

2021年度（第19回） 建築・住宅技術アイデアコンペ

提案タイトル		先端産業の未来を切り拓く次世代クリーンルームの微振動制御技術
提案概要 (200字程度)		半導体をはじめとする電子部品や製薬など、日本の未来を担う先端産業の生産・開発施設の心臓部ともいえるクリーンルームでは、微細な振動が問題となる精密装置（嫌振機器）が使用されることが多く、振動環境の確保が製品の品質や歩留りに直結する。これらの施設は過去には大規模なものが中心であったが、昨今は既存の倉庫や工場の改修をはじめとした小規模なクリーンルームに注目が集まっている。本研究は、これらのクリーンルームの微振動対策技術に関したものであり、日本のものづくりを建築の側面から支え、社会や未来に大きく貢献するものである。
提案ポイント	①新規性	従来クリーンルームは大規模なものが中心であったが、既存の倉庫や工場の改修をはじめとした小規模なクリーンルームの微振動対策技術に関して新規性を有している。特に、嫌振機器メーカーを巻き込んだ必要十分な振動スペックの調査も新たな試みである。
	②実用性	激しく変化する社会情勢に対応した、次世代クリーンルーム構築の高速化、設計自由度向上による建設コストの削減、時流に合わせ頻繁に変更される生産ラインへのフレキシブルな対応も期待できる。
	③異業種関連度合	本アイデアは建設業界の一企業の研究では実現できるものではなく、その成果の汎用性も高く単独企業に止めるものではないと考える。研究には電子顕微鏡や三次元測量器、質量測定器などの嫌振機器メーカーを巻き込む必要があり、異業種連携が欠かせないテーマである。
	④建築や社会に対するインパクト	日本の未来を担う先端産業の生産・開発施設の心臓部ともいえるクリーンルームの微振動対策技術に関する本研究は、クリーンルームのつくり方を変える可能性も有るなど、建築の側面から日本のものづくりを支え、社会や未来に大きく貢献するものである。

提案ポイントについて

① 新規性 :	「従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
② 実用性 :	ご提案のアイデアが、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
③異業種関連度合 :	コンソーシアムの特徴として異業種連携による研究活動をうたっています。ご提案のアイデアが、研究活動における異業種関連度合について述べて下さい。
④建築や社会に対するインパクト :	生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究目標が達成され、成果が実用化された場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

※ こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

先端産業の未来を切り拓く次世代クリーンルームの微振動制御技術

【背景と目的】

昨今では深刻な半導体不足が叫ばれ、また一方ではコロナショックによる製薬業界の重要性が再認識されるなど、社会情勢に伴ってこれら先端産業の需要も大きく変化している。急激な需要の拡大に対応する必要がある一方で、大規模な生産・開発拠点の増設は経営リスクが大きく決断は難しい。

そこで、急激な需要の拡大に対応しつつ大きな経営リスクを避けるべく、不要となった既存工場・倉庫の改修をはじめとした小規模な生産・開発拠点の構築が注目されつつある。急激な需要の変化に対応するため計画から稼働まで短期間で行うことが求められるが、この解決には超えるべき技術的課題が存在し、その代表例が微振動対策技術である。

そもそも先端産業のほとんどの生産・開発拠点には、心臓部ともいえるクリーンルームと呼ばれる空気清浄度の高い空間が必要である。また、クリーンルーム内においては微細な振動でも問題になる精密装置（嫌振機器）を使用することも多い。クリーンルームの計画にあたっては、図 1 に示すように設備、歩行、周辺交通など様々な外乱による振動から嫌振機器を守る必要がある。そのため、十分な剛性を持たせる架構計画、慎重な設備防振の実施、除振台の導入など、多大な振動対策を実施することが一般的である。

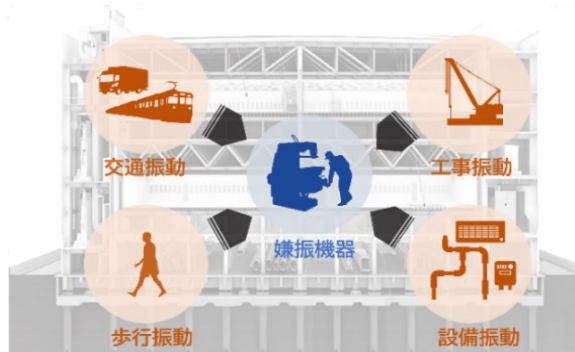


図 1 嫌振機器と外乱

従来クリーンルームは大規模なものが中心であった。しかし、既存工場・倉庫の改修をはじめとした小規模な次世代クリーンルームが着目される今、本研究はその微振動対策技術開発に取り組むものである。これまでの大規模クリーンルーム以上に「すぐ作る」ことが求められるため、多大な工数のかかる振動対策の簡略化により需要の急拡大に対応することを目指す。

このため、本研究ではまず、どの程度まで振動を抑える必要があるか（嫌振機器の振動スペック）について調査し、その上で架構計画、設備防振、除振台などの振動対策について新技術開発を行う。特に、嫌振機器の振動スペック調査については嫌振機器メーカーを含めた異業種連携が必要な内容であり、かつその知見は公益性が高く、建設業界の一企業で研究するよりかは様々な企業が連携して研究することが適している。振動スペックの調査および振動対策に関する新技術開発の 2 本柱により振動環境を確保する。

次世代クリーンルームの振動制御技術により、クリーンルーム構築の高速化や設計自由度向上による建設コストの削減などにとどまらず、例えばコロナショックなどにより不要となったオフィス先端産業の生産・開発拠点にリノベーションするなど、これまでの常識を覆すクリーンルームの可能性も見えてくる。このように、本研究は日本のものづくりを建築の側面から支え、社会や未来に大きく貢献するものであると確信している。

【実施内容】

1. 嫌振機器の振動スペックの調査

次世代クリーンルームの微振動制御のため、まずは嫌振機器の振動スペックについて詳細に把握する必要がある。これは、嫌振機器は微細な振動の影響を受けると言いつつも、一方では振動をどの程度まで抑える必要があるかという点に関しては未解明な部分も多いためである。現在、厳しい振動スペックが嫌振機器メーカーから提示されているが、実際の稼働状態を調査すると、嫌振機器メーカーから提示された振動スペックを超えた振動が発生していても問題なく稼働している例も数多く確認された。図2のように、嫌振機器メーカーから提示されたスペックを10倍以上超えた振動が発生していても問題なく稼働している例も報告されている。

そこで、詳細な振動スペックを把握するため以下の2項目を実施し、これにより得られた知見を活用して必要十分な振動目標値の提案につなげ、最終的には多くの建設会社や設計事務所、嫌振機器メーカーを巻き込んだ学協会ガイドラインの作成を目指したい。

1.1. 嫌振機器メーカーとの異業種連携研究会の実施

どのように振動スペックが定められているかは基本的に建築側にとっては未知の情報である。また、嫌振機器メーカー側も建築側の情報がない中で使用や条件を定めざるを得ない状況でもある。そこで、まずは嫌振機器メーカーとの研究会を実施し、どのようにスペックが設定されているのかについて、そして振動スペックを超えていても問題なく稼働している現状について情報共有を行う。

1.2. 嫌振機器メーカーとの協業による実験

振動の種類の違いによって許容される振動量がどのように変化するのかについて検証はこれまでにあまりなされていない。そこで、嫌振機器の加振実験により許容される振動を詳細に検討する。図3に示すように嫌振機器を操作している時に加振機などにより振動を与え、その振動を測定することで、どの程度の振動(継続時間や発生頻度など)であればどの程度影響があるのかを調査する。

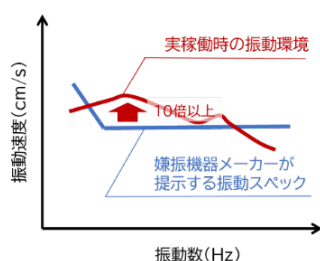


図2 振動環境と振動スペック

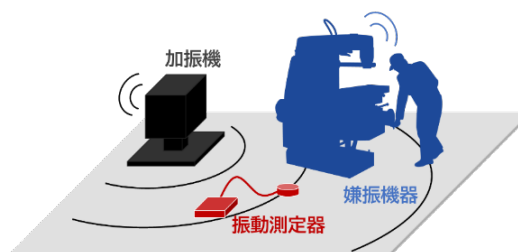


図3 加振実験のイメージ

2. 次世代クリーンルームの微振動制御技術の開発

前述の検討によって得られた必要十分な振動スペックを踏まえ、既存の対策技術の最適な組み合わせや、必要十分な振動環境を迅速に確保する新たな技術の研究開発を実施する。

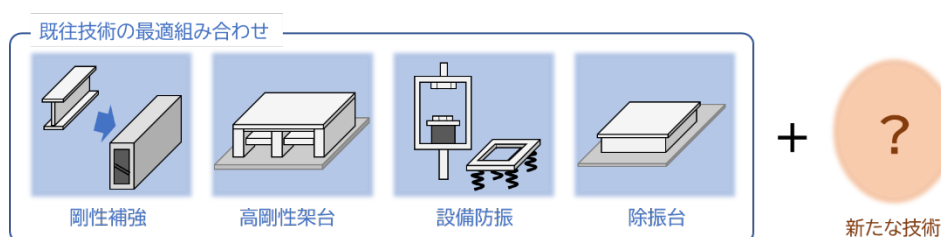


図4 新たな微振動制御技術のイメージ