

ファイバーレーザー加工機の 安全講習マニュアル

2016年6月

一般社団法人 日本鍛圧機械工業会
技術委員会 レーザ・プラズマ専門部会

目 次

まえがき	1
1 機械の包括的な安全基準に関する指針	2
1.1 機械を労働者に使用させる事業者の実施事項	2
1.2 機械安全のためのリスクアセスメント・リスク低減方策と機械危険情報提供の流れ	6
2 レーザ光について	7
2.1 レーザ発振器の種類	7
2.2 ファイバーレーザとは	8
2.3 ファイバーレーザ光の危険性	11
2.4 遮光フィルタについて	17
3 レーザ加工機の全般的な管理事項	19
3.1 レーザ加工機メーカーの責任（機械の製造等を行う者の実施事項）	19
3.2 事業者の責任（機械を労働者に使用させる事業者の実施事項）	19
3.3 レーザ加工機の管理事項	20
3.4 安全衛生教育と健康管理	21
4 輸送時および設置時の残留リスクと保護方策	23
4.1 輸送の注意事項一般	24
4.2 設置の注意事項	24
5 運転時の注意事項と保護方策	26
5.1 「操作担当者」遵守事項	26
5.2 レーザ光の注意事項	27
5.3 火災・爆発・粉塵の注意事項	30
5.4 材料の注意事項	32
5.5 運転の注意事項	34
6 段取り時の注意事項と保護方策	35
7 点検、清掃、廃棄物処理時の注意事項と保護方策	37
8 保守・調整時の注意事項と保護方策	40
9 解体・廃棄時の注意事項と保護方策	43
10 危険、警告、注意標識の種類と内容	44
10.1 標識の種類	44
10.2 シグナル用語	45
10.3 シンボル（ピクトグラム）の意味	45
附属書 A	47
レーザ光線による障害の防止対策について	47

まえがき

一般社団法人日本鍛圧機械工業会 技術委員会 レーザ・プラズマ専門部会では、レーザ加工機の安全性に着目し、2008 年来活動を続けてきている。

まず第 1 弾としては、レーザ加工機を用いて、切断、溶接等の作業を行う作業者の安全確保に焦点を当て、「レーザ加工機取扱作業用安全講習テキスト」を作成し、レーザ加工機の原理や各構成要素の特徴を含めた包括的な説明を記載したテキストを 2010 年に完成した。併せて、東京及び名古屋において講習会も開催し、多数のレーザ加工機使用者の参加を得、好評を博した。更に、できるだけ多くのレーザ加工機作業者の皆様が本書を入手し、安全なレーザ加工作業を行って頂けるように、日本鍛圧機械工業会のホームページに掲載し、無償でテキストをダウンロードできるようにしている。

近年、ファイバーレーザ発振器の高出力化に伴い、今まで加工出来なかった材料（アルミ、真鍮、銅、チタン等）や厚板の加工ができるようになると共に省エネルギー等による低ランニングコストが受け入れられ、ファイバーレーザ加工機は広く普及するようになった。しかしながら、人体に与える危害もファイバーレーザビーム特有の重篤性から守る最善の方策が求められるようになった。当部会では、第 2 弾として、ファイバーレーザ加工機を設計・製造するレーザ加工機メーカーとして、ファイバーレーザビーム、加工材料や環境によって発生する危険源と防護方策、及びハンドヘルドファイバーレーザ加工機特有の危険源と防護方策について規定する「ファイバーレーザ加工機の安全要求事項」を工業規格 TI 105 として 2014 年に発行し、同じくホームページに公開している。

ファイバーレーザの人体に与える危害の重篤性、特に網膜や視神経等に回復不能な傷害を及ぼす危険性から作業者を守るため、当部会では「ファイバーレーザ加工機の安全講習マニュアル」を第 3 弾として作成することにした。CO₂ レーザとの相違点や特徴を分り易く説明し、危険源の特定、効果的な防護方策を実施することによりリスク低減が図れるようにしている。なお CO₂、ファイバーを問わず同等の危険源についても記載し、CO₂ の知識が無くともファイバーレーザ加工機全般の危険源が理解できるようにした。また事業者は、機械の包括的な安全基準に関する指針に基づき、機械の使用環境におけるリスクを特定し、適切な措置が取れるような体制を作って対応することを要求されている。

板金加工におけるファイバーレーザ加工機の普及はますます増加してくると思われ、本マニュアルがレーザ加工機メーカーとユーザーの双方向の情報交換の緊密化の一助となり、安全なレーザ加工作業の普及に少しでも貢献できることを期待している。

1 機械の包括的な安全基準に関する指針

本指針は、厚生労働省労働基準局長通達が平成19年7月31日付、基発第0731001号より引用し、以下機械を労働者に使用させる事業者が順守しなければならない事項について記載した。

機械による労働災害の一層の防止を図るには、機械を労働者に使用させる事業者において、その使用させる機械に関して、労働安全衛生法第28条の2第1項の規定に基づく危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づく労働者の危険又は健康障害を防止するため必要な措置が適切かつ有効に実施されるようにする必要がある。

本指針は、法第28条の2第2項の規定に基づき、当該措置が各事業場において適切かつ有効に実施されるよう、その基本的な考え方及び実施事項について定め、事業者による自主的な安全衛生活動への取組みを促進することを目的とするものである。

1.1 機械を労働者に使用させる事業者の実施事項

機械を労働者に使用させる事業者は、調査及びその結果に基づく措置（以下「調査等」という。）として、次に掲げる事項を実施するものとする。

- (1) 機械に労働者が関わる作業等における危険性又は有害性の同定
- (2) (1)により同定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合（以下「リスク」という。）の見積り
- (3) (2)の見積りに基づくリスクを低減するための優先度の設定及びリスクを低減するための措置（以下「リスク低減措置」という。）内容の検討
- (4) (3)の優先度に対応したリスク低減措置の実施

1.1.1 実施体制等

- (1) 事業者は、次に掲げる体制で調査等を実施するものとする。

- ア 総括安全衛生管理者等、事業の実施を統括管理する者（事業場トップ）に調査等の実施を統括管理させること。
- イ 事業場の安全管理者、衛生管理者等に調査等の実施を管理させること。
- ウ 安全衛生委員会等（安全衛生委員会、安全委員会又は衛生委員会をいう。）の活用等を通じ、労働者を参加させること。
- エ 調査等の実施に当たっては、作業内容を詳しく把握している職長等に危険性又は有害性の特定、リスクの見積り、リスク低減措置の検討を行わせるように努めること。
- オ 生産・保全部門の技術者、機械の製造等を行う者等機械に係る専門的な知識を有する者を参画させること。

- (2) 事業者は、(1)で定める者に対し、調査等を実施するために必要な教育を実施するものとする。

1.1.2 実施時期

- (1) 事業者は、次に掲げる作業等の時期に調査等を行うものとする。

- ア 設備を新規に採用し、又は変更するとき。
 - イ 原材料を新規に採用し、又は変更するとき。
 - ウ 作業方法又は作業手順を新規に採用し、又は変更するとき。
 - エ その他、次に掲げる場合等、事業場におけるリスクに変化が生じ、又は生ずるおそれのあるとき。
 - (ア) 労働災害が発生した場合であって、過去の調査等の内容に問題がある場合
 - (イ) 前回の調査等から一定の期間が経過し、機械設備等の経年による変化、労働者の入れ替わり等に伴う労働者の安全衛生に係る知識経験の変化、新たな安全衛生に係る知見の集積等があった場合
- (2) 事業者は、(1)のアからウまでに掲げる作業を開始する前に、リスク低減措置を実施することが必要であることに留意するものとする。

1.1.3 対象の選定

事業者は、次により調査等の実施対象を選定するものとする。

- (1) 過去に労働災害が発生した作業、危険な事象が発生した作業等、労働者の就業に係る危険性又は有害性による負傷又は疾病の発生が合理的に予見可能であるものは、調査等の対象とすること。
- (2) (1)のうち、平坦な通路における歩行等、明らかに軽微な負傷又は疾病しかもたらさないと予想されるものについては、調査等の対象から除外して差し支えないこと。

1.1.4 情報の入手

- (1) 事業者は、調査等の実施に当たり、次に掲げる資料等を入手し、その情報を活用するものとする。入手に当たっては、現場の実態を踏まえ、定常的な作業に係る資料等のみならず、非定常作業に係る資料等も含めるものとする。

- ア 作業標準、作業手順書等
- イ 機械の製造等を行う者から提供される意図する使用、残留リスク等使用上の情報
- ウ 機械設備等のレイアウト等、作業の周辺の環境に関する情報
- エ 作業環境測定結果等
- オ 混在作業による危険性等、複数の事業者が同一の場所で作業を実施する状況に関する情報
- カ 災害事例、災害統計等
- キ その他、調査等の実施に当たり参考となる資料等

- (2) 事業者は、情報の入手に当たり、次に掲げる事項に留意するものとする。

- ア 新たな機械設備等を外部から導入しようとする場合には、当該機械設備等のメーカーに対し、当該設備等の設計・製造段階において調査等を実施することを求め、その結果を入手すること。

- イ 機械設備等の使用又は改造等を行おうとする場合に、自らが当該機械設備等の管理権原を有しないときは、管理権原を有する者等が実施した当該機械設備等に対する調査等の結果を入手すること。
- ウ 複数の事業者が同一の場所で作業する場合には、混在作業による労働災害を防止するために元方事業者が実施した調査等の結果を入手すること。
- エ 機械設備等が転倒するおそれがある場所等、危険な場所において、複数の事業者が作業を行う場合には、元方事業者が実施した当該危険な場所に関する調査等の結果を入手すること。

1.1.5 危険性又は有害性の同定

機械を労働者に使用させる事業者は、使用上の情報を確認し、次に掲げる機械に労働者が関わる作業等における危険性又は有害性を以下に例示される事項を参照する等して同定するものとする。

- ア 機械の意図する使用が行われる作業
 - イ 運搬、設置、試運転等の機械の使用の開始に関する作業
 - ウ 解体、廃棄等の機械の使用の停止に関する作業
 - エ 機械に故障、異常等が発生している状況における作業
 - オ 機械の合理的に予見可能な誤使用が行われる作業
 - カ 機械を使用する労働者以外の者（合理的に予見可能な場合に限る。）が機械の危険性又は有害性に接近する事
- 機械の危険性又は有害性の例
- 1) 機械的な危険性又は有害性
 - 2) 電氣的な危険性又は有害性
 - 3) 熱的な危険性又は有害性
 - 4) 騒音による危険性又は有害性
 - 5) 振動による危険性又は有害性
 - 6) 放射による危険性又は有害性
 - 7) 材料及び物質による危険性又は有害性
 - 8) 機械の設計時における人間工学原則の無視による危険性又は有害性
 - 9) 滑り、つまずき及び墜落の危険性又は有害性
 - 10) 危険性又は有害性の組合せ
 - 11) 機械が使用される環境に関連する危険性又は有害性

1.1.6 リスクの見積り等

- (1) 機械を労働者に使用させる事業者は、1.1.5 で同定されたそれぞれの危険性又は有害性ごとに、以下アからウまでに掲げる方法等により、リスクを見積り、適切なリスクの低減が達成されているかどうか及びリスクの低減の優先度を検討するものとする。

- ア 負傷又は疾病の重篤度とそれらが発生する可能性の度合を相対的に尺度化し、それらを縦軸と横軸とし、あらかじめ重篤度及び可能性の度合に応じてリスクが割り付けられた表を使用してリスクを見積もる方法
 - イ 負傷又は疾病の発生する可能性とその重篤度を一定の尺度によりそれぞれ数値化し、それらを加算又は乗算等してリスクを見積もる方法
 - ウ 負傷又は疾病の重篤度及びそれらが発生する可能性等を段階的に分岐していくことによりリスクを見積もる方法
- (2) 機械を労働者に使用させる事業者は、(1)のリスク見積りに当たり、それぞれの危険性又は有害性により最も発生するおそれのある負傷又は疾病の重篤度によってリスクを見積もるものとするが、発生の可能性が低くても、予見される最も重篤な負傷又は疾病も配慮するよう留意するものとする。

1.1.7 保護方策の検討及び実施

- (1) 機械を労働者に使用させる事業者は、使用上の情報及び 1.1.6 項の結果に基づき、法令に定められた事項がある場合にはそれを必ず実施するとともに、適正なリスクの低減が達成されていないと判断した危険性又は有害性について、次に掲げる優先順位により、機械に係る保護方策を検討し実施するものとする。
- ア 別に定める本質的安全設計方策のうち、機械への加工物の搬入・搬出又は加工の作業の自動化等可能なものを行うこと。
 - イ 別に定める安全防護及び方法その他適切な方法による付加保護方策を行うこと。
 - ウ ア及びイの保護方策を実施した後の残留リスクを労働者に伝えるための作業手順の整備、労働者教育の実施等を行うこと。
 - エ 必要な場合には個人用保護具を使用させること。
- (2) (1)の検討に当たっては、リスク低減に要する負担がリスク低減による労働災害防止効果と比較して大幅に大きく、両者に著しい不均衡が発生する場合であって、措置を講ずることを求めることが著しく合理性を欠くと考えられるときを除き、可能な限り高い優先順位のリスク低減措置を実施する必要があるものとする。
- (3) なお、死亡、後遺障害又は重篤な疾病をもたらすおそれのあるリスクに対して、適切なリスク低減措置の実施に時間を要する場合は、暫定的な措置を直ちに講ずるものとする。
- (4) また、保護方策を行う際は、新たな危険性又は有害性の発生及びリスクの増加が生じないよう留意し、保護方策を行った結果これらが生じたときは、当該リスクの低減を行うものとする。

1.1.8 記録

機械を労働者に使用させる事業者は、機械に係る調査等の結果について次に掲げる事項並びに実施した保護方策及び残留リスクについて記録し、使用上の情報とともに補完するものとする。

- (1) 特定した危険性又は有害性

- (2) 見積もったリスク
- (3) 設定したリスク低減措置の優先度

1.2 機械安全のためのリスクアセスメント・リスク低減方策と機械危険情報提供の流れ

1.2.1 機械の設計・製造者及び輸入者

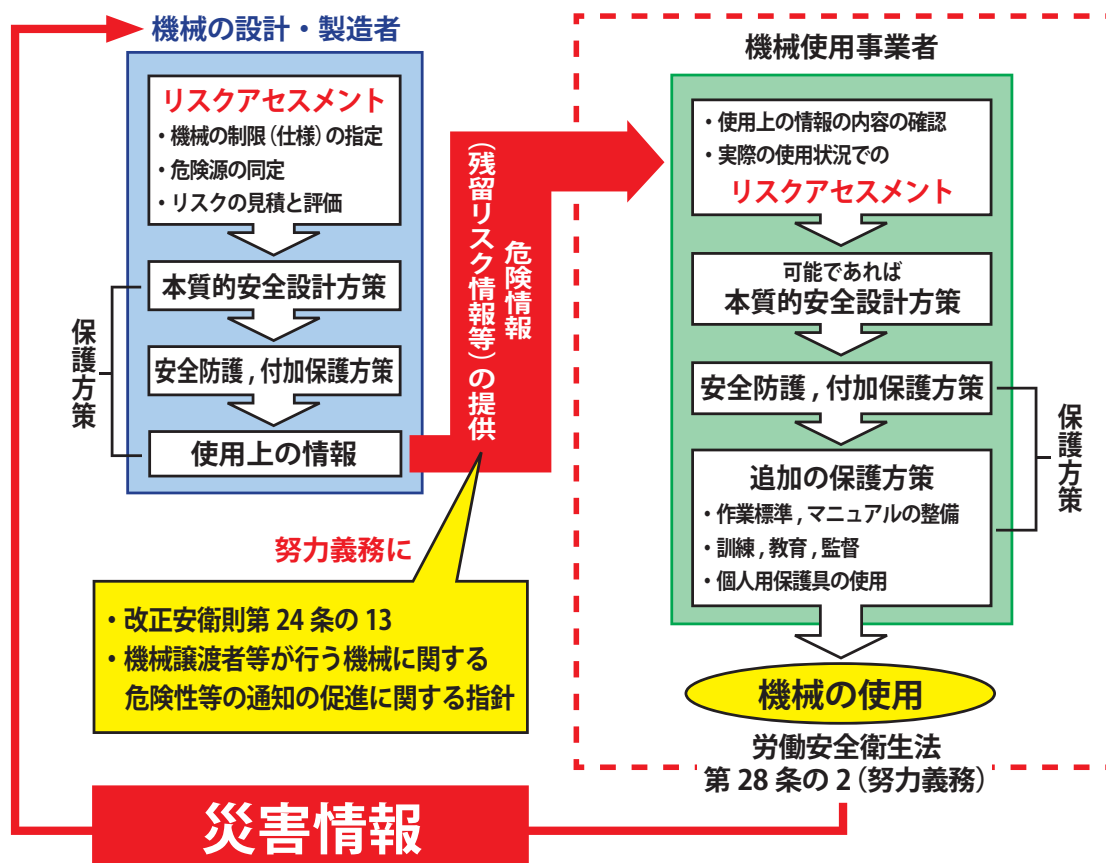
機械の設計・製造者は、機械が製造されることによる労働災害の発生の防止に資するよう努めなければならない。機械の設計・製造段階においても危険性又は有害性等の調査及びその結果に基づく措置が実施されること並びに機械を使用する段階において調査等を適切に実施するため必要な情報が適切に提供されることが重要である。

1.2.2 機械使用事業者

機械を労働者に使用させる事業者は、本 1.1 章に掲げる調査を実施し、リスクの特定及び保護方策を講じなければならない。

1.2.3 残留リスク情報等の提供と災害情報等の提供

機械の設計・製造者は、残留リスク等の情報を提供し、機械使用労働者は適切なリスクアセスメントを実施し、保護方策を講じなければならない。機械の危険情報等については、機械の製造者側にフィードバックして本質的な安全設計方策に生かしていくことができるような双方の連携が重要である。



2 レーザ光について

レーザー光は、レーザー加工機において特有且つ最も特徴的な要素であり、同時に最も注意すべき危険源であると言えます。

加工機として完成された装置では、通常の稼働運用に対しては十分な安全対策が施され、基本的に安全に使用出来るようになってはいますが、運用に当たっては、レーザー光にどのような性質があり、どのような危険性があるかを知っておくことがとても重要です。また装置の安全性能を維持保全してゆくために必要な知識であると言えます。

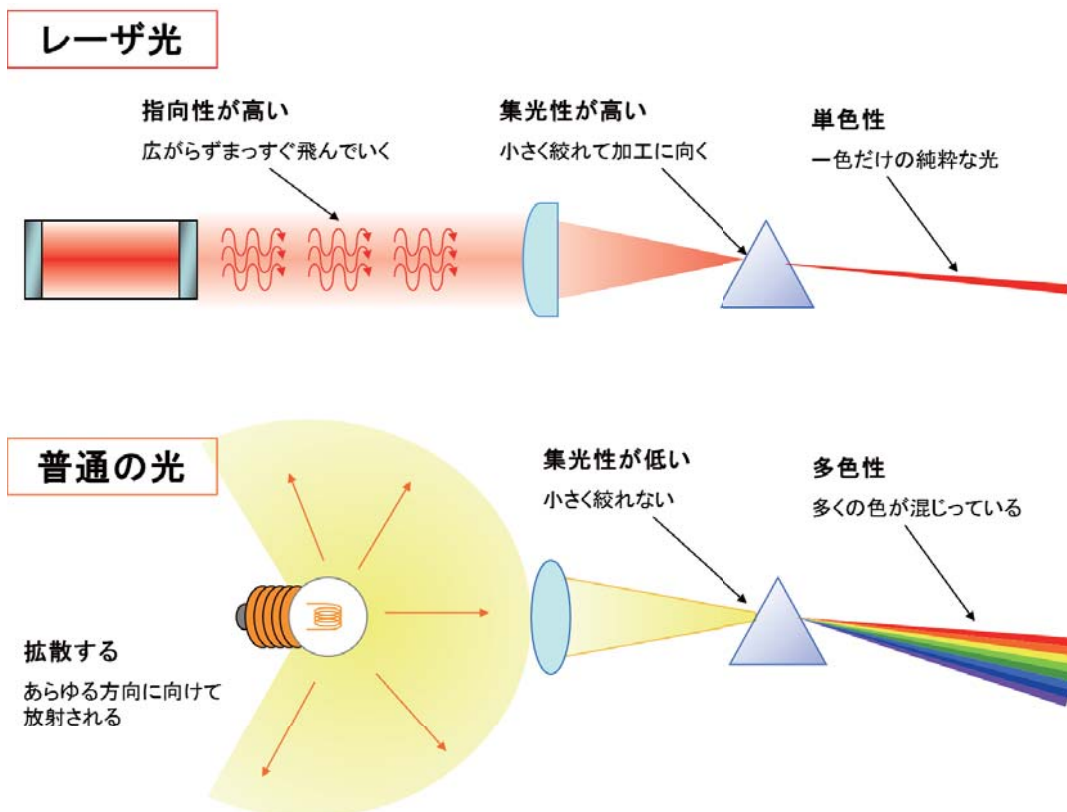


図 1 レーザ光の特徴

2.1 レーザ発振器の種類

金属加工分野で実用化されているレーザー発振器は、その媒質で分類するとガスレーザー、固体レーザーおよび半導体レーザー等があります。幅広く普及している CO₂ レーザはガスレーザーの一種です。固体レーザーは、媒質の結晶構造によって YAG レーザ、ファイバーレーザー、ディスクレーザーなどがあり（図 1）、媒質を光励起することで発振されるレーザー光の波長は約 1 μ m です。半導体レーザーは従来の発振器に比べ発振効率が高く、省エネや小型化が見込まれる次世代のレーザー発振器です。

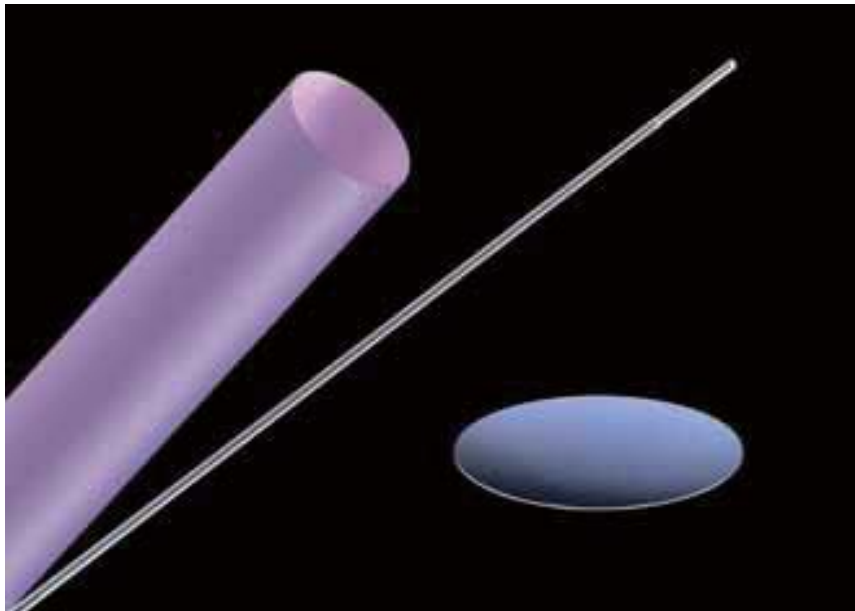


図2 YAG、ファイバー、ディスクレーザー媒質

2.2 ファイバーレーザーとは

ファイバーレーザーは増幅媒質に光ファイバーを利用した固体レーザーの1種です。

固体レーザーという点では従来のYAGレーザーと同様ですが、性能は飛躍的に向上しています。ファイバーレーザーは光ファイバーのコアに希土類を添加した特殊な光ファイバーに励起光を入れ、特定波長の光のみをコアに閉じ込めて増幅させ、レーザー光として取り出す構造になっています。

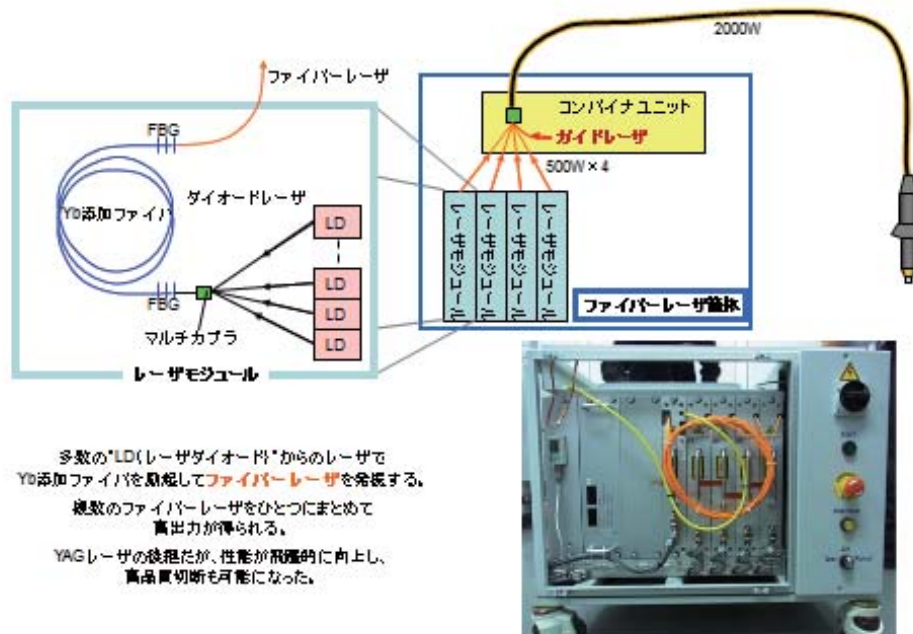


図3 ファイバーレーザー発振器の構造例

励起光源としては高出力レーザーダイオード(LD)が使われますが、励起光もまた光ファイバーにより導かれ、FBG と呼ばれるミラーの役割をする部品もファイバーの中に構成されます。このように、すべてが細い光ファイバーの中で完結しているため、ファイバーレーザは以下のようなすぐれた特長を持っています。

- 1) 光ファイバーから出力されるため、ビーム品質が高い（集光性に優れている）
- 2) 細いファイバー内に光を閉じこめているためエネルギー変換効率が高い（消費電力が低い）
- 3) ファイバーは体積に対して表面積が大きいので冷却が容易な為、高出力化し易い
- 4) 上記 2)、3)によって装置が小型軽量
- 5) すべて光ファイバーで構成されておりミラーやガス循環などのメカ的要素がないため、塵埃付着や光軸ずれがない。また、励起光源として使用される LD は高出力でも信頼性が高い（省メンテナンス、長寿命）

2.2.1 ファイバーケーブルの特長

図 4 にファイバーケーブルの構造を示します。ファイバーレーザ光は、被服で覆われたクラッドとその中心のコアの境界面で「全反射」をしながらほとんどエネルギーロスが無くレーザー加工ヘッドまで伝播されます。

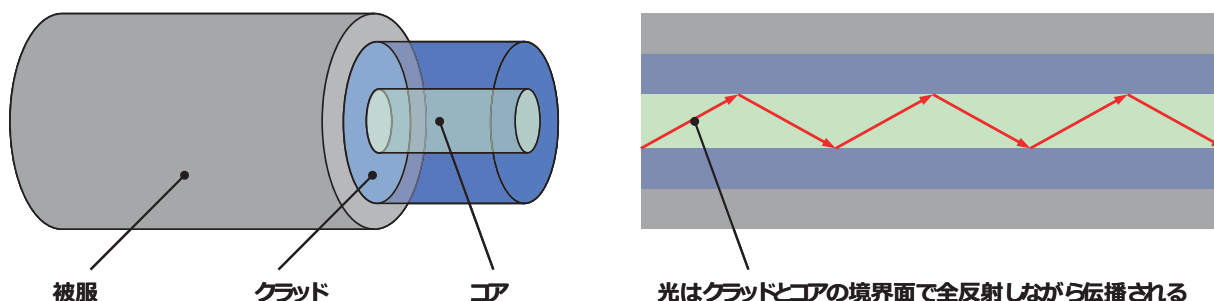


図 4 ファイバーケーブルの構造と光の伝播

ファイバーレーザ発振器から加工ヘッドまでのファイバーケーブルの経路は直線ではなく、メーカーごとに定められた曲げ半径以上を保つ様に設計・設置されております。

図 5 は光の反射の原理を示します。正常な状態であればファイバーレーザ光は全反射をしながら伝播されますが、定められた曲げ半径が規定値以下になると、光の全反射が出来なくなりファイバーレーザ光はクラッドのエリアに屈折しながら漏れ、最悪の場合は被服まで光は漏れてしまい、熱が溜まって内部のクラッドとコアを破壊しファイバーケーブル全体の破断につながります。

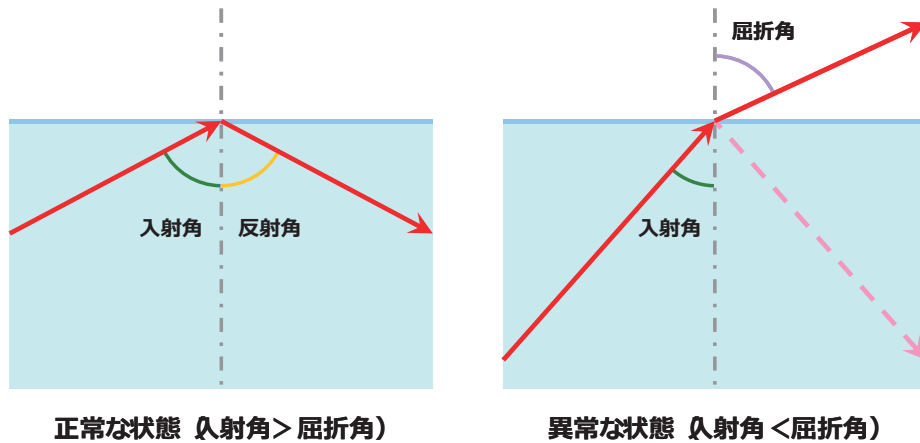


図 5 光の反射の原理

従って、ファイバーレーザー加工機内および機外のファイバーケーブルは無闇に触れることの無いように務め、むき出しのファイバーケーブルは適切な保護を講じる必要があります。レーザー加工機と別置きとなっているファイバーレーザー発振器を移動させる等、ファイバーケーブルに触れる場合は各レーザー加工機メーカーへ連絡してください。

2.2.2 ファイバーレーザー加工機

固体レーザー又は半導体レーザーは、レーザー光を光ファイバーケーブルで伝送することができます。これら光ファイバーで伝送するレーザー発振器を搭載したレーザー加工機を「ファイバーレーザー加工機」と総称します。ファイバーレーザー加工機はその特性から 2 次元切断機だけでなく、3 次元切断機 (図 6) やレーザー溶接機 (図 7)、ハンド型レーザー溶接機 (図 8) などに実用化されています。また、金属の 3D プリンター (積層造形) への応用も期待されています。



図 6 3次元レーザー切断機
溶接機



図 7 レーザー溶接機



図 8 ハンド型レーザー

2.2.3 ファイバーレーザー加工機の特長

固体レーザーの中でも特にファイバーレーザー発振器やディスクレーザー発振器は、近年の技術革新で実用化が大幅に進んでいます。従来レーザー加工機の主流であったCO₂レーザー発振器に比べ主に以下の特長を持つことから、ファイバーレーザー加工機への応用が促進されています。

- 1) 電気エネルギーから光エネルギーに変換する効率が高く、CO₂レーザーの2倍以上であり、消費電力が半分以下になる。
- 2) 波長がCO₂レーザーの約1/10で、主な金属への吸収性に優れることから従来比2倍以上の生産性が見込める。また、銅や真鍮、純アルミ材など高反射材の加工にも対応できる。

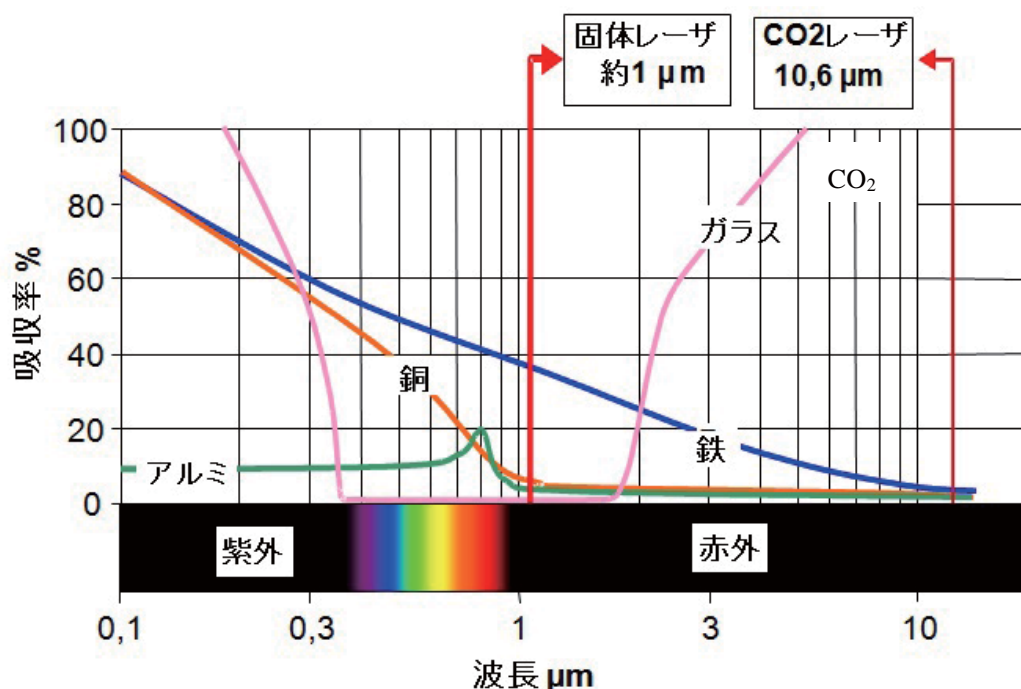


図9 レーザー波長吸収特性

- 3) 光ファイバーケーブル伝送なので、折り返しミラーなどが不要。光軸調整やメンテナンスを削減し、トータルのランニングコストを低減できる。
- 4) この波長領域のレーザー光はガラスや樹脂等は透過するので、専用の遮光ガラスや金属板用表面保護フィルム必要とするが、今日では各材料メーカーから対応品が市販されている。また、その特性を生かして、高価な集光レンズを加工中のスパッタ等から守る保護ガラスを装着できるメリットがある。

2.3 ファイバーレーザー光の危険性

レーザーは光の一種ですが、日光や電燈の光とは大きく異なる特殊な性質を有しています。機器の操作中や整備中に危険を伴う可能性があります。その性質を理解していれば、危険を予防、回避することが出来ます。

レーザーの危険性を考えた場合、一般的に最も注意しなければならない事は、眼への障害で

す。もちろん、皮膚の損傷や火災の発生にも十分な注意が必要ですが、災害をもたらし得るレーザー光の強度（パワー密度）を比較すると、特にファイバーレーザーにおいては、圧倒的に眼の障害のリスクの度合いが高いと言えます。

表 1 クラス 1 レーザ製品の MPE, AEL

クラス1 レーザ製品の MPE, AEL

	レーザーの種類	波長 (nm)	限界開口 (mm)	MPE (mW/cm ²)	AEL (mW)
眼	Ar	488 515	7 (瞳孔径)	1.0	0.39
	He-Ne	633			
	YAG	1,064			
	CO ₂	10,600	3.5	100.0	9.62
皮膚	Ar	488 515	3.5	200.0	19.24
	He-Ne	633		1000.0	96.2
	YAG	1,064			
	CO ₂	10,600			

MPE: Maximum Permissible Exposure / 最大許容露光量 (パワー密度)
 人体に放射しても有害な影響を与えることのないレーザー照射のレベル。
 過去の実例などから定められている。

AEL: Accessible Emission Limit / 被ばく放出限界 (レーザーパワー)
 あるクラスで許容される、装置から放出されるレーザーパワーの最大値。
 通常、MPEと限界開口から算出する。

CO₂レーザー光、ファイバーレーザー光は共に目に見えない赤外光ですが、その波長は一桁（約10倍）の違いがあります。CO₂レーザーの波長は10,600nmであり、遠赤外光に分類されます。ファイバーレーザーの波長は1,070nm前後であり、近赤外光に分類されます。

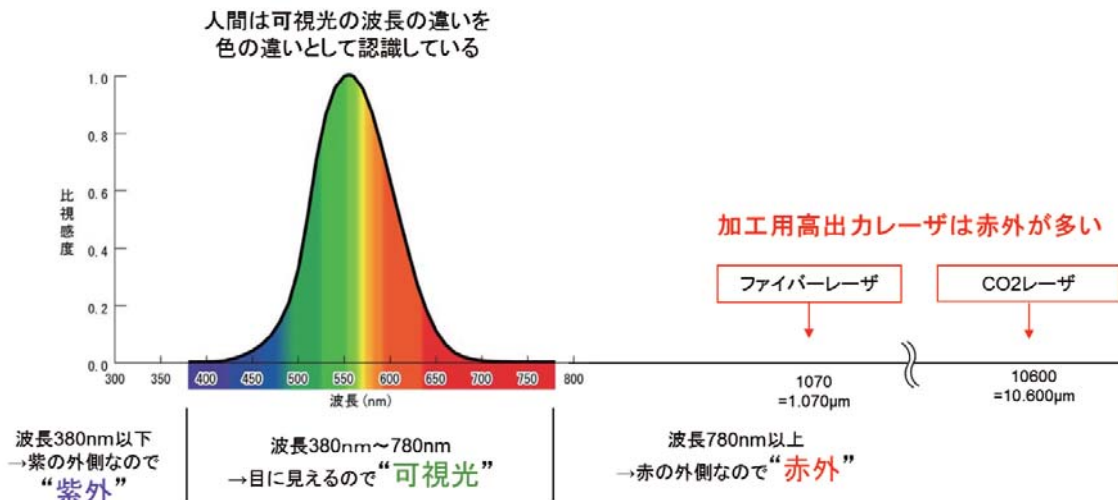


図 10 光の色と波長

眼が一定以上の強度のレーザー光に曝された場合、遠赤外光（CO₂レーザー）は目を通過せず、眼球表面の火傷が主な傷害となります。

一方、近赤外光（ファイバーレーザー）は可視光と同様に目を通過するため、網膜や視神経に回復不能な損傷を与える恐れがあります。

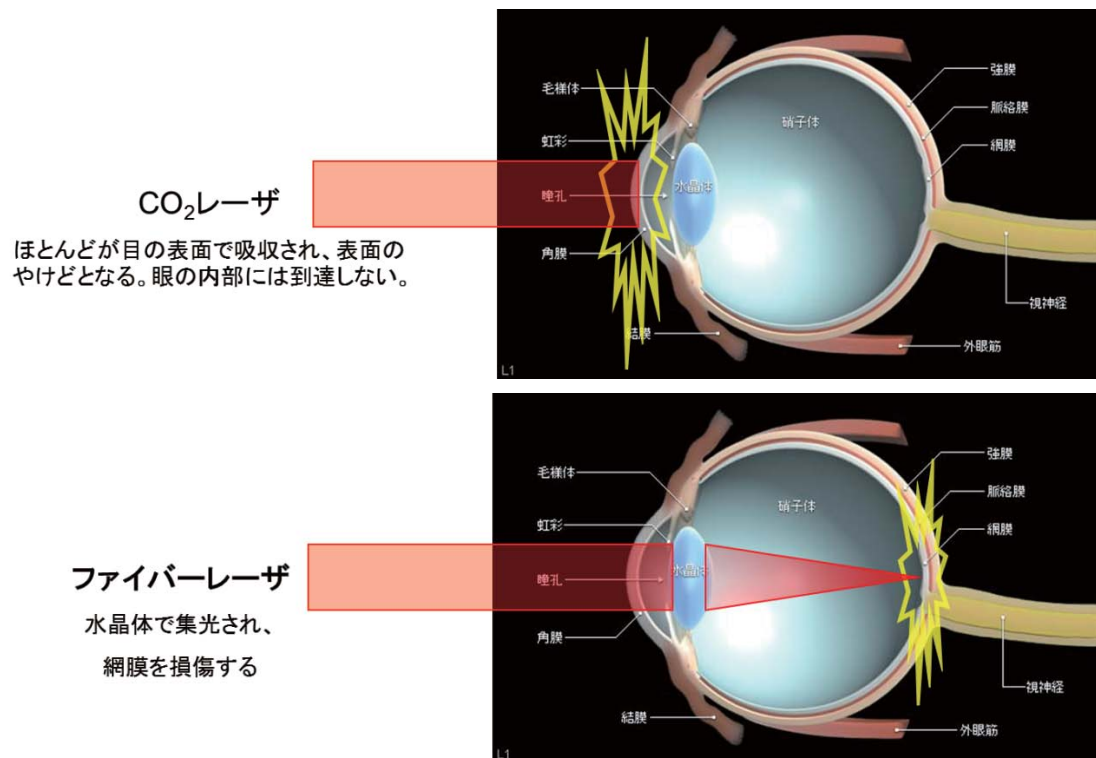


図 11 眼球損傷の絵

レーザー光の危険の度合いを判断するとき、目安となるのは総出力ではなくパワー密度です。

可視光は眩しさを感じられる為、瞬きなどの回避行動がとられますが、赤外光は見えないため気付かないうちに被曝してしまう恐れがあります。

太陽光とファイバーレーザー光

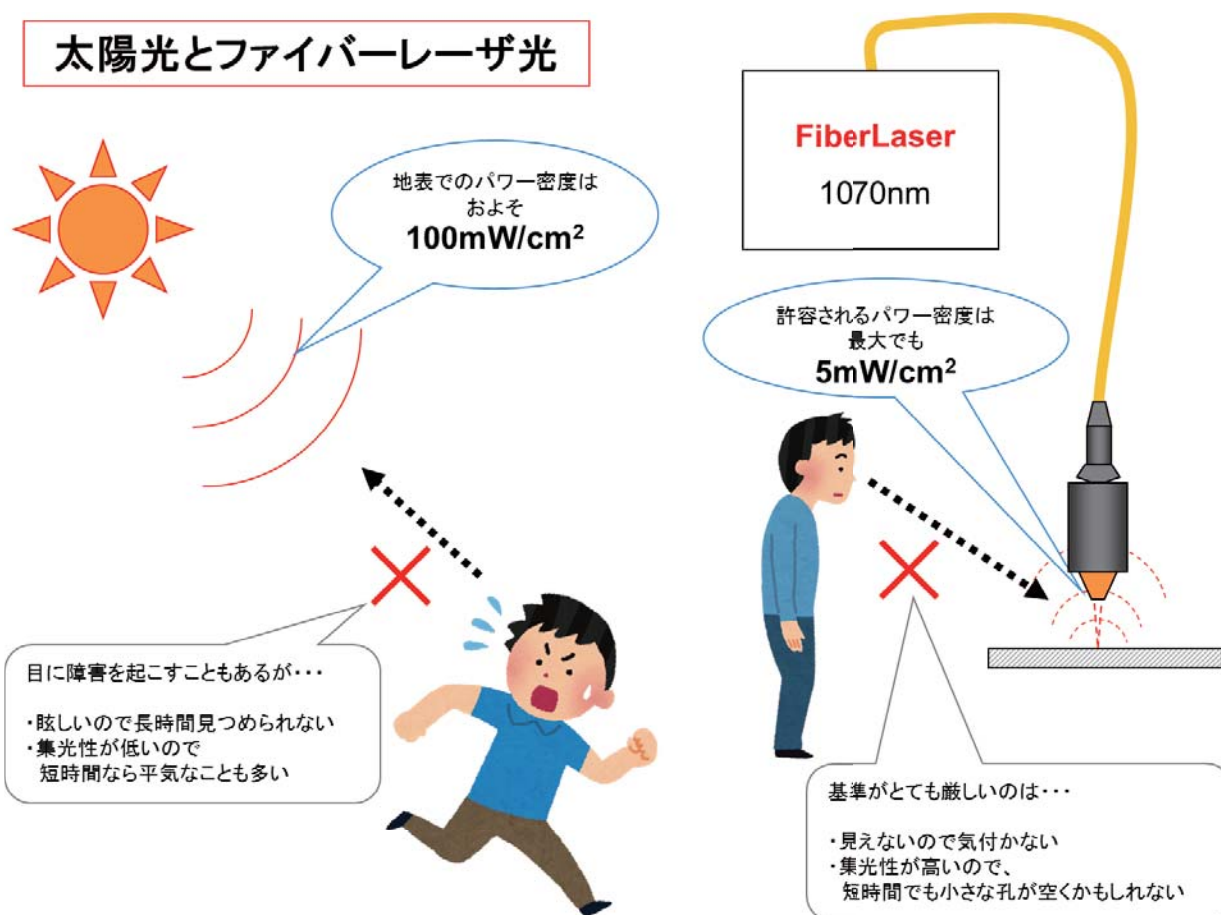


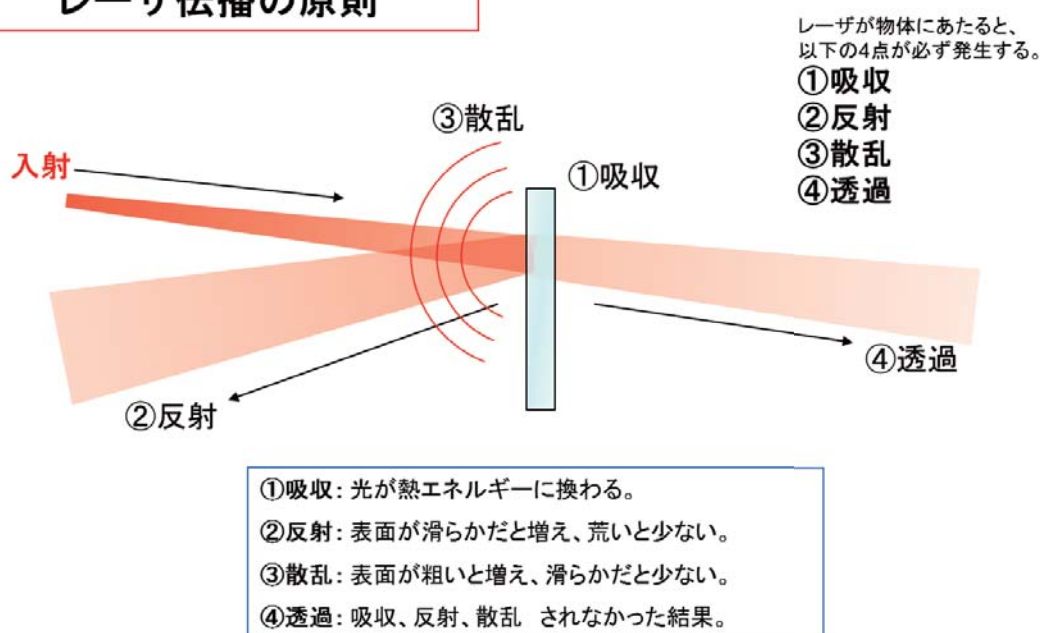
図 12 太陽光とファイバーレーザー光の危険性の違い

放射されたレーザー光が伝播する過程で様々な物体に当たりますが、その時下記のいずれかが発生します。

- 1) 吸収
- 2) 反射
- 3) 散乱
- 4) 透過

また、ほとんどの場合、これらの二つ以上が同時に発生します。

レーザ伝播の原則



- ・波長によって割合が変わる
- ・入射角度によって割合が変わる
- ・金属は非常に透過しにくい
- ・透明な物質でも反射は必ず起こる
- ・光は吸収されるまで飛び続ける

図 13 レーザ光の伝播

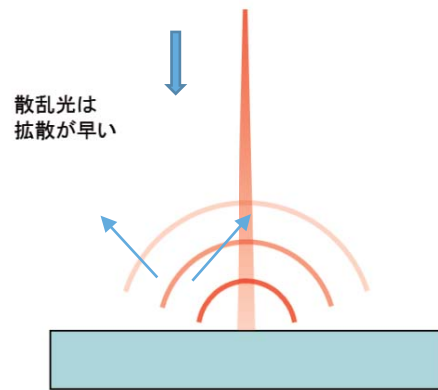
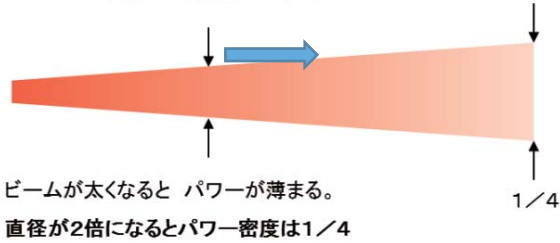
これらのうちで、特に注意を要するのは反射と散乱です。特にレーザ光が直接照射されている加工点の周辺では反射や散乱が多く発生しています。照射された総出力に比べればかなり弱まってはいるものの、目に対してはまだ十分に危険なレベルで反射光が存在している状況が通常です。

また、加工点周辺に限らず、様々な個所で何度か反射と散乱を繰り返したレーザ光が、予期せぬ方向から、もしくは予想外の距離まで、且つ危険なレベルのパワー密度で、照射されることも有り得ます。

レーザーの拡散と減衰

・光は吸収されるまで飛び続ける

しかし、徐々に拡散してゆく



金属表面での吸収は
総じて低い(5~50%くらい)。

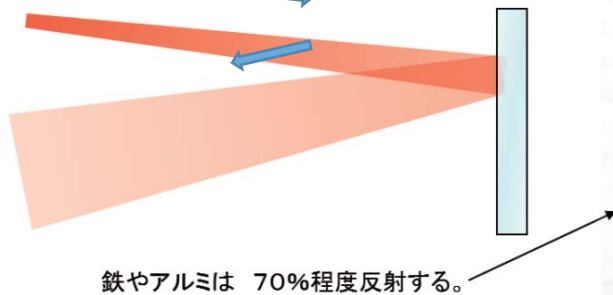


表 14 赤外線レーザーの金属表面での反射

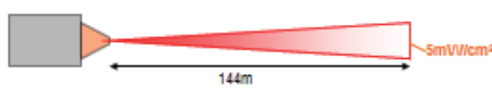
材 料	波 長 (μm)	比 抵抗 (Ω・m×10 ⁻⁹)	反 射 率 (%)	
			0.9~1.1	9~11
Au	2.4	2.4	94.7	97.7
Pt	10.6	10.6	72.9	95.6
Ag	1.62	1.62	96.4	99.0
Al	2.75	2.75	73.3	96.9
Cu	1.72	1.72	90.1	96.4
Fe	9.8	9.8	65.0	93.8
Ni	7.24	7.24	72.0	95.6
Zn	5.9	5.9	49.0	98.1
Mg	4.9	4.9	74.0	93
Cr	109	109	57	93
Mo	5.6	5.6	58.2	94.5
W	5.5	5.5	62.3	95.5
V			64.5	92
Te			48.5	78
Ta			79.5	94
Sn	11.4	11.4	54.0	87.0
Si			28	28
銀(1%Cr)	10~20	10~20	63.1	92.8~96
コンスタンタン	80	80	22.7	94.2
グラファイト			26.8	59.0

図 14 レーザ光の拡散と減衰

パワー密度の減衰

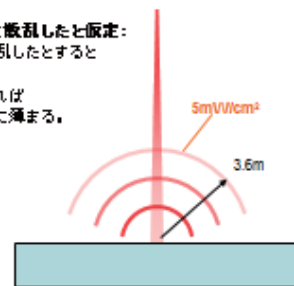
・安全になるのはどれくらいか
5mW/cm² になる距離を考える

4kWを水平発射: 1mにつき直径が 70mm大きくなるとすると



5mW/cm² になるまで 144m ほど必要。
(そのときビーム直径は 10.8m)

4kWが全て散乱したと仮定:
半球状に散乱したとすると
3.6m 離れば
5mW/cm²に薄まる。



吸収率30%の平面で 多量反射させた場合は?



41回反射すれば 4kW → 1.8mWまで減衰する。

ビームが原形を保っていると手に負えない

散乱させて減衰させることが大事。
ダイレクトビームが飛んでいく場合、
工場内に安全地帯は無い。

図 15 レーザの無害化

図 16 は、種々の金属板の表面に加工ヘッドから出たファイバーレーザー光を照射し、反射散乱光の強度の分布を実測した例です。

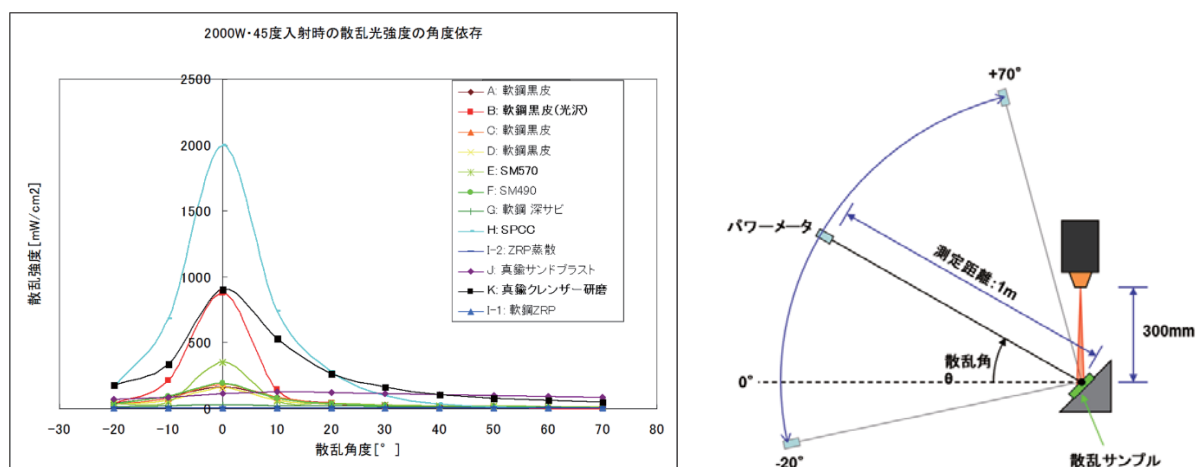


図 16 散乱光強度の角度依存

材質、表面状態によっては、正反射方向からかなり外れた角度まで一定以上の強度の反射光がある事がわかります。したがって、レーザー光の拡散が想定される場所や状況においては、以下の注意も必要です。

1) 反射経路を想定し、不要な反射体を持ち込まない

金属や滑らかで光沢のある物体の表面では、角度によっては強い反射を生じます。

2) 空気を含め、透明な物質中の伝播であっても油断しない

浮遊するチリにより散乱光が生じます。

ガラスや水の表面でも反射が生じます。

3) 金属や透明でない物質で遮られていても油断しない

金属のカバーに小さな隙間があるかも知れません。

可視光では不透明でも赤外光が透過する材質もあります。

見えない光の性質を予想して、注意し、対策を講じることを心掛けてください。

2.4 遮光フィルタについて

CO₂ レーザ加工機と同様にファイバーレーザー加工機も目に障害を及ぼさないための措置が講じられていることが JIS C 6802 にて定められており、「保護眼鏡による保護」もしくは「遮光板 (カバー) による保護」が必要となります。ファイバーレーザー加工機の場合は、ほぼ全てのメーカーにてレーザー加工機全体を覆う「遮光板 (カバー) による保護」が施されていますが、レーザー加工機内の状態を確認するための「のぞき窓」が必要となります。窓には以下の性能が求められます。

① レーザ光を透過せずに吸収すること

② 視認性を確保するために可視光線透過率が高いこと

③ 衝撃等に対する曲げ強度が高いこと

図 17 に窓に用いられる特殊な遮光フィルタの原理を示します。上記の①②を満足するために、遮光フィルタは特定の波長（ファイバーレーザーの場合は 1,070nm 前後）のみ吸収し、可視光線の波長（360～830nm）を透過します。ただし可視光線の透過率には限界があり、一般的には 30～35% となっております。

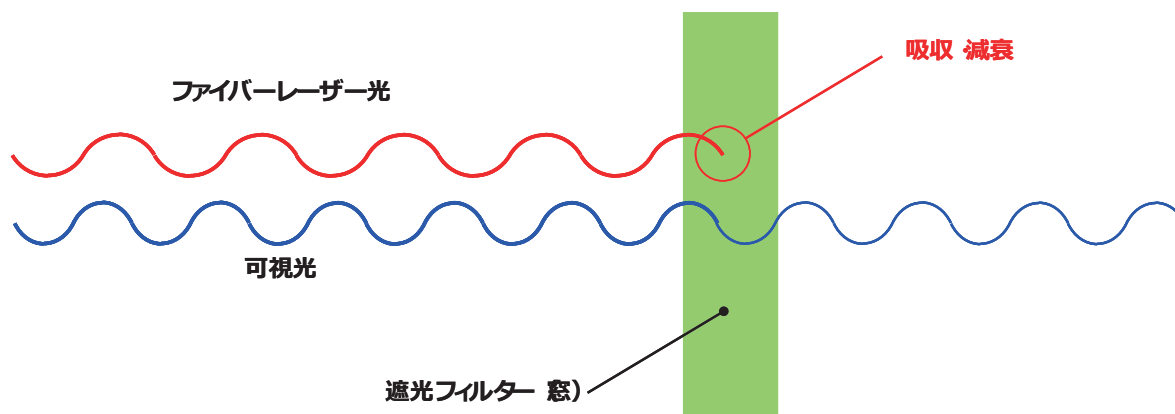


図 17 遮光フィルタの原理

遮光フィルタの性能は光学濃度（OD：Optical Density）で表されます。表 2 に OD 値と透過率と減衰率を示しますが、OD 値が大きいほど指定された波長の透過率が低くなり、より安全であることがわかります。

表 2 OD 値と透過率・減衰率

光学濃度 OD 値	透過率	減衰率
0	100%	0
1	10%	1/10
2	1%	1/100
3	0.1%	1/1000
4	0.01%	1/10000
5	0.001%	1/100000
6	0.0001%	1/1000000

3 レーザ加工機の全般的な管理事項

本章では、レーザ加工機管理者や作業者が機械を安全に使用するために、レーザ加工機メーカーの責任および事業者の責任を明確にし、事業者によるレーザ加工機の管理事項を理解していただき、管理方法および作業員への教育・訓練の方法について説明いたします。

3.1 レーザ加工機メーカーの責任（機械の製造等を行う者の実施事項）

レーザ加工機メーカーは、これまでも取扱説明書、警告ラベル等によって機械危険情報の提供を行っているが、加えて、機械ユーザーによる保護方策が必要となる機械上の危険箇所や、行うべき保護方策の内容等を、機械ユーザーがリスクアセスメントを実施するために容易に理解・認識できる形式の文書で提供することが必要である。

そのような形式を具体化した文書として、取扱説明書の一部として作成する「機械ユーザーによる保護方策が必要な残留リスクマップ」および「機械ユーザーによる保護方策が必要な残留リスク一覧」がある。

3.2 事業者の責任（機械を労働者に使用させる事業者の実施事項）

3.2.1 実施内容

機械を労働者に使用させる事業者は、調査及びその結果に基づく措置として、次に掲げる事項を実施するものとする。

- a) 労働者の就業に係る危険性又は有害性の同定
- b) a)により特定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合（以下「リスク」という。）の見積り
- c) b)の見積りに基づくリスクを低減するための優先度の設定及びリスクを低減するための措置（以下「リスク低減措置」という。）内容の検討
- d) c)の優先度に対応したリスク低減措置の実施

3.2.2 実施方法

実施体制、実施時期、対象の選定、情報の入手、危険性又は有害性の同定、リスクの見積り、保護法策の検討及び実施、記録、注文時の配慮事項等は、機械の包括的な安全基準に関する指針を参照する。

3.2.3 要約

事業場における労働災害防止を進めるにあたり、機械を新たに設置する時期をとらえ、リスクアセスメントを行うことが最も効果的である。

このため、レーザ加工機メーカーが作成する残留リスクマップおよび残留リスク一覧を機械ユーザーに提供することにより、機械ユーザーが事業場における機械災害防止対策を進めるため、これらの情報を活用して労働安全衛生法第28条の2に基づく事業場でのリスクアセスメント及び必要な保護方策を実施することが重要である。

3.3 レーザ加工機の管理事項

3.3.1 法規の遵守

レーザー加工機は、労働安全衛生法および労働安全衛生規則、電波法により設備の使用者である事業者への義務が課せられています。また、レーザー機器を取扱う業務、またはレーザー光に曝される恐れのある業務に、常時従事する労働者の障害を防止することを目的に、昭和 61 年 1 月 27 日に当時の労働省労働基準局長通達による基発第 39 号で「レーザー光線による障害の防止対策要綱」が策定され、その後、平成 17 年 3 月 25 日基発第 0325002 号（附属書 A 参照）で改正されました。この中で、労働者の障害を防止するための細かな指導がなされています。

3.3.2 安全基準の遵守

ファイバーレーザー加工機では、加工用としてクラス 4 のファイバー（不可視光）レーザーを使用し、加工位置確認用として 650nm 波長程度の半導体可視光レーザー等を使用しています。パーテーションその他の防護カバー（天井を含む）が全て閉じられていて、全ての防護装置が有効な状態であれば、レーザー加工機の外側はクラス 1 のレーザー製品に該当します。（レーザー加工機メーカーでレーザークラスの銘板が貼られています）これらの条件を満たしていないときはクラス 4 になりますので、パーテーションその他の防護カバーを全て閉じ、防護装置を有効にして使用してください。

サービスモード等のある機械では、サービス作業・レーザー光軸調整点検作業でレーザークラス 4 になる場合があります。適切に研修を受け、装備の整っている作業員以外はおこなわないでください。

可視光レーザーはパーテーションを開いていても出射されます。可視光レーザーはクラス 1 のレーザー製品に該当します。（レーザー加工機メーカーでレーザークラスの銘板が貼られています）

レーザー加工機の取り扱いについては、国や地方自治体の法規や安全基準に従って使用してください。

3.3.3 加工機管理者の選任

レーザー加工機の取扱いおよびレーザー光線による障害の防止について十分な知識と経験を有する者のうちからレーザー加工機管理者を選任し、以下に掲げる事項を実施させてください。

- a) レーザー光線による障害防止対策に関する計画の作成および実施
- b) レーザ管理区域（レーザー加工機から発生するレーザー光線にさらされるおそれのある区域をいう）の設定および管理
- c) レーザ加工機を作動させるためのキーなどの管理
- d) レーザ加工機の点検・整備およびそれらの記録の保存
- e) 保護具の点検・整備およびその使用状況の監視
- f) 作業員への労働衛生教育の実施およびその記録の保存
- g) その他レーザー加工機による火災や障害を防止するために必要な事項

なお、衛生管理者を選任すべき事業場にあつては、上記のレーザー加工機管理者が行う業

務は、衛生管理者の指揮のもとで行わせてください。

3.3.4 加工機管理者・注意事項の提示

レーザ加工機またはレーザ管理区域の出入り口の見やすい個所に、以下の事項を掲示してください。

- a) レーザ加工機管理者の氏名
- b) レーザ光線の危険性・有害性およびレーザ加工機の取り扱い上注意すべき追加事項
- c) レーザ加工機の設置を示す表示

3.3.5 加工機管理者によるキーの保管

誤操作や関係者以外の勝手な操作による事故を防ぐため、キー付きスイッチになっているものがあります。キー付きスイッチのキーは、レーザ加工機管理者が保管してください。

キー付きスイッチの位置は、レーザ加工機メーカーの取扱説明書を参照してください。

3.3.6 加工機の点検・整備

作業開始前の点検を行ってください。

作業開始前に、レーザ加工機管理者にレーザ光路、インターロック機能、防護装置、保護具の点検を行わせてください。

機器の故障や不具合を早期に発見し、異常を認めたときは補修など必要な措置を取り、事故を未然に防ぐようにしてください。

発振器の保守等に関して、取扱説明書に記載されていない保守作業は危険を伴うおそれがありますので、レーザ加工機メーカーのサービス担当にお問い合わせください。

3.4 安全衛生教育と健康管理

3.4.1 作業員への安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、もしくは労働者の作業内容を変更して当該業務に就かせ、または使用するレーザ加工機を変更したときは、法規や安全基準に基づく教育を行ってください。また、以下の事項について、この「機械に関する危険情報の通知」に沿ったルールを定めて、教育・訓練を行ってください。

- a) 「機械に関する危険情報の通知」に基づくレーザ加工機の危険性および有害性
- b) レーザ光の性質、危険性および有害性
- c) レーザ加工機の原理および構造
- d) レーザ加工機の取扱い方法
- e) 防護装置および保護具の性能ならびにこれらの取扱い方法
- f) 緊急時の措置および退避

3.4.2 作業員の健康管理

レーザ業務に常時従事する労働者について、雇い入れまたは配置替えの際に、視力検査に

併せて前眼部（角膜、水晶体、網膜）検査および眼底検査を行ってください。

レーザー光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察または処置を受けさせてください。

3.4.3 作業者の衣服に対する注意

レーザー加工機を操作するときは、だぶついた衣服や装身具を着用しないでください。

レーザー加工機に引っ掛かったり、巻き込まれたりするおそれがあります。

レーザー業務を行う際、有害ガス、粉塵等が発生する場合には、これらによる健康障害を防止するため、密閉設備、局所排気装置等の設置、防毒マスク、防塵マスクの使用等労働安全衛生法令所定の措置を講じてください。

作業内容に応じて、安全帽・レーザー用保護眼鏡・粉塵用保護眼鏡・安全靴・耳栓・手袋・防毒マスク・防塵マスクなど保護具を着用してください。これらの保護具はそれぞれの作業の安全基準に準拠したものを選定してください。

4 輸送時および設置時の残留リスクと保護方策

4章から9章においては、輸送・設置時、運転時、段取り時、点検、清掃、破棄物処理時、保守・調整時、解体・廃棄時の注意事項と保護方策について説明しています。レーザ加工機の構成図面の一例を以下に示しますが、具体的には、レーザ加工機メーカーの取扱説明書の一部として作成する「機械ユーザーによる保護方策が必要な残留リスクマップ」および「機械ユーザーによる保護方策が必要な残留リスク一覧」を参照をお願いします。

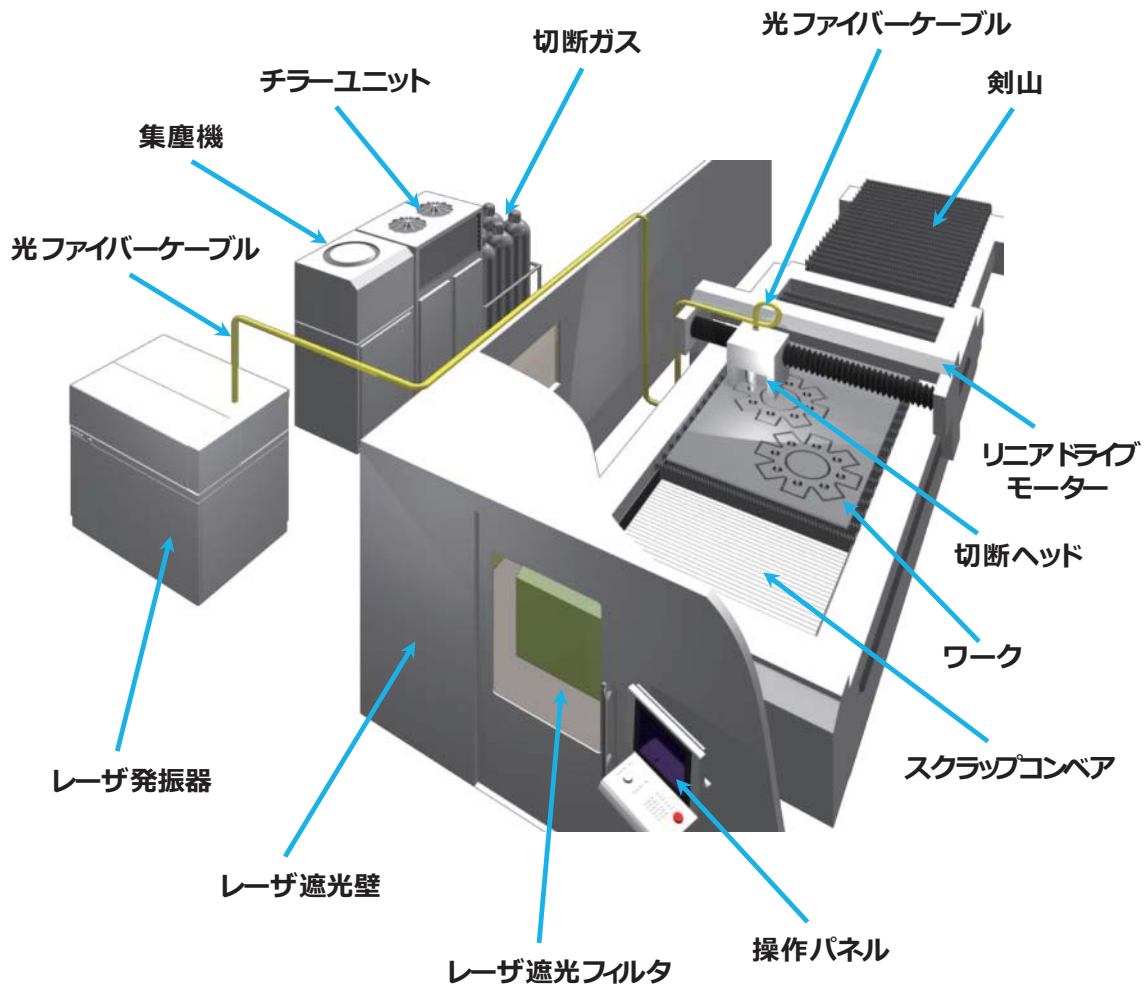



図 14 レーザ加工機の構成例


まず4章では、事業者による移設等を含む機械の輸送と設置（据付）において、機械を損傷させずに安全に作業を実施するために、輸送時の注意事項および設置時の注意事項とリスクを軽減するための保護方策について説明いたします。


4.1 輸送の注意事項一般


レーザ加工機の運搬、つり上げ及び据え付け工事は、特殊な技術が必要です。専門業者に依頼してください。


1	 警告	機械つり上げ・移動時
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 機械の移動やつり上げ時に、適切な方法を取らなかったり、輸送用ジグやつり具を使わなかったりすると、機械が転倒したり落下したりする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 機械の移動やつり上げは、レーザ加工機メーカーまたは専門の業者に依頼してください。</p>		


4.2 設置の注意事項


1	 警告	機械設置時
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 可燃性ガスのある場所に機械を設置すると、加工時に発生するスパッタやスイッチなどの火花で引火し、爆発・火災により死亡事故に至る可能性があります。</p> <p>【保護方策】 機械は、可燃性ガスの無い場所に設置してください。</p>		


2	 警告	機械設置時
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 機械を狭い場所に設置すると、操作や点検が不確実となり傷害や機械損傷が生じる可能性があります。</p> <p>【保護方策】 機械は、レーザ加工機メーカー指定のメンテナンスエリアが確保できる屋内に設置してください。</p>		

3	 警告	機械設置時
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 機械を暗い場所に設置すると、操作や点検が不確実となり傷害や機械損傷が生じる可能性があります。</p> <p>【保護方策】 機械は、通常の作業が行える照明を有する屋内に設置してください。</p>		

4	 警告	電源線接続時
<p>【危険源】 制御盤および工場配電盤</p> <p>【危険内容】 機械への電源の接続を誤ると感電により死亡事故に至る可能性があります。</p> <p>【保護方策】 電気設備に関する技術基準に基づいて、電気の有資格者が接続を行ってください。</p>		

5	 警告	アース線（接地線）接続時
<p>【危険源】 制御盤および工場配電盤</p> <p>【危険内容】 指定の一次電源およびアース配線工事を実施しないと、漏電により感電したり誤動作により機械に挟まれたりする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 電気工事図に従って、一次電源およびアース配線工事を実施してください。</p>		

6	 警告	ガス配管時
<p>【危険源】 ガスボンベ</p> <p>【危険内容】 ガスボンベが転倒して足等が押し潰される可能性があります。</p> <p>【保護方策】 ガスボンベは、ボンベスタンドまたは壁・柱等の構造物に確実に固定してください。</p>		

7	 警告	給油／給脂時
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 油／グリスが手や眼に付着すると炎症を起こす場合があります。</p> <p>【保護方策】 保護手袋、保護メガネを着用して作業してください。</p>		

5 運転時の注意事項と保護方策

ここでは、レーザー発振器を安全に正しく操作するために知っておかねばならない注意について説明します。

「潜在する危険」を回避し、安全を確保するために必ず守ってください。また、操作を行う方は必ずレーザー加工機メーカーが行う「オペレータ教育」を受けてください。



本節で記述する事項を遵守しない場合、重大な障害や機器の破損、火災などが発生する可能性があります。

5.1 「操作担当者」遵守事項

操作担当者は安全に作業を行うため、次に示す遵守事項を守ってください。また、この遵守事項を徹底するための社内制度を確立させることも必要です。

- ・運転を開始する前に、必ず始業点検を行ってください。
- ・レーザー光路内・付近に異物（特に引火性・爆発性のもの）を置かない、近付けないでください。
- ・室内の換気を行ってください。
- ・危険予知（異臭・異音等）・障害発生時には、必ずレーザー加工機メーカーのサービス担当にお問い合せください。
- ・取扱説明書を熟読し、レーザー発振器の概念・潜在的危険を充分理解してください。
- ・取扱説明書および操作中に理解不明な点があれば、速やかにレーザー加工機メーカーのサービス担当にお問い合せください。
- ・機械の稼働中に起きた偶発的事故は、直ちにレーザー加工機メーカーのサービス担当にお問い合せください。
- ・定期点検が行われているか確認し、もしされていなければ取扱説明書を参照の上、定期点検を行ってください。

5.2 レーザ光の注意事項

ファイバーレーザー光の危険性については、2.3 章でも記述説明しています。改めて、直接・間接にファイバーレーザー加工機を用いて加工に従事する作業者に、ファイバーレーザー光の危険性について注意を喚起する意味で再度説明致します。

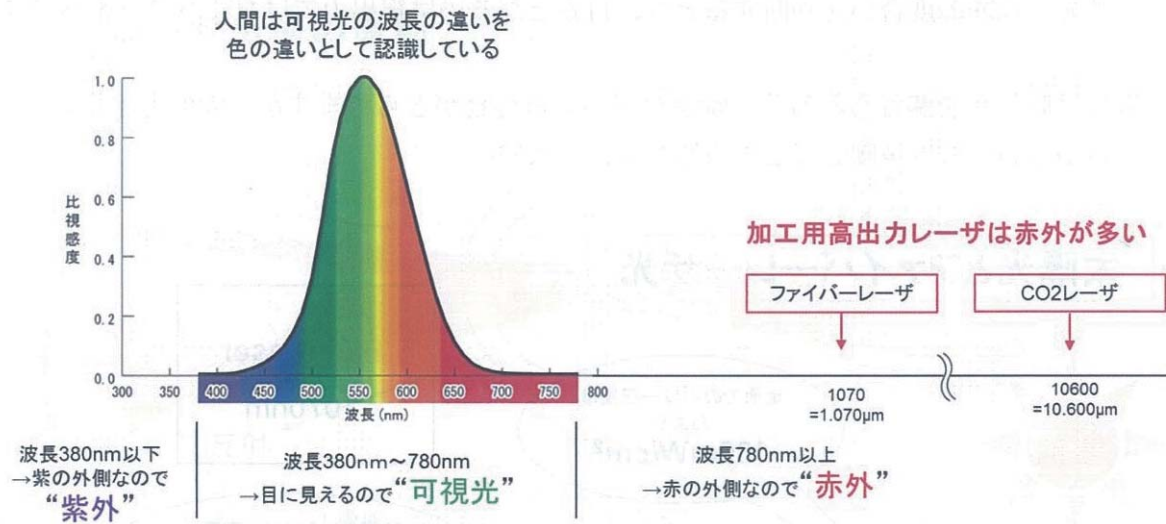


図 15 光の色と波長

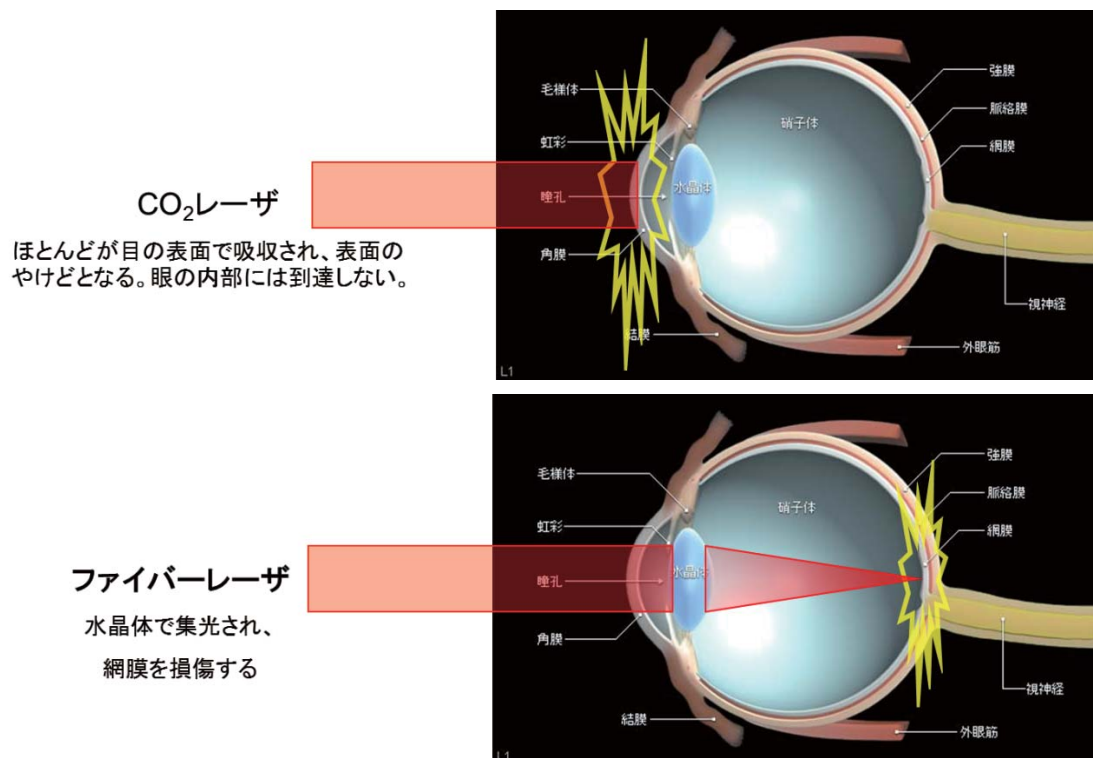


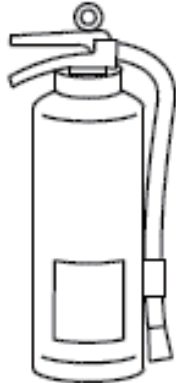




図 16 眼球損傷の絵


1	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 クラス4のレーザ光</p> <p>【危険内容】 パーテーションが破損した状態やパーテーションを取り外した状態で加工すると、クラス4のレーザ光が外に漏れる可能性があります。 クラス4のファイバーレーザは波長が1060～1080nmで目に見えません。 このレーザ光は可視光に近い赤外線のため、目の角膜や水晶体を透過しそれらのレンズ作用で網膜に集光されると、網膜に重大な障害を負う可能性があります。 ファイバーレーザ光が直接目に入った場合はもちろんのこと、材料表面からの反射光・散乱光が当たった場合も、失明・火傷の可能性があります。</p> <p>【保護方策】 パーテーションの窓や、その他の防護カバーに破損（穴開き）や焼け跡などの異常がないか、扉のインターロックは正常に働くか、作業開始前の点検で確認してください。 もし、異常が認められた場合は機械の使用を中止し、レーザ加工機メーカーサービス担当にご連絡ください。</p>		


2	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 レーザ光</p> <p>【危険内容】 レーザ加工中は、常に火災が発生するおそれがあります。</p> <p>【保護方策】 無人の状態ではレーザ加工を行わないでください。 また、加工終了後も火種が残っている可能性がありますので、注意してください。火災が発生しても速やかに消火できるよう、機械の近くに消火器を設置してください。消火器は消火する対象物により使い分ける必要があり、普通火災用、油火災用、電気火災用、特殊火災用（金属など）に分類されていますので、予測される火災に合った消火器を備えてください。</p>		


3	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 銅やアルミ等の反射率が高い材料</p> <p>【危険内容】 銅やアルミ等の反射率が高い材料を加工すると、その反射光により機械および周辺の可燃物が燃える可能性があります。けがき加工は、さらに危険が大きくなります。</p> <p>【保護方策】 レーザ加工機メーカーに再確認してください。</p>		


4	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 切断不良による反射光</p> <p>【危険内容】 切断不良を起こしたまま運転を続けると、反射光により機械および周辺の可燃物が燃える可能性があります。</p> <p>【保護方策】 切断不良を起こしたまま運転を続けないようにしてください。</p>		


5.3 火災・爆発・粉塵の注意事項


1	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 マグネシウムの粉塵</p> <p>【危険内容】 マグネシウムおよびその合金の加工から発生する粉塵は爆発する危険性が最も高い材料です。</p> <p>【保護方策】 マグネシウムおよびその合金は加工しないでください。</p>		

2	 警告	常時
<p>【危険源】 チタン・アルミニウム・亜鉛の粉塵</p> <p>【危険内容】 加工機・ダクト・集塵装置にたまったチタン・アルミニウム・亜鉛およびそれらの合金の粉塵は、酸化した鉄や銅などの粉塵と混ざることによってテルミット反応を起こし、高熱を発生して爆発します。</p> <p>【保護方策】 加工機・ダクト・集塵装置に粉塵をためないように、毎日の清掃管理が重要です。材質ごとに専用機とするか、他の材質の加工前後には完全に粉塵を清掃して、粉塵が混ざらないように管理してください。集塵装置の粉塵集積容器も材質ごとに交換し、粉塵を混ぜないでください。火災発生時にも水をかけないでください。金属火災用の消火器を備えてください。</p>		


3	 警告	常時
<p>【危険源】 チタン・アルミニウム・亜鉛の粉塵と水</p> <p>【危険内容】 加工機・ダクト・集塵装置にたまったチタン・アルミニウム・亜鉛およびそれらの合金の粉塵は、水と反応して高熱と水素ガスを発生させ、爆発する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 加工機・ダクト・集塵装置に粉塵をためないように、毎日の清掃管理が重要です。材質ごとに専用機とするか、他の材質の加工前後には完全に粉塵を清掃して、粉塵が混ざらないように管理してください。集塵装置の粉塵集積容器も材質ごとに交換し、粉塵を混ぜないでください。火災発生時にも水をかけないでください。金属火災用の消火器を備えてください。</p>		


4	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 粉塵</p> <p>【危険内容】 レーザ加工で発生する粉塵は、火災の危険の他、粉塵爆発を起こす可能性があります。粉塵爆発は、「酸素」「爆発下限濃度以上の粉塵」「最小着火エネルギー」の三つの条件が全てそろった瞬間に発生します。粉塵が大量にたまっていると最初の粉塵爆発でたまっていた粉塵が飛散し、さらに規模が大きい二次爆発へ発展します。</p> <p>【保護方策】 スクラップボックスや集塵装置のダストボックスは毎日清掃してください。</p>		


5	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 粉塵、酸素ガス</p> <p>【危険内容】 粉塵のたい積に加えアシストガスの酸素が充満すると、火災が発生する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 常に工場全体の換気を行ってください。</p>		


6	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 集塵装置フィルタ</p> <p>【危険内容】 汚れたフィルタを使い続けると、着火して火災が発生する可能性が高くなります。</p> <p>【保護方策】 フィルタの点検と定期交換を行ってください。実施記録を残して計画的に実施してください。</p>		


5.4 材料の注意事項


1	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 可燃物</p> <p>【危険内容】 レーザの反射光や加工中に発生するスパッタ（溶融金属が飛び散ったもの）が可燃物に当たると、着火して火災が発生する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 加工機の周囲には可燃物（代表的なものとしてオイル、グリス、アセトン、プラスチック、ウエス、木、紙、集塵装置のフィルタなど）を置かないでください。また、加工パレットに付着した油はこまめに拭き取ってください。</p>		

2	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 可燃性の材料</p> <p>【危険内容】 可燃性の材料を加工すると、火災が発生する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 アクリルやベニヤ板など可燃性の材料の加工は、常に火災の危険を伴いますので行わないでください。</p>		




3	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 粉塵、アシストガス</p> <p>【危険内容】 粉塵およびアシストガスの窒素や酸素が充満すると、人体に影響が及ぶ可能性があります。</p> <p>【保護方策】 常に工場全体の換気を行ってください。</p>		

4	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 ポリ塩化ビニル</p> <p>【危険内容】 ポリ塩化ビニルは、レーザ加工により有毒な塩化水素ガスを発生します。また、水によく溶け、水溶液は塩酸となり、設備などを強力に腐食させます。</p> <p>【保護方策】 ポリ塩化ビニルはレーザ加工しないでください。</p>		

5	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 ナイロンおよびポリウレタン</p> <p>【危険内容】 ナイロンおよびポリウレタンは、レーザ加工により有害なシアン化水素ガスを発生します。</p> <p>【保護方策】 ナイロンおよびポリウレタンはレーザ加工しないでください。</p>		

6	 警告	レーザ加工
<p>【危険源】 安全が確認されていない材料</p> <p>【危険内容】 レーザ加工する材質によっては、有毒物質を発生する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 特殊な材料、過去にレーザ加工したことのない材料は、有毒ガス・有害粉塵が発生しないか、火災や爆発の危険がないかを材料メーカーに確認してください。</p>		


5.5 運転の注意事項


1	 警告	機械可動範囲内での作業時
<p>【危険源】 機械の可動部</p> <p>【危険内容】 加工機の可動部に挟まれる可能性があります。</p> <p>【保護方策】 レーザ加工機の可動範囲内に入る作業（材料の搬入、製品やスクラップの搬出）を行うときは「ストップ」ボタンを押し、さらに「シャッター可動」キーまたは「電源遮断のハード回路」を“OFF”に切り替えてから作業を行ってください。</p>		
2	 警告	トラブル発生
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 トラブルが発生したまま加工機の運転を続けると、誤動作で機械に挟まれたり、火災が発生したりする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 運転中にトラブルが発生し、危険を感じたときは、直ちに赤色の「非常停止」ボタンを押してください。ボタンは押すと機械を全停止させることができます。発振器への電圧供給も停止され、レーザ発振が停止します。ボタンを押したら、速やかにレーザ加工機管理者に報告してください。</p>		
3	 警告	機械稼働
<p>【危険源】 リニアモータ</p> <p>【危険内容】 ペースメーカー・除細動器などの電子医療機器は、リニアモータの永久磁石により正常な動作を損なうおそれがあります。</p> <p>【保護方策】 電子医療機器を使用している方の気分が悪くなったり調子がおかしいと感じたときは、直ちにその場を離れてください。</p>		





6 段取り時の注意事項と保護方策


ここでは、通常の加工時に発生する各種段取り作業時に関する機械固有の残留リスクと保護方策について説明します。


1	 警告	材料のセット：製品の取り出し
<p>【危険源】 材料、パレットチェンジャーの可動部</p> <p>【危険内容】 複数の作業員で材料搬入・搬出を行う場合、オペレータが機械操作を誤ると他の作業員が材料や加工機可動部に挟まれる可能性があります。</p> <p>【保護方策】 レーザ加工機の操作は、作業内容を熟知した作業員が単独で行ってください。やむをえず複数の作業員で材料の搬入・搬出をする場合は、常にお互いの作業状況を確認し合いながら行ってください。</p>		


2	 注意	材料セット
<p>【危険源】 材料のエッジで指や手首などをけがする可能性があります。</p> <p>【危険内容】 材料のエッジで指などをけがする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 手首まで保護出来る革手袋などの保護具を着用してください。</p>		


3	 注意	材料セット
<p>【危険源】 剣山</p> <p>【危険内容】 剣山で指などをけがする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 革手袋などの保護具を着用してください。</p>		

4	 注意	材料セット
<p>【危険源】 ワーククランプ</p> <p>【危険内容】 ワーククランプに指を挟まれる可能性があります。</p> <p>【保護方策】 材料をクランプするときは、ワーククランプに手を近づけないでください。</p>		

5	 注意	製品の取り出し
<p>【危険源】 製品</p> <p>【危険内容】 製品のエッジで指などをけがする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 革手袋などの保護具を着用してください。</p>		


6	 注意	製品の取り出し
<p>【危険源】 製品</p> <p>【危険内容】 高温になった製品に触れて、指を火傷する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 革手袋などの保護具を着用してください。</p>		


7	 注意	製品の取り出し
<p>【危険源】 パレットや剣山</p> <p>【危険内容】 パレットや剣山の上に乗って足を踏み外したり、パレットが傾いて落下する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 パレットや剣山の上には乗らないでください。</p>		


8	 警告	材料変更
<p>【危険源】 スラグボックス・集塵装置</p> <p>【危険内容】 アルミ・アルミ合金から鉄を含む材料への材料変更やその逆の材料への変更の場合、混合したまま加工すると、テルミット反応が起こり、火災が発生する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 スラグボックス・集塵装置の中身の廃却と清掃は定期的に、また材料が変る場合は必ず実施してください。</p>		


7 点検、清掃、廃棄物処理時の注意事項と保護方策


ここでは、日常的に行う点検、清掃、廃棄物処理時に関する機械固有の残留リスクと保護方策について説明します。


1	 警告	電源点検
<p>【危険源】 一次電源配線</p> <p>【危険内容】 工場側一次電源配線を点検するときに、誤って充電部に触れると感電する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 点検作業するときは電気の供給を止め、工場側元電源を切ってください。</p>		


2	 注意	職場清掃
<p>【危険源】 粉塵</p> <p>【危険内容】 粉塵は、吸い込むと人体に影響を及ぼしたり、堆積すると火災が発生したりする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 毎日職場清掃を行うとともに。工場の床は定期的に粉塵の清掃を行ってください。粉塵は、真空掃除機を使用するか水洗いするなど粉塵が飛散しない方法で清掃するか、防塵マスクを着用してください。剣山やジグなどの清掃時には、圧縮エアなどを使用し粉塵を飛ばさないように注意してください。</p>		


3	 注意	集塵装置ダストボックス清掃
<p>【危険源】 粉塵</p> <p>【危険内容】 集塵装置内のダストボックスを清掃するときに、粉塵を吸い込む可能性があります。粉塵を吸い込むと、人体に影響が及ぶ可能性があります。</p> <p>【保護方策】 集塵装置内のダストボックスを清掃するときは、粉塵を吸い込まないように防塵マスクを着用してください。また、皮膚に直接粉塵が触れないように長袖の服、ゴム手袋を着用するとともに衣服についた粉塵は、その飛散防止のため、吸引式ブラシを使用するか屋外で払い落としてください。</p>		

4	 注意	集塵装置フィルター清掃
<p>【危険源】 粉塵</p> <p>【危険内容】 集塵装置フィルタを点検・交換するとき、粉塵を吸い込む可能性があります。粉塵を吸い込むと、人体に影響が及ぶ可能性があります。</p> <p>【保護方策】 集塵装置フィルタを清掃するときは、粉塵を吸い込まないように防塵マスクを着用してください。また、皮膚に直接粉塵が触れないように長袖の服、ゴム手袋を着用するとともに衣服についた粉塵は、その飛散防止のため、吸引式ブラシを使用するか屋外で払い落としてください。</p>		

5	 注意	スラグボックス清掃
<p>【危険源】 スクラップやスラグ・粉塵</p> <p>【危険内容】 加工後すぐにボックス内のスクラップやスラグに触れると、高温のため火傷をしたりエッジで指をけがしたりする可能性があります。また、粉塵が飛散すると吸い込む可能性があり、吸い込んだ場合は、人体に影響が及ぶ可能性があります。</p> <p>【保護方策】 革手袋などの保護具を着用してください。また、粉塵を吸い込まないように防塵マスクを着用してください。</p>		


6	 警告	スラグボックス清掃
<p>【危険源】 スクラップコンベア</p> <p>【危険内容】 スクラップコンベアを動作させたままスラグボックスの清掃を実施するとコンベアの回転部分に巻き込まれ人身事故につながる恐れがあります。</p> <p>【保護方策】 コンベアの電源を OFF し完全に回転が停止した事を確認してください。</p>		


7	 注意	パレット清掃
<p>【危険源】 パレット・剣山</p> <p>【危険内容】 パレットや剣山の上に乗って足を踏み外したり、パレットが傾いて落下する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 パレットや剣山の上には乗らないでください。</p>		


8	 注意	保護ガラスの清掃
<p>【危険源】 レンズクリーナー</p> <p>【危険内容】 レンズクリーナーが目に入ると炎症を起こす可能性があります。また、皮膚に触れると炎症を起こす恐れがあります。</p> <p>【保護方策】 保護めがねを装着するなどしてレンズクリーナーが目に入らないようにしてください。また、保護手袋などを使用し、レンズクリーナーが直接手に触れないようにしてください。</p>		


8 保守・調整時の注意事項と保護方策


発振器の保守等に関して、取扱説明書に記載されていない保守作業は危険を伴うおそれがありますので、必ずレーザ加工機メーカーのサービス担当に委託してください。取扱説明書に記載されているファイバーレーザ加工機の保守点検は、適切なレベルの教育をレーザ加工機メーカーから受けた者が取扱うようにしてください。


1	 警告	ブレーカー
【危険源】 機械本体		
【危険内容】 他の作業者が誤って加工機の電源を入れると、機械が不意に動作する可能性があります。		
【保護方策】 ブレーカーが“OFF”にした状態で保守点検・調整作業をするときは、ブレーカーの穴に南京錠などを掛けてください。		


2	 警告	加工機
【危険源】 機械本体		
【危険内容】 他の作業者が保守点検・調整中の作業者に気づかずに機械を操作し、機械が動作する可能性があります。		
【保護方策】 レーザ加工機の点検・調整作業をするときは、他の作業者に「点検作業中」であることを知らせる表示をしてください。また、ドアスイッチのキーを抜き作業者が保持して下さい。		


3	 警告	ミラークリーニング・アライメント調整時
【危険源】 レーザ光		
【危険内容】 誤った方法で作業すると、火傷等の危険を伴う可能性があります。		
【保護方策】 レーザ加工機メーカーのサービス担当に委託してください。		


4	 警告	エア供給
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 他の作業者が誤って加工機にエアを供給すると、機械が不意に動作する可能性があります。</p> <p>【保護方策】 エアの供給を止め、残圧処理した状態で保守点検・調整作業をするときは、エアバルブの穴に南京錠などを掛けてください。</p>		


5	 注意	チラー保守
<p>【危険源】 チラー冷却フィンおよび冷却ファン</p> <p>【危険内容】 チラー熱交換器を点検・清掃するときに、冷却フィンまたは冷却ファンに触れて、火傷をする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 点検・清掃するときは、チラーの元電源を切り冷却期間を経過してから行ってください。</p>		

6	 危険	電気機器の保守
<p>【危険源】 電気機器充電部</p> <p>【危険内容】 動力を遮断せず、又は放電しない状態で充電部に接触すると感電する危険があります。</p> <p>【保護方策】 電源を遮断し充分放電された状態を確認して作業してください。</p>		

7	 警告	剣山
<p>【危険源】 剣山上</p> <p>【危険内容】 剣山上に乗り転倒すると怪我をする可能性があります。</p> <p>【保護方策】 剣山上に乗らないでください。止むを得ず乗る場合はベニア板などを剣山上に置き、充分注意して作業してください。</p>		


8	 危険	レーザー遮光フィルタ
<p>【危険源】 レーザ遮光フィルタ</p> <p>【危険内容】 レーザ遮光フィルタにひびが入ったり割れたりするとその部分からレーザー光が漏れ、火傷や失明する危険があります。</p> <p>【保護方策】 レーザ遮光フィルタのひびや割れ、焼損を確認したら直ちにレーザー加工機の稼働を中止し、レーザー加工機メーカーのサービス担当に連絡して下さい。</p>		


9	 危険	光ファイバーケーブル
<p>【危険源】 光ファイバーケーブル</p> <p>【危険内容】 光ファイバーケーブルを規定以上の半径で曲げたり損傷させたりすると、レーザー光が外部に漏れ火傷や失明を伴う危険があります。</p> <p>【保護方策】 光ファイバーケーブルの取り扱いに注意し、万が一踏んだり損傷させた場合は直ちにレーザー加工機の稼働を中止し、レーザー加工機メーカーのサービス担当に連絡して下さい。</p>		


10	 危険	リニアドライブ
<p>【危険源】 リニアドライブ</p> <p>【危険内容】 リニアドライブ機構付近では永久磁石により強力な磁場が発生するので、ペースメーカーを装着した人体に影響する危険があります。また、工具などの金属類を保持した状態で近付くとその間に挟まれ怪我をする危険があります。</p> <p>【保護方策】 ペースメーカー装着者はリニアドライブから離れて下さい。不用意に工具等を近づけないでください。</p>		

9 解体・廃棄時の注意事項と保護方策

環境汚染を防ぐため、廃棄物の処理については充分注意して下さい。廃棄物の処理方法は各種法令で義務付けられていますのでそれに従い適正に処理して下さい。特に廃液を地面や川、下水や海に廃棄しないでください。不明な点はレーザー加工機メーカーに問い合わせして下さい。

1	 警告	粉塵廃棄
<p>【危険源】 粉塵</p> <p>【危険内容】 粉塵を吸い込むと、人体に影響が及ぶ可能性があります。</p> <p>【保護方策】 回収した粉塵は、飛散ないように缶や袋などで密封し、産業廃棄物として廃棄してください。一般ごみと同様に廃棄しないでください。</p>		

2	 警告	チラーの代替フロン廃棄
<p>【危険源】 代替フロン</p> <p>【危険内容】 液化した代替フロンが直接皮膚に触れると、凍傷になる可能性があります。また、代替フロンが火や高温の金属に接触すると有毒ガスが発生する可能性があります。代替フロンが密閉した室内で大量に放出されると、酸素濃度減少による窒息の可能性があります、大気中に排出されると、オゾン層の破壊や地球温暖化の原因となります。</p> <p>【保護方策】 チラーを廃棄する場合、または修理などで冷媒を入れ替える場合は、必ず専門業者に依頼してください。</p>		

3	 警告	解体
<p>【危険源】 機械本体</p> <p>【危険内容】 塗装された部品や複合材料を用いた部品を熱で切断すると、有害な蒸気が発生する恐れがあり、人体に影響が及ぶ場合があります。また、解体すると構造物の落下などで怪我をする場合があります。</p> <p>【保護方策】 解体作業は必ずレーザー加工機メーカーに委託して下さい。</p>		

10 危険、警告、注意標識の種類と内容

ファイバーレーザー加工機には作業者が安全に作業をするために守って頂きたい様々な注意や警告の表示がされています。表示されている注意や警告の内容を理解し、どのような危険が潜んでいるかを認識することが重要です。また、標識に汚れが付着したり破損等で内容が判別できなくなった場合には新しい標識に貼り替えて常に誰が見ても危険を認識できるようにしてください。

10.1 標識の種類

標識には危険の度合いを示すシグナル用語と危険の内容を絵表示で示すシンボル（ピクトグラム）、具体的内容を示す説明文によって構成されています。標識によってシンボルのみのものやシンボルと説明文が併記されたもの、また説明文のみの場合もあります。



10.2 シグナル用語

シグナル用語には危険・警告・注意・注記の種類があり危険の度合いや緊急性によってレベルが分けられており、危険>警告>注意>注記の順で危険度が高い警告内容となっています。

危険 (Danger) : その危険が回避されなかった場合、作業者が死亡または重傷を負う危険が切迫して生じる場合が想定されることを表しています。

警告 (Warning) : その危険が回避されなかった場合、作業者が死亡または重傷を負う可能性が想定される場合を表しています。






注意 (Caution) : その危険が回避されなかった場合、作業者が傷害を負う可能性が想定される場合、または物的損害のみの発生が想定される場合を表しています。

注記 (Attention / note) : 上記以外の注意事項を表しています。

10.3 シンボル (ピクトグラム) の意味

標識に描かれているシンボルはそれぞれ意味を表しています。標識の説明はファイバーレーザー加工機の取扱説明書等に記載されていますので、シンボルの持つ意味を良く理解した上で作業してください。

表 2 代表的なシンボルの意味

シンボル	意味	対策
	レーザービームが放射されることを警告しています。	レーザーの波長にあった専用の保護眼鏡を着用すること。
	感電の危険を警告しています。	配電盤のブレーカーを落としテスターで安全を確認してから作業すること。
	電磁界が発生することを警告しています。	運転中ペースメーカー使用者は加工機に近づかない。
	切断後のワーク等、高温が発生することを警告しています。	保護具を着用すること。 ワークが冷めるのを待って作業すること。
	加工機の可動部に挟まれる危険があることを警告しています。	加工機の稼働範囲を認識し運転中は近づかないこと。

シンボル	意味	対策
	加工機のベルトは歯車に巻き込まれる危険を警告しています。	加工機の運転中は安全カバーを外さないこと。
	手や指の切断の危険があることを警告しています。	加工機の運転中は安全カバーを外さないこと。
	頭上に障害物があることを警告しています。	安全帽を着用し頭上に注意すること。
	障害物や油等で転倒の危険があることを警告しています。	足元に注意し障害物を加工機周辺には置かないこと。
	火気厳禁。可燃物への引火の危険があることを警告しています。	周囲で火気を発するものを使用しないこと。
	開口部を開けると粉塵等が吹きでる危険があることを警告しています。	加工機の運転中は扉を開けないこと。
	開閉式カバーなどに腕が挟まれる危険があることを警告しています。	加工機の運転中は近づかないこと。
	転落の危険があることを警告しています。	作業台の上での作業は足元に注意すること。
	有害な UV 光を浴びる危険があることを警告しています。	保護具を着用して作業すること。
	高温のスパッタの飛散やレーザーの反射光で火災が発生する危険があることを警告しています。	加工機の周辺には可燃物を置かないこと。
	有害な粉塵やガスを吸い込む危険があることを警告しています。	防護マスクを着用し良く喚起をすること。

附属書 A

基発第0325002号

平成17年 3月25日

都道府県労働局長 殿

厚生労働省労働基準局長

(公印省略)

レーザー光線による障害の防止対策について

レーザー光線による障害の防止対策については、「レーザー光線による障害防止対策要綱」（昭和61年1月27日付け基発第39号別紙。以下「要綱」という。）を策定し、関係事業者等に対して指導してきたところであるが、今般、日本工業規格 C 6802「レーザー製品の安全基準」（以下「J I S 規格」という。）について、レーザー機器のクラス分けを、従来の5クラス（1、2、3A、3B 及び 4）から7クラス（1、1M、2、2M、3R、3B 及び 4）に変更する等の改正が行われたことから、J I S 規格との整合を図るため、下記のとおり、要綱の一部を改正することとした。

については、本改正内容を了知のうえ、対応に遺憾なきを期されたい。

記

1. 改正の内容

(1) 要綱2. (1) 関係

レーザー光線の波長域について、「200nm から 1mm まで」であったものを「180nm から 1mm まで」に改めたこと。

(2) 要綱2. (5) 等関係

レーザー機器のクラス分けについて、J I S 規格の「8. クラス分け」によることとするとともに、要綱の適用範囲を、これまでの「クラス3A、クラス3B 及びクラス4」から、J I S 規格に基づく「クラス1M、クラス2M、クラス3R、クラス3B 及びクラス4」に改めることとしたこと。

(3) 要綱4. (1) 等関係

クラス3Rのレーザー機器のうち、その放出するレーザー光線の波長域が400nm～700nmであるものについては、クラス3Rに係る規制の一部を免除したこと。

(4) 要綱別紙1のIの2(1) 等関係

レーザー光路に対する措置、レーザー機器の操作等について、J I S 規格との整合を図ったこと。

(5) 要綱別紙1のIV 関係

クラス 1 M 及びクラス 2 M のレーザー機器については、これまではクラス 3 A 又はクラス 3 B に係る規制が適用されていたが、その一部のみを適用し、他の規制を免除することとしたこと。

2. 要綱の一部改正

2. (1) 中「200nm」を「180nm」に改める。

2. (5) を次のように改める。

(5) レーザ機器のクラス

レーザ機器のクラス分けは、日本工業規格 C6802 「レーザー製品の安全基準」の「8. クラス分け」によるものとする。

3. 中「クラス 3 A」を「クラス 1 M、クラス 2 M、クラス 3 R」に改める。

4. (1) 中「ほか」の次に「、クラス 3 R (400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器に限る。)、クラス 3 B 及びクラス 4 のレーザー機器については、」を加える。

別紙 2 を削る。

別紙 1 の I の 2 (1) を次のように改める。

(1) レーザ光路に対する措置

イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

ロ レーザ光路は、可能な限り短く、折れ曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。

ハ レーザ光路の末端は、適切な反射率及び耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とすること。

別紙 1 の II の 2 (1) を次のように改める。

(1) レーザ光路に対する措置

イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

ロ レーザ光路は、可能な限り短く、折れ曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。

ハ レーザ光路の末端は、適切な反射率及び耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とすること。

別紙 1 の III 中「クラス 3 A」を「クラス 3 R」に改める。

別紙 1 の III の 1 (1) を次のように改める。

(1) レーザ光路に対する措置

イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

ロ 400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザ光路は、可能な限り短く、折れ曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。

ハ 400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザ光路の末端は、適切な反射率と耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とす

ること。

別紙1のⅢの1(2)を削る。

別紙1のⅢの1(3)中「レーザー光線」を「400nm～700nmの波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザー光線」に改め、別紙1のⅢの1(3)を別紙1のⅢの1(2)とする。

別紙1のⅢの1(2)の次に次のように加える。

(3) レーザー光線の放出口には、その旨の表示を行うこと。

別紙1のⅢの2(2)中「レーザー光線」を「400nm～700nmの波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器を取り扱う業務又は当該レーザー光線にさらされるおそれのある業務を行う場合には、レーザー光線」に改める。

別紙1のⅢの2(3)イを次のように改める。

イ 作業開始前に、次に定めるところにより、レーザー光路、インターロック機能等レーザー機器及び保護具の点検を行うこと。

(1) レーザー機器管理者を選任している場合は、レーザー機器管理者が自ら行い、又はレーザー業務従事者に行わせること。

(2) レーザー機器管理者を選任していない場合は、レーザー業務従事者が自ら行うこと。

別紙1のⅢの2(5)中「レーザー業務従事者」の次に「(400nm～700nmの波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器を取り扱う業務又は当該レーザー光線にさらされるおそれのある業務に常時従事する労働者に限る。)」を加える。

別紙1のⅢの3(1)イ中「レーザー機器管理者」の次に「を選任した場合には、その者」を加える。

別紙1に次のように加える。

IV クラス1M又はクラス2Mのレーザー機器に係る措置

1 レーザー機器

レーザー光路に対し、次の措置を講じること。

(1) レーザー光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

(2) JIS規格10.6に掲げるレーザー機器にあっては、レーザー光路の末端は、適切な反射率と耐熱性をもつ拡散反射体又は吸収体で終端すること。

2 作業管理等

(1) 光学系調整時の措置 レーザー光線により光学系の調整を行う場合は、調整に必要な最小の出力のレーザー光線により行うこと。

(2) 点検・整備

イ 作業開始前に、レーザー光路等レーザー機器の点検を行うこと。

ロ 一定期間以内ごとに、レーザー機器について専門的知識を有する者に次の項目を中心にレーザー機器を点検させ、必要な整備を行わせること。

(1) レーザー光線の出力、モード、ビーム径、広がり角、発振波長等の異常の有無

- (2) 入力電力、励起電圧・電流、絶縁、接地等の異常の有無
- (3) 安全装置等の作動状態の異常の有無
- (4) パワーマーター、パワーモニター等の異常の有無
- (5) ファンその他の可動部分の異常の有無

(3) 安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、若しくは労働者の作業内容を変更して当該業務に就かせ、又は使用するレーザ機器を変更したときは、労働安全衛生法第59条第1項又は第2項に基づく教育を行うこと。

この場合、特に、次の事項が含まれるよう留意すること。

- (1) レーザ光線の性質、危険性及び有害性
- (2) レーザ機器の原理及び構造
- (3) レーザ機器の取扱い方法
- (4) 緊急時の措置

3 その他

- (1) レーザ機器等の見やすい箇所にレーザ光線の危険性、有害性及びレーザ機器取扱い上注意すべき事項を掲示すること。
- (2) レーザ機器の高電圧部分には、その旨を表示するとともに、当該部分に接触することによる感電の危険を防止するための措置を講じること。
- (3) レーザ光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察又は処置を受けさせること。

別紙1のレーザ機器のクラス別措置基準一覧表を次のように改める。

レーザ機器のクラス別措置基準一覧表

措置内容（項目のみ）			レーザ機器のクラス			
			4	3B	3R	2M 1M
レーザ機器管理者の選任			○	○	○ ^{※1}	
管理区域（標識、立入禁止）			○	○		
レ ー ザ ー 機 器	レーザ光路	光路の位置	○	○	○	○
		光路の適切な設計・遮へい	○	○	○ ^{※1}	
		適切な終端	○	○	○ ^{※1}	○ ^{※2}
	キーコントロール		○	○		
	緊急停止スイッチ等	緊急停止スイッチ	○	○		
		警報装置	○	○	○ ^{※1}	
		シャッター	○	○		
	インターロックシステム等		○	○		
	放出口の表示		○	○	○	
	作 業 管 理 ・ 健 康 管 理 等	操作位置		○		
光学系調整時の措置		○	○	○	○	
保護具		保護眼鏡	○	○	○ ^{※1}	
		皮膚の露出の少ない作業衣	○	○		
		難燃性素材の使用	○			
点検・整備		○	○	○	○	
安全衛生教育		○	○	○	○	
健康管理	前眼部（角膜、水晶体）検査	○	○	○ ^{※1}		
	眼底検査	○				
そ の 他	掲示	レーザ機器管理者	○	○	○ ^{※1}	
		危険性・有害性、取扱注意事項	○	○	○	○
		レーザ機器の設置の表示	○	○		
	レーザ機器の高電圧部分の表示		○	○	○	○
	危険物の持ち込み禁止		○	○		
	有害ガス、粉じん等への措置		○	○		
	レーザ光線による障害の疑いのある者に対する医師の診察、処置		○	○	○	○

○印は、措置が必要なことを示す。

※1 400nm～700nmの波長域外のレーザ光線を放出するレーザ機器について措置が必要である。

※2 JIS規格10.6に掲げるレーザ機器にあっては、レーザ光路の末端について措置が必要である。

別紙1を別記とする。

【参考】レーザ光線による障害防止対策要綱（改正版）

レーザー光線による障害防止対策要綱

1 目的

この要綱は、レーザー機器を取り扱う業務又はレーザー光線にさらされるおそれのある業務（以下「レーザー業務」という。）に常時従事する労働者の障害を防止することを目的とする。

2 用語

本要綱において用いる用語の意味は、次のとおりとする。

(1) レーザ (LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) 光線

特定の物質に人工的に光や放電などの強いエネルギーを与えて励起させ、それが元の状態に戻るときに発生する電磁波を制御された誘導放射の過程により増幅させたものをいう。レーザー光線は、180nm から 1mm までの波長域にあり、単一波長で位相のそろった指向性の強いものである。

注) nm:ナノメートル=10⁻⁹m

(2) レーザ発振器

レーザー光線を生成し、又は増幅することができる機器をいう。

(3) レーザ機器

レーザー光線を計測、通信、加工等に利用するための機器をいう。レーザー機器は、レーザー発振器、レーザー光路、加工テーブル、制御装置、電源装置等から構成される。

(4) 被ばく放出限界 (AEL: Accessible Emission Limit)

レーザー光線の波長と放射持続時間に応じて、人体に許容されるレーザー光線の最大被ばく放出レベルをいう。

(5) レーザ機器のクラス

レーザー機器のクラス分けは、日本工業規格 C6802「レーザー製品の安全基準」の「8. クラス分け」によるものとする。

3 適用範囲

この要綱は、クラス 1 M、クラス 2 M、クラス 3 R、クラス 3 B 及びクラス 4 のレーザー機器を用いて行うレーザー業務について適用する。

ただし、当分の間、医療用及び教育研究機関における教育研究用のレーザー機器を用いて行うレーザー業務については適用しない。

4 レーザ光線による障害を防止するための措置

(1) 労働衛生管理体制の整備

労働安全衛生法の規定による労働衛生管理体制の整備を図るほか、クラス 3 R (400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器に限る。)、クラス 3 B 及びクラス 4 のレーザー機器については、レーザー機器の取扱い及びレーザー光線による障害の防止について十分な知識と経験を有する者のうちからレーザー機器管

理者を選任し、次に掲げる事項を行わせること。

- イ レーザ光線による障害防止対策に関する計画の作成及び実施
- ロ レーザ管理区域（レーザ機器から発生するレーザ光線にさらされるおそれのある区域をいう。以下同じ。）の設定及び管理
- ハ レーザ機器を作動させるためのキー等の管理
- ニ レーザ機器の点検、整備及びそれらの記録の保存
- ホ 保護具の点検、整備及びその使用状況の監視
- ヘ 労働衛生教育の実施及びその記録の保存
- ト その他レーザ光線による障害を防止するために必要な事項

なお、衛生管理者を選任すべき事業場にあつては、上記のレーザ機器管理者が行う業務は、衛生管理者の指揮のもとで行わせるものとする。

(2) レーザ機器のクラス別措置基準

レーザ機器のクラス分けに応じ、別記に掲げる「レーザ機器のクラス別措置基準」に基づいて必要な措置を講じること。

別記

レーザ機器のクラス別措置基準

I クラス4のレーザ機器に係る措置

1 レーザ管理区域

- (1) レーザ管理区域を囲い等により、他の区域と区画し、標識等によって明示すること。
- (2) レーザ管理区域は、関係者以外の者の立ち入りを禁止し、その出入口には、必要に応じ、自動ロック等の措置を講じること。
- (3) 関係者以外の者がレーザ管理区域に立ち入る必要が生じた場合は、レーザ機器管理者の指揮のもとに行動させること。

2 レーザ機器

(1) レーザ光路に対する措置

- イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。
- ロ レーザ光路は、可能な限り短く、折れ曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。
- ハ レーザ光路の末端は、適切な反射率及び耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とすること。

(2) キー・コントロール

レーザ機器は、キー等により作動する構造とすること。

(3) 緊急停止スイッチ等

レーザ機器には、次に掲げる緊急停止スイッチ等を設けること。

イ 緊急停止スイッチ

レーザ光線の放出を直ちに停止させることができる非常停止スイッチを操作部及び必要な箇所に設けること。

ロ 警報装置

レーザ光線を放出中であること又は放出可能な状態であることが容易に確認できる自動表示灯等の警報装置を設けること。

ハ シャッター

レーザ機器のレーザ光線の放出口には、不意にレーザ光線が放出されることを防止するためのシャッターを設けること。

(4) インターロックシステム等

レーザ管理区域の囲いを開け、又は、レーザ光路の遮へいを解除した場合には、インターロック機能等によりレーザ光線の放出が行われないようにすること。

(5) レーザ光線の放出口には、その旨の表示を行うこと。

3 作業管理・健康管理等

(1) レーザ機器の操作

レーザ機器の操作は、レーザ光線からできるだけ離れた位置で行うこと。

(2) 光学系調整時の措置

レーザ光線により光学系の調整を行う場合は、調整に必要な最小の出力のレーザ光線により行うこと。

(3) 保護具等の使用

イ レーザ光線の種類に応じた有効な保護眼鏡を作業者に着用させること。ただし、眼に障害を及ぼさないための措置が講じられている場合はこの限りではない。

注) レーザ用保護眼鏡(メガネ形式とゴーグル形式がある。)を用いること。

ロ できるだけ皮膚の露出が少なく、燃えにくい素材を用いた衣服を作業者に着用させること。特に熔融して玉状になる化学繊維の衣服は、好ましくないこと。

(4) 点検・整備

イ 作業開始前に、レーザ機器管理者にレーザ光路、インターロック機能等及び保護具の点検を行わせること。

ロ 一定期間以内ごとに、レーザ機器について専門的知識を有する者に、次の項目を中心にレーザ機器を点検させ、必要な整備を行わせること。

(1) レーザ光線の出力、モード、ビーム径、広がり角、発振波長等の異常の有無

(2) 入力電力、励起電圧・電流、絶縁、接地等の異常の有無

(3) 安全装置、自動表示灯、シャッター、インターロック機能等の作動状態の異常の有無

(4) パワーメーター、パワーモニター等の異常の有無

- (5) ファン、シャッターその他の可動部分の異常の有無
- (6) 冷却装置、ガス供給装置、有害ガス除去装置、粉塵除去装置等の異常の有無

(5) 安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、若しくは労働者の作業内容を変更して当該業務につかせ、又は使用するレーザ機器を変更したときは、労働安全衛生法第59条第1項又は第2項に基づく教育を行うこと。この場合、特に、次の事項が含まれるよう留意すること。

- (1) レーザ光線の性質、危険性及び有害性
- (2) レーザ機器の原理及び構造
- (3) レーザ機器の取扱い方法
- (4) 安全装置及び保護具の性能並びにこれらの取扱い方法
- (5) 緊急時の措置及び退避

(6) 健康管理

レーザ業務に常時従事する労働者については、雇い入れ又は配置替えの際に視力検査に併せて前眼部（角膜、水晶体）検査及び眼底検査を行うこと。

4 その他

- (1) レーザ管理区域の出入口等の見やすい箇所に、次の事項を掲示すること。
 - イ レーザ機器管理者の氏名
 - ロ レーザ光線の危険性、有害性及びレーザ機器取扱い上注意すべき事項
 - ハ レーザ機器の設置を示す表示
- (2) レーザ機器の高電圧部分には、その旨を表示するとともに、当該部分に接触することによる感電の危険を防止するための措置を講じること。
- (3) レーザ管理区域内には、爆発性の物、引火性の物等を持ち込まないこと。
- (4) レーザ業務を行う際、有害ガス、粉塵等が発生する場合には、これらによる健康障害を防止するため、密閉設備、局所排気装置等の設置、防毒マスク、防じんマスクの使用等労働安全衛生法令所定の措置を講じること。
- (5) レーザ光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察又は処置を受けさせること。

II クラス3Bのレーザ機器に係る措置

1 レーザ管理区域

- (1) レーザ管理区域を囲い等により、他の区域と区画し、標識等によって明示すること。
- (2) レーザ管理区域は、関係者以外の者の立入りを禁止し、その出入口には、必要に応じ、自動ロック等の措置を講じること。
- (3) 関係者以外の者がレーザ管理区域に立ち入る必要が生じた場合は、レーザ機器管理者の指揮のもとに行動させること。

2 レーザ機器

(1) レーザ光路に対する措置

イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

ロ レーザ光路は、可能な限り短く、折り曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。

ハ レーザ光路の末端は、適切な反射率及び耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とすること。

(2) キー・コントロール

レーザ機器は、キー等により作動する構造とすること。

(3) 緊急停止スイッチ等

レーザ機器には、次に掲げる緊急停止スイッチ等を設けること。

イ 緊急停止スイッチ

レーザ光線の放出を直ちに停止させることができる非常停止スイッチを操作部及び必要な箇所に設けること。

ロ 警報装置

レーザ光線を放出中であること又は放出可能な状態であることが容易に確認できる自動表示灯等の警報装置を設けること。

ハ シャッター

レーザ機器のレーザ光線の放出口には、不意にレーザ光線が放出されることを防止するためのシャッターを設けること。

(4) インターロックシステム等

レーザ管理区域の囲いを開け、又は、レーザ光路の遮へいを解除した場合には、インターロック機能等によりレーザ光線の放出が行われないようにすること。

(5) レーザ光線の放出口には、その旨の表示を行うこと。

3 作業管理・健康管理等

(1) 光学系調整時の措置

レーザ光線により光学系の調整を行う場合は、調整に必要な最小の出力のレーザ光線により行うこと。

(2) 保護具等の使用

イ レーザ光線の種類に応じた有効な保護眼鏡を作業者に着用させること。ただし、目に障害を及ぼさないための措置が講じられている場合はこの限りではない。

注) レーザ用保護眼鏡(メガネ形式とゴーグル形式がある。)を用いること。

ロ できるだけ皮膚の露出が少ない衣服を作業者に着用させること。

(3) 点検・整備

イ 作業開始前に、レーザ機器管理者にレーザ光路、インターロック機能等及び保護具の点検を行わせること。

ロ 一定期間以内ごとに、レーザ機器について専門的知識を有する者に、次の項目を中心にレーザ機器を点検させ、必要な整備を行わせること。

- (1) レーザ光線の出力、モード、ビーム径、広がり角、発振波長等の異常の有無
- (2) 入力電力、励起電圧・電流、絶縁、接地等の異常の有無
- (3) 安全装置、自動表示灯、シャッター、インターロック機能等の作動状態の異常の有無
- (4) パワーメーター、パワーモニター等の異常の有無
- (5) ファン、シャッターその他の可動部分の異常の有無
- (6) 冷却装置、ガス供給装置、有害ガス除去装置、粉塵除去装置等の異常の有無

(4) 安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、若しくは労働者の作業内容を変更して当該業務につかせ、又は使用するレーザ機器を変更したときは、労働安全衛生法第59条第1項又は第2項に基づく教育を行うこと。

この場合、特に、次の事項が含まれるよう留意すること。

- (1) レーザ光線の性質、危険性及び有害性
- (2) レーザ機器の原理及び構造
- (3) レーザ機器の取扱い方法
- (4) 安全装置及び保護具の性能並びにこれらの取扱い方法
- (5) 緊急時の措置及び退避

(5) 健康管理

レーザ業務に常時従事する労働者については、雇い入れ又は配置替えの際に視力検査に併せて前眼部（角膜、水晶体）検査を行うこと。

4 その他

(1) レーザ管理区域の出入口等の見やすい箇所に、次の事項を掲示すること。

イ レーザ機器管理者の氏名

ロ レーザ光線の危険性、有害性及びレーザ機器取扱い上注意すべき事項

ハ レーザ機器の設置を示す表示

(2) レーザ機器の高電圧部分には、その旨を表示するとともに、当該部分に接触することによる感電の危険を防止するための措置を講じること。

(3) レーザ光路の付近に、爆発性の物、引火性の物等を持ち込まないこと。

(4) レーザ業務を行う際、有害ガス、粉塵等が発生する場合には、これらによる健康障害を防止するため、密閉設備、局所排気装置等の設置、防毒マスク、防じんマスクの使用等労働安全衛生法令所定の措置を講じること。

(5) レーザ光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察又は処置を受けさせること。

III クラス 3 R のレーザー機器に係る措置

1 レーザ機器

(1) レーザ光路に対する措置

イ レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

ロ 400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザー光路は、可能な限り短く、折れ曲がる数を最小にし、歩行路その他の通路と交差しないようにするとともに、可能な限り遮へいすること。

ハ 400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザー光路の末端は、適切な反射率と耐熱性を持つ拡散反射体又は吸収体とすること。

(2) 警報装置

400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器については、レーザー光線を放出中であること又は放出可能な状態であることが容易に確認できる自動表示灯等の警報装置を設けること。

(3) レーザ光線の放出口には、その旨の表示を行うこと。

2 作業管理・健康管理等

(1) 光学系調整時の措置

レーザー光線により光学系の調整を行う場合は、調整に必要な最小の出力のレーザー光線により行うこと。

(2) 保護具の使用

400nm～700nm の波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器を取り扱う業務又は当該レーザー光線にさらされるおそれのある業務を行う場合には、レーザー光線の種類に応じた有効な保護眼鏡を作業者に着用させること。ただし、目に障害を及ぼさないための措置が講じられている場合はこの限りでない。

注) レーザ用保護眼鏡(メガネ形式とゴーグル形式がある。)を用いること。

(3) 点検・整備

イ 作業開始前に、次に定めるところにより、レーザー光路、インターロック機能等レーザー機器及び保護具の点検を行うこと。

(1) レーザ機器管理者を選任している場合は、レーザー機器管理者が自ら行い、又はレーザー業務従事者に行わせること。

(2) レーザ機器管理者を選任していない場合は、レーザー業務従事者が自ら行うこと。

ロ 一定期間以内ごとに、レーザー機器について専門的知識を有する者に次の項目を中心にレーザー機器を点検させ、必要な整備を行わせること。

(1) レーザ光線の出力、モード、ビーム径、広がり角、発振波長等の異常の有無

(2) 入力電力、励起電圧・電流、絶縁、接地等の異常の有無

(3) 安全装置、自動表示灯、シャッター、インターロック機能等の作動状態の

異常の有無

(4) パワーメーター、パワーモニター等の異常の有無

(5) ファンその他の可動部分の異常の有無

(4) 安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、若しくは労働者の作業内容を変更して当該業務につかせ、又は使用するレーザ機器を変更したときは、労働安全衛生法第59条第1項又は第2項に基づく教育を行うこと。

この場合、特に次の事項が含まれるよう留意すること。

(1) レーザ光線の性質、危険性及び有害性

(2) レーザ機器の原理及び構造

(3) レーザ機器の取扱い方法

(4) 安全装置及び保護具の性能並びにこれらの取扱い方法

(5) 緊急時の措置及び退避

(5) 健康管理

レーザ業務従事者（400nm～700nmの波長域外のレーザ光線を放出するレーザ機器を取り扱う業務又は当該レーザ光線にさらされるおそれのある業務に常時従事する労働者に限る。）については、雇い入れ又は配置替えの際に視力検査に併せて前眼部（角膜、水晶体）検査を行うこと。

3 その他

(1) レーザ機器等の見やすい箇所に次の事項を掲示すること。

イ レーザ機器管理者を選任した場合には、その者の氏名

ロ レーザ光線の危険性、有害性及びレーザ機器取扱い上注意すべき事項

(2) レーザ機器の高電圧部分には、その旨を表示するとともに、当該部分に接触することによる感電の危険を防止するための措置を講じること。

(3) レーザ光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察又は処置を受けさせること。

IV クラス1M又はクラス2Mのレーザ機器に係る措置

1 レーザ機器

レーザ光路に対し、次の措置を講じること。

(1) レーザ光路は、作業者の目の高さを避けて設置すること。

(2) JIS規格10.6に掲げるレーザ機器にあつては、レーザ光路の末端は、適切な反射率と耐熱性をもつ拡散反射体又は吸収体で終端すること。

2 作業管理等

(1) 光学系調整時の措置

レーザ光線により光学系の調整を行う場合は、調整に必要な最小の出力のレーザ光線により行うこと。

(2) 点検・整備

イ 作業開始前に、レーザ光路等レーザ機器の点検を行うこと。

ロ 一定期間以内ごとに、レーザ機器について専門的知識を有する者に次の項目を中心にレーザ機器を点検させ、必要な整備を行わせること。

- (1) レーザ光線の出力、モード、ビーム径、広がり角、発振波長等の異常の有無
- (2) 入力電力、励起電圧・電流、絶縁、接地等の異常の有無
- (3) 安全装置等の作動状態の異常の有無
- (4) パワーメーター、パワーモニター等の異常の有無
- (5) ファンその他の可動部分の異常の有無

(3) 安全衛生教育

レーザ業務に従事する労働者を雇い入れ、若しくは労働者の作業内容を変更して当該業務に就かせ、又は使用するレーザ機器を変更したときは、労働安全衛生法第59条第1項又は第2項に基づく教育を行うこと。

この場合、特に、次の事項が含まれるよう留意すること。

- (1) レーザ光線の性質、危険性及び有害性
- (2) レーザ機器の原理及び構造
- (3) レーザ機器の取扱い方法
- (4) 緊急時の措置

3 その他

- (1) レーザ機器等の見やすい箇所にレーザ光線の危険性、有害性及びレーザ機器取扱い上注意すべき事項を掲示すること。
- (2) レーザ機器の高電圧部分には、その旨を表示するとともに、当該部分に接触することによる感電の危険を防止するための措置を講じること。
- (3) レーザ光線による障害の疑いのある者については、速やかに医師による診察又は処置を受けさせること。

あとがき

本マニュアルを作成するに当たり、一般社団法人 日本鍛圧機械工業会 技術委員会 レーザ・プラズマ専門部会では、ファイバーレーザー加工機を生産・販売するメーカ各社の技術者を中心に協議を重ねてまいりました。各社の取扱説明書に記載している共通の残留リスク・注意事項及びその保護方策を中心に上げてまとめましたが、ファイバーレーザー光の特長及び危険性についても図や挿絵を入れて分かり易いものにしました。なぜ重篤な眼傷害等に至るのかを説明し、確実な防護方策が不可欠であることを明確に理解いただけるように努めました。

ファイバーレーザー加工機を用いて加工作業をされるユーザー様におかれては、本マニュアルが、作業員及び関連する皆様の安全を守るために役立てていただくことを心から祈念致します。

改めて、本マニュアルの作成に多大なるご尽力をいただいたレーザー・プラズマ専門部会の委員皆様に、深く感謝申し上げます。

一般社団法人 日本鍛圧機械工業会
事務局

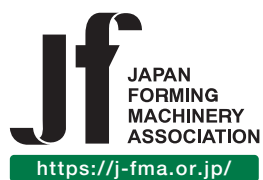
レーザー・プラズマ専門部会（2014年度）

部会長	橋口 玲	コマツ産機
委員	小野寺 宏	アマダ
	橋爪 和裕	向洋技研
	丸山 要一	小池酸素
	岡本 匡平	コマツ産機
	中井 隆一	澁谷工業
	岡 寛幸	トルンプ
	小林 弘	村田機械
事務局	井上 尚行	日本鍛圧機械工業会
	楠田 富士盛	日本鍛圧機械工業会

レーザー・プラズマ専門部会（2015～2016年度）

部会長	浜川 善和	トルンプ
委員	小野寺 宏	アマダエンジニアリング
	平澤 泰介	アマダエンジニアリング
	橋爪 和裕	向洋技研
	丸山 要一	小池酸素
	岡本 匡平	コマツ産機
	中井 隆一	澁谷工業
	岡 寛幸	トルンプ
	小林 弘	村田機械
	北本 哲一	ヤマザキマザック
事務局	井上 尚行	日本鍛圧機械工業会
	楠田 富士盛	日本鍛圧機械工業会

ファイバーレーザー加工機の安全講習マニュアル



初版発行 2016年6月1日

編集・発行 一般社団法人 日本鍛圧機械工業会
レーザー・プラズマ専門部会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号
機械振興会館 308号

TEL : 03-3432-4579 FAX : 03-3432-4804

※本誌掲載内容の無断転載、使用を禁止します。

ファイバーレーザー加工機の安全講習マニュアル

一般社団法人 日本鍛圧機械工業会
技術委員会 レーザ・プラズマ専門部会

2016/1000/01