行政院及所屬各機關出國報告

（出國類別：考察）

脫硫石膏纖維板技術開發

與行銷模式業務考察

服務機關：台灣電力公司
出 國 人：
職　　稱：十三等一般工程監
姓　　名：蔡顯修
出國地區：德國
出國日期：93/5/5~93/5/15
報告日期：93 年 7 月 6 日

G3/C09302151

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱： 脫硫石膏纖維板技術開發與行銷模式業務考察

頁數 22 含附件：□是■否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蔡顯修/台灣電力公司/工安環保處/副處長/02-23667202

出國類別：■1 考察□2 進修□3 研究□4 實習□5 其他

出國期間：93/5/5~93/5/15　　出國地區：德國

報告日期：93 年 7 月 6 日

分類號/目

關鍵詞：煙氣脫硫、石膏纖維板

內容摘要：(二百至三百字)

脫硫石膏是燃煤火力發電廠的副產物，在歐、美、日本等先進國家，脫硫石膏已經大量的資源化利用，主要用途係做為製造水泥的緩凝劑及石膏板建材製造的原料等。台灣地區石膏需求量約在 80 萬噸左右，在台灣沒有自產天然石膏的情況下，理論上脫硫石膏在台灣地區應是供不應求的情況。但因國內水泥廠區多分佈於東部，

因此運輸成本成為西部火力發電廠脫硫石膏銷售的一大阻力，再加上東南亞低價傾銷天然石膏，日本化學石膏也以付費的方式供應台灣水泥業的需求，對於脫硫石膏的出路益形艱困，因此如何尋求脫硫石膏的出路增加其附加價值，非常重要。

本出國考察計畫，旨在考察德國石膏纖維板的生產技術、行銷與營運經驗，以作為本公司脫硫石膏營運與未來發展之參考。並配合本公司委託工業技術研究院所進行之「脫硫石膏纖維板技術開發與商品化量產評估計畫」實地考察所委託之德國工廠，量產試作產製石膏纖維板。

本次考察分別拜訪 Grenzebach、Siempelkamp 以及 Xella 等三家公司，除了完整了解石膏前處理(焙燒)、石膏與纖維的混合與成型處理及石膏纖維板的應用等核心技術也充分了解其上下游產品的營運模式，確已達到出國考察目的。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網（http：//report.gsn.gov.tw）

目　　錄

壹、考察心得與建議 5

貳、考察緣由 8

叁、考察行程 10

肆、考察內容 12

伍、綜合結論 20

壹、考察心得與建議

本次至德國考察，旨在了解台電公司(以下簡稱本公司)脫硫石膏製作成石膏纖維板的實際過程，以及石膏纖維板在歐洲的行銷與應用情形。行程分別拜訪 Grenzebach、Siempelkamp 以及 Xella 等三家公司，藉以完整了解石膏前處理(焙燒)、石膏與纖維的混合與成型處理及石膏纖維板的相關應用等。

Grenzebach 公司在焙燒程序與設備的主要成就，該公司已經開發至少有四種以上的焙燒系統，可以提供最佳之設計與建造之協助，對於適當的利用廢熱進行焙燒以及烘乾極為重要。除此之外，該公司亦開發新的石膏纖維板成型技術，是利用真空除水方式帶走石膏與纖維中多餘之水分，將可降低石膏纖維板的設備投資成本。而該公司也開發了石膏砌磚，可以大量應用於房間內之隔間。

Siempelkamp 公司則是以纖維板材的擠壓設備聞名，該公司先後開發了梭式與連續式兩種系列的擠壓機具，梭式擠壓系統已成功應用在石膏纖維板的商業化製程當中。

Xella 公司主要採用 Siempelkamp 的梭式壓機作為石膏纖維板的成型機械，而其石膏焙燒前處理與後續烘乾設備則是自行設計，或採用不同公司產品組合成完整之生產線。該公司製作石膏纖維板的程

序，係採用德國境內火力發電廠所產生的石膏作為原料先進行焙燒，接著與紙纖維充分混合後經擠壓烘乾成型。其後陸續拜訪公司的產品展示與訓練中心，以及該公司利用新型連續式壓機進行石膏纖維板的小量產實驗工廠。

本次德國參訪，有以下幾點建議：

一、 在歐洲(以德國為例)，石膏的大宗用途仍是以建築材料產品為主要，而其使用量自大而小，依序為紙面石膏板、石膏纖維板、石膏砌磚、噴塗用石膏粉料...等。不同石膏製品在應用面各有其特色，因此本公司脫硫石膏未來的應用面象，可以從更廣泛的角度思索，包括：

(一)評估石膏纖維板與所有可能運用材料之市場區隔與差異。

(二) 評估由脫硫石膏燒結成為半水石膏後直接銷售的可行性與競爭性。

二、 以現今歐洲建築用板材市場而言，仍以紙面石膏板使用量最大，最主要因素在於便宜，其售價約為石膏纖維板的二分之一。Xella 公司表示，並非他們所生產的石膏纖維板無法降低售價，主要考量在於石膏纖維板的品質優於紙面石膏板(此點在該公司的訓練中心得到證實)，他們不想落入

與紙面石膏板削價競爭之局面，喜歡便宜貨的使用者通常並不十分在意品質的優劣。事實上，在該公司的這種推展堅持之下，其所生產石膏纖維板的使用量正逐漸擴展中。

三、 Xella 公司在推展/推銷石膏纖維板有其特別之處，該公司設立的產品展示與訓練中心除將石膏纖維板的應用方式做了極為淋漓盡致的應用展示外，該訓練中心每年 5-6 千人次的訓練量也為石膏纖維板帶來極大宣傳效果，無論是專業建築相關人士或一般使用者，皆能透過訓練更進一步認識石膏纖維板的優點並接受它。因此未來合作之可能對象(如建材或建設公司)對石膏纖維板之使用與施工法要確實讓其了解。

四、 在未來適當的時機，可考慮邀請德國專業人士就電廠廢熱在石膏焙燒與乾燥過程的再利用方式，以及石膏纖維板產銷互動模式進行意見交流，進一步探討可行的合作方式。

貳、考察緣由

煙氣脫硫設備為本公司燃煤火力發電機組不可或缺的重要環保設備，只要發電則必定伴隨產生脫硫石膏，因此必須確保石膏出路無虞以免影響機組正常發電。但因近年來台灣地區石膏的供需市場有所變化，致使本公司脫硫石膏之營運環境日益險峻，為了確保石膏出路進而避免危及機組發電，故如何刺激石膏需求、增加脫硫石膏之附加價值非常必要。

據國外經驗，石膏纖維板由於品質及強度俱佳，於市場中深具潛力並能被消費者接受，如果該板材能夠引進國內製造生產必將有助於拓展本公司脫硫石膏的出路，因此本出國計畫旨在考察石膏纖維板在德國之生產、行銷與營運之相關經驗，以作為本公司脫硫石膏營運與未來發展之參考。另外也配合本公司委託工業技術研究院所進行之「脫硫石膏纖維板技術開發與商品化量產評估計畫」，實地考察所委託之德國工廠，量產試作 1000 片之石膏纖維板的製造過程，該批石膏纖維板在完成生產後，將運返國內市場進行實際安裝與使用。

以本公司 FGD 石膏作為原料送至德國試製石膏纖維板，旨在掌握分析設廠投資、產銷運作...等關鍵因素，作成後續投資規劃分析之參考，將可降低投資風險並確保未來投資之可行性。其主要考量因素有以下兩項：

一、 本公司 FGD 系統是以結晶質石灰石(大理岩)為吸收劑，所產生的脫硫石膏的品質變化(例如殘留碳酸鈣、氧化鎂、氧化鋁等物質)，可能對石膏纖維板製程與產品造成的影響，經由廠試加以充分的確認後，可以避免或降低建廠後製程設備的修改風險。

二、 就石膏纖維板建廠而言，投資金額不小，先期的實廠試製，可充分降低風險。經由實廠試製，可以確證製程參數與產物品質的差異性，並適時加以調整補正。藉由廠試產品的獲得，可以多方面的評估國內市場的適用性。

叁、考察行程

此次至德國參訪，分別拜訪 Grenzebach、Siempelkamp、Xella 等三家公司。三家公司的概況說明如下：

一、 Grenzebach 公司其主要領域在於建築材料技術、木材加工製作技術、大型平面玻璃生產技術以及特殊加工製造技術等四大領域，主要業務則在於提供符合客戶需求的製作流程與製作設備。該公司在世界各地都有據點推展相關業務，在歐洲總計有 5 處，美洲有 3 處，而亞洲(中國大陸)也有一處。公司整體員工約在 450 人。

二、 Siempelkamp 公司專長於建築/家具/裝潢等相關材料的加工、金屬成型、搬運/輸送機具以及工業自動化等領域，為相當具有名氣的重機械製造集團，近年來也逐漸跨入風力發電的領域。Siempelkamp 公司在 1883 年由 Siempelkamp 家族所創立，原先是以成衣機械的製造為主，後來逐漸跨入食品以及金屬製品相關機械的製作。其最自豪的就是大型金屬零件的製作技術，例如 5 米以上的鑽孔技術...等，這對於熱交換或熱壓機組是相當重要的加工方式。

三、 Xella 公司(原為 Fels 公司)為歐洲相當具規模的石膏纖維板

製造廠商，以 fermacell 的品牌行銷石膏纖維板。

參訪行程表

Day	Actions
May 5-6	Travel from Taipei to Frankfurt
May 6	Presentation & discussions of Calcining Systems
May 7	Visiting of R&D-center and pilot plant、Plasterboard Production lines、Gypsum Fibre Board Production lines
May10	Presentation of Siempelkamp Krefeld Visiting of Siempelkamp factory
May 11	Visiting of Xella's calcining plant
May 12	Visiting of Xella's GFB plant 、Info-Center Demonstration of applications of GFB
May 13	Visiting of Xella's GFB plant with ContiRoll
May 14-15	Travel from Frankfurt to Taipei

肆、考察內容

針對 Grenzebach 公司主要拜訪該公司的建築材料製造流程及設備開發部門，該部門是以石膏建築材料、水泥建築材料相關製作設備的開發為主要。在討論當中，了解該部門的歷史推算已有 125 年之久，前後分別屬於不同的集團及公司，在未併入 Grenzebach 公司之前，原是德國另外一家知名公司 Bobcock 的分支部門。

拜訪的人員當中 Reinhold 先生及 Gerhard 先生專長於石膏原料/製品的焙燒及乾燥流程/設備，該公司已經開發至少有四種以上的焙燒系統，這些設備透過精確的熱交換設計，可以依客戶之現況與需求，在最低的熱損失下，提供最佳之設計與建造之協助，協助客戶達成生產目標。這點對於未來適當的利用火力發電廠產生之廢熱，進行石膏之焙燒以及石膏纖維板的烘乾極為重要。

除此之外，該公司 Rolf 先生亦開發新的石膏纖維板成型技術，不同於商業化的壓擠程序，而是利用真空除水方式帶走石膏與纖維中多餘之水分，預期這新的方式將可降低石膏纖維板的設備投資成本。透過這項技術，可以生產不同密度(但差異不大)以及不同板厚的石膏纖維板。

除了石膏纖維板的機械設備之外，該公司亦有開發及提供紙面石膏板之製造設備。討論當中，對於石膏纖維板與紙面石膏板作一比較，根據該公司的說法，兩種板材的製作技術與設備 Grenzebach 公司都可以提供，但是他們認為紙面石膏板是較為成熟的板材，無論是技術或是市場都極為普遍且廣為接受，他們同時也說明在歐洲系統的防火板材市場當中，紙面石膏板使用量最大，石膏纖維板的使用約佔 20~30%，而這 20~30%的佔有率是經過近 30 年的經營成果。

根據觀察，Grenzebach 所建立的石膏纖維板設備雖然相當具有潛力，但尚未得到量產化的可行性驗證，因此他們提及紙面石膏的技術設備較為成熟的看法，是可以被理解的。至於石膏纖維板的市場佔有率不大，則顯示尚有極大的成長空間，這點可由其成長率顯示出來。

另外，該公司亦針對石膏原料開發出石膏砌磚的產品，可以大量應用於房間內之隔間，然其實際應用的可能契機，則須待觀察與進一步探討。

照片 1 與 Grenzebach 公司人員討論情形

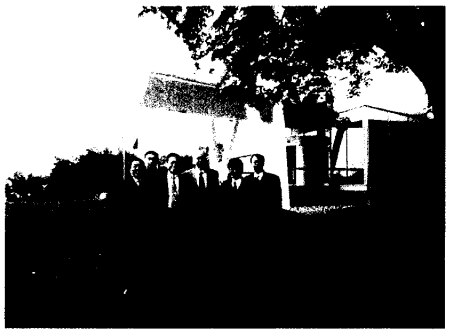
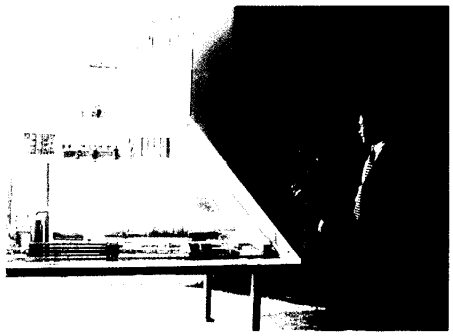
接著拜訪 Siempelkamp 公司，訪問的部門是以纖維板材的擠壓設備聞名。在纖維板材的製作過程中，不管是石膏纖維板、水泥纖維板或是中密度纖維板，擠壓過程(冷壓或熱壓)都是最重要的核心技術，因為不管何種系列的纖維板在成型過程中，皆須依靠足夠的壓力讓纖維緊密結合後而形成堅固的產品。

該公司先後開發了梭式與連續式兩種系列的擠壓機具，梭式擠壓系統已成功應用在石膏纖維板的商業化製程當中，而連續式擠壓機具在纖維板(中密度纖維板 MDF)的應用亦有多年成就。目前 Siempelkamp 所建立的石膏纖維板廠以位於哥斯大黎加境內的最大，生產量達 2,000~3,000m^2/hr。

根據 Siempelkamp 公司表示，石膏纖維板的製作技術是距今 30 年前(1970)由 Felmax 這家公司所建立，他們為了要加強石膏板的強度而加入了纖維質，因技術問題初期並不十分成功，其後石膏纖維板

製作技術轉入 Fels 公司(現為 Xella 公司)，經過 Fels 與 Siempelkamp 兩家公司共同技術合作(採用 Siempelkamp 所開發之壓機)，終於成功建立石膏纖維板製作技術並漸趨成熟，至今已在德國境內外建立多座石膏纖維板生產工廠。

本次委託試量產的 1000 片石膏纖維板，即是應用該公司的出品的梭式壓機進行製作。

照片 2 在 Siempelkamp 公司參觀與訪問情形

Xella 公司是歐洲相當具備規模的石膏纖維板製造商，具備完整的石膏纖維板生產線，亦是本次受委託採用本公司石膏進行石膏纖維板量產製作之公司。該公司製作石膏纖維板的程序，係採用德國境內火力發電廠所產生的石膏作為原料先進行焙燒，接著與紙纖維充分混合後經擠壓烘乾成型。整體製作流程當中主要採用 Siempelkamp 的梭式壓機作為石膏纖維板的成型機械，而其石膏焙燒前處理與後續烘乾設備則是自行設計(或採用不同公司產品組合)之完整生產線。

依據 Xella 公司實際生產石膏纖維板的過程，實際在德國境內走訪多處該公司的產製部門以及教育訓練中心。

首先，參訪該公司在德國最大的一座焙燒廠，該廠原先是一處石灰岩採礦場所，Xella 公司沿用其原本的設備改裝成為石膏焙燒廠。本廠所焙燒的石膏係來自其鄰近的四座火力發電廠，透過 Flash type 焙燒(與 Grenzebach 公司的方式不同)將電廠的二水石膏燒製成半水石膏，成為製作石膏纖維板的原料石膏。

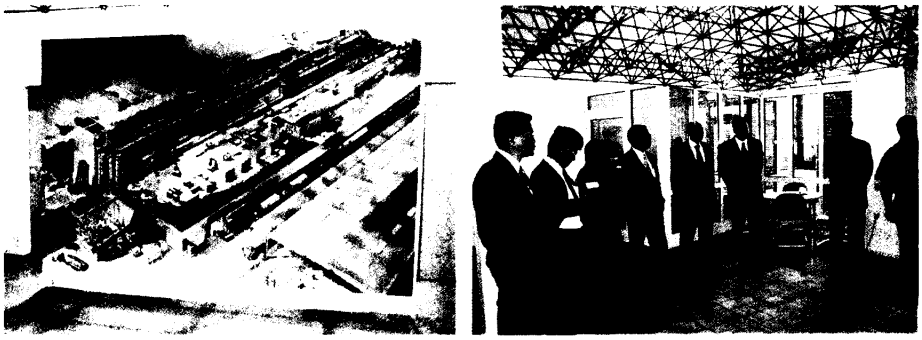
照片 3 Xella 公司焙燒廠的外觀情形

在 Xella 公司的生產工廠，實際目睹生產線上將半水石膏原料與廢紙(以新聞紙為主)的纖維原料混合，加水反應並擠壓成型，透過切割(水刀切割)、烘乾等程序，完成石膏纖維板產製的整體過程。本生產線的生產速率約為 1000 噸/天，由於生產過程相當快捷，委託量產的 1000 片石膏纖維板(約 100 噸)在數小時內即結束生產。該公司的

石膏纖維板以 fermacell 的品牌名稱行銷於德國與世界各地。

在後續的參訪行程中拜訪 Xella 公司位於寧靜的山區內的產品展示與訓練中心。依據講解人員表示，該中心除作產品展示之外，事實上最主要的是工作人員訓練，中心有 3 處訓練教室，平均每年可作 5 至 6 千人次之訓練。令人印象深刻的是，該中心不斷的在開發新的技術工法，將 Xella 公司的產品作多種且詳細的應用，透過靜態與動態(自己動手)的展示，即使非專業人士也能充分理解產品的優點。

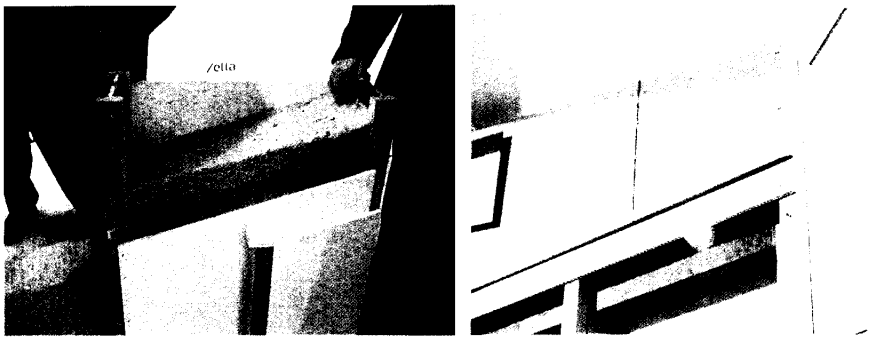
最後，拜訪 Xella 公司利用新型連續式壓機進行石膏纖維板的小型量產實驗工廠。該廠於 1997 年開始使用 Siempelkamp 公司的連續壓機進行小量生產，2001 年改善了廠內的乾燥及砂光之設備後，連續運作至今。比較起來，以新型連續壓機較為安靜/乾淨，能源的節省亦較多(壓機不需往復操作)。整廠操作人力約 30 人，生產速度約 300-350mm/sec，最終產品是尺寸為 1.0m 寬 1.5m 長的單人板(one man board)。



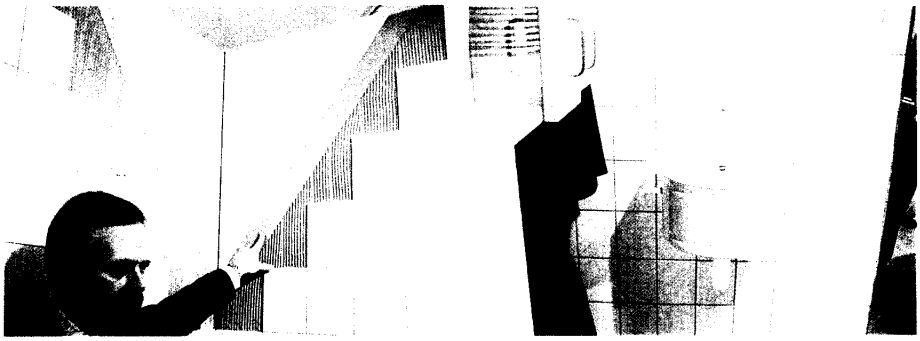
照片 4 參觀 Xella 公司的生產線，了解 1000 塊本公司石膏纖維板量產情形

照片 5 拜訪 Xella 公司的產品展示與訓練中心

照片 6 Xella 公司的產品展示與應用情形



照片 7 石膏纖維板作為牆壁的應用情形



照片 8 石膏纖維板應用於浴室隔間情形

照片 9 石膏纖維板吊掛應用情形

伍、綜合結論

綜合言之，考察內容雖然以石膏纖維板的製作技術流程與產品行銷應用方式為主要重點，但為顧及石膏應用的完備性，參訪期間亦對石膏其他的可能製品與德國相關公司進行溝通了解。

在與 Grenzebach 公司的討論中，充分了解該公司在焙燒程序與設備的主要成就，該公司已經開發至少有四種以上的焙燒系統，可以依客戶之現況與需求，提供最佳之設計與建造之協助，這點對於未來適當的利用火力發電廠產生之廢熱，進行石膏之焙燒以及石膏纖維板的烘乾極為重要。

除此之外，該公司亦開發新的石膏纖維板成型技術，不同於商業化的壓擠程序，而是利用真空除水方式帶走石膏與纖維中多餘之水分，預期這新的方式將可降低石膏纖維板的設備投資成本。而該公司也開發了石膏砌磚，可以大量應用於房間內之隔間，然其實際應用的可能契機，則須待觀察與進一步探討。

Siempelkamp 這家公司則是以纖維板材的擠壓設備聞名，不管任何系列的纖維板在成型過程中皆須依靠足夠的壓力，讓纖維緊密結合後而形成堅固的產品。該公司先後開發了梭式與連續式兩種系列的擠壓機具，梭式擠壓系統已成功應用在石膏纖維板的商業化製程當

中，而連續式擠壓機具在纖維板(中密度纖維板 MDF)的應用亦有多年成就。本次委託試量產的 1000 片石膏纖維板即是應用該公司的出品的梭式壓機進行製作。

Xella 公司是歐洲相當具備規模的石膏纖維板製造商，具備完整的石膏纖維板生產線，亦是本次受委託採用本公司石膏進行石膏纖維板量產製作之公司。該公司主要採用 Siempelkamp 公司的梭式壓機作為石膏纖維板的成型機械，而其石膏焙燒前處理與後續烘乾設備則是自行設計，或採用不同公司產品組合成完整之生產線。

該公司製作石膏纖維板的程序，係採用德國境內火力發電廠所產生的石膏作為原料先進行焙燒，接著與紙纖維充分混合後經擠壓烘乾成型。我們此次參訪該公司在德國最大的一處焙燒廠，透過 Flash type 焙燒(與 Grenzebach 公司的方式不同)將電廠的二水石膏燒製成半水石膏，成為製作石膏纖維板的原料石膏。

接著，在 Xella 公司的生產工廠，實際目睹生產線上將半水石膏原料與廢紙(以新聞紙為主)的纖維原料混合，加水反應並擠壓成型，透過切割、烘乾等程序，完成石膏纖維板產製的整體過程。由於生產過程相當快捷，委託量產的 1000 片石膏纖維板在數小時內即結束生產。該公司的石膏纖維板以 fermacell 的品牌名稱行銷於德國與世界

各地。

在後續的考察行程中，陸續拜訪 Xella 公司的產品展示與訓練中心，以及該公司利用新型連續式壓機進行石膏纖維板的小量產實驗工廠。比較起來，以新型連續壓機較為安靜/乾淨，能源的節省亦較多。

本次之德國考察，除了完整了解石膏前處理(焙燒)、石膏與纖維的混合與成型處理及石膏纖維板的應用等核心技術也充分了解其上下游產品的營運模式。另外透過實地查證，確定了本公司 FGD 石膏製作成石膏纖維板的過程以及了解該生產技術的穩定性，並透過不同的使用通路，了解石膏纖維板在歐洲的建築上的具體應用情形，整體而言確已達到出國考察之目的。