

SUS304 と SM400 を異材突合わせ溶接した板の腐食の有無による引張強度特性の変化

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○星野 由
長岡工業高等専門学校 学生会員 神子島 百香
長岡工業高等専門学校 正会員 宮寄 靖大
日本鋼構造協会 正会員 志村 保美

1. はじめに

ステンレス鋼は、従来の構造用炭素鋼に比べて高耐食性を有するため、長期間供用が必然である土木鋼構造物への利用に適している。一方、ステンレス鋼は、地球希少元素の含有量が炭素鋼に比べて多いため、材料費用の増大が否めない。そこで腐食が生じやすい箇所をステンレス鋼、その他を炭素鋼として、材料を適材適所に配置した鋼構造物の実用が有効であるといえる。

本研究は、腐食の有無におけるステンレス鋼と炭素鋼を異材突合せ溶接した板の引張強度特性を明らかにする。これらは、各母材単体の結果と比較しながら明らかにする。

2. 実験方法

2.1 対象材料

本研究で対象とするステンレス鋼は SUS304 である。また、この SUS304 と突合せ溶接する炭素鋼は、同程度の強度を有する炭素鋼 SM400 である。

2.2 対象試験体

図 1 に本研究で対象とした引張試験体形状を示す。異材接合試験体は JIS Z3121 1A 号試験片¹⁾を、単体試験体は JIS Z2241 14B 号試験片²⁾を採用した。表 1 は、対象とした試験体条件を示す。試験体名は、引張試験のみの条件を T、促進腐食試験後に引張試験を行う条件を AT としている。促進腐食試験方法および塗装方法については、文献 3) を参照されたい。

2.3 引張試験方法

引張試験は、異材接合試験体および単体試験体に対して、それぞれ JIS Z3121 および JIS Z2241 に準拠して行った。試験では、異材接合試験体について、平行部のステンレス鋼、炭素鋼および溶着金属部に、単体試験体について、平行部の表裏面に 2 軸弾性ひずみゲージおよび単軸塑性ひずみゲージによるひずみを、試験機付属のロードセルより荷重を測定した。

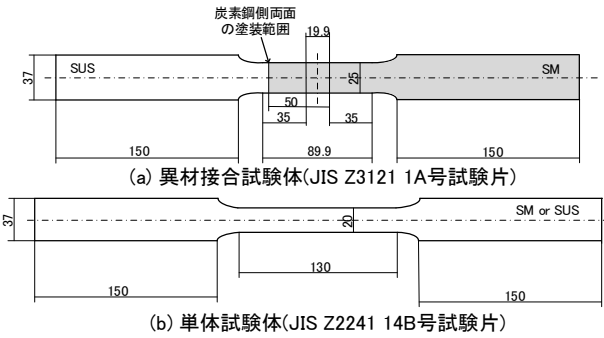


図 1 引張試験体形状

試験体名	促進腐食試験	鋼種	塗装
304T-1(2)	無	SUS304	無
304AT-1(2)	有	SUS304	無
400T-1(2)	無	SM400	無
400AT-1(2)	有	SM400	無
44T-1(2)	無	SUS304+SM400	無
44AT-1(2)	有	SUS304+SM400	無
44PAT-1(2)	有	SUS304+SM400	有

3. 実験結果

表 2 は、全試験体の引張試験により得られた 0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ または降伏応力 σ_y および引張強度 σ_u を示す。後述する異材接合試験体の引張試験で得られた応力ひずみ関係は、ラウンドハウス型を示すため、これらの結果は 0.2%耐力として表している。ここで同表中の異材接合試験体の応力は、ステンレス鋼、炭素鋼および溶着金属の各材料位置で計測した原断面積を用いて算出した応力の値を平均して表している。なお、促進腐食試験を行う条件に関するこれらの応力の算出にあたっては、質量変化から算出した炭素鋼側の板厚減少量を考慮している。

図 2 は、促進腐食試験を行わない条件に対する促進腐食試験を行った条件の引張強度の応力比を示す。同図の縦軸は促進腐食試験を行った条件の試験体の引張強度を促進腐食試験を行わない条件の試験体の引張強度で除した応力比を表す。同図より、SM400 の単体試験体は、促進腐食試験の有無による差がほとんどないことがわかる。一方、

キーワード 引張試験, SUS304, 促進腐食試験, 異材突合せ溶接接合

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258 - 34 - 9439

主 要 な 引 張 試 験 結 果 と 引 張 強 度 特 性					
促進腐食試験を行わない条件			促進腐食試験を行った条件		
供試体名	$\sigma_{0.2}$ or σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	供試体名	$\sigma_{0.2}$ or σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
304T1	303	619	304AT1	311	649
304T2	303	618	304AT2	317	660
304T(mean)	303	619	304AT(mean)	314	654
400T1	279	420	400AT1	283	429
400T2	288	420	400AT2	279	429
400T(mean)	284	420	400AT(mean)	281	429
44T1	265	444	44AT1	259	405
44T2	295	451	44AT2	280	412
44T(mean)	280	447	44AT(mean)	270	409
			44PAT1	274	449
			44PAT2	276	446
			44PAT(mean)	275	447

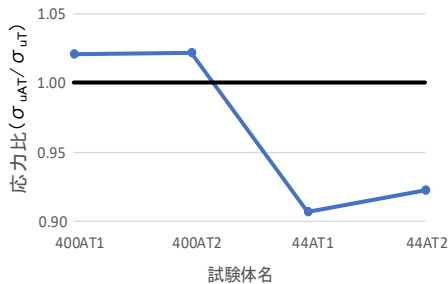


図 2 腐食の有無による引張強度の応力比

異材接合試験体は、促進腐食試験を行った条件の場合、促進腐食試験を行わない条件の結果に対して約 10%減少することが確認できる。これは、異材接合および炭素鋼側の腐食による局所的な断面積の減少の 2 つの応力集中が重なったためであると判断する。しかしながら、この発生については、より検証する必要がある。

図 3 は、腐食の有無による応力ひずみ関係を示す。縦軸の応力はステンレス鋼側、炭素鋼側および溶着金属の 3 箇所の断面積を用いて表した応力を平均した値を、横軸は同様に 3 箇所計測したひずみを平均した値を意味する。同図より、44T1 は、400T1 に見られるような降伏棚の発現が見られないことがわかる。

図 4 は、異材接合試験体のステンレス鋼側、炭素鋼側および溶着金属で計測したひずみの値を、3 箇所の計測ひずみを平均した値で正規化した値と図 3 と同様に 3 箇所の応力を平均した値の関係を示す。同図より、試験体の平均応力が低強度側母材 SM400 の 0.2%耐力に到すると、SM400 材位置のひずみの進展が大きくなり、この傾向は 44T に比べ 44AT で顕著に現れている。これは、腐食による炭素鋼側断面の欠損が要因であると考える。

4. おわりに

本研究で得られた結果は、つぎの通りである。 1)促進腐食試験を行った条件の異材接合試験体の引張強度は、促進腐食試験を行わない条件の引張強度に対して約 10%減少することを明らかにした。 2)異材接合試験体は、低強度側の母材が 0.2%耐力に到達すると、その材料位置のひずみの進展が大きくなり、この傾向は 44T に比べて 44AT で顕著に現れる。

謝辞

本研究に用いた試験体の塗装作業にあたっては、藤木鉄工株式会社よりご協力頂きました。ここに、記して感謝申し上げます。

参考文献

1)日本産業標準調査会：JIS Z3121 突合せ溶接継手の引張試験方法，日本規格協会，2013. 2)日本産業標準調査会：JIS Z2241 金属材料引張試験方法，日本規格協会，2011. 3)神子島百香，宮寄靖大，志村保美： ステンレス鋼と炭素鋼を異材突合せ溶接した引張試験片の表面腐食性状， 第 38 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会，I-314，2020.11.

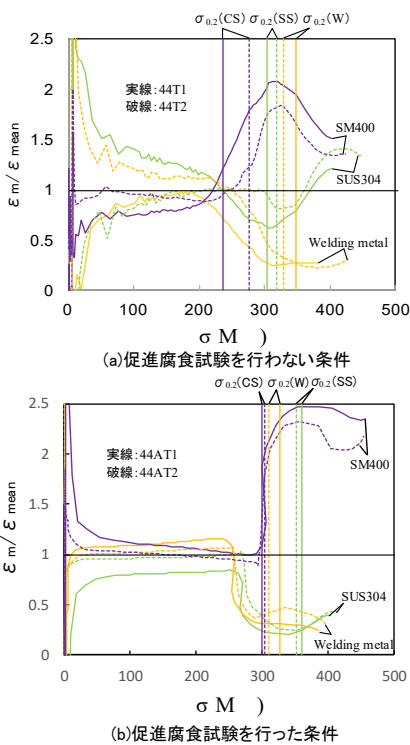
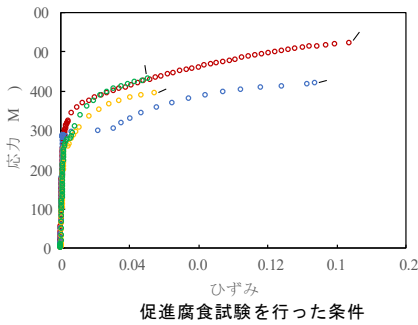
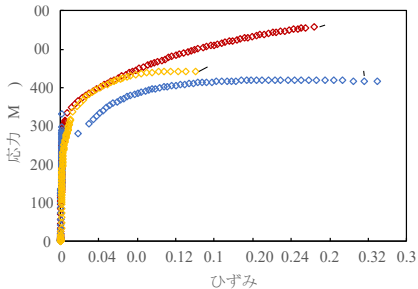


図 4 異材接合試験体の各材料位置のひずみ