

## 316 レーザ溶接された重ね継手の引張強度および破断形態の予測モデル—その1

新日本製鐵株式会社 ○古迫 誠司、宮崎 康信、田中 隆、橋本 浩二

Predictive model for shear strength and fracture type of laser-welded lap joint - 1

S. Furusako, Y. Miyazaki, T. Tanaka and K. Hashimoto

キーワード：レーザー、継手、静的強度 Keywords : laser, joint, static strength

### 1. 緒言

車体などの溶接にレーザー溶接の適用が拡大しつつあり、レーザー溶接された継手における力学的特性の解明の必要性が高まっている。本研究では、代表的な継手形状の一つである重ね継手のせん断引張強度を測定し、併せて破断形態を特定した。

### 2. 実験方法

供試材は板厚が 1.0mm、引張強さ( $TS$ )が 300~800MPa の鋼板とし、その機械的特性値および化学成分値を **Table1** に示す。継手形状および寸法は **Fig.1** の通りで、重ね合わせ部の中央に溶接ビードを配置した。溶接には発振出力 2kW(加工点出力  $P=1.6kW$ ) の YAG レーザを使用し、集光スポット直径  $0.5\phi mm$  のレーザービームを上鋼板の表面を焦点位置として照射した。継手強度への溶接部サイズの影響を確かめるため、溶接長は試験片幅 50mm に対し 50mm あるいは 30mm とし、溶接速度は 0.7m/min あるいは 1.6m/min とした(いずれも貫通溶接)。作製した継手にインストロン型引張試験機を用い室温にて 10mm/min の速度で引張試験を施した。そして、破断箇所を特定するため溶接部を含む継手の断面観察を行った。

### 3. 実験結果

**Fig.2** は引張試験で確認された破断形態を模式的に示した図であり、溶接部から離れた母材での破断(Fracture at BM)、ボンド付近の曲率を持った部分での破断(Fracture at R)、溶接金属の重ね合わせ面でのせん断破断(Fracture at WELD)の三種が生じた。**Fig.3(a)**は溶接長 50mm の継手の引張最高荷重と破断形態を示す。図中の破線は鋼材の  $TS$  に鋼板の断面積を乗じた値で母材の引張最高荷重に相当する。溶接速度( $V$ )が 0.7m/min の場合、継手の引張最高荷重は母材のそれに一致し、破断は母材あるいはボンド付近の  $R$  部で生じた。一方、溶接速度を 1.6m/min に高め溶接ビード幅を減少させた場合、 $TS$  に伴い引張最高荷重は増加し、母材破断の 300MPa 鋼以外は重ね合わせ面で溶接金属がせん断破断した。溶接速度 0.7m/min の継手の引張後の外観写真を **Fig.4** に示す。**Fig.3(b)**は溶接長 30mm の継手の引張試験結果である。溶接速度が 0.7m/min の場合、引張最高荷重は  $TS$  と共に増加し、全ての鋼種で破断はボンド付近の  $R$  部で生じた。一方、溶接速度が 1.6m/min の場合、引張最高荷重と  $TS$  の関係は明瞭でなく、 $R$  部破断の 300MPa 鋼を除く鋼材では重ね合わせ面で溶接金属がせん断破断した。

継手の破断位置および変形過程を明らかにするために溶接部を含む継手の断面観察を行った例を **Fig.5** に示す。これは先に  $R$  部破断として表現したケースである。重ね継手は引張前に引張軸が両端で一致していないため引張荷重が働くとモーメントを発生する。このモーメントにより引張軸を一致させるように回転が生じる挙動が、母材破断およびせん断破断の場合を含め観察された。なお、溶接金属は母材よりも 2 倍程度に硬化していた。

### 4. 結言

レーザー溶接された重ね継手の引張試験において、溶接ビード長および同幅が試験片に対し十分なサイズであれば継手強度が母材強度に到達し、不十分な場合は継手強度が母材強度より低下し、そのとき  $R$  部での破断あるいは重ね合わせ面で溶接金属のせん断破断が生じた。引張力によって発生するモーメントにより引張軸が一致するように試験片の回転が生じた。

Table 1 Mechanical property and chemical composition of steels used

Steel	Thickness(mm)	YP(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	C	Si	Mn
A	1.0	142	301	49	0.0014	0.005	0.10
B	1.0	339	472	34	0.062	0.014	0.59
C	1.0	392	629	33	0.104	1.244	1.49
D	1.0	435	794	24	0.082	1.394	1.75

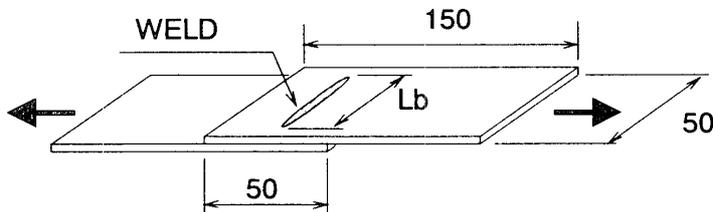


Fig. 1 Schematic illustration of a lap joint for the tensile test

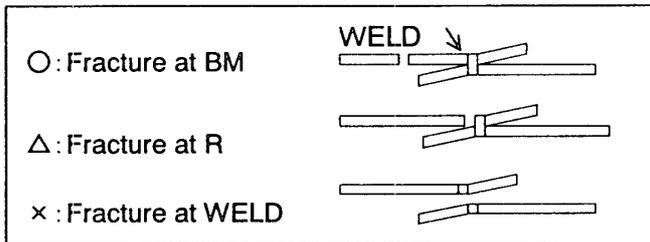


Fig. 2 Variation of fracture type in the tensile test of lap joints

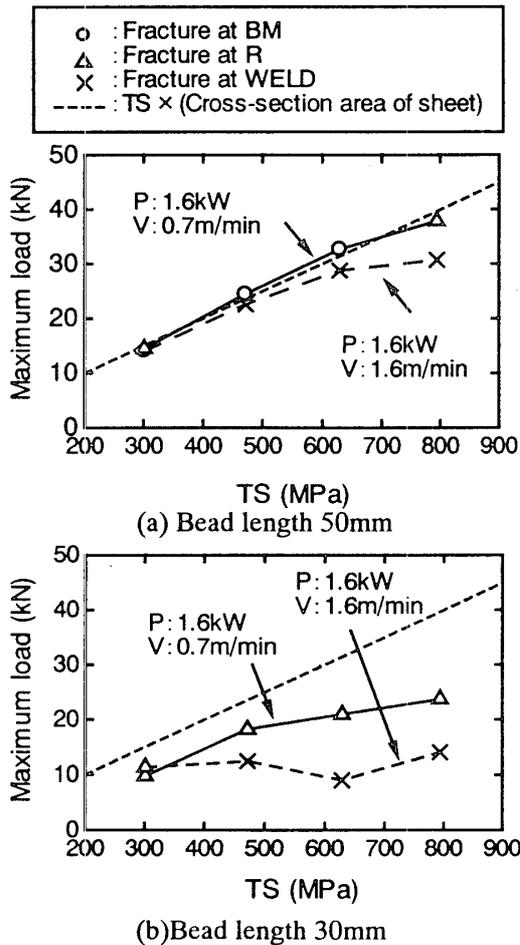


Fig. 3 Relationship between maximum load and TS in the tensile test of lap joints

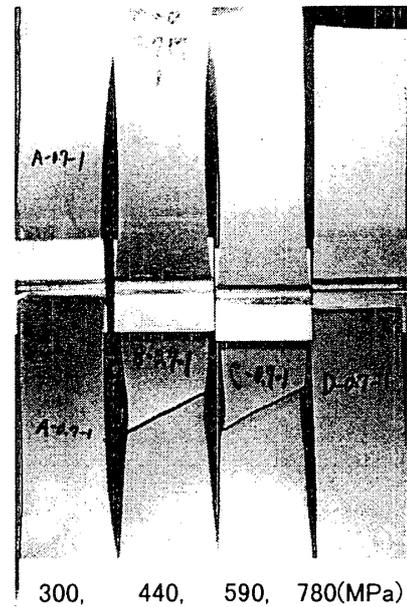


Fig. 4 Joint appearance after the tensile test (Bead length: 50mm, Welding speed: 0.7m/min)

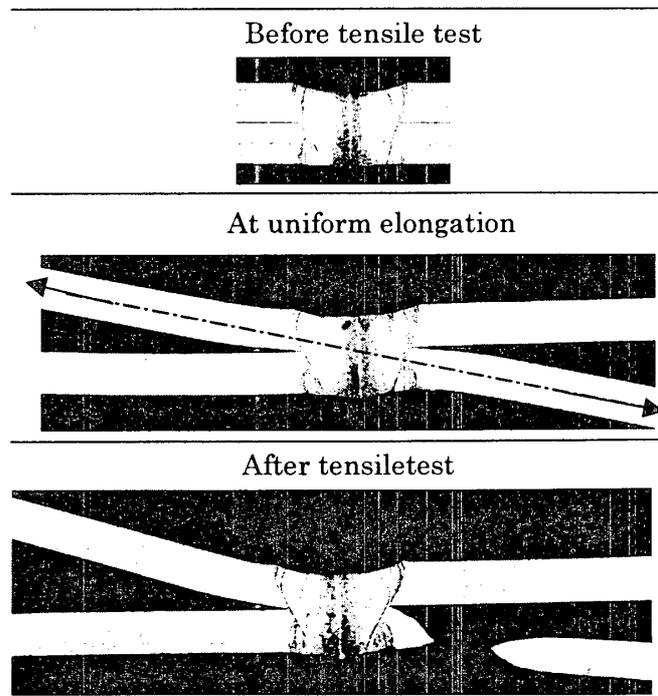


Fig. 5 Deformation process of a lap joint (Steel A, Bead length: 50mm, Welding speed: 0.7m/min)