

疲労き裂が生じた鋼床版垂直スティフナ溶接部に対する UIT 処理の効果 (実験)

法政大学大学院 学生会員 ○阪間 大介
 (一財) 首都高速道路技術センター 正会員 大住 圭太
 法政大学 フェロー 森 猛

1. はじめに

近年、過酷な交通荷重などにより鋼床版のデッキプレートと垂直スティフナの溶接部に数多くの疲労き裂(図1)の発生が報告されている。このような疲労き裂のうちデッキ母材まで進展したき裂に対してはストップホールで進展を抑止することが有効と考えられる。しかし、デッキ母材に進展する前の溶接止端に沿ったき裂については、その検出が磁粉探傷試験によっても難しいため、進展を抑止するための新たな方法が望まれる。

本研究では、溶接止端部に留まる比較的小さい段階の疲労き裂に対して UIT 処理を適用した際のき裂の進展抑止効果について、小型試験体の疲労試験を行うことにより検討した。

2. 疲労試験

疲労試験に用いた試験体の形状・寸法を図2に示す。試験体数は4体(No.1~4)である。なお、試験体1体で2箇所の着目点があるため L・R と区別する。疲労試験は、(1) 溶接のまま(AW)の試験体を対象として所定の深さの疲労き裂を導入する試験、(2) (1) によってき裂が生じた溶接止端に UIT 処理を行った試験体を用いて UIT の効果を調べる試験からなっている。いずれの疲労試験においても荷重範囲は 30kN、繰返し速度 5.0Hz とし、疲労試験中は磁粉探傷試験と溶接止端から 5mm 離れた位置でひずみ測定を行い、疲労き裂の発生・進展を観察した。溶接のままの状態と UIT を施した溶接止端の状況を図3に示す。

(1) の試験においては、文献 1) に示されているひずみ範囲減少率とき裂深さの関係を利用して、No.1~3 試験体では 1~2mm、No.4 試験体では 3~4mm 程度の深さのき裂を導入することを目指した。

疲労試験結果を表 1 に示す。No.4R を除く試験体では、ひずみ範囲の測定から UIT 処理後のき裂進展はなかったものと判断された。疲労試験終了後、回し溶接部の中心で試験体を切断し疲労き裂の状況を観察した。図4に No.3L の断面観察結果を示す。No.4R を除く試験箇所において、デッキプレート側止端のき裂深さはほぼ目標どおりであり、このことから UIT 処理後にき裂

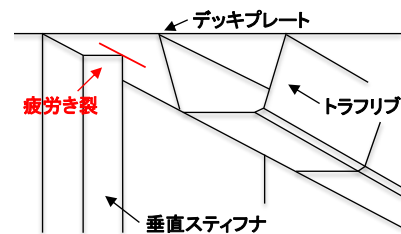


図1 き裂発生箇所

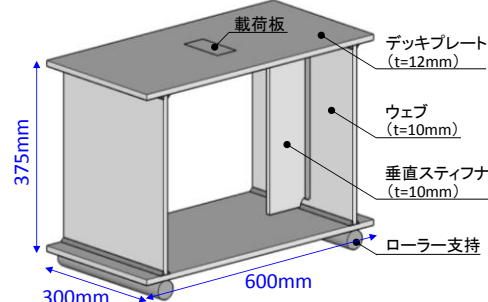


図2 試験体の形状と寸法



図3 試験体の状況 (No. 4L)

表 1 疲労試験結果

試験体		UIT処理前		UIT処理後				
		荷重繰返し数 (万回)	最大推定 き裂深さ (mm)	荷重繰返し数 (万回)	回し溶接中央のき裂深さ(mm)			
					デッキプレート側止端	スティフナ側止端	ルート部先端	デッキプレート下面へのき裂進展の有無
No.1	L	10	1.6	500	0.6	0.5	4.8	無
	R	10	1.4	500	0.7	0.9	3.6	無
No.2	L	8	1.6	1000	0.9	0.8	5.0	無
	R	8	1.4	1000	0.9	0.8	5.2	無
No.3	L	5.3	2.6	530	0.9	0.8	4.0	無
	R	5.3	1.2	530	1.0	0.9	4.3	無
No.4	L	26	1.4	1000	1.3	1.0	4.0	無
	R	26	4.0	1000	8.7	0.8	無	有

キーワード 鋼床版, 垂直スティフナ, 疲労き裂, 補修, UIT 処理

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学大学院デザイン工学科 TEL 042-387-6287

は進展していないと判断される。ただし、これらの試験体すべてでルート部からき裂が発生し、No.2R ではデッキにもき裂が観察された。その様子を図 5 に示す。なお、UIT 処理前に最も深いき裂が発生していたと推定される No.4 R では UIT 処理後もき裂が進展した。

3. UIT 処理によるき裂進展の抑制効果

図 6 にき裂導入前、き裂導入後、UIT 処理後における荷重－ひずみの関係の例を示す。

き裂導入後は導入前に比べて荷重－ひずみ関係の傾きが大きくなっているが、UIT 処理後の傾きはき裂導入前とほぼ一致している。これは、UIT 処理によりき裂が閉口し、荷重の伝達が、き裂がない場合と同等になったためと考えられる。

図 7 に、き裂が進展した No.4 R と既往の疲労試験¹⁾における AW 試験体 4 体計 8 カ所のき裂長さ（mm）と荷重繰り返し数の関係の比較を示す。No.4R のき裂進展は、AW 試験体よりも遅くなっており、き裂が停留するき裂長さも短くなっていることから、UIT 処理により遅延されたと考えられる。

4. ルートき裂の進展性状

UIT 処理後に発生したルートき裂の発生・進展性状を観察するため疲労破面を暴露した。デッキにき裂が発生していない No.3L とき裂が発生していた No.2R の疲労破面を図 8 と図 9 に示す。デッキにき裂が発生していない No.3L では、ルートを開始点に発生したき裂は溶接ビードを貫通していないが、デッキにき裂が発生した No.2R では、ルートき裂が溶接ビードを貫通している。また、No.2R のデッキき裂はルートから直接進展したものではなく、ビードに進展したき裂の端部がデッキに進展し、中央まで回りこんだものであり、図 5 で確認されたデッキき裂とルートき裂の位置ずれはこれにより生じたものであることが明らかとなった。500～1000 万回の荷重を載荷しても、ルートき裂のほとんどはデッキに進展しておらず、デッキを貫通したものもないことから、ルートき裂の進展は従来の止端き裂に比べて遅いといえる。

5. まとめ

UIT 処理を行うことで、鋼床版垂直スチフナの溶接止端に留まる深さ 1～2mm 程度のき裂の進展は抑止できたが、止端き裂を抑止したことでルート部からき裂が発生した。深さ 4mm 程度と考えられた止端き裂の進展は抑止することができなかった。

参考文献

1) 森，長田，大住：鋼床版デッキプレート・垂直スチフナ溶接部に生じる疲労き裂の再現と起点の検討，鋼構造論文集，第 21 巻第 82 号，2014。

UIT 処理は米国 UIT. L. L. C 社の技術で、UIT 処理には UIT ESONIX[®]27 UIS を使用した。

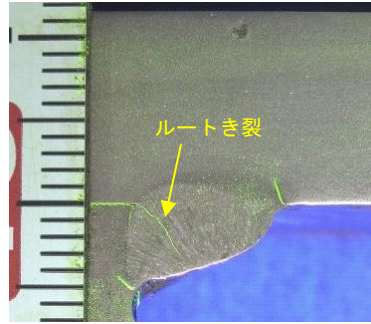


図 4 No. 3L の断面観察

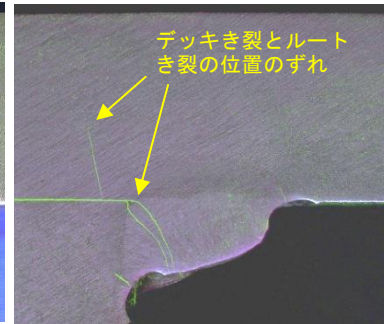


図 5 No. 2R の断面観察

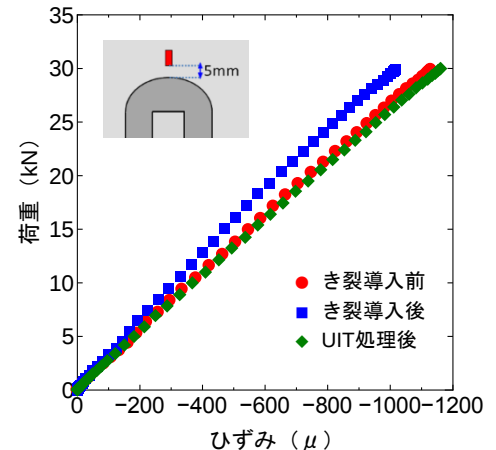


図 6 荷重－ひずみ関係の変化 (No. 3L)

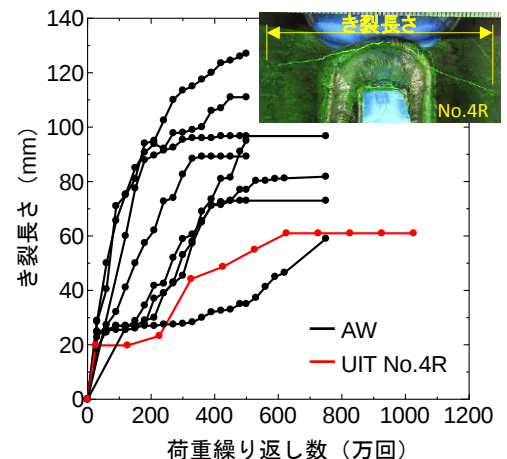


図 7 き裂進展の比較 (No. 4R)

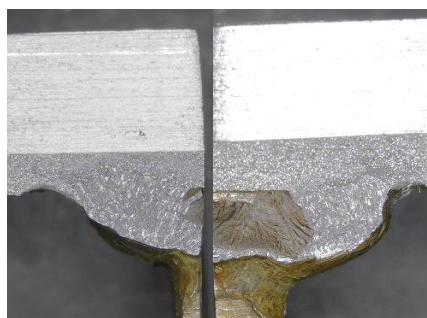


図 8 No. 3L の疲労破面



図 9 No. 2R の疲労破面