

磁器釉藥의 組成이 磁器強度에 미치는 影響

Effects of Composition of Porcelain Glazes on the Strength of Porcelain.

金 泳 祥*
Kim, Yung-Sang

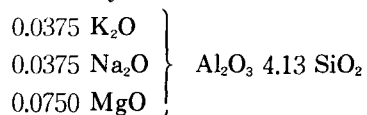
〈目 次〉

- | | |
|--------------|--------|
| 1. 緒 論 | 4. 結 論 |
| 2. 實驗方法 | 參考文獻 |
| 3. 實驗結果 및 考察 | |

Abstract

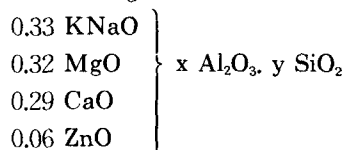
The effect of firing on the development of strength of china with maturing range of a series of glaze that gave no defect on firing was observed in an electrical furnace and oil-fired kiln.

The body formular is as follows



and it was applied to a selected china body.

Porcelain glaze formular is in the following.



The result obtained is summarized as follows :

(1) It was found that the strength of porcelain increases when the Al_2O_3 moles of the glaze increses, and the strength of porcelain decreases when the SiO_2 moles of glaze decreases at 3.9~5.9 moles, and increases again when the SiO_2 moles increases at 5.9~7.9 moles.

(2) It was found the most safe glaze is No. 25 glaze.

*産業應用技術士(窯業)·弘益大學校 産業大學 無機材料工學科 教授

1. 緒 論

家庭用磁器, 특히 호텔에서 사용되는磁器에서도 最近에는 強度가 要求되고 있다.

磁器의 機械的 強度에 대한 釉藥의 影響을 알아보기 위하여 磁器素地의 열팽창율, 釉藥의 열팽창율, 施釉된 素地의 釉應力, 施釉된 素地의 強度를 측정하여 釉藥과 素地의 安定한 범위를 찾아 내어 生産에 應用할 수 있도록 하는 것을 研究目的으로 하였다.

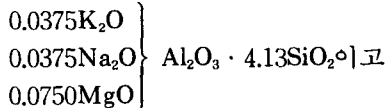
釉藥과 素地의 熱膨脹係數의 差가 크면 均열 내지 박열(shivering)이 일어나므로 強度에 미치는 影響은 크다.

따라서 열팽창계수와 釉應力(Glaze Stress), 曲強度 등은 서로 밀접한 관계가 있어 各各의 數値가 서로 어떤 값을 가질때 높은 強度를 나타 내는가를 究明하고자 한다.

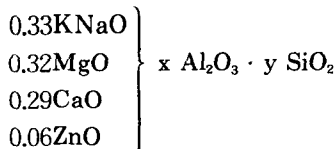
2. 實驗方法

2.1 使用素地 및 釉의 試驗範圍

使用素地는 H社의 磁器素地에서 素地式은



釉式은



이고 釉式에서 x의 범위는 0.5~0.9mole의 Al_2O_3 를 變化시키고 y의 범위는 SiO_2 의 mole 수를 4.0~8.0mole를 變化시켜 釉藥의 시험범위로 하였다.

釉藥의 시험범위를 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같다.

2.2 素地 및 釉의 微粉碎

素地의 微粉碎는 1.5ton Ball mill에서 24시간

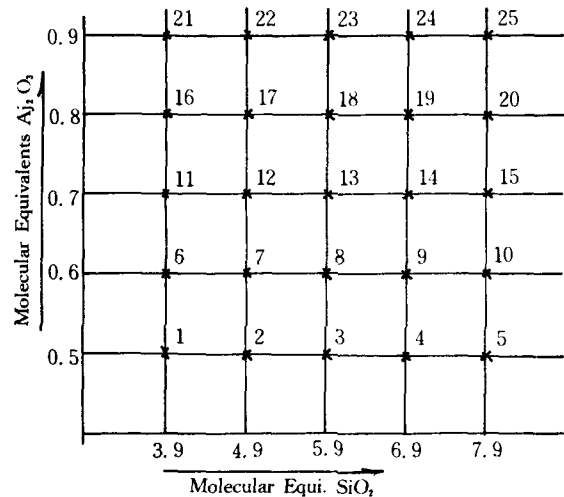
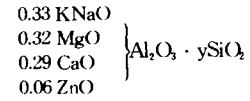


Fig. 1 Porcelain glaze compositions having a constant Ro and variable alumina and silica.

분쇄하여 150 mesh 체를 전부 통과시킨 입도를 가진 素地를 사용하고 釉藥은 250kg Ball mill에서 110시간 미분쇄한 다음 250 mesh 체를 통과한 것을 사용하였다.

2.3 素地 및 釉의 熱膨창 측정

열팽창 측정 器機는 독일 Netzsch社의 Dilatometer 402E를 사용하였으며 승온속도는 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 하여 측정하였으며 test piece는 소성 후 길이가 50mm, 직경 7mm의 원기둥 모양으로 만들어 사용하였다.

2.4 曲強度測定¹⁾

曲強度測定器機는 독일 Netzsch社의 Bending Strength Tester 401를 사용하였으며 test piece는 소성 후 길이가 $100\text{mm} \times 22\text{mm} \times 5\text{mm}$ 가 되도록 만들어 사용하였다.

2.5 釉應力(Glaze Stress) 測定

釉應力測定器機는 독일 Netzsch社의 Glaze Stress tester 420을 사용하였으며 그 原理는

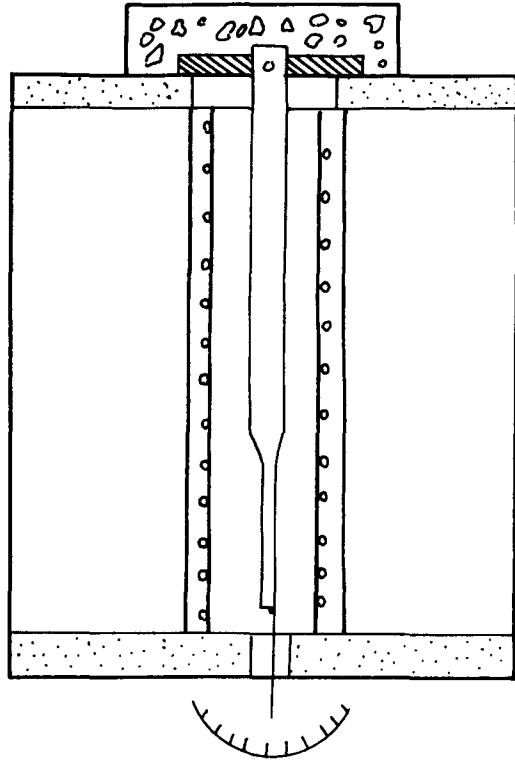


Fig. 2 Measuring glaze stresses in cooling.
Suspended bar is glazed on one side.

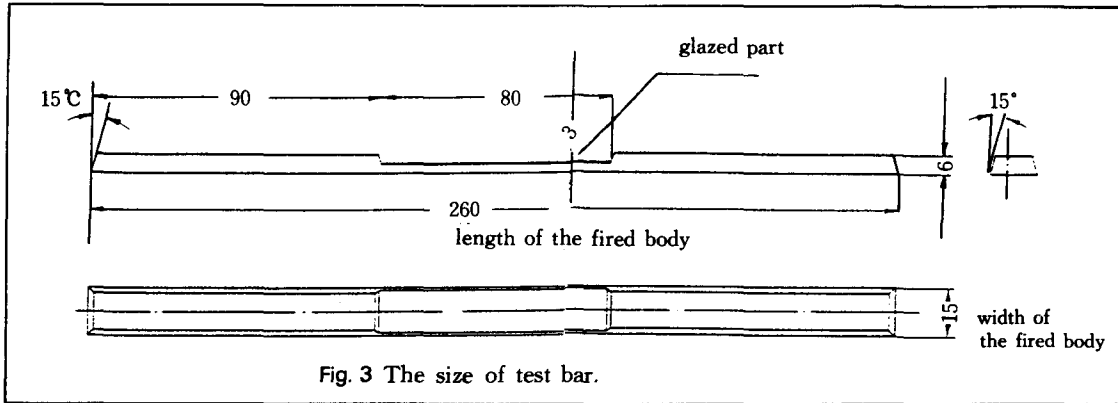


Fig. 3 The size of test bar.

Steger^{2,4)}氏에 의하여 고안되었으며 그 原理圖⁵⁾는 Fig. 2와 같다.

Test bar의 크기는 Fig. 3과 같고 측정시 가열 속도와 냉각속도는 모두 5℃/min로 하여 釉應力을 측정하였다.

2.6 磁器의 燒成

Test pice는 電氣爐(Lind Berg Kiln)에서 S.K. 11(1320℃)로 燒成하였으며 燒成溫度曲線은 Fig. 4와 같다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 素地와 釉의 熱膨脹係數⁶⁾의 온도에 따른 변화

素地の 열팽창계수의 온도에 따른 변화를 볼 것 같으면 100℃에서 200℃ 사이가 급격히 증가하였으며 이것은 $\alpha = \beta$ 전이가 일어나기 때문인 것으로 간주된다.

釉藥에 있어서는 No. 3가 素地와 가깝게 변화하고 180℃를 경계로 급격히 낮아지는 경향이 생긴다. 200~300℃에서는 약간 감소하다가 온도가 올라가도 별로 변화가 없다가 750℃에서 素地보다 높은 팽창계수를 가지고 가다가 800℃를 넘어서 素地보다 떨어지는 것을 알 수 있었다. 그외에 No. 5 釉가 100℃~200℃ 사이에서 다른 유약보다는 높은 팽창계수를 나타내고 기타 No. 13, No. 9, No. 23 釉는 100~200℃ 사이에서 완만하

게 증가하여 750~800℃ 부근에서 약간의 증가가 생겼다 다시 낮아지는 것을 알 수 있다. 800℃ 부근에서 素地보다 팽창계수가 큰 釉 No. 3를 施釉한 素地の 強度가 無釉의 素地만의 強度보다 낮은 것을 알 수 있었으며 素地보다 낮은 釉를

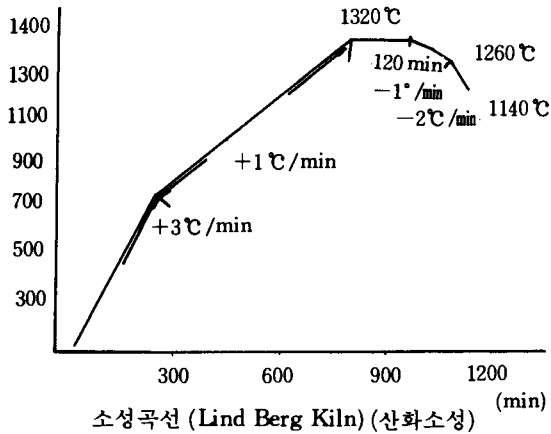


Fig. 4 Firing schedule.

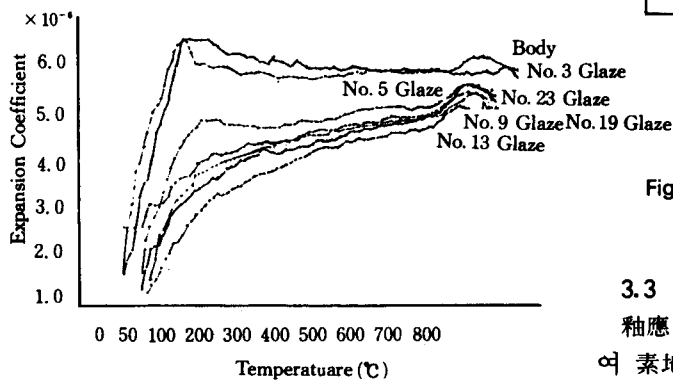


Fig. 5 Variation in expansion coefficient of body and glazes.

施釉한 素地는 無釉의 素地보다 높은 曲強度를 나타낸 것을 알 수 있었다. 素地와 釉의 열팽창계수의 온도에 따른 변화곡선은 Fig. 5 나타난 바와 같다.

3.2 素地の 曲強度

無釉의 素地와 No. 1 釉, No. 3 釉, No. 5 釉, No. 11 釉, No. 13 釉, No. 15 釉, No. 21 釉, No. 23 釉, No. 25 釉를 施釉한 素地の 曲強度測定結果는 Fig. 6에 나타낸 바와 같다. 이 그림에서 나타낸 各 素地の 強度는 유약의 SiO₂의 mole 수가 3.9 mole 에서 5.9 mole 로 증가하였을 때 No. 3, No. 13, No. 23 釉를 施釉한 素地가 전반적으로 낮아졌다가 다시 SiO₂의 mole 수를 증가시

킨 釉(No. 5, No. 15, No. 25)를 施釉한 素地는 다시 強度가 높아짐을 알 수 있다.

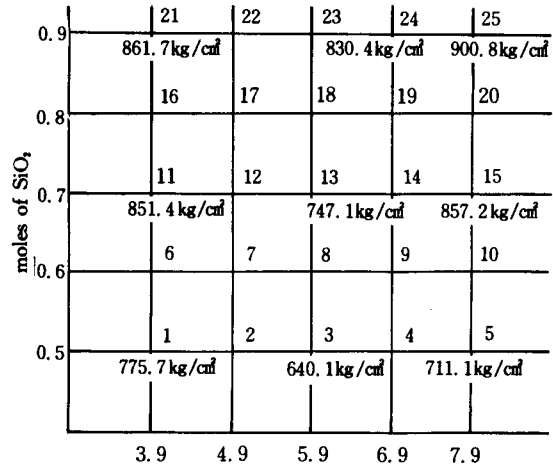


Fig. 6 Bending strength of each specimens.

3.3 釉應力測定結果

釉應力³⁾測定用 test bar 中央部에 釉를 施釉하여 素地와 釉藥間에 作用하는 열팽창 수축의 차이로 釉應力을 측정하는 것으로 No. 1 釉, No. 5 釉, No. 13 釉, No. 21 釉, No. 25 釉를 施釉한 test bar 로 釉應力을 측정한 결과 No. 1 釉를 施釉한 素地에서는 250°C 에서 190°C 사이에서 압축응력(Compressive stress)가 640μ, 190°C~760°C 사이에서 인장응력(tensile stress)이 240μ으로 나타났고 No. 5 釉를 施釉한 素地에서는 25~840°C 에서 압축응력이 580μ, 인장응력은 Zero 로 없었다.

No. 13 釉를 施釉한 素地에서는 24~400°C 사이에서 압축응력이 960μ, 인장응력이 160μ으로 나타났으며 No. 21 釉를 施釉한 素地에서는 25°C~120°C 에서 압축응력이 140μ, 120°C~770°C 에서 인장응력이 340μ 나타났고 No. 25 釉를 施釉한 素地에서는 25~780°C 에서 압축응력만이 300μ으로 나타났었다.

이상의 시험결과 No. 25 釉와 素地 사이에 응력이 가장 작게 작용하여 가장 安定한 素地 釉藥이라는 結果를 얻었다.

Fig. 7에서 Fig. 11은 釉應力을 自動기록장치로 측정한 곡선이다.

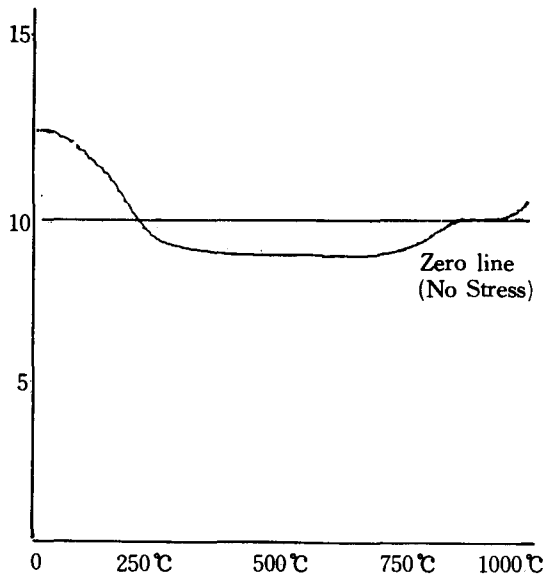


Fig. 7 Measurement of Stresses in glaze No. 1

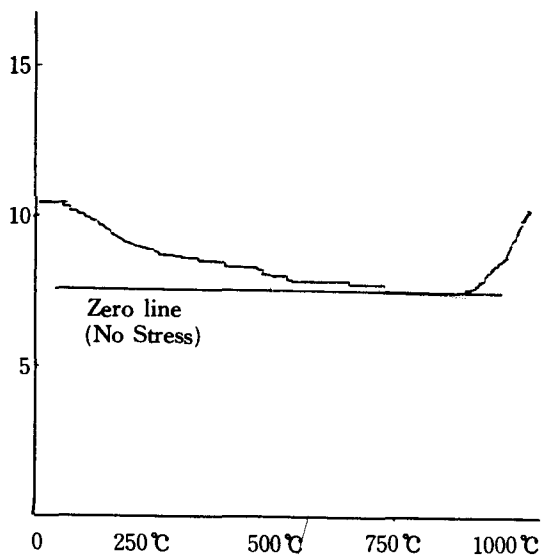


Fig. 8 Measurement of Stress in glaze No. 5



Fig. 9 Measurement of Stresses in glaze No. 13

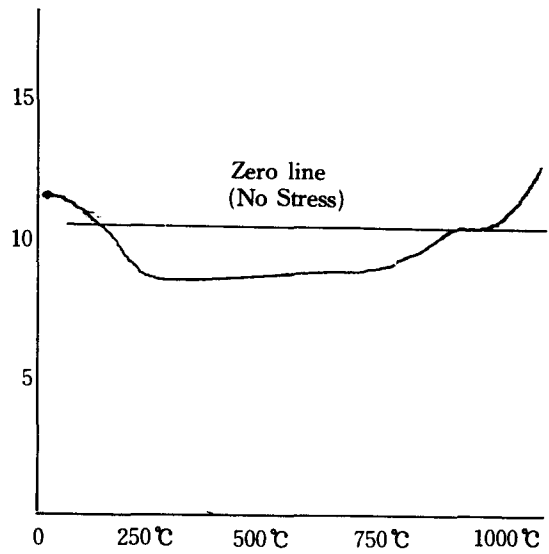


Fig. 10 Measurement of Stresses in glaze No. 21

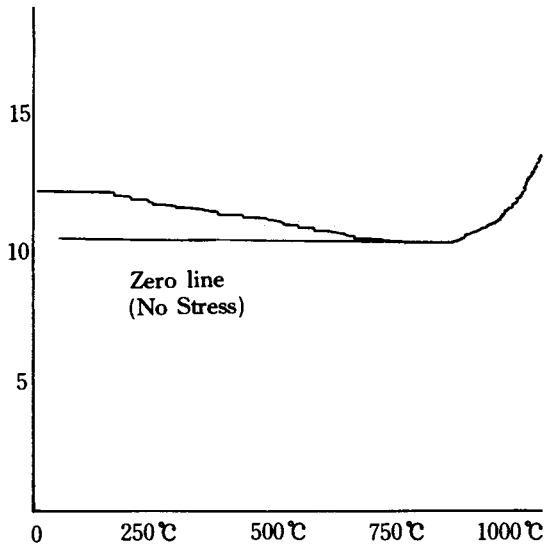
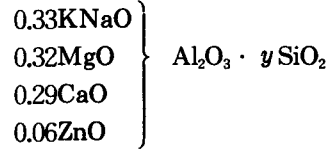


Fig. 11 Measurement of Stresses in glaze No. 25



의 磁器釉에서 釉藥의 磁器強度에 미치는 영향을 종합해 보면 다음과 같다.

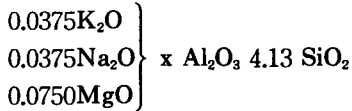
(1) 주어진 釉式에서 Al_2O_3 의 mole 수를 증가시켰을 때 素地の 強度는 증가하였다.

(2) 주어진 釉式에서 SiO_2 의 mole 수를 3.9 mole 에서 5.9 mole 로 증가시켰을 때 素地強度는 減少하였으며 다시 5.9 mole 에서 7.90 mole 로 增加시켰을 때 素地強度는 增加하였다.

(3) 주어진 釉式에서 1番釉에서 25番釉까지 주어진 素地に 施釉하여 S.K. 11에서 燒成한 結果 가장 安定한 釉는 25番釉였다.

4. 結 論

磁器素地式



를 갖는 素地와 磁器釉式

參 考 文 獻

- 1) 窯業工學 핸드ブック, 1976 技報堂 p.429.
- 2) Ceramic Glazes Parmelee, C. W., 1973, p. 232~233.
- 3) W. D. Kingery 1976. Introduction to Ceramics 2nd Edition p. 609~610.
- 4) Steger, W. 1930. Ber. deut. Keram. Ges 11:139.
- 5) Steger, W. 1928. Stresses in glazed ware. Ber. deut. Keram. Ges. 9:203.
- 6) 窯業工學 핸드ブック, 1976. 技報堂 p. 486~491.