建國科技大學
工業工程與管理系

九十五學年度畢業專題製作

安全人造大理石的研究

The Study of Safety Artificial Marble Products

IE95-4A-09

指導老師
張振賢

製作學生
羅傑澤 92405048
林冠宏 92405050
蔡智強 92405608

中華民國九十五年十二月

建國科技大學
工業工程與管理系

九十五學年度畢業專題製作

安全人造大理石的研究

The Study of Safety Artificial Marble Products

IE95-4A-09

指導老師
張振賢

製作學生
羅傑澤 92405048
林冠宏 92405050
蔡智強 92405608

中華民國九十五年十二月

安全人造大理石的研究

指導老師：張振賢
組員：羅傑澤、林冠宏、蔡智強
建國科技大學　工業工程與管理系

一、簡介：

人造大理石的產品，通常包括洗臉台與廚俱設備。近幾年來，經常發生洗臉台摔落地面造成使用人員傷亡事件，因而本研究決定引用田口方法，來調整產品的原物料，以達到產品安全性的目標。

二、動機、目的：

衛浴設備是民生必備用品，近幾年來衛浴設備掉落破碎傷人與死亡事件在國內發生許多案例，因此本專題鎖定安全人造大理石衛浴設備之產品主題，希冀提升全體人類生活品質，讓人類活在安全而無憂慮的生活環境。

三、研究方法：

本研究所進行的人造大理石破壞撞擊實驗，每次調升 5 公分的高度，一直到鐵塊撞擊人造大理石撞出碎片爲止，而後記載撞擊的前一個高度資料，每種水準組合各有 4 個樣本。

四、結論：

人類的行爲科學有可能是千奇百怪的，洗臉盆是用來接水洗臉用的，但老年人經常壓著洗臉盆來支撐他的體重，年輕人有可能腳踩在洗臉盆上面去更換浴室的燈泡，於是乎發生了洗臉盆摔落地面碎片傷及人的動脈而死亡等事件。本研究創造了安全人造大理石的產品，耐摔高度提高率爲 40.90%，應能提升整體人類安全福祉。

五、業界認證：

公司名稱：台灣榮際實業有限公司

負責人：朱清涼

聯絡電話：〔04〕25819899

The Study of Safety Artificial Marble Products

Advisor: Chung-Shang Chang

Members: pool Roger, GuanHong Lin, ZhiQiang Cai

Department of Industrial Engineering and Management

Chienkuo Technology University

Introduction:

Artificial marble products, usually include washing the face platform and all equipment of kitchen. In recent years , it causes and uses the casualties incident to often wash the face platform and drop on the ground , therefore this research determines to quote the mouth method in the field, to adjust the original supplies of the products, in order to reach the goal of the products security.

Motivetion . Purpose :

People's livelihood sanitary equipment must spare part,it is in recent years for sanitary equipment drop being the broken to it is happen a lot of case of with death incident at home to hurt one's feeling, so a special topic locks the products theme of the artificial marble sanitary equipment of the security, is it improve all human quality of the life to hope , let mankind live in safe having worried living environmenting.

Methods:

The artificial marble that this research institute carries on destroys the experiment of striking, adjust and rise by 5 centimeters of height each time, until the iron one strikes artificial marble and knocks chip out , and then record last a high materials struck, each kind of level makes up and each has 4 samples.

Conclusion:

The human behavior science is very strange probably, the washing basin is used for collecting and water-washing the face and used, but the weight that old people often support him pressing the washing basin, bulbs that the foot is stepped on to change the bathroom on washing basin probably of young people, take place washing basin drop ground chip injure artery of people as a result but death ,etc. incident. This research has created the artificial marble products of security, the improving rate is 40.90% that highly able to bear falling, should be able to improve the whole mankind's safe happiness .

Recognize prove of business scope:

Company's name: Taiwan honour border Industrial Co., Ltd

Representative director : The bright red is cool

TEL: 04 25819899

建國科技大學　工業工程與管理系

畢業生實務專題製作口試委員會審定書

本系　學年度畢業生：羅傑澤 林冠宏
蔡智強

等員

所提專題題目：安全人造大理石的研究

合於大學生畢業資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：張振賢 王文派

指導老師：張振賢

系主任：

中華民國 95 年 12 月 13 日

目　錄

頁數

目錄 ---------- 壹

圖目錄 ---------- 貳

表目錄 ---------- 參

第一章　前言 ---------- 1

第二章　田口方法 ---------- 3

第三章　人造大理石生產製程 ---------- 13

第四章　人造大理石參數設計 ---------- 25

第五章　實驗與分析 ---------- 30

第六章　結論 ---------- 35

參考文獻 ---------- 1

附件

附件一　評分表 ---------- 一

附件二　榮際實業有限公司之沿革 ---------- 二

附件三　榮際實業有限公司之之營運方針 ---------- 三

附件四　榮際實業有限公司之作品實績 ---------- 五

圖目錄

頁數

圖 2－1　望目型損失函數 ---------- 6

圖 2－2　望小型損失函數 ---------- 7

圖 2－3　望大型損失函數 ---------- 7

圖 2－4　不對稱望目損失函數 ---------- 8

圖 3－1　人造石製程圖 ---------- 16

圖 3－2　尺寸丈量與固定 ---------- 17

圖 3－3　離模臘 ---------- 17

圖 3－4　離模臘均勻塗滿在模具上 ---------- 18

圖 3－5　噴槍裝上膠殼均勻噴上模具上 ---------- 18

圖 3－6　特級石粉、A 級石粉 ---------- 19

圖 3－7　樹脂 ---------- 19

圖 3－8　硬化劑 ---------- 20

圖 3－9　攪拌 ---------- 20

圖 3－10　攪拌好的物料均勻鋪滿在模具上 ---------- 21

圖 3－11　震動台 ---------- 21

圖 3－12　拆背模工具與去邊料工具 ---------- 22

圖 3－13　去邊料 ---------- 22

圖 3－14　待膠化 ---------- 23

圖 3－15　熱電管 ---------- 23

圖 3－16　排風系統 ---------- 24

圖 3－17　準備砂磨修補 ---------- 24

圖 4－1　實驗過程 ---------- 29
圖 5－1　因子效應圖 ---------- 31
圖 5－2　SN 比轉換後的因子效應圖 ---------- 33

表目錄

		頁數
表 2－1	$L_{18}(2^1\times3^7)$直交表	11
表 4－1	$L_{18}(2^1\times3^7)$直交表	28
表 5－1	實驗數據資料與平均值	30
表 5－2	因子效應表	31
表 5－3	經 SN 比轉換過後的資料	32
表 5－4	SN 比轉換後的因子效應表	33
表 5－5	重現性實驗	34

第一章 前言

衛浴設備是民生必備用品，近幾年來衛浴設備掉落破碎傷人與死亡事件在國內發生許多案例（參考文獻 1 至 5），因此本專題鎖定安全人造大理石衛浴設備之產品主題，希冀提升全體人類生活品質，讓人類活在安全而無憂慮的生活環境。

本組獲得榮際實業有限公司協助，所有的實驗都在該公司進行，實驗所需的經費，完全由該公司全額贊助。本專題小組全體同學感激該公司急公好義，能以全體人類福祉爲考量，全額支付本專題研究的所有經費。

「品質管理」是工業工程領域中遂行追求優質產品的重要技術，在眾多「品質管理」技術中，以「田口品質工程」技術最適合開發優質產品。本組運用「田口品質工程」技術，追求最佳安全人造大理石，將本組同學在工業工程科之所學，踐履製作優質產品的美夢。

品質工程的重點在於不提高生產成本之下來提升產品品質。安全人造大理石的產品設計，當然可以在產品外部增加塑化外殼以防止石灰材料碎裂或者在產品內部增加鋼絲網以避免產品碎裂，但這些都是增加產品的生產成本，並且讓目前的生產製程更加的複雜化，使得改善的產品單價過於昂貴，難予符合工業

工程與管理領域所追求生產製造者與顧客雙贏的目標，因而本研究旨於調整目前產品原料的比例，希冀能提升產品的安全性（品質特性資料值）。

本專題小組成員有羅傑澤、林冠宏、蔡智強，皆認爲設計安全的衛浴設備能維護全體國人的生命安全，因而本組同學請張振賢老師來指導這方面的產品設計，並操練本系所購之「田口品質工程軟體」，以佐輔計算、比較與分析。本組三位成員默契十足，深信在彼此合作無間的互動下，使畢業專題能如期完成。

第二章　田口方法

田口玄一博士(Dr. Genichi Taguchi)（以下簡稱田口博士）是美國密西根州 Dearborn，American Supplier Institute 的執行理事，該機構是美國境內唯一的田口方法訓練中心。田口博士也是日本工業技術學院的董事，並在許多國家擔任顧問的工作。田口博士四十年來，一直是日本品管學會、日本工業工程學會、日本應用統計及日本規格學會活躍的領導會員，並且是國際品管期刊的主編，日本規格學會與品管研究小組的主席。

田口博士每年應經濟部邀請來台講學 1 至 2 次，田口博士愛喝中國茶，對台灣國語很好奇，他會英語日語，不會說國語。田口博士現年 80 多歲，看起來只有 50 歲，田口博士的兒子是日本三清電子公司的董事長，因而近年來田口博士將其田口方法應用於資訊業。除此之外，田口博士近年來對醫護問題與地震問題亦多所研究。

2.1　田口品質工程的別稱

田口品質工程有時簡稱爲品質工程，各大專院校所開授的品質工程課程，都是田口品質工程。田口品質工程有三種別稱如下。

1. 田口品質工程就是「穩健性設計」(Robustness Design)的代名詞。「Robust」在統計界的意思是：即使失去了常態分配假設下，

統計量的性質改變不大。也就是不用太在意資料的分配特性而言。

2. 田口品質工程就是「線外品管」(Off-line Quality Control)的代名詞。「線外品管」指的是生產線之外的所有行爲與思想。但也有另派主張，線外的範圍最大，包含“線上”(On-line)品管。

3. 田口品質工程有時就稱「參數設計」 (Parameter Design)。「參數設計」又稱穩健性設計(Robustness Design)，因爲參數設計的依據是 SN 比(Signal-to-Noise Ratio)，在實際作業上是找尋變異性(Variability)最小的產品或製程，換句話說，就是要找出對環境有穩健性或不敏感的產品。

2.2 田口方法的基石－實驗計劃法

實驗計畫法是統計學中重要的應用科學方法，實驗計畫法是任何實驗場所都能使用的科學技術。田口方法的眾多技術，其實是植基於實驗計劃法的應用方法。關於實驗計劃法，本研究有下列補述。

1.田口方法的穩健性設計，是運用實驗計劃法來規劃實驗過程，在專業技術下獲得各參數有關的訊息，來提供工程決策之用。

2.實驗計劃法是 1920 年 R. A. Fisher 所創，R. A. Fisher 在創造實驗計劃法時，自謙地說，他只是提出一個計算方式，沒想到後來變成統計學裡的一門重要學科。他的主要貢獻在於變異數分析 (ANOVA)。

3.1947 年，C. R. Rao 建議了直交表 (Orthogonal Array) 規劃具有數個參數的實驗計劃，所以直交表的部份，也併入了實驗計劃法這門學科之內，不過，這些直交表後來稱之爲內直交表。

4.田口博士於內直交表之外，另外加上了外直交表(Outer Orthogonal Array)，使產品具有穩健性的特性。

2.3 田口博士的成就

田口博士在 1960 年得到品質應用戴明獎，在 1951，1953 及 1984 年均獲得品質論文戴明獎，在 1986 年獲得國際科技交流大會頒發的 Willard F. Rockwell Journal 獎，並且著有二十餘本專書。該方法學已獲國際認同，許多學校均新興授課科目名之爲「田口方法」或名之爲「品質工程」。

2.4 品質的定義

「品質」的定義有許多種。在「品質管理」領域下，「品質」的定義是：顧客的滿意度或產品的適用度。在「可靠度」的領域下，「品質」的定義是：產品使用很久也不會壞，在各種使用環境下能發揮產品功能。田口博士對「品質」的定義是：每一產品在使用期間，對社會所造成的總體損失成本越小越好。

2.5 損失函數的定義

田口博士對損失函數的定義如下。

1.望目特性：

$L(y) = k\ (y-m)^2$　（愈接近 m 愈好）

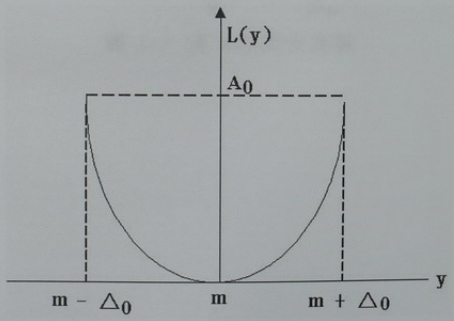


圖 2-1 望目型損失函數

2.望小特性：

$L(y) = k\ y^2$　（愈接近 0 愈好）

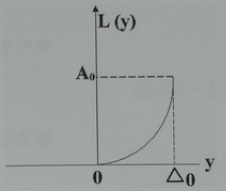


圖 2-2 望小型損失函數

3.望大特性：

$L(y) = k\ (1/y^2)$　（大於等於$\triangle_0$最好，愈大愈好）

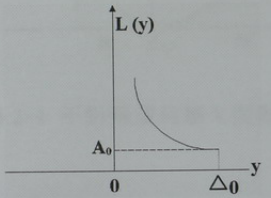


圖 2-3 望大型損失函數

4.不對稱望目品質特性下的損失函數：

$$L(y)=\begin{cases} k_1 (y-m)^2, & y>m \\ k_2 (y-m)^2, & y\leqq m \end{cases}$$

其中，$k_1 \neq k_2$

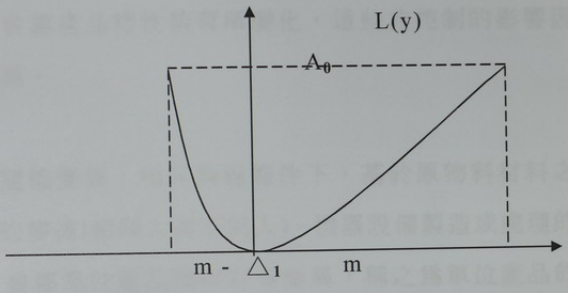


圖 2-4 不對稱望目損失函數

2.6 品質特性的變異

關於品質特性的變異來源，稱之爲雜音因子或誤差因子或非控制因子，田口博士認爲其來源有三：

1.(系統)外部的變異：一般而言，如溼度、溫度、灰塵、電壓、磁場・・・等，會讓產品特性值有所變化，這些非控制的影響因子稱爲外部的變異。

2.單位產品的隨機變異：相同製程條件下，基於原物料材料之變異、操作人員的變異(相同人與不同人)、機器設備製造或處理的變異・・・等，會讓單位產品間存在有變異，稱之爲單位產品的隨機變異。

3.(系統)內部的變異：隨時間增加而改變產品的特性值，這種變異，通常是產品組件或元件工件的劣化、褪化所造成的，稱之爲內部的變異。

對於雜音因子的影響，可採田口技術，找出主要影響的可控制因子，在各種環境下○（直交表中外表的部份），來找出較佳參數的水準，使產品對不良原因(即：對 Noise Factor)不敏感。

2.7 直交表

田口方法應用實驗計劃法中的「直交表」作實驗，其實是在執行統計上的「部份要因實驗」(Fractional Factorial Experiment)，也就是不執行完全要因實驗，只執行部份的實驗。常用的直交表有 $L_8(2^7)$(參數可安排到 7 個，每個參數都有兩個水準)，$L_{18}(2^1\times3^7)$及 $L_{27}(3^{13})$，這些直交表代表著工程經驗上使用時成功率較高。複雜度太高的直交表，通常代表因子個數選取得太多，使分析時，分派到單一因子的變化貢獻率較小，較難明確判斷其影響度，甚至因子效果遠低於雜音效果，使實驗的分析結果僅能提供參考之用。本畢業專題採用 $L_{18}(2^1\times3^7)$直交表進行專題實驗，這是因爲本實驗有一個兩水準的參數，當然採用 $L_{18}(2^1\times3^7)$直交表爲佳，$L_{18}(2^1\times3^7)$直交表如下所示。

表 2-1 $L_{18}(2^1\times3^7)$直交表

Exp. No.	Column							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

在對品質特性有不同要求的情況下，SN 比有三種基本的計算公式：

（1） 望小特性 SN 比

$$SN_{STB} = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 \right]$$

（2） 望大特性 SN 比

$$SN_{LTB} = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{Y_i^2} \right]$$

（3） 望目特性 SN 比

$$SN_{NTB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\overline{Y}^2}{S^2} \right)$$

本專題研究的品質特性是越大越好的品質特性，因此採用望大特性的 SN 比的公式。

第三章　人造大理石生產製程

本組畢業專題執行的題目是「安全人造大理石的研究」，本組成員分工搜尋所有市面上的資料，得知台中縣新社鄉的榮際實業有限公司有生產人造大理石的產品，我們很榮幸有這機會到榮際實業有限公司工廠見習，以正確的專題實作的精神，實際的了解人造大理石的生產過程。

以該公司的生產程序而言，該公司會先將所需要的模具準備好，把所需要的尺寸丈量與固定，必須先用捲尺量出所需要的尺寸，然後用小長條板子固定（圖 3-2）然後把離模腊均勻塗滿在模具上（圖 3-3、圖 3-4）（讓製程產品卸落時不會傷到產品且產品卸落時更加容易），然後將透明膠噴槍裝填入膠殼，均勻噴在模具上（圖 3-5）（目前生產狀態是有均勻噴在模具上就可以了），而後待乾、準備灌製其他原物料，待乾時間 1 至 2 小時（與空氣濕度有關）。

透明膠乾了之後，調配主要原料，主原料有以下幾項:

1．石灰粉。石灰粉的品牌爲裕產化工股份有限公司，區分有特級時粉和 A 級石灰粉。特級石灰粉較顏色較白、品質較好，A 級石灰粉亮度、顏色、質感沒有比特級石灰粉好，特級與 A 級兩者石灰粉單價差額 4~6 塊。(圖 3-6)

2．樹脂。樹脂的品牌爲永純化學工業有限公司，型號分爲 01 型、02 型 （圖 3-7）（01 型號成本高透光性較好，02 型號透光性就沒有 01 型的還要好） 黏度爲 17.5PS（Poise；泊），1PS 等於 100Centi-Poise（CPS；絕對黏度）。樹脂成分爲 HG-酸氫氧離子劑與 OHG-鹼氫氧離子劑，黏度太高時用單體苯乙烯（Styrene monomer，SM）來稀釋。

3．硬化劑。硬化劑爲強亞企業有限公司進口，品牌爲日本 KAYAAMEK-A 廠商製造，型號爲 MEEKTO，其主要功能是將樹脂硬化。樹脂跟硬化劑比例最少不可以少於樹脂每 1 公斤摻入硬化劑 7 cc，不然膠化時間會變長、成品較不穩定；最多不可以超過樹脂每 1 公斤摻入硬化劑 13 cc，不然成品顏色會變黃。目前榮際實業有限公司的產品是以樹脂每 1 公斤摻入硬化劑 10 cc來生產人造大理石產品。（圖 3-8）

目前榮際實業有限公司主要原料摻拌比例是（圖 3-9）樹脂與石粉的比例 1 公斤比 2.5 公斤。因爲成品亮度的關係，10000 型號的石粉要跟 3000 型號的石粉必需要混用。

攪拌好的物料均勻舖滿在模具上（圖 3-10），而後將模具用螺絲鎖上固定好。接下來把灌製好原料的模具搬上震動台（圖 3-11），利用震動台來消除物料裡頭的空氣（稱之爲消泡過程），

消泡過程的目的在於將人造大理石本身內含空氣的量數降低，使得人造大理石遇熱時不會因爲空氣膨脹而爆裂，不可少於 3 分鐘以下，不然無法消泡，目前榮際實業有限公司消泡過程時間約莫 5 分鐘。

成品消泡後放置通風處待膠化（1 次待膠化），時間約 30 分鐘（與空氣濕度有關）。成品待膠化完成後，接著是拆背模、去邊料。拆背模工具有風槍跟槌子，去邊料工具爲刨刀（圖 3-12、圖 3-13）去邊料時要小心翼翼的處理，避免刮壞成品也會弄傷自己的手（圖 3-14）。拆完背模後就等成品待膠化（2 次待膠化），溫度於 25℃至 30℃之間，2 次待膠化時間約 30 至 45 分。如果成品攪拌不均勻，會造成膠化不完全所以待膠時間加長。接下來是成品離模，成品離模時須小心避免龜裂或變形或刮傷。

接下來再把成品推到烘烤箱烘烤，烘烤箱內部是以上面的熱電管加熱烘烤（圖 3-15），烘烤箱設有排風系統（圖 3-16），內部安裝衡溫器，用來控制溫度與濕度。成品烘烤時需加壓重量避免變形，烤箱是密閉空間，場外有溫度設定跟時間設定，對於烤箱內部溫度不足時會自動將溫度提升至所設定的溫度。溫度與時間設定是以冬天 75℃烘烤時間爲 95 分鐘、夏天是以溫度爲 80℃烘烤時間爲 75 分鐘，成品於烤箱內加熱主要是將成品定型並讓成品內部硬化劑揮發，如果烘烤太久成品將會變黃，雖對品質無影響但成品容易變形；如果烤的時間過短會導致成品的硬度會不夠。

再來就是成品冷卻，冷卻方法是以自然退溫方式，冷卻完畢後完成產品，準備砂磨修補。(圖 3-17)

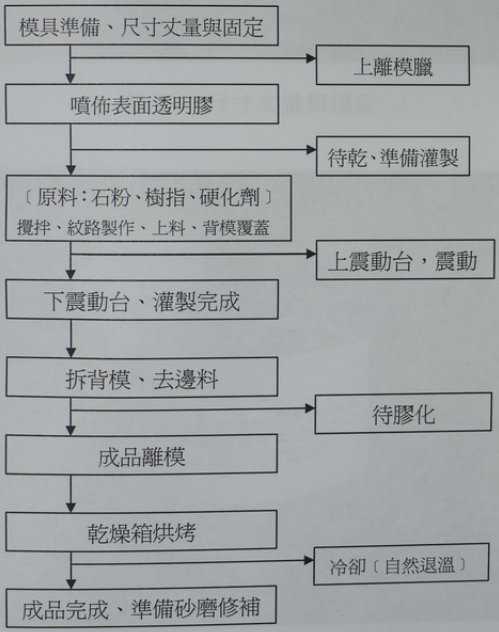


圖 3-1 人造石製程圖



圖 3-2 尺寸丈量與固定



圖 3-3 離模臘



圖 3-4 離模臘均勻塗滿在模具上



圖 3-5 噴槍裝上膠殼均勻噴上模具上



圖 3-6 特級石粉、A級石粉

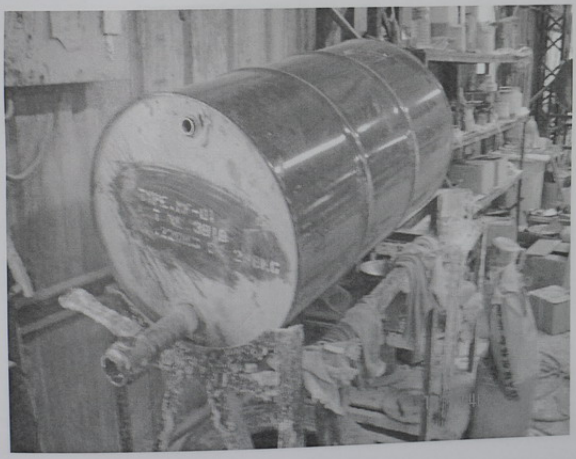


圖 3-7 樹脂

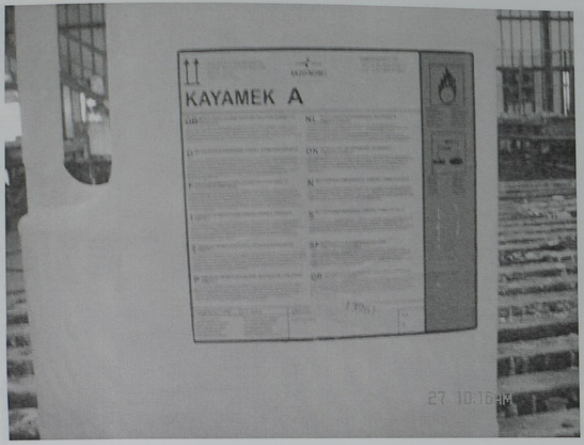


圖 3-8 硬化劑



圖 3-9 攪拌



圖 3-10 攪拌好的物料均勻鋪滿在模具上



圖 3-11 震動台

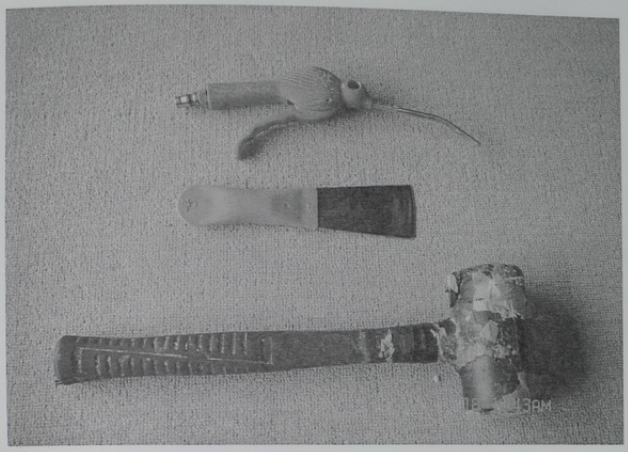


圖 3-12　拆背模工具與去邊料工具



圖 3-13 去邊料



圖 3-14 待膠化



圖 3-15 熱電管

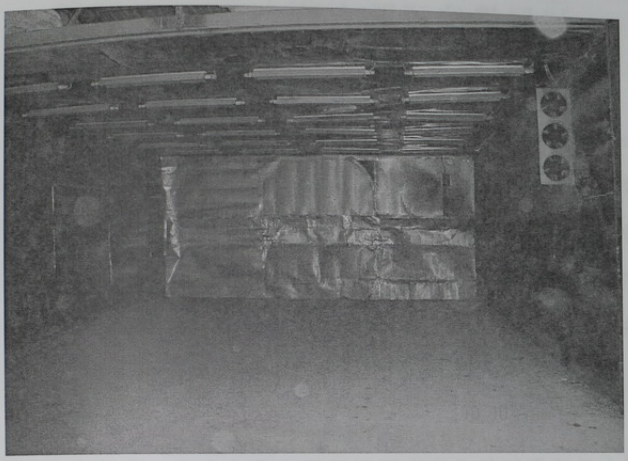


圖 3-16 排風系統

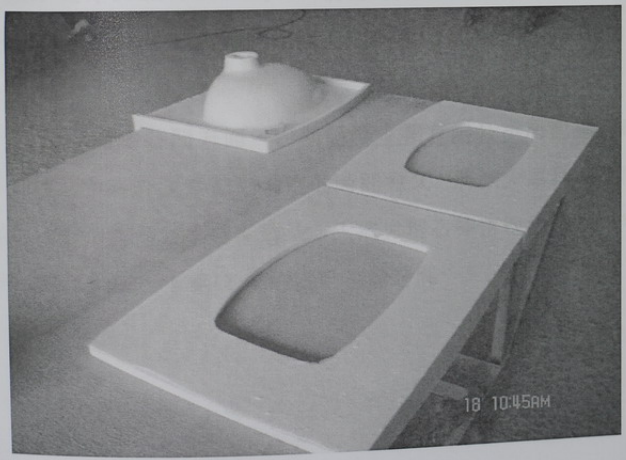


圖 3-17 準備砂磨修補

第四章 安全人造大理石參數設計

本研究的抗碎實驗產品是定義在各參數與水準下長爲 9 ㎝，寬爲 9 ㎝，厚度爲 1 ㎝的人造大理石實驗產品，實驗的品質特性資料值是鐵塊(鐵塊的重量爲 0.5 公斤)由多少的高度摔落下來使得人造大理石破碎（有「裂」痕的人造大理石不會傷到人體，是變成碎片的人造大理石會危害人體，因此以破碎爲鑑定準則。）。人造大理石破碎高度實驗過程如圖 4-1。

本研究認爲，造成人造大理石摔下來產生破碎現象是人造大理石的硬度與脆度的問題，因而本研究從專業的角度決定析取如下的控制參數（Control Factor）：A.消泡時間 B.樹脂的比例 C.硬化劑的量 D.烤箱的時間 E.烤箱的溫度 F.透明膠的量。

在震動消泡時間方面，目前榮際實業有限公司消泡過程時間是 5 分鐘，本研究認爲震動消泡的時間愈久，將減少原物料之間所夾雜的空氣，產品內部空氣愈少，人造大理石摔落地面時愈不容易破碎。所以本研究考量 2 種的震動消泡時間：5 分鐘（水準 1）及 10 分鐘（水準 2）。

在樹脂的比例方面，目前榮際實業有限公司的摻拌比例是樹脂與石粉的比例 0.4 公斤比 1 公斤，本研究認爲樹脂的多寡會影響人造大理石的硬度與脆度，增加樹脂的含量是有可能減少人造大理石的硬度與脆度，並可能增加產品內部分子的拉力，在人造大理石摔落地面時不容易摔破成碎片。因而本研究考量選取 3 種樹脂與石粉的比例水準（Levels）爲 0.4：1（水準 1）、0.5：1（水準 2）及 0.6：1（水準 3）。

在硬化劑的比例方面，目前榮際實業有限公司的產品是以樹脂每 1 公斤摻入硬化劑 10 cc來生產人造大理石產品，本研究認爲硬化劑的比例多寡會影響人造大理石的硬度與脆度，減少硬化劑的比例有可能減少人造大理石的內部分子的硬度與脆度，在人造大理石摔落地面時不容易摔成碎片。因而本研究考量每 1 公斤樹脂對應有 3 種硬化劑量水準：10 cc（水準 1）、9.5 cc（水準 2）及 9 cc（水準 3）。

在烘烤的時間方面，目前榮際實業有限公司夏天是以時間爲 75 分鐘烘烤、冬天 95 分鐘烘烤，本研究的實驗時間是夏天，所以以該公司夏天標準衡量，本研究認爲烘烤的時間長短會影響到人造大理石的硬度與脆度。本研究考量 3 種的烘烤時間水準：65 分鐘（水準 1）、75 分鐘（水準 2）及 85 分鐘（水準 3）。

在烘烤的溫度方面，目前榮際實業有限公司夏天是以溫度爲80℃烘烤半成品、冬天以 75℃烘烤半成品，實驗的時間是夏天，所以以該公司夏天標準來衡量。本研究認爲烘烤的溫度會影響到人造大理石的硬度與脆度，因而本研究決定 3 種的烘烤溫度水準：75℃（水準 1）、80℃（水準 2）及 85℃（水準 3）。

在透明膠殼的量方面，目前榮際實業有限公司是把噴槍裝填液態透明膠，均勻噴在模具上，並且有均勻噴灑就好，不在乎噴灑的量。本研究認爲成品外部的透明膠厚度有可能會影響人造大理石摔落地面時達到裂而不碎。因而本研究決定 3 種透明膠的水準：均勻噴一次（水準 1）、連續均勻噴兩次（水準 2）及連續均勻噴三次（水準 3）。

本研究採用 $L_{18}(2^1\times3^7)$直交表以進行產品實驗與分析，直交表如表 4-1。18 種不同組合的實驗各執行 4 個重複實驗，總實驗個數達 72 個。

表 4-1　$L_{18}(2^1\times3^7)$直交表

Exp. No.	Column					
	消泡時間	樹脂比例	硬化劑量	烤的時間	烤的溫度	透明膠量
1	5 分鐘	0.4	10 cc	65 分鐘	75℃	噴一次
2	5 分鐘	0.4	9.5 cc	75 分鐘	80℃	噴兩次
3	5 分鐘	0.4	9 cc	85 分鐘	85℃	噴三次
4	5 分鐘	0.5	10 cc	65 分鐘	80℃	噴兩次
5	5 分鐘	0.5	9.5 cc	75 分鐘	85℃	噴三次
6	5 分鐘	0.5	9 cc	85 分鐘	75℃	噴一次
7	5 分鐘	0.6	10 cc	75 分鐘	75℃	噴三次
8	5 分鐘	0.6	9.5 cc	85 分鐘	80℃	噴一次
9	5 分鐘	0.6	9 cc	65 分鐘	85℃	噴兩次
10	10 分鐘	0.4	10 cc	85 分鐘	85℃	噴兩次
11	10 分鐘	0.4	9.5 cc	65 分鐘	75℃	噴三次
12	10 分鐘	0.4	9 cc	75 分鐘	80℃	噴一次
13	10 分鐘	0.5	10 cc	75 分鐘	85℃	噴一次
14	10 分鐘	0.5	9.5 cc	85 分鐘	75℃	噴兩次
15	10 分鐘	0.5	9 cc	65 分鐘	80℃	噴三次
16	10 分鐘	0.6	10 cc	85 分鐘	80℃	噴三次
17	10 分鐘	0.6	9.5 cc	65 分鐘	85℃	噴一次
18	10 分鐘	0.6	9 cc	75 分鐘	75℃	噴兩次



圖 4-1 實驗過程

第五章 實驗與分析

本研究所進行的人造大理石撞擊實驗，每次調升 5 公分的高度，一直到鐵塊撞擊人造大理石撞出碎片爲止，而後記載撞擊的前一個高度資料，每種水準組合各有 4 個樣本，實驗數據資料與平均值如表 5-1 所示。依據表 5-1 獲得因子效應表 5-2，因子效應圖爲圖 5-1。

表 5-1 實驗數據資料與平均值

Exp. No.	Column				
	第一個資料	第二個資料	第三個資料	第四個資料	平均值
1	40 cm	45 cm	45 cm	45 cm	43.75 cm
2	45 cm	50 cm	45 cm	40 cm	45 cm
3	40 cm	40 cm	45 cm	40 cm	41.25 cm
4	45 cm	45 cm	50 cm	45 cm	46.25 cm
5	55 cm	60 cm	60 cm	60 cm	58.75 cm
6	60 cm	55 cm	60 cm	60 cm	58.75 cm
7	75 cm	70 cm	70 cm	75 cm	72.5 cm
8	65 cm	65 cm	65 cm	60 cm	63.75 cm
9	70 cm	65 cm	65 cm	65 cm	66.25 cm
10	45 cm	45 cm	45 cm	50 cm	46.25 cm
11	40 cm	45 cm	40 cm	40 cm	41.25 cm
12	40 cm	45 cm	45 cm	45 cm	43.75 cm
13	60 cm	65 cm	65 cm	60 cm	62.5 cm
14	55 cm	60 cm	55 cm	50 cm	55 cm
15	50 cm	45 cm	50 cm	50 cm	48.75 cm
16	65 cm	60 cm	65 cm	65 cm	63.75 cm
17	70 cm	70 cm	65 cm	70 cm	68.75 cm
18	70 cm	75 cm	75 cm	75 cm	73.75 cm

表 5-2 因子效應表

因子 / 水準	消泡時間 (參數 A)	樹脂比例 (參數 B)	硬化劑量 (參數 C)	烤的時間 (參數 D)	烤的溫度 (參數 E)	透明膠量 (參數 F)
水準一	55.14	43.54	55.83	52.50	57.50	56.88
水準二	55.97	55.00	55.42	59.38	51.88	55.42
水準三		68.13	55.42	54.79	57.29	54.38
Max-Min	0.83	24.59	0.41	6.88	5.62	2.50
因子效應名次	5	1	6	2	3	4

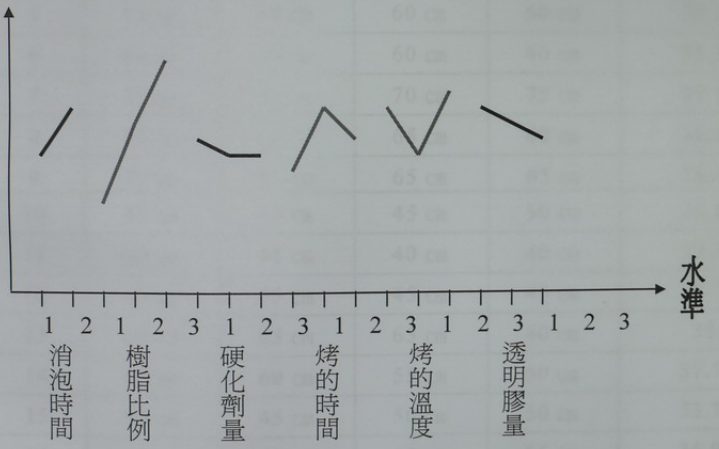


圖 5-1 因子效應圖

由因子效應表知道，最重要的參數是 B（樹脂比例），其次是參數 D（烤的時間）而後是參數 E（烤的溫度），其餘參數影響量都不大。最佳解（參數與水準的組合）爲 $A_2B_3C_1D_2E_3F_1$。

依據第二章望大品質特性 SN 比轉換公式將表 5-1 轉換成表 5-3，對應的因子效應表爲表 5-4，對應的因子效應圖爲圖 5-2。

表 5-3 經 SN 比轉換過後的資料

Exp. No.	Column				
	第一個資料	第二個資料	第三個資料	第四個資料	SN 比轉換值
1	40 cm	45 cm	45 cm	45 cm	32.79
2	45 cm	50 cm	45 cm	40 cm	32.98
3	40 cm	40 cm	45 cm	40 cm	32.28
4	45 cm	45 cm	50 cm	45 cm	33.28
5	55 cm	60 cm	60 cm	60 cm	35.11
6	60 cm	55 cm	60 cm	60 cm	35.36
7	75 cm	70 cm	70 cm	75 cm	37.19
8	65 cm	65 cm	65 cm	60 cm	36.07
9	70 cm	65 cm	65 cm	65 cm	36.41
10	45 cm	45 cm	45 cm	50 cm	33.28
11	40 cm	45 cm	40 cm	40 cm	32.28
12	40 cm	45 cm	45 cm	45 cm	32.79
13	60 cm	65 cm	65 cm	60 cm	35.9
14	55 cm	60 cm	55 cm	50 cm	37.75
15	50 cm	45 cm	50 cm	50 cm	33.73
16	65 cm	60 cm	65 cm	65 cm	36.07
17	70 cm	70 cm	65 cm	70 cm	36.73
18	70 cm	75 cm	75 cm	75 cm	37.34

表 5-4　SN 比轉換後的因子效應表

因子 / 水準	消泡時間 (參數 A)	樹脂比例 (參數 B)	硬化劑量 (參數 C)	烤的時間 (參數 D)	烤的溫度 (參數 E)	透明膠量 (參數 F)
水準一	34.61	32.73	34.75	34.20	34.95	34.94
水準二	34.76	34.69	34.65	35.01	34.15	34.67
水準三		36.64	34.65	34.64	34.95	34.44
Max-Min	0.15	3.91	0.10	0.81	0.80	0.50
因子效應名次	5	1	6	2	3	4

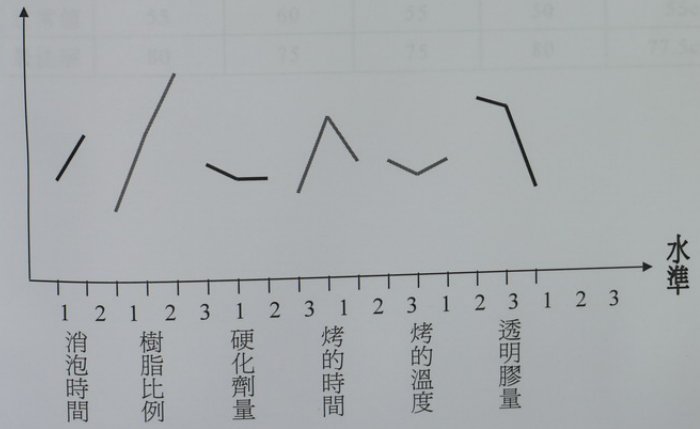


圖 5-2　SN 比轉換後的因子效應圖

經 SN 比轉換之後因子效應名次與未 SN 轉換之前完全相同。重要的參數仍然是 BDE，其餘參數影響量都不大。SN 比轉換之後的最佳解（參數與水準的組合）仍然爲 $A_2B_3C_1D_2E_3F_1$。

最佳解 $A_2B_3C_1D_2E_3F_1$並不在原先所給定的 L_{18}表裡頭，本研究執行最佳解重現性實驗，最佳解的平均值爲 77.5 公分，未經本研究前的產品平均值爲 55 公分(資料如下表)，改善率爲(77.5 - 55) / 55 x 100% = 40.90%。

表 5-5　重現性實驗

Exp. No.	Column				
	第一個資料	第二個資料	第三個資料	第四個資料	平均值
正常值	55	60	55	50	55cm
最佳解	80	75	75	80	77.5cm

第六章　結論

人類的行爲科學有可能是千奇百怪的，洗臉盆是用來接水洗臉用的，但老年人經常壓著洗臉盆來支撐他的體重，年輕人有可能腳踩在洗臉盆上面去更換浴室的燈泡，於是乎發生了洗臉盆摔落地面碎片傷及人的動脈而死亡等事件。本研究創造了安全人造大理石的產品，耐摔程度改善達 40.90%，應能提升整體人類安全福祉。

參考文獻

1. http://www.ettoday.com/2002/05/28/709-1308022.htm，首傳洗臉盆爆裂致命割傷婦人頸動脈傷重不治。

2. http://www.ettoday.com/2001/05/07/140-452149.htm，桃縣驚傳洗臉盆爆裂意外男子手掌割傷。

3. http://www.ettoday.com/2001/05/17/329-461812.htm，宜蘭再傳洗臉盆破裂傷人議員要求調查。

4. http://210.58.102.66/2002/06/03/709-1310564.htm，臉盆爆裂又一起 6 歲男童洗澡遭割傷肚子開口 7 公分。

5. http://210.58.102.66/2002/06/18/545-1317138.htm，洗臉盆爆裂國一生濺血割斷左手動脈和手指。

6. 張振賢，品質工程授課講義，建國技術學院，民國九０年。

7. 鄭崇義，田口品質工程技術理論與實務，中華民國品質學會發行，二０００年一月。

8. 鄭燕琴，田口品質工程技術理論與實務，中華民國品質學會發行一九九八年九月。

9. 劉克琪，實驗設計與田口式品質工程，萍泰書局，一九九四年七月。

10. 黎正中譯，穩健設計之品質工程，台北國書有限公司發行，一九九三年一月。

11.田口玄一博士，田口方法在理工科技上的應用，中正理工學院資訊科學系，二０００年三月。

11. W. Y. Fowlkes,and C. M. Creveling, Engineering Methods for Robust Product Design, Addison Wesley, 1995.

13.V. E. Sower, M. J. Savoie and Stephen Renick, AN INTRODUCTION TO QUALITY MANAGEMENT AND ENGINEERING, PRENTICE HALL, 1999.

附件一　榮際實業有限公司之沿革

位於美麗的山城-台灣台中縣新社鄉協成村興隆街 70 號

傳承於 1975 年...

1985 原創人造石家具

1995 開發特殊花色人造石衛浴

2002 以後，全系列產品進階到第六代技術

2006.將推出龍騰世紀-雨花石衛浴

附件二　榮際實業有限公司之之營運方針

核心理念

台灣工藝、瑞士精神

榮際特色

廠址最美--

獨家專利工藝最多項

工藝師，平均 12 年資歷，採『師徒制』

全球唯一

透光石板--技術力

特色人造石衛浴、洗臉檯--開發力

石元素の琉璃、裝飾材--原創力

專業團隊

研發--台灣榮際公司

生產--台灣榮際工廠

銷售--

美國分公司 Rong Jih (USA) Corporation

日本營業所 (有)ブランドショップォキナワ

新加坡代理 Lighting Technologies PteLtd

港澳代理商 香港新菱有限公司 Super Star Co., Ltd

品牌--朝陽科技大學產學合作

附件三　榮際實業有限公司之作品實績

台灣-

洗手檯-

『台灣高鐵烏日站』、『台北市政大樓』、『中正二期航站』、『捷運台北淡水線』、『台中縣政府新建大樓』、『彰化基督教醫院』、『埔里基督教醫院』、『新竹科學園區』、『桃園新光三越』、『台中新光三越』、『蘇澳公路局第四工程處』、『暨南國際大學』、『陸軍士官學校』、『高雄音樂館』.....等

透光石材-

『日月潭大淶閣(原天廬)飯店』、『國賓飯店』、『六福皇宮自助吧』、『大園昇捷加園』、『大直銷售中心』、『大慈禪寺』、『淡水王公館』、『天母珠寶店』、『台北香草山莊銷售中心』、『台中圓頂咖啡』、『新竹林公館』、『台中公益路十人十魚』、『新祥樓餐廳』、『BURBERRY 日本東京海渡』.....等

海外-

透光石材-

新加坡馬來西亞銀行 20 米大吊燈