

# シェルモデルによる未溶着を有する鋼厚肉部材の延性き裂発生の評価に関する検討

名城大学大学院 学生会員 ○速水 景  
 名城大学大学院 正会員 鈴木俊光  
 名城大学 正会員 葛 漢彬

## 1. はじめに

近年、溶接構造物の施工時における溶接不具合（欠陥）の内在が問題視されてきている。しかし、溶接欠陥を有する鋼構造物の地震時挙動の解明に関する検討が非常に少ないのが現状である。筆者らはこのような溶接未溶着を有する鋼厚肉部材の延性き裂発生に関する実験的および解析的検討を行ってきたが、メカニズムの解明のためにはより多くのデータ蓄積が不可欠である。そこで、本研究では鋼製橋脚の隅角部を模擬した供試体をシェル解析により再現することを試み、実験データとの整合性を確認した上で、解析により算出される累積塑性ひずみによる損傷度評価により、延性き裂発生の推定を改めて試みる。

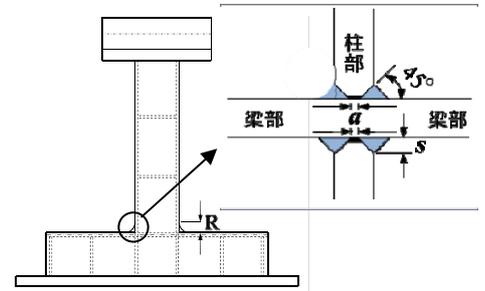


図-1 供試体概要図

## 2. 解析対象の実験供試体

供試体概要図と供試体三線交差部の寸法および構造パラメータを図-1、表-1 にそれぞれ示す。図-1 に示すように、鋼製橋脚隅角部を模擬した供試体を用いた。使用した鋼種は SM490YA である。

表-1 供試体三線交差部実寸法(単位:mm)

供試体名	a	R	s	仕上げ
S30-0-15-R-VC	0	16	14.5	R
S30-2-15-R-VC	不可	16	14.3	R
S30-5-15-R-VC	5	16	14.7	R
S30-8-15-R-VC	8	16	15.8	R

## 3. 解析モデル

解析モデルの概要を図-2 に示す。延性き裂発生箇所近傍の隅角部のメッシュサイズは、最少サイズを 2mm×2mm とするよう分割した。なお、フランジ中心から半分をモデル化した。弾塑性有限変位解析における材料構成則は修正 2 曲面モデルを用い、荷重方法(変動変位振幅繰り返し荷重)は実験と同様に、柱部頂部に水平変位 δ を規準として変位制御で行った。

## 4. 損傷度

本研究では延性き裂発生評価の指標として Miner 則および Manson-Coffin 則に基づく損傷度 D を用いる。損傷度は以下の式で表される。

$$D = C \sum (\epsilon_{pr})^m \quad (1)$$

ここで、C, m は鋼種によって決まる溶接部を考慮した定数(SM490YA に対しては C=9.69, m=1.86),  $\epsilon_{pr}$  は塑性ひずみ範囲である。D=1 となった時点での半サイクル数を解析による予測延性き裂発生点とする。

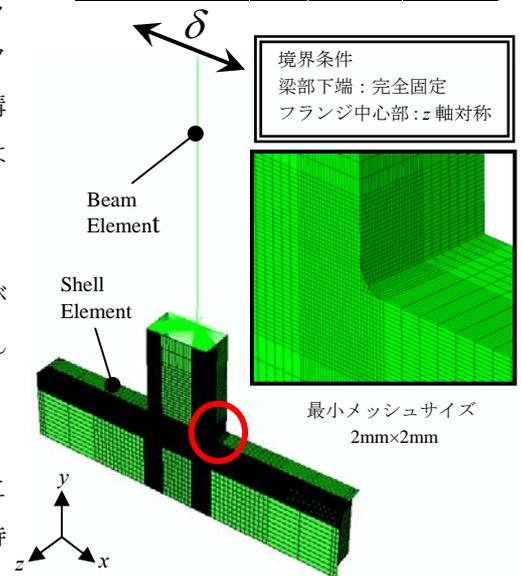


図-2 解析モデル

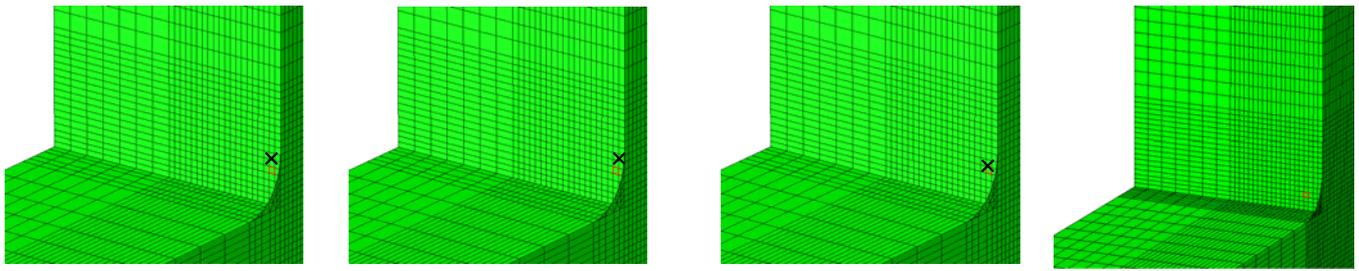
## 5. 解析結果

今回解析上ひずみが最も卓越した要素での損傷度 D を式(1)により算出した。図-3 は解析上でのき裂発生位置を赤枠で示しており、黒線×印は実験での延性き裂発生点を示す。また図-4 については式から求められた損傷度 D の分布であり黒破線は定義上でのき裂発生点を示し、白ポイントは隅角部近傍を模擬した要素(柱フランジ要素)、黒ポイントは未溶着部を模擬した要素を示す。

図-3 のき裂発生位置において概ね延性き裂発生評価ができているが、未溶着幅 a=8mm (図(d)) について解析で

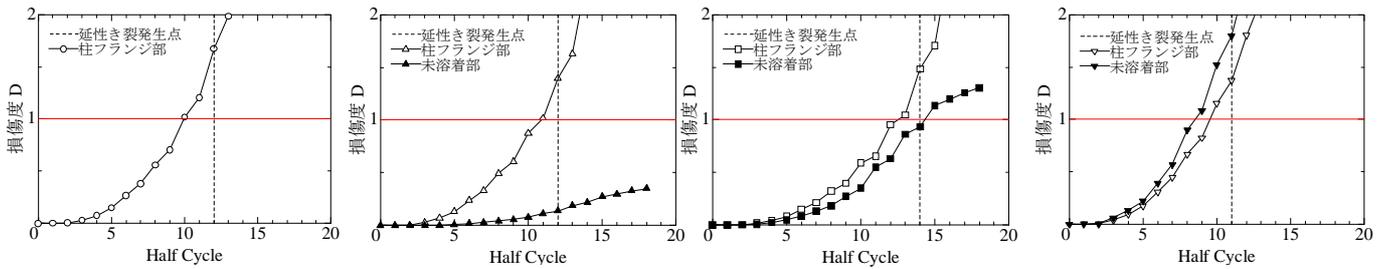
キーワード：極低サイクル疲労、延性き裂、溶接未溶着、繰り返し荷重解析、Shell モデル、照査法

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL 052-838-2342



(a) S30-0-15-R-VC (b) S30-2-15-R-VC (c) S30-5-15-R-VC (d) S30-8-15-R-VC

図-3 き裂発生位置の比較 (×は実験 ; □は解析)



(a) S30-0-15-R-VC (b) S30-2-15-R-VC (c) S30-5-15-R-VC (d) S30-8-15-R-VC

図-4 損傷度

表-2 本手法によるき裂発生評価点と実験結果との比較

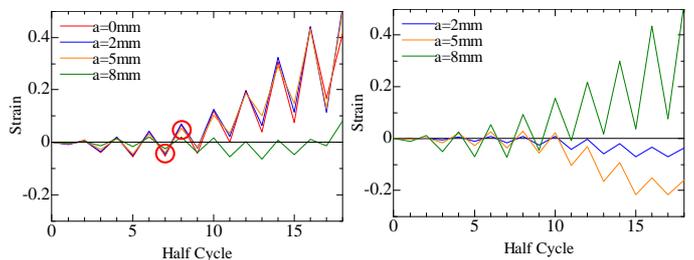
供試体名	損傷度による き裂発生点	実験による き裂発生点	差
S30-0-15-R-VC	10	12	2
S30-2-15-R-VC	11	12	1
S30-5-15-R-VC	13	14	1
S30-8-15-R-VC	9	11	2

は初載荷圧縮側で延性き裂が発生した。図-4の損傷度において全体的にき裂発生点を安全側で評価できており、未溶着幅  $a=8\text{mm}$  で初めて延性き裂が未溶着部で発生した。そして表-2にこれまでの解析による予測値と実験結果の比較を示す。き裂発生点に関して、図4および表-2を見ると全体的に1~2程度の誤差であるが概ね高い精度で予測できていることがわかる。しかし、S30-5-15-R-VC( $a=5\text{mm}$ )について着目すると、解析による予測値と実験結果は供にき裂発生が最も遅いことがわかる。この現象を説明するために同じ要素で着目した比較を図-5に示す。

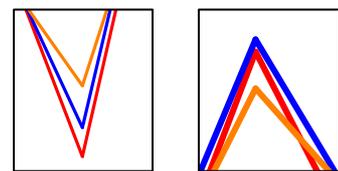
図-5を見ると、未溶着幅  $a=5\text{mm}$  について(b)の未溶着部のひずみの値が大きいことと、(c)を見て分かるように(a)の溶接上端部の  $a=5\text{mm}$  のひずみの振れ幅が他のひずみが小さく、値も小さいことが分かる。そして延性き裂は塑性ひずみが累積されて生じるので  $a=5\text{mm}$  ではき裂発生点である溶接上端部の他に未溶着部からもひずみが発生し、ひずみ集中が起こりにくく、延性き裂発生が遅れたこととなった。

6. あとがき

シェル解析に基づく損傷度評価により、延性き裂発生の推定が可能である。



(a) 溶接上端部(き裂発生箇所) (b) 未溶着部



(c) (a)赤丸枠詳細図

図-5 ひずみ履歴