

102年度研究計畫 IOSH102-A316

勞動部勞動及職業安全衛生研究所 IOSH102-A316



勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



勞安所研究報告

輪胎製造業職業安全衛生 調查研究

A Survey of Occupational Safety and Health
in the Tire Manufacturing Industry

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

ISBN 978-986-04-0673-3



GPN:1010300680
定價：新台幣200元

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

輪胎製造業職業安全衛生調查研究

A Survey of Occupational Safety and Health in the Tire Manufacturing Industry

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

輪胎製造業職業安全衛生調查研究

A Survey of Occupational Safety and Health in the Tire Manufacturing Industry

研究主持人：鐘順輝、莊坤遠

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 102 年 1 月 1 日至 102 年 12 月 31 日

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

中華民國 103 年 3 月

摘要

目前我國有六家主要之車用輪胎製造廠，僱用勞工人數約 9750 人。輪胎作業過程中所使用的原料包含天然以及合成橡膠、碳黑、硫磺以及化學藥劑等，碳黑為可能的人類致癌物 IARC 歸類為 2B，輪胎製造用原料為爐製碳黑，粒徑較細通常在 100nm 以下，製造過程中勞工可能暴露於正己烷、正庚烷、辛烷、甲苯與二甲苯等有機溶劑危害。

本研究首先針對國內外輪胎製造業的職業安全衛生現況與相關文獻進行收集與整理，建立輪胎製造業職業安全衛生診斷表，針對中部地區三家輪胎製造事業單位實施現場製程訪視，藉以了解國內製造廠之勞工作業現況，同時收集分析現場職業安全衛生危害因子評估。再針對現場可能產生勞工健康危害之因子，實施作業場所作業環境測定與成份分析。最後進行勞工自覺健康狀況問卷調查。

研究結果發現輪胎製造業主要災害以機械夾捲為主，作業場所粉塵與有機溶劑濃度均在容許濃度以下，甲苯的平均濃度可達 57ppm，勞工之自覺健康狀況以肌肉骨骼系統的症狀出現比例較高，且作業現場勞工與行政組比較有統計上的顯著差異，另外發現事業單位作業現場環境狀況與其規模以及管理有正向關連。

關鍵詞：輪胎業、作業環境、碳黑、粉塵

Abstract

There are six major car and truck tire manufacturers in Taiwan at the present time; they employ an estimated 9,750 workers, including foreigners. These workers may be exposed to dust from carbon black, natural and synthetic rubber, and sulfur and other chemicals. Carbon black has been classified by IARC as possibly carcinogenic to humans (Group 2B). The type of carbon black used in tire manufacturing is furnace carbon, the particle size of which is comparatively small, usually under 100nm. Workers may also be exposed to n-hexane, n-heptane, octane, xylene, and toluene.

In this study, domestic and overseas tire manufacturers' occupational safety and health status was surveyed. Then, an occupational health and safety checklist sheet for tire manufacturing was established. Three tire manufacturers in the central Taiwan area were inspected in order to understand their current OSH status and collect information on hazard factors. Manufacturing environmental measurement was carried out to determine on-site dust and organic solvent concentrations. Finally, questionnaires of the perceived health status of workers were collected.

The results showed that occupational accidents in tire manufacturing were caused mainly by mechanical crushing. The workplace dust and organic solvent concentrations were all found to be below the permissible exposure limits (PEL-TWA). The concentration of toluene in several workplaces was found to be as high as 57ppm. A higher ratio of manufacturing workers than administrative workers reported musculoskeletal system symptoms. Concentrations of hazardous chemical and dust concentrations in the workplace environment were lower for those manufacturers having a larger scale and relatively good management systems.

Key Words: Tire Manufacturing, Workplace Environment, Carbon Black, Dust

目錄

摘要.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	4
第三節 工作項目.....	4
第二章 現況與文獻回顧.....	5
第一節 我國安全衛生現況及文獻.....	5
第二節 日本安全衛生現況及文獻.....	8
第三節 美國安全衛生現況及文獻.....	10
第三章 研究方法.....	12
第一節 文獻收集及整理.....	12
第二節 現場製程訪視.....	12
第三節 現場危害因子評估.....	12
第四節 作業環境測定.....	12
第五節 輪胎製造業勞工健康問卷調查.....	16
第四章 結果與討論.....	18
第一節 輪胎製造現場狀況.....	18
第二節 現場採樣結果.....	22
第三節 現場作業環境測定.....	30
第四節 勞工自覺症狀調查.....	39
第五章 結論與建議.....	41
第一節 結論.....	41

第二節 建議.....	41
誌謝.....	43
參考文獻.....	44
附錄一 輪胎製造業職業安全衛生診斷表.....	46
附錄二 勞工自覺症狀調查問卷.....	52

圖目錄

圖 1 車用輪胎製造流程.....	2
圖 2 橡膠原料投入作業.....	23
圖 3 橡膠生料押出作業.....	24
圖 4 蓋膠作業.....	25
圖 5 裁斷作業.....	25
圖 6 生胎成型作業.....	26
圖 7 生胎噴粉作業.....	27
圖 8 生胎加硫作業.....	27
圖 9 輪胎檢查作業.....	28
圖 10 輪胎出貨作業區.....	29

表目錄

表 1 我國橡膠製品製造業受僱員工人數與分類.....	5
表 2 橡膠製造業職業災與媒介物之關係.....	6
表 3 橡膠製造業職業災案罹災人數與類型關係.....	6
表 4 事業單位災害狀況比較.....	7
表 5 中部地區輪胎製造廠主要使用之原料.....	8
表 6 輪胎製造業常用碳黑粒徑與編號.....	8
表 7 日本行業別職業災害發生狀況.....	9
表 8 類型別輪胎製造業災害傷害發生件數.....	11
表 9 標準品之檢量線方程式.....	16
表 10 高溫作業作息時間表.....	18
表 11 車用輪胎製造作業危害因子分析表.....	22
表 12 A 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 1.....	31
表 13 A 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 2.....	31
表 14 B 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果.....	32
表 15 C 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 1.....	33
表 16 C 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 2.....	34
表 17 A 公司碳黑作業現場粉塵測定結果.....	35
表 18 B 公司碳黑作業現場粉塵測定結果.....	36
表 19 C 公司碳黑作業現場粉塵測定結果.....	37
表 20 C 公司內胎製造作業現場粉塵測定結果.....	37
表 21 依事業別之受訪者基本資料.....	39
表 22 不同組別勞工之自覺狀態卡方檢定結果.....	40
表 23 不同事業單位勞工自覺症狀所佔比例.....	40

第一章 計畫概述

第一節 前言

輪胎為交通工具所必需之消耗品，作業過程中所使用的原料主要為碳黑〈Carbon black〉、橡膠(含天然與合成)、硫磺、製程油、二氧化矽、氧化鋅粉、纖維與金屬絲以及有機化學藥劑等，作業現場散布化學性有害因子如粉塵與有機溶劑，除了影響作業環境空氣品質外，長期暴露並可能造成勞工健康上的危害。加硫作業過程也會因為使用高溫爐，若作業現場的通風換氣設備效能不足，夏季時作業勞工可能會產生熱危害，本研究主要在於作業現場的職業安全衛生進行調查，另外針對各主要作業流程勞工分別進行自覺症狀調查。

參考台灣橡膠暨彈性體工業同業公會所公開的會員資料得知，目前我國有六家主要之車用輪胎製造公司，本研究以上述車用新胎製造事業單位為研究對象，其他如自行車內外胎製造工廠，使用過卡車胎的再生工廠等，並未納入本次研究對象。統計此六家從事汽車、卡車用新胎製造之事業單位勞工總人數約為 9750 人。國內車胎主要生產據點為彰化縣周邊，有正新橡膠工業股份有限公司、建大工業股份有限公司以及華豐橡膠工業股份有限公司，三家事業單位僱用勞工人數超過總數的一半。其次為以新竹縣為主要生產據點的南港輪胎股份有限公司以及台灣普利司通股份有限公司，泰豐輪胎股份有限公司生產工廠位於桃園縣。

勞動部勞動及職業安全衛生研究所指出，2007 年全國勞工暴露於化學物質人數達 205,499 人，比率为總勞工人數 (3,572,229 人) 之 5.8%；使用化學物質種類達 105 種。塑膠及橡膠製造業暴露有機溶劑人數有 19,964 人，僅次於塑膠製品製造業(20,445 人)、人造纖維、合成樹脂等三行業[12]。

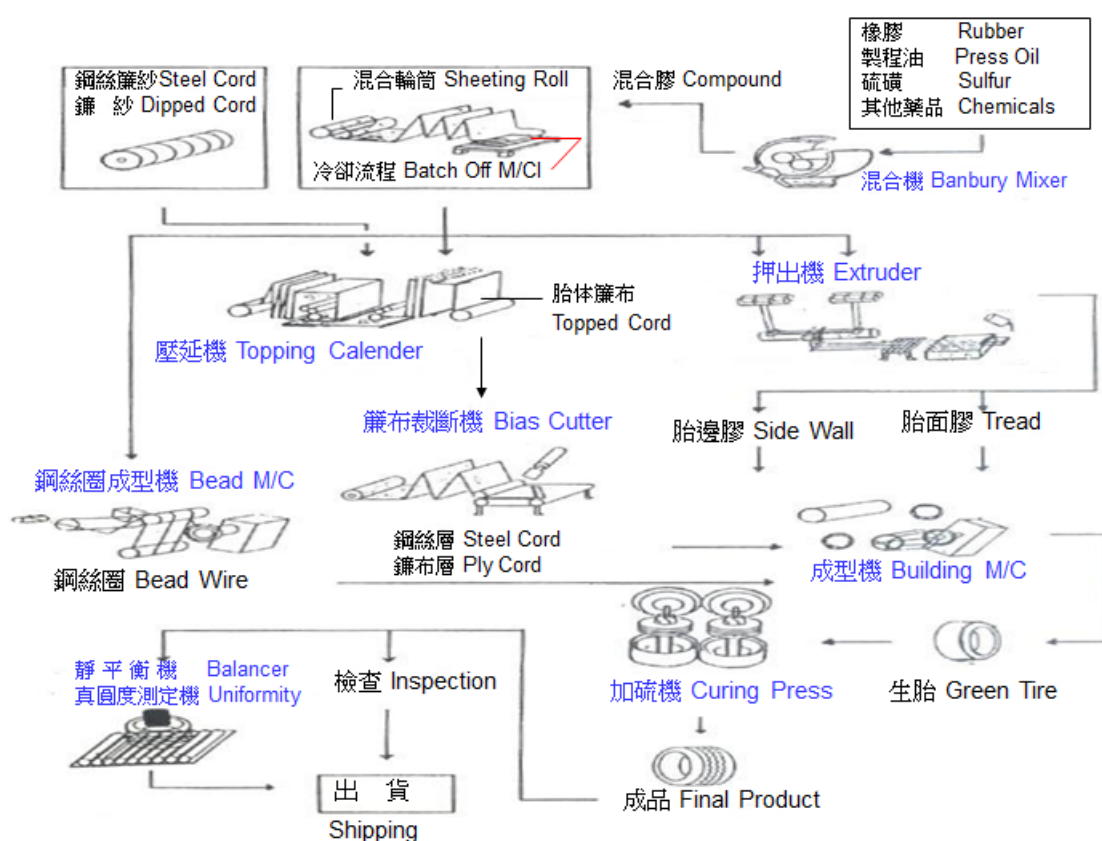
輪胎製造過程包含：精煉、膠部件準備〈擠出、壓延、胎圈成型、鑷布裁斷、貼三角膠條、帶束層成型〉、輪胎組合成型、硫化、最終檢驗、倉儲與出貨等階段。

精煉工作就是把碳黑〈carbon black〉、天然橡膠、合成橡膠、油、添加劑、促進劑等原材料混合在混煉機中，進行加工以生產“膠料”的過程。膠料的成分取決於輪胎使用性能，以及配套廠家以及市場的需求。此製造過程中若是設備沒有適當的集塵設備，以及沒有採取適當的作業場所清潔、清洗、勞工戴用適當的呼吸防護具、穿著

適當的工作服等作業管理，作業勞工將有較高的(化學性)粉塵的暴露風險。

生胎(green tire)成型過程中，將所需的橡膠部件以人工方式或半自動方式進行黏貼組裝，所需的膠部件都將被運送到「生胎成型」的作業區域製程，生胎成型製程是把所有的半成品在成型機上組裝成生胎，生胎製作完成後再經過檢查，準備運送到下一個階段的「加硫」製程。

生胎被裝到硫化機上，在模具裏經過適當的時間以及適宜的條件，硫化成成品輪胎。加硫作業是將已經成型的生胎加熱進行硫化反應，作業場所因為設置加硫機而使得現場的溫度升高，勞工通常一人同時負責多台加硫機的輪胎置入與取出作業，作業程度可歸納為中度工作以上，特別是夏天期間勞工的熱危害問題應該加以考慮。完成的輪胎即具備了成品輪胎的外觀圖案、字體以及胎面花紋等，輪胎隨後將被送到後端的檢查修整程序，若無問題則送入倉庫或是出貨。上述製程如下圖 1。



原圖為建大工業提供

圖 1 車用輪胎製造流程

輪胎製造所使用的原料依其用途與特性將有所不同，日本自動車輪胎協會調查指出，車胎製造所使用原料若以橡膠重量為 100 計算，將使用重量 42.3-52.0 的碳黑(Carbon black)，8.0-13.1 的有機溶劑，另外也將使用重量 7.0-22.8 的無機材料，如氧化鋅(Zinc oxide)、硫磺以及二氧化矽等[13]。

研究報告指出輪胎可能是放出環境致癌物[9]，輪胎熱分解可能產生多種化學物質，如丁二烯(Butadiene)，苯乙烯(styrene)，異戊二烯(isoprene)，乙烯基環己烯(vinyl cyclohexene)，二聚戊烯(dipentene) 等，為避免化學物質濃度過高，宜注意加硫作業現場的通風是否良好。丁二烯的健康危害效應有刺激眼睛、鼻子、抑制中樞神經系統，且是疑似致癌物，暴露的主要症狀如刺激感或麻醉等。苯乙烯可能造成疲倦、反應遲鈍、失去平衡、頭痛、暈眩、記憶力衰退、噁心、暴噪、注意力不集中、周圍神經系統失調等。異戊二烯(isoprene)的健康危害效應有，吸入或接觸到皮膚會引起刺激感，可能造成暈眩、眼花等。研究指出車胎製造業勞工可能暴露於正己烷，但進行實際作業環境測定後發現作業環境空氣中正己烷的濃度並未超過法定容許濃度[8]，正己烷可能造成皮膚與眼睛的刺激，皮膚暫時性的紅腫，也會由皮膚進入體內造成危害。研究亦指出早期輪胎製造業者使用含有 β -萘胺的橡膠抗氧化劑，與勞工罹患膀胱癌有顯著關聯，近年已經較為少見[10]。

橡膠製造作業場所中使用多種粉狀原料與有機溶劑，加上其特有作業樣態可能對勞工健康與身體機能產生負擔，本研究將製作簡易問卷用以調查勞工的自覺症狀，車胎製造所使用的原料除了橡膠之外，碳黑為主要的添加物質，推論作業環境中可能會有濃度不等的粉塵與有機溶劑，有必要了解輪胎作業環境空氣中粉塵濃度狀況、碳氫化合物種類與濃度，因此規劃本研究加以了解該行業作業環境現況。

第二節 目的

本研究之目的包括以下二點：

- 1.瞭解國內輪胎製造業現場職業安全衛生現況。
- 2.瞭解國內輪胎製造業作業場所現場環境有害物及勞工暴露濃度分佈情形。

第三節 工作項目

- 1.國內外輪胎製造業職業安全衛生現況相關文獻收集及整理。
- 2.輪胎製造業現場製程訪視及相關資料收集分析。
- 3.現場職業安全衛生危害因子評估。
- 4.輪胎製造業作業場所作業區域及個人有害物採樣與成份分析。
- 5.輪胎製造業勞工健康問卷調查。

第二章 現況與文獻回顧

第一節 我國安全衛生現況及文獻

輪胎製造業因生產過程多項作業程序需靠手工進行，因此可歸屬於勞力密集之傳統產業，在我國政府的勞工人數統計資料方面被納入橡膠製品製造業加以統計，如表 1。本研究調查國內現有六家大型車用輪胎製造公司僱用勞工人數(包含外籍勞工)大約在 9750 名上下，外籍勞工主要來自泰國、越南、印尼等三國。在安全衛生管理方面，因每廠僱用勞工人數多在數百人以上，依規定均有勞工安全衛生組織人員負責執行相關業務，制度與設備安全大致符合法令規定之基本要求。

表 1 我國橡膠製品製造業受僱員工人數與分類

年度	100	101
(888800)總計	34,670	34,797
(100000)主管及監督人員	4,849	4,755
(200000)專業人員	955	972
(300000)技術員及助理專業人員	2,629	2,787
(400000)事務支援人員	2,675	2,649
(500000)服務及銷售工作人員	76	115
(700000)技藝、機械設備操作及組裝人員	22,878	22,839
(900000)基層技術工及勞力工	608	680

資料來源:行政院勞工委員會

我國輪胎製造業的主要有害因子，在化學性因子方面為使用橡膠溶劑(含正己烷 5-8%、正庚烷 8-15%)、通用溶劑(含正己烷 7%、正庚烷 8%、辛烷 10%)、甲苯；橡膠軟化油、橡膠填充油等製程油，碳黑、硫磺、氧化鋅、硬脂酸鋅、二氧化矽等，如表 5。物理性有害因子主要為高溫與噪音，高溫主要發生在加硫作業區。作業時因取出、放置、移動輪胎等反覆作業，存在有肌肉骨骼傷害等人因工程方面的問題，主要在生胎成型、加硫、檢查與包裝等作業區。

在職業災害發生狀況方面，參考勞動檢查年報 2012 年全產業職業災害罹災人數為 11413 人，就橡膠製造業而言，每年罹災人數約 200 餘人，統計職業災害發生最主要媒介物是動力機械裝置，約佔將近半數。其次為其他設備、物質材料以及環境媒介

物也佔有很大的因素如表 2。其中物質材料包含危險物有害物，表示事業單位在處置使用危害物的管理方面仍有較多加強的空間。

表 2 橡膠製造業職業災與媒介物之關係

年度	總計(人)	動力機械(%)	其他設備(%)	物質材料(%)	環境(%)	其他類(%)
101	176	43.8	12.5	8.5	6.8	28.4
100	176	40.	17.0	10.2	5.7	26.7
99	222	42.8	21.6	12.2	3.6	19.8

資料來源:行政院勞工委員會[2]

在表 3 中顯示災害類型以「被夾、被捲」最多且佔將近七成，這可呼應上方表 2 所顯示「動力機械」與「其他設備」為媒介物的前兩項，應該在勞工安全衛生教育與訂定標準作業程序上加強，尤其是訂定機械設備異常狀態排除的標準程序亦相當重要。另外，「跌倒」也是主要的災害類型，可由加強作業現場的整理、整頓加以改善，現場訪視時也發現輪胎製造作業現場中，有不少場所的採光照明並非充分，地面也累積不少油污，這可能也是發生勞工跌倒職業災害的原因之一。

表 3 橡膠製造業職業災案罹災人數與類型關係

年度	被夾、被捲	被刺、割、擦傷	不當動作	跌倒
101	71	33	13	13
100	66	41	8	11
99	71	49	16	10

資料來源:行政院勞工委員會[2]；單位(人)

以常用的失能傷害頻率(FR)以及失能傷害嚴重率(SR)進行安全衛生現況比較時，可以看出本次研究對象的中部地區輪胎製造事業單位在失能傷害頻率以及嚴重率二者出現相當明顯的差異。整體而言，輪胎製造業與所歸屬的橡膠製品製造業的平均失能

傷害狀況看不出較大的差異，但是相較於製造業的平均值，就可以看出明顯嚴重許多，如表 4。雖然輪胎製造業與其他製造業或許在作業的方式以及使用的設備等特性不同，但是若以同性質的三家輪胎製造事業單位比較，規模以及管理體制較大者在安全衛生的被動指標上有較佳表現。就失能傷害嚴重率的計算而言，日本使用一千工時單位，我國使用百萬工時單位，損失日數計算與我國亦有較大不同，如死亡損失日數 7500 日，我國則用 6000 日計算，因此災害嚴重程度較難進行比較。但就失能傷害頻率來看，我國輪胎製造業的職業災害發生頻率較日本高出不少。

表 4 事業單位災害狀況比較

	失能傷害頻率(FR)					失能傷害嚴重率(SR)				
	製造業	橡膠製品 製造業	A 公司	B 公司	C 公司	製造業	橡膠製品 製造業	A 公司	B 公司	C 公司
101 年	1.19	3.51	1.99	9.70	4.42	130	275	63	2825	243
100 年	2.07	3.56	1.95	3.89	-	152	590	98	2607	-
99 年	2.21	4.38	1.94	-	-	177	437	41	-	-

本研究彙整中部地區輪胎製造廠所使用的主要原料如表 5，除天然橡膠與人工橡膠以外，主要粉狀原料為碳黑、(人造)二氧化矽、氧化鋅或硬脂酸鋅、硫磺等，可能還有促進硫化作用的添加藥品事業單位視為機密未能提供。液態溶劑方面主要有橡膠溶劑(內含正己烷與正庚烷)、通用溶劑(正己烷、正庚烷、辛烷)、甲苯、二甲苯等有機溶劑。

碳黑粉塵危害方面，因製造車用輪胎所使用的碳黑的粒徑可能相當小，詳細如表 6，因此增加了作業勞工粉塵危害程度。有關碳黑的特性與分級可參考 CNS2746 K1125 碳黑(橡膠工業用)，或是 ASTM D1765 - 13 (Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products) 相關規定[14]。

表 5 中部地區輪胎製造廠主要使用之原料

原料物質	製造廠		
	A	B	C
碳黑	*	*	*
硫磺	*	*	*
A 型鈦白粉 (二氧化鈦)	*		
二氧化矽	*	*	*
硬脂酸鋅		*	
氧化鋅	*		*
甲苯		*	*
橡膠溶劑(正己烷 5~8%、正庚烷 8~15%)		*	*
通用溶劑(正己烷 7%、正庚烷 8%、辛烷 10%)	*		
橡膠軟化油 No.3 (重環烷型基礎油)	*		
橡膠軟化油 No.1 (芳香基型基礎油)		*	
橡膠填充油 (礦物油)	*		

表 6 輪胎製造業常用碳黑粒徑與編號

類別	粒徑範圍 (nm)	英文名縮寫	ASTM 系統命名	中文名稱
1	11~19	SAF	N-168	超高耐磨爐製碳煙
2	20~25	ISAF	N-220	準超高耐磨爐製碳煙
3	26~30	HAF	N-330,326,339	高耐磨級爐製碳煙
4	31~39	FF	N-440	細粒子爐製碳煙
5	40~48	FEF	N-550	易押出級爐製碳煙
6	49~60	GPF	N-660	通用級爐製碳煙
7	61~100	SRF	N-774	半補強級爐製碳煙
8	101~200	FT	N-880	細粒徑熱裂碳煙
9	201~500	MT	N-990	中粒徑熱裂碳煙

建大工業提供

第二節 日本安全衛生現況及文獻

日本輪胎製造業(表 7)屬於大分類 E 製造業，中分類 19 的橡膠製品製造業，參考 2011 年 1 月統計資料得知，當時從業勞工人數為 13 萬 1 千 7 百人[4]。

在職業災害發生率方面，2011 年日本僱用勞工人數 100 人以上的製造業，職業災害頻率為 1.05，嚴重率為 0.08。雖然相較於全產業職業災害頻率 1.62、嚴重率 0.11 為低，但災害死傷勞工每 1 人平均的損失日數為 79.4 日，卻相較於全產業的 65.7 日高出一些，可以看出製造業災害的嚴重程度高於全產業。

橡膠製品製造業的職業災害頻率為 0.92，嚴重率為 0.28，死傷勞工 1 人平均的損失日數為 304.2 日來看，職業災害發生的嚴重狀況(平均的損失日數)又為製造業中最高的。小分類 191 的「輪胎與內胎製造業」的職業災害頻率為 0.51，低於橡膠製品製造業與全產業平均值，該統計未提供小分類的死傷勞工每 1 人平均的損失日數，由嚴重率 0.20 高於全產業 0.11，低於橡膠製品製造業的 0.28，可以推估職業災害的嚴重程度也屬於全產業中較高者。

表 7 日本行業別職業災害發生狀況

	頻率	嚴重率	每人平均的損失日數
全產業	1.62	0.11	65.7
E 製造業	1.05	0.08	79.4
19 橡膠製品製造業	0.92	0.28	304.2
191 輪胎內胎製造業	0.51	0.20	---

資料來源：厚生勞動省勞動災害動向調查(2011 年)

日本輪胎製造業所發生的職業災害，主要原因通常是機械設備防護不完全，與勞工疏於注意[6]，與我國近幾年輪胎製造作業所發生的職業災害相當類似，以下針對日本近年發生的三件案件進行討論。

案例一事發生在僱用勞工人數 300~999 名的事業單位中，因為輪胎加硫機發生高壓熱水洩漏的問題，在機器作業結束後進行異常狀況檢點，當兩名勞工將高壓熱水灌入加硫機測試洩漏的狀況時，因輪胎內側的金屬固定環片脫落高壓熱水噴出，輪胎急速膨脹而往上擠壓推擠兩名勞工，造成勞工一名燙傷，另一名因受到撞擊而受傷的事件。事故主要原因為加硫機上蓋開啟時不能灌入熱水的安全裝置被解除，金屬製固定

環片的耐壓強度雖然也註明於說明書上，而且此類異常確認的標準作業程序已經訂好，但是沒有被勞工確實遵守。再分析災發生的基本原因則在於勞工方面為缺乏危險意識，在設備方面則歸屬於防護與安全裝置的不充分。

案例二為勞工人數 1000 名以上規模輪胎的中大型製造工廠所發生的死亡災害，造成災害的機械為輪胎製造工廠很普遍的押出機，本件災害是勞工進入製造卡車輪胎的帶狀橡膠押出機內側進行作業準備時發生的。罹災勞工與作業主管將押出機停止進行問題排除後，作業主管離開後勞工進入押出機內側而遭夾捲於滾筒與輸送帶之間。勞工進入押出機內側前本應先將控制開關由自動改為手動，此災害發生時並未依標準照程序進行切換，原因可歸納為勞工安全衛生教育不充分與現場主管的巡視未落實。

案例三同樣為 1000 名勞工以上規模的製造廠，發生在製造巴士與卡車輻射胎的組裝成型機台，作業中發現成型機滾筒上的輪胎裡層有不良的部分，勞工想從滾筒上將其取出，勞工因為控制面板設置位置比較遠，而使用作業台上的腳踏停止開關將成型機動作停止，後將身體靠上滾筒欲將不良材料取出時失去平衡，此時勞工的腳因而脫離踏板開關，成型機開始運作，壓住輪胎用的壓條下降將勞工夾於滾筒之間，造成死亡災害。本案例同樣是勞工安全衛生教育訓練不充分，可實施教育針對勞工作業時尋求捷徑或取巧忽略的人為缺失加以預防，另外，若是可將控制面板移至較近位置，或是安裝不良品取出作業時的自動停止裝置，訂定處理異常狀況時的作業程序都可能避免災害。

第三節 美國安全衛生現況及文獻

美國勞動統計局資料顯示，全美國輪胎製造業勞工人數約為 53500 人，若是去除再製輪胎製造業，勞工人數為 46600 人。2012 年輪胎製造業發生 1 名勞工死亡職業災害，同年全美國職業災害死亡人數 4383 人，製造業勞工職業災害死亡人數為 1787 名。

2011 年輪胎製造業的非死亡職業災害率(incidence rates of nonfatal occupational injuries and illnesses)為 5.4，高於全製造業的 4.4，且造成勞工必須轉換工作或是殘留作業的限制(job transfer restriction)為 2.2 也較全製造業的 1.3 為高，可以看出美國的輪胎製造業職業災害的嚴重程度高於製造業的平均。

參考造成作業損失日數的非死亡職業災害案件發現如表 8，傷害類型以扭拉撕裂

傷最多，佔全部職業災害案件的近半數，其次為骨折、打傷挫傷、切割刺傷等，其他類型。

表 8 類型別輪胎製造業災害傷害發生件數

	總件數	扭、拉、撕裂傷	骨折	切、割、刺傷	打傷挫傷	腕道症候群	多重外傷或功能失調	其他
輪胎製造業	670	330	70	50	60	20	20	100
輪胎(不含再生胎)製造業	570	280	60	20	60	20	20	90

第三章 研究方法

第一節 文獻收集及整理

以資料蒐集法蒐集我國與日本等國輪胎製造業安全衛生現況，涵蓋安全衛生管理制度、職業災害發生狀況等，經整理後提出我國輪胎業勞工安全衛生改善建議。

第二節 現場製程訪視

由台灣橡膠暨彈性體工業同業公會之公開資料中，取得國內較大型車用輪胎製造廠相關資料，聯絡並選取中部地區三家主要製造事業單位之六處工廠進行現場製程訪視，蒐集車胎製造流程、使用原料、製造設備與作業現場環境條件（含化學性與物理性因子），建立輪胎製造業職業安全衛生診斷表，用於作業現場安全衛生管理制度與危害因子評估。

第三節 現場危害因子評估

以診斷表評估方式進行製造現場訪視、資料蒐集方式進行作業現場危害因子評估，訪視內容包含是否實施作業環境測定與其結果、局部排氣裝置或整體換氣裝置設置情形與效能初步評估、是否有噪音或高溫作業與其程度初步評估、勞工健康管理狀況、勞工使用防護具之狀況與適當性等進行初步評估，配合本研究進行之作業環境測定結果實施評估。訪視評估方法使用「診斷表」，配合直讀式儀器（TSI Dusttrak 8533 光學式粉塵計、Quest QUESTemp 32 綜合溫度測定器、CESVA SC160 噪音計與熱線式風速計等）逐項確認。

第四節 作業環境測定

以作業環境測定方式進行作業現場危害因子量化評估，本計畫預計實施 3 個製造工廠的主要製程作業場所之作業環境測定，採集作業場所 60 處環境樣本進行分析，測

定項目主要為粉塵濃度〈以採集可呼吸性粉塵為主，部分場所配合採集總粉塵〉或碳氫化合物，依作業現況選擇採樣測定種類。

作業環境測定採樣方法，可呼吸性粉塵依行政院勞工委員會採樣分析建議方法 CLA4001，總粉塵則採用建議方法 CLA4002。碳氫化合物則採用標準採樣分析建議方法 1905，使用 100/50mg 活性碳管為介質進行採樣，再使用 GC-MS 進行濃度分析。

1.材料與儀器設備

- (1)採樣介質：SKC 活性碳管（100 mg/50 mg）Anasorb CSC，Cat. No 226-01。
- (2)採樣幫浦：廣用流量 Gillian Gilair 5、SKC 224PCXR8；低流量 Gillian LFS-113DC、SKC 222-3。
- (3)旋風分離器套件：Gillian Cyclone & Cassette Holder Assembly Kit。
- (4)濾紙匣密封膜：SKC CELBAND
- (5)乾式流量校正器：Bios USA, DC-Lite
- (6)濾紙 (Pall Corporation, Low Ash PVC Membrane GLA-5000, 37mm, 5.0 μ m)
- (7)直讀式粉塵計(TSI Incorporated, DustTrak 8533)
- (8)直讀式空氣品質測定器：Critical Environment Technologies Canada Inc. YES AIR
- (9)精密電子天平（DENVER Instrument, MODEL: TB215D)
- (10)乾燥箱 (Satv, D67A)
- (11)玻璃小瓶：2 mL，備有聚四氟乙烯（PTFE）內襯的蓋子。
- (12)定量吸管和吸球：1 mL。
- (13)注射針筒：10 μ L
- (14)量瓶：10 mL。
- (15)氣相層析質譜儀：Thermo Scientific ISQ GC/MS
電子撞擊離子源：Electron-impact source (EI model)
層析管柱：J &W DB-1 (fused-silica capillary column 60m \times 0.25mm ID \times 0.25 μ m FilmThickness)
注入口溫度：200 $^{\circ}$ C
樣品注射量：1 μ L

Oven 溫度：40°C(1min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 120°C(2.5min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 250°C

2.採樣分析材料

(1)脫附劑：CS₂ 純度 $\geq 99.9\%$ (w/w)，Merck（層析級）。

(2)分析物：碳氫化合物（試藥級）。

正己烷：純度 $\geq 99.0\%$ (w/w)，Merck

正庚烷：純度 $\geq 99.0\%$ (w/w)，Acros

甲苯：純度 $\geq 99.8\%$ (w/w)，Merck

辛烷：純度 $\geq 98.0\%$ (w/w)，Alfa Aesar

鄰-二甲苯：純度 $\geq 99.7\%$ (w/w)，Merck

間-二甲苯：純度 $\geq 99.0\%$ (w/w)，Merck

對-二甲苯：純度 $\geq 99.8\%$ (w/w)，Merck

(3)氮氣。

3.採樣方式

(1)個人採樣泵連結活性碳管，進行採樣幫浦流量校正調整，採樣完成後再行流量測定確認流量。

(2)採樣泵流量：有機物採樣設定在 $100 \pm 5\%$ mL/min，可呼吸性粉塵與總粉塵之採樣流量調整為 $1.7 \pm 2\%$ L/min。

(3)以塑膠蓋封管，並以石蠟薄膜(parafilm)加封。

4.檢量線製作與品管

(1)加入已知量的標準品於盛有脫附劑的 1 mL 的小瓶中。

(2)配製 5 種不同濃度(0.02 mg/L、0.05mg/L、0.08mg/L、0.15 mg/L、0.20 mg/L)，以建立檢量線(表 9)。由於本研究是利用個別之試藥級藥品進行配置濃度，其個別化合物之配製濃度因其比重不同而無法取得整數，故本研究之檢量線配置濃度僅表示到小數點第三位。

(3)將樣品標準溶液與試藥空白樣品一起分析。

(4)檢量線之濃度範圍應包括待測樣品的濃度，檢量線的線性相關係數(r) ≥ 0.995 以上，結果如表 9。

(5)為確定檢量線的可靠性，本研究配置 0.1 mg/L 重複分析六次(以甲苯為例:0.11773 mg/L)，參考行政院勞工委員會公告之「作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序(第三版)」，品質管制樣本分析結果數值的偏差應≤10 %。

$$\text{相對誤差(Relative Percent Deviation, RPD)} = \frac{|\text{量測濃度} - \text{配置濃度}|}{\text{配製濃度}} \times 100\%$$

(6)方法偵測極限 (Method Detection Limit, MDL)

- a.準備試劑水(CS₂)，CS₂ 中不得有待測物或干擾物之干擾（即待測物或干擾物之濃度應低於 MDL）。
- b.於 CS₂ 中添加待測物配製成 7 個待測樣品，使其濃度為預估 MDL 之 1 至 5 倍。
- c.分析 7 個待測樣品（分析步驟與檢測方法中待測物之分析步驟完全一樣），並將測得之結果依檢測方法規定之計算方法求得濃度。
- d.如下計算 7 次測定值之標準偏差 S：

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n - 1}$$

其中：X_i = 待測樣品之個別測定值

\bar{X} = 待測樣品測定值之平均值

n = 測定次數 (7 次)

如下計算方法偵測極限 (MDL)：

$$MDL = 3 \times S$$

e. 濃度計算

$$C = \frac{(W_f - B_f + W_b - B_b) \times 10^3}{V}$$

其中：

C：空氣中有害物濃度(mg/m³)

V：採集氣體體積(L)

W_f：前段活性碳所含分析物之質量(mg)

W_b：後段活性碳所含分析物之質量(mg)

B_f：現場空白樣品前段之算術平均質量(mg)

B_b：現場空白樣品後段之算術平均質量(mg)

註：如(W_b) > (W_f/10)即表示破出，樣本可能損失，將於報告中註明。

表 9 標準品之檢量線方程式

有機物	檢量線方程式	R ²	RPD (n=6)	MDL (µg/L)
甲苯 (Toluene)	Y=8859882721.83x-10758509.21	0.995	4.9±2.0	6.4
鄰-二甲苯 (o-xylene)	Y=1587141487.69x+98464697.03	0.995	5.7±1.5	8.2
對-二甲苯 (p-xylene)	Y=7821431246.32x-144572379.50	0.995	3.7±2.1	9.5
正己烷 (n-Hexane)	Y=2659792315.21x-434158546.67	0.996	2.3±1.2	4.4
正辛烷 (n-Octane)	Y=175359779.72x+21266143.37	0.995	5.4±2.8	6.5
正庚烷 (n-Heptane)	Y=259888385.82x-6290563.60	0.997	6.7±4.6	7.8

第五節 輪胎製造業勞工健康問卷調查

本研究使用之「輪胎製造工廠員工健康狀況評估問卷」依本項製造業所使用之原料、現場環境狀況，並參考勞工健康保護規則相關作業勞工特殊體格及健康檢查紀錄設計製作，問卷分為七部份，第一部分為研究對象勞工的基本資料，調查內容包括姓名、性別、出生年月日、身高、體重、教育程度等、工作年資、工作時間與健康檢查實施情形。第二部分為勞工的既往病史調查，以心臟、呼吸、皮膚、內分泌、腎臟泌尿、肌肉骨骼等系統相關疾病，以及是否長期服用藥物為內容，用以了解勞工健康狀況。第三部分為生活型態習慣，包括抽菸習慣、嚼檳榔、喝酒等三項生活習慣調查，第四部分為自覺症狀調查，為本次研究之主要目的，包括心臟血管、神經、呼吸、皮

膚、內分泌、腎臟泌尿、消化、聽覺與視力，以及肌肉與骨骼系統之相關症狀。第五部分為勞工的工作概況，包含主要的工作業內容，作業經歷與作業時間方式等，第六部分為作業時的個人防護措施，第七部分為有害因子暴露調查，包含是否暴露於粉塵、有機溶劑、高溫、噪音等物理化學因子。

第四章 結果與討論

第一節 輪胎製造現場狀況

本研究以中部地區大型輪胎製造廠為現場訪視研究對象，6月28日首先辦理A公司總廠之現場訪視，總廠作業區之整理整頓等管理有一定程度以上，勞工人數約2800餘人，大多工作區上班時間採三班制，只有少部分（例：投料混合區）為二班制。主要作業為接收同公司溪州分廠所生產的橡膠生料生產車用輪胎，現場有害因子為有機溶劑與高溫，訪視當日為晴天，上午10:00至12:00間外界的氣溫在32.7°C至33.1°C之間，相對溼度60%上下，當時在該廠加硫作業區所測得之綜合溫度熱指數(WBGT)在29.3°C前後。有機溶劑方面以組裝成型區的VOC較高，測值達8ppm，其餘如簾布上膠、噴粉、加硫與修補等作業區的VOC測值均在1ppm前後。

7月1日上午辦理B公司大村總廠之現場訪視，B公司大村廠廠勞工人數約800餘人，其中包含外勞泰國籍約180人，越南籍20人，印尼籍14人，輪班情況依作業區不同有三班制也有兩班制。大村廠有完整的車用輪胎生產線，主要接收同公司花壇廠所生產的橡膠生料再加以製作，現場有害因子為高溫與有機溶劑。訪視當日為晴天，上午10:00至12:00間外界的氣溫在33.0°C至34.1°C，測得該廠加硫作業區綜合溫度熱指數(WBGT)為31.7°C，雖本作業不屬於高溫作業勞工作息時間標準所列舉之適用作業如表10，仍建議宜進行作業現場的溫濕控制或是鼓勵勞工休息，以避免勞工產生熱危害。

表 10 高溫作業作息時間表

時量平均綜合 溫度熱指數值 °C	輕工作	30.6	31.4	32.2	33.0
	中度工作	28.0	29.4	31.1	32.6
	重工作	25.9	27.9	30.0	32.1
時間比例每小時作息	連續作業	25%休息 75%作業	50%休息 50%作業	75%休息 25%作業	

另外，有機溶劑方面以備料出料區與拌糊間VOC較高，前者測值達25~30ppm，

後者則有 15~20 ppm，拌糊作業採用機器自動攪拌方式，作業勞工於其隔壁工作室進行調糊與秤重等作業，其餘裁紗、鋼線、成型等作業區直讀式儀器 VOC 的測值最高多可達 8 ppm 前後，將列為實施作業環境測定之對象。

同日下午進行 B 公司花壇廠的訪視，現場勞工人數約 70 餘人，主要作業是將碳黑、天然橡膠、人工橡膠、其他原料及配方藥品等，在此廠進行混練製造生膠原料，再送至同公司的大村廠進行輪胎製造。該廠在物料的整頓尚稱整齊，但因現場投料混合的關係，粉塵散布與堆積情形嚴重，可加強作業場所特別是投料作業區的清掃與清潔工作，投料作業區雖然混和設備上裝有集塵裝置，但仍可發現碳黑自動入料時由其他原料的投入口逸散出碳黑粉塵，作業人員多戴用平面式活性炭口罩，但鼻樑與顏面之間縫隙不小，將影響防護效果。

在投料區樓下一樓的生料押出區，勞工處理已混和合成膠狀的，以滾筒押出為平面橡膠生料並裁切成為條狀，由輸送帶送至風扇冷卻區，現場有高溫與粉塵危害。

7 月 15 日辦理 C 公司員林廠與雲林廠訪視，該公司員林廠勞工人數約 980 人，包含外勞泰國與越南共約 200 餘人、菲律賓 5 餘人。輪班情況大多採二班制，部分加班 2 至 3 小時。現場有害因子高溫、粉塵及有機溶劑。訪視當天上午 10:00 至 12:00 間外氣的氣溫在 30.1°C 至 31.2°C，該廠加硫作業區綜合溫度熱指數(WBGT)為 31.2°C，二樓的內胎加硫區所測得之 WBGT 亦為 31.2°C。

針對於作業現場高溫之狀況分析，各廠所測得之各別黑球溫度與乾球溫度值差異均不超過 2°C，顯示輻射熱影響並不直接，而作業現場之氣溫已經受到相當多具的加硫機所影響而升高，A 廠之 WBGT 較 B、C 廠為低，其廠內作業區乾球溫度高於室外氣溫 1°C 以內，而 B、C 廠的加硫作業區乾球溫度與黑球溫度均高於外氣溫 5~6°C，使綜合溫度熱指數偏高。因此評估加強作業場所通風效能，相較於進行輻射熱源遮蔽而言，效果會較為顯著也比較可行。

有機溶劑方面在車胎內胎的胎嘴組裝工作區內以直讀式儀器測得 VOC 濃度達 38.62 ppm（甲苯），勞工雖有定期接受健康檢查，不過還是要注意作業現場的通風換氣，以及採取防止有機溶劑逸散的措施。在該廠內胎作業區內有使用的滑石粉，產生粉塵方面的問題。

C 公司雲林廠由生料製造、組裝成型、加硫到測試檢查，有完整的車用輪胎生產

線，勞工進行碳黑進料、投料作業時有粉塵的暴露，與其他工廠同樣的在胎皮噴膠、組裝成型作業時，勞工有有機溶劑暴露的危險。8月19日下午實施A公司溪州分廠的現場訪視，該廠有碳黑入料區有兩位勞工負責作業，投料混和設備同樣裝有集塵設備，現場的清潔度高於其他工廠。落實作業現場清掃、清潔應可減少勞工的粉塵暴露。

本研究使用草擬修正之「輪胎製造業職業安全衛生查核表」試行事業單位現場查核，鑒於本研究並非勞動檢查，因此管理面部分以勞工安全衛生管理人員訪談方式記錄，現場部分則由研究人員實際於現場所見加以記錄。

在管理方面發現以下5項目可再加強。

- 1-6 是否僱用外籍勞工並有外文物質安全資料表 (MSDS)
- 5-2 是否提供正確的個人防護具種類與型式。
- 7-3 是否建立適合事業單位之職業安全衛生管理系統
- 7-4 針對製程作業改變時，是否評估職業災害風險，並採取適當預防措施
- 7-5 是否訂定緊急狀況預防、準備及應變之計畫，並定期實施演練。

在作業現場方面，發現以下11項目未落實的狀況較多。

- 2-1 作業時可能會接觸導電體時，是否設置防止感電之護圍或絕緣被覆。
- 2-2 設置漏電斷路器。
- 5-6 對於轉動、傳動之機械設備，是否裝置防護設備並設置明顯標誌之緊急制動裝置。
- 6-1 工作場所之通道、地板、階梯，是否保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷之安全狀態。
- 7-4 僱用外籍勞工時，輔以外文標示。
- 7-5 作業現場中是否放置MSDS，並定期更新與記錄。
- 7-6 僱用外籍勞工時，現場是否有外文MSDS。
- 8-2 局排可有效的捕集污染物。

9-3 是否設置休息室並保持清潔。

9-4 作業場所是否禁止飲食或吸菸。

10-2 個人防護具的佩戴方式是否正確。

第二節 現場採樣結果

輪胎製造作業場所主要之危害為機械設備的捲夾以及粉塵、有機溶劑的暴露，其他也可能發生搬運重物與重複性動作造成之肌肉骨骼傷害，物料倒塌壓傷、堆高機撞擊與墜落災害。經過現場訪視與事業單位安全衛生人員訪談，將事業單位提供之製程危害因子整理如表 11。

表 11 車用輪胎製造作業危害因子分析表

製程名稱及內容	可能的危害因子與狀況
原料搬運與儲存：自貨櫃卸貨及儲存	安全方面：倒塌及碰撞事故 衛生方面：呼吸危害
混合工程：將橡膠原料、硫磺、碳黑、氧化鋅、其他藥品投入混煉機混合	安全方面：被夾、被捲、車輛事故 衛生方面：肌肉痠痛、呼吸危害、噪音聽力危害
押出工程：將胎面膠及內面膠押出成形，送至成型區組配	安全方面：捲入、燙傷、壓傷 衛生方面：有機溶劑暴露、聽力危害
蓋膠工程：將膠料覆在簾布上成為簾紗	安全方面：捲入、燙傷、壓傷 衛生方面：聽力危害、有機溶劑暴露
裁斷工程：將簾紗依規格不同裁成不同角度及寬度	安全方面：割傷、夾傷、壓傷 衛生方面：有機溶劑暴露
成型工程：將輪胎各種材料組合成生胎	安全方面：夾傷、壓傷 衛生方面：有機溶劑暴露
噴粉工程：將成型後生胎噴上內外粉	安全方面：夾傷、壓傷、火災危險 衛生方面：有機溶劑暴露
加硫工程：將噴粉完成後之生胎置入模具內加熱，完成後即可產生輪胎形狀	安全方面：燙傷、夾傷、壓傷及眼睛危害 衛生方面：吸入熱氣及蒸汽危害、熱危害、肌肉骨骼
檢查及包裝工程：將加硫後輪胎實施外觀修剪溢料風鬚以及實施外觀檢查後包裝	安全方面：眼睛危害、割傷、壓傷 衛生方面：疲勞、肌肉骨骼
倉儲及出貨：包裝後輪胎送入倉庫存放，需出貨時再運至貨櫃台出貨	安全方面：碰撞、倒塌、扭傷 衛生方面：肌肉骨骼、吸入移動車輛廢氣

針對與上表所述之危害因子與狀態，為了降低風險所能採取的管理改善措施像述如下。

1. 膠料混練工程：膠料混練工程是將橡膠原料、硫磺、碳黑、氧化鋅以及其他藥品投入

混煉機加以混合的作業如圖 2



圖 2 橡膠原料投入作業

此作業過程中的安全衛生危害狀態與因子討論如下：

- (1) 在投料區可能因為採光照明不足導致勞工發生機械夾、捲之危害。
- (2) 原料及半成品以堆高機運送作業期間，可能造成之車輛人員事故的風險。
- (3) 作業時勞工需要將原料搬上混鍊機的輸送帶，長期搬運重物可能會產生骨骼肌肉傷害或痠痛等症狀。
- (4) 投料區域容易發生粉塵飛散的問題，勞工吸入大量粉塵可能造成呼吸系統、心臟血管系統傷害與皮膚方面的異常症狀，現場噪音亦可能造成勞工聽力危害。

上述危害狀態與因子的改善方式，建議如次：

- (1) 增設勞工作業場所之照明燈具設備，或是增加照明設備的清潔維護頻率，藉此提高作業場所的照度。
- (2) 訂定堆高機安全的守則並使勞工確實遵守，在所有高度超過 2 公尺的作業台設置護欄等防止勞工墜落的設施。
- (3) 滾輪機及轉動部位設置護罩、安全絆索及緊急開關。
- (4) 以機械搬運原料上投料機的輸送帶來取代人力搬運方式。
- (5) 適當調整集塵裝置的捕集風速，或於投入口加設蓋板防止粉塵飛散，提供勞

工適當之呼吸防護具與聽力防護具。

2.膠料押出工程：將胎面膠及內面膠押出成形，等待送至成型區進行輪胎組配如圖 3。

此作業過程中安全衛生方面的危害，如入料作業時，勞工的手部有可能遭到捲入之虞，在出料區作業時勞工的手部則可能有被燙傷及壓傷的風險。胎面膠噴塗布作業時勞工可能吸入有機溶劑，另外在烘乾區的噪音可能超過 85 分貝，必須注意勞工的聽力是否可能受到傷害。



圖 3 橡膠生料押出作業

在安全衛生改善措施方面，可在入料口設置安全拉繩及緊急開關，轉動機件可能造成夾捲意外的部位應設置護蓋。噴塗作業區應設置局部排氣裝置並確認其效能，可準備口罩及耳塞提供人員使用。

3.蓋膠工程：將膠料覆蓋在簾布上成為簾紗膠料如圖 4。

此處作業中使用滾輪及壓延機有可能造成勞工捲入及燙傷，另外固定式起重機作業時有物體撞擊或飛落壓傷勞工之虞，噪音可能超過 85 分貝。為避免危害，在滾輪機應設有安全護柵、絆索或是緊急開關；轉動部位應裝設護罩；起重機吊掛作業依安全守則作業。在噪音控制方面可落實機台潤滑保養，或是配發耳塞等方式保護勞工聽力。



圖 4 蓋膠作業

4.裁斷工程：將車胎用簾紗依不同規格要求，裁剪成不同角度及寬度如圖 5。

勞工有遭到裁刀割傷的危險，使用起重機吊運物件可能撞傷、壓傷勞工，轉動機件可能使勞工發生夾捲、壓傷的風險。為了降低風險，應在裁刀可能危害勞工處設護蓋，維護機械時應確實先行斷電、採取上鎖或標示等措施，避免因機械意外作動傷及勞工或是造成勞工感電危險。另外，勞工應遵守起重機操作安全守則，轉動機件可能造成夾捲部位也應設置護罩等。



圖 5 裁斷作業

5.成型工程：將輪胎各種材料組合成為生胎的手工作業如圖 6。

在更換材料或是排除問題時可能因誤觸動作鈕而使機械意外作動造成勞工被捲、被夾或是壓傷，嚴重時亦可能造成勞工死亡災害，以台車搬運作業可能發生夾傷，在更換模具時可能有壓傷的危險。在勞工衛生方面，當發生異常粘膠問題時必須使用溶劑油進行撥離，勞工可能吸入溶劑危害健康。



圖 6 生胎成型作業

危害控制方面，可在成型機加裝光電開關，人員在其範圍內無法切換為自動僅能使用手動模式。為避免勞工吸入過多有機溶劑，可以要求成型作業勞工以小油壺分裝當班足夠的溶劑油的使用量。

6.噴粉工程：在成型後的生胎上噴上內、外粉如圖 7。

生胎及台車搬運過程中能發生勞工被夾、壓傷的危險，作業亦有發生火災之虞，外粉糊料中含有機溶劑，於噴塗作業中勞工有吸入有機溶劑的危害。可以規定勞工一次只推一台車，作業區內安裝自動滅火器並落實嚴禁煙火管理，設置局部排氣裝置以及水洗塔，必要時配發活性炭濾毒面罩並要求勞工確實配戴。



圖 7 生胎噴粉作業

7.加硫工程：將噴完粉的生胎置入模具內加熱，完成後即可產生輪胎形狀如圖 8。

因為模具溫度高達 160 度，有燙傷勞工的危險，CV 輸送輪胎時有夾傷、撞傷勞工的危險，模具保養區有壓傷及異物飛入眼睛危害。在職業衛生方面，勞工有吸入熱氣及蒸汽危害，於夏季作業時因作業現場高溫可能會有熱危害。



圖 8 生胎加硫作業

危害控制方面，可在所有高溫模具及管路安裝保溫袋等設施，於 CV 轉動部位設置護蓋，於模具保養區配置安全鞋及安全眼鏡供勞工使用。可裝設熱氣收集裝置將熱氣集中排至大氣，並注意作業現場之通風換氣狀況改善設施效能。

8.檢查及包裝工程：將完成加硫後之輪胎實施外觀檢查並修剪溢料風鬚如圖 9。

此作業過程勞工可能因修剪時風鬚濺入眼睛，修剪時可能遭刀具割傷，搬用時被棧板壓傷等安全問題，檢查區照明達 1000LUX，容易使勞工眼睛產生疲勞感。可要求勞工作業時配戴安全眼鏡，或是製作專用修剪刀來降低勞工的風險。另外，均勻調整作業場所的輝度分布，避免產生眩光，並適度調整照度。



圖 9 輪胎檢查作業

9.倉儲及出貨：輪胎包裝後送入倉庫存放，需出貨時再運至貨櫃台出貨如圖 10。

堆高機及大貨車於廠區移動時可能發生人員碰撞的危險，另產品堆放過高或不整齊則可能有倒塌危險。裝櫃人員長期以重複動作搬送輪胎則可能出現肌肉骨骼問題或是扭傷腰部等問題，於夏季時勞工於貨櫃內堆放貨品可能產生熱危害，勞工吸入柴油堆高機於倉庫及貨櫃台作業時所排放廢氣的問題。

建議於廠區道路實施限速 15km/hr，室內 5km/hr，並且實施產品堆放限高。堆高機活動作業之區域出入人員(包含堆高機駕駛)需穿著反光背心，確保堆高機之倒車蜂鳴器與探照燈的功能正常，另外在廠區主要道路上規劃供勞工行走的人行道與斑馬線，

於轉彎處或是廠房出入口設置廣角鏡，提供勞工與工作車輛駕駛人員確認之用。在減少堆高機廢氣排放方面，建議可逐步改用電動堆高機，同時落實堆高機的機件保養。



圖 10 輪胎出貨作業區

以上將車用輪胎製造廠中各階段作業之危害進行初步評估，並提供相關建議事項。整體而言，廠區中進行原料與物料搬運與儲存作業時，特別是自貨櫃或是板車卸貨時，勞工應注意上下車安全以避免墜落意外，原料、物料堆疊或是取貨時倒塌以及堆高機碰撞事故亦容易發生於廠區各作業場所，事業單位應該針對特定區域與危害進行防災管理。勞工進行吊運處理粉狀原料（如碳黑等）作業時，也應特別小心以避免損壞太空包造成洩漏使揚塵危害勞工健康。廠區瀰漫有機溶劑與橡膠氣味，可增加局部排氣裝置的吸氣效能，並使用空氣清淨處理裝置處理後排放室外，以降低廠內有害物濃度。

第三節 現場作業環境測定

本研究已完成 6 廠之現場作業環境測定，總計採集 82 處(含個人採樣)樣本，其中碳氫化合物樣本(不含空白)45 個，粉塵樣本 37 個。由現場危害分析結果，將碳氫化合物測定以膠料押出工程、上膠(蓋膠)工程、裁斷工程、成型工程、噴粉工程、加硫工程以及檢查工程作業區域或個人為對象，粉塵測定主要以膠料混煉投料區、膠料押出區以及 C 公司使用滑石粉之內胎胎管作業區為對象。

測定結果發現作業場所空氣中所散布的有機溶劑之種類，主要為正己烷、正庚烷、甲苯、辛烷、二甲苯五種物質，另依勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準規定，八小時日時量平均容許濃度〈PEL-TWA〉分別為 50ppm、400ppm、100ppm、300ppm、100ppm。

A 公司的作業現場空氣中的各種有機溶劑平均濃度均低於容許濃度值，如表 12 與表 13，此類有機溶劑仍可能透過皮膚接觸而進入勞工體內，在作業管理上仍須注意。B 公司的蓋膠(備料出料)作業、裁紗作業與拌糊間的三處作業區之環境空氣中的甲苯濃度較高，最高可達 57ppm，如表 14，已超過 1/2 PEL-TWA 值，建議應注意勞工的甲苯暴露狀況，採取勞工健康保護相關措施或是進行工程改善。另因，其他二事業單位之同類作業現場均未測出甲苯，如表 12、表 13 與表 15，建議考量以其他有害性較低之物質來取代甲苯。C 公司之內胎胎嘴烘乾作業勞工個人採樣與定點採樣測出 11.4ppm~33.8ppm 的甲苯，如表 16。

表 12 A 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 1

地點位置	佩掛人員	採樣 開始	採樣 結束	採樣時 間(min)	流量 (L/min)	採樣體 積(L)	正己烷	正庚烷	甲苯	辛烷	二甲苯
押出機操作	黃○○	08:54	14:51	357	0.102	36.49	0.913	1.871	-	-	0.825
押出機操作盤上	定點	09:55	14:51	296	0.102	30.31	1.285	4.764	-	0.969	1.003
簾布上膠	江○○	09:24	15:06	342	0.105	35.77	0.528	0.784	-	-	0.81
簾布上膠	定點	09:21	15:06	345	0.100	34.33	-	-	-	-	0.579
組裝成型	曹○○	09:31	15:10	339	0.103	34.85	3.171	-	-	1.522	0.574
組裝成型	定點	09:35	15:10	335	0.103	34.37	0.817	0.522	-	-	0.241
噴粉	恭○(外勞)	09:16	15:03	347	0.102	35.50	0.615	1.423	-	-	0.793
加硫	張○○	09:02	14:55	353	0.100	35.23	1.199	2.759	-	-	0.849
加硫	定點	09:02	14:55	353	0.101	35.79	0.656	-	-	-	-
加硫修補	江○○	09:04	14:58	354	0.100	35.22	-	0.266	-	-	0.224
修補	定點	09:07	14:59	352	0.095	33.30	-	-	-	-	0.841

單位為 ppm ；「-」表示低於方法偵測極限(正己烷 MDL=4.4μg/L、正庚烷 MDL=7.8μg/L、甲苯 MDL=6.4μg/L、正辛烷 MDL=6.5μg/L)

表 13 A 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 2

地點位置	佩掛人員	採樣 開始	採樣 結束	採樣時 間(min)	流量 (L/min)	採樣體 積(L)	正己烷	正庚烷	甲苯	辛烷	二甲苯
1F-BM1	張○○	08:46	15:20	394	0.100	39.32	-	0.199	-	-	0.192
1F-BM1		08:46	15:20	394	0.101	39.91	-	-	-	-	0.235
1F-BM10	洪○○	08:53	15:24	391	0.098	38.47	-	-	-	-	0.224
1F-BM10		08:53	12:35	222	0.098	21.84	-	-	-	-	-

單位為 ppm ；「-」表示低於方法偵測極限(正己烷 MDL=4.4μg/L、正庚烷 MDL=7.8(g/L、甲苯 MDL=6.4(g/L、正辛烷 MDL=6.5(g/L)

表 14 B 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果

地點位置	佩掛人員	採樣 開始	採樣 結束	採樣 時間 (min)	流量 (L/min)	採樣 體積 (L)	正己烷	正庚烷	甲苯	辛烷	二甲苯
備料出料	阮○○	08:10	14:58	408	0.103	42.02	3.301	2.186	57.331	-	0.483
備料出料	外勞-基○	08:12	14:55	403	0.100	40.18	5.481	3.4	34.25	-	0.727
備料出料	定點	08:15	14:57	402	0.100	40.36	0.969	0.518	5.275	-	0.704
裁紗班	外勞-他○○	08:20	15:00	400	0.102	40.60	4.132	2.11	35.436	-	0.754
裁紗班	定點	08:24	14:59	395	0.100	39.66	1.609	0.602	7.051	-	0.702
製二成二班	許○○	08:28	15:06	398	0.100	39.76	3.779	1.605	5.880	-	0.705
製二成二班	外勞-帕○	08:30	15:06	396	0.100	39.68	2.514	1.271	3.206	-	0.195
製二成二班	定點	08:32	15:07	395	0.100	39.46	1.349	0.577	0.195	-	0.896
製二加硫區	定點	08:33	15:02	389	0.103	40.07	-	0.425	1.975	-	0.733
製二加硫	詹○○	08:36	15:01	385	0.103	39.73	-	0.159	-	-	1.191
整修班	定點	08:47	15:03	376	0.100	37.64	-	-	23.784	-	1
拌糊間	定點	08:55	15:10	375	0.101	37.88	8.826	-	57.113	-	0.209

單位為 ppm；「-」表示低於方法偵測極限(正己烷 MDL=4.4μg/L、正庚烷 MDL=7.8(g/L、甲苯 MDL=6.4(g/L、正辛烷 MDL=6.5(g/L)

表 15 C 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 1

地點位置	佩掛人員	採樣開始	採樣結束	採樣時間(min)	流量(L/min)	採樣體積(L)	正己烷	正庚烷	甲苯	辛烷	二甲苯
滾輪饋料#1	定點	08:26	14:40	374	0.102	38.04	-	-	-	-	0.212
滾輪饋料#4	定點	08:28	14:31	363	0.103	37.46	-	-	-	-	0.207
滾輪饋料#2	定點	08:30	14:41	371	0.091	33.80	-	-	-	-	0.231
胎面膠壓出	定點	08:35	14:43	368	0.099	36.28	9.047	4.716	-	-	-
噴粉 #1 (舊廠)	定點	08:44	14:45	361	0.099	35.56	4.44	3.637	-	-	0.223
噴粉 #7 (新廠)	定點	08:44	14:47	363	0.101	36.66	1.009	0.842	-	-	0.778
B083 成型機	定點	08:37	14:44	367	0.103	37.95	0.447	0.248	-	-	0.726
LT06 成型機	定點	08:40	14:44	364	0.101	36.65	-	0.225	-	-	0.217

單位為 ppm ；「-」表示低於方法偵測極限(正己烷 MDL=4.4μg/L、正庚烷 MDL=7.8(g/L、甲苯 MDL=6.4(g/L、正辛烷 MDL=6.5(g/L)

表 16 C 公司作業現場碳氫化合物作業環境測定結果 2

地點位置	佩掛人員	採樣開始	採樣結束	採樣時間(min)	流量(L/min)	採樣體積(L)	正己烷	正庚烷	甲苯	辛烷	二甲苯
噴粉區	書○	09:52	16:10	378	0.103	38.97	0.79	-	-	-	0.706
噴粉區	陳○○	09:52	16:10	378	0.102	38.56	1.095	0.843	-	-	0.722
噴粉區	他○○	09:53	16:11	378	0.096	36.17	1.878	1.568	-	-	0.803
押出收料區-擦膠	定點	09:55	16:13	378	0.101	38.06	3.579	1.848	-	-	0.758
押出收料區-擦膠	黃○○	09:57	16:14	377	0.103	38.64	4.726	1.906	-	-	0.711
押出收料區-擦膠	修補區	10:03	16:16	373	0.101	37.67	0.941	0.393	-	-	-
內胎胎嘴烘乾作業	定點	10:10	16:18	368	0.098	36.12	-	0.191	11.383	-	0.801
內胎胎嘴烘乾-進料	○○卿	10:14	16:19	365	0.100	36.61	-	-	25.479	-	0.835
內胎胎嘴烘乾-收料	劉○○	10:16	16:20	364	0.100	36.33	0.444	-	33.795	-	1.560
內胎胎嘴烘乾作業區邊界	定點	10:29	16:21	352	0.103	36.29	-	-	11.559	-	0.963

單位為 ppm ；「-」表示低於方法偵測極限(正己烷 MDL=4.4μg/L、正庚烷 MDL=7.8μg/L、甲苯 MDL=6.4μg/L、正辛烷 MDL=6.5μg/L)

現場膠料混煉與膠料押出兩段作業程序為勞工可能吸入碳黑粉塵的作業區域，碳黑粉塵八小時日時量平均容許濃度為 3.5mg/m³，若假設現場所採集的粉塵均為碳黑，測定結果除一處無效樣本外如表 19，並未發現作業現場粉塵濃度超過容許濃度標準，如表 17 至表 19。C 公司的配藥區所採集的粉塵並非碳黑，濃度分別為 0.255 mg/m³ 與 0.198mg/m³。

結果也發現 A 公司的現場環境控制效果較佳，投料區可呼吸性粉塵濃度在 0.124mg/m³~0.139mg/m³ 之間，總粉塵濃度則在 0.156mg/m³~0.316mg/m³ 之間。顯示藉由強化管理與改善作業設備可達到作業環境改善的作用。

表 17 A 公司碳黑作業現場粉塵測定結果

地點位置	佩掛人員	採樣 開始	採樣 結束	採樣時 間(min)	流量 (L/min)	採樣體 積(L)	粉塵重	現場濃度 (mg/m ³)	粉塵區分
1F-BM10 機台冷 卻		08:57	15:24	387	1.698	657.13	0.04	0.061	可呼吸性
1F-過濾冷卻區		09:01	15:26	385	1.712	659.12	0.07	0.106	總
2F-BM10	IO54 沙○	09:05	15:28	383	1.706	653.40	0.03	0.046	可呼吸性
2F-BM10		09:10	15:29	379	1.699	643.92	0.1	0.155	總
2F-BM1	顏○○	09:13	15:34	381	1.711	651.89	0.15	0.230	可呼吸性
2F-BM1		09:13	15:34	381	1.703	648.84	0.09	0.139	總
4F-投料	I450	09:16	15:40	384	1.712	657.41	0.09	0.137	可呼吸性
4F-投料		09:16	15:35	379	1.693	641.65	0.17	0.265	總
4F-投料		09:28	15:40	372	1.699	632.03	0.2	0.316	總
4F 半-投料		09:02	15:40	398	1.713	681.77	0.16	0.235	總
5F-投料	V676	09:23	15:43	380	1.701	646.38	0.09	0.139	可呼吸性
5F-投料		09:23	15:42	379	1.693	641.65	0.1	0.156	總
5F-投料		09:23	15:43	380	1.700	646.00	0.08	0.124	可呼吸性

表 18 B 公司碳黑作業現場粉塵測定結果

地點位置	採樣開始	採樣結束	採樣時間 (min)	流量 (L/min)	採樣體積 (L)	粉塵重	現場濃度 (mg/m ³)	粉塵區分
二樓投料	10:03	16:07	364	1.713	623.53	1.07	1.716	總
二樓投料	10:04	16:07	363	1.712	621.46	0.40	0.644	可呼吸性
二樓投料	10:02	16:07	365	1.706	622.69	0.08	0.128	可呼吸性
二樓投料	09:57	16:07	370	1.702	629.74	0.98	1.556	總
二樓投料	09:58	16:07	369	1.705	629.15	0.35	0.556	可呼吸性
一樓押出	09:53	16:09	376	1.703	640.33	0.33	0.515	可呼吸性
一樓押出	09:36	16:09	393	1.706	670.46	0.78	1.163	總
一樓押出	09:47	16:09	382	1.703	650.55	1.01	1.553	總
一樓押出	09:48	16:09	381	1.706	649.99	0.69	1.062	總
一樓押出	09:44	16:09	385	1.704	656.04	0.82	1.250	總
一樓押出	09:43	16:09	386	1.701	656.59	0.64	0.975	總
一樓押出	09:40	16:09	389	1.713	666.36	0.67	1.005	總

表 19 C 公司碳黑作業現場粉塵測定結果

地點位置	佩掛人員	採樣 開始	採樣 結束	採樣時間 (min)	流量 (L/min)	採樣體 積(L)	粉塵重	現場濃度 (mg/m ³)	粉塵區分
1F 配藥		08:09	14:29	380	1.753	666.14	0.17	0.255	可呼吸性
1F 配藥		08:09	14:30	381	1.725	657.23	0.13	0.198	總
投料 LM270 #4		08:14	14:32	378	1.717	649.03	8.32	12.819 ^註	總
投料 LM270 #4	林○○	08:14	14:35	381	1.727	657.99	0.22	0.334	可呼吸性
投料 LM270 #4 旁 消防盒		08:15	14:34	379	1.717	650.74	0.83	1.275	總
投料 F270 #1 控制 台上		08:17	14:36	379	1.706	646.57	0.75	1.160	總
投料 F270 #1		08:18	14:37	379	1.717	650.74	0.11	0.169	可呼吸性
投料 B270 #2 控 制台桌上		08:20	14:38	378	1.705	644.49	0.18	0.279	可呼吸性

註：因採集粉塵重量超過 2mg，為僅供參考之不合格樣本。

表 20 C 公司內胎製造作業現場粉塵測定結果

地點位置	採樣 開始	採樣 結束	採樣時間 (min)	流量 (L/min)	採樣體積 (L)	粉塵重	現場濃度 (mg/m ³)	粉塵區分
內胎胎管接頭(連)	10:20	16:22	362	1.734	627.71	0.29	0.462	定點-可呼吸性
內胎胎管接頭(連)	10:22	16:23	361	1.719	620.56	1.20	1.934	定點-總
內胎胎管接頭(獨)	10:26	16:24	358	1.713	613.25	0.58	0.946	定點-總
內胎胎管接頭(獨)	10:27	16:25	358	1.704	610.03	0.13	0.213	定點-可呼吸性

C 公司生產內胎的作業現場使用滑石粉且目視有粉塵散步情形，滑石（不含石綿纖維）的可呼吸性粉塵八小時日時量平均容許濃度為 2mg/m³，作業現場可呼吸性粉塵濃度分別 0.213mg/m³與 0.462mg/m³，結果均為低於容許濃度，如表 20。

本次作業環境測定目的主要在於初步了解作業流程中各主要作業環境空氣中的有害物種類與濃度，又因採集樣本數量受限於研究時間與人力，並未達進行勞工暴露評估所需之數量。

第四節 勞工自覺症狀調查

本研究之問卷由中部地區三家事業單位之安全衛生管理單位代為發放與回收，調查對象涵蓋本國以及外籍勞工，總計回收 323 份問卷，其中有效問卷為 294 份，其中 92 份為外籍勞工(佔 31.3%)，有效問卷中男性勞工所佔比例為 83%。為方便外籍勞工作答，問卷已先行分別翻譯為泰文、印尼文以及越南文後進行調查。

依事業單位分別統計分析結果，A 事業單位受訪者之年齡與年資均較其他二事業單位低，反之勞工學歷較其他二事業單位高，如表 21。

表 21 依事業別之受訪者基本資料

事業單位	問卷數	年齡	年資	國(初)中	高中(職)	大專	碩士以上
A	139	32.26±7.68	6.45±6.62	13(9.4%)	66(47.5%)	44(31.7%)	4(2.9%)
B	61	34.47±10.13	7.89±9.91	14(23%)	28(45.9%)	15(24.6%)	0
C	94	37.77±9.30	9.64±8.61	30(31.9%)	48(51.1%)	11(11.7%)	0

為了試圖了解作業內容與自覺健康狀況之間的關聯性，將問卷第五單元主要工作內容回答為「膠料混練工程」與「押出工程」二項碳黑粉塵暴露工作標為第一組，「上膠工程」、「裁斷工程」、「成型工程」、「噴粉工程」、「加硫工程」、「研磨工程」、「修補工程」、「檢查工程」等項歸納為有機溶劑暴露組，標為第二組，「行政人員」與「其他」標為第三組作為對照。

不同組別勞工之自覺狀態卡方檢定結果如下表 22，A 事業單位不同組別勞工自覺健康狀況出現顯著差異有神經系統、呼吸系統、皮膚、肌肉與骨骼四項，B 事業單位不同組別勞工自覺健康狀況出現顯著差異有消化系統、肌肉與骨骼系統二項，C 事業單位不同組別勞工自覺健康狀況出現顯著差異有心臟系統一項。

發現三家事業單位均以第二組勞工主訴經常有各系統自覺症狀比例較高，比例如表 23。肌肉骨骼系統自覺症狀出現比例較高的原因，比較容易解釋與該組作業員工必須經常重複相同的動作，或是與處理具有相當重量的輪胎有關。A 事業單位第二組有機溶劑暴露群，在神經系統、呼吸系統、皮膚方面的主訴症狀比例較高，亦可能與有機溶劑暴露有關。

表 22 不同組別勞工之自覺狀態卡方檢定結果

事業單位	自覺症狀系統								
	心臟	神經	呼吸	皮膚	內分泌	腎臟泌尿	消化	視覺聽力	肌肉骨骼
A	1.192	6.691*	6.867*	6.423*	2.782	2.487	2.994	3.211	6.256*
B	1.175	4.475	2.347	3.776	3.725	2.471	5.871*	0.902	10.627*
C	6.655*	4.026	1.579	4.398	0.065	-註-	1.831	0.826	1.859

* $p < 0.05$ ；註：無主訴腎臟泌尿系統異常者， χ^2 值無法算出。

表 23 不同事業單位勞工自覺症狀所佔比例

事業單位	A	B	C
心臟系統	6.78%	13.64%	19.05%
神經系統	15.25%	37.50%	19.05%
呼吸系統	15.25%	18.18%	19.51%
皮膚	11.86%	0.00%	7.50%
肌肉骨骼	25.00%	58.33%	31.71%

第五章 結論與建議

第一節 結論

- 1.我國車用輪胎製造作業時勞工主要有機械夾捲、熱危害、噪音、粉塵與有機溶劑暴露，以及肌肉骨骼方面之人因工程之危害，粉塵暴露部分主要為碳黑原料等，有機溶劑暴露主要有甲苯、正己烷、正庚烷、辛烷與二甲苯等。研究發現碳氫化合物各別濃度均低於容許濃度，作業環境測定結果發現部分場所或個人的甲苯平均濃度超過1/2PEL-TWA，以物質相加效應後評估後亦尚未發現超過規範的情形。
2. 針對國內外輪胎製造業的職業災害發生狀況加以歸納分析，災害的主要媒介物為動力機械裝置，滾輪機、延押機、簾紗裁斷機、成型機與加硫機均發生過職業災害，宜針對上述機械進行安全作業分析，若有安全疑慮時可考量增設安全護柵、緊急開關、絆索防止勞工捲入。特別應事先訂定安全維修作業程序，並確實要求現場勞工依安全程序進行機械裝置維修作業或是故障排除作業，重要的是應先行斷電停機後，方得開始維修或進行故障排除。

第二節 建議

1. 研究進行期間(七月)對事業單位加硫作業區進行綜合溫度熱指數測定，發現 WBGT 值通常可超過 31℃，因勞工必須同時操作多部加硫機，取出與放入具有一定重量的輪胎勞工作業負荷不低。因檢測結果發現乾球溫度與黑球溫度均高，建議可加強該區域的換氣措施將以被加熱的空氣排出，相較於進行輻射熱源遮蔽方式比較可行亦可獲得效果。另外建議調整勞工作業樣態減輕作業負荷，並於適當地點設置盥洗設備與休息區，提供飲水與食鹽以避免勞工發生熱危害。
2. 作業環境測定結果並未發現作業現場的有害物濃度超過容許濃度，另發現蓋膠(備料出料)作業、裁紗作業、拌糊作業區與內胎胎嘴烘乾作業的空氣中甲苯濃度偏高，平均濃度最高可達 57ppm，建議增加整體換氣或是局部排氣設備的效能。
3. 輪胎製造時所使用的碳黑原料粒徑多在數十奈米(nm)之間，此粒徑大小之粉塵容易進入並累積於肺泡中，建議應改善投料作業方式以及局部排氣裝置效能。亦可加強員工安全衛生教育，鼓勵正確使用呼吸防護具。

4. 生膠混煉與押出作業區含碳黑之總粉塵，平均濃度最高可達 $1.72\text{mg}/\text{m}^3$ ，可呼吸性粉塵的平均濃度可達 $0.64\text{mg}/\text{m}^3$ ，雖然該廠碳黑入料採自動計量料方式，但天然橡膠、人工橡膠與藥品仍需由人工控制投料，投料作業時肉眼仍可見碳黑粉末由投料口逸散出來。此與總粉塵與可呼吸性粉塵平均濃度最高分別為 $0.316\text{mg}/\text{m}^3$ 與 $0.139\text{mg}/\text{m}^3$ 的投料環境與設備控制較佳的事業單位比較高出數倍，建議事業單位間可強化安全衛生管理技術的交流，並使經營者願意投入費用改善作業環境以保護勞工健康。
5. 自覺症狀調查結果發現作業勞工對於肌肉骨骼方面出現自覺症狀的比例高出其他系統症狀。將受訪勞工區分為粉塵暴露組、有機溶劑暴露組以及一般行政組三組進行卡方檢定分析，三家事業單位中有兩家在此項中出現顯著差異，可能因為有機溶劑暴露組勞工的作業過程，處理重物與反覆動作的頻率較高，且薪資計算方式通常以完成數量計酬，勞工常犧牲休息時間持續作業，使得此組勞工已出現自覺肌肉骨骼症狀比例高出其餘二組，建議日後可進行作業上的人因工程分析，進行作業方式的改善減低勞工肌肉骨骼的健康風險。

誌謝

本研究計畫參與人員除本所分析檢驗組李聯雄組長、鐘順輝助理研究員、吳東毅助理研究員外，另包括中台科技大學莊坤遠教授、賴嘉祥教授等人，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 行政院勞工委員會，職類別薪資調查動態查詢，
<https://pswst.cla.gov.tw/psdn/Default.aspx>。
- [2] 行政院勞工委員會，勞動檢查年報。
- [3] 行政院勞工委員會北區勞動檢查所，職業災害案例查詢，
<http://www.nlio.gov.tw/program/disasterCase.asp>。
- [4] 日本厚生勞動省，雇用動向調查，2011，
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/9-23-1.html>。
- [5] 日本厚生勞動省，労働災害動向調査（甲調査），2012，
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/44-23.html>。
- [6] 日本厚生勞動省，職場のあんぜんサイト:労働災害事例。
- [7] United States Department of Labor, Bureau of Labor Statistics，
<http://www.bls.gov/iif/oshcfoi1.htm>。
- [8] 汪禧年、吳焜裕，車胎製造業勞工正己烷暴露研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2012。
- [9] Ioannis Sadiktisis, Christoffer Bergvall, Christer Johansson, and Roger Westerholm. Automobile Tires-A Potential Source of Highly Carcinogenic Dibenzopyrenes to the Environment. Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 3326–3334。
- [10] C. A. Veys. Bladder tumours in rubber workers: a factory study 1946–1995. Occupational Medicine 2004;54:322–329。
- [11] 陳秋蓉、楊啟賢、羅沐祥，橡膠製品製造業預防災害技術手冊，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2006。
- [12] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所新聞稿，台灣地區勞工化學危害暴露人數及主要暴露化學物質情形，2007，<http://www.iosh.gov.tw/Publish.aspx?cnid=16&P=125>。
- [13] 一般社団法人日本自動車タイヤ協会，タイヤのLCCO2算定ガイドライン 2012。
- [14] ASTM. D1765 Standard Classification System for Carbon Blacks Used in Rubber Products。
- [15] 行政院勞工委員會，行政院勞工委員會採樣分析方法 CLA4001 可呼吸性粉塵。
- [16] 行政院勞工委員會，行政院勞工委員會採樣分析方法 CLA4002 總粉塵。

- [17] World Health Organization International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, VOLUME 93 Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc, 2010, Lyon, France.
- [18] 行政院勞工委員會，勞工安全衛生設施規則，民國 98 年 10 月 13 日。
- [19] 經濟部標準檢驗局，中華民國國家標準 CNS 14285 Z3035 呼吸防護具之選擇、使用及維護方法，民國 87 年 10 月 23 日。

附錄一 輪胎製造業職業安全衛生診斷表

輪胎製造業職業安全衛生診斷表

_____公司 _____廠

診斷人員：_____ 日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

職業安全衛生制度面

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
1	危害通識			
1-1	是否有危害通識計畫管理危險物、有害物，並定期更新內容			
1-2	是否有危害物質清單，並定期更新內容			
1-3	是否有物質安全資料表（MSDS）並定期更新內容與保存			
1-4	裝有危害物質之容器，是否依規定之分類明顯標示危害圖式。			
1-5	物質安全資料表（MSDS）是否放置在辦公室及作業現場			
1-6	是否僱用外籍勞工並有外文物質安全資料表（MSDS）			
2	作業環境測定			
2-1	是否訂含採樣策略之作業環境測定計畫			
2-2	是否定期進行作業環境測定			
2-3	是否委託合格測定機構或人員進行作業環境測定			
2-4	作業環境測定結果是否依規定記錄並保存			
2-5	對環測結果，是否向工會或勞工說明			
3	健康檢查			
3-1	是否對新進勞工體格檢查實施			

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
3-2	是否 定期 進行一般健康檢查與特殊健康檢查			
3-3	是否依規定至勞委會 指定之醫院 進行一般或特殊健康檢查			
3-4	對於健康檢查異常者，是否實施健康 追蹤 檢查			
3-5	是否依規定 保存 勞工健康檢查記錄（至少 10 年）			
3-6	是否依勞工健康保護規則規定，僱用或特約從事勞工健康服務之醫護人員，辦理臨廠健康服務。			
3-7	醫護人員臨廠服務時，是否協助雇主選配勞工從事適當之工作等規定事項。			
3-8	醫護人員是否會同勞工安全衛生及相關部門人員訪視現場			
4	自動檢查			
4-1	是否有訂定自動檢查計畫			
4-2	是否針對機械設備 實施定期 檢查			
4-3	是否針對機械設備 實施重點 檢查			
4-4	是否 實施 作業檢點			
4-5	自動檢查紀錄表內容是否完整			
4-6	自動檢查記錄是否 保存			
5	防護具使用與管理			
5-1	個人防護具的 數量 是否足夠			
5-2	是否提供正確的個人防護具 種類與型式			
5-3	是否實施個人防護具 教育訓練			
5-4	是否有個人防護具更換 領用紀錄 ，並紀錄保存			
6	安全衛生教育訓練			

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
6-1	是否設置勞工安全衛生 管理人員 ，並取得合格證照			
6-2	是否設置高壓氣體、有害 作業主管 人員，並取得合格證照			
6-3	針對危險性機械、設備 操作人員 、特殊作業人員、急救人員，是否接受教育訓練，並取得合格證書			
6-4	新進員工 是否實施教育訓練			
6-5	職務變更 時有再接受教育訓練			
6-6	是否定期實施勞工安全衛生「 在職教育訓練 」			
6-7	教育訓練相關資料是否 紀錄與保存			
7	勞工安全衛生管理			
7-1	是否設置 一級單位 的勞工安全衛生組織，並報請相關單位備查			
7-2	是否訂定勞工安全衛生 管理計畫 ，並確實執行			
7-3	是否建立適合事業單位之職業安全衛生 管理系統			
7-4	針對製程作業改變時，是否 評估職業災害風險 ，並採取適當預防措施			
7-5	是否訂定 緊急狀況預防、準備及應變 之計畫，並定期實施演練。			

職業安全衛生現場面

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
1	墜落危險			
1-1	高差 2公尺 以上之工作場所邊緣及開口部分，是否設置護欄、護蓋、安全網或配掛安全帶之防墜設施。			
1-2	高度 2公尺 以上之 高處作業 ，是否採取使勞工配掛安全帶等措施，或張掛安全網。			
1-3	高差 超過1.5公尺 以上之場所作業，是否設置安全上下設備（如樓梯、欄杆）			

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
2	感電危險			
2-1	作業時可能會接觸導電體時，是否設置防止感電之 護圍 或 絕緣 被覆			
2-2	電壓在 150 伏特以上移動式或攜帶式電動機具，或於含水或被其他導電度高之液體濕潤之潮濕場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所使用移動式或攜帶式電動機具，電路是否設置 漏電斷路器 。			
2-3	使用交流電焊機(不含自動式焊接者)，是否裝設有 自動電擊防止裝置			
2-4	對於架空電線或電氣機具電路之接近場所，是否設置 護圍 或於該電路四周裝置絕緣用防護裝備			
3	火災爆炸危險			
3-1	對於 保存 危險物或可燃性粉塵的容器，從事熔接、熔斷或使用明火之作業，是否有事先清除該等物質，並確認安全無虞。			
3-2	對於存有引火性液體之蒸氣或有可燃性氣體滯留，於作業前，是否 測定 氣體濃度			
3-3	對於存有引火性液體之蒸氣或有可燃性氣體濃度達爆炸下限值之百分之三十以上時，是否有即刻使勞工 退避 至安全場所，並停止使用煙火及其他點火源之機具。			
3-4	對於存有引火性液體之蒸氣、可燃性氣體或可燃性粉塵之工作場所，是否有實施 通風 、換氣、除塵及去除靜電之必要設施。			
3-5	對於化學設備及其附屬設備有洩漏時，是否有設置 雙重關閉 或 盲板 。			
4	高溫與噪音環境控制			
4-1	是否於加硫作業區或是押出作業區測定綜合溫度熱指數，並進行溫熱環境控制。			
4-2	是否於加硫或押出作業區附近適當地點設置盥洗、休息設施，提供食鹽、飲水等，以避免勞工產生熱危害。			
4-3	是否於押出作業與蓋膠作業等區域標示噪音測定值，並依測定結果採取勞工聽力防護措施或工程改善。			
5	機械、設備安全			
5-1	對於 危險性 機械、設備，是否有檢查合格證並符合有效期限			

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
5-2	對於 起重機具設備 ，是否裝置防護措施：有防脫落裝置、明顯標示吊升荷重、裝設過捲揚裝置等。			
5-3	對於 升降機具 ，是否裝設必要防護設施：有明顯標示積載荷重、乘載之最高人數及各樓之出入門有安全裝置。			
5-4	對於 鍋爐 設置場所，是否採取必要措施：有禁止無關人員進入之標示、禁攜入無關之危險物，且於明顯處所揭示檢查合格證及操作人員證件。			
5-5	對於衝剪機械、手推刨床、木材加工用圓盤鋸、 堆高機 、研磨機等機械器具，是否設置安全防護。			
5-6	對於 轉動、傳動之機械設備 ，是否裝置防護設備並設置明顯標誌之緊急制動裝置。			
5-7	對於機械之掃除、上油、檢查、修理或調整有導致危害勞工之虞者，是否停止相關機械運轉。			
5-8	對於滾輾橡膠之滾輾機等，是否設置於災害發生時，受害者能自己易於操縱之緊急制動裝置。			
6	工作場所安全			
6-1	工作場所之 通道、地板、階梯 ，是否保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷之安全狀態。			
6-2	工作場所出入口、樓梯、通道、安全門、安全梯等應設置，是否有適當之 採光或照明 。			
6-3	工作場所之 安全門及安全梯 於勞工工作期間內，是否處於不得上鎖之狀態，且通道不得堆置物品。			
6-4	工作場所緊急避難用出口、通道或避難器具，是否標示目的，且維持隨時 能使用 之狀態。			
7	危害通識			
7-1	裝有危害物質之容器，是否進行完整的 危害標示			
7-2	裝同一種危害物質之數個容器置放於同一處所，是否利用 公告板 以代替容器標示			
7-3	輸送危害物質之導管，是否有掛 使用牌或漆 替代危害標示			
7-4	僱用外籍勞工時，輔以 外文 標示			
7-5	作業現場中是否 放置 MSDS ，並定期更新與記錄			
7-6	僱用外籍勞工時，現場是否有 外文 MSDS			

編號	查核項目	評分	不適用	現況說明
8	工業通風			
8-1	是否選用適當的 氣罩 型式與大小			
8-2	局部排氣裝置是否可 有效的 捕集污染物。			
8-3	各污染源 皆設置 氣罩，並連接至空氣清淨裝置及排氣機			
8-4	排氣機設置 在空氣清淨裝置之後方。			
8-5	局部排氣裝置排氣口設於廠外			
9	廠場整潔			
9-1	作業現場是否 清潔			
9-2	原料桶及空桶是否 加蓋			
9-3	是否設置 休息室 並保持清潔			
9-4	作業場所是否 禁止飲食或吸菸			
10	防護具使用及管理			
10-1	所使用之個人防護具的 種類與型式 是否正確(參考CNS14258 Z3035)			
10-2	個人防護具的 佩戴方式 是否正確			
10-3	個人防護具的 保存方式 是否妥當			

評分方式:「完成」4~5分,「大致完成」3分,「待加強」1~2分

附錄二 勞工自覺症狀調查問卷

輪胎製造工廠員工健康狀況評估問卷

親愛的勞工朋友您好：

本校執行行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所委託研究，擬了解輪胎製造業勞工的自覺健康狀態，您的資料將對本研究產生關鍵性的影響，懇請您在百忙之中提供資料。所填的原始資料將不對外公開，請放心作答，感謝您的協助並敬祝

安康

中臺科技大學 環境與安全衛生工程系

莊坤遠助理教授

楊筱玫研究生 敬上

一、基本資料

1. 姓名：_____，性別：男，女，生日：民國_____年____月____日
2. 體重：_____公斤；身高：_____公分
3. 教育程度：小學 國(初)中 高中(職) 大專 碩士以上
4. 輪胎製造廠工作年資：_____年
5. 工作時間：每星期_____天，每天工作_____小時(含休息_____分鐘)
6. 上次健康檢查日期：民國_____年____月____日
7. 健檢類型：體格檢查(新進員工入廠) 體格檢查(變更工作項目)
定期一般健康檢查 健康追蹤檢查
特別危害健康檢查 從未實施健康檢查

二、既往病史：是否曾經患有下列疾病(可複選)

1. 心臟系統：否
是，高血壓 缺血性心臟病 心絞痛 心肌梗塞
2. 呼吸系統：否
是，氣喘 肺結核 塵肺症 過敏性鼻炎 支氣管炎
3. 皮膚系統：否
是，皮膚炎 化學性灼傷 紅疹
4. 內分泌：否
是，糖尿病 甲狀腺亢進 內分泌失調
5. 腎臟泌尿：否
是，腎功能異常 腎結石 血尿 蛋白尿

6. 肌肉骨骼：否
是，椎間盤突出 曾動過肌肉骨骼方面的手術
7. 長期服用藥物：否
是，降血壓藥物 鎮定劑 止痛藥
8. 其他病史：無 末梢神經病變 其他_____

三、生活習慣

1. 過去一個月內是否有抽菸？
- 從未吸菸
- 偶爾吸菸
- 幾乎每天，平均一天____支，已吸菸____年
- 已經戒菸，戒了____年____個月
2. 過去六個月內是否有嚼食檳榔？
- 從未嚼食
- 偶爾嚼食
- 幾乎每天嚼食，平均一天____顆，已嚼____年
- 已經戒食，戒了____年____個月
3. 過去一個月內是否有喝酒？
- 從未喝酒
- 偶爾喝酒
- 幾乎每天喝，平均每週喝____次，每次____瓶，最常喝_____酒
- 已經戒酒，戒了____年____個月

四、自覺症狀：最近三個月除了生病、感冒外是否經常有下列症狀（可複選）

1. 心臟系統：否
是，胸悶、胸痛 心悸 貧血
2. 神經系統：否
是，頭暈、頭痛 記憶力變差 肌肉無力 顏面神經異常
3. 呼吸系統：否
是，呼吸不順 呼吸困難 喉嚨刺激感 咳嗽 咳痰
4. 皮膚系統：否
是，紅疹 暴露部位皮膚發炎、乾燥或其他不適

5. 內分泌：否
是，口乾多尿手部顫抖體重下降
6. 腎臟泌尿：否
是，水腫血尿尿量減少
7. 消化系統：否
是，食慾不振噁心倦怠腹痛體重下降
8. 視覺與聽力：否
是，耳朵嗡嗡聲聽力下降眼睛刺激感
9. 肌肉與骨骼：否
是，手(腳)麻木酸痛脖子酸痛背部痠痛腰部痠痛

五、工作概況

1. 主要工作內容：
- 膠料混練工程 押出工程 上膠工程 裁斷工程
- 成型工程 噴粉工程 加硫工程 研磨工程
- 修補工程 檢查工程 行政人員 其他_____
2. 工作部門是否曾經變動？
- 否，直接跳第4題
- 是
3. 前部門主要工作：
- 膠料混練工程 押出工程 上膠工程 裁斷工程
- 成型工程 噴粉工程 加硫工程 研磨工程
- 修補工程 檢查工程 行政人員 其他_____
4. 工作是否為三班制？
- 否，平均每周加班約_____時
- 是，輪班週期：每周 兩週 每月

六、工作防護

1. 工作時是否有使用個人防護器具？
- 否，直接跳第3題
- 是，使用防護具為一般口罩 活性碳口罩 耳塞(耳罩) 安全鞋
- 防護眼鏡 防護手套 安全帽 其他_____

2. 使用防護具的頻率為？

偶爾使用 經常使用 全程使用

3. 不使用防護具理由？

不舒適 使用效果不明顯 妨礙工作
工廠未提供 覺得無須使用 其他_____

4. 在此工廠是否接受過特別危害性職業衛生教育訓練課程？

否

是，課程類型為粉塵 高溫 有機溶劑 噪音 個人防護器具

七、 暴露情形

1. 工作是否經常暴露於粉塵環境？

否

是，暴露頻率為幾乎每天 每週三~五次 每週二次以下

2. 工作是否經常暴露於有機溶劑(橡膠溶劑、甲苯)環境？

否

是，暴露頻率為幾乎每天 每週三~五次 每週二次以下

3. 工作是否經常暴露於高溫環境？

否

是，暴露頻率為幾乎每天 每週三~五次 每週二次以下

4. 工作是否經常暴露於噪音環境？

否

是，暴露頻率為幾乎每天 每週三~五次 每週二次以下

5. 工作是否經常暴露於其他有害物(重油、柴油、鹽酸、硫酸)環境？

否

是，有害物為_____

6. 其他對勞委會或是公司之建議

謝謝您的作答，問卷到此結束！

國家圖書館出版品預行編目資料

輪胎製造業職業安全衛生調查研究 / 鐘順輝, 莊坤遠研究主持. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 103.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-0673-3(平裝)

1.職業衛生 2.勞工安全

412.53

103004141

輪胎製造業職業安全衛生調查研究
著(編、譯)者:鐘順輝、莊坤遠

出版機關:勞動部勞動及職業安全衛生研究所

221 台北縣汐止市橫科路 407 巷 99 號

電話:02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月:中華民國 103 年 3 月

版(刷)次:1 版 1 刷

定價:200 元

展售處:

五南文化廣場

台中市 中區 中山路 6 號

電話:04-22260330

國家書店松江門市

台北市 松江路 209 號 1 樓

電話:02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」,網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述,並請注意需註明資料來源;有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN:1010300680

ISBN:978-986-04-0673-3

