

関西大学 石川 敏之

1. 目的

鋼橋の劣化として、腐食損傷が数多く報告されている¹⁾。一般的に断面欠損が小さな腐食した鋼部材に対しては再塗装が行われるが、桁端部など腐食しやすい環境では、早期に塗膜がはがれ再度腐食が進行する場合が多い。このような漏水などの影響で腐食しやすい箇所に対して、ガス・水蒸気バリア性の高い DLC(Diamond Like Carbon)シート²⁾を貼り付けることで、塗装よりも優れた劣化要因遮断が可能であると考える。しかし、DLC シートの接着端部や、重ね貼りした場合の境界部など、耐久性が懸念される。そこで本研究では、鋼部材への DLC シート接着に対して、2 年間の暴露試験と接着部の疲労試験を実施し、DLC シート接着部の耐久性を評価することを目的とする。

2. 試験体

試験体は、図-1 に示すように、幅 50mm、厚さ 12mm、長さ 500mm の鋼板(SM490Y)に、DLC シートを貼り付けた。図-2 に示すように、DLC シート端部に着目した試験体 TYPE-A、DLC シートの重ね接着部に着目した試験体 TYPE-B、DLC シートの縦重ね接着部に着目した試験体 TYPE-C の 3 パターンを準備した。表面がサンドブラスト処理(平均 $R_a = 10.4 \mu\text{m}$)が施された鋼板へ DLC シート用接着剤を塗布した後、DLC シートを貼り付け、実際の現場で行われているように DLC シートの端部、継ぎ目部をシーリングした。その後、鋼板部分を常温亜鉛メッキスプレー(ローバルスプレー)でコーティングした。図-2 に示すように、製作した試験体を南向きに 45 度の角度となるようにセットし、2020 年 1 月 31 日から暴露を開始した。

3. 疲労試験

DLC シート接合部の疲労試験は、図-3 に示すように、偏心錘を有するモータを利用して繰り返し板曲げ(応力比 $R = -1$)を与えて実施した。試験体のひずみゲージの位置も図-3 に示している。試験体下面の CH3, 4 で計測されたひずみ範囲に鋼のヤング係数($E = 200\text{GPa}$)を乗じた値を内挿して、DLC シート接着位置の公称応力範囲として試験結果を整理した。試験体 TYPE-C に対しては、CH4 の位置の DLC シートを削って鋼板にひずみゲージを貼り付けた。

疲労試験は、暴露開始から 1 年経過後、および 2 年経過後

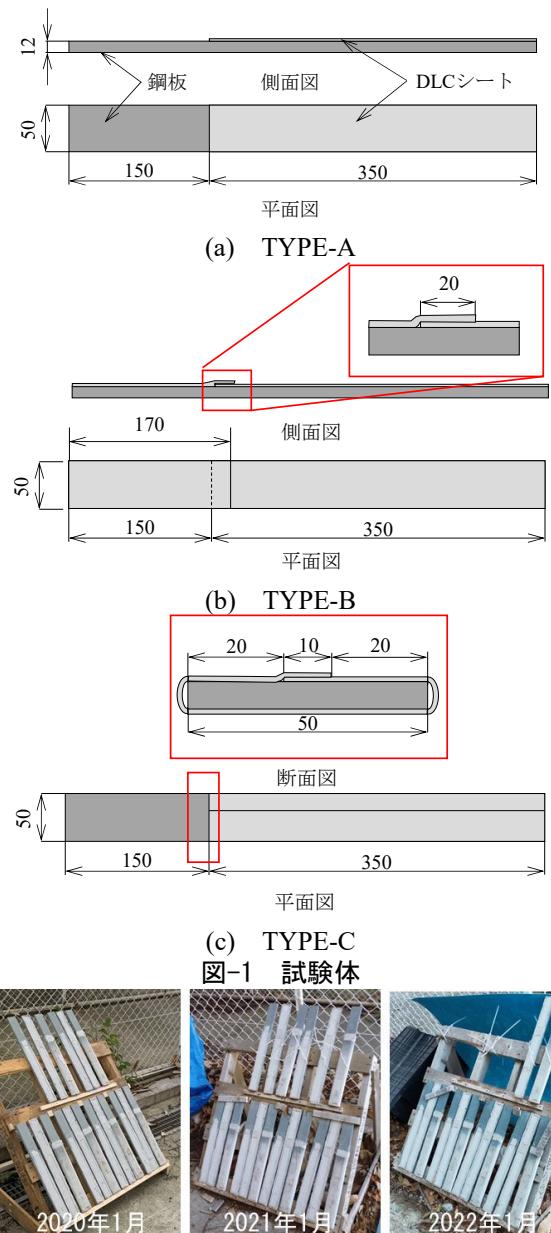


図-2 暴露状況

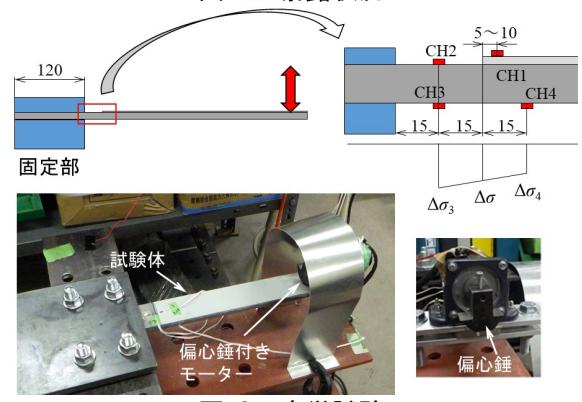


図-3 疲労試験

表-1 疲労試験結果一覧(全試験体試験終了時はく離なし)

試験体 TYPE	公称応力範囲 N/mm^2	繰返し回数 ($\times 10^4$ 回)	暴露条件
A1	94.2	4,429	初期
A2	128.5	1,386	2年室内
A3	152.6	1,407	1年暴露
A4	126.2	1,039	2年暴露
B1	88.9	2,154	初期
B2	142.9	1,366	2年室内
B3	151.8	1,570	1年暴露
B4	131.1	1,343	2年暴露
C1	69.5	2,580	初期
C2	133.6	1,138	2年室内
C3	123.4	1,467	1年暴露
C4	122.5	1,262	2年暴露

に実施する。比較として、室内に静置していた試験体も2年経過後に疲労試験を実施している。

4. 試験体表面の状況

暴露試験体の表面の状況を図-4に示す。この図から、2年間の暴露までは、DLCシート接着端部のシーリングに異常がないことがわかる。

5. 疲労試験結果

疲労試験を行った試験体の一覧を表-1に示す。一例として、2年間暴露した試験体A4, B4, C4のひずみ範囲の変化を図-5に示す。縦軸はCH1~4の各計測位置のひずみ範囲を示している。図に示すように、ひずみ範囲に若干の変動は見られるものの、はく離が生じていないので、DLCシート上のCH1のひずみ範囲が低下していないことがわかる。

本研究では、表-1に示す全試験体において、疲労試験終了時にDLCシートのはく離は見られなかった。表-1からわかるように、暴露した試験体では、 $120N/mm^2$ 以上の高い応力範囲で疲労試験を実施したが、繰返し回数が1,000万回を超えてはく離が生じなかったため、DLCシート接着端部、重ね接着部に対して、十分な疲労耐久性を有していると考える。

7. まとめ

本研究では、鋼部材のDLCシート接着部の耐久性の評価のため、DLCシートの接着端部や重ね接着部に対して、2年間暴露後に疲労試験を実施した。応力範囲 $120N/mm^2$ 以上で疲労試験を実施した結果、繰返し回数が1,000万回を超えてはく離が生じなかったため、DLCシートの接着部は高い疲労耐久性を有していると言える。

参考文献

- 日本道路協会：道路橋補修・補強事例集(2012年版)，丸善出版，2012.
- 積水化学工業 HP, https://www.sekisui.co.jp/news/2017/1304518_29186.html (2022年2月14日閲覧)

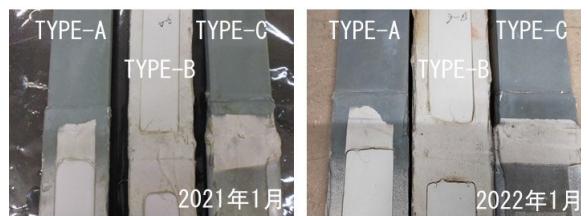
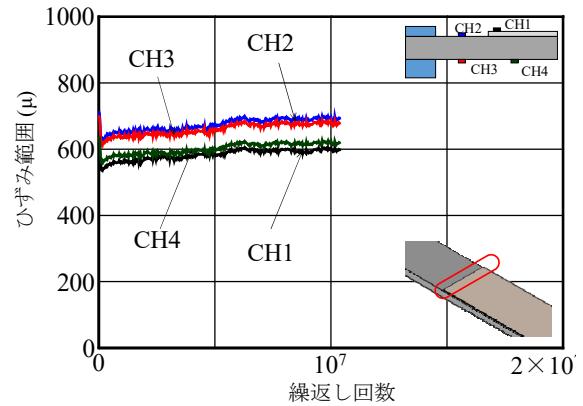
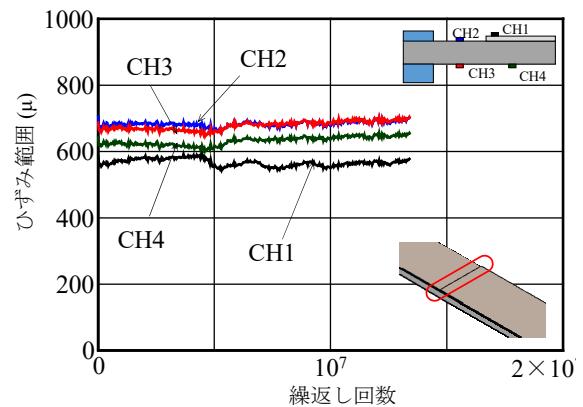


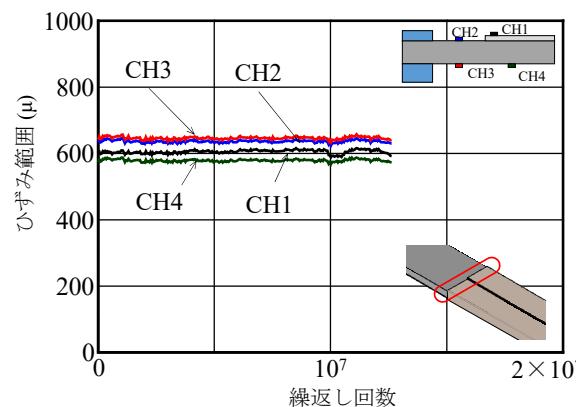
図-4 暴露後の試験体の様子



(a) TYPE-A4



(b) TYPE-B4



(c) TYPE-C4
図-5 疲労試験結果の一例