

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02228

研究課題名（和文）パルス幅がレーザーピーニングにおける残留応力生成と疲労強度に及ぼす影響の解明

研究課題名（英文）Effect of laser pulse duration on residual stress generation and fatigue strength in laser peening

研究代表者

崎野 良比呂（Yoshihiro, SAKINO）

近畿大学・工学部・教授

研究者番号：80273712

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：既往の研究とパルス幅（1回のレーザーの照射時間）の異なる超小型レーザーによるレーザーピーニング（パルスレーザーを用いて金属材料表面を叩く処理）の構造用鋼への施工条件を残留応力（外力や熱勾配がない場合でも物体内に残っている力）の測定によって選定した。その条件で施工した溶接試験片の疲労試験により疲労強度（繰返し荷重に対する強さ）向上効果を確認した。さらに、レーザーのパルス幅をはじめとした施工条件がレーザーピーニングによって生成される残留応力に及ぼす影響を検討した。また、残留応力分布と疲労強度の関係についても考察を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新たに開発された超小型マイクロチップレーザーを用いたレーザーピーニングを、実際の橋梁等の大型鋼構造物に適用するための基礎的検討と試験体レベルでの効果確認を行った。このレーザーピーニング装置が実用化されれば、現場でレーザーピーニングが適用できるようになり、既存の大型鋼構造物の延命が可能となる。また、レーザーピーニングの施工条件が生成される残留応力に及ぼす影響を明らかにすることで、施工条件の条件設定が容易となる。さらに、残留応力分布と疲労強度の関係が明らかになれば、残留応力をどのようにコントロールすれば疲労強度向上に効果的かが明らかとなる。

研究成果の概要（英文）：The laser peening conditions for structural steel using ultra-small laser with different pulse duration from previous studies were selected. The fatigue strength improvement was confirmed by the fatigue experiments of the welded specimens subjected to laser peening under the selected conditions. Moreover, effects of laser peening conditions including laser pulse duration on the residual stress generated by laser peening were investigated. The relationship between residual stress distribution and fatigue strength was also considered.

Pulse duration: Irradiation time of one pulse of laser, Laser peening: Process of tapping the surface of a metal material using pulsed laser, Residual stress: Stresses that remain in an object even in the absence of external loads or thermal gradients, Fatigue strength: Strength against repeated loads.

研究分野：溶接構造

キーワード：レーザーピーニング 残留応力 疲労 突合せ溶接 構造用鋼 高張力鋼 パルス幅

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

産業及び社会基盤を支えている鋼構造物は、わが国の大切な社会資本ストックである。わが国の高度成長期に建設された多くのこれら社会資本ストックが徐々に設計寿命を迎えつつあり、そのリメイクやメンテナンスがわが国の喫緊の課題となりつつある。その中で特に問題となっているのが疲労破壊である。自動車専用道路の橋梁や鉄道橋に予想を遙かに超えた数と長さのき裂が見つかり、疲労強度強化の重要性が広く認識されてきている。

研究代表者らはこれら疲労き裂を防止するための手法としてレーザピーニングに注目した。レーザピーニングは、水等の透明媒質で覆われた材料にレーザを照射して高圧のプラズマを発生させ、その衝撃力を利用して材料表面に大きな圧縮残留応力を生成させる技術である。レーザピーニングによる圧縮残留応力により、大型鋼構造物溶接部の疲労強度が大幅に向上することはこれまでの研究で明らかにしている。さらに現在、超小型マイクロチップレーザが開発されてきており、これにより小型で安価な携帯型レーザピーニング装置が開発可能となる。しかし、このレーザはこれまでレーザピーニングに用いたレーザとパルス幅が異なる。また、現在、ミリ秒からフェムト秒まで様々なパルス幅のパルスレーザが存在しているが、そもそも、このパルス幅の影響は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では、これまでとパルス幅の異なる超小型マイクロチップレーザによるレーザピーニングの構造用鋼への最適施工条件と疲労強度向上効果を明らかにするとともに、レーザのパルス幅をはじめとした施工条件がレーザピーニングによって生成される残留応力と溶接部の疲労強度向上効果に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

レーザピーニングを様々な施工条件で構造用鋼材に照射した後、残留応力を測定して比較した。表面残留応力は X 線回析法 (cos 法) によって計測した。また、板厚方向分布は X 線回析法と電解研磨を交互に繰り返すことにより推定した。

残留応力測定によって選定した施工条件を用い、疲労試験片にレーザピーニングを施し、疲労試験により疲労強度向上効果を明らかにした。試験体は厚さ 9mm の HT780 鋼板を V 開先突合せ溶接したものから切り出した。試験体の形状・寸法を図 1 に示す。この試験体の表裏両面の溶接止端部を含む範囲にレーザピーニングを施した。試験機は 100kN 一軸疲労試験機を用い、応力比 R=0.1、打ち切り限界は 10⁷ 回とした。

4. 研究成果

(1) 超小型マイクロチップレーザによるレーザピーニングの最適施工条件と疲労強度向上効果

本研究では、これまでとパルス幅やパルスエネルギーの異なる超小型マイクロチップレーザを用いて高張力鋼 HT780 へレーザピーニングした場合に、大きな圧縮残留応力が生成されるレーザピーニングの施工条件を選定した。さらに、選定された条件で実際に疲労強度が向上するか否か、疲労試験によって明らかにした。

まず、新たなレーザピーニング装置を使用して HT780 試験片に大きな圧縮残留応力が生成されるレーザピーニングの施工条件を選定した。表 1 に示すように照射径と照射密度を変化させてレーザピーニングを施した。比較のため、既往の研究での条件も載せている。

表面残留応力の計測結果を表 1 中に

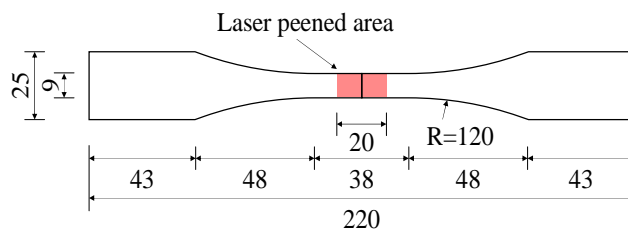


図 1 疲労試験体の形状・寸法

表 1 レーザピーニングの施工条件と表面残留応力測定結果

Laser peening condition					Surface residual stress		Laser type
Pulse energy	Spot diameter	Irradiation density	Pulse width	Frequency	σ_x	σ_y	
(mJ)	(mm)	(Pulse/mm ²)	(ns)	(Hz)	(MPa)	(MPa)	
7.5	0.42	100	1.3	100	-10	-19	Microchip laser
		200			-10	-16	
		400			4	-47	
		800			-73	-129	
		1600			-123	-220	
7.7	0.49	100	1.3	100	55	19	Microchip laser
		200			4	-21	
		400			20	-26	
		800			8	-105	
		1600			-94	-220	
15	0.37	100	0.7	10	-62	-40	Microchip laser
20	0.40	180	8	60	-302	-662	Conventional Nd:YAG laser
10	0.25	216			-411	-765	

示す。はレーザ掃引方向の残留応力成分はそれに直交する方向の残留応力成分である。続いて、照射条件より3条件を選択し、その条件での残留応力の板厚方向分布を既往の研究と比較したグラフを図2に示す。これは方向の残留応力成分であるが、方向の残留応力成分も傾向は同様である。照射密度が大きくなると最大圧縮残留応力が大きくなる傾向が見られる。圧縮残留応力の生成深さでも同様の傾向が見られるが、800と1600Pulse/mm²には大きな差がないことがわかる。既往の研究との比較から、パルスエネルギーが小さくなると圧縮残留応力の生成深さが浅くなる傾向が見られる。また、マイクロチップレーザを用いたレーザピーニングは従来の大型レーザを用いたレーザピーニングと比較して、表面圧縮残留応力が小さくなっていることがわかる。レーザの違いによる表面残留応力への影響については今後検討が必要であると考えている。

選定された条件で実際に疲労強度が向上するか否か検討するために疲労試験を行った。試験結果をプロットしたグラフを図3に示す(mLP7.7mJ)。比較のため既往の研究結果(LP10mJ, 20mJ, mLP15mJ)も載せている。mLP(7.7mJ)は

=250MPaの場合では打ち切り限界に達した。=300MPaの場合では1体は打ち切り限界に達し、他の試験体は約70万回、約40万回で破断した。これらの結果は既往の研究結果と同等の疲労強度向上効果であるといえる。これにより、選定した照射条件で大きな疲労強度向上効果が明らかになった。

(2) 施工条件を様々に変更可能なレーザピーニング装置のセットアップ

共同研究者の所属する岡山大学においてパルス幅をはじめとする様々な施工条件でレーザピーニングを施工可能とするため、新たに水槽を設計・製作し、装置のセットアップを行った。当初、既往の研究と同等の残留応力を生成させることができず、様々な検討を行った。波長532nmパルス幅5ns、周波数20HzのNd:YAGパルスレーザを用いた場合のセットアップを図4に示す。レーザピーニングは衝撃効果であるが試料表面の一部は除去される。そのため、レーザ光照射によって加工粉が発生しその加工粉は水中に滞留すると考えられる。この加工粉によってレーザ光が散乱し、エネルギーが減衰してしまうことでレーザピーニング適応効率が減少すると考えた。そこで、レーザ光照射部にノズルを用いて水を流し、レーザ光照射時に発生する加工粉を取り除いた。図4にノズル噴射を適応していない場合とノズル噴射を適応した場合のレーザピーニング実験中の観察画像を示す。観察画像より、ノズル噴射を適応していない場合はレーザ光照射部においてプラズマの発生が小さく、レーザピーニング効果が小さいと考えられる。一方、ノズル噴射を適応した場合、レーザ光照射部において大きなプラズマが発生していることがわかる。SEMとレーザ顕微鏡で観察した3Dmap画像の観察によっても、ノズル噴射を適応した場合、試料表面の凹凸形状が大きくなっており、より大きなエネルギーが試料表面まで到達していることがわかった。そこで残留応力の深さ方向分布を計測したところ、既往の研究と同等の圧縮残留応力が生成されることを確かめられた。

示す。はレーザ掃引方向の残留応力成分はそれに直交する方向の残留応力成分である。続いて、照射条件より3条件を選択し、その条件での残留応力の板厚方向分布を既往の研究と比較したグラフを図2に示す。これは方向の残留応力成分であるが、方向の残留応力成分も傾向は同様である。照射密度が大きくなると最大圧縮残留応力が大きくなる傾向が見られる。圧縮残留応力の生成深さでも同様の傾向が見られるが、800と1600Pulse/mm²には大きな差がないことがわかる。既往の研究との比較から、パルスエネルギーが小さくなると圧縮残留応力の生成深さが浅くなる傾向が見られる。また、マイクロチップレーザを用いたレーザピーニングは従来の大型レーザを用いたレーザピーニングと比較して、表面圧縮残留応力が小さくなっていることがわかる。レーザの違いによる表面残留応力への影響については今後検討が必要であると考えている。

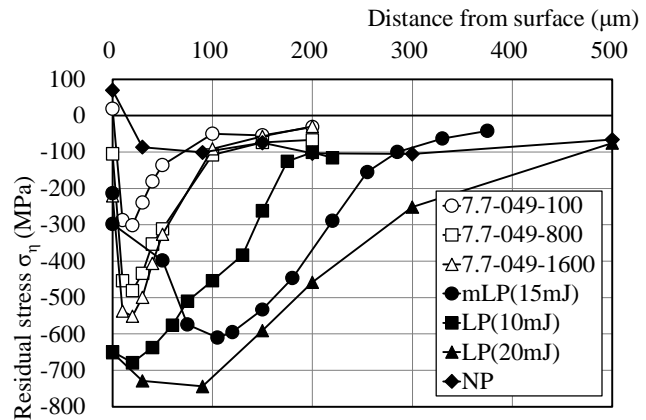


図2 残留応力の深さ方向分布

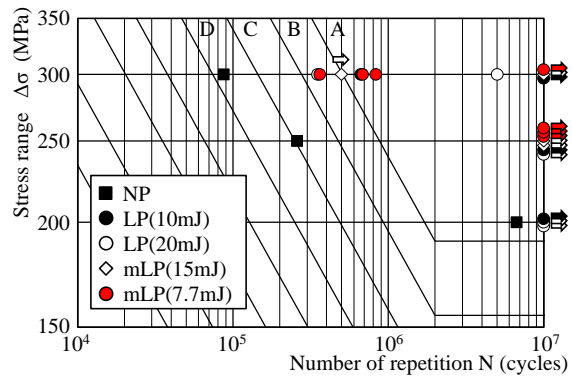


図3 疲労試験結果

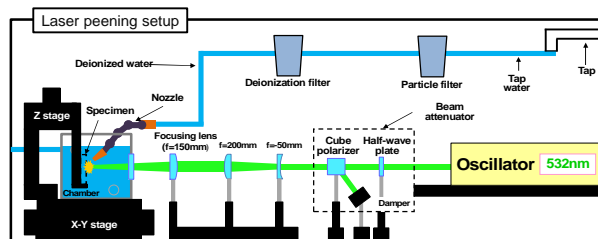
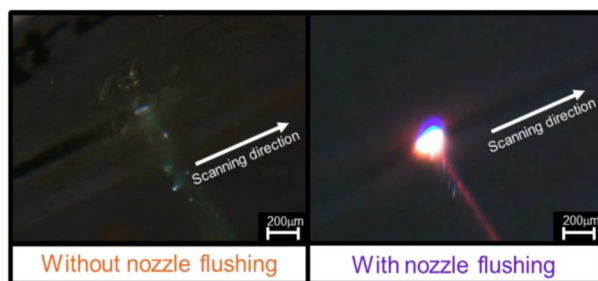


図4 レーザピーニング装置のセットアップ



λ=532nm, t_p=5ns, ds=200μm, E=75mJ. Specimen: HT780

図5 レーザピーニング施工中の観察画像

(3) レーザピーニング条件が生成される残留応力分布に及ぼす影響

セットアップしたレーザピーニング装置を用い、様々な施工条件が残中応力分布に及ぼす影響について検討を行った。試験片には、図6に示す50 × 30 × 6mmの高張力鋼HT780 ($\sigma_u = 853 \text{ MPa}$, $\sigma_y = 819 \text{ MPa}$)を用い、レーザは波長532nmパルス幅5ns、周波数20HzのNd:YAGパルスレーザを用いた。以下に検討結果の一例を示す。

照射方法の影響

照射条件、照射密度は一定とし、照射方法を独立パルスと連続パルスの2つの条件とした。図7にイメージを示すように、独立パルスは直前のパルスが次のパルスに重ならないよう独立させて照射する方法である。これは、試験体表面への熱影響を抑制するための方法である。連続パルスは直前のパルスが次のパルスに重なるに連続的に照射する方法である。最終的な照射密度は同じにしている。

残留応力の測定結果を図8に示す。独立パルスと連続パルスでは、最大圧縮残留応力の大きさと生成深さの違いはほとんど見られなかったが、試験体表面の圧縮残留応力に大きな差が見られた。

疲労き裂は材料表面近傍で発生する。よって、材料表面の圧縮残留応力は疲労き裂防止に影響を及ぼすと考えられる。また、最大圧縮残留応力は連続パルスの方が-50MPa程度大きくなっていた。よって、独立パルスに比べ、連続パルスの方が疲労強度向上効果が大きいと考えられる。

パルスエネルギーとスポット径の影響

パルスエネルギーは25, 50, 75 mJの3条件とし、スポット径は0.2, 0.4, 0.6 mmの3条件それぞれでのパルスエネルギーの影響を調べた。スポット径毎の残留応力の深さ方向分布を図9に示す。

スポット径0.2 mmでは、表面残留応力は全て-600 MPa程度だった。最大圧縮残留応力も、深さ20 μmで全て-900 MPa程度生成された。圧縮残留応力の生成深さも全て320 μm前後だった。この様に、スポット径0.2 mmでは、どのパルスエネルギーの条件でも大きな違いがみられなかった。これは、スポット径0.2 mmと小さい場合、パルスエネルギーを低下させてもエネルギー密度が十分大きくなるため、大きく深い圧縮残留応力を生成できるためであると考えられる。

スポット径0.4 mmでは、表面残留応力は全て-600 MPa程度であった。しかし、最大圧縮残留応力はパルスエネルギーが大きくなるにつれて最大圧縮残留応力も大きくなった。圧縮残留応力の生成深さもパルスエネルギーが大きくなるにつれて深くなった。

スポット径0.6 mmでは、パルスエネルギー25 mJでは圧縮残留応力は生成されていないことが確認された。パルスエネルギー50, 75 mJでの表面残留応力はそれぞれ-100, -400 MPa、最大圧縮残留応力は深さ20 mでそれぞれ-411, -502 MPa、圧縮残留応力の生成深さもそれぞれ355, 400 μmと、スポット径0.4 mmに比べるとどの値も小さくなっている。しかし、パルスエネルギーが大きくなるにつれ、圧縮残留応力の大きさと生成深さが大きくなる傾向は同様であった。

これらの結果、試験体に大きく深い圧縮残留応力を生成するためには、パルスエネルギーの強さだけでなく、適切なスポット径を選定する必要があることが明らかとなった。一方で、適切なスポット径を選択した場合、過剰に大きなパルスエネルギーでレーザピーニングを行わなくても、大きく深い圧縮残留応力を生成できることが明らかとなった。

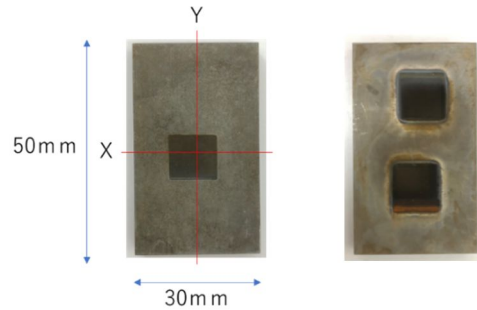


図6 残留応力測定用試験片

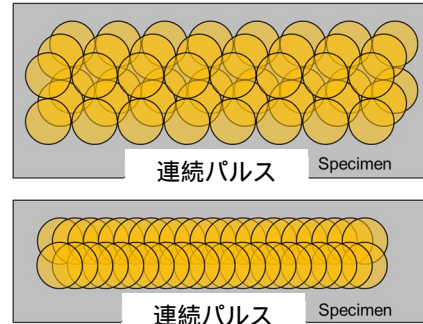


図7 照射方法のイメージ

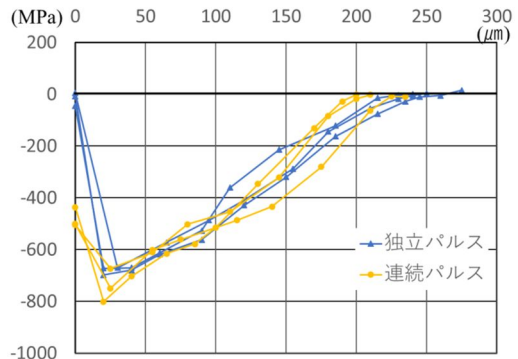


図8 独立パルスと連続パルスの比較

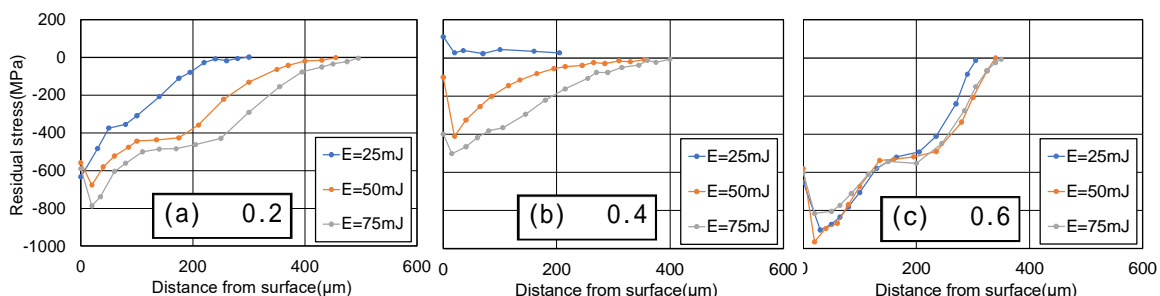


図9 残留応力測定結果 (スポット径毎のパルスエネルギーの影響)

スポット径の影響

フルエンスが一定の場合でのスポット径の影響を比較した。結果を図 10 に示す。スポット径を大きくするほど圧縮残留応力の生成深さが大きくなる傾向がみられた。フルエンスを一定とした場合、スポット径を大きくするほどパルスエネルギーが大きくなる。パルスエネルギーが大きいくほど圧縮残留応力の生成深さが大きくなることは前述した通りである。そのため、スポット径と圧縮残留応力の生成深さの間に直接的な関係はないと考えられる。一方で、より大きな最大圧縮残留応力を示したのはスポット径 0.3 mm, 0.4 mm であり、圧縮残留応力の生成深さも比較的大きかった。これらの条件のパルスエネルギーはそれぞれ 19mJ と 31mJ であるため、パルスエネルギーに関わらず、最適なスポット径を選択することで、生成される圧縮残留応力がより大きく深くなると考えられる。

オーバーラップ率の影響

スポット径が一定の場合でのオーバーラップ率の影響を比較した結果を図 11 に示す。オーバーラップ率が大きいほど、生成される最大圧縮残留応力が大きくなり、圧縮残留応力の生成深さが大きくなる傾向がみられた。しかし、オーバーラップ率が大きいほど、必要な照射時間が増えるため、照射範囲に対して適切なオーバーラップ率を選択することが望ましいと考える。

(4) パルス幅が生成される残留応力に及ぼす影響

パルス幅が残留応力に及ぼす影響を明らかにするために、残留応力測定を行った。本検討ではこれまでと異なり、フェムト秒パルスレーザーを用いた。レーザーピーニングの施工条件はスポット径(ds)40 μ m、フルエンス(F)15J/cm²、オーバーラップ率(Or)80%とし、パルス幅は0.2, 1, 10psの3条件とした。パルス幅毎の残留応力の深さ方向分布を図 12 に示す。

いずれの条件でも圧縮残留応力は生成されていたが、表面残留応力は引張となっていた。しかし、内部の残留応力は圧縮となっており、パルス幅 1 ps が最も大きく、次にパルス幅 0.2 ps、パルス幅 10 ps の順で大きかった。ナノ秒パルスレーザーの時に比べると、最大圧縮残留応力が小さく、表面から 20 μ m より深くには圧縮残留応力が生成されていなかった。

パルス幅 1ps よりピークパワーの大きなパルス幅 0.2 ps の残留応力が小さい要因としては、レーザーピーニング時に材料方面がレーザーのエネルギーによって除去される除去深さの影響が考えられる。パルス幅 0.2 ps ではピークパワーが大きいため、この除去深さが大きくなり残留応力が小さくなったと考えられる。

パルス幅の影響に関しては、今後パラメータを増やして検討していく必要がある。

(5) 残留応力分布と疲労強度の関係

疲労強度向上効果の検討を行うため、ds 200 μ m、Or 50, 60, 80%および ds 400 μ m Or90%で疲労試験を行った。疲労試験の結果を図 13 に示す。

レーザーピーニング無し (NP) と JSSC の示す突合せ溶接の強度等級 D と今回行った疲労試験結果を比較するとほとんどの試験体で疲労寿命の向上が見られた。よって、レーザーピーニングによる圧縮応力生成が疲労強度を向上させることを確認できた。

最大圧縮残留応力の値が疲労試験に及ぼす影響について検討するため、生成深さの値が近く、最大圧縮残留応力の値に違いのある試験体 ds200 μ m Or50, 60, 80%の疲労寿命を比較すると、応力範囲 250MPa では Or50, 80 で最大回数の 5000000 回までいったが、Or 60%では 239904 回と比較的早く破壊した。応力範囲 300MPa で比較すると Or80%では Or50%の時に比べて 100000 回ほど疲労寿命が向上している。しかし、Or60%の試験体が最も破壊回数が多く 1918585 回となった。このことから試験体によってその効果にばらつきがあるが、最大残留応力が大きくなると疲労強度も大きくなる傾向があることが考えられる。

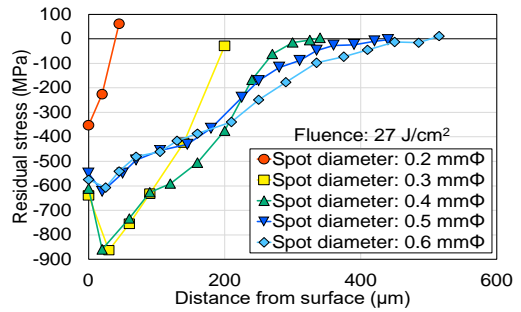


図 10 残留応力測定結果 (パルス径)

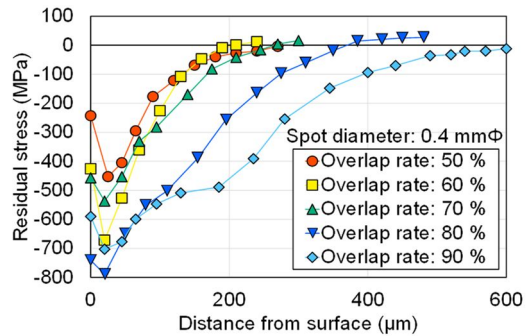


図 11 残留応力測定結果 (オーバーラップ率)

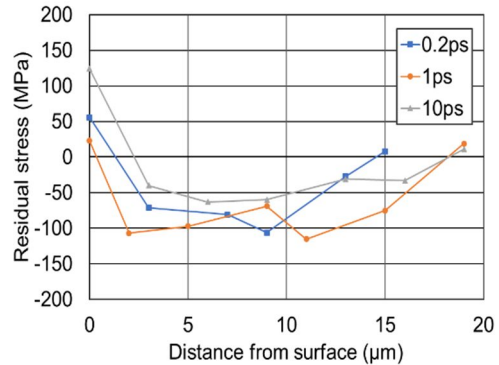


図 12 パルス幅毎の残留応力分布

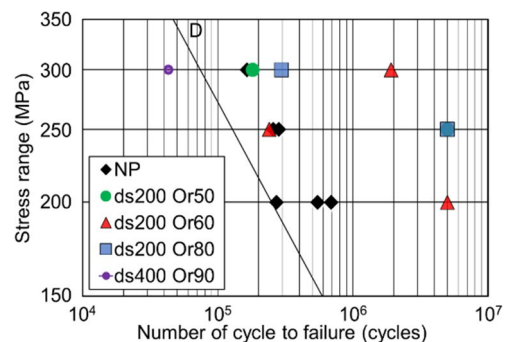


図 13 疲労試験結果の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kato Tomoharu, Sakino Yoshihiro, Sano Yuji	4. 巻 2
2. 論文標題 Effect of Laser Peening with a Microchip Laser on Fatigue Life in Butt-Welded High-Strength Steel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Mechanics	6. 最初と最後の頁 878 ~ 890
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/applmech2040051	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 Sano Yuji, Kato Tomoharu, Mizuta Yoshio, Tamaki Satoshi, Yokofujita Koki, Taira Takunori, Hosokai Tomonao, Sakino Yoshihiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Development of a portable laser peening device and its effect on the fatigue properties of HT780 butt-welded joints	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forces in Mechanics	6. 最初と最後の頁 100080 ~ 100080
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.finmec.2022.100080	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 加藤 智治, 崎野 良比呂, 佐野 雄二	4. 巻 29
2. 論文標題 小型マイクロチップレーザを用いたレーザピーニングの効果確認	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 405-412
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 KATO Tomoharu, SAKINO Yoshihiro, SANO Yuji	4. 巻 40
2. 論文標題 Investigations for improving fatigue strength by low energy laser peening via bending fatigue test	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 QUARTERLY JOURNAL OF THE JAPAN WELDING SOCIETY	6. 最初と最後の頁 56 ~ 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2207/qjws.40.56	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 T. Kato, Y. Sakino, Y. Sano, Y. Kurihara, Y. Mizuta and S. Tamaki	4. 巻 4
2. 論文標題 Effect of Laser Peening on Fatigue Properties of Butt-Welded Joints with Angular Distortion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Welding Letters Vol.41	6. 最初と最後の頁 -
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 Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino & Yuji Sano	4. 巻 7
2. 論文標題 Investigations for improving fatigue strength by low energy laser peening via bending fatigue test	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Welding International Vol.36	6. 最初と最後の頁 414-424
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09507116.2022.2088148	査読の有無 無
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25件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Pan Hao, Kohei Umezu, Yasuhiro Okamoto, Yoshihiro Sakino, Akira Okada
2. 発表標題 Study on Improving Application of Compressive Residual Stress in ns Pulsed Laser Peening of High-strength Steel
3. 学会等名 Technical Digest of the 23rd International Symposium on Laser Precision Microfabrication - LPM2022, p. 40 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅津皓平, 岡本康寛, 岡田晃, 崎野良比呂, 加藤智治, 王虹翕
2. 発表標題 レーザピーニングにおける圧縮残留応力付与効果向上に関する研究
3. 学会等名 2021年度精密工学会春秋大会学術講演会講演論文集, 講演番号C04, p.180
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino, Yuji Sano, Yoshio Mizuta, Satoshi Tamaki and Tomonao Hosokai
2. 発表標題 Effect of Laser Peening with Portable Laser Peening Device on the Fatigue Properties of HT780 Butt-welded Joints
3. 学会等名 The 75th IIW International Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二, 水田好雄, 細貝知直, 玉置 悟司
2. 発表標題 レーザーピーニングが角変形をもつ突合せ溶接部の疲労強度に及ぼす影響
3. 学会等名 溶接学会全国大会概要集 第111集 2022-9 138-139
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 智治, 崎野 良比呂, 佐野 雄二
2. 発表標題 レーザーピーニングによる疲労き裂の遅延効果
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道) 2022. 9 1025-1026
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoharu Katoa, Yoshihiro Sakinoa, Yuji Sanob, Yoshio Mizutac, Satoshi Tamakid and Tomonao Hosokaic
2. 発表標題 Improvement of Fatigue Strength of HT780 Butt-Welded Joints with Portable Laser Peening Device
3. 学会等名 Visual-JW 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Kato, Y. Sakino, Y Sano, Y. Kurihara, Y. Mizuta and S. Tamaki
2. 発表標題 Effect of Laser Peening on Fatigue Properties of Butt-Welded Joints with Angular Distortion
3. 学会等名 Hungarian-Korean-Japanese joint seminar on design, fabrication, and maintenance of welded steel structures
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤智治, 新甲蓮, 崎野良比呂, 佐野雄二, 栗原康行
2. 発表標題 レーザーピーニングによる疲労き裂進展防止効果
3. 学会等名 溶接学会全国大会講演概要集 第109集, WEB, 2021.9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 智治, 崎野 良比呂, 佐野 雄二, 水田 好雄, 細貝 知直, 玉置 悟司
2. 発表標題 マイクロチップレーザを用いたレーザーピーニングの高張力鋼への適用
3. 学会等名 溶接学会全国大会講演概要集 第109集, WEB, 2021.9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 王虹翕, 加藤智治, 梅津皓平, 岡本康寛, 崎野良比呂
2. 発表標題 レーザーピーニングによる残留応力生成に及ぼす照射順序の影響
3. 学会等名 溶接学会全国大会講演概要集 第109集, WEB, 2021.9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二
2. 発表標題 小型マイクロチップレーザを用いたレーザーピーニングによる疲労強度向上効果
3. 学会等名 日本建築学会大会, WEB, 2021.9
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoharu KATO, Yoshihiro SAKINO, Yuji SANO
2. 発表標題 Effect on Fatigue Life of Laser Peening with a Microchip Laser
3. 学会等名 Hungary-Korea-Japan Joint Seminar on Design, Fabrication and Maintenance of Welded Steel Structures (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 智治, 崎野 良比呂, 佐野 雄二, 平等 拓範, 横藤田 光輝, 鷺坂 芳弘, 水田 好雄, 細貝 知直, 玉置 悟司
2. 発表標題 小型レーザーを使用したレーザーピーニングの高張力鋼への適用
3. 学会等名 日本機械学会M&M2021 材料力学カンファレンス
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshio Mizuta, Tomonao Hosokai, Satoshi Tamaki, Tomoharu Kato, Yoshihiro Sakino and Yuji Sano
2. 発表標題 Fatigue Properties Enhancement of Steel Weldments by Laser Peening with Microchip Lasers
3. 学会等名 10th Australasian Congress on Applied Mechanics (ACAM10), National Committee on Applied Mechanics (NCAM) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本 雅規, 大江 快土, 崎野 良比呂, 加藤 智治
2. 発表標題 角変形部材へのレーザーピーニングへの適用
3. 学会等名 溶接学会中国支部, 第6回学生発表会ポスター発表
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今井 健太, 新甲 連, 加藤 智治, 崎野 良比呂
2. 発表標題 レーザーピーニングによる疲労き裂進展防止効果
3. 学会等名 接学会中国支部, 第6回学生発表会ポスター発表
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二, 水田好雄, 細 知直, 玉置悟司
2. 発表標題 マイクロチップレーザを用いたレーザーピーニングによる疲労強度向上効果
3. 学会等名 接学会中国支部, 第6回学生発表会口答発表
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 智治, 崎野 良比呂, 佐野 雄二, 水田 好雄, 細貝 知直, 玉置 悟司
2. 発表標題 小型レーザを用いたレーザーピーニングによる疲労強度向上効果
3. 学会等名 日本建築学会中国支部研究報告会, 123-126
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅野恒太, 崎野良比呂, WANG HONGXI, 梅津皓平, 岡本康寛
2. 発表標題 レーザピーニングの施工条件が生成される圧縮残留応力分布に及ぼす影響
3. 学会等名 日本建築学会中国支部研究報告会, 119-122
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二, 栗原 康行
2. 発表標題 小型マイクロチップレーザのレーザピーニングへの適用
3. 学会等名 溶接学会全国大会講演概要
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二
2. 発表標題 小型マイクロチップレーザを用いたレーザピーニングの高張力鋼への適用
3. 学会等名 溶接学会中国支部第5回学生発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩島優日, 崎野良比呂, 岡本康寛, 小崎拓朗
2. 発表標題 施工条件検討用レーザピーニング装置のセットアップと圧縮残留応力の生成確認
3. 学会等名 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤智治, 崎野良比呂, 佐野雄二
2. 発表標題 小型マイクロチップレーザを用いたレーザピーニングの施工条件の検討
3. 学会等名 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 崎野良比呂, 加藤智治, 佐野雄二
2. 発表標題 レーザピーニングの大型鋼構造物溶接部への適用とショットピーニングとの比較
3. 学会等名 シンポジウム「鋼構造物に対するショットピーニング - インフラ長寿命化への取組 - 」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 崎野良比呂
2. 発表標題 大型鋼構造物の疲労き裂発生・進展防止技術
3. 学会等名 近畿大学工学部 研究公開フォーラム2021 (招待講演)
4. 発表年 2021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	岡本 康寛 (OKAMOTO Yasuhiro) (40304331)	岡山大学・自然科学学域・准教授 (15301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	加藤 智治 (KATO Tomoharu)		
研究協力者	王 虹翕 (WANG Hongxi)		
研究協力者	梅津 皓平 (UMEZU Kohei)		
研究協力者	潘 豪 (HAO Pan)		

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