

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高職組 土木科

第二名

最佳團隊合作獎

091201

隨「吸」所欲—磁性磁磚之改良設計研究

學校名稱：國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校

作者： 職二 張秉茜 職二 郭俊毅 職二 趙伯晟	指導老師： 張盛進 王秀芳
---	-----------------------------

關鍵詞：磁磚、磁性、灰縫掛鉤

隨「吸」所欲 —磁性磁磚之改良設計研究

摘要

磁磚以鑽孔鎖螺絲釘、貼背膠掛勾或吸附大氣吸盤等方式吊掛物品，其表面會造成傷害或脫落之不便。本研究將不同含量之磁粉與黏土以粉末冶金之方式結合、經高溫燒結與充磁後，成為磁性磁磚，改良以磁鐵鑲埋之製作方法。研究變因包括磁磚原料與磁性原料以分層及混合之鋪疊方式、燒結溫度、磁粉層厚度等，研究中發現分層鋪疊之試樣其磁力大於混合後鋪疊之試樣；而燒結溫度較高者，其磁力較高且分層試樣與混合試樣之磁力差距愈小；此外，磁力之大小與磁粉層厚度及燒結溫度成正比；另外，本研究設計一磁性掛鉤配合 L 字型支撐抵於灰縫後，使磁性磁磚可吸附之掛載重提高近 2 倍。此磁性磁磚兼具便利性與美觀，提供對於牆面掛放物品之另一種選擇。

壹、 研究動機

日常生活中無可避免於牆面上掛放物品，以釘上釘子之方式最為常見，卻容易造成牆面之裂痕、凹洞及掛放物品更換位置不易等問題。牆面若為磁磚面材時，其永久性之傷害無法移除，除了有礙瞻觀之外，亦可能因牆內管線位置不明，造成釘子釘破管線而漏水；雖然市面上已經有吸盤、背膠掛勾等商品，可以解決牆面掛置物品的現況，但是因為掛鉤長期載重、吸盤劣化及臺灣潮濕的氣候等因素，掛勾往往有脫落之疑慮，使用背膠掛勾也常有善後不易或脫膠等問題，影響牆面美觀及導致脫落之困擾；曾在新聞報導中看見有人將磁磚挖洞，將磁鐵鑲埋在後面，讓磁磚具有磁性，但過程耗工費時而且不方便；在工程概論、材料試驗課程中，老師曾講過黏土燒製與粉末冶金之加工概念，因此我們想到將磁粉與磁磚作結合，透過高溫燒結後，再進行充磁，製作出磁性磁磚。此外我們設計一個可以抵在磁磚灰縫空隙之磁性掛勾，改善吸附於磁性磁磚時物體會下滑動之問題，增加磁性掛勾之載能力；本研究期望在不傷害牆面結構與表面為前提下，改善牆面掛置物品之性能，並突破現有磁性磁磚的載重限制。

貳、 研究目的

本研究探討將磁粉融入磁磚之製作方式與設計改良灰縫掛勾之掛載能力，設計出灰縫掛勾與磁性磁磚配合，改善牆面掛載物體之狀況。本研究探討之主要目的如以下三項：



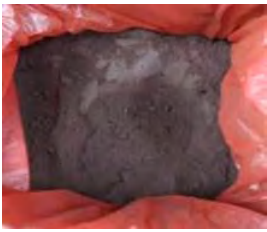



- 一、探討鐵粉、磁粉與黏土之配比及其混合方式對磁性磁磚之磁力影響。
- 二、探討不同燒結溫度對磁性磁磚之磁力影響。
- 三、探討灰縫掛勾之改良設計與應用。

參、研究材料、設備及器材

一、研究材料

本研究樣品之材料黏土，作為磁磚之主要成分；鐵氧體粉末與鐵粉提供磁磚具有吸附或被吸附之能力。鐵氧體粉末即為磁粉，充磁後具有磁性，鐵粉則不具磁性，如(表 3-1)所示。

表 3-1 研究材料

材料名稱	圖片	數量	用途
1. 黏土		5 公斤	磁磚之主原料。 通過#100 孔篩之黏土。
2. 鐵粉(粉粒狀)		1 公斤	無磁性之原料。
3. 鐵氧體 (Fe ₃ O ₄)		5 公斤	可產生磁性之原料。
4. 釉料		1 公斤	素坯釉燒所需之透明釉料。
5. 磁鐵掛鉤 (承載力 5 公斤)		內含： 磁鐵 1 個 螺帽 1 個 掛鉤 1 個	本研究以市售之 5 公斤承載力之磁鐵掛鉤，進行改良。
6. L 字型支撐不鏽鋼片		1 個	磁鐵掛勾之改良。

二、研究器材及設備

本研究為提高磁性磁磚鋪疊之效率與精確度，自製之第一代磁性磁磚鋪料內模，搭配不同深度之刮刀，鋪疊出面層：磁性層：底層，其厚度分別為 2：3：15、2：6：12 及 2：9：9mm 三種；第一代內模之固定角材位於邊土之上方，以致無法同時鋪疊邊土及磁性層，因此設計出第二代磁性磁磚鋪料內模，以井字型之構造嵌入磁磚成型鋼模內槽，改善第一代內模無法同時鋪疊邊土及磁性層之缺點；內模示意圖如(圖 3-1)所示。

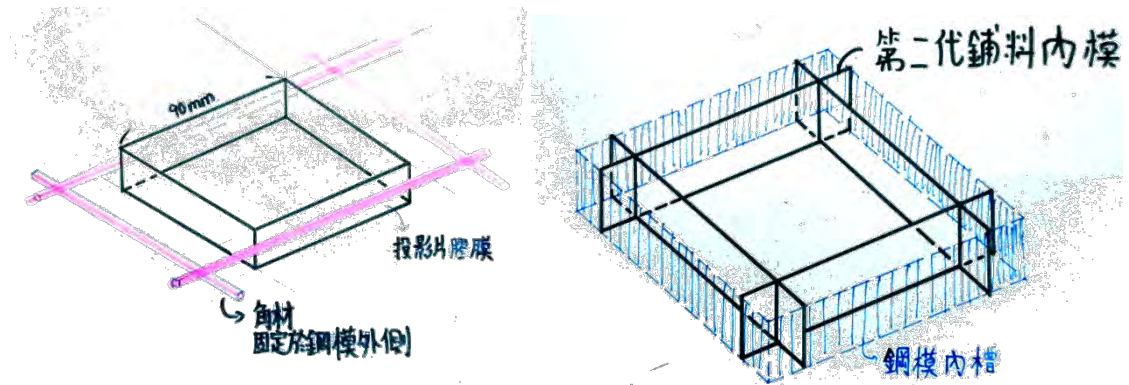


圖 3-1 磁性磁磚鋪疊內模示意圖-第一代(左)、第二代(右)

磁粉密度愈大，其充磁後之磁力會相對提高；因此本研究以萬能試驗機施加於坯體每平方公分 1 公噸之壓力，使坯體內層之磁粉達到壓密之目的，同時將黏土與磁粉緊密接合；為抵抗坯體之側向壓力而製作之自製中碳鋼鋼模，構造如(圖 3-2)所示。

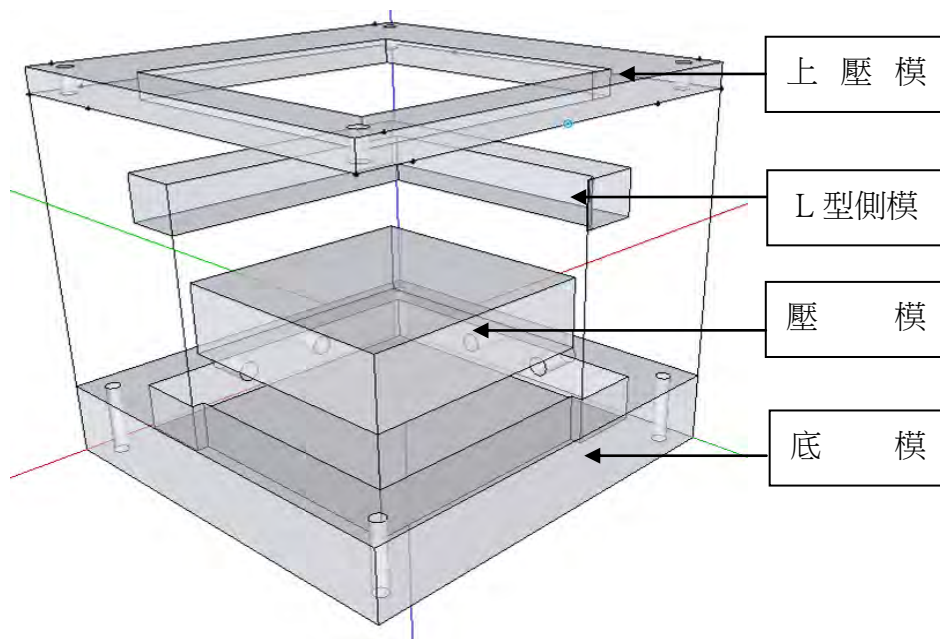



圖 3-2 磁磚成型鋼模示意圖

本研究之實驗儀器及器材之種類之介紹如(表 3-2-1、表 3-2-2)所示。

表 3-2-1 研究儀器及器材

儀器及器材名稱	圖片	數量	用途
1. 壓製磁磚之鋼模		1 組	磁磚樣品壓密之定型。 加壓 130 公噸後將產生變型。
2. 自製磁性磁磚鋪疊內模(第一代)		3 具	磁磚壓料鋪疊。
3. 自製磁性磁磚鋪疊內模(第二代)		1 具	磁磚壓料鋪疊。
4. 自製磁性磁磚之磁力測試台		1 組	測試磁性磁磚之磁力。
5. 萬能試驗機		1 台	磁磚燒製前之樣品壓密。
6. 搖篩機		2 台	篩黏土。
7. 篩子		1 個	#100 方孔篩。
8. 研鉢		1 組	黏土之研磨。

表 3-2-2 研究儀器及器材

9. 高溫爐		1 台	磁磚燒製。(最高控制溫度 1600°C)
10. 電子秤 (限重 5 公斤)		1 台	樣品配比重重量測。
11. 充磁座		1 台	磁性磁磚充磁之使用。
12. 毫高斯計		1 台	磁性磁磚充磁後之毫高斯量測。
13. 空壓機		1 台	磁磚加壓鋼模及器材清理。
14. 改良刮刀		1 個	壓製後之初坯脫模使用。
15. 自製刮刀		6 個	鋪料刮平。
16. 刷子		1 支	鋼模上油。
17. 湯匙		1 支	鋪置黏土。

肆、研究過程或方法

一、研究流程

釹鐵硼磁鐵為市面上各種磁性材料中磁性最大者，其最大磁能積性可達到 7 兆高斯，但其磁性因高溫產生消磁，無法與坯土同時燒製，且價格極其昂貴；在文獻收集及諮詢相關廠商後，決定以氧化鐵粉末(Fe_3O_4)製作本研究之磁性磁磚，此種金屬粉末價格合理，可以與坯土一同燒製後進行充磁之磁性材料。

本研究之磁性磁磚與現有之磁性磁磚之差異在於磁磚與磁粉為一體成型，黏土與磁粉兩項材料於磁磚燒製前，以萬能試驗機每平方公分 1 公噸之壓力加壓塑型，將黏土與磁粉兩者緊密結合，且磁粉經加壓將可提高其粉末間之密度，有利於磁磚充磁後之磁性提升；如(圖 4-1)為本研究之流程架構。

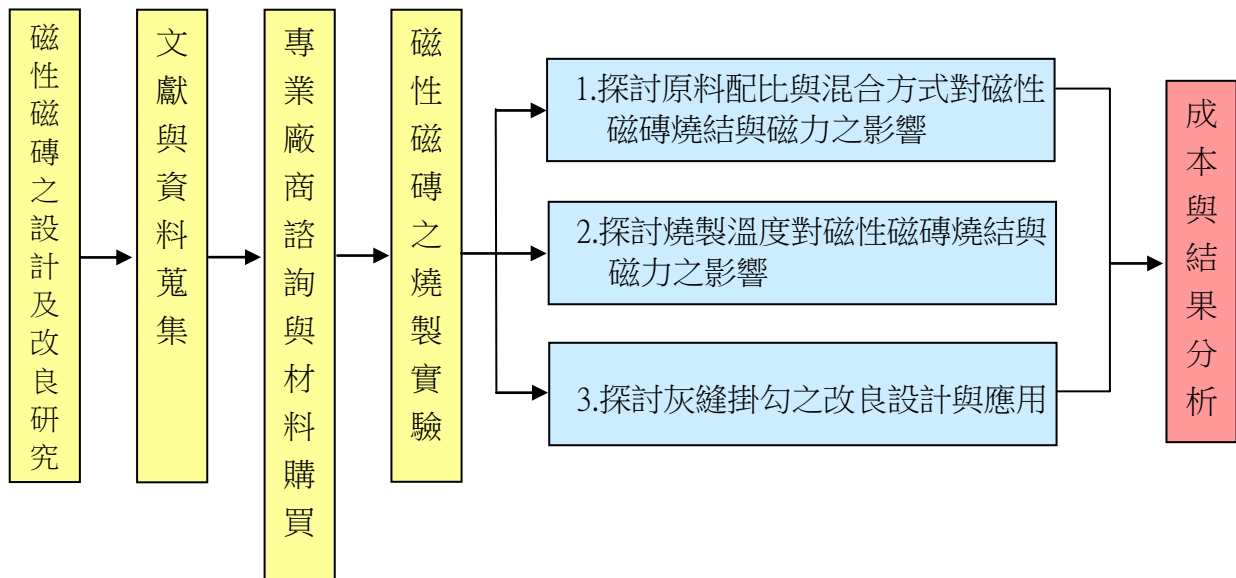


圖 4-1 隨「吸」所欲研究流程架構圖

二、研究方法

磁性磁磚之製作須先透過內模將黏土、磁粉、鐵粉鋪疊於磁磚成型鋼模槽內，鎖緊鋼模上的螺絲後以每平方公分 1 公噸之力量壓密成初坯，脫模後之樣品分別進行素燒及釉燒，燒製完成之磁磚進行充磁之步驟後，完成磁性磁磚之製作；以下分別說明各階段製作方法，製作流程如(圖 4-2)所示。

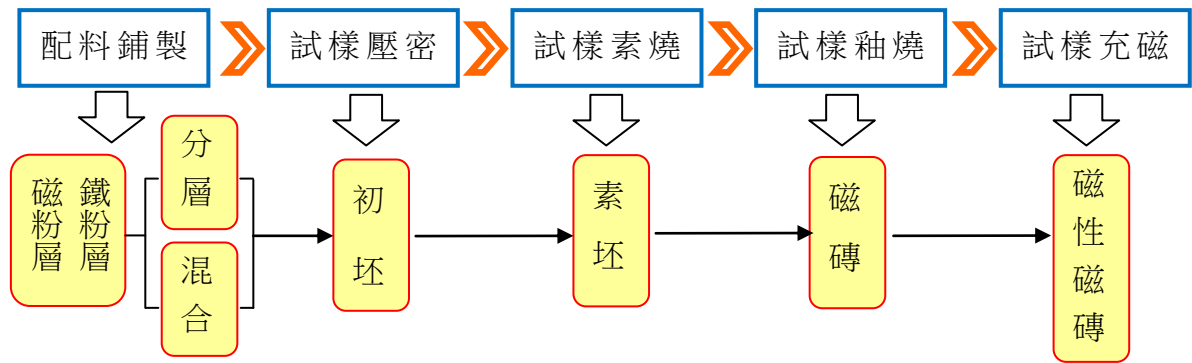


圖 4-2 磁性磁磚製作之流程圖

(一) 配料鋪疊

將磁性磁磚原料黏土與體積為 $90 \times 90 \times (\text{厚度}) \text{ mm}^3$ 之磁粉，分別以分層及混合之鋪疊方式鋪平；磁磚成型鋼模內槽為 $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}^3$ ，由邊緣內縮 5mm 已內之範圍鋪放金屬粉末，面層皆為 2mm 厚之黏土；分層試樣之磁性磁磚內部剖面如(圖 4-3)所示。

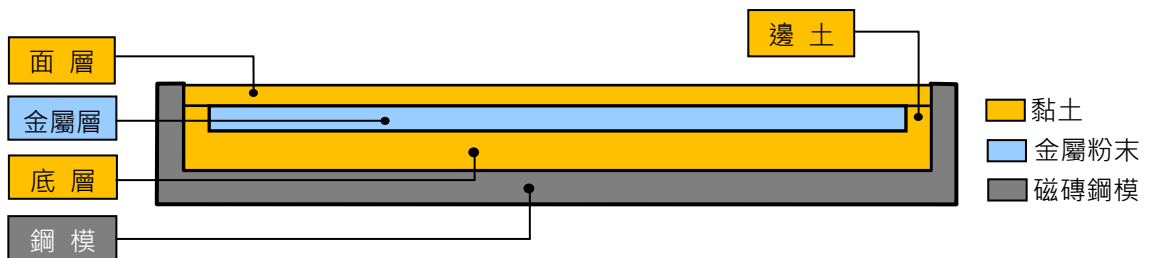


圖 4-3 磁性磁磚內部剖面圖

市面上磁磚面積為 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 之重量約 136~151g，本研究以體積百分比計算黏土與金屬粉末之比例；金屬層厚度 3mm 之樣品，底層為 95.1g 之黏土，金屬層為 21.8g 之磁粉及 120.1 g 之鐵粉；金屬層厚度 6mm 之樣品，底層為 76.0g 之黏土，金屬層為 43.7g 之磁粉；金屬層厚度 9mm 之樣品，底層為 57.0g 之黏土，金屬層為 65.5g 之磁粉，配比計算方法與磁性磁磚重量如(表 4-1~表 4-3)所示。

表 4-1 體積 90×90×10mm³之磁粉重量

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均容 器重(g)	磁粉平均 重量(g)
重量(g)	85.2	82.8	84.5	82.8	85.2	85.4	89.9	84.2	86.8	84.9	12.2	72.8

表 4-2 體積 100×100×20mm³鋼模內槽鋪滿黏土之重量

次數	1	2	3	4	5	平均容器重(g)	黏土平均重量(g)
重量(g)	373.0	376.0	368.2	367.0	371.5	244.0	126.7

表 4-3 磁性磁磚之重量

編碼		底層黏土	金屬層	面層黏土	總重(g)
M3	重量(g)	95.1	21.8	12.7	129.6
	體積(mm ³)	100×100×15	90×90×3	100×100×2	
M6	重量(g)	76.0	43.7	12.7	132.4
	體積(mm ³)	100×100×12	90×90×6	100×100×2	
M9	重量(g)	57.0	65.5	12.7	135.2
	體積(mm ³)	100×100×9	90×90×9	100×100×2	
R3	重量(g)	95.1	120.1	12.7	227.9
	體積(mm ³)	100×100×15	90×90×3	100×100×2	

註：本研究之體積(mm³)以長度×寬度×配比厚度表示。

(二) 試樣加壓

黏土及金屬粉加壓成型。

(三) 試樣素燒

本研究之初坯素燒溫度分別為 A 組 850°C、B 組 900°C 及 C 組 1000°C；溫度曲線圖如(圖 4-4~4-6)。

(四) 試樣釉燒

素坯塗佈釉料後燒製，本研究 A 組之釉燒溫度為 1220°C。

(五) 試樣充磁

燒製完成之磁磚以充磁座充磁。

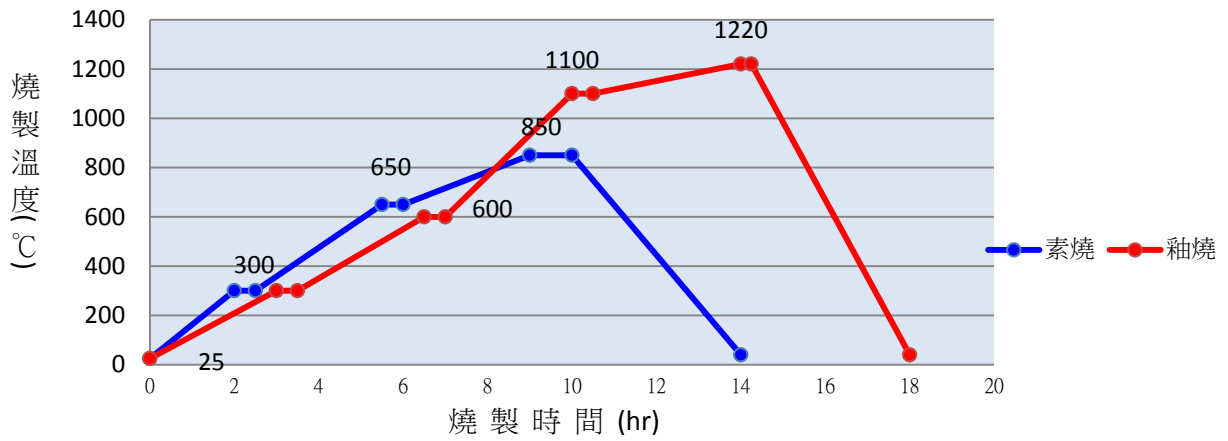


圖 4-4 A 組(850°C、1220°C)樣品燒製溫度曲線圖

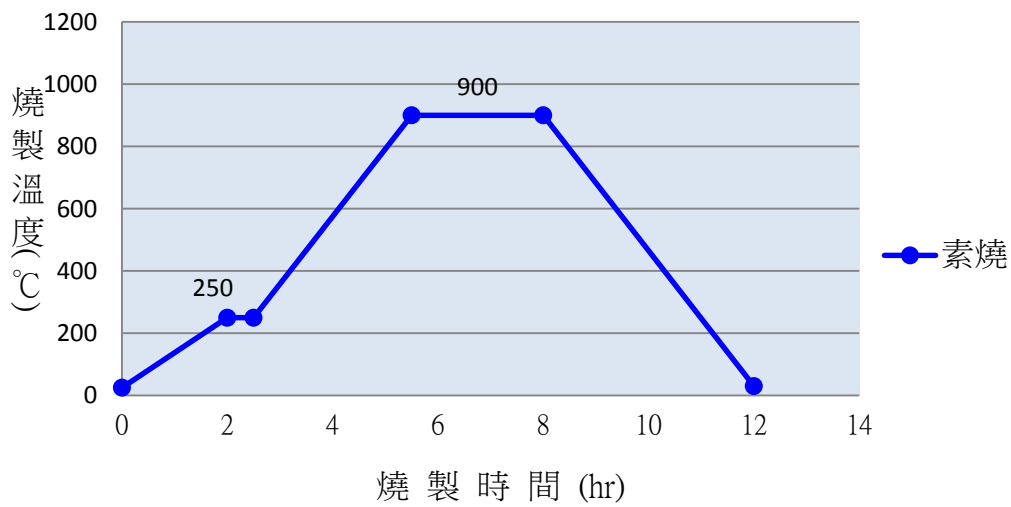


圖 4-5 B 組(900°C)樣品燒製溫度曲線圖

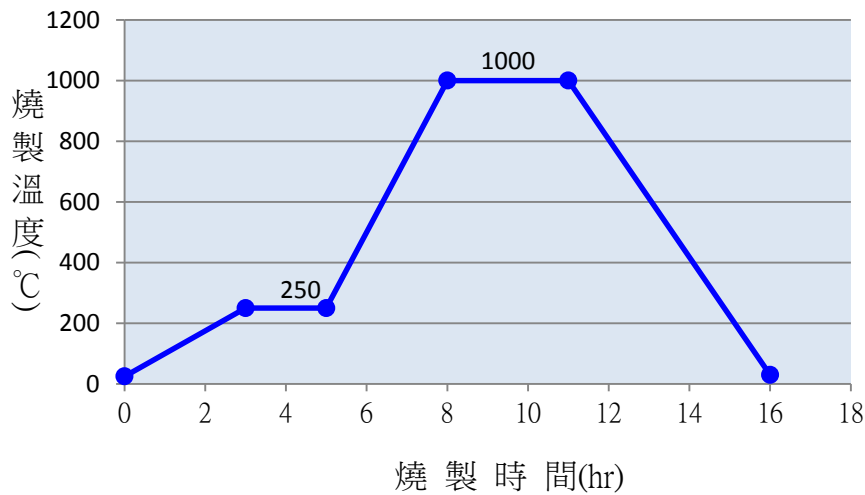


圖 4-6 C 組(1000°C)樣品燒製溫度曲線圖

伍、 研究結果

一、 磁性磁磚製作之 A 組樣品(素燒 850°C、釉燒 1220°C)研究結果

研究結果發現，分層 A 組樣品之初坯於加壓後容易與鋼模產生黏結，導致脫膜後試樣表面破碎及邊緣裂縫之情形，且燒製前之初坯質地脆弱，容易因為碰撞而造成破碎與剝離。

素燒後之坯體外觀與壓製後之初坯相似，色澤呈現淺磚紅色；再將素坯塗佈釉料，進行釉燒，燒製後之磁磚全數出現大小不一及水泡狀膨脹現象(圖 5-1)；以切石機切開磁磚之內部分層與金屬層斷面呈現浪狀厚度不一之情形，如(圖 5-2、5-3)所示。實驗結果分析如(表 5-1)所示。



圖 5-1 釉燒 1220°C 之磁磚表面出現膨脹現象



圖 5-2 以石材切割機切割磁磚


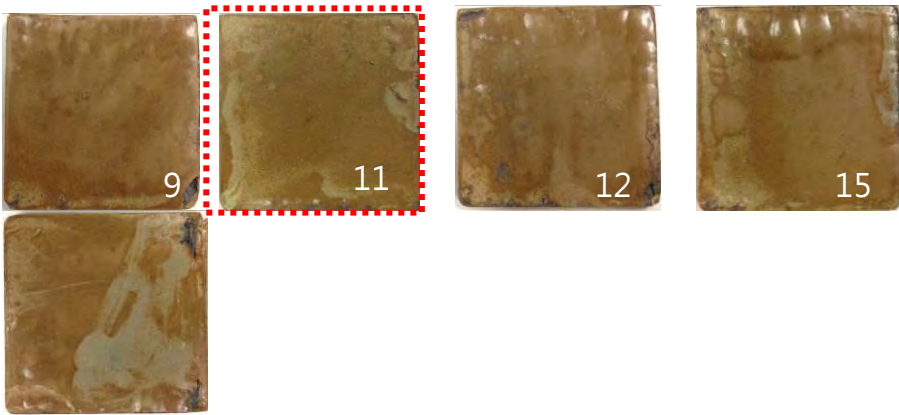
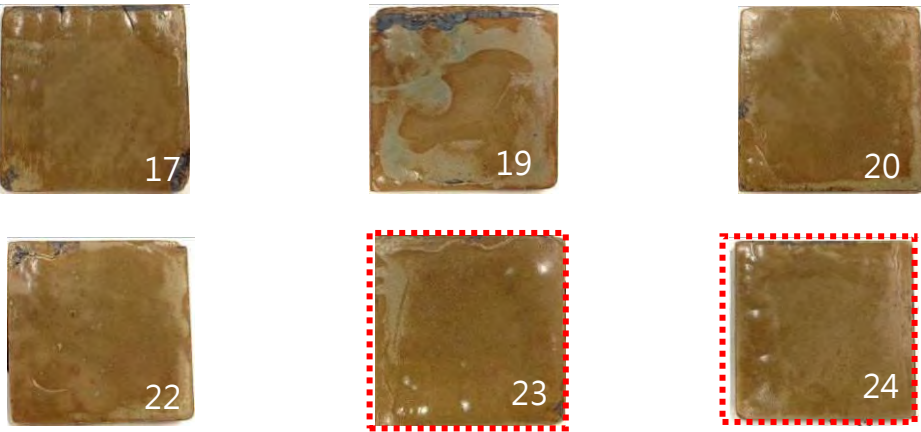


圖 5-3 磁磚之金屬層斷面呈現波浪狀



圖 5-4 以自製磁力測試台測試磁磚磁力



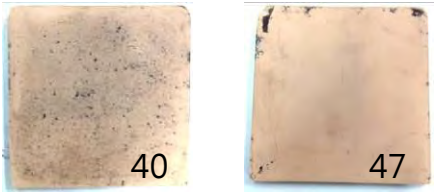

表 5-1 A 組分層樣品(素燒 850°C、釉燒 1220°C)之實驗結果分析

編碼 A-M3	
說明	<p>1. 樣品因黏土與鐵氧體之膨脹係數不同，導致樣品面層出現膨脹之情況。</p> <p>2. 編號 11、23、24 之樣品燒製後表面呈現平整、無膨脹。</p> <p>註：紅色框線者為表示磁性磁磚於燒製 1220°C 後表面平整之樣品。</p>
分層試樣	
編碼 A-M6	
分層試樣	
編碼 A-M9	
分層試樣	

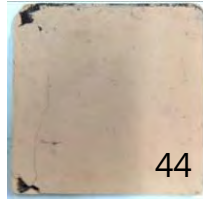
二、磁性磁磚製作之 B 組樣品(素燒 900°C)研究結果

由 A 組試驗結果發現，溫度燒至 1220°C 時，因為黏土與鐵氧體為兩種膨脹係數不同之材料，溫度導致磁磚於燒製後產生面層之膨脹情形；因此本研究將 B 組樣品溫度調降至 900°C，以減少面層之膨脹情形，如(表 5-2)所示。

表 5-2 B 組樣品(素燒 900°C)之實驗結果分析

編碼 B-M3	
說明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 試樣外觀與壓製後之初坯相似，色澤呈現淺磚紅色。 2. 樣品因脫模失敗而具有角裂與面層剝落之現象。
分層試樣	
混合試樣	
編碼 B-M6	
分層試樣	
混合試樣	
編碼 B-M9	

分層試樣








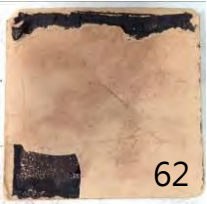


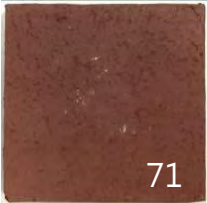

混合試樣



三、磁性磁磚製作之 C 組樣品(素燒 1000°C)研究結果

B 組(素燒 900°C)試驗結果無面層膨脹現象之發生，卻因為燒製溫度之過低，導致磁磚強度不足且有面層剝落之情形；因此本研究將溫度提升至 1000°C，觀察面層之膨脹情形。由研究結果 C 組，發現燒製溫度 900°C 之樣品面層未出現膨脹現象，而無面層剝落之情形發生，C 組 (素燒 1000°C)試驗樣品結果如(表 5-3)所示。

表 5-3 C 組樣品(素燒 1000°C)之實驗結果分析

編碼 C-M3			
說明	1. 試驗樣品之外觀與壓製後之初坯相似，色澤呈現淺磚紅色。 2. 編號 71、72 樣品為於原料中加入水分，滾壓製成，具嚴重彎曲情形。		
分層試樣	 60	 70	混合試樣  64
編碼 C-M6			
分層試樣	 61	混合試樣	 65
編碼 C-M9			
分層試樣	 62	混合試樣	 66
	 63		 71
			

四、磁性磁磚之磁力與磁場研究結果

本研究將磁磚置於自製磁力測試台如(圖 5-4)，以最大磁能積 $263\sim 287\text{kg/m}^3$ 之磁鐵吸附於磁磚表面，並利用加沙載重測試磁性磁磚之平均磁力與平均磁場；由(表 5-4)顯示燒製溫度最高之 A 組(1220°C)磁場與磁粉層厚度 9mm 之樣品磁場較高，磁性磁磚之平均磁場趨勢圖如(圖 5-5)，磁性磁磚之平均增磁比如表(圖 5-6)所示。

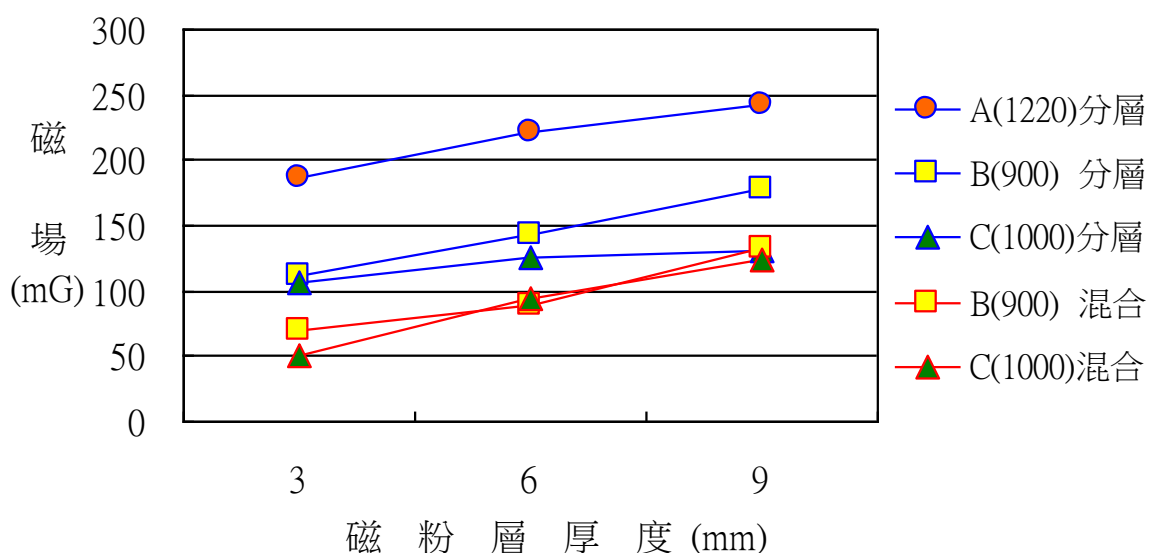


圖 5-5 磁性磁磚之平均磁場曲線圖

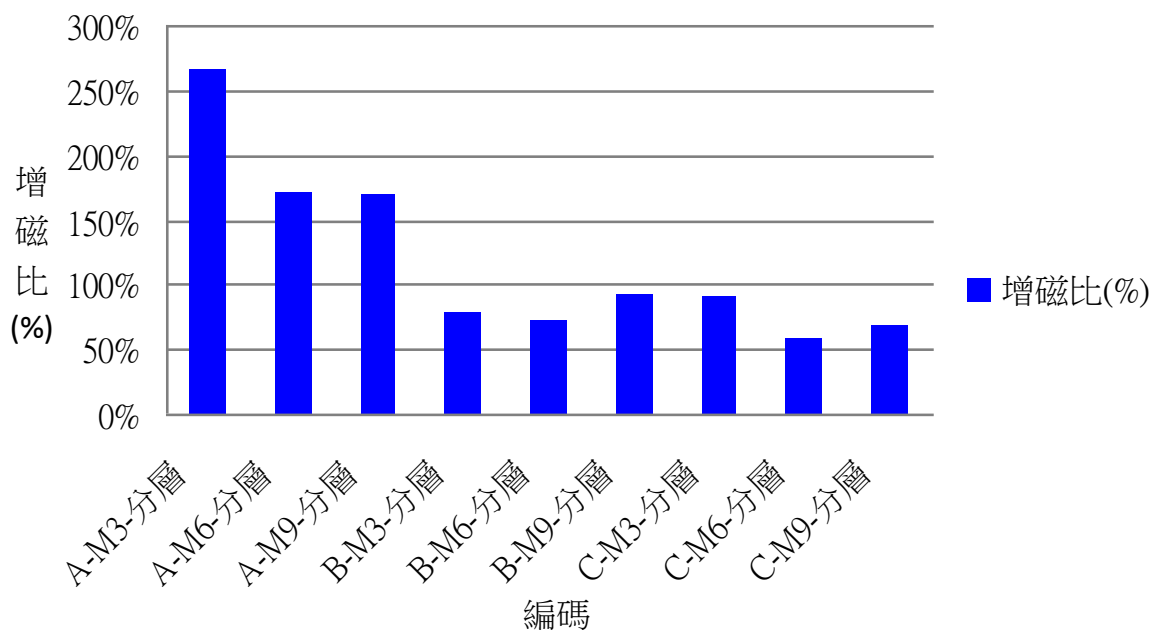


圖 5-6 磁性磁磚之平均增磁比

表 5-4 磁性磁磚之平均磁力與平均磁場

編碼	充磁前平均磁力(g)	充磁後平均磁力(g)	增磁比(%)	磁場平均(mG)
A-M3-分層	22.6	60.0	265.5%	188.0
A-M6-分層	61.8	100.0	172.1%	197.8
A-M9-分層	47.4	88.5	169.2%	202.4
B-M3-分層	54.0	42.0	77.8%	111.0
B-M3-混合	34.7	17.7	51.0%	69.3
B-M6-分層	119.5	87.0	72.8%	143.0
B-M6-混合	60.0	39.0	65.0%	89.0
B-M9-分層	98.3	91.7	93.2%	178.3
B-M9-混合	56.0	43.0	79.8%	132.0
C-M3-分層	58.0	52.0	89.7%	159.0
C-M3-混合	14.1	<13.8	<98.0%	51.0
C-M6-分層	64.0	37.0	57.8%	126.0
C-M6-混合	54.0	28.0	51.9%	94.0
C-M9-分層	92.5	63.5	68.7%	130.0
C-M9-混合	63.0	37.0	58.7%	124.0
編碼	平均磁力(g)		平均磁場(mG)	
C-R3-分層	537.8		0	
C-R3-混合	598.9		0	

五、灰縫掛勾之改良設計與應用

為增加市面上磁鐵掛勾之能承載力，本組研究於磁鐵掛鉤下方設計出 L 字型之不銹鋼支撐抵於磁磚之灰縫間，以提供對下滑力之抵抗能力，達到增加承載重量之目的，磁鐵掛勾之應用如(圖 5-7)；研究結果顯示,有 L 字型之不銹鋼支撐抵於灰縫之掛鉤承載力會高於無抵於灰縫之掛鉤承載力，增加 L 字型支撐可以提高 1.9 倍之承載力。

本研究將鐵片固定於鐵桌下緣處，並露出一部份如(圖 5-8)所示以模擬灰縫之深度，吸附上灰縫掛勾測試其承載力，研究結果如下(表 5-5)所示。

表 5-5 灰縫掛勾之平均承載力

次數	1	2	3	4	5	平均承載力(kg)
L 字型支撐	5.1	5.7	5.2	5.3	5.4	5.3
無支撐	2.8	2.8	2.9	2.8	2.6	2.8



圖 5-7 灰縫掛勾之應用

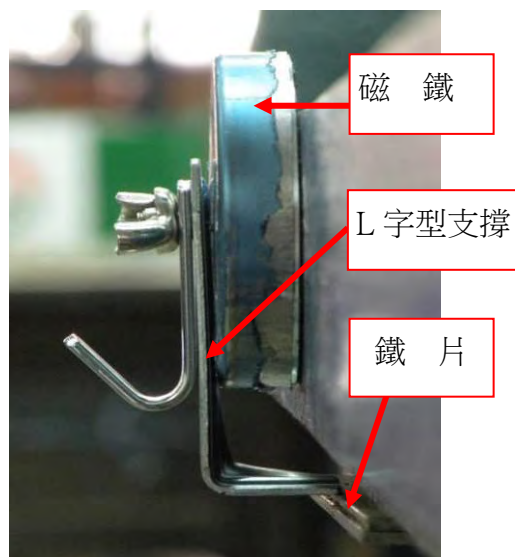


圖 5-8 灰縫掛勾之構造圖

陸、討論

一、如何於脫模時降低初坯之破損

分層試樣初坯樣品之邊土厚度需達 5mm 以上，才能提供分層試樣樣品邊土與面層之足夠密合度，降低初坯之面層與邊緣之裂縫，減少脫模時試樣破裂；本研究初期之脫模成功率為 12.5%，經研究與改良後，後期之脫模成功率提高至 44.0%。失敗原因及改善方式歸納說明如下：

(一)人為導致之脫模失敗：

經過請教相關專業人士之脫模方法，並多加練習脫模之技巧，以提高脫模成功率。

(二)外側邊土之壓密度較中央低：

因於加壓後邊土層之壓密度較金屬層低，容易導致脫模時邊土之整體剝落；可於加壓前先均勻施壓力於邊土，之後填入適量之黏土鋪平以提高邊土壓密度，再進行加壓，減少樣品表層分離情形之發生。

(三)坯體與鋼模內槽之黏著力：

在加壓後，因坯體與鋼模間之黏著力影響，而導致脫模時，易損害壓製過之坯體，所以於加壓前，利用亮面牛皮紙墊於鋼模與坯體之接處面，減少其黏著力；加壓後，以噴槍將模具約略清理，再由抹布將鋼模與坯體接觸面擦拭乾淨，然後以噴槍吹乾；依黏土附著之程度，適時用砂紙磨光模具與坯體之接觸面，以增加脫模成功率。

(四)L 型側模車床加工錯誤導致之倒鉤：

L 型側模之倒鉤情形為車床加工錯誤所導致，壓製後的坯體常於脫模時產生角落碎裂情況，可以利用投影片放置於倒鉤之角落，讓坯體只接觸到光滑的膠膜面，以減少坯體脫模時的阻力；此外將 L 型側模脫離初坯時，移動方向必須與倒鉤方向平行，降低對初坯之衝擊力道，減少初坯之破損；初坯脫膜方向示意如(圖 6-1)所示。

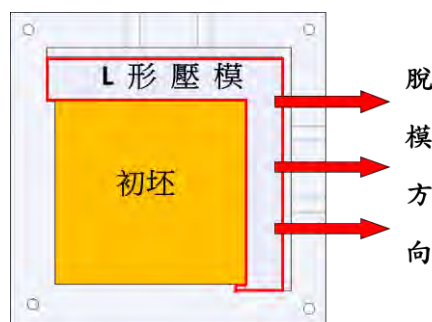


圖 6-1 初坯脫模方向示意圖

(五)磁磚成型鋼模變形：

本研究之磁磚成型鋼模屬質地軟之中碳鋼，於多次加壓之下容易產生變形，增加初坯之脫模難度；因此以銼刀將變形面磨平，並以砂紙進行磨光，來提升脫模成功率。

二、分層試樣及混合鋪料對初坯完整度之影響

混合試樣初坯樣品，不會因為缺角、碎裂之因素出現金屬層外露之情形；分層試樣則易因為缺角、碎裂而導致之金屬層外露之色差情形。

分層試樣之黏土表面無摻雜金屬，反之混合試樣之金屬摻雜，使混合試樣之黏土表面具有金屬成份，然而卻降低了金屬之密度，因此分層試樣之金屬密度高於混合試樣之金屬密度。

三、如何提高磁性磁磚之磁力

(一)增加磁粉之單位密度

受限於磁磚成型鋼模之抗壓強度，本研究樣品之壓密力量僅每平方公分 1 公噸，宜採用抗壓強度高於中碳鋼之材質製作磁磚成型鋼模。

(二)二階段樣品加壓，增加金屬層厚度

於有限之鋼模成型內槽深度裡，依次鋪上一層黏土底層、邊土與金屬層後，進行第一次之樣品加壓，可得一不具面層之初坯；再一次鋪上邊土、金屬層與黏土面層，進行第二次之樣品加壓後，得到金屬磁較厚之磁性磁磚初坯。

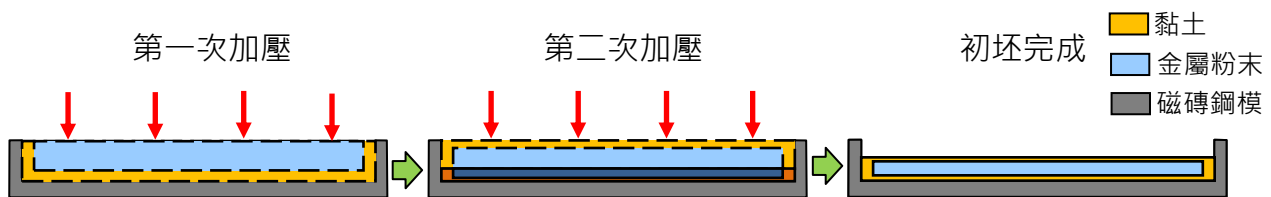


圖 6-2 二階段樣品加壓程序示意圖

(三)提高磁磚燒製之溫度

氧化鐵須以高溫加熱約 1200°C~1450°C 使其結構穩定，以利於磁磚充磁後之磁力提高，當溫度提高時，磁力也就愈大。

柒、結論

一、探討黏土與鐵粉、磁粉之配比與混合方式對磁性磁磚燒結與磁力之影響。

(一) 分層試樣樣品之磁力會大於混合鋪料樣品，如(圖 7-1、7-2)所示。

(二) B 組樣品(900°C)分層試樣之磁力平均為混合樣品之 2.18 倍，如(圖 7-3)所示。

(三) C 組樣品(1000°C)分層試樣之磁力平均為混合試樣之 1.52 倍，如(圖 7-4)所示。

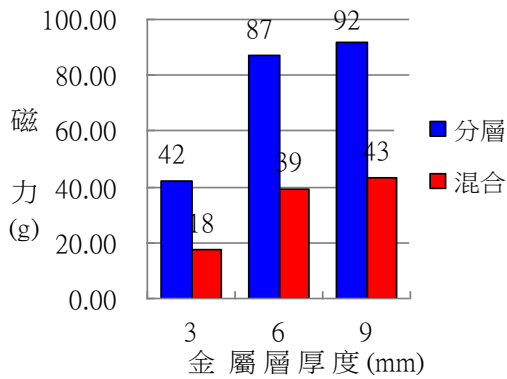


圖 7-1 B 組樣品(900°C)之磁力

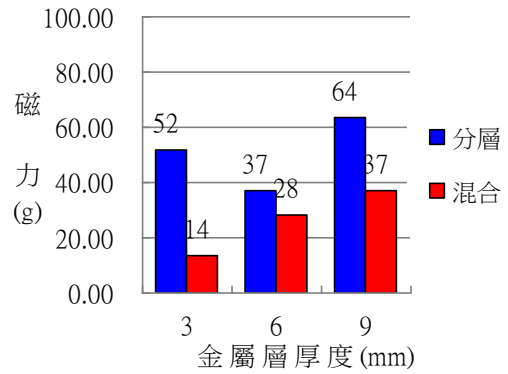


圖 7-2 C 組樣品(1000°C)之磁力

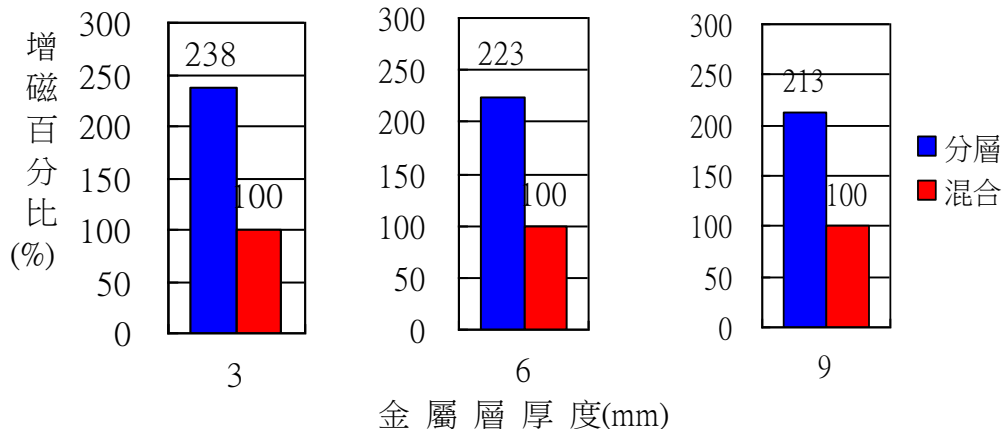


圖 7-3 B 組樣品(900°C)之磁力百分比-依鋪料方式區分

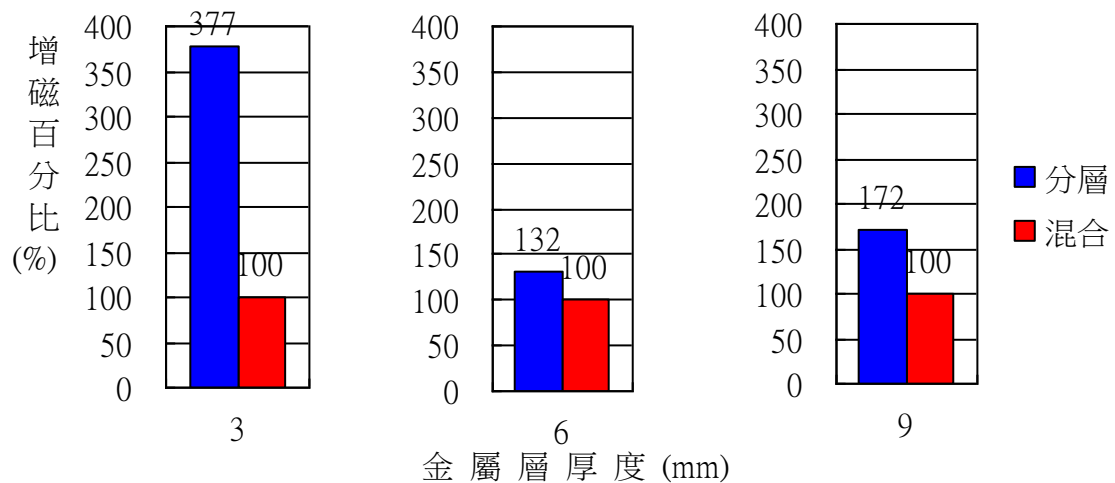


圖 7-4 C 組樣品(1000°C)之磁力百分比-依鋪料方式區分

二、探討燒製溫度對磁性磁磚磁力之影響與分析

(一) 燒製溫度越高則磁力越大，各金屬層厚度之磁力為： $9\text{mm} > 6\text{mm} > 3\text{mm}$ 。

燒製溫度 1220°C 、金屬層 9mm 之樣品磁力可達 103g ，如(圖 7-5)所示

(二) 燒製溫度 1220°C 樣品磁力平均為燒製溫度 1000°C 樣品之 1.29 倍，如(圖 7-6)示。

(三) 實驗結果發現實驗樣品之磁場隨著溫度增加而提高，如(圖 7-7)所示。

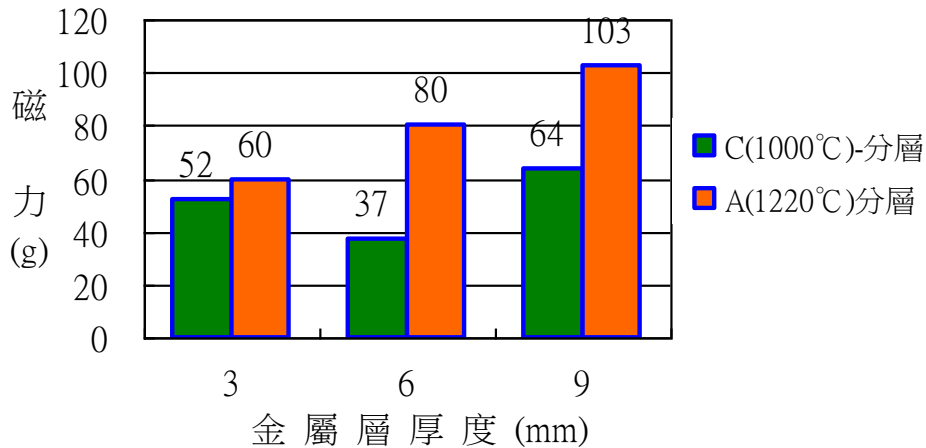


圖 7-5 分層試樣之磁力-依燒製溫度區分

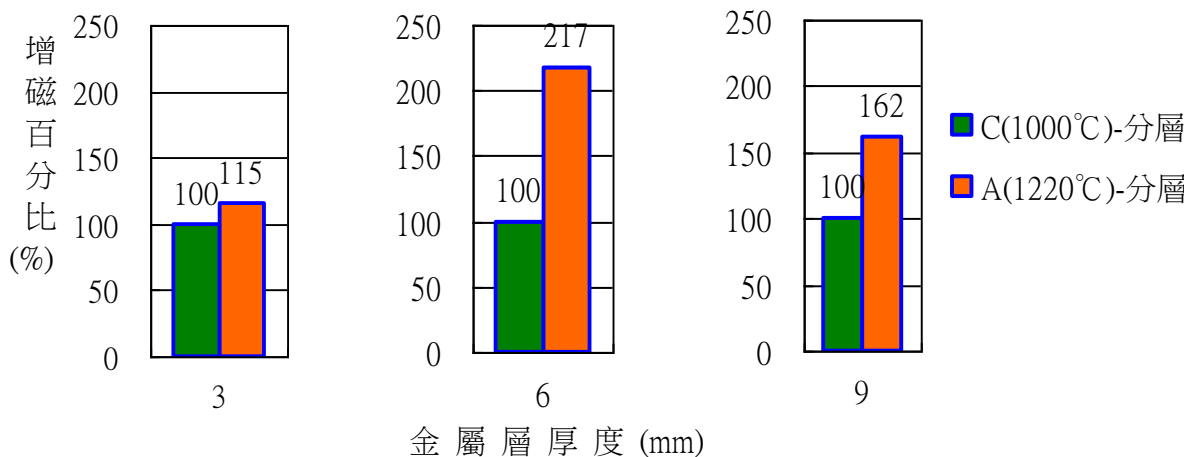


圖 7-6 分層試樣之磁力百分比-依燒製溫度區分

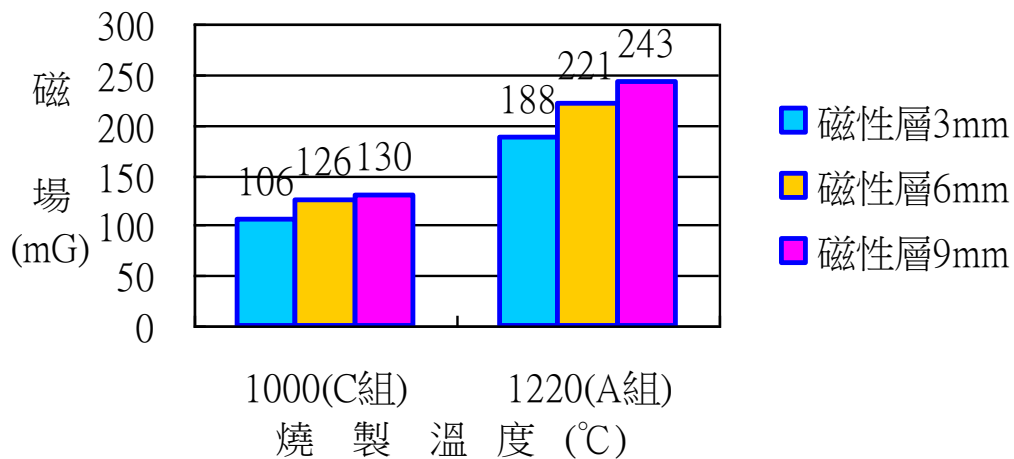


圖 7-7 燒製溫度對樣品高斯之影響

三、磁性磁磚之成本計算

本研究之磁性磁磚製作成本如下(表 7-1)所示，並計算每 1m²之磁性磁磚價格。

表 7-1 磁性磁磚之面積成本計算

金屬層	磁粉 (元/m ²)	黏土 (元/m ²)	合計(元/m ²)
磁粉 3 mm	329.6	7.8	337.4
磁粉 6 mm	660.7	6.7	667.5
磁粉 9 mm	990.4	5.6	996.0
鐵粉 3 mm	360.0	8.0	368.0

四、磁性磁磚與磁性掛勾之改良設計與應用

磁性磁磚透過拼貼彩繪之方式，可提供客製化之面層款式，做為室內牆面美化之新選擇與文化創意產品；配合 L 字型支撐抵消物品下滑力之灰縫掛勾改良設計，可提升至 1.9 倍承載力，灰縫掛勾及磁性磁磚之設計改良應用如下(圖 7-8)所示。



圖 7-8 灰縫掛勾及磁性磁磚之應用

綜合以上之試驗結論，本研究歸納出以下結論與建議：

- (一)磁性磁磚之磁性層壓密前厚度 9mm 之分層試樣磁力最佳。
- (二)磁性磁磚分層試樣之磁力大於混合試樣磁力。
- (三)燒製溫度 1220°C 之磁性磁磚磁力與磁場最佳。
- (四)搭配本研究之灰縫掛勾可提升 1.9 倍之掛載力。
- (五)1 平方公尺之壓密前磁性層 9mm 之磁性磁磚成本約為 996 元。
- (六)透過磁性磁磚之面層拼貼彩繪，達到室內牆面美化與室內空間利用之功能及文創產品。

捌、未來展望

- 一、透過多次壓密磁性磁磚之方式，增加磁性層之厚度進而提高其磁力；壓密前磁性層每增加 3mm 之配比厚度，可提升 33.5mG 之磁場，磁性層厚度與高斯之推算如(表 8-1) 示。

表 8-1 磁性層厚度與高斯之推算

磁性層厚度(cm)	壓密前	3	6	9	12
	壓密後	0.8	0.16	0.24	0.48
磁場(mG)		188	221	243	276.5

- 二、未來希望與磁磚廠商合作，透過標準化製作流程大量生產磁性磁磚，控制磁性層之厚度與平整性，以維持磁性磁磚之穩定磁力，以量制價降低原料成本；並提升磁性磁磚抗污、吸水率之性能。

玖、參考資料

- 一、年弘電機工業股份有限公司。鐵氧體工藝流程。取自：
http://www.nianhung.com/tw/about_02.aspx?page=2
- 二、陳耀如、洪國珍、劉叔松、(2011)。工程材料。臺北縣。
- 三、建築技術規則-綠建材-第三百二十二條-綠建材材料之構成
- 四、瓷磚百科。取自：http://www.jingkong.com.tw/knowledge/known/knownlence_05.html
- 五、財團法人台灣建築中心。綠建材通則管制目的。取自：
<http://www.tabc.org.tw/gbm/target.html>
- 六、陶藝工藝。取自：http://content.edu.tw/vocation/art/ks_hc/htm/content/ch13/index.html
- 七、深圳市億豪磁鐵有限公司。強力磁鐵的密度和磁性大小有關。(2012)。取自：
<http://www.zgyjie.com/>

【評語】 091201

1. 研究具有提昇生活便利性之動機，符合社會大眾對生活品質提昇之要求。
2. 實驗參數包含磁粉分層與磁粉混合之分類，磁磚燒結溫度及磁粉含量對磁性之影響，研究方法合理可行。
3. 主要結論為分層製程所產生磁性較混合製程高 50%，燒結溫度愈高，磁力愈大，符合物理原則。
4. 研究成果雖具合理性，惟仍須持續探討，才具有實質應用性。