を擔任せられた棚橋壽一氏に對して深く感謝する次第である。(東京工業大學窯業學科研究室) (昭和 10 年 4 月 11 日受理)

ソーダライムマグネシア硝子の耐水性に就て

田 端 耕 造 ・ 横 山 辰 雄 ・ 小 林 保

Durability of Soda-lime-magnesia Glass.

By Kōzo Tabata, Tatsuo Yokoyama, and Tamotsu Kobayashi

Abstract

Durability in water of the glass $\text{Na}_2\text{O} (1-x) \text{CaO}, x \text{MgO}, y \text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$, in which $x=0\sim 1.0$ and $y=0\sim 0.2$, was determined by the powder method at 95°C (by water bath) and at 170°C (by autoclave)

When y was constant the durability decreased with the increase of x , but the amount of decrease was not so much and became smaller and smaller with the increase of y and at last it became almost insignificant. When x was constant the durability increased with the increase of y

The glass which had greater durability at 95°C had also greater durability at 170°C.

緒 言

$\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 硝子の石灰をマグネシアで置換した場合及びアルミナを加へた場合其の耐水性に如何なる變化を生ずるかを粉末法で測定した。其の結果を此處に報告する。

1. 試 料

$\text{Na}_2\text{O} \frac{(1-x)}{x} \text{CaO} \text{MgO } y \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5.3\text{SiO}_2$; 但 $x=0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0$; $y=0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2$, なる 55 種の硝子を熔融し之を粉碎し篩ひ分け 30~40 及 40~60 目篩 (inch 當り) の部分を探り酒精を以て洗滌して微粉を除き乾燥して貯へた。原料には化學藥品を用ひ硝子の分析は行はなかつた。

2 比 重

粉末法に依る耐水性の決定に於ては結果の表示は一定容量の試料硝子に對して爲すを妥當とする。其の爲には試料の比重を知るを要する。

本試料の比重測定の結果は第 1 表の如くであつた。

第 1 表

硝 子 番 號	組 成	比 重
(0) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 5.3\text{SiO}_2$	2.530
(0) 3	$\text{Na}_2\text{O}, 0.8\text{CaO}, 0.2\text{MgO}, 5.3\text{SiO}_2$	2.511
(0) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO "	2.479
(0) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO "	2.474
(0) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 5.3\text{SiO}_2$	2.434
(I) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 0.05\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.529
(I) 3	$\text{Na}_2\text{O}, 0.8\text{CaO}, 0.2\text{MgO}, 0.05\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.510
(I) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO " "	2.493
(I) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO " "	2.460
(I) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO " "	2.451
(I) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.05\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.431
(II) 5	$\text{Na}_2\text{O}, 0.6\text{CaO}, 0.4\text{MgO}, 0.1\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.478
(II) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO " "	2.451
(II) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.1\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.439
(III) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.524
(III) 3	$\text{Na}_2\text{O}, 0.8\text{CaO}, 0.2\text{MgO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.507
(III) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO " "	2.494
(III) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO " "	2.466
(III) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO " "	2.446
(III) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.441
(IV) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.518
(IV) 3	$\text{Na}_2\text{O}, 0.8\text{CaO}, 0.2\text{MgO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.505
(IV) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO " "	2.468
(IV) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO " "	2.450
(IV) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.436

3 常壓に於ける實驗

Silicox 印硬質硝子製 200cc の三角フラスコに試料 (40~60 目篩) を 10g 秤取し蒸溜水 100cc を加へ逆流コンデンサーを附し溫度調節器附電氣湯浴によつて 95°C に 2 時間加熱する。始め 95°C に調節せる湯浴にフラスコを浸すと 92°C に溫度が降るが約 15 分にして 95°C に戻る。時間はフラスコを浸した時を起點として算へる。2 時間後フラスコを取出し流水で冷却しメチールレッドを指示薬として 1/50 N. HCl で滴定する。同時に蒸溜水のみを入れたるフラスコに同一處理を施しブランクテストを行ひ補正をなす。ブランクテストは毎回行つた。滴定の際は弱酸性、中性、弱アルカリ性の 3 種の液を用意し各々に指示薬を加へ之と比較しつつ滴定を行ひ終點を定めた。此の結果は第 2 表及第 1 圖の如くである。但、HCl の cc 數は容積にして 4cm³ の

第 1 圖

硝子に対する數である。此の數は次の式に依り算出する。

$$x = a \times \frac{d}{2.5}$$

但、 a は 10g の硝子に對して要した 1/50 N, HCl の cc 數、 d は該硝子の比重、 x は求むる數即ち 4 cm³ の硝子に對して要する HCl の cc 數である。尙比重を實測しなかつたものは實測値より比例に依り計算した値を用ひた。

第 2 表

硝子番號	組 成	1/50 N. HCl cc 數
(0) 1	Na ₂ O, CaO, 5.3SiO ₂	4.37
(0) 2	Na ₂ O, 0.9CaO, 0.1MgO, 5.3SiO ₂	4.45
(0) 3	" 0.8CaO, 0.2MgO "	4.61
(0) 4	" 0.7CaO, 0.3MgO "	4.82
(0) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO "	—
(0) 6	" 0.5CaO, 0.5MgO "	—
(0) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO "	5.07
(0) 8	" 0.3CaO, 0.7MgO "	—
(0) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO "	6.48
(0) 10	" 0.1CaO, 0.9MgO "	—
(0) 11	Na ₂ O, MgO, 5.3SiO ₂	7.11
(I) 1	Na ₂ O, CaO, 0.05Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	3.96
(I) 2	Na ₂ O, 0.9CaO, 0.1MgO, 0.05Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	3.76
(I) 3	" 0.8CaO, 0.2MgO, " "	3.54
(I) 4	" 0.7CaO, 0.3MgO, " "	3.50
(I) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO, " "	3.61
(I) 6	" 0.5CaO, 0.5MgO, " "	3.88
(I) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO, " "	3.95
(I) 8	" 0.3CaO, 0.7MgO, " "	4.35
(I) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO, " "	4.39
(I) 10	" 0.1CaO, 0.9MgO, " "	4.33
(I) 11	Na ₂ O, MgO, 0.05Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	5.11
(II) 1	Na ₂ O, CaO, 0.1Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	3.12
(II) 2	Na ₂ O, 0.9CaO, 0.1MgO, 0.1Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	3.21
(II) 3	" 0.8CaO, 0.2MgO, " "	3.30
(II) 4	" 0.7CaO, 0.3MgO, " "	3.90
(II) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO, " "	3.40
(II) 6	" 0.5CaO, 0.5MgO, " "	3.38
(II) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO, " "	3.37
(II) 8	" 0.3CaO, 0.7MgO, " "	3.74
(II) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO, " "	3.74
(II) 10	" 0.1CaO, 0.9MgO, " "	4.02
(II) 11	Na ₂ O, MgO, 0.1Al ₂ O ₃ , 5.3SiO ₂	4.02

硝子番 號	組 成	1/50 N. HCl cc 數
(III) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.70
(III) 2	$\text{Na}_2\text{O}, 0.9\text{CaO}, 0.1\text{MgO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.57
(III) 3	" 0.8CaO, 0.2MgO "	2.44
(III) 4	" 0.7CaO, 0.3MgO "	2.54
(III) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO "	2.51
(III) 6	" 0.5CaO, 0.5MgO "	2.38
(III) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO "	2.58
(III) 8	" 0.3CaO, 0.7MgO "	2.18
(III) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO "	2.66
(III) 10	" 0.1CaO, 0.9MgO "	2.77
(III) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.15\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.36
(IV) 1	$\text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	1.92
(IV) 2	$\text{Na}_2\text{O}, 0.9\text{CaO}, 0.1\text{MgO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	1.95
(IV) 3	" 0.8CaO, 0.2MgO "	2.01
(IV) 4	" 0.7CaO, 0.3MgO "	2.63
(IV) 5	" 0.6CaO, 0.4MgO "	2.12
(IV) 6	" 0.5CaO, 0.5MgO "	2.37
(IV) 7	" 0.4CaO, 0.6MgO "	2.18
(IV) 8	" 0.3CaO, 0.7MgO "	2.46
(IV) 9	" 0.2CaO, 0.8MgO "	2.33
(IV) 10	" 0.1CaO, 0.9MgO "	2.24
(IV) 11	$\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, 0.2\text{Al}_2\text{O}_3, 5.3\text{SiO}_2$	2.56

4 オートクレージュに依る實驗

オートクレージュに蒸溜水 500cc を入れ此の上方に試料粒 (30~40 目篩) 5g 及蒸溜水 17cc を入れて蓋をなしたる 25cc の白金坩堝を懸垂する。オートクレージュに蓋をなしバーナーにて加熱し 20 分にして 170°C に達せしめる。然る後 2 時間加熱を續けて 170°C に保ちたる後加熱を止め放冷すること 1 時間にしてオートクレ

ージュの蓋を開き坩堝を取り出し内容物を 100cc の蒸溜水にてピーカーに移しメチルレッドを指示薬として滴定した。

此の結果は第 3 表及第 2 圖の如くである。而して今硝子粒を球形と假定し且其の直径が 2 個の篩の目の大きさの平均値に等しいと假定して計算すればオートクレージュの際は常壓の際に較べて 4~7 倍位溶けた事になる。(必しも球形とする必要は無

第 2 圖

く或る任意の形に相似であると假定すればよい譯であらうが便宜上上の如くした)。

第 3 表

硝子番 號	1/50 N. HClcc 數	硝子番 號	1/50 N. HClcc 數
(0) 1	11.91	(II) 6	11.10
(0) 2	12.25	(II) 7	11.66
(0) 3	12.37	(II) 8	11.53
(0) 4	12.56	(II) 9	11.69
(0) 5	13.19	(II) 10	11.70
(0) 6	12.60	(II) 11	12.31
(0) 7	13.70	(III) 1	9.41
(0) 8	13.60	(III) 2	9.75
(0) 9	13.93	(III) 3	9.50
(0) 10	14.80	(III) 4	9.50
(0) 11	14.70	(III) 5	9.69
(I) 1	11.57	(III) 6	9.65
(I) 2	11.90	(III) 7	9.90
(I) 3	11.66	(III) 8	10.09
(I) 4	12.11	(III) 9	10.12
(I) 5	12.60	(III) 10	10.78
(I) 6	12.29	(III) 11	10.95
(I) 7	12.75	(IV) 1	9.15
(I) 8	13.20	(IV) 2	9.14
(I) 9	13.47	(IV) 3	9.53
(I) 10	13.45	(IV) 4	8.90
(I) 11	14.50	(IV) 5	9.09
(II) 1	10.79	(IV) 6	9.04
(II) 2	10.70	(IV) 7	9.33
(II) 3	10.63	(IV) 8	9.26
(II) 4	10.42	(IV) 9	9.63
(II) 5	10.78	(IV) 10	9.62
		(IV) 11	9.57

5 結 語

以上の實驗結果より見るに $\text{Na}_2\text{O}^{(1-x)}\text{CaO}$
 $x \text{ MgO } y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5.3\text{SiO}_2$ 但し $x=0\sim 1.0, y=0\sim 0.2$ に於て y が一定ならば x の増加と共に耐水性は減少する, 併し其の減少の程度は左程大で無く且 y を増すにつれて次第に小となり終に殆ど認め難くなる。 x が一定ならば y を増せば耐水性が増す。此の組成と耐水性との關係は 95°C の實驗に於ても 170°C (オートクレーズに依る) の實驗に於ても同様であつた。

終りに臨み本研究は故ドクトルワグネル記念獎學資金に依て行はれたものである事を記し感謝の意を表する。(昭和 10 年 7 月 2 日受理)