

レーザ溶接大型パネルの試作

日立造船株式会社 技術企画部

○北側彰一 福田直晃

技術研究所

武田慎之助, 芦田史史

鉄構・建機事業本部

福本和弘

Real size bridge deck panel model fabrication by laser welding

By Akikazu Kitagawa, Naoaki Fukuda, Shinnosuke Takeda,
Satoshi Ashida, and Kazuhiro Fukumoto

1. 緒言

大出力レーザ溶接技術の開発により、厚板の重ね溶接が容易に達成でき軽量でしかも剛性の高いパネル構造体を生産できる見込みが得られた。本報告では、厚板の重ねレーザ溶接強度に与える表面処理、ギャップ、溶接長さおよび溶接線と荷重方向の影響などについて主に報告する。なお、レーザ溶接を用いて製作した道路橋用の密閉型鋼床版実物大モデル(1256W×3000L×282D)は、静荷重試験ならびに疲労試験においても何らの不都合は発生せず、良好な性能を持つことが確認された。これについては紙面の都合上口頭報告とする。

2. 実験方法

レーザ溶接対象が鋼床版のボトムプレート(10mmt)とU型リブ(6mmt)の重ね溶接であるため、同板厚のSM400Aを供試材とした。試験片はあらかじめFig. 1に示す形状に切断し、U型リブの平行部幅に相当する重ね部中央の100mm幅の範囲に表面処理、ギャップ、溶接長さおよび溶接方向を変化させ重ね溶接を行った。なお、実験には45kW CO₂レーザ溶接装置を用いた。

3. 実験結果と考察

3.1 表面処理の影響

グラインダ処理を行った材料ではFig. 2に示すように良好な溶接が可能であるが、無機ジンク塗装材では、板一板間のギャップが小さい場合や高速で入熱の低い場合にはブローホールや割れが発生し溶接が不安定となった。

3.2 継手の引張りせん断強さ

継手の引張りせん断強さに表面処理や荷重方向はあまり影響せず、すべてのデータが全溶接長さ(溶接長さ×本数)でほぼ整理できた。Fig. 3に全溶接長さと引張りせん断荷重および引張りせん断応力の関係を示す。引張りせん断荷重は全溶接長さが長いほど増加するが、溶接部端部での応力集中も大きくなり比例せず、 $F(Tw) = 193.77 \times \ln(Tw) - 762.42$ の関係をもつことが分かった。一方、引張りせん断荷重を溶接断面積で除した引張りせん断応力は、全溶接長さに比例してほぼ直線的に減少した。これは、溶接線の両端に働くせん断力に関するTroelschの理論計算¹⁾でよく説明できた。Fig. 4に長さ100mmの溶接を5本行った試験片が母材部で破断した状況を示す。これは母材の破断強度381,360N(454×140×6)が継手の引張りせん断荷重 $F(100 \times 5) = 441,785\text{N}$ を下回ったためであり、レーザ溶接重ね継ぎ手が十分な構造強度を持つことが明らかとなった。

3.3 レーザ溶接部の強度と硬さ

レーザ溶接継手の引張りせん断応力値が大きいため、レーザ溶接部よりΦ2.0mmの丸棒引張り試験片を切出し引張り試験を実施した。結果を母材と比較してTable1に示す。レーザ溶接金属の引張り強さは659N/mm²と母材に比べ約1.5倍の強度を有し、伸びも25%が

得られた。また、レーザ溶接部の硬さは $Hv_1=224\sim293$ 程度を示し、SAE J 417硬さ換算表より引張強さは $709\sim927\text{N/mm}^2$ と推定された。

4. まとめ

- (1) レーザ溶接継手の強度は全溶接長さで整理でき、表面処理の有無や溶接線と荷重の方向にほとんど依存しない。
- (2) レーザ重ね溶接で試作した実物大密閉型鋼床版は、設計で要求される荷重ならびに疲労試験を満足した。

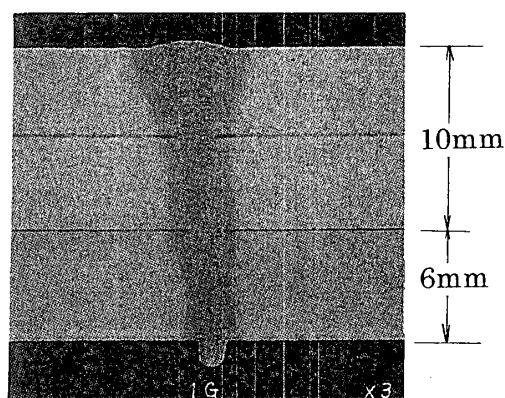
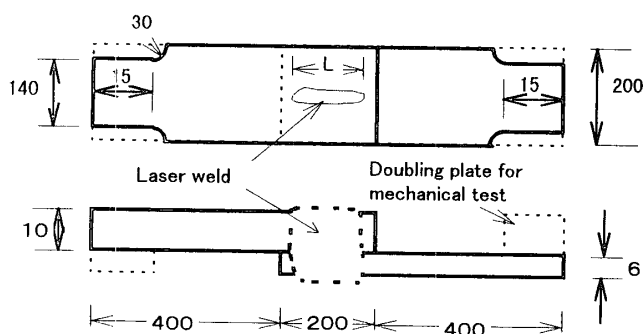


Fig.1 The shape of tensile test specimen Fig.2 Cross section of laser lap joint
(15.6kW, 1.0m/min)

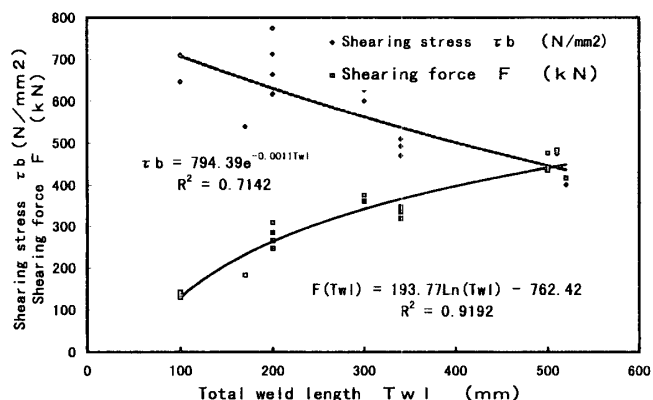


Fig.3 The relation between total weld length and mechanical strength



Fig.4 Tensile test result
(Fracture at base metal)

Table1 Mechanical properties of laser weld and base metal

	Yield point (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)	Elongation (%)
Laser weld	481	659	25
Base metal	305	454	31

参考文献

- 1) 渡辺正紀, 佐藤邦彦著, 溶接力学とその応用, 朝倉書店, P. 507-512, 1965