



Feldspar's Influence on Clay Properties in Chan Neua Village, Chomphet District, Luang Prabang Province

Kongsy PHIMMAVONG¹, Laimaion KEOBUAPHA¹, Daolith CHITDAVONG¹, Bouthamaly SENGPASEUTH², Sinxay SACKDAVONG¹, Jongneng Yang³, Pem PHAKVISETH*¹, Southida KENENAVONG¹, Soulina VILAYSENG¹

Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering, Souphanouvong University, Lao PDR

* Correspondence:

Pem PHAKVISETH,
Department of Materials
Science and Engineering,
Faculty of Engineering,
Souphanouvong University,
Tel: 020 9555 3036,
E-mail: pempvs@su.edu.la

Abstract

This study aims to study the effects of feldspar on clays used to forming ceramic products by studying, analyzing the physical and mechanical properties of the clay in Ban Chan Nuea, Chomphet District, Luan Prabang, Laos. Data and clay were collected from the village and washing, drying and grinding them finely. we were mixed with feldspar ore obtained from Hiem District, Huaphan Province in the ratio specified in the 6 mixtures LF1 100%, LF2 90%, LF3 80%, LF4 70%, LF5 50%, LF6 30% clay, and feldspar ore is mixed to 100% in each mixture formula. Then put in an oven until dried. Then create a block sample and burn it at 5 temperatures 800 - 1250°C at 1 hour. Then test the density, strength, shrinkage, and water absorption.

Article Info:

Submitted: January 26, 2026

Revised: June 10, 2026

Accepted: June 20, 2026

The results of this experiment found that feldspar is added in an amount of 50% or more, the surface of the clay will be white with a thin glassy coating. The physical properties test for water absorption is the highest percentage of water absorption was LF6 with 30% clay burned at 900°C with a water absorption rate of 20.33% and the sample with the lowest water absorption rate was LF6 with 30% clay at 1250°C with a water absorption rate of 0.20%. Shrinkage physical property testing at 1250°C, LF1 had the highest shrinkage 8.68% and LF4 had the lowest shrinkage 2.06%. The density at 1250°C LF5 has a minimum 1.71 g/cm³ and LF1 has a maximum 2.22 g/cm³, and the physical properties test in terms of hardness found that at 1250°C, LF6 has a minimum hardness 15.42 MPa and LF1 has a maximum hardness 91.21 MPa. According to the test results of all 6 mixture formulas and 5 temperatures, feldspar is used as an additive for the formation of ceramic clay.

Keywords: Chan Neua Village's Clay, Felspar, Hiem District, Ceramics

1. ພາກສະເໜີ

ໃນປັດຈຸບັນ, ອຸດສາຫະກຳເຊລາມິກໃນລະດັບສາກົນໄດ້ມີການພັດທະນາແບບກ້າວກະໂດດ ໂດຍການນຳໃຊ້ເຕັກໂນໂລຊີທີ່ທັນສະໄໝເຂົ້າໃນການປັບປຸງຄຸນນະພາບເນື້ອດິນປັ້ນ (Body formulation) ເພື່ອຍົກລະດັບທັງດ້ານຄວາມງາມ ແລະ ປະໂຫຍດໃຊ້ສອຍ. ການ

ຄົ້ນຄວ້າດ້ານວັດສະດຸເຊລາມິກໃນລະດັບສາກົນສູນໃສ່ການເພີ່ມມູນຄ່າໃຫ້ແກ່ຜະລິດຕະພັນ ໂດຍຜ່ານການຄວບຄຸມສ່ວນປະສົມທາງເຄມີ ແລະ ທາງກາຍະພາບຢ່າງລະອຽດ (Privett, 1987). ຫົວໃຈສຳຄັນຂອງການຜະລິດເຊລາມິກໃຫ້ມີຄຸນນະພາບສູງນັ້ນ ແມ່ນການຄັດເລືອກວັດຖຸດິບທີ່ປະກອບດ້ວຍສ່ວນທີ່ໃຫ້ຄວາມໝຽວ (Plastic

materials) ແລະ ສ່ວນທີ່ ບໍ່ ໃຫ້ ຄວາມໝຽວ (Non-plastic materials) ໃນອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມ (Savarith, 1998). ສໍາລັບ ສປປ ລາວ, ຫັດຖະກໍາເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາ ບ້ານຈຳນເໜືອ ເມືອງຈອມເຜັດ ແຂວງຫຼວງພະບາງ ຖືເປັນມໍລະດົກທາງວັດທະນະທຳທີ່ມີປະຫວັດສາດຍາວນານກວ່າ 400 ປີ ນັບແຕ່ສະໄໝອານາຈັກລ້ານຊ້າງ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ໃນປະຈຸບັນ ການຜະລິດສ່ວນໃຫຍ່ຍັງຄົງອີງໃສ່ວັດຖຸດິບທ້ອງຖິ່ນແບບດັ້ງເດີມ ແລະ ຂາດການວິໄຈທາງວິທະຍາສາດເພື່ອຍົກລະດັບຄຸນນະພາບເນື້ອດິນໃຫ້ທຽບເທົ່າກັບມາດຕະຖານອຸດສາຫະກຳສະໄໝໃໝ່. ນີ້ຄື ຊ່ອງວ່າງທາງການວິໄຈ (Research Gap) ທີ່ສໍາຄັນ ເນື່ອງຈາກດິນໝຽວທ້ອງຖິ່ນພຽງຢ່າງດຽວອາດມີຂໍ້ຈຳກັດດ້ານຄວາມແຂງແຮງ ແລະ ການດູດຊຶມນໍ້າສູງ. ເພື່ອແກ້ໄຂບັນຫາດັ່ງກ່າວ, ການນຳໃຊ້ແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປຣາ (Feldspar) ເຂົ້າມາເປັນສ່ວນປະສົມຈຶ່ງມີບົດບາດສໍາຄັນ. ທາງດ້ານວິທະຍາສາດວັດສະດຸ, ແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປຣາເຮັດໜ້າທີ່ເປັນຕົວຊ່ວຍຫຼອມລະລາຍ (Flux) ທີ່ສໍາຄັນ ເຊິ່ງຊ່ວຍຫຼຸດອຸນຫະພູມໃນການເຜົາ ແລະ ຊຸກຍູ້ໃຫ້ເກີດຂະບວນການ Vittrification ຫຼື ການກາຍເປັນເນື້ອແກ້ວພາຍໃນໂຄງສ້າງເຊລາມິກ (Giese and van Oss, 2002). ແຮ່ທາດນີ້ປະກອບດ້ວຍອາລູມິນຽມຊີລິເກດ ທີ່ມີທາດອັລຄາໄລ ເຊັ່ນ: ໂປແທດຊຽມ (K_2O) ແລະ ໂຊດຽມ (Na_2O), ເຊິ່ງຊ່ວຍໃຫ້ເນື້ອດິນມີຄວາມໜາແໜ້ນສູງ ແລະ ມີການດູດຊຶມນໍ້າຕໍ່າ (ວໍລະຈັກ ແລະ ຄະນະ, 2019).

ດັ່ງນັ້ນ, ການສຶກສາວິໄຈໃນຄັ້ງນີ້ຈຶ່ງມີຈຸດປະສົງເພື່ອສຶກສາ ແລະ ວິເຄາະຜົນກະທົບຈາກການເຕີມແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປຣາ (ຈາກແຫຼ່ງພາກເໜືອຂອງລາວ ເປັນຕົ້ນແມ່ນແຂວງຫົວພັນ) ເຂົ້າໃນເນື້ອດິນປັ້ນຂອງບ້ານຈຳນເໜືອ. ການວິໄຈຈະສຸມໃສ່ການທົດສອບຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບ ແລະ ກົນລະສາດ ເຊັ່ນ: ຄວາມໜາແໜ້ນ, ອັດຕາການຫົດຕົວ, ການດູດຊຶມນໍ້າ, ຄວາມແຂງແຮງ, ແລະ ການປ່ຽນແປງຂອງສີເພື່ອສ້າງເປັນແນວທາງໃນການພັດທະນາຜະລິດຕະພັນເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາລາວໃຫ້ມີຄຸນນະພາບສູງ ແລະ ສາມາດແຂ່ງຂັນໄດ້ໃນລະດັບສາກົນ.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການຄົ້ນຄວ້າ

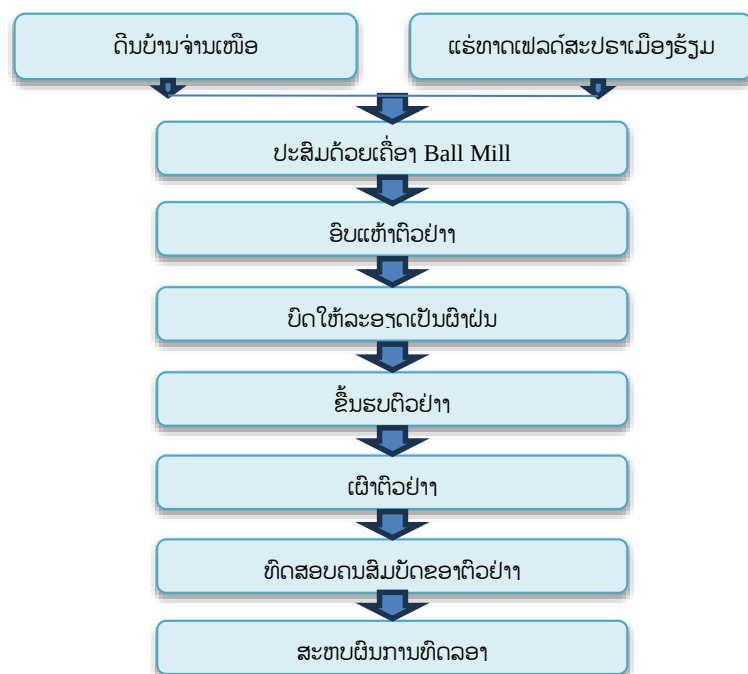
2.1 ເຄື່ອງມືທີ່ໃຊ້ໃນການທົດລອງ

ຊຶ່ງຊັງດີຈີຕໍ່ ຂະໜາດຄວາມລະອຽດ 3 ຈຸດ, ເຄື່ອງອັດຂຶ້ນຮູບໄຮໂດຣລິກ, ແມ່ແບບເຫຼັກ, ເຄື່ອງ Ball mil, ເຕົາອົບ ອຸນຫະພູມສູງສຸດ $350^{\circ}C$, ເຕົາເຜົາ ເຜົາໄດ້ $1450^{\circ}C$, ຄົກບົດຕົວຢ່າງ, Hotplate ຕົ້ມ ແລະ ໝູນພ້ອມ, ບົກເກີ ຈຳນວນໜຶ່ງ, ພາຊະນະໃສ່ຕົວຢ່າງ.

2.2 ວິທີການຄົ້ນຄວ້າ

ອີງຕາມແບບວິທີຂອງ (Phakviseth et al., 2025 a) ແລະ (Phakviseth et al., 2025b)ທີ່ໃຊ້ວິທີການ ສັງເຄາະທາດແບບປະຕິກິລິຍາທາງຄວາມຮ້ອນ ແລະ ທິມງານນັກຄົ້ນຄວ້າເຮົາໄດ້ນຳເອົາຕົວຢ່າງດິນມາຈາກບ້ານຈຳນເໜືອ ເມືອງຈອມເຜັດ ແຂວງຫຼວງພະບາງ ເປັນດິນທີ່ໃຊ້ເຮັດເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາຂອງສະມາຄົມເຄື່ອງປັ້ນດິນເຜົາ

ແລ້ວ ເອົາມາລ້າງໃຫ້ສະອາດ ແລ້ວຕາກໃຫ້ແຫ້ງ, ຫຼັງຈາກຕາກແຫ້ງດີແລ້ວນຳມາດິນດັ່ງກ່າວມາບົດ ແລະ ເຂົງໃຫ້ເມັດດິນ ມີຂະໜາດໜ້ອຍປະມານ $250\mu m$ ແລ້ວກໍຈະໄດ້ຕົວຢ່າງທີ່ເປັນຝຸ່ນດິນ ຈາກນັ້ນນຳເອົາແຮ່ທາດແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປຣາທີ່ໄດ້ຈາກເມືອງຮຽມ ແຂວງຫົວພັນມາປະສົມຕາມອັດຕາສ່ວນທີ່ກຳນົດໄວ້ 5 ສຸດແລ້ວໃສ່ລົງໃນເຄື່ອງປະສົມ Ball Mill ໂດຍໃຊ້ເວລາປະສົມປະມານ 5 – 6 ຊົ່ວໂມງ. ຫຼັງຈາກນັ້ນນຳເອົາແຕ່ລະສ່ວນປະສົມນັ້ນໄປອົບໃຫ້ແຫ້ງ ແລະ ບົດຕົວຢ່າງທີ່ປະສົມເຂົ້າກັນດີແລ້ວໃຫ້ລະອຽດ ຈຶ່ງນຳໄປຂຶ້ນຮູບຕົວຢ່າງສີ່ແຈ ຕາມແມ່ຜິມທີ່ກຳນົດໄວ້ ເມື່ອງຂຶ້ນຮູບສຳເລັດແລ້ວນຳເອົາໄປເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ $800^{\circ}C$, $900^{\circ}C$, $1000^{\circ}C$, $1100^{\circ}C$, $1250^{\circ}C$ ເປັນເວລາ 1 ຊົ່ວໂມງ ແລ້ວນຳເອົາຕົວຢ່າງທີ່ເຜົາແລ້ວນັ້ນມາທົດສອບຄຸນສົມບັດຕ່າງໆຄື ການຫົດຕົວຂອງຕົວຢ່າງ, ການດູດຊຶມນໍ້າ, ຄວາມໜາແໜ້ນ,



ສີຂອງຕົວຢ່າງ ແລະ ຄວາມແຂງຂອງຕົວຢ່າງ. ລາຍລະອຽດຂອງການທົດລອງຕາມແຜນຜັງລຸ່ມນີ້:

ຮູບພາບທີ 1 ຮູບສະແດງຂັ້ນຕອນການດຳເນີນການທົດລອງ

2.3 ການວິເຄາະຂໍ້ມູນ

2.3.1 ການວິເຄາະທາງການຫົດຕົວ

ຊັ້ນງານເຊຣາມິກຈະມີການປ່ຽນຂະໜາດຫຼັງຈາກຜ່ານການເຜົາ ເນື່ອງຈາກນ້ຳທີ່ມີຢູ່ລະຫວ່າງອະນຸພາກຫຼັງຂຶ້ນຮູບໄດ້ລະເຫີຍຫາຍໄປ ເຮັດໃຫ້ຊັ້ນງານມີການຫົດຕົວ ຖ້າປະລິມານນ້ຳທີ່ມີຢູ່ໃນຊັ້ນງານມີຫຼາຍຈະເປັນຜົນໃຫ້ມີການຫົດຕົວຫຼາຍຕາມໄປດ້ວຍ. ດັ່ງນັ້ນ ມີຜົນເຮັດໃຫ້ຊັ້ນງານເຊຣາມິກມີໂອກາດທີ່ຈະເສຍຮູບຊົງ ແລະ ອາດຈະໄຄ່ງງ່າຍ ຫຼື ຂະໜາດບໍ່ໄດ້ຕາມທີ່ຕ້ອງການ (Kamseu et al., 2007)

- % ການຫົດຕົວຫຼັງການເຜົາ (% Linear firing shrinkage, LFS)

$$\%LFS = \frac{L_d - L_f}{L_d} \times 100$$

ສົມຜົນ (1)

L_d ແມ່ນຄວາມຍາວຂອງວັດສະດຸກ່ອນເຜົາ

L_f ແມ່ນຄວາມຍາວຂອງວັດສະດຸຫຼັງເຜົາ

2.3.2 ການວິເຄາະຫາການດູດຊຶມນ້ຳ

ການຫາຄວາມຊຸ່ມທີ່ມີໃນດິນໜຽວຄືການຫາປະລິມານນ້ຳໜັກທີ່ຫາຍໄປລະຫວ່າງທີ່ຊຶ້ນງານແຫ້ງ ເຊິ່ງນ້ຳໜັກທີ່ຫາຍໄປນີ້ຂຶ້ນຢູ່ກັບການລະເຫຍື້ນນ້ຳທີ່ຢູ່ໃນເນື້ອດິນໜຽວ ແລະ ສິ່ງແວດລ້ອມໂດຍຮອບເຊິ່ງທີ່ສຳຄັນຄື ຄວາມຊຸ່ມໃນອາກາດ ນ້ຳໜັກທີ່ຫາຍໄປຫຼັງອົບແຫ້ງ (Drying loss) ບໍ່ໄດ້ລວມຢູ່ໃນ % Loss on ignition ແຕ່ຈະເປັນນ້ຳໜັກຂອງຊຶ້ນງານທີ່ບໍ່ໄດ້ຜ່ານການເຜົາ ປະລິມານຄວາມຊຸ່ມນີ້ສາມາດບອກໄດ້ໂດຍທຽບກັບຊຶ້ນງານທີ່ບໍ່ແຫ້ງສະນິດ (undried basis) ຫຼື ຊຶ້ນງານທີ່ແຫ້ງສະນິດ.(Dondi et al., 2014) (ອົບໃນເຕົາອົບຈົນນ້ຳໜັກຄົງທີ່)

$$\%C = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

ສົມຜົນ (2)

W_s ແມ່ນນ້ຳໜັກຫຼັງການດູດຊຶມນ້ຳ

W_d ແມ່ນນ້ຳໜັກກ່ອນການດູດຊຶມນ້ຳ

2.3.3 ການວິເຄາະຫາຄວາມໜາແໜ້ນ (Syed Fofanah, 2024)

$$\text{Bulk Density} = \frac{W_d}{V_b}$$

ສົມຜົນ (3)

W_d : ນ້ຳໜັກຕົວຢ່າງຫຼັງເຜົາ(g)

V_d : ບໍລິມາດ(cm³)

2.3.4 ການວິເຄາະຫາຄວາມແຂງ

ການຫາຄ່າຄວາມແຂງແຮງຈຶ່ງເປັນຄ່າໜຶ່ງທີ່ໃຫ້ຄວາມສຳຄັນຕໍ່ການຜະລິດຜະລິດຕະພັນທາງເຊຣາມິກ(Zouaoui & Bouaziz, 2017) ໂດຍການວັດແທກທີ່ນິຍົມຄື ການວັດຄວາມແຂງແຮງຕໍ່ການແຕກຫັກ ເຊິ່ງຫາໄດ້ 2 ແບບຄື Three-point bending ແລະ four-point bending ທີ່ສາມາດຄິດໄລ່ອອກມາເປັນ Modulus of Rupture (MOR) ມີສູດໃນການຄຳນວນຄື:

$$\text{Three-point bending: MOR} = \frac{3PL}{2bd^2}$$

ສົມຜົນ (4)

ຫົວໜ່ວຍ psi (lb/in²), ksi (1000 lb/in²), MPa ຫຼື kg/cm³

P (Load): ນ້ຳໜັກທີ່ກົດໃຊ້ຊຶ້ນງານຈົກເກີດການແຕກຫັກ (MPa)

L (Span): ໄລຍະຫ່າງລະຫວ່າງຂາຕັ້ງດ້ານລຸ່ມຂອງເຄື່ອງທົດລອງ

d: ຄວາມໜາຂອງຕົວຢ່າງທົດສອບ

b: ຄວາມກວ້າງຂອງຕົວຢ່າງທົດສອບ

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

3.1 ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບຂອງສີຕົວຢ່າງດິນຕາມແຕ່ລະອຸນຫະພູມ

3.1.1 ສີຂອງຕົວຢ່າງດິນທີ່ເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 800°C

ຜ່ານການເຜົາອຸນຫະພູມ 800 °C ຈະເຫັນວ່າສີຕົວຢ່າງຈະມີສີເຂັ້ມຂຶ້ນຈາກກອນເຜົາພຽງເຫຼັກນ້ອຍ ແລະ ຮູບຮ່າງຂະໜາດຫຍິບບໍ່ທັນປ່ຽນແປງເນື່ອງຈາກວ່າອຸນຫະພູມຕ່ຳເຮັດໃຫ້ສານທີ່ເປັນສ່ວນປະກອບກໍ່ຄືຝຸດສະປາຕາຍັງບໍ່ທັນເປັນອົຍ.(ຮູບພາບທີ 2 ກ)

3.1.2 ສີຂອງຕົວຢ່າງດິນທີ່ເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 900°C

ຜ່ານການເຜົາອຸນຫະພູມ 900 °C ຈະເຫັນວ່າສີຕົວຢ່າງຈະມີສີເຂັ້ມຂຶ້ນກ່ວາອຸນຫະພູມ 800°C ຕາມສ່ວນປະສົມທີ່ເຕີມແຮ່ທາດຝຸດສະປາຕາເຂົ້າໄປ.(ຮູບພາບທີ 2 ຂ)

3.1.3 ສີຂອງຕົວຢ່າງດິນທີ່ເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1000°C

ຜ່ານການເຜົາອຸນຫະພູມ 1000 °C ຈະເຫັນວ່າສີຕົວຢ່າງຈະມີສີເຂັ້ມຂຶ້ນເປັນສີດຳເລັກໜ້ອຍຕາມສ່ວນປະສົມທີ່ເຕີມແຮ່ທາດຝຸດສະປາຕາເຂົ້າໄປ ແລະ ສັງເກດເຫັນວ່າອັດຕາສ່ວນທີ່ມີດິນເປັນສ່ວນໃຫຍ່ຈະມີສີເຂັ້ມກ່ວາ ແລະ ເມື່ອທຽບກັບການທົດລອງຈາກບົດຂອງ(Dana et al., 2004) ພົບວ່າ ການເກີດເປັນແກ້ວຊຶ້ນບາງໆຢູ່ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 950 °C ຂຶ້ນມາ (ຮູບພາບທີ 2 ຄ)

3.1.4 ສີຂອງຕົວຢ່າງດິນທີ່ເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1100°C

ຜ່ານການເຜົາອຸນຫະພູມ 1100 °C ຈະເຫັນວ່າສີຕົວຢ່າງຈະມີສີເຂັ້ມຂຶ້ນເປັນສີດຳເລັກໜ້ອຍຕາມສ່ວນປະສົມທີ່ເຕີມແຮ່ທາດຝຸດສະປາຕາເຂົ້າໄປ ແລະ ສັງເກດເຫັນວ່າອັດຕາສ່ວນທີ່ມີດິນເປັນສ່ວນໃຫຍ່ຈະມີສີເຂັ້ມກ່ວາ ແລະ ເລີ່ມຈະກາຍເປັນສີດຳ.(ຮູບພາບທີ 2 ງ)

3.1.5 ສີຂອງຕົວຢ່າງດິນທີ່ເຜົາຢູ່ອຸນຫະພູມ 1250°C

ຜ່ານການເຜົາອຸນຫະພູມ 1250°C ຈະເຫັນວ່າຕົວຢ່າງທີ່ເປັນ LF1 ດິນ100%ຈະເປັນສີດຳເຂັ້ມພື້ນຜິວລຽບ ແລະ ຫົວຕົວມີຂະໜາດນ້ອຍ. LF2, LF3, LF4 ຕົວຢ່າງມີການບິດບ້ຽວ ແລະ ເກີດຟອງອາກາດໃນພື້ນຜິວຂອງຕົວຢ່າງ LF5 ຈະເຫັນວ່າຕົວຢ່າງມີການຂະຫຍາຍຕົວ ຫຼື ຍືດອອກ (ຮູບພາບທີ 2 ຈ)

3.2 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະການຫົດຕົວຂອງຕົວຢ່າງ

ຜົນຂອງການວິເຄາະອັດຕາສ່ວນຮ້ອຍການຫົດຕົວຕາມ ຮູບພາບທີ 3 ສັງເກດເຫັນວ່າ ຄວາມແຕກຕ່າງໃນການຫົດຕົວຢູ່ອຸນຫະພູມສູງສຸດ 1100°C ແລະ ຄວາມຊັນຂອງເສັ້ນສະແດງຂອງຕົວຢ່າງດັ່ງນີ້ LF6 ສະແດງຄວາມຫົດຕົວສູງສຸດຢູ່ ອຸນຫະພູມ 1100C ມີຄ່າເທົ່າກັບ 12.33% ແລະ ຍັງມີຄ່າຂ້ອນຂ້າງສູງຢູ່ອຸນຫະພູມ 1250°C ມີຄ່າເທົ່າກັບ 6.99% ໃນອັດຕາສ່ວນປະສົມນີ້ ມີສ່ວນປະສົມຂອງແຮ່ ເຟສປາຕາຂ້ອນຂ້າງຫຼາຍ ແລະ ເຮັດປະລິມານທາດຊ່ວຍຫຼອມແຫຼວ (Fluxes) ສູງທີ່ສຸດ ຫຼື ມີອານຸພາກທີ່ລະອຽດກ່ວາ ເຮັດໃຫ້ເກີດການເຜົາມະນີໄດ້

ດີທີ່ສຸດ ແລະ ໄວທີ່ສຸດ. LF4 ມີຄວາມຫົດຕົວຢູ່ ອຸນຫະພູມ 1100°C ສູງຫຼາຍ ມີຄ່າເທົ່າກັບ 11.65% ແຕ່ມີການລຸດລົງຂອງການຫົດຕົວຢູ່ ອຸນຫະພູມ 1250°C ມີຄ່າເທົ່າກັບ 2.06%, ສະແດງວ່າອັດຕາສ່ວນນີ້ ມີຄວາມໄວຕໍ່ການເຜົາເກີນ (Over-firing) ສູງຫຼາຍ, ຊ່ວງອຸນຫະພູມ ການເຜົາທີ່ເໝາະສົມ (Firing Range) ອາດຈະແຄບທີ່ສຸດໃນອັດຕາ ສ່ວນນີ້. LF1 ສະແດງການຫົດຕົວຢູ່ອຸນຫະພູມ 1100°C ຕໍ່າທີ່ສຸດໃນ ກຸ່ມທີ່ຮອດຈຸດສູງສຸດ 8.98% ແລະ ຄ່າລຸດລົງເລັກໜ້ອຍຢູ່ອຸນຫະພູມ 1250°C ມີຄ່າເທົ່າກັບ 8.68% ອັດຕາສ່ວນນີ້ອາດເປັນອັດຕາສ່ວນທີ່ ສະຖຽນທີ່ສຸດ ຕໍ່ການປ່ຽນແປງອຸນຫະພູມໃນຊ່ວງຫຼັງການເຜົາມະນີ ຫຼື ມີປະລິມານທາດຊ່ວຍຫຼອມແຫຼວໜ້ອຍກ່ວາ.

3.3 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຄວາມໜາແໜ້ນ

ຜົນຂອງການທົດລອງສາມາດວິເຄາະໄດ້ຄື ໃນຊ່ວງ ອຸນຫະພູມຕໍ່າ ປະມານ 800 - 900°C, ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງວັດສະດຸ ສ່ວນໃຫຍ່ມີການປ່ຽນແປງໜ້ອຍຫຼາຍ, ເມື່ອອຸນຫະພູມເພີ່ມຂຶ້ນ ປະມານ 900 - 1000°C, ເສັ້ນສະແດງຂອງ LF2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນ ການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຄວາມໜາແໜ້ນຢ່າງກະທັນຫັນ. ໃນຂະນະທີ່ເສັ້ນ ສະແດງເສັ້ນອື່ນໆ ມີການປ່ຽນແປງໜ້ອຍກວ່າ ຫຼັງຈາກອຸນຫະພູມ 1000°C, ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງວັດສະດຸແຕ່ລະຊະນິດມີແນວໂນ້ມທີ່ ຈະຄົງທີ່ ແລະ ມີການປ່ຽນແປງໜ້ອຍລົງ ສ່ວນປະສົມແຕ່ລະອັດຕາ ສ່ວນ LF1 - LF6 ມີຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ແຕກຕ່າງກັນເມື່ອອຸນຫະພູມ ປ່ຽນແປງ, ສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງຄຸນສົມບັດທີ່ແຕກຕ່າງກັນຂອງແຮ່ທາດ ເຟລດສະປາທີ່ປະສົມຢູ່ໃນແຕ່ລະອັດຕາສ່ວນປະສົມນັ້ນໆ. ສັງເກດວ່າ LF2 ມີການປ່ຽນແປງຂອງຄວາມໜາແໜ້ນທີ່ໂດດເດັ່ນໃນຊ່ວງ 1000 °C ເຊິ່ງມີຄ່າເທົ່າກັບ 2.97 g/Cm³ ດັ່ງຮູບພາບທີ 4 ການ ວິເຄາະຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຂອງຕົວຢ່າງ

3.4 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຫາຄ່າການດູດຊຶມນ້ຳຂອງຕົວຢ່າງ

ການດູດຊຶມນ້ຳຂອງແຕ່ລະສູດສ່ວນປະສົມແມ່ນສາມາດ ວິເຄາະໄດ້ຄື ສັງເກດເຫັນວ່າ ອຸນຫະພູມມີຜົນກະທົບຢ່າງຫຼວງຫຼາຍຕໍ່ ການດູດຊຶມນ້ຳຂອງວັດສະດຸໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມຕໍ່າ, ຕົວຢ່າງຈະມີຄວາມ ສາມາດໃນການດູດຊຶມນ້ຳສູງກວ່າ ເມື່ອອຸນຫະພູມເພີ່ມຂຶ້ນ, ໂຄງສ້າງ ຂອງວັດສະດຸອາດມີການປ່ຽນແປງ, ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄວາມສາມາດໃນການ ດູດຊຶມນ້ຳຫຼຸດລົງ. ໂດຍອີງຕາມອຸນຫະພູມ 1100°C ຂອງອັດຕາ ສ່ວນປະສົມທີ່ສາມາດດູດຊຶມນ້ຳໄດ້ໜ້ອຍທີ່ສຸດແມ່ນ ສູດສ່ວນປະສົມ LF5 ເຊິ່ງມີສ່ວນປະສົມຂອງດິນບ້ານຈຳນເໜືອ 50% ແລະ ແຮ່ທາດ ແຮ່ທາດເຟລດສະປາ50% ເຊິ່ງມີຄ່າການດູດຊຶມນ້ຳເທົ່າກັບ 1.21% ດັ່ງຮູບພາບທີ 5 ເສັ້ນສະແດງການດູດຊຶມນ້ຳຂອງຕົວຢ່າງ

3.5 ຜົນໄດ້ຮັບຈາກການວິເຄາະຫາຄວາມແຂງ

ຈາກຮູບພາບທີ 6 ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນເຖິງຄວາມສຳພັນ ລະຫວ່າງອຸນຫະພູມການເຜົາ ກັບ ຄ່າຄວາມແຂງຂອງເນື້ອດິນບ້ານເຊລາ ມີກ ສຳລັບຕົວຢ່າງດິນເຜົາ 6 ສ່ວນປະສົມ LF1 - LF6 ຜ່ານການທົດ ສອບແບບ 3 - Point Bending ເຮົາສາມາດສັງເກດການປ່ຽນແປງໄດ້ ຄື ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 800°C – 1000°C ຄວາມແຂງຂອງແຕ່ລະສູດ ສ່ວນປະສົມຍັງຕໍ່າ ເນື່ອງຈາກເນື້ອໃນດິນຍັງມີຮູບຝຸ່ນສູງ ແລະ ການ ເຊື່ອປະສານລະຫວ່າງອານຸພາກຍັງບໍ່ສົມບູນ, ສ່ວນປະສົມ LF5 ແລະ LF 6 ມີຄວາມແຂງຕໍ່າສຸດໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມນີ້. ຊ່ວງອຸນຫະພູມ

1000-1100°C ຄວາມແຂງເພີ່ມຂຶ້ນແບບເຫັນໄດ້ຊັດເຈນໃນທຸກ ອັດຕາສ່ວນ ໂດຍສະເພາະ LF1, LF2 ແລະ LF3 ເປັນສ່ວນທີ່ເກີດການ ເຊື່ອປະສານ (Sintering) ແລະ ການເປື້ອຍບາງສ່ວນ (Vitrification) ເຮັດໃຫ້ເນື້ອດິນແໜ້ນຂຶ້ນ, LF5 ມີຈຸດສູງສຸດຢູ່ອຸນຫະພູມ 1100°C ກ່ອນຈະລຸດລົງ. ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 1100°C - 1200°C ອັດຕາສ່ວນ LF1 ມີຄວາມແຂງທີ່ສຸດ 1200°C (ເກືອບ 100 MPa) ສະແດງເຖິງ ການເປື້ອຍສົມບູນ ແລະ ເນື້ອດິນແໜ້ນຫຼາຍ, LF2 ແລະ LF3 ຍັງມີ ແນວໂນ້ມເພີ່ມຂຶ້ນ ຫຼື ຄົງທີ່, ສ່ວນ LF5 ແລະ LF6 ເລີ່ມລຸດລົງແບບ ຊັດເຈນ ສະແດງເຖິງການ Over-firing ຫຼື ໂຄງສ້າງເລີ່ມເສຍຫາຍ. ສ່ວນໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 1200°C ຂຶ້ນໄປ LF1 ຍັງແຂງສູງສຸດ, LF5 ລຸດລົງຫຼາຍ ສະແດງເຖິງການສູນເສຍໂຄງສ້າງຈາກການເຜົາເກີນພໍດີ, ສ່ວນ LF4 ແລະ LF6 ມີແນວໂນ້ມຄົງທີ່ ແລະ ລຸດລົງເລັກໜ້ອຍ.

4. ວິພາກຜົນ

ຜ່ານຜົນການຄົ້ນຄວ້າສາມາດວິພາກຜົນການທົດລອງໄດ້ຄື ການສຶກສາຜົນກະທົບຂອງການຕື່ມແຮ່ທາດເຟລດສະປາໃສ່ເນື້ອດິນ ບ້ານຈຳນເໜືອຈະສາມາດອະທິບາຍຜົນເພີ່ມເຕີມດັ່ງນີ້

ຈາກຜົນການສຶກສາຜົນກະທົບຂອງປະລິມານເຟລດສະປາໃນ ເນື້ອດິນບ້ານຈຳນເໜືອ ມີບົດບາດເພີ່ມເຕີມສະປາໃນປະລິມານສູງ (50% ຂຶ້ນໄປ) ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄວາມໜຽວຫຼຸດລົງ ແລະ ແຕກເບາະໄດ້ງ່າຍ ໃນຂະນະຂຶ້ນຮູບ ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບ Reed (1995) ທີ່ລະບຸວ່າການ ເພີ່ມແຮ່ທາດທີ່ບໍ່ມີຄວາມໜຽວໃນປະລິມານຫຼາຍຈະຫຼຸດແຮງຢຶດໜຽວ ລະຫວ່າງອະນຸພາກດິນໜຽວ. ໃນດ້ານການເກີດເນື້ອແກ້ວ (Vitrification), ຕົວຢ່າງທີ່ມີເຟລດສະປາສູງເຖິງ 70% ຈະເກີດການ ຫຼອມລະລາຍກາຍເປັນຊັ້ນເນື້ອແກ້ວເຄືອບຜິວ ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບ Carty ແລະ Senapati (1998) ທີ່ອະທິບາຍເຖິງບົດບາດຂອງເຟລດ ສະປາໃນການເປັນຕົວຊ່ວຍຫຼອມ (Flux) ທີ່ສ້າງໄລຍະຂອງແຫຼວ (Liquid phase). ຢ່າງໃດກໍຕາມ, ປະລິມານເຟລດສະປາທີ່ຫຼາຍເກີນ ໄປນີ້ ໄດ້ສົ່ງຜົນໃຫ້ຊຶ້ງງານເກີດການບິດັ່ງ ແລະ ຜິດຮູບ (Warping) ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມສູງ ເຊິ່ງປາກົດການນີ້ສອດຄ່ອງກັບ Iqbal ແລະ Lee (2000) ທີ່ອະທິບາຍວ່າການເກີດ Liquid phase ທີ່ຫຼາຍເກີນ ໄປຈະເຮັດໃຫ້ເກີດປາກົດການ Pyroplastic deformation ເນື່ອງ ຈາກເນື້ອດິນຫຼຸດຄວາມສາມາດໃນການທົນທານຕໍ່ຄວາມຮ້ອນ.

ຜົນກະທົບຂອງອຸນຫະພູມທີ່ໃຊ້ໃນການເຜົາ ເຮົາສາມາດແບ່ງ ອຸນຫະພູມການເຜົາອອກເປັນ 3 ຊ່ວງສຳຄັນ ທີ່ມີຜົນຕໍ່ການປ່ຽນແປງ ຂອງເນື້ອຜະລິດຕະພັນດັ່ງນີ້ Bisque Stage (800°C – 1000°C): ເປັນຊ່ວງການກຳຈັດທາດອົງຄະທາດ. ເຫຼັກອອກໄຊດ໌ (Fe₂O₃) ເກີດ ປະຕິກິລິຍາເຮັດໃຫ້ເນື້ອດິນປ່ຽນຈາກສີເທົາເປັນສີສົ້ມແດງ ຫຼື ຊົມຜູ ອ່ອນ. ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ Cultrone et al. (2001) ທີ່ໄດ້ອະທິບາຍວ່າ ໃນຊ່ວງອຸນຫະພູມ 800°C – 900°C, ໂຄງສ້າງ ຂອງແຮ່ດິນໜຽວ (Clay minerals) ຈະຖືກທຳລາຍຢ່າງສົມບູນ ແລະ ເກີດການຟອມໂຕຂອງ Fe₂O₃ ທີ່ໃຫ້ໂທນສີແດງ ພາຍໃຕ້ບັນຍາກາດ ການເຜົາແບບອອກຊີດີຊັ້ນ (Oxidizing atmosphere). Maturing Stage (1000°C – 1150°C): ເປັນຊ່ວງທີ່ສຳຄັນທີ່ສຸດ ເພາະເກີດ ການ Sintering ແລະ Vitrification. ອະນຸພາກເຊລາມິກເລີ່ມເຊື່ອມ

ຕິດກັນ ເຮັດໃຫ້ຮູບຮູບຫຼຸດລົງຢ່າງໄວວາ ແລະ ມີການຫົດຕົວ (Shrinkage) ສູງສຸດຢູ່ທີ່ 1100°C (ປະມານ 9% - 12.33%). ຜົນກະທົບໃນຊ່ວງນີ້ສອດຄ່ອງກັບທິດສະດີການເກີດ Vitriification ຂອງ Kingery et al. (1976) ທີ່ຝຶບວ່າ ອັດຕາການຫົດຕົວ (Linear Shrinkage) ຂອງຜະລິດຕະພັນເຊລາມິກທີ່ຜສີມເຟລດ໌ສະປາ ຈະເພີ່ມຂຶ້ນຢ່າງໄວວາໃນຊ່ວງ $1050^{\circ}\text{C} - 1150^{\circ}\text{C}$ ເນື່ອງຈາກການຫຼອມລະລາຍຂອງເຟລດ໌ສະປາກາຍເປັນໄລຍະແກ້ວ (Liquid phase) ເຂົ້າໄປຕື່ມເຕັມຊ່ອງວ່າງ ແລະ ດຶງອະນຸພາກໃຫ້ແໜ້ນຂຶ້ນ. Overfired Stage ($1150^{\circ}\text{C} - 1250^{\circ}\text{C}$): ເມື່ອອຸນຫະພູມສູງເກີນ 1200°C , ເນື້ອດິນເລີ່ມທົນຄວາມຮ້ອນບໍ່ໄດ້ ສີຈະປ່ຽນເປັນໂທນເຂັ້ມ (ເທົາ/ດຳ) ແລະ ເກີດຟອງອາກາດ (Bloating) ພາຍໃນເນື້ອດິນ ເຮັດໃຫ້ຜິວບໍ່ລຽບ, ສອດຄ່ອງກັບງານວິໄຈຂອງ Santos et al. (2006) ທີ່ໄດ້ລະບຸວ່າ ການເຜົາເນື້ອດິນເຊລາມິກຢູ່ອຸນຫະພູມສູງເກີນໄປ ຈະເຮັດໃຫ້ເກີດປາກົດການ "Bloating" ເນື່ອງຈາກຄວາມດັນຂອງກຳຊທີ່ຕິດຢູ່ພາຍໃນໄລຍະແກ້ວທີ່ມີຄວາມໜຽວຕ່ຳ, ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງຊັ້ນງານຫຼຸດລົງ ແລະ ເກີດຄວາມເສຍຫາຍທາງໂຄງສ້າງ.

ການປຽບທຽບກັບການສຶກສາຄົ້ນຄວ້າທີ່ຜ່ານມາ ດັ່ງຕໍ່ໄປນີ້ ຜົນການທົດລອງນີ້ມີຄວາມສອດຄ່ອງກັບທິດສະດີ ແລະ ງານວິໄຈຂອງຫຼາຍທ່ານ ດັ່ງນີ້: Vitriification & Porosity: ອີງຕາມການສຶກສາຂອງ (Dondi et al. (2014) ແລະ (Martín-Márquez et al. 2010) ການຫຼຸດລົງຂອງຮູບຮູບ ແລະ ການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງຄວາມໜາແໜ້ນແມ່ນຜົນມາຈາກການສ້າງ Liquid phase ຈາກເຟນສະປາ ທີ່ເຂົ້າໄປຕື່ມເຕັມຊ່ອງວ່າງລະຫວ່າງອະນຸພາກດິນ ໂດຍສະເພາະໃນຊ່ວງ $1100^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ ເຊິ່ງເປັນຈຸດທີ່ເໝາະສົມ (Optimum point). Mechanical Strength: ສອດຄ່ອງກັບ (Ece & Nakagawa (2002) ແລະ ທີ່ລະບຸວ່າ ຄວາມແຂງ (Flexural Strength) ຈະເພີ່ມຂຶ້ນຢ່າງເຫັນໄດ້ຊັດໃນຊ່ວງ $1050^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ ເນື່ອງຈາກການເກີດເຟສໃໝ່ (New phases) ທີ່ແຂງແຮງກວ່າເດີມ. Thermal Behavior: ການຫົດຕົວຂອງຕົວຢ່າງ (LF6 ສູງເຖິງ 12.33%) ແມ່ນເປັນໄປຕາມທິດສະດີການຫົດຕົວຂອງ (Savarith, 1998). Surface Morphology: ການເກີດເນື້ອແກ້ວຢູ່ຜິວໜ້າເມື່ອຕື່ມເຟນສະປາໃນປະລິມານສູງ ແມ່ນມີລັກສະນະໃກ້ຄຽງກັບການທົດລອງຂອງ (Lakhloufi et al. 2024) ທີ່ນຳໃຊ້ເຟນສະປາເພື່ອປັບປຸງຄຸນສົມບັດຜິວໜ້າ ແລະ ການຊັກນຳທາງໄຟຟ້າເຄມີ.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກການສຶກສາຜົນກະທົບຂອງແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປາທີ່ມີຕໍ່ເນື້ອດິນໜຽວທີ່ຈະນຳມາປັ້ນຂຶ້ນເປັນຮູບຮ່າງຂອງຜະລິດຕະພັນເຊລາມິກ ໂດຍສຶກສາ ແລະ ວິເຄາະຜ່ານ ຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບ ແລະ ກົນລະສາດຂອງເນື້ອດິນຢູ່ບ້ານຈຳນເໜືອ ເມືອງຈອມເພັດ ແຂວງຫຼວງພະບາງ ສປປ ລາວ ເຊິ່ງສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ດັ່ງນີ້ ຄຸນສົມບັດທາງດ້ານກາ

ຍະພາບ ແລະ ສັນຖານວິທະຍາ ຄືການເພີ່ມອຸນຫະພູມການເຜົາແມ່ນສິ່ງຜົນໃຫ້ເກີດການປ່ຽນແປງຂອງໂທນສີທີ່ເຂັ້ມຂຶ້ນຢ່າງມີໄນຍະສຳຄັນ. ໃນອັດຕາສ່ວນປະສົມຂອງແຮ່ທາດເຟລດ໌ສະປາຕັ້ງແຕ່ 50% ຂຶ້ນໄປ, ຈະປາກົດການເກີດຊັ້ນເນື້ອແກ້ວ (Vitriification) ບໍລິເວນຜິວໜ້າເຊິ່ງຊ່ວຍເພີ່ມຄວາມສະຫວ່າງ ແລະ ຫຼຸດຜ່ອນອັດຕາການບິດປ່ຽວ (Warpage) ຂອງຊັ້ນງານ. ການດູດຊຶມນ້ຳ: ຕົວຢ່າງ LF6 (ເຟລດ໌ສະປາ 70%) ສະແດງປະສິດທິພາບສູງສຸດໃນການຫຼຸດຜ່ອນຮູບຮູບໂດຍຄຳການດູດຊຶມນ້ຳຫຼຸດລົງຈາກ 20.33% (900°C) ມາເປັນ 0.20% (1250°C), ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບເກນມາດຕະຖານຂອງຜະລິດຕະພັນປະເພດ ພອດຊ໌ເລນ (Porcelain). ຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ການຫົດຕົວ: ຢູ່ອຸນຫະພູມ 1250°C , ຕົວຢ່າງ LF1 (ດິນ 100%) ມີຄວາມໜາແໜ້ນສູງສຸດແມ່ນ 2.22 g/cm^3 ແລະ ມີອັດຕາການຫົດຕົວລວມ 8.68%. ໃນຂະນະທີ່ການເຕີມແຮ່ເຟລດ໌ສະປາໃນສູດ LF4 ສາມາດຊ່ວຍຮັກສາສະຖຽນລະພາບທາງຂະໜາດໄດ້ດີທີ່ສຸດ ໂດຍມີການຫົດຕົວພຽງ 2.06%. ຄຸນສົມບັດທາງກົນລະສາດ: ຄວາມທົນທານຕໍ່ແຮງດັດ (Flexural Strength) ຂອງ LF1 ຄ່າສູງສຸດຢູ່ 91.21 MPa ຢູ່ອຸນຫະພູມ 1250°C . ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ການເພີ່ມປະລິມານເຟລດ໌ສະປາທີ່ຫຼາຍເກີນໄປ (LF6) ສິ່ງຜົນໃຫ້ຄ່າຄວາມແຂງແຮງຫຼຸດລົງເຫຼືອ 15.42 MPa ເນື່ອງຈາກຄວາມເປາະບາງຂອງໂຄງສ້າງແກ້ວທີ່ຫຼາຍເກີນຂອບເຂດຈຳກັດ.

ການສຶກສາຄົ້ນຄວ້າຄັ້ງນີ້ ແມ່ນຖືເປັນການສ້າງຖານຂໍ້ມູນທາງເຕັກນິກ (Technical Datasheet) ໃຫ້ແກ່ດິນໜຽວ ບ້ານຈຳນເໜືອ, ເຊິ່ງເປັນການຍົກລະດັບພູມປັນຍາທ້ອງຖິ່ນສູ່ລະບົບວິທະຍາສາດວັດສະດຸ. ການຄົ້ນພົບຊ່ວງອຸນຫະພູມທີ່ເໝາະສົມ (Optimum Firing Range) ລະຫວ່າງ $1100^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$ ເປັນຂໍ້ມູນສຳຄັນໃນການຄວບຄຸມຄຸນນະພາບຜະລິດຕະພັນໃຫ້ມີຄວາມສະໝໍ່າສະເໝີ. ການພັດທະນາສຸດອັດຕາສ່ວນປະສົມທີ່ສາມາດສ້າງຜິວເນື້ອແກ້ວໄດ້ໃນຕົວ (Self-glazing body) ຖືເປັນແນວທາງໃໝ່ໃນການຫຼຸດຜ່ອນຂັ້ນຕອນການຜະລິດ ແລະ ຕົ້ນທຶນດ້ານນ້ຳເຄືອບ.

ຂໍ້ສະເໜີແນະໃນການປະຍຸກໃຊ້ໃນການປັບປຸງສຸດອັດຕາສ່ວນການຜະລິດ ສຳລັບຜະລິດຕະພັນທີ່ເນັ້ນຄວາມທົນທານທາງກົນລະສາດ (ເຊັ່ນ: ເຄື່ອງໃຊ້ໃນຄົວເຮືອນ), ຄວນຮັກສາສັດສ່ວນເຟລດ໌ສະປາໃນຊ່ວງ 10-30%. ການຄວບຄຸມຂະບວນການເຜົາແມ່ນ ຄວນມີການຄວບຄຸມອັດຕາການເພີ່ມຄວາມຮ້ອນ (Heating rate) ຢ່າງລະອຽດໃນຊ່ວງການເກີດ Vitriification ເພື່ອປ້ອງກັນການເກີດຟອງອາກາດ (Bloating) ໃນເນື້ອຜະລິດຕະພັນ.

ທິດທາງໃນການຄົ້ນຄວ້າໃນອານາຄົດແມ່ນຢາກໃຫ້ເພີ່ມການວິເຄາະໂຄງສ້າງຈຸນລະພາບ ຄວນມີການສຶກສາດ້ວຍເຕັກນິກ XRD (X-ray Diffraction) ເພື່ອວິເຄາະການປ່ຽນແປງຂອງເຟສແຮ່

ທາດ ແລະ ການເກີດຜລິກມູນໄລທ໌ (Mullite) ທີ່ສົ່ງຜົນຕໍ່ຄວາມແຂງແຮງ ແລະ ການທົດສອບຄຸນສົມບັດທາງຄວາມຮ້ອນແມ່ນ ສຶກສາຄ່າສຳປະສິດການຂະຫຍາຍຕົວເມື່ອຖືກຄວາມຮ້ອນ (Thermal Expansion Coefficient) ເພື່ອຮັບປະກັນຄວາມທົນທານຂອງຜະລິດຕະພັນໃນສະພາບການໃຊ້ງານຈິງ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜິດປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄຳຂອບໃຈ

ຂ້າພະເຈົ້າ ຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນມາຍັງ ຄະນະນຳມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ, ຂໍຂອບໃຈມາຍັງກອງທຶນພັດທະນາວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນໂລຊີ ທີ່ໃຫ້ການສະໜັບສະໜູນທາງດ້ານງົບປະມານ, ໃຫ້ຄຳປຶກສາ ແລະ ຄວາມຄິດເຫັນຕ່າງໆທີ່ປະກອບຢູ່ໃນບົດວິໄຈນີ້ ພ້ອມທັງອຳນວຍຄວາມສະດວກໃນການນຳໃຊ້ຫ້ອງທົດລອງ ເພື່ອການທົດລອງຄັ້ງນີ້ຈົນສຳເລັດດ້ວຍດີ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

ວໍລະຈັກ, ນ, ສຸກສິມຫວັງ, ພ., & ພິມມະວົງ, ກ. (2019). *ວັດສະດຸສາດເບື້ອງຕົ້ນ*. ຫຼວງພະບາງ: ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ.

Cultrone, G., Sebastián, E., & de la Torre, M. J. (2004). Influence of mineralogy and firing temperature on the porosity of bricks. *Journal of the European Ceramic Society*, 24(3), 547–564. [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(03\)00249-8](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(03)00249-8)

Carty, W.M. and Senapati, U. (1998) Porcelain-Raw Materials, Processing, Phase Evolution and Mechanical Behavior. *Journal of the American Ceramic Society*, 81, 3-20. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1998.tb02290.x>

Dana, K., Das, S., & Das, S. K. (2004). Effect of substitution of fly ash for quartz in triaxial kaolin-quartz-feldspar system. *Journal of the European Ceramic Society*, 3169-3175. <https://doi.org/10.1016/J.JEURCERAMSOC.2003.10.008>.

Dondi, M., Raimondo, M., & Zanelli, C. (2014). Clays and bodies for ceramic tiles: Reappraisal and

technological classification. *Applied Clay Science*, 91-109 . [10.1016/j.clay.2014.01.013](https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.01.013).

Ece, O. I., & Nakagawa, Z. E. (2002). Bending strength of porcelains. *Ceramics International*, 131-140. [https://doi.org/10.1016/S0272-8842\(01\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S0272-8842(01)00068-2).

Giese, R. F., & van Oss, C. J. (2002). *Colloid and surface properties of clays and related minerals* (Vol. 105). Boca Raton, FL: CRC Press. [10.1201/CRCSURFACSCI](https://doi.org/10.1201/CRCSURFACSCI)

Iqbal, Y. and Lee, W.E. (2000), Microstructural Evolution in Triaxial Porcelain. *Journal of the American Ceramic Society*, 83: 3121-3127. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.2000.tb01692.x>

Kingery, W., Bowen, H. and Uhlmann, D. (1976) Introduction to Ceramics. John Wiley & Sons, New York.

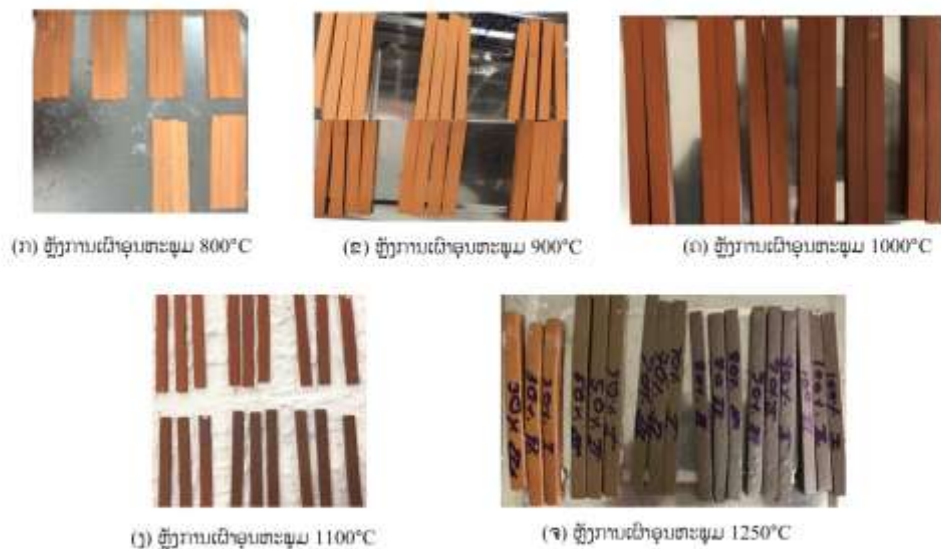
Kamseu, E., Leonelli, C., Boccaccini, D.N., Veronesi, P., Miselli, P. and Pellacani, G. (2007). Characterisation of Porcelain Compositions using Two China Clays from Cameroon. *Ceramics International*, 33, 851-857. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2006.01.025>

Lakhloufi, S., Labjar, N., Labjar, H., Dahrouch, A., & El Hajjaji, S. (2024). Electrochemical responses and surface degradation analyses alumina and feldspar dental materials in acidic environments: A comprehensive in vitro study. *Open Ceramics*, 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2024.100643>.

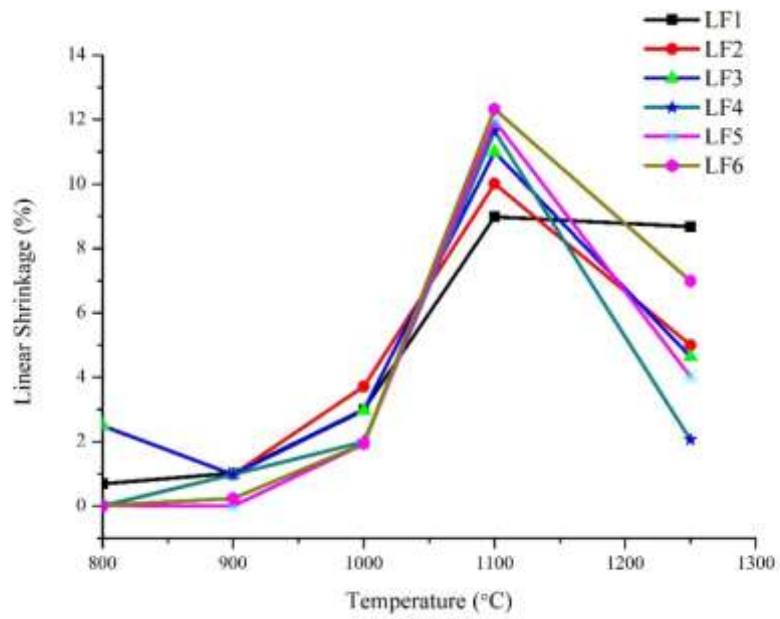
Martín-Márquez, J., Rincón, J. M., & Romero, M. (2010). Mullite development on firing in porcelain stoneware bodies. *Journal of the European Ceramic Society*, 1599-1607. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2010.01.002>.

Phakviseth, P., Phimmavong, K., Nanthavong, B., Sengpaseuth, B., & Kenenavong, S. (2025a). Analysis of Electrical Properties of Copper Bars

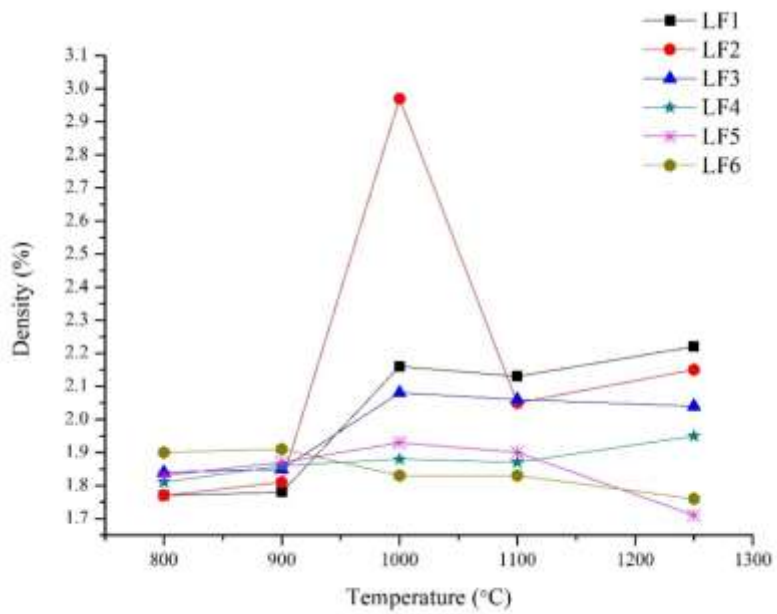
- Obtained from Electrical Waste. *Souphanouvong University Journal Multidisciplinary Research and Development*, 11(1), 36–44. <https://doi.org/10.69692/SUJMRD110136>
- Phakviseth, P., Somboum, S., Phimmavong, K., & Lamphayphanh, K. (2025b). Synthesis of Barium Titanate (BaTiO₃) ceramics by Solid State Reaction. *Souphanouvong University Journal Multidisciplinary Research and Development*, 9(4), 375–383. Retrieved from <http://www.su-journal.com/index.php/su/article/view/1108>
- Privett, K. (1987). Clay in Engineering Geology. Clay Minerals. <https://doi.org/10.1180/CLAYMIN.1987.022.3.14>
- Reed, J. S. (1995). *Principles of Ceramics Processing* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Savarith, S. (1998). *Introduction to Ceramics*. Bangkok 10110, Thailand: Srinakharinwirot University.
- Syed Fofanah, M. (2024). Characterization of Ceramic Tile Bodies Prepared From Clays Collected from Four. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 525-534. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24OCT307>.
- Santos, P. S., Santos, H. S., & Toledo, S. P. (2006). Standard clays from Brazil: Characterization and bloating properties. *Applied Clay Science*, 31(3-4), 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2005.10.013>
- Zouaoui, H., & Bouaziz, J. (2017). Physical and mechanical properties improvement of a porous clay ceramic. *Applied Clay Science*, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2017.09.002>.



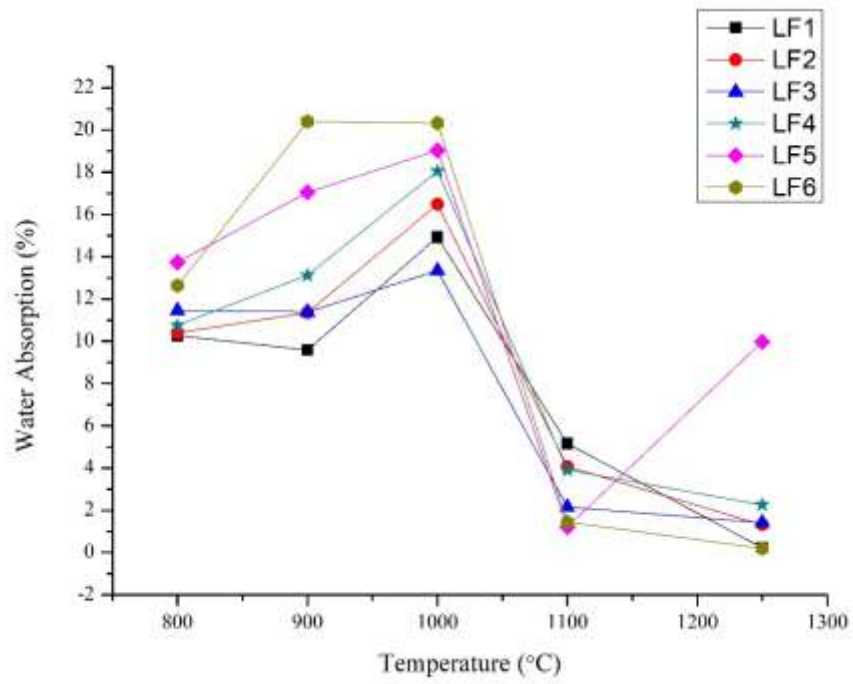
ຮູບພາບທີ 2 ຜົນໄດ້ຮັບສີຕົວຢ່າງດິນຫຼັງເຜົາຕາມແຕ່ລະອຸນຫະພູມ



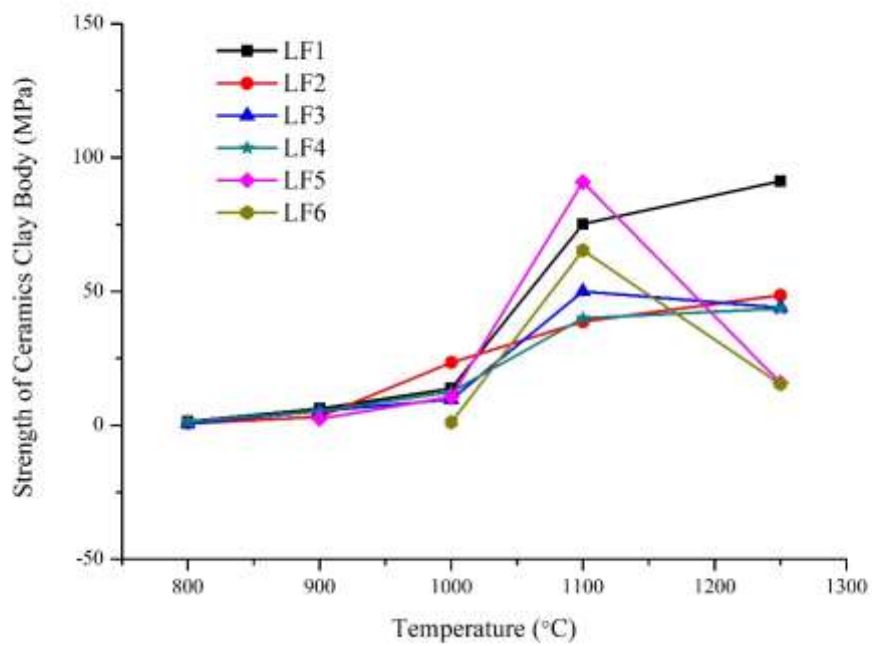
ຮູບພາບທີ 3 ການວິເຄາະຄ່າການຫົດຕົວຂອງຕົວຢ່າງ



ຮູບພາບທີ 4 ການວິເຄາະຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຂອງຕົວຢ່າງ



ຮູບພາບທີ 5 ເສັ້ນສະແດງການດູດຊຶມນ້ຳຂອງຕົວຢ່າງ



ຮູບພາບທີ 6 ເສັ້ນສະແດງຄວາມແຂງຂອງຕົວຢ່າງ