

切り欠き位置がレ形開先溶接継手の破壊性状に及ぼす影響に関する実験および解析的研究

加藤友哉¹・康 瀾²・葛 漢彬³

¹学生会員 名城大学大学院 理工学研究建設システム工学科
(〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501) E-mail: 143437002@ccalimni.meijo-u.ac.jp

²正会員 華南理工大学副教授 土木与交通学院(元名城大学JSPS外国人特別研究員)
(〒510641 中国広州市天河区五山路381) E-mail: 20019652@qq.com

³フェロー 名城大学教授 理工学部社会基盤デザイン工学科
(〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501) E-mail: gehanbin@meijo-u.ac.jp

本研究では、鋼構造物における延性き裂の発生、脆性的な破壊に着目し、欠陥を模した切り欠きの位置が延性き裂発生から破断までの進展に及ぼす影響を実験および解析で調べようとしている。単調載荷下で切り欠きの位置が異なるレ形開先溶接試験片の実験および延性破壊モデルを用いた有限要素解析を行うことで、切り欠き位置が溶接鋼材のき裂の発生・進展・破断に及ぼす影響について検証した。

Key Words : ductile crack initiation, monotonic loading, ductile fracture model, steel welded joint

1. 序論

1995年1月に発生した兵庫県南部地震により被害を受けた神戸市港湾幹線の鋼製ラーメン橋脚の隅角部に、脆性的な破壊と思われるき裂が発生した。被害原因の調査より、過大な塑性ひずみが生じたことで延性き裂が発生し、き裂発生箇所を起点として脆性的な破壊が生じていたことが明らかとなった¹⁾。このような破壊機構はそれまで例が見られないものであったため、鋼構造物における地震時の脆性的な破壊メカニズムの解明が行われるようになった²⁾。鋼構造物の特徴の一つとして、鋼製部材は、比較的薄肉のもので、局部座屈が発生する。一方、厚肉溶接鋼部材やコンクリート充填鋼製橋脚では、局部座屈が発生する前に極度の負荷によって溶接部や母材に延性き裂が発生することがある。延性き裂の発生により引き起こされる脆性的な破壊は、極度の負荷下での溶接構造物の構造性能を評価するための鋼構造の重要な破壊現象の一つであるため、そのメカニズムの解明が急務である。

そこで、本研究では切り欠き位置の異なるレ形開先溶接鋼材の引張実験を行うことで、溶接により変化した材料特性や切り欠き位置の異なりによる挙動の違いを調べ、母材、溶接部および熱影響部の材料特性を明らかにする。また、同実験から得られた延性き裂発生時および破断時

の変位を著者らが提案している延性き裂発生基準式⁶⁾に用いることで、単調引張解析にて、き裂の発生から破断までの破壊現象をシミュレーションし、実験から得られた荷重-変位曲線や、き裂発生点などとの比較により、切り欠きを有するレ形開先突合溶接鋼部材の破壊メカニズムの解明を図る。

2. 実験概要

(1) 実験試験片

実験に用いる試験片はUノッチとVノッチの2種類の切り欠きを有する溶接鋼材と切り欠きを有しない溶接鋼材(M-S)である。実験試験片の設計図を図-1に、切り欠き部の寸法計測位置を図-2に、切り欠き部の実測寸法を表-1に示す。使用鋼材はSM490YA、板厚は12mmである。溶接試験片は二枚の板を互いに溶接接合した一枚板より製作しており、その後異なる位置にて切り欠きを設けている。切り欠き位置図を図-3に示す。切り欠きの位置については、WMは溶接部、HAZSは溶接部と熱影響部の境界、BS1は熱影響部、BS2は母材となっている。延性き裂の開始から破断までの挙動が切り欠きの位置と溶接部との関係によって影響を受けるため、試験片の表面を研磨して溶接部を確認した。

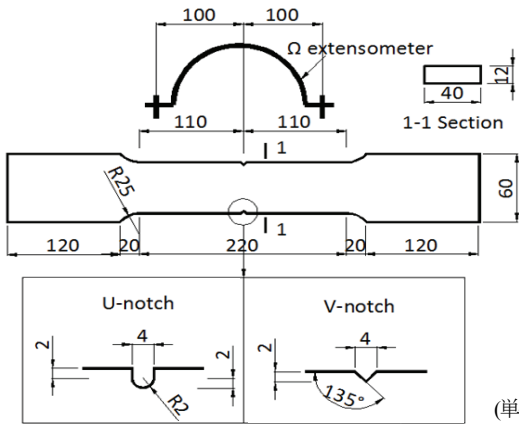


図-1 試験片設計図

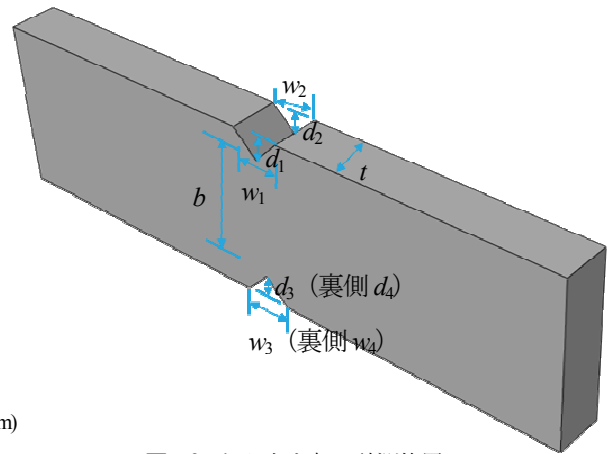


図-2 切り欠き部の計測位置

表-1 切り欠き部の実測寸法

試験片	b	t	d_1	d_2	d_3	d_4	w_1	w_2	w_3	w_4
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
M-S-1	40.2	9.9	/	/	/	/	/	/	/	/
M-S-2	40.4	10.1	/	/	/	/	/	/	/	/
WM-U1	32.0	10.2	3.9	4.2	4.1	4.4	4.0	4.0	4.0	3.8
WM-V1	35.9	10.5	2.1	2.0	2.1	2.2	4.3	4.1	4.7	4.7
HAZS-U1	32.7	10.3	2.8	2.6	4.2	3.8	4.0	3.9	4.1	3.8
HAZS-V1	36.0	9.9	2.1	2.4	2.0	2.0	5.2	4.8	4.2	4.9
BS1-U1	31.9	10.4	3.8	3.7	4.2	3.9	4.3	4.2	4.2	4.2
BS1-V1	36.0	9.7	2.0	2.0	2.0	1.9	4.0	4.5	4.2	4.0
BS2-U1	32.4	10.4	4.1	4.2	4.7	4.4	4.0	4.0	3.9	4.0
BS2-V1	35.1	9.0	2.0	2.2	2.2	2.2	4.4	4.6	5.2	5.0

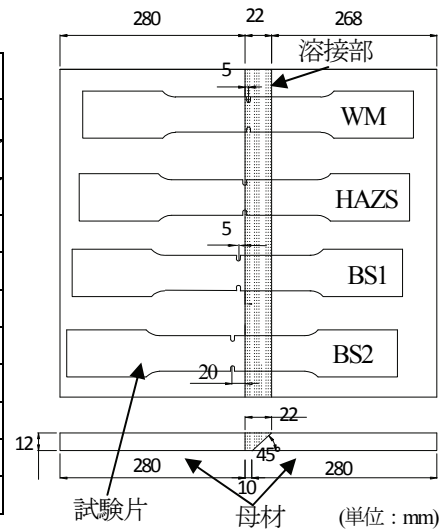


図-3 切り欠き位置図

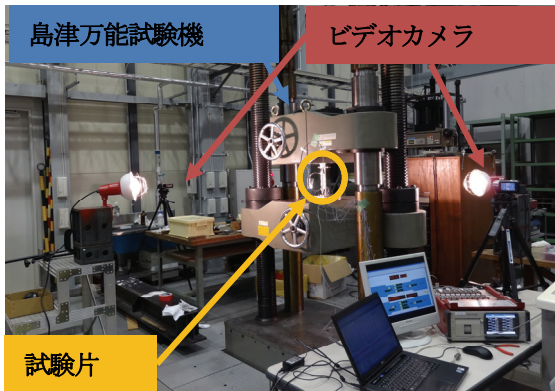


写真-1 実験全体の様子

(2) 溶接条件

溶接材料はYM-55C材である。溶接条件については、電流は30A、電圧は38Vとし、入熱量は15kJ/cmである。また、パススピードは50cm/min、総パスは3、パス中温度は350℃、シールドガスは100%のCO₂である。溶接方法には半自動溶接を用いている。

(3) 実験载荷

実験は2000kNの万能試験機を用いた。载荷パターンは単調载荷とし、载荷中の荷重および変位（変位は標点間距離200mmの伸びを特製のオーム型の変位計を用いて計測）のデータをデータロガー（TDS-530）で測定した。また、試験機の左右にビデオカメラ2台を設置して試験片の様子を記録した。実験载荷中の全体の様子を写真-1に示す。

3. 解析概要

(1) 延性破壊モデル

著者らが提案した延性破壊モデルは、弾性域、塑性域および軟化域の3つの段階からなっており、材料の塑性変形状況を表すパラメータ DI と材料の損傷状況を表すパラメータ d の2つを用いている。図-4に延性破壊モデルの概念を示す。図-4に示すA点において相当塑性ひずみは0であるため、 $DI=0$ となる。A点を過ぎると、相当塑性ひずみが増大して DI が大きくなるため、材料が塑性

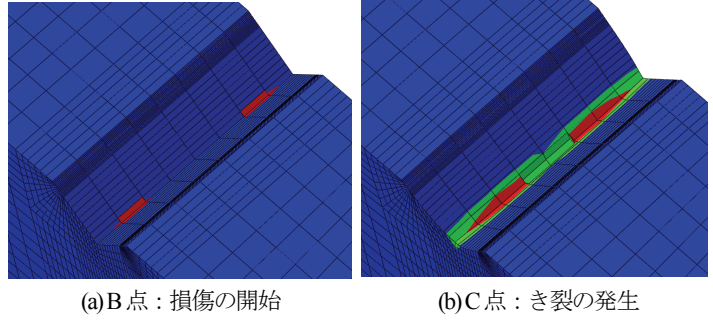
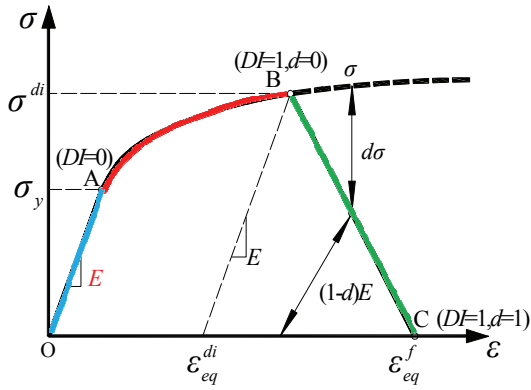


図-4 延性破壊モデルの概念図

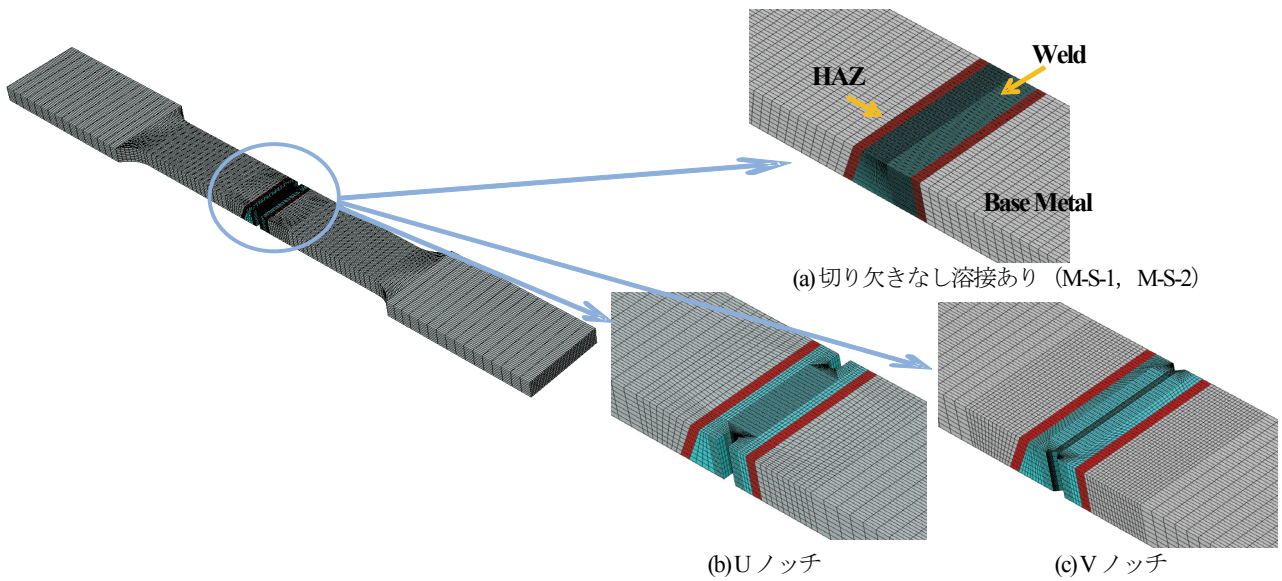


図-5 解析モデル

変形し始める。

パラメータ DI は次の式で定義される。

$$DI = \int \frac{\dot{\varepsilon}_{eq}}{F(\eta)} dt \quad (1)$$

ここで、 $\dot{\varepsilon}_{eq}$ は相当塑性ひずみ率、 $F(\eta)$ は応力3軸度 η (= σ_m/σ_{eq} , σ_m は平均応力、 σ_{eq} はMisesの相当応力) で表される応力補正係数である。本研究では、応力補正係数は次のような式を用いた。

$$F(\eta) = \alpha \exp(-1.5\eta) \quad (2)$$

ここで、 α は破壊試験より定められる靱性パラメータであり、次の式を用いた。

$$\alpha = \int_0^{\varepsilon_{eq}^{di}} \frac{d\varepsilon_{eq}}{\exp(-1.5\eta)} \quad (3)$$

ε_{eq} は相当塑性ひずみである。 ε_{eq}^{di} は $DI=1.0$ となったとき、即ち、材料が損傷し始める (B点に対応する) ときの相当塑性ひずみである。B点に達した後、次式のパラメー

タ d が導入される。

$$d = \frac{u_{eq}}{u_{eq}^f} \quad (4)$$

ここで、 u_{eq} は要素の塑性変位、 u_{eq}^f は要素が破壊したときの塑性変位である。 u_{eq} は次式で表される。

$$u_{eq} = L_e \varepsilon_{eq} \quad (5)$$

ここで、 L_e は要素の特性長さである。また、 u_{eq}^f は実験のき裂発生変位、最大荷重および破断時変位との誤差が10%以内になるように試行錯誤的に値を決定している。本研究で定められた延性破壊モデルの2つのパラメータ α と u_{eq}^f の値を表-2にまとめている。

$d=1.0$ となると、要素が取り除かれるため、き裂が生じる。この領域において、損傷した要素の応力テンソル σ と除荷剛性 E' はそれぞれ次のように計算される。

$$\sigma = (1-d)\bar{\sigma} \quad (6)$$

$$E' = (1-d)E \quad (7)$$

$\bar{\sigma}$ は有効応力テンソルである。

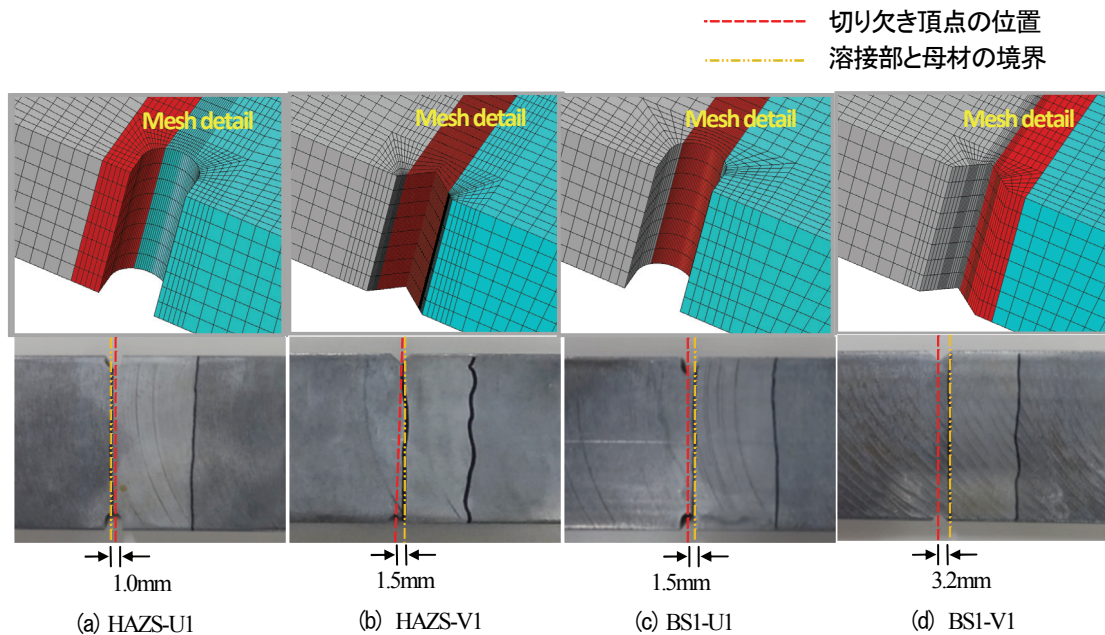


図-6 切り欠き部の材料特性領域区分と実験試験片溶接位置の比較図

(2) 解析モデル

切り欠き部の形状と寸法が延性き裂の開始、進展および破断の挙動に大きな影響を及ぼすため、解析モデルの寸法と切り欠きの位置は実測寸法に基づいてモデル化した。材料特性は母材 (Base Metal)、溶接部 (Weld)、熱影響部 (HAZ) の3つの領域とし、各領域のサイズは実験前に確認した溶接位置を基に決定している。延性き裂の発生はメッシュサイズに依存するため、延性き裂の発生位置である切り欠き部付近のメッシュはUノッチモデルでは0.1mm、Vノッチモデルでは0.2~0.3mmとした。また、切り欠きを有しないモデルについてはUノッチモデルと同様なメッシュサイズ0.1mmを用いている。解析モデルのメッシュ分割を図-5に示す。

本研究で用いている試験片は、切り欠きの位置に着目している。設計では、図-3に示すように、WM-U1とWM-V1は切り欠きの位置が溶接部と熱影響部の境界から溶接部へ5mm離れた所に、HAZS-U1とHAZS-V1は切り欠きの頂点の位置が溶接部と熱影響部の境界上に、BS-U1とBS-V1は切り欠きの位置が境界から母材側へ5mm離れた熱影響部上に、BS2-U1とBS2-V1は母材母材側へさらに離れて20mmの箇所ですぐ母材上に作成してある。溶接部と切り欠き部の頂点の位置を確認したところ、HAZS-V1とBS1-U1は切り欠き頂点の位置が熱影響部上に存在した。また、BS1-V1は熱影響部と母材の境界に、HAZS-U1は溶接部と熱影響部の境界にあった。そのため、本解析モデルの材料特性の領域区分も同様の位置としている。切り欠き部の材料特性領域区分と実験試験片との比較図を図-6に示す。赤線は切り欠きの頂点の位置、

黄線は溶接部と母材の境界を表している。

本研究では、まず損傷を考慮しない予備解析を実施し、応力3軸度と等価塑性ひずみを抽出した。ここで、抽出は切り欠きを有する試験片では、き裂の発生する切り欠き部の板厚中心より、切り欠きを有しない試験片では、試験片の長さ方向および板厚の中心である試験片内部より行っている。損傷を考慮しない予備解析を行った後に、応力3軸度と等価塑性ひずみの集中の大きい要素より抽出し、延性破壊パラメータ α を求め、延性破壊モデルの作成を行った。

4. 実験結果

(1) 材料特性

溶接のみを有する試験片M-S-1、M-S-2の引張試験より得られた母材 (Base Metal)、熱影響部 (HAZ)、溶接部 (Weld) の応力-ひずみ曲線を図-7に示す。同図より、母材、溶接部、熱影響部の順に降伏しているが、母材に比べ、溶接部と熱影響部は降伏棚がなく、早くひずみ硬化域に入っている。また、降伏後の強度を見てみると、母材のひずみ硬化開始時の $\epsilon_{ss}^{BM}=0.012$ 、応力 $\sigma_{ss}^{BM}=388\text{MPa}$ を基準とし、溶接部と熱影響部のひずみ $\epsilon_{ss}=0.012$ 時点の応力を確認すると、溶接部の応力は $\sigma_{ss}^W=438\text{MPa}$ 、熱影響部の応力 $\sigma_{ss}^{HAZ}=414\text{MPa}$ であった。この結果より、母材の降伏棚を越えれば、溶接部と熱影響部の強度は母材よりもそれぞれ1.13倍と1.07倍程度大きくなるが、約10%のひずみを超えると、また同程度になる傾向が見られた。

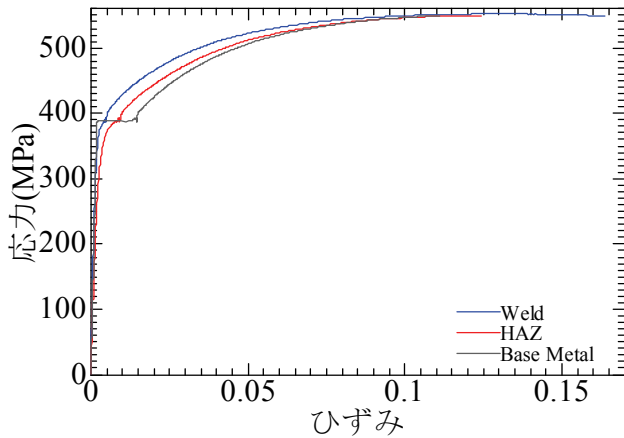
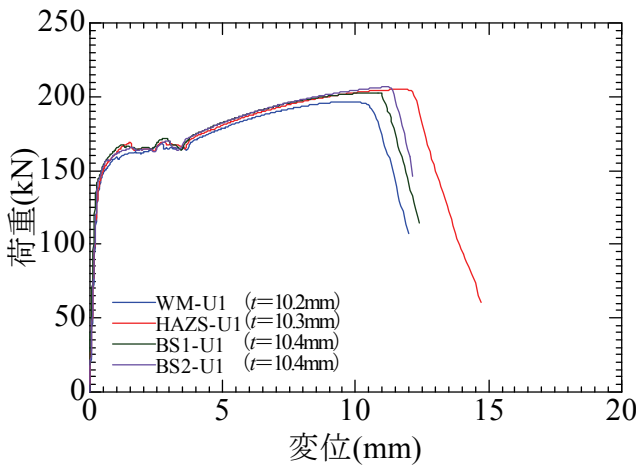


図-7 実験結果 M-S-1 の応力-ひずみ曲線

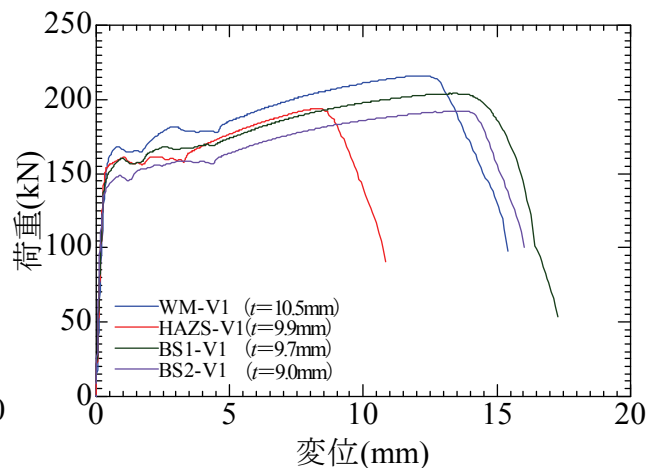
表-2 材料特性および延性破壊パラメータ

材料区分	材料特性			延性破壊パラメータ	
	E (GPa)	ν	σ_y (MPa)	α	u_{eq}^f (mm)
母材	211	0.3	385	1.965	0.02 (U-notch)
					0.05 (V-notch)
溶接部	179	0.3	369	2.178	0.05 (U-notch) 0.125 (V-notch)
熱影響部	159	0.3	347	1.641	0.078 (U and V-notch)

Note: E =ヤング率, ν =ポアソン比, σ_y =降伏応力, α =靱性パラメータ, u_{eq}^f =要素破壊時の塑性変位

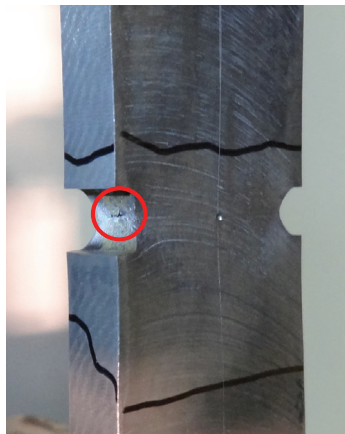


(a) Uノッチの場合

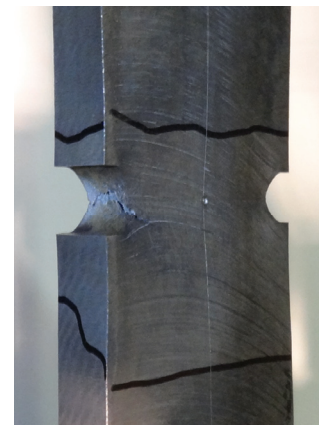


(b) Vノッチの場合

図-8 実験結果の荷重-変位曲線



(a) き裂発生



(b) き裂進展

写真-2 試験片 WM-U1 のき裂発生およびき裂の進展

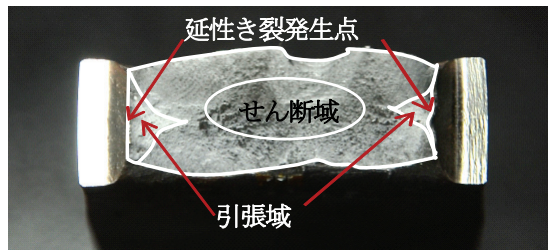
解析に用いた材料特性と延性破壊パラメータを表-2に示す. このパラメータはM-S-1, M-S-2の平均値より決定している.

(2) き裂発生・破断

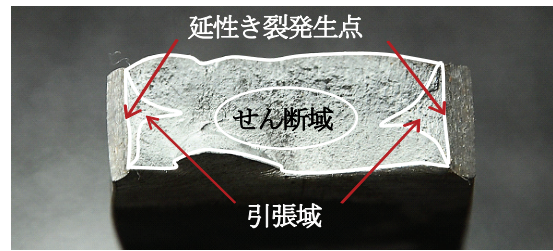
UノッチおよびVノッチを有する試験片のき裂の発生は, どちらも切り欠きの位置に関係なく, 切り欠き部

の板厚方向の中央で目視およびビデオカメラより確認した. 試験片WM-U1のき裂発生時およびき裂進展時の写真を写真-2に示す. 他の試験片のき裂の発生位置はいずれも実験試験片WM-U1と同様, 切り欠き部の板厚の中心であったが, き裂が発生した際の変位は切り欠きの位置が異なることで変化した.

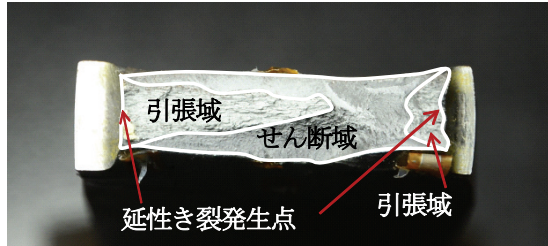
切り欠きの位置が異なる試験片の荷重-変位関係を図



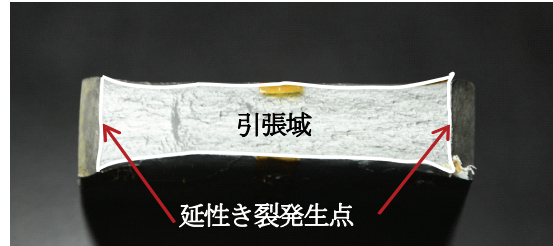
(a) WM-U1



(b) WM-V1



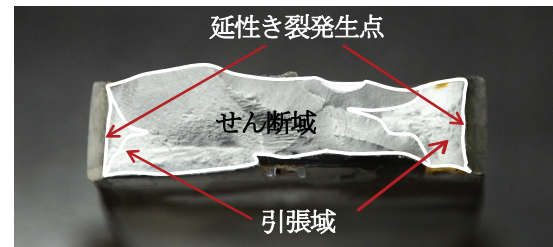
(c) HAZS-U1



(d) HAZS-V1



(e) BS1-U1



(f) BS1-V1

写真-3 実験試験片の破断面

—8に示す。Uノッチの試験片ではWS-U1が最も早く、約12mmで破断した。その後、BS1-U1、BS2-U1、HAZS-U1の順に破断変位が遅くなっており、HAZS-U1は約15mmで破断する結果となった。一方、Vノッチの試験片はHAZS-V1、WS-V1、BS2-V1、BS1-V1の順に破断変位が遅くなっていく結果となった。Vノッチは切り欠きの中心が鋭いため、応力集中が激しくなったことと、M-S-1、M-S-2の応力-ひずみ関係で示されたように降伏応力が低い熱影響部と溶接部の境界付近に切り欠きがあったため、HAZS-V1が最も早い約11mmの変位で破断したと考えられる。破断変位が最も早い試験片を見てみると、UノッチではWM-U1、VノッチではHAZS-V1となっているが、これは切り欠きの形状(表-1参照)や切り欠きの頂点の位置(図-6参照)による影響であると考えられる。

また、Uノッチの試験片において、降伏棚の荷重は概ね一致しているのに対して、Vノッチでは試験片の降伏棚の荷重にばらつきが見られた。これは板厚がWM-V1とBS2-V1の差が1.5mmあることで、影響を及ぼしていると考えられる。荷重-変位曲線を見ても、最大荷重が最

大であるのはWM-V1、最少はBS2-V1であることから、板厚による影響であることが確認できる。

(3) 破断面

破断後の各試験片の破断面の写真を写真-3に示す。破断面からも、き裂の発生が切り欠き部の中心であることが確認できる。WM-U1、WM-V1はどちらも切り欠き部中心付近は引張域であり、破断面の中心部付近も引張域となっている。溶接のみを有する試験片は、き裂が内部より発生しているのに対して、切り欠きを有する試験片は切り欠き部中心より内部へき裂が進展していくため、写真-3(a)、(b)に示すような破断面となったと考えられる。HAZS-V1(写真-3(d))およびBS1-U1(写真-3(e))についても同様に、切り欠き部の中心より内部へき裂が進展しているが、滑らかなせん断域とはならず、粗大な引張域が生じている。一方、HAZS-U1(写真-3(c))は切り欠き部中心から溶接部および熱影響部の境界付近で、き裂が進展していった。この引張域はWM-U1やWM-V1よりも大きい結果となっている。BS1-V1(写真-3(f))は母材および熱影響部の境界付近に

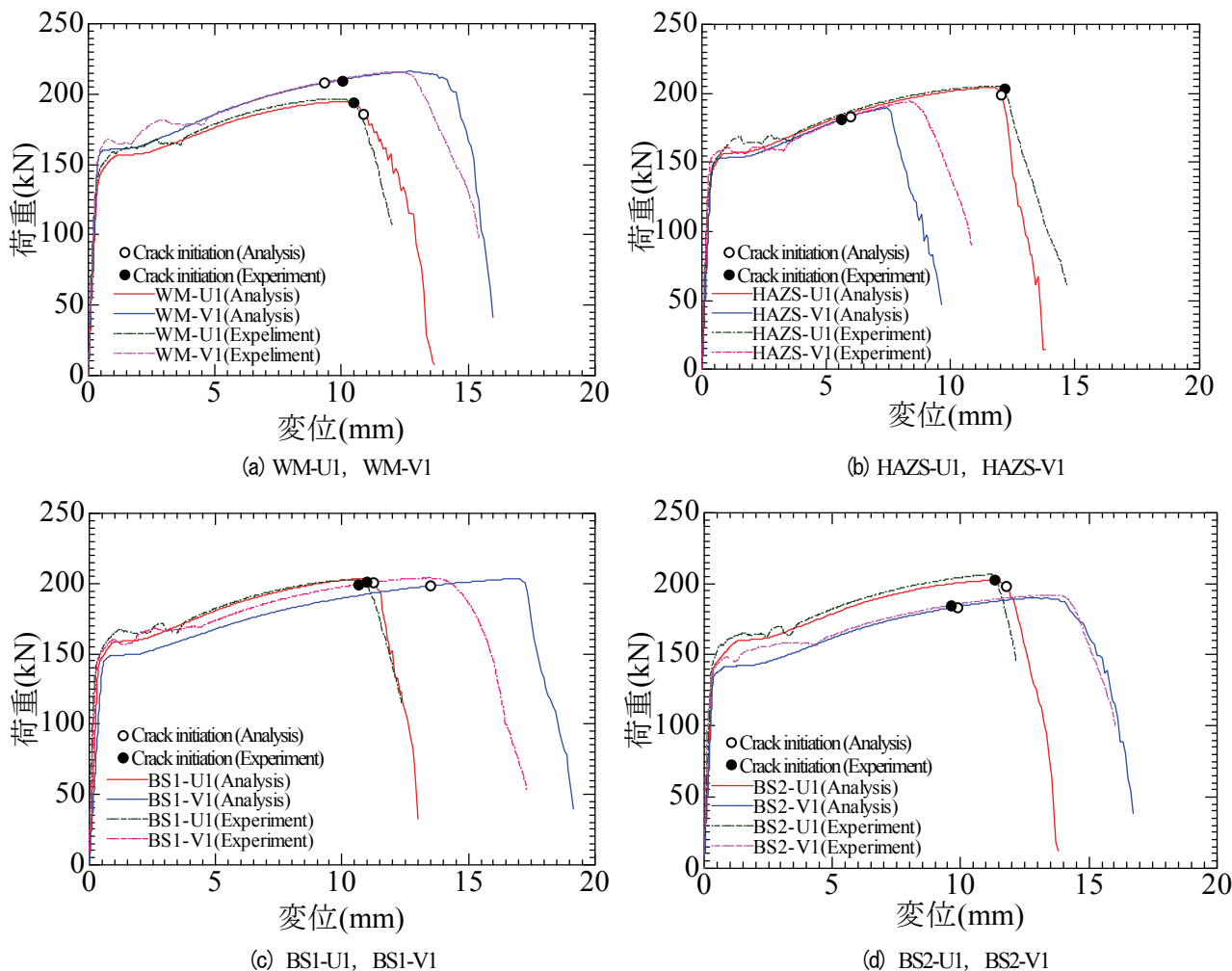


図-9 実験と解析より得られた荷重-変位曲線の比較

てき裂が進展していったが、HAZS-U1と同様の引張域となった。

Uノッチの各破断面を比較すると、溶接部に切り欠きを有するWM-U1の破断面のほとんどが、せん断域であった。また、溶接部と熱影響部の境界と考えられるHAZS-U1はせん断域と引張域が存在している。そして、熱影響部に切り欠きを有するBS1-U1はほとんどが引張域である。

Vノッチについて比較すると、溶接部に切り欠きを有するWM-V1は、WM-U1と同様にせん断域がほとんどである。HAZS-V1は熱影響部に切り欠きを有しており、BS1-U1と同様な引張域がほとんどであった。BS1-V1は熱影響部と母材の境界に切り欠きを有しており、破断面はせん断域と熱影響部が存在している。

5. 解析結果

(1) 荷重-変位曲線

解析と実験から得られた荷重-変位曲線を図-9に示

す。

まず、各試験片のき裂発生時までは、解析と実験の荷重と変位関係が概ね一致していることが確認できる。しかし、破断については、WM-U1とWM-V1 (図-9(a))、BS2-U1とBS2-V1 (図-9(d)) の場合、解析は実験を精度よく予測できているが、HAZS-U1とHAZS-V1 (図-9(b))、BS1-U1とBS1-V1 (図-9(c)) の場合、両者の破断変位に1~2mm程度の誤差が生じている。これは、実験試験片が切り欠きを溶接部および熱影響部の付近に有しているためであると考えられる。実験前に溶接部の大きさを確認して、解析モデルの材料特性の領域区分を行っている。しかし、正確な熱影響部の大きさを確認することが困難であったため、解析モデルの各試験片のサイズと材料特性が実験試験片のそれと若干異なっていることが考えられる。

また、切り欠き形状の異なりによる影響を確認したところ、WM-U1とWM-V1の場合、どの切り欠きの形状でも、解析は実験結果を概ね模擬できている。しかし、HAZS-U1とHAZS-V1の場合では、HAZS-U1は両者がほぼ一致しているものの、HAZS-V1は解析の方が荷重低下が

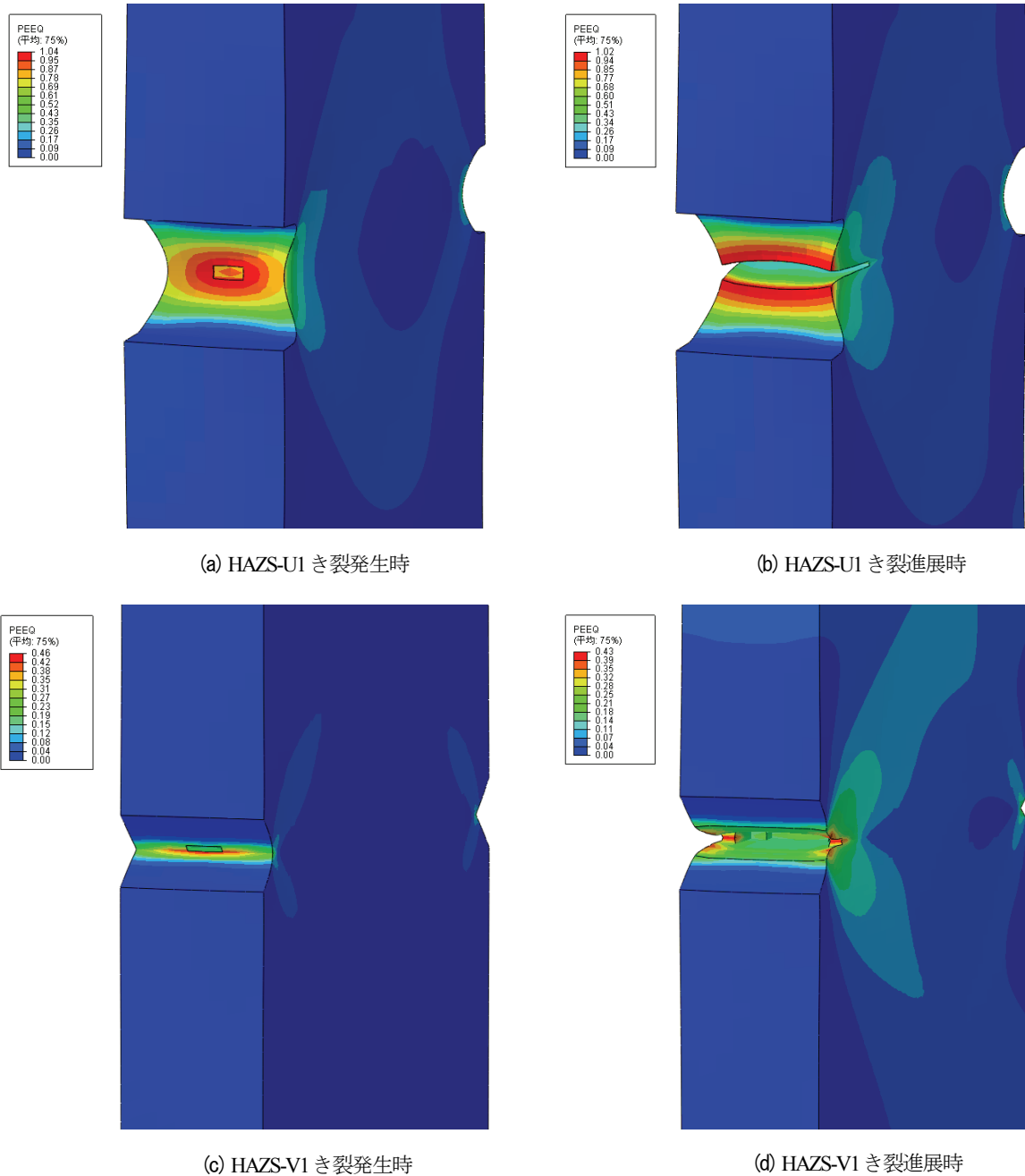


図-10 解析モデル HAZS-U1, HAZS-V1 の変形モード

かなり早いですが、き裂発生時までの解析と実験は良く合っている。この結果は、実験試験片のVノッチの両側の頂点が同一の直線上（図-6(b)）ではないため、解析結果と実験結果が異なると考えられる。これに対して、BS1-U1に比べ、BS1-V1の解析結果の破断変位が実験結果よりも大きくなる結果となった。こちらは切り欠きの頂点が熱影響部と母材の境界上であるため、先に述べた熱影響部の材料特性による影響が及ぼしていると考えられる。BS2-U1とBS2-V1については、解析結果が実験結果と概ね同様の結果となった。

一方、き裂の発生の時期については、Uノッチの場合は、いずれも最大荷重後にき裂が発生し、Vノッチの場

合は、いずれも最大荷重到達より前にき裂が発生している。このことから、切り欠きの位置が異なっても、き裂の発生はUノッチで最大荷重到達後、Vノッチで最大荷重到達前であることがわかった。

(2) 変形モード

解析結果の変形モードの一例として、図-10にHAZS-U1とHAZS-V1の結果を示す。等価塑性ひずみ（PEEQ）はき裂発生地点を中心として集中しており、Uノッチの方がVノッチよりも等価塑性ひずみの集中している値が大きいことが確認できる。また、Uノッチは切り欠き根に等価塑性ひずみが幅広く集中しているのに対して、V

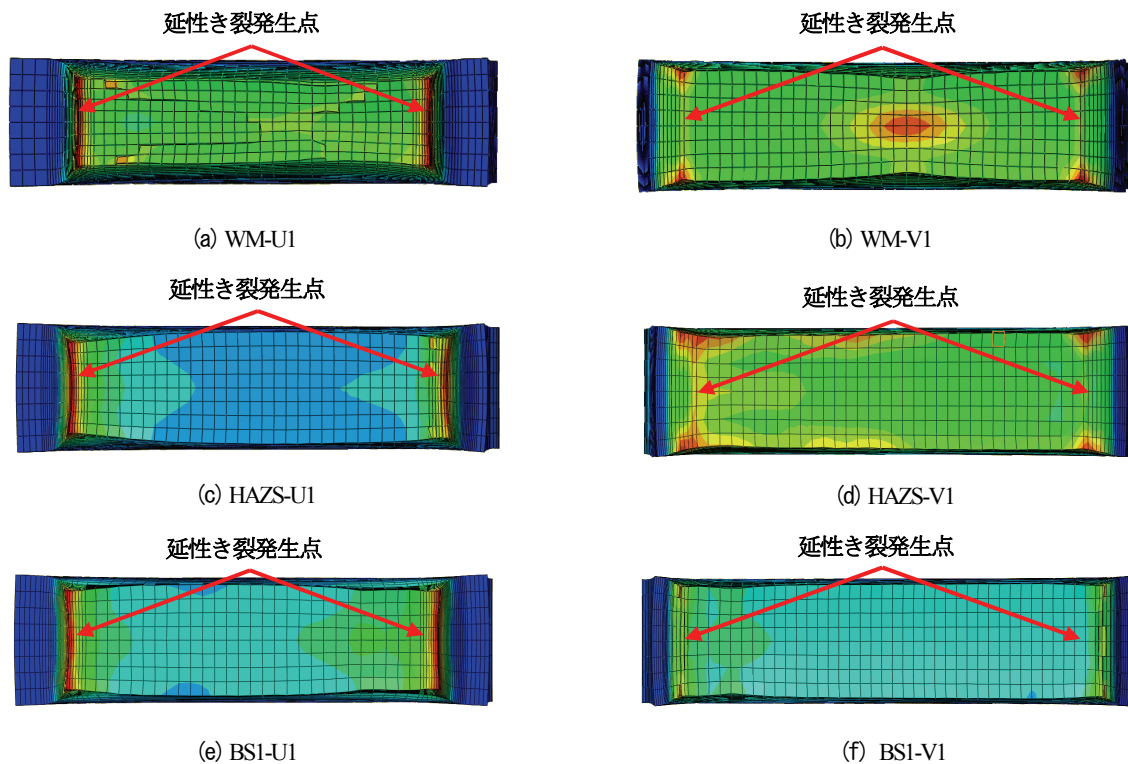


図-11 UノッチとVノッチの解析モデルの破断面

ノッチは切り欠きの中心部に等価塑性ひずみが集中している。これらより、Vノッチは切り欠き形状が鋭いので、集中している等価塑性ひずみが大きくなくても、中心部の狭い範囲に集中するので、き裂の発生が早くなる。一方、Uノッチは等価塑性ひずみの値は大きい、切り欠きがVノッチ程鋭くないため、き裂の発生に大きな等価塑性ひずみが集中する必要があることが確認できた。

(3) 破断面

解析より出力した各破断面の等価塑性ひずみの分布を図-11に示す。これらの図から、き裂の発生位置である切り欠き部の頂点の表面に等価塑性ひずみが大きく集中していることが確認できる。HAZS-UI、HAZS-VI、BSI-UIおよびBSI-VIの破断面では、き裂が内部まで進展した等価塑性ひずみの履歴も確認できる。Uノッチはき裂発生位置を中心にして切り欠き根の面一帯に等価塑性ひずみが集中している。一方、Vノッチはき裂発生位置に等価塑性ひずみが集中してから、要素が除去されているため、切り欠き頂点以外に等価塑性ひずみが集中している結果となっている。WM-VIにおいては、内部にも等価塑性ひずみが集中している。これは軸方向の引張によって板厚方向に圧縮を受けているためと考えられる。以上のように、切り欠きを有する試験片は、等価塑性ひずみが切り欠き部の頂点に集中することを解析結果の破断面より確認した。

6. 結論

本研究では、切り欠きを有するレ形開先溶接鋼材における切り欠き位置がき裂の発生・進展・破断に及ぼす影響を単調引張試験により検証した。また、解析により延性破壊モデルの妥当性を検証した。得られた主な知見を以下に示す。

- (1) 溶接のみを有する試験片の実験結果によれば、溶接が行われることで材質が変化し、材料特性が母材、溶接部および熱影響部で異なり、熱影響部の降伏点が母材よりも若干低下するが、ひずみ硬化域では大きくなる。
- (2) 切り欠きが母材、溶接部、熱影響部の異なる位置にあっても、切り欠き部の中心にてき裂が発生する。
- (3) 切り欠き部での等価塑性ひずみの集中が小さくても、Vノッチのようなひずみ集中が密になる箇所があるため、き裂の発生が起りやすくなる。
- (4) ノッチの存在する領域によって破断面は異なり、溶接部ではせん断域、熱影響部は引張域、母材はせん断域が大部分を占める。
- (5) 切り欠きの位置は母材よりも溶接部にある場合、破断が早くなる傾向が見られる。特に、溶接部と熱影響部の境界にあるとき、き裂の発生挙動は大きく変動する。

参考文献

- 1) 岡下勝彦, 大南亮一, 道場康二, 山本晃久, 富松実, 丹治康行, 三木千壽: 兵庫県南部地震による神戸港港湾幹線道路 P75 橋脚隅角部におけるき裂損傷の原因調査・検討, 土木学会論文集, No.591/I-43, pp.243-261, 1998年4月.
- 2) 平松秀基, 道場康二, 豊田政男: 応力三軸度が小さい力学状態における構造用材料の延性き裂発生特性, 日本造船学会論文集, 第192号, pp.563-571, 2002年12月.
- 3) 葛漢彬, 川人麻紀夫, 大橋正稔: 鋼材の延性き裂発生の限界ひずみに関する基礎的研究, 土木学会地震工学論文集, Vol.28, 論文番号 No.190, 2005年8月.
- 4) 小野徹郎, 佐藤篤司, 横川貴之, 相川直子: 構造用鋼材の延性き裂発生条件, 日本建築学会構造系論文集, 第565号, pp.127-134, 2003年3月.
- 5) 桑村仁, 山本恵市: 三軸応力状態における構造用鋼材の延性き裂発生条件, 日本建築学会構造系論文集, 第477号, pp.129-135, 1995年11月.
- 6) Kang, L., Ge, H.B. and Maruyama, R.: A Prediction Model for Ductile Fracture of Steel Bridge Piers, Proc. of Computational Engineering Conference, Vol.18, Paper No.F-2-4, Tokyo, Japan, 2013.6.
- 7) 加藤友哉, 東城達哉, 康瀾, 賈良玖, 葛漢彬: 切欠きを有するレ型突合溶接鋼部材の力学特性に関する研究, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, I-26, pp.51-52, 2014年3月.
- 8) 加藤友哉, 康瀾, 葛漢彬: 繰り返し引張・圧縮を受ける鋼管ブレース材の座屈とき裂の連成に関する弾塑性有限変位解析, 土木学会性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.481-488, 2014年7月.

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY ON THE EFFECT OF NOTCH LOCATION ON FRACTURE MECHANISM OF SINGLE BEVEL GROOVE WELDED STEEL JOINTS

Tomoya KATO, Lan KANG and Hanbin GE

This study focused on ductile fracture preceding occurrence of ductile fracture observed in past huge earthquakes. Both experimental and numerical studies on ductile fracture were carried out in this paper. Experiments on single-bevel groove welded joints with notches at different locations, i.e. base metal, weld zone and heat-affected zone, were conducted. By comparison of experimental and numerical results, the effect of notch locations on ductile crack initiation, propagation and final failure of welded joint under monotonic tension is investigated.