

勞動部與比利時天主教魯汶大學 首屆勞動政策研討會

吳幸娟 | 勞動部勞動及職業安全衛生研究所副研究員



與會人員
Participants

勞動部與比利時天主教魯汶大學

Labor Policy Conference

勞動政策研討會

Co-organized by Institute of Labor, Occupational Safety & Health & Safety (ILOSH), Ministry of Labor, Taiwan, R.O.C. and the Research Institute for Work and Society (HIVA), KU Leuven, Belgium

▲ 勞動部與比利時天主教魯汶大學勞動及社會研究所 (HIVA) 首屆勞動政策視訊研討會

背景說明

比利時天主教魯汶大學（以下簡稱魯汶大學）與法國巴黎大學、英國牛津大學並列為歐洲最古老的大學之一，勞動及社會研究所 (Research Institute for Work and Society, HIVA) 為該校獨立研究機構，亦是基督教勞工運動之合作夥伴，長期致力於國家勞動政策發展及社會政策研究，如：社會對話 (social dialogue)、社會包容 (social inclusion)、永續發展 (sustainable development)、勞動市場 (labour market)、工作與組織 (work and organisation) 等議題，除了在研究發表、學術活動上有卓越的成果，亦與世界各大學合作，於國際學術網絡有舉足輕重之地位。

勞動部勞動及職業安全衛生研究所代表勞動部，於去 (2021) 年與魯汶大學勞動及社會研究所簽署合作協議，深化雙邊研究合作量能，合作協議特別聚焦勞動關係與勞動管理兩大面向，目標在於強化並提升跨國研究及實務應用之效能，在此合作協議項下，於今 (2022) 年度辦理首屆勞動政策研討會。

壹、前言

勞動部與比利時天主教魯汶大學（以下簡稱魯汶大學）勞動及社會研究所（Research Institute for Work and Society (HIVA), KU Leuven, Belgium），於台北時間 111 年 3 月 24 日（星期四）下午，結合遠距視訊及實體參與方式，假勞動部勞動及職業安全衛生研究所（以下簡稱勞動部勞安所）辦理首屆勞動政策研討會。

本次研討會特別邀請魯汶大學彼得·利文斯（Peter LIEVENS）國際副校長、我國駐歐盟兼駐比利時代表處（以下簡稱歐處）大使蔡明彥及勞動部政務次長王尚志出席並致詞，另邀集我國、比利時等勞動政策研究專家學者，分享雙邊勞動市場現況，以及聚焦探討新興商業模式衍生的勞動市場變遷與趨勢。

貳、勞動市場變遷與趨勢 特定議題討論

研討會議程 1 安排進行勞動市場特定議題的發表與討論，邀請魯汶大學勞動及社會研究所研究組長 Dr. Ezra DESSERS 擔任主持人，勞動部勞安所勞動關係研究組副研究員陳威霖發表「平台工作者勞動權益保障之探討」，魯汶大學勞動及社會研究所研究組長 Dr. Kris BACHUS 發表「氣候和循環經濟轉型對就業和技能的影響」。

一、平台工作者勞動權益保障之探討

勞動部勞安所勞動關係研究組副研究員陳威霖表示，台灣相當關切外送員的勞動

權益，特別是工作風險、社會保障以及所得穩定等議題，以下就台灣現況、對照世界主要國家法制跟實務做法等，進行說明。

（一）台灣實證介紹

台灣外送平台工作者有 7 項特徵：

1. 投入平台工作主因是工作時間彈性高。
2. 勞務提供端及勞務需求端以年輕族群較為擅長使用。
3. 保險狀況相對不穩定。
4. 收入穩定性受接单狀態影響。
5. 平台派案公平性存在爭議。
6. 工作意外及後續協助相對缺乏。
7. 法律關係模糊難辨。依據深度訪談及公民論壇結果，發現台灣平台工作者最期待權益保障為合理計酬基準、完善職災保護以及有效申訴機制。

其次，平台工作者的法律關係研析，法律關係爭議主要集中在平台端與勞務端新工作型態，在民法上雙方勞務給付契約型態有僱傭關係、承攬關係或委任關係等 3 種樣態，在三方關係部分，則涉及居間契約；勞動法上，雙方關係以勞雇關係為主，三方關係主要指派遣關係（表 1）。

表 1 平台工作者法律關係研析

項目	雙方關係			三方關係
民法	僱傭	承攬	委任	居間
勞動法	勞雇			派遣

有關工作權益保障，台灣法制面可從集體勞動權益、勞動條件、安全衛生、社會保險及爭議處理等五個面向進行說明：

1. 集體勞動權益：自營作業者可組織及加入產業工會和職業工會，但因自營業者非屬受僱勞工身份，故無法加入企業

工會，也不可進行團體協商或簽訂團體協約。

2. 勞動條件：因自營作業非屬受僱身份，亦非勞動基準法上的勞工，故不適用勞動基準法及性別工作平等法等相關規定，至於退休金部分，台灣勞工退休金採個人帳戶制，受僱勞工或自營作業均適用勞工退休金條例。
3. 職業安全衛生：依據職業安全衛生法規，工作者包含勞工及自營作業，因此無論是受僱勞工或自營作業，雇主都應依職業安全衛生法相關規定善盡預防跟保護的責任。
4. 社會保險：無論受僱勞工或自營作業均可參加勞工保險、職災保險及全民健康保險；差別在於參加方式及保險費負擔的比例有所不同。至於自營作業，因非屬受僱關係，目前無法加入就業保險。
5. 爭議處理：無論勞資爭議處理法或勞動事件法，原則上均以受僱勞工為主，自營作業目前並無相關規定的適用。但如爭議事件涉及勞僱關係認定，地方主

管機關仍會受理勞資爭議案件，司法上亦可按勞動事件法進行相關的調解、訴訟或保全程序。

(二) 法律規範國際比較

透過文獻蒐集，發現西班牙、義大利、德國及加拿大等國家對於中間類型工作者有較明確的法律規範，初步整理其法制面及實務上對平台工作者的保障現況(表 2)，發現上述國家均透過法規承認，受僱勞工及自營作業者當中尚存另一種工作者的身份，並給予一定勞動保障。此外，各國家立法模式及定義亦不盡相同，大致以經濟依賴性作認定基礎，再透過其他要件進行綜合判斷。

研究也發現各國法制均面臨問題跟挑戰，例如大量受僱勞工被錯誤歸類為類勞工，造成保障倒退情況；此外，各國零工經濟工作者的工作型態、風險程度、演算法機制跟社會保障現況不盡相同，如果單純以類勞工法制途徑做處理，難以確保提供完整保障，為了解決新型態勞動者身分認定的問題，各國法制可有 2 種觀點。第

表 2 平台工作者定義之國際比較

項目	西班牙	義大利	德國	加拿大
名稱	經濟依賴型自營作業者	持續協調的合作者	類勞工	依賴型自營作業者
定義 (經濟依賴性)	為單一客戶直接提供勞務且所獲報酬達總收入 75% 以上	12 個月內的全部收入中有 80% 以上來自同一客戶	最近 6 個月內總收入的 50% 以上來自同一客戶	勞動者自單一客戶所獲得之報酬佔其收入總額達 80% 以上

一、致力於建立更加具體明確判斷標準以區分僱傭關係或承攬關係；第二、建立介於受僱勞工與自營作業者間的新制度。

台灣目前對工作身份認定採嚴格二分法，也就是建立更加具體明確判斷標準以區分僱傭關係的受僱勞工或承攬關係的自營作業者，故於勞動法令適用及社會保障也有所不同。研究結果顯示，是否因創設類勞工及透過何種途徑提供保障，各界仍有不同意見；但受訪者均認同政府應對此類工作者提供一定程度勞動權益保障。綜上，政府需持續收集各界意見，針對保障對象及範圍，凝聚社會共識並研擬適合政策以符合民眾期待。

二、氣候和循環經濟轉型對就業和技能的影響

接下來由魯汶大學勞動及社會研究所永續發展研究組長Dr. Kris BACHUS，介紹氣候和循環經濟轉型對就業和技能的影響。

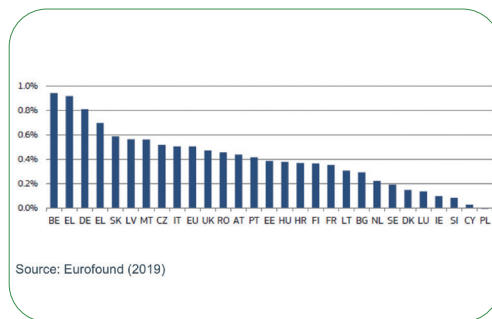
(一) 歐盟氣候和循環經濟政策

首先介紹歐盟氣候與經濟政策 (climate and circular economy policy)，歐盟理事會於 2019 年上任後即積極推動《歐盟綠色政綱 (European Green Deal)》，於 2021 年 6 月底宣佈通過《歐洲氣候法 (European Climate Law)》，陸續設定在 2030 年溫室氣體排放低於 1991 之 30%、在 2030 年歐盟碳交易體系 (Emissions Trading System, ETS) 降至 2005 年之 61%、擴大歐盟碳交易市場的範疇到公路運輸和建築產業等，最終目的是要在 2050

年實現歐洲氣候中和目標。此外，「循環經濟」 (Circular Economy) 亦是歐盟推動《歐盟綠色政綱》架構下的重要支柱，也是歐盟邁向「2050 氣候中和」的關鍵策略。

(二) 氣候和循環經濟政策對比利時就業和技能的影響

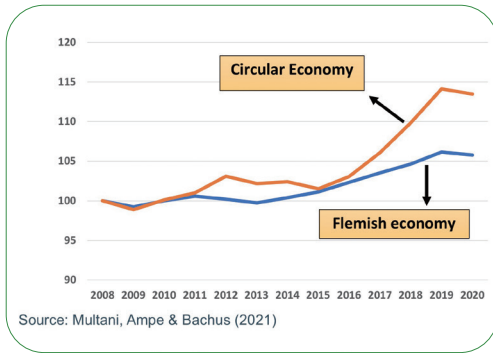
氣候與循環經濟政策促使歐盟產業進入綠色轉型，並對勞動市場造成影響，Dr. Kris BACHUS 引用統計資料指出，在未來 10 年內，推動《歐盟綠色政綱》可增加 0.1% 到 1% 的工作機會，對就業市場有正面的影響，Eurofound 2019 年勞動市場的資料更顯示 (圖 1)，比利時是歐盟推動氣候變遷政策受惠最多的國家。比利時學者認為，估計在 2030 年，除了能源產業，其他包括製造業、營造業等，都會帶來正面的職缺的成長。



▲ 圖 1 氣候與循環經濟政策對歐盟勞動市場影響百分比

進一步以魯汶大學所在的 Flanders 區域為例，觀察 2008-2020 年間循環經濟對就業市場之影響 (圖 2)，發現循環經濟產業員工人數可達一般經濟產業的 3 倍，此外，過去 12 年間，一般經濟產業的成長

率是 6%，但循環經濟產業的成長率可高達 16%，可以預期從循環經濟能夠帶來對就業市場正面的影響，也大膽預測到 2030 年，推動循環經濟政策能夠創造 3 萬個新的職缺。



▲ 圖 2 循環經濟對 Flanders 區域就業市場之影響

Dr. Kris BACHUS 後續提到從研究當中亦可觀察到氣候與循環經濟政策對就業市場質化的影響，首先，循環經濟產業的勞動密集度較高，其次，對技術的技能有更多需求，例如：服裝修復、鞋子修復等，最終目的都在延長產品的生命週期得。此外，研究顯示循環經濟需要較多低技能人才，對勞動市場弱勢族群有正面的助長，同時也警示職業培訓跟在職培訓在未來變得更為重要。最後比利時亦面臨循環經濟轉型帶來的技能短缺問題，政府必須要採取一些政策措施，避免因技能短缺成為循環經濟轉型的阻力。

▶ 參、勞動市場變遷與趨勢 一般性討論

研討會議程 2 安排進行勞動市場一般性議題的發表與討論，邀請勞動部勞安

所勞動市場研究組長林詩騰擔任主持人，勞動部勞安所勞動市場研究組副研究員陳麗萍發表「勞動市場人力趨勢分析-勞保資料觀察」，魯汶大學勞動及社會研究所研究組長 Dr. Tim GOESAERT 發表「利用行政記錄衡量比利時勞動市場動態」，分享雙方採用的勞動市場評估工具及現況分析，並就活絡勞動市場流動提出未來行動及政策建議。

一、勞動市場人力趨勢分析-勞保資料觀察

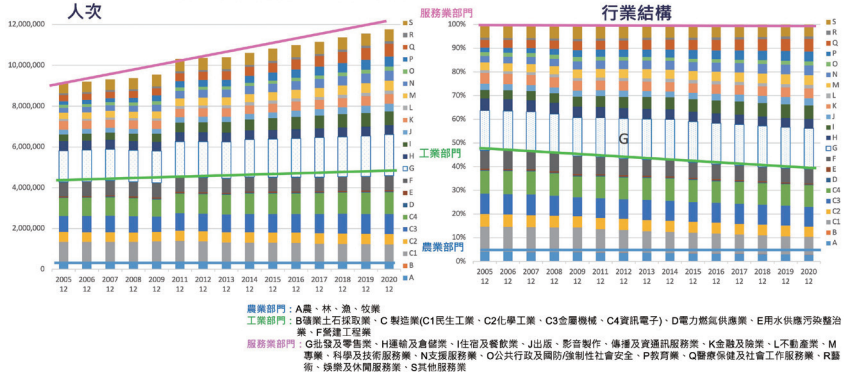
勞動部勞安所勞動市場研究組副研究員陳麗萍表示，人力供需不僅關係國民就業機會，同時對於經濟成長與產業競爭力影響深遠；我國勞保資料為巨量的母體資料，記錄我國勞工在勞動市場現況，透過勞保資料庫可長期追蹤台灣勞動市場變化。

(一) 勞動市場流動性下降

透過觀測 2005 年至 2020 年勞保資料，顯示整體投保人次逐年上升(圖 3)；行業別投保人次中工業比重逐漸下降；增加部分集中於服務業及部分電子科技產業，尤其工時或技術門檻相對較具彈性者，增加趨勢更為明顯。此外，透過觀察勞動市場進入、退出等人次變化，發現總投保人次雖呈現逐月上升趨勢，但勞動市場進貨退出變化比率趨緩，顯示市場流動趨緩。對應目前多數國家亦同樣出現勞動市場流動率下降情形，主要成因可為景氣趨勢、產業變遷以及聘僱型態差異等，即多數就業者在情況允許下流動意願低，導致整體勞動力流動性較不活躍。

勞工被保險人重要特徵變數趨勢說明：行業別分布

- ▶ 工業部門勞工被保險人投保人次持平，結構占比下降，尤其以C1、C2下降特別明顯；
- ▶ 服務業部門勞工被保險人投保人次上升，結構占比擴張



▲ 圖 3 勞動市場流動性及行業別分布

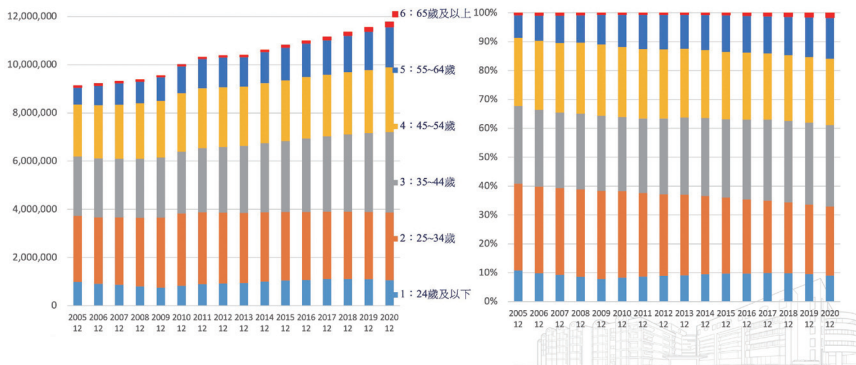
(二) 勞動市場主力及性別比重

勞保資料庫顯示，勞動力年齡層分佈呈常態鐘型分配，依序向兩端遞減，其中以 35~44 歲為勞動市場主力，分析各年齡層增加速率，發現中高齡及高齡層增加速率較快(圖 4)。性別方面，性別比重愈趨平等，2005 年時男性投保人數約 459.8 萬

人，略高於女性的 442.4 萬人。至 2020 年，男性投保人數約 579.6 萬人，仍略高於女性的 578.7 萬人，比重約 1:1。此外，被保人工作型態-一人多工趨勢明顯，2020 年一人一工者約 926.8 萬人，比重 90.3%；而一人兩份工作者約 99.0 萬人，比重 9.3%。

勞工被保險人重要特徵變數趨勢說明：年齡層分布

- ▶ 觀察各年齡層之比例，以 35~44 歲為勞動市場主力，結構占比各約三成；
- ▶ 55~64 歲及 65 歲及以上年齡層之投保人次雖然結構占比相對較少，然於觀察期間投保人次增加及倍率最為明顯



▲ 圖 4 勞動市場年齡層分布

(三) 退保再就業趨勢分析

從勞保資料年齡層分析(圖5)，退保再就業以 25-34 歲最高，較前項勞動力主力 35-44 歲年齡層約年輕 10 歲，年齡層愈高、於各行業再就業勞動占比越低，55-64 歲者再就業比率已降至 10% 以下，65 歲以上再就業占比則在 2% 以下。根據退保者再就業資料，顯示再就業比率仍以業內流動為主，且業內流動情形有逐年增高趨勢，即跨業間流動比率逐漸降低。此外，再就業勞工投保薪資多以維持同一薪資級距居多，顯示勞工轉換工作時，多以原有薪資水準為薪資談判參考點。

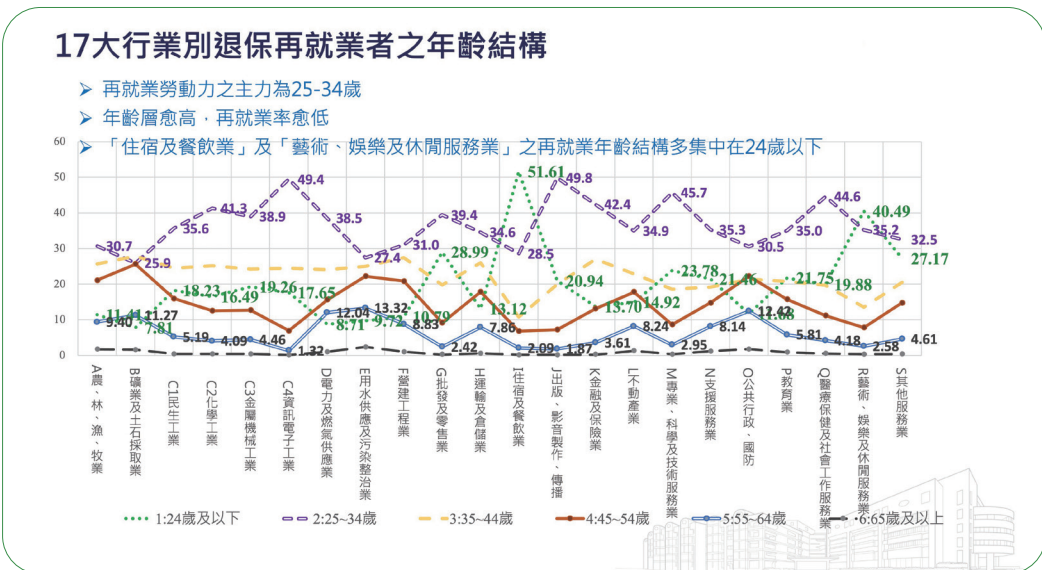
副研究員陳麗萍指出，台灣勞動市場就業模式一如國際趨勢：流動性下降。從勞保資料分析可以發現退保再就業率持續下降、跨業流動走低等特徵。長期的流動

率走低、將使工作機會、技能提升等受到限制，同時影響所得分配等，如何活絡勞動市場之流動性為當前重要議題。短期措施有賴總體經濟成長、景氣復甦，善用媒合工具等；長期而言，仍須透過勞動市場持續改革以提高勞參率與生產力，例如：提升中高齡、婦女、青年之勞參率。

二、利用行政記錄衡量比利時勞動市場動態

魯汶大學勞動及社會研究所組長 Dr. Tim GOESAERT 介紹如何利用行政記錄、掌握、衡量比利時勞動市場動態。

2011 年起比利時的社會安全辦公室 (National Social Security Office, NSSO) 與 HIVA 合作，利用社會安全相關資料進行勞動動態趨勢統計計畫 (Dynam-Reg)，資料項目涵蓋性別、年齡、勞工身分(雇主、受僱者)、受僱單位、就業保險、公司財務、



▲ 圖 5 勞保資料退保再就業趨勢分析

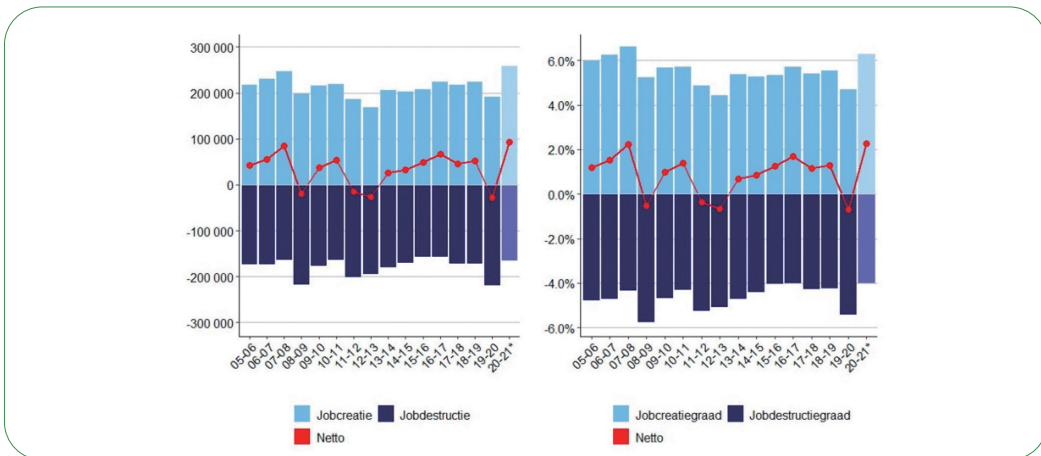
行政(公司併購、改名)等,計畫產出高品質的就業動態資訊,可有效掌握勞動市場變動趨勢,對勞力市場研究非常重要。

(一) 比利時整體勞動市場動態

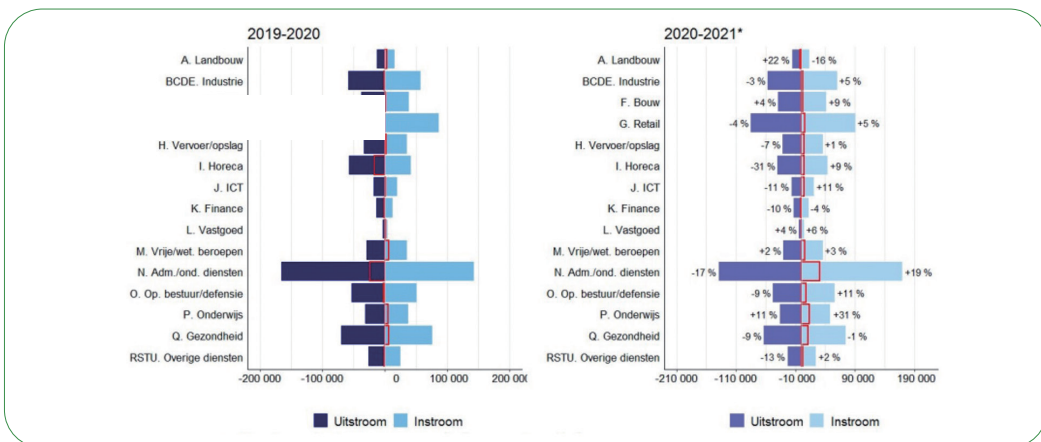
以 2005 年至 2021 年統計資料為例(圖 6),在 2014 年至 2018 年發生新冠肺炎疫情之前,每年平均可新增 5 萬個工作職缺,2019 年至 2020 年發生新冠肺炎疫情,公司僱用人數顯著下降,工作負成長

達 28,577 筆,自 2020 年至 2021 年則可看到勞動市場呈現緩慢復甦,這些統計資料可協助政府監督、掌握勞動市場動態,有助於理解商業周期、危機對創造和破壞就業機會的影響以及經濟復甦的驅動力。

觀察不同產業的數據,同樣以 2019 年至 2020 年以及 2020 年至 2021 年進行比較(圖 7),顯示新冠肺炎發生時期,餐旅業(Horeca)有非常顯著下降,此外,行政及



▲ 圖 6 2005 年至 2021 年比利時整體勞動市場動態



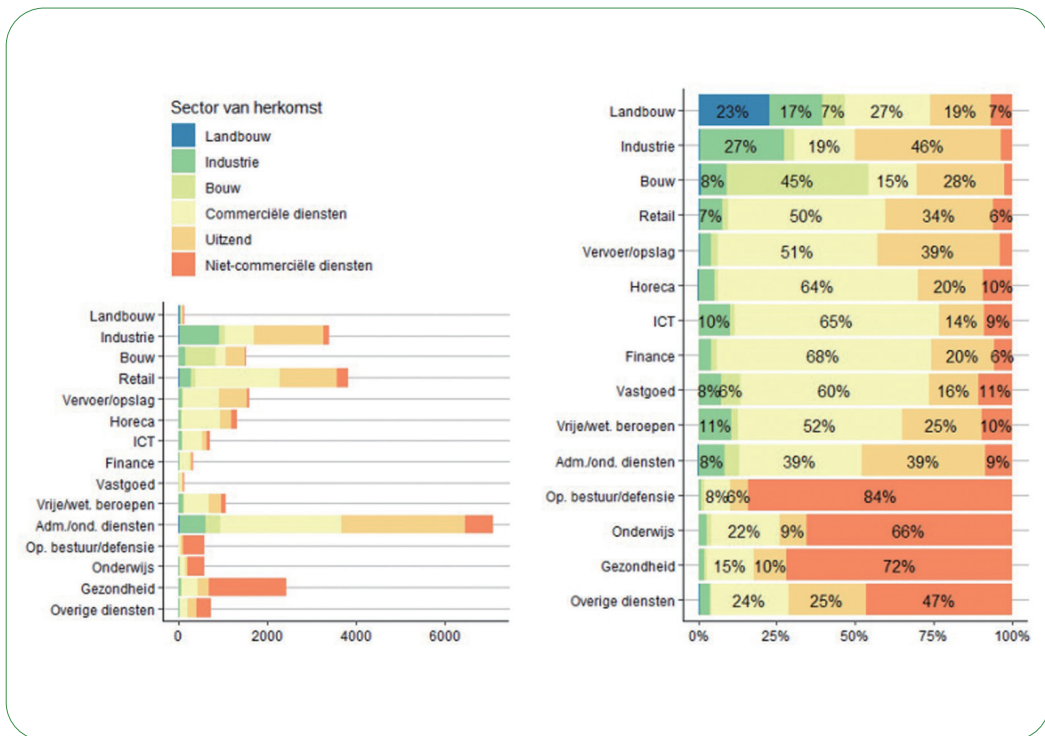
▲ 圖 7 2019 年至 2021 年比利時各行業勞動市場動態

服務部門 (Adm/ and diensten) 也呈現負成長。2020 年至 2021 年緩慢復甦時期，餐旅業、行政及服務部門的勞動者開始出現流入現象，透過這個資料分析，可以看到經濟復甦發生在哪一些產業，復甦的情況為何。

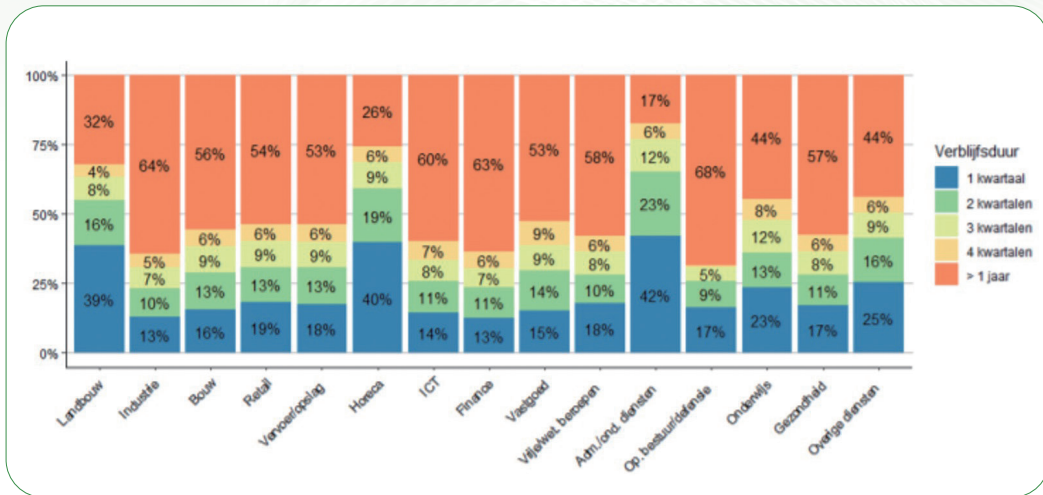
(二) 比利時勞工受僱產業及受僱時間分析

透過統計數據，亦可觀察勞工在加入目標產業之前，受僱的工作或從事的產業，從而分析產業與勞動市場變動的關係(圖 8)。以製造業 (Industrie) 為例，統計資料顯示 27% 的從業人員，之前也是在製

造業任職，46% 的從業人員，之前是從事非商業的服務性質工作 (Niet-commerciële diensten)，可以看到勞工加入製造業之前不一樣的就業情形，以公共服務業 (Op. bestuur/defensie，管理/國防)、教育業 (onderwijs)、健康產業 (gezondheid) 及其他服務業 (overige diensten) 為例，很高比率的從業人員過去同樣是在這些產業服務 (橘色部分)，顯示不同的服務業亦有其特殊的專業領域，這些分析可以幫助我們瞭解勞動者在勞動市場職涯歷程的轉變。



▲ 圖 8 比利時勞工受僱產業分析



▲ 圖 9 比利時勞工受僱時間分析

分析每個工作的存續時間，可以瞭解勞動者在公司的受僱時間（圖 9），統計資料顯示金融部門（Finance）從業人員，63% 至少受僱一年，與餐旅業（Horeca）相較，40% 餐旅業從業人員 1 季內會離職，從而觀察產業別的差異。

透過社會安全資料統計分析，可以進一步瞭解雇主、勞工、產業等勞動市場的活動；統計資料亦可作為基礎研究或應用研究使用，這些研究成果，均可協助政府掌握比利時勞動市場發生的就業動態。

► 肆、未來合作對話及閉幕結語

魯汶大學勞動及社會研究所長 Geert Van Hootegeem 及勞動部勞安所長何俊傑，透過對話的形式暢談雙方近期重要研究議

題，商議未來邀訪規劃，以及後續勞動部勞安所赴歐進行高階會談的辦理方式。

最後，兩研究機構所長在閉幕結語時共同感謝此次與會的專家學者，熱烈討論勞動市場趨勢評估方式，以及就平台經濟工作者之勞動權益保障及氣候和循環經濟轉型對就業和技能的影響提出多項具體政策建議，並承諾未來將更深入地在勞動政策研究領域進行交流，期盼疫情趨緩、國境開放後能面對面進行實體研究合作，歐處蔡大使表示樂見雙方在合作研究已有具體構想，未來將持續協助雙方推展各項合作事項，為本次研討會畫下圓滿的句點。

淺談金屬疲勞

對高空作業設備從業人員之危害

江坤星 | 勞動部職業安全衛生署北區職業安全衛生中心檢查員



▲ 圖 1 使用高空工作車從事招牌清潔作業，吊桿支撐座螺絲斷裂導致人員隨工作台倒塌，導致作業人員顱內出血死亡

壹、前言

移動式起重機附掛搭乘設備是當今台灣生活中常見的高空作業機具，它將工作台（搭乘設備）附掛於移動式起重機吊桿上方，供作業人員於該設備內從事高處作業，作業方式與高空工作車類似，是依據勞動部所訂的起重升降機具安全規則第 19 條第 2 項所定義的高處作業設備，事實上移動式起重機依據同條第 1 項規定是不得載人，不過在台灣為了一些貨櫃裝卸、船舶維修、高煙囪施工等尚無其他安全作業替代方法，或臨時性、小規模、短時間、作業性質特殊之作業時，特別允許起重機在

採取防止墜落措施狀況下可以例外以附掛搭乘設備的方式載人作業，但由於近年來發生多起使用搭乘設備導致作業人員死亡之職業災害，其中部分災害主因來自於金屬疲勞，本文以透過辦理某招牌清洗作業發生因金屬疲勞導致之死亡職業災害調查的經過，將金屬疲勞潛藏對高空作業設備之風險及建議的預防方法提供讀者參考。

貳、金屬疲勞導致職業災害案例

108 年 12 月 28 日凌晨約 1 點左右，國內某間專門承攬招牌清潔公司之員工正要開始清潔宜蘭縣羅東某間便利商店之廣



▲ 圖 2 支撐座螺絲全數斷裂

告招牌，該次作業人員有兩人，其中一人乘坐搭乘設備抬高約離地 8 公尺後，瞬間吊桿支撐座螺絲斷裂，吊桿倒塌（圖 1），作業人員隨搭乘設備墜落地面，由於罹災者未使用安全帽，導致顱內出血死亡，而該肇災的設備是一台由移動式起重機改裝的高空工作車，鋼索及吊鉤已經移除，難以認定該改裝設備為起重機，以致案件以高空工作車認定辦理，惟其結構本質仍屬移動式起重機；而本案為何支撐座螺絲會斷裂呢（圖 2）？經分析該斷裂之螺絲斷面，可發現已經出現明顯之海灘紋（beach mark）或稱蚌殼紋（clam shell marks），此為金屬疲勞之特徵，而且斷面裂縫最深的螺絲就是吊桿正後方的螺絲，因為槓桿原理該螺絲也是承受最大拉應力的螺絲，當它因金屬疲勞裂縫導致承載力不足斷裂後，力量會加載於其他螺絲導致其他螺絲負載過重而斷裂，所以調查採證的監視器畫面可以看到吊桿倒塌前有先發生左右搖晃後才倒塌，而且只是瞬間幾秒之間，罹災者是在沒有預

警的狀態下墜落死亡，想見金屬疲勞對於此類高處作業潛藏極高風險，而本案勞動部職業安全衛生署最終認定該高空作業設備因金屬疲勞導致材料強度不足斷裂，雇主違反職業安全衛生設施規則第 115 條規定：「雇主對於車輛機械應有足夠之馬力及強度，承受其規定之荷重…」及另外未於事前依作業場所之狀況、高空工作車之種類、容量等訂定包括作業方法之作業計畫及未使員工確實使用安全帽而分別違反同規則第 128 條之 1 及第 281 條規定。

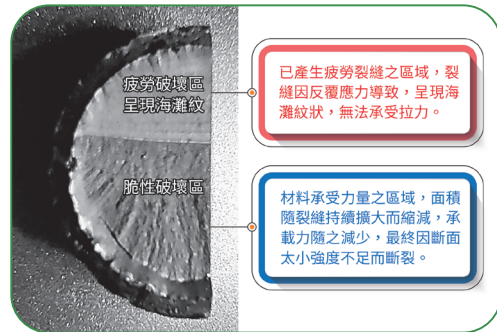
本災害發生後雇主頻頻喊冤，不服勞動部的認定，從訴願到行政訴訟已纏訟約 2 年，台北高等行政法院 110 年 12 月 30 日判決¹ 雇主敗訴，顯示司法仍認定雇主對於此類災害仍應積極預防，並負起責任，但本案仍可上訴；而爭訟的過程雇主流張，金屬疲勞不能目視檢查發現，僅僱用數人的小公司，雇主怎麼可能知道金屬疲勞的專業知識及預防方式，所以主張無過失，說的似乎有理，但我們想想，難道罹災勞工及其家屬就該接受些說法嗎，雇主不專業為何要承攬涉及專業設備的工作呢，勞工多數情況並沒有辦法選擇雇主提供的設備，都是雇主提供什麼就只能用什麼，雇主當然應該提供給勞工使用的設備是安全無虞的，本災害調查發現，發生災害事業單位在發生本次死亡職災前已經發生過 2 次同為螺絲疲勞斷裂導致吊桿倒塌之案件，並曾有人員因此受傷，已發生兩次事故之後雇主仍未有積極預防作為，最終於第 3 次發生疲勞破壞時導致員工墜落

死亡，案發後仍認此災害非屬雇主應預防之法定義務，不願負起責任，讓人無法接受，可見本災害並非意外，而是人禍。

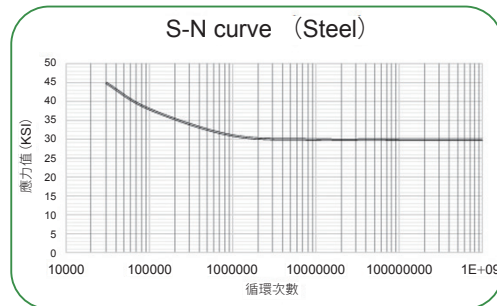
參、認識金屬疲勞對高空作業設備之影響

本案依據證人(維修廠商)的供述，肇災螺絲事前因為斷裂更換過新品，但不到一年又發生斷裂導致可怕的死亡災害，為何該清潔公司設備吊桿之撐座螺絲會如此頻繁發生斷裂呢？依據維修業者說法，認為該公司是使用不當，才會使螺絲頻繁斷裂，但事實並非使用不當，而是因為金屬疲勞導致。所謂金屬疲勞，是金屬材料持續受到反覆載重時發生之物理現象，美國材料與試驗協會(American Society for Testing and Materials, ASTM) 將「疲勞」定義為：「金屬材料在承受反覆應力或應變作用下逐漸產生局部區域的永久性結構改變，且在一定循環次數後，在這些區域能導致裂紋穿透構件或使構件全部斷裂」之物理性質，而金屬疲勞會使金屬斷面因受損裂痕起始(fracture initiation)發展，該軸件需經過反覆週期性負載施加下，由上半部裂痕開始往下發展，在向下發展過程中任何破壞的斷面會形成海灘紋(beach mark)現象(圖3)，當斷面變的越來越小時，最後該斷面所承受的反覆週期性荷載超過機械材料特性的降伏強度時，即造成拉伸破壞(tensile failure)，會發生立即斷裂的情況²，舉例說明，某金屬材料受力達45Ksi的應力會導致破壞，若只承受35Ksi的應力則游刃有餘，但是反覆承受

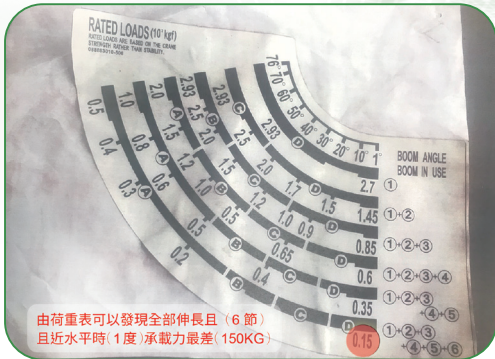
35Ksi的應力循環達一定次數時，材料同樣會產生疲勞而破壞，當然承受的應力值越低可以承受反覆受力的次數越多，而受力與循環次數間之關係，可以用S-N curve圖(圖4)呈現，而本案事發事業單位主要經營內容為承攬便利商店的招牌清潔業務，作業會頻繁使用起重機吊桿附掛搭乘設備，又吊桿撐座螺絲的負荷能力會依據其吊桿伸長長度與水平角度而有不同，正常吊桿在全部伸長且呈水平狀態承受負荷能力最低，以本案車輛之荷重表顯示(圖5)，此狀態時僅可承受150公斤之負荷，而清洗招牌的作業，尤其是便利商店招牌，作業高度約略為一層樓樓頂位置居多，且車輛多受限需停放路邊，距離越遠就會越伸長吊桿，也越趨近於水平狀態，此時的



▲ 圖3 檢視斷裂之螺絲發現有明顯金屬疲勞的特徵—海灘紋



▲ 圖4 鋼鐵材料S-N對數圖，顯示承受應力與循環次數間之關係



▲ 圖5 本次災害雇主提供高空作業設備之荷重表



▲ 圖6 國內常見使用移動式起重機附掛搭乘設備清洗招牌之作業情形

承載力最差（圖6），若人員加上工作臺重量為130公斤（接近承載力150公斤），由S-N curve圖就能理解，此狀態對產生金屬疲勞的影響就相當大（即循環次數相對較少的情況就會產生疲勞現象），再者，此類招牌清洗，人員於工作台上刷洗、或是移動重心產生的振動均屬於受力之循環次數，就如同徒手扯斷鐵絲一樣，彎折次數夠多就能折斷，不用考慮花多少時間彎折，本案招牌清潔公司幾乎是每天深夜作業到天亮，設備使用頻率相當高，加上刷洗招牌會產生劇烈振動增加受力之循環次數，所以撐座螺絲才會短時間頻繁發生金屬疲勞，肇致勞工傷亡。

肆、建議預防方式

由本職業災害案例可知，金屬疲勞產生的破壞是沒有預警的，突發的材料斷裂導致人員閃避不及而發生職業災害，此類災害到底應該如何預防呢？建議可以從以下三點來著手：

- 一、認識金屬疲勞對作業可能產生的危害。
- 二、避免金屬疲勞的發生。
- 三、評估發生金屬疲勞破壞時如何維護員工安全。

以本案災害為例，經營內容頻繁使用起重機附掛搭乘設備作業之事業單位，應對其作業可能發生之危害應有相當的認識並探詢預防之方式，本案事業單位事前已經發生兩次撐座螺絲金屬疲勞斷裂之事件，仍未有積極預防作為，顯示雇主危害意識不足，兩次都是撐座螺絲斷裂，倘為避免再次發生，自當研究疲勞裂縫成因及檢查螺絲裂縫情形之方式，而研擬有效預防方式，而本案雇主主張螺絲因疲勞產生裂縫並非肉眼目測可判定，無法事先預見螺絲是否發生金屬疲勞，其實不然，螺絲如有裂縫或瑕疵，均能事先以非破壞性檢測（Nondestructive-Testing，以下簡稱NDT）發現，國內均有檢驗方式及標準，如CNS 3712 金屬材料之超音波探傷試驗法、CNS 11048 磁粒檢測法通則、CNS 11047 液滲檢測法通則、CNS 11050 渦電流檢測法通則等，均能事先發現螺絲因疲勞產生之裂縫，國內也有許多檢測機構提供檢測服務，以NDT檢測設備容易發生疲勞破壞的構件，並適時更換已有疲勞現象

之材料，將有助預防金屬疲勞產生之危害，國內最常使用起重機附掛搭乘設備或高空工作車作業的台灣電力股份有限公司，為避免設備因金屬疲勞帶來之危害，特別修訂：「台灣電力公司配電工程承攬商安全衛生輔導施行細則」，規定高空工作車（昇空工程車）使用達6年起，原則上每2年週期辦理1次超音波檢測及放射線（X光、伽瑪線）照相檢測，另外基座螺絲、螺栓及焊道超音波檢測，顯示台電公司已發現並重視金屬疲勞可能對於高空作業人員可能之危害情形並加以著手預防，不過，使用的定期NDT檢查的方式仍有盲點，因為先前已經提到，與金屬疲勞有關之因素為受力之循環次數，並非歷經時間，以本案例災害斷裂的螺絲為例，更換新品螺絲後僅間隔未逾一年就發生疲勞破壞，如果用台灣電力公司定期2年實施NDT檢查方式將無法有效預防本次災害，螺絲仍會因為金屬疲勞而斷裂，所以採行定期NDT檢查之週期，仍應考量設備使用之頻率及作業產生的振動情況做合理推算，才能有效預防金屬疲勞之發生。

然而評估推算金屬疲勞發生的時程卻有其難度，所以雇主除積極避免設備發生疲勞破壞之外，仍應考量發生疲勞破壞時如何降低作業人員危害之因應對策，於作業前依作業場所之狀況、高空作業設備之種類、容量等訂定包括作業方法之作業

計畫，評估破壞時如何維護員工安全，並使勞工確實使用防墜落用之安全帽等防護具，以降低設備發生金屬疲勞破壞時對作業人員之危害程度。

◎ 伍、結論

金屬疲勞產生的危害是無預警的，而且已發生多起類似於本案之災害，不論是高空作業車或移動式起重機附掛搭乘設備，應特別注意基座（撐座）螺絲可能發生疲勞破壞之風險，依據國內民情，通常設備都是用到零件壞了才去保養廠更換新的零件，如此消極的維修方式將極可能使作業人員暴露於極高的風險之中，就像本案一樣，材料發生疲勞破壞的同時，人員也隨之罹難了，另外國內使用之移動式起重機，多數為日本進口之二手貨，使用年份很多已超過10年甚至20年，材料結構應有承受相當反覆應力之情形，會發生金屬疲勞的風險就很高，面對如此無預警又高風險的危害，積極的預防才能有效杜絕災害發生，而對於一些資源較為有限的小型事業單位，如不了解如何辦理NDT檢測及評估疲勞破壞的發生期程，定期以預防性更換撐座螺絲等易發生金屬疲勞之零件，將是經濟有效的替代方式，再者，確實要求作業人員配戴有效之防墜型安全帽，才能對於此類無預警突發的災害提供最後的防護。

參考文獻

1. 台北高等行政法院 109 年度訴字第 1042 號判決 (2021)。台北市，台灣。
2. 賴俊發 (2021)。淺談壓力容器疲勞破損預防及檢查，社團法人中華產業機械設備協會。