

コンクリート境界部を有する鋼構造部材の腐食後の疲労挙動に関する基礎的研究

九州大学大学院
(株)東京鉄骨橋梁正会員 ○貝沼 重信
正会員 細見 直史名古屋大学大学院
名古屋大学大学院正会員 金 仁泰
フェロー会員 伊藤 義人

1. はじめに 下路トラス橋において、その斜材がコンクリート床版との境界部で著しく腐食損傷した事例が報告されている。この損傷は、雨水や凍結防止剤がコンクリート境界部に長時間停滞することにより、塗膜が劣化することで生じる。このような腐食損傷を受けた構造部材の疲労挙動については、これまで検討が行われていない。そこで、本研究では腐食促進実験したモデル試験体¹⁾の疲労試験を行うことで、コンクリート境界部の経時的な腐食損傷や腐食特性の違いが構造部材の疲労挙動に及ぼす影響に関して実験的に検討した。

2. 疲労試験の方法 著者らは鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的な腐食挙動を明らかにするため、図1のJIS 1A号試験片に部分的にコンクリートを巻き立てた試験体20体の腐食促進実験を行った¹⁾。この実験の腐食サイクルにはS6-cycleを用い、その繰返し回数は600cycle毎に600cycleから2400cycleとした。S6-2400cycleは、凍結防止剤が散布される下路トラス橋斜材の塗膜劣化後20年程度の供用期間に相当する¹⁾。試験体の局部腐食は、1)コンクリート境界部近傍に集中、2)試験体長手方向の中央部に集中、あるいは3)試験体平行部全面に分散、して生じていた。以下では、これらの腐食特性をそれぞれType A, BおよびCと呼ぶ。Type A, BおよびCの腐食特性を示した試験体は、それぞれ10体、8体および2体であった。

腐食試験体の表面性状をレーザーフォーカス深度計で測定した結果を図2に示す。この試験体の腐食特性は、

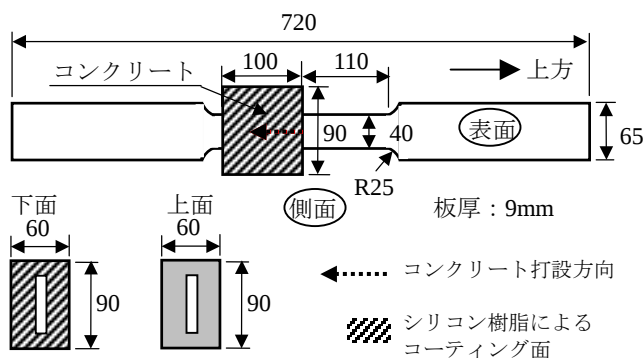


図1 試験体の形状および寸法¹⁾ (単位: mm)

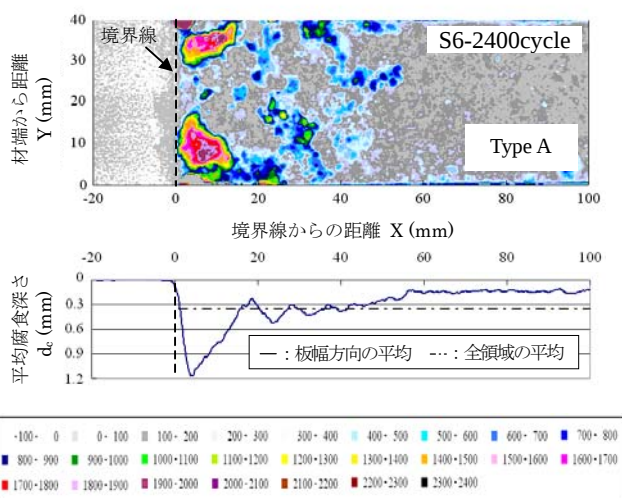
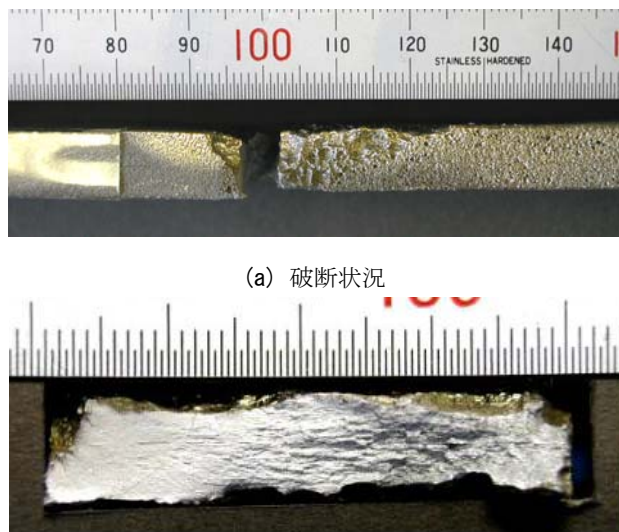


図2 試験体の腐食表面性状 (S6-2400cycle, No.20)¹⁾



(a) 破断状況

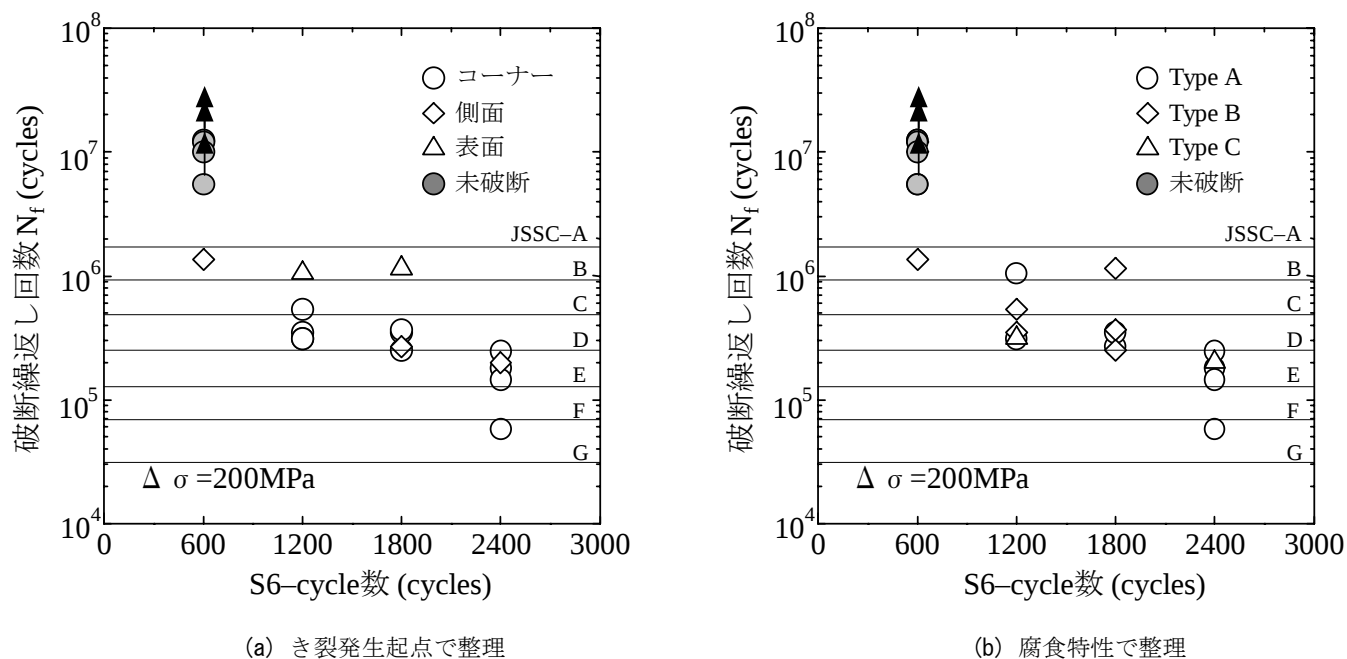


(b) 疲労破面

図3 試験体の破断状況と疲労破面 (Type A, No.20)

キーワード 鋼構造部材, コンクリート, 腐食, 疲労

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 工学研究院建設デザイン部門 TEL 092-642-3264

図4 破断繰返し回数 N_f と S6-cycle 数の関係

Type A であり、境界部近傍で著しい局部腐食が生じている。特に、コーナーの腐食が最も著しく生じている。

疲労試験には腐食促進実験終了後の試験体を 20 体用いた。疲労試験は下限荷重を 5kN、上限荷重を 77kN と一定とした片振り疲労荷重(応力範囲：200MPa)下で行った。荷重波形は正弦波、繰返し速度は 6～20Hz とした。また、疲労き裂の発生位置と進展状況を観察するため、ダイマージングとビーチマーク試験を行った。

3. 疲労試験の結果 S6-600cycle では、5 体中 4 体が未破断であった。S6-1200cycle 以降の試験体 15 体については、全て破断した。試験体(Type A)破断状況および疲労破面を図 3 に示す。Type A の試験体の疲労き裂は、コンクリート境界部近傍のコーナー、側面、表面の局部腐食孔の底部から発生・進展した。Type B の試験体については、コーナーあるいは表面からき裂が発生した。また、Type C の試験体については、コーナーあるいは側面からき裂が発生した。これらの傾向は、S6-cycle 数によらず同様であった。

破断繰返し回数 N_f と S6-cycle 数の関係を図 4 に示す。図中の実線は、応力範囲 200MPa に相当する A～G の疲労強度等級²⁾の繰返し回数である。図 4(a) はき裂発生起点で整理している。S6-cycle 数の増加とともに、疲労強度が低下する傾向にある。この傾向は、コーナーから疲労き裂が発生した場合に顕著である。S6-600cycle の 4 体の試験体は未破断であり、残りの 1 体の試験体は B 等級程度で疲労破断した。したがって、S6-600cycle 程度の腐食が生じた場合、その強度等級は B 等級以上になると考えられる。表面から疲労き裂が発生した S6-1200cycle と S6-1800cycle の試験体については、S6-600cycle で破断した試験体の強度等級と同程度であった。一方、側面あるいはコーナーからき裂が発生した場合については、疲労強度が D 等級程度に大きく低下している。これは、疲労き裂の進展形状による違いや表面に比べコーナーの腐食が著しいことが原因と考えられる。S6-2400cycle の試験体では、G～E 等級であり、他の S6-cycle 数の試験体に比べ疲労強度が低下している。

図 4(b) に腐食特性で整理した結果を示す。S6-cycle 数によらず、腐食特性が異なっても疲労強度に顕著な変化は見られない。これは、疲労き裂の発生起点が局部的な腐食孔の応力集中に依存するためと考えられる。

4. まとめ 1) コンクリート境界部を有する鋼板の腐食後の疲労き裂は、S6-cycle 数や腐食特性によらずコーナー、側面あるいは表面の局部腐食が著しい位置から発生・進展する。2) S6-cycle 数が増加するに伴い、疲労強度は低下する傾向にある。その疲労強度は S6-600cycle 相当の腐食の場合、B 等級以上となり、S6-2400cycle 相当の場合、G 等級程度となる。3) 腐食特性の違いが疲労強度に及ぼす影響はほとんど無い。

参考文献 1) 貝沼重信, 細見直史, 金仁泰, 伊藤義人: 鋼板のコンクリート境界部における経時的な腐食特性に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.780, I-70, pp.97-114, 2005. 2) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 技報堂出版, 1993.