

(仮) 北里研究所白金キャンパス 薬学部校舎・北里本館



荻野 雅士
日本設計



遠藤 和明
同

1. はじめに

(仮) 北里研究所白金キャンパス薬学部校舎・北里本館建替新築計画は4棟（高層棟、低層棟、アリーナ棟、食堂教室棟）で構成されている（図1）。

本稿の対象となる高層棟は法人本部、薬学系研究施設を主用途とした、高さ約65m、地上14階、地下2階の超高層建築物であり（図2）、大地震後の機能維持の観点から免震構造を採用している。

2. 建物概要

建築主：学校法人 北里研究所

建設地：東京都港区白金五丁目9番1号

設計・監理：株式会社 日本設計

施工：戸田建設 株式会社

用途：法人本部、薬学系研究施設

敷地面積：26,808m²

建築面積：12,502m²

延床面積：79,600m²

階数：地上14階 地下2階 塔屋1階

軒高：65.17m

構造種別：地上 鉄骨造、鉄筋コンクリート造
及び鉄骨鉄筋コンクリート造
地下 鉄筋コンクリート造

架構形式：地上 ブレース付ラーメン構造（南北方向）、純ラーメン構造（東西方向）

地下 耐震壁付ラーメン構造

免震層：中間層免震（地下1階床下）

基礎形式：直接基礎（べた基礎）

高層棟・低層棟・アリーナ棟部分は地上部が3棟で構成されており、各棟はブリッジにて繋がっている。

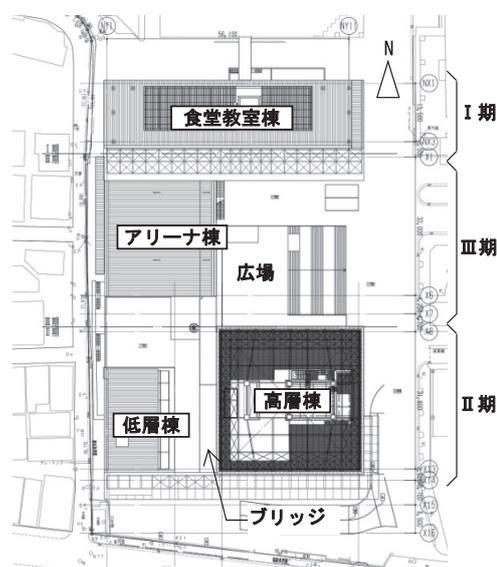


図1 配置図



図2 高層棟全景

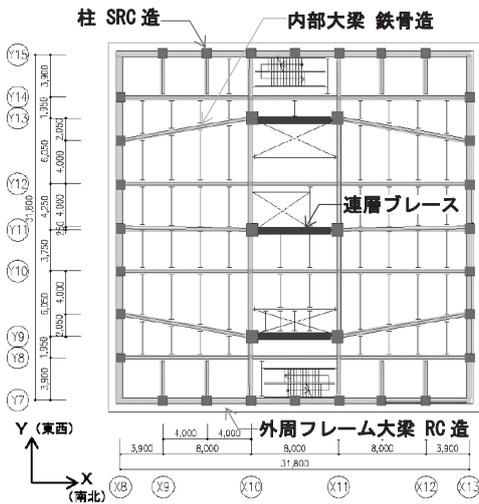


図3 基準階伏図

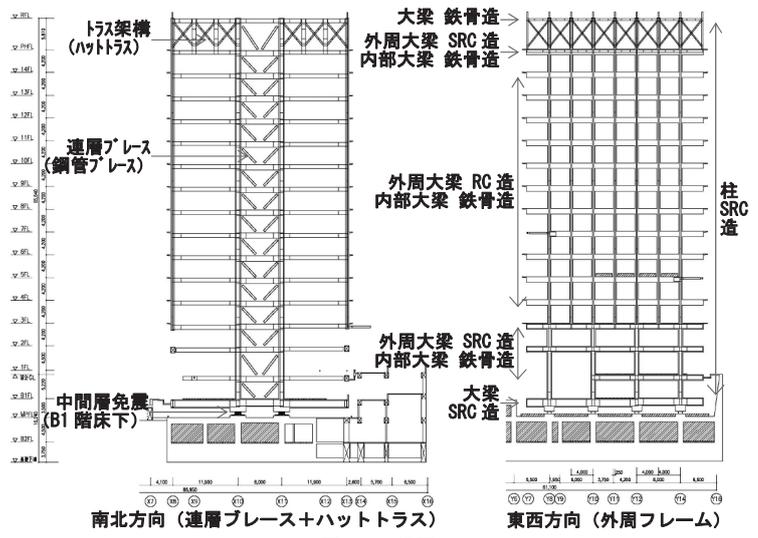


図4 軸組図

る。地下部は3棟を包絡する形で一体構造としている。

食堂教室棟は建設計画の関係や構造計画上シンプルな架構とすることを目的として、他の棟とは分離し単独で計画した。

高層棟の建築計画概要

断面構成としては、地下2階がRI実験室等、地下1階が電気室等、1階がエントランス、2～11階が薬学ゾーン、12～14階が事務ゾーンとなっている。

平面形状は32m×32mの正方形であり、中央コア部の両サイドに12mロングスパンの執務空間が配置された建築計画となっている。

免震層位置については建築計画（RI等微振動に配慮すべき居室の非免震ゾーンへの配置、EV有効率への配慮）と構造計画（非免震部の耐震設計）の調整の結果、地下1階床下とし中間層免震の採用に至った。

3. 高層棟の構造計画概要

構造種別については、柱を鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）造、コア部および執務空間を構成する大梁を鉄骨造、外周フレーム大梁を鉄筋コンクリート（RC）造とした混合構造を採用することで、剛性及び重量を確保し免震構造としての効率を図るとともに、居住性・経済性に配慮した計画としている（図3、4）。

架構形式については、スパンの短い東西方向（Y方向）を純ラーメン構造、12mロングスパンを有する南北方向（X方向）をコア部に連層ブレース（鋼管ブレース）を配置したブレース付ラーメン構造としている。南北方向については、さらに連層ブレース頂部にトラス架構（ハットトラス）を設けることで、アウトリガー効果により連層ブレース付帯柱の引抜き力及び建物全体曲げ変形を制御している（図

4、5）。なお、アウトリガー効果により、ブレース直下の免震部材の引抜き力は約25%低減された。

基礎形式はGL-6m以深に存在するN値50以上、 $V_s=620\text{m/sec}$ を確保した土丹層を支持層とした直接基礎（べた基礎）としている。

4. 免震設計概要

本建物の主用途は薬学系研究施設であり風揺れに対する高い居住性の確保が必要となることから、地震時に免震効果を十分に発揮しながら、再現期間1年程度の季節風に対しては高い水平剛性にて揺れを抑える、といった免震性能を有する必要がある。

これを踏まえ本建物では、初期剛性の大きい錫ブ

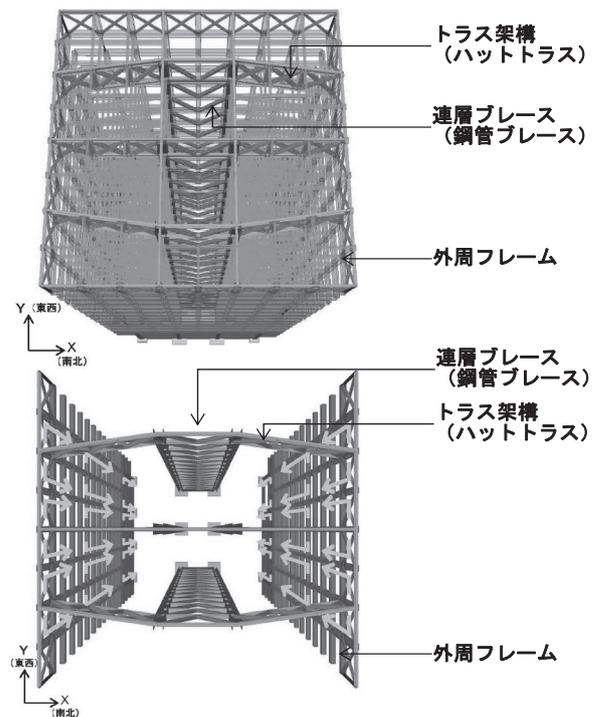


図5 アウトリガー架構

表1 免震部材表

種別	記号	ゴム径 (mm)	錫径 (mm)	基数	
錫プラグ入り積層ゴム	SnR900	○	900	180	8
	SnR1100	◎	1100	220	4
鋼材ダンパー	DU50×6	□	-	-	4
直動転がり支承	CLB1000TH	⊕	-	-	4
	CLB2000FH	⊕	-	-	6
オイルダンパー	OD1000	□	-	-	4

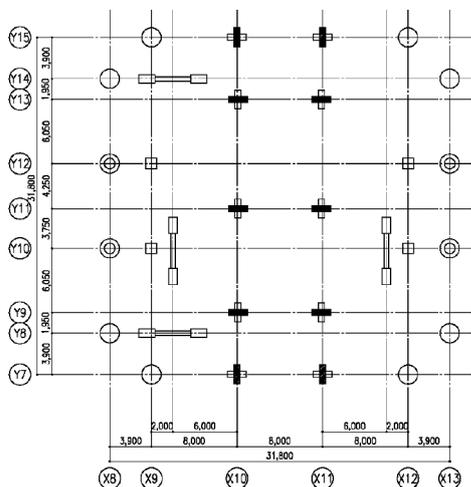


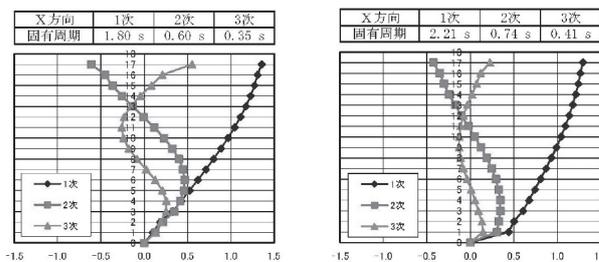
図6 免震部材配置図

ラグ入り積層ゴムを採用することで1年程度の水平外力では免震層固定に近い状態とし、また歪250%時における建物の長周期化を目的として転がり支承、さらに減衰としてオイルダンパー及び鋼材ダンパーを採用した。

免震部材配置図を図6に示す。建物外周には免震層の捩れに配慮し剛性の大きい錫プラグ入り積層ゴムを配置し、連層ブレース直下には引抜き抵抗と長周期化対応として直動転がり支承を配置した。また、オイルダンパー及び別置き鋼材ダンパーは免震層に偏心が生じないようにピット内配管等を調整して配置した。

再現期間1年の季節風が作用した場合に相当する免震層弾性時の建物全体固有モード形状を図7に示す。参考として鉛プラグ入り積層ゴム主体の場合を併せて示す（鉛と錫の初期剛性の比=1:5.7）。鉛プラグ入り積層ゴムの場合には免震層の変形が大きくなるモード形となり建物固有周期も長くなるが、錫プラグ入り積層ゴムの場合には免震層に変形が集中するモードは現れず、建物固有周期も免震層固定の場合とほとんど変わらないことが確認され、この結果にて風揺れにおいて錫プラグ入り積層ゴムが有利であると判断した。

本建物の耐震設計性能目標を表2に示す。極めて稀に発生する地震動時において、錫プラグ入り積層



錫プラグ入り積層ゴム主体（本計画） 鉛プラグ入り積層ゴム主体（参考）
図7 建物全体の固有モード形状（X方向）の比較（免震層弾性時）

表2 設計性能目標

設計レベル	対応する地震動レベル	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動	余裕度の検証	
		観測波	0.25m/sec	0.50m/sec	—
告示波	極めて稀に発生する地震動の1/5	極めて稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動の1.25倍	—	
サイト波	—	—	関東地震、東京湾北部地震、南海トラフ巨大地震	—	
上部構造	層間変形角	$R \leq 1/300$	$R \leq 1/200$	$R \leq 1/150$	
	柱	—	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下	
	大梁	—	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下	
免震部材	耐震ブレース	—	短期許容応力度以下	弾性限耐力以下	
	免震層のばらつき	考慮	考慮	考慮	
	錫プラグ入り積層ゴム	せん断歪	100%以下	250%以下	400%以下
		圧縮面圧	—	基準面圧の2倍未満	基準面圧の2倍以下
		引張面圧	—	1.0N/mm ² 未満	1.0N/mm ² 以下
	直動転がり支承	水平変形	—	限界変位に対して安全率1.5倍以上	限界変位以下
		圧縮荷重	—	短期許容荷重以下	限界強度以下
		引張荷重	—	短期許容荷重以下	限界強度以下
	鋼材ダンパー	水平変形	—	限界変位に対して安全率1.5倍以上	限界変位以下
	オイルダンパー	速度	—	限界速度に対して安全率1.5倍以上	限界速度(150kine)以下

ゴムのせん断歪は250%、その他の免震部材の水平変形は400mm以下であること、上部構造については層間変形角が1/200以下、各部材が短期許容応力度以下であることを確認している。なお、本設計では余裕度の検証として、極めて稀に発生する地震動の1.25倍の強さの告示波及びサイト波に対して、免震部材の変形が限界変位以下であることや、上部構造が弾性限耐力以下であることを確認している。

躯体クリアランスは免震部材の限界変位である600mmである。

免震層の復元力特性を図8に示す。極めて稀に発生する風荷重の変動成分に対して錫プラグの降伏耐力が降伏しない設計としている（耐風安全性ランク:B）。

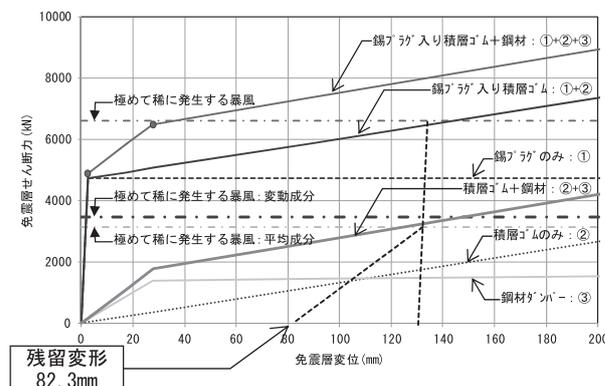


図8 免震層の復元力特性

5. 地震応答解析

入力地震動は告示波3波、観測波3波の他、余裕度検証用にサイト波を作成した。サイト波には関東地震、東京湾北部地震、南海トラフ巨大地震を採用している。余裕度の検証に用いた地震波(告示波の1.25倍及びサイト波)の擬似速度応答スペクトルを図9に示す。

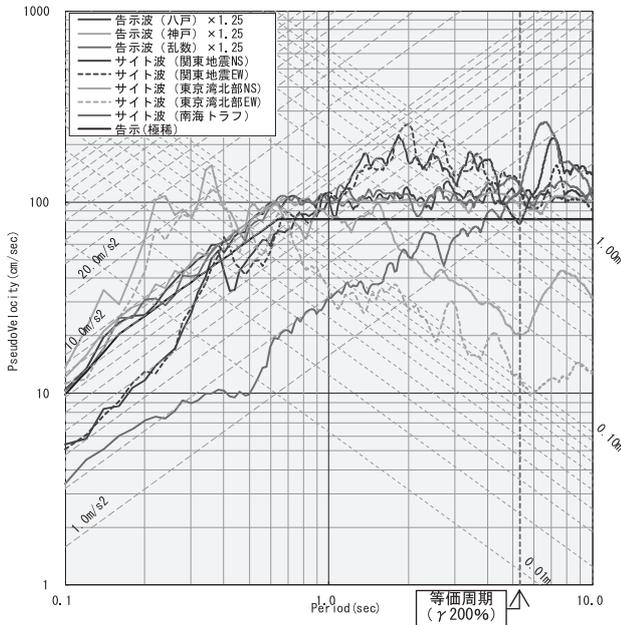


図9 擬似速度応答スペクトル(余裕度検証)

解析モデルは免震層下部を固定とし、各階を1質点に集約した17質点系の捩れを考慮した曲げせん断棒モデルである。本建物の構造種別は柱がSRC造、梁については外周をRC造、内部をS造とした混合構造であり、RC造主体フレームとS造主体フレームで履歴特性が異なることから、それぞれの履歴特性及び復元力特性を適切に評価するため、各質点のせん断ばねを2ばね並列モデルとしている。

余裕度検証におけるサイト波南北方向の応答結果(免震層:標準状態)を図10に示す。錫プラグ入り積

層ゴムは大振幅連続加振により降伏せん断力が大幅に低下する性質を有しているため、長周期地震動である南海トラフ巨大地震に対しては切片荷重Qdを50%低減させて検討した。免震上部構造の最大応答層せん断力が弾性限耐力以下、最大応答層間変形角が1/150以下であること、免震層の最大応答水平変位が建物水平クリアランス(600mm)以下であることを確認している。

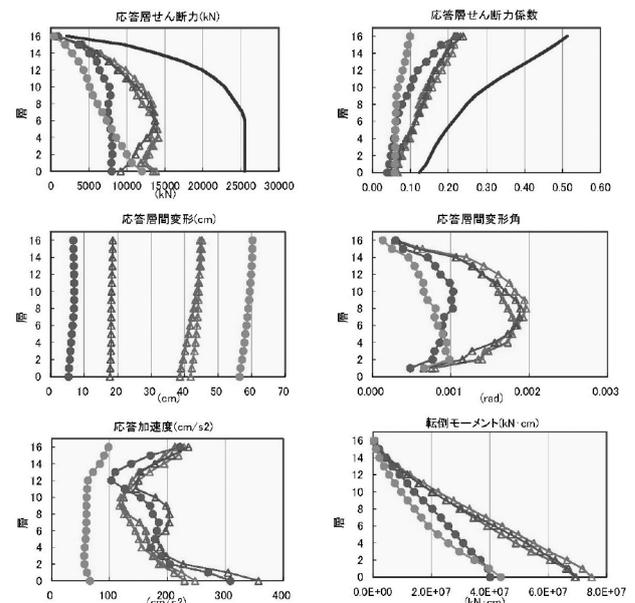


図10 地震応答解析結果(サイト波、南北方向)

6. おわりに

本計画の工期は約5年の長丁場であり、建設計画の関係から3期に分かれている(図1)。I期の食堂教室棟が竣工し(写真1~3)、現在はII期の高層棟・低層棟着手に向けて既存建物を解体中である。全体の竣工は平成31年春を予定している。

最後に、紙面をお借りしまして、学校法人北里研究所の皆様及び工事関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。



写真1 食堂教室棟 外観

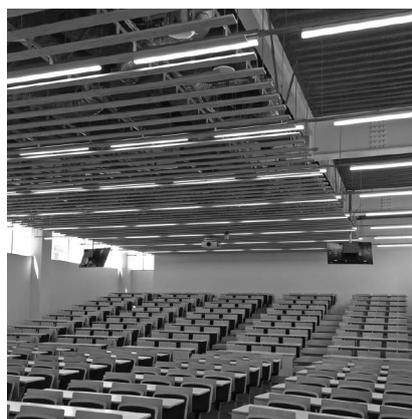


写真2 食堂教室棟 大教室

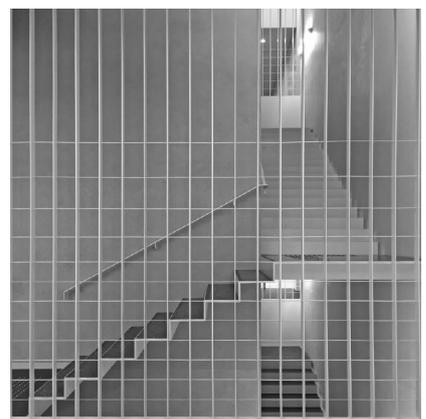


写真3 食堂教室棟 内部階段