

鄉土讀物

臺灣水泥

李呂 滙春 川霖 編著

臺灣省立師範學院中等教育委員會主編

正中書局印行



版權所有
翻印必究

中華民國四十四年四月臺初版

鄉土 臺灣 水泥
讀物

全一冊 基本定價二角

(外埠酌加運費匯費)

主編者

臺灣省立師範學院
中等教育輔導委員會

編著者

李溫 呂崇 春滙 霖川

發行所

信霖

發行所

書局

印刷所

書局

海外總經理

集成圖書公司

(臺灣臺北市衡陽路二十號)

(香港九龍彌敦道五八〇號E)

(3699)

內政部登記證 內警臺業字第一〇四號

鄉土讀物編輯旨趣

我國地域遼濶，一般教科書之編輯，難以普遍適應各省區之實際需求。以臺灣省而論，農業方面如：米、鳳梨、香蕉等出產特豐；工業方面如：製糖、造紙、電力、水泥等極具基礎，他如森林、水產亦頗有前途。再以地理而言，因地殼與緯度等影響，颱風與地震成爲本省兩大災害。凡此種種，均與國計民生息息相關，允宜分別出版專書，藉供學校補充教學之用，而後本省青年方得確知本省各種特殊情況，益萌愛護建設之意，且進思如何貢獻一省之力量與其他省區合力同心，共謀整個國家之進步。古今教育賢達提倡鄉土教育，其意殆卽在此。省立師範學院中等教育輔導委員會負有輔導全省中等學校之使命，成立以來卽陸續着手於前項鄉土教材之編輯，期一面供教師參考，作爲補充教學之依據；一面供學生自行閱讀，加強其對鄉土之了解，祇以出版困難，迄未能早日付梓。茲承正中書局惠允印行，吾人極感其協助教育文化之熱忱，此後果能因是項讀物之編印，得以喚起各校教師及青年學生注意鄉土知識，並得從而激發學生愛鄉愛國之情操，發揮鄉土教育之功能，則吾人區區編輯之微意乃不虛也。

沈亦珍

於臺灣省立師範學院
中等教育輔導委員會

臺灣水泥目次

一、序 言·····	一
二、水泥發展史略·····	三
三、水泥之原料及其製造方法概要·····	六
四、水泥之應用·····	一二
五、臺灣之水泥工業·····	一七
六、結 語·····	二三

臺灣水泥

一、序 言

廿世紀人類的文明，雖然已走入原子科學及塑型化學工業的新境地，但是工業的進展以及科學上的各種發明，其進步與演化均可以從它們的軌跡上尋出其先後必然的梯層，試觀，若先沒有輕金屬冶煉的成功，則飛機及航艇以致於目前橫掠天空之噴氣式飛機，皆不可能製造成功而成爲今日軍事及交通上不可或少之工具；同時與此脈脈相關的航空學及氣象學等，亦皆不會有如此長足之進步。至於合金鋼之完成，爲今日一切機械發展之骨幹，此更爲淺顯明確之事實。

是則水泥工業在整個工業歷程上，以及今日社會文明的發展上其所立之地位又何如呢？我們很可以大膽的說，在今日以及未來所有一切新的工業，在直接或間接上均有賴於水泥製造的成功，而且社會文明之所以能突飛猛進，水泥之生產爲主要原因之一，試想，假如沒有水泥的製成，則所有機械均不能獲得立腳穩固之基礎，則今日之重工業將何以建立？既無重工業廿世紀之文明又從何而產生？單就我們身邊接觸之物而言，大者如機場、公

路、堤防、橋樑及堡壘；小者如一屋一地，一磚一瓦，比比皆爲水泥之製品，這不過僅就水泥本身直接成就而說，若研究其間接上所發生之影響，則不論在軍事、政治、經濟、教育以迄於人類生活上的衣食住行，無一不與水泥之應用息息相關，所以水泥工業之重要由此已可窺見一般。

水泥工業既與我們人類的生活，國家的生計有如此重大影響，那麼我們對於它的來龍去脈，它的演進發展，以及它的製造與使用，自應有一個相當明確的觀念；而對於我們目前臺灣水泥工業的境況亦應有適當的認識，如此才不致對於這廿世紀的世界文明，及自己國家的主要工業盲然不知，此書著作之目的卽在此焉。

一、水泥發展史略

在上古時代，人類居於天然山洞窰穴之中，根本無建築可言，自然也沒有粘合肥料 (Bonding Materials) 的需要，古希臘邁錫尼人已知利用石塊堆積做牆，但是因為找不到適當粘合肥料，所以他們僅能將石塊疊起而另以小塊石片刻成楔形，嵌入大塊石頭之間加以穩固。至早期之埃及人，已能和泥做磚，經日光晒乾後將其疊起，外面再抹以潮濕之泥土，如此做成之房屋，實際類似土窰，僅適用於雨水稀少地帶。至於磚頭的燒製，直到亞述亞人 (Assyrian) 才被發明，他們並同時知道利用當地出產的瀝青充作磚頭之間的粘合肥劑，這方法雖然很切合實用，但是僅能用於有天然瀝青出產之地，延至後期的埃及人，由於需要應用大塊石頭來建築高大之建築物，因此而發現將石膏及石灰石加以燒製可成一種新的粘合肥劑——石灰。不過一般人認為，較早知道應用石灰者並非埃及而應為希臘人。從後世分析埃及人所製之石灰，發現其成份及品質與今日吾人所燒製者並無不同，不過一般人鑒於羅馬建築物能歷經數千年之久而不毀，因此而推測當時所製造的石灰定有其獨具之秘訣而為後世人們所散失，此種推測，累經科學家分析證明不確。

在十八世紀末及十九世紀之初，因凡爾賽雷建造一巨大之水道，急需尋求一較好之粘劑，以符合工程上特殊的需要；因此當時有甚多之工程及科學人士向此方向努力，應用各種不同的方法希能加強石灰之硬度及其防水之性能。在一七五六年，有英人史美通（John Smeaton）早已發現將石灰石與粘土混合燃燒所製成之石灰能在潮濕中凝固，並且曾以此種石灰建成燈塔，此對今日水泥之配合有重大的啓示，至一八〇五年，法國科學家阮地勒特（Rondelet），對羅馬之建築物作詳盡之研究後，乃發現其所用之石灰，在配料之成份上並無特殊之秘密，它之所以堅固耐用的道理，完全由於加工的精細及混合特別均勻，到一八一八年，有法國科學家魏克特（L. J. Vicat）將石灰石與一些粘土加水磨細再燒成石灰，此種方法實乃今日用濕法製造卜特蘭水泥之先驅；諸此種種研究，在水泥製造方面雖然尚未達到完全成功的境界，但已爲日後研究者鋪成邁步的途徑，所以它們在水泥工業之發明史上，實佔有不可磨滅的一頁。

卜特蘭水泥之發明人爲奧斯汀氏（Joseph Aspdin），他第一次申請專利是在一八二四年十月，那時他採用一種堅硬的石灰石與粘土加水磨成泥漿，再送入燒石灰的爐中加熱，燒成物經磨細後做成水泥，由於此種水泥在硬化後所呈現之色澤，極似從英國卜特蘭島採

攪之石塊，因此遂將此種水泥命名爲卜特蘭水泥（Portland Cement）。

近年來由於審之改進及各種機械應用的發展以及化學工業的進步，水泥在製造技術上已不斷在改進中，由過去應用堅密進而而旋審的建造，由石白的礪粉而到管磨機及分析機的利用，從人工挖掘法進而利用機器的大量開採，至於各種原料的運送處理及燒火方法的改良每日都有新的進展，而整個的目標均在能製造品質更佳之水泥，及做出更便宜的產品；過去水泥品質的管制，僅憑個人的耳目與經驗，而現在則有各種不同的儀器，隨時報告其中變化的情況作爲管理人操作之參考，所以它已由不能控制下進步到操縱自如。不過這並非表示所有的改良已達到了盡善盡美的境界，廿年前乾濕兩法已經混合應用，十年前多倉單磨又改爲分級磨，不但品質優良而且成本降低，此即爲一顯著的實例。所以在製造技術與方法上仍有許多地方是有待於我們的努力。

三、水泥之原料及其製造方法概要

水泥之主要成份爲氧化鈣及二氧化矽與三氧化二鋁，前者在石灰石中爲主要之成份，後二種則多量包含於粘土之中；此兩種原料在地球上儲量極爲豐富，由於原料的低賤所以才有今日廉價的水泥。如果當地出產原料中缺乏某項成份，則可根據化驗之結果予以加入硅砂或鐵渣之類，以滿足其必要之配合。

水泥製造的方法可大別分爲乾法 (Dry Process) 及濕法 (Wet Process) 兩種，兩者之分別在於入窯以前之生料其磨碎及混合時是否加水而定。濕法在早期製造水泥時，由於粘土係採自河泥中，所以早被採用，因原料均屬流體，所以可得較均勻之生料。並且，生料之成份也便於管制，做成之水泥可以得到合乎標準的產品，而且此種標準可以保持劃一不變，至於灰塵之減少，及對工廠清潔之保護與利於機器之保養等等則又爲其附帶之效果。由於以上種種之優點，所以多數水泥製造廠商均樂於採用濕法製造。

在乾法製造中，原料先分別經過搗碎送入一旋轉之筒狀乾燥機 (Drier)，將其乾燥，再照一定之比例互相混合，然後送至管狀磨粉機 (Tube Mill)，此種磨粉機爲一鋼製圓柱

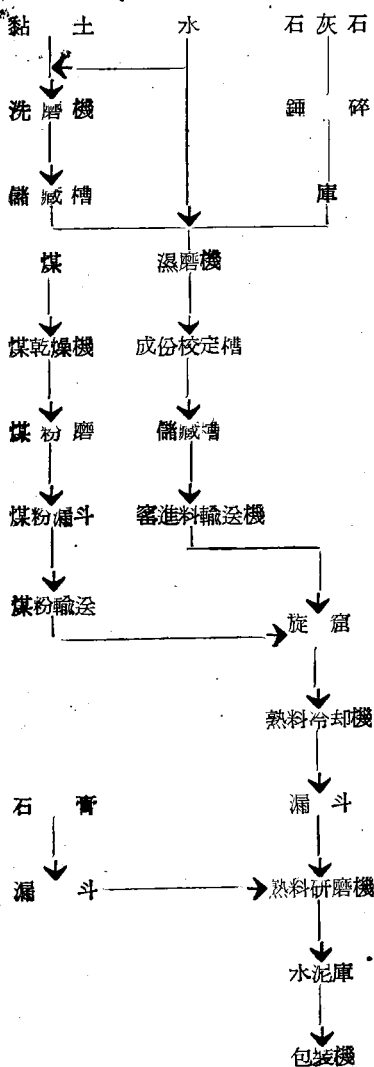
體，中空，內裝鋼質之球，原料進入後，由於磨身之轉動而使鋼球互相衝擊，將原料研碾成粉末，普通每一磨中均劃分成兩格至四格（或稱倉），兩倉之間由開孔之鐵板分開，各倉內所裝之鋼球大小不同，以達成漸次磨細之效果；此種磨粉機可連續使用，一端進入粗料，在他端即有磨成之細粉繼續放出，如嫌粉之細度不勻，則可加裝選粉機，將粗粉析出重行送入磨中，直至完全磨到合乎標準細度為止，磨就之細粉送入庫中儲藏是謂之生料。

如以濕法製造，則所用之原料若係白堊及泥灰土，則先經搗碎後送入洗磨機（Wash Mill）中配合，此種洗磨機為連續之數個圓形土池所構成，池之內壁砌以磚或抹以水泥，兩池之間裝有格門，當原料磨至規定細度時，即可自行流過格門，石灰石與粘土以適當之配合比例送往洗磨機，加入定量之水組成泥漿，池之中心立一堅軸，軸上四周裝有橫伸之枝桿，枝桿上安置鐵耙，當堅軸旋轉時即舞動鐵耙將池內塊狀之原料打碎，原料粉碎到一定細度即通過格門上之篩孔而流出。凡堅硬不化之物，皆沉積於池底，每隔一相當時間放出一大，在新式工廠中，原料自洗磨機出來後再送入第二部洗磨機，第二部洗磨機出口之篩孔再為減小，如此可逐次將原料磨細並得到均勻之配合，亦有將洗磨機放出之泥漿再經由一次管磨機磨製，則做成之生料可更顯細膩。若採用之原料為堅硬的石灰石則上述之洗

磨機自無法將其打碎，所以在這種情形時，原料需送入一大型之管磨機，並灌入足量製成泥漿之水一併研磨，粘土一般多比較柔軟，遇水即被溶化，不致發生困難，普通最後所製成的泥漿，其含水量約在百分之三十五至四十五，視不同原料而定。泥漿可用幫浦送入庫中備用，庫內裝有旋動之拌和機，或由庫下通入壓縮空氣，以保持生料混和均勻。

不論乾法或濕法，其最後均得送入窯中燒製，早期或小規模水泥製造多採用堅密，其與燒石灰所用者頗相似，近代均已改用旋窯，以其能繼續不斷工作，而且成品均勻，管制方便，符合各種要求之故，旋窯之外形如一橫置之鐵管，由馬達舉動可以旋轉，平放而略帶傾斜，內部砌以火磚，生料自窯較高之一端送入，由於傾斜與旋轉作用，生料在窯中延密身傾斜方向緩緩下移，其移動之快慢視密身轉動之速度而定，此由燒窯之人參照進料情形及密內之溫度等情況，而隨時加以調整。燒窯之燃料一般均為煤粉，亦有採用油及自然氣者，視當地何種最爲經濟而決定。煤粉經磨粉機磨細後，由壓縮空氣自密低的一端經噴口吹入，讓其在密內自行燃燒，泥漿自上端進入密後，先經乾燥，再進而至溫度攝氏一千度時，生料中的石灰石即首先分解而成燒石灰，此時繼續伴同粘土下降，達溫度最高處，約攝氏一千三百度以上，燒石灰再與粘土合併，發生化學變化，而形成顆粒狀之燒成物，

謂之熟料 (Clinker)。此種白熱之熟料自窯下放出，進入一空氣流通之管狀鐵筒中予以冷卻，然後經輸送機械運往庫中堆藏或直接進入水泥磨粉機中 (Cement Mill)。在普通工廠中，水泥磨粉機均為大型之管磨機，每機有三倉至四倉，溫度過高時可在磨外噴以涼水協助冷卻，在熟料進入水泥磨之前，通常均配以適量之石膏（約百分之三），以減慢水泥凝結之速度，水泥從磨中放出，即運往水泥庫中存儲，俟其冷卻後，即可包裝運銷入市供作商品，關於濕法製造水泥之整個程序，可參閱下表當可更明析：



上表所列之製造程序，僅須視各地情形之不同略加修正，即可應用於各水泥製造工廠。世界各國目前改進的趨勢，在於窯身之逐漸加長，尤以採用濕法製造者為最，其主要目的在增加整個工廠之熱效率（Heating Efficiency）。應用乾法之窯身有短至五十公尺者，不過此種旋窯一般均在窯後加裝餘熱鍋爐（Boiler）；在濕法製造廠中，一百五十公尺長之窯多被採用；窯之內徑普通均在三公尺左右，窯上端氣體出口溫度，在乾法中約攝氏九百度，濕法則為二百度左右。

由於乾濕二法在製造上均各有其利弊，所以早有將兩種方法合併使用者。此外還有不用水的流體法，為美國工程師魏特（J. C. Witt）所創發，他採用一種新的液體來代替濕法中用來拌和生料的水。這種液體係從石油中提出。沸點在攝氏一百五十度至三百度之間，它在一次使用後，仍可重行收回供做下次應用，所以在整個製造成本上並無增加。在處理生料的過程中，與用水拌和並無兩樣，惟用量較少，當其以泥漿狀態打入倉庫後，即開始將多餘液體傾出，再利用熱將包含於生料中賸餘之液體用蒸餾方法取出，這時之生料已成為乾燥之固體，在此以後，就完全採用乾法製造之步驟，將其送入窯中，在採用此種新的製造方法時，因其生料配合是在流體狀態中完成，所以凡在濕法製造中所特有的配料均

勻與成份便於管制之各優點，均得以保留，而送入窯之生料則爲粉狀之固體，所以燃料之損耗却與乾法製造時一樣經濟，因此兩者之優點均兼而有之，誠爲一新的改革，目前美國已有採用此種方法之新廠設置生產。

四、水泥之應用

水泥爲一種粉狀固體，因其顆粒極細，所以當其自盛器中傾倒地面時，頗有流動之趨向，以兩指夾水泥而搓之，如無顆粒之感覺是爲完好之水泥，否則不是摻有雜料即已受潮損壞。以水泥配以相當之配料再和以適量之水，即成爲一種可塑型之物質，其自柔軟狀態而至硬化，可分作兩階段，起初是失去其黏性，而變成略帶脆性之塊體，此時縱然再加水混合亦不能再恢復其黏性；進而即現有凝固之狀態，硬度亦漸次增大直到完全硬化爲止。按照國際標準，水泥初期凝固的時間爲澆製後四十五分鐘，硬化的時間爲八小時，不過其最大強度却需要廿八天以後方能顯出，所以在使用水泥時，當其初期凝固後，即不得再爲變動其膠合之物體，否則將破壞整個之膠和性能，如需要承受壓力，則應在澆後廿八天方爲有效。

水泥之用途雖廣，但在應用上却可分成兩類；一爲充作膠砂或稱黏合劑 (Mortar)，另一爲混凝土 (Concrete)。不論其應用爲何，均須加水及相當之配料。如所用之配料爲顆粒較細之物質如硅砂之類，則作成者謂之水泥膠砂 (Cement Mortar)；若摻用像石子