

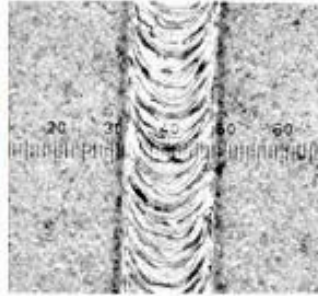
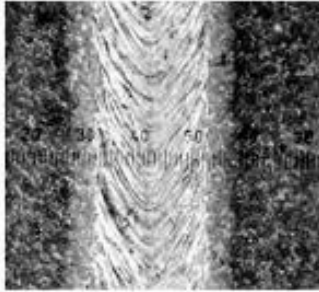
(4) レーザ溶接

レーザー溶接の試作加工や研究段階の歴史は古く、1960年代後半から1970年代に掛けて、溶接加工にレーザーの適用が試みられた。それに続いて、薄板やワイヤ細線のスポット溶接やマイクロ溶接加工などが各所で行われ多くの発表があった。レーザーは熱源として従来の加工に代替し易かったからである。しかし、実際にやってみるとレーザー特有の長所もあれば欠点があることが分かり、多くは実験的手法で改良が進んだ。1980年代後半から国内のレーザー加工機出力が増大し市場が拡大するにしたがってレーザー溶接も徐々に産業界に浸透した。自動車産業への応用は1990年代のいわゆるテーラードブランクからだと言われている。また、ボディーの溶接はほぼ2000年前後に入ってからで、ルーフの側面の溶接、2004年以降に車の下周りのプラットフォームの連続溶接などがおこなわれ、2006年前後にはトランクリッドなどのリモート溶接などに移行したようである。

加工対象物が小物や薄物、熱影響層を抑制したい場合などにはパルス波を用いることが多いとされる。図 3-16 には、単に表面を照射走行して溶融性能を調べるビードオンプレートではなく、実際の重ね溶接や突合せ溶接で発振形態の差を比較した例を示す。連続波の重ね溶接の照射表面と、突合せ溶接でのパルス波による照射表面のビード幅を比較した。ビード表面状態に差はあるがパルス波による溶接ではビード幅が小さいことが分かる。

1900年代には、板金加工業界でスポット溶接やシーム溶接などが盛んに試みられた。図 3-17 には当時の専門誌に掲載された電気亜鉛メッキ鋼板(ボンデ鋼板)の YAG レーザによるスポット溶接の例を示す。YAG レーザの場合は炭酸ガスレーザーに比べて溶け込み深さは浅く、裏面に熱影響を及ぼさないことが知られていた。

実用的なレーザー溶接ではシャーリング断面の溶接では突合せ面の間隙(ギャップ)が大き過ぎて、溶接部にアンダーフィル(凹部)が生じることがある。その解決策として考案されたのが他の熱源と組み合わせたハイブリッド溶接である。図 3-18 にはアルミと MIG 溶接のハイブリッド溶接加工の例を示す。共に熱源を補足する役割があるが、相乗効果で溶融部の溶け込み深さの増大し、ブローホールなどの抑制も期待されている。



重ね溶接：SPCC 1mm×2
 出力連続波：2kW
 溶接速度：0.9m/min
 ビード幅：2.1mm

突合せ溶接：1mm
 平均出力：パルス波 375W (15J/P25Hz)
 溶接速度：0.4m/min
 ビード幅：1.6mm

図 3-16 連続波溶接とパルス波溶接の加工例

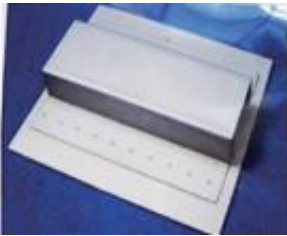


図 3-17 YAG レーザによる電気亜鉛メッキ鋼板のスポット溶接



材質：アルミニウム
 板厚：3mm
 加工ガス：Ar
 出力：2250W
 MIG：150A
 速度：2~3 m/min

図 3-18 アルミニウムのハイブリッド溶接

自動車産業での本格的なレーザー溶接の応用は 1990 年代のテーラードブランクのようである。この工法では、主に板厚 0.8~1.0mm の防錆処理された鋼板から設計要求によって異なる厚さのパネルを切断後に各パネルの溶接を行い、その後にプレス成形をして車体の側板を一挙に製造する工法を取っている。図 3-19 に、この工法で製作されたドアと拡大した溶接部の金属組織の写真を示す。

2000 年代に入って電車車両への応用も模索され、JR 東日本をはじめとしてスポット溶接によるステンレス鋼製の二重構造(ダブルスキン)パネルが 2002 年に試作された。その後、スポット溶接やレーザー溶接で組んだステンレス鋼製の外板などが総合車両製作所社や川崎重工社、日立製作所社で車両に実装されたようである。図 3-20 に JR 東日本などによるスポット溶接を施した試作車両を示す。

欧州では、1986 年頃から EURRACA (ユーレカ) 計画の一部にレーザー技術開発が組み込まれた。2001 年にはより明確にレーザー応用加工の開発計画が打ちだされ、産業界のニーズと密接に関連したレーザー技術に対する大規模な開発プロジェクトが連続的に実施された。その中で車両や航空機への応用が行われた。図 3-21 に車両の製造例を示す、パーツはレーザー切断後にレーザー溶接を行っている。ここでは接合面積を増やす目的で円形状に溶接している。航空機に適応した例を図 3-22 に示す。Airbus 社では三次元

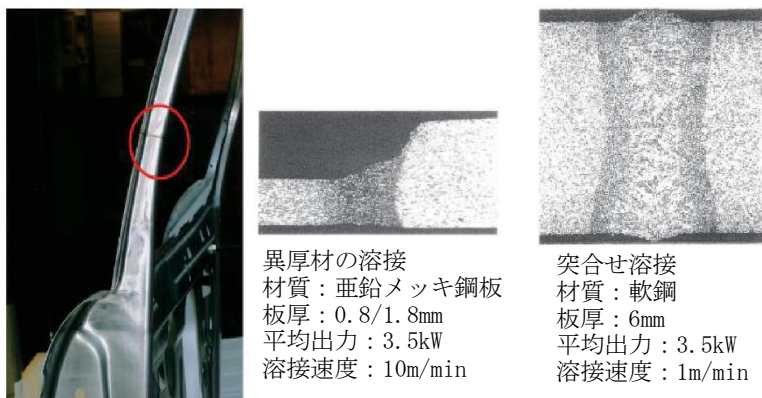
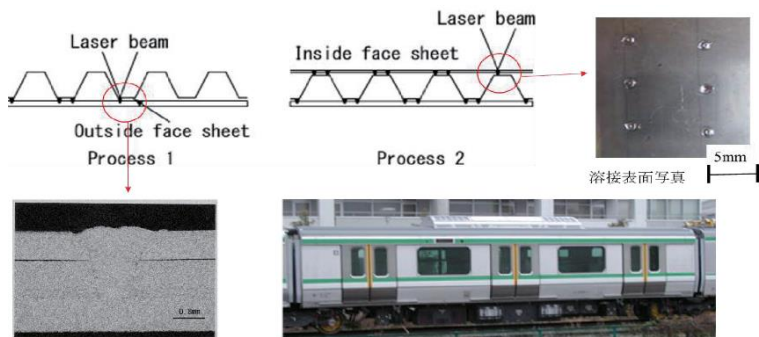


図 3-19 テーラードブランク加工による車のドアの製造

の航空機パネルの溶接機が登場した。縦通材の外板を溶接する一体型金属胴体の新しい設計原理を確立し、A380などの航空機の胴体構造でレーザー溶接を採用していた（2007年当時）。2020年代では新造されるほとんどの大型旅客機は、NC加工による削り出しや化学的溶解により一体で形成して機械的強度を高めている。



溶接断面写真

レーザスポット溶接を採用した車両

図 3-20 車両のレーザスポット溶接(JR 東日本)



パーツの切断と溶接

車台用モジュールのフロント部

図 3-21 欧州の車両のレーザ溶接

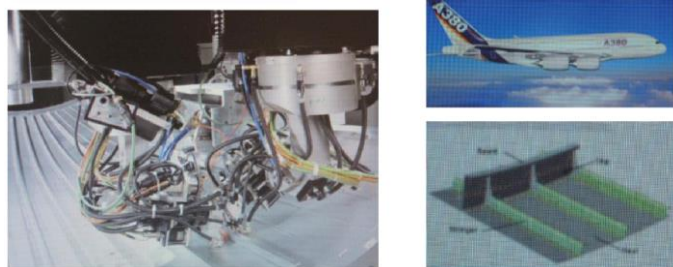


図 3-22 航空機のレーザ溶接事例 (Fraunhofer Dresden)