

国立音楽大学 新1号館



藤森 智
松田平田設計



菊地 岳史
同

1 はじめに

国立音楽大学は1950年（昭和25年）に創立し、半世紀以上にわたって音楽界、音楽教育界に数多くの著名人を輩出する、伝統のある音楽大学である。優れた教育環境を常に整えておきたいとの思いから、音楽専攻学生のための演習に特化した新しい施設—新1号館の整備を行うこととなった。

計画地は、立川市にある国立音楽大学キャンパス敷地内にある。本計画では、ハイグレードな音響空間の創設に加え、西方に立川断層が縦断する地域性を鑑み、地震発生時に危険物となる可能性のあるピアノ等の重量楽器から学生の身の安全を確保するための免震構造が求められた。

2 建物概要

所在地：東京都立川市柏町5-5-1
用途：大学（音楽演習棟）
建築主：学校法人国立音楽大学
設計・監理：株式会社松田平田設計
施工：清水建設株式会社
建築面積：6,049.37m²
延床面積：17,786.64m²
階数：地上4階 地下1階
建物高さ：22.0m
構造種別：鉄筋コンクリート造（一部、鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造）
基礎構造：直接基礎（基礎免震構造）
工期：2010年2月～2011年5月

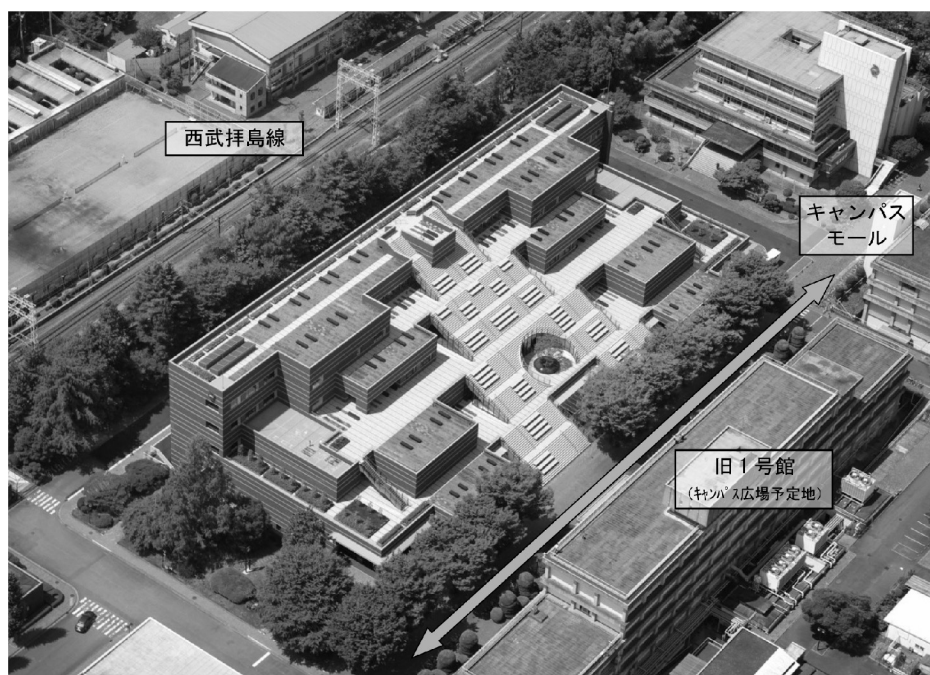


写真1 国立音楽大学 新1号館全景（鳥瞰）

3 建築計画概要

本建物は音楽専攻学生が個人演習・アンサンブル演習を行うための総合演習施設である。108室のレッスン室、2層吹抜のオペラ・オーケストラ・合唱の3つの大スタジオ、各種演習室を有している。音楽のプロを目指す学生達が思う存分技術と感性を磨くことのできる「ハイグレードな音響空間」と、その緊張から解き放たれ豊かな感性・知性の涵養を育む「リフレッシュできる環境」という両極の空間を近接並置し、学生が限られた時間で集中とリフレッシュを効率的に行えるステージとして整備した。

特徴的な階段状の形態は内包する各室の立体的なゾーニングや動線を合理的に構築した成果であるが、キャンパスモールの並木や将来構想されている旧1号館跡のキャンパス広場に十分な日照が得られるように配慮した結果でもある。階段形状とすることで各階に屋上庭園を配し、レッスンの合間のリフレッシュできる環境を実現した。

また、図1の断面図に示すように、基礎免震構造を採用し、地階から最上階まで音楽演習室を内包する本建物の全ての階に免震効果を期待できるように

した。

4 構造計画概要

主体構造は遮音性に優れた鉄筋コンクリート造とした。基準となるスパンは南側のレッスン室の基本グリッドに合わせてX方向4.8m、Y方向7.2mとし、耐震壁付きのラーメン架構とした。2層吹き抜けとなる大スタジオ周りに設けられる遮音のための鉄筋コンクリート造の間仕切り壁を耐震壁として積極的に利用し、免震建物に必要な水平剛性を合理的に確保した。特殊な形態及び耐震壁の偏在により上部架構のX方向の偏心率が大きくなるが(表1)、免震構造を採用した本建物では、免震層の偏心を抑えることで解決した。

また、地震時水平力のほとんどを耐震壁に負担させることで(表2)、大スタジオや中央ロビー上部に架かる約17mのロングスパン梁は長期荷重が支配的となるため、鉄骨造として経済的に大空間を形成した。

基礎形式としては、GL-4m程度から出現するN値50以上の砂礫層を支持層とし、免震ピットスラブをマットスラブとする直接基礎形式とした。

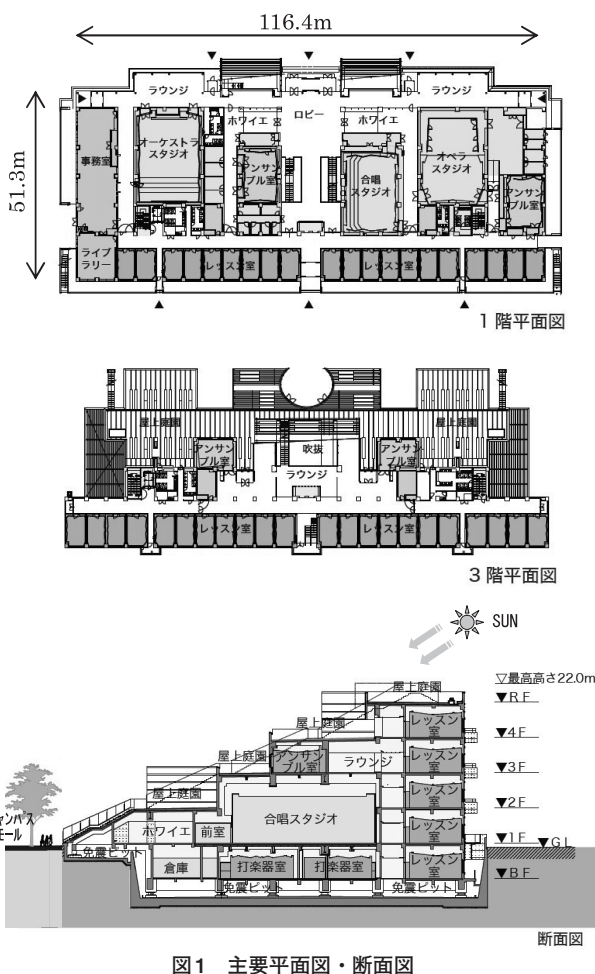


図1 主要平面図・断面図

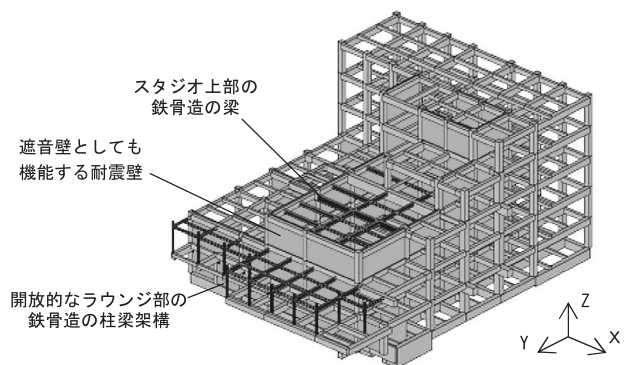


図2 上部架構解析モデル(部分)

表1 上部構造の偏心率

階	X方向	Y方向
4	0.059	0.008
3	0.055	0.013
2	0.259	0.033
1	0.158	0.064
B1	0.370	0.048

表2 水平分担率

階	X方向		Y方向	
	$Q_c/\Sigma Q$	$Q_w/\Sigma Q$	$Q_c/\Sigma Q$	$Q_w/\Sigma Q$
4	0.630	0.370	0.272	0.728
3	0.555	0.445	0.172	0.828
2	0.105	0.895	0.030	0.970
1	0.211	0.789	0.077	0.923
B1	0.069	0.931	0.070	0.930

$Q_c/\Sigma Q$: 柱の分担率, $Q_w/\Sigma Q$: 壁の分担率

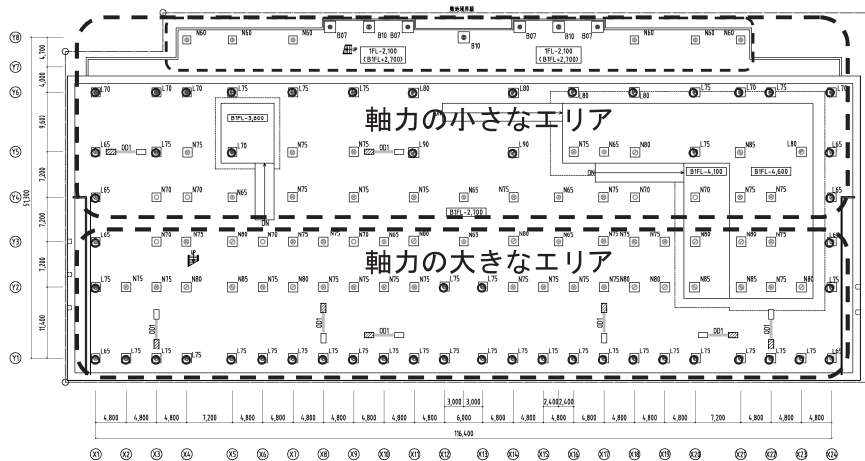


図3 免震装置配置図

免震部材凡例

鉛プラグ入り積層ゴム支承				天然ゴム系積層ゴム支承			
記号	符号	φ	個数	記号	符号	φ	個数
●	L65	650	8	⊗	N60	600	6
●	L70	700	6	⊗	N65	650	7
●	L75	750	33	○	N70	700	7
●	L80	800	5	⊗	N75	750	30
●	L90	900	2	⊗	N80	800	11
			54	⊗	N85	850	4
合計				合計			
				65			

剛撈り支承				オイルダンパー			
記号	符号	φ	個数	記号	向	符号	個数
●	B07	220	4	—	X	OD1	4
●	B10	250	3	—	Y	OD1	4
合計				合計			
				8			

表3 免震層の偏心率

免震層の状態 (積層ゴムせん断ひずみ, 免震層変位)	X方向	Y方向
微小振幅時 ($\gamma = 5\%$, $\delta i = 8\text{ mm}$)	0.0279	0.0286
レベル1地震動時 ($\gamma = 50\%$, $\delta i = 80\text{ mm}$)	0.0146	0.0260
レベル2地震動時 ($\gamma = 200\%$, $\delta i = 320\text{ mm}$)	0.0001	0.0233
大振幅時 ($\gamma = 250\%$, $\delta i = 400\text{ mm}$)	0.0012	0.0230

積層ゴム支承のゴム総厚 Hr ≒ 160 mm

表4 建物の固有周期 (秒)

免震層の状態 (積層ゴムせん断ひずみ, 免震層変位)	X方向	Y方向
免震層固定時	0.277	0.248
レベル1地震動時 ($\gamma = 50\%$, $\delta i = 80\text{ mm}$)	3.017	3.025
レベル2地震動時 ($\gamma = 200\%$, $\delta i = 320\text{ mm}$)	3.637	3.650
大振幅時 ($\gamma = 250\%$, $\delta i = 400\text{ mm}$)	3.706	3.720

表5 設計クライテリア (極めて稀に発生する地震動)

項目	設計クライテリア	
上部構造	部材応力	弾性限度以内
	層間変形角	1/200 以下
免震層 クリアランス 60cm	せん断歪 免震層変位	性能保証変形以内 ($\gamma = 250\%$ 以下) 40cm 以下
	最大面圧	基準面圧の2倍以下
	最小面圧	引張面圧 1N/mm ² 以下
基礎	部材応力	短期許容応力度以内
	支持力	短期許容支持力以下

表6 最大応答値 (極めて稀に発生する地震動)

項目	X方向	Y方向	
上部構造	最上階最大加速度(cm/s ²)	H) 177.5	H) 185.0
	層間変形角	H) 1/4110	H) 1/3575
	最下階層せん断力係数	H) 0.125	H) 0.128
免震層	免震層変位(cm)	S) 35.0	S) 35.3
	せん断ひずみ(%)	S) 218%	S) 221%
	最大面圧(N/mm ²)	H) +18.41	H) +19.49
	最小面圧(N/mm ²)	H) +1.00	H) +0.98

※全て告示波 JMA 神戸 NS 位相, H) : ばらつき硬化ケース, S) : ばらつき軟化ケース

5 免震システム概要

特殊な三角形断面架構の免震建物の設計にあたり、建物の重心と免震層の剛心をなるべく一致させる配慮を行った。図3の免震装置配置図に示すとおり、軸力の大きなエリアに柱を多く配置し、軸力の小さなエリアの柱を間引いて免震支承にかかる面圧を均等にし、効果的に免震性能を発揮できるようにした。免震装置には、鉛プラグ入り積層ゴム支承、天然ゴム系積層ゴム支承をそれぞれ54基、65基採用した。全体の振れ剛性を高めるために建物外周部に鉛プラグ入り積層ゴム支承を配置した。また、減衰力を高めて大地震時の変形を抑制するために、オイルダンパーを設置した。オイルダンパーの反力心が免震層の重心と一致するように各方向4基ずつ配置した。

これらの計画により、表4に示す十分な長周期化を図りながら、各ひずみレベルにおける免震層の偏心率は3%以下を満足した(表3)。

6 時刻歴応答解析概要

時刻歴応答解析は、上部構造の偏心が大きいこと

を踏まえ、各部材の復元力特性を評価した立体モデルを用いて実施した。

表5に地震応答解析のクライテリアを示す。極めて稀に発生する地震動に対する免震層の許容変位は、免震クリアランス60cmに対して40cm以下と設定した。

表6に極めて稀に発生する地震動に対する最大応答値を示す。設計用地震動は、最大速度を50cm/sに基準化した既往の観測波を3波(エルセントロ1940-NS、タフト1952-EW、八戸1968-NS)、告示波を3波(JMA神戸1995-NS位相、八戸1968-NS位相、乱數位相)採用した。

全ての項目で「告示波JMA神戸NS位相」の応答値が最大となった。免震層の変位は35cm程度であり、許容値以内であることを確認した。層間変形角

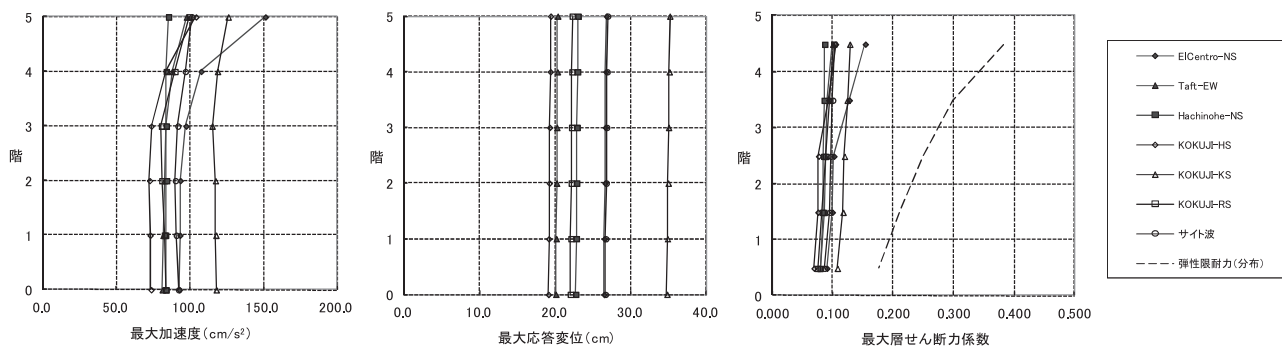


図4 時刻歴応答解析結果（極めて稀に発生する地震動、ばらつき標準ケース）



写真2 レッスン室

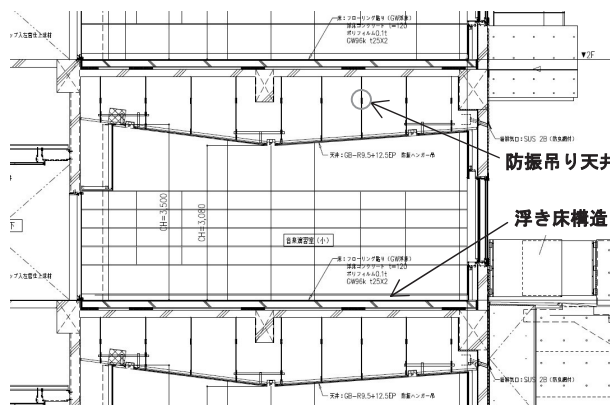


図5 BOX-in-BOX 構造のレッスン室

は設計クライテリア1/200を大きく下回り、1/3000以下であった。遮音のためのRC壁が剛性要素として有効に働いたと考えている。

図4にばらつき標準状態の応答解析結果を示す。各層の応答層せん断力は、弾性限界耐力に対して十分に余裕をもっている。図中「サイト波」は立川断層地震を想定して作成された模擬波である。極めて稀に発生する地震動と同等の応答値となり、想定地震動に対して建物の安全性が確保されることを確認した。

7 遮音性の確保

計画地の南側には騒音源となる鉄道が隣接している。地盤からの伝播騒音によってレッスンに支障を生じさせないことが求められたが、本計画は免震構造の特性を活かして、この問題を解決した。

まず、構造種別は遮音性に優れた鉄筋コンクリート造を主体とし、外壁および室間の湿式間仕切り壁は、遮音上の弱点となりうる耐震スリットを極力設けない計画とし、外力を抑えられる免震構造のメリ

ットを活かした。

また、基礎免震構造の採用により、地盤からの伝播騒音が構造体に直接入力することを抑制する。さらに全てのスタジオ、演習室を浮き床構造および防振吊り天井（BOX-in-BOX構造）とすることで、外部からの騒音を遮断する計画としている。一般の耐震構造の場合、床荷重の大きくなる浮き床構造は設計上不利な条件となるが、本計画では積層ゴム支承の面圧を大きくすることで免震層の長周期化に寄与し、優れた免震性能を得ることができた。

8 まとめ

音楽大学の演習施設の設計において、ハイグレードな音響空間および特殊な形態の課題を、免震構造の採用によって合理的に解決し、建物に要求された様々な性能—安全性・機能性・遮音性—を同時に実現することができた。国立音楽大学施設管財課の皆様を始め、本建物の建設に関わった全ての方々はこの場を借りて謝意を表します。