

大型ダクトルートを通容にする天井内補強部材の新提案

その3 天井の時刻歴応答解析

準会員	○筒井 寛太*1	正会員	吉岡 幹広*2
正会員	松田 吉弘*3	同	土川 忠浩*4
同	永野 康行*5		

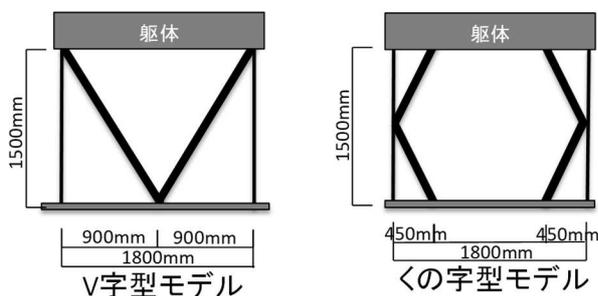
設備設計	吊り天井	大型ダクト
補強部材	クリーンルーム	構造計画

1.はじめに

本研究のその1^[1]その2^[2]では、大型ダクトルート確保を容易にする天井内補強部材の新提案を行った。現在よく使用されているV字型ブレースを用いた場合よりも、その2にて提案を行った、くの字型ブレースを用いた方が多くのダクトルートの選択が可能になる。また、大型ダクトルートはブレースの位置を変更する事無く、容易に確保する事が可能になり、デメリットの多い大型ダクトルートの迂回を減じて、作業の簡易化、時短、省エネ等が確保出来る。本研究の目的は、大型ダクトルート確保を容易にする補強部材の配置方法を提案することである。その3では、工場のクリーンルームを想定し、提案した補強部材を用いて、天井全体の揺れの時刻歴応答解析を行う。

2.検討方法

まず、解析を行う前に詳細設定を行う。今回想定した建物は24m×18mの長方形型のクリーンルームとし、ダクトルートは建物の長辺方向へのみ考慮し、短辺方向には考慮をしないとする。天井懐寸法は150cm^[2]とする。このクリーンルームに対してその2にてmodel01とした、V字型ブレースと、その2にてmodel03とした、くの字型ブレースのいずれかの天井内補強部材を適用した。それぞれのブレースの形状とモデルを図1に示す。

図1 ブレースの形状・寸法^[2]

次に、天井内補強部材の配置計画を仮定する。クリーンルーム内天井における補強部材配置を図2に示す。通常

の仕様^[3]であれば、30㎡に3対程度V字型ブレースを用いるが、1対でも十分な剛性を満たしている為、今回はV字型ブレース1対で約30㎡支持するように配置する。その支持する面積を3.2m×9.0mの28.8㎡と仮定し、1グリッド(図2中、破線で囲われた範囲)とする。V字型ブレースを3200mmスパンで配置したクリーンルームをModel01とする。また、くの字型ブレースを800mmスパンで配置したクリーンルームをModel02とする。Model02よりも、くの字型ブレースを密に設置し、仮定した1グリッド内に収まるように600mmスパンで配置したクリーンルームをModel03とする。

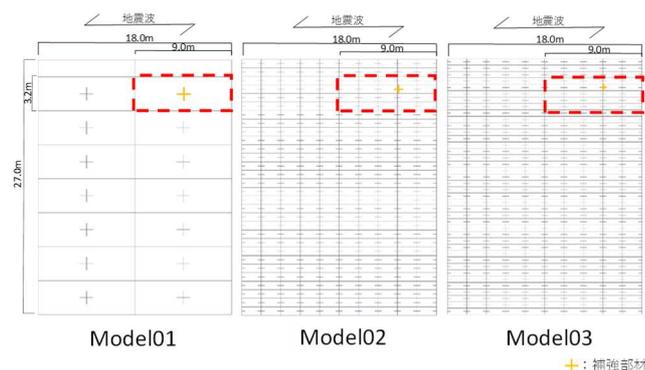


図2 クリーンルーム内天井における補強部材配置

剛性は、水平荷重1.0kNを荷重変位^[2]で割った商を用いて計算を行った。また、天井内補強部材のモデル化を図3に示し、それらの天井懐寸法、面積、重量、剛性を併せて表1に示す。重量は単位面積質量20kg/㎡を用いて計算を行った。

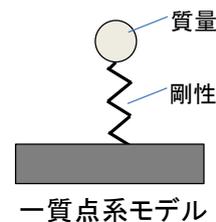
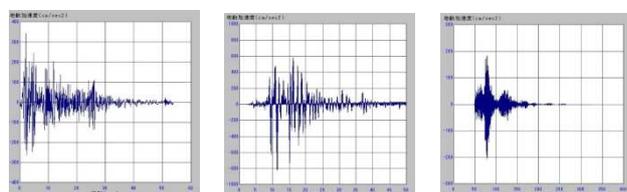


図3 天井の一質点系モデル化

表1 モデルの詳細設定

	Model01	Model02	Model03	単位
天井懐寸法	150			cm
面積	3.2×9			m ²
重量	5.64			kN
剛性	90.9	34.42	43.03	kN/cm
形状	V字型	くの字型		
ブレース数	1	20	25	個

今回は汎用の弾塑性地震応答解析プログラム DynamicPRO ver.7.15 を使用して時刻歴応答解析を行った。使用した地震波は直下型地震である短周期地震波の EL CENTRO NS と、JMA_Kobe NS、海溝型地震である長周期地震波の神戸市中央区における想定南海地震（陸側ケース）を解析に用いた。それぞれの波形を図4に示す。



(a)EL CENTRO NS (b)JMA_Kobe NS (c)想定南海地震 NS

図4 解析に用いた地震波

3.解析結果

解析結果を以下に示す。横軸はブレースの個数を示す。図5では縦軸は最大層間変位を示す。

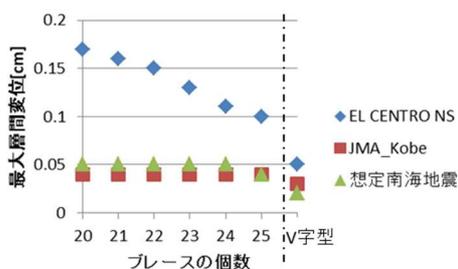


図5 最大層間変位

EL CENTOR (1940) NS の際の最大層間変位は、Model01 (V字型ブレース1個)では0.05cm、Model02 (くの字型ブレース20個)では0.16cm、Model03 (くの字型ブレース25個)では0.10cmである。図6では縦軸は最大せん断力を示す。

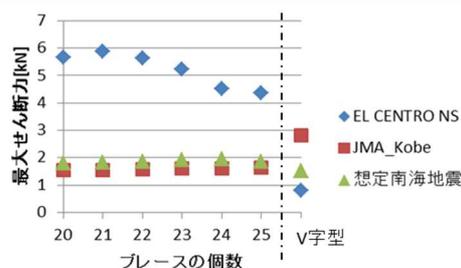


図6 最大せん断力

EL CENTOR (1940) NS の際の最大せん断力係数は、Model01では5.75kN、Model02では5.68kN、Model03では0.05kNである。

4.考察

解析結果から、想定したグリッドにV字型ブレースを1個用いたクリーンルームであるModel01の最大層間変位が最も小さい。くの字型ブレースを800mmスパンで設置しているクリーンルームであるModel02の最大層間変位はModel01の約3倍の変位を示した。Model02よりも密に新V字型ブレースを配置したクリーンルームであるModel03の最大層間変位はModel02よりも変位が少なく、Model01の約2倍の変位を示した。

5.おわりに

本研究では、工場のクリーンルームを想定し、提案した補強部材を用いて、天井全体の揺れの時刻歴応答解析を行った。解析の結果、くの字型ブレースを1グリッドに25対設けたModel03のように、くの字型ブレースを密に設置することでV字型ブレースに近い耐力を持ちつつ、大型ダクトルートを容易に確保することが可能である。今後の課題としては、今回想定したクリーンルームのModel02、Model03ではダクトを短辺方向に通すことを考慮できていない為、部材の形状や配置方法に考慮が必要である。また、クリーンルームの使用期間がどれほどあれば、従来に比べて高額になったイニシャルコストに勝ることができるのかの検証とする。

謝辞

弾塑性地震応答解析に際し、ユニオンシステム(株)のアカデミーバックを利用した。ここに記し謝辞を表す。

参考文献

- [1]松田吉弘、永野康行：大型ダクトルートを容易にする天井内補強部材の新提案 その1 概要、日本建築学会学術講演梗概集（北陸）、2019.09
- [2]彦根ほか：大型ダクトルートを容易にする天井内補強部材の新提案 その2 補強部材の力学的検討、日本建築学会学術講演梗概集（北陸）、2019.09
- [3]一般社団法人建築性能基準推進協会：建築物における天井脱落対策に係る技術基準の逐条解説、建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説（平成25年10月版）の公開について、2013.10

*1 兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科 学部学生

*2 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 博士前期課程院生

*3 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 博士後期課程院生

*4 兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科 教授・博士(工学)

*5 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科 教授・博士(工学)

*1 Undergraduate, Hum. Sci. and Environ, University of Hyogo

*2 Graduate Student, Grad. Sim. Studies, University of Hyogo.

*3 Graduate Student, Grad. Sim. Studies, University of Hyogo.

*4 Prof, Hum. Sci. and Environ, University of Hyogo, Dr. Eng

*5 Prof, Grad. Sch. Sim. Studies, University of Hyogo, Dr. Eng