

石綿製品禁用問題之探討

Review of the Asbestos Products Ban

(美國法院撤銷環保署的石綿禁令)

陳 宏 政

壹、前 言

貳、由法院判決文談起

參、國際機構的意見

肆、石綿是什麼

伍、石綿病變及學術意見

陸、石綿的騷動

柒、生活上息息相關的白石綿製品

(a) 石綿密合墊片

(b) 石綿剎車來令

(c) 石綿水泥建材

(d) 石綿水泥管

捌、參考文獻

壹、前 言

1991年10月18日美國第五巡迴上訴法院撤銷美國環保署的石綿禁令，爭辯了二、三十年的石綿問題，纏訟了三年的石綿官司總算有個結果：石綿不該被禁用，石綿製品可以被安全的使用。環保署的敗訴是因為證據不夠充分，擬用的替代物危害性更大，而且成本太高昂。接著，環保署於11月15日要求覆審，但於11月27日法院再度確認維持原判，甚至到了1992年2月26日的三個月期限，美國司法部也拒絕了環保署上訴最高法院的要求。

石綿纖維自從被認定為致癌物質後，爭論不斷。但是經過多年來國際各界科學家的深入研究，他們發現了如果使用不當，不只是石綿，就連其他替代纖維同樣地也會對人體有害，如玻璃纖維、岩棉、陶瓷纖維、碳化矽纖維、磷酸鹽纖維及聚醯胺纖維。由於石綿天賦的優異性，以及它帶給我們生活上許多安全便利的產品，加上「鎖定效用」(locked-in)，石綿纖維不會游離出來，石綿製品對消費者並不具有危險，科學家們認為正確安全的使用石綿是可以接受的。國際勞工組織(ILO)在1986年通過了第162號公約，即“石綿安全使用公約”，世界衛生組織(WHO)及歐洲共同市場(EEC)也贊同：安全管理使用石綿及接納白石綿製品。

美國已瞭解過去耗費不少財力及生命在錯誤的石綿政策上，現在面對事實，重新修改觀念。為了避免台灣重蹈覆轍，為了國家整體的利益及全民的安全，以免浪費寶貴的社會資源在不必要的事務上，希望藉著這次的法院判決，能喚醒我們對於石綿有個新的認識，給與石綿一個公正、客觀的評價。

*陳宏政：台北市雙佑實業有限公司負責人。

貳、由法院判決文談起

美國環保署於1989年7月發表石綿禁令，計劃於未來10年，分為三個階段，禁用94%的石綿用途。世界石綿資訊協會，加拿大石綿研究所，北美及魁北克貿易聯合會隨即於1989年8月提出上訴，加拿大政府及魁北克政府也提出法庭之友（陪審團，非當事人所聘請之律師團，*amici curiae*, friends of the court）答辯書。這些利害關係人主張環保署的法規制定程序有瑕疵，而且沒有根據主要具體證據公佈實施。經過三年來的蒐證及多次開庭辯論，終於在1991年10月18日，美國第五巡迴上訴法院撤銷環保署的石綿禁令，同年11月27日的覆審，法院再度確認維持原判，到了1992年2月26日的三個月上訴期限，美國司法部也拒絕環保署上訴最高法院的要求，因為訴請法院移送命令，需要司法部首席檢查官同意該案件值得訴諸於最高法院，因此環保署禁用石綿的規定被全面廢止，全案到此終結。

由史密斯（J.E. Smith）等三位法官所寫的57頁判決文，法院由各種角度加以討論，並詳述環保署敗訴的理由如下：

(1) 證據不夠充分（判決文P1、P20、P56）

環保署未能提出具體證據，同時環保署拒絕全面交叉驗證的作法也是不對的。

(2) 違反毒性物質管制法(TSCA)(判決文P26、P56)

沒有依據國會立法TSCA的原則及目的，就是應該選擇最少負擔的方式及項目進行之，不可直接跳到禁用。

(3) 替代物的毒性顯著，甚至更大（判決文P34、P35、P56）

環保署未能評估替代物的安全性，許多替代物已知含有致癌物質，風險反而更高。

(4) 成本與效益不成正比（判決文P37、P38）

環保署提出的數據指出，為挽救一條人命，而全面禁用石綿，所花費的成本為美金 7,400萬，代價太高昂了。

為求慎重，法院諮詢如下許多單位的意見，同時引用其他有關的判例。

- (1) Occupational Safety and Health Administration (OSHA)
職業安全衛生管理局
- (2) Mine Safety and Health Administration (MSHA)
礦業安全衛生管理局
- (3) American Society of Mechanical Engineers (ASME)
美國機械工程師協會
- (4) National Highway Traffic Safety Administration(NHTSA)
國立高速公路交通安全管理局
- (5) Chemical Manufacturers Association (CMA)
化學藥品製造商公會
- (6) Motor Vehicle Manufacturers Association (MVMA)
機動車輛製造商公會
- (7) District of Columbia Circuit
哥倫比亞特區巡迴法院
- (8) Natural Resources Defense Council (NRDC)

天然資源防衛協會

(9) Environmental Defense Fund (EDF)

環境防衛基金會

(10) Hazardous Waste Treatment Council (HWTC)

危險廢棄物處理委員會

(11) Consumer Product Safety Commission (CPSC)

消費者製品安全委員會

(12) The Economist

經濟學人雜誌

參、國際機構的意見

- (1) 1986年6月國際勞工組織International Labor Organization (ILO) 在瑞士日內瓦第72次大會，由加盟國 140個國家（包含美國），約1800人，包括政府、勞工及業界代表們通過了第 162 號公約，即“石綿安全使用公約” (Convention 162 Safety in the Use of Asbestos)，認為它是大自然的礦物纖維，它有許多優異的特性，藉著適當的安全管理來使用它，便可預防相關疾病的發生。[1]
- (2) 1987年世界衛生組織World Health Organization (WHO), 依據英國Dr.B.T. Commins, 在WHO/IARC LYON (國際癌症研究中心, 法國里昂) 發表的統計，指出環境大氣中石綿的生命危險率為十萬分之一，遭受雷擊及每週食用一次炭烤牛排的致癌機率為十萬分之三，而汽車車禍的危險率則高達十萬分之一千六百，(即10萬人中有1600人)，故世界衛生組織認定，石綿製品的危險機率極低，是可被容許的。[2]
- (3) 1991年歐洲共同市場委員會 The Commission of European Communities (CEC)拒絕了全面禁用石綿的提議，是考量如此將大量使用各種不同的纖維，而其長期影響尚不可知。" would entail the use on a massive scale of a wide variety of fibres, whose long-term effects are not known." CEC 決定繼續使用石綿是認為"了解石綿而小心使用，反而它是安全的"。

肆、石綿是什麼

石綿是一種天然形成的矽酸鹽礦產，呈纖維狀且常與蛇紋石礦或角閃石礦共生，有露天開採的，也有地下開挖的。石綿原礦有點類似台灣花蓮出產的大理石，在整塊墨綠色原石中有少數白色紋路，也就是所含的白石綿纖維。中間製程不是化學合成，而是純機械式的作業，經搗碎、研磨、過濾、篩選及用空氣吸取後，約只得5%的石綿纖維，其餘約95%均為廢礦石渣。一般常見的石綿有三種：白石綿、青石綿及褐石綿，其中白石綿約占全球總產量的95%。世界各國主張禁用青石綿及褐石綿，因其危害性較大，至於白石綿則准予在安全管理下使用，因為沒有適當的替代品，而且白石綿製品對人體無害。

事實上，石綿是纖維狀礦物群的商業通稱，主要分為蛇紋石礦 (Serpentine) 與角閃石礦 (Amphibole) 二大類。蛇紋石礦的石綿為溫石綿 (Chrysotile or white)，俗稱白石綿，因其顏色而名，化學分子式為 $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$ ，纖維較短且呈撓曲狀，易被肺部週邊組織排除，主要產於加拿大及蘇俄。角閃石礦的石綿為青石綿 (Crocidolite or blue) 及褐石綿 (Amosite or brown)，化學分子式分別為 $Na_2(Fe^{3+})_2(Fe^{2+})_3Si_8O_{22}(OH)_2$ 及 $(Fe \cdot Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2$ ，纖維細長僵硬，穿透危害性較大，主要產於南非及澳大利亞。這二大類石綿在結構、外形、顏色及毒理作用上完全不同，如間皮瘤大都發生於青石綿。

石綿的熱安定性極佳，超過 540°C 時，結晶水會漸漸消失，使纖維失去強度而變為脆弱，超過 800°C 則石綿轉化成非纖維的

耐火矽酸鹽。石綿具有許多優異的特性：

- (1) 不燃性—耐高溫(450°C~800°C)。 製品如不燃建材
- (2) 抗張力—拉力強度極高(280,000-436,000PSI)。 石綿瓦
- (3) 絕緣性—熱及電流不易傳導。 高壓電磁消弧
- (4) 耐候性—不易腐蝕變形，能抗紫外線。 土木工程建材
- (5) 親和性—表面積大，能和其他物質緊密結合。 墊圈、墊片
- (6) 耐磨耗性—柔軟且耐磨擦。 剎車來令
- (7) 耐藥品性—不易受藥物酸鹼侵蝕。 防銹漆、防水漆

溯自西元前2500年，芬蘭農夫利用石綿作為茅舍的絕緣用途，第五世紀，石綿被用為雅典女神雕像前不滅之燈心，以及查理曼大帝 The Emperor Charlemagne (西元768-814)稱之為「奇妙的礦物」以來，石綿經人類使用已有將近5000年歷史。工業革命後，石綿由於它的優異性及經濟性，所以被廣泛應用於不同產業和各種製品上。今日產業界的進步與發展，各種石綿製品提供了部份的貢獻。全世界1989年的石綿總用量為420—450萬公噸，以蘇俄、加拿大及南非為主要產地。

伍、石綿病變和學術意見

1940及1950年代的大量使用石綿，以及職業性的過度及長期暴露於石綿粉塵中，作業環境有如濃雲密佈，而且沒有任何防範措施，如集塵設備及防護口罩，石綿纖維經由呼吸系統進入人體，引起了相關的疾病，如石綿肺、肺癌及間皮瘤，但是經口攝食及皮膚接觸的危害則無具體文獻報告。石綿致癌的研究報告引起了極大的震撼，而有“禁用石綿”之說出現。

人們接觸石綿的機會可分為三個階段，第一、石綿礦場的開採（由原礦生產石綿纖維），第二、石綿製品的加工（使用石綿纖維原料加水泥、樹脂等製造石綿瓦或剎車來令），第三、消費者使用石綿製品（屋頂蓋石綿瓦或開車使用石綿剎車來令）。前面兩個階段對於工廠內石綿粉塵的控制最為重視，目前世界上絕大多數國家認為，在某一個標準之下的職業性暴露是可以接受的，並且不易罹患職業病。目前在台灣，參考國際標準而制定的法定容許濃度為 $2f/cc$ （即每毫升2支纖維）。國際勞工組織(ILO)及世界各組織公認的石綿纖維定義為：長度大於5微米，直徑小於3微米，且長度與直徑比為三比一以上者，（一微米 μm 為一公尺的百萬分之一，一公厘的千分之一）。1988年，前英國職業衛生學會主席 Dr. Robert Murray的報告指出，吸入的纖維，大顆粒者被潮濕的鼻咽所捕捉，暫留於氣管中者被氣管黏液纖毛經自動電扶梯效應予以排除，也就是細小的纖毛細胞及黏液會漸漸推著灰塵上達氣管頭回到喉部被咳出或嚥下，只有小於 $5\mu m$ 的小顆粒或直徑小於 $3\mu m$ 的纖維能進入肺泡造成肺部疾病，而更細小

的纖維則被吞噬細胞所吞食，並為纖毛濾清作用所排除。

第三階段的石綿製品，據科學家的解釋，因為「鎖定效用」(locked-in)[3]，也就是說石綿纖維被其他複合材料鎖住，如與水泥、樹脂或橡膠等緊密結合，不易游離出來，即使製品損壞或老化，石綿纖維已被其他材料團團包住，已經不是纖維狀態，不易被吸入，所以對消費者沒有健康影響。1988年世界衛生組織宣稱，石綿製品的危險為可接受的水準。

最近由於科技進步，加上產業界改善作業環境，以及石綿相關的病例報告很少出現，再經由科學界及醫學界的討論及驗證，他們轉為支持安全管理使用石綿，因為石綿帶給人類的益處遠大於其機率很低的致癌可能性，因噎廢食的作法是不需要的。其中較重要的學術研討及研究報告有：

(1) 1986年世界衛生組織。

石綿及其他天然礦物纖維。[4]

Asbestos and other Natural Mineral Fibres. (Environmental Health Criteria No.53)

(2) 1987年世界衛生組織／國際癌症研究中心 (WHO／IARC)

大氣環境中石綿及其他礦物纖維在統計學上的意義。[2]

The Significance of Asbestos and Other Mineral Fibres in Environmental Ambient Air.

DR. B. T. Commins.

(3) 1988年8月美國哈佛大學，能源及環境政策中心。

建築物內石綿暴露的健康觀點研討會摘要。[5]

Harvard University, Energy and Environmental Policy Center.

Summary of Symposium on Health Aspects of Exposure to Asbestos in Buildings.

DR. J. D. Spengler, H. Ozkaynak, F. McCarthy & H. Lee.

- (4) 1988年9月國際勞工組織 (ILO) 於日內瓦的會議。

石綿和健康的最新科學報告。[6]

A Scientific Update on Asbestos and Health.

DR. J. Dunnigan & DR. N. K. Seymoar.

- (5) 1988年12月世界衛生組織 (WHO) 於羅馬的會議。

環境中石綿的減少。[7]

The Reduction of Asbestos in the Environment.

- (6) 1989年4月世界衛生組織 (WHO) 於牛津的會議。

職業性石綿暴露的限制。[8]

Occupational Exposure Limit for Asbestos.

- (7) 1989年4月世界衛生組織 (WHO) 於日內瓦的會議。

礦物及人造纖維的安全使用。[9]

Safety in the Use of Mineral and Synthetic Fibres.

- (8) 1989年國際癌症研究中心 (IARC) 法國里昂。

非職業性礦物纖維的暴露。IARC 科學刊物第90號。[10]

Non-occupational Exposure to Mineral Fibres.

International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

DR. J. Bignon, DR. J. Peto & DR. R. Saracci.

(9) 1990年1月加拿大 Sherbrooke 大學。

石綿替代品的生物學反應性。[11]

Biological Activity of Selected Asbestos Substitutes.

DR. J. Dunnigan.

(10) 1990年9月美國環保署。

“適當地處理石綿” — 建物石綿不需要拆除。[12]

"Managing Asbestos in place" - Unnecessary asbestos removal operations.

署長 Administrator William K. Reilly

刊物洽取電話：USA EPA, TSCA. (202) 654-0404

(11) 1991年9月25日美國華盛頓健康影響研究所/石綿研究計劃。

“建築物中的石綿” — 去除石綿是不恰當的。[13]

"Asbestos in Buildings" - Asbestos Removal is Unwarranted.

U.S. Health Effects Institute/Asbestos Research program. (HEI-AR)

Literature Review Panel.

(註：1988年7月美國國會及美國環保署委託健康影響研究所著手石綿研究計劃，特別是有關商業大樓及公共場所大樓的石綿建材。HEI-AR小組是獨立客觀的團體，由許多科學家及技術專家們所組成。)

(12) 1991年美國醫學協會8月份雜誌。[13-2]

August edition of the Journal of the American Medical Association.

AMA's Council on Scientific Affairs.

(13)1991年西澳大利亞危害物質諮詢委員會。

石綿水泥製品對健康沒有危險。[13-2]

Western Australian Advisory Committee on Hazardous Substances.

Negligible risks from asbestos-cement products.

(註：該報告可由如下地址取得)

Mr.Laurie Glossop

A/s Chief Scientific Officer Hygiene

Department of Occupational Health

Safety and Welfare of Western Australia

Westcentre 1260 Hay Street

P.O.Box 294

West Perth (WA) 600 Australia

Tel: (09) 327-8777

Fax: (09) 321-8973

(14)1991年法國巴黎國際衛生及醫學研究組織。

天然及人造礦物纖維低劑量暴露的癌症危險。[13-3]

Institut national de la santé et de la recherche
medicale (INSERM), France.

The risk of cancer from low dose exposure to natural

and man-made mineral fibres.

(15)1991年德國研究服務。(杜塞道夫大學)

合成纖維的健康危害性。[14-2]

German Research Service (University of Düsseldorf)

Health Risks of Synthetic Fibres.

Dr. Freidrich Pott, Dr Hartwig Muhle.

(16)1991年英國國立心臟及肺臟研究所。

毒物學及工業健康。[14-3]

National Heart and Lung Institute, England.

Toxicology and Industrial Health (vol 2. no.5/6 1991)

Dr. J. Corbett McDonald

(17)1991年美國礦物學家刊物 V.76 [20]

American Mineralogist, Volume 76, 1991

Dr. Malcolm Ross

(18)1990年美國 "科學" 1月份及3月份。

石綿：科學發展及公共政策的關連。[21]

石綿拆除是結果可笑的行動。[21-1]

"SCIENCE" - Asbestos: Scientific Developments and
Implications for Public Policy.

The Asbestos Removal Fiasco.

Dr. B.T. Mossman, J. Bignon, M. Corn, A. Seaton,

J.B.L. Gee

(19)1988年10月國際水管及管路刊物。[22]

石綿於飲用水在統計學上的意義及石綿水泥管的應用。

Pipes & Pipelines International. Oct. 1988

The significance of asbestos in drinking water and the use of asbestos-cement pipes.

Dr. B.T. Commins, BSc, MSc, PhD, CChem, FRSC

(20)1984年加拿大安大略皇家石綿委員會報告。[23]

建物中的石綿沒有危險。

Report of The Royal Commission on Asbestos, Ontario, Canada. 1984

The risk in the average buliding was really negligible.

(21)1983年科學及技術報告 STR1。[24]

飲用水中的石綿纖維。

Scientific and Technical Report-STR 1, 1983

Asbestos fibers in drinking water.

Dr. B.T. Commins, BSc, MSc, PhD, CChem, FRSC

1988年12月，世界衛生組織在羅馬的國際化學安全計劃，一個工作團體，包括美國環保署幕僚，對於石綿作了有關的建議。茲摘錄其英文原文及中譯文如下：

In December 1988 in Rome, as part of the World Health Organization (WHO) International Program on Chemical Safety, a working group which included US-EPA staff recommended that:

- 1.the use of low density products (e.g. spray-on fibre and friable insulation) should be discourage worldwide;
- 2.the normal use of chrysotile high density products, including asbestos-cement, should not create an unacceptable hazard;
- 3.the use of chrysotile-containing materials does not pose a risk to the general population;
- 4.the legitimate needs of developing countries for asbestos-cement products should be recognized and every assistance offered to ensure their safe use.

- 1.低密度產品(如噴塗纖維及易碎絕緣用途)全世界應不鼓勵使用。
- 2.高密度白石綿製品的正常使用，包括石綿水泥，應該不會產生不可接受的危害。
- 3.含白石綿製品的使用，對一般大眾並不具有危險。
- 4.開發中國家石綿水泥製品的正當需求應予認同，而且應提供一切協助來確保他們的安全使用。

上述討論會說明了鬆散狀態下之石綿纖維，容易飛揚，有礙健康，而白石綿水泥製品，則因「鎖定效用」(locked-in)，所以可被接受。

科學家們證實，基於今日的控制技術和科學知識，人類是有能力正確地使用石綿。他們一致同意白石綿比青石綿及褐石綿安

全，他們同時強調任何其他纖維，不管是人造纖維或天然纖維，不管是有機纖維或無機纖維，不良的作業環境及不當的使用方式同樣地是對人體有害的。以往甚少有關石綿效益的正面報導，大都談論其負面的致癌危險，不管其機率是如何地微小，也常予誇大之，而過分渲染的結果，誤導消費者排斥石綿製品，加工者也競相改用其他替代品，大家都忽略了這些替代品的安全性。例如，加拿大 Sherbrooke 大學教授丹尼根博士 (Dr. J. Dunnigan) 在他的“石綿替代纖維的生物學反應性”研究報告中指出，玻璃纖維也有生物學作用，而且有增大危險的報告出現，甚至如岩棉及聚醯胺纖維（如杜邦 KEVLAR），在動物實驗中也同樣有不良影響。[11]

從哈佛大學到世界衛生組織，許多學術界、科學界及公共政策組織都指出石綿防火建材及剎車來令每年拯救了無數計的人命，石綿管的灌溉用水及飲用水輸送，每年幫助中東及非洲數百萬人民免於飢荒。今日美國法院的判決證明了安全地使用石綿是正確的選擇方式，歐美先進國家正以一種修正後的眼光來觀看石綿，重新接納石綿製品。在重視環保和公共安全以及珍惜能源的今天，對於石綿這種天然資源應予肯定。過去由於“無知”而“濫用”石綿是不對的，今日因“誤解”而“拒用”石綿更是不對的，事實證明石綿在現代生活中是相當重要的，如“石綿剎車來令”確保剎車性能，避免車禍的發生；“石綿不燃建材”阻隔火災的蔓延，挽救我們的性命及財產。全世界、汽車已有百年歷史，均使用石綿剎車來令，在台灣、自日據時代至今，石綿瓦已有70

—80年使用歷史（如舊式火車站月台的頂棚），請問是否有消費者曾因使用這些石棉製品而罹患肺癌呢？參考文獻 2 WHO/IARC. Dr. B.T. Commins的統計證明了這個事實，所以一般大眾對於石棉製品的排斥與懼怕可說是反應過度了。

陸、石綿的騷動

最近美國名記者米契爾貝尼特 (Michael J. Bennett) 出版了一本書「石綿的騷動」(The Asbestos Racket)，詳細說明了因為拙劣體制的官僚政治，不正確的科學報告，誇大渲染的媒體報導，鼓勵興訟的貪婪律師，尋求暴利的拆除業者，加上過激主義者的恐慌及煽動，造成了全美國的「石綿歇斯的里症」，其情形有如禁酒法案 (Volstead Act 1919-1933) 一樣地誤導國家政策及浪費錢財生命等。貝尼特甚至諷刺性地說石綿事件也許是“本世紀最大的環保欺騙”，因其是政治化而不是科學化的環保決定。如今政府官員及科學家們都同意去除石綿是愚蠢、昂貴且危險的，但是大眾仍被蒙在鼓裏，不知石綿真相，也許是記者不願承認過去有關石綿的報導是錯誤的。[16]

貝尼特是一位新聞記者及政治評論家，1960年代為波士頓報記者，1970年代為職業安全衛生管理局(OSHA)國際發言人，1985年於底特律報 (The Detroit News) 的一系列有關石綿報導使他得到了報界最高獎賞，並且被提名為普立茲獎的候選人。柏克萊加州大學教授，也是前美國政治科學協會主席的 Dr. Aaron Wildavsky 說“貝尼特的優秀著作是探求事實真相的新聞業模範”。[15]

貝尼特於書中談及最早提出「一支石綿纖維致死」理論的歐文西里科夫博士 (Dr. Irving J. Selikoff)，西里科夫於1979年預估未來10年，每年因石綿致死將有40,000人，而1980年於記者會上他減為20,000人，1981年接受波士頓環球報 (The Boston

Globe) 訪問時，則改口說8,300人，到了1986年於「環境行動雜誌」(Environmental Action) 及「新聞週刊」(Newsweek 9月29日) 說“平均而言，建築物中的石綿危險是非常地微小，毫無疑問地，假如控制得當，石綿不需禁用”。[16-1]

爲什麼前後會有如此大的差異，其原因是西里科夫的研究對象是二次大戰時造船廠 (Patterson, N.J.) 的工人，當時是以青石綿及褐石綿作爲船體、蒸汽室、引擎室及船上管路等的絕緣用途，作業環境惡劣，工人暴露於完全沒有管制的濃厚石綿粉塵中，而且80%工人都有抽煙習慣（沒有濾嘴的香煙）。依據哈門博士等人 (Dr. Hammond et al) 1979 年的研究，一般抽煙者其肺癌致癌率爲不抽煙者的10倍，而石綿工人抽煙者爲非石綿工人不抽煙者的50倍。西里科夫的研究有三個最大的缺點，第一、忽略了抽煙這一重要因素的乘數效果，第二、對於白石綿、青石綿及褐石綿的不同危害程度未加以區分，犯了以偏蓋全的錯誤，第三、職業性暴露的研究結果並不能隨意被引用於非職業性的暴露（即消費者）。遺憾的是仍然有很多人相信他那未經科學界證實的理論，因爲毒性影響作用是由劑量（濃度及時間）×毒性所構成的，而一支纖維致死的劑量根本不爲科學界接受。美國國立衛生研究所 (National Institute of Health) 內，領導國家石綿研究計劃的愛德華蓋斯樂博士 (Dr. Edward A. Gaensler)，也是波士頓市立醫院肺功能實驗室負責人，1983年於哈佛的演講告訴波士頓環球報說“這三年來我沒有見過一個新的病例，石綿肺可說是一個已經消失的疾病”。

不只西里科夫的石綿研究遭到懷疑，到了1989年，甚至西里科夫的學歷及醫學資格也受到華盛頓時報(The Washington Times)的質疑。西里科夫自稱畢業於蘇格蘭皇家學院 (Royal Colleges of Scotland) 及澳大利亞墨爾本大學 (Melbourne University in Australia)，但是經記者求證該二校時，他們的書面回答均否認曾經於1941年授予學位，而西里柯夫對此事的答覆則是“因為在戰時”。[16-2]

其實任何物品，不正當的使用方式均會對人有害，如飲酒過量，造成肝癌，豈可倒果為因，指稱酒精是致癌物，就好像不注意作業環境，吸入過量石綿粉塵，造成肺癌，就說石綿是致癌物，對嗎？假如吸入過量的水泥粉塵、木屑塵埃或玻璃纖維，難道就沒害嗎？貝尼特談到即使健康食品也需限量，否則也是有害的，適量及正當的使用非常重要，就像水能載舟也能覆舟。此外，假如對任何致癌物的一點點暴露都不能接受，則許多可能含有致癌原的食物及海產都不能食用，如甲殼類之含砷，甚至可能致癌的烹調方式，如烘烤都要禁止，但是砷（砒素）也是人類良好健康飲食中，11種必需的基本礦物質之一種。誠如世界衛生組織的國際癌症研究中心所說的，最理想化是沒有任何致癌物存在環境中，但那是不可能的，人類應學習如何與危險共處，某些危險已存在千年以上，如意外事件、食物中毒，水火災難等，但愈了解它們愈能控制及避免這些災害。媒體及政府應正視這些問題的核心，人們必需科學地、理性化地來應對之，而不是無知地、情緒化地規避之。1986年國際勞工組織，職業安全衛生部門負責人喬

治凱許 (George Kleish)說 "我們必需與石綿共存，國際勞工組織無意禁用石綿，而是尋求如何減少衛生危害"。貝尼特呼籲政府不應相信過時無效的研究來制定石綿政策，影響幾百萬美國人的安全及衛生，更進一步地，應通過「公共質詢法案」(Public Inquiries Act)，來管理公共安全衛生法律的發展與制定，以使其切合社會的實際需求，並且能有效率地執行。

早於1978年，美國著名地質調查學家馬寇羅斯 (Malcolm Ross) 提出與西里科夫相反的論調，說明白石綿的危害性遠小於青石綿，而美國使用者95%為白石綿，他說 "假如庭園內少許蛇紋石礦粉塵會造成居民的疾病，則天會塌下來"。羅斯14年來致力於闡述石綿真相，盡力為白石綿辯白，使他飽受攻擊。1980年代礦物學家加入他的陣容，1980年後期，醫學科學家也贊成他的理論，所有科學家們都同意，暴露於白石綿、青石綿及褐石綿等不同石綿所造成的疾病其差異很大，不可一概而論。最明顯的一個例子是加拿大魁北克省白石綿礦區，自從1900年以來已生產4300萬公噸的白石綿，即使過去作業環境鬆弛，而且又居住於礦場附近，工人及家屬暴露機率較高，但是最近4個流行病學研究結果，指出並未有任何統計學上的顯著疾病。[21-1]1990年美國環保署承認錯誤的不必要石綿拆除，證明了羅斯的努力方向正確，使得羅斯得到1990年美國礦物學家協會的傑出公共服務獎[20]。日本明治維新時期啓蒙思想家的福譯諭吉曾在他的著作「勸學」裏說過 "在相信的世界裡，有很多偽詐；在懷疑的世界裡，反而有很多真理"。義大利伽利略因為不相信傳統的天文學說，而發現地球是繞著太陽旋轉，不是地球，而太陽才是宇宙的中心。

柒、生活上息息相關的白石綿製品

(a) 石綿密合墊片

主要用於防漏、止洩及耐溫等，如石化工業的原料輸送管路之防漏，以及汽車修護廠之修理包（引擎及化油器用）等。但美國消費者產品安全委員會（Consumer Product Safety Commission CPSC）要求禁用石綿於漆料及膠泥之事卻造成1986年挑戰者號的爆炸，奪去了七位人類精英的生命，過度關心安全反而造成死亡。這些石綿膠泥是用來製造O型環迫緊的填縫膠供太空梭使用，保護連接挑戰者號二個液態燃料火箭筒（BOOSTER）的關鍵性O型環迫緊，以抵抗太空梭排出的熾熱高溫。[16-6]

負責採訪美國國家航空暨太空總署（NASA）達15年之久的 CNN 記者約瑟夫群多（Joseph Trento）披露了事後調查真相，因為改用絕緣性較差的非石綿膠泥取代原有的石綿膠泥來製造O型環迫緊填縫膠。這些替代品原來被設計為噴射機用，不是火箭引擎用，缺乏石綿的良好絕緣性能，又發射前幾天，氣候異常寒冷，發射時，非石綿膠泥承受不了溫差的變化，發生龜裂，以致油料滲出引起爆炸。華盛頓特區美國大學的軍事偵察專家雷契遜（J. Richelson）說“原有的石綿膠泥已有50次的成功發射記錄，為何NASA拒絕採用之”。整個事作正如貝尼特於「石綿的騷動」一書中，所引述莎士比亞的話：為了一隻釘子而失去一雙鞋子。[15, 16]

消費者產品安全委員會的委員哈克曼（B.F. Hackman）

說“這個爆炸的事實是我們缺乏評估替代品安全性的資料”，但是諾貝爾物理獎得主，也是總統顧問團的首席科學家理查德·費曼（Richard P. Feynman）於1988年2月份「今日物理」（Physics Today）說“這個意外是管理階層與工程部門缺乏良好的溝通”，因為工程部門早已發現不良替代品沒有原先石棉膠泥的良好密封性，並且發出警訊，但是上層卻急於處理，而且原製造廠商 Fuller-O'Brien 公司也因 CPSC 的要求不再製造石棉膠泥。種種延擱釀成這個原可避免的悲劇，所以 CNN 的群多說這次技術失敗完全是由於政治因素而發生的。

(b) 石棉剎車來令

美國機械工程師協會（ASME）接受美國環保署委託，研究汽車及卡車更換非石棉剎車的可行性。其中一位專門委員阿諾·安德生（Arnold E. Anderson）曾任福特汽車研究總工程師30年，在他1989年的報告指出，從1982年至1986年，因為改用非石棉剎車來令，重型卡車的致命意外事故共增加約40%（每年增加9%），而且在報告期間增加14%，輕型汽車的事故則較少，因為在這段期間只有少數汽車更換為非石棉剎車來令。在安德生的呈庭證言中指出，以非石棉取代石棉的剎車來令會造成重大的危險。法院也認同之，並且於判決文中提及，不適當的剎車替代品反而會增加美國人所面對的風險。此外，環保署的證人承認用以替代石棉的許多非石棉纖維，也會導致吸入性癌症的危險，所以說非石棉剎車來

令不只安全有疑慮，而且非石綿纖維本身也有危害性。[14, 17)

歷年來，有關非石綿剎車來令所造成的交通意外增加率，請看參考文獻14-1之圖。美國機械工程師協會的報告指出非石綿剎車來令有如下之缺點：

1. 剎車平衡因氣候而變。
2. 不一致之性能。
3. 低溫時（冷車時）效率較差。
4. 剎車鼓易發生裂縫。
5. 剎車拖曳及溫度過高（特別是重型卡車及巴士）造成輪胎高熱磨耗以及剎車性能減弱而失去控制。

廠商們不止花費數百萬美元於開發非石綿剎車來令，而大都無效，而且這些替代品價格高出1-3成，維修費用也貴。另外數百萬美元也花費於因性能較差的替代品所造成的車禍意外賠償，包括車輛修理，受害者醫療，生產力喪失及訴訟費用等。[14]

(c) 石綿水泥建材

依據美國環保署自己的估計，計劃於未來11年內，花費600億美元來拆除73萬棟建築物內的石綿，而只能極救200條人命，平均每人3億美元。相對於聯邦疾病控制中心的估計(The Federal Center for Disease Control)，1992年預算12億4千萬美元來處理45萬個愛滋病患者，平均每人只有2萬7仟美元。環保署如此高昂的代價大為耗費國力，引起了美

國社會的質疑。其間經由1986年世界勞工組織在日內瓦通過了石綿安全使用公約，1987年哈佛大學的研究，1988年世界衛生組織在羅馬的會議以及1989年法國里昂世界癌症研究中心等等的報告，都肯定了白石綿製品因前述之「鎖定效用」(lockde-in)，所以對消費者沒有危險。

眼看美國人民深受無知的石綿恐慌所帶來的痛苦，包括對公共政策的疑惑以及痛心於不動產的折價等，莫士門博士等人 (Dr. B.T. Mossman et al) 挺身而出，發表專文於1990年元月份美國「科學」(Science)刊物上，指出現有的資料及危險評估顯示美國所有學校及建築物主要為白石綿，而在這種非職業性的環境中，並不會造成任何其他石綿相關疾病。歐洲共同市場對於不同型態石綿分別有不同規定，而美國卻一視同仁採取相同對待。政府其實不必花費大筆金錢從事無意義的石綿拆除，而且不適當的操作，反而會增加石綿濃度，危害拆除工人，「鎖定效用」早已確保建物石綿濃度低於容許暴露值 (0.2 f/cc) 幾千倍之多。莫士門博士的抨擊又如火花，點燃了全美一系列的討論，包括重新探討英國杜爾博士以往的研究；英國牛津大學的教授理查杜爾 (Sir Richard Doll) 是世界有名的流行病學家，最早發現抽煙與肺癌之間的關係。1985年杜爾領導英國衛生委員會 (British Health Commission)，經過三年的研究及公聽討論，結果為：石綿的危險並不大到需要拆除建物。杜爾說：“建物中的石綿危險可比喻為在一生中只吸半根香煙”。這些科學界的

反證使得環保署的石綿法令被置於公共政策的顯微鏡下。[21]

最後於1990年6月美國環保署署長威廉瑞里 (William K. Reilly) 也公開承認 "數百萬美元花費在不必要的石綿拆除工作上，而且又造成民眾無謂的恐慌及憂慮，政府及環保署對這些誤解必需分擔責任"。為改正這些石綿錯覺，環保署於同年9月7日發行12萬5仟冊刊物「適當地處理石綿」 (Managing Asbestos in place)，給建物業主有關石綿建材的操作及維修指南，說明了建材在良好狀況下，其石綿纖維不會游離出來，建物應予維持原狀直到改造為止。環保署於刊物前言提出五個重要事實 (FACTS)，希望能平息不當的石綿恐慌，第一個事實即說明 "到底吸入幾支纖維才會造成疾病仍未確定 (UNCERTAIN)" [12]，此外，於1988年華盛頓美國健康影響研究所，受美國國會及環保署委託成立的石綿研究計劃小組，也於1991年9月發表研究報告，其結論是「去除石綿是不恰當的」。該研究於3年內測試了全美許多棟的建築物，及數千個採樣點，包括商業大樓、公共場所大樓、學校及住宅區等，其數據顯示平均暴露值為0.00027f/cc，遠低於安全值甚多。[13-1]

(d) 石綿水泥管

過去10年內，於北美不同地區進行了15個流行病學研究，研究的結果經過托福博士等人 (Dr. Toft et al) 的驗證 (1984)，並且發表於世界衛生組織文件上 (1986)，這些報

告證明經由飲用水的攝食石綿與胃腸癌或其他癌症沒有任何關連。[10-1] 1987年世界衛生組織(WHO)於法國里昂的國際癌症研究中心，在「礦物纖維非職業性環境」研討會中，曾充分討論攝食石綿之事，WHO的環境衛生服務部門(Environmental Health Service)負責人華迪頓(J.J. Waddington)說"所有科學界一致同意，經由石綿管飲用水的攝食石綿對使用者沒有衛生危險"。美國國立科學學會(U.S. National Academy of Science, Washington D.C. 1982)及受英國環境部(U.K. Department of the Environment)委託的英國水質研究中心(Water Research Centre U.K. 1983)也報告：石綿管的使用不會提昇管內石綿含量，只有相當微量或幾乎為零的石綿纖維游離出來，其釋出量會因管流活動、水質、硬度及pH值等而略有變化，整體而言，石綿管的致癌性為零，消費者可安心使用。[24]

柯明斯博士(Dr. B.T. Commins)是世界著名的環境衛生專家，曾服務於世界衛生組織(WHO)，歐洲共同市場(EEC)，經濟合作發展組織(OECD)，聯合國兒童基金會(UNICEF)，北大西洋公約組織(NATO)，美國公共衛生服務(US PHS)及英國等醫學研究單位。1982年10月美國環保署於辛辛那提(Cincinnati)的「石綿攝食工作研討會」(Workshop on Ingested Asbestos)，柯明斯提出有名的報告「飲用水中的石綿纖維(Asbestos fibers in drinking water)」，其結論是"石綿管所釋出的石綿濃度很低，對人類衛生沒有危險，

過去已浪費不少時間及金錢在這主題，建議有關石綿管的爭論應予終止，研究方向應致力於其他國際環保問題上”。[24]

柯明斯指出水源中含有石綿是自然現象，有些因水源流經天然石綿礦區，每公升幾千萬支纖維至幾億支纖維是很平常的，有些來自工業排水，有些來自石綿管，有些來自大氣飄落，甚至雨水也會帶來石綿纖維。但即使是每公升100萬支白石綿纖維，其重量僅相當於 $0.005 \mu\text{g}/\text{l}$ （微克／公升），而每公升100萬支角閃石石綿纖維，其重量則相當於 $0.2 \mu\text{g}/\text{l}$ ，比起水中其他微量懸浮物更是微不足道。根據現有資料搜集自美國、加拿大、英國、荷蘭及德國，飲用水中的白石綿平均濃度為每公升20萬至200萬支纖維（直徑 $0.03-0.1 \mu\text{m}$ ，長度 $0.5-2 \mu\text{m}$ ），相當於 $0.001 \mu\text{g}$ 至 $0.01 \mu\text{g}/\text{l}$ ，角閃石石綿平均濃度為每公升10萬至50萬支纖維（直徑 $0.2-0.4 \mu\text{m}$ ，長度 $1-2 \mu\text{m}$ ），相當於 $0.02 \mu\text{g}$ 至 $0.1 \mu\text{g}/\text{l}$ ，在美國及加拿大石綿濃度超過每公升1000萬支纖維是常被發現，最高記錄為20億支纖維。另外，石綿纖維的良好過濾效果也被食品工業作為飲料濾清用，某些啤酒、軟性飲料、苦艾酒、葡萄酒及薑汁麥酒等的記錄為每公升60萬至6400萬支纖維。

看起來似乎很高的石綿濃度是否對人體有害呢？二項重要測驗否定石綿管的衛生危險，排除人們的疑慮。第一為毒理試驗：高劑量石綿攝食的動物實驗，最高達10% W/W石綿於老鼠的飲食中。1981年6月23日，美國國立環境衛生科學研究所（U.S. National Institute of Environmental

Health Sciences) 所作的大規模餵食實驗報告,其結果完全為陰性反應,物理學及生理學的解釋為胃腸管壁黏膜不易為石綿纖維貫穿,因其水樣體孔徑 (Aqueous pore size) 為 $0.004 \mu m$, 小於任何已知的石綿顆粒,但也許有穿透情形發生,其機率為一萬分之一至十萬分之一。第二為人類流行病學調查:美國及加拿大地區的飲用水石綿濃度較高,如魁北克省梯得福礦 (Thetford Mine) 的白石綿濃度高達每公升 1.72億至13億支纖維,以及美國康乃狄克州 (Connecticut) 歷經35年的調查 (WHO, 1991),但是都沒有任何確實證明顯示不良的衛生影響。某些地區石綿管的使用增加,而胃腸癌的比例反而下降。以一個人70歲壽命,每天飲水2公升,其石綿濃度為200萬支纖維,穿透率為一萬分之一,則一生中共攝食 $0.05 \mu g$ 石綿於體內而已。 $(70 \times 365 \times 2 \times 2 \times 0.005 \mu g \div 10,000 = 0.05 \mu g)$ 。(1 微克 μg 為一公克的百萬分之一)

除了上述的研究結果之外,柯明斯又指出石綿管的成本較低,而且比鑄鐵管輕,又不會腐蝕,而 PVC管的氯乙烯單體 (VCM)會釋出水中,為可疑的致癌物質。以柯明斯服務國際機構30年經驗的觀點及石綿管經濟上的觀點而言,他認為開發中國家因缺乏良質飲用水每天死亡25,000人,石綿管對第三世界國家是相當重要的,而且因為早期關心石綿管的安全性,使得石綿管是唯一經由嚴苛的檢驗,包括動物毒理試驗及人類流行病學調查,任何有關石綿管的研究都顯示沒有負面的衛生影響,沒有一種管材能像石綿管提出如此一張清

潔的衛生成績單。[22]

在美國法院的判決中，美國環保署也承認，不像吸入性的危害，經口攝食，並無證據顯示石綿具有危險。環保署同時也承認，其他的替代管材，如聚氯乙烯管（PVC 管）及韌鋼管（DUCTILE IRON PIPE）也會致癌。根據環保署自己的研究，反而攝食氯乙烯會有顯著的致癌危險性，可能造成每年死亡人數20人，遠超過石綿管禁令每年可能拯救的不到一條人命。而環保署估計，其石綿管禁令將以2億2仟萬美元拯救3條人命，平均每人7仟萬美元。如此不合理的成本及效益分析，被法院否決，法院准許石綿管繼續使用及製造。自從1931年以來，石綿管扮演了水源分配系統的重要角色，橫越全美國，共有超過30萬英哩長的石綿管仍在使用中，而且將因這次法院的判決而不予以汰換。美國已瞭解過去花了不少冤枉錢在錯誤的政策上，徒然浪費了許多寶貴的社會資源。[18]

全世界共有250萬公里長的石綿管，相當於繞地球60圈（赤道圓周40077公里）。依據柯明斯博士的統計，各國石綿管的長度如下表所示，長度為千公里，年度為第一次資料提供的年度。

國 家	長 度 千公里	年 度	國 家	長 度 千公里	年 度	國 家	長 度 千公里	年 度
美 國	560	1929	捷 克	47	1948	象牙海岸		1927
英 國	257	1928	希 臘	44	1929	賴比瑞亞		1927
義 大 利	125	1916	阿 根 庭	41	1925	迦 納	五國	1927
印 尼	99	1976	荷 蘭	30	1928	喀 麥 隆	共15	1927
印 度	97	1955	馬 來 西 亞	27	1967	瑞 士	12	1927
墨 西 哥	94	1926	巴 西	26	1939	津巴布章	11	1982
澳 大 利 亞	90	1926	比 利 時	20	1929	以 色 利	10	1960
南 非	90	1934	智 利	17	1937	丹 麥	10	1938
日 本	84	1932	紐 西 蘭	16	1938	瑞 典	6	1914
奈 及 利 亞	75	1920	奧 地 利	15	1930	科 威 特	6	1958
西 德	54	1930	貝 南		1927	塞 浦 路 斯	0.1	1978

參考上述數據，石綿管的使用是如此的普遍，反觀台灣，值此六年國建之際，大量財務用於支持各項建設，是否需要另外花費新台幣25億元來汰換現有的630公里石綿管呢？這一問題值得深思。同時應該考慮修改不合時宜的現行法令，准許石綿管使用於新換裝之飲用水管及其配件，以符合國家整體經濟利益的觀點。

捌、参考文献

1. Safety in the use of Asbestos. ILO Codes of practice. (1984)
2. The Significance of Asbestos and other Mineral Fibers in Environmental Ambient Air.
Dr. B.T. Commins WHO/IARC Lyon (1987)
3. Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens. (1985)
4. Asbestos and Other Natural Mineral Fibres. WHO. (1986)
5. Harvard University, Energy and Environmental Policy Center.
Summary of Symposium on Health Aspects of Exposure to Asbestos in Buildings.
Dr. John. D. Spengler, Dr. Haluk Ozkaynak, Dr. John F. McCarthy, Dr. Henry Lee. Cambridge, Ma. (1989)
6. A Scientific Update on Asbestos and Health.
Jacques Dunnigan Ph. D, Nola Katherine Seymoar Ph. D. ILO, Geneva. (1988)
7. The Reduction of Asbestos in the Environment. WHO, Rome. (1988)
8. Occupational Exposure Limit for Asbestos. WHO, Oxford. (1989)
9. Safety in the Use of Mineral and Synthetic Fibres. WHO, Geneva. (1989)
10. Non-occupational Exposure to Mineral Fibres.
IARC Scientific Publication No.90.
EEC Scientific and Technical Communication Unit Publication No.EUR 12068.
International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
Dr. J. Bignon, Dr. J. Peto, Dr. R. Saracci. (1989)

11. Biological Activity of Selected Asbestos Substitutes.

Sherbrooke University, Canada.

Dr. Jacques Dunnigan. (1990)

Biological Activity of Glass Fibres, Rock Wool & Aramid Fibres.

12. Managing Asbestos in place. USA EPA, TSCA. (1990)

13. The Asbestos Institute magazine. (Nov. 1991)

14. The Asbestos Institute magazine (May. 1992)

15. New Hampshire Business Review (1992)

16. The Asbestos Racket. Michael J. Bennett (1992)

17. Mechanical Engineering V. 112. no.3 (Marth) ASME (1990)

18. A/C Pipe Producers Association. Journal AWWA (Dec. 1991)

19.せきめんの素顔・日本石綿協会。(1988)

20. American Mineralogist, Volume 76. (1991)

Dr. Malcolm Ross.

21. SCIENCE Jan & March. (1990)

Dr. B.T. Mossman, J. Bignon, M. Corn, A. Seaton, J.B.L. Gee.

22. Pipes & Pipelines International. (1988)

Dr. B.T. Commins.

23. Report of The Royal Commission on Asbestos, Ontario, Canada. (1984)

24. Scientific and Technical Report. (1983)

Asbestos fibers in drinking water.

Dr. B.T. Commins.

BRAKES...

and repair shops, exposure levels well below 0.1 f/ml can be achieved, if straight forward work procedures are followed [1]. All brakelining manufacturing plants in the USA currently operate below 0.2 f/ml. Recent epidemiological studies show that at these levels of exposure, chrysotile asbestos can be used with no detectable risk to workers [2].

The EPA's risk assessment model was not based on brake industry workers, but rather on data from insulation workers using amphibole asbestos (chrysotile is used in brakes). In addition, the EPA did not undertake any reasonable analysis of the potential health risks of substitutes. Many asbestos substitutes are Class 2B carcinogens and as such require the same safety measures and dust control techniques as asbestos [3].

Safety of substitutes

Clearly, the EPA did not adequately consider the safety implications of using substitute brake linings. While the properties of asbestos friction materials have

been well documented over the past thirty years, there is very little knowledge of the performance characteristics and durability of its substitutes.

90% of vehicles on the road today have braking systems which were designed and developed for asbestos-based friction materials. Several of these car and truck brakes do not perform properly when different types of replacement brake linings are installed [4]. Some of the problems associated with the use of non-asbestos brake linings are:

- brake balance changes with weather;
- inconsistent performance;
- low cold effectiveness;
- increased brake drum fractures;
- brake dragging and overheating (esp. with heavy trucks and busses) resulting in tire failures and fires, and brake fade and loss of control [5].

Highway accidents and deaths due to brake failure have increased each year since the advent of non-asbestos brake linings. As a result, even though the ban has been rejected, it may add 100-1400 traffic deaths per year. [6]

Cost/benefit ignored

In its ruling against the ban of asbestos, the Court of Appeals chastised the EPA for "ignoring the cost side of the equation". The challenge for the regulatory agency is to balance the costs of its policies with its benefits. In its analysis of the brake issue, the EPA has clearly not done this.

Millions of dollars have been spent on developing and testing non-asbestos braking systems. Many of these systems have been subsequently rejected.

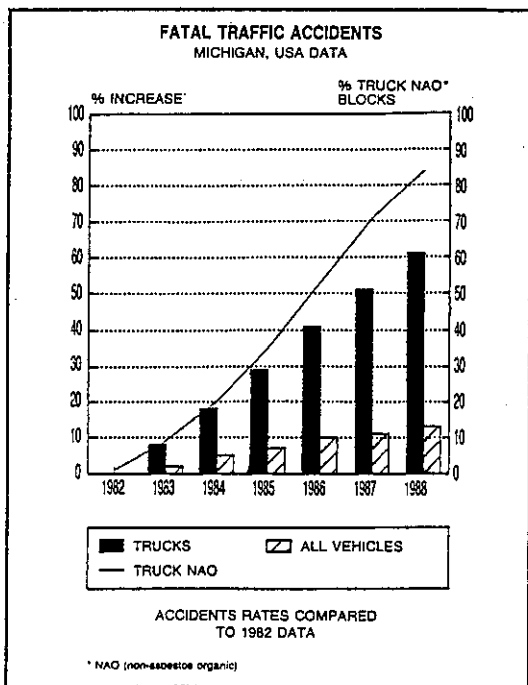
Substitutes are 10% — 30% more expensive and their maintenance costs are higher. Moreover, millions more will be spent as a result of accidents due to the inferior performance and safety of many substitutes. These costs include vehicle repair, victim hospitalization, lost worker production and litigation costs.

If the EPA had looked at the economics of its ban, it would have recognized that the ban of asbestos brake linings would result in the wasteful expenditure of millions of dollars. This is all the more appalling given that all evidence suggests that there are no health benefits and certainly no safety benefits of the ban. ♦

[1] NIOSH, *Control of asbestos exposure during brake drum service*, Appl. Ind. Hyg., 1989, 4(12), p. 313-319.
 [2] Newhouse, ML & Sullivan, KR. *A mortality study of workers manufacturing friction materials: 1941-86*. Brit. J. of Ind. Med., March 1989, 46:176-179.
 [3] Anderson, A. *Asbestos in Friction Materials, Memorandum to the Hon. L.M. Thomas, EPA Administrator*, 1988.
 [4] Flick, M, Radlinsky, RW & Kirkbride, RL. *The effect of aftermarket linings on braking efficiency*. Soc. of Automotive Engineers, Technical Paper #870267, 1987.
 [5] American Society of Mechanical Engineers, Experts Panel. *Analysis of the feasibility of replacing asbestos in automobile and truck brakes*, April 1987.
 [6] Anderson, A., Various technical papers and presentations.

CHOLERA...

numerous. A/C pipe is cheaper to manufacture, easier to install and maintain, and has superior longevity and performance characteristics. In addition, a review of epidemiological studies by the WHO concluded that "concentrations of asbestos in drinking water resulting from the use of A/C pipe do not present a hazard to human health". In light of its superior economic and performance characteristics, A/C pipe should play an important role in providing clean potable water in developing countries. ♦



The significance of asbestos in drinking water and the use of asbestos-cement pipes

by B.T. Commins, BSc, MSc, PhD, CChem, FRSC

Reprinted from PIPES & PIPELINES INTERNATIONAL September — October 1988

DR B.T. COMMINS, WELL KNOWN for his work in general and environmental health matters with such organizations as WHO, EEC, OECD, UNICEF and the UK's Medical Research Council, has published an updated edition of his important 1983 report *Asbestos fibres in drinking water* (reference STR1). The 1988 edition considers in detail the sources, measurement, concentrations found and health implications of ingested asbestos fibres in drinking water (whether naturally occurring or occurring as a result of water transmission by pipeline), including a particular section of importance to readers of this journal on the usage of a-c pipes. Briefly summarized, Dr Commins' conclusions are that (in the words of a WHO report): "generally the concentration of asbestos in drinking water resulting from the use of asbestos-cement pipes does not present a hazard to human health". Elsewhere, the author suggests that: "for all practical purposes, the controversy regarding this subject would seem to have ended and one can now conclude that the issue is a non-problem".

Interest in ingested asbestos was triggered by the discovery in 1973 of relatively high levels of asbestos fibres in Lake Superior,

the water supply for the City of Duluth, Minnesota, USA, and the concern related to the inhalation and ingestion of asbestos dust in occupational situations. Since that time a great deal of research has been undertaken to find out more about asbestos in drinking water and its possible health implications.

Since the publication of the first edition of the author's report in 1983, a number of valuable research studies have been reported which has allowed the assessment of the significance of environmental asbestos to be made in even greater depth: in fact, because of the existence of the recent data, it is now possible to be even firmer regarding the lack of any significant health risk associated with ingesting asbestos fibres in drinking water. Where possible the new publication attempts to define the technical and scientific terms used; it covers the worldwide scene and considers some implications for different parts of the world. Because of the more recent research findings, the report will be of special interest to water and pipe engineers and it should help to allay past fears regarding the presence of asbestos fibres in drinking water.

(Extract from Editorial, Pipes & Pipelines International, May-June 1988)

Copies of Dr Commins' monograph *Asbestos fibres in drinking water*, 1988, can be obtained from the address below.

Dr B.T. Commins
Commins Associates
'Pippins'
Altwood Close
Maidenhead
Berks SL6 4PP
UK
Tel: 0628-26038
Telex: 849462 TELEFAC G