

作業環境評価基準

昭和 63.9.1 労働省告示第 79 号

改正 平成 7.3.27 労働省告示第 26 号

労働安全衛生法第 65 条の 2 の規定（作業環境測定結果の評価を作業環境評価基準に従って行い、評価結果に基づいて必要な事後措置を講ずる義務を課する規定）は、昭和 63 年 10 月 1 日から施行された。

作業環境測定の結果の評価に基づく作業環境管理については、昭和 59 年 2 月 13 日付け基発第 69 号通達において示された「作業環境の評価に基づく作業環境管理要領」により推進されていたが、労働安全衛生法の一部を改正する法律（昭和 63 年法律第 37 号）において、作業環境測定の結果の評価等に関する条項が新たに規定されたことに伴い、前記要領の内容を基本として作業環境評価基準が制定された。

本基準は、有機溶剤、鉛、特定化学物質等又は粉じんに係わる作業場における作業環境管理の良否を判断するための具体的かつ客観的な基準を示したものである。

以下に「作業環境評価基準」の全文を紹介する。

（適用）

第 1 条 この告示は、労働安全衛生法第 65 条第 1 項の作業場のうち、労働安全衛生法施行令（昭和 47 年政令第 318 号）第 21 条第 1 号、第 7 号、第 8 号及び第 10 号に掲げるものについて適用する。

（測定結果の評価）

第 2 条 労働安全衛生法第 65 条の 2 第 1 項の作業環境測定の結果の評価は、単位作業場所（作業環境測定基準（昭和 51 年労働省告示第 46 号）第 2 条第 1 項第 1 号に規定する単位作業場所をいう。以下同じ。）ごとに、次の各号に掲げる場合に応じ、それぞれ当該各号の表の下欄に掲げるところにより、第 1 管理区分から第 3 管理区分までに区分することにより行うものとする。

1 A 測定（作業環境測定基準第 2 条第 1 項第 1 号から第 2 号までの規定により行う測定（作業環境測定基準第 10 条第 4 項、第 11 条第 2 項及び第 13 条第 4 項にお

いて準用する場合を含む。)をいう。以下同じ。)のみを行った場合

管理区分	評価値と測定対象物に係る別表に掲げる管理濃度との比較の結果
第1管理区分	第1評価値が管理濃度に満たない場合
第2管理区分	第1評価値が管理濃度以上であり、かつ、第2評価値が管理濃度以下である場合
第3管理区分	第2評価値が管理濃度を超える場合

2 A測定及びB測定(作業環境測定基準第2条第1項第2号の2の規定により行う測定(作業環境測定基準第10条第4項,第11条第2項及び第13条第4項において準用する場合を含む。)をいう。以下同じ。)を行った場合

管理区分	評価値又はB測定の測定値と測定対象物に係る別表に掲げる管理濃度との比較の結果
第1管理区分	第1評価値及びB測定の測定値(2以上の測定点においてB測定を実施した場合には、そのうちの最大値。以下同じ。)が管理濃度に満たない場合
第2管理区分	第2評価値が管理濃度以下であり、かつ、B測定の測定値が管理濃度の1.5倍以下である場合(第1管理区分に該当する場合を除く。)
第3管理区分	第2評価値が管理濃度を超える場合又はB測定の測定値が管理濃度の1.5倍を超える場合

- ② 測定対象物の濃度が当該測定で採用した試料採取方法及び分析方法によって求められる定量下限の値に満たない測定点がある単位作業場所にあつては、当該定量下限の値を当該測定点における測定値とみなして、前項の区分を行うものとする。
- ③ 測定値が管理濃度の10分の1に満たない測定点がある単位作業場所にあつては、管理濃度の10分の1を当該測定点における測定値とみなして、第1項の区分を行うことができる。
- ④ 労働安全衛生法施行令別表第6の2第1号から第47号までに掲げる有機溶剤を2種類以上含有する混合物に係る単位作業場所にあつては、測定点ごとに、次の式により計算して得た換算値を当該測定点における測定値とみなして、第1項の区分を行うものとする。この場合において、管理濃度に相当する値は、1とするものとする。

$$C = \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} + \dots$$

この式において、 C 、 C_1 、 C_2 ……及び E_1 、 E_2 ……は、それぞれ次の値を表すものとする。

C 換算値

C_1 、 C_2 …… 有機溶剤の種類ごとの測定値

E_1 、 E_2 …… 有機溶剤の種類ごとの管理濃度

(評価値の計算)

第3条 前条第1項の第1評価値及び第2評価値は、次の式により計算するものとする。

$$\log E_{A1} = \log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084}$$

$$\log E_{A2} = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084)$$

これらの式において、 E_{A1} 、 M_1 、 σ_1 及び E_{A2} は、それぞれ次の値を表すものとする。

E_{A1} 第1評価値

M_1 A測定の実測値の幾何平均値

σ_1 A測定の実測値の幾何標準偏差

E_{A2} 第2評価値

② 前項の規定にかかわらず、連続する2作業日(連続する2作業日について測定を行うことができない合理的な理由がある場合にあっては、必要最小限の間隔を空けた2作業日)に測定を行ったときは、第1評価値及び第2評価値は、次の式により計算することができる。

$$\log E_{A1} = \frac{1}{2}(\log M_1 + \log M_2) + 1.645 \sqrt{\frac{1}{2}(\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2}(\log M_1 - \log M_2)^2}$$

$$\log E_{A2} = \frac{1}{2}(\log M_1 + \log M_2) + 1.151 \left\{ \frac{1}{2}(\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2}(\log M_1 - \log M_2)^2 \right\}$$

これらの式において、 E_{A1} 、 M_1 、 M_2 、 σ_1 、 σ_2 及び E_{A2} は、それぞれ次の値を表すものとする。

E_{A1} 第1評価値、 E_{A2} 第2評価値

M_1 1日目のA測定の実測値の幾何平均値

M_2 2日目のA測定の実測値の幾何平均値

σ_1 1日目のA測定の実測値の幾何標準偏差

σ_2 2

定する。 1 測定点のサンプリングに1時間以上を要する場合には、全測定点において同時測定を行ってもよい。

(2) B測定

単位作業場所内で、

- ① 有害物の発生を伴う作業であって、単位作業場所の中で発生源とともに移動しながら行う作業がある場合
- ② 単位作業場所の中で有害物質の発散を伴うような原材料などの投入作業や点検作業が間欠的に行われる場合
- ③ 有害物質を発散する可能性のある装置、設備などの近くで、固定して行う作業がある場合または有害物質の発散を伴う作業を作業者の近くで固定して行う場合

には、A測定とは別に、B測定を実施する必要がある。

① B測定の測定点

B測定は、A測定を実施する単位作業場所内の生産工程、作業態様および有害物質の発散状況などから判断して、当該有害物質の気中濃度が最大になると考えられる作業位置および時間において実施する。

B測定は高濃度ばく露の予想される作業位置の気中濃度の測定であってばく露濃度の測定ではないから、測定時にその地点に作業者がいなくても、行くことがあるならばその位置で測定を行う。

気中濃度が高いと思われる労働者の作業位置が2以上あって、どこが最大濃度になるか予測できない場合には、それらのすべての点で測定を行い、得られた測定値のうちの最大のものをB測定値とする。

② B測定の実施方法

B測定のサンプリング方法、分析方法はA測定と同じ方法を用いる。

2. 測定結果の評価の考え方

第3編第2章で述べたように、有害物質の環境気中濃度は変動が大きいので、作業環境測定の結果から環境の状態を評価するには、平均濃度だけでなく変動も考慮することが必要である。

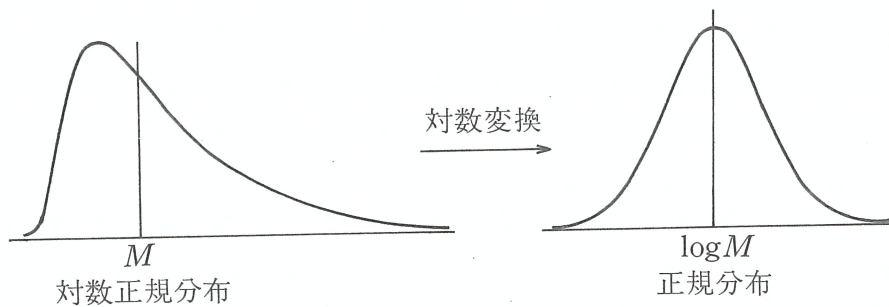


図 4.6 対数正規分布と正規分布の関係

一般に変動のある状態を統計的に評価する方法として、平均値や標準偏差などから母集団における特性値を推定するという方法が使われるが、有害物質の環境気中濃度は対数正規型に近い分布をするので、A測定の結果を評価する際にはいったん測定値を対数変換して分布を正規型に直しておくと、平均濃度の比較やある値を超える濃度が出現する確率などを測定値から計算するときにも数表などがよく整備されている正規分布の理論が利用できて好都合である。対数変換して求めた平均値を幾何平均値、標準偏差を幾何標準偏差と呼ぶ。作業環境測定では測定値から、幾何平均 (M)⁶⁾ および幾何標準偏差 (σ)⁶⁾ を計算することになっている。

(1) 幾何平均の求め方

測定値 C_i の常用対数 $x_i (i=1 \sim n)$ を求め、1日目の x_i の平均値 \bar{x}_1 を計算する。

$$x_i = \log C_i \quad (4.5)$$

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \quad (4.6)$$

2日目についても同様にして \bar{x}_2 を求める。 \bar{x}_1 と \bar{x}_2 とから、平均値 \bar{x} を計算する。 \bar{x}_1 の真数 M_1 が1日目の測定に対する幾何平均、 \bar{x}_2 の真数 M_2 が2日目の測定に対する幾何平均、 \bar{x} の真数 M が2日間の測定に対する幾何平均である。

6) 通常幾何平均は GM または M_g 、幾何標準偏差は GSD, σ_g などと書かれるが、本書では添字が複雑になるのでそれぞれ M , σ を使い、普通の平均 (算術平均) と標準偏差 (算術標準偏差) を表わすときには、 M_a , σ_a を用いる。

$$\bar{x} = \frac{1}{2} (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \quad (4.7)$$

$$\bar{x}_1 = \log M_1 \quad (4.8)$$

$$\bar{x}_2 = \log M_2 \quad (4.9)$$

$$\bar{x} = \log M \quad (4.10)$$

(2) 幾何標準偏差の求め方

1日目の測定値から、式(4.11)により $\log \sigma_1$ を、また2日目の測定から、式(4.12)により $\log \sigma_2$ を計算する。

$$\log \sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x}_1)^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_i^2 - n \cdot \bar{x}_1^2)} \quad (4.11)$$

$$\log \sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x}_2)^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_i^2 - n \cdot \bar{x}_2^2)} \quad (4.12)$$

$\log \sigma_1$ と $\log \sigma_2$ とから式(4.13)により $\log \sigma$ を計算する。

$$\log \sigma = \sqrt{\frac{\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2}{2} + \frac{1}{2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2} \quad (4.13)$$

$\log \sigma_1$ の真数が1日目の測定に対する幾何標準偏差 σ_1 、 $\log \sigma_2$ の真数が2日目の測定に対する幾何標準偏差 σ_2 、 $\log \sigma$ の真数が2日間の測定に対する幾何標準偏差 σ である。

(3) 著しく低い濃度の取扱い

環境中有害物質の濃度が低いと分析値がゼロまたはN.D.と表示されることがあるが、それは捕集空気量と分析感度に下限界があるからで、環境中に全く有害物質がないことを意味するとは限らない。測定値がゼロまたはN.D.のときには環境濃度 C_i としては、測定に使用した試料採取方法及び分析方法によって求められる定量下限の値を、当該測定点における測定値とみなす。

また、測定値が管理濃度の10分の1に満たない測定点がある単位作業場所では、管理濃度の10分1を当該測定点における測定値とみなして、計算を行ってもよい。

平均濃度の日間の変動をも評価に盛り込むため、作業環境測定は作業が行われている2日間にわたって行うことが望ましいが、2日間の測定が極

めて困難であったり、現実的な意味をもたないようなときは、1日の測定値によって評価ができるようにしておく必要がある。1日だけの測定値で評価を行う場合には日間の変動を考慮して、 M 、 $\log \sigma$ の代わりに M_1 および $\sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084}$ をそれぞれ用いることにしている。0.084 は日間変動の分布の90%上側値の推定値であり、経験的な値である。

また、2作業日測定を行った場合には、管理水準との比較をする前に、まず2日間のデータ M_1 と M_2 、 σ_1 と σ_2 について F検定を行って、有意差のないことを確認しておく。有意差のある場合には、どちらか1日の環境状態が良くないはずで、それだけでも改善措置の手掛りが得られるケースが多い。

有意差検定の結果に納得がいかなければ、再度測定をやり直すことが必要である。また管理区分の決定は、悪い方の1日のデータを使って、1日測定の場合の決定法で決定する。2日間のデータに有意差があるということは折角2日間測定を行っても、対象となる環境が日によって違っていたということであり、それを一緒にして2日間測定の基準に当てはめても無意味である。

(4) 管理区分の決定法

有害物質の気中濃度は数多くの要因の影響を受けるから通常大きな変動を伴っている。したがって、評価のための基準値をもうけ、測定値が基準

管理区分	作業場の状態
第1管理区分 〔第1管理水準〕	当該単位作業場所のほとんど(95%以上)の場所で気中有害物質の濃度が管理濃度を超えない状態
第2管理区分 〔第2管理水準〕	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超えない状態
第3管理区分	当該単位作業場所の気中有害物質の濃度の平均が管理濃度を超える状態

図 4.7 管理水準と管理区分

値より上回るか下回るかによって判断しようとする、「よく管理されている」と「改善を要するほどに危険である」という極端な判断の移動が同一作業場に対してしばしば起こってしまう。このような矛盾を避けるため、昭和 63 年に改正された労働安全衛生法の施行に伴って告示された作業環境評価基準では、作業環境測定結果から環境を評価するのに、品質管理において行われているような二つの水準によって三つの管理区分に分類する方法をとることとしている（図 4.7）。

① 第 1 管理水準、第 1 評価値の意味と第 1 管理区分

第 1 管理水準は、測定結果がこれより低ければ「その単位作業場所の環境はよく管理されている」と判断をしてもよいレベルという意味をもっている。環境がよく管理されているという限界をどこにするかは難しい問題であるが、一般的には一応次のような考え方のもとに決められている。

イ A 測定の第 1 管理水準と第 1 評価値

第 1 評価値とは、単位作業場所において考え得るすべての測定点の作業時間における気中有害物質の濃度の実現値のうち、高濃度側から 5% に相当する濃度の推定値をいう。

A 測定の結果から統計学的に考えて、その単位作業場所の中に考えられるすべての測定点の濃度のうち 95% が管理濃度 E より低濃度、言い換えれば考え得るすべての測定点のうち管理濃度 E 以上となる測定点は 5% であるような状態、すなわち第 1 評価値が管理濃度と等しくなる状態が A 測定の第 1 管理水準である（図 4.8）。

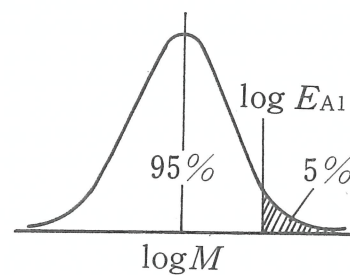


図 4.8

具体的には A 測定の測定値の幾何平均値を M 、幾何標準偏差を σ とすると、正規分布 (0.1) の上側 5% の点は、1.645 であるから、A 測定に関する第 1 評価値 E_{A1} は、

$$\log E_{A1} = \log M + 1.645 \log \sigma \quad (4.14)$$

となる。ただし、1 日測定の場合の評価値の算出にあたっては、測定値の日間変動を考慮する必要があるため、日間変動の分布の 90% 上側値の推定値

であり、経験的な値である 0.084 を含めた次の式を用いる。

$$\log E_{A1} = \log M_1 + 1.645\sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084} \quad (4.15)$$

また、連続する 2 作業日に測定を行った時は、1 日目と 2 日目の測定値の幾何平均値を M_1 , M_2 及び幾何標準偏差を σ_1 , σ_2 とすると、次の式により E_{A1} を求めることができる。

$$\log E_{A1} = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.645 \sqrt{\frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2} \quad (4.16)$$

ロ B 測定の第 1 管理水準

B 測定の定義からして、作業者のばく露濃度は B 測定で得られた濃度を超えることはないと考えられるので、B 測定で得られた濃度 C_B が管理濃度 E より低ければ、管理状態はよいと考える。したがって、

$$C_B = E \quad (4.17)$$

で表される状態が B 測定に対する第 1 管理水準である。

ハ 第 1 管理区分

管理濃度 E 、第 1 評価値 E_{A1} および B 測定値 C_B の比較の結果 $E_{A1} < E$ であり、かつ $C_B < E$ であれば、A, B 両測定結果が第 1 管理水準より良好であるということになり、そのような単位作業場所は第 1 管理区分にあり、作業環境管理が適切であると評価される。

② 第 2 管理水準、第 2 評価値の意味と第 3 管理区分

作業環境気中有害物質の平均濃度（幾何平均ではない）が管理濃度を超えるような作業環境の状態は労働者の健康にとって好ましくない環境と考え、その限界を第 2 管理水準とすると、第 2 管理水準より悪い環境は第 3 管理区分に相当することになる。

第 2 管理水準は次のようにして定量的に表現することができる。

イ A 測定の第 2 管理水準

単位作業場所における気中有害物質の平均濃度 \bar{C} は、測定の結果から得られる M , σ の値を用いて、式(4.18)から推定することができる。

$$\ln \bar{C} = \ln M + \frac{1}{2} \ln^2 \sigma \quad (4.18)$$

第2管理水準では平均濃度 \bar{C} と管理濃度 E が等しいとしたから、式(4.18)の \bar{C} を E でおきかえ、自然対数と常用対数との関係式(4.19)を用いることにより式(4.22)が導かれる。

$$\ln X = \ln 10 \cdot \log X = 2.3026 \log X \quad (4.19)$$

$$\ln E = \ln M + \frac{1}{2} \ln^2 \sigma \quad (4.20)$$

$$\log E = \log M + \frac{1}{2} \ln 10 \cdot \log^2 \sigma \quad (4.21)$$

$$\log E = \log M + 1.151 \log^2 \sigma \quad (4.22)$$

式(4.22)で表わされる関係がA測定に対する第2管理水準となる。

したがって、

$$\log E < \log M + 1.151 \log^2 \sigma \quad (4.23)$$

であれば管理が不適切であり、直ちに改善が要求される第3管理区分と判断される。

第2評価値は、単位作業場所における気中有害物質の算術平均濃度の推定値 \bar{C} をいうものであり、第2評価値 E_{A2} と管理濃度 E が等しい状態がA測定の第2管理水準である。そこで式(4.22)の E を E_{A2} でおきかえ、

$$\log E_{A2} = \log M + 1.151 \log^2 \sigma \quad (4.24)$$

となる。

しかし、第1評価値の場合と同様に測定値の日間変動を考慮すると、計算式は次のようになる。

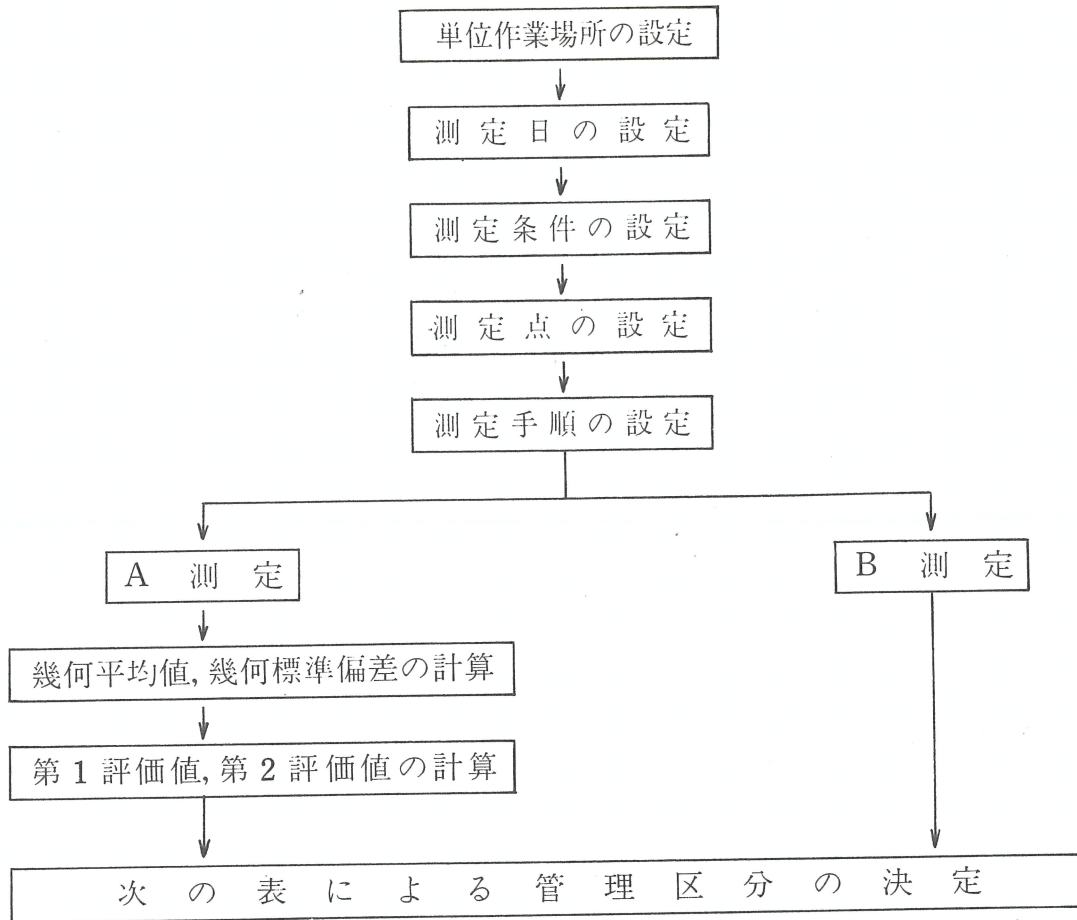
$$\log E_{A2} = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084) \quad (4.25)$$

また、連続する2作業日に測定を行った時は、次の式により E_{A2} を求めることができる。

$$\log E_{A2} = \frac{1}{2} (\log M_1 + \log M_2) + 1.151 \left\{ \frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2 \right\} \quad (4.26)$$

□ B測定の第2管理水準

作業環境測定結果に基づく評価のフローシート



1 A測定のみを実施した場合

A 測定		
第1評価値 < 管理濃度	第2評価値 ≤ 管理濃度 ≤ 第1評価値	第2評価値 > 管理濃度
第1管理区分	第2管理区分	第3管理区分

2 A測定及びB測定を実施した場合

		A 測定		
		第1評価値 < 管理濃度	第2評価値 ≤ 管理濃度 ≤ 第1評価値	第2評価値 > 管理濃度
B 測 定	B測定値 < 管理濃度	第1管理区分	第2管理区分	第3管理区分 *
	管理濃度 ≤ B測定値 ≤ 管理濃度 × 1.5	第2管理区分	第2管理区分	第3管理区分
	B測定値 > 管理濃度 × 1.5	第3管理区分 **	第3管理区分	第3管理区分

** 発生元

* デザイン

B測定で得られた濃度 C_B が管理濃度 E の1.5倍を超える場合には、管理状態がよくないと考える。したがって、

$$C_B = 1.5 E \quad (4.27)$$

で表される状態がB測定に対する第2管理水準である。

ハ 第3管理区分

計算の結果求められた E_{A2} が E を超えているか、もしくは C_B が $1.5 E$ を超えているなら、その単位作業場所は第3管理区分にあり、作業環境管理が適切でないと評価される。

③ 第2管理区分

第1管理区分でも第3管理区分でもないなら、その単位作業場所は第2管理区分にあり、作業環境管理になお改善の余地があると評価される。

④ 管理区分決定の手順

作業環境測定から管理区分を決定するまでの流れを図4.9に示す。

3. 管理区分に応じて講ずべき措置

管理区分に応じて講ずべき措置は次のとおりである。

管理区分	講 ず べ き 措 置
第1管理区分	現在の管理の継続的維持に努める
第2管理区分	施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、作業環境を改善するため必要な措置を講ずるよう努める
第3管理区分	① 施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、作業環境を改善するため必要な措置を講ずる ② 有効な呼吸用保護具の使用 ③ 健康診断の実施その他労働者の健康の保持を図るため必要な措置を講ずる

A測定の評価が良くないために第3管理区分に入る場合には、その単位作業場所の環境が不良ということであるが、その原因がMの大きいことに

あるならば、全体的に環境が汚染しているということで発散源対策のほか
に全体換気などの対策が効果を上げる場合がある。また σ が大きいことが
原因の場合には、もとの測定データに戻って高濃度の出た測定点の付近を
調べ、対策不十分な発散源を見つけて、密閉、局排、工程変更その他発散
源対策を行わなければならない。

A測定の評価が悪くないのにB測定の評価が悪いため第3管理区分に
入る場合には、作業者の付近の濃度が他の場所にくらべて特に高いので、そ
の作業の行われている場所または作業そのものに問題がある。改善措置と
しては、設備、作業方法の改善のほか、適切な個人用保護具の使用による
過大なばく露の防止などの対策が考えられる。

また測定の際の技術的な誤りなどのために評価が悪くなることもある。A
測定の場合、A測定の評価が悪いのにB測定の評価が良い場合
などは、測定のデザイン、特に測定日、測定時刻の選び方、単位作業場所
の範囲の設定の仕方、サンプリングと分析の誤差、検量線の誤り、相対濃
度指示方法の換算係数を求める際の誤りなどが原因であることがしばしば
経験されている。したがって環境や作業に評価を悪くする原因が見つから
ない時には、測定そのものを再検討することも必要である。

4. 継続的な作業環境管理の重要性

作業環境測定の結果は、前節に述べたように管理水準と比較し、悪い状
態にある場合、あるいは計画どおりの良好さが確保されていない場合には、
有害工程の密閉、隔離、局所排気、作業方法など作業環境管理対策の見直
しを行う。

労働安全衛生法第65条には、作業環境測定を行った場合には労働省令で
定めるところによって結果を記録しておかなければならないことが規定さ
れている。記録の項目はそれぞれの省令に規定されているが、その中には
測定結果に基づいて講じた改善措置の概要が含まれており、測定結果を測
定だけに終わらせずその後の作業環境管理に活用することはもちろん作業
管理、健康管理、さらに進んでより快適な作業環境の形成に役立てること