

▲ 치과기재의 근황 ▲

## 珪酸씨멘트에 關하여

서울대학교 齒科大學 齒科材料學教室

金 哲 偉

### SILICATE CEMENT FOR THE PRACTICING DENTIST

Dept. of Dental Materials, College of Dentistry, Seoul National University.

Cheol-We Kim, D.D.S., M.S.D.

珪酸씨멘트는 前齒部缺損齒質의 恢復에 가장 널리 使用되고 있는 材料로서 齒科用씨멘트중에서 가장 強하나 아말감의 壓縮強度에 比하면 半밖에 안되고 衝擊應力 (impact stress)과 磨耗에 對한 抵抗도 낮아서 口腔內서 쉽게 崩壞되고 齒髓에도 刺戟이 甚한 材料이다. 審美性을 調節기 어렵고 緣端齲蝕의 再發에도 불구하고 그 使用은 持續되고 있다. 珪酸씨멘트의 壽命은 平均 4年으로 보고있으나 口腔狀態와 恢復物을 操作하는 方法如何에 따라 7個月에서 7年間 使用할수 있다.

#### 組成 (Composition)

珪酸씨멘트 粉末은 silica oxide와 少量의 酸化物을 低溫에서 calcium fluoride나 cryolite (sodium aluminum fluoride) 같은 溶劑 (flux)로 融合 (fusion)한 것이다. 液은 orthophosphoric acid와 물로 되어있고 粉末과 液과의 反應을 減少시키기 위해 buffer 鹽을 넣고있다.

液과 粉末을 함께 混合할때 粉末粒子는 液에 스며들어 磷酸 (phosphoric acid)과 粉末粒子間에 反應이 일어난다. 第1圖에서 silicic acid gel은 未反應의 粉末粒子를 함께 結合하기 위해 matrix를 形成하고 있는데 이 gel matrix는 씨멘트의 最終性質에 影響을 준다. 最近 市販되는 珪酸씨멘트는 強度가 높고 溶解度가 낮은 傾向이 있다. 第1表의 珪酸씨멘트에 關한 美國齒科醫師協會規格 第9號를 보면 다른 材料보다 規格의 許用範圍가 넓고 壓縮強度는 20,000 psi에서 24,000 psi로 增加되고 溶解度는 1.4%에서 1.0%로 減少되고 있다. 第2表는 強度와 溶解度를 比較한 것인데 數值差異가 臨床에 큰 影響을 주지는 않는다.

Achatite 씨멘트(Achatite, Vivadent Corporation, Woburn, Mass, U.S.A.)는 粉末에 glass fibers를 補強劑로 넣어 強度를 增加시키고 있는데 粒子크기와 形態가 一定치않고 濃度는 낮고 glass와 silicate matrix

間에 接着性結合도 없기 때문에 強化劑로서의 役割을 充分히 하지는 못한다. 衝擊強度 (impact strength)는



Fig.1. Electron micrograph of silicate cement structure. The unreacted powder particles are surrounded and bound together by the gel matrix. (Courtesy R. Hockman.)

Table.1. Requirements of A.D.A. Specification for dental silicate cement.

Time of setting at 37° C		Compressive strength at 24hours	Opacity at 24 hours		Solubility and disintegration at 24 hours	Arsenic content
Min.	Max.		Min.	Max.		
Minutes	Minutes	kg./cm. <sup>2</sup>	Co. 70		Percentage by weight 1.0	Percentage by weight 0.0002 (1part in 500,000)
3	8	1,700	0.35	0.55		

약간 증가하였으나 glass 粒子가 露出될 경우는 表面이 거칠어져서 着色되기 쉽다. 珪酸세멘트의 壓縮強度는 24,000~26,000 psi 이나 引張強度는 1,000~2,000 psi 로서 材料의 危弱性を 보이고 있다. 따라서 珪酸세멘트는 咀嚼力を 받는 部位에는 使用할 수 없다.

**Table. 2.** Compressive strength and solubility of four representative silicate cements.

Silicate	Compressive strength (psi)	Solubility (mg./cm <sup>2</sup> .)
A	24,900	2.43
B	25,300	1.83
C	25,300	2.22
D	26,900	2.09

### 抗齲蝕性 (Anticariogenic properties)

齒牙와 세멘트사이에는 쉽게 崩壞될 뿐 아니라 口腔內에서도 쉽게 溶解된다. 珪酸세멘트 恢復物周圍齒質에는 微細漏出이 있으나 綠端部の 齲蝕에 對한 抵抗은 높아서 같은 口腔內서 아말감의 齲蝕再發은 12%이나 珪酸세멘트는 3%밖에 안된다.

窩洞內의 適合性이 낮고 破壞가 빠른데 綠端齲蝕의 抵抗이 높은 것은 어느 정도 矛盾으로 이 現象은 세멘트內의 抗殺菌性(antibacterial)과 殺菌性(germicidal)과의 關係로 설명된다. 抗齲蝕效果는 充填後 처음 2日 間에 볼 수 있는데 未反應의 磷酸이나 弗素에몬으로 粉末에는 弗素溶劑(fluoride-containing flux)가 融合되어 있고 粉末內에 있는 弗素(fluoride)는 珪酸質에서 酸의 溶解度를 減少시킨다는 것이다. 最近것은 粉末의 10~15%는 弗素이다. 이 機轉은 弗素溶液을 局所的으로 塗布하는 것과 같은 結果로서 第3表에서 보면 弗素가 들어있는 珪酸세멘트의 珪酸質溶解度는 減少되었다. 2週日後 弗素量과 酸의 溶解度를 測定한바 弗素의 飽和溶液(fluoride aqueous solution)을 매일 塗布한 경우보다 珪酸質의 溶解度는 더욱 減少되었다.

단일 弗素의 效果가 decalcification에 對한 齒牙組織의 抵抗을 높임으로서 齲蝕을 減少시키는것 이라면 珪酸세멘트의 抗齲蝕效果의 機轉은 理論的으로 附合된다. 充填後 처음 2週間 弗素는 最大로 吸收되며 어떤 弗素는 珪酸質과 代置됨으로서 decalcification에 對한 齒質의 抵抗을 높이고 恢復物과 齒牙間의 漏出에 繼續效果가 있다. 이러한 理由로 恢復用 樹脂나 아말감에 弗素를 넣는 경우도 있으나 珪酸세멘트와 같은 效果가 있는가는 아직 疑問이다. 磷酸亞鉛세멘트(zinc phosphate cement)에는 弗素를 넣지 않아도 象牙質이나 珪酸質의 溶解度가 增加되는 것으로 보아 모든 恢復物에서 弗素가 效果가 있다고는 말할 수 없다.

**Table. 3.** The effect of two commercial silicate cements on the fluoride content of the adjacent enamel and the corresponding reduction in enamel solubility.

Silicate	Percent increase in fluoride	Average reduction in acid solubility (percent)
A	550	-28.0
B	600	-24.0

### 生物學的考察 (Biological considerations)

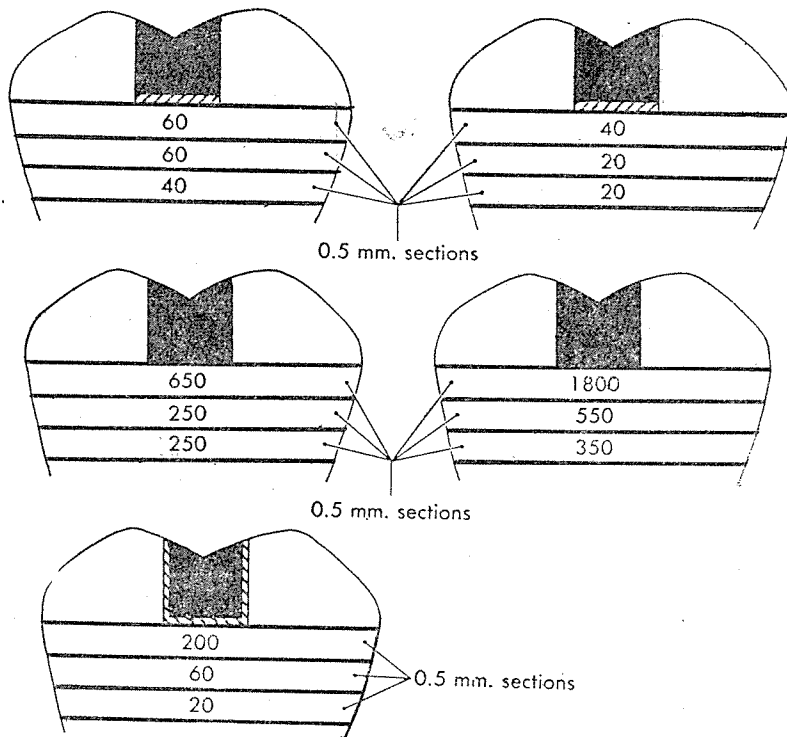
第4表에서 珪酸세멘트를 窩洞內 넣을 때 正常 pH는 2.0~3.0이고 1時間後에는 3.0~4.0으로 5.0을 超過하지는 않았다. 세멘트의 刺戟은 酸에몬이며 1.0mm 정도 의 珪酸質은 浸透할 수 있다. 珪酸세멘트경우는 第2圖에서와 같이 齒髓를 水酸化칼슘(calcium hydroxide)이나 亞鉛華유지놀세멘트(zinc oxide eugenol cement)로 保護하면 酸이 象牙質內로 浸透하는 것을 效果의으로 防止한다. 그러나 이러한 base는 그 色調에 따라 半透明한 珪酸세멘트 恢復物에 色의 變化를 줄 수 있다. 表面의 光澤이 喪失하는 것은 溝裂이나 空所(voids)가 原因이거나 물 또는 口腔液이 gel matrix 內로 吸收되어 變色되기 適合한 狀態로 된것이다. 窩洞裏裝材(cavity varnishes)는 繼續塗布하는 結果가 되어 酸에 對한 保護가 되는데 珪酸세멘트가 齲蝕再發을 抑制하는 機轉이 있음으로 裏裝材는 象牙質部位에만 塗布해야 한다. 窩洞裏裝材는 弗素가 珪酸質로 浸透되는 것을 50% 減少시키기 때문에 珪酸質에 남은 餘分의 窩洞裏裝材는 반듯이 除去해야 한다.

**Table. 4.** The pH of different types of dental cements at various time intervals.

	Average pH			
	3 minutes	1 hour	24 hours	28 days
Copper	0.8	3.0	4.7	5.3
Silicate	2.8	3.7	5.0	5.2
Silicophosphate	3.2	5.4	6.1	6.7
Zinc phosphate	3.5	5.9	6.6	6.9

### 操 作(Manipulation)

珪酸세멘트를 製造할때 粒子크기와 그 組成은 物理的性質에 큰 影響을 주나 操作하는 方法如何에 따라서도 性質의 變化를 갖어온다. 特히 保障된 珪酸세멘트에서 最大의 物理的性質을 얻고 臨床의 成功如何을 決定하는 것은 完全한 操作過程으로서만 얻을 수 있다.



**Fig.2. (Upper):** In vivo penetration of radioactive cement liquid into dentin from a silicate cement when a calcium hydroxide (left) or a zinc oxide-eugenol cement (right) was employed. The counts are markedly reduced as compared to the penetration of acid from silicate cement when a base was not used (Middle). As in Figs. Middle and Lower, the numbers represent the activity count in each 0.5mm. layer of dentin.

(Middle): Penetration into dentin of radioactive phosphoric acid from a silicate (right) and a zinc phosphate cement (left). The numbers represent the activity in each 0.3mm. layer of dentin beneath the restorations.

(Lower): Penetration of radioactive phosphoric acid from a silicate cement restoration into dentin through a cavity varnish. The counts are markedly reduced as compared to the penetration when a varnish is not employed (Middle).

### 液과 粉末의 比(Powder-liquid ratio)

한 會社의 液은 같은 會社의 粉末에만 使用해야 하고 그 成分이 類似하더라도 磷酸亞鉛시멘트 粉末과 함께 使用할 수는 없다. 液과 粉末의 比는 強度, 溶解度, 着色, 磨耗抵抗等 諸性質에 큰 影響을 준다. 第3圖의 液 粉末比와 壓縮強度와의 關係를 보면 粉末의 量이 많을 수록 強度는 增加하는 傾向이고 口腔液內서 gel matrix는 浸蝕되기 쉽기 때문에 gel matrix보다 粉末이 많을 수록 溶解度는 減少되었다. 第4圖에서는 一般的으로 粉末이 많을수록 溶解度는 낮아진다. 練合板을 冷却하여 最大 物理的性質을 얻는데 必要한 粉末과 混合해야 한다. 그러나 粉末이 너무 많을 때는 오히려 溶解度가 增加된다. 第5圖에서는 液과 粉末比에 따라 그 磨耗 및 着色抵抗度가 다른 것을 볼 수 있는데 練和가 不充分한

때는 充分한 경우보다 磨耗가 빠르고 gel matrix는 쉽게 溶解하여 空所가 甚해 지므로 쉽게 着色된다. 第3,4圖에서 보면 各各 最大로 許用되는 液과 粉末은 그 限界가 있어 物理的性質을 左右하므로 반드시 適切한 液과 粉末比를 使用해야 한다.

### 練和過程 (Mixing procedure)

混合할때 練合板은 잘저히 건조해야 하며 plastic으로 된 spatula는 磨滅과 汚染되기 때문에 stainless steel spatula를 使用하는것이 좋다. 1分程度 練和하면 充分하고 그 以上이면 gel matrix가 破壞된다. 充分히 混合된 경우는 表面에 潤氣가 있다.

### 自動練和 (Mechanical mixing)

操作差異에 따라 物理的性質이 달라지므로 amalgamator로 練和하는 것을 권하는데 Cresgel 시멘트

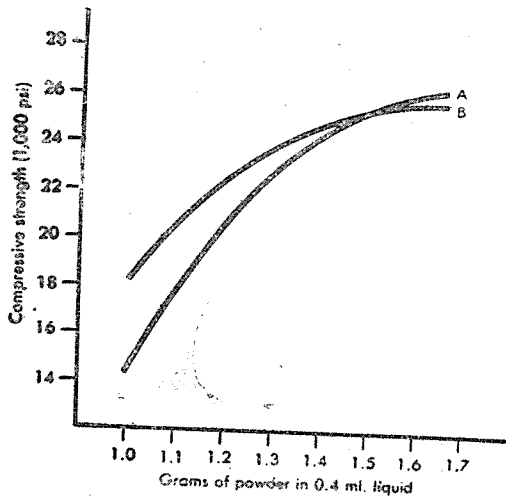


Fig. 3. Strength of two commercial silicate cements mixed with different powder-liquid ratios. Mixes prepared with lower powder-liquid ratios were weaker than those prepared with high powder-liquid ratios. The strength of cement B was somewhat less affected by the powder-liquid ratio than was cement A.

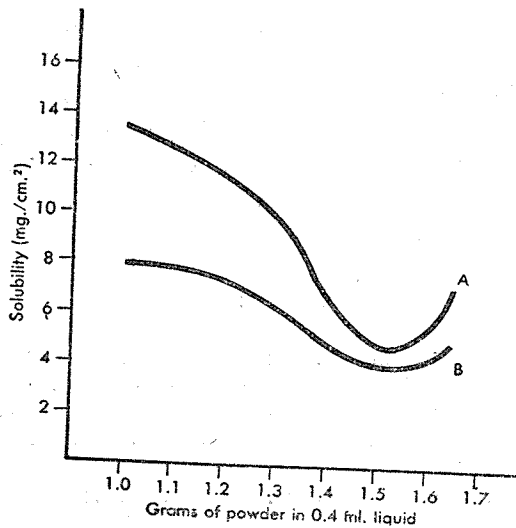


Fig. 4. Solubility in water of two commercial silicate cements mixed with different powder-liquid ratios. The solubility of the cement was reduced as the amount of powder incorporated into the mix was increased, up to a critical point. Beyond a powder-liquid ratio of approximately 1.5gm. to 0.4 ml., the solubility increased. The solubility of cement B was somewhat less affected by variations in powder-liquid ratio than was cement A.

(Cresgel, Crescent Mfg. Co., Chicago, Ill. U.S.A.) 는 粉末이 gelatin capsule 안에 들어있어 適量의 液을 넣은후 아말감 練和메뜨는 plastic capsule內에 pestle 을 뽑은체 넣고 amalgamator에서 10~15秒間 混合한

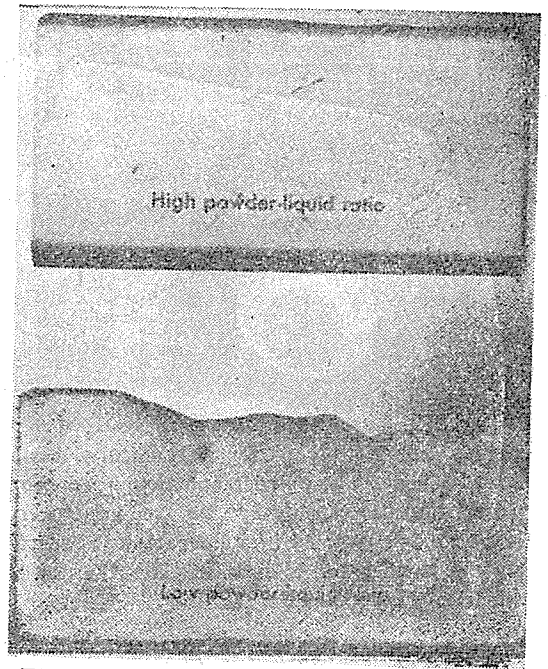


Fig. 5. Two silicate specimens subjected to abrasion by brushing in a mechanical tooth brushing machine with a commercial dentifrice. The specimen prepared with the low powder-liquid ratio was severely abraded while the one prepared with the high powder-liquid ratio showed little effect from the brushing.

다. 이때 發生되는 熱로 硬化는 促進되므로 液과 粉末을 미리 冷藏庫에 冷却시켜 두면 操作時間을 延張할 수 있다.

Gelatin capsule은 完全塞內된 곳에 保管해야 한다. Glass fibers가 섞여있는 Achatite 시멘트를 amalgamator로 混合하면 粉末과 glass fibers의 比重 (specific gravity)이 다르므로 練和時 組成이 分離될 수 있다. Silicap 시멘트 (Silicap, Williams Co., Buffalo N. Y., U.S.A.)는 粉末과 液을 미리 測定하여 capsule 內에 넣고 液은 윗쪽에 있어 조그만 handpress로 누르면 液이 粉末로 흘러 들어간다.

練和는 amalgamator와 비슷한 Silimat, (Silimat, Williams Co., Buffalo, N. Y., U.S.A.) (第6圖)라는 器具로서 混合하며 amalgamator 보다는 速度가 빠르고 amalgam의 練和에도 使用된다. 手動의 練和方法 보다는 液과 粉末比의 調節이나 練和過程을 一定하게 할 수 있는 利點이 있다.

#### 完 成 (Finishing)

充填時 窩洞은 건조해야하며 처음 몇時間은 唾液과 接觸되지 않게 해야한다. Gel matrix가 水分을 吸收하

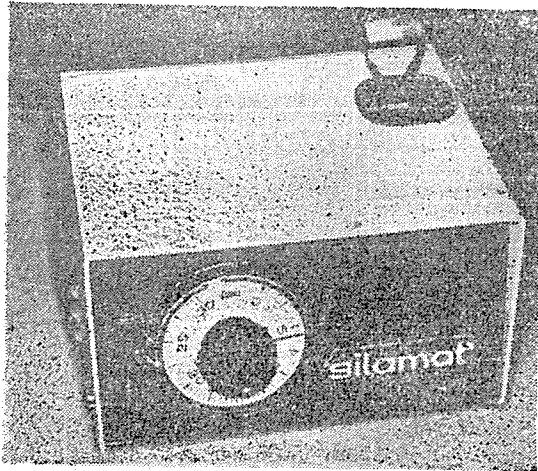


Fig. 6. Device designed for mechanically mixing silicate cement. The powder and liquid are pre-portioned into the capsule by the manufacturer. The liquid is contained in a compartment separate from the powder and is extruded into the powder immediately before mixing.

던 충전물은 약해지고着色되어 붕괴(disintegration)된다. 第5表는 혼합初期에 水分에 露出되는 時間差異에 따라 溶解도에 큰 影響을 주고 있음을 알 수 있는데 혼합初 水分에 5分間 接觸된 시멘트는 24時間 水分에 露出되지 않은 것보다 12배나 溶解되었다.

Gel이 水分에 接觸되지 않는 時間이 길수록 着色 및 붕괴는 적어지므로 silicon grease, cocoa butter, cavity varnish와 같은 silicate lubricant로서 恢復物 全面을 塗布하여 異物의 接觸을 遮斷해 주어야 한다. Cavity varnishes는 다른것 보다 그 效果가 持續적이다. Gel matrix는 syneresis에도 敏感하므로 施術中 脫水を 防止하기 위해 前記한 保護劑로서 空氣와의 接觸을 防止해야 한다. 일단 gel이 脫水되면 다시 물을 吸收하여도 原狀態로 되지않고 表面에는 溝裂과 白亞狀

Table 5. Solubility of silicate cement in water as affected by time elapsing from start of mix to exposure of cement water.

Time	Solubility (percent)
5 Minutes	3.09
10 Minutes	1.14
15 Minutes	0.94
30 Minutes	0.83
60 Minutes	0.63
24 Hours	0.26
48 Hours	0.24

\*Jørgensen, K.D., Acta Odont. Scand. 24:141-158, 1963.

態로 醜하게 된다. 따라서 口呼吸患者에는 適當치 않다. 研磨와 完成은 充填後 最少 24時間後에 해야하며 너무 빠르면 綠端이 破壞된다. Radioisotope實驗에 의하면 24時間後에 研磨한 것보다 곧 研磨한 것이 더 쉽게 浸透되었다. 實際로 matrix strip로 硬化시킨것이 어떠한 研磨過程으로 일든지 보다 우수한 潤澤한 面을 얻게되며 最善의 完成은 最少의 研磨過程으로 얻도록해야한다.

### 口腔狀態의 影響

#### (Effect of the oral environment)

口腔內에서 硅酸시멘트가 崩壞하는 것은 溶解보다는 浸蝕이라 할 수 있고 實際로 粉末粒子는 口腔清潔時와 咀嚼時에 破壞된다. 硅酸시멘트 試片을 一定期間동안 蒸溜水안에 넣고 그 重量의 減少로서 溶解度를 測定하는데 有機酸內에서는 破壞가 甚하며 특히 citric酸은 더有害하다. 硅酸시멘트는 pH가 낮은 口腔內나 齒石이 蓄積되기 쉬운 齒齦部位에서 崩壞가 甚한 것은 酸에서 溶解度가 더 增大하는 理由와 같다. 口腔狀態와 食事의 差異로 個人에 따라 硅酸시멘트의 壽命이 달라지는 理由도 된다. 同一材料에서 그 操作法과 取扱過程이 같은데도 pH가 낮은 酸性의 不潔한 口腔狀態에서는 着色과 崩壞가 더 빠르다. 또 citrus가 들어있는 果物이나 飲料를 多量攝取 하는 사람에서는 崩壞가 빠르다. 한 例로 매일 lemon juice 한컵씩 攝取하는 사람은 材料의 取扱이나 操作에 關係없이 硅酸시멘트 恢復物을 維持할 수 없다.

### Selected readings:

- 1) Jørgensen, K. D.: On solubility of silicate cements, Acta Odont. Scand. 21:141-158, 1963.
- 2) MacPherson, W.G., and Charbeneau, G.T.: Silicate cement, J. Mich. Dent. Ass. 44:307-311, 1962.
- 3) Phillips, R.W., and Swartz, M.L.: Effect of certain materials on the solubility of enamel, J. Amer. Dent. Ass. 54:623-636, 1957.
- 4) Phillips, R.W., Swartz, M.L., and Chong, W.F.: Properties of silicate cements mixed by hand and mechanical means, J.S. Calif. Dent. Ass. 33:239-242, 1965.
- 5) Smith, D.C.: Protection of silicate restorations from contamination by moisture, Brit. Dent. J. 122:382-386, 1967.
- 6) Swartz, M.L.: Dental cements and restorative resins, Dent. Clin. N. Amer. pp. 169-183, March, 1965.
- 7) Swartz, M.L., Norman, R.D., Phillips, R.W., and Niblack, B.F.: Effect of certain variables on the properties of silicate cement, J. Dent. Child. 35:115-121, 1968.