

低温相変態溶接棒の主板及び付加板側両溶接止端部への適用

芝浦工業大学 学生会員 ○池原 育実 芝浦工業大学 学生会員 齋藤 史弥
 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾 宮地エンジニアリング(株) 正会員 澁谷 敦

1. 研究背景

溶接継手部の疲労強度向上方法の一つに低温相変態溶接棒（以下 LTT）の使用がある．普通溶接材料に比べ変態温度が低く溶接止端部に圧縮残留応力を発生させられる．既往の研究には，主板側溶接止端部への適用性に関するものが多く，付加板側溶接止端部，特に面外ガセット継手回し溶接部のような板コバ面からの疲労き裂についての LTT の適用性を検討した事例はない．そこで本研究では両止端からの疲労き裂発生が確認されているディテールを想定し，両止端部の疲労強度向上手法としての LTT の適用性について検討をすることを目的に，両止端部に LTT を付加溶接した場合の主板側止端部の疲労強度を検討した．

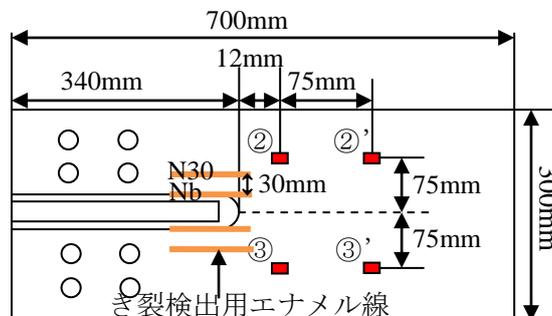


図-1 試験体寸法と計測物貼付位置

表-1 鋼材の機械的性質

鋼材	降伏強度	引張強さ	伸び
SM490YA	417MPa	551MPa	22%

2. 試験体諸元

試験体寸法，ひずみゲージ及びき裂検出用エナメル線貼付位置を図-1 に，使用鋼材の機械的性質と使用 LTT (SM-10N) の化学成分を表-1~2 に示す．試験体は回し溶接止端部に対し LTT を用いて付加溶接を行い，それぞれ M-AS（溶接まま），M-ML（主板側付加溶接のみ），M-BL（主板側，付加板側の順で両止端部に付加溶接）の3種類とし，写真-1 に示す．

表-2 LTT (SM-10N) の化学成分[重量%]

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni
0.04	0.3	0.45	0.005	0.005	0.25	10.1

3. 疲労試験

板曲げ疲労試験を行った．疲労き裂は，写真-2 に示した主板側付加溶接と本溶接の境界から発生した M-BL の1体以外は，写真-3 に示すような主板側付加溶接止端部より発生した．疲労試験結果はひずみゲージ②，③を剛性の影響を受けにくいひずみゲージ②'，③'での計測値を用いて補正し，等価応力範囲を算出し整理を行った．き裂進展 Nb（長手方向止端部）及び N30（Nb から 30mm の位置（本研究での試験終了段階））時の結果を S-N 線図で図-2~3 に示す．試験体は2回に分けて製作したが，施工時期で結果が異なったため，図中で solid と empty に分け，整理した．Nb では特に solid の試験体で，低応力範囲の試験で 1~2 等級程度，高応力範囲の試験で若干の疲労強度増加が見られたが，M-ML と M-BL で明瞭な差は見られない．疲労強度向上効果に応力範囲依存性が見られるのは，圧縮残留応力導入を目的とした疲労強度向上法の特徴である．



(a)M-AS 試験体 (b)M-ML 試験体 (c)M-BL 試験体
 写真-1 各試験体の回し溶接部



写真-2 ビード境界からの疲労き裂



写真-3 止端部からの疲労き裂

キーワード：疲労強度向上，低温相変態溶接棒，両止端部
 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科
 Tel : 03-5859-8352, e-mail anami@sic.shibaura-it.ac.jp

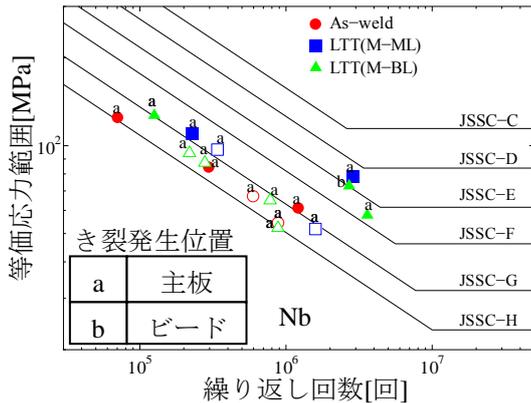


図-2 S-N 線図(Nb)

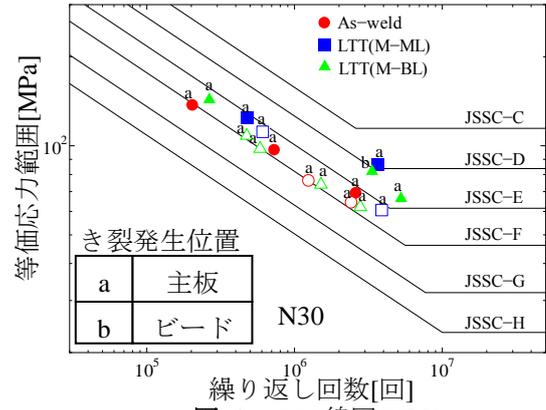


図-3 S-N 線図(N30)

empty では solid より更に低い応力範囲での実験を行った。溶接ままでは両者の疲労強度はほぼ一致していたが、応力範囲に関わらず LTT の付加溶接による明らかな疲労強度向上は見られなかった。これについては今後の検討課題である。

4. 応力解析

溶接止端部の疲労強度には残留応力だけでなく応力集中も影響する。回し溶接部を歯科印象材で型取り、溶接脚長 [mm]、主板側の止端半径 ρ [mm] 及び止端角 θ [°] を計測し、結果を取り入れたモデル (S-N 線上の solid 試験体のみを用いた) を作成し、応力集中解析を行った。あわせて、止端形状に As-weld、溶接脚長に LTT を取り入れたモデルを作成した。結果を図-4 に示す。付加溶接を行うことで溶接ビードが不等脚となることから応力集中の低下の効果があることがわかるがその効果は大きくはない。今回 LTT の止端半径が As-weld に比べ大きかったため止端部形状において応力集中の改善もみられた。

[mm, °]	(L1:付加板側脚長,L2:主板側脚長)	
(ρ, θ)	(9,13)[mm]	(9,16)[mm]
(0.97,126)	□	LTT ■
(0.74,121)	As-weld ●	

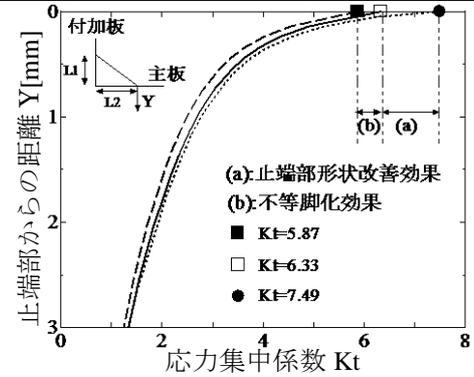


図-4 板厚方向の応力集中比較

5. 付加板側付加溶接時の主板側付加溶接部の温度履歴

本研究では、付加溶接方式を用い、主板側溶接止端部の付加溶接、付加板側溶接止端部の付加溶接の順で付加溶接した。そのため後者の付加溶接の主板側付加溶接止端部への熱影響に注目し、温度計測を行うことで検討した。主板側付加溶接が終了時点の試験体に図-5 に示すように熱電対を取り付けた。No.1・No.2 は主板側付加溶接止端部の温度計測を目的とした。また、疲労試験より主板側付加溶接と本溶接のビード境界から疲労き裂が発生したため No.3 の位置にも熱電対を設置した。測定結果を図-6 に示す。最も高い温度は No.3 の 276.6°C であった。また、主板側付加溶接止端部 2 か所の内の高い方で No.2 の 105.2°C となった。

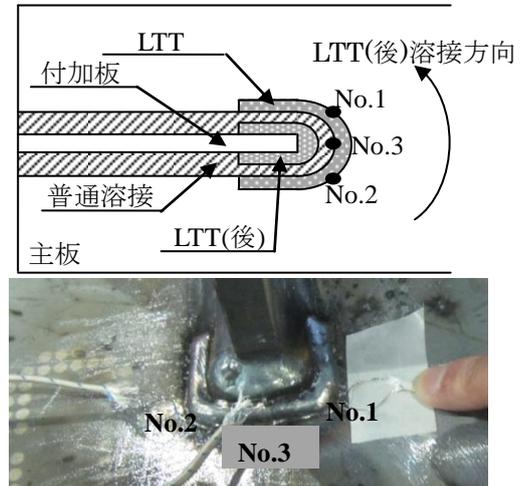


図-5 熱電対設置位置

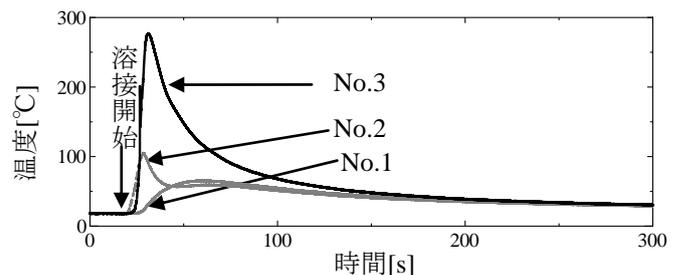


図-6 熱電対温度計測結果

謝辞：本研究は科学研究費基盤研究(C)(課題番号 13243767・研究者代表：穴見健吾)の一環として行われました。