

事例研究

鋳物製造場での粉じん環境状況

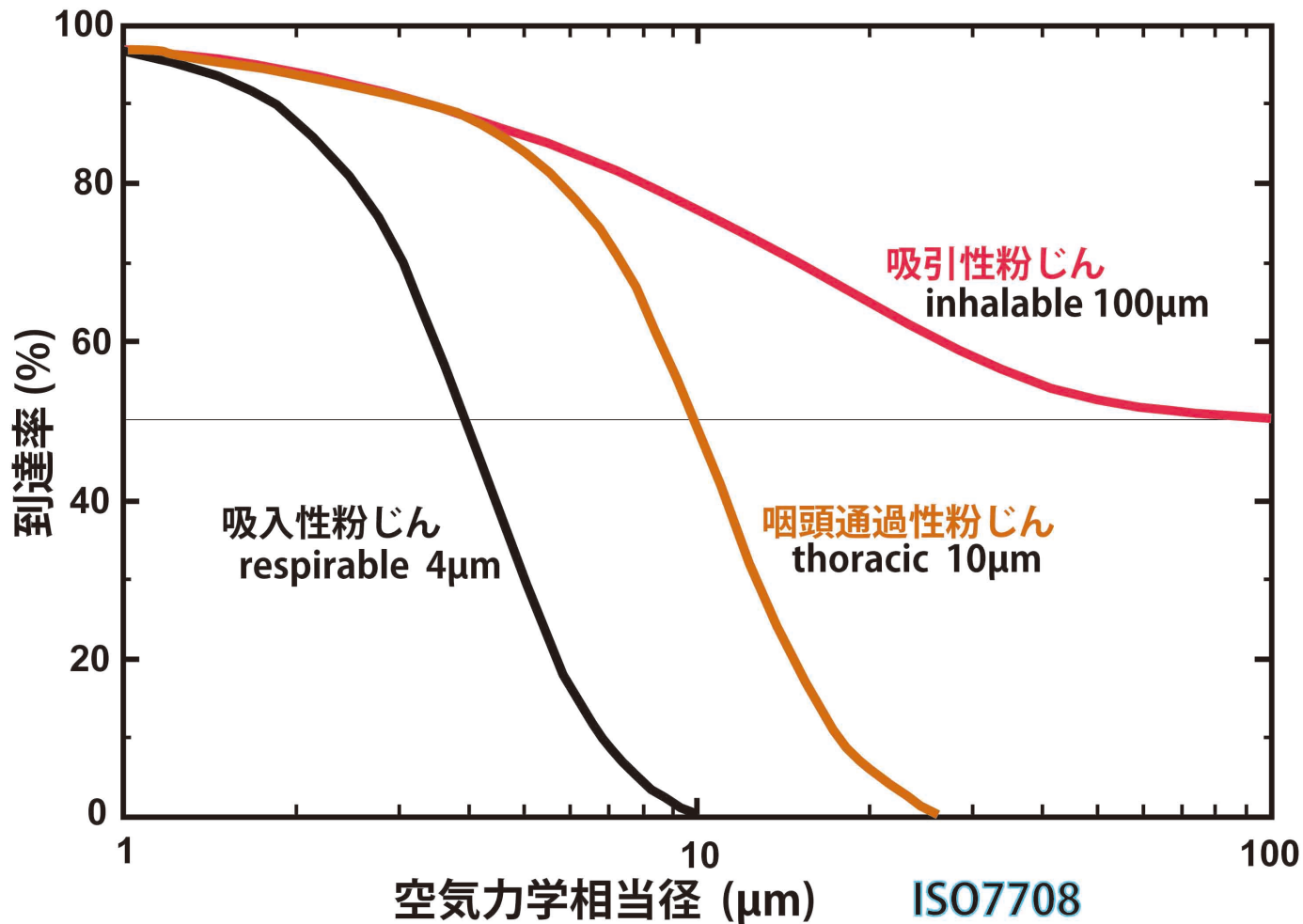
労働安全衛生コンサルタント会茨城支部
イブニングセミナー 話題提供

OSK インターナショナル, 博士(工学)
労働衛生コンサルタント 谷口昭三

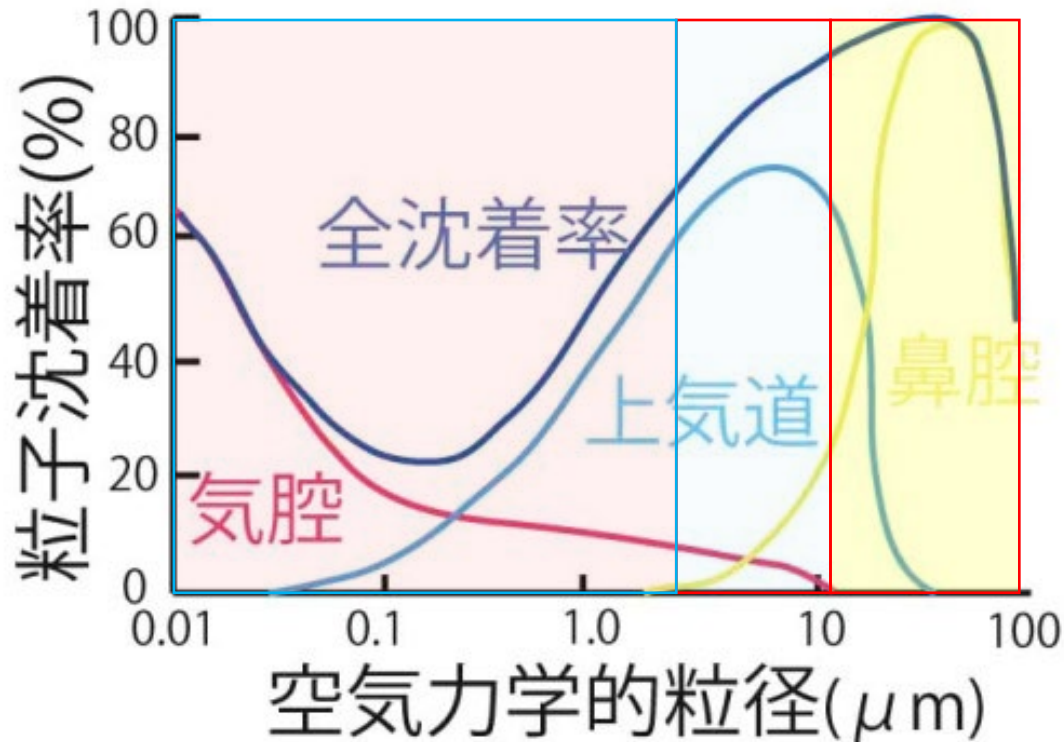
2024.1.18

粉じん粒径と人体への影響

ISO7708より



粒子沈着率



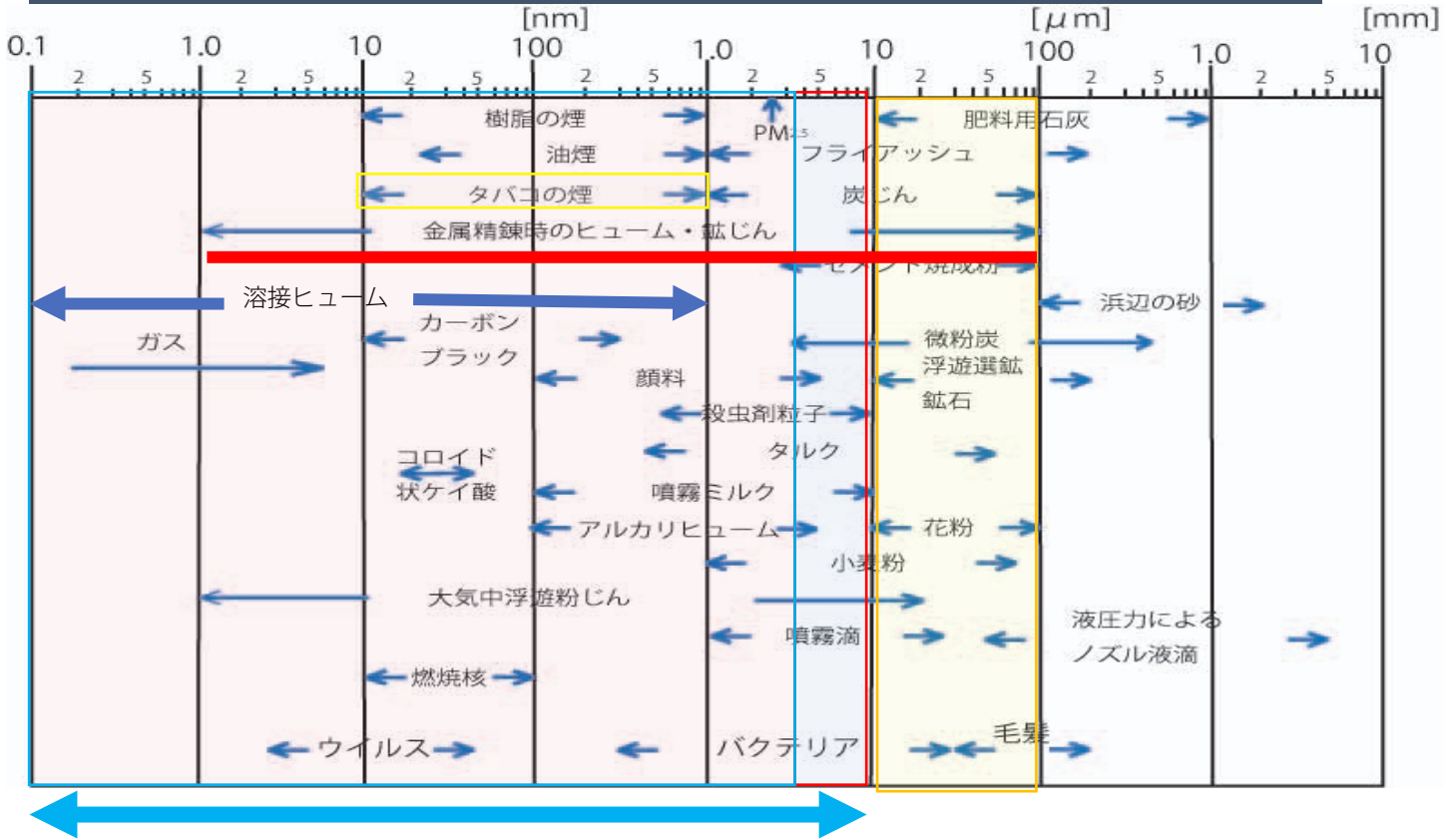
Benzene
約40%呼気中に排出

C1=CC=CC=C1

ガスや蒸気は
約60%が気腔
に滞留し、血管
中の血液に溶
け込む

化学物質蒸気

物質の粒径(大きさ)



作業環境

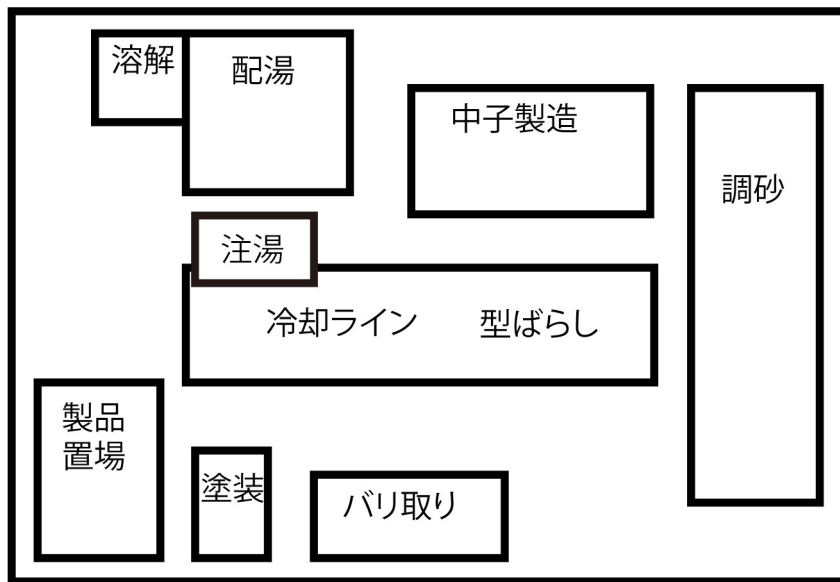
気中の有害物質

	気体	液体	固体		
ガス gas	●	—	—	常温常圧（25℃・1気圧）下、気体で安定	アンモニア、硫化水素、塩素
蒸気 vapor	●	—	—	常温常圧下、蒸気圧を有する液体または固体が気化	有機溶剤蒸気、樟脳蒸気
ミスト mist	—	●	—	空気中に浮遊する液体粒子	酸・アルカリ・オイル・スプレーミスト
ヒューム fume	—	—	●	加熱により固体が気化した後、空気中で酸化、凝縮して生成する粒子	溶接・ハンダ付け・金属ヒューム
粉じん dust	—	—	●	化学組成が変化せず固体がそのまま物理的に粉碎された粒子	碎石・掘削時の粉じん
煙 smoke	●	●	●	物質の燃焼、熱分解または化学反応により生成する空気中の固体・液体粒子、気体状物質の総称	タバコの煙、ばい煙
スモッグ smog	●	●	●	チリやばい煙が水蒸気などと結びついて生じる霧状物質	車の排気ガス、石炭ストーブ

事例 鋳物製造場での粉じん環境状況

● B事業場の鋳物製造

B鋳物作業場



窓・出入口シャッター開放状態、区域仕切りなし

- 集塵機はあるが整備不備
- 調砂作業場から粉じん発生
- 作業区域間の空間的遮蔽なし
- 窓・シャッターは常時解放状態
- 作業服は汚染状態
- 呼吸用保護具は着用

鋳物作業工程



型準備



中子おさめ



溶解



注湯



型ばらし



ショットブラスト



バリ取り

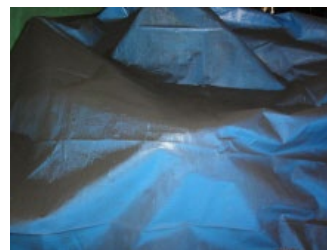


塗装仕上げ

鋳物製造工程の主な危険有害作業

- 高温作業
- 重量作業
- 粉じん作業
- グラインダー作業
- 塗装作業 など

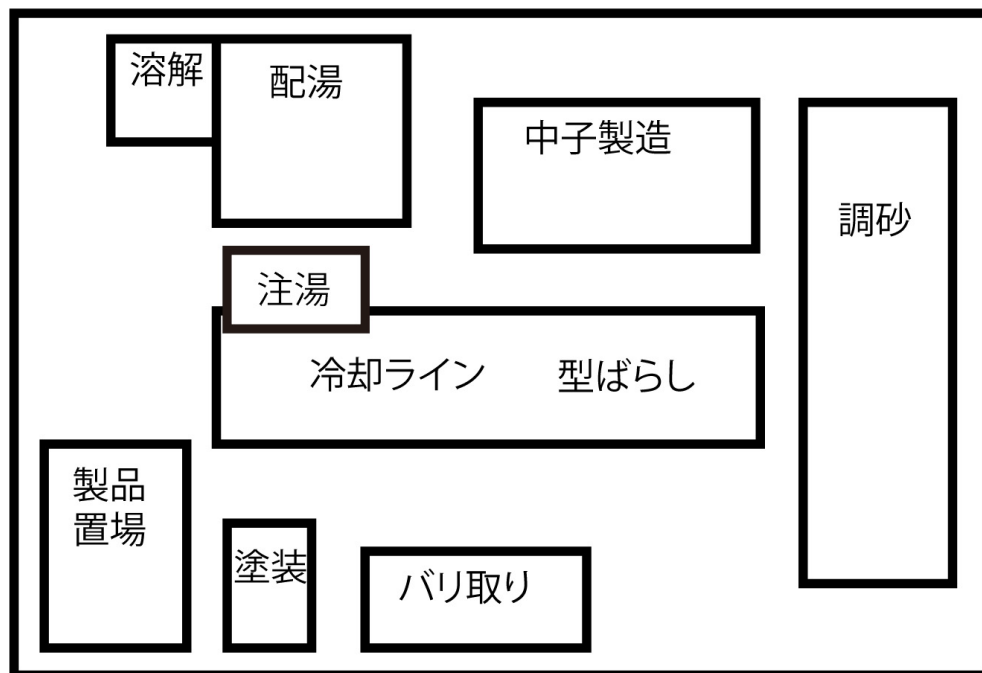
B事業場 作業環境と作業方法



局排管理、外気による屋内粉じん・ヒューム拡散(チンダル現象)、囲い込み不足、堆積じん、清掃不十分、塗装局排未設置、グラインダー作業局排未設置 ⇒ 保護具使用で対策している

B事業場 粉じん作業環境環境測定

B鋳物作業場



場所	Q値(%)	E値(mg/m3)	管理区分
溶解	0	3	I
配湯	0.8	1.54	Ⅲ
中子	21.1	0.11	Ⅲ
注湯	1	1.37	I
型ばらし	13.1	0.18	Ⅲ
調砂	20.3	0.12	Ⅲ
バリ取り	5.3	0.41	Ⅱ

粉じんの濃度測定値
 管理濃度(E値) $E=3/(1.19*Q+1)$
 Q値: 遊離ケイ酸含有率(%)

Q値(%)	0	10	20	50	100
E(mg)	3	0.23	0.12	0.05	0.025

窓・出入口シャッター開放状態、区域仕切りなし

B事業場の特徴:

- ① 外気が入り込みヒューム・粉じんが拡散する
- ② 溶解・配湯・注湯で粒径の小さい粒子が他に影響する
- ③ 鋳砂のケイ酸含有量(Q値)が高く、濃度管理が困難
- ④ 清掃が行き届かず、堆積粉じんが再発じんする
- ⑤ ①～④が互いに干渉し、作業環境管理を難しくしている

粉じん粒径による沈降速度

高さ2メートルから地面に落ちるまでの時間！

直径: 0.1 mm

(100 μm)

10 μm

4 μm

粉じんは、ある程度の時間、空気中を浮遊できる大きさ

終端速度 25 cm/秒

3 mm/秒

0.5 mm/秒

滞留時間 8 秒

10 分

1 時間

● 北京上空何mのPM_{2.5}が水戸に到達するか？

- 粒子の比重(ρ): 2.2g/cm³---シリカゲルとする

$$\text{Stokesの式 } Vt = \{(\rho - \rho_0) \cdot g\} \cdot d^2 / (18\eta)$$

- 仮定: 偏西風10m/s、シリカゲル比重(ρ): 2.2g/cm³、距離 2,100[km]
87[m](ビルの15階)

B事業場 粉じん対策

管理区分Ⅲ = リスク: 高 ⇒ 「直ちに対応すべきリスク」 (リスクアセスメントするまでもない)

B事業場の特徴:

- ① 外気が入り込みヒューム・粉じんが拡散する
- ② 溶解・配湯・注湯で粒径の小さい粒子が他に影響する
- ③ 鑄砂のケイ酸含有量(Q値)が高く、濃度管理が困難
- ④ 清掃が行き届かず、堆積粉じんが再発じんする
- ⑤ ①～④が互いに干渉し、作業環境管理を難しくしている

対応策の実施:

1. 始業時安全打合せと清掃を徹底する
2. バキューム式清掃機を準備使用する
3. 可能な範囲でモップ掛けを実施する
4. 調砂からの鑄砂飛散防止としてシートで囲い込む

結果:

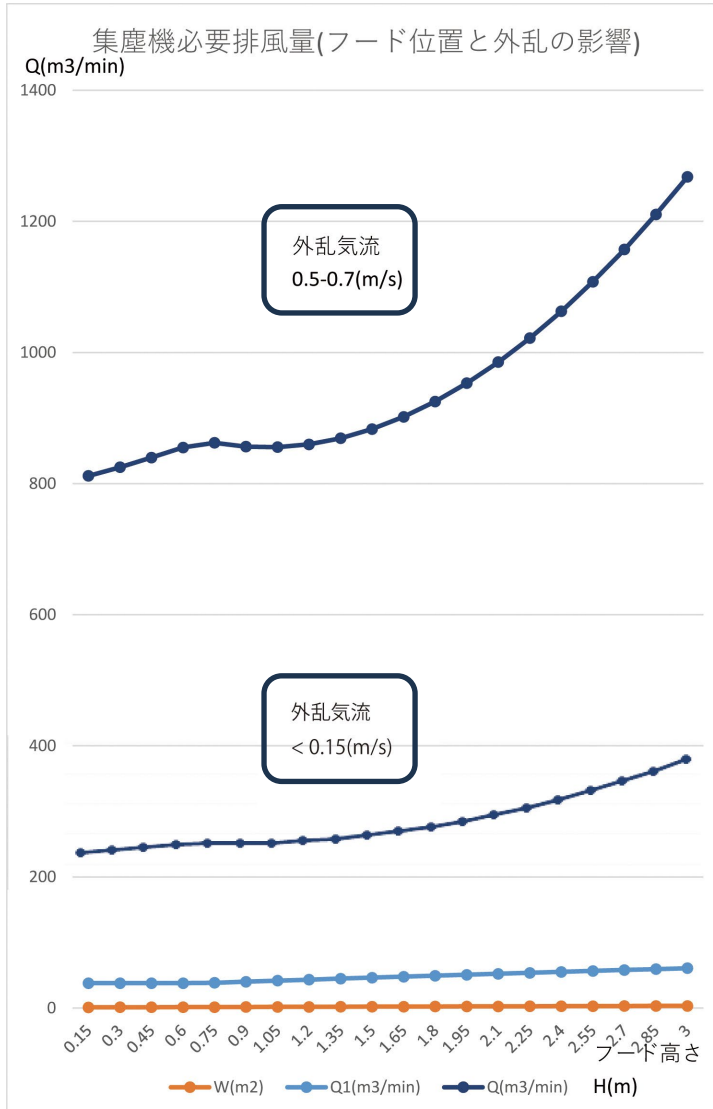
作業環境測定による管理区分が改善された

場所	中子	型ばらし
Q値	3.2	2.3
E(mg/m ³)	0.62	0.80
1日測定		
EA1	0.86	0.84
EA2	0.27	0.33
区分	Ⅱ	Ⅱ
2日測定		
EA1	0.29	0.42
EA2	0.21	0.26
区分	Ⅰ	Ⅰ

今後の課題:

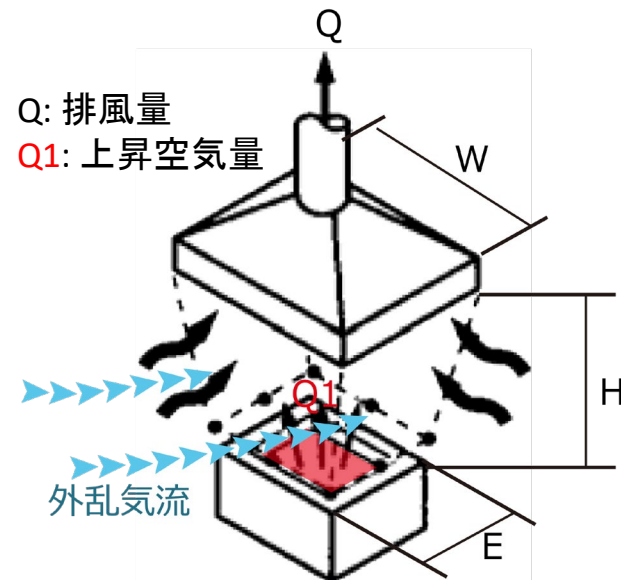
- i. 溶解作業場の集塵機を修繕する(かなりの予算が必要)
 - ii. 作業場出入口にミスト発生器を取り付ける
 - iii. 作業場ごとに仕切りを設け、作業場内の全体排気を計画する(窓・出入口は閉じる)
- 塗装作業所は外付け式局排を設計し、施工業者に依頼し、対策済み(有機溶剤管理区分Ⅰ)

参考 キャンピー式フードの特徴



流量法による計算結果

- ① 外気流入による影響が大きく、局排排风量を増大する必要がある
- ② フードと溶解面の高さ間隔を少なくすると吸引効率は良くなる



コンサルタント会イブニングセミナー ご参加のみなさま

ご安全に！

研修 お疲れ様でした



2024.2.15

‘State of the Art’, ‘Good Engineering Practice’ 工学思想はとても大切

OSK インターナショナル, 博士(工学)
労働衛生コンサルタント 谷口昭三