

## VI-38

## 電気防食下の高張力鋼および軟鋼の腐食疲労特性

JH日本道路公団 正員 池田 一彦  
 大阪大学溶接工学研究所 正員 堀川 浩甫

## 1. まえがき

将来、海洋・沿岸構造物の大型化に伴い、高張力鋼の海洋環境への進出は増大していくものと予想される。

現在、わが国の海洋・沿岸構造物の海中部および海中土中部の防食には、カソード防食が採用されている。しかし、過剰なカソード電圧を鋼材に印加すると、水素脆化割れ(H E)を引き起こすことがある。一般にH Eは高強度な鋼材ほど現れやすいことが知られている<sup>1)</sup>。

本研究では、流電陽極方式のカソード防食を施した高張力鋼と軟鋼の疲労試験を、人工海水中および水道水中で行い、従来軟鋼に対して採用されてきたカソード防食法が、高張力鋼に対しても有効であるか否かを検討した。

## 2. 疲労試験

表-1 人工海水と天然海水の成分の比較

2.1 試験方法 本試験では、高張力鋼としてSHY780を、軟鋼としてSS400を用いた。試験体の寸法を図-1に示す。流電陽極として板状のZn(純度99.9%)を試験片にボルト止めた。

|                    | 含有量 (g/kg)      |                               |                               |                 |                |                              |                 |                  |                  |                |                  |       |       |
|--------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-------|-------|
|                    | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | F <sup>-</sup> | BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | 塩素量   | 塩分    |
| 天然海水 <sup>2)</sup> | 18.98           | 2.65                          | 0.14                          | 0.06            | 0.001          | 0.03                         | 10.56           | 1.27             | 0.40             | 0.38           | 0.01             | 19.04 | 34.40 |
| 人工海水               | 18.74           | 2.59                          | 0.14                          | 0.06            | 検出せず           | 0.06                         | 10.55           | 1.23             | 0.31             | 0.37           | 0.01             | 18.80 | 33.96 |

試験装置を図-2に示す。試験はスパン150mmの3点曲げ方式で行った。繰り返し速度は10Hzで、荷重波形は正弦波とした。最小荷重は全て0.1 ton(応力比R<0.1)の片振りとした。疲労試験はSHY780、SS400の各々について、大気中、防食下-人工海水中、防食下-水道水中、非防食下-人工海水中、非防食下-水道水中の5シリーズ行った。試験に用いた人工海水と天然海水との成分の比較を表-1に示す。

2.2 結果および考察 (1) SS400; S-N線図を図-3に示す。防食下-人工海水中の疲労強度は、非防食下に比べて大幅に改善され、ほぼ大気中疲労強度まで回復した。これに対し、防食下-水道水中の疲労強度は、非防食下に比べて若干の改善がみられたものの、大気中疲労強度まで回復したとはいえない。この理由として、水道水の方が人工海水に比べて電導度が小さいために、発生防食電流が小さくなってしまったことが考えられる。また、W.H.Hartt<sup>3)</sup>は、カルシウム付着によるくさび効果を指摘しており、本実験でも防食下-人工海水中に限りカルシウムとみられる白色の付着物が観察された。

(2) SHY780; S-N線図を図-4に示す。防食下-人工海水中の疲労強度は、非防食下に比べて大幅に改善され、特に低応力振幅域においては、大気中疲労強度を超える場合もあった。これに対し、防食下-水道水中の疲労強度は、SS400と同様、非防食下に比べて若干の改善がみられたものの、大気中疲労強度まで回復しなかった。

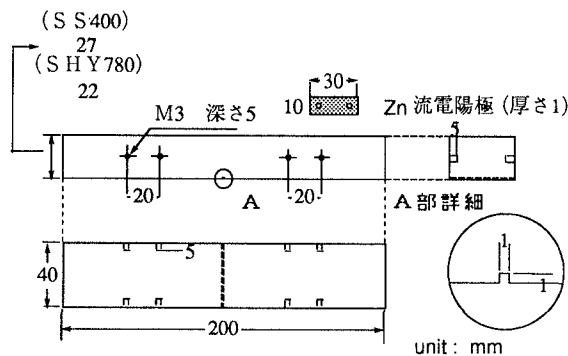


図-1 試験片形状

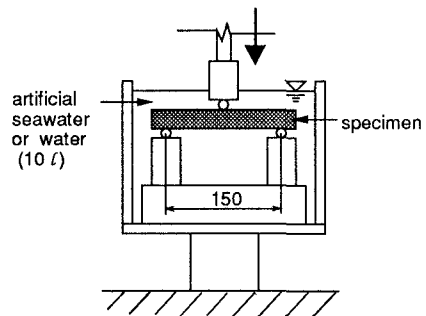


図-2 試験装置

3. SEMによる疲労破面観察 大気中、防食下一人工海水中、防食下一水道水中の試験片の疲労破面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した。防食下のSHY780に限り、HEの特徴である粒界割れ状のものが部分的にはあるが観察された（写真-1，写真-2）。

4. まとめ 本実験の範囲では次のことが言える。

- （1）腐食疲労強度の大気中疲労強度への回復を有効性の目安とした場合、Zn流電陽極によるカソード防食は海洋環境において、高張力鋼に対しても有効である。
- （2）走査型電子顕微鏡によって、カソード防食下の高張力鋼に限り、水素脆化割れの兆候である粒界割れが観察された。
- （3）高張力鋼、軟鋼の別に関わらず、環境液中の塩分濃度が小さいと、腐食疲労に対するカソード防食の効果が小さくなる。これは比抵抗の違いによる発生防食電流の減少と、カルシウムのくさび効果が期待できないことによるものと考えられる。

参考文献

- 1) 遠藤吉郎，駒井謙治郎：金属の腐食疲労と強度設計，養賢堂，pp.1～77,1982
- 2) 腐食防食協会：金属腐食防食技術便覧，日刊工業新聞社，pp.177, 1977
- 3) W.H.Hartt,P.E.Martin and W.C.Hopper：Proc. Annu. Offshore Technol. Conf.,11th,pp.1331,1979

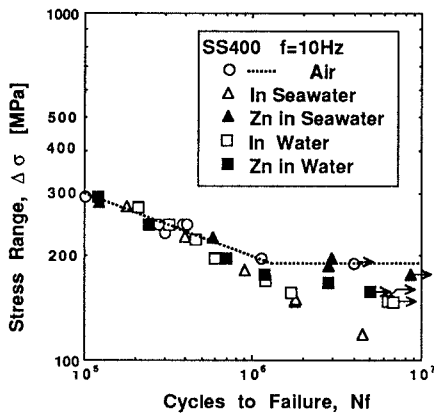


図-3 SS400のS-N線図

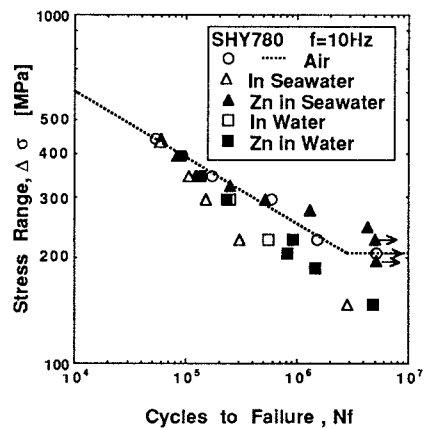


図-4 SHY780のS-N線図

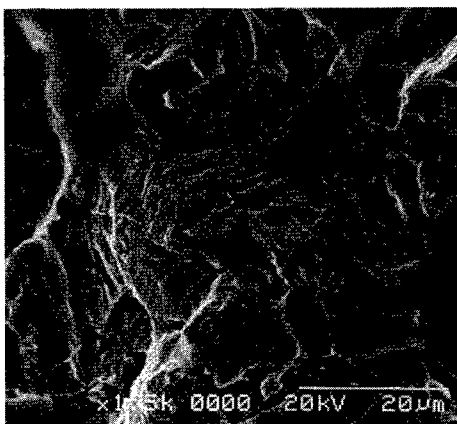


写真-1 SS400，防食下一人工海水中の疲労破面  
（×1500， $\Delta\sigma=343\text{MPa}$ ， $N_f=105,360$ ）

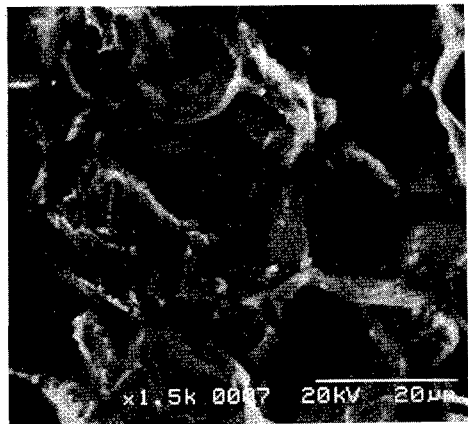


写真-2 SHY780，防食下一人工海水中の疲労破面  
（×1500， $\Delta\sigma=275\text{MPa}$ ， $N_f=1,318,050$ ）