

# 建設現場におけるシリカばく露のリアルタイム測定



アプリケーションノート EXPMN-023 (A4-JP)

## よくある質問

### 結晶質シリカとは何ですか？また、ばく露を測定することがなぜ重要ですか？

シリカは天然物質にも人工物質にも含まれています。呼吸性シリカ粉塵は疾病管理センター (CDC) によって発がん物質とみなされており、労働安全衛生局 (OSHA) は空気中に浮遊する状態では危険物として扱うよう勧告しています。吸入性粒子はサイズが小さいため、一旦シリカが肺の深部に入った場合には、除去したり排出したりすることはできません。長期間ばく露すると肺疾患を引き起こす可能性があります。

吸入性結晶性シリカは、石、岩石、コンクリート、レンガ、ブロック、モルタルの切断、鋸引き、研削、研磨、穴あけ、粉砕などの高エネルギー作業や、砂による研磨ブラストの実行などによって生成されます。その他、汚れた場所の掃き掃除、掃除のための圧縮空気の使用、未舗装道路での重機の運転や操作、構造物の解体、シリカを含む乾燥材料の運搬なども、吸入性シリカ粉じんを発生させます。

### シリカの発生源は？

石英、クリストバライト、トリディマイトの3種類のシリカがあります。砂、コンクリート、レンガ、コンクリートブロック、石、岩板、骨材、タイル、グラウト、モルタルなどの材料はすべて、元素として結晶質シリカを含んでいます。

### 空気中の塵は目に見えません。何を測定する必要がありますか？またその理由は何ですか？

吸入性粒子は目に見えないほど小さく、肺の奥深くまで浸透します。吸入性粉じん粒子が肺に入ると、排出することはできません。OSHA は、シリカの潜在的な存在を評価するために、目に見える粉塵だけに頼らないことを作業者に推奨しています。空気中の吸入性粉じん粒子は存在する可能性があります、人間の目には見えません。

### 粉じん、エアロゾル、微粒子の違いは何ですか？

エアロゾルとは、空気やガス中に分散した微粒子浮遊物と定義されます。非常に小さな粒子または微粒子は、霧、煙、煙などの空気中に浮遊したり、エアロゾル化したりする可能性があります。リアルタイム測定器は、エアロゾル内の粉じん粒子を測定します。

### 吸入性結晶シリカはどれくらい材料中に含まれていますか？

シリカは、全粉じんサンプルに含まれる質量濃度として表される。エアロゾルのシリカ含有量を測定するには、サンプルを秤量し、ラボで分析してシリカの量を決定します。サンプルに吸入性粉塵のみが含まれている場合、サンプルに含まれるシリカは吸入性シリカです。

### 吸入性結晶質シリカの重量サンプリングはどのように行うのですか？

空気サンプルは、サイズ選択サイクロン(異なるサイクロンは異なるサイズの粒子を通過させます)に空気を引き込むサンプルポンプで収集されます。このプロセスでは、大きな粒子を捕捉し、小さな粒子をフィルターに集めることができます。フィルターに集められた粒子は、分析のために研究室に送られます。

---

## 評価の最初に校正係数を得るために重量サンプルを採取し、最後にOSHAへの準拠を証明するために別のサンプルを採取しなければならないのであれば、常に重量サンプリングを行えばよいのではないのでしょうか？

重量サンプルの採取、処理、ラボでの分析には数週間かかることもあります。OSHA基準に含まれる代替コンプライアンス方法のいずれかを使用する場合、シリカ粉塵のサンプリングは様々な時間間隔と頻度で行う必要があります。工学的管理が変更された場合、職場のばく露が基準値内に収まるまで、サンプリングプロセスが再び開始されます。このような大量の試験と再試験により、重量サンプリングは時間がかかるだけでなく、特に大規模な組織ではコストがかかります。

最後に、重量サンプリングでは、直近のばく露データがないため、サンプリング時間中に許容ばく露限界(PEL)を超えるばく露があっても、従業員には警告されません。この場合、是正措置は、ばく露が起こってからかなり後になってから取らなければなりません。リアルタイム・モニタリングは、最終的な重量サンプリングを行う前に、コントロールの調整を行い、その調整の効果を検証するための、より迅速でコストのかからない方法を提供します。

---

## 重量測定サンプリングが行われた後、DustTrak™ エアロゾルモニターまたはSidePak™ AM520 パーソナルエアロゾルモニターにどのように校正係数を入力し、粉塵レベルと吸入性シリカレベルを密接に関連付けるのですか？

リアルタイムのモニタリングが最初の評価時に重量測定サンプリングと同時に行了たと仮定すると、校正係数は両方の調査結果に基づいて計算されます。重量測定試料の分析によって得られる吸入性シリカの質量濃度と、リアルタイム測定装置のリアルタイム測光測定によって、エアロゾルのシリカ含有量の測光校正係数を計算することができます。校正係数はDustTrak™ モニターとSidePak™ AM520モニターのソフトウェアに入力されます。

各計器には複数の校正係数を含めることができます。これにより、測定対象のエアロゾル(粉じん)を生成している物質に応じて、ユーザーが希望する校正係数を選択することができます。複数の異なる材料が使用される場合は、各材料ごとに校正係数を作成する必要があります。装置は校正係数を使用して、粉塵サンプル中の吸入性シリカの計算量を表示します。

---

## リアルタイム・モニタリング機器はどのようにコストを削減するのでしょうか？

いくつかの方法で節約できます。重量測定サンプリングは、設定と実行に時間がかかるため、プロセスを管理する人(多くの場合、専門のコンサルタント)が必要になります。

特に専門の産業衛生(IH)コンサルタントに依頼する場合は、「時は金なり」です。ラボによっては、フィルター上に計量に十分な粒子があることを確認するため、最低サンプル時間(通常は数時間)を設ける必要があります。

リアルタイム測定は、わずかな時間で行うことができ、セットアップの手間もほとんどかかりません。最近のTSI™ 社内の調査によると、シリカの代表的な測定値は、重量サンプリングでは同じ測定値に2時間近くかかったのに対し、リアルタイムでは約20分で得られました。これは重量式ポンプに比べて83%の時間短縮となり、短時間の測定に非常に便利です。

第二に、どのような期間であれ、重量測定サンプルは分析のためにラボに送られなければなりません。輸送費に加え、各サンプルの処理には通常100ドル以上の費用がかかります。リアルタイム測定は即時で、再使用可能なコンポーネントを使用し、レポートの実行とコンパイルに同じレベルの管理を必要としません。

---

## 8時間の全重量平均(TWA)を測定する場合、リアルタイム粉じんモニタリングはどのように時間を節約するのですか？

リアルタイム測定器は、8時間以上のTWAでPEL以下のばく露を示す重量測定サンプルの必要性を代替するものではありません。

しかし、リアルタイム測定器は、ばく露評価の実施時、工学的管理への変更の検証時、ラボ分析にサンプルを送る時の3つの方法において、雇用者の時間(と費用)を大幅に節約できる、迅速な比較を行うためのツールです。

校正されたリアルタイム機器は、データを記録しながら、収集したばく露レベルを表示し、TWAを計算します。これにより、シリカのばく露レベルが表示され、必要に応じて直ちに是正措置を取ることができます。工学的管理が導入または調整されれば、管理または是正措置の有効性を迅速に検証することができます。

一方、重量測定サンプルは通常、空気を8時間サンプリングする必要があります。フルシフトのサンプリング後、ラボの分析結果が出るまでに通常7～10日、エンジニアリングコントロールの変更に1日、フルシフトのバリデーションサンプリングに1日、エンジニアリングコントロールが期待通りに機能していることを確認するためのラボからの検査結果が出るまでに7～10日かかります。このように、リアルタイムモニタリングで節約できる時間は、シリカばく露の評価を行う作業員やタスクが増えるにつれて大幅に増加することが容易にわかります。

---

### **リアルタイムのモニタリング機器は、サービスやメンテナンスが必要ですか？**

---

他の精密測定機器と同様、定期的な点検とメンテナンスが必要です。TSI™では、工場での校正、クリーニング、メンテナンスは、製品のユーザーマニュアルに記載されている定期的なクリーニングとともに、毎年行うことを推奨しています。機器に損傷がある場合は、直ちに修理する必要があります。

---

### **機器はどこに設置するのがベストですか？**

---

プロセス、材料、現場など、多くの要素がこれを左右します。場合によっては、専門のIHコンサルタントに、モニタリングが必要な作業や場所を特定するばく露防止計画の文書作成を手伝ってもらった必要があるかもしれません。

---

### **プロジェクトが1日か2日しかかからない場合、機器は使用中のセメントやブロックの既知のシリカ含有量に合わせて校正できますか？**

---

初期評価が完了し、校正係数が計算されて機器に入力されていると仮定すると、その校正係数はいつでも選択して使用することができます。粉じんの原料のシリカ含有量が変化していない限り、粉じんまたはエアロゾルに対する校正が適用されます。ベースラインの重量測定サンプルは、使用するセメントやコンクリートブロックの種類ごとに必要となり、シリカの含有量がそれぞれ異なる可能性が高いため、材料ごとに独自の校正係数が必要となることに注意することが重要です。

---

### **TSI™の機器は全吸入性シリカを測定していますか？**

---

直接ではありません。TSI™機器は、光散乱光度計技術を使用して、空気中の吸入性粉じんの総量を測定します。機器が適切に校正されていれば、エアロゾル試料に含まれる結晶シリカの量を測定することができます。

この機器は、粉じん中の既知のシリカ含有量に機器の測光読み取り値を補正するために、測光キャリブレーション係数を使用します。これにより、この機器は、重量測定サンプルから予想されるものと非常に近い、作業員の吸入性シリカばく露の代表的なレベルを表示することができます。

---

### **サンプリングプログラムを開始する最善の方法は？**

---

計画を策定するためには、基本的な参考資料を入手し、業界の基準や規制を知ることが必要です。OSHAによるシリカ規格は、効果的なばく露防止計画のためのガイダンスだけでなく、目標と要件を提供しています。包括的な書面によるばく露管理計画には、職場の潜在的なばく露リスクと、工学的管理、ハウスキーピング方法、作業慣行、および／またはばく露の高い場所への立ち入りの制限を使用してばく露を低減する方法が記載されています。OSHA はまた、吸入性結晶質シリカ粉じんによるばく露する可能性のある、従業員が行うすべての作業と、その作業を行う材料や環境など、ばく露に影響する要因を文書化した計画に含めることを義務付けています。

多くの場合、企業はIHコンサルタントを雇い、書面によるばく露管理計画を作成することを選択します。また、プログラムの開始(シリカばく露の具体的なレベルの決定)や懸念事項の特定にも支援が提供されると思われます。

## OSHAによって重量サンプリングが基準データとして要求されているのに、なぜリアルタイムモニタリングを行うのですか？

リアルタイムの直読機器では、最終的な重量測定サンプルを採取する前に評価を行い、工学的管理の調整を行うことができるため、コンプライアンスへの近道となります。リアルタイム機器は、ばく露レベルに関する即時の情報、危険な状態に対する即時の警告、報告用の詳細なデータ、および工学的制御に対する変更の即時の検証を提供します。リアルタイム機器を使用することで、雇用主は労働者を保護しリスクを軽減しながら、評価プロセスをより迅速かつ低コストで進めることができます。

重量測定サンプリングは、シリカ規格の遵守を証明するためにOSHAによって義務付けられており、リアルタイムモニタリングを使用することで、シリカのばく露レベルが管理され、遵守されていることを重量測定サンプルの最終的なラボ分析が示すという確信を企業に提供します。

## OSHAは、シリカばく露プログラムを取り扱う有資格者をどのように定義していますか？

OSHA は、吸入性結晶質シリカの危険性を特定できる人を有資格者と定義しています。この人物は、文書化されたばく露防止計画を実施する知識と能力を持ち、シリカの危険性を速やかに除去または最小化する権限を与えられています。労働者は、現場、材料、設備を頻繁に定期的に検査し、雇用主がまとめたばく露防止計画を実施することが求められます。

## 雇用主は複数の有資格者を雇用することができますか？

はい。雇用主は、従業員に資格があれば、どのような従業員でも有資格者に指定することができますが、この基準には具体的な訓練基準は概説されていません。従業員の資格は、実施する作業や機器の種類によって異なります。会社としては、各現場の各シフトに有資格者を配置するのが最善の方法です。その数は会社の規模によって異なります。

## OSHA 許容濃度はマイクログラムで表示され、リアルタイム機器ではミリグラムで表示されます。変換処理は簡単ですか？

1ミリグラム (mg) は1,000マイクログラム ( $\mu\text{m}$ ) に相当します。SidePak™ AM520モニターまたはDustTrak™モニターの測定値を1000倍するだけで、ミリグラムからマイクログラムに変換できます。例えば SidePak™ AM520 モニターの測定値  $0.05 \text{ mg}/\text{m}^3$  は、PEL  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  に相当します ( $0.05 \times 1000 = 50$ )。

## シリカのばく露モニタリングを支援する資格のあるコンサルタントや認定分析ラボを紹介してくれるのは誰ですか？

米国産業衛生協会 (AIHA) は、そのウェブサイト ([www.aiha.org](http://www.aiha.org)) で業界コンサルタントへのリンクを提供し、姉妹サイト ([www.aihaaccreditedlabs.org](http://www.aihaaccreditedlabs.org)) では認定試験所のリストを提供しています。

TSI および TSI ロゴは、米国における TSI Incorporated の登録商標であり、他の国の商標登録で保護されている場合があります。



Knowledge Beyond Measure.

TSI Incorporated - 詳細については、当社の Web サイト [www.tsi.com](http://www.tsi.com) をご覧ください。

米国	電話番号: +1 800 680 1220	インド	電話番号: +91 80 67877200
英国	電話番号: +44 149 4 459200	中国	電話番号: +86 10 8219 7688
フランス	電話番号: +33 1 41 19 21 99	シンガポール	電話番号: +65 6595 6388
ドイツ	電話番号: +49 241 523030		