




第 1 部

活用雷射加工的 工法轉換技術

第 1 章

降低成本



1.1 利用不同材料拼接改善性能與利用率

在最適當位置配置最適合的材料

過去工法

在圖 1-1-1 所示的中空板材形狀設計上，即使對產品各 4 個面的要求規格不同，通常考慮最大公約數，而假設選用同 1 種材料進行加工。結果，會造成板材形狀各 4 個面中的板厚及材質規格不足或過度。

此外，因為中空形狀中央部分的材料往往成為廢材，所以導致加工板材的利用率不佳，增加產品成本。

著眼點 & 效果

如圖 1-1-2 所示，先切割在中空形狀所需要的各 4 面不同的零件（A、B、C），將這些零件焊接成 1 個產品。假設該組成零件（A、B、C）的板厚不同、材質不同、表面處理不同等。

進一步在各零件焊接時採用雷射焊接，則焊接部受熱的影響小，可獲得高焊接強度。因而，被加工物為軟鋼或不銹鋼等時，焊接後也可進行沖壓成形加工。之所以可進行此種雷射焊接，是因為雷射切斷各零件時截面精度提高，且對接接頭的精度提高。板金剪切時發生在截面上方的崩角會導致對接接頭發生間隙，而無法進行良好的雷射焊接。因為雷射焊接可獲得無崩角的高截面精度品質，所以可進行良好的雷射焊接。再者如圖 1-1-3 所示，用雷射從素材切出 A、B、C 的零件形狀時，因為可有效配置該零件，所以可提高材料利用率。

習知的應用範例即圖 1-1-4 所示之汽車車體的不同材料拼接工法。是依所需的強度變更板厚，並依所需的耐腐蝕性變更鍍鋅材料種類。用於在各個部位配置最佳板厚、材質、強度、表面處理、成形性等的技術。如此，不同材料拼接可將各部位細緻地加工成最佳規格。不過，由於該方法的製程增加，若少量生產會增加生產成本，所以是以量產的產品為對象。

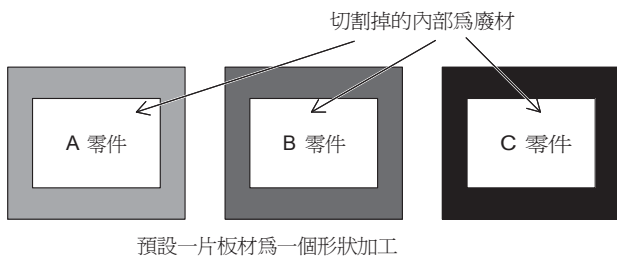


圖 1-1-1 為過去設計的中空加工

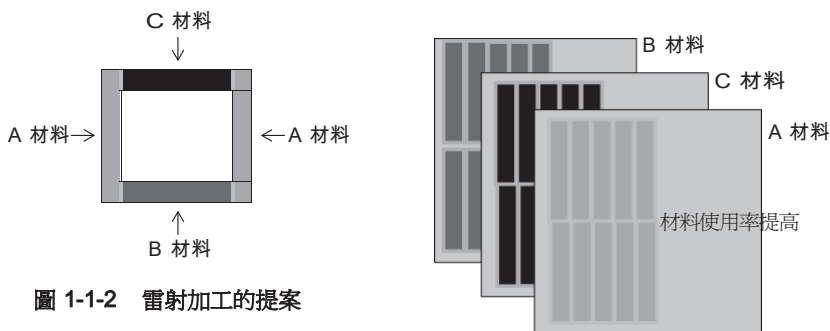


圖 1-1-2 雷射加工提案

圖 1-1-3 有效地配置零件

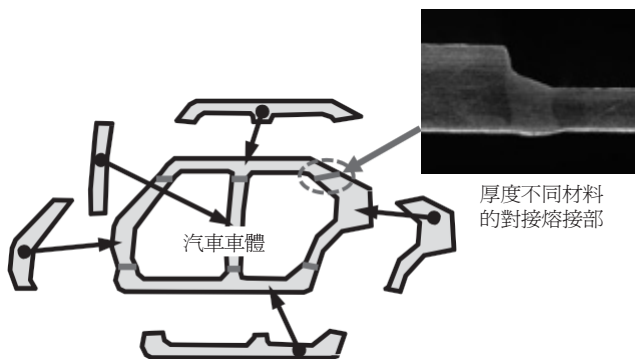


圖 1-1-4 不同材料拼接案例



減少從中空沖壓產生的廢材
改善板材的加工利用率
符合結構選用最適合材料做最佳配置

1.2 減少管構造中的零件數量

改善流體流動之管構造的生產性

過去工法

有數條供水或氣體等流體通過的管，需要將其固定的構造，通常如圖 1-1-5 所示，形成藉由固定夾具固定管的結構。設計、製造此種管構造產品的問題包括製程中管零件及固定夾具零件的管理、固定作業所需之作業時間增加，以及成品體積大、重量增加等。這都是起因於零件數量增加。

著眼點&效果

需要具備此種供流體通過之數條管的構造中，可應用雷射焊接解決上述問題。

(1) 喇叭管接頭焊接

利用雷射焊接具有非接觸加工，熔融寬度窄可深度焊入等的特徵，如圖 1-1-6 所示，可配合管之外周面進行喇叭管接頭焊接。不過，由於需要縮小接合面的間隙，因此要求管的外形尺寸精度。具備該條件時，因為光焊接發揮作用管材的曲面形狀將雷射光引導至接合面，所以具有改善瞄準偏差餘裕度的效果。可以說管外周面的喇叭管接頭並接的焊接是更可發揮雷射焊接特色的接頭形狀。

(2) 隔板的 T 字貫穿焊接

還有一種如圖 1-1-7 所示在管內插入流體隔板，從管外側照射雷射光進行貫穿焊接的方法。插入管內之隔板端面形狀需要具有符合管材內面形狀的精度及提高接頭餘裕度的形狀，而開始雷射焊接時，管的內面用作固定隔板，幾乎不致發生熱變形。需要增加流體種類時，也可以增加插入之隔板數量的構造來因應。

(3) 液壓成形

圖 1-1-8 是以利用板金雷射焊接與流體加壓變形的液壓成形之成形方法。該製造方法是採用①重疊板，②利用雷射疊焊，③利用流體加壓的工序進行。是在雷射焊接後應用流體加壓的變形效果之加工方法。因而雷射焊接的接合部需要充分的焊接強度。因為是藉流體成形的條件，所以無法適用於厚板的產品加工，不過開始適用在熱交換器等的薄板產品上。圖 1-1-9 顯示藉由液壓成形而形成雷射焊接之板厚為 1mm 的不銹鋼之例。

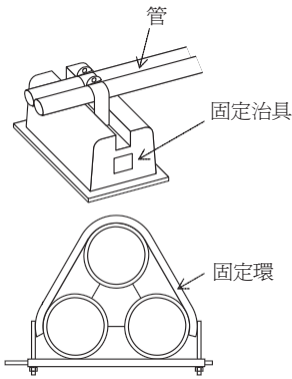


圖 1-1-5 流體管路固定案例

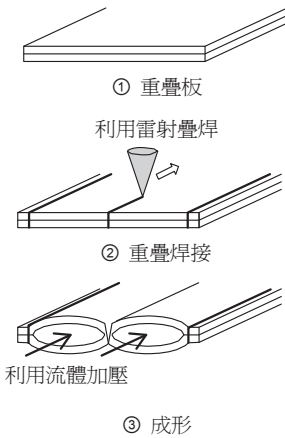


圖 1-1-8 雷射焊接和液壓成形

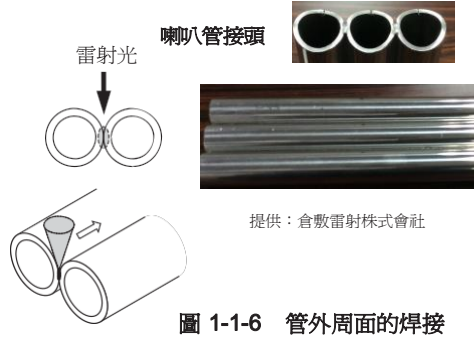


圖 1-1-6 管外周面的焊接

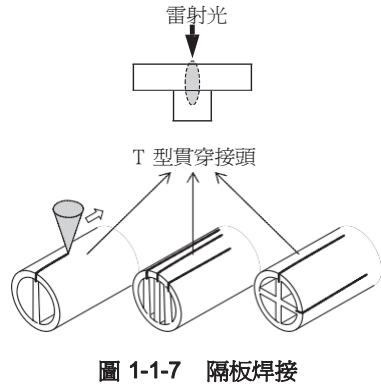


圖 1-1-7 隔板焊接



提供：倉敷雷射株式會社

圖 1-1-9 液壓成形的加工案例



喇叭吹氣口形狀接頭引導雷射
 利用隔板分割通路
 藉由流體加工形成管構造

1.3 改善雷射切斷時的材料利用率

提高利用率減少材料費

過去工法

一般板金零件的切斷是採用從圖 1-1-10 所示之定尺材料的素材切成零件的方法。因為各零件間會產生餘料寬度，該餘料寬度屬於浪費部分無法用於產品，所以如何減少餘料寬度成爲課題。雷射切斷時的餘料寬度寬依加工對象的板厚而異，板厚愈大餘料寬度需要愈大，所以導致利用率不佳。此外，愈是素材單價高的合金鋼，利用率不佳造成的影響愈大。再者，雷射切斷時，因為截面粗度、錐度、溶渣狀態等的切斷品質依切斷方向而異，所以需要保持固定的零件切斷方向。用率改善。

著眼點&效果

目前的雷射加工機大幅改善了因切斷方向不同而產生的切斷品質差異，而進行以下所示的利利用率改善。

(1) 共用邊切斷

圖 1-1-11 是將切斷形狀的一邊與其他零件共用的切斷方法。因為 1 個切斷軌跡共用兩個零件的加工路徑而形成，所以餘料寬度減少。再者，因為雷射切斷的路徑長度及穿孔（開始加工孔的開孔）次數也減少，所以也可大幅減少加工時間。曲線形狀因為不產生相鄰零件共用的接合面，所以無法使用共用邊切斷，而由直線部構成的形狀是將直線距離長之邊配置於共用邊。圖 1-1-12 比較圖示形狀有無共用邊時的配置。利用率雖爲 73.2%不過已改善成 89.7%。但是該方法須注意加工品切斷前加工品會傾斜，加工品可能會碰觸加工頭。因此須事前確認加工程序中的加工順序及加工方向是否正確。

(2) 長條狀 (Flat Bar) 鋼板的切斷

圖 1-1-13 是利用與切成零件寬等寬的素材（長條狀鋼板）之加工方法。藉由長條狀鋼板與加工零件寬度相同，可縮短雷射切斷長度，再者，因為從素材端部開始切斷，所以具有減少穿孔次數的效果。

該方法之注意事項爲需要精確進行長條狀鋼板與加工零件高精度的定位。此外，因為開始加工部位是從長條狀鋼板端面切入內部，所以切斷現象不穩定，截面粗度不佳。需要分別設定開始切斷部位與內部的切斷之條件。

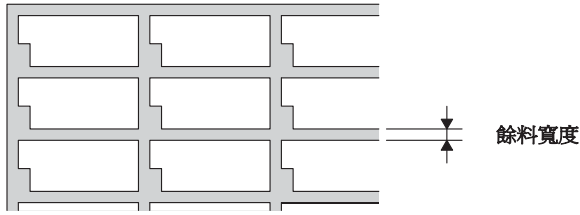


圖 1-1-10 一般切斷

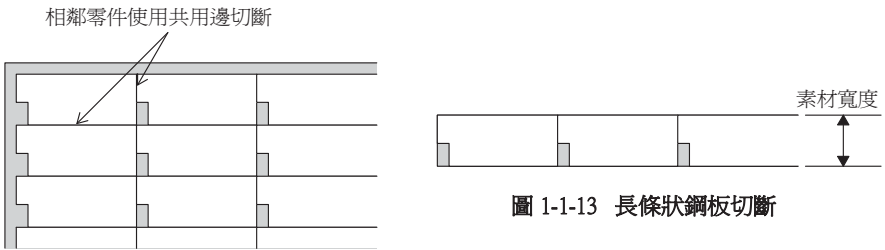


圖 1-1-11 共用邊切斷

圖 1-1-13 長條狀鋼板切斷

切斷形狀	●無共用邊切斷	●利用共用邊切斷
個數材料使用率	65 個 73.2%	80 個 89.7%

圖 1-1-12 共用邊切斷的效果

POINT

設計成切斷形狀的一邊與其他產品

符合素材寬的設計

採購符合設計產品寬的素

1.4 藉零件廢棄部分再利用改善利用率

提高利用率徹底排除損耗

過去工法

提高從素材切出零件比率（重量比）的材料利用率是減少製造成本的一大主題。一般而言，切出零件對素材的配置，幾乎都是各零件保持一定間隔，且不重疊配置而排列。此時提高利用率的方法是儘量靠近零件使零件的配置角度旋轉而進入空餘空間，來檢討零件的分配。著眼點&效果

著眼點&效果

對於這些利用率提高對策，以雷射精確切斷時，在從素材切出零件的廢棄部分也可輕易分配零件而切斷。該方法稱為零件廢棄部分再利用。

圖 1-1-14 中所示不考慮捨棄部分而另外配置小型零件與大型零件的程序例中，需要 2 片素材（500×800），材料利用率分別為 59.8%與 4.4%。

圖 1-1-15 是廢棄部分再利用而配置零件的程序例，素材僅有 1 片，且其材料利用率為 79.5%。廢棄部分再利用是從相當於大型零件內側之捨棄部分的區域切出零件，謀求提高利用率。雷射切斷因為可縮小切斷溝寬，零件間隔也窄，且零件的旋轉配置型式無限制，所以可有效在指定範圍內配置零件。

通常雷射切斷小型零件時，在切斷結束的同時，若使加工零件掉落，則下一個零件切斷中發生的熔融金屬會附著在掉落的零件上，而造成零件表面污垢。

為了防止表面污垢，如**圖 1-1-16** 所示，採用在切斷零件上預留微接點方式，匯集整板零件而保持在加工位置的方法。藉由在加工後同時取出所保持的匯集為整板之全部小型零件，可進行匯集作業，也可提高生產性。反之，預留微接點量受到板厚的影響，板厚愈大預留微接點量愈大，切斷後之預留微接點去除時的負擔也增加。再者，預留微接點因為在切斷端面產生突起，所以依產品的使用目的，還需要在後續的加工中除去（研磨）突起部分。

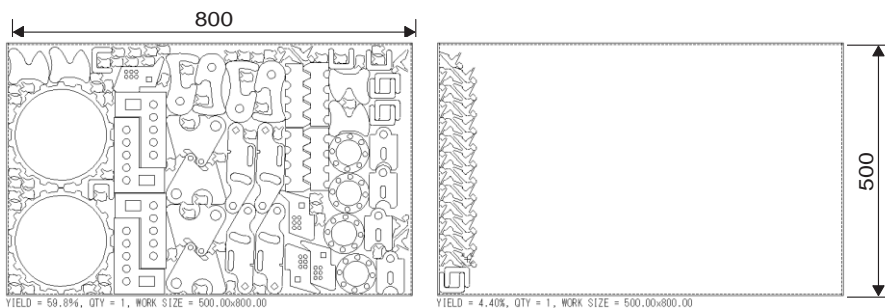


圖 1-1-14 將所有加工零件並排配置的案例

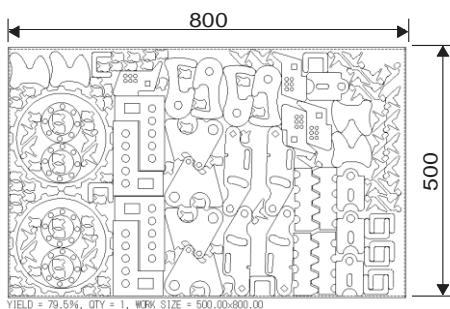


圖 1-1-15 廢棄部分再利用而配置零件的案例

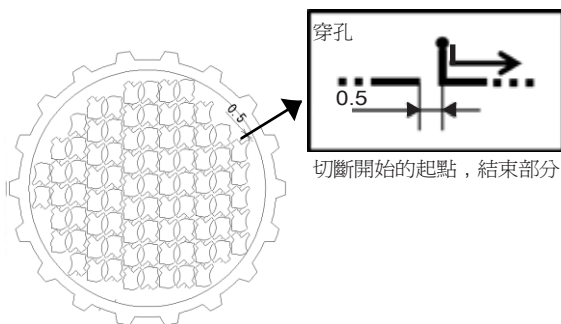


圖 1-1-16 微接點的設定

POINT

也在廢棄部分輕易地分配零件
 在指定範圍內有效配置零件
 利用預留微接點整批同時處理

1.5 從切削零件替換成板金零件

板金零件的有效運用

過去工法

加工對象的全部尺寸要求精度時，切削加工一定是最佳的加工方法。但是，成品只局部要求精度時，就需要檢討利用材料成本及加工成本皆低廉的雷射實施板金加工。圖 1-1-17 所示生產要求高定位精度的法蘭接頭時（不是實際製造生產法蘭接頭）為例，整理將對應於切削加工的零件設計替換成以雷射加工進行板金零件設計時的基本構想。

孔的位置及真圓度要求高精度時，通常檢討如圖 1-1-18 所示的切削加工。但是，會發生加工時間長、加工成本增加、花費材料成本、品質管理負擔增加等的問題。對於這些問題，如圖 1-1-19 所示，是檢討將零件分割成數個進行加工。分割的各零件進行切削加工，最後焊接進行精加工。該檢討可縮小加工零件的切削範圍，可期待減少加工時間與材料成本。此外，與整個產品的品質管理做比較，加工工程較少的分割零件之品質管理容易。但是，為了確保孔定位精度，在最後階段加工的焊接時要求高精度。而雷射焊接較不易發生熱變形，可高精度接合。焊接之外進行機械性結合時，需再增加接頭切削加工的工程。

著眼點&效果

圖 1-1-20 顯示全面運用雷射加工的情況。將構成部分從可雷射加工範圍內之板厚的標準規格板金及管來切割出零件，進行焊接結合。因為這個階段的焊接不需要高精度，所以也可使用電弧焊接。焊接加工而結合結束後，對於需要精度的孔位置及孔徑，以切削加工進行精加工，確保最後的高精度。若高精度切削的零件需要焊接加工時，焊接方法使用雷射焊接。理想的加工工程是優先考慮提高組裝作業效率與降低生產成本，最後再以加工進行精度調整的精加工方法，這也是一種疊層零件製造的思考方法。

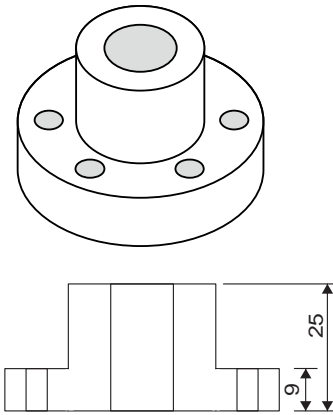


圖 1-1-17 一部分需要精度的產品案例

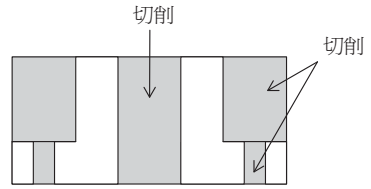


圖 1-1-18 全部為切削加工的案例

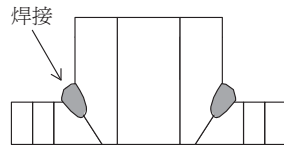
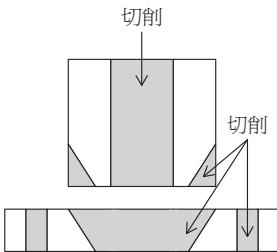


圖 1-1-19 切削加工和焊接的案例

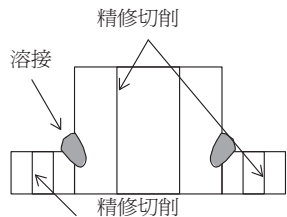
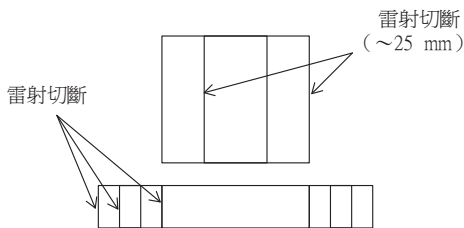


圖 1-1-20 使用於雷射切斷、焊接、精修的切削加工的案例

POINT

從切削加工替換成板金加工

雷射焊接不易發生熱變形接合精度

以最後加工進行精度調整的精加工方法