

地下工事における粉じん測定の手針

(1986年11月)

建設業労働災害防止協会

ま え が き

建設業においては、じん肺をめぐる最近の情勢や施工技術の変化に伴う発じん形態の変化等に対応した粉じん対策の検討が緊急の課題の一つとなってきています。

ずい道建設工事等地下工事における粉じん対策を効果的に進めるためには、坑内の気中粉じん濃度を的確に把握し、作業環境の評価を行い、それに対応した方策を講ずることが極めて重要であります。

しかしながら、地下工事における粉じん作業場は、工事の進捗に伴い、時々刻々変化する等の特殊事情があり、労働安全衛生法に基づく一般産業を対象とした作業環境測定基準をそのまま準用することは、いささか問題があると考えられます。

このため、関係事業場では、それぞれ独自の工夫をこらしながら測定や工学的な対策を試行しているのが現状で、対策の基本となる粉じん測定の方法も各社各様の実情にあり、建設業界のコンセンサスの得られる粉じん測定の指針の策定が強く望まれていました。

当委員会では、この要望に応えるため、昭和59年4月「測定部会」を設け、資料の蒐集、現状の分析、素案の検討を重ね昭和60年10月には「地下工事における粉じん測定の指針(案)」をとりまとめ、これを引続き委員所属会社(13社)のずい道建設工事現場で試行して参りました。

その結果、各社から改正意見が提出されましたので、これをもとに、昭和61年4月測定部会を拡充強化してさきの指針(案)に検討を加え、一層実行可能なものとして、今回、この指針を策定し建設業界に広く提示することとしたものであります。

なお、この指針は以上のような経過で、現段階で必要かつ可能な方法を建設業界として初めて定めたものでありますので、今後、この指針の実施過程で、より実際的でかつ有効な方法が提案され、よりよい指針となっていくことを念願しております。

終わりに、この指針作成にご尽力頂いた測定部会の委員各位並びにご指導を頂いた労働省労働衛生課の方々に厚くお礼申し上げます。

昭和61年11月

建設業労働災害防止協会 労働衛生対策委員会

労働衛生対策委員会委員名簿

委員長	浜 武 洋 一	㈱ 熊 谷 組	労 務 安 全 部 長
委 員	木 口 健 児	鹿 島 建 設 ㈱	労務安全部安全課長
"	渡 辺 弘 美	大 成 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	門 馬 敏	前田建設工業㈱	安 全 労 務 部 長
"	平 松 司	戸 田 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	内 田 敏 夫	東 急 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	桑 原 宏 次	㈱ 大 林 組	労 務 安 全 部 長
"	神 戸 武 夫	飛 島 建 設 ㈱	安 全 部 長
"	松 澤 清	西 松 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	大 林 忠 雄	㈱ 間 組	労 務 安 全 部 長
"	佐 崎 昭 二	佐 藤 工 業 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	成 川 晴 継	三 井 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
"	篠 田 守 人	清 水 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
前 委 員	白 石 道 夫	大 成 建 設 ㈱	前 労 務 安 全 部 長
"	岩 沢 辰 男	清 水 建 設 ㈱	" 安 全 部 長
"	田 中 宏	飛 島 建 設 ㈱	" 労 務 安 全 部 長
"	内 田 哲 太 郎	戸 田 建 設 ㈱	" 労 務 安 全 部 長
"	唐 沢 厚 雄	戸 田 建 設 ㈱	" 労 務 安 全 部 次 長
"	石 橋 省 一	三 井 建 設 ㈱	" 労 務 安 全 部 長
"	浜 田 裕	㈱ 大 林 組	" 労 務 安 全 部 長

(順不同敬称略)

労働衛生測定部会委員名簿

部 会 長	内 田 敏 夫	東 急 建 設 ㈱	労 務 安 全 部 長
委 員	原 田 実	鹿 島 建 設 技 術 研 究 所	主 任 研 究 員
"	佐 藤 久	(社)日本トンネル技術協会	技 術 部 長
"	秋 野 秀 夫	㈱ 熊 谷 組	労 務 安 全 部 長 付
"	西 村 茂 樹	西 松 建 設 ㈱	土 木 設 計 部 副 部 長
"	池 崎 友 治	大 成 建 設 ㈱	安 全 管 理 室 課 長
"	横 田 依 早 弥	鹿 島 建 設 技 術 研 究 所	主 任 研 究 員
"	木 村 二 郎	中央労働災害防止協会 労働衛生検査センター	衛 生 管 理 士
"	小 坂 稔	労働省労働基準局安全衛生部環境改善室	中央労働衛生専門官
前部会長	白 石 道 夫	大 成 建 設 ㈱	前 労 務 安 全 部 長

(順不同敬称略)

目 次

1. 測 定 計 画	1
1.1 粉じん測定事業所	1
1.2 計画の策定	1
1.3 計画の内容	1
2. 測 定 の 実 施	2
2.1 測定対象作業	2
2.2 測定の種類及び実施時期	2
2.3 測 定 者	2
2.4 開始時の測定	2
2.4.1 測 定 の 方 法	2
2.4.2 測 定 点	3
2.4.3 測 定 の 時 刻	8
2.5 定期の測定	10
2.5.1 測 定 の 方 法	10
2.5.2 測 定 点	10
2.5.3 定 点 測 定	10
2.6 随 時 測 定	10
3. 測 定 実 務	11
3.1 測定のプロージャート	11
(フローチャート)	12
3.2 測 定 準 備	13

3.3 質量測定方法(エアサンプラ)	13
3.3.1 原 理	13
3.3.2 器種ごとの測定方法	14
3.3.2-(1) 例 - 1	14
3.3.2-(2) 例 - 2	17
3.3.3 粉じん濃度の求め方及び流量補正	19
3.3.4 K値(質量濃度換算係数)の算出	20
3.4 相対濃度測定方法	20
3.4.1 (光散乱式)デジタル粉じん計	20
3.4.1-(1) 原 理	20
3.4.1-(2) 器種ごとの測定方法	21
3.4.1-(3) 粉じん質量濃度の算出	25
3.4.2 ビエゾバランス粉じん計	25
3.4.2-(1) 原 理	25
3.4.2-(2) 名 称	26
3.4.2-(3) 測 定 準 備	26
3.4.2-(4) 測 定	27
3.4.2-(5) 粉じん質量濃度の算出	29
3.5 風 速 測 定	29
3.5.1 (定温度型熱線式)風速計の原理	29
3.5.2 名 称	30
3.5.3 測 定 準 備	30
3.5.4 測 定	31

4. 測定値の整理.....	32
4.1 幾何平均濃度.....	32
4.2 幾何標準偏差.....	32
(計算方法の例示)	33
(参考) 測定結果の活用.....	37
5. 作業環境改善等と記録の保存.....	41
様式1 K値の算定用紙.....	42
様式2 エアサンプラ測定実施記録用紙.....	43
様式3 デジタル粉じん計(又はピエゾバランス粉じん計) 測定実施記録用紙.....	44

参 考

(1) 施工方法別測定場所例.....	45
(2) 粉じん測定器具一覧.....	75
(3) 作業環境の評価に基づく作業環境管理の推進について (昭和59年2月13日基発第69号通達)	80

1. 測定計画

1.1 粉じん測定事業所

粉じん測定を行う工事(以下単に「工事」という。)の種類は、次のとおりとする。ただし、多量の湧水を伴う工事等測定不能なものについては、この限りではない。

- ① ずい道の建設工事
- ② 地下発電所建設工事
- ③ 地下備蓄建設工事
- ④ シールド工事(密閉型シールド工事を除く。)
- ⑤ その他、掘削を伴うトンネル態様の工事

1.2 計画の策定

施工に先だち、工事の元請事業場の長は、粉じんの測定計画を策定する。

1.3 計画の内容

粉じん測定計画の内容は、次のとおりとする。

- ① 使用測定器具の選定
- ② 測定者の決定
- ③ 測定対象作業の決定
- ④ 作業別測定点の決定
- ⑤ 測定結果の解析方法の決定
- ⑥ 測定サイクルの決定(開始時、定期)
- ⑦ 質量濃度換算係数(以下単にK値という。)の算出及び遊離けい酸含有率の測定
- ⑧ 定点測定の決定

なお、可燃性ガスが発生するおそれのある工事については、防爆型の測定器の使用について留意する。

2. 測定の実施

2.1 測定対象作業

測定の対象作業は、坑内における次の作業とする。

- ① せん孔・発破作業
- ② 機械掘削作業
- ③ ずり積みおろし及び運搬作業
- ④ コンクリート吹付け作業
- ⑤ コンクリート混練及び打設作業
- ⑥ モルタル注入プラント作業
- ⑦ シールドの掘進作業（密閉型シールド工事の作業を除く。）

2.2 測定の種類及び実施時期

測定は、開始時の測定、定期的測定、随時測定の3種類とする。

- ① 開始時の測定は、原則として、ずい道の建設工事にあつては、坑口より切羽までの距離が100mに達するまでの時点、その他の工事にあつては、これに準ずる時点をもって実施する。
- ② 定期的測定は、毎月2回実施する。
- ③ 随時測定は、必要の都度実施する。

2.3 測定者

測定者は、自社内教育を修了した者又は公的資格者とする。

2.4 開始時の測定

開始時の測定は、坑内等作業環境における空気中の粉じん濃度の実態把握及び事後実施する定期的測定に必要なK値を求めるため、工事開始後、最初に行う測定をいう。

2.4.1 測定の方法

開始時の測定は、相対濃度測定方式の光散乱式デジタル粉じん計（又は、ピエゾバランス粉じん計）により各測定点の測定を行うとともに、測定点のうちの1箇所以上の測定点で、質量濃度測定方式のエアサンプラとによる併行測定を行いK値の算出をする。また、遊離けい酸含有率の測定を行う。

2.4.2 測定点

上記2.1の対象作業場所の測定範囲（いわゆる単位作業場所をいう。）は、当該作業場所内で移動する労働者の行動範囲、粉じんの分布等を勘案して決定する。

① 測定点設定の原則

各作業別測定点の平面的な設定方法は、次によることを原則とするが、各作業別の測定点の設定の標準例を④に示すので、これを参考として設定する。

イ、ずい道等については、縦横の間隔は異なってもよいが、縦側あるいは横側の間隔は、それぞれ等間隔となるように平面図上に線を引き、縦横の線の交点を測定点とする。測定点は6点を目途とする（図1の(a)参照）。

作業場所が直線で区切れないときは、平行線はその形にそって曲率をもってよい。（図1の(b)参照）。

測定点は、側壁から1m以上離すよう配慮する。

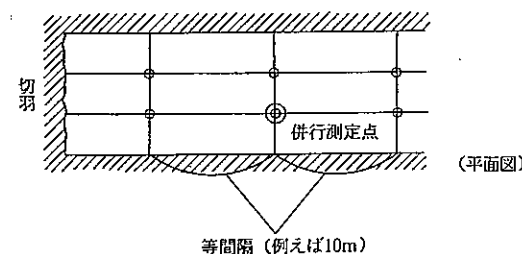


図1の(a) ずい道等で作業場所が細長い場合

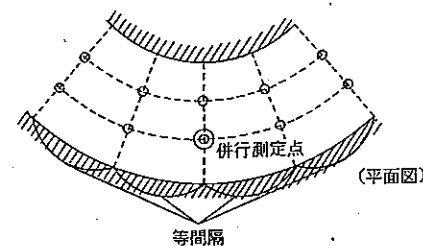


図1の(b) 作業場所が直線で区切れない場合

図 ○印は、測定点を、◎印は併行測定点を示す。（以下同様）

- ロ. 地下発電所工事等单位作業場所が広い場合は、ほぼ中央を原点とし、平面図上に縦横等間隔に線を引き、縦横の交点を測定点とする。○点は5点以上とし、最大20点を目標とする（図1の(c)参照）。

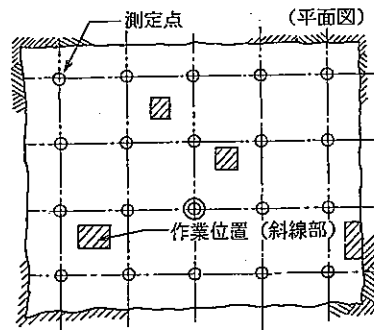


図1の(c) 広い空間内で作業場所が分散している場合

- ハ. 測定点が掘削機械等と重なり、その点上に労働者が位置することが考えられない測定点は除外する（図1の(d)参照）。

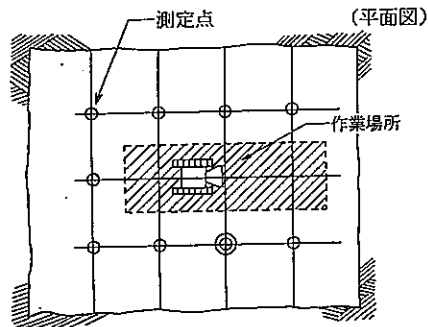


図1の(d) 広い空間内で作業場所が限定されている場合

- ニ. 作業場所が狭く、原則に従って測定点を求めると測定点の数が5点未満となる場合は、○の間隔を狭める等適当な方法（例えば図1の(e)参照）で、測定点を5点以上とるよう配慮する。

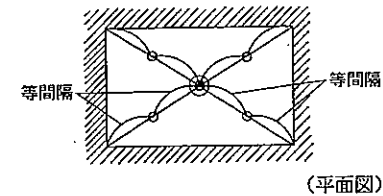


図1の(e) 作業場所が狭い場合

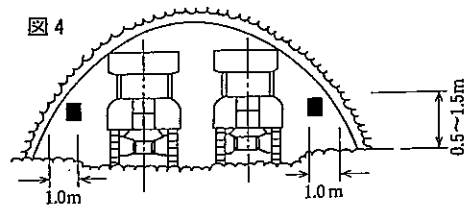
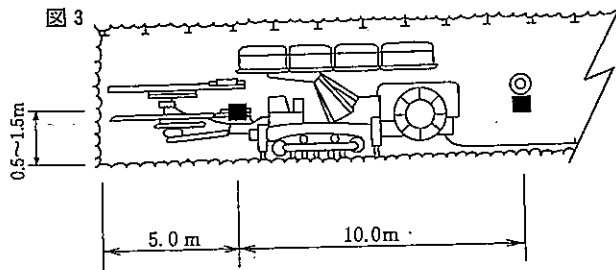
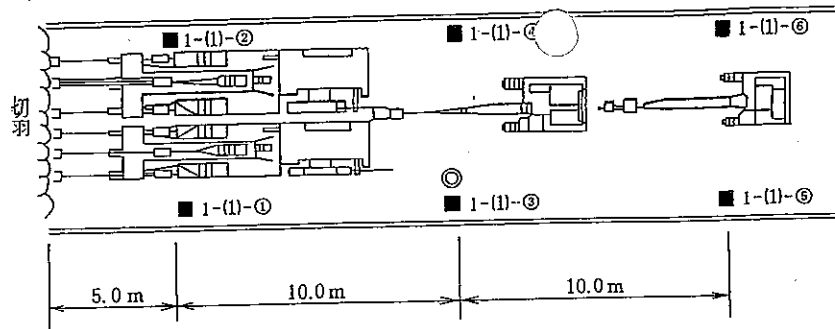
- ホ. 作業場所が上記二の場合よりさらに狭く、5点の測定点をとることが困難な場合には、測定回数の合計が5回以上となるように、各測定点で繰返し測定を行う。

- ② 測定点の高さは、人間の呼吸域における濃度を測定するので、床上0.5 m～1.5 mとする。併行測定を行う際には、堆積粉じんの吸込みを避けるよう十分配慮する。
- ③ 併行測定は、運搬機等の運行に支障のないところで、ほぼ中央に位置する1箇所以上の測定点で、デジタル粉じん計（又は、ピエゾバランス粉じん計）とエアサンプラの吸込口の高さ及び方向を揃え、同時に10分間以上サンプリングする。（低濃度で秤量する粉じん量が採取できないときは、ろ紙が着色する程度までサンプリングするよう配慮すること。）
- ④ 粉じん作業別の測定点設定の標準例

イ. せん孔作業

測定点の数は6点以上を原則とするが、導坑等狭隘なずい道におけるせん孔作業の測定は片側3点以上とする（図2～4参照）。

図 2



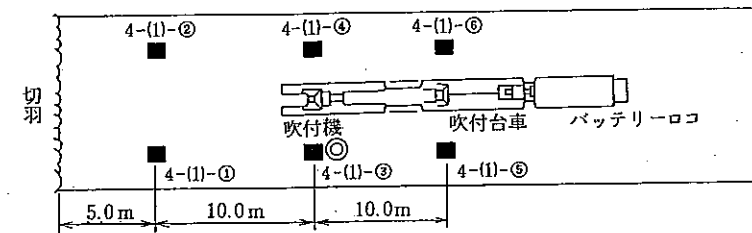
ロ. 機械掘削・ずり積みおろし及び運搬作業

機械掘削・ずり積みおろし作業の測定点は、前記せん孔作業に準じて定める。この場合、ずり積み機等の運行に支障をきたすことのないように特に留意すること。ずり運搬作業は、下記 2.5.3 に示す定点測定により行う。

ハ. コンクリート吹付け作業・コンクリート混練の作業及びモルタル注入プラントの作業

コンクリート吹付け作業・コンクリート混練の作業及びモルタル注入プラントの作業の測定点は図 5 のとおりとする。

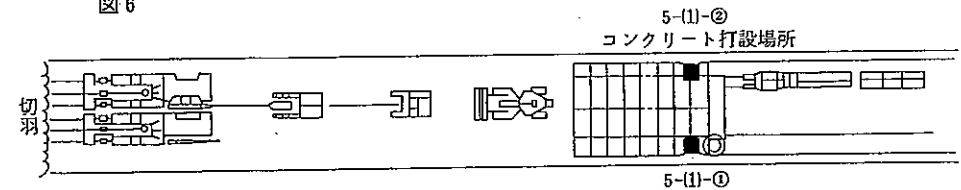
図 5



ニ. 中間コンクリート打設作業

中間コンクリート打設作業の測定点は図 6 のとおりとする。

図 6



ホ. シールドの掘進作業

密閉型によるシールドの建設作業を除き、測定点は図 7 及び図 8 のとおりとする。

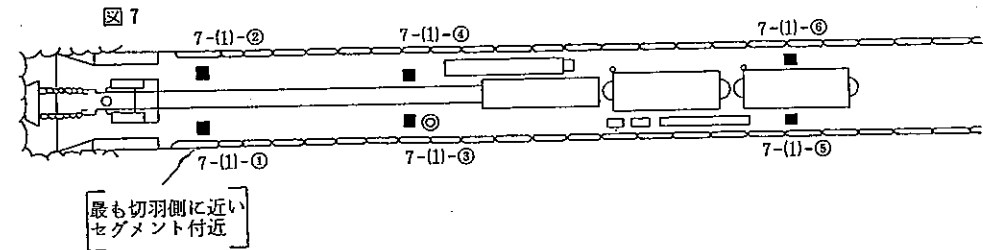
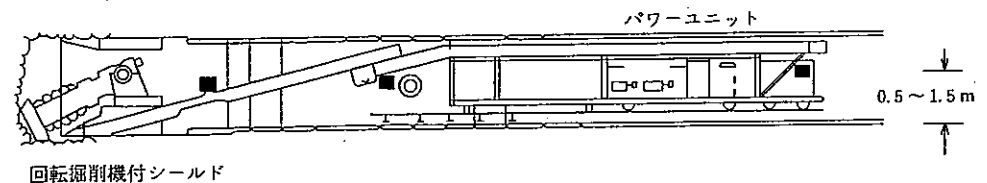


図 8



へ、その他、測定を必要とする作業の測定点

地下発電所盤下げ作業等測定範囲の広い粉じん作業で測定を必要とするものの

測定点は、前記④の原則に従い設定する。

2.4.3 測定時刻

測定の時刻は、休憩時、機械設備の稼働休止時を除き、正常な作業時間帯に行い、作業開始直後は避ける。

〔固有番号〕

測定点は工法が決定した時点で、測定する作業の種類（例えば、せん孔・発破作業なら1の番号をつける。）と作業場所（例えば、切羽が2箇所ときは、(1)と(2)の番号をつける。）と測定点（六つなら①～⑥）を定め、当該作業が完了するまで下記に従い固有の番号を設定する（図2.5.6.7及び次頁の表1参照）。

粉じん作業の種類	固有番号
1. せん孔・発破作業	親番号を1とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 1-(1)-①, ②・・・, 1-(2)-①, ②・・・
2. 機械掘削作業	親番号を2とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 2-(1)-①, ②・・・, 2-(2)-①, ②・・・
3. ずり積みおろし作業	親番号を3とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 3-(1)-①, ②・・・, 3-(2)-①, ②・・・
4. コンクリート吹付け作業	親番号を4とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 4-(1)-①, ②・・・, 4-(2)-①, ②・・・
5. コンクリート混練及び打設作業	親番号を5とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 5-(1)-①, ②・・・, 5-(2)-①, ②・・・
6. モルタル注入プラント作業	親番号を6とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 6-(1)-①, ②・・・, 6-(2)-①, ②・・・
7. シールドの掘進作業	親番号を7とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 7-(1)-①, ②・・・, 7-(2)-①, ②・・・
8. 定点測定	親番号を8とし、測定場所の(1)から始まる子番号と測定点の①から始まる孫番号を付す。 8-(1)-①, ②・・・, 8-(2)-①, ②・・・
9. その他	上記に準じ9以降順次決定する。

表1 粉じん作業の種類別固有番号

2.5 定期の測定

定期の測定は、工事の進捗に伴う坑内等作業環境における空気中の粉じん濃度の実態を把握し、前回の測定結果と併せ、粉じん防止対策の効果を把握するため、定期に行う測定をいう。

2.5.1 測定の方法

定期の測定は、デジタル粉じん計（又はピエゾバランス粉じん計）により、前記2.1に示す測定対象作業箇所及び下記2.5.3に示す定点測定の測定地点について測定し、その測定値にK値を乗じて質量濃度に換算する。

2.5.2 測定点

定期の測定の測定点は、開始時の測定に比し、特に機械の配置位置の変更、機種の変更、作業方法の変更等により、粉じん発生状況に大きな変化が生ずるおそれのない限り、測定範囲、測定点の設定は、開始時の測定の例にならない設定する。

2.5.3 定点測定

定点測定は、坑口より100 mに達するまでの測定開始地点を起点とし、300 mごとに測定定点を設ける。

定点測定は、定点ごとに側壁から1 m以上離れた両側及び中央点の3箇所を測定する。

また、定点測定は、測定日ごとにずり運搬作業時及びずり運搬作業以外の時の2回行う。

定点測定におけるK値は、開始時の測定の坑口から100 m地点の値を用い、6カ月経過後に、併行測定によりK値の見直しを行い、6カ月経過後はこのK値を用いる。

2.6 随時測定

随時測定は、工法変更時又は岩質に明らかな変化が生じた時及び坑内の発じんの状態に著しい変化を認めたときに、K値及び遊離けい酸含有率の見直しのために行う測定をいい、「2.4 開始時の測定」と同様の方法により測定を行う。

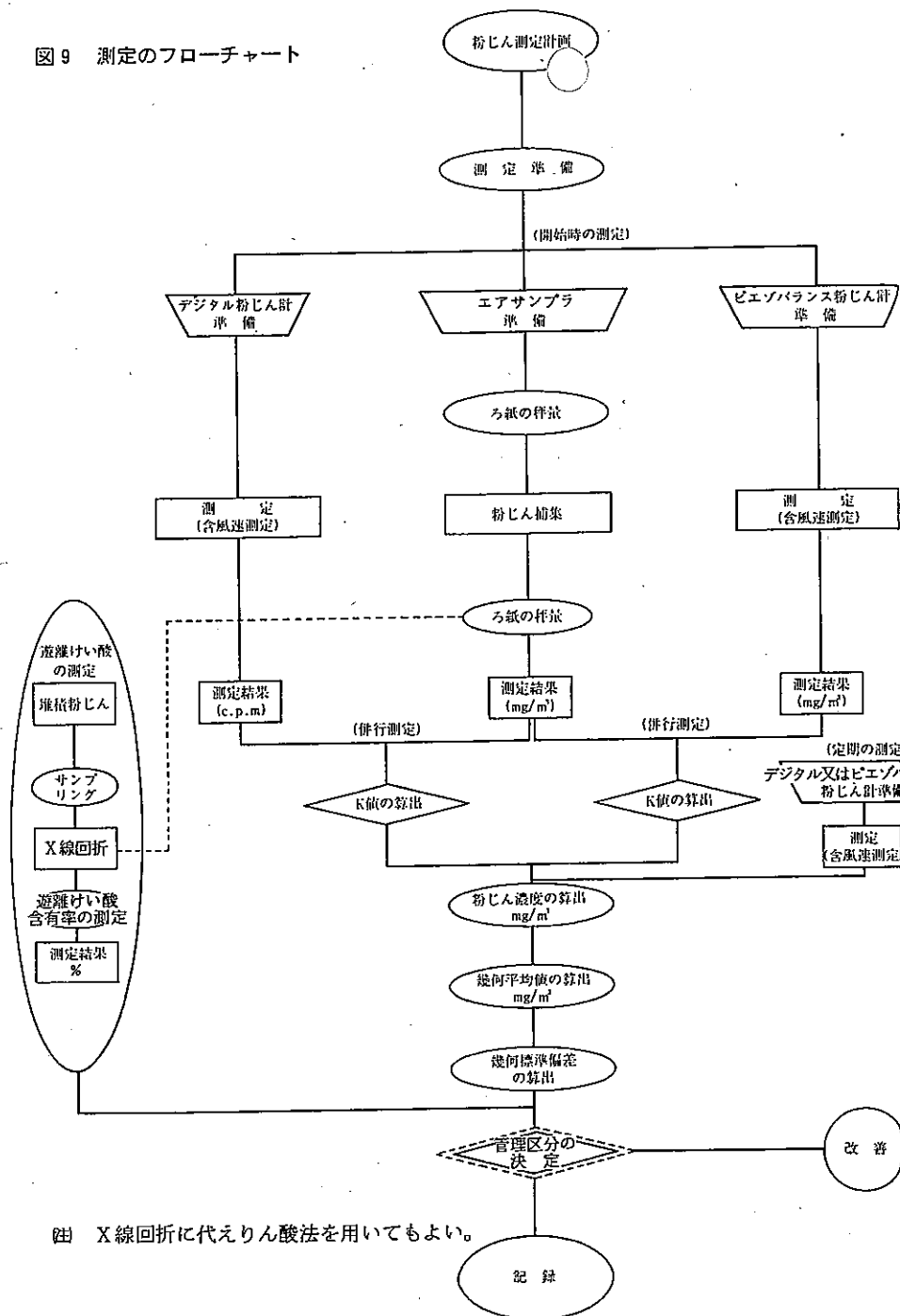
3. 測定実務

3.1 測定のフローチャート

粉じん測定のフローチャートは別図9のとおりとする。

註 本例は、エアサンプラとデジタル粉じん計又はピエゾバランス粉じん計とによる併行測定を伴う開始時及び随時測定を示し、定期の測定の場合は、中央右側の（定期の測定）から始まる。

図9 測定のプロローチャート



3.2 測定準備

測定及び分析にあたっては、次のものを必要とする。

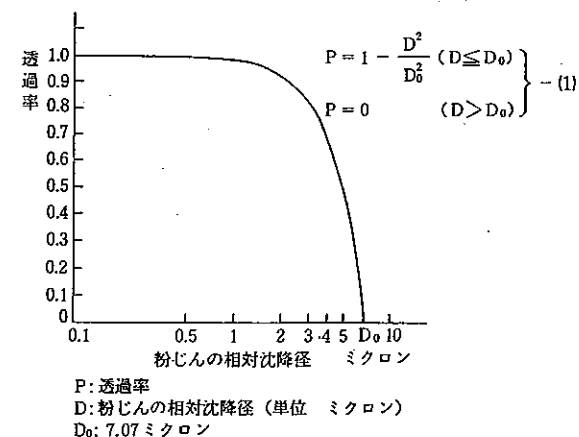
測定・分析機器	開始時及び随時測定 (定点測定で6カ月経過後の 併行測定の場合を含む。)	定期的測定
① エアサンプラ	○	
② デジタル粉じん計又は ビエゾバランス粉じん計	○	○
③ 電子天びん又は直示天びん	○	
④ X線回折装置	○	
⑤ デシケータ	○	
⑥ 熱線式風速計	○	○
⑦ 湿度計	○	○

注 ③、④、⑤は、粉じん質量及び遊離けい酸含有率の分析に用いる機器であり、作業場所での備付けは必要としない。

3.3 質量濃度測定方法 (エアサンプラ)

3.3.1 原理

坑内等作業環境における空気中の粉じんを、下記(1)式の透過特性をもった分粒装置(多段型分粒装置)を装着したろ過捕集装置(エアサンプラ)を用いて、ろ過材(粒径0.3 μmの粒子に対する捕集率95%以上のもの)上に捕集した粉じんの質量を電子天びん又は直示天びんによって求めたのち、吸引空気量で割算して質量濃度を求める。



注 ろ過捕集装置には、ローボリュームサンプラ、ハイボリュームサンプラ等がある。

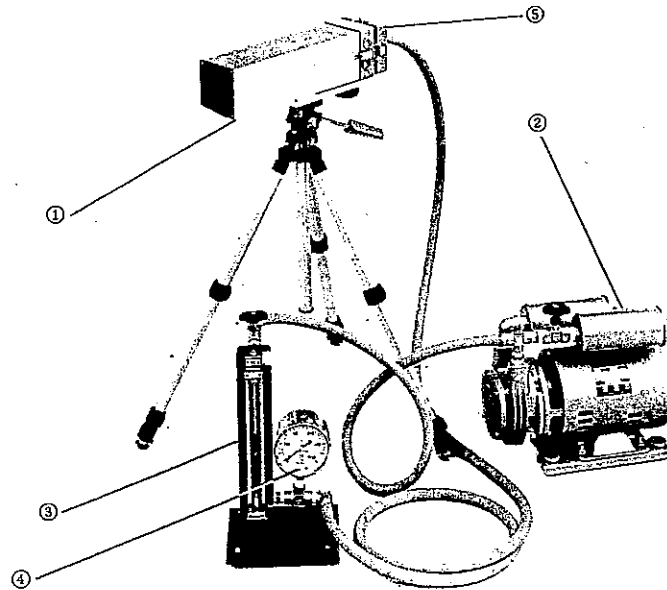
3.3.2 器種ごとの測定方法

二種類の測定器を例にして名称、測定準備、測定方法を述べると次のとおりである。

(1) 例-1

① 名 称

エアサンプラの各部の名称は、写真1のとおりである。



① 多段型分粒装置 ② ロータリーコンプレッサー ③ 流量計 ④ 圧力計 ⑤ フィルタホルダ

写真1 エアサンプラの各部の名称

② 測定準備

④ ろ紙秤量

まず、測定の前にはろ紙（グラスファイバー-55φ等）を、温度25°C、湿度50%のデシケータ内で約24時間恒湿させておく。ろ紙は、秤量直前に取出し、天びんを用いて秤量した後、清浄な容器（ペトリシャーレー等）に入れる。

⑤ ろ紙の取付け（図10参照）

フィルタホルダを多段型分粒装置よりはずし、フィルタ押えバネを外方向へ押

すようにしてフィルタ皿を取りはずす。

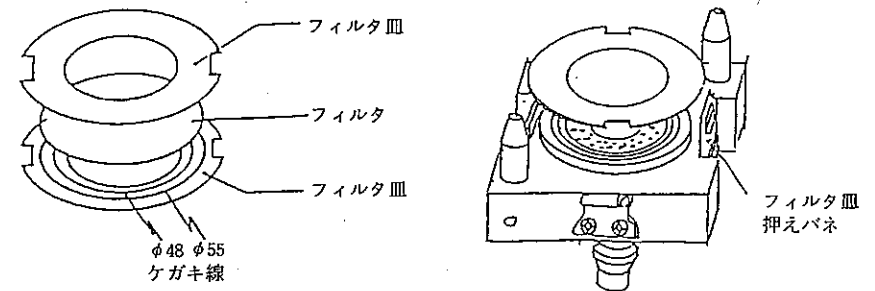
秤量したろ紙をフィルタ皿の外側のケガキ線に沿うように乗せ、さらにフィルタ皿で押さえる。

このようにしてろ紙をつけたフィルタホルダを元どおりに多段型分粒装置に接続する。

※ろ紙の取付けはピンセットを使用する。

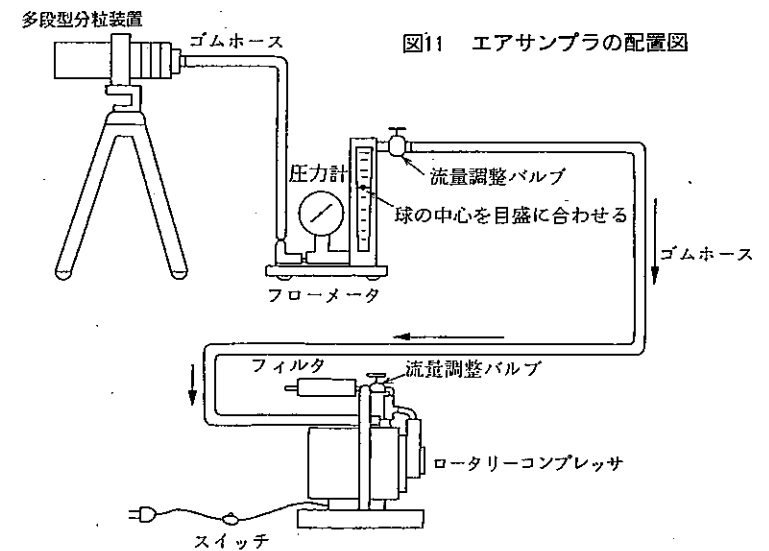
多段型分粒装置は常に水平に設置することが必要で、その採取面の高さは床上0.5～1.5mになるように設置する。

図10 ろ紙の取付け



⑥ 配 管

装置全体の配管は、下図11に示すとおりに行う。



③ 測定方法

① 測定開始

流量調整バルブを全開にしてロータリーコンプレッサ電源を入れ、すばやくバルブを閉じてフローメータの指示が45ℓ/minになるように調整する。

スタートと同時に時間と圧力計の指示目盛の正確な記録をする。

② 測定中

フィルタ中に粉じんが捕集されると圧力計の指示が上昇しフローメータ指示が下降するので、流量調整バルブによって流量を合わせる。

③ 測定終了

吸引時間は粉じん濃度によって異なるが、読取り限度が0.1mgの天びんを用いるとき、1mg/皿以上の場合、30分以上、それ未満の場合は1時間以上を必要とする。

測定終了と同時に時間と圧力計の指示目盛を記録し、フィルタホルダを取りはずす。フィルタは再び24時間以上25℃、相対湿度50%のデシケータ中で恒湿させたのちに秤量する。

天びんは読取り限度が0.1mgより小さい電子天びん又は直示天びんとする。

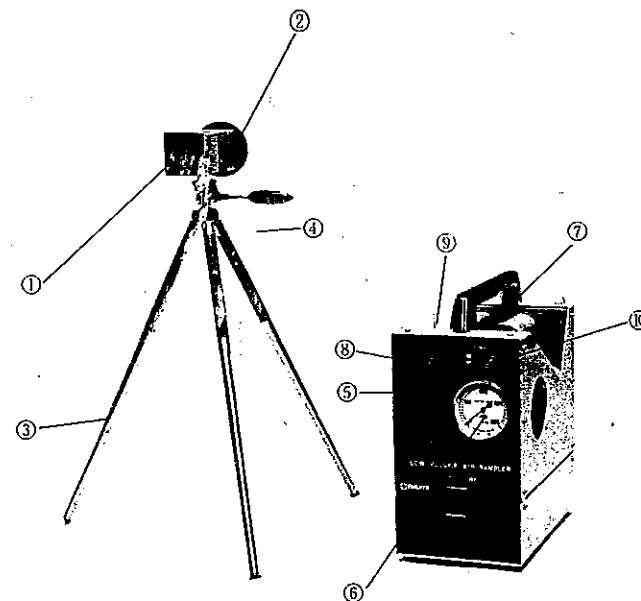
(0.01mgのものが市販されている。)

測定結果は、様式2を用いて記録する。

(2) 例-2

① 名称

エアサン^①の各部の名称は、写真2のとおりである。



- ① 多段型分粒装置 ② ろ紙ホルダ ③ 三脚 ④ サンプリングホース ⑤ 流量計
⑥ 圧力計 ⑦ ロータリーポンプ ⑧ 流量調整バルブ ⑨ カプラ ⑩ 電源スイッチ

写真2 エアサンブラの各部の名称

② 測定準備

① ろ紙秤量

まず、測定の前にはろ紙（グラスファイバー55φ等）を、温度25℃、湿度50%のデシケータ中で約24時間以上放置し恒湿にさせる。

ろ紙は、秤量直前に取り出し、天びんを用いて秤量した後、ろ紙をアクリルケース等に入れておく。（次項(ロ)に従ってろ紙クリップにろ紙をはさみこみ、キャリングケース

に入れておくこともできる。)

㊤ ろ紙の取付け (図12参照)

ろ紙クリップにろ紙をはさんでツメをミゾの中に入れ、左右のどちらかに回す。

※ろ紙はピンセットで扱う。

ろ紙クリップをろ紙ホルダ内に入れ、分粒装置に取付ける。

ろ紙ホルダを右に回すと固定され、左に回すと外れる。

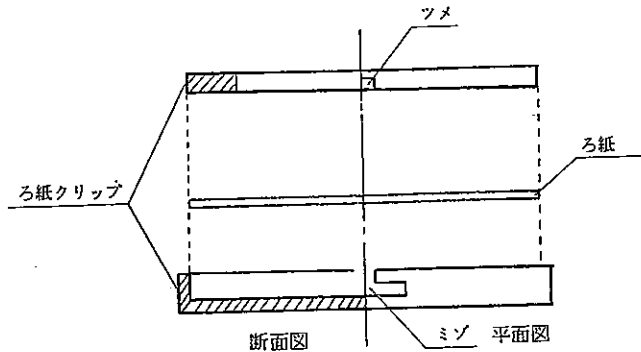


図12 ろ紙の取付け

㊦ 位置決め

本指針に従って測定位置を定め、三脚を利用して多段分粒装置が水平となるように設置する。

㊧ 配管

ろ紙ホルダ尾部のノズルにサンプリングホースの一端を取付け、他端 (専用カップ付) をポンプ部に接続する。

③ 測定方法

㊨ 流量調整 (予備)

サンプリングホースのカプラを一旦取外し、ロータリーポンプの電源を入れフローメータの指示 (ボールの頂点) が15 L/min になるように調整する。
スイッチを切り、カプラを取付ける。

㊩ 測定開始

ロータリーポンプの電源を入れ、すばやくバルブを操作して正しく15 L/min になるよう調整する。

スタートと同時に時刻を記録し、圧力計の指示を読む。

㊪ 測定中

時々フローメータの指示を見て15 L/min の吸引速度を維持する。

㊫ 測定終了

吸引時間は粉じん濃度と使用する天びんの読取り限度によって異なるが、通常粉じんが1 mg以上採取できるように決定する。例えば粉じん濃度が5 mg/m³ であれば20分の吸引で、1.5 mgの粉じんが採取される。

測定終了後、ろ紙ホルダよりろ紙クリップごとろ紙を取り出しキャリングケースに戻す。

風や粉じんの少ない場所でピンセットを用いてろ紙をろ紙クリップより取外し、再びデシケータ中で恒湿させたのちに秤量する。

天びんは0.1 mg以上の感度が必要で、0.01 mgを読取れるものが望ましい。

測定結果は、様式2を用い記録する。

3.3.3 粉じん濃度の求め方及び流量補正

フローメータ使用のとき濃度は、下記のように求める。

$$C = \frac{1000W}{Q_0 \cdot T} \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

C : 質量濃度 mg/m³

Q₀ : 補正流量 L/min

T : 採取時間 min

W : 粉じん捕集量 mg

補正流量は下記のように求める。

$$Q_0 = Q_r \sqrt{\frac{293}{273 + t} \times \frac{760 - \frac{P}{13.6}}{760}}$$

Q_r : エアサンプラ吸引流量 L/min

t : 測定時気温 °C

P : ゲージの読み吸引圧力 mmH₂O

3.3.4 K値（質量濃度換算係数）の算出（様式1を用いる。）

エアサンプラによる測定値を流量補正し、デジタル粉じん計（又はピエゾバランス粉じん計）との併行測定により、K値の算出をする。

$$K = C/R$$

R：デジタル粉じん計 1 分間当りのカウント数 cpm

ピエゾバランス粉じん計では mg/m^3

3.4 相対濃度測定方法

相対濃度とは、粉じんの絶対濃度（質量濃度）と 1 対 1 の関係にある物理量であり、絶対濃度だけでなく、粒径分布、比重、光学的性質、形態などの影響を受ける。

相対濃度の粉じん測定器は、光散乱式デジタル粉じん計、圧電天びん式ピエゾバランス粉じん計がある。（このほか、光吸収式労研ろ紙じんあい計もある。）

3.4.1（光散乱式）デジタル粉じん計

3.4.1-（1）原理

坑内等作業環境における空気中の粉じんを、暗箱の中に採集し、その粉じんに光を照射すると、粉じんから散乱光が反射されるので、この光を光電子増倍管で受け、光電流を特殊な積分回路で積分し、光電流と時間の積が一定になったとき、一つの電気的パルスが発生するようになっている。発生したパルスは積算計数器によって計数する。したがって単位時間のカウント数（cpm）は相対濃度を示すこととなる。この値にK値を掛算して質量濃度（ mg/m^3 ）を求める。

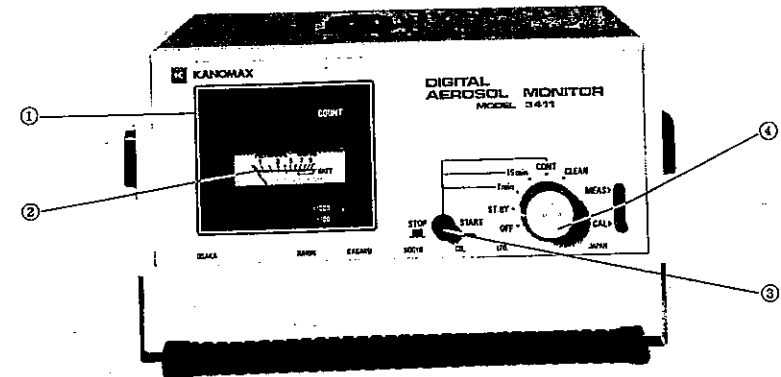
3.4.1-（2）器種ごとの測定方法

二種類の測定器を例にして名称、測定準備、測定方法を示すと次のとおりである。

① 例-1

① 名称

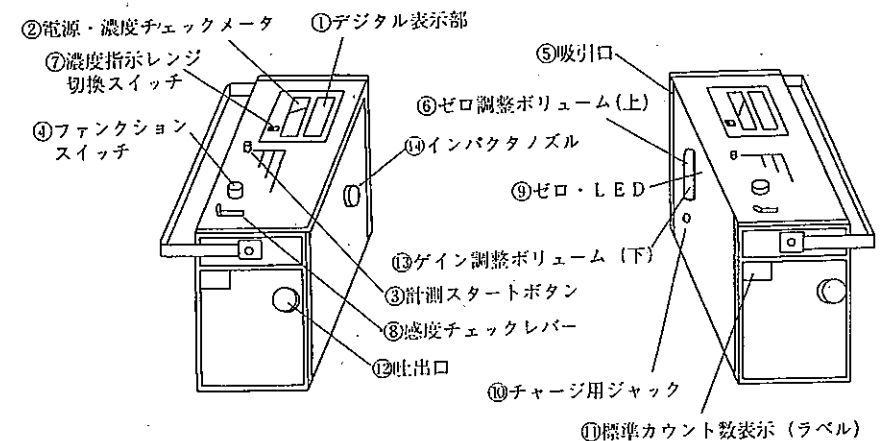
デジタル粉じん計の各部の名称は、写真3及び図13のとおりである。



- ① デジタル表示器
- ② 電源チェックメーター
- ③ 計測スタートボタン
- ④ ファンクションスイッチ

写真3 デジタル粉じん計の各部の名称

図13 デジタル粉じん計の各部の名称



⑤ 測定準備

下記手順により測定準備をする。(図13参照)

手 順	要 点	備 考
1. ファンクションスイッチ④はOFF にしておく		
2. 計測スタートボタン⑤は復帰(引き 上げた)状態にしておく		
3. 感度チェックレバー⑩をMEASの 位置にしておく		
4. 測定用インパクトノズル④を取付け る	(1) インパクトノズルは、7.07μm 以上の粉じんを100%カットする (2) 残りのインパクトノズルは、ゼロ 校正用アダプタとして使用する	
5. ファンクションスイッチ④をSTAND BYの位置にする。	(1) デジタル表示器に0が表示される (2) 電源チェックメータの指針がバッ テリー電圧表示ゾーンに入る(バッ テリー電圧表示ゾーンからはずれて いたら電池の容量不足である)	・ゼロ調整ランプ⑨が点 灯しているか確認する ・ゼロ調整ランプが点灯 しない場合は、ゼロ調 整ボリューム⑥を回し て調整する

⑥ 測定方法 (cpm)

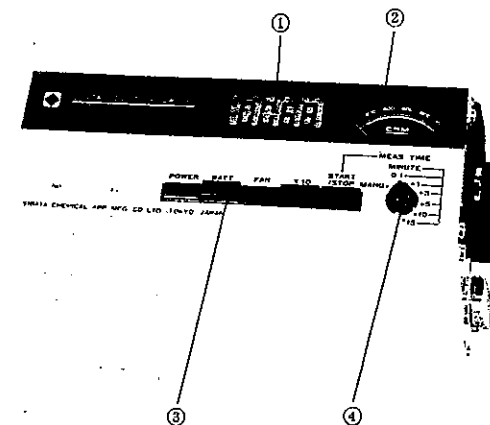
下記手順により粉じん測定を行う。(図13参照)

手 順	要 点	備 考
1. 測定場所を決める	(1) 測定高さは0.5～1.5mとする。	・測定の高さは本指 針を参照すること。
2. ファンクションスイッチを1min の位置へ回す		
3. 計測スタートボタンを押込み、 スタートする	(1) デジタル表示器のMEASの点灯とカウ ント状況を確認する	・カウントを開始してか ら1分間作動する
4. 測定値を読取る。	(1) デジタル表示は1分間で自動的に停止す る	・バックカウント(BI)又は ダークカウント(D)を測 定値から差引く。 ・様式3を用いる
5. 所定の用紙に記録する		
6. 繰り返し測定する	(1) 計測スタートボタンを押込むとOFFと なり、再度押込むと新しくカウントを開始 する。	・1箇所連続5回行う ・ファンクションスイッ チを(CLEAN)の位置 にしてクリーニングを 行う

② 例-2

④ 名 称

デジタル粉じん計の各部の名称は、写真4及び図14のとおりである。



① デジタル表示器 ② レートメーター ③ 動作スイッチ
④ 手動、タイマー切替スイッチ

写真4 デジタル粉じん計の各部の名称

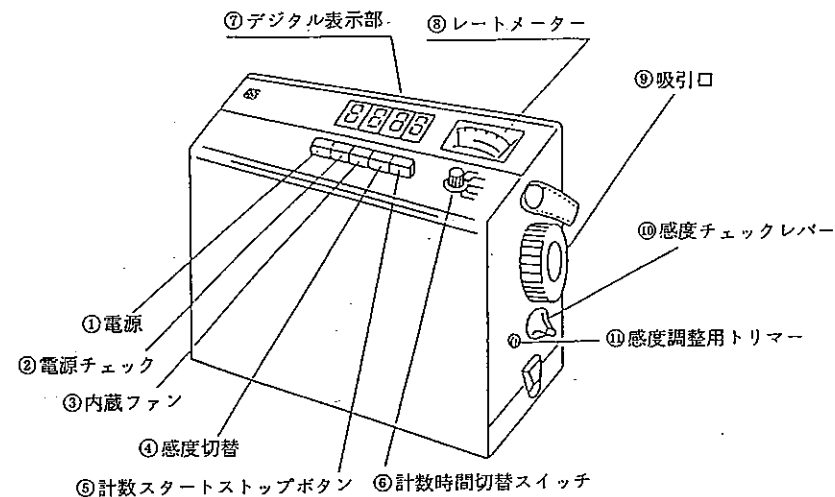


図14 デジタル粉じん計の各部の名称

㊦ 測定準備

下記手順により測定準備をする。(図14参照)

手 順	要 点	備 考
1. 電源スイッチ①を押し②の電源のチェックを行う。	電源チェック②を押している時、メーター③の指針が赤いゾーンに入る。	赤いゾーンを下回っていたら、電池の容量不足である。
2. 3分間安定を待つ。		
3. 感度チェックレバー④をSEN S1の位置にする。	指示計⑤の指針を校正時の値(S値)に合わせる。	S値±5分の範囲であれば問題ないが、調整はデジタル表示部⑦の値にてS値±10 digit を目標にします。
4. 付属のドライバーにて感度調整用トリマー⑥を調整する。		
5. 切替スイッチ⑧を1minの位置にする。		
6. スタートボタン⑨を押す。	1分後にデジタル表示部⑦に表示された数字がS値と合うように手順4, 5, 6を繰り返す。	
7. 感度チェックレバー④をMEASUREの位置に戻す。		次の測定までに時間がある時は、電池の消耗を防ぐ為に電源スイッチ①をOFFとする。

㊧ 測定方法 (cpm)

下記手順により粉じん測定を行う。(図14参照)

手 順	要 点	備 考
1. 測定場所を決める。	測定高さは0.5～1.5mとする。	測定の高さは本指針を参照すること。
2. 電源①とファン③のボタンを押し込む。		電源を入れ直した時は3分間待つ。
3. 切替スイッチ⑧を1minの位置へ回す。		
4. スタートボタン⑨を押し込みスタートする。	デジタル表示部⑦のカウント状況を確認する。 測定中は表示部左上に — マークが出る。	スタートから1分後に自動的に停止する。停止直前に表示部左中に — マークが出る。
5. 測定値を読み取る。		
6. バックグランド値を差し引く。	バックグランド値は検査表に記載してある。	
7. 所定の用紙に記録する。		様式3を用いる。
8. 繰り返し測定する。	スタートボタン⑨を押すだけでよい。	

3.4.1-(3) 粉じん質量濃度の算出

粉じん質量濃度は次により算出する。

$$C = [(C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5) / 5] \times K \text{ 値 (mg/m}^3\text{)}$$

C₁: 第1回目測定値 (cpm)

C₂: 第2回目測定値 (cpm)

C₃: 第3回目測定値 (cpm)

C₄: 第4回目測定値 (cpm)

C₅: 第5回目測定値 (cpm)

3.4.2 ピエゾバランス粉じん計

3.4.2-(1) 原 理

坑内等作業環境における空気中の粉じんを、厚み剪断モードで振動を与えられているAT型の水晶板の表面に捕集すると、粉じん量に対応して周波数に変化するので、初期周波数から一定時間の経過ごとに周波数の変化がデジタル表示される。所定の測定時間が経過すると変化した周波数に一定の係数が掛けられ、表示器にmg/m³に換算された数値が相対濃度を示すこととなる。この値にK値を掛算して質量濃度を求める。

3.4.2-(2) 名 称

ピエゾバランス粉じん計の各部の名称は、写真5のとおりである。

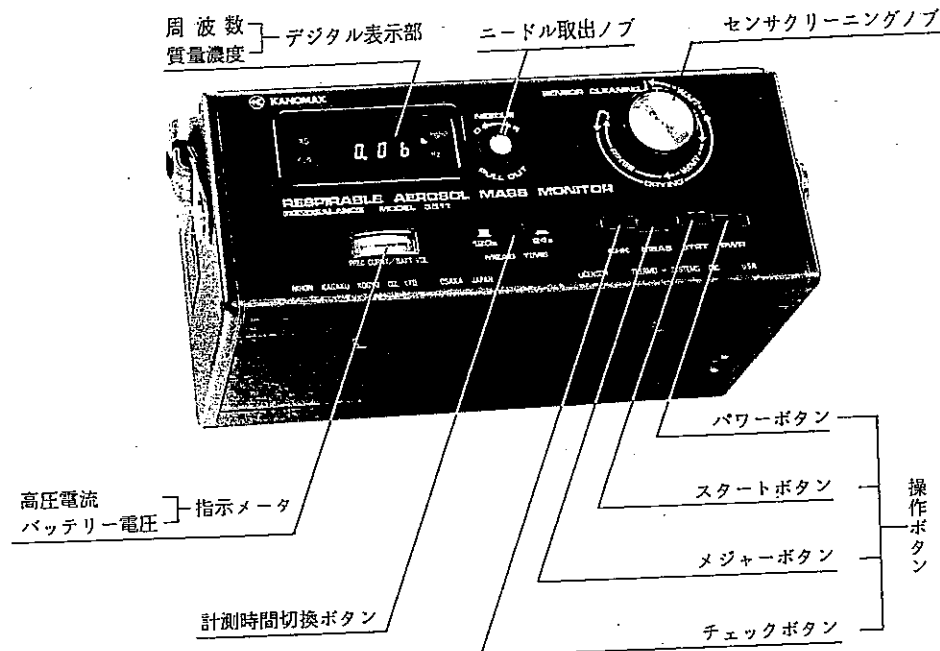


写真5 ピエゾバランス粉じん計の各部の名称

3.4.2-(3) 測定準備

① 準 備 (写真5 参照)

下記手順により操作準備を行う。

一手順一

- (1) すべての操作ボタンを復帰の(引き上げた)状態にしておく。
- (2) センサークリーニングノブは、示された矢印が復帰状態にあること。

② クリーニングカセット

下記手順によりクリーニングの確認及び必要があるときは、クリーニングを行う。
(図15参照)

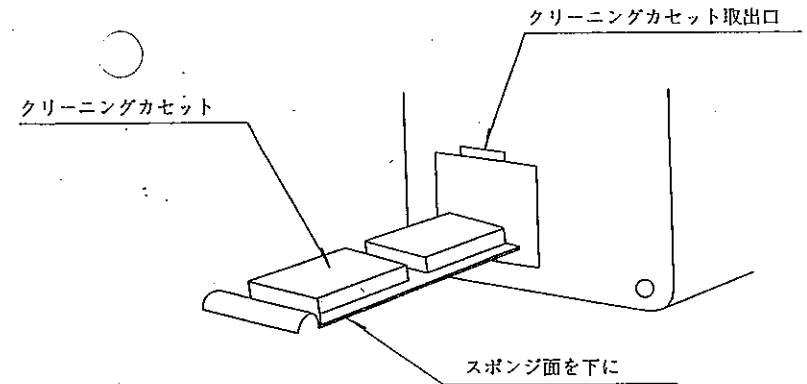


図15 クリーニングカセットの各部の名称

一手順一

- (1) クリーニングカセット取出し口より、クリーニングカセットを取出す。
- (2) スポンジに湿りがあることを確認する。
- (3) 粉じん濃度の高い場所(3 mg/m³以上)で測定した場合は、必ずクリーニングする。
- (4) クリーニングについては、取扱説明書を参照のこと。

3.4.2-(4) 測 定

ピエゾバランス粉じん計による測定は、粉じん量が高濃度とみなされる場合には24秒間測定を行う。

低濃度とみなされる場合には120秒間測定を行う。

この場合の判断基準は、2秒間での周波数変化量20Hz以下の場合に120秒間測定とする。

① 24秒間測定

下記手順により行う。(写真5 参照)

手 順	要 点	備 考
1. [PWR] パワーボタンを押す (数値はすべて1/5で表示される)	(1) デジタル表示器のHzサインが点灯する (2) 電源チェックメータの指針が青色ゾーンに入る	・ゾーンからはずれた場合は、アダプタを使用するか、又は充電する

手 順	要 点	備 考
2. 計測時間切換ボタンを押す	(1) 24秒間測定に自動切換と	
3. [CHK] チェックボタンを押す	(1) 特別な変化はみられない次の手順に移る	
4. [STRT] スタートボタンを押す	(1) 基本周波数をチェックする (2) 周波数が2秒ごとにデジタル表示される (3) デジタル表示された周波数が、基本周波数より〔+400 Hz 以内〕で、且つ〔±1 Hz 以内〕の変化量で安定しているか確認する	・基本周波数は、クリーニングカセットの出入蓋に表示してある ・基本的には120秒間測定の1/5の数値が表示される
5. [MERS] メジャーボタンを押す	(1) デジタル表示が消える (2) 高圧電流の指示メーターが黒色部分に入っていることを確認する	
6 [STRT] スタートボタンを押す	(1) 周波数の変化を記録する (2) 24秒経過後に周波数の変化を示すデジタル表示が消える	・粉じん量の変動がわかる
7. 記録する	(1) 24秒経過後、粉じん相対濃度がデジタル表示される (2) デジタル表示の数値の5倍の数値を記録する	・測定後、すばやく[CHK] 電源を切る ・デジタル表示部に〔×5〕が点燈する ・様式3を用いる
8. 次回の測定を行う。		

② 120 秒間測定

下記手順により行う。(写真5 参照)

手 順	要 点	備 考
1. [PWR] パワーボタンを押す	(1) デジタル表示器のHz サインが点燈する (2) 電源チェックメーターの指針が青色ゾーンに入る	・ゾーンからはずれた場合は、アダプタを使用するか、又は充電する
2. 計測時間切換ボタンを押す	(1) 120 秒間測定に自動切換となる	
3. [CHK] チェックボタンを押す	(1) 高圧電流を確認し、次の手順に移る	

3.4.2 -(5) 粉じん質量濃度の算出

粉じん質量濃度は、次により算出する。

$$C = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5) / 5 \times K \text{ 値 (mg/m}^3\text{)}$$

C_1 : 第1回目測定値 (mg/m³)

C_2 : 第2回目測定値 (mg/m³)

C_3 : 第3回目測定値 (mg/m³)

C_4 : 第4回目測定値 (mg/m³)

C_5 : 第5回目測定値 (mg/m³)

3.5 風 速 測 定

粉じん測定を行う都度、定温度型熱線式風速計により、風速測定を行い記録する。

測定点は、断面中央付近の定常流数点とし、算術平均したものに0.8を乗じる。

3.5.1 (定温度型熱線式) 風速計の原理

内部電源で加熱された白金線が、気流によって冷却されるとき電気抵抗値の変化を検出して、気流を測定する方法である。気流によって失われる熱量は、そのときの風速に関係している。このときの熱損失は、ブリッジ回路に組込まれた白金線の抵抗変化から検流計に流れる不平衡電流として風速 m/s に換算されて表示される。

(熱線に白金の代わりに純ニッケルが用いられ、これに加熱用のニッケルクロムの加熱素子が巻きつけられているものが多い。)

3.5.2 名 称

熱線式風速計の一例の各部の名称は、写真6のとおりである。

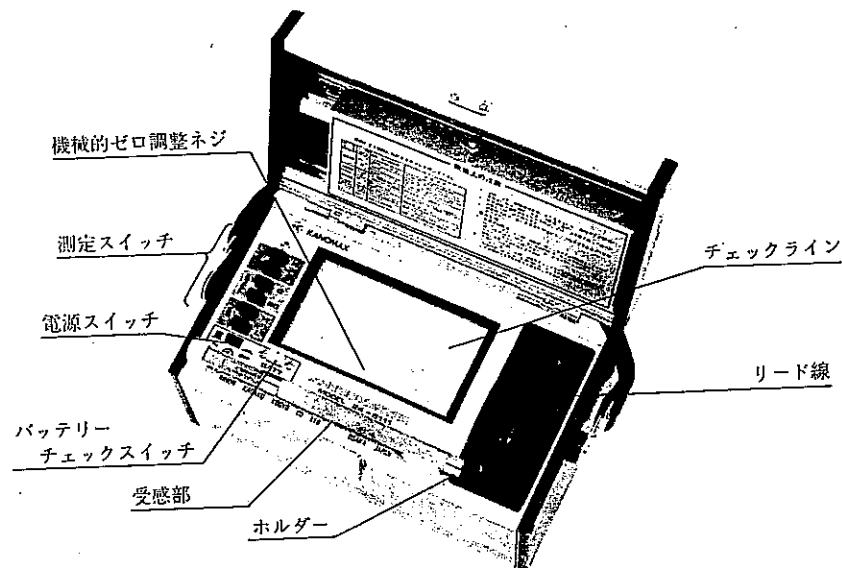


写真6 熱線式風速計の各部の名称

3.5.3 測定準備

下記手順により測定準備を行う。(写真6 参照)

手 順	要 点	備 考
1. 電源スイッチはOFFにしておく		
2. メーターを確認する	(1) 風速目盛(緑)が0の位置にあるかを見て、外れていれば零調整を行う	
3. バッテリーチェックボタンを押して確認する	(1) チェックラインの青線にあれば測定可能	
	(2) 赤線上にきたときは電池の交換又は充電を行う	

3.5.4 測 定

下記手順により風速測定を行う。(写真6 参照)

手 順	要 点	備 考
1. 測定場所を決める		
2. 受感部を引き上げる	(1) 金網側を持たない	
3. 受感部を風上に向ける	(1) 風向マーク(赤)を風上に向け、金網全体に風が当たるようにする	
	(2) 手の届かない場所では、支持棒を付ける	
4. 測定スイッチを押し、スタートする	(1) 風速に合わせてHMLのレンジを選ぶ	
	(2) 温度測定は、赤色スイッチ(TEMP)を押す	
5. 測定値を読みとる		
6. 所定の用紙に記録する		

4. 測定値の整理

作業環境の実態把握のため、下記の算式により幾何平均濃度・幾何標準偏差を求めること。

4.1 幾何平均濃度 M

測定値が $C_1, C_2, \dots, C_n$ である場合、各測定値を C_i とし、その C_i の対数を x_i とする。

$x_i = \log C_i$ により、 $x_1, x_2, \dots, x_n$ を求める。

$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$ を計算する。

x の真数 $M = 10^{\bar{x}}$ 又は $M = e^{2.303\bar{x}}$ が幾何平均濃度 M である。

4.2 幾何標準偏差 σ

幾何平均濃度と同様濃度の対数を x_i とし、測定値から

$$\log \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2)}$$

を計算し、 $\log \sigma$ の真数を求める。これが幾何標準偏差 σ である。

幾何平均濃度及び幾何標準偏差の計算例を、次に示す。

〔計算方法の例示〕

下表の測定結果をもとに次に示す方法により算出する。

粉じん測定シート (〇月分)				作業所名			測定者	
				〇 〇 〇 作業所			〇	
測定場所 番 号	作業の 種 類	年・月・日 時～時	温 度 (℃)	湿 度 (%)	換 気 量 (m³/min)	K 値		
No. 3-(1)	ずり積み 作 業	〇・〇・〇 15:00~16:30	22	89	520	0.021		
ダンプトラック 11t×3台 トラクターショベル 953×1台								
測定点	測 定 値					合 計	平 均	濃 度
	1 回 cpm	2 回 cpm	3 回 cpm	4 回 cpm	5 回 cpm	(A) cpm	(B)=(A)/5 cpm	(B)×K mg/m³
No3-(1)-①	130	125	119	118	125	617	123.4	2.59
No3-(1)-②	120	118	121	116	121	596	119.2	2.50
No3-(1)-③	121	128	109	108	135	601	120.2	2.52
No3-(1)-④	140	125	131	121	110	627	125.4	2.63
No3-(1)-⑤	115	140	118	109	117	599	119.8	2.52
No3-(1)-⑥	120	115	125	125	120	605	121.0	2.54
No								
No								
No								
No								
No 3 -(1)	幾何平均濃度 2.55 mg/m³		幾何標準偏差 1.02		風速 0.5 m/sec			
測定点：(粉じん発生源と測定点の位置関係と坑口等基点からの距離)								
備 考								

※ 備考欄には、周辺における粉じん作業等測定値に影響を与える事象があるときは、その概要を記入すること。

(1) 計算式

〔幾何平均濃度 M 〕No. 3-(1)-①～3-(1)-⑥の測定値より、 $x_i = \log C_i$ を求める。(2)計算表参照) $\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_6)$ を計算する。(計算表の①)

$$= 0.4064716$$

$$\text{これより、} M = 10^{\bar{x}} = 10^{0.4064716} = 2.5495973 \approx 2.55 \text{ mg/m}^3$$

〔幾何標準偏差 σ 〕

$$\log \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{6-1} \times 0.0003551}$$

$$= 0.008427$$

 $\log \sigma$ の真数を求める。これが σ である。

$$\sigma = 10^{\log \sigma} = 10^{0.008427} = 1.0195933 \approx 1.02$$

(2) 計算表

測定値 C_i	濃度 C_i	$x_i = \log C_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
No. 3-(1)-①	2.59	0.4132997	0.0068281	0.0000466
No. 3-(1)-②	2.50	0.3979400	-0.0085316	0.0000727
No. 3-(1)-③	2.52	0.4014005	-0.0050711	0.0000257
No. 3-(1)-④	2.63	0.4199557	0.0134841	0.0001818
No. 3-(1)-⑤	2.52	0.4014005	-0.0050711	0.0000257
No. 3-(1)-⑥	2.54	0.4048337	-0.0016379	0.0000026
Σ		2.4388301		② 0.0003551
Σ/n ($\bar{x}$)		① 0.4064716		(注2)

(注1) $\bar{x}$: x バーと読み、平均値の記号(注2) 通常の標準偏差は $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ で計算するが、サンプルデータを使用した場合の推定標準偏差として $\sqrt{\quad}$ 内は

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \text{ で計算する。}$$

(3) 技術計算用電卓（シャープビタガラス EL 511）による計算例

下記手順によりキー操作を行うと、表示部に計算結果が示され、幾何平均濃度及び幾何標準偏差を求めることができる。

① キー操作	表示部	表示内容	② キー操作	表示部	表示内容
(2nd F) (STAT)	STAT				
	0				
2.59 (log)	0.413299764	対数 $\log C_i = x_i$	(M+) (DATA)	1	サンプル数
2.50 (log)	0.397940008	"	"	2	"
2.52 (log)	0.40140054	"	"	3	"
2.63 (log)	0.419955748	"	"	4	"
2.52 (log)	0.40140054	"	"	5	"
2.54 (log)	0.404833716	"	"	6	"
($\bar{x}$)	0.406471719	平均値 ($\bar{x}$)			
(2nd F) (10 ^x)	2.549598054	幾何平均 濃度			
(S)	0.008430279	標準偏差値			
(2nd F) (10 ^x)	1.0196010	幾何標準 偏差値			

註 技術計算用電卓の機種によっては、キー操作がまったく異なるので、キー操作を行うにあたっては、それぞれの取扱説明書を参照すること。

(参考) 測定結果の活用

測定を行ったときは、その測定値を評価し、環境改善に結びつける。このための測定結果の評価の仕方を次に示す。

(測定結果の評価の仕方 (例))

作業環境の実態を数量化して正しく把握し、その結果に基づいて環境改善のため、管理目標値 E を定め、二つの水準によって三つの管理区分に分類する。

① 管理水準と管理区分

区 分	評 価	備 考
第 1 管理区分	管理状態が良好で健康障害の危険は少ない 良好な管理状態が持続するよう努力する	$E > E_I$
— 第 1 管理水準 (管理目標値をこえる危険率が 5 %) —		
第 2 管理区分	直ちに判定を下すことはできない 定期的に測定をくり返して推移をみる 第 1 管理区分に近付けるよう努力する	$E_I \geq E \geq E_{II}$
— 第 2 管理水準 (平均濃度が管理目標値と等しい) —		
第 3 管理区分	管理不十分で健康障害の危険がある 直ちに改善措置を講じる必要がある	$E < E_{II}$

② A 測定に係る管理水準

※ A 測定……単位作業場所における気中有害物質の濃度の平均的な状態を把握する測定

方法

a. 第 1 管理水準

$$\log E_I = \log M + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma + 0.084}$$

E : 管理目標値

M : 測定値の幾何平均値

b. 第 2 管理水準

$$\log E_{II} = \log M + 1.151 (\log^2 \sigma + 0.084)$$

(1) 計算例

幾何平均濃度 $M = 6.87$, 幾何標準偏差 $\sigma = 1.47$ の場合

$$\log E_{II} = \log 6.87 + 1.151 (\log^2 1.47 + 0.084) = 0.965$$

0.965 の真数を求めると 9.23 mg/m^3 となる。

管理目標値 E を仮に 10 mg/m^3 とすると, E_{II} は管理目標値より低いので, 第2管理水準をクリアしている。

次に, 第1管理水準との比較を行う。

$$\log E_I = \log 6.87 + 1.645 \sqrt{\log^2 1.47 + 0.084} = 1.387$$

$E_I = 24.4 \text{ mg/m}^3$ となり, この値は管理目標値をこえているので, 第1管理水準をこえている。すなわち, 第1管理水準と第2管理水準の間にあり ($E_I > E > E_{II}$), この単位作業場所は第2管理区分にあると判断される。

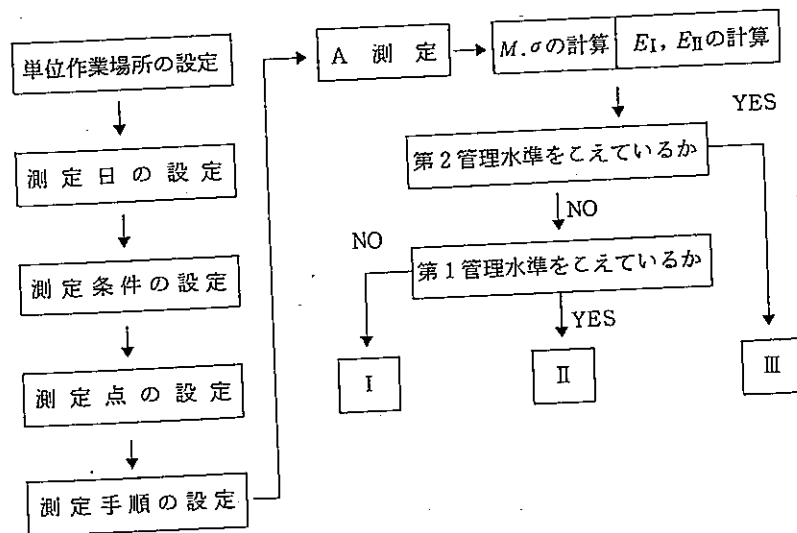


図14 管理区分を決める手順

(2) 技術計算用電卓による算出方法

前記 b 第2管理水準計算例について, 下記手順によりキー操作を行うと表示部に計算結果が示され, $\log E_{II}$ が求められる。

① キー操作	表示部	表示内容	② キー操作	表示部	表示内容
(2ndF) (STAT)					
6.87 (log)	0.836956737		(DATA)	1	
1.47 (log)	0.167317334		(x ²)	0.02799509	
(+) 0.084 (=)	0.11199509		(×) 1.151 (=) (DATA)	0.128906349	
(2ndF) (Σx)	0.965863086				

(3) グラフにより管理区分を求める方法

幾何平均濃度 $M = 6.87$, 幾何標準偏差 $\sigma = 1.47$, 管理目標値 $E = 10$ の場合,

$$M/E = \frac{6.87}{10} = 0.69$$

下図の縦軸に $\sigma = 1.47$ の点を求め, 横軸に $M/E = 0.69$ の点を求め, それぞれを横軸, 縦軸に平行線を引き, その交点の位置が求める管理区分となる。本例の場合は第2管理区分となる。

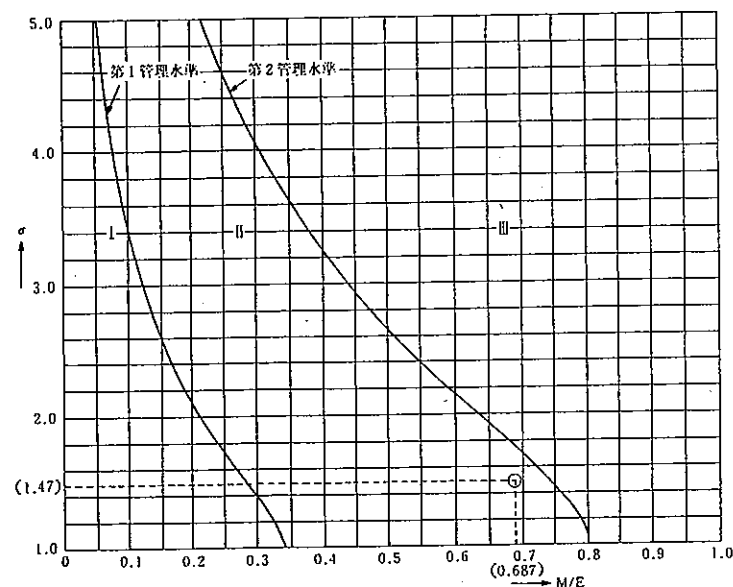


図15 管理水準 (1日測定)

(4) K値の算出方法の例

(エアサンプラ、デジタル粉じん計・ピエゾバラ分じん計併行測定用)
天秤読取り限度: 0.01mg使用

昭和 年 月 日

作業所名 ○ ○ ○	作業の種類 削 孔
ろ紙番号 5	サンプラ吸引流量 (Q _r) 15 L/min
採取後重量 (W ₁) 87.57 mg	ゲージの読み
採取前重量 (W ₂) 86.01 mg	吸引圧力 (P) 130 mmH ₂ O
粉じん捕集量 (W ₃) 1.56 mg	測定時気温 (t) 23 °C
測定場所風速 0.54 m/s	採取時間 (T) 40 分

補正流量

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= Q_r \times \sqrt{\frac{293}{273+t} \times \frac{760 - \frac{P}{13.6}}{760}} \\
 &= 15 \times \sqrt{\frac{293}{273+23} \times \frac{760 - \frac{130}{13.6}}{760}} \\
 &= 14.83 \text{ L/min}
 \end{aligned}$$

$$C = \frac{W_3}{T \times Q_0 / 1000} = \frac{1.56}{40 \times 14.83} = 2.63 \text{ mg/m}^3$$

$$R \text{ (分間当りのカウント数 デジタル粉じん計)} = 125.4 \text{ cpm}$$

$$\text{表示数 (ピエゾバランス粉じん計)} = \text{mg/m}^3$$

$$K = C/R = \frac{2.63}{125.4} = 0.02097$$

$$K \text{ 値 } 0.021$$

5. 作業環境改善等と記録の保存

測定結果に基づき、元方事業場の長は、次の事項につき可能な対策を講じ、作業環境の改善等を行い、測定結果と併せ、保存する。

- ① 発じん防止対策の改善
- ② 換気計画の改善
- ③ 除じん対策の改善
- ④ 粉じん防止対策の徹底

K 値 の 算 定

(エアサンプラ, デジタル粉じん計・ピエゾバランス粉計併行測定用)

昭和 年 月 日

作業所名	作業の種類		
ろ紙番号	サンプラ吸引流量 (Q_r)		ℓ/min
採取後重量 (W_1)	mg	ゲージの読み	
採取前重量 (W_2)	mg	吸引圧力 (P)	mmH_2O
粉じん捕集量 (W_3)	mg	測定時気温 (t)	$^{\circ}\text{C}$
測定場所風速	m/s	採取時間 (T)	分

補正流量

$$Q_0 = Q_r \times \sqrt{\frac{293}{273 + t} \times \frac{760 - \frac{P}{13.6}}{760}}$$

$$= () \times \sqrt{\frac{293}{273 + ()} \times \frac{760 - \frac{()}{13.6}}{760}}$$

$$= () \text{ l/min}$$

$$C = \frac{W_3}{T \times Q_0 / 1000} = \frac{(\quad)}{(\quad) \times (\quad)} = (\quad)$$

R : 1 分間当りのカウント数 = _____ c p m
(デジタル粉じん計)

: 表示数
: (ピエゾバランス粉じん計) = _____ mg/m³

$$K = C/R = \frac{(\quad)}{(\quad)} = (\quad)$$

K 值 _____

様式 2

エアサンプラ測定実施記録

[illegible]

(注) デジタルによるカウント数は、読み取りカウント数から検査表に示されているダークカウントを差し引いたものを記入する。(ゼロ調整で修正される機種は除外)

粉じん測定シート (月分)				作 業 所 名		測定者		
測定場所 番 号	作業の 種 類	年・月・日	時～時	温 度 (°C)	湿 度 (%)	換気量 (m³/min)	K 値	
No.		・ ・ ・	・ ・ ・					
mg/m³								
測定点	測 定 値					合 計 A cpm (又はmg/m³)	平 均 B=A/5 cpm (又はmg/m³)	濃 度 B×K mg/m³
	1 回 cpm (又はmg/m³)	2 回 cpm (又はmg/m³)	3 回 cpm (又はmg/m³)	4 回 cpm (又はmg/m³)	5 回 cpm (又はmg/m³)			
No.								
No.								
No.								
No.								
No.								
No.								
No.								
No.								
No.								
No.	幾何平均濃度 mg/m³		幾何標準偏差			風速 m/sec		
測定点：(粉じん発生源と測定点の位置関係と坑口等基定点からの距離)								
備 考								

注 備考欄には、周辺における粉じん作業等測定値に影響を与える事態があるときは、その概要を記入すること。

参 考

施工方法別測定場所例

測定点(■印)は本文中 2.4.2 に準ずる。

図中の

①は、せん孔・発破作業

②は、機械掘削・ずり積みおろし及び運搬作業

③は、コンクリート吹付け作業・コンクリート

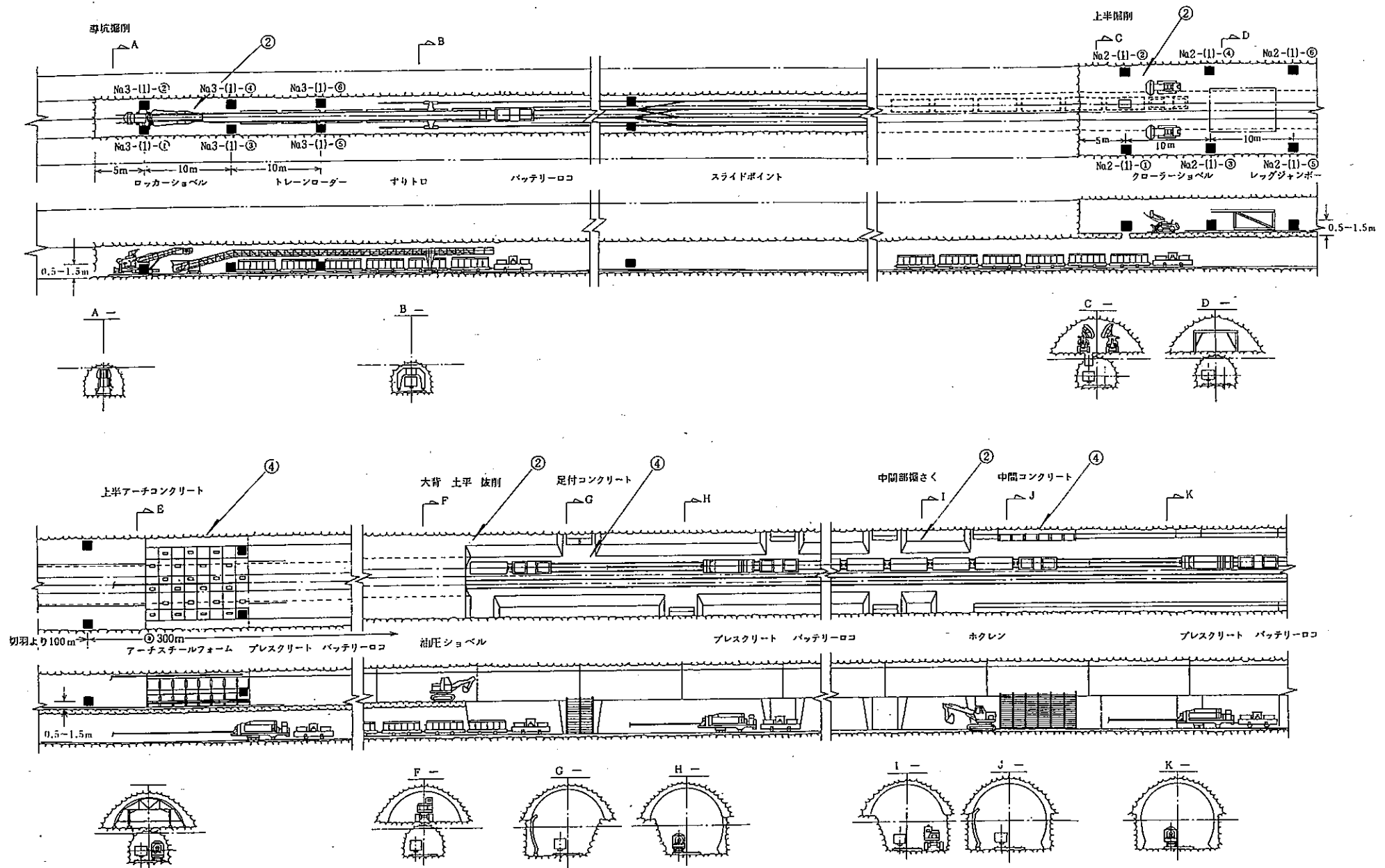
混練の作業及びモルタル注入プラントの作業

④は、中間コンクリート打設作業

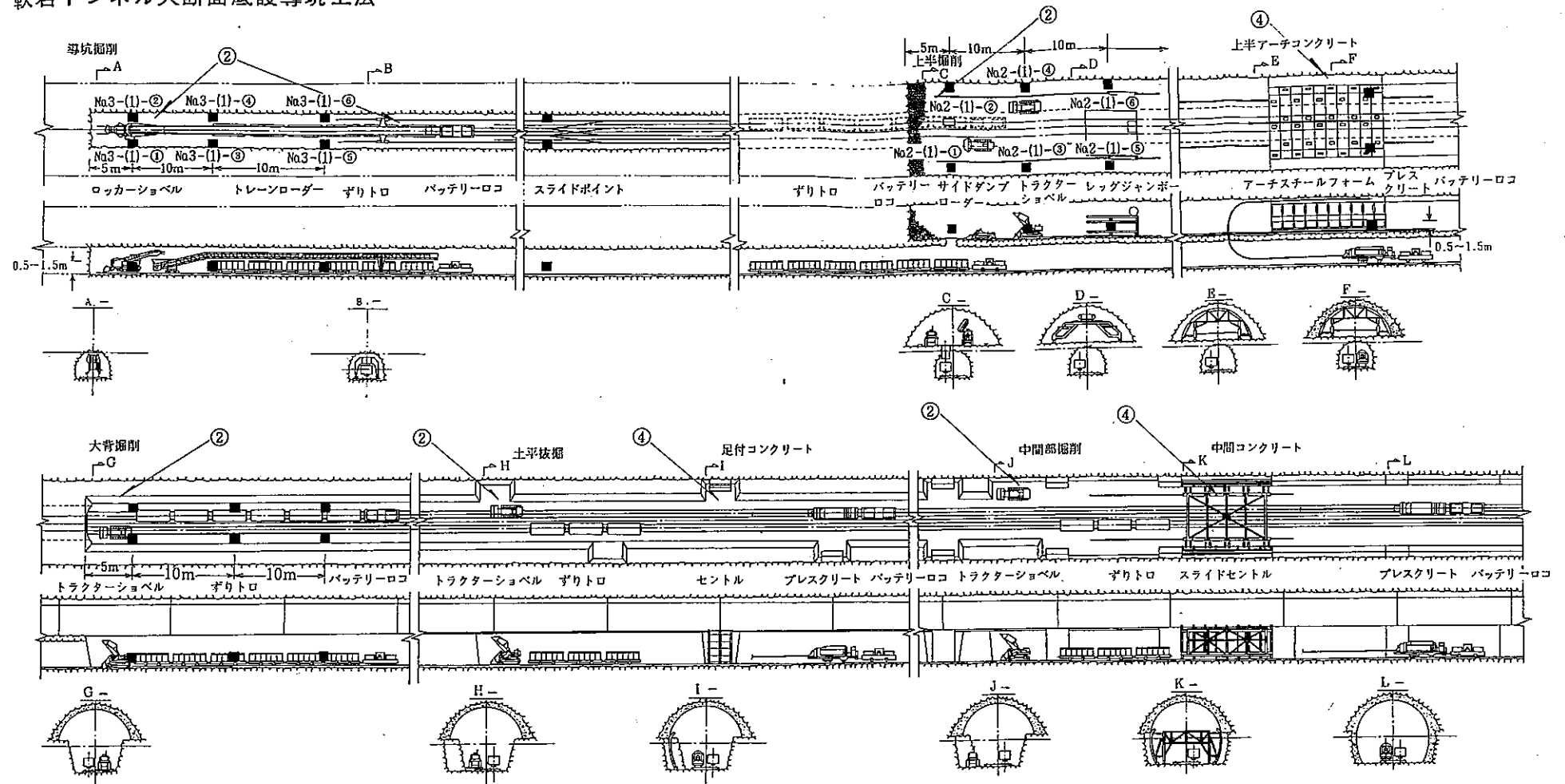
を示している。

1. 底設導坑先進上部半断面工法

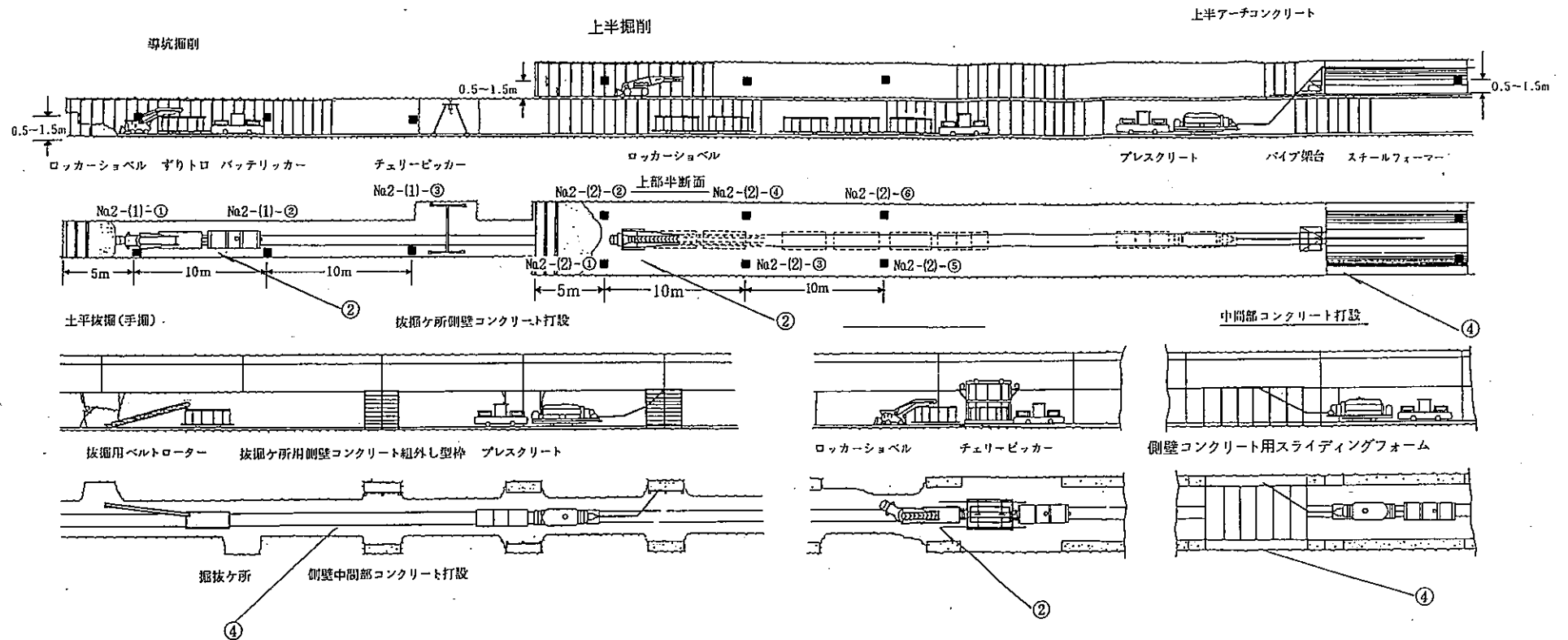
軟岩トンネル中断面底設導坑工法



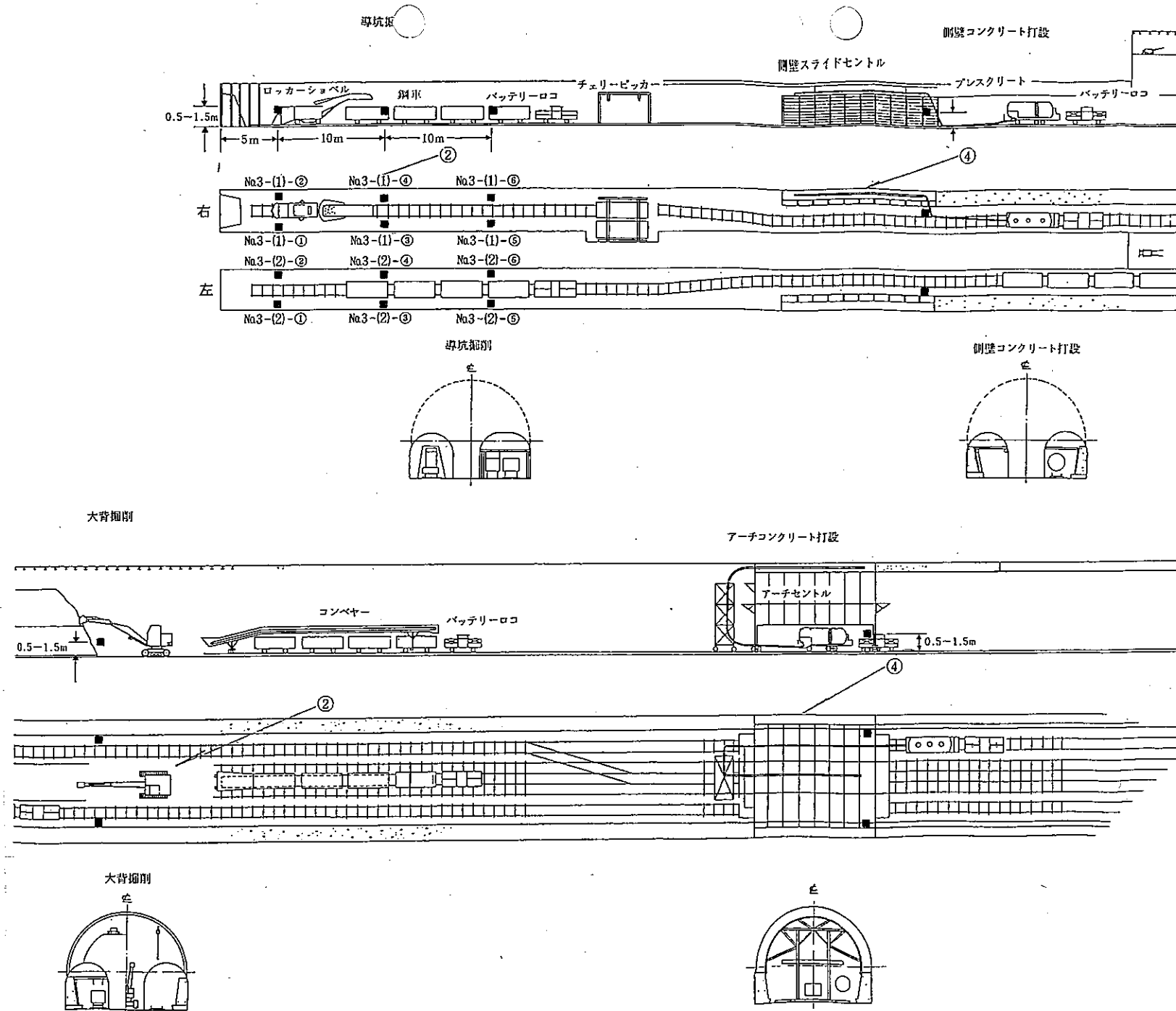
軟岩トンネル大断面底設導坑工法



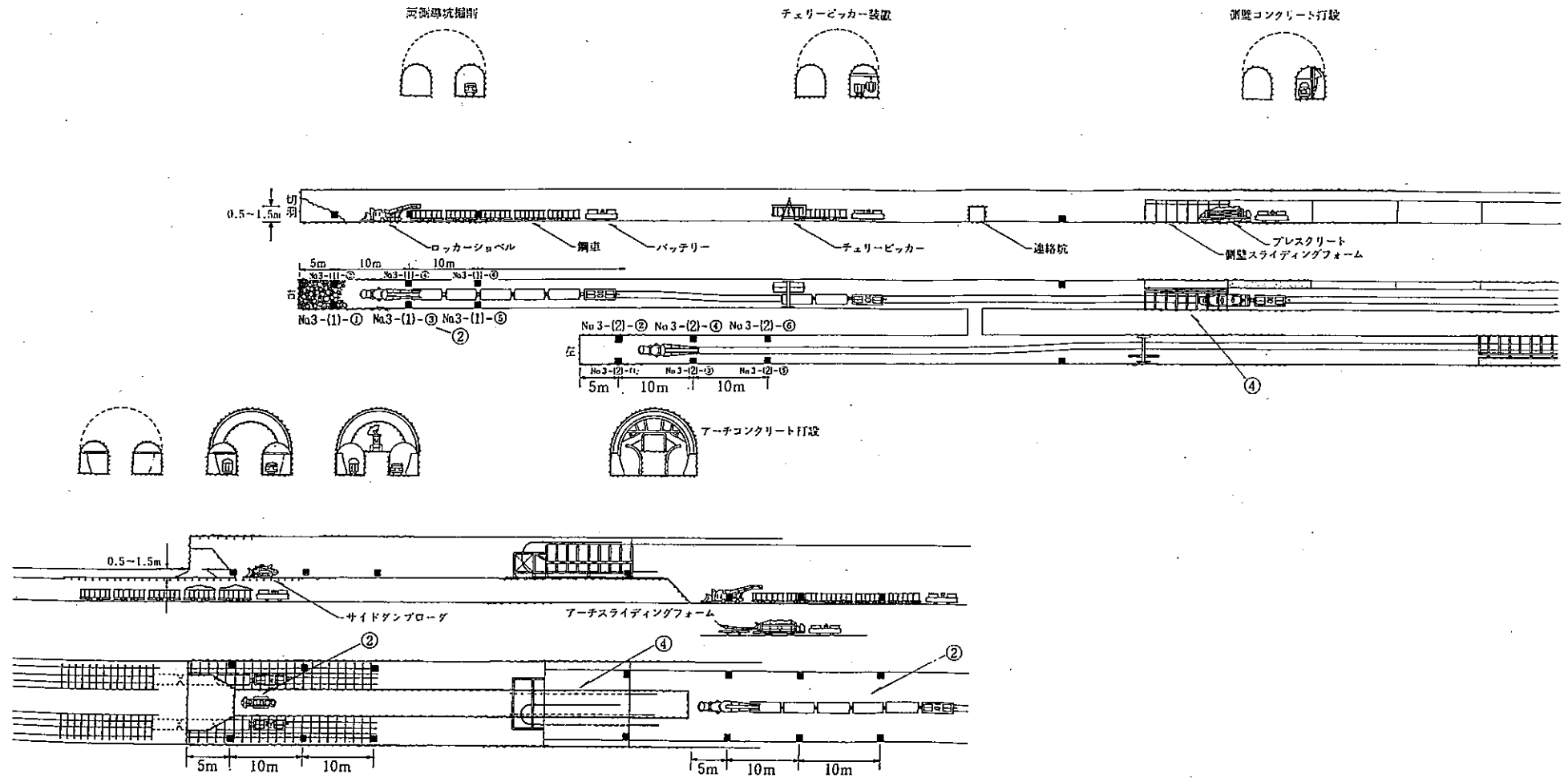
底設導坑先進上部半断面逆巻工法



2. 側壁導坑先進上部半断面工法 大断面側壁導坑工法（その1）

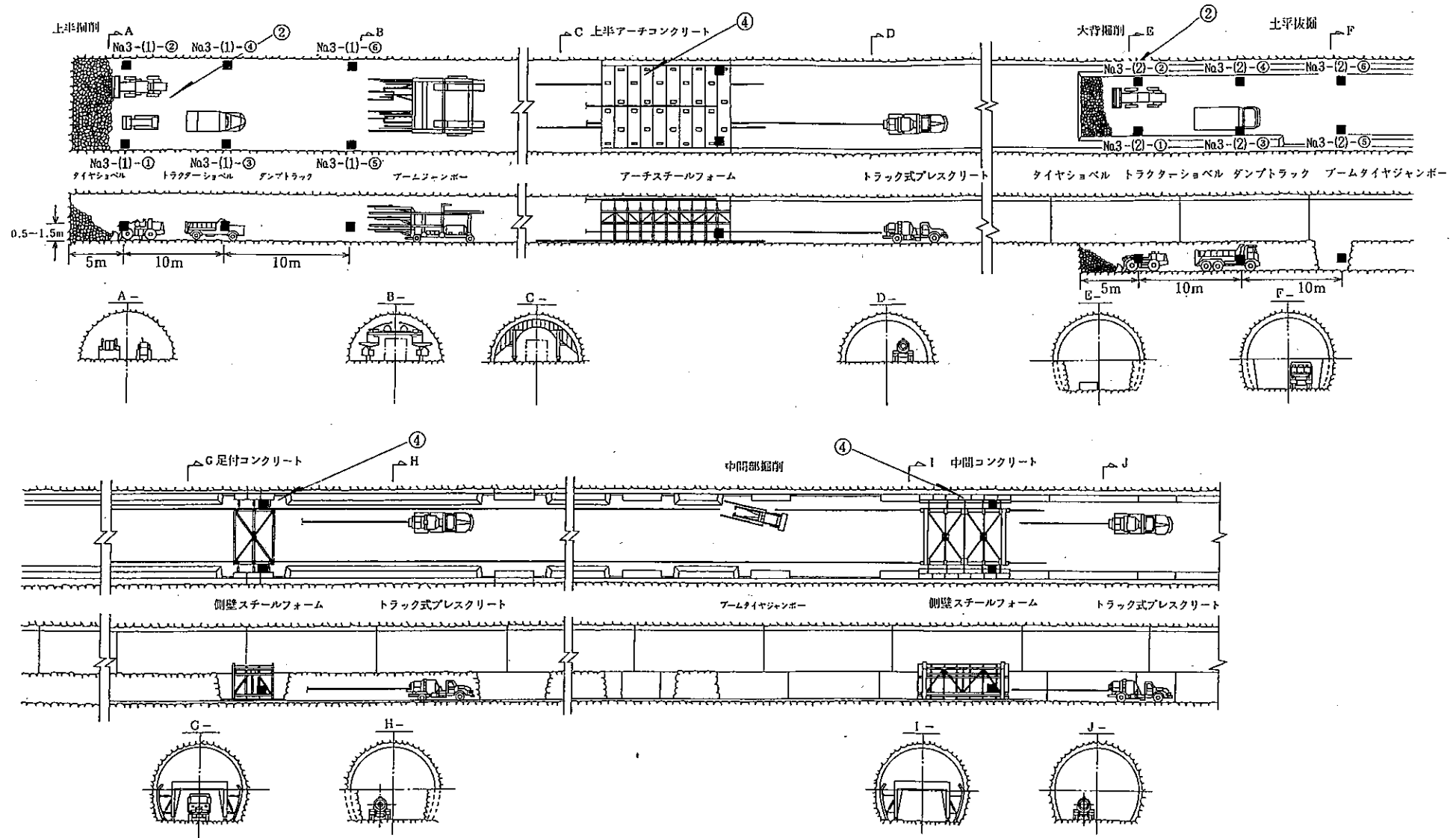


大断面側壁導坑工法（その2）

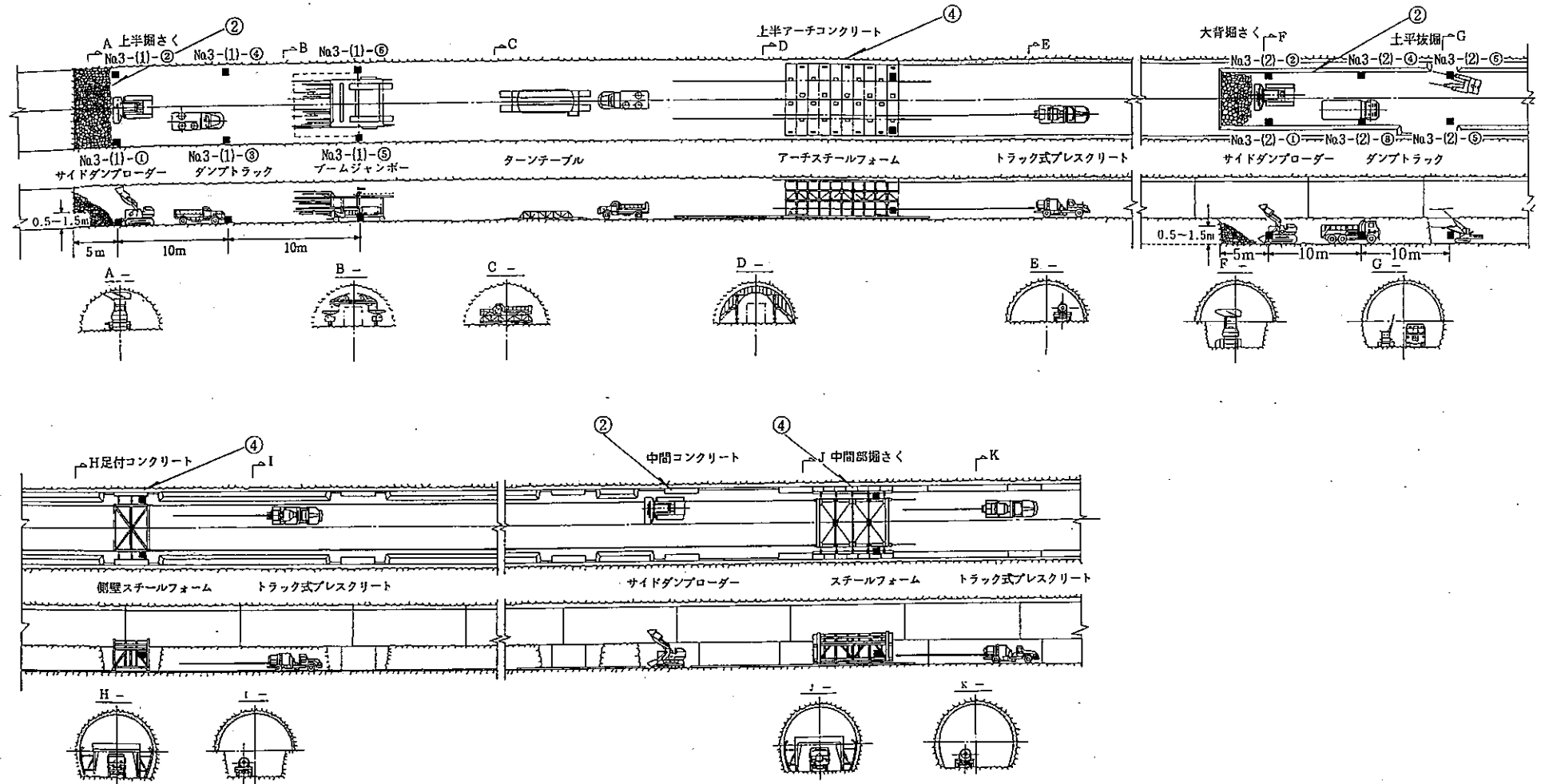


3. 上部半断面先進工法

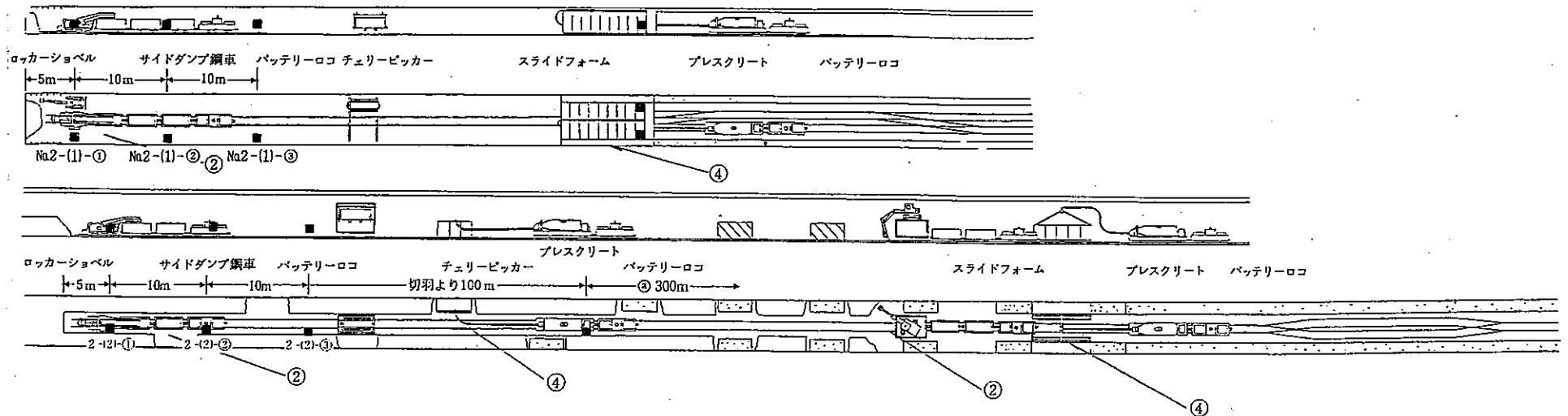
硬岩トンネル大断面上半先進タイヤ工法



中硬岩トンネル 大断面 上半先進タイヤ工法

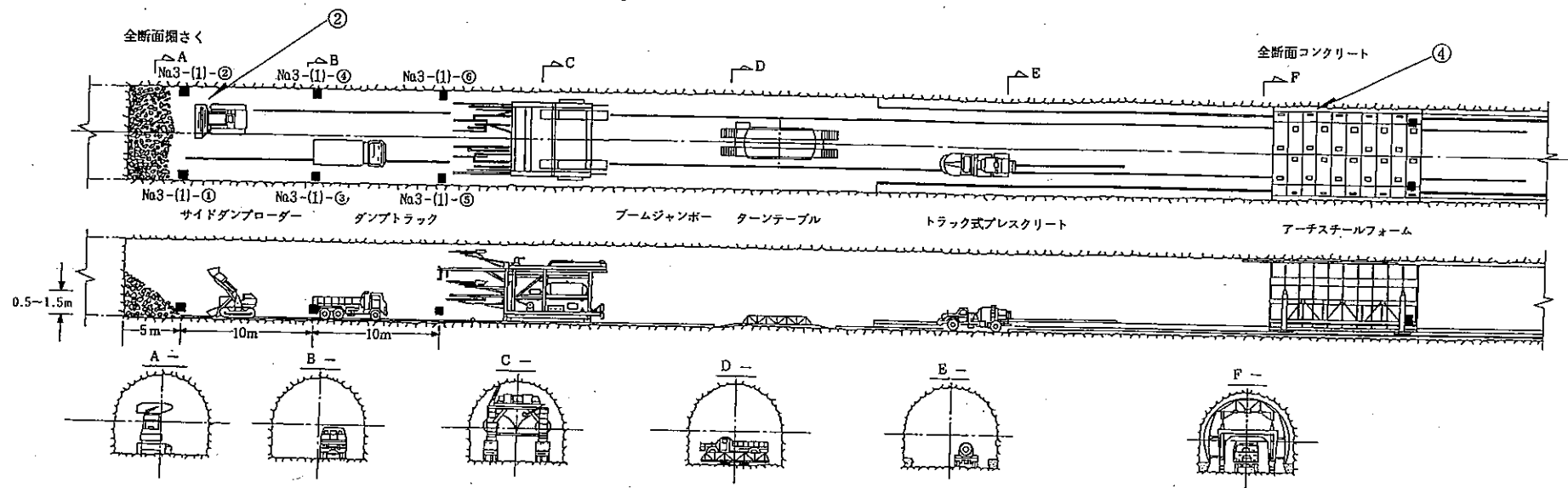


小断面上半先進工法

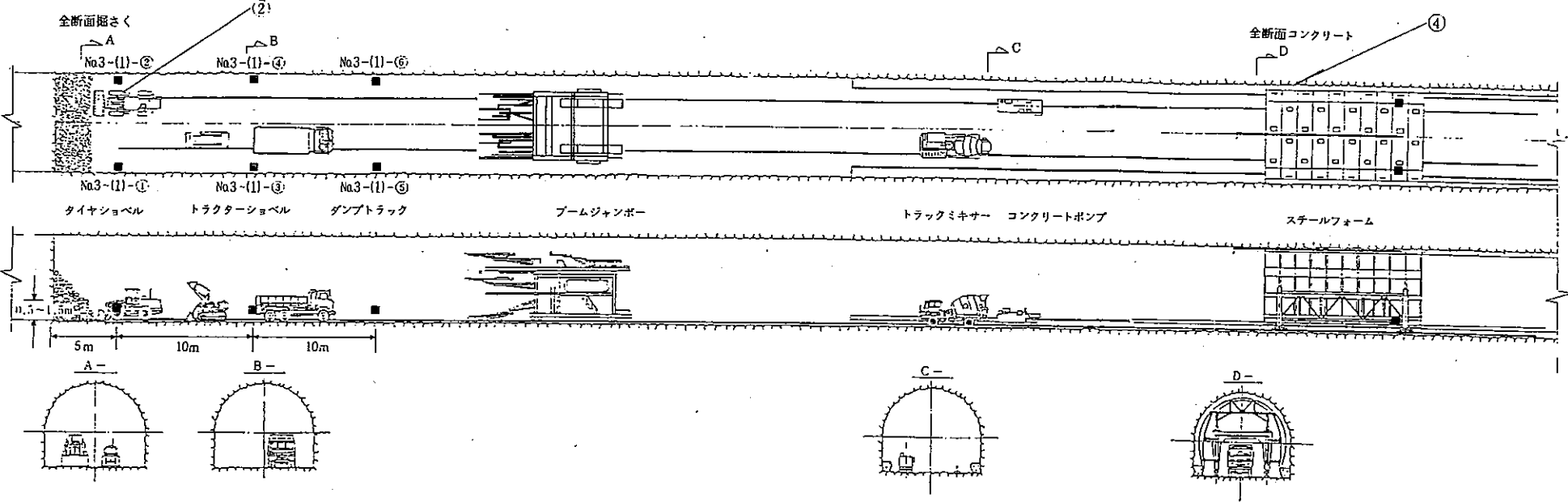


4. 全断面工法

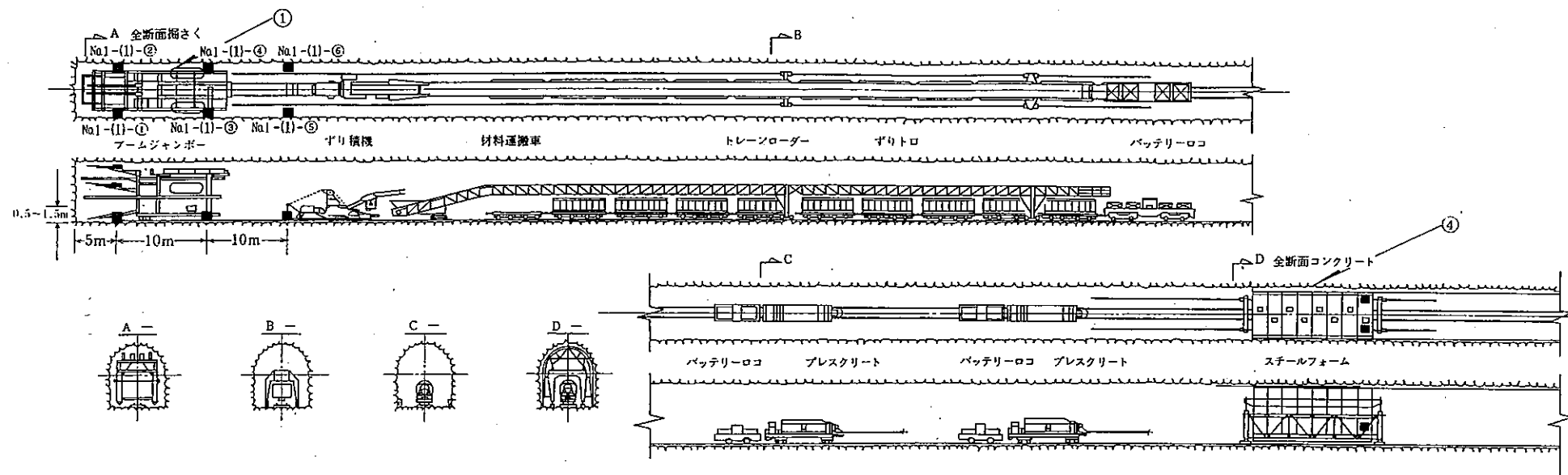
中硬岩トンネル 中断面 全断面タイヤ工法



硬岩トンネル 中断面 全断面タイヤ工法

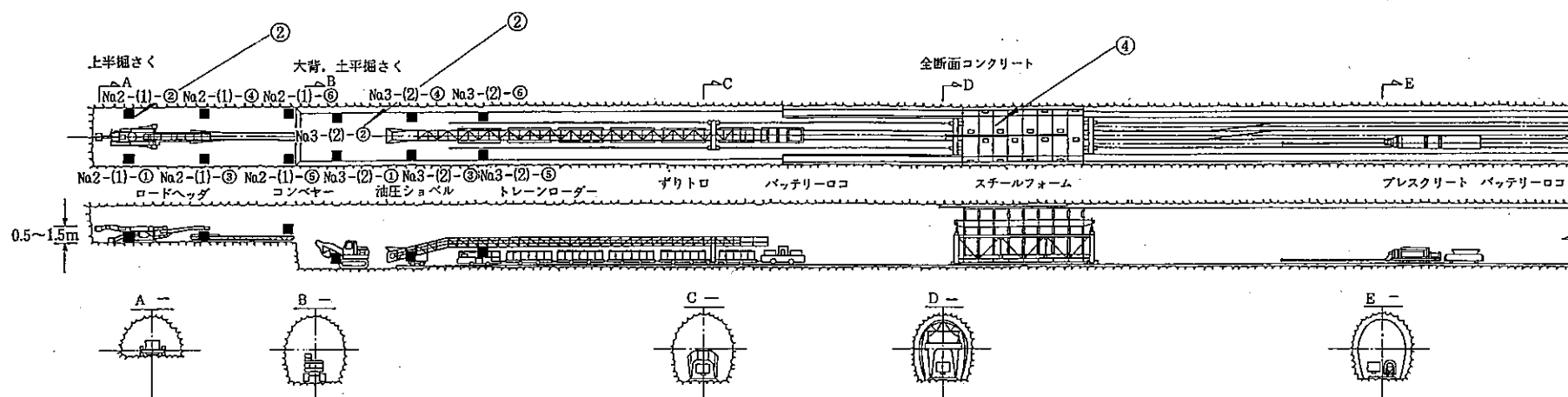


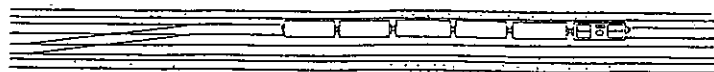
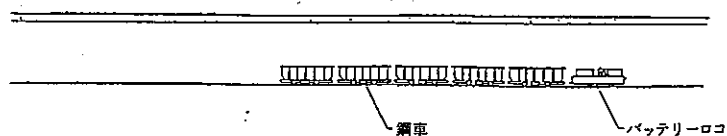
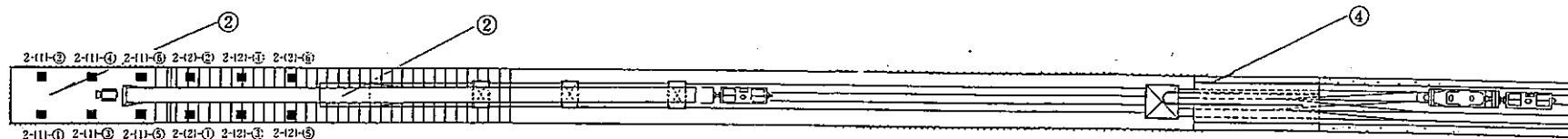
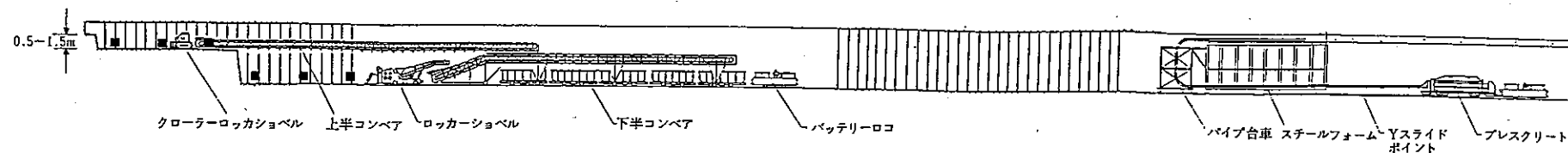
中硬岩 中断面 全断面レール工法



5. ショートベンチカット工法

軟岩トンネル 小断面ショートベンチ工法





(2) 粉じん測定器具一覧

1. エアサンブラ

メーカー	型式	測定原理	測定範囲	電源	外形寸法mm	重量kg	価格円	特長等
柴田科学 器械工業	L-15P	平行多段式分粒器付 ろ過捕集方式	7.07 μ m以下の吸入性粉 じん	AC100V	165 × 285 × 305	12	250,000 昭和61年4月現在	○吸引流量 10L/分
	L-20型	"	"	AC100V	70 × 70 × 120 (分粒装置部) 150 × 170 × 230 (ポンプ部) 140 × 140 × 410 (流量計)	7.3	197,000 "	○吸引流量 10L/分
	M-50型	"	"	AC100V	—	—	430,000 "	○吸引流量 50L/分
	LT-20型 (全天候型)	"	"	AC100V	480 × 600 × 1570	4.0	350,000 "	○L-20型の屋 外仕様
ダン科学	LVS-10B	動力沈降型	7.07 μ m以下の吸入性粉 じん	乾電池 (単1)8本	150 × 195 × 290	6.0	361,000 (キヤリング) (ケーシング付) 昭和61年9月現在	○軽量・小型 可搬型
日本カノマックス	3322	平行多段式分粒器付 ろ過捕集方式	7.07 μ m以下の吸入性粉 じん	AC100V	—	—	372,000 昭和61年10月現在	○吸引流量 45L/分
	3323	"	"	AC100V	—	—	—	○振動の影響が ない

2. デジタル粉じん計

メーカー	型式	測定原理	測定範囲	電源	外形寸法mm	重量kg	価格円	特長等
柴田科学 器械工業	P-5L2	光散乱光量積分方式	0.01mg/m ³ ～100mg/m ³	AC100V 乾電池	202 × 84 × 183	3.4	280,000 昭和61年9月現在	○メンテナン スが簡単
日本カノマックス	3411	光散乱式	0～99.99mg/m ³	AC100V 乾電池	255 × 185 × 107	3.0	220,000 昭和61年10月現在	○1分10分測定 タイマを内蔵 ○ダークカウ ント補正計算不 用

3. ピエゾバランス粉じん計

メーカー	型 式	測定原理	測定範囲	電 源	外形寸法 mm	重 量 kg	価 格 円	特 長
日本カノマックス	3511	圧電結晶素子の振動 数検出による浮遊粉 じん質量検出法	0.02 ~ 10 mg / m ³	AC 100 V 乾 電 池	311 × 170 × 130	4.0	昭和61年10月現在 356,000	0.005 μg / Hz の感度 Omg / m ³ をデジ タル表示

4. 電子天びん

メーカー	型 式	測定原理	測定範囲	電 源	外形寸法 mm	重 量 kg	価 格 円
島津製作所	AEL-200	電磁力平衡方式	200 g / 0.1mg	100 V	220 × 400 × 360	11	昭和61年7月現在 399,000
エーアンドディ	ER-182 A	電磁力平衡方式	180g/0.1mg 32g/0.01mg	100 V	185 × 411 × 266	11	昭和61年10月現在 398,000
	ER-180 A	"	180 g/0.1mg	"	"	"	296,000
	ER-120 A	"	120 g/0.1mg	"	"	"	260,000
	ER-60 A	"	60 g/0.1mg	"	"	"	180,000
シーベル機械	AE	電磁力平衡方式	30 g / 0.01mg	—	—	—	530,000 昭和62年11月

5. 直示天びん

メーカー	型 式	測定原理	測定範囲	電 源	外形寸法 mm	重 量 kg	価 格 円
島津製作所	L-160 D	直示式・定感量計	160 g / 0.1 mg	100 V	285 × 465 × 415	13.5	昭和61年7月現在 400,000
	L-200	"	200 g / 0.1 mg	"	430 × 380 × 460	18.0	" 550,000

6. X線回折装置

メーカー	型 式	測定原理	測定範囲	電 源	外形寸法 mm	重 量 kg	価 格 円
島津製作所	XD-3 A	X線回折法による 粉じん中の逆雑けい 酸の定量	0.003mg / cm ² 以上 (ろ紙上)	200 V	1050 × 825 × 1800	430	昭和61年7月現在 1,480万 (データ処理を含む)
理 学 電 機	RAD-II C	"	0.003mg / cm ² 以上 (ろ紙上)	200 V	本体部 1100 × 900 × 1770 データ処理部 1600 × 700 × 700	430	昭和62年2月現在 1,450万

7. デシケーター

メーカー	型 式	形 状	測定範囲	電 源	外形寸法 mm	重 量 kg	価 格 円	特 長
柴田科学 器械工業	1743-250	上口コック付	—	—	300 φ × 340	6.5	昭和58年12月現在 25,400	O肉厚が均一 O容量・低価格

8. 熱線式風速計

メーカー	型式	測定原理	測定範囲	電源	外形寸法 mm	重量 kg	価格円	特 長
三 工 社	AP 121 A	ブリッジ平衡型 定温度差動作方式	0 ~ 0.6 m/sec 0.5 ~ 6 m/sec 5 ~ 40 m/sec	乾電池 (単2) 8本	300 × 120 × 140	2.3 昭和61年5月現在	190,000	○実用性抜群の 検出部 (洗浄可能)
	AP 110 A	"	0 ~ 1.5 m/sec 1 ~ 30 m/sec	乾電池 (単3) 8本	180 × 110 × 70	1.2	110,000	○プッシュボタン スイッチによる即時測定
	ISA-20N	ブリッジ平衡型 定温度差動作方式	0 ~ 1 m/sec (L) 0 ~ 30 m/sec (H)	AC 100 V 乾電池 6 V	250 × 130 × 150	3.2 昭和61年7月現在	260,000	○プローブの交換 調整が簡単
柴 田 科 学 器 械 工 業	ISA-12	"	"	"	215 × 90 × 115	4.0	160,000	○JIS規格 T8202準拠
	ISA-6-2	"	0 ~ 2 m/sec (L) 0 ~ 50 m/sec (H)	AC 100 V	165 × 110 × 65	1.5	120,000	○現場測定に最 適
	6071	ブリッジ平衡型 定温度差動作方式	0 ~ 2.5 m/sec 0 ~ 25 m/sec	乾電池	100 × 170 × 55	0.9 昭和61年10月現在	200,000	○ワンタッチ計 ○ペンタイプ
日本カノマックス	6311	"	0 ~ 5 m/sec 0 ~ 20 m/sec	AC 100 V	80 × 180 × 40	0.5	71,000 (本体のみ)	○気流の巻取り ・タリリング ○計測部が引出 力型
	24-6111	"	0 ~ 5 m/sec 5 ~ 50 m/sec	乾電池	250 × 133 × 135	2.7	198,000	○広い測定範囲 ○定温度動作で きわだつた省 電性

測定機器メーカー営業網一覧表

会 社 名	所 在 地	電話番号
堀 丹 科 本 社 東京営業所 大阪営業所	〒192 東京都八王子市大和田町1-9-2	0426(46)1311
	〒171 東京都豊島区東池袋1-35-8	03(989)1275
	〒532 大阪府淀川区西中島4-5-1	06(305)1890
柴田化学器械工業	〒110 東京都台東区池之端3-1-25	03(822)2111
	〒532 大阪府淀川区西中島4-2-6	06(308)6811
	〒460 名古屋市中区大須3-31-22	052(263)9310
	〒802 北九州市小倉北区片野新町2-12-21	093(922)1351
	〒305 茨城県新治郡桜村千現1-23	0298(52)1521
島津製作所	〒604 京都市中京区河原町通二条南	075(251)2811
	〒163 東京都新宿区西新宿2-1-1	03(346)5705
	〒530 大阪府北区芝田1-1-4	06(373)6566
	〒060 札幌市中央区北二条西4-1	011(231)8811
	〒980 仙台市二日町1-23	0222(21)6231
	〒450 名古屋市中村区名駅3-28-12	052(562)3527
	〒604 京都市中京区西ノ京桑原町1	075(811)8151
	〒730 広島市中区袋町4-25	082(248)4311
	〒812 福岡市博多区冷泉町4-20	092(271)0334
日 本 カ ノ マ ッ ク ス 本 社 大阪営業所 神戸営業所 東京営業所 土浦営業所 横浜営業所 千葉営業所 浦和営業所	〒565 大阪府吹田市清水2-1	06(877)0444
	"	06(877)0447
	〒651 神戸市中央区旭通3-9	078(232)1466
	〒160 東京都新宿区西新宿3-18-20	03(378)4151
	〒300 土浦市富士崎町1-7-21	0298(24)1122
	〒231 横浜市中区不老町3-13-3	045(662)4571
	〒280 千葉市大宮町2880-57	0472(47)5681
	〒338 浦和市上木崎1-3-5	0488(24)3381
堀 三 工 社 本 社	〒105 東京都港区芝大門2-6-8	03(433)2677
堀エー・アンド・デイ 本 社 東京北営業所 大阪営業所 名古屋営業所 九州営業所	〒150 東京都渋谷区道玄坂2-10-7	03(476)4741
	〒364 埼玉県北本市本宿2-103	0485(92)3111
	〒532 大阪府淀川区西中島5-13-14	06(304)5444
	〒465 名古屋市中東区一社1-90	052(701)5681
	〒816 福岡県春日市若葉台西6-47	092(572)1822

(3) 作業環境の評価に基づく作業環境管理の推進について

昭52. 13 基発第69号

作業環境管理については、従来から労働衛生管理の重要な柱の一つとして、その推進を図ってきたところであるが、作業環境測定による作業環境の評価に基づく作業環境管理はそのなかでも重要な部分を占めるものである。

このため、「作業場の気中有害物質の濃度管理基準に関する専門家会議」（坂部弘之座長、以下「専門家会議」という。）を設け作業環境の評価方法について検討を進め、既に第1次報告書が提出されており、このなかにおいて測定結果の評価方法及びこれに基づく作業環境管理のあり方が提言されているところである。

その後専門家会議において引き続き当該報告書に提言されている管理濃度の性格等について検討を進めてきたところであるが、今般、現在までの経過を踏まえ気中有害物質（労働安全衛生法施行令第21条第1号、第7号、第8号及び第10号に定める作業場に係るものに限る。）に係る労働安全衛生法第65条の規定に基づく作業環境測定結果についての評価方法及びこれに基づく事業者の自主的対策の進め方について、別添のとおり「作業環境の評価に基づく作業環境管理要領」として示すこととしたので、関係事業場に広く周知徹底を図られたい。

なお、作業環境管理には、製造設備、局所排気装置等に対する設置時及び日常の点検整備が欠かせないものであることを念のため申し添える。

別 添

作業環境の評価に基づく作業環境管理要領

目 次

1. 趣 旨	82
2. 有害物質取扱作業場に係る作業環境管理の意義	82
3. 作業環境測定に基づく作業環境の評価	82
(1) 評価の対象となる区域	82
(2) 作業環境測定の種類	82
イ A測定	82
ロ B測定	83
(3) 測定を実施する上の留意点	83
イ A測定の測定点の選定	83
ロ B測定の測定点の選定	83
ハ 測定日の選定	83
(4) 評価の方法	83
イ 管理濃度の定義等	83
ロ 管理濃度を設定する物質の範囲	83
ハ 管理濃度の値	83
ニ 管理水準	84
(イ) A測定に係る管理水準	84
a 第1管理水準	84
b 第2管理水準	84
(ロ) B測定に係る管理水準	84
a 第1管理水準	84
b 第2管理水準	84
ホ 管理区分	84
(イ) 第1管理区分	84
(ロ) 第3管理区分	84
(ハ) 第2管理区分	84
ヘ 管理区分の決定の手順	85
ト 評価を行う際の留意点	86
チ 測定対象物質が定量できない場合の測定値の扱い	86
4. 管理区分に応じて事業者が行う措置	86
(1) 第1管理区分における措置	86
(2) 第2管理区分における措置	87
(3) 第3管理区分における措置	88
別表 有機溶剤、鉛、特定化学物質等及び鉱物性粉じんの管理濃度	89
別紙1. A測定の区分を決定する方法	91
別紙2. グラフによりA測定の区分を決定する方法	91

作業環境の評価に基づく作業環境管理要領

1. 趣 旨

本要領は、事業者が行う作業環境管理の適切かつ有効な実施を図るため、有害物質の製造、取扱等を行う作業場所について作業環境測定を実施することにより作業環境の良否を判定し、その結果当該作業場の作業環境が十分管理されていないと判断される場合には、施設、作業方法等の観点から作業環境を悪化させている要因を追求し、当該要因に対する必要な措置を講じることにより自主的に良好な作業環境の維持を図ることとするための手順を示すものである。

2. 有害物質取扱作業場に係る作業環境管理の意義

有機物取扱作業場に係る作業管理とは、施設、作業方法及び作業環境の状況を監視し、不適切な状態である場合には有害物質を生産し、又は取り扱う施設、設備等から発散する有害物質を適切な手段で組織的、系統的に抑制することにより気中有害物質の濃度の低下を図り、もって労働者の有害物質へのばく露を低下させ、健康の確保を図ることである。

3. 作業環境測定に基づく作業環境の評価

(1) 評価の対象となる区域

評価は作業環境測定基準第2条第1項第1号に規定する単位作業場所ごとに行うものとする。

単位作業場所は、作業単位ごと、生産工程ごと、建屋等ごとに設定されるものではなく、作業環境の状態、労働者の作業範囲、過去のデータ等及び類似の作業についての知識に基づき設定するものである。

(2) 作業環境測定の種類

作業環境測定には、次の二種類のものがある。

イ A測定

労働安全衛生法（以下「法」という。）第65条の規定により測定が義務付けられている気中有害物質を測定する場合に必ず行わなければならないものであって、単位作業場所における気中有害物質の濃度の平均的な状態を把握するためのもので作業環境測定基準第2条、第10条、第11条及び第13条に定められている測定方法による測定を言うものである。なおA測定は、個々の労働者の時間荷重平均ばく露濃度の測定ではない。

ロ B測定

単位作業場所の中において、労働者が有害物質の発生源と共に移動する場合等A測定の結果を評価するだけでは労働者の有害物質への大きなばく露の危険性を見逃すおそれがあると考えられる作業が存在する場合に、当該単位作業場所について行うA測定を補完するための測定で、当該単位作業場所で作業する労働者のばく露濃度の測定ではない。

(3) 測定を実施する上の留意点

イ A測定の測定点の選定

A測定の測定点については、単位作業場所ごとに無作為に選定することが作業環境の評価を適正に行うために不可欠な要件であり、何らかの作為をもって選定した場合には、後記の評価方法は適用できないものである。

ロ B測定の測定点の選定

B測定の測定点は、製造工程、作業実態等から単位作業場所内で労働者が最も大きなばく露を受ける危険性が高いと判断される場所と時間を選定しなければならない。

ハ 測定日の選定

測定は、単位作業場所における気中有害物質の濃度の日間変動を考慮すると、2日間測定（連続2作業日の測定を原則とするが、実施できない合理的な理由があるときは、必要最小限の間隔をおいた2作業日の測定）を行うことが望ましい。

(4) 評価の方法

イ 管理濃度の定義等

管理濃度は、作業環境管理を進める過程で、有害物質に関する作業環境の状態を評価するために、作業環境測定基準に従って単位作業場所について実施した測定結果から当該単位作業場所の作業環境管理の良否を判断する際の管理区分を決定するための指標である。具体的には測定値を統計的に処理したものと対比すべきもので、個々の測定値とは直接対比することはできない。したがって、個々の労働者のばく露濃度と対比することを前提として設定されているばく露限界（註日本産業衛生学会の「許容濃度」、ACGIHの「TLV（TWA等）」等）とは異なるものである。

管理濃度は、学会等の示すばく露限界及び各国のばく露の規制のための基準の動向を踏まえつつ、作業環境管理技術の実用可能性その他作業環境管理に関する国際的動向等をもとに、作業環境管理の目的に沿うよう行政的な見地から設定したものである。

ロ 管理濃度を設定する物質の範囲

管理濃度を設定する物質は、法第65条の規定に基づき測定が義務付けられている物質のうち、管理濃度を指標とする評価方法になじむものとし、具体的には別表に掲げる物質とする。

なお、測定が義務づけられている物質であって管理濃度が設定されない物質については、作業場の気中濃度を可能な限り低いレベルにとどめる等ばく露の機会を極力減少させることを基本として管理すべきものである。

また、塩化ビニルについては、昭和50年6月20日基発第348号による。

ハ 管理濃度の値

別表に示す値とする。

ニ 管理水準

作業場の気中有害物質の濃度の分布は対数正規型の分布に近似できると考えられているので、管理濃度及び当該分布を基礎として管理水準を設定するものとする。

(イ) A測定に係る管理水準

a 第1管理水準

単位作業場所において考え得るすべての点の作業時間における空气中有害物質の濃度の実現値の95%が管理濃度を超えないような水準を第1管理水準とし、次式で示される。

$$\log E = \log M + 1.645 \log \sigma \quad (2 \text{ 日間測定の場合})$$

$$\log E = \log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084} \quad (1 \text{ 日測定の場合})$$

ただし、E：管理濃度

M：2日間測定の測定値の幾何平均値

σ ：2日間測定の測定値の幾何標準偏差

M_1 ：1日測定の測定値の幾何平均値

σ_1 ：1日測定の測定値の幾何標準偏差

b 第2管理水準

単位作業場所における空气中有害物質の算術平均濃度の推定値が管理濃度と等しい水準を第2管理水準とし、次式で示される。

$$\log E = \log M + 1.151 \log^2 \sigma \quad (2 \text{ 日間測定の場合})$$

$$\log E = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084) \quad (1 \text{ 日測定の場合})$$

(ロ) B測定に係る管理水準

a 第1管理水準

管理濃度と同一の値を第1管理水準とし、次式で示される。

$$C_B = E$$

ただし、 C_B ：B測定の測定値

b 第2管理水準

管理濃度の1.5倍の値を第2管理水準とし、次式で示される。

$$C_B = 1.5 E$$

ホ 管理区分

(イ) 第1管理区分

A測定の結果が第1管理水準より良好であり、かつ、B測定が実施された場合には、その結果が第1管理水準より良好な場合をいう。この区分の場合には、作業環境管理が適切であると判断される。

(ロ) 第3管理区分

A測定の結果が第2管理水準より悪い場合、又はB測定が実施された場合で、その結果が第2管理水準より悪い場合をいう。この区分の場合には、作業環境管理が適切でないと判断される。

(ハ) 第2管理区分

第1管理区分及び第3管理区分に属さないものをいう。この区分の場合には、作業環境管理になお改善の余地があると判断される。

ヘ 管理区分の決定の手順

図に示す手順により区分を行う。

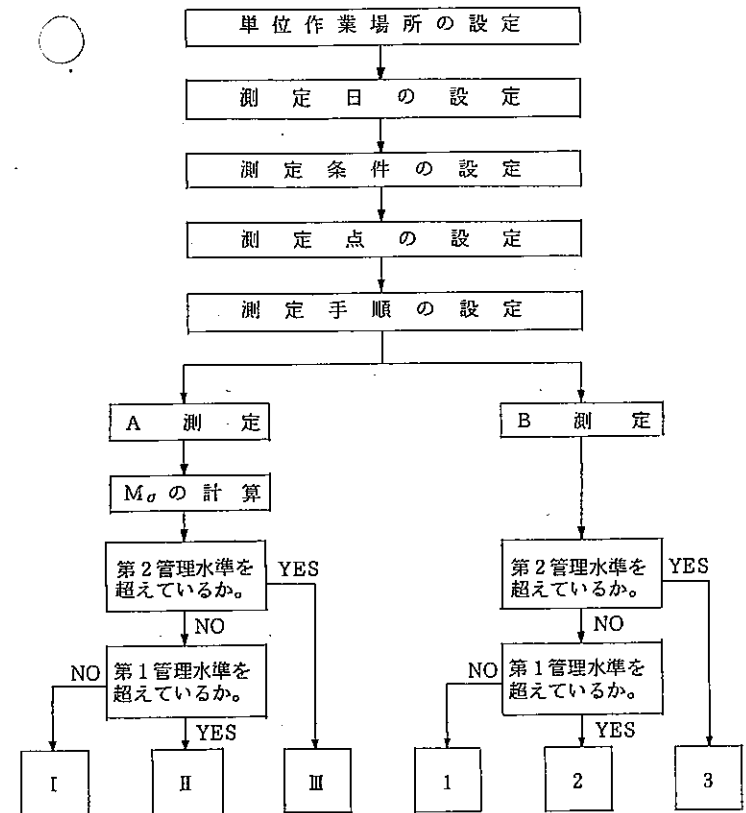


図 作業環境測定結果に基づく評価のフローシート

図に従って求めた区分から管理区分を次表により決定する。

表 管理区分

管理区分	A測定のみ実施	A測定及びB測定を実施
第1管理区分	I	I-1
第2管理区分	II	I-2, II-2
第3管理区分	III	I-3, II-3, III-3

ただし、I、II及びIII並びに1、2及び3は図による区分を示し、II-1は第2管理区分に、III-1及びIII-2は第3管理区分にそれぞれ準ずるものとする。

ト 評価を行う際の留意点

(イ) 次の有害物質については、個々の物質ごとに評価を行うものとする。

④ 有機溶剤中毒予防規則（以下「有機則」という。）第28条第1項に掲げる有機溶剤のいずれか一種類のみを含有する有機溶剤等

⑤ 特定化学物質等

(ロ) 鉱物性粉じん（特定化学物質等を除く。）については、鉱物の種類による区分を行うことなく評価を行うものとする。

(ハ) 有機則第28条第1項に掲げる有機溶剤を二種類以上含有する有機溶剤等については、それぞれの有機溶剤の管理濃度を加味して総合的に評価を行うものとする。

具体的には、採取した試料ごとに次に示す計算式により換算値Cを求め、このCを用い、Eを1として評価を行う。

$$C = C①/E① + C②/E② + \dots + C_{n-1}/E_{n-1} + C⑩/E⑩$$

ただし C：換算値

$C①$ (i = 1~n)：含有する有機溶剤ごとの濃度

$C⑩$ (i = 1~n)：含有する有機溶剤ごとの管理濃度

チ 測定対象物質が定量できない場合の測定値の扱い

測定対象物質が定量できない場合は、捕集方法及び分析方法によって決まる定量下限の値を用いることとする。

なお、捕集方法及び分析方法は、管理濃度の10分の1の濃度を確実に定量できる方法をとること。

なお、技術的制約等によってこれにより難しい場合には、可能な限り低い値を定量できる方法によることとする。

4. 管理区分に応じて事業者が行う措置

事業者は、作業環境測定を実施した単位作業場所について、法令に定める措置を講ずるほか、管理区分に応じて次の措置を講ずるものとする。

(1) 第1管理区分における措置

当該単位作業場所の作業環境管理が適切であると判断されるので、この状態が維持されるよう現在の管理の継続的实施に努めるものとする。

(2) 第2管理区分における措置

当該単位作業場所の作業環境管理になお改善の余地があると判断される。

このため、B測定実施箇所を含め、施設、作業方法等について環境を悪化させている要因の発見に努め、必要な対策を実施することにより第1管理区分へ移行するよう努めるものとする。

また、B測定の結果のみが第1管理水準より悪い場合には、当該B測定を行った箇所の作業環境を悪化させている要因を除去するための対策を実施するものとする。

なお、これと併せて作業管理の強化に配慮すること。

(3) 第3管理区分における措置

当該単位作業場所の作業環境管理が適切でないと判断される。

このため、当該掲げる措置を講ずることにより、すみやかに第1管理区分へ移行するよう努めるものとする。

なお、A測定が第1管理水準より良好である場合には、B測定実施箇所の施設、作業方法等について作業環境を悪化させている要因を除去するための措置を実施し、当該措置の効果の確認を行うとともに、作業管理の徹底及び必要に応じて健康管理の面からの措置の強化を図るものとする。

イ 原材料、施設、作業方法等について詳細な点検調査を行い、有害要因の発見に努め、現状の施設等の改善にとどめることなく原材料、製造方法の変更等も含め総合的な作業環境管理対策を講ずること。

ロ 所要の作業環境管理対策を講じた後、当該単位作業場所について作業環境の測定等を実施することにより、当該対策の効果を確認すること。

ハ 有害物質にばく露されることによる影響が特に大きいと考えられる場所における労働者については、とりえず保護具を着用させる等の措置を講ずるほか、作業管理の徹底及び必要なときは、ばく露に関する調査等を行い、必要に応じて健康管理を強化し、健康の確保に努めること。

ニ A測定及びB測定の結果がⅡ-1、Ⅲ-1又はⅢ-2の場合

このような測定結果が得られることはA測定とB測定の性質上多くの場合デザイン等に何らかの問題が存することが考えられるので、デザイン等について十分検討を行い、誤り等がある場合には再度測定を実施する等の措置を講じ、誤り等が発見されない場合にはⅡ-1の場合は第2管理区分と、Ⅲ-1及びⅢ-2の場合は第3管理区分とそれぞれ同等の措置を講ずるものとする。

種類及び物質の名称	値	
	ppm	mg/m ³
(有機溶剤)		
アセトン	750	
オルトジクロロベンゼン	25	
キシレン	100	
クロロベンゼン	75	
クロロホルム	50	
酢酸メチル	200	
四塩化炭素	10	
1, 2-ジクロロエタン	10	
1, 2-ジクロロエチレン	150	
N, N-ジメチルホルムアミド	10	
1, 1, 2, 2-テトラクロロエタン	1	
テトラクロロエチレン	50	
トリクロロエチレン	50	
トルエン	100	
二硫化炭素	10	
ノルマルヘキサン	50	
メタノール	200	
鉛及びその化合物		鉛として0.1
(特定化学物質等)		
ベリリウム及びその化合物		ベリリウムとして0.002
アクリルアミド		0.3
アクリロニトリル	20	

種類及び物質の名称	値	
	ppm	mg/m ³
アルキル水銀化合物		水銀として0.01
石棉	2 (F/cm ³)	
塩素	1	
カドミウム及びその化合物		カドミウムとして0.05
クロム酸及びその塩		クロム酸として0.1
五酸化バナジウム		バナジウムとして0.03
シアン化カリウム		シアンとして5
シアン化水素	10	
シアン化ナトリウム		シアンとして5
臭化メチル	5	
重クロム酸及びその塩		クロム酸として0.1
水銀及びその化合物		水銀として0.05
ニトログリコール	0.05	
パラニトロクロロベンゼン		1
弗化水素	弗素として3	
ベンゼン	10	
ペンタクロロフェノール及びそのナトリウム塩		ペンタクロロフェノールとして0.5
マンガン及びその化合物		マンガンとして2.5
沃化メチル	2	
硫化水素	10	
鉱物性粉じん	$E = \frac{2.9}{0.22Q + 1} \text{ (mg/m}^3\text{)}$ E : 管理濃度 Q : 遊離けい酸含有率(%)	

1. A 測定による環境測定結果から、幾何平均値 (M又はM₁) 及び幾何標準偏差 (σ又はσ₁) は、以下の方法により求める。

① 2日間測定の場合

第1日目の測定値をC₁₁, C₁₂, …… C_{1n}とし、それぞれの対数 x₁₁, x₁₂, …… x_{1n}を求める。

$$x_{11} = \log C_{11}, x_{12} = \log C_{12}, \dots, x_{1n} = \log C_{1n}$$

第1日目の幾何平均値 (M₁) を次により求める。

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} (x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n})$$

$$M_1 = 10^{\bar{x}_1}$$

第2日目の測定値をC₂₁, C₂₂, …… C_{2n}とし、第1日目と同様にして、第2日目の幾何平均値 (M₂) を次により求める。

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n} (x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n})$$

$$M_2 = 10^{\bar{x}_2}$$

$\bar{x}_1$ と $\bar{x}_2$ より2日間測定に対する幾何平均値 (M) を次により求める。

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

$$M = 10^{\bar{x}}$$

第1日目の測定値から幾何標準偏差 (σ₁) を次により求める。

$$\log \sigma_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_{1i}^2 - n \bar{x}_1^2)}$$

第2日目の幾何標準偏差 (σ₂) を次により求める。

$$\log \sigma_2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_{2i} - \bar{x}_2)^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_{2i}^2 - n \bar{x}_2^2)}$$

log σ₁ と log σ₂ より2日間測定に対する幾何標準偏差 (σ) を次により求める。

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

$$\sigma = 10^{\sqrt{\frac{1}{2} (\log^2 \sigma_1 + \log^2 \sigma_2) + \frac{1}{2} (\log M_1 - \log M_2)^2}}$$

② 1日測定の場合

測定値をC₁, C₂, …… C_nとし、それぞれの対数 x₁, x₂, …… x_nを求める。

$$x_1 = \log C_1, x_2 = \log C_2, \dots, x_n = \log C_n$$

幾何平均値 (M₁) を次により求める。

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

$$M_1 = 10^{\bar{x}}$$

測定値から幾何標準偏差を次により求める。

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

2. 幾何平均値 (M又はM₁) 及び幾何標準偏差 (σ又はσ₁) から評価値 (E_I又はE_{II}) は、以下の方法により求める。

① 2日間測定の場合

2日間測定の場合の幾何平均値 (M) 及び幾何標準偏差 (σ) から、評価値 (E_I又はE_{II}) は次により求める。

$$\log E_I = \log M + 1.645 \log \sigma$$

$$(E_I = M \sigma^{1.645})$$

$$\log E_{II} = \log M + 1.151 \log^2 \sigma$$

$$(E_{II} = 10 (\log M + 1.151 \log^2 \sigma))$$

② 1日測定の場合

1日測定の場合の幾何平均値 (M₁) 及び幾何標準偏差 (σ₁) から、評価値 (E_I及びE_{II}) は、次により求める。

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

$$(E_I = 10 (\log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084}))$$

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

$$(E_{II} = 10 (\log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084)))$$

3. 評価値 (E_I及びE_{II}) に基づき、次表からA測定に係る区分を決定する。

表 A測定に係る区分

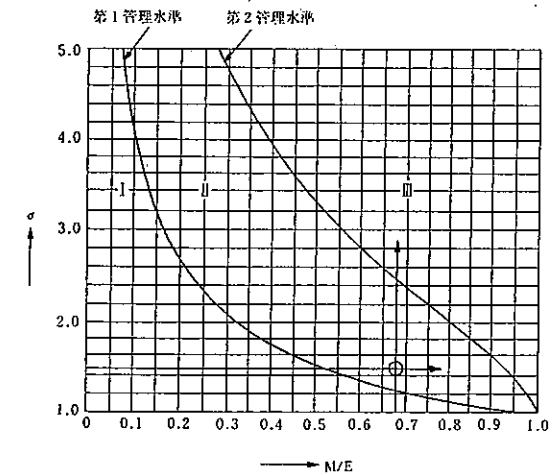
	E _I < E	E _I ≥ E ≥ E _{II}	E _{II} > E
A測定に係る区分	I	II	III

グラフによりA測定の区分を決定する方法

以下の順に従い、図1又は図2を利用しA測定に係る区分を決定する。

- 別紙1の1により、幾何平均値 (M又はM₁) 及び幾何標準偏差 (σ又はσ₁) を求める。
- M/E又はM₁/Eの値を求める。
- 図1又は図2上で、σ、M/E又はσ₁、M₁/Eに相当する点を求め、A測定の区分を決定する。

(例) E = 10 (ppm), M = 6.8 (ppm), σ = 1.47とするとA測定の区分は次により、区分IIとなる。



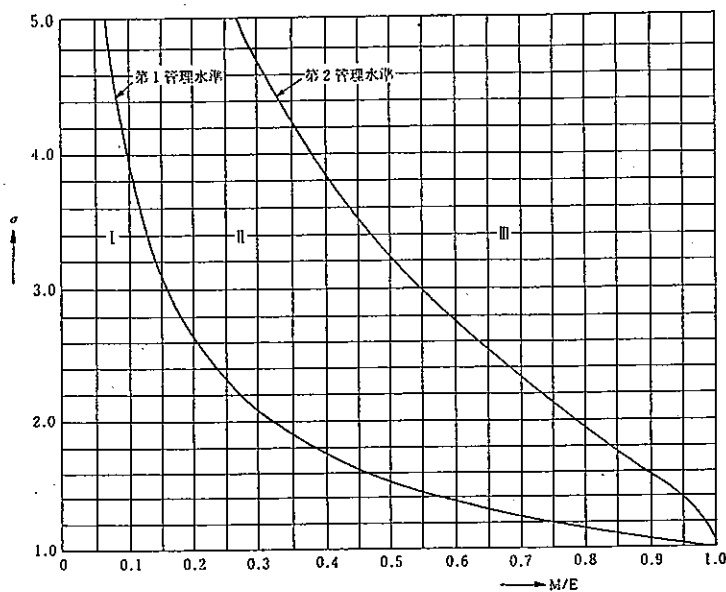


図1 管理水準（2日間測定）

（参 考）

表1 第1 管理水準（2日間測定）

$$\log E = \log M + 1.645 \log \sigma \left(\sigma = \left(\frac{M}{E} \right)^{-\frac{1}{1.645}} \right)$$

M/E	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	x	16.44	10.78	8.43	7.08	6.18	5.53	5.04	4.64	4.32
0.1	4.05	3.83	3.63	3.46	3.30	3.17	3.05	2.94	2.84	2.74
0.2	2.66	2.56	2.51	2.44	2.38	2.32	2.27	2.22	2.17	2.12
0.3	2.08	2.04	2.00	1.96	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.77
0.4	1.75	1.72	1.69	1.67	1.65	1.62	1.60	1.58	1.56	1.54
0.5	1.52	1.51	1.49	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38
0.6	1.36	1.35	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26	1.25
0.7	1.24	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15
0.8	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07
0.9	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01

表2 第2 管理水準（2日間測定）

$$\log E = \log M + 1.151 \log \sigma \left(\sigma = 10^{\sqrt{\frac{-1}{1.151} \log \frac{M}{E}}} \right)$$

M/E	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	x	20.81	16.41	14.14	12.65	11.57	10.73	10.04	9.47	8.98
0.1	8.55	8.18	7.84	7.54	7.27	7.02	6.79	6.57	6.38	6.19
0.2	6.02	5.85	5.70	5.56	5.42	5.29	5.16	5.05	4.93	4.83
0.3	4.72	4.62	4.53	4.43	4.35	4.26	4.18	4.10	4.02	3.95
0.4	3.87	3.80	3.73	3.67	3.60	3.54	3.48	3.42	3.36	3.30
0.5	3.25	3.19	3.14	3.09	3.04	2.99	2.94	2.89	2.84	2.79
0.6	2.75	2.70	2.66	2.62	2.57	2.53	2.49	2.45	2.41	2.37
0.7	2.33	2.29	2.25	2.21	2.17	2.14	2.10	2.06	2.02	1.99
0.8	1.95	1.91	1.88	1.84	1.81	1.77	1.73	1.70	1.66	1.62
0.9	1.58	1.54	1.50	1.46	1.42	1.38	1.33	1.28	1.22	1.15

但 本表は、M/Eの縦欄が小数点以下1桁目、横欄が小数点以下2桁目を表わし、M/Eに対するσが表中の数字を超える場合は、当該単位作業場所は、それぞれ、区分Ⅱ、区分Ⅲに区分される。表1中の数字を下回れば、当該単位作業場所は区分Ⅰに区分される。

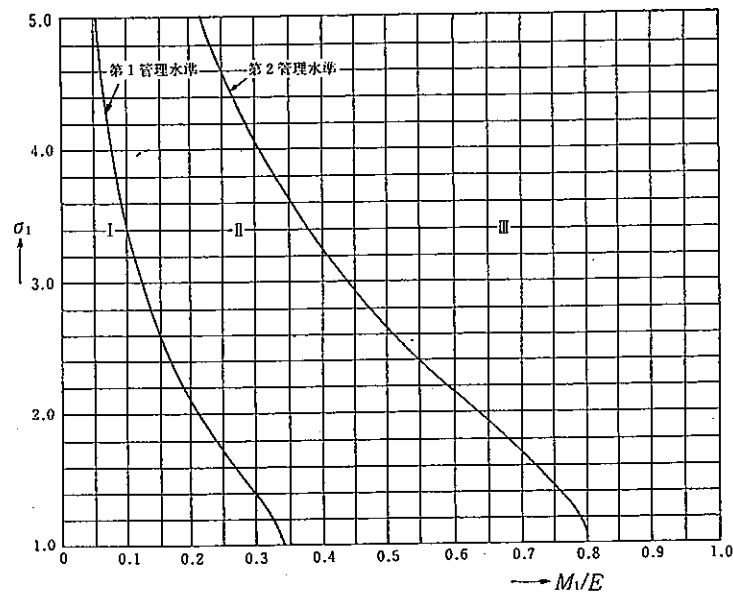


図2 管理水準 (1日測定)

表3 第1管理水準 (1日測定)

$$\log E = \log M_1 + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma_1 + 0.084} \quad (\sigma_1 = 10 \sqrt{\frac{1}{1.645} \log \frac{M_1}{E}}^2 - 0.084)$$

M/E	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	×	15.17	9.81	7.58	6.30	5.45	4.83	4.36	3.99	3.68
0.1	3.42	3.20	3.01	2.85	2.70	2.56	2.44	2.33	2.23	2.13
0.2	2.05	1.96	1.89	1.81	1.74	1.67	1.61	1.54	1.48	1.42
0.3	1.35	1.28	1.20	1.10						

表4 第2管理水準 (1日測定)

$$\log E = \log M_1 + 1.151 (\log^2 \sigma_1 + 0.084) \quad (\sigma_1 = 10 \sqrt{\frac{1}{1.151} \log \frac{M_1}{E}}^2 - 0.084)$$

M/E	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	×	19.32	15.14	12.98	11.57	10.55	9.75	9.10	8.56	8.09
0.1	7.69	7.34	7.02	6.73	6.47	6.24	6.02	5.82	5.63	5.45
0.2	5.29	5.14	4.99	4.85	4.72	4.60	4.48	4.37	4.26	4.16
0.3	4.06	3.97	3.87	3.79	3.70	3.62	3.54	3.46	3.39	3.32
0.4	3.25	3.18	3.11	3.05	2.99	2.93	2.87	2.81	2.75	2.69
0.5	2.64	2.59	2.53	2.48	2.43	2.38	2.33	2.28	2.23	2.18
0.6	2.14	2.09	2.04	2.00	1.95	1.91	1.86	1.82	1.77	1.72
0.7	1.68	1.63	1.58	1.54	1.49	1.43	1.38	1.32	1.26	1.18
0.8	1.03									

但 本表は、M/Eの縦軸が小数点以下1桁目、横軸が小数点以下2桁目を表わし、M/Eに対するσが表中の数字を超える場合は、当該単位作業場所は、それぞれ、区分Ⅱ、区分Ⅲに区分される。表3中の数字を下回れば、当該単位作業場所は区分Ⅰに区分される。