

# ルートギャップが存在する鋼厚肉部材の未溶着高さおよびフィレット半径の違いによる延性き裂発生・進展への影響に関する実験的研究

名城大学 学生会員 ○羽田 新輝  
 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. まえがき

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<sup>1)</sup>。しかしながら、溶接不具合が内在する構造物が地震などの過大な外力を受けた場合にどのような破壊モードを呈するかについての研究は十分ではない。

本研究室では応力集中部における溶接部の健全性が極低サイクル疲労寿命に及ぼす影響についての研究<sup>2)</sup>を行ってきたが、溶接部に内在する可能性のあるルートギャップについては詳細に考慮されていない。そこで本研究では鋼製橋脚隅角部を模擬した供試体にルートギャップを設け、その上で溶接不具合の大きさ（未溶着高さ）およびフィレット半径の違いによる延性き裂発生・進展への影響を検討する。

## 2. 実験供試体

供試体の概要図、実測寸法を図-1、表-1にそれぞれ示す。供試体は鋼製橋脚と横梁の剛構造からなる隅角部を模擬した無補剛厚肉断面の梁-柱の接合部としている。使用した鋼種はSM490YAであり、板厚は12mmとなっている。

## 3. 载荷パターン

繰り返し载荷はアクチュエータの変位制御により、供試体の水平降伏変位 $\delta_y$ を基準とした载荷を行う。载荷パターンは本研究では1サイクル毎の漸増変位振幅载荷としている。

## 4. 実験結果

各供試体の実験でのき裂発生点、定義上でのき裂発生点およびき裂の発生高さ（梁部フランジ表面からき裂発生点までの距離）を表-2に示す。また図-3に各供試体のき裂発生までの载荷回数の比較図、図-4に各供試体において最も大きく進展したき裂の進展状況の比較図を示す。

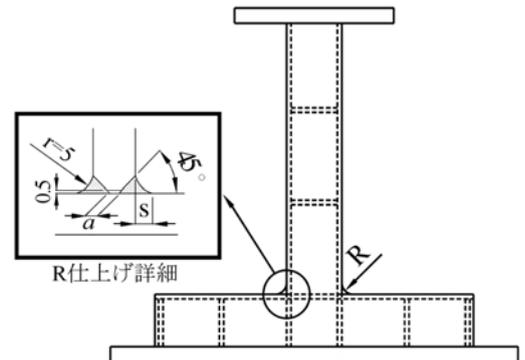


図-1 供試体概要図

表-1 供試体の実測寸法 (単位: mm)

供試体名	R	a	s
S30-5-15-R-VC-MD	18	4.4	8.9
S30-5-30-R-VC-MD	30	2.1	7.4
S30-8-15-R-VC-MD	17	6.9	6.4
S30-8-30-R-VC-MD	29	7.0	9.4

注) R=フィレット半径, a=未溶着高さ, s=溶接ビード脚長

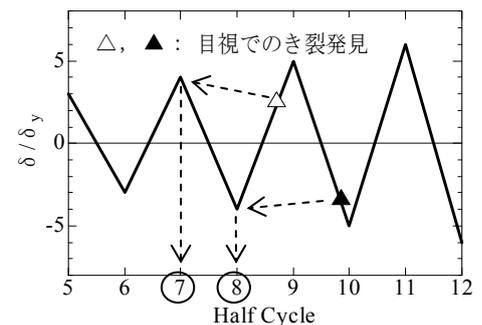


図-2 き裂発生点の定義

表-2 き裂発生点および発生高さ

供試体名	実験での延性き裂発生点	定義上での延性き裂発生点	き裂発生高さ
S30-5-15-R-VC-MD	16Half Cycle 载荷後の $-8\delta_y$	14Half Cycle 载荷後の $-7\delta_y$	4mm
S30-5-30-R-VC-MD	16Half Cycle 载荷後の $-8\delta_y$	14Half Cycle 载荷後の $-7\delta_y$	14mm
S30-8-15-R-VC-MD	3Half Cycle 载荷後の $2\delta_y$	1Half Cycle 载荷後の $1\delta_y$	2mm
S30-8-30-R-VC-MD	6Half Cycle 载荷後の $-3\delta_y$	4Half Cycle 载荷後の $-2\delta_y$	5mm

a) き裂発生時期

未溶着高さ  $a=5\text{mm}$  の供試体ではフィレット半径  $R=15, 30\text{mm}$  どちらの場合においても 16Half Cycle の時点でき裂が発生したが、未溶着高さ  $a=8\text{mm}$  の場合はフィレット半径  $R=15\text{mm}$  の供試体では 3Half Cycle, フィレット半径  $R=30\text{mm}$  の供試体では 6Half Cycle でのき裂発生となり、未溶着高さの大きいほど早い段階でき裂が発生し、未溶着高さ  $a=8\text{mm}$  の供試体ではフィレット半径の大きい供試体の方がき裂発生は遅くなった。

最も大きく進展したき裂については、未溶着高さ  $a=5\text{mm}$ ,  $8\text{mm}$  どちらの場合においても、フィレット半径の大きい供試体の方がき裂の発生が遅くなり、フィレットによるき裂発生の遅延効果が確認できる。これはフィレットにより溶接部への応力集中が緩和されたためであると考えられる。

b) き裂の進展

未溶着高さ  $a=5\text{mm}$  の供試体ではき裂が発生してから暫くの間は大きく進展せず、20Half Cycle を越えたあたりから徐々に進展していき、最後には急激に進展しているのに対し、未溶着高さ  $a=8\text{mm}$  の供試体については、き裂が発生してから早い段階で急激に進展した。

図-5 は供試体 S30-5-30-R-VC-MD において最も進展したき裂近傍部の切断写真であるが、き裂は未溶着部から発生し、供試体表面および内部の両方向に進展したことが分かる。

c) 水平荷重－水平変位関係

図-6 に各供試体の水平荷重－水平変位履歴曲線を示す。横軸は载荷中の変位を各供試体の水平降伏変位で無次元化したもの、縦軸は载荷荷重を水平降伏荷重で無次元化したものである。

き裂発生までの履歴ループは、どの供試体においてもほぼ同様であるが、 $a=8\text{mm}$  の供試体ではき裂が発生してからの荷重低下率が  $a=5\text{mm}$  の供試体に比べ大きいことが分かる。これは未溶着高さ  $a=8\text{mm}$  の供試体では  $a=5\text{mm}$  の供試体に比べ、き裂の進展が急激なものであったためと考えられる。

5. あとがき

ルートギャップが存在する場合において、未溶着高さの大きくなるとき裂の発生・進展は急激に早くなる。また、フィレット半径が大きくなると、応力集中が緩和されき裂発生の遅延効果が生じる。

参考文献

- 1) 三木千壽, 平林泰明: 施工の不具合を原因とする疲労損傷, 土木学会論文集 A, Vol.63, No.3, pp.518-532, 2007.7.
- 2) 葛漢彬, 大橋正稔, 田島僚: 鋼製厚肉断面橋脚における延性き裂の発生とその進展に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.53A, pp.493-502, 2007.3.

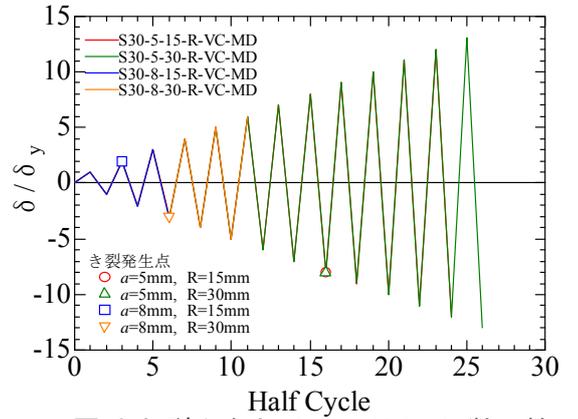


図-3 き裂発生までの Half Cycle 数比較

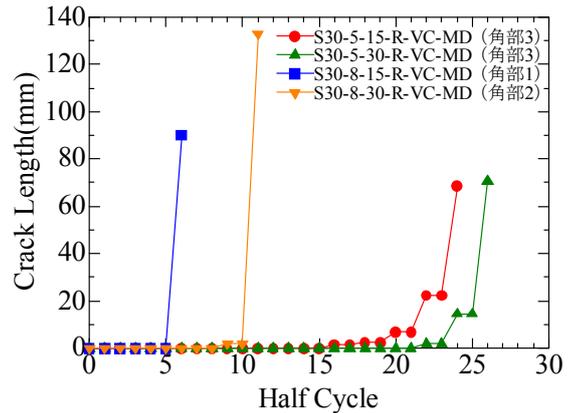


図-4 最も進展したき裂の進展状況比較

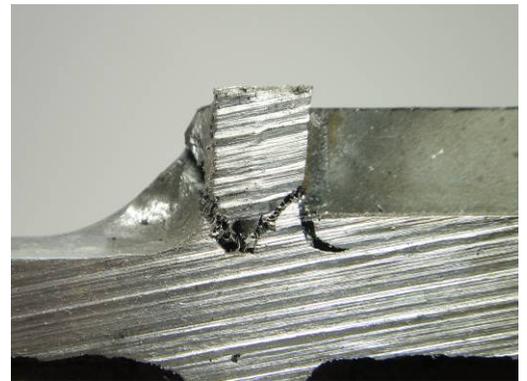


図-5 き裂進展箇所近傍の断面

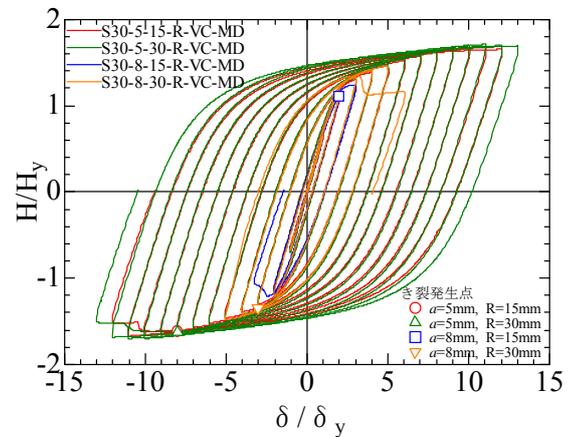


図-6 水平荷重－水平変位関係