

濃度基準値等に関する文献レビュー等

令和 4 年 9 月 1 日

第 1 ばく露限度値に関する関係文献のレビュー

1 ばく露限界値 (TLV: Threshold Limit Value)に関する米国政府労働衛生専門家会議 (ACGIH) の考え方について

- (1) TLV-TWA (Time-Weighted Average) について、ACGIH (2018. p. 4) は、「通常の 1 日 8 時間、週 40 時間の時間加重平均であって、ほぼ全ての労働者が、その濃度に毎日繰り返しばく露されても、その職業人生を通じて健康に悪影響を受けないと考えられる」としている。
- (2) TLV-STEL (Short-Term Exposure Limit) について、ACGIH (2018. p. 4) は、「15 分間の時間平均ばく露で、作業日のいかなる時においても超えるべきでないもの」としており、TLV-STEL は、「1) 刺激、2) 慢性又は不可逆的な生体組織へのダメージ、3) 濃度依存の毒性効果、4) 事故による傷害、自己救命の阻害や労働効率の低下をもたらすことなく、労働者が短時間、継続的にばく露できる値」としている。ただし、日常的に TLV-TWA を超えている場合は、上述の影響を防護できるとは限らない、としている。
- (3) TLV-C (Ceiling) について、ACGIH (2018. p. 4) は、作業中のばく露のいかなる部分においても、超えるべきでない値としている。ACGIH (2018. p. 6-7) は、急性中毒のように即効性のある影響がある物質については、TLV-TWA と TLV-STEL の組み合わせではなく、TLV-C を超えることがないように最大限管理すべきとしている。

2 TLV の適用に関する ACGIH の考え方について

- (1) ピークばく露 (peak exposure) について、ACGIH (2018. p. 5) は、TLV-STEL があるものは、TLV-TWA を超え TLV-STEL を下回るばく露については、1 回 15 分を超えず、かつ 1 労働日につき 1 時間以上間隔をおいた 4 回を超えないようにすべきとしている。
- (2) TLV-STEL が定められていない物質については、ごく短時間といえども TLV-TWA の 5 倍を超えないという条件で、1 回 15 分を超えず、かつ 1 労働日につき 1 時間以上間隔をおいた 4 回を超えない限りにおいて、TLV-TWA の 3 倍を超える一時的な増加 (transient increase) が許されるとしている。ただし、この場合、8 時間の労働時間の時間平均は、TLV-TWA を超えてはならないとしている。
- (3) ACGIH (2018. p. 6) は、上記の考え方の根拠として、対数正規分布している場合、よく管理されている工程においては、短時間ばく露値の幾何標準偏差は 2.0であり、全測定値の 5% が幾何平均値の 3.13 倍を超えるに基づいているとしている。
- (4) 短時間作業のばく露の評価については、ACGIH (2018. p. 8) は、評価用の数理モデルの目的として、「毒性学の原則に照らして、1 日又は 1 週間のピークの身体負荷が通常

の1日8時間、週5日のシフト作業での身体負荷を超えないことを保障するばく露量を特定すること」としている。さらに、「ばく露時間が短い場合に非常に高いばく露（例：8時間シフト中のばく露時間が1時間で残りの時間はばく露がゼロの場合における TLV-TWA の8倍のばく露濃度）を“許容可能”として正当化するために使用されるべきではない」としている。

- (5) TLV-C が適用される物質については、ACGIH(2018. p. 4)は、連続測定ができない場合は、TLV-C を超えていないことを検知できるようにサンプリングを行うべきとしている。この場合、TLV-C と TLV-TWA の両方が定められている物質については、ACGIH(2018. p. 6-7)は、TLV-C のために実施される1回の短時間サンプリングは、TLV-TWA のためには適切でないため、労働シフトを通じた時間平均濃度を決定するために必要な数のサンプルが必要となるとしている。

3 米国安全衛生庁 (US OSHA) の限度値 (PEL: Permissible Exposure limit) の考え方とその遵法について

- (1) 米国安全衛生庁では、CFR 29.1910.1000 の Table Z-1 (Limits for Air Contaminants)において、物質別に限度値を列記し、このうち、“C”と記載があるものについては、労働者のばく露がいかなるときもこの限度値を超えてはならない (shall at no time exceed the exposure limit)と規定されている。
- (2) これ以外の限度値については、週40時間労働のいかなる8時間労働シフトにおける労働者のばく露が、8時間加重平均限度を超えてはならないと規定されている。
- (3) また、許容される天井値 (acceptable ceiling concentrations) というものが Table Z-2 で一部の物質について規定されている。ここでは、同表で規定されている許容最大ピーク値 (acceptable maximum peak) を超えない範囲内で、最大時間 (maximum duration) を超えない範囲内で、許容される天井値を超えてもよいことが規定されている。許容される天井値は、8時間加重平均値の2.5～4倍程度で、許容最大ピーク値は、許容される天井値の2～3倍程度で設定されている。最大時間は、3時間毎に5分間以内などが多い。ただし、これらの値の設定は1970年頃と古く、更新されていない。
- (4) 限度値を遵守しているかどうかの確認方法については、天井値 (Ceiling) については、連続測定 (instantaneous monitoring) ができない場合は、15分間の時間加重平均値として評価し、労働日のいかなるときも天井値を超えていないことを確認することを求めている (1910.1000(a)(1))。
- (5) 限度値を遵守するための方法については、1910.1000eにおいて、管理的対策又は工学的対策をまず実施し、これらでは完全に遵法できない場合は、個人用保護具や他の保護具を使用し、労働者のばく露が限度値の範囲内にするようにならなければならないことを規定している。さらに、これら保護具の使用や技術的対策については、インダストリアルハイジニストや他の技術的に資格を有する者の承認を得なければならないとしている。また、呼吸用保護具を使用する場合は、別途の規定(1910.134)

を遵守することを求めている。

4 米国安全衛生庁における呼吸用保護具の選択とフィットテスト

- (1) 米国安全衛生庁では、CFR 29.1910.134 において、呼吸用保護具の許容基準 (permissible practice) を規定しており、事業者には、呼吸用保護具プログラムの策定と実施を求めている。
- (2) 呼吸用保護具の選択については、酸欠空気などの場合を除き、呼吸用保護具の種類別に定められた指定防護係数(assigned protection factor)に限度値を乗じた値を当該呼吸用保護具の最大使用濃度(MUC)とし、呼吸用保護具の外側の濃度がこの値以下となるように保護具を選択しなければならないことを規定している(1910.134(d)(3)(i)(B))。
- (3) さらに、最初に呼吸用保護具を使用する前にフィットテストを実施し、それに合格することを求めている(1910.134(f)(1))。フィッティングの条件が変わった際には、追加で実施することが求められている。
- (4) フィットテストの実施方法には、詳細な規定があり、フィットテストの合格基準(fit factor)は、半面マスクが100、全面マスクが500とされている。フィットテストには、定性的フィットテストと定量的フィットテストがあり、前者は半面マスクにのみ使用可能である。

5 欧州連合(EU)における限度値の考え方について

- (1) 欧州理事会指令 2004/37/EC においては、労働者のばく露が、付属書Ⅲで定める限度値を超えてはならないことを規定している(第4条第4項)。付属書Ⅲでは、8時間時間加重平均の限度値と、短時間の限度値(STEL)を規定している。短時間の限度値は、15分間のばく露に関連して、その値を超えてはならないことが規定されている。
- (2) 呼吸用保護具については、ばく露を制限するための技術的予防措置のあらゆる余地がついた場合に限り使用することが規定されている(第8条第1項)。呼吸用保護具の選択基準については、詳細な規定はない。

第2 濃度基準値の法令上の位置付け等について

1 濃度基準値を定める安衛則 577 条の2第2項の安衛法の根拠条文

- (1) 濃度基準値を超えないことを義務付ける、安衛則 577 条の2第2項(令和6年施行)は、安衛法 22 条の委任省令であり、リスクアセスメントの実施を義務付ける安衛法 57 条の3に基づく省令ではない。
- (2) 法 22 条は、事業者が原材料等による健康障害を防止するための最低限の措置をとることを事業者に義務付けるものである。このため、リスクアセスメントの実施状況にかかわらず、この濃度基準を遵守する必要がある。リスクアセスメントに基づく

リスク低減措置（自律的管理）は、この最低基準を上回る範囲内で実施することとなる。

2 濃度基準値に関する規定内容

- (1) 安衛則第 577 条の 2 第 2 項（令和 6 年 4 月施行）規定内容は、「リスクアセスメント対象物のうち、一定程度のばく露を抑えることにより、労働者に健康障害を生ずるおそれがない物として厚生労働大臣が定めるもの」を製造し、又は取り扱う業務を行う屋内作業場においては、「当該業務に従事する労働者がこれらの物にばく露される程度」を、「厚生労働大臣が定める濃度の基準」（以下「濃度基準値」という。）以下としなければならないことが規定されている。
- (2) 規定において、濃度基準以下とする対象が、「労働者がこれらの物にばく露される程度」であることから、全ての労働者のばく露が濃度基準以下でなければならない。さらに、「ばく露される程度」というのは、呼吸用保護具の内側の濃度を指すため、濃度基準値の遵法にあたっては、作業環境濃度を下げる方法に加え、呼吸用保護具の適正な使用によることも可能である。

3 作業環境測定における管理濃度との違い

- (1) 管理濃度は、作業環境測定の評価の結果、第 3 管理区分になった場合は、第 1 管理区分又は第 2 管理区分となるように適切な措置を講ずることが規定されている（特化則 36 条の 3 等）。一方、577 条の 2 第 2 項は、濃度基準値を下回ることが直接的に義務付けられている。
- (2) 管理濃度の比較対象は、作業環境濃度であるが、濃度基準値の比較対象は、労働者のばく露である。このため、作業環境濃度が濃度基準値を上回っていても、その要求防護係数を上回る、指定防護係数を有する呼吸用保護具を着用することで、法令に違反しないようにすることが可能である。

4 呼吸用保護具の選択のための測定

- (1) 現在制定されている呼吸用保護具の選択の方法を定める告示（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号）は、溶接ヒュームについてのものであるが、その規定の考え方は普遍性がある。具体的には、均等ばく露作業（労働者にばく露される化学物質の量がほぼ均一であると見込まれる作業）ごとの個人ばく露測定（2 人以上）を行い、測定結果の最大値で要求防護係数（呼吸用保護具の外側（呼吸域）の濃度を濃度基準値で除したものを）を計算し、その要求防護係数を上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具を選択するという考え方である。指定防護係数は、呼吸用保護具の種類とフィルタの種類に応じ、同告示で指定されている。
- (2) 要求防護係数が 1 を下回る場合、呼吸域の濃度が濃度基準値を下回っているため、呼吸用保護具は不要である。要求防護係数が 1 以上となった場合、要求防護係数を上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具の使用により、労働者のばく露が濃度基

準値を下回ることを確認することができる。

5 呼吸用保護具のフィットテストについて

- (1) 現在制定されているフィットテストの方法を定める告示（令和2年厚生労働省告示第286号）は、溶接ヒュームについてのものであるが、その規定の考え方は普遍性がある。具体的には、JIS T8150の定める方法により、フィットファクタ（呼吸用保護具の外側の濃度を呼吸用保護具の内側の濃度で除した値）を求め、その値が、半面マスクであれば100、全面マスクであれば500を下回らないことを確認する方法である（定性的フィットテストの場合は100のみ使用可能。）。
- (2) フィットテストの実施頻度は、溶接ヒュームについては、年に1回の実施が義務付けられている（特化則第38条の21第7項）。

第3 考察

1 濃度基準値の種類及び適用について

- (1) ACGIH等によれば、8時間加重平均のばく露限度については、長期的な健康障害を防止する趣旨であり、短時間限度と天井値は、急性中毒等の健康障害を防止する趣旨とされている。ACGIH等においては、物質の種類によって、短時間ばく露限度や天井値のみが定められているもの、8時間加重平均のばく露限度のみが定められているもの、両方の限度が定められているものがある。
- (2) これらを踏まえ、濃度基準値については、労働者の健康障害を防止するためには、化学物質の種類に応じ、8時間加重平均の限度、短時間ばく露の濃度基準値を規定する必要がある。
- (3) 短時間ばく露限度が設定されている場合は、ACGIHは、毒性学上の知見から、TLV-TWAを超えTLV-STELを下回るばく露については、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えないようにすべきとしている。TLV-STELが定められていない物質については、ごく短時間といえどもTLV-TWAの5倍を超えないという条件で、1回15分を超えず、かつ1労働日につき1時間以上間隔をおいた4回を超えない限りにおいて、TLV-TWAの3倍を超える一時的な増加（transient increase）が許されるとしている。ただし、この場合、8時間の労働時間の時間平均は、TLV-TWAを超えてはならないとしている。米国安全衛生庁においても、限られた物質についてはあるが、ほぼ同様の考え方を規定している。
- (4) これを踏まえ、濃度基準値においても、ACGIH等のように、短時間ばく露の基準値と8時間加重平均の二つの基準値の適用関係を明確に規定する必要がある。濃度基準値についても、ACGIHの考え方に沿った形で、適用関係を規定すべきである。こういった点を明確にすることにより、基準値を下回っていることを確認するための測定や評価の方法を明確にすることができる。

2 濃度基準値を上回ってはならない「労働者のばく露」の考え方

- (1) ACGIH 等では、「労働者のばく露」が限度値を上回ってはならないことを規定している。安衛則における濃度基準値の規定は、米国安全衛生庁やECの規定と同様に、労働者のばく露が濃度基準値を下回らなければならないことを求めている。このため、全ての労働者について、そのばく露が濃度基準値を下回ることが法令上求められる。
- (2) 米国安全衛生庁では、工学的対策等でばく露限度を満たすことができない場合は、個人用保護具を用いて、ばく露が限度値を下回ることを確保することを求めている。また、保護具の規定においては、呼吸用保護具の外側の濃度が、使用最大濃度（指定防護係数に限度値を乗じたもの）を超えないことを求めている。
- (3) これらを踏まえ、濃度基準値においても、労働者のばく露は、呼吸用保護具の内側の濃度であり、濃度基準値の遵守については、工学的対策による作業環境濃度の改善に加え、適切な呼吸用保護具の選択及び使用によることも可能であることに留意する必要がある。

3 労働者のばく露が濃度基準値を下回るための改善の方法

- (1) 米国安全衛生庁では、労働者のばく露を低減させるための手法として、まず、労働時間の短縮等の管理的対策や、工学的対策を実施し、それで完全な遵法が担保できない場合に限り、呼吸用保護具を使用することを求めている。欧州指令にも同様の規定がある。これを踏まえ、濃度基準値の遵法にあたっての考え方として、これらの考え方を明示すべきである。
- (2) 米国安全衛生庁では、呼吸用保護具を使用する際には、作業環境の濃度に応じて、必要な指定防護係数を有する呼吸用保護具の選定を求めている。特化則の金属アーク溶接等作業における規定においては、これと同様の規定を告示で定めている。これらを踏まえ、濃度基準の遵守のために呼吸用保護具を使用する場合には、同様の選択基準を設けるべきである。
- (3) 米国安全衛生庁では、初めて呼吸用保護具を使用する前に、フィットテストを実施することを求めている。特化則の金属アーク溶接等作業における規定においては、これと同様の規定を告示で定めている。これらを踏まえ、濃度基準値の遵守のために呼吸用保護具を使用する場合には、フィットテストの実施を求める必要がある。ただし、フィットテストの実施には、一定の設備や人員が必要となることに留意し、漸進的な取組が必要である。

(参照文献)

ACGIH (2018) 2018 TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, USA. pp. 3-5, pp. 7-8

European Council (2004). Directive 2004/37/EC of the European Parliament and of the Council, 29 April 2004

US OSHA. 29 CFR 1910.1000 – Air Contaminants

US OSHA. 29 CFR 1910. 134 – Respiratory Protection

インジウム化合物等を製造し、又は取り扱う作業場において労働者に使用させなければならない呼吸用保護具（平成 24 年厚生労働省告示第 579 号）

化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針（平成 27 年指針公示第 3 号）

化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針について（平成 27 年 9 月 18 日付け基発第 0918 第 3 号）

金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等（令和 2 年厚生労働省告示第 286 号）

金属アーク溶接等作業を継続して行う屋内作業場に係る溶接ヒュームの濃度の測定の方法等の施行について（令和 2 年 7 月 31 日付け基発 0731 第 1 号）

厚生労働省(2020)令和元年化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会報告書（マンガン及びその化合物並びに溶接ヒューム）令和 2 年 2 月 10 日