

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：37401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04699

研究課題名（和文）脆性破壊の予測手法に基づく梁端溶接部の接合部詳細の最適化 - 接合部の品質管理基準

研究課題名（英文）Optimization of connection detail of welded beam end based on the prediction approach of brittle fracture

研究代表者

東 康二 (AZUMA, Koji)

崇城大学・工学部・教授

研究者番号：80320414

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、現場溶接接合部のスカラップ底から進展した延性き裂を起点とする脆性破壊の発生を抑制する接合部詳細の最適化を図ることを目的とする。実験と有限要素解析において、改良スカラップとフィレット部を敢えて残して切削した形状（以下、フィレット残しと記載）をもつ通しダイアフラム形式の柱梁接合部をモデル化した試験体に繰返し漸増載荷を行った。延性き裂が組立H形鋼の隅肉溶接に沿って進展し、大きな塑性変形能力を発揮した。脆性破壊を予測する2つの評価手法を用いて最大曲げモーメントを予測した。接合部耐力の比較により、提案したスカラップ形状と隅肉溶接の脚長が接合部詳細の最適化に影響を及ぼすことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

兵庫県南部地震直後には、鉄骨建物の柱梁接合部におけるスカラップ底からの脆性破壊が注目され、震災後、複合円型のスカラップが推奨されたが、その後の研究により、複合円型ではスカラップ底のひずみ集中は緩和されず、脆性破壊に至る可能性が示唆されており、破壊回避策は未だに確立されていない。今後、予想される巨大地震が発生する前に、これを解決した接合部詳細を確立することは、建物の安全性を担保する上で、大きな意義がある。本研究で用いた改良スカラップとウェブの薄肉化（脚長の最小化）により、スカラップ底へのひずみ集中を回避でき、更に梁フィレット部の隅肉溶接止端に沿った延性き裂の進展によりエネルギー散逸が期待できる。

研究成果の概要（英文）：This study concerns the applicability of modified weld access holes and the partial cutting fillet welds (PCFW) procedure in assembled I-section beam. It was investigated that the suitable shape of weld access hole which could be used in the field-welded connection, using by experiment and FE analysis. The cyclic loading tests using beam-to-diaphragm joint models, which were designated to represent beam-to-column connections with through diaphragm, were conducted. The ductile cracks initiated at the toes of the submerged arc welding with experimental results showed the improved beams copes had sufficient deformation capacity. The maximum moment of the welded joint with a conventional or improved configuration was predicted using two evaluating procedures for brittle fractures. A comparison of the connection strengths demonstrated that the improvement in the shape of the weld access holes, and the leg length of welding affected the optimization of the connection details.

研究分野：建築構造・材料

キーワード：鋼構造 溶接接合部 脆性破壊 接合部詳細 スカラップ 破壊評価 塑性拘束

1. 研究開始当初の背景

我が国では、甚大な被害をもたらした兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震を含め、毎年、大規模地震が頻発している。兵庫県南部地震以外では鉄骨建物の脆性破壊という重大な被害は報告されていないが、断層に起因する直下型地震は大都市圏でも発生する可能性は高く、これまでにない被害が予想される。兵庫県南部地震以降、溶接欠陥そのものを回避するための数多くの研究が行われ、その成果は実用化されているが、全ての鉄骨構造物から溶接を排除することは非経済的であり、現実的ではない。超音波探傷検査による欠陥の許容規準は存在するが、脆性破壊の発生は欠陥寸法・部位・形状に大きく依存し、検査では許容される微小欠陥から進展した延性き裂を起点として脆性破壊が発生した事例も報告されている。耐震補強が急がれる現在、的確に破壊の発生を評価する手法により、破壊の危険性を排除することが急務である。

兵庫県南部地震以後、数多くの接合部破壊を抑制する実験研究が行われ、様々な形状の接合部詳細が提案された。工場溶接型の柱梁接合部に対しては、スカラップを有しないノンスカラップ工法が提案され、その塑性変形能力の優位性から建築工事標準仕様書(JASS6)^[1]で推奨され、全国に普及した。しかし、現場溶接接合部においては、溶接姿勢を下向きにするため内開先となり、溶接線とウェブが交差することからスカラップが必要となる。そこで、JASS6 では複合円型のスカラップ(JASS6 型と呼ぶ。後述、図 2(a)参照)が推奨された。この形状が一般化するにつれ、スカラップと開先を同時に切削する開先カッターが各鉄骨製作会社に導入された。製作会社としては、導入した機械の稼働率が高いほどコストの削減となるため、特に設計者から接合部詳細の指示がない場合は、JASS6 型の詳細として溶接接合することになった。JASS6 型とはスカラップ底に半径 10mm の円弧を設けることでひずみ集中の緩和を図ったものであるが、有限要素解析によって、この形状ではスカラップ底のひずみ集中は緩和されず、更にその部分は圧延 H 形鋼のフィレット部の K ゾーンと呼ばれる靱性の低い箇所に重なるため、早期破壊の引き金になりかねないことが明らかとなっている^[2]。そこで、一部では梁フランジの断面積を物理的に増やし接合部の応力を下げる水平ハンチ工法が採用されてきた。しかし、この工法では羽子板状の鋼板を梁フランジ両側に取り付ける事になり、鉄骨製作会社の接合部製作の工程を増大させ、生産効率を著しく下げることとなった。それだけでなく、水平ハンチの溶接部には新たな欠陥を生む可能性もある。しかし、梁フランジ側の水平ハンチ開始点からの破壊については、梁端溶接始末端部からの破壊同様、未だ解明されていない。水平ハンチなしに破壊が抑制できれば、上記の問題は排除できる。造船や溶接の分野では古くから脆性破壊に関する研究が行われており、材料強度学として一つの体系をなしている。塑性変形能力に期待する建築耐震設計において、脆性破壊は最も避けたい破壊形式であるが、近年、建築分野ではこの種の研究が減少している。兵庫県南部地震直後には、鋼構造建物の柱梁接合部における脆性破壊が注目され、数多くの防止策の検討がなされ、破壊評価手法が策定されたが、上記のとおり、スカラップ底が危険点となることが周知の事実となりながら、破壊回避策は未だに確立されていない。今後、予想される巨大地震が発生する前に、これを解決した接合部詳細を確立することは、建物の安全性を担保する上で、大きな意義がある。本研究課題の核心をなす学術的「問い」とは、建物に致命的となる接合部破壊を回避するために、既知の危険点からの破壊を合理的に排除する方法を策定することである。

2. 研究の目的

本研究は、接合部詳細の中でひずみ集中点となるスカラップ底から進展した延性き裂を起点とする脆性破壊を的確に予測し、より正確に接合部の終局耐力を求めると共に、脆性破壊の発生を抑制する接合部の詳細形状の最適化を図ることを目的とする。接合部詳細に係る研究は、その殆どが変形性能を把握する実大実験の結果に基づく提案と解析的な検証によるものであり、様々な形状について破壊力学的手法を用いて発生を予測し、その中で最適化を図る研究はなされていない。その点が本研究の独自性と言える。脆性破壊の予測に関するこれまでの研究において、3 点曲げ試験に基づく検討によると、Weibull 応力を用いて塑性拘束を考慮すれば、欠陥先端の形状によらず高い精度をもって破壊を評価できることが示されている^[3]。これを踏まえ、1)破壊靱性試験と FE 解析によって、破壊駆動力とき裂進展量の関係を明確にする。更に、2)スカラップ内部の様々な位置に様々な深さの予き裂を挿入して解析を進め、延性き裂進展方向と脆性破壊発生との相関を明確にする。延性き裂進展後の脆性破壊の発生を予測すると共に接合部の終局耐力を推定すれば、最適な接合部詳細の改良条件を見出せると考える。

3. 研究の方法

3.1 実験的研究

スカラップ底から進展した延性き裂を起因とする脆性破壊について、スカラップの形状・寸法と延性き裂進展量の関係を調べるために、図 1 に示す鋼構造柱梁接合部をモデル化した試験体を用いて、図 2 に示す装置により正負交番繰返し载荷を行い、延性き裂の発生・進展と脆性破壊への転化を再現することで、それぞれの塑性変形性能を検証した。試験体のパラメータは、スカラップ形状、フィレット残し^[4]の有無、ウェブ厚、フランジととし、図 3(a)~(f)に示す形状を持つ試験体を製作した。(a)は従来型(JASS6)スカラップ形状、(b)は反転型スカラップ形状、(c)は(b)形状にフィレット残しを設けた形状、(d)は(c)形状の上部半径を小さくし断面欠損を小さくした形状、(e)は米国鋼構造協会(AISC)で規定されている形状^[5]、(f)は(e)形状にフィレット残しを設けた形状である。また、終局耐力の予測値の検証に必要な破壊駆動力と延性き裂進展量

の関係を求めるために、様々な切欠き深さについて破壊靱性試験を行い、材料定数を確定した。

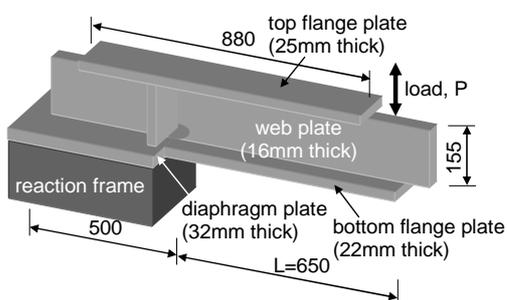


図1 組立 H 形試験体

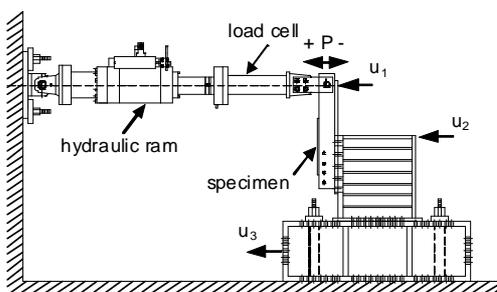


図2 载荷装置

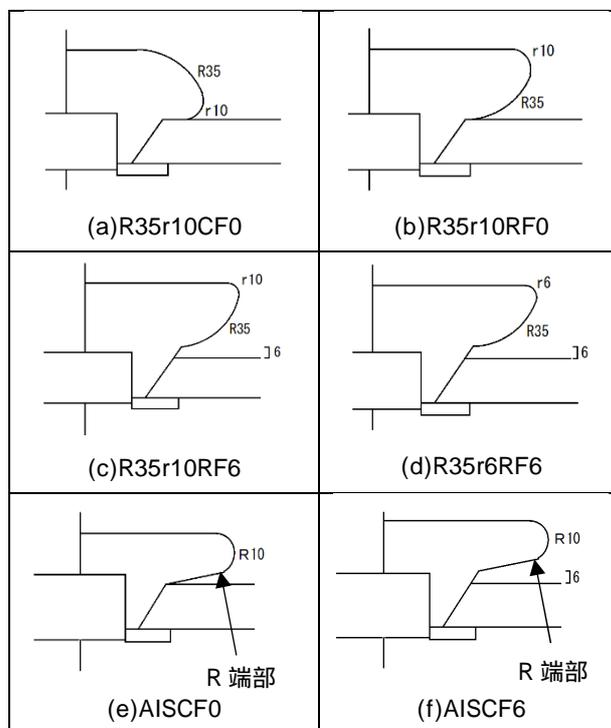


図3 スカラップ形状

3.2 解析的研究

汎用有限要素解析プログラム ABAQUS を用いて、本試験体及び SENB 試験片の非線形 3 次元有限要素解析を行い、破壊駆動力と延性き裂量との関係を再現し、脆性破壊発生の予測を行った。要素には von Mises の降伏条件に従う 8 節点低減積分立体要素を用い、ポアソン比は 0.3、硬化則は等方硬化則とした。予めスカラップ内のひずみ集中点および塑性流れを解析により確認し、延性き裂を模した予き裂を解析モデルに挿入した。き裂先端周囲の要素を円環状に配置し、最小要素寸法を 0.05mm とした。材料定義は引張試験結果を真応力-対数ひずみに置き換え、多直線近似して用いた。このモデルを用いて、き裂先端における破壊駆動力のパラメータ J 積分と塑性拘束の度合いを表す応力三軸度を求め、これまでの研究において提案した、塑性拘束を考慮する手法 (Toughness Scaling Model 及び Weibull 応力) を用いてき裂先端の破壊靱性を算出し、それらを元に終局耐力の予測を行った。

4. 研究成果

4.1 実験的研究

2019 年度は、前年度の実験結果 (web 厚 16mm) を踏まえ、web 厚を 9mm とし (a)~(f) の 6 体の試験体で実験を行った。その結果、反転型スカラップ (以降、A 形状と記す)、若しくは、AISC で提案されるスカラップ (以降、B 形状と記す) であれば、終局モーメントの予測値は最も高い値を示し、形状として望ましいことが分かった。

2020 年度および 21 年度は、前年度の成果から web 厚を薄くするほどスカラップ底からの応力集中を緩和させることが分かったため、スカラップ底への応力集中を抑制し web 側に応力集中を促す web 厚の転換点を探るために web 厚を 12mm に設定し (a)~(f) の 6 体の試験体で実験を行った。その結果、複合円型スカラップにフィレット残しを設けたスカラップ形状、または複合円型スカラップ形状を反転させ上部半径 r を縮小させたミニスカラップ形状が大きな塑性変形能力を示すことが分かった。但し、SAW が低靱性であり、SAW に進展した延性き裂を起点として脆性破断に到ったため、材料靱性が大きく影響を及ぼしている可能性が示唆された。

2022 年度は、A 形状 (反転ミニスカラップ) と形状の特異点 (R 端部) が顕著に表れる B 形状 (AISC F0 と AISC F6) を web 厚 9mm, 12mm で最適形状について検討を行った。なお、変形性能に及ぼす SAW 靱性の影響を排除するために、母材を TMC 材とし溶金も靱性の高いものに変更した。その結果、AISC F6 がウェブ厚によらない最適形状であることが分かった。以上から、web 厚によらない形状として望ましいものとして、R35r6RF6 と AISC F6 の 2 体に絞った。

これまでウェブ厚の違いによるスカラップ形状の最適化を検討した際、実設計でも SAW 脚長が所定の寸法と誤差があることが新たな課題となると考えられた。そこで上記 R35r6RF6 と AISC F6 の 2 体のスカラップ形状においてウェブ厚に対し SAW 脚長が縮小、拡大した際に亀裂進展方向の転換点を求め、安全側設計を目指すこととした。

図4に破断状況写真を示す。2020年度は脆性破壊、2022年度は延性破壊により破断に到った。2020年度試験体 A-12-12 は $5\delta_p$ 載荷途中に裏当て金側の溶着金属からスカラップ底に向かって脆性破壊が生じた。2020年度試験体 B-12-12 は $8\delta_p$ 載荷途中に R 端部からせん断亀裂が走った後、靱性の低い SAW から下フランジ方向に破断した。2022年度試験体 A-12-12 は $7\delta_p$ 終了時にヘアークラックがウェブの板厚方向に確認され、 $8\delta_p$ 時に亀裂がウェブの板厚分貫通し、その後裏当て金からスカラップ底方向に脆性破壊を起こした時点で実験を終了した。2022年度試験体 A-12-16 は $6\delta_p$ 終了時に SAW 止端部から載荷点方向に延性亀裂が観測され、 $8\delta_p$ 終了時に SAW 止端部から SAW を縦断する方向に延性破壊が生じた。2022年度試験体 B-12-12 は $7\delta_p$ 終了時には延性亀裂長さが 18mm まで伸びた。 $8\delta_p$ 時に最大荷重から荷重が減少していき、 $8\delta_p$ まで載荷を行ったので実験を終了した。2022年度試験体 B-12-16 は $6\delta_p$ 終了時に SAW 止端部から載荷点方向に延性亀裂、スカラップ円



図4 破断状況写真

弧端部から下フランジ方向へ延性亀裂よりヘアークラックが確認され、 $8\delta_p$ 載荷途中に裏当て金から伸びた延性亀裂がスカラップ底へ脆性破壊が生じた時点で実験を終了した。

以上のとおり、低靱性と高靱性の試験体を比較することで高靱性はスカラップ底から下フランジ方向への破壊を緩和でき、靱性の高さはスカラップ底から下フランジ方向への脆性破壊を緩和させる十分条件となることが分かった。また、A 形状 (R35r6RF6) は SAW 止端部から載荷点方向のみの亀裂が観測され、B 形状 (AISC F6) は SAW 止端部又は R 端部から載荷点方向への主亀裂と R 端部もしくはスカラップ円弧端部から下フランジ方向へのヘアークラックの 2 方向の亀裂が観測された。

4.2 解析的研究

4.2.1 亀裂起点と進展方向の設定

亀裂発生点を仮定したモデルには亀裂が発生した際の亀裂先端周囲の応力、ひずみの集中度合いを調べるためウェブ貫通型の切欠きを設けた。性能評価を行う場合には切欠き深さを 3mm とした。実験を行ったものについては切欠き 3mm に加え、実験で生じた延性亀裂の長さの切欠きモデルを作製し実験結果と整合性を確認した。解析モデル一覧を表 1 に示し、A-9-12 試験体を例として、塑性ひずみ分布および Mises の相当応力分布を図 5 に示す。なお、本研究では、相当塑性ひずみが一様伸びを最初に超える点を延性き裂発生点、分布図において塑性流れの生じる方向を延性き裂の進展方向と仮定し切欠きを挿入した。

表 1 解析モデル一覧

形状タイプ A		SAW 脚長		
		9	12	16
web 厚	9	A-9-9	A-12-9	A-16-9
	12	A-9-12	A-12-12	A-16-12
	16	A-9-16	A-12-16	A-16-16
形状タイプ B		SAW 脚長		
		9	12	16
web 厚	9	B-9-9	B-12-9	B-16-9
	12	B-9-12	B-12-12	B-16-12
	16	B-9-16	B-12-16	B-16-16

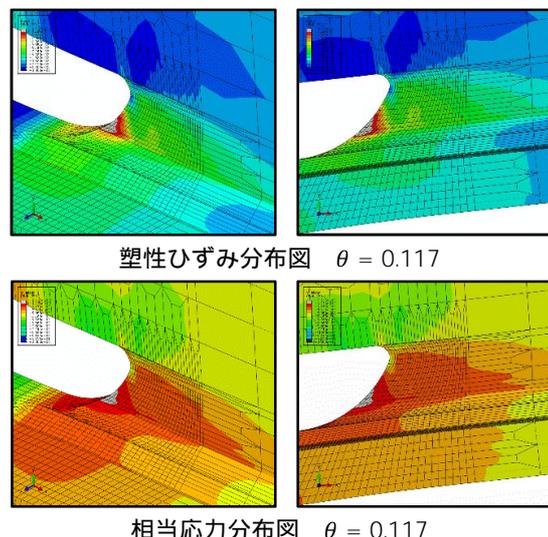


図5 相当塑性ひずみ分布図と相当応力分布図

4.3 脆性破壊の予測

4.3.1 Toughness Scaling Model 手法による破断予測

Toughness Scaling Model 手法は、破壊靱性値を割増しすることにより塑性拘束の影響を考慮し破壊評価を行う手法^[6]であり、これを応用して予測破壊曲げモーメント TSM_{pre} を求めた。なお、同様の考え方にワイブル応力があるが TSM の手法はワイブル応力を用いた手法とほぼ同等に破壊評価を行うことができること、破壊のプロセスゾーンを限定することでより高い精度を得ることが同文献に示されていることから、本研究では TSM による手法を採用した。

4.3.2 モーメント上昇率による比較

TSM による破断予測結果では、2022 年度に実施した試験体については全て安全側の評価となった。そこで切欠きを 3mm、 $J_c=100(N/mm)$ と仮定して算出した TSM_{pre} を M_p で除して無次元化し、SAW の脚長差による試験体のモーメント上昇率を比較した。図 6 は SAW 脚長毎のモーメント上昇率を比較したものである。ウェブ厚が 9mm の場合のように、ウェブ厚が薄ければモーメント上昇率は高くなる。また、ウェブ厚が 16mm のように厚ければ下フランジ方向の危険な破壊を起こすと考えられるものが多くなりモーメント上昇率も接合部係数の下限値を下回る傾向がみられる。ウェブ厚 12mm では A, B いずれの形状でも、SAW 止端部に沿った方向に亀裂進展した場合、モーメント上昇率は大差ないが、下フランジ方向に亀裂進展した場合、モーメント上昇率は A 形状の方が高い。またウェブ厚 12mm の B 形状(B-12-12)では応力集中箇所となりやすい R 端部が存在すること、かつ直線的に立ち上がる B 形状(B-12-12, B-12-16 双方)は円弧で滑らかに上がる A 形状より R 端部もしくはスカラップ円弧端部から下フランジ方向に亀裂進展する可能性が高い。

4.4 まとめ

モーメント上昇率はウェブ厚および SAW 脚長と明確な相関がみられた。特にウェブ厚を薄くすればモーメント上昇率は高くなり、大きな塑性変形能力が期待できる。また、ウェブ厚が厚くなると延性き裂が下フランジ

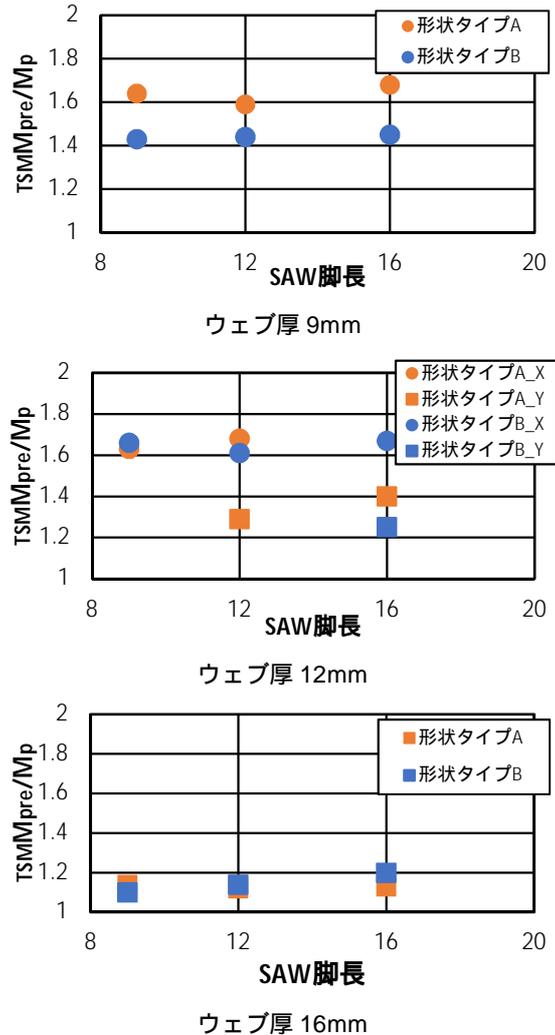


図 6 ウェブ厚ごとモーメント上昇率分布図

方向へ進展する傾向となり、モーメント上昇率は著しく低下した。ウェブ厚 12mm の場合、いずれの形状でも SAW 止端部に沿った方向に亀裂進展した場合はモーメント上昇率に大差ないが、下フランジ方向に亀裂進展した場合、モーメント上昇率は A 形状の方が高い。またウェブ厚 12mm とした場合、B 形状(B-12-12)では R 端部がスカラップ底に存在することとなり、かつ R 端部もしくはスカラップ円弧端部から下フランジ方向に亀裂進展する可能性が高いことから、円弧状に連続性を持つ A 形状に優位性があると言える。

参考文献

- [1] 日本建築学会，建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事，2018
- [2] Azuma, K. et al., Prediction of Brittle Fracture from Notches at the Toes of Butt Weld and Weld Access Hole of the Beam End, IIW Doc. XV-1571-18, pp.1-14, 2018
- [3] Iwashita, T., et al., Assessment of Brittle Fracture for Single Edge Notched Bend Specimens with Different Machined-Notch Depth, 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE-11144, 2013
- [4] 中込ら，現場溶接型柱梁溶接接合部における梁端仕口ディテールに関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），pp.1215-1220, 2016
- [5] AISC：Specification for Structural Steel Buildings (ANSI/AISC 360-16), 2016
- [6] 岩下勉，東康二：脆性破壊に及ぼす塑性拘束の影響の定量的評価，日本建築学会構造系論文集，Vol. 74, No. 637, pp. 575-582

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Akahoshi Takuya, Azuma Koji, Iwashita Tsutomu, Itatani Toshiomi	4. 巻 2
2. 論文標題 Study on Establish a Brittle Fracture Prediction Considering Different Crack Opening Modes Using Mixed-Mode Ratio	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Mechanics	6. 最初と最後の頁 849-862
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/applmech2040049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Iwashita Tsutomu, Hamasaki Mizuki, Akahoshi Takuya, Azuma Koji	4. 巻 189
2. 論文標題 Brittle fracture estimation at ends of groove welded joints under cyclic loading	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Constructional Steel Research	6. 最初と最後の頁 107055-107055
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jcsr.2021.107055	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 田島やよい, 岩下 勉, 江島 尚, 東 康二	4. 巻 29
2. 論文標題 破壊靱性が異なる鋼試験片の脆性破壊発生時の累積塑性変形推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 240-247
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 濱崎瑞生, 岩下 勉, 東 康二	4. 巻 29
2. 論文標題 梁フランジ溶接止端における脆性破壊発生時の累積塑性変形推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 638-645
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 赤星拓哉, 東 康二, 岩下 勉	4. 巻 29
2. 論文標題 溶接始末端部のき裂開口モードの違いが脆性破壊発生に及ぼす影響を捉えるための基礎的研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 682-688
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 濱崎 瑞生, 岩下 勉, 東 康二	4. 巻 28
2. 論文標題 溶接欠陥から発生する脆性破壊のワイブル応力による予測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 460-468
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩下 勉, 東 康二	4. 巻 28
2. 論文標題 破壊靱性の異なる鋼試験片の切欠きから発生する脆性破壊予測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 974-981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iwashita, T., Azuma, K.	4. 巻 162
2. 論文標題 Prediction of brittle fracture in notched specimens under cyclic loading	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Constructional Steel Research	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcsr.2019.105721	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Akahoshi, T., Azuma, K., Iwashita, T., Ibe, Y.
2. 発表標題 Weibull stress approach considering a mixed-mode problem for prediction of brittle fracture from notches at the butt weld of the beam end
3. 学会等名 31st International Ocean and Polar Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Azuma, K., Iwashita, T., Itatani, T.
2. 発表標題 Improvement of weld details to avoid brittle fracture initiating at the toes of weld access hole of the beam end
3. 学会等名 IIW Annual Assembly (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤星拓哉, 東康二, 岩下勉, 板谷俊臣
2. 発表標題 溶接始末端部のき裂開口モードの違いが脆性破壊発生に及ぼす影響を捉えるための基礎的研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩下勉, 濱崎瑞生, 赤星拓哉, 東康二
2. 発表標題 溶接継手梁フランジ開先面の融合不良から発生する脆性破壊の予測に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江島尚, 岩下勉, 東康二, 赤星拓哉
2. 発表標題 シャルピー吸収エネルギーと3点曲げ試験における破壊靱性Jcの関係およびワイブル応力に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会九州支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 志水昌樹, 赤星拓哉, 東 康二
2. 発表標題 曲げとせん断を同時に受けるき裂材のモード混合率に関する解析的検討
3. 学会等名 日本建築学会九州支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田島やよい, 岩下勉, 東康二
2. 発表標題 繰返し負荷を受ける切欠きを有する鋼試験片のJ積分値を用いた脆性破壊予測手法に関する検討
3. 学会等名 日本建築学会九州支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩下 勉, 東 康二
2. 発表標題 繰返し載荷を受ける切欠きを有する鋼試験片の塑性変形能力に関する研究 その6 破壊靱性および試験温度の違いによる検討
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀨崎 瑞生, 岩下 勉, 東 康二
2. 発表標題 溶接始末端部の欠陥から発生する脆性破壊の予測に関する研究 繰返し荷重を受ける試験体の塑性変形能力推定
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田島 やよい, 岩下 勉, 東 康二
2. 発表標題 繰返し荷重を受ける切欠きを有する鋼試験片の脆性破壊に関する研究 温度変化による破壊靱性の違いが脆性破壊に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wang, J., Azuma, K., Iwashita, T., Itatani, T.
2. 発表標題 Prediction of brittle fracture of at the Toes of Weld Access Hole of the welded I-section Beam End
3. 学会等名 International Offshore and Polar Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jimbo, S., Azuma, K., Itatani, T., Nikaido, M.
2. 発表標題 Prediction of Brittle Fracture at the Crack tips of Improved Weld Access Hole of Full-scale Beam-to-Column Assembly
3. 学会等名 International Offshore and Polar Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Azuma, K., Yasuda, S., Itatani, T., Nakamura, Y., Murayama, M.
2. 発表標題 Improvement of the Work Efficiency and Optimization of the Material Properties in Heating Correction Processes of Welded I-section Steels
3. 学会等名 International Institute of Welding
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuda, F., Iwashita, T., Azuma, K.
2. 発表標題 A Study on Occurrence of Brittle Fracture of Steel Notched Specimens under Cyclic Loading with Different Fracture Toughness
3. 学会等名 International Symposium on Plasticity and Impact Mechanics
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Iwashita, T., Azuma, K.
2. 発表標題 Effects of Cyclic Loading on Plastic Deformation Capacity for Notched Specimens with Brittle Fracture
3. 学会等名 The Pacific Structural Steel Conference
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	岩下 勉 (IWASHITA Tsutomu) (10332090)	有明工業高等専門学校・創造工学科・教授 (57102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------