

# 石綿(包括含石綿的滑石)引起之職業性癌症認定參考指引 [II]

## 惡性間皮細胞瘤

100 年修訂 1 版

### 一、導論

#### 1. 石綿的簡介

石綿是一種纖維狀水合矽酸鹽天然礦石的通稱，可分為蛇紋石屬(serpentine group)以及角閃石屬(amphibole group)兩大類，因為在結晶成纖維狀的過程有差異而具有不同結構與化學性。蛇紋石屬只有溫石綿(chrysotile)，又稱白石綿(white asbestos)，為目前使用最廣泛的石綿，佔所有石綿種類之95%以上；角閃石屬包括青石綿(crocidolite, blue asbestos)、褐石綿(amosite, brown asbestos)、斜方角閃石(anthophyllite)、陽起石(actinolite)以及透閃石(tremolite)等[1,2,3]。因為石綿的物理與化學特性良好，可耐高溫、耐酸鹼、抗腐蝕、耐磨及絕緣等等，再加上價格相對較便宜，所以工業用途非常廣泛，據估計有三千種以上，表 1 列出石綿常見產品及用途[2]。

表 1、石綿常見產品及用途[2]

產品	用途
建築材料	地磚、建築地板、防火門、隔牆板、隔音板、水泥板、石綿瓦、屋頂用覆蓋毯
墊圈及充填物	酸泵之墊圈、泵附件、凸緣附件、槽體密封附件、化工廠管線充填物、包裝材料
摩擦物質	剎車來令、離合器外層、變速器裏襯、工業用耐磨物質
油料、塗料、防漏劑	汽車卡車本體塗裝、屋頂塗裝、屋頂防漏
石綿加強塑膠	馬達附件、高張力用途之鑄造物、石綿 PVC、壓成型物質、飛航工業之動力管噴嘴、火箭之隔熱物質、飛彈之燃料箱
石綿水泥管	自來水或下水道配管、化工廠配管、壓力管、電線電纜導管
紡織物質	防火衣、防火毛毯、手套、織成紗、索、布、蓆等、戲院銀幕、窗簾
石綿紙	耐火紙、桌墊、飲料過濾器、熔融玻璃處理設備
其他	抗震、太陽熱表面物質、電源絕緣體、石綿芯網

## 2.石綿之健康危害與相關疾病

石綿引起的疾病主要包括惡性間皮細胞瘤 (malignant mesothelioma)、石綿肺症 (asbestosis)、肺癌、胸膜斑 (pleural plaques)，及瀰漫性胸膜增厚[5]等等。惡性間皮細胞瘤是一種較罕見的癌症，源於間皮細胞 (mesothelium) 的惡性病變，原發於胸膜、心包膜或腹膜之漿膜裡襯 (serosal linings) 的癌症；石綿肺症是指石綿引起之肺部瀰漫性間質纖維化。石綿暴露亦可能增加喉癌及消化系統癌症的風險，但之間的因果關係受其他因素(如吸菸、喝酒)干擾[1,3]。石綿之健康危害往往是暴露數十年之後才發生，如石綿暴露引起惡性間皮細胞瘤的潛伏期可長達 30 至 40 年，因此容易忽視疾病與石綿暴露的關係。

早在 1920 年代就有人描述兩位石綿紡織工人出現肺部纖維化的情形，1924 年 Cooke 發表了第一例石綿肺症(asbestosis)的案例[6]，不過到 1935 年 Lynch 和 Smith 發表了石綿肺症與支氣管肺癌(bronchogenic cancer)之間的相關性後[7]，人們才開始慢慢的瞭解到石綿的健康危害，到了 1960 年人們才清楚的認識到石綿和惡性間皮細胞瘤(malignant mesothelioma)之間的相關性。國際癌症研究署 (International Agency for Research on Cancer; IARC)在 1977 年將石綿 (包括所有種類) 列為第一類人體致癌物，並在 1987 年重新回顧文獻再次確認其致癌性 [8,9]。石綿致癌的確切病理機制目前並不清楚；研究指出石綿釋放的一些自由基 (free radical) 可改變細胞正常的細胞凋亡 (apoptosis) 過程或使抑癌基因 (tumor suppressor gene) 突變，另外石綿會抑制免疫細胞，如自然殺手細胞 (natural killer cell) 的活性[1]。不過這些都只限於體外實驗，體內機轉仍不明。比較肯定的是石綿導致的癌化過程和石綿纖維是否可分解有關，具有較長纖維 (5-10  $\mu\text{m}$ ) 的角閃石石綿 (青石綿、褐石綿) 相對於蛇紋石石綿 (白石綿) 有較強的致癌性[10]，兩者引起惡性間皮細胞瘤之致癌性約相差 2~4 倍，但導致肺癌的強度是相近的 [11]。角閃石石綿家族增加惡性間皮細胞瘤的風險罹患率最顯著，其次是肺癌、喉癌及消化系統癌症。

## 二、具潛在性暴露之職業

## 1. 石綿的潛在暴露來源

石綿的潛在暴露需考慮石綿製品之整個生命週期中可能暴露的環節，包括開採石綿，製造各種石綿製品，石綿製品之更換及維修，石綿製品之破損後可能逸散至周遭環境，石綿建材之拆除，廢棄物之處置等等，除了職業暴露之外，可能也會造成環境污染。暴露於含石綿纖維之滑石（talc containing asbestiform fibers）等同於石綿暴露，因為滑石致癌性是來自石綿。至於不含石綿的滑石，主要成分是二氧化矽(silica)，國際癌症研究署(International Agency for Research on Cancer, IARC)歸為第三類，即不可分類 [not classifiable as to its carcinogenicity to humans]，但可能會引起矽肺病(silicosis) [12].

## 2. 石綿暴露高風險之產業與相關職業[1,2,3]:

(1) 石綿產品製造業：石綿產品之製造過程中，如果未採取有效而適當的防護措施，將造成石綿粉塵逸散。

A.石綿水泥及建材業：石綿板、石綿管、石綿水泥、纖維水泥板，石綿水泥瓦、石綿隔熱磚、石綿瓷磚。

B.石綿耐磨業：剎車來令片、離合器片、變速器裏襯、工業用耐磨物質

C.石綿隔熱絕緣業：防火、隔熱、保溫材料、絕熱填充材料、防漏墊圈、石綿油漆填充物。

D.石綿紡織業：防火隔熱布、石綿毯、石綿防火衣與防火手套、石綿帶、繩索、墊片等等。

(2) 建築工程相關產業：包括建築工人、建材生產工人、建築工程師、水泥工、砌磚師傅、屋瓦修理、防火施工等。房舍維修中含石綿建材之裝設，破損，移除及修繕，都可能含有石綿暴露。建築拆除作業工人由於石綿建材所含的粉塵飛揚於空氣中，暴露程度更為嚴重。

(3) 海運/船艙作業/造船業相關產業：造船工、維修技工、接管工、拆船工

人。

- (4) 汽機車製造與維修產業：剎車墊片的材料含有石綿。可能暴露的除了生產線工人外，還包括汽車技師及維修工等等。
- (5) 電器工程相關產業：包括電路工程師、電線及電話線路維修員等等。
- (6) 鐵路工業：早期蒸汽火車鍋爐作業，大量填充石綿。
- (7) 航太製造業：包括飛機及飛彈製造。
- (8) 鍋爐製造相關產業：鍋爐使用大量隔熱材質，早期使用石綿。
- (9) 石綿礦場及含石綿之石材之加工業：石綿礦經由風化與侵蝕作用，形成石綿纖維懸浮在空氣中；採礦過程的開鑿、破碎、擠壓、研磨等過程，使石綿纖維飛散至空氣中。石綿礦場工人包括開採礦工，礦場清潔工人等等。在台灣東部日據時代有石綿礦的開採，約在 1986 年停止採礦，然而後來可從含白石綿的蛇紋石中採適當的石材經過加工出產玉石，例如豐田玉，從事石材之加工的工人也有可能在加工研磨的過程暴露到白石綿。
- (10) 其他，如密裝/管路作業：包括接管工(pipe fitter)、水管清潔工等等。工人即使配戴完整的防護用具，石綿纖維仍可能殘留於防護衣、面罩、手套上，脫下防護具時產生暴露。石綿工人的衣服可能帶著石綿纖維回家，同住的家人就可能暴露到石綿，尤其是負責洗衣的人，此種可稱為職業旁暴露(paraoccupational exposure)。另外也需考量環境暴露的可能性，居家附近若有石綿工廠或石綿礦場的人，也可能暴露於石綿纖維的環境污染[4]。

表 2：石綿暴露高風險職業[44, 1, 3, 28]

職業別	石綿的可能暴露來源
石綿產品製造 ABCD	即使配戴完整的防護用具，仍可能殘留於防護衣/面罩/手套上，脫下防護具時產生暴露
汽機車生產線[白石綿] B	剎車墊片的材料含有石綿。可能暴露的除了生產線工人外還包括汽車技師及剎車維修工
建築工程相關職業 ACD	包括建築工人、建材生產業、建築工程師、水泥工、砌磚師傅、屋瓦修理、防火施工等。

	建築拆除作業員由於石綿建材飛揚於空氣中，暴露程度更為嚴重
電器工程相關職業[白石綿] C	包括電路工程師、電線/電話線路維修員等
海運/船艙作業/造船業相關職業 C	包括造船工、船體/內部維修技工、船工、遠洋漁業、海軍、海巡隊等
密裝/管路作業 C	包括接管工、水管清潔工等
鍋爐製造/熱力工廠 ACD	鍋爐使用大量隔熱材質
鐵路工 C	早期蒸汽火車鍋爐作業，大量填充石綿
航太製造業 C	包括飛機/飛彈製造

A: 石綿水泥業 B: 石綿耐磨業 C: 石綿絕緣業 D: 石綿紡織業

### 三、醫學評估與鑑別診斷[13]

#### 1. 臨床症狀

胸膜惡性間皮細胞瘤患者最常見的初始症狀包括呼吸困難及不明原因的胸膜疼痛，約 60% 的病患抱怨疼痛。其他較不常見的症狀包括不明原因的體重減輕、發燒、盜汗、疲倦等。心包膜 (pericardium) 惡性間皮細胞瘤會引起心包膜積水 (pericardial effusion)，造成心臟衰竭，可能有立即的生命危險。腹膜惡性間皮細胞瘤患者最常見的初始症狀為腹部腫脹、腹痛以及腸阻塞[14]。瀰漫型惡性間皮細胞瘤(diffuse malignant mesothelioma)是指侵襲性極高的類型，病程進展快速，大部分在 1 年內死亡。

#### 2. 實驗室及影像學檢查

病人最初來診的胸部 X 光往往可見半邊肺部的不透明增加，胸膜積液及胸膜增厚；縱膈腔可能正常或偏移向患病側[1]。可考慮作胸部超音波檢查，以胸膜積液作為介質檢查胸膜，往往可看到結節，則在確定病變處進行超音波導引的細針穿刺以吸出組織作活檢切片或/及吸出胸膜積液供檢查。加強顯影之電腦斷層掃描(contrast-enhanced CT)為診斷疑似惡性胸膜病變的優先

影像工具，可幫助區分增厚的胸膜、胸膜積液及肺部組織；發炎性胸膜疾病或是惡性病變呈現明顯的訊號增強。

惡性間皮細胞瘤在組織學主要可分為上皮細胞(epithelial)型，肉瘤細胞(sarcomatous)型及混合(mixed or biphasic)型。大部分的惡性間皮細胞瘤屬於上皮細胞型，組織呈現乳突或管狀結構；若是混合型，可在腫瘤組織中發現卵圓狀或紡錘狀的細胞。上皮細胞型的惡性間皮細胞瘤不容易和轉移自肺部、乳房、卵巢、前列腺的腫瘤區分。現今可用免疫組織化學染色(immunohistochemical staining, IHS)及電子顯微鏡(electron microscopy, EM)來區分。例如 Calretinin, thrombomodulin, WT-1, mesothelin 等為常用的免疫組織化學染色方法；這些染色工具對於胸膜原發之上皮細胞型惡性間皮細胞瘤皆有不錯的敏感度，但對於原發自其他部位以及組織型態為肉瘤細胞的惡性間皮細胞瘤診斷較不準確。在胸膜積液檢體作細胞學檢查(cytology)往往無法得到正確的診斷，可能沒發現惡性細胞或者是誤診為腺癌，病理切片還是最可靠的方法。病理組織檢查除了有助於疾病的診斷外，亦可了解個案的石綿暴露量，和當地環境的暴露背景值比較是否偏高；目前比較常用的工具為相位差顯微鏡(phase contrast microscopy)[15,16]，掃描式電子顯微鏡(scanning electron microscope)以及穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscope)。

### 3. 預後

惡性間皮細胞瘤患者的存活時間中位數(median survival)只有 8-14 個月。診斷時患者較年輕、分期較早、較好的功能狀態、上皮細胞的組織型態、無胸痛及正常的血小板計數的病人之存活時間較長。胸膜惡性間皮細胞瘤會沿著胸膜生長並包覆肺臟，隨著腫瘤侵犯程度進展，病人往往死於腫瘤對周遭組織器官的侵犯，而非遠端轉移[14]。

### 4. 鑑別診斷

發炎性胸膜病變(inflammatory pleurisy): 因壁層胸膜發炎所產生的胸膜病變，可造成胸膜疼痛，常見的原因包括肺炎、肺栓塞等等。

原發性肺癌(primary lung cancer): 某些肺腺癌(lung adenocarcinoma)與惡性間皮細胞瘤之鑑別診斷較困難，可能要靠免疫組織化學染色方法作確定。

轉移性腺癌或肉瘤(metastatic adenocarcinoma or sarcoma)：某些轉移的惡性腫瘤需要以免疫組織化學染色方法作鑑別診斷。

#### 四、流行病學的證據

石綿暴露會導致人類罹患惡性間皮細胞瘤的有力證據早期是由 Wagner JC 等在 1960 年提出。南非開普省的石綿礦礦工及礦場附近居民有極高的惡性間皮細胞瘤盛行率，經由流行病學研究證實石綿暴露與惡性間皮細胞瘤的強烈相關[1,3]。流行病學資料顯示惡性間皮細胞瘤之發生率普遍上升的趨勢與過去 30 年前石綿之使用有相關。2007 年一篇流行病學統計之文章，分析 1960-69 年各國石綿消耗量及 2000-2004 年(考量 30-40 年的潛伏期)死於惡性間皮細胞瘤之個案，發現兩者呈高度正相關；於 1960 年代大量使用石綿的國家，其 40 年後之惡性間皮細胞瘤死亡率遠高於消耗量較低之國家[17]。1980 年代左右全世界的石綿消耗量達到最高峰，隨後因為各國對於石綿使用的限制而漸漸下降，因此學者預測在英國惡性間皮細胞瘤的發生率將於 2015~2020 年間達到高峰[18]；這也符合目前各國發生率普遍上升的趨勢。總體而言，男性的惡性間皮細胞瘤發生率大於女性，且近 30 年來女性的發生率趨於平穩而男性則不斷上升；此趨勢不論在美國或歐洲皆可發現[19,20]；此現象可作為惡性間皮細胞瘤和職業石綿暴露相關之佐證，因為在歐美國家從事石綿相關職業者大部分為男性。

石綿暴露的職業世代研究證實石綿與惡性間皮細胞瘤之間有一致的因果關係[8,9]，瀰漫型惡性間皮細胞瘤(diffuse malignant mesothelioma)可視為石綿暴露的訊號腫瘤(signal tumor)[21]。根據最近英國研究，在男性惡性間皮細胞瘤方面，有 85-90%可歸因石綿的職業性暴露，再加上職業旁(paraoccupational)或環境之暴露，則高達 98%可歸因於石綿暴露[22]。惡性間皮細胞瘤皆須懷疑與石綿暴露有關，除非有強力證據證明有其他致病因[13]。

### 台灣本土石綿相關之臨床案例 [13]

雖然石綿所造成的危害已經相當的明確，從 1990 年至 2009 年，文獻上台灣所報告的石綿相關之案例並不多，累積有石綿肺症 (asbestosis) 2 例、石綿造成之鈣化性胸膜斑塊 6 例、惡性間皮細胞瘤 4 例；其中有 1 例為惡性腹膜間皮細胞瘤，而其他之惡性胸膜間皮細胞瘤都為瀰漫(diffuse)型。臨床症狀並無專一性，包括胸痛、喘、或腹痛等等。除了其中一位石綿肺症案例，因接受支氣管肺灌洗術後，發現有石綿小體 (asbestos body)，其他個案，甚至是有接受手術的惡性間皮細胞瘤個案，於病理報告上並無提及石綿小體的發現。此外，上述石綿相關惡性間皮細胞瘤個案的職業分別為：船員、鐵路工人、空軍維修員、以及製鞋工人，稍不留意將很容易忽略該疾病和石綿暴露之相關性。因此，仔細詢問過去暴露史及工作史，是極其重要的。

針對石綿危害的台灣本土流行病學研究中，陳等人調查 459 名石綿相關產業工人（平均暴露石綿約 8.1 年）的研究並沒有發現石綿相關的肺部癌症，但該研究族群有顯著的肺功能的衰退[24]。另一個調查台灣石綿相關工廠周邊石綿纖維濃度的研究，利用英國學者的推算模式發現其暴露量可能些微增加肺癌及惡性間皮細胞瘤的個案數[25]。台灣的石綿使用大多仰賴進口，但從日據時代至 1980 年代在東部有少量的石綿礦開採，並且有曾在石綿礦短期工作而罹患胸膜斑塊之個案報告[26]。石綿礦附近之環境污染及工人職業暴露經過適當的潛伏期後罹病個案可能逐漸發生。高雄拆船業工人之流行病學研究，追蹤 1985-1997 年，發現一名 40 歲以內的男性死於胸膜惡性腫瘤，其標準化死亡比相較一般人口高達 104 倍，達統計上顯著差異[27]。根據台灣癌症登記資料庫的統計分析，病理確診之胸膜及腹膜惡性間皮細胞瘤在 1979 至 2005 年之間累積個案數為 387 個，男性與女性惡性間皮細胞瘤發生率隨年代皆呈現增加的趨勢 (圖 1) [28]。然而職業性惡性間皮細胞瘤的確診個案數相當少，迄今仍停留在個位數，可能與惡性間皮細胞瘤的診斷困難以及與職業病通報系統未完善有關 [13]。



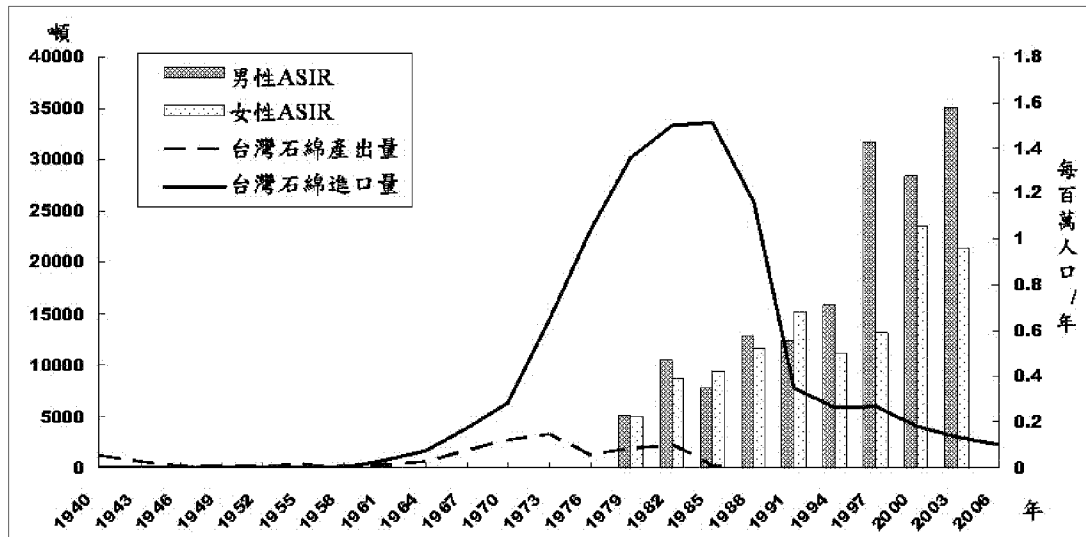


圖 1. 台灣 1979 年到 2005 年石綿產量、進口量與病理確診之胸膜及腹膜惡性間皮細胞瘤之時間趨勢 [28]

ASIR: age-standardized incidence rates, 年齡標準化發生率

## 五、暴露證據收集之方法

### 1. 石綿暴露的評估

可靠的職業史是提供石綿暴露評估最好的工具。完整的職業史必須包括病患目前及過去的職業、工作地點及細部工作流程項目，因此需要有經驗的醫師花時間收集相關資料，根據容易暴露到石綿的產業及職業加以判斷[1,2,3]。若情況許可，工作紀錄、物質安全資料表等的取得或實際工作場所的考察都可作為佐證及判定參考[29]。美國一個大規模回溯性研究中發現造船與海軍等產業罹患惡性間皮細胞瘤的數量最多，其次為建築業[30]。以職業區分可發現管路接合的工人（pipe fitter）罹患惡性間皮細胞瘤的案例最多，其次為鍋爐製造、維修工、工程師等。

### 2. 赫爾辛基準則（Helsinki Criteria）

了解個案可能有石綿之職業暴露，接下來須進一步評估此暴露是否符合職業病診斷標準。根據 1997 年赫爾辛基準則（Helsinki Criteria）[29]認定石綿暴露引起的惡性間皮細胞瘤時，評估職業因素需考量下列數點：

- (1) 惡性間皮細胞瘤大部分是由於石綿暴露造成的

- (2) 少量的石綿暴露可以引起惡性間皮細胞瘤。但少量的環境暴露只產生極少的風險。
- (3) 惡性間皮細胞瘤病人中約 80% 曾在工作中有石綿暴露，因此需要仔細詢問工作史與環境暴露史。
- (4) 工作史中有短期或少量的石綿暴露應足以認定為引起石綿職業暴露相關的惡性間皮細胞瘤。
- (5) 首次暴露石綿與惡性間皮細胞瘤發病之間的時間（即潛伏期）為 10 年以上，大部分的患者相隔 30~40 年。
- (6) 抽菸不會影響惡性間皮細胞瘤的風險。

### 3. 台灣石綿暴露的評估

台灣的石綿使用大多仰賴進口（1986 年以後即停止自產石綿礦之開採），根據經濟部的資料[31]，台灣石綿進口量自 1970 年代初期逐漸增加，在 1980 年代中期達到高峰，進口量達 39,735 噸，之後因為石綿致癌的確定證據及國內公衛學者進行石綿產業之調查研究[24,25]，再加上環保法規的限制，因此自 1990 年代起石綿進口量顯著降低，有逐年下降的趨勢，從 2001 年起減少至 5000 噸以下，2007 年則降至 2000 噸以下[圖 2]。

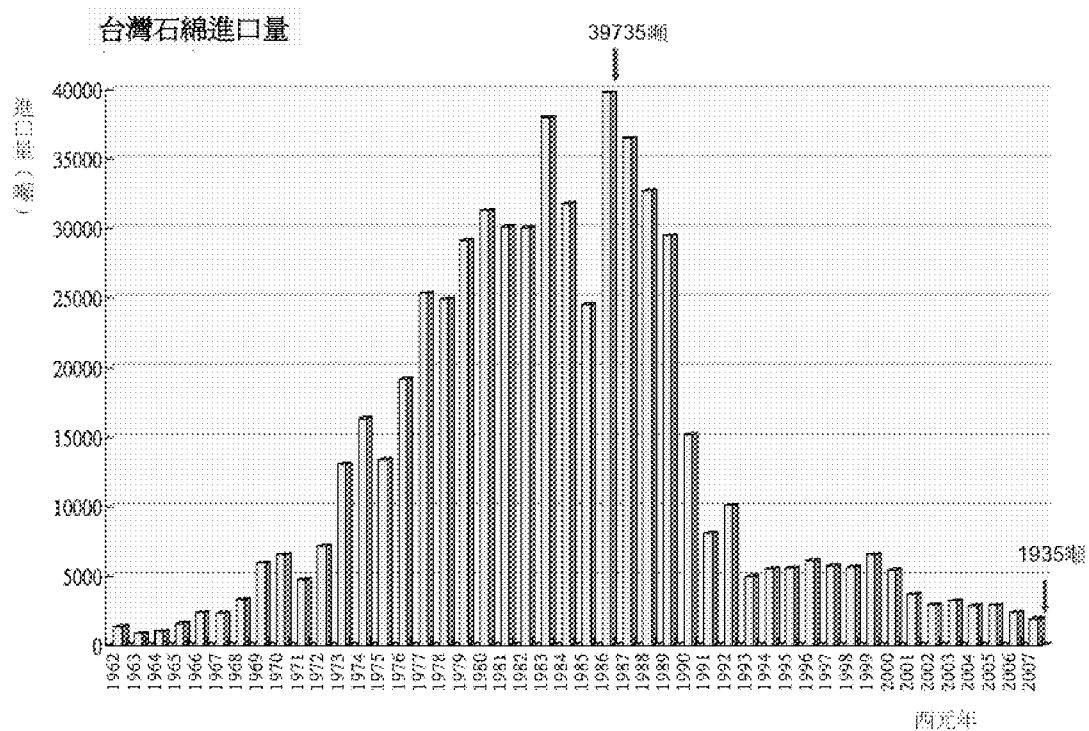


圖 2. 台灣石綿進口量

我國環保署於 1989 年將石綿公告列管為毒性化學物質，並於 1991 年、1996 年、1997 年、1998 年及 2005 年五次修正石綿相關運作規定[32]，雖然已經禁止青石綿及褐石綿之製造、販賣及進口，但目前石綿尚可用於多種產品，例如石綿纖維製品，防火隔熱、保溫材料，剎車來令片等等（表 3） [32,33]。

表 3. 環保署目前石綿使用規範[32,33]

列管編號	名稱	許可之目的用途	附註
〇〇三	石綿	一、研究、試驗、教育。 二、合成樹脂（增黏劑）、石綿防水膠、填充縫膠之製造。 三、防火、隔熱、保溫材料之製造。 四、石綿帶、布、繩索、墊片之製造。 五、石綿過濾器、瀝青（填充料）之製造。 六、剎車來令片之製造。 七、建材填縫帶之製造。 八、石綿防銹漆之製造。	1. 禁止製造、輸入、販賣及使用青石綿 [crocidolite] 及褐石綿 [amosite]。但試驗、研究、教育用者，不在此限。 2. 石綿禁止使用於新換裝之飲用水管及其配件，使用中之水管及水管配件得繼續使用至報廢為止。 3. 自 2008 年 1 月 1 日起石綿禁止用於石綿板、石綿管、石綿水泥、纖維水泥板之製造，並於公告日起不予新登記備查或核可該等用途。

台灣本地的拆船業歷史約 40 餘年，石綿水泥業約 40 餘年，石綿紡織業 30 餘年[34]，很可能在未來幾年台灣將面臨石綿相關疾病之病例發生增加的趨勢，值得有關單位密切注意並提早因應，以建立合理的職業傷病補償制度。

#### 4. 台灣石綿產業之調查研究

理想上能收集到最好的暴露證據是取得個案過去工作現場之石綿濃度，與法規之標準做比較，其次是有類似的石綿相關產業所量測的石綿濃度以作為暴露之參考。目前我國勞委會所制定的石綿八小時日時量平均容許濃度（8hr-TWA）為 0.15 fiber/mL，而美國標準則更嚴格為 0.1 fiber/mL [2]。但要注意的是石綿暴露時間、濃度和罹患惡性間皮細胞瘤之機率並無呈現明顯之正相關，所謂的安全濃度或暴露時間之上限僅供參考，也就是在判斷該個案工作中石綿暴露與惡性間皮細胞瘤之因果關係時，即使是短期、少量的石綿暴露也要視為有意義[29]。

1980 年代張等人曾對台灣 33 家石綿工廠採樣空氣中石綿濃度，結果如表 4，其中以石綿耐磨器材業、石綿絕緣業、石綿水泥業（加料處）濃度較高，溼式作業較乾式作業空氣中石綿濃度有顯著為低（見表 5），有局部排氣者比沒有者濃度顯著較低（見表 6）[35]。經過持續的空氣監控、學界與政府的努力改進，到 2000 年的石綿濃度已大幅降低，減少約 3 到 4 倍（表 7）。

表 4. 不同作業類別下之空氣中石綿濃度

作業類別	採樣點	廠數	樣本數	算術平均值 (標準差)	幾何平均值 (標準差)	範圍
石綿水泥	加料口	21	40	2.13(2.69)	1.26(3.09)	0.04-13.84
	過磅	1	1	1.35	—	—
	抄機	1	1	0.81	—	—
	切頭尾	2	2	0.40(0.48)	0.21(5.91)	0.06-0.74
	辦公室	1	1	0.19	—	—
石綿耐磨業	加料口	5	6	3.57(1.91)	3.10(1.83)	1.40-6.18
	研磨	8	10	2.24(1.27)	1.49(4.17)	0.03-4.49
	混合	1	1	3.72	—	—
石綿紡織	加料口	1	1	6.25	—	—
	精紡	1	1	3.40	—	—
	織布	1	1	1.95	—	—
石綿絕緣	加料口	1	2	2.23(0.40)	2.22(1.01)	2.20-2.25

（資料來源：張等 1988 [35]）

表 5 依乾溼作業類別來看空氣中石綿濃度

作業類別	採樣點	廠數	樣本數	算術平均數 (標準差)	幾何平均數 (標準差)	Wilcoxon Rank Sum 檢定 P 值
溼式作業*	加料	21	40	2.13(2.69)	1.26(3.09)	0.06
乾式作業	加料	12	9	3.56(1.91)	3.96(2.89)	

溼式作業	現場**	21	44	2.02(2.60)	1.15(3.22)	<0.001
乾式作業	現場	12	23	2.89(1.60)	2.21(2.91)	

\*溼式作業：石綿水泥業

乾式作業：石綿交通業、石綿紡織業、石綿絕緣業

\*\*現場：辦公室以外之各處作業點

(資料來源：張等 1988 [35])

表 6. 石綿水泥 (溼式作業) 加料口依局部排氣之有無與空氣中石綿濃度之關係

樣本數	局部排氣有無	算術平均數 (標準差)	幾何平均數 (標準差)	Wilcoxon Rank Sum 檢定 P 值
23	有	1.59 (1.23)	1.16 (2.50)	<0.001
17	無	2.89 (3.82)	1.41 (3.99)	

(資料來源：張等 1988 [35])

表 7. 台灣 1987 年與 2000 年石綿工廠空氣中石綿濃度之比較

		1987 年		2000 年	
		樣本數	濃度 (f/ml)	樣本數	濃度 (f/ml)
石綿水泥	加料口	40	1.3	24	0.3
	過磅	1	0.3	2	0.1
	切頭尾	2	0.4	2	0.1
石綿耐磨業	加料口	16	3.1	10	0.7
	研磨	10	2.5	8	0.4
石綿紡織	加料口	6	6.3	--	--
	精紡	5	3.4	--	--
石綿絕緣	加料口	1	2.2	1	1.1

(資料來源：張等 1988 [35] 與張火炎未發表資料)

## 各國惡性間皮細胞瘤之認定之比較

日本石綿暴露導致職業性惡性間皮細胞瘤之認定 [36]

1. 職業暴露石綿的工作史 1 年以上。
2. 下列所提之醫學證據，需要具備一項：
  - (a) 有石綿肺症 (asbestosis) 之影像證據，國際勞工組織(ILO)塵肺症 X 光片分類胸部 X 光小粒不規則陰影，分布密度為 1/1 或 1/1 以上。
  - (b) 病理學證據，如活檢 (biopsy) 肺組織切片中有廣泛性肺間質纖維化，胸膜透明斑 (hyaline pleural plaques)，石綿纖維，石綿小體。

加拿大安大略省：若勞工在診斷出間皮細胞瘤前，曾在空氣中有石綿纖維的環境工作，包括採礦、碾磨、製造、組合、建築、修理、改裝、維修或拆除過程，為職業病。可請求補償的條件為 (1) 組織病理學上證明為原發性胸膜或腹膜惡性間皮細胞瘤 (2) 曾在空氣中有石綿纖維的環境工作，包括採礦、碾磨、製造、組合、建築、修理、改裝、維修或拆除過程 [37]。

## 六、結論

### 石綿暴露導致職業性惡性間皮細胞瘤之認定基準

#### (一) 主要基準

1. 疾病證據：主要是組織病理的疾病證據，以組織切片之病理檢查報告證實為惡性間皮細胞瘤，影響部位包括胸膜 (pleura)、腹膜 (peritoneum) 或心包膜 (pericardium)。
2. 暴露證據：必須具有石綿暴露的工作史，而醫學證據可增強工作史之效度。
  - (a) 石綿暴露的工作史：職業上高度懷疑有石綿暴露；職業暴露石綿的工作史 1 年以上一般較無爭議，但暴露程度較嚴重者(例如石綿產品製造、石綿紡織業石綿噴塗、隔熱作業，舊建築之拆除，拆船工人，建築工人，造船工人)則可參考類似製程的空氣中採樣濃度(如回顧文獻)衡量其暴露程度，其暴露工作期間依醫理判斷為較嚴重石綿暴露者可考慮縮短(少於 1 年)。

(b)石綿暴露的醫學證據：診斷為石綿肺症（asbestosis）。肺部石綿纖維負擔的分析（lung fiber burden analysis）發現石綿纖維或石綿小體，肺組織切片的病理學證據，如廣泛性肺間質纖維化、胸膜透明斑（hyaline pleural plaques）、石綿纖維、石綿小體。

3. 因果關係符合時序性，首次暴露石綿與肺癌發生的時間相隔10年以上。
4. 合理排除其他原因：如游離輻射之職業暴露；若無法排除，職業石綿暴露至少為一有意義的共同致病因子。吸菸不會增加惡性間皮細胞瘤的風險。

## (二)輔助基準

1. 石綿暴露的實驗室證據：如作業環境空氣中石綿濃度測定記錄資料，可作為職業暴露的證據。

## 七、參考文獻(References):

- 1.Craighead JE, Gibbs AR. Asbestos and Its Diseases. New York : Oxford University Press, 2008.
- 2.行政院勞委會. 職場危害因子白石綿容許標準建議值文件. 台北：行政院勞委會; 2007.
- 3.森永謙二編集. 職業性石綿暴露與石綿相關疾病—基礎知識與補償・救濟[職業性石綿ばく露と石綿関連疾患—基礎知識と補償・救済<増補新装版> (日文書) ], 東京：三信圖書, 2008.
- 4.IARC (International Agency for Research on Cancer). World Cancer Report 2008. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 2008.
- 5.O'Reilly KM, Mclaughlin AM, Beckett WS, Sime PJ. Asbestos-related lung disease. Am Fam Physician. 2007;75:683-8
- 6.Cooke WE. Pulmonary asbestosis. Br Med J 1927;IV:1024-5.
- 7.Lynch KM, Smith WA. Pulmonary asbestosis carcinoma of the lung in asbestos-silicosis. Am J Cancer 1935;24:56-64.
- 8.Lemen RA. Chrysotile asbestos as a cause of mesothelioma: application of the Hill causation model. Int J Occup Environ Health 2004;10:233-9.
- 9.IARC (International Agency for Research on Cancer). Overall Evaluations of Carcinogenicity. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Supplement 7. Lyon, France : International Agency for Research on Cancer. 1987, 440 pp.
- 10.Yarborough CM. The risk of mesothelioma from exposure to chrysotile asbestos. Curr Opin Pulm Med 2007;13:334-8.
- 11.Landrigan PJ, Nicholson WJ, Suzuki Y, et al. The hazards of chrysotile asbestos : a critical review. Ind Health 1999;37:271-80.
- 12.Coggiola M, Bosio D, Pira E, Piolatto PG, La Vecchia C, Negri E, Michelazzi M,



- Bacaloni A. An update of a mortality study of talc miners and millers in Italy. *Am J Ind Med* 2003;44:63-9.
- 13.吳庭輝,吳景義,陳啟信,王榮德,李俊賢. 職業石綿暴露引起之惡性間皮細胞瘤病例報告. *台灣醫學[繼續教育]* 2009;13:461-70.
- 14.British Thoracic Society Standards of Care Committee. BTS statement on malignant mesothelioma in the UK, 2007. *Thorax* 2007;62:ii1-ii19.
- 15.葉慧容, 毛義方, 陳美蓮, 陳連輝. 以相位差顯微鏡法測定石綿工廠周界環境空氣中石綿濃度之研究. *嘉南學報* 第二十九期 第 184-192 頁, 2003.
- 16.王光聖, 余榮彬, 葉文裕, 陳春萬, 傅武雄. 煞車來令業石綿作業環境輔導改善. *勞工安全衛生研究季刊* 民國九十一年六月 第十卷第二期 第 98-108 頁, 2002.
- 17.Lin RT, Takahashi K, Karjalainen A, et al. Ecological association between asbestos-related diseases and historical asbestos consumption: an international analysis. *Lancet* 2007 10;369:844-9.
- 18.Peto J, Hodgson JT, Matthews FE, et al. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. *Lancet* 1995;345:535-9.
- 19.Price B. Analysis of current trends in United States mesothelioma incidence. *Am J Epidemiol* 1997;145:211-8.
- 20.Montanaro F, Bray F, Gennaro V, et al. Pleural mesothelioma incidence in Europe : evidence of some deceleration in the increasing trends. *Cancer Causes Control* 2003;14:791-803.
- 21.Mark EJ, Kradin RL. Pathological recognition of diffuse malignant mesothelioma of the pleura : the significance of the historical perspective as regards this signal tumor. *Semin Diagn Pathol* 2006;23:25-34.
- 22.Rushton L, Hutchings S, Brown TP. The Burden of cancer at work: estimation as the first step to prevention. *Occup Environ Med* 2008;65:789-800.

23. Guidotti TL. Apportionment in asbestos-related disease for purposes of compensation. *Ind Health* 2002;40:295-311.
24. Chen CR, Chang HY, Suo J, et al. Occupational exposure and respiratory morbidity among asbestos workers in Taiwan. *J Formos Med Assoc* 1992;91:1138-42.
25. Chang HY, Chen CR, Wang JD. Risk assessment of lung cancer and mesothelioma in people living near asbestos-related factories in Taiwan. *Arch Environ Health* 1999;54:194-201.
26. Yang HY, Wang JD, Chen PC, et al. Pleural plaque related to asbestos mining in Taiwan : a case report. *J Formos Med Assoc* 2008 (accepted).
27. Liu YK, Yang GY, Wu TN, et al. Mortality among former shipbreaking workers--A 13-year retrospective follow-up study in Taiwan. *J Occup Health* 2003; 45:36-42.
28. Lee LJH, Chang YY, Wang JD. Impact of malignant mesothelioma in Taiwan: a 27-year review of population-based cancer registry data. *Lung Cancer* (2009 Jun 15. Epub ahead of print), doi:10.1016/j.lungcan.2009.05.016.
29. Consensus Report. Asbestos, asbestosis, and cancer. the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Environ Health* 1997;23:311-6.
30. Roggli VL, Sharma A, Butnor KJ, et al. Malignant mesothelioma and occupational exposure to asbestos : a clinicopathological correlation of 1445 cases. *Ultrastruct Pathol* 2002;26:55-65.
31. Ministry of Economic Affairs. Mineral Statistic Yearbook Taiwan Area, the Republic of China. Taipei : Ministry of Economic Affairs, 1962-2007. [in Chinese]
32. 環境檢驗電子報 第九期 焦點探索. 我國石綿管制現況與展望. Available from [http://www.niea.gov.tw/epaper/epeper\\_detail.asp?c\\_id=200](http://www.niea.gov.tw/epaper/epeper_detail.asp?c_id=200). [accessed on 2009/4/17]
33. 行政院衛生署國民健康局：特別危害健康作業健康檢查指引。台北縣新莊市：衛生署國民健康局；2007。

- 34.王榮德. 公害與疾病 1. 台北市：健康世界, 1998.
- 35.張火炎、王榮德、張錦輝、陳誠仁、吳敏鑑：臺灣地區石綿工廠空氣中石綿濃度測定。中華衛誌 1988；8：28-35。
- 36.日本厚生労働省. 石綿引起的疾病労災認定標準修訂[石綿による疾病の労災認定基準の改正について] 平成18年2月9日（2006/02/09）. Available at <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2006/02/h0209-1.html> [accessed on 2009/08/31]
- 37.Workplace Safety and Insurance Board (WSIB), Ontario, Canada. Entitlement criteria for Occupational Diseases: Mesothelioma of the Pleura and Peritoneum (Document No. 16-02-12). Published on 2004/10/12. Available at: <http://www.wsib.on.ca/wsib/wopm.nsf/Public/160212>. [accessed on 2009/09/01]