

熱塑複材板、管成形與接合技術介紹

Introduction to FRTP Sheet, Tube Forming and Joining Technology

莊志宇^{1*}、姜志華²

¹ 金屬工業研究發展中心 金屬製程研發處 金屬成形組 工程師

² 金屬工業研究發展中心 金屬製程研發處 銲接組 正工程師

摘要：全世界之熱塑複材市場目前正以 8.34% 年複合成長率快速成長，TOYOTA 目前已投入汽車構件多材料異材接合成形核心技術開發。自 BMW 等資訊分析，2020 年以後，熱塑複材於汽車產業應用研製將急速發展，未來車用輕量化材料比重也將會因應歐美燃料經濟與嚴苛之碳排法規可預期會逐年成長。相較於熱固複材為非循環再用材料，熱塑複材具備可回收再利用，預浸材料無需冷藏，固化後加溫成形性佳等優點，其本身之熱塑性樹脂加熱軟化，常溫固化，為可逆物理反應，其板、管材可經由熱成形製程產出所需曲面特徵，具有可塑性成形及量產的潛力。在複材接合方面，目前逐漸有熱塑複材與金屬件作 Hybrid 設計結合之趨勢，本文將介紹金屬中心新近發展之熱塑複材加熱成形與接合製程技術研究成果，以提供相關業界之參考。

Abstract : The world's thermoplastic composites market is currently growing at a compound annual growth rate of 8.34%. TOYOTA has now invested in the development of core technology for multi-materials for joints of automotive components. From the market strategic analysis on information from such as BMW, the application of thermoplastic composite materials in the automotive industry will develop rapidly after 2020. The proportion use of lightweight materials for vehicles in the future will also be expected to grow year by year in response to the European and American fuel economy and strict carbon emission regulations. Compared with the thermosetting composite material, the thermoplastic composite material has many advantages such as being recyclable, the prepreg material does not need to be refrigerated, and the heating and forming property is good after curing, and the thermoplastic resin itself is heated and softened, and cured at room temperature. For reversible physical reaction, Plate and tube can be produced through the thermoforming process to shape to the desired surface profile features, having the potentials in plastic forming and mass production. In the aspect of composite joining, there is a trend of combining thermoplastic composites with metal parts as hybrid design. This paper will introduce the research results of the newly developed thermoplastic composite forming and joining process technology from MIRDC.

關鍵詞：熱塑複材、成形、接合

Keywords : FRTP(Fiber Reinforced Thermoplastic) , Forming, Joining

前言

複合材料之組成區分為補強材及基材，其補強材種類常用的有碳、玻璃纖維，其中碳纖維之重量密度是鐵的 1/4，抗拉強度約 10 倍以上；化學性質穩定且耐腐蝕、高、低溫等特性，產業應用由原來之高端航太業、轉為近年之民生工業、

運動用品及汽車相關之運輸工具上；另外玻璃纖維之重量密度是鐵的 1/3，抗拉強度大約是同樣粗細鋼絲的 5 倍，剛性強度雖比碳纖維較差但其延展性較佳且價格便宜，大都應用在民生、船舶工業、運動用品、汽車相關零配件及冷凍車廂上。

複合材料依所使用的基材可區分熱固性及熱

塑性樹脂，熱固性樹脂是加熱後固化，為不可逆化學反應；熱塑性樹脂是遇熱則軟化、冷卻則硬化，為可逆之物理反應，與原物性相同，因採用熱塑性樹脂之熱塑複材可加熱再利用，預浸材料無需冷藏等優點，相較於熱固複材為非循環再用材料，熱塑複材具備可回收再利用，固化後加溫成形性佳，製程工時與熱固複材相比較短，具量產性，預計未來將會因環保法規限制及其量產性而促使熱塑性複合材料之市場需求量將逐漸擴大。

因應歐美燃料經濟與嚴苛之碳排法規，未來車用輕量化材料比重可預期將逐年成長，碳纖複材用量將漸次提升，全球 2011 年碳纖複材需求量約 4.1 萬噸、2020 年預估達 11.2 萬噸，目前國際汽車大廠相繼投資碳纖量產開發，GM 與 Toho 2011 年簽署協議，使用創新的 CFRTP 技術來量產碳纖車，減輕車體重量；Ford 與 Dow 化學公司

2012 年合作開發 CFRTP 零件，預期十年內降低車體 340kg 的重量。

如下介紹應用，日本之帝人集團 (teijin) 在 2016 年 3 月 8~10 日於法國巴黎複材展發表成功應用 CFRTP 於電動車之骨架試作開發，如圖 1 所示，車身框架重量僅為 47 公斤，為現有鐵質框架車身重量的五分之一，兩名成年人可輕鬆抬起。另外豐田在 2014 年底所推出之氫燃料電池車 MIRAI，在 stack frame 部分使用到碳纖維熱塑複材 (CFRTP)，其儲氫罐及燃料電池組件也採用日本 TORAY 公司之碳纖維產品，2018 年其全球銷售量約 2,400 台，而豐田目標在 2020 年以後將其年銷售量提高至 3 萬台以上水準，且豐田已和 BMW 結盟研發氫燃料電池車平台，目標在 2020 年之前商用化；本田和通用 (GM) 設立合資公司，計劃攜手生產氫燃料電池車用燃料電池系統，Deloitte Tohmatsu Consulting 預估，到了 2030 年，日本燃料電池車的銷售量有望攀升至 40 萬台。

在手機機殼、筆電機殼等消費性電子產品之 3C 殼件應用例發展上，在 2005 年 ACER 推出第一款碳纖維材質的筆電「法拉利」，是全球第一款量產型的筆電，後續一些通訊硬體大廠，如 IBM、DELL、Sony 等企業也都有部分機種採用碳纖維，摩托羅拉在 2013 年 9 月推出型號為 Moto X 手機採用複合材料機殼頗受好評如圖 2 所示，約二七〇萬支，成為手機領域中有量產實績的機型。另外巨騰、可成 ... 等電子產品之 3C 機殼國



圖 1 以熱塑複材碳纖維材料所製造之概念車 (teijin)



圖 2 碳纖維筆記型電腦外殼件 (ACER) 及 Moto X 手機外殼件 (摩托羅拉)

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 441 期 · 108 年 12 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌·官方網站：www.automan.tw 機械工業雜誌·信箱：jmi@itri.org.tw

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

A 史欽泰墨寶帆布袋

B 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

A 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

A 史欽泰墨寶帆布袋

B 工研院機械所無人車USB (8G)

C 工具機叢書任一本

D 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D