

I-1 人工的に孔食を発生させた鋼板の引張強度

高知工科大学 学生会員 ○谷口 津美 高知工科大学 フェロー会員 藤澤 伸光
高知工科大学 非会員 小松 令奈 高知工科大学 非会員 上岡 麻佑子

1.はじめに 腐食鋼板の強度に関しては、劣化した鋼構造物から採取した試験片を用いた試験が幾つか報告されているが、強度の評価法は確立していない。自然に腐食した鋼板の表面不整はランダムであり、強度と表面不整の関係を考察するのは容易でないと考えられる。ここでは、人工的に制御された錆を生成して、腐食した鋼板の力学特性と腐食パターンとの関係に考察を加えた。

2.試験概要 厚さ 2.1mm と 1.6mm の 2 種類の鋼板から JIS5 号試験片を製作し、試験に供した。孔食が生じた場合に強度低下が著しいとの報告があるので、孔食を模擬するため、黒皮除去後に両面を塗装し、10 パターンの形状で塗膜を剥がした。塗膜剥離部から腐食が進行し、孔食が生じることを期待したものである。剥離形状は、格子状、点状、格子+点とし、線や点の位置や大きさ（太さ）を変えて 10 パターンの試験片を製作した。この試験片を、塩水噴霧試験機によって促進腐食させた。試験用塩水は蒸留水を使用、塩分濃度は 5%、噴霧機内の温度は 40℃とした。塩水噴霧 30 分、放置 90 分の 2 時間サイクルを繰り返し、裏表一様に腐食させるために 2 週間ごとに裏返した。3 ヶ月ごとに試験片を 1 組取り出し、表面不整を計測後、引張試験を行った。

3.腐食による表面不整 腐食期間 3 ヶ月、6 ヶ月の試験片について表面不整を測定した結果、最大腐食深さの平均は、腐食期間 3 ヶ月で約 0.39 mm、腐食期間 6 ヶ月で約 0.56 mmであった。腐食後の試験片の断面積の縦方向分布を求めた結果の例を図 1 に示す。例に示したのは、格子状に塗膜を剥がした試験片であるが、塗装剥離部の断面積が顕著に減少しているのが分かる。

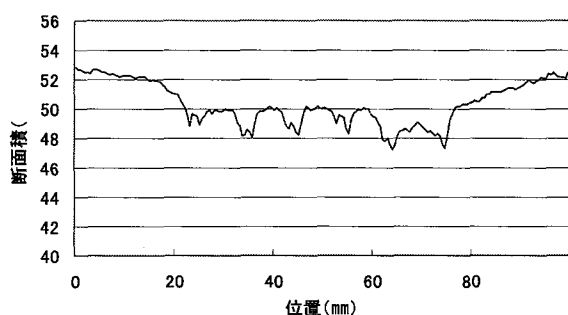


図 1 腐食期間 3 ヶ月の試験片の断面積

表 1 断面積減少率の平均

剥離の形状	腐食期間	
	3 ヶ月	6 ヶ月
格子状	7.262 %	11.794 %
点状	3.192 %	6.302 %
格子+点	5.713 %	10.135 %

表 1 は、剥離パターン毎の試験片平行部における平均断面積の、腐食前断面積からの減少率を示したものである。表から、格子状に塗装を剥がした試験片で、断面積の減少が大きいことが分かる。線状の剥離では、点状の剥離に比べて塗膜を剥がした部分の面積が大きいから、当然の結果とも考えられるが、一方、同一パターンで、剥がした部分の面積が異なるもの（太い線と細い線、大きい点と小さい点）で比較した結果では、塗膜を剥がした部分の面積の大小は、断面積減少にほとんど影響していないことが分かった。以上、断面積の減少は塗膜剥離部の面積だけでなく剥離パターンにも依存するようで複雑であるが、ひとまず線状に塗膜が剥がれれば太さによらず深い孔食ができやすいと考えてよいように思われる。

4.引張試験 表面不整の計測後、引張試験を行った。計測項目は荷重と試験片平行部の伸びである。最大荷重、および伸びから判定した降伏荷重から、引張強度、降伏応力を求めた。面積としては、その試験片の最小断面積を用いた。特に強度については、破断面の実断面積を用いるのが妥当であるようにも思われるが、破断線の形状

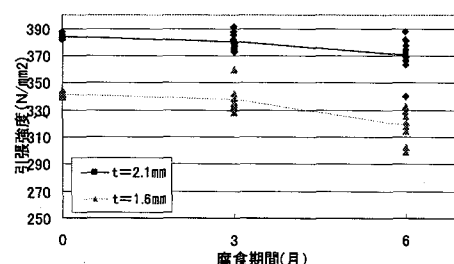


図 2 引張強度の変化

が複雑であることに加えて、最終的に腐食劣化した構造物の耐力を腐食の状態だけから推定することを目指しているため、敢えて最小断面積を用いることとした。図2に腐食前、腐食期間3ヶ月、腐食期間6ヶ月の引張強度を示す。腐食前の強度から明らかなように、 $t=2.1\text{mm}$ の鋼材と $t=1.6\text{mm}$ の鋼材は材質が異なり、いずれもSS400より強度が小さい。腐食の影響について見ると、腐食後、特に腐食期間6ヶ月の試験片では明らかに強度が低下している。強度の計算に最小断面積を用いているから、これらの値は強度を最大限に評価したものであり、実強度はさらに低い可能性がある。図3は、降伏応力に及ぼす腐食の影響を示したものである。図から明らかなように、腐食期間3ヶ月でも降伏応力は有意に低下する。また、図2との比較から、腐食による応力低下は、引張強度より降伏応力の方が大きいことが分かる。その理由は現在のところ明らかでないが、降伏応力をベースとした許容応力度設計体系で考えれば、断面積減少によって作用応力が増加する一方で許容応力が減少することになるから、腐食した構造物の耐荷力を考えるうえで極めて重要な事実と言える。

図4は、板厚変動係数と降伏応力の関係を示したものである。既往研究でも報告されている通り、変動係数の増加とともに、降伏応力が低下する傾向が認められる。ただし、今回の試験片では、板厚変動係数と断面積減少率に高い相関が認められたので、降伏応力の減少が変動の増加だけに由来するのか、断面積の減少も関わっているのかは明らかでない。引張強度についても同様な傾向が認められた（図は省略）。

6. 伸びと破断のパターン 図5、6は、断面積の分布、伸び及び破断箇所の例を示したものである。図中の×印が破断箇所である。今回の試験片の伸びは大別して、2つのパターンに分けられた。ひとつは、一箇所が突出して伸び、伸びた部分の近傍で破断するものである（図—5）。剥離部のパターンで言えば、点状に塗膜を剥がした試験片で、このような破断が多く見られた。他のひとつは、伸びが突出した部分がなく、全体に均一に伸びるパターンで（図—6）、線状に塗膜を剥がした試験片に多く見られた。このパターンでは、概して断面積が最小の部分で破断した。

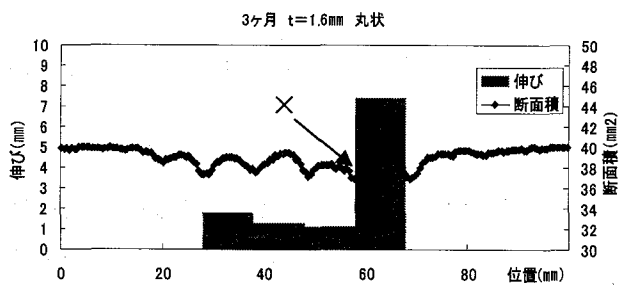


図5 断面積分布と伸び

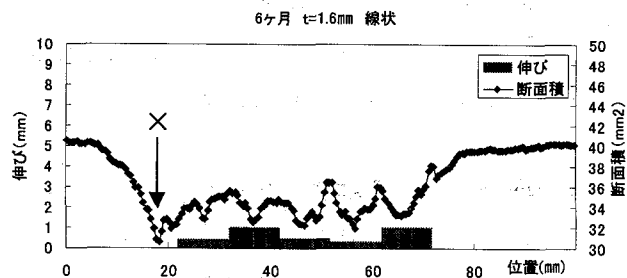


図6 断面積分布と伸び

7. 結論

- 腐食の進行には、塗膜剥離のパターンが影響する。同じパターンの場合、線の太さや、点の大きさが腐食速度に与える影響は小さい。
- 腐食によって、引張強度、降伏応力とも低下する。特に降伏応力の低下が著しい。
- 板厚変動係数と強度、降伏応力には相関があり、変動係数の増加に伴って両者とも低下する。
- 伸びのパターン、破断の形態に、孔食の形状が影響している可能性がある。

参考文献 村中昭典他：腐食鋼板の表面性状と残存耐荷力，構造工学論文集 Vol.44A（1998年3月）