

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

考察比利時等歐洲國家廢車回收及
資源回收管理運作機制

服務機關：行政院環境保護署
姓名職稱：許永興 技監兼執行秘書
派赴國家：荷蘭、德國、比利時、法國
出國期間：105 年 8 月 20 日至 31 日
報告日期：105 年 11 月 24 日

摘要

檢視廢機動車輛回收處理及基金運用情形，回收處理系統運作尚稱順暢，惟廢機動車輛處理後衍生廢棄物 (Automotive Shredder Residue, ASR) 的去化，可能因焚化處理管道日漸困難，而產生問題。因此，ASR 減量、再利用，及廢車處理過程的拆解與分選技術的提升，將是廢車資源回收再利用的重點。本次赴比利時、荷蘭、德國及法國等國家針對當地廢車回收、拆解、ASR 處理及廢塑膠再利用情形，進行參訪及技術等資料蒐集。並參訪法國廢電子電器物品處理廠，瞭解廢冰箱處理流程及於當地的再利用情形。摘要如下：

一、ARN Recycling

於荷蘭蒂爾 (Tiel) 設置有廢車粉碎殘餘物 (ASR) 的後破碎設備 (Post-Shredder Technology, PST)。每年約可處理 4 萬公噸 ASR，處理成本每公噸約 200 歐元。PST 主要以透過系統模組方式，將 ASR 於粉碎處理後，分選出鐵金屬，以及銅、鋁等非鐵金屬；接著分選玻璃砂土、纖維。塑膠廢料則以比重濕式水洗設備，依比重原理分選出高、中、低等 3 種不同比重的塑膠。為提高塑膠類純度，於處理線增加一個震動分離器 (shaker-separator)，使純度可達到 97%。經 PST 分選後，可將再使用及再利用 (Reuse and Recovery) 的物質分選出來，比率達 85%。

二、IRAL GmbH

位於德國亞琛 (Aachen) 的廢車回收拆解處理廠，廢車進廠後會先將車內具販售價值物料 (二手物) 拆卸下來，如車用零件、車門、保險桿、輪胎、椅墊等。接著將車內油料卸除，最後進行粉碎處理。其粉碎處理所用的設備，係 ARJES 公司研發的固定式剪力破碎機，每小時處理量約 20-25 公噸，設備特色為可將廢車殼進行整車破碎外，亦可依需求，單獨針對引擎進行破碎。再依顆粒尺寸進行分選及磁選。殘餘物料 (包含 PU 泡棉) 約占 30%，以焚化處理。

三、Galloo Recycling Solutions

位於比利時梅嫩 (Menen)，廢車每年處理約 10 萬輛，並為比利時第 1 家可達歐盟廢車指令 (2015 年起每輛廢棄車輛的再使用及再利用率需達 95%) 的業者。該廠廢車拆解主要著重去污染及拆解可用二手零件，所拆解出的二手

零件、鐵、非鐵金屬之販售為收入來源。在去污染方面，主要針對油料及冷媒等 2 部分。油料以抽油設備抽取，較潔淨的汽油、柴油等油品則進行再利用；引擎冷卻油，則以能源回收進行焚化處理，冷媒則需付費處理。廢車處理流程包含車體破碎及使用比重分離技術進行 ASR 的分選。其中 ASR 會先進行研磨後，再分選金屬與塑膠泡棉，之後透過風選設備，將纖維及泡棉分離，剩餘物料再以渦電流進行分選處理，分選後無法再利用的纖維、泡棉及玻璃約占 5%。

四、Indra Re-source Engineering Solutions

位於法國羅莫朗坦朗特奈 (Romorantin Lantheny) 的 Indra 公司是法國雷諾汽車公司及蘇伊士環境集團各出資 50% 的企業，該公司已發展汽車拆解流水線，並針對拆解過程開發抽油設備、車輛翻轉設備及鳥嘴拆解等設備，部分設備並已商轉。拆解線上所有可用零件都被取出，以電腦條碼分類，並透過網路平台或與其他業者合作銷售，每輛廢車拆解後可販售的零件平均約 170 歐元。抽取出的油類如屬汽、柴油則自行使用；其他油類則送交其他公司處理；冷媒則以焚化方式付費處理。

五、Global Expertise Center

位於法國勒佩克 (Le Pecq)，設有 6 個研發部門。本次參訪塑膠研發部門，目前研發主題在於 HDPE 及 PP 混合塑料的再利用途徑，並建議各類塑膠仍需分類，以利後續再利用，並分享 PET 與 PP/PE 仍以比重方式進行分類，成本較低。即於廢塑膠料破碎水洗過程，利用 PET 比重相較 PP/PE 大，而沉入水的特性將其分離。另若欲得到純度較高的塑膠物料，仍需依靠相關設備如近紅外線 (Near-Infrared, NIR) 分類設備，該技術已可辨識 PET、PE、PVC、PP、PS 及 PLA 等塑料。

六、WEEE Feyzin Plant

位於法國費贊 (Feyzin)，廠內廢電冰箱處理流程接近全自動化，將有價材料 (如鐵、鋁、塑膠) 進行資源化回收，再利用率可達 90%，每年廢冰箱處理量約 1 萬公噸。廢電冰箱處理時先將冷媒及壓縮機潤滑油抽出，再以分離設備將其分開。針對不可回收的物料 (如含 PU 泡棉隔熱材)，則引進造粒技術，將其製作成粒徑小於 1 公分的微粒乾燥衍生燃料 (Pellets)，可與黏稠度較高的燃料油混燒作為替代燃料，減少燃油使用量。

目 錄

	頁次
壹、前言.....	1
貳、考察目的.....	1
參、出國行程與內容概要.....	2
肆、考察過程.....	4
一、ARN Recycling.....	4
二、IRAL GmbH	8
三、Galloo Recycling Solutions	11
四、Indra Re-source Engineering Solutions	14
五、Global Expertise Center	19
六、WEEE Feyzin Plant	20
伍、心得.....	23
陸、建議.....	24
柒、參考資料.....	25

附件目錄

附件 1-DIRECTIVE 2000/53/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF
THE COUNCIL

附件 2-ARN Sustainability Report

附件 3-Measuring recycling on the basis of monetary value

附件 4-Indra Re-source Engineering Solutions 簡報

圖 目 錄

頁次

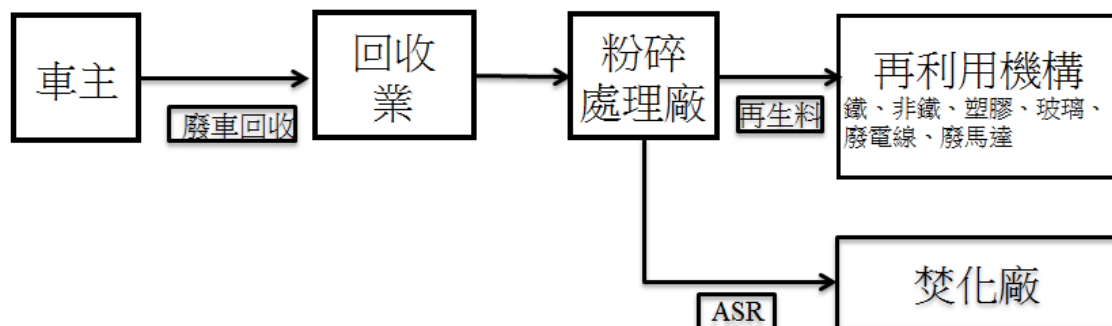
圖一 國內廢車回收處理流程圖.....	1
圖二 ARN Recycling 廠區外觀與廠方代表合影及現場簡報情形.....	4
圖三 ARN Recycling PST 處理流程.....	5
圖四 PST 分選後各類物質及其占比.....	6
圖五 ARN 公司 Recycling Reuse and Recovery 達成比率.....	7
圖六 IRAL GmbH 廠區外觀與廠方代表合影	8
圖七 IRAL GmbH 將具販售價值的二手物料專區堆放情形	8
圖八 廢車破碎及分選設備.....	9
圖九 廢車破碎後的碎鐵.....	10
圖十 廢車粉碎後含 PU 泡棉殘餘物料.....	10
圖十一 車體打包機作業情形.....	10
圖十二 Galloo Recycling Solutions 廠區外觀及廠方代表合影	11
圖十三 Galloo Recycling Solutions 網站展示之廢車回收拆解流程圖.....	12
圖十四 Galloo 廠區現場作業情形.....	13
圖十五 INDRA 公司廠區外觀及與廠商代表合影.....	14
圖十六 INDRA 公司 汽車拆解流水線.....	15
圖十七 INDRA 公司爆破汽車安全氣囊情形.....	16
圖十八 INDRA 公司 抽油設備.....	16
圖十九 INDRA 公司 車輛翻轉設備.....	17
圖二十 INDRA 公司 鳥嘴拆解設備.....	18
圖二十一 Global Expertise Center 外觀及與研究中心人員合影.....	19
圖二十二 Feyzin Plant 廢冰箱處理流程圖	20
圖二十三 與 WEEE Feyzin Plant 廠方代表合影	20
圖二十四 WEEE Feyzin Plant 現場作業情形	21
圖二十五 微粒乾燥衍生燃料 (Pellets)	22

壹、前言

我國近年國民所得提高，機車與汽車已成為一般家戶多會購買的家用品，為避免廢棄車輛占據道路，造成環境污染。本署依廢棄物清理法規定將其納為公告應回收項目，並提供回收獎勵金，鼓勵民眾廢棄時進入資源回收體系，予以資源循環利用。依據統計資料，104 年度資源回收體系計回收廢汽車 12 萬 8,496 輛、廢機車 23 萬 1,050 輛，合計 35 萬 9,546 輛。相較 87 年成立資源回收管理基金所回收 18 萬 6,638 輛。回收量成長將近 2 倍。加以近年來部分歐洲國際匯率走低，以及本（105）年政府汰舊換新貨物稅政策影響，導致廢機動車輛報廢數量明顯增加。另外，考量部分廢機動車輛回收處理廠內的設備、機具，或回收技術已近 20 年。若能蒐集國外先進技術或相關資訊，於業者精進技術或研發設備時可適時協助引導，共同提升資源回收產業量能，精進回收並促進循環經濟。

貳、考察目的

在廢機動車輛的回收處理部分，國內回收業者主要先將引擎、堪用二手零件、廢輪胎、廢鉛蓄電池和廢潤滑油先進行拆除。廢車殼則送至廢車粉碎分類處理廠進行處理。然因於拆卸過程中，主要係以人工方式處理，導致速度較慢。粉碎處理廠則係將廢車殼破碎後，篩選出金屬及塑膠等再生料則交給再利用機構，剩下的殘餘物（Automotive Shredder Residues，ASR）則交予焚化處理廠進行焚化處理。



圖一 國內廢車回收處理流程圖

由於 ASR 內有泡棉、塑膠、玻璃、砂土、金屬等，組成成分複雜，若未分選出來，不利後續再利用。另泡棉具高熱值，國內焚化廠收受意願普遍不高。故至比利時、荷蘭、德國及法國等歐洲國家針對當地廢車回收、拆解、ASR 處理及廢塑膠再利用情形，進行參訪及技術等資料蒐集，做為國內廢車回收管理及再利用技術提升參考。

參、出國行程與內容概要

日期	工作內容概要
105.8.20	啟程至荷蘭阿姆斯特丹。
105.8.21	各廢車處理廠背景資料及訪談提要整理。
105.8.22	考察ARN Recycling，瞭解廢車粉碎殘餘物（ASR）的後破碎處理技術。
105.8.23	考察IRAL公司，瞭解廢車引擎自動化破碎及分選回收技術。
105.8.24	考察Galloo Recycling Solutions，瞭解廢車粉碎殘餘物（ASR）分選技術。
105.8.25	考察Indra Re-source Engineering Solutions，瞭解廢車拆解及去污染技術。
105.8.26	考察SUEZ的塑膠研發部門，瞭解當地廢塑膠回收再利用研發方向。
105.8.27	勘查巴黎資源回收現況。整理各廠訪談情形。

日期

工作內容概要

105.8.28

搭車前往里昂。廢電子電器處理資料及訪談提要整理。

105.8.29

考察WEEE Feyzin Plant，瞭解當地廢冰箱處理及PU泡棉隔熱材造粒技術。

105.8.30

搭機返回臺北。

105.8.31

返抵臺北。

肆、考察過程

一、ARN Recycling

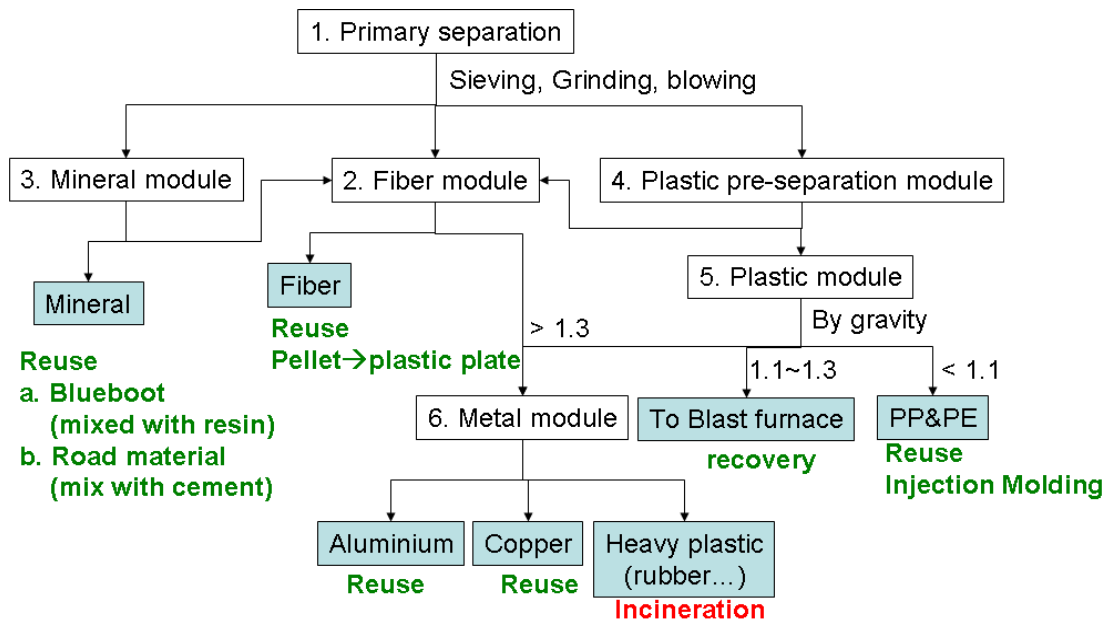
ARN Recycling 為非營利單位。西元（下同）2011 年於荷蘭帝爾（Tiel）完成廢車粉碎殘餘物（ASR）後破碎設備(Post-Shredder Technology, PST)的建置。依經理 Mr. Hector Timmers 簡報，整體成本含土地、建廠、技術轉移、人員訓練等約 3 億歐元。目前員工 45 人。該 PST 設備主要處理該公司認證的廢車拆解廠所產生的 ASR，每年約可處理 4 萬公噸（採 3 班制處理）。目前 ASR 處理每公噸成本約 200 歐元，每年處理成本 900 萬-1,000 萬歐元，其對外處理 ASR 每公噸收 85 歐元，不足部分由民眾購買新車時所繳交的費用支付（每輛 45 歐元）。ARN Recycling 廠區外觀、廠方代表合影及經理 Mr. Hector Timmers 簡報情形如圖二所示。



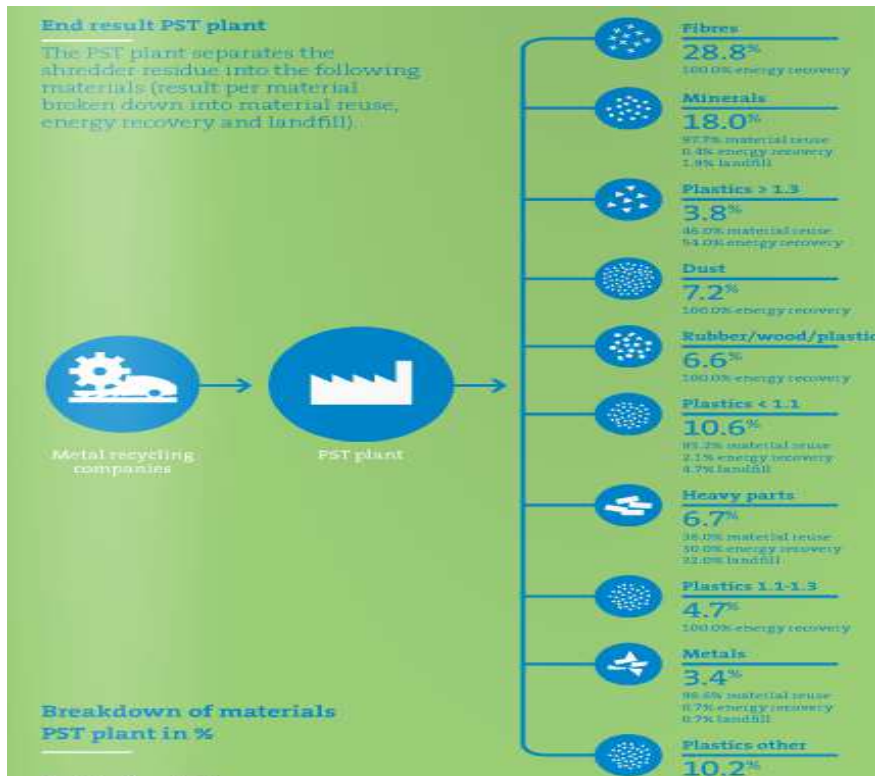
圖二 ARN Recycling廠區外觀與廠方代表合影及現場簡報情形

經瞭解，PST 主要係以透過系統模組，將 ASR 於粉碎處理後，將廢料分選出來。第一步分選出 ASR 中的鐵金屬，以及銅、鋁等非鐵金屬；接著分選玻璃砂土、纖維。塑膠廢料則以比重濕式水洗設備，依比重原理分選出高（大於 1.3kg/dm³）、中（1-1.3kg/dm³）、低（小於 1.1kg/dm³）等 3 種不同比重的塑膠。高密度的塑膠如：如含 PVC 電線圈，每年約產出 3,500 公噸，後端出路為焚化（在荷蘭部分焚化爐允許 PVC 與其他垃圾混合摻配焚化）；中密度每年產出約 2,200 噸，後端出路為煉鋼高爐還原劑；至於低密度的塑膠如：PP、PE，每年約產出 3,600 噸，採物質回收方式回到塑膠市場。

為提高塑膠類純度，於處理線增加一個震動分離器（shaker-separator），將塑膠中橡膠含量，從 10%~12%降低到 3%，故純度可達到 97%。至於其他分選出的玻璃，則用於道路鋪面；纖維做成塑合板或能源回收。PST 處理流程及分選後各類物質及其占比如圖三及圖四。

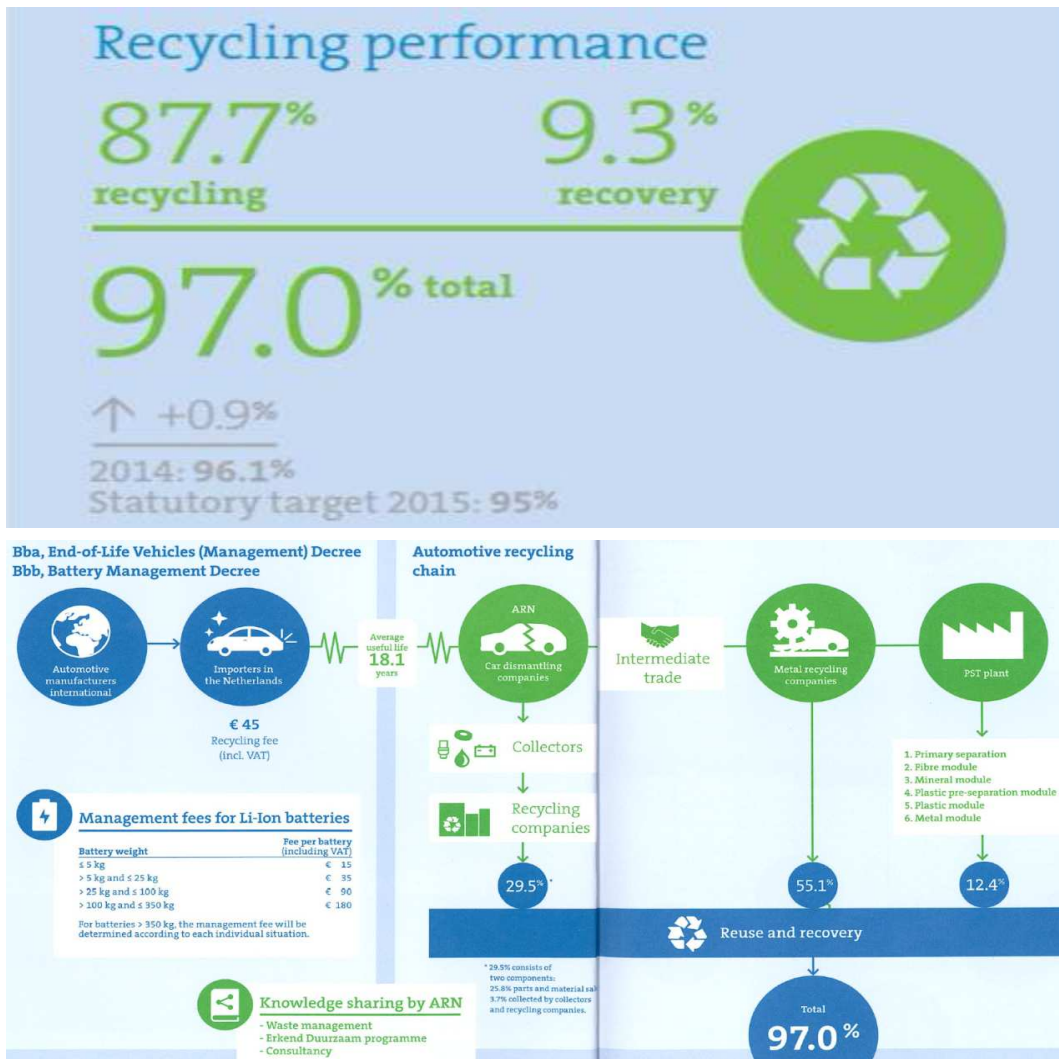


圖三 ARN Recycling PST處理流程



圖四 PST 分選後各類物質及其占比

ARN Recycling 從建置 ASR 後破碎處理設備後，將可再使用及再利用 (Reuse and Recovery) 的物質分選出來，比率達 85%。該公司另於 2015 及 2016 年分別新增金屬回收設備及纖維布處理設備。依據 ARN 公司 2015 永續報告 (ARN 2015 Sustainability Report) 揭露，該公司於 2015 年依據歐盟廢車輛指令 (End-of-life Vehicle, ELV) 達成的再使用及再利用比率合計為 97%，其中物質回收的比率為 87.7%；能源回收占 9.3%。若以拆解與處理過程分析，廢車拆解程序占 29.5%、廢車處理程序回收的物質占 55.1%，另透過 PST 系統模組程序回收的物料占 12.4%。ARN 公司 Reuse and Recovery 達成比率，如圖五所示。



圖五 ARN 公司 Reuse and Recovery 達成比率

經瞭解，在荷蘭購買新車時，均須在荷蘭車輛型式認證主管機關（Rijks Dienst Wegverkeer, RDW）登錄並繳交 45 歐元給 ARN 作為後續車輛報廢時的廢車處理費。若該車廢棄後並未以正常處理管道處理，包括進入 ARN 認證的廢車拆解廠，以及 ASR 送至 ARN Recycling，則該廢車無法自 RDW 系統登錄作廢，車主必須持續繳交相關稅金。在荷蘭藉由此種回收廢車並完成處理的方式，避免車主將廢棄車輛交給不肖業者處理。

二、IRAL GmbH

IRAL GmbH 公司位於德國亞琛 (Aachen)，成立約 3 年，為廢車回收拆解處理廠，該廠區每天約可處理 100 輛廢汽車。IRAL GmbH 廠區外觀及與廠方代表合影如圖六所示。



圖六 廠區外觀與廠方代表合影

廢車拆解時，主要將車內各項具販售價值的物料 (包含車用零件、車門、保險桿、輪胎、椅墊) 先拆卸，再將車內油料卸除後進行粉碎處理。具販售價值的二手物料專區堆放情形如圖七所示。



圖七 IRAL GmbH 將具販售價值的二手物料專區堆放情形

廢車粉碎處理以德國 ARJES 設備商所研發固定式剪力破碎機進行操作，每小時處理量約 20-25 公噸，每處理 250 小時需更換粉碎刀具，設備維護費為每公噸 1.5 歐元。該固定式剪力破碎機除可將廢車殼進行破碎外，亦可依需求單獨針對引擎破碎，破碎後依顆粒尺寸分選，尺寸大於 150 mm 者，需再回到破碎機；小於 150 mm 的物料，方進入磁選機，以分選出鐵及非鐵金屬並提高物料純度。廢車破碎及分選設備如圖八所示。



圖八 廢車破碎及分選設備

有關引擎破碎後的碎鐵如圖九所示。至於粉碎後殘餘物料（包含 PU 泡棉）約占 30%，因廢車輛指令對採能源回收部分，係可納入再使用及再利用範圍計算，故 IRAL GmbH 將之全數以焚化方式處理。廢車粉碎後含 PU 泡棉殘餘物料如圖十所示。此外，針對已完成可再利用零件拆解及去污染作業後，車體部分 IRAL GmbH 利用廠內的車體打包機，將之壓縮打包成長方體車磚，再銷售予其他業者進行處理。車體打包機作業情形，如圖十一所示。



圖九 廢車破碎後的碎鐵



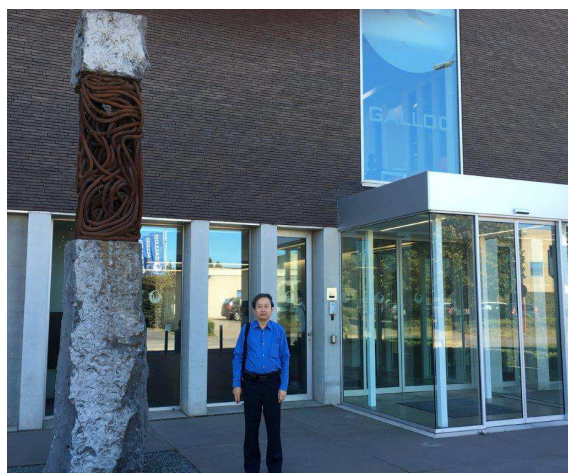
圖十 廢車粉碎後含PU泡棉殘餘物料



圖十一 車體打包機作業情形

三、Galoo Recycling Solutions

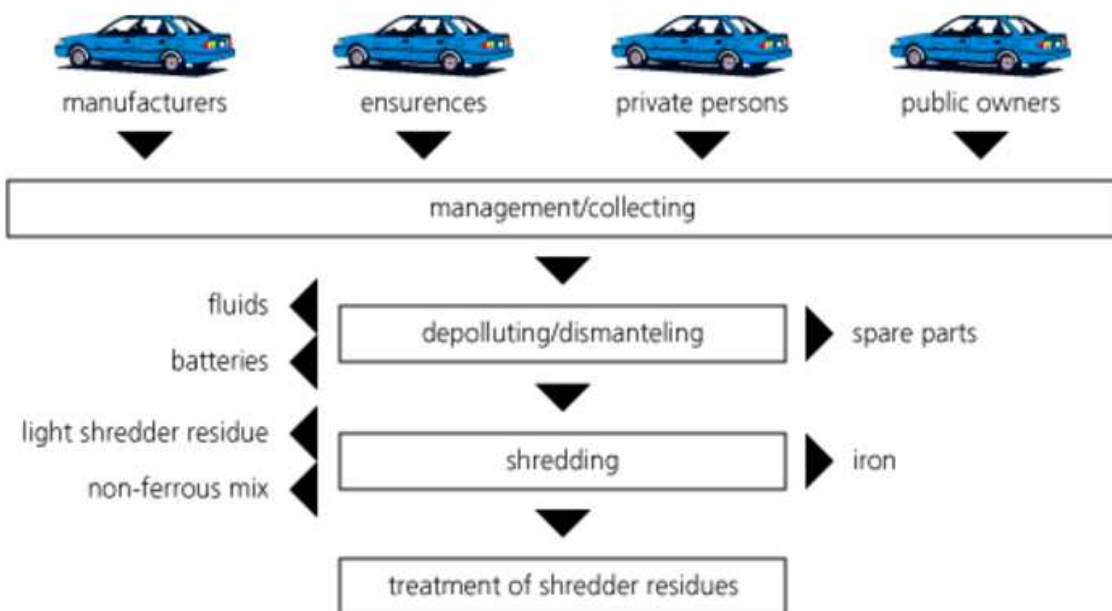
Galoo Recycling Solutions 成立於 1939 年，在歐洲有 40 座工廠，本次主要參訪位於比利時梅嫩（Menen）的廢車回收處理廠。該廠係比利時第 1 家可達歐盟廢車輛指令的處理廠，占地 3 萬平方公尺，廠內主要從事廢車、廢電子廢棄物及一般事業廢棄物等處理，其中廢車每年約可處理 10 萬輛，至於廢車的來源係該廠以每輛 100 歐元向車商洽購而來。Galoo Recycling Solution 廠區外觀及與經理 Mr. Dieter Pauwelyn 合影如圖十二所示。



圖十二 Galoo Recycling Solutions 廠區外觀及廠方代表合影

本次參訪聽取經理 Mr. Dieter Pauwelyn 簡報。包括該公司已開發出對環境友善的工業化處理設備，並成熟運用於金屬廢棄物及廢車回收處理業務，獲利來源除販賣處理設備外，另廢車處理拆解出的二手零件、鐵、非鐵金屬，於販售後亦為其收入來源。

廢車拆解前，會先確認車身號碼並連線監理站進行除籍作業，拆解程序著重拆解可用二手零件及去污染等兩部分。在二手零件（如保險桿、車燈、傳動軸、引擎等）於拆解後分區貯存，民眾可至現場或網路平台選購，另亦提供如含保險桿、車燈等未做細部拆解的整組零組件，惟車體結構依規定不得再轉賣。在去污染部分，主要針對廢棄車輛油料及冷媒等進行抽取處理。油料以抽油設備抽取，其中屬較潔淨的油品（如汽油、柴油）則進行再利用，無法再利用的油品（如引擎冷卻油），則以能源回收進行焚化處理；冷媒則付費處理，至於觸媒轉化器會拆下，送去其他廠商進行貴金屬回收。廢車回收拆解流程如圖十三。



圖十三 Galloo Recycling Solutions 網站展示之廢車回收拆解流程圖

Gallo 廠內有車體打包機，可將 4 台拆解後的廢車殼壓成長方體車磚，以節省貯存空間。廢車處理流程主要包含車體破碎及使用比重分離技術進行金屬、塑膠物料的分選作業。其中鐵及非鐵金屬（鋁、銅）廢料會經由重複分選程序，提高純度。每年約可回收 160~170 萬公噸及 4 萬公噸非鐵金屬。塑膠部分（如 PP、PE），則售予塑膠公司進行再利用。至於粉碎殘餘物（ASR）的處理，係採濕式密度分離技術，先將 ASR 進行研磨後，再透過風選將纖維及泡棉分離，剩下的剩餘物料再以渦電流進行分選處理。分選後無法再利用的纖維、泡棉及玻璃約占 5%。目前朝玻璃再利用方面發展，以提高再利用率。現場作業情形如圖十四。



圖十四 Gallo 廠區現場作業情形

四、Indra Re-source Engineering Solutions

Indra 公司是法國雷諾汽車公司及蘇伊士環境集團各出資 50% 的企業，該公司主要經營四大營業項目，包括提供政府相關資訊、協助法令制定（Regulatoin）、協助車籍資料追溯（Adminstration）、販售拆下之零件（Trading），以及技術開發與移轉（Technical support）。位於羅莫朗坦朗特奈（Romorantin Lanthenay）的廢車拆解廠有 22 名員工，每年可處理約 5,000 輛廢汽車。本次聽取該公司總裁 Mr. Loic BEY-ROZET 及部門經理 Mr. Olivier Gaudeau 簡報。廠區外觀與 INDRA 公司總裁及經理合影如圖十五所示。



圖十五 INDRA 公司廠區外觀及與廠商代表合影

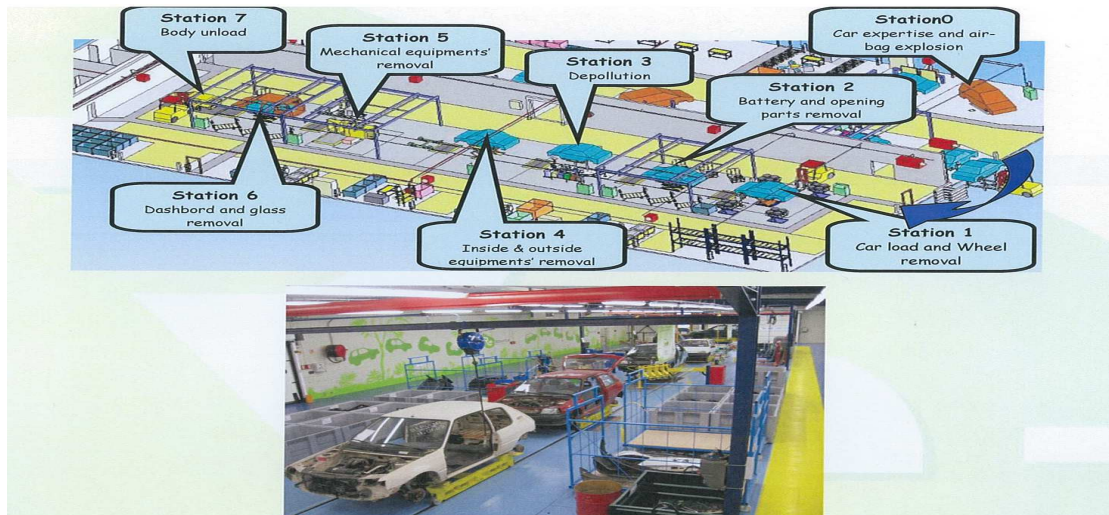
INDRA 公司廢車回收拆解的營運模式係以每輛 100 歐元向車商購買廢汽車，將可用的零件拆除，剩下車體等再以每輛 100 歐元賣給粉碎廠。由於廢車拆解後可用零件可再販售，因此 INDRA 公司主要將二手零件拆卸後，每個零件均會以電腦條碼清楚分類，並透過網路平台或與其他業者合作銷售。據表示，每輛廢汽車所拆解出的具販售價值的零件，平均可收入近 170 歐元。抽取出的油類如屬汽、柴油則自行使用；其他油類則送交專業處理公司進行處理；冷媒則以焚化方式付費處理。

Indra 公司已發展出一套具環保去污、提升人員工作安全度及符合人體工學設計的商業化汽車拆解流水線，如圖十六所示。據該公司表示，所使用

的拆除設備為自行設計，再委託奧地利 SEDA 公司製造，該設備並可依客戶需求，進行客製化設計或調整。

當廢汽車進廠後，先登錄並追蹤車籍資料，隨後進行拆除作業，各工作站拆解作業，依序如下：

- (1) 車輛檢查和安全氣囊爆破
- (2) 將汽車置於流水線上，並拆卸輪胎
- (3) 拆除車門、鉛蓄電池
- (4) 抽除油類液體，其中汽、柴油自用未販售；潤滑油、煞車油、冷媒委外處理
- (5) 內部和外部配件拆除（如車燈）
- (6) 引擎、汽缸拆除
- (7) 儀表板和車窗玻璃拆除
- (8) 將車體從流水線上卸下並註銷登錄

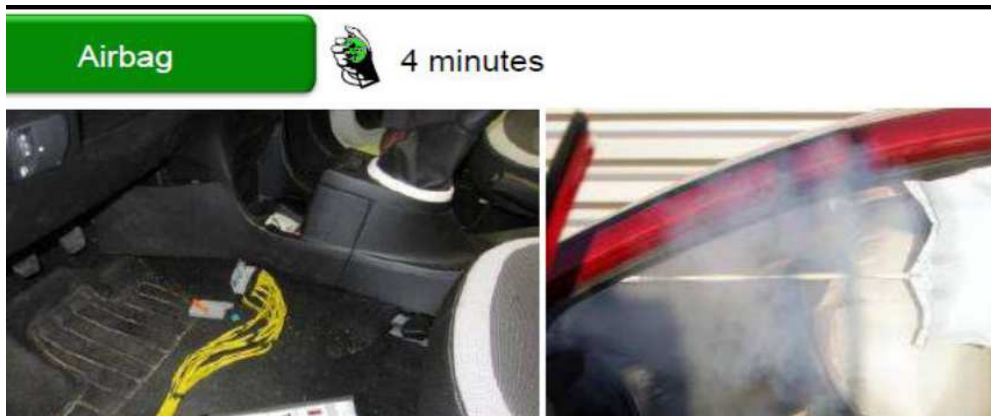


圖十六 INDRA 公司汽車拆解流水線

上述拆解流程必須使用一些工具、機械、以及升降系統。以下針對具環保去污與特色的主要 4 項設備說明如下：

- (1) 安全氣囊爆破設備

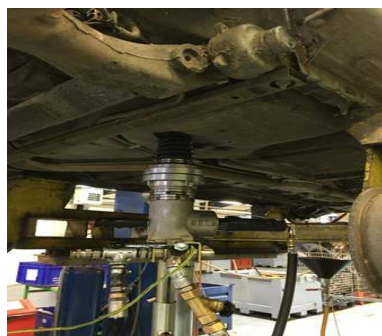
為確保拆解過程人員作業安全，於開始汽車拆解作業前，將距離約 5 公尺的廢汽車，以電磁遙控方式，爆破汽車安全氣囊。如圖十七所示。



圖十七 INDRA 公司爆破汽車安全氣囊情形

(2) 抽油設備

首先以鑽頭將油箱鑽孔，再以氣動式幫浦將車內剩餘汽油或柴油抽出送至集油槽，抽取過程藉由特別設計的透明管觀察油品品質。於完成抽取後另以塑膠栓將抽油口堵住，以避免洩漏。接著以不同尺寸的集油漏斗，針對齒輪油、液壓懸吊系統油、動力方向盤機油等屬潤滑油的油品部分，進行抽取。依不同尺寸的漏斗，承接油品的做法，可有效降低抽取過程油污外溢情形。INDRA 公司抽油設備如圖十八所示。



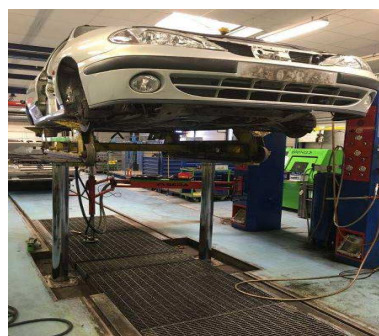
鑽頭進行油箱鑽孔抽油



外側透明管觀察油品品質



集油漏斗



抽油作業區集油井

圖十八 INDRA 公司 抽油設備

(3) 車輛翻轉設備

利用液壓設備，將汽車翻轉成側邊，讓廢汽車下方的觸媒轉換器、後輪軸、電力系統等零件方便拆解。而拆解作業亦搭配油壓電剪機具，利於工作人員將不易拆除的零件從連接處進行拆除。INDRA 公司車輛翻轉設備如圖十九所示。



圖十九 INDRA 公司 車輛翻轉設備

(4) 鳥嘴拆解設備

車用零件經過評估無法作為二手零件再使用的，則直接以貌似鳥嘴的尖嘴拆解設備，直接強力拆除引擎、電線、玻璃等，以減少人工拆解所需時間及成本。INDRA 公司鳥嘴拆解設備如圖二十所示。



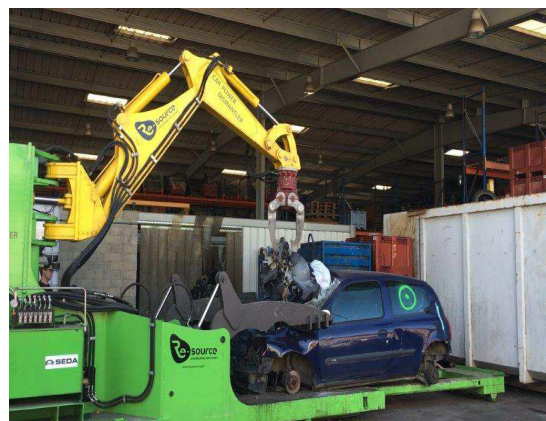
保險桿拆卸



車窗玻璃拆卸



車內電線拆卸



引擎拆卸

圖二十 INDRA 公司 鳥嘴拆解設備

五、Global Expertise Center

Global Expertise Center 研究中心位於法國勒佩克（Le Pecq），隸屬於蘇伊士集團，研發中心設有 PLASTlab、Wastelab、METHAlab、MEMBlab、PIPElab 及 PROCESSlab 等 6 個研發部門。中心約有 110 名水資源和廢棄物處理的技術專家。本次參訪塑膠研發部門，並由該中心主管 Mrs. Virginie 帶領參觀與解說研發情形。據表示，歐盟 1 年產生約 2,500 萬公噸塑膠廢棄物，其中 25% 回收再利用，這些回收再利用的塑膠廢棄物中，約有 13.5 萬公噸係用法國蘇伊士集團所研發的再利用設備處理。該中心特點著重在塑料的再利用技術開發。研發的關鍵係根據塑膠的組成及結構，再視其特性發展適合的塑膠再利用處理設備。該研發部門並與相關工業建立合作夥伴關係，除可整合技術外，並可測試並調整至符合客戶需求之產品設備。研發中心外觀及與研究中心人員合影如圖二十一所示。

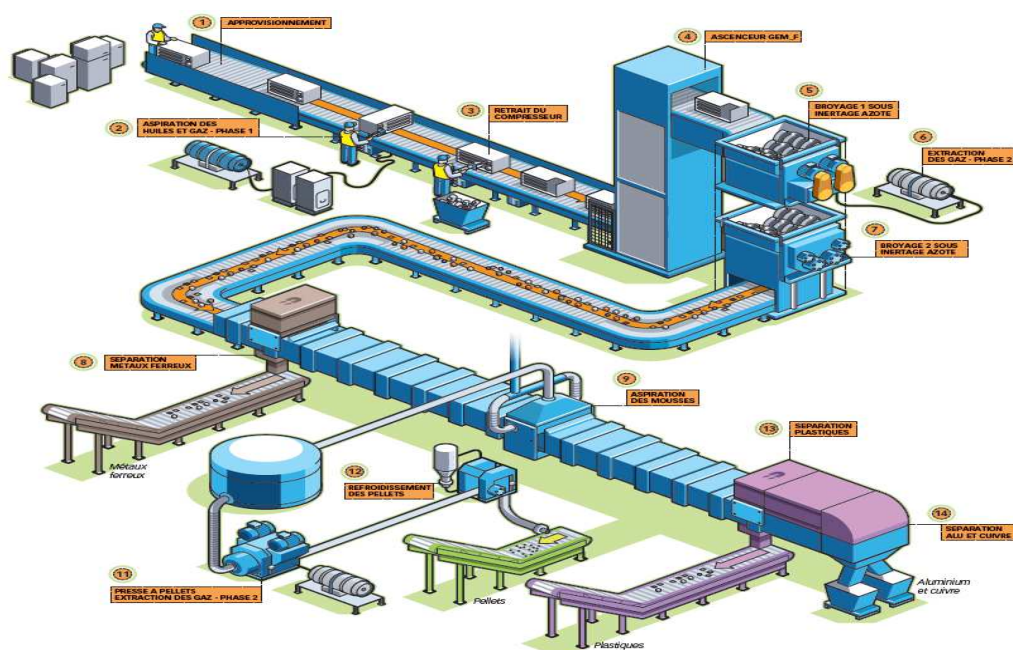


圖二十一 Global Expertise Center 外觀及與研究中心人員合影

經瞭解，近期塑膠研發部門研發主題在於研究 HDPE 和 PE 混合塑料的再利用途徑。並分享 PET 與 PP/PE 仍以比重方式進行分類，成本較低。其作法即係於廢塑膠料破碎水洗過程，利用 PET 比重相較 PP/PE 大，而沉於水底的特性將其分離。另若欲得到純度較高的塑膠物料，仍需依靠相關設備，如近紅外線（Near-Infrared, NIR）分類設備，目前該技術已可辨識 PET、PE、PVC、PP、PS 及 PLA 等塑料。至於 PU 泡棉法國以焚化達能源回收為主。

六、WEEE Feyzin Plant

Feyzin Plant 廢電子電器回收處理廠，位於法國費贊 (Feyzin)，其於 2009 年設廠，隸屬蘇伊士集團。本次參訪由該公司主管 Mrs. Sabine 接待並簡報，另帶領參觀廢電冰箱處理流程。據表示，該公司特色為廠內處理流程接近全自動化處理，將有價材料（如鐵、鋁、塑膠）進行資源化回收，再利用率可達 90%。每年廢冰箱處理量約 1 萬公噸。Feyzin Plant 廢冰箱處理流程如圖二十二所示。與 WEEE Feyzin Plant 主管 Mrs. Sabine 合影如圖二十三所示。



圖二十二 Feyzin Plant 廢冰箱處理流程圖



圖二十三 與 WEEE Feyzin Plant 廠方代表合影

廢電冰箱依冷媒分成 CFC、HFC、HC 與氨等 4 型，該廠不處理氨型的廢冰箱。依所帶領參訪的廢電冰箱處理流程觀察得知，該廠先將冷媒及壓縮機內潤滑油抽出，再以分離設備將其分開。然後，由現場人員拆下壓縮機。最後，以破碎機將廢冰箱破碎，並導入惰性氣體氮氣，以避免處理時發生氣爆。破碎後物料以磁選機分離出鐵；渦電流分選出銅、鋁；風選機分離出塑料。抽出的潤滑油，及分離出的鐵、銅、鋁及塑料，均可再販售利用；冷媒則貯存於冷媒鋼瓶，後續以付費方式送至具處理執照的廠商進行焚化處理。至於拆下的壓縮機，則販售至巴基斯坦進行處理。處理過程則有 CCTV 及電腦監控系統監控整個處理作業。現場作業情形如圖二十四所示。



冷媒及壓縮機潤滑油抽取設備



冷媒貯存計重設備



CCTV 及電腦監控系統

圖二十四 WEEE Feyzin Plant 現場作業情形

針對廢電子電器中不可回收的物料（如含 PU 泡棉隔熱材），該廠則引進造粒技術，將其製作成粒徑小於 1 公分的微粒乾燥衍生燃料（Pellets），如圖二十五所示，其用途可與黏稠度較高的燃料油混燒使用，作為替代燃料，減少燃油使用量。



圖二十五 微粒乾燥衍生燃料（Pellets）

伍、心得

- 一、廢車拆解後，各處理廠為能符合歐盟廢車輛指令 (End-of-life Vehicle, ELV) 從 2015 年 1 月 1 日起，每一輛廢棄車輛的再使用及再利用率 (Reuse and Recovery) 不得低於 95% 的規範，多致力於 ASR 減量開發，包括透過分選及磁選等程序分離出各項金屬、塑膠等物料，以提高整體廢車的再使用及再利用比率。
- 二、另廢車拆卸下的二手物料，各廠多設專區管理。這些拆下，欲作為二手使用的零組件，依照處理廠統計資訊，係可計列於再使用及再利用範圍。
- 三、ASR 分選後剩餘的泡棉 (PU)，現階段係透過能源回收方式，納入再利用範圍中計算，並有業者研發出可做為隔音材料的實績，甚至朝向製成微粒乾燥衍生燃料 (Pellets) 進行技術開發。
- 四、經實地查訪比利時等歐洲國家的廢車回收拆解廠得知，此種拆解型的廠區，其工作環境普遍存在地面油污情形，多數廠區並規劃有機械設備或拆解動線，以提升廢車拆解速度，並維護工作人員安全。
- 五、塑膠回收再利用議題廣泛，非僅我國關注，於歐洲當地亦屬研發重點項目之一，研發單位並與相關工業建立合作夥伴關係，以客制化方式進行塑膠再利用設備的研發作業，對於資源投入與產出可有聚焦式成果。

陸、建議

- 一、歐盟廢車輛指令（ELV）自 2015 年 1 月 1 日起，規範每一輛廢棄車輛的再使用及再生利用率不得低於 95%。我國對廢汽（機）車已依廢棄物清理法第 15 條第 2 項規定，公告為應回收廢棄物，並藉由資源回收四合一，以及提供廢車回收獎勵金，鼓勵回收。經統計 2015 年國內廢（汽）機車妥善回收率為 72.54%。考量歐盟廢車輛指令的計算方式係包括再使用及再利用。因此，該方式是否適用我國，建議可加以分析後，納入計算。
- 二、經實地查訪，得知 ASR 可透過分選設備或技術（如：PST 後破碎設備或密度分離技術），均可將 ASR 內具再利用價值的物料分選出來（約占 85%）。考量國內每年廢車處理後，約產生 3 萬公噸 ASR，（內含塑膠、泡棉、玻璃、金屬等再利用物料）。因此，ASR 如何減量，或許可朝以差別補貼的方式進行研究，以促使業者減少 ASR 產生外，回收的再利用物料，並可擴大循環經濟範圍。
- 三、另廢車產生的 ASR 中，多存有 PU 泡棉；此種於廢冰箱處理時也會產生。據訪談得知，廢車產生的 PU 泡棉，於破碎後可作為隔音材料；廢冰箱處理後產生的泡棉，則被製成微粒乾燥衍生燃料。經瞭解，國內業者對於廢泡棉多採焚化回收熱值使用。惟泡棉熱值高，焚化廠收受意願相對不高。因此，如何提高泡棉後端再利用方式，宜有相關研發計畫進行研究，以利拓展去化管道。
- 四、經統計，國內辦理登記的廢車回收業者計 200 餘家，回收的廢汽（機）車合計約 35 萬輛，平均每家每年收受拆解的車輛約 1,700 輛。規模雖不及歐洲的廢汽車拆解廠，但當地業者為提升人員工作安全及減少環境油污，投入並成功完成商轉的相關廢車去污染及汽車拆解裝備等相關資訊（如：抽油設備及鳥嘴拆解裝備等），或許可適時分享予國內廢車回收處理業者參考，以投入作業環境油污改善，並提高操作效率及安全性。
- 五、廢棄物再利用技術的創新研發，不論國內、外，均屬被關注的議題，建議可長期投入資源，並與產官學合作，以利研發成果與實廠的有效結合。

柒、參考資料

1. R Cossu, T Lai.2015. “Automotive shredder residue (ASR) management: An overview.” Waste Management.45:143-151.
2. Allard Verburg.2011. “The road map to reaching ELV targets.”
http://www.arn.nl/wp-content/uploads/2015/08/AV_The-road-map-to-reaching-ELV-targets.pdf. Latest update 13 February 2011.
3. European Directive 2000/53/EC, 2000
4. ARN, <http://www.arn.nl/>
5. Galloo, <http://www.galloo-rs.com/contact-us>
6. INDRA, <http://www.indra.fr/>
7. Global Expertise Center, <http://www.suez-environnement.com/innovation/strength-international-network-rd-centres/cirsee/>
8. IRAL, <http://www.iral-gmbh.de/>
9. WEEE Feyzin Plant, <http://www.sita.fr/en/weee>
- 10.行政院環境保護署資源回收網, <http://recycle.epa.gov.tw/Recycle/>

附件目錄

附件 1 : DIRECTIVE 2000/53/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF
THE COUNCIL

附件 2 : ARN Sustainability Report

附件 3 : Measuring recycling on the basis of monetary value

附件 4 : Indra Re-source Engineering Solutions 簡報