

低温相変態溶接棒を用いたすみ肉溶接継手の機械的性質

芝浦工業大学 学生会員 ○矢野 雄士  
 芝浦工業大学 学生会員 佐藤 嘉宏  
 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾

1. はじめに

圧縮残留応力の導入により、溶接継手部の疲労強度を向上させる方法として、低温相変態溶接棒（以下、LTT）の使用が挙げられる。従来、LTTに関する研究は数多くなされているが、LTTのルートへの適用や、その継手の機械的性質についての研究は少ない。そこで本研究では、すみ肉溶接継手のルート部から溶接金属に進展する疲労現象を想定し、継手の伸び性能・靱性を測定するためにLTTを用いた荷重伝達型十字溶接継手の引張試験とシャルピー衝撃試験を行った。

2. 荷重伝達型十字溶接継手の引張試験

図-1 に本研究で用いた引張試験用の荷重伝達型十字溶接継手試験体を示す。試験体の設計では溶接ルート部から破壊するようにのど厚を決定した。表-1 に供試鋼材及び溶接材料（LTT 及び比較用の普通溶材）を示す。本研究で使用したLTTは2種類であり、N19は市販のSM-10Nと比較して、同等の変態温度を有するが、靱性を改善した溶接材料である。但し、使用した溶接棒はφ3.2mmであり、所要ののど厚を確保するために運棒の仕方を工夫して溶接を行った。破断部は全て溶接金属部であった。図-2 に試験結果として、各試験体で測定したのど厚応力と最小のど断面に図-1のように貼付したひずみゲージにより測定したひずみの関係を示す。表-2には図-1に示すように中板を挟んで20mm間隔で設置したポンチ痕より破断後に測定した伸びを示す。普通溶接材料を用いたF試験体と比較してN19を用いたL試験体はほぼ同等の伸び性能を有していた。一方、SM-10Nを用いたM試験体では、明瞭な塑性変形を示す応力-ひずみ曲線は得られなかった。ポンチ間隔より測定した伸びの結果でもM試験体が最も伸びが小さい結果が得られた。図-3に破断面を示す。F試験体、M試験体についてはSEMを用いてマイクロ観察を行

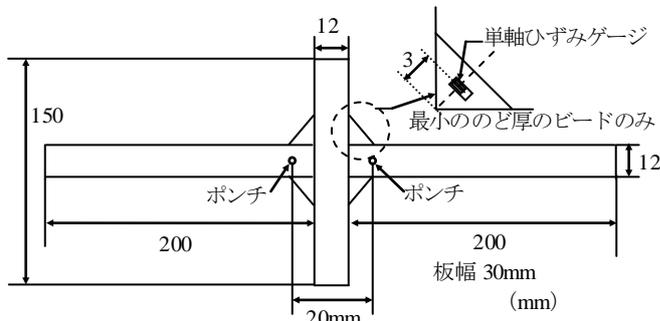


図-1 荷重伝達型十字溶接継手試験体  
 表-1 供試鋼材及び溶接材料

試験体番号	供試鋼材	溶接材料	溶接方法
F	SM490Y	MX-Z200 (普通溶材)	CO <sub>2</sub>
L		N19 (LTT)	SMAW
M		SM-10N (LTT)	Ar+ CO <sub>2</sub>
LTT 溶材の変態温度は2種類とも Ms/Mf=400/300℃程度			

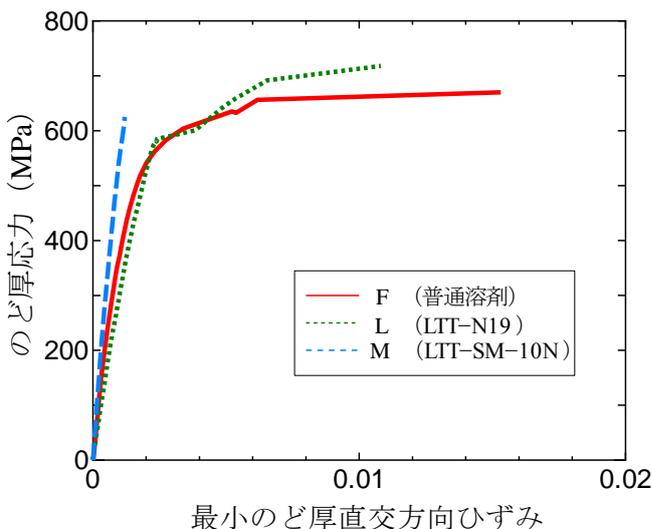


図-2 のど厚応力と溶接部のひずみの関係

表-2 ポンチ痕を用いた測定伸び

試験体番号	伸び(%)	平均(%)
F1, F2	5.46, 4.48	4.97
L1, L2	4.42, 5.57	4.99
M1, M2	1.20, 3.22	2.21

った。F試験体、M試験体ともにディンプル状の延性破面を呈していたが、M試験体については茶褐色に変色している領域も含め高温割れの組織を呈す領域が存在した。この高温割れと考える領域が試験結果に影響を及ぼしていると考えられ、現在検討中である。また、LTTを用いたLおよびM試験体では凹凸のある領域が

キーワード：機械的性質、低温相変態溶接棒、ルート部  
 連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科  
 TEL03-5859-8352, e-mail anami@sic.shibaura-it.ac.jp

見られる。この破面は疲労試験および後述するシャルピー衝撃試験でも観察され、併せて検討中である。

### 3. シャルピー衝撃試験

図-4にシャルピー衝撃試験体の製作手順とマクロ観察結果を示す。本研究では、すみ肉溶接継手のルート部から亀裂が溶接金属に進展する疲労現象を想定しているため、表-1に示す各溶接材料について製作した突合せ溶接継手から試験体采取了。試験体に入れるノッチは溶接ルート部から破壊を生じさせるために、ノッチ底が溶接金属に接するようにノッチ高さ5mmのUノッチ (JIS) とした。なお、試験温度は常温 (17°C)、0°C、-30°Cのコントロール下で行い、温度を一定に10分間保持した後、試験を行った。各試験体、各試験温度で3体ずつ試験を行ったが、L試験体については、試験体製作時に溶接割れが発生したため試験体数が若干少なくなっている。図-5に破断後に観察した各試験温度における破面を各溶接材料ごとに示す。また図-6には得られた吸収エネルギーを示す。普通

溶接材料を用いたF試験体では、常温から-30°Cの各試験温度ではほぼ同様の破面となっており、シェアリップが観察されるなど延性的な破面が観察された。LTTを用いたL試験体、M試験体では試験温度にかかわらず、破面の断面減少がほとんどなく、脆性的な破面となっていた。但し、L試験体の中には若干溶け込みが足りない部分、M試験体の中には引張試験の破面でも見られた茶褐色に変色した領域が狭いながらも観察された。また、前述したようにLTTを用いた試験体では引張試験、疲労試験でも観察された凹凸のある領域が破面全体でみられている。シャルピー吸収エネルギーを比較すると、各試験体ともに試験温度で差異は殆どなく、普通溶接材料を用いたM試験体と比較して、LTTを用いたL、M試験体の吸収エネルギーは非常に小さい結果が得られた。

### 4. まとめ

LTTを用いたすみ肉溶接継手ルート部に着目して機械的性質を実験的に検討した。普通溶接材料と比較して非常に靱性が低いものの、伸び性能についてはL試

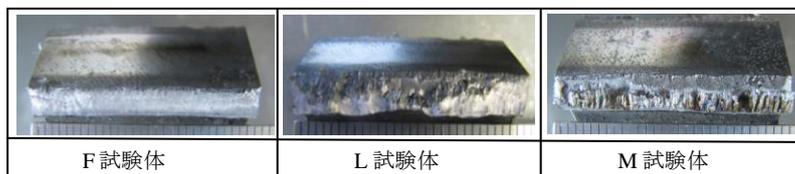


図-3 引張試験体の破面

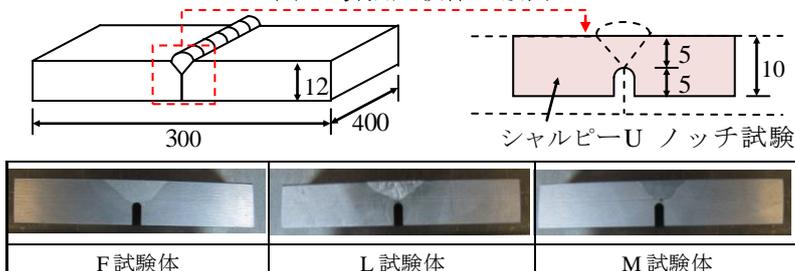


図-4 シャルピー試験体製作手順とマクロ観察結果

温度	F試験体	L試験体	M試験体
常温			
0°C			
-30°C			

図-5 シャルピー衝撃試験体の破面

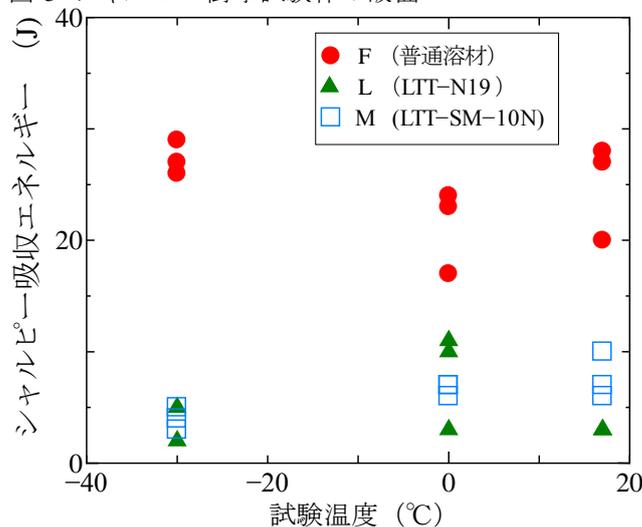


図-6 シャルピー衝撃試験結果

験体では同等の結果が得られた。但し、引張試験、衝撃試験ともにLTT試験体では特異な破面を呈しており、溶接性と併せてさらに今後検討をする予定である。

**謝辞:** 本研究は科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号13243767・研究代表者：穴見健吾)の一環で行われました。また研究遂行に際し、宮地エンジニアリング(株)の渋谷氏に多大なご協力をいただきました。