

レーザー溶接された自動車用鋼板の重ね継手強度に及ぼす 鋼板強度とビード形状の影響

九州工業大学 ○北村貴典, 鮫島佳祐, 寺崎俊夫
日産自動車株式会社 武村伸介

Effect of Strength of Steel Plate and Pattern of Weld Bead for Static Strength of Laser Welded Lap Joint

by KITAMURA Takanori, SAMEJIMA Keisuke, TERASAKI Toshio and TAKEMURA Shinsuke

キーワード：重ね継手，レーザー溶接，静的強度，ビード形状

Keywords : Lap joint, Laser weld, Static strength, Pattern of weld bead

1. 緒言 自動車車体などの車体製造における軽量化，高剛性化を目的として，レーザー溶接が重ね継手に適用されるようになってきた。また，近年の自動車産業では地球温暖化対策として，二酸化炭素排出量の削減が急務であり，燃費向上のために薄い鋼板でも高強度を得ることができる自動車用高張力鋼板を採用した軽量自動車車体が開発されてきている。本研究では自動車用高張力鋼板を使用して溶接ビード形状が1本直線ビード，2本直線ビード，円弧ビードの3種類で溶接された重ね継手で，十分な強度を有し，かつ車体製造における溶接時間の短縮に適した溶接ビード形状についての検討を行った。

2. 静的引張試験 Fig.1に静的引張試験に用いた試験片形状を示す。自動車用高張力鋼板 HT590板厚 $h=1.0\text{mm}$ と板厚 $h=1.6\text{mm}$ ，HT980板厚 $h=1.6\text{mm}$ の3種類を用いた。溶接は重ね代は 20mm として，YAGレーザー溶接機を用いて行った。溶接ビード形状として，Fig.1に示すビード1本を直線状に置いた重ね継手，ビード2本を平行に置いた重ね継手および円弧ビード形状溶接重ね継手を用いた。円弧ビード形状については，Fig.1に示すように，試験片端部が円弧の頂点に位置するもの（Pattern1）と円弧の中央部に位置するもの（Pattern2）の2者について検討した。なお，2本ビードのビード間ピッチおよび円弧ビードの振幅は板厚の3倍¹⁾とした。母材の引張強さを σ_{BM}^B ，溶接金属のせん断強さを τ_{WM}^B ，接合部面積を A_{WM} とすると，応力集中の効果を考慮しない場合は，母材部破断するためには母材の破断荷重 $\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W$ が溶接金属のせん断破断荷重 $\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}$ 以下であれば，母材部破断が期待できる。よって，式(1)の左辺が1以上で重ね継手が母材部破断する。

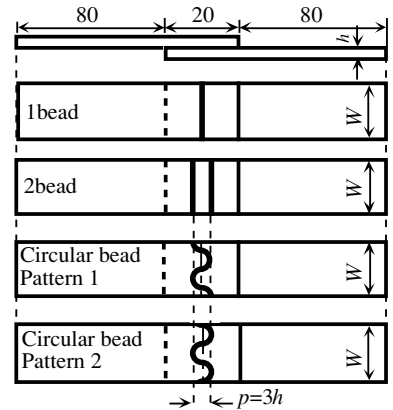


Fig.1 Lap joint specimens for tensile test

$$(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W) \geq 1 \text{-----(1)}$$

以下では式(1)を基本とし，継手強度を $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ で整理する。

3. 母材部破断が期待できる最小接合部面積 HT980のHAZ部は，HT590と異なり，母材部硬さより軟化していた。この軟化域は破断位置と一致し，継手強度がHT980の母材引張強さ 1001MPa に達することなくHAZ部で破断した。これは鋼の強化方法の違いに起因しているものと考えられる。

HT590， $h=1.0\text{mm}$ の重ね継手の引張試験結果を(1)式の左辺である $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ の値と継手強度で整理したものをFig.2に示す。横軸は $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ の値，縦軸は継手強度とした。Fig.2より，1本ビードで溶接されたものは，2本ビードで母材部破断（以下，BMとする）を得

られた重ね継手の最小接合部面積と同じ接合部面積では $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ の値が1よりも小さくなり破断位置が溶接金属部でせん断破断（以下、WMとする）となり、BMは得られなかった。これは、ビード1本で接合部面積を大きくするには溶接速度を遅くする必要があるため、溶接金属の硬さが低下し、それに伴って溶接金属のせん断強さ τ_{WM}^B が低下するためである。よって、2本ビードでBMが得られる最小接合部面積と同程度の接合部面積の1本ビードではBMを得ることは難しいといえる。次に、円弧ビード重ね継手では $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ の値が1.17程度で十分にBMとなる領域では、試験片端部のビード位置に関わらずBMとなった。このため $(\tau_{WM}^B \cdot A_{WM}) / (\sigma_{BM}^B \cdot h \cdot W)$ の値が1よりも大きく破断位置が十分BMとなる領域では、試験片端部のビード位置が破断位置の違いに影響は与えないと考えられる。

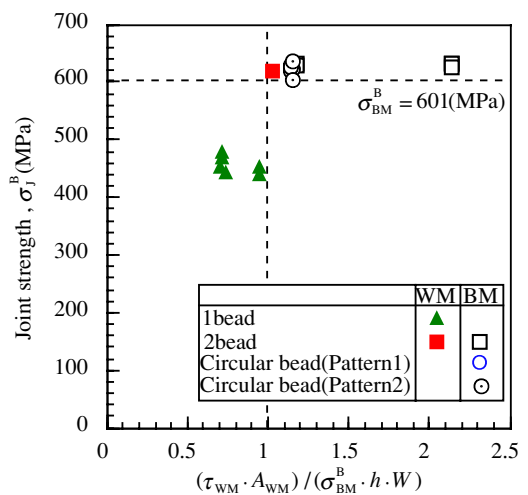


Fig.2 The relation between joint strength and fracture parameter (HT590, h=1.0mm)

4. 母材部破断と溶接時間短縮を両立したビード形状 HT590, h=1.6mmの重ね継手で溶接時間が短く母材部破断を得られる溶接ビード形状を幅1000mm当たりの溶接時間を用いて検討した。幅1000mm当たりを溶接するのにかかる時間と継手強度について整理した図をFig.3に示す。なお横軸は幅1000mmを溶接するのにかかる時間、縦軸は継手強度とした。Fig.3より、円弧ビードで溶接された重ね継手で母材部破断を得るのに最小な接合部面積を持つ時は、試験片端部のビード位置の違いによって、破断位置が異なり、Fig.1に示すPattern1ではBMとなったが、Pattern2ではWMとなった。これは、試験片端部での応力集中の程度が試験片端部のビード位置によって異なったためだと考えられる。また、幅1000mm当たりの溶接時間が約50秒程で円弧ビードはBMを得られているのに対し、2本ビードではBMを得ることはできていない。したがって、HT590, h=1.6mmの重ね継手では円弧ビードが短い溶接時間で、母材部破断を得ることができる溶接ビード形状であると言える。

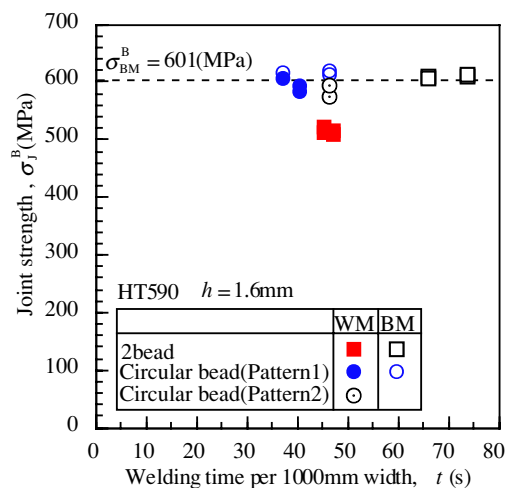


Fig.3 The relation between welding time and joint strength (HT590 h=1.6mm)

5. 結論

- (1)ビード形状が2本ビードや円弧ビードでは狭いビード幅でも母材部破断が得られたが、1本ビードについては、2本ビードで母材部破断を得られた最小接合部面積と同じ接合部面積では母材部破断を得ることはできなかった。
- (2)円弧ビードで溶接された重ね継手で母材部破断を得るのに最小な接合部面積を持つ時は、試験片端部のビード位置の違いによって、破断位置が異なった。これは、母材と溶接金属の境界にはたらく応力集中の大きさが試験片端部のビード位置によって異なったためだと考えられる。
- (3)円弧ビードは比較的短い溶接時間で母材部破断を得ることができる強度と生産性に優れた溶接ビード形状である。

参考文献

- 1)寺崎俊夫, 北村貴典: 数値解析によるレーザー重ね継手の静的強度に及ぼす継手形状因子の検討, 溶接学会全国大会講演概要, 73, (2003), p.250-251