

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560588

研究課題名(和文) 溶接未溶着を有する鋼構造物の延性き裂の発生に対する評価手法の開発に関する研究

研究課題名(英文) Developing An Evaluation Method for Ductile Crack Initiation in Steel Structures with Welding Defects

研究代表者

葛 漢彬 (Ge, Hanbin)

名城大学・理工学部・教授

研究者番号：90262873

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、実際に溶接未溶着が問題となった鋼製橋脚の隅角部を想定し、完全溶け込み溶接が要求される高い応力レベルが発生する溶接継手において、溶接未溶着が存在する場合における地震時極低サイクル疲労下における破壊挙動の解明を実験および解析の両面から試み、破壊挙動に対する基礎データを提供すると共に、極低サイクル疲労発生初期段階における延性き裂発生照査法を提案、検証を行った。また、実構造物における溶接仕上げ等に対する考察を行うと共に、実設計における照査法の検討を行った。

研究成果の概要(英文)：In this study, cyclic loading tests and FEM analyses were conducted to investigate the ductile crack initiation and final failure mode in thick-walled steel structures with welding defect. To clarify the fracture mechanism of beam-column connections and investigate progress of ductile crack which will result in brittle fracture due to the huge earthquake, cyclic loading tests were conducted by using beam-column connection specimens which have welding defects in the butt flange joint at which full penetration welding should be done. Furthermore, to evaluate the ductile crack initiation, FEM analysis using shell and solid elements were conducted. Based on the plastic strain range which was obtained from the FEM analysis, investigation of the ductile crack initiation was conducted. As a result of series of experiments and analyses, fracture mechanism of the beam-column connection with welding defects and applicability of the ductile crack initiation evaluation were clarified.

研究分野：構造工学・耐震工学

キーワード：鋼構造 鋼製橋脚 溶接欠陥 延性き裂 脆性破壊 耐震性能 繰り返し载荷実験 弾塑性解析

1. 研究開始当初の背景
 - (1) 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おり、鋼製橋脚隅角部の施工の不具合に関する報告がなされている。しかしながら、これらの構造物は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のかについては、土木鋼構造物を対象とした研究は今までにほとんど行われていない。
 - (2) 研究代表者がこれまでに単柱鋼製橋脚の脆性破壊を防止する観点より延性き裂発生に着目し、実験的および解析的検討を数多く行ってきた。これらの実験結果を元にシェル要素を用いた有限要素解析を行い、Miner 則および Manson-Coffin 則に基づく損傷度により延性き裂発生を精度よく評価できることを示した。
 - (3) 既往の研究においては鋼製橋脚基部、隅角部を対象とした極低サイクル疲労試験および鋼製橋脚の脆性破壊に関する研究が行われてきたが、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は検討されていない。
 - (4) 以上のように、溶接欠陥を有する溶接構造物の疲労特性については検討がなされているが、実構造物を模擬したディテールにおけるき裂発生・進展やその評価方法、載荷履歴の影響などについての検討やデータの蓄積はまだ十分とは言えない。
2. 研究の目的
 - (1) 鋼製橋脚隅角部を想定し、梁・柱交差部の十字溶接継手に未溶着を導入した供試体により繰り返し載荷実験を行うことにより、未溶着のある鋼構造物の耐震性能(き裂の発生・進展状況、強度と変形性能、ひずみ集中特性など)を明らかにする。特に、以下の諸パラメータの違いによる挙動を重点的に調べる。
 - 1) 未溶着高さの違い
 - 2) 三線交差部の溶接ビード脚長の違い
 - 3) 溶接仕上げ性状の違い(仕上げなし、R 仕上げおよび止端仕上げ)
 - 4) フィレット半径の違いとフィレットの有無
 - (2) ソリッド要素を用いた3次元モデルによる弾塑性有限変位繰り返し解析を行うことで、延性き裂発生メカニズムを解明する。
 - (3) 一連の実験および解析結果により、溶接欠陥が残存する既設構造物の地震時における脆性破壊の危険性について照査を行うための手法および評価方法を提案する。
3. 研究の方法
 - (1) 鋼製橋脚隅角部の梁・柱交差部の十字溶接継手に未溶着を導入した実験供試体を作製し、繰り返し載荷実験を行う。
 - (2) ソリッド要素を用いた3次元モデルによる弾塑性有限変位繰り返し解析を行う。

- (3) 実験および解析の結果を踏まえ、溶接欠陥が残存する既設鋼構造物のき裂発生時の照査を行うための手法および評価方法を提案する。

4. 研究成果

本研究では合計 30 体の隅角部を模擬した実験供試体による繰り返し載荷実験ならびにシェル要素とソリッド要素を用いた繰り返し弾塑性有限変位解析を実施した。

まず、柱の幅厚比パラメータ $R_f=0.25$ とした縮小モデルにおいて、本来完全溶け込み溶接が必要な部位に溶接未溶着部を導入し地震時における極低サイクル疲労き裂発生性状(延性き裂)と、最終的な破壊モードを確認するために繰り返し載荷実験による検討を行い、フィレットを有する隅角部における溶接未溶着高さの違いによるき裂発生性状の違いを示した。その結果、1)繰り返し載荷による水平荷重-水平変位履歴において、溶接未溶着の有無による履歴のマクロ的な相違は見られないこと、2)フィレットなどの応力集中緩和のための構造が有る場合、溶接未溶着高さが 2mm(母材の板厚に対する完全溶け込み溶接部の断面欠損率 17%)の場合において、表面目視観察では溶接未溶着部から溶接ビード表面へのき裂進展は確認されず、母材からのき裂進展が支配的であること、一方、溶接未溶着高さ 5mm(母材の板厚に対する完全溶け込み溶接部の断面欠損率 42%)の場合においては溶接未溶着部からき裂が発生し、十字溶接部に沿って延性き裂が進展することを明らかにした。

次に同様の供試体だが、 $R_f=0.3$ とした供試体において、鋼製橋脚隅角部の十字継手における溶接部仕上げ性状が地震時における極低サイクル疲労に起因する延性き裂発生性状と、最終的な破壊モードを確認するために繰り返し載荷実験による検討を行い、溶接部の仕上げ性状の違いによるき裂発生性状の違いを示した。その結果、鋼製橋脚隅角部の梁-柱交差部、十字継手において、溶接まま(As Weld)、R 仕上げ、止端仕上げの3種類を比較したときに、溶接部を仕上げた構造は As Weld の構造に比べて極低サイクル疲労を対象とした場合においても延性き裂発生時期を遅らせることが可能であることを実験的に示した。

また、同様に鋼製橋脚隅角部の十字継手において溶接部の仕上げ性状を止端仕上げ、R 仕上げを施したもの、梁-柱交差部におけるフィレット高さを $R=15\text{mm}$ 、 $R=30\text{mm}$ にしたもの、十字継手内部に溶接未溶着を導入し、未溶着高さを $0\sim 8\text{mm}$ に変化させた供試体を用いて漸増変位振幅載荷を与える繰り返し載荷実験を行い、延性き裂の発生・進展挙動を明らかにし、き裂発生・進展状況、水平荷重-水平変位関係、ひずみ履歴の面から溶接未溶着高さの違いが延性き裂発生に及ぼす影響を検証した。その結果、1)き裂発生時期では、止端仕上げ、R 仕上げの供試体とも、未溶着高さが高くなるほどき裂の発生が早くなる傾向にあることを示した、2)この実験では未溶着部からき裂が発生せずフィレット近傍からき裂が発生し、フィレットによる溶接未溶着部へのひずみ集中緩和効果を確

認した、3)供試体ごとのばらつきが見られるが、ひずみ履歴の比較においても、ひずみ測定位置において未溶着高さの違いによる明確な影響少ないことを示した、4)未溶着を有する溶接継手の延性き裂破壊については、既往実験結果との比較から、溶接ビード脚長が大きく影響することを確認した。

さらに、鋼製橋脚隅角部の十字継手を模擬し、溶接継手部にルートギャップが存在せず、設計値における溶接未溶着高さ a およびフィレット半径 R をそれぞれ $a=5, 8\text{mm}$, $R=30\text{mm}$ とし、板厚 $t=12\text{mm}$, 溶接脚長 $s=5\text{mm}$ とした実験供試体を用いた繰り返し載荷実験を行い、供試体各部の溶接脚長および溶け込み深さの測定をし、ルートギャップが存在しない場合における、溶接性状と与える延性き裂発生・進展への影響についての検討を行った。また、一定変位振幅繰り返し載荷についても実験を行い、載荷直後から大きな変位が発生する場合のき裂進展挙動について観察を行った。その結果、1) 用いた実験供試体の未溶着比率 c の範囲 (0.16~0.49) では、き裂は未溶着部に発生し、溶接ビードに沿って進展した。2) 未溶着比率が大きい方の面で、荷重低下の最大の要因となるき裂進展がみられた。3) 角部の付近の未溶着はき裂の発生原因となりやすく危険であり、未溶着比率が 0.2 を超えるような場合は未溶着部よりき裂が進展し、0.15 を下回る場合はき裂が発生しても大きく進展せず耐震性能への影響は小さいと考えられる。また、角部から遠く中央部であっても未溶着比率が 0.3 を超えるような場合はき裂の発生する可能性が高く、その場合は大きく進展し耐震性能へ大きな影響を与えるといえる。4) 荷重-変位曲線において、初期の傾き等はほぼ等しくなるが、未溶着比率が大きいほど早い段階で耐荷力が低下し、荷重の低下は顕著になる。5) 未溶着比率が大きい供試体では、き裂発生が早く、その後のき裂の進展挙動は急なものとなった。6) き裂進展に伴いひずみ分布がき裂先端付近に集中するが、き裂発生前のひずみ集中は確認されず、ひずみ分布とき裂発生点の明確な関係性はみられなかった。7) 全体的な傾向として、ルートギャップが存在する供試体を用いた実験結果と似通っており、ルートギャップが存在しない場合においても、存在する場合と同じ傾向があることが確認された。8) ルートギャップが 0.5mm 程度の場合、ルートギャップが有る場合はルートギャップが無い場合と比較して大きな違いがないことが確認された。9) 載荷パターンについて、最初から $5\delta y$ の変位を与える一定変位振幅載荷では、 $1\delta y$ から始まる漸増変位振幅載荷に比べき裂の進展が急激であり、危険な破壊モードを呈した。また、一定変位振幅載荷では未溶着比率による影響が僅かなものとなった。

解析的検討では、シェル要素による弾塑性有限変位解析を実施し、提案する延性き裂発生評価指標 D を用いることで延性き裂発生評価を試みた。

その結果、1)溶接未溶着が存在しない供試体の水平荷重-水平変位関係は実験結果、解析結果がよく一致しており、シェル要素を用いた FEM 解析でその挙動を再現できることを示した、2)FEM 解析により算出された塑性

ひずみを用いて損傷度指標 D による延性き裂発生の推定が可能であることを示した、3) 溶接未溶着が供試体における水平荷重-水平変位関係においては、溶接未溶着を考慮したシェル要素を用いた FEM 解析により比較的精度よくその挙動を再現ができることを示した、4)溶接未溶着高さが大きくなり、溶接未溶着内部からき裂は進展するような破壊モードにおいては、過去の研究で行われているシェル要素を用いた解析により計算される塑性ひずみを用いての損傷度評価は困難であることを示した。

ソリッド要素を用いた解析的検討でも同様の検討を行い次の結論を得た。1)ソリッド要素による弾塑性有限変位 FEM 解析にバイリニア型移動硬化則の構成則を用いた場合、実験結果を比較的精度よく再現することが可能である。また、Miner 則および Manson-Coffin 則に基づく損傷度評価指標 D により、延性き裂の発生推定が可能であることを示した、2)一連の解析において、溶接仕上げ性状、溶接未溶着高さの違いが水平荷重-水平変位関係におよぼす影響は、ほとんど確認できなかった、3)フィレット半径 $R=15\text{mm}$ の場合、部材軸方向ひずみにおいてフィレット近傍にて溶接未溶着高さを変化させるとひずみ集中現象が起きるが、損傷度評価指標 D により延性き裂発生を評価できることを確認した、4)フィレット半径 $R=30\text{mm}$ の場合、部材軸方向ひずみにおいてフィレット近傍で溶接未溶着高さを変化させてもひずみ集中が起きずに、フィレットによる柱基部におけるひずみ集中の低減効果を確認した。また、隅角部十字継手の破壊モードにおいて、溶接脚長と与える影響が大きいことに着目し、十字継手の溶接脚長を 5mm とし、より未溶着の影響を反映できる 4 体の供試体モデルによる繰り返し実験を実施した。その結果、溶接未溶着部からのき裂進展モードが確認され、隅角部の極低サイクル疲労による延性き裂発生を与える十字継手溶接ビードの影響を示し、その危険性を明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 18 件)

- 1) Kang, L. and Ge, H.B. (2015): Predicting Ductile Crack Initiation in Steel Bridge Piers with Unstiffened Box Section under Specific Cyclic Loadings using Detailed and Simplified Evaluation Methods, *International Journal of Advances in Structural Engineering*, Vol.18, 2015. (査読あり, 掲載予定)
- 2) 篠原一輝, 賈良玖, 加藤弘務, 葛漢彬 (2015): せん断応力と引張応力が作用する鋼材の延性破壊メカニズムの解明に関する研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.71, No.4, 2015 年. (査読あり, 掲載予定)
- 3) 加藤弘務, 葛漢彬, 羽田新輝 (2015): ルートギャップを有さない継手溶接部の未溶着比率が鋼製橋脚隅角部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1 (構造・

- 地震工学), Vol.71, No.4, 2015年. (査読あり, 掲載予定)
- 4) 加藤友哉, 康瀾, 葛漢彬 (2015): 溶接継手の破壊メカニズムの解明に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.71, No.4, 2015年. (査読あり, 掲載予定)
 - 5) Kang, L., Ge, H.B. and Kato, T. (2015): Experimental and Ductile Fracture Model Study of Single-Groove Welded Joints under Monotonic Loading, *Engineering Structures*, Vol.85, No.2, pp.36-51. (査読あり)
 - 6) Ge, H.B., Jia, L.J., Kang, L. and Suzuki, T. (2014): Experimental Study on Seismic Performance of Partial Penetration Welded Steel Beam-Column Connections with Different Fillet Radii, *Steel & Composite Structures*, Vol.17, No.6, pp.851-865. (査読あり)
 - 7) Jia, L.J., Ge, H.B. and Suzuki, T. (2014): Effect of Post Weld Treatment on Cracking Behaviors of Beam-Column Connections in Steel Bridge Piers, *Steel & Composite Structures*, Vol.17, No.5, pp.687-704. (査読あり)
 - 8) Jia, L.J., Ge, H.B., Suzuki, T. and Luo, X.Q. (2014): Experimental Study on Cracking of Thick-walled Welded Beam-column Connections with Incomplete Penetration in Steel Bridge Piers, *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, Vol.20, No.9, 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000659, 04014072. (査読あり)
 - 9) 羽田新輝, 葛漢彬: 異なる未溶着高さを有する鋼製橋隅角部の耐震性能に及ぼす十字継手部の溶接ビード脚長とフィレット半径の影響に関する研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.70, No.4, pp. I_140-I_149. (査読あり)
 - 10) Ge, H.B. and Kang, L. (2014): Ductile Crack Initiation and Propagation in Steel Bridge Piers Subjected to Random Cyclic Loading, *Engineering Structures*, Vol.59, pp.809-820. (査読あり)
 - 11) Ge, H.B., Kang, L. and Hayami, K. (2013): Recent Research Developments in Ductile Fracture of Steel Bridge Structures, *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol.7, No.3, pp.1350021-1-1350021-27, 2013. (査読あり)
 - 12) Ge, H.B. and Kang, L. (2013): Extremely Low Cycle Fatigue Tests of Thick-walled Steel Bridge Piers, *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, Vol.18, No.9, pp.858-870. (査読あり)
 - 13) 羽田新輝, 葛漢彬, 速水景, 鈴木俊光 (2013): 溶接脚長および溶け込み深さが鋼製橋脚隅角部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.69, No.4, pp. I_989-I_1001. (査読あり)
 - 14) 速水景, 葛漢彬, 羽田新輝, 森翔吾, 鈴木俊光 (2013): 小さなフィレットを有する鋼製橋脚隅角部の未溶着高さが延性破壊に及ぼす影響, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.69, No.4, pp.I_429-I_439. (査読あり)
 - 15) 森翔吾, 葛漢彬, 萩野勝哉, 康瀾 (2013): 無補剛断面鋼製橋脚の延性き裂に対する簡易照査法の再検討—構造パラメータがひずみ集中補正係数に及ぼす影響—, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.69, No.4, pp.I_517-I_527. (査読あり)
 - 16) Kang, L. and Ge, H.B. (2013): Predicting Ductile Crack Initiation of Steel Bridge Structures Due to Extremely Low Cycle Fatigue Using Local and Nonlocal Models, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.17, No.3, pp.323-349. (査読あり)
 - 17) Luo, X.Q., Ge, H.B. and Ohashi, M. (2012): Experimental Study on Ductile Crack Initiation in Compact Section Steel Columns, *Steel & Composite Structures*, Vol.13, No.4, pp.383-396. (査読あり)
 - 18) Ge, H.B. and Kang, L. (2012): A Damage Index Based Evaluation Method for Predicting The Ductile Crack Initiation in Steel Structures, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.16, No.5, pp.623-643. (査読あり)
- [学会発表] (計 34 件)
- 1) 加藤友哉, 賈良玖, 葛漢彬: 溶接ビードの有無による溶接継手の延性破壊への影響に関する実験的研究, 土木学会中部支部平成 26 年度研究発表会, I-8, pp.15-16, 2015年3月. (豊橋市)
 - 2) 篠原一輝, 賈良玖, 加藤弘務, 葛漢彬: 繰り返し荷重下でせん断応力と引張応力が同時に作用する鋼材の延性破壊実験, 土木学会中部支部平成 26 年度研究発表会, I-10, pp.19-20, 2015年3月. (豊橋市)
 - 3) Jia, L.J., Kato, T. and Ge, H.B.: Ductile Cracking Simulation of Butt Weld in Steel Structures under Monotonic Tension, Proc. the 13th International Symposium on Structural Engineering, China, Oct. 24-27, pp.1778-1787, 2014.10. (Hefei)
 - 4) 篠原一輝, 賈良玖, 加藤弘務, 葛漢彬: せん断応力と引張応力が作用する鋼材の延性破壊実験, 土木学会第 34 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 638, 2014年10月. (長岡市)
 - 5) 葛漢彬, 加藤弘務, 羽田新輝: ルートギャップを有さない十字継手部の溶接欠陥が鋼製橋脚梁—柱接合部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響, 土木学会第 34 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 641, 2014年10月. (長岡市)
 - 6) 加藤友哉, 康瀾, 葛漢彬: 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, 土木学会第 34 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 678, 2014年10月. (長岡市)
 - 7) 加藤友哉, 康瀾, 葛漢彬: 切り欠きの有無によるレ形開先突合溶接鋼部材の力学特性に及ぼす影響に関する解析的研究, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, I-452, pp.903-904, 2014年9月. (豊中市)
 - 8) 加藤友哉, 康瀾, 葛漢彬: 繰り返し引張・圧縮荷重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, 第 17 回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. (東京都)
 - 9) 稲垣雄己, 康瀾, 賈良玖, 葛漢彬: 繰り返し荷重を受ける鋼管ブレース材の延性き裂発生・進展・破壊の数値シミュレーション, 土木学会中部支部平成 25 年度研究発表会, I-23, pp.45-46, 2014年3月. (岐阜市)

- 10) 東武志, 羽田新輝, 葛漢彬: 異なる載荷パターンが溶接未溶着を有する鋼梁-柱部材の延性き裂発生に及ぼす影響に関する研究, 土木学会中部支部平成 25 年度研究発表会, I-25, pp.49-50, 2014 年 3 月. (岐阜市)
- 11) 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, 土木学会中部支部平成 25 年度研究発表会, I-26, pp.51-52, 2014 年 3 月. (岐阜市)
- 12) Ge, H.B., Kang, L. and Hada, S.: Effect of Fillet Radius Size on Ductile Fracture of Steel Beam-column Connection with Large Welding Defects, Proc. 5th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering, Taiwan, Nov. 8-9, Vol.2, pp.372-379, 2013.11. (Taipei)
- 13) 羽田新輝, 葛漢彬: 鋼製橋脚隅角部における十字継手部の溶接性状が変形能・エネルギー吸収量に及ぼす影響, 土木学会第 33 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-487, 2013 年 10 月. (東京都)
- 14) 羽田新輝, 葛漢彬, 加藤弘務, 森翔吾: 非対称な溶接未溶着部が鋼製橋脚の延性き裂発生に与える影響の再検討, 木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-057, pp.113-114, 2013 年 9 月. (船橋市)
- 15) 羽田新輝, 葛漢彬: 未溶着が内在する鋼製橋脚の耐震性能に及ぼす梁-柱接合部における溶接性状の影響, 第 16 回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.293-300, 2013 年 7 月. (東京都)
- 16) Kang, L., Ge, H.B. and Maruyama, R.: A Prediction Model for Ductile Fracture of Steel Bridge Piers, Proc. of Computational Engineering Conference, Vo.18, Paper No.F-2-4, Tokyo, Japan, 2013.06. (東京都)
- 17) 羽田新輝, 山本和輝, 森翔吾, 葛漢彬: 非対称な溶接未溶着を有する鋼はり-柱接合部のき裂発生に関する繰り返し弾塑性解析, 第 18 回計算工学会講演論文集, CD-ROM, 論文番号 F-3-4, 2013 年 6 月. (東京都)
- 18) 森翔吾, 山本洋平, 葛漢彬: 異なる溶接部脚長を有する鋼はり-柱接合部のき裂発生に関する繰り返し弾塑性解析, 第 18 回計算工学会講演論文集, CD-ROM, 論文番号 F-5-2, 2013 年 6 月. (東京都)
- 19) 森翔吾, 山本洋平, 葛漢彬, 吉田直樹: 異なる溶接部脚長を有する鋼はり-柱接合部の耐震解析, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-22, pp.43-44, 2013 年 3 月. (豊田市)
- 20) 羽田新輝, 山本和輝, 森翔吾, 葛漢彬: 非対称な溶接未溶着を有する鋼はり-柱接合部の耐震解析, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-23, pp.45-46, 2013 年 3 月. (豊田市)
- 21) 速水景, 葛漢彬, 蔵原英児: 鋼製橋脚隅角部の構造ディテールが十字継手の未溶着端部破壊に及ぼす影響, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-24, pp.47-48, 2013 年 3 月. (豊田市)
- 22) Ge, H.B., Kang, L. and Hayami, K.: Recent Research Developments in Ductile Fracture of Steel Bridge Structures, Proc. the 12th International Symposium on Structural Engineering, China, November 17-19, pp.61-77, 2012.11. (Wuhan)
- 23) Kang, L., Ge, H.B. and Hada, S.: Experimental Investigation of Ductile Failure of Steel Bridge Piers, Proc. the 12th International Symposium on Structural Engineering, China, November 17-19, Vol. II, pp.1031-1038, 2012.11. (Wuhan)
- 24) Kang, L., Ge, H.B. and Mori, S.: A Simplified Method for Evaluating Ductile Crack Initiation in Steel Bridge Structures Subjected to Earthquake Loading, Proc. the First International Symposium on Earthquake Engineering, JAEE, pp.417-426, 2012.11. (Tokyo)
- 25) Kang, L., Ge, H.B.: Mesh-size Effect Study of Extremely Low Cycle Fatigue Life Prediction for Steel Bridge Piers by Using Different Models, 土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-204, 2012 年 10 月. (東京都)
- 26) 速水景, 葛漢彬, 羽田新輝, 森翔吾, 鈴木俊光: フィレットを設けない鋼製橋脚隅角部の未溶着高さが延性破壊に及ぼす影響, 土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-275, 2012 年 10 月. (東京都)
- 27) 羽田新輝, 葛漢彬, 速水景, 鈴木俊光: 溶接脚長および溶け込み深さが鋼製橋脚隅角部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響, 土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-276, 2012 年 10 月. (東京都)
- 28) 森翔吾, 萩野勝哉, 葛漢彬, 康瀾: 鋼製橋脚の延性き裂に対する簡易照査法の再検討-構造パラメータがひずみ集中補正係数に及ぼす影響-, 土木学会第 32 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-277, 2012 年 10 月. (東京都)
- 29) 森翔吾, 萩野勝哉, 葛漢彬: Pushover 解析を用いた延性き裂簡易照査法に関する解析的研究, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, I-051, pp.101-102, 2012 年 9 月. (名古屋市)
- 30) 鈴木俊光, 速水景, 羽田新輝, 葛漢彬: 未溶着を有する梁-柱部材の十字継手溶接脚長が延性き裂発生に及ぼす影響, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, I-056, pp.111-112, 2012 年 9 月. (名古屋市)
- 31) 速水景, 鈴木俊光, 森翔吾, 葛漢彬: 未溶着を有する梁-柱鋼部材のフィレット半径が延性き裂発生に及ぼす影響, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, I-057, pp.113-114, 2012 年 9 月. (名古屋市)
- 32) 羽田新輝, 速水景, 鈴木俊光, 葛漢彬: 未溶着を有する鋼梁-柱部材の未溶着高さが延性き裂発生に及ぼす影響, 木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, I-058, pp.115-116, 2012 年 9 月. (名古屋市)
- 33) Kang, L. and Ge, H.B.: A Prediction Model for Ductile Fracture of Steel Bridge Piers, Proc. the 15th World Conference on Earthquake Engineering, Portugal, September 24-28, Paper No.5020, 2012.09. (Lisbon)
- 34) 速水景, 羽田新輝, 森翔吾, 鈴木俊光, 葛漢彬: 未溶着を有する鋼製橋脚隅角部の耐震性能に及ぼすフィレット寸法の影響, 第 15 回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.53-60, 2012 年 7 月. (東京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

葛 漢彬 (HANBIN GE)
名城大学・理工学部・教授
研究者番号：90262873