

フジテレビ湾岸スタジオ —最先端機能を有するテレビスタジオの設計計画概要の紹介—

鹿島建設(株) 建築設計本部 飯田 浩 貴

■キーワード／テレビスタジオ・電磁シールド・インバータノイズ・環境共生技術

1. はじめに

フジテレビ湾岸スタジオは、フジテレビ開局50周年記念事業の一環として企画された。多様化・進化するマスメディアに対応し、最新のデジタル技術を駆使した放送設備を備え、テレビ番組の企画、会議、リハーサルの準備作業から、収録、編集、そして放送までの一貫作業が可能な「デジタル・コンテンツ・ファクトリー」として計画された(写真-1、図-1)。



写真-1 全景

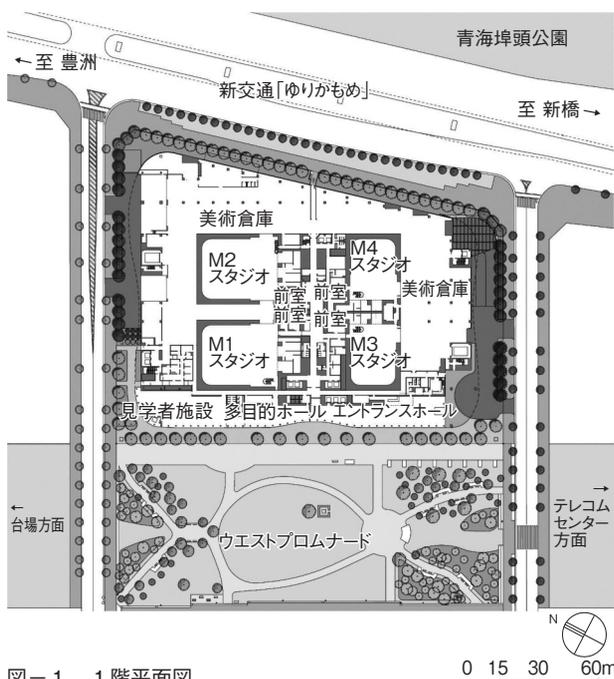


図-1 1階平面図

2. 建築概要

建築主	(株)フジテレビジョン
設計・監理	鹿島建設(株)
施工	鹿島建設(株)
主用途	テレビスタジオ・事務所・店舗・診療所
所在地	東京都江東区青海2丁目
敷地面積	19,373.41㎡
建築面積	15,180.64㎡
延床面積	71,060.65㎡
階数	地下1階 地上7階 塔屋3階
構造	ハイブリッド・マルチコア・システム スタジオ地上部：SRC 地下部：RC その他：S 外周一部：CFT
工期	2005年3月～2007年3月(24カ月)

3. 設備概要

3-1 空調設備

熱源	地域冷暖房(冷水／温水) 冷水熱交換器(3,253kW×4台) 温水熱交換器(3,502kW×2台) 非常用空冷専スクルーチラー (315kW×6台)
空調	スタジオ：温度成層形成空調システム ヘッダダクティング 副調整室等：ヘッダダクティング レストラン：居住域冷房 自然換気 タレント個室等：ファンコイルユニット
換気	中央換気方式 美術倉庫：自然換気 機械換気併用
排煙	居室・廊下：避難安全検証法(ルートC) 非常用EV乗降ロビー：在来排煙 押出排煙
自動制御	オープンネットワーク方式 BEMS(ビルエネルギー管理システム)
3-2 衛生設備	
給水	高置水槽方式+ポンプ圧送方式 雨水・空調排水利用 厨房排水再利用
給湯	地域冷暖房による中央式(厨房、浴室) 電気温水器による局所式
排水	下水放流
消火	全館スプリンクラー

N₂消火(電気関連諸室)

閉鎖型噴霧消火(駐車場)

ガス スタジオ スタジオ用パントリー
ごみ処理 有明清掃工場管路システム

3-3 電気設備

受変電 特高受変電設備：22kVスポットネットワーク
3回線 4,000kVA×3

予備電源 自家発：三相3線6.6kV 4,000kVA
(無給油連続運転15時間)

その他 ファラデー・アース・システム
(雷害防止機能付構造躯体接地)

接地(放送用/統合切替)

気象観測(震度・積雪・降雨・日射・外気温
湿度・風)

放送設備(連絡端子盤 仮設電源盤)

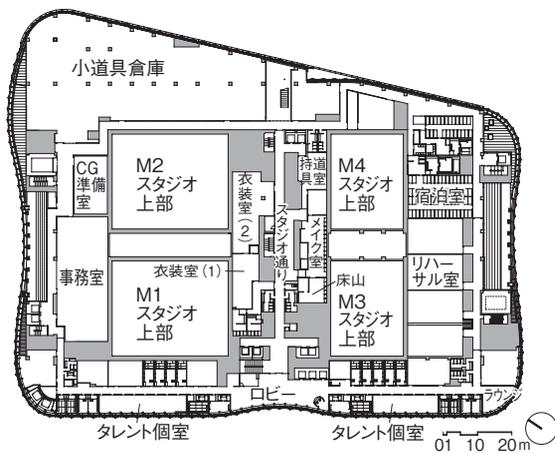


図-2 3階平面図

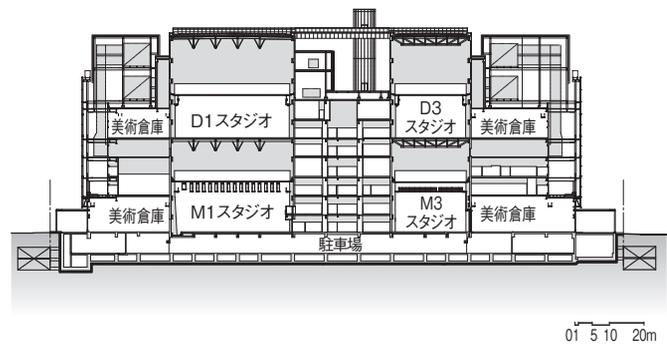


図-3 断面図

4. 建築計画の特徴

8つの大規模スタジオを上下二段に重ね、それを平面プランの中央に骨格的に配置することで耐震性をもたせ、美術倉庫やタレント個室、オフィスなどがスタジオを取り囲み、タレント・スタッフの動線の交錯を少なくしている。外周部は外皮としてプリーツ状のカーテンウォールが軽やかに包む構成とし、大規模な建築でありながら、やさしい表情を周辺に与えている。

スタジオ空間は、音響、遮音、防振、電磁シールドなどに関して高い性能を実現し、最先端テレビスタジオをつくりあげた。また、ダブルスキンファサード、スタジオにおける温度成層を積極的に形成させる空調、緑化、中水利用や自然換気など環境共生技術を積極的に導入し、「人にやさしく、環境にもやさしい建築」をめざしている。

「最先端機能を有するテレビスタジオ技術」を図-4に示す。

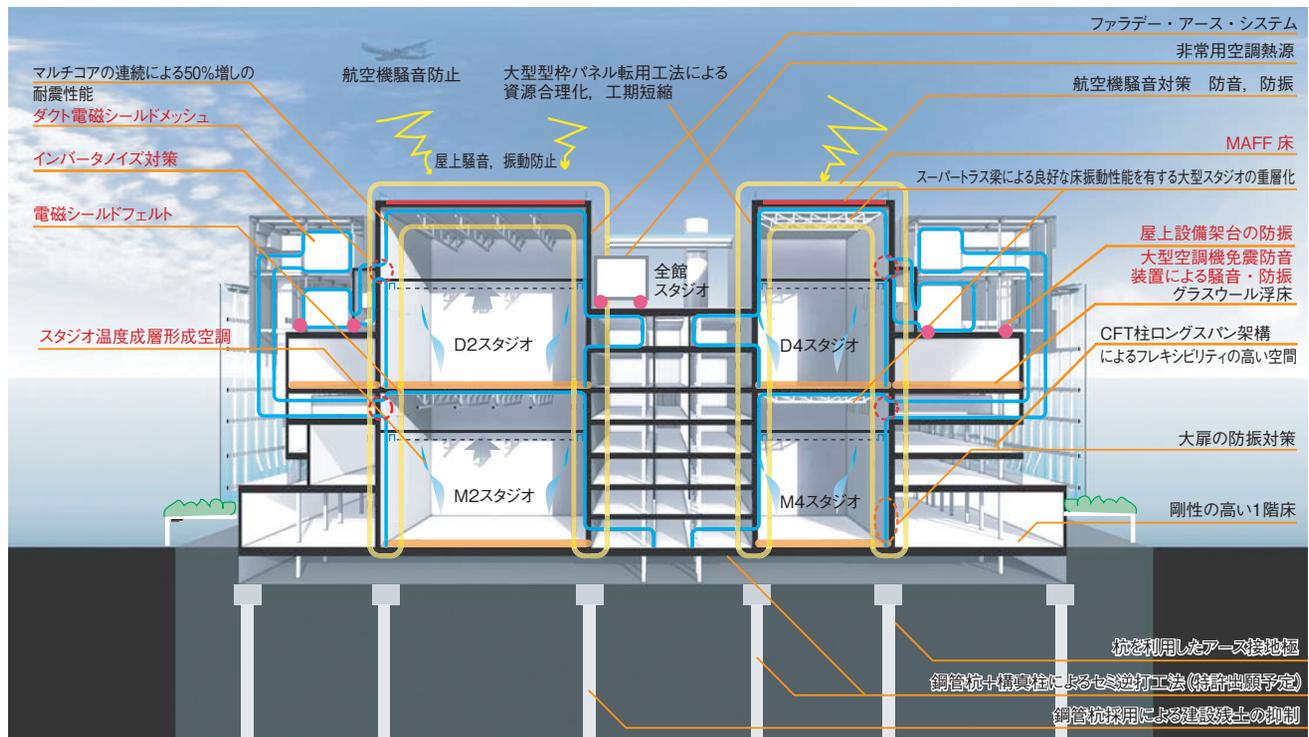


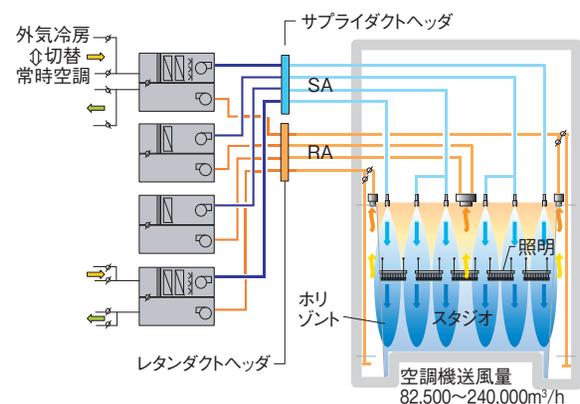
図-4 最先端機能を有するテレビスタジオ技術

5. 設備計画の特徴

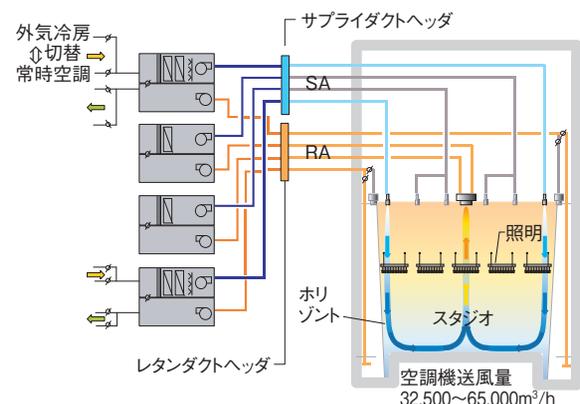
フジテレビ本社ビルにある日本最大級のV4スタジオ(990㎡)と同規模のスタジオを4つ、V5(660㎡)スタジオと同規模のスタジオを4つ、合計8つ(計6,600㎡)の大規模テレビスタジオを装備した上で、一貫制作を支えるポストプロ(編集)、美術倉庫、スタッフルームなどのサポート施設も含めてコンパクトに成立させる計画が求められ、この解決策として発案されたのが、世界でも例のない大規模テレビスタジオを上下に積み重ねるという「コンプレックス化(積層複合化施設)」である。

この施設計画を成立させるために必要となる最先端テレビスタジオ設備技術は、音響・騒音振動防止技術、電磁シールド・インバータノイズ防止といったEMC(電磁環境適合)関連技術、信頼性向上のための設備インフラの冗長化、および省エネルギーを実現するスタジオ温度成層形成空調、自然換気、外気冷房、ダブルスキンファサードといった温熱環境制御技術である。ここに挙げた要素の一つ一つに高度なエンジニアリングが求められ、建築・構造・設備計画の融和をはかりながら、今回求められたデジタル時代のテレビスタジオ要素技術の確立をめざした。

本計画で確立した最先端テレビスタジオ設備技術は、テレビスタジオだけでなく、音楽ホール、研究施設や生産施設などにも広く応用可能な技術である。



(1) 高負荷時(ノズル拡散全域空調)



(2) 低負荷時(温度成層形成空調)

図-5 スタジオ空調システム

6. スタジオ空調技術の開発と応用

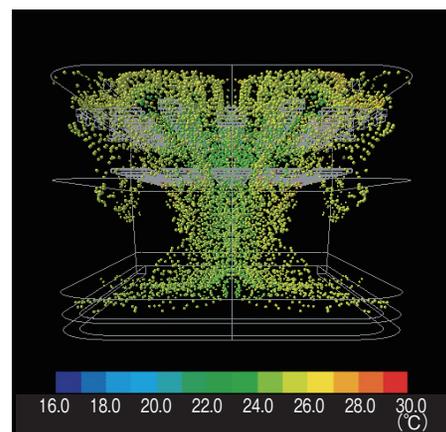
6-1 スタジオ温度成層形成空調システム

6-1-1 システムの概要

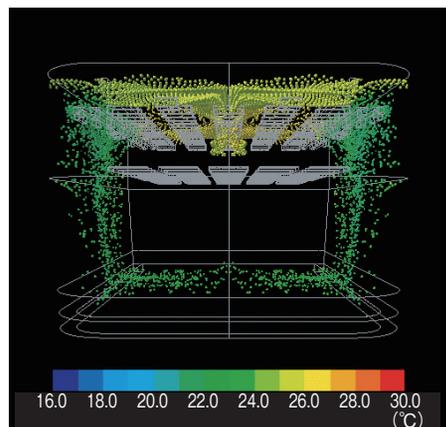
テレビスタジオの使用形態は、収録番組により照明負荷(100~1,000W/㎡:一般事務室の5~50倍)、収容人数(数人~数百人)に大きな差があることから、空調機を3~4台に分割し、大きな負荷変動に効率的に対応した。どのような台数パターンで運転した場合にもスタジオ全体を空調できるように、ヘッド方式のダクティングとし、インバータにより風量調整を行えるようにしている。外気冷房による自然エネルギーの積極利用のため、各スタジオの複数台の空調機のうち、2台を全外気運転可能としている。

低負荷時は風量が少ないことを利用して居住域のみを効率的に冷房する省エネルギー方式を計画した(スタジオ温度成層形成空調システム)。それは風呂の熱い湯に浴槽の端からゆっくりと水を注ぎ込んだ際、湯と水は急激に混ざり合わず、下部に水が供給される現象を利用したものである。冷たい空気を水平壁に沿って注ぎ込むことで居住域空調を行う方式である。

CFD(気流数値解析)を用いて効果を確認した(図-6)。



(1) ノズル拡散全域空調



(2) 温度成層形成空調

図-6 スタジオ空調CFDシミュレーション結果

6-1-2 完成後の温度測定

スタジオの温熱環境を把握するため、温度成層形成空調において測定を行った。写真-2~4に測定状況を示す。測定条件は下記のとおりである。

測定場所：1階 M3スタジオ(660m²)
 測定条件：照明発熱 150kVA, 照明高さ 6m
 空調機送風量 50,000m³/h

図-7に温度成層形成空調における平面温度分布(FL+1.1m)と室中央の鉛直温度分布を示す。照明点灯エリアに偏りがあったため1.3℃の温度差が見られるものの、居住域ではほぼ均一な平面温度分布となっていることが確認できた。また、鉛直温度分布を見ると、居住域温度に比べ、スタジオの照明位置より上部の温度が約2℃高くなっており、温度成層が形成されていることが確認できた。室温に対してグローブ温度が約3℃高い結果となっているのは、照明の影響と考えられる。しかし、室内中央のPMVは-0.1と快適範囲内であり、温度成層形成空調によって居住域が効果的に冷房され、良好な温熱環境が形成されていることが確認できた。

6-1-3 トレーサースガスによる換気効率の測定

温熱環境測定に加えて、トレーサースガスを用いた測定を行い、スタジオ温度成層形成空調が居住域を空調する効率を検証した。給気側の外気導入をなくした循環運転の下で給気ダクト内にトレーサースガスの一種であるSF₆を発生させ、室内濃度を高めた段階で全外気運転に切り替えた後の濃度減衰から換気効率を把握した。各測定ポイントのSF₆濃度の時系列変化を図-8に示す。また、ステップダウン法により求めたノズル拡散全域空調と温度成層形成空調の局所空気交換効率を図-9に示す。従来のノズル拡散全域空調と比較して、温度成層形成空調を用いることにより、居住域の局所空気交換効率を5~12%改善できることを確認した。

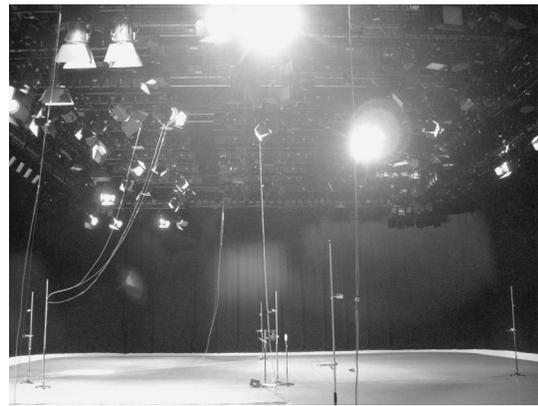


写真-2 測定状況



写真-3 移動測定状況

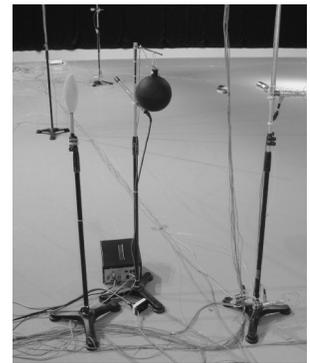


写真-4 測定点の状況

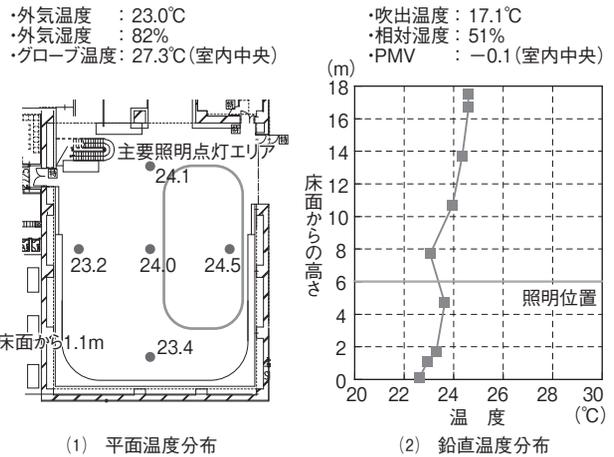


図-7 完成後温度測定結果

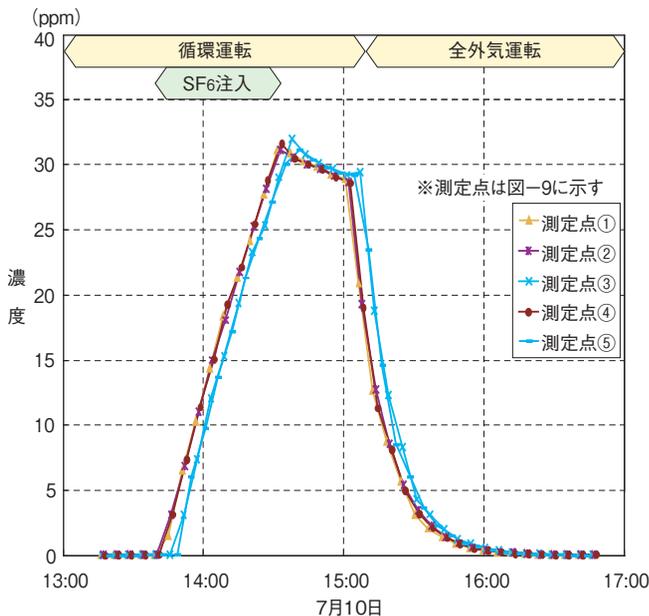


図-8 SF₆濃度の時系列変化(温度成層形成空調)

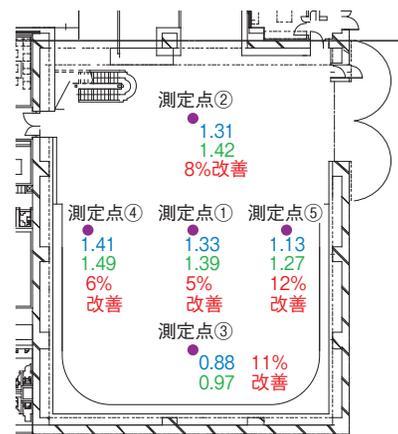


図-9 局所空気交換効率の比較

6-2 新しい電磁シールド

テレビスタジオでは、無線通信品質の確保が重要である。ワイヤレスマイクなど、各種無線機器が多数使用され、外部電波が巨大な空調ダクトなどを通じて侵入すると混信などの問題が発生する。この対策として外部電波の侵入を防ぐため、各スタジオごとに高い電磁シールド性能が必要となる。本建物における電磁シールド対策対象機器とその使用周波数帯を表-1に示す。無線LANやCSデジタル放送など、1,000MHz以上の周波数帯も使用されるため、本建物で要求された電磁シールド性能は、20M~3,000MHz帯において各スタジオで30dB以上、スタジオ間で60dB以上である。そこで、より経済的で、短工期施工が可能な手法での高い電磁シールド性能の実現をめざし、スタジオ壁面と壁面に対し大きな面積を占める空調ダクト貫通部において、新しい電磁シールド対策方法を検討した。

- ① 「電磁シールドフェルト」：躯体面に直接貼付可能
- ② 「ダクト電磁シールドメッシュ」：空調ダクトに設置

図-10にスタジオ電磁シールド対策概念図を示す。

6-2-1 電磁シールドフェルト

内装壁面の下地材に金属箔などを貼る従来方法は、電磁シールド層設備貫通処理箇所数が非常に多く大変であった。

また、アルミ箔シールド材や金属メッキ不織布系シールド材は、高価であり躯体面へ貼付する場合には腐食のおそれの問題もあった。そこで、躯体部に低価格で直接貼付可能なシールド材として、電磁シールドフェルトを開発した。その特長を下記に示す。

- ① 50dB以上の電磁シールド性能
- ② 施工性がよい(軽量(370g/m²)で幅1mの長尺シート)
(太さ6~7μm, 長さ50mmの炭素繊維を不織布に加工)
- ③ 不燃認定およびF☆☆☆☆(シックハウス対策最高ランク)同等の性能

内装工事前に電磁シールドを施工できるため、他工事との錯綜が少なくでき、短工期施工も実現できた。

6-2-2 ダクト電磁シールドメッシュ

スタジオ内外を貫通する空調ダクトの電磁シールド対策には、従来、ハニカムフィルタが使用されていた。しかし、ハニカムフィルタはその形状から目詰まりが発生しやすく、清掃メンテナンスが困難などの問題があった。そこで、ハニカムフィルタに代わる材料として、防虫・防鳥網として使用されるステンレスメッシュの電磁シールド性能に着目し、ステンレスメッシュにシールド対策用の改良を加え、ダクト電磁シールドメッシュを開発した。

表-1 電磁シールド対策対象機器と周波数帯

対策対象機器	周波数帯
簡易無線局/市民ラジオ	27MHz帯
アナログインカム	413/454MHz帯
B型ワイヤレスマイク	800MHz帯
デジタルインカム	1,900MHz帯
無線LAN	2,400MHz帯

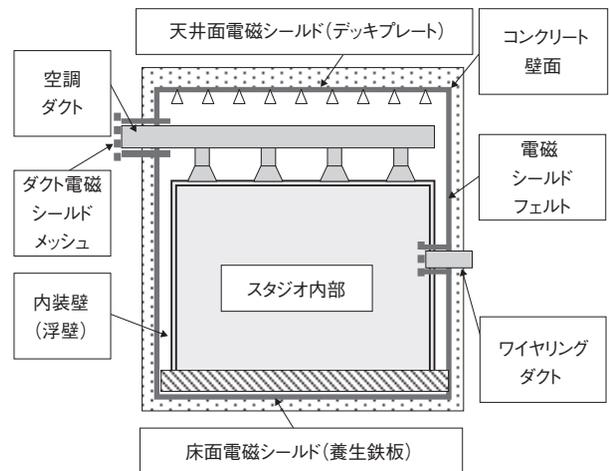


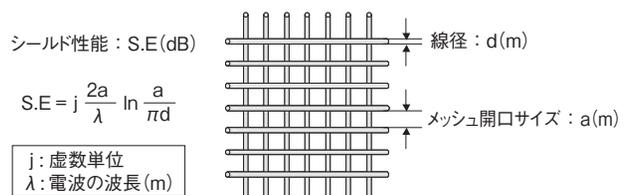
図-10 電磁シールド対策概念図(スタジオ断面)



写真-5 電磁シールドフェルト



写真-6 電磁シールドフェルト取付風景



(1) メッシュの電磁シールド機能



(2) ダクト電磁シールドメッシュ

図-11 ダクト電磁シールドメッシュ開発

6-3 インバータノイズ対策

インバータに起因する高周波ノイズは、テレビスタジオなどで頻繁に飛び交う映像・音声信号に悪影響を及ぼす懸念があり、従来、各放送局ともインバータの採用を控えてきた。

1996年に完成したフジテレビ本社ビルでも、インバータの採用は見送られ、機械式風量制御装置であるエコノディスクによりわずかな省エネルギー化を試みていた。

本建物では、大幅な省エネルギー実現のため、汎用品のPWM方式インバータを採用した。国際認証テストラボでの検証を繰り返し、インバータ盤製作工程から盤内のフィルタ適正配置やインバータ本体の接地強化などを実施し、その導入を実現した。実機盤での検証結果と国際規格CISPR11のクラスA(産業用)、B(家庭用)ノイズフィルタの違いを図-12に示す。図より映像・音声信号への影響が小さい150~500kHzにおいて違いはあるが、それ以上の周波数では差異がないため、クラスAノイズフィルタの採用を決定した。また、実際の敷設状況において、これらの対策の効果を確認し、他用途への展開もはかれる知見を得た。完成後、スタジオが稼働して約3年経過しているが、インバータノイズに起因するトラブルは一件も起きていない。

6-4 騒音振動防止対策

6-4-1 スタジオ用空調機騒音振動防止

省スペースを目的にD1~D4(D系)スタジオ真横の屋外にスタジオ用空調機全28台が設置されており、スタジオへの騒音振動防止対策が課題であった。図-13にD

系スタジオとスタジオ空調機の位置関係を示す。以下の対策を実施し、D系スタジオにおいてクライテリアであるNC-20を実現した。

① 騒音防止

D系スタジオと屋外空調機の上に音響緩衝空間を設け、その音響緩衝空間内にダクト消音器を設置。

② 振動防止

設備機器架台(ゴム防振)、空調機(コイルばね防振)、配管・ダクト(ゴム防振・サージング対策)と部位ごとに最適な防振材料を採用。

6-4-2 MAFF床工法(特許工法)

ライブイベントも想定されるスタジオ屋上に対する防振対策として、防振ゴムに内蔵された特殊なジャッキアップ金物によって、コンクリート打設後に浮床スラブを浮かせる工法(MAFF工法)を採用し、確実に振動伝搬を遮断し、スタジオと屋上の同時使用を可能とした。図-14にMAFF工法、写真-9にコンクリート打設前の防振ゴム設置状況を示す。

6-4-3 新開発耐震ストッパボルト

音響エリアに隣接する防振支持された設備機器の耐震ストッパは、その視認性から従来L型ストッパが標準であった。本建物では、従来L型ストッパは、大型鉄骨設備架台との取合箇所が多さ、コスト面で大きく不利であった。そこで、一目で接触/非接触が確認できるマーカ付通しボルト型耐震ストッパを開発し、L型ストッパと同等の機能を確保し、取合箇所・工事費の削減を実現した。

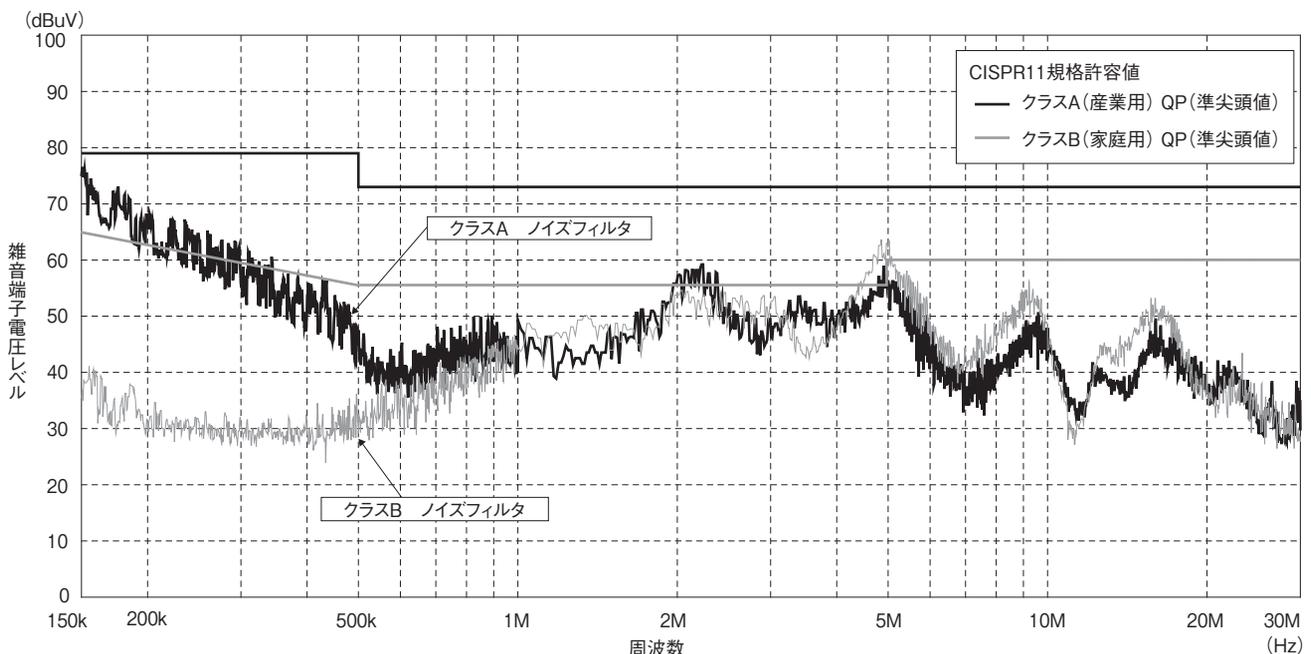


図-12 インバータフィルタ使用時の雑音端子電圧測定結果

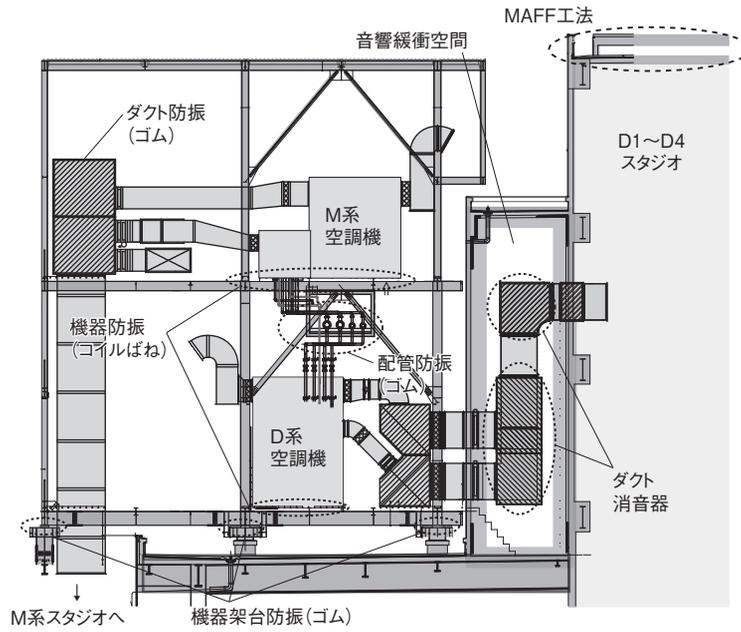


図-13 D1～D4系スタジオとスタジオ空調機の断面

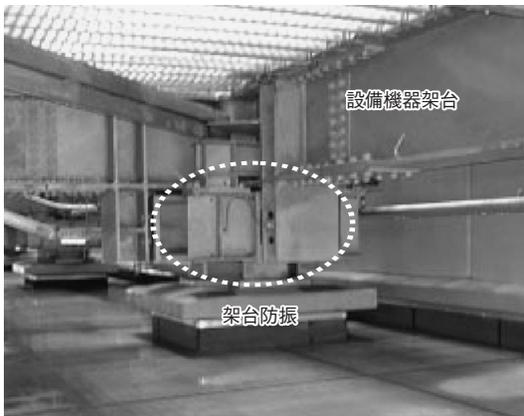


写真-7 屋上設備機器架台

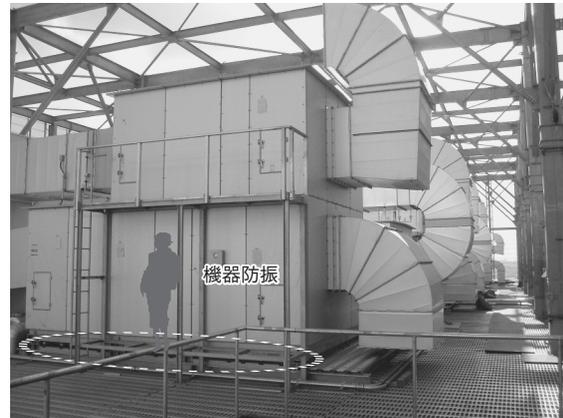


写真-8 スタジオ用空調機

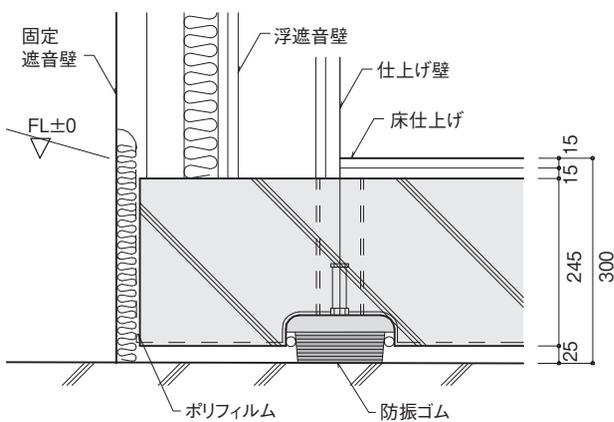


図-14 MAFF工法

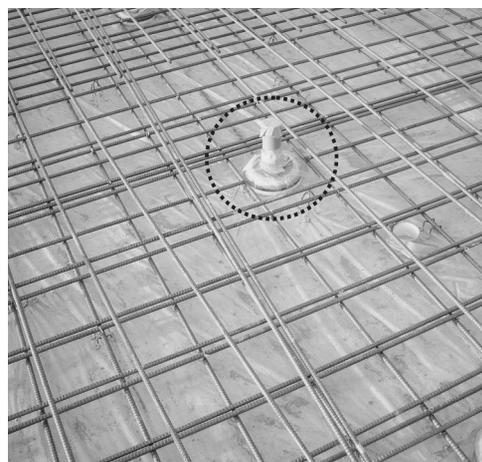


写真-9 コンクリート打設前防振ゴム設置状況

7. おわりに

フジテレビの皆さまをはじめ、本建物の企画、計画、設計、建設、運用、検証においてご指導ご協力を賜りました皆さまに心より感謝申し上げます。