

クリーンルームを有する大規模工場施工

— 京セラ株式会社鹿児島川内工場第 23 工場 1～4 階、6 階内装設備工事 —

Construction in a Large-Scale Factory with Cleanrooms

瓜生卓海*1

概 要

京セラ株式会社鹿児島川内工場第 23 工場 1 階～4 階、6 階内装設備工事(以下、本工事)は、鹿児島県西部の薩摩川内市に位置する京セラ株式会社鹿児島川内工場第 2 ブロック内での工場建設工事である。半導体向けの工場であり、清浄度クラス 1000 のクリーンルームを有する。また、製品製造過程において特殊廃液が発生する。

本報では、清浄度確保に配慮した施工方法と特殊廃液が流出することを前提とした施工時の対策について報告する。

key words : クリーンルーム、特殊廃液、清浄度確保

1. はじめに

九州の各県において、昨今は半導体工場の建設が活況となっている。本工事は、半導体製品やファインセラミックス製品等を生産している京セラで、完成すれば国内最大規模の工場となる。写真-1 に建物外観、図-1 に近隣地図を示す。クリーンルームを有しており、また、製品製造過程において、特殊廃液が発生する。

本報では、クリーンルーム清浄度確保に配慮した施工方法と特殊廃液が流出することを前提とした施工時の対策について報告する。

2. 工事概要

工 事 名 : 京セラ株式会社鹿児島川内工場第 23 工場
1 階～4 階、6 階内装設備工事
工事エリアを図-2 に示す。

施工場所 : 鹿児島県薩摩川内市高城町 2310-10

工 期 : 2023 年 8 月 9 日～2025 年 6 月 25 日(23 カ月)

発 注 者 : 京セラ株式会社

設 計 者 : 株式会社東畑建築事務所

監 理 者 : 株式会社東畑建築事務所

建物用途 : 工場

構造形式 : S 造、地下 1 階、地上 6 階建

建築面積 : 12,268m²

延床面積 : 65,948m²

施工面積 : 45,118m²

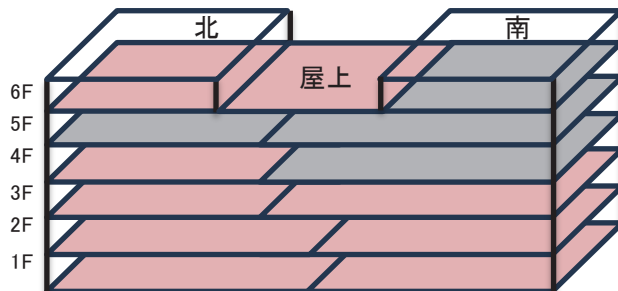
最高高さ : GL+32.7m



写真-1 建物外観(南東面)



図-1 工事近隣地図



■ : 実装エリア ■ : 未実装エリア

図-2 内装設備工事エリア図

*1 Takumi URYU

九州支店建築部

3. クリーンルーム施工における留意事項

3.1 クリーンルームについて

クリーンルームとは、空気清浄度が確保された部屋である。清浄度は段階的にクラス分けされており、これまで米国連邦規格 (USA Fed. Std. 209E) の呼び方で長く呼ばれてきた。ここでのクラス X は、1f³(立方フィート) : 0.0283m³の空气中に 0.5μm サイズの微粒子が X 個以下となる状態を指す。本工事におけるクリーンルームの清浄度はクラス 1,000 とクラス 100,000 の 2 種類であり、数値が低いほど施工は難易度が高く、クラス 1000 のクリーンルームの施工は、当社にとって初めてとなる。清浄度クラスと粒子濃度の関係を表-1 に示す。

表-1 清浄度クラスによる測定粒径と上限濃度

清浄度クラス		上限粒子数濃度 (1000 個/m ³)				
ISO	209E*	0.1 μm	0.2 μm	0.5 μm	1 μm	5 μm
1		0.01	0.002			
2		0.1	0.024			
3	1	1	0.237	0.035		
4	10	10	2.37	0.352	0.083	
5	100	100	23.7	3.52	0.832	
6	1,000	1,000	237	35.2	8.32	0.293
7	10,000			350	83.2	2.93
8	100,000			3,520	832	29.3
9				35,200	8,320	293

*1: 米国連邦規格 (現在は廃止)
1f³(0.0283m³) 当たりの 0.5 μm 粒子の個数で表記

3.2 室間のエアバランス決定

クリーンルームの施工に先立ち、室間のエアバランスを決定する必要があった。これを決めることにより、各室に供給する給気量が決まるため、具体的な施工図の検討が可能となる。クリーンルームの空調設備の大筋の要求事項が決定する。クリーンルームと一般室の室圧の関係を図-3 に示す。クリーンルームは、常に外部よりも高い圧力を保持する必要がある。

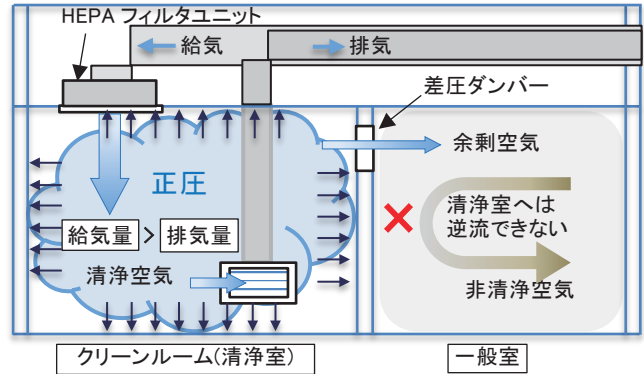
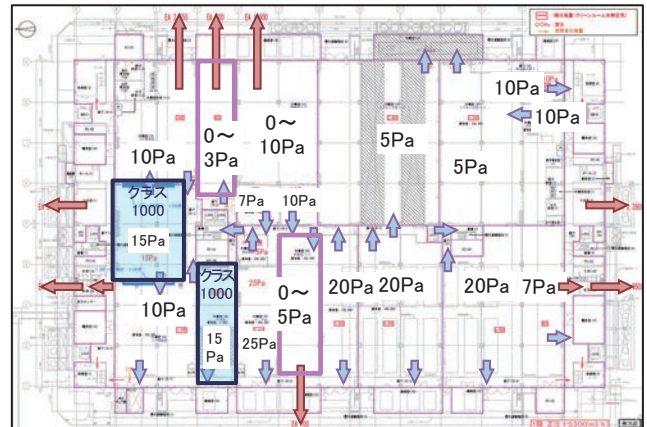


図-3 クリーンルームと一般室の室圧の関係

クリーンルーム内は基本的に正圧を保つが、本工事では隣り合うクリーンルームで、清浄度や空気環境が異なるため、室内空気の流れを検討する必要があった。お客様より、1階の室内空気環境の要求事項を示して頂き、これを基に決定したエアフロー図を図-4 に示す。酸、薬品等で汚染された空気が、清浄室に流れ込まないように給気風量を調整して、フロア単位でバランスを設定したものであり、室圧は Pa (パスカル) にて示す。数字が大きいくほど圧力が高く、空気は圧力が高い部屋から低い部屋に流れる。すべての工事が完了した後に、各機器の風量調整を行うこととした。



□ : クラス 1000、□ : クローズドエリア

図-4 バランスを考慮したエアフロー図

3.3 清浄エリアの気密性の確保

クリーンルームは、気密性が確保されていることが重要であり、確保されていないと、エアバランスが設定の通りに保つことはできない。このため、室内の空気清浄度の境界ポイントを確認し、その部分から非清浄空気が流入せず、気密性が確保できるようにディテールを検討する必要があった。空気清浄度の境界ポイントを図-5 に示す。図中のオレンジ色の矢印(↑)に示す部分が境界ポイントである。これらは、以下の部分が挙げられる。

- a) 壁と天井の取り合い部
- b) 配線、配管ダクトの貫通部
- c) 隣り合う室間の壁
- d) PS、DSの内外
- e) 配線器具(コンセント、スイッチ)
- f) 天井器具(照明、吹出口等)

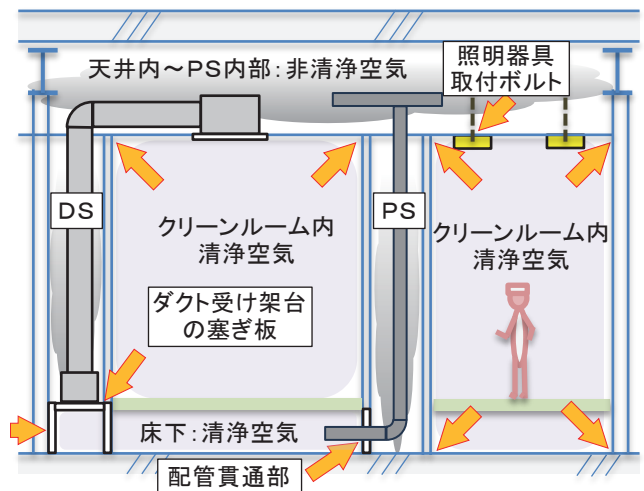


図-5 空気清浄度の境界ポイント

以下に、清浄度の境界ポイントの一つである、PSからの配管貫通部、DSダクトまわり処理について施工前に検討した内容を示す。PS内部は全て非清浄空気、室内側の床下は清浄空気であるため、床下の貫通部が清浄度の境界となる。気密性を確保しながら施工順序を簡素化するため、機械設備工事で軽鉄壁受け架台を製作して取り付けし、側面を鉄板にて塞ぎ、配管との隙間をクリーンシール処理する案を採用した。

DSは床下から空気を吸い込み、空調機へ還すダクトのスペースであり、床下は清浄空気、床より上のダクトの外側部分は非清浄空気である。DSもPSと同様に軽鉄壁受け架台を設置し、架台周囲面を塞ぎ板でチャンパー形状を作成した。清浄度の境界は塞ぎ板の継ぎ目部分やダクト接続部分であるが、ここもクリーンシール処理を実施して気密性を確保した。上述の状況を図-6に示す。このほか、クリーンルーム内の壁や天井に取り付ける電気器具はすべて隙間が発生しないように防塵パッキンの取り付けやシーリング処理を行った。

3.4 清浄度確保に配慮した施工手順

施工中から防塵に対する対策を重点的に行うことで、竣工前の清浄度を上げることが可能となる。このため、以下の手順で施工した。②～⑤の手順の状況を図-7に示す。

- ① クリーンルーム用のダクトは吊り込み前の内部清掃を実施した。
- ② ダクトは取り付け段階から接合部や隙間のシール処理を実施した。
- ③ ダクト、機器は吊り込み工事施工後も、埃対策のため、端部すべてにビニール養生を実施して、仕上げ工事完了後まで継続して破れることが無いように管理した。
- ④ シール材料の選定に関しては半導体工場であることを考慮して、各種精密電子材料の製造、加工関連のクリーンルームの内装の用途に適した、シリコン系ノンガスタイプのクリーンルーム用シーリング材を使用し、揮発物質の発生を抑えた。

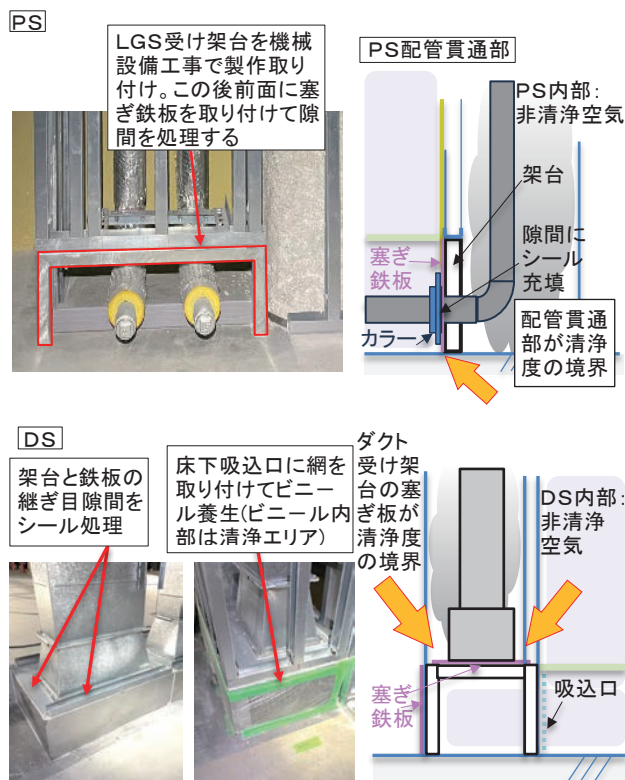


図-6 貫通部処理検討図

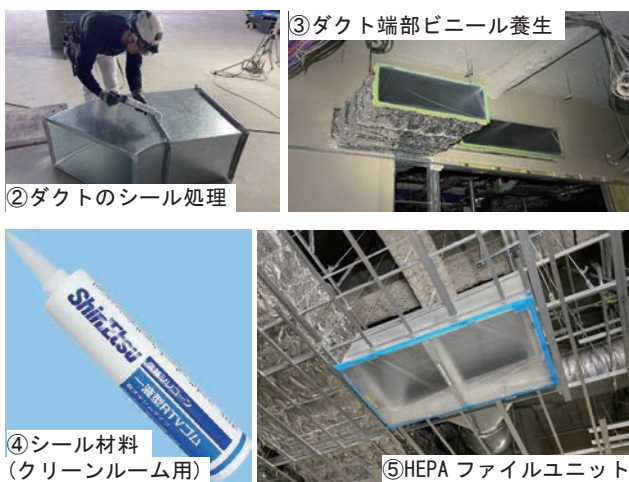


図-7 清浄度確保に配慮した施工手順

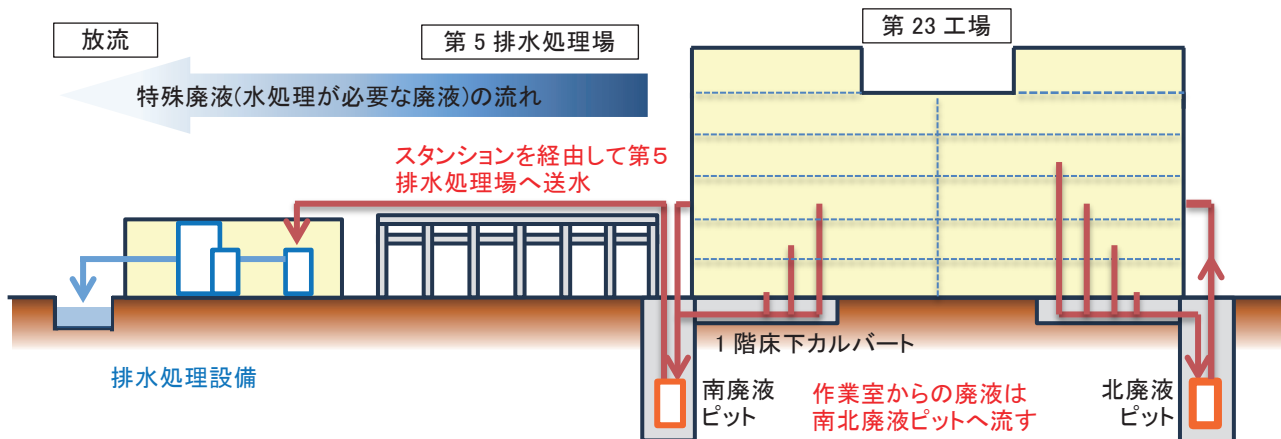


図-8 特殊廃液の流れ

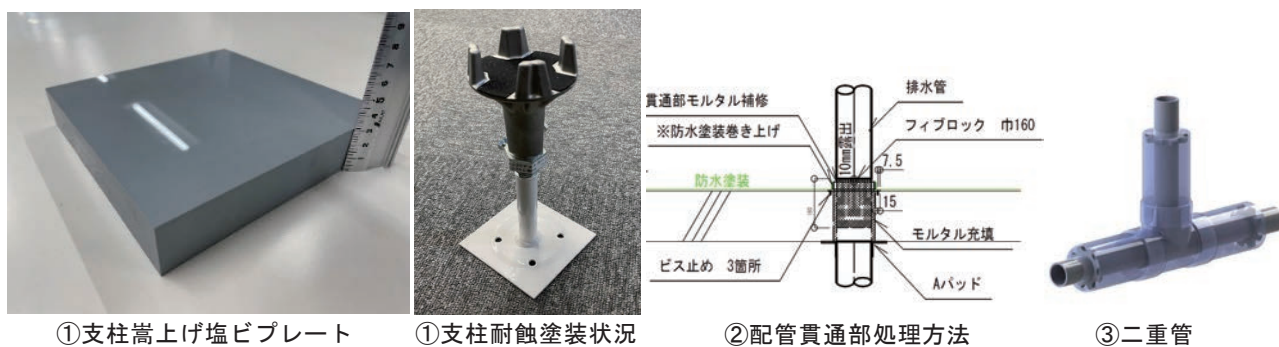


図-9 廃液の流出を前提とした対応

⑤ HEPA フィルタの搬入は、現場の発塵が少なくなった状態で実施し、仮置きによる汚染を避けるよう配慮した。

④ 詰まりやすい系統の配管前の壁を脱着パネルに変更し、配管更新のためのスペースを確保し、詰まり時のメンテナンス性を向上した。

上述の対応を図-9 に示す。

4. 特殊廃液への対応

4.1 特殊廃液の特性への対応

本報で説明する特殊廃液とは、工場での製品製造過程において発生する水処理が必要な廃液を指す。

廃液の種類は酸、アルカリなど多岐にわたり、第23工場からは12系統が排出される。これらを、各系統に分けて廃液タンクに回収し、敷地内の排水処理施設に送り、処理施設にて放流できる水質まで処理し、処理水は敷地外の雨水側溝へ放流する。この状況を図-8 に示す。

これに関しては、事前にお客様より情報、要望を伺って、対応する必要があった。特に、シアンと酸性溶液が混合すると青酸ガスが発生し、死亡事故に繋がる恐れがある。このため、酸系統とシアン系統の廃液はできるだけ隔離をとり、かつ上下にならないよう配管する必要がある。この様な情報を事前に確認することで、施工図を作成してからの手戻りをなくして、無駄な作業を回避した。

この他、施工ミスによらないものでも、廃液の特性によって、配水管が詰まりやすいものがあり、これらの情報もお客様より確認した。そして、詰まって廃液が流出することを前提とした施工を行った。これは、流出した場合の周囲の被害を最小にすること、詰まっても最小限の範囲で設備を更新できるよう、更新作業ができるスペースを確保することで対応した。

4.2 流出を前提とした対策

以下の対策を講じ、廃液の流出、詰まり、配管の腐食のリスクを低減した。

- ① 塩ビプレートにより支柱を嵩上げし、耐蝕塗装によりフリーアクセスフロアの腐食を防止した。
- ② 配管貫通部にカラーを設け、防水巻き上げ処理を実施し、下階への廃液の流出を防止した。
- ③ 床下に排水柵と漏水警報を設置し、万一の廃液の流出に対して即時対応を可能とした。また、配管材にはステンレスや耐薬品性の高い二重管を採用した。

5. おわりに

本工事は、当社にとって初めての清浄度クラス1,000に対応したクリーンルームの施工であり、技術的にも管理的にもこれまで以上に挑戦的な内容となった。クリーンルームにおける清浄度の確保、気密性の維持、室圧管理に加えて、特殊廃液のリスクを考慮した排水系統の施工は、事前の詳細な設計、施工の事前協議と現場の対応力の強化を必要とした。

特に印象に残ったのは、設計図に示された内容に従った施工では対応しきれない、建物の実運用時からくる制約に直面した際、設計者・施工者・お客様の三者が密に協議を重ねることで、柔軟かつ確かな解決策を導き出していった点である。例えば、天井内の設備配管の干渉や排水配管の勾配確保といった問題に対しては、3D 施工検討や用途変更提案などの手法を用い、設計段階では見落とされがちな課題を事前に顕在化させることで、トラブルを未然に防ぐことができた。

また、特殊廃液の取扱いについては「漏れることを前提」とした対策を講じたことで、万一の事態にも耐え得る安全性と保守性を確保できた。こうしたリスク管理の考え方は、今後の類似工事においても有用であると考えられる。本工事で得られた知見と経験は、今後の高規格のクリーンルームや半導体関連施設の設計・施工においても大いに活かせると考えられる。今後もお客様との信頼関係を基盤に、設計品質・施工品質の更なる向上を目指していきたい。