

I-2. 【建築構造】

1. 構造基本方針・構造性能目標

1.1 構造基本方針

本建物は、医療施設として求められる安全性等の構造性能を確保した上で、建築計画と設備計画の要求に配慮し、機能性、耐久性、経済性及び施工性に配慮した構造計画とする。

本計画は、医療活動を継続しながら連続的に施設を建て替える計画とし、東棟工事完了時（STEP4）、西棟工事完了時（STEP7）、そして連絡棟工事完了の工事完成時（STEP8）、それぞれの状態における構造安全性を確保する。

1.2 構造基本性能

構造設計においては、建物に作用する自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧、水圧、地震、その他の振動・衝撃に対して、構造耐力上の安全性を確保する。

- 1) 作用荷重及び外力を確実に地盤に伝え、地盤沈下、変形に対して構造耐力上安全な基礎形式とする。
- 2) 建物の用途、機能及び使用性を考慮し、適切な構造種別を採用する。
- 3) 機能上、使用上支障となる変形、振動を生じない十分な剛性を確保する。
- 4) 建物に作用する水平動に対し、抵抗要素を平面的・立面的に釣り合いよく配置し、十分な耐力と靱性（ねばり強さ）を保有する構造体とする。

1.3 長期荷重に対する目標性能

長期荷重に対する目標性能を設定する。

- 1) ひびわれ
鉄筋コンクリート部材には、温度応力・乾燥収縮による有害なひびわれが発生しないように留意する。
- 2) 梁せい・たわみ
平成12年建設省告示第1459号「建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる必要がある場合及びその確認方法を定める件」により検証する。
- 3) 積載荷重
積載荷重は、建築基準法・同施行令を満足すると共に実状に応じた荷重を設定する。

1.4 風・積雪荷重に対する目標性能

風・積雪荷重に対する目標性能を設定する。

- 1) 風荷重
建築基準法（令第87条）で定められている「稀に発生する暴風」（再現期間50年）に対して無被害とし、「極めて稀に発生する暴風」（再現期間500年）に対して倒壊・崩壊しないことを目標とする。
なお、風圧力に対し外装および屋根ふき材は、使用部材のたわみ制限および、各部材・ガラスの許容応力度内であることを確認する。
- 2) 積雪荷重
建築基準法（令第86条）で定められている「稀に発生する積雪」（再現期間50年）に対して無被害とし、「極めて稀に発生する積雪」（再現期間500年）に対して倒壊・崩壊しないことを目標とする。

1.5 地震に対する目標性能

地震荷重に対する目標性能を設定する。

大地震時の機能維持が求められる災害拠点病院であるため、什器の転倒や電子機器の誤動作、主要構造部の損傷が生じないよう免震構造を採用する。

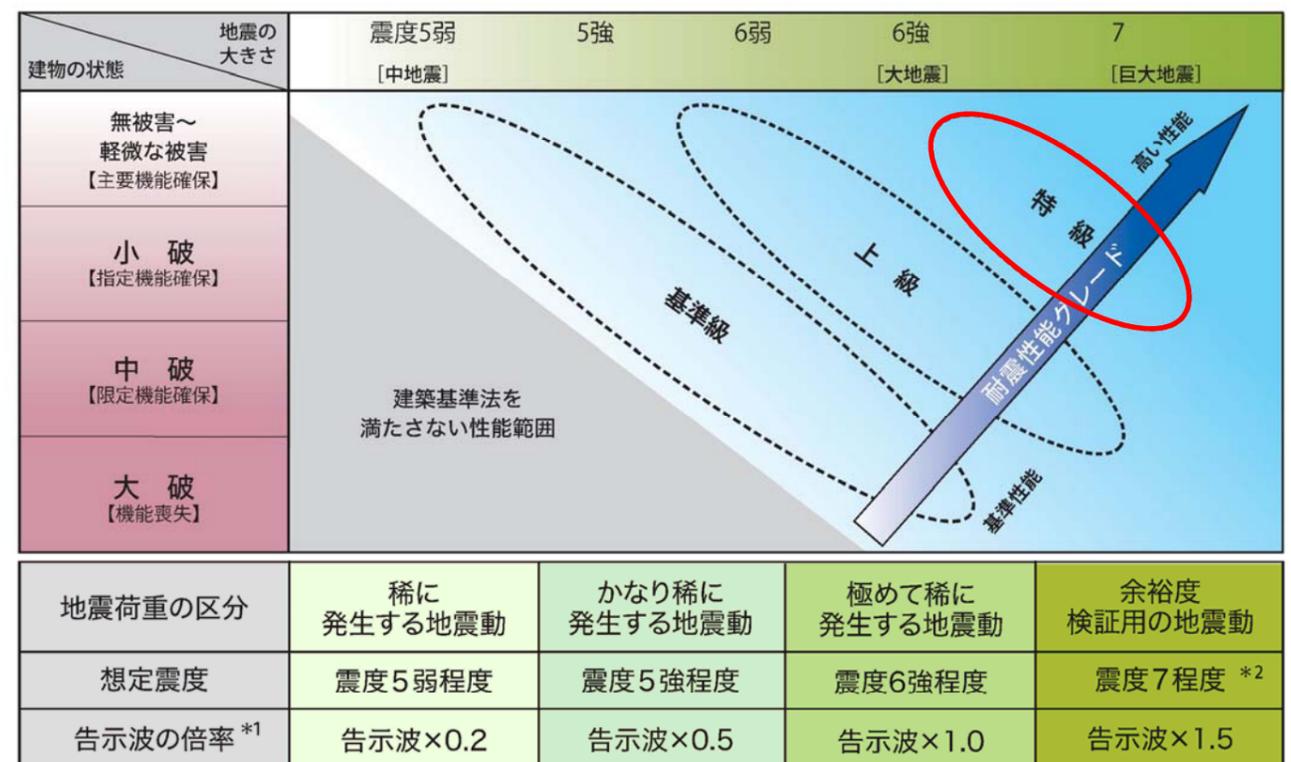
耐震安全性の目標は、「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」（平成25年版）に準拠し、構造体の分類はⅠ類とする（免震構造のJSCA性能設計[耐震性能編]の特級の場合、Ⅰ類相当（重要度係数1.50相当）に該当）。

「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」における構造体の耐震安全性の分類と目標

部位	分類	耐震安全性の目標	重要度係数
構造体	Ⅰ類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている	1.50
	Ⅱ類	大地震動後、構造体の大きな補修をすることなく、建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて機能確保が図られている	1.25
	Ⅲ類	大地震動により構造体の部分的な損傷は生ずるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないことを目標とし、人命の安全確保が図られている	1.00

地震の大きさと建物の状態の関係（概念図）

（参考資料：JSCA性能設計[耐震性能編]）



* 1) 告示波とは、平12建告第1461号の極めて稀に発生する地震動の加速度応答スペクトルに適合した模擬地震波とし、建設地の表層地盤による増幅を考慮します。 * 2) 震度7程度の地震動は、1995年兵庫県南部地震程度を想定しています。

2. 建設地周辺の地震環境

2.1 建設地周辺の活断層型地震

下図に建設地周辺の主な活断層を示す。これら活断層の中から発生確率と地震規模を考慮して、平成23年度兵庫県第2回防災会議幹事会の中で主要地震動として「山崎断層帯地震」、「上町断層帯地震」、「中央構造線断層帯地震」、「養父断層帯地震」の4つを選定している。



検討対象とした県内外の活断層地震（一部加筆）
（出典 兵庫県、兵庫県地震被害想定）

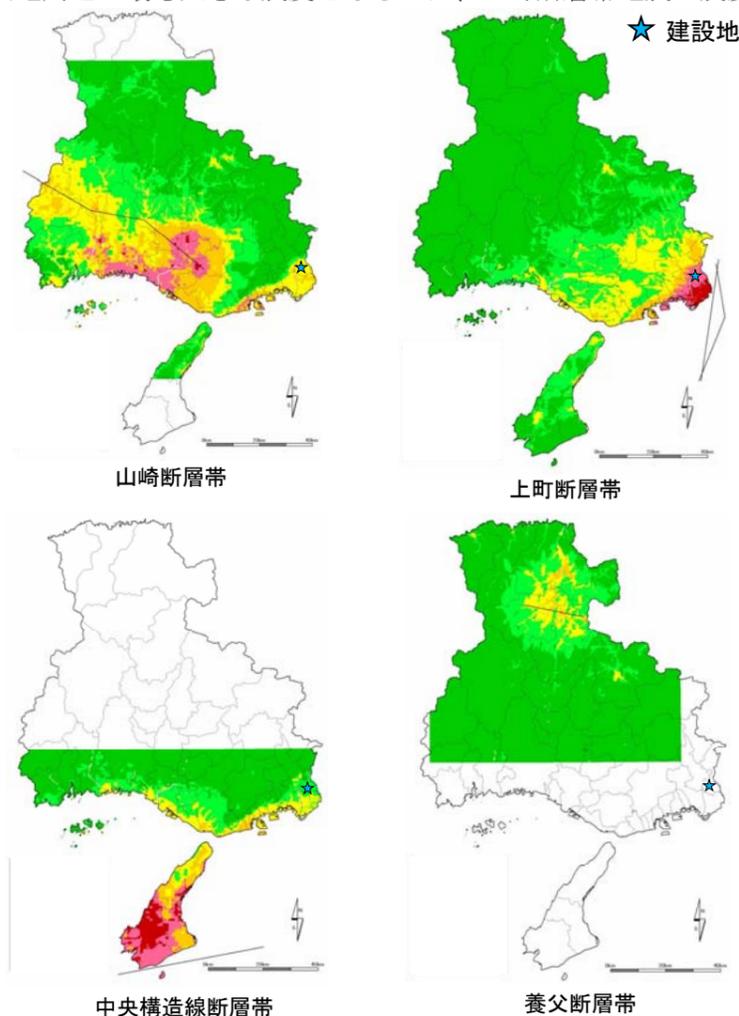
M7以上の大地震を発生させる活断層
（出典 兵庫県、兵庫県地震被害想定）

〔M7以上の大地震を発生させる活断層〕

【県内にある断層】 （県内M7以上の地震、県内震度5強以上）		【県外にある断層】 （県内震度5強以上）	
30年以内の地震発生確率	3%以上	○山崎断層帯 ①山崎断層帯全体 ②西北部単独 ③南東部単独 ④南東部と草谷断層	○上町断層 ○中央構造線断層帯（紀伊半島側）
	0.1~3%	○六甲・淡路島断層帯 ①阪神間から淡路島北部 ②淡路島北部 ③淡路中部（先山断層） ○中央構造線断層帯（鳴門海峡から紀淡海峡） ○御所谷断層 ○養父断層	○奈良盆地東縁断層帯 ○那岐山断層帯 ○生駒断層帯 ○中央構造線断層帯（四国側） ○京都西山断層帯 ○三峠断層 ○花折断層帯
	0.1%未満	○有馬一高槻断層帯 ○大阪湾断層 ○山田断層帯	○上林川断層 ○郷村断層帯 ○木津川断層帯 ○鳥取地震
		計8断層（細分化すると13断層）	計13断層

2.2 主要地震動の震度分布

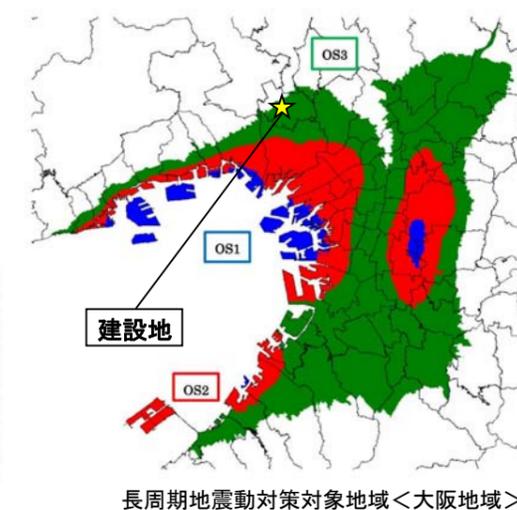
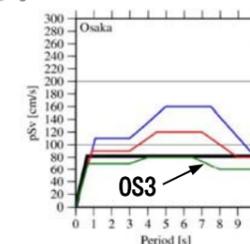
主要地震の震度分布を下図に示す（出典 兵庫県、地震被害想定結果図表【上町断層帯地震編】①）。建設地周辺で最も大きな震度となるのは、上町断層帯地震で震度7である。



凡例			内陸型地震 (活断層(主要))
震度	色	震度	
震度4以下	緑	震度6強	★建設地
震度5弱	黄緑	震度7	
震度5強	黄	震度7	
震度6弱	橙	震度6強	
震度6強	赤	震度7	
震度7	赤	震度6強	
		震度5強	
		震度4以下	★建設地
		震度5弱	
		震度5強	★建設地
		震度5強	

2.3 長周期地震動

平成28年6月24日国住指第1111号「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について（技術的助言）」に基づき、建設地における地震動OS3について検討を行う。



長周期地震動対策対象地域<大阪地域>

3. 地盤概要

3.1 地盤概要

本敷地の代表的なボーリング柱状図 (No. 9、深度 19m 程度まで) を下図に示す (現在地盤調査中であり、地盤概要は現在までに行われた調査から得られたボーリング柱状図の速報を参考にする)。

柱状図より、伊丹市域特有の粘性土と砂 (礫) 質土が互層になった土質構成となっている。砂礫層の一部には径の大きい礫や玉石があり、記事では試掘不可の層が存在する。

また、想定地層断面図より、地層面が東西方向にゆるやかに傾斜しており、深度が深くなるほどその傾斜は顕著になる。

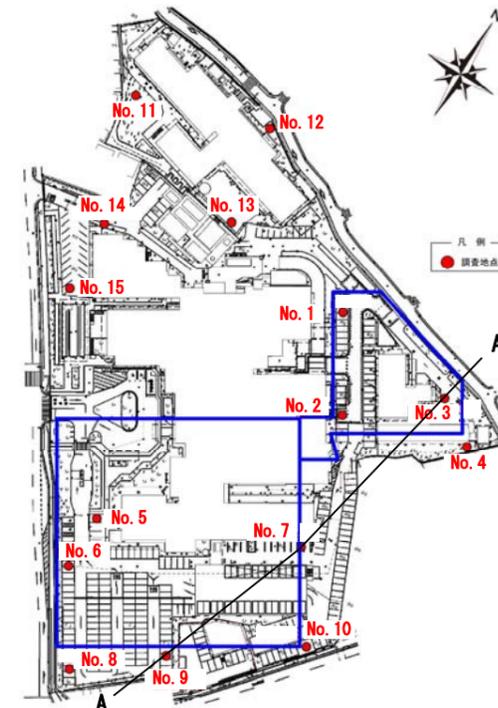
工学的基盤面は、PS 検層結果より、せん断波速度 $V_s \geq 400\text{m/s}$ 以上 ($V_s=470\text{m/s}$) となる深度 61m 付近の Dsg2 層上面とする。表層地盤による地震動の増幅の計算に際しては、工学的基盤面の傾斜について検討を行う。

ボーリングの孔内水位は GL-5m ~ -3m のため、設計用地下水位は GL-3.0m と設定する。

PS検層結果

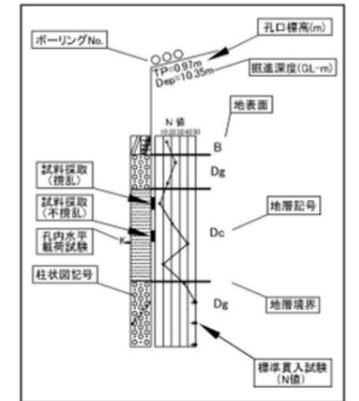
上面深度(m)	層厚(m)	P 波速度(m/s)	S 波速度(m/s)
0	4	560	250
4	4	1640	380
8	2		250
10	13	1840	410
23	11	1560	260
34	5	2010	520
39	22	1720	370
61	5<	1880	470

▽工学的基盤面



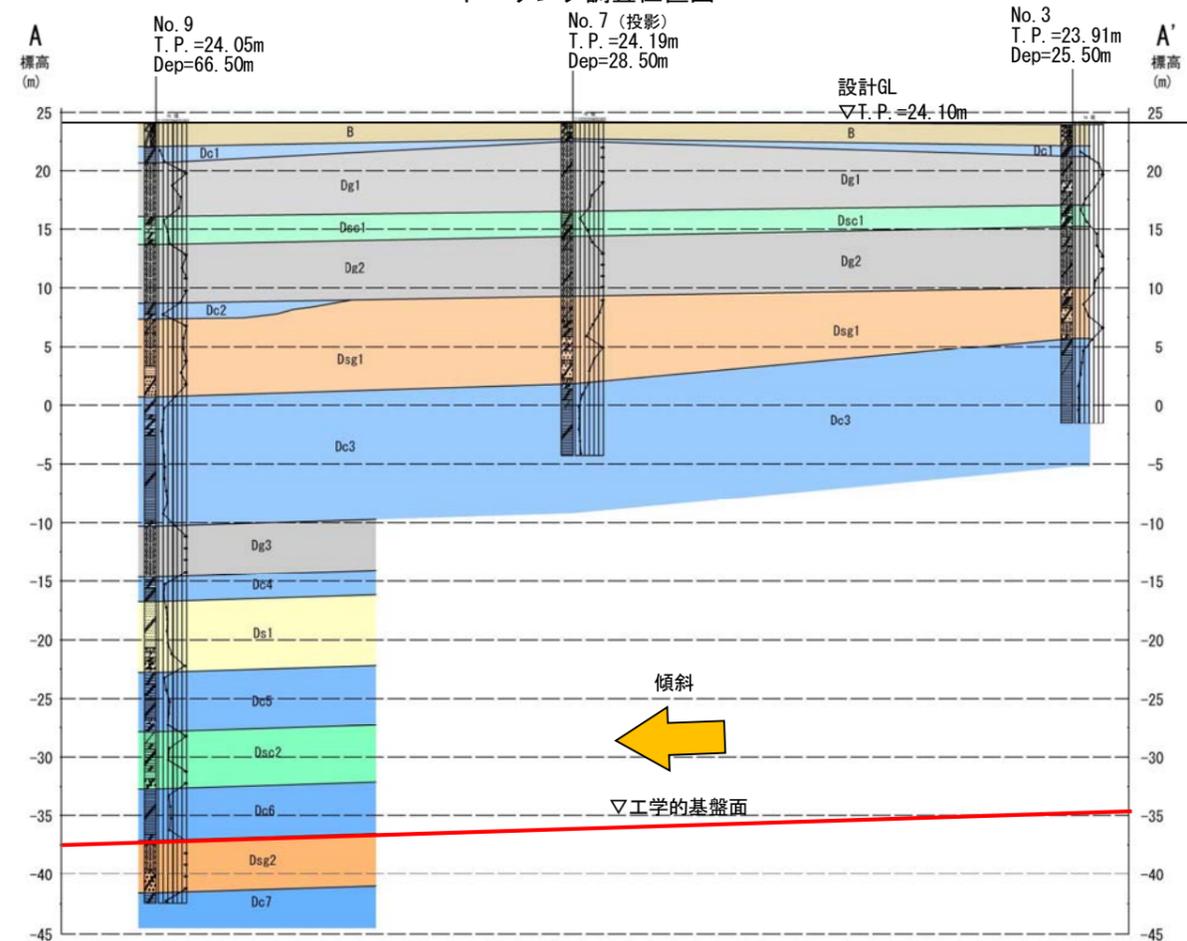
ボーリング調査位置図

想定地層断面図凡例

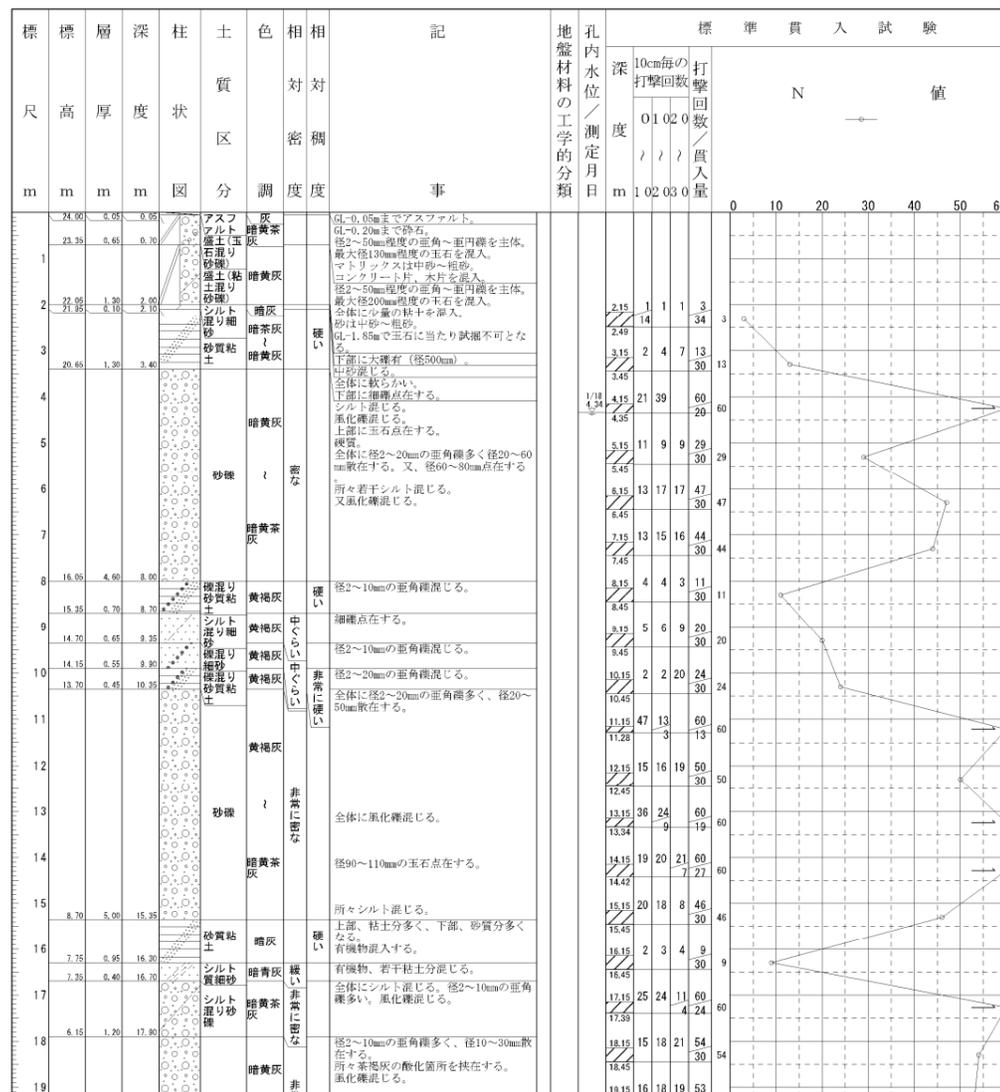


地質層序表

地質時代	地質名	土質区分	記号
現世	盛土層	砂質土	B
		礫質土	B
	洪積層	粘性土	Dc1
		礫質土	Dg1
		砂質土と粘性土の互層	Dsc1
		礫質土	Dg2
		粘性土	Dc2
更新世	第四紀	砂質土と礫質土の互層	Dsg1
		粘性土	Dc3
	洪積層	礫質土	Dg3
		粘性土	Dc4
		砂質土	Ds1
		粘性土	Dc5
		砂質土と粘性土の互層	Dsc2
粘性土		Dc6	
		Dc7	



想定地層断面図 A-A'



ボーリングNo. 9 柱状図

4. 構造計画概要

4.1 構造耐震システムと構造種別

- 1) 構造耐震システム
西棟、東棟、連絡棟： 基礎免震構造（I類相当）
- 2) 構造種別
西棟：地上、地下 プレキャストプレストレストコンクリート柱・鉄骨梁混合構造（梁端部プレストレストコンクリート造）
基礎 鉄筋コンクリート造

東棟・連絡棟：地上 鉄骨造
基礎 鉄筋コンクリート造
- 3) 基礎形式
西棟、東棟、連絡棟： 砂礫層を支持層とする直接基礎
- 4) 設計ルート
西棟、東棟、連絡棟： 建築基準法第20条第1項第一号の規定に基づく大臣認定（免震構造）
- 5) 準拠資料
 - ・ 建築基準法・同施行令
 - ・ 伊丹市建築基準法施行細則
 - ・ 日本建築学会規基準
 - ・ 建築物の構造関係技術基準解説書（2020年版）
 - ・ 建築構造設計基準及び参考資料（2018年版）
 - ・ 官庁施設の総合耐震・対津波計画基準 令和3年版（2021年）

4.2 耐震性能目標

地震動の大きさをその生起頻度によって稀に発生する地震動（レベル1）および極めて稀に発生する地震動（レベル2）に分けて設定し、それぞれ下表の耐震性能目標を満足することを確認する。

項目		稀に発生する地震動 (レベル1)	極めて稀に発生する地震動 (レベル2)
上部構造	層間変形角	1/300以下	1/200以下
	部材応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内 上下動を考慮した場合は 弾性限耐力以内
免震層	免震部材 ※	せん断歪み	125%以内程度
		引張応力度	生じない
基礎構造	支持力	短期許容支持力以内	短期許容支持力以内
	部材応力	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内

※免震部材の耐震性能目標は、使用する部材の性能により設定する。

4.3 設計条件

- 1) 固定荷重、積載荷重
固定荷重は建築基準法施行令第84条に基づき、積載荷重は同第85条に基づいて設定する。
以下に代表的な積載荷重を示す。

室名	床・小梁用 (N/m ²)	架構用 (N/m ²)	地震力用 (N/m ²)	備考
病室	1800	1300	600	
スタッフステーション、 カンファレンスルーム	2900	1800	800	
事務室、会議室	4900	1800	800	0A対応として床・小梁用 を2900→4900とする
待合、エントランスホール、講堂	3500	3200	2100	
診察室、検査室、手術室	3900	2600	1600	
機械室	4900	2400	1300	実状により適宜設定
倉庫、機材庫	6000	5000	4000	実状により適宜設定
廊下	1800※	1300※	600※	※連絡する諸室の積載荷重 に準ずる

- 2) 積雪荷重
建築基準法施行令第86条に定められた方法により設定する。
最深積雪量： 30cm（伊丹市建築基準法施行細則）
単位重量： 20N/m²/cm
積雪荷重： 600N/m²（短期）
- 3) 風荷重
建築基準法施行令第87条に定められた方法により設定する。
稀に発生する暴風時（再現期間 50年）： 基準風速V₀=34m/s
極めて稀に発生する暴風時（再現期間500年）： 稀に発生する暴風時の1.6倍
地表面粗度区分： III
- 4) 地震力
建築基準法施行令第88条に定められた方法により設定する。
地震地域係数： Z=1.0
地盤種別： 第2種（最終は地盤調査結果により判定）
設計用層せん断力係数： 告示1461号に基づく時刻歴応答解析により設定する

設計用地震力は、その生起頻度によって「稀に発生する」地震動による地震力（レベル1）および「極めて稀に発生する」地震動による地震力（レベル2）の2段階の大きさを設定する。
また、レベル2を超えると判断される地震動について、建物の余裕度を確認する。

4.4 設計入力地震動および余裕度検証用地震動

設計入力地震動は、告示に規定された地震波（告示波）、既往の地震で観測された地震波（観測波）および長周期地震動（OS3）とする。

なお、上町断層帯による地震動は余裕度検証用地震動とする。

告示波 : 平成12年建設省告示第1461号第四号イに定められた工学的基盤での加速度応答スペクトルに適合する模擬地震波とし、位相特性は以下とする。

- 告示八戸位相 遠距離型の地震動で採用する位相特性は Hachinohe EW (1968)
- 告示神戸位相 近距離型の地震動で採用する位相特性は JMA KOBE NS (1995)
- 告示乱数位相 一般の地震動として $0\sim 2\pi$ の一様乱数

観測波 : 過去に観測された代表的な強振記録としてEl Centro NS (1940)、Taft EW(1952)、Hachinohe NS(1968)を採用する。最大速度を稀に発生する地震動で25cm/s、極めて稀に発生する地震動で50cm/sに基準化して用いる。

長周期地震動 : 平成28年6月24日、国住指第1111号「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策について」（技術的助言）に基づき、建設地における地震動OS3を用いる。

サイト波 : 「②建設地周辺の地震環境」より、建設地に影響があると想定される上町断層帯の地震動を用いる。

告示波、サイト波については、せん断波速度 $V_s \geq 400\text{m/s}$ となる工学的基盤面（Dsg8層上面）より上部の表層地盤の特性に応じて適切に地震動の増幅を考慮する。

設計入力地震動の分類

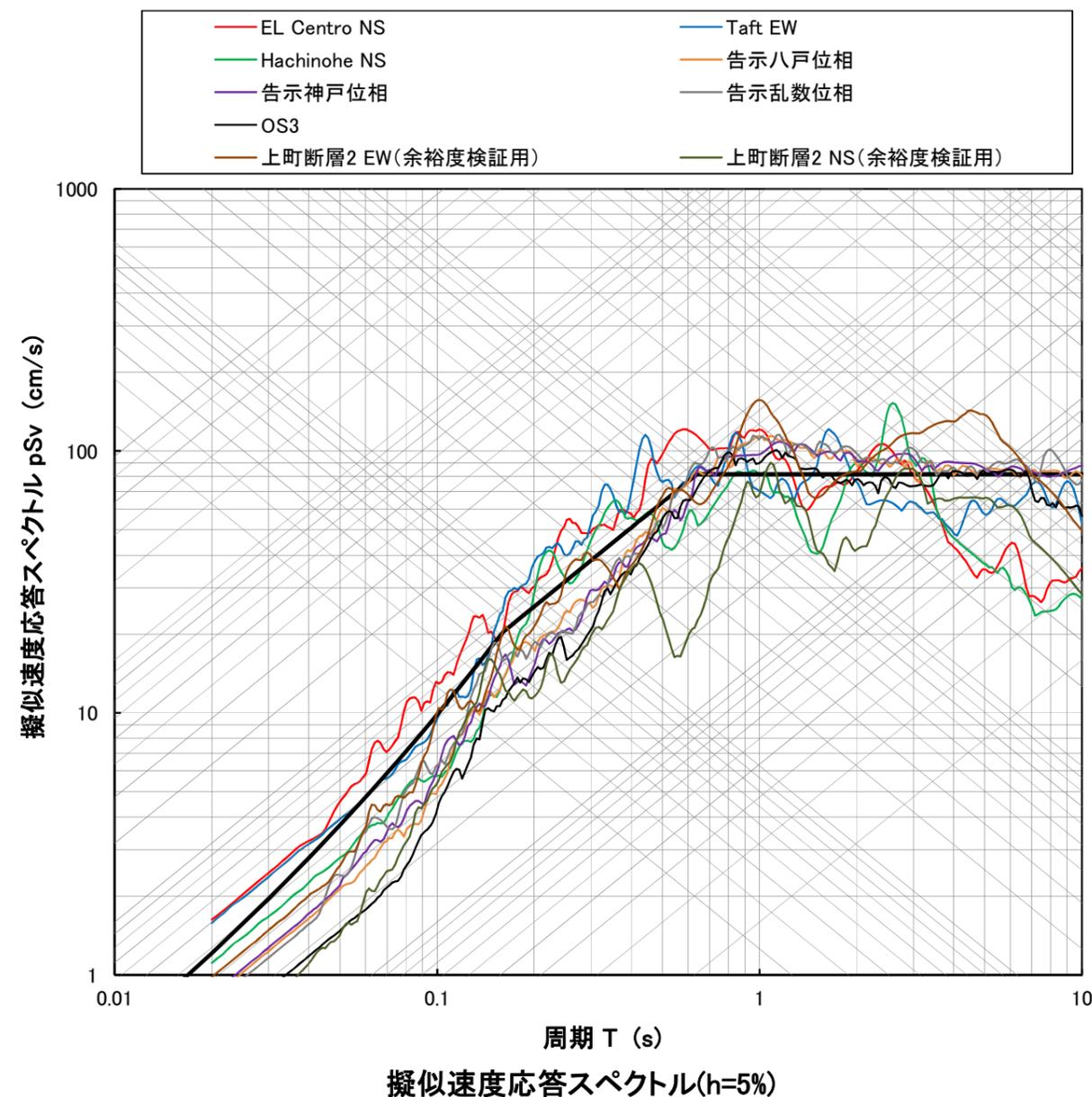
地震動	内容	目的
告示波	国土交通省告示1461号に規定される解放工学的基盤スペクトルに適合するように作成された模擬地震動	告示による入力地震動
観測波	慣例として標準的に用いられてきたEl Centro 1940 NS、Taft 1952 EWおよびHACHINOHE 1968 NSの3波	従来の地震動との比較
長周期地震波	「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」（技術的助言）（平成28年6月24日付け、国住指1111号）に示される地震動（OS3）	長周期かつ長時間継続する地震動の影響を考慮

免震層については上下方向の地震動による影響について適切に考慮する。

余裕度検証用地震動

地震動	内容	目的
サイト波	地震環境から建設地盤において予想される活断層型地震波（兵庫県防災会議で選定された活断層型地震波のうち最大震度となる上町断層帯の地震波）	建設地における地震環境を考慮した地震動

以下に極めて稀に発生する地震動の減衰定数5%に対する擬似速度応答スペクトルを示す。



4.5 免震構造の概要

免震構造の特徴は、建物本体と基礎構造の間に、鉛直方向に硬く水平方向に柔らかい支承（アイソレータ）を配置することにより建物を長周期化し、建物への地震入力を大幅に低減することが可能となる。

支承だけでは地震力によりその後も揺れが続くため、振動を収束させる機能として減衰力を持つ装置（ダンパー）が必要となる。免震装置は、通常アイソレータとダンパーを組み合わせて構成する。

アイソレータは、建物を支持し建物の水平変形性能を確保するもので、積層ゴムアイソレータ（RB, LB）が最も一般的に用いられ、他に弾性すべり支承（EB）、転がり支承（CLB）、球面すべり支承（SSB）がある。

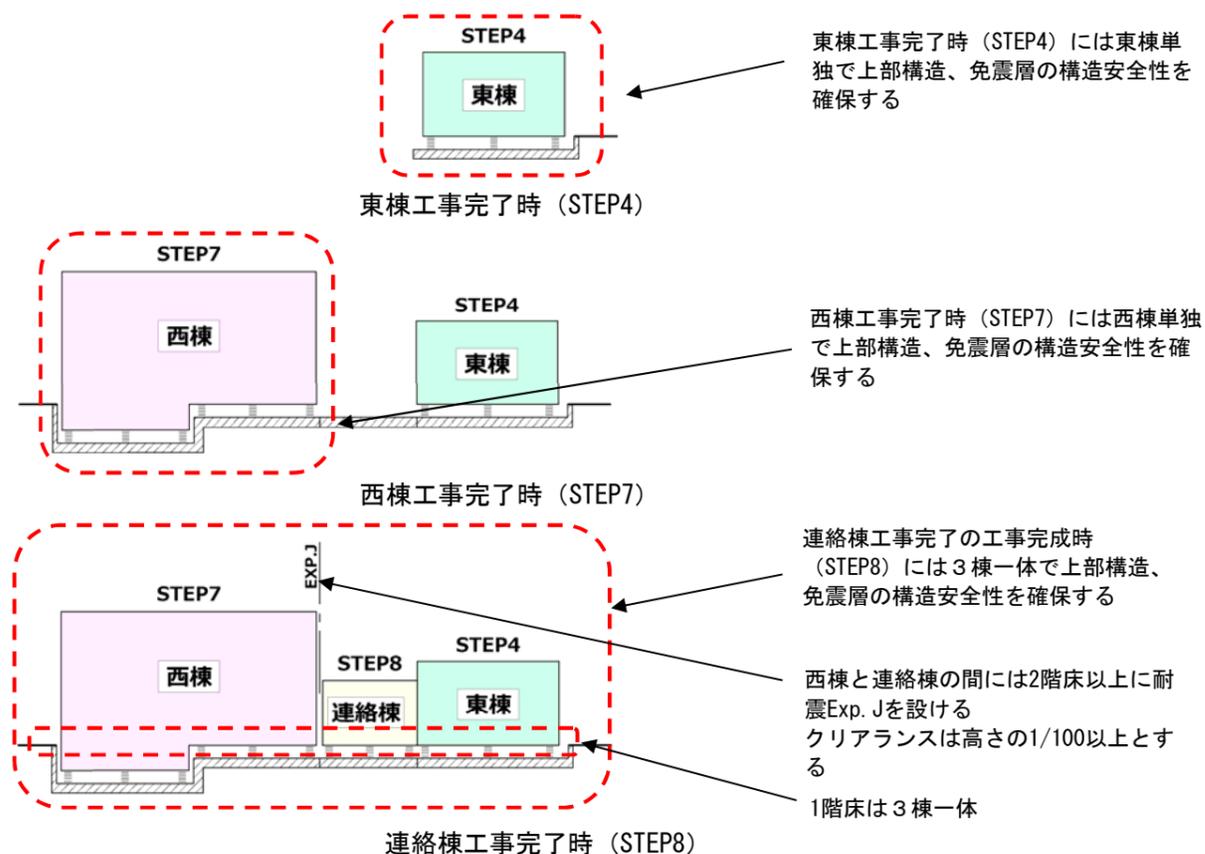
ダンパーは、速度または変位に応じて減衰効果を発揮してエネルギーを吸収し振動を収束させるもので、鋼材ダンパー（SD）、オイルダンパー（OD）、減衰こま（RD）などがある。また、アイソレータとダンパーを一体とした鉛プラグ入り積層ゴム（LB）、錫プラグ入り積層ゴム（LB）などもある。

アイソレータは各柱下に設置し、ダンパーは減衰力を伝達するために上下梁間をつなぐように設置する。免震部材の組合せについては、地盤調査の結果に基づき地震波を作成後、上部構造の構造特性、各種免震部材の特性、敷地の振動性状、経済性などを考慮して決定する。

本計画では、アイソレータにRB、LBおよびEB、ダンパーにRDまたはODを基本の組合せとして検討する。

4.6 本建物の免震構造計画

本建物は地上階を西棟および一体建物である東棟、連絡棟の2棟で構成し、免震層直上の1階床は全棟でつなぎ、2階床以上はExp. Jで分離した構造として計画する。また、工事は東棟、西棟、連絡棟の順番で竣工させる計画とする。そのため、各棟は、それぞれの工事が完了した時点の状態での構造安全性を確保する計画とする（下図）。



免震部材の種類		
種類	特徴	免震部材の形状（注1）
RB 天然ゴム系積層ゴム アイソレータ	<ul style="list-style-type: none"> 天然ゴムと鋼板の薄板を多層に重ね合わせたもので、鉛直方向に高い剛性、水平方向に柔らかい剛性を有しており、線形性に富んでいる エネルギー吸収能力はないので、他のダンパーと組み合わせることが必要である 	
LB 鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータ 錫プラグ入り積層ゴムアイソレータ	<ul style="list-style-type: none"> 積層ゴムの中央に設けられた円形の中空孔に鉛または錫を封入し、水平変形時にその塑性変形によりエネルギーを吸収するダンパー内蔵型の積層ゴム ダンパーが一体型であるため、省スペースで施工上の利点がある 	
HDR 高減衰ゴム系積層ゴムアイソレータ	<ul style="list-style-type: none"> ゴム高分子に特殊な充填材を加えて、ゴム材料自体に高いエネルギー吸収性能を与えた積層ゴム。大変形前後でせん断剛性が低下するため若干扱いにくい ダンパーが一体型であるため、省スペースで施工上の利点がある 	
EB 弾性すべり支承	<ul style="list-style-type: none"> 端面にテフロン（四フッ化エチレン）樹脂のすべり材がついた積層ゴムとすべり板（ステンレス板に表面処理したもの）を組合せた支承 免震層の長周期化が図れ、摩擦力によってエネルギーを吸収できる 	
CLB 転がり支承	<ul style="list-style-type: none"> ボールベアリングを用いたスライダを十字に組み合わせたもので、摩擦係数が極めて小さいため、免震層の長周期化が図れる 引抜き抵抗力があるため、引抜きが生ずる箇所にも使用できる 	
SSB 球面すべり支承	<ul style="list-style-type: none"> 上下に厚鋼板を球面加工したコンケイブプレート、内側に防食性を高めるステンレス製のすべり板、低摩擦係数を実現するすべり材で構成された支承 振り子の原理を利用することで免震層の固有周期は建物重量に左右されない 	
SD 鋼材ダンパー	<ul style="list-style-type: none"> 鋼板をU型に加工したものを組合せたもので、必要に応じて4~8本を1箇所を設置する 鋼材の塑性変形によりエネルギーを吸収する 積層ゴムアイソレータと一体化して使用することも可能 	
OD オイルダンパー	<ul style="list-style-type: none"> オイルが密閉されたシリンダーの中をピストンが押し引きされる際に生ずる減衰力によりエネルギーを吸収する。 吸収したエネルギーは熱として放出される 	
RD 減衰こま	<ul style="list-style-type: none"> 直線運動（軸運動）をボールネジによって速度を増幅した回転運動に変換、粘性体を充填した減衰部の外筒と回転体との間で生じる粘性抵抗により大きな減衰力を発揮する 	

注1：代表的な形状例

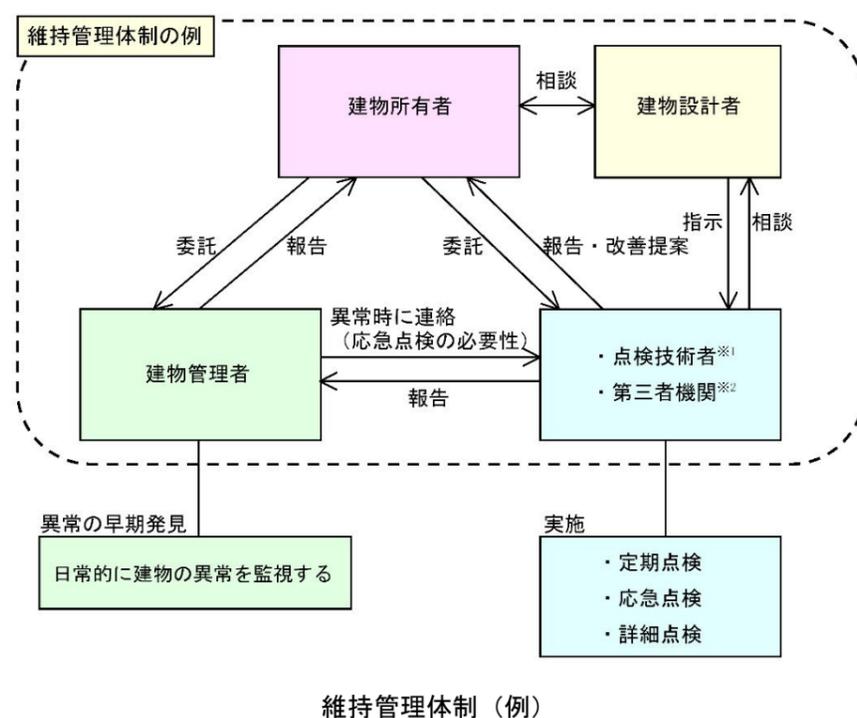
4.7 免震層の維持管理

建築物は建築基準法第8条の規定により適切に管理されなければならない。免震建物における免震装置は建物の支持性能および耐震性能を左右する重要な装置であり、専門技術者による適切な維持管理を行う必要がある。

以下に免震装置の維持管理を行う上で必要な点検の種別、目的、実施時期等に関して、点検内容の概要、維持管理例を示す（「(社)日本免震構造協会 免震建物の維持管理基準-2018-」）。

- ・竣工時検査 : 今後の点検に必要な初期値を計測する目的で、建物の竣工時に施工者および工事監理者の立会のもと実施する。
- ・定期点検 : 定期的に異常の有無を検出する目的で行う。毎年免震層の見回りを実施するほか、建物竣工後5年、10年、以後10年毎に計測を含めた点検を実施する。
- ・応急点検 : 概ね震度5弱以上の地震、平均風速で概ね30m/sを超える強風、あるいは水害および火災の影響が免震層に及んだ場合に、被災直後に目視を中心とした見回りを実施する。
- ・詳細点検 : 定期点検あるいは応急点検で免震装置の異常が認められた場合に、その原因の把握と対応を検討するために、計測を含めた詳細点検を実施する。

なお、地震時等災害時における免震装置の挙動を推定し、実施する点検項目を定める際の目安とするために、地震計や変位計を設置し計測を行う。



維持管理体制 (例)

※1 (社)日本免震構造協会が認定した資格技術者
 ※2 (社)日本免震構造協会など

免震部材の点検項目 (例)

点検の種類			定期点検		定期点検(応急点検)			
実施時期			1回/年程度		竣工後5、10年、以降10年毎(応急点検は被災時)			
位置	点検項目		調査箇所	調査方法	調査箇所	調査方法		
免震部材	支承	積層ゴム系	積層ゴムの外観	傷	全数	目視	目視・計測	
			鋼材部の状況	腐食(発錆)			目視	目視
		取付部	目視	目視				
		積層ゴムの変位	鉛直変位	—			計測	
		水平変位	—	計測				
		—	—	—			計測	
	すべり系	すべり板	汚れ・異物付着	全数	目視	目視は全数 計測は 指定箇所	目視	
			腐食(発錆)				目視・計測	
		傷	目視				目視	
		装置の変位	鉛直変位				—	計測
		水平変位	—				計測	
		—	—				—	計測
転がり系	転がり面	汚れ・異物付着	全数	目視	目視は全数 計測は 指定箇所	目視		
		腐食(発錆)				目視	目視	
	傷	—				計測		
	装置の変位	鉛直変位				—	計測	
	水平変位	—				計測		
	—	—				—	計測	
ダンパー	弾塑性系	状況(外観)	全数	目視	目視は全数 計測は 指定箇所	目視		
		腐食(発錆)				目視	目視	
	取付部	—				計測		
	形状	主要寸法				—	計測	
	水平変位	—				計測		
	—	—				—	計測	
流体系	状況(外観)	本体	全数	目視	目視は全数 計測は 指定箇所	目視		
		腐食(発錆)				目視	目視	
	取付部	—				計測		
	装置の変位	水平変位				—	計測	
	粘性体・オイル	液漏れ				目視	目視	
	減衰	減衰係数				—	必要に応じて計測	
免震層・建物外周部	建物	建物外周部の状況	指定位置	目視	外周・EXP. J	計測		
		クリアランス				—	目視	
免震部材	免震層の状況	建物位置標識	免震層全体	目視	免震層全体	計測		
		建物位置				—	目視	
可撓部	配管・配線	可撓継手部	全数	目視	全数	目視		
		取付状況・液汚れ				目視	目視	
その他	試験体	変位吸収部	全数	目視	全数	目視		
		余長				—	目視	
初期値	確認	試験体数	試験体数	—	試験体数	目視		
		位置・個数				—	目視	
ばね係数・等価減衰係数	確認	試験体数	試験体数	—	試験体数	必要に応じて計測		
		試験体数				—	必要に応じて計測	

出典 (社)日本免震構造協会「免震建物の維持管理基準」

4.8 構造方式の比較

CASE	①			②			③			④		
	(西棟) 免震 + (連絡棟・東棟) 一体耐震構造			(全棟) 一体免震構造			(西棟) 免震 + (連絡棟・東棟) 一体免震構造			(各棟独立) 免震構造		
各棟の構造方式												
棟	西棟	連絡棟	東棟	西棟	連絡棟	東棟	西棟	連絡棟	東棟	西棟	連絡棟	東棟
構造形式	免震	耐震 (制振)		一体免震			免震	一体免震		免震	免震	免震
	免震構造と耐震構造の組み合わせ			一体免震構造			2棟の免震構造			3棟の免震構造		
耐震性能	◎	○		◎			◎	◎		◎	◎	◎
重要度係数: I	I=1.5相当	I=1.5		I=1.5相当			I=1.5相当	I=1.5相当		I=1.5相当	I=1.5相当	I=1.5相当
大地震後状態	無損傷 (機能維持)	軽微損傷 (機能維持)		無損傷 (機能維持)			無損傷 (機能維持)	無損傷 (機能維持)		無損傷 (機能維持)	無損傷 (機能維持)	無損傷 (機能維持)
特徴	東棟 (STEP4)、連絡棟 (STEP8) は一体化し、付加制振による耐震構造とし、西棟 (STEP7) 免震構造と切り離すことで、工事期間中の安全性の確保と工期短縮、コスト縮減を図る案。 東棟、連絡棟は、大地震時でも損傷は最小限とし、機能維持を図る計画とする。地震時の揺れが免震に比べて大きくなる。			全棟を一体化し免震構造とする案。完成時には全棟免震構造となるため、大地震時でも構造体は無傷で機能維持が図られる。仮使用状態での一体化接続となるため、使用状態の棟への工事の影響が大きい。			東棟 (STEP4)、連絡棟 (STEP8) を一体化した免震構造とし、西棟 (STEP7) を構造計画上、別棟の免震構造とする案。大地震時でも全棟の構造体は無傷で機能維持が図られる。 STEP4+STEP8と西棟 (STEP7) をそれぞれ独立した免震構造とするため、1階フロアレベルでExp.Jのクリアランスは通常の2倍必要となり、建築計画、設備計画に影響がある。			東棟 (STEP4)、西棟 (STEP7)、連絡棟 (STEP8) を構造計画上、それぞれ別棟の免震構造とする案。大地震時でも全棟の構造体は無傷で機能維持が図られる。 STEP4、STEP7、STEP8の各棟間は、1階フロアレベルでExp.Jのクリアランスが通常の2倍必要となり、建築計画、設備計画に影響を与える。		
Exp.J計画		○		◎			△			×		
(1F) クリアランス		700mm		-			1400mm			1400mm×2か所		
(3F) クリアランス		850mm		100mm			1500mm			1500mm×2か所		
コスト		◎		○			△			△		
(増額幅)		-		STEP4、STEP7、STEP8 (完成時) の3パターン状態で安全性確保が必要となりやや工事費が割高になる。			免震工事範囲が広がり、Exp.J金物などが規格外の大きさとなりコストの増要因となる。			免震工事範囲が広がり、Exp.J金物などが規格外の大きさとなりコストの増要因となる。		
工期・施工		◎		○			△			△		
(工期)		-		免震ビット範囲が増える分、地下工事含めて工期が延長。免震-免震の接続工事が難易度の高い工事となる。			免震ビット範囲が増える分、地下工事含めて工期が延長。免震-免震の接続工事が難易度の高い工事となる。			免震ビット範囲が増える分、地下工事含めて工期が延長。		
課題		-		特に連絡棟 (STEP8) 工事の際に、西棟 (STEP7) との接続工事が使用中の西棟に影響を及ぼす。			免震棟-免震棟間のExp.Jのクリアランスが大きいため、建築計画に影響を与える。対象部位は1か所。			免震棟-免震棟間のExp.Jのクリアランスが大きいため、建築計画に影響を与える。対象部位は2か所。東棟 (STEP4) と連絡棟 (STEP8) の切り離しは、建築計画上困難。		
総合評価		○		◎			○			×		

4.9 構造種別の比較（西棟）

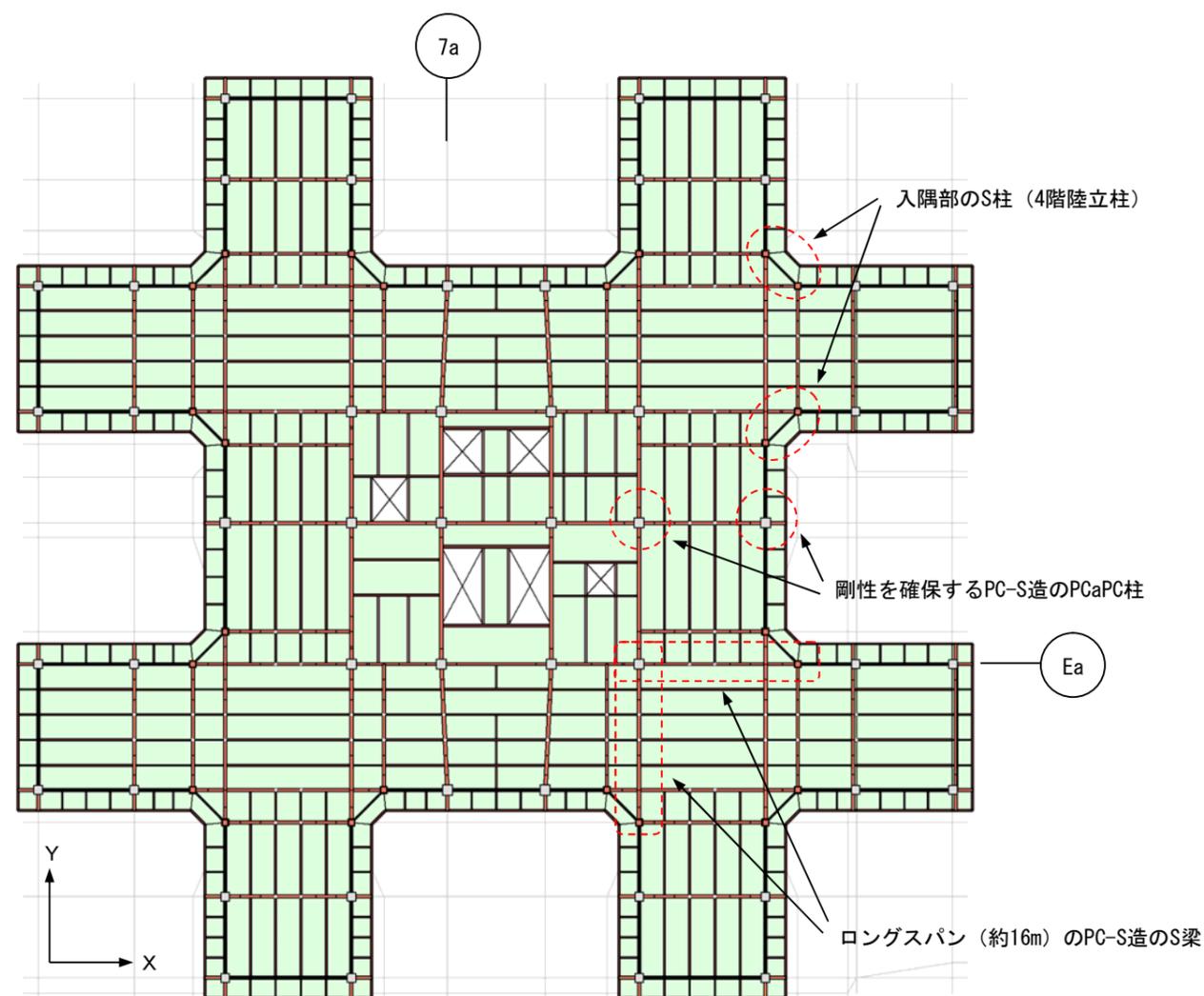
構造種別	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	RC造 柱：RC 梁：RC	RC+PS造 柱：RC 梁：PS	SRC造 柱：SRC 梁：SRC	S造 柱：S 梁：S	SRC+S造 柱：SRC 梁：S	RC+S造 柱：RC 梁：S	PC+S造 柱：PC 梁：S
姿図							
構造方法	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）	免震構造（基礎免震）
耐震性能	○	○	○	◎	○	○	◎
（大地震時の損傷）	RC部分にひび割れが発生	RC部分にひび割れが発生	RC部分にひび割れが発生	損傷なし	RC部分にひび割れが発生	RC部分にひび割れが発生	損傷なし
地震時揺れ	◎	◎	◎	△	○	○	○
（床の応答加速度）				柔らかいため加速度が大き目			
地震時の変形	◎	◎	◎	△	○	○	○
（層間変形角）				S造は柔らかく変形が大き目			
床の剛性	◎	◎	◎	○	○	○	○
（居住性）	RC床組のため面剛性は高い	RC床組のため面剛性は高い	小梁はS造を想定	S造床組	S造床組	S造床組	S造床組
耐久性	○	◎	○	◎	◎	○	◎
（構造体の寿命）	RC部材のひび割れ		RC部材のひび割れ			RC部材のひび割れ	
ロングスパン対応	×	◎	△	◎	◎	◎	◎
	ロングスパン部分の梁にPS導入が必要	梁断面がS造に比べ大きい	ロングスパン梁のコンクリート部分のひび割れが懸念される				
設備配管取り合い	-	△	○	◎	◎	◎	◎
（構造体と設備配管の納まり）	（評価対象外）	PSケーブルの存在により梁貫通に大幅な制限あり					
コスト 指数	-	100	110	120	120	105	110
（構造体のみ）	（評価対象外）						躯体費用は大、現場経費は小
工期	-	△	△	◎	○	○	◎
（評価対象外）	（評価対象外）	現場打ちコンクリートが主	現場打ちコンクリートが主	最も工期短縮が図られる	柱が現場打ちコンクリート	柱が現場打ちコンクリート	
施工性	-	◎	○	○	○	○	○
（ヤード、重機、床段差）	（評価対象外）					床段差（梁段差）が設けにくい 段差梁の工法はゼネコン工法	ヤードが必要 重機が大きくなる
総合評価	-	△	△	◎	○	○	◎
備考 （特記すべき項目）	12.5mスパンは適用外	PS梁と設備取り合いが難しい	S部材の使用重機が大 ヤード、重機検討が必要	柱断面：900口（仕上含む） S部材の使用重機が大 ヤード、重機検討が必要	S部材の使用重機が大 ヤード、重機検討が必要	S部材の使用重機が大 ヤード、重機検討が必要	柱断面：1050口（仕上含む） PC、S部材の使用重機が大 ヤード、重機検討が必要

※東棟、連絡棟、渡り廊下の構造種別は、接続工事の容易さと工期短縮の観点からS造を想定。

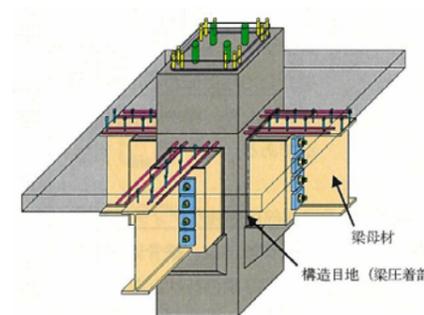
4.10 上部架構計画概要

1) 西棟

- ・構造種別はロングスパン架構を可能とし、かつ免震効果を最大限発揮できる、梁を鉄骨造（以下、S造）、柱をプレキャストプレストレストコンクリート造（以下、PCaPC造）として軽量化しつつ、剛性を高めたプレキャストプレストレストコンクリート柱・鉄骨梁混合構造（梁端部プレストレストコンクリート造）（以下PC-S造）とする。S造梁とPCaPC造柱はPC鋼棒によって圧着接合する（PC-S造概略図参照）。
- ・架構形式は、室内空間をフレキシブルに使用することができるラーメン構造とする。
- ・基準階（4～7階）の入隅部の2本の柱は、4階床レベルで1本に切换え、下階の建築プランに適合できる計画とする。柱は鉄骨造として大梁との取り合い、施工性に配慮する。
- ・2本の鉄骨造柱を1本に集約することで、鉄骨造柱は4階で陸立柱となり、それを受ける大梁については十分な耐力と剛性を確保する。
- ・免震層直上の大梁は、免震部材の反力に対して十分な耐力と剛性を確保することができる現場緊張のプレストレストコンクリート造とする。



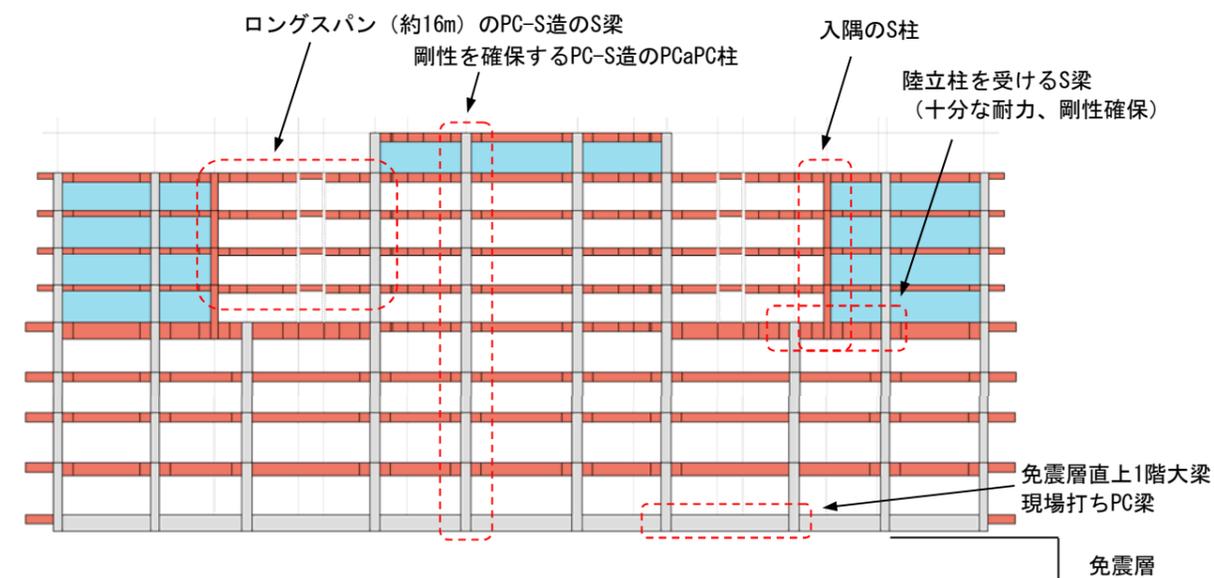
基準階（5～7階）伏図



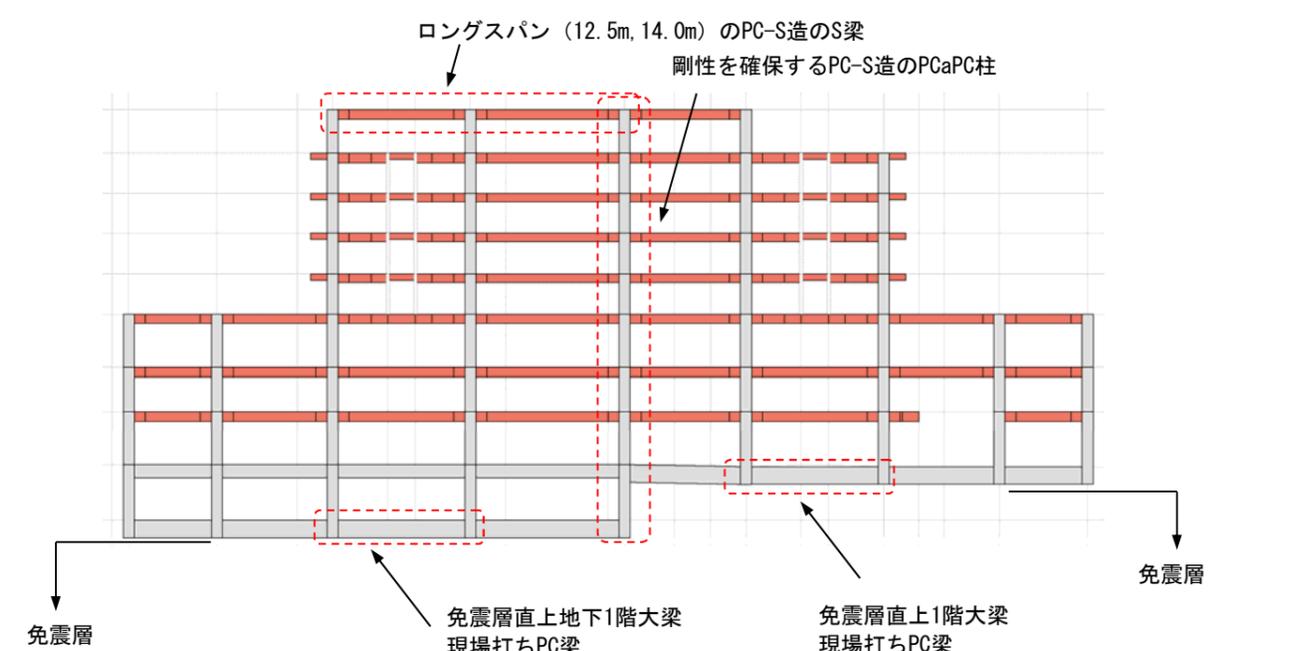
PC-S造概略図

・PC-S造について

PC-S造とは、柱を鉄筋コンクリート造、大梁を鉄骨造とした構造形式のうち、柱と取合う鉄骨造の大梁端部をプレストレストコンクリート造とした構造である。特徴として、鉄骨造の大梁端部をプレストレストコンクリート造とし、柱とPC鋼材により圧着接合することで、鉄骨造の大梁を柱に埋め込まずにラーメン架構とすることができる。



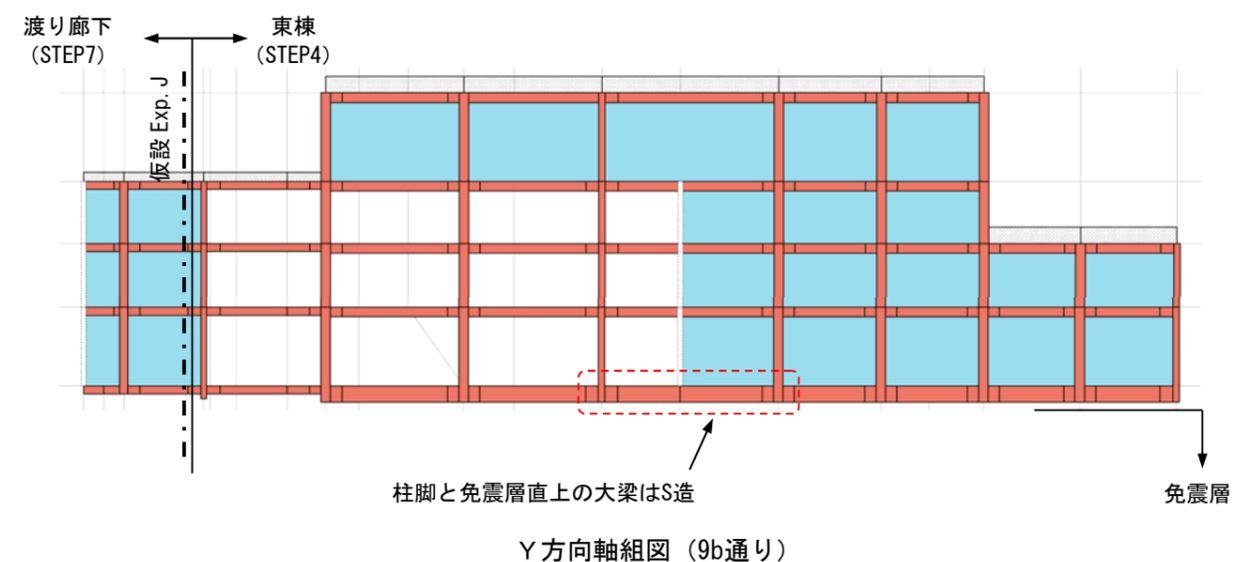
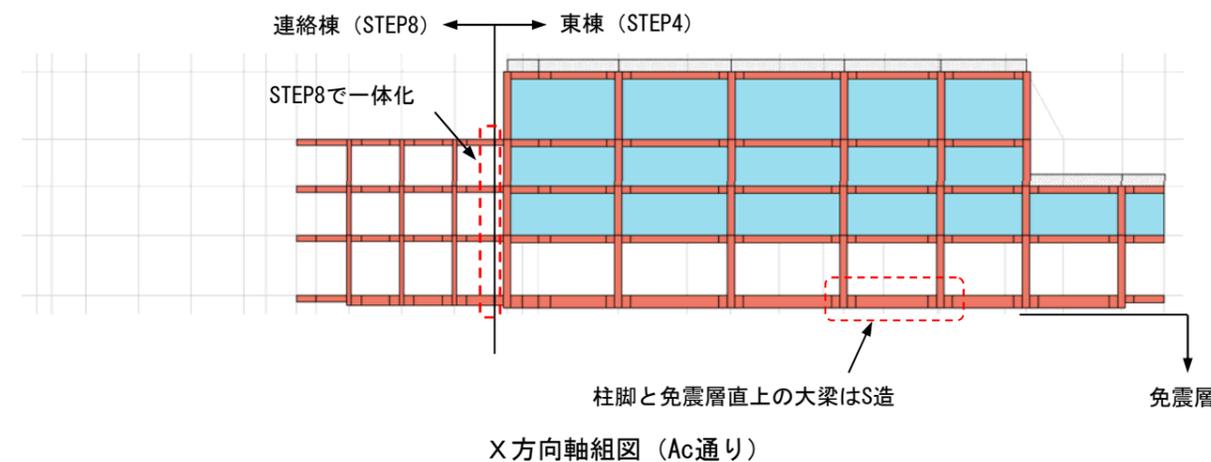
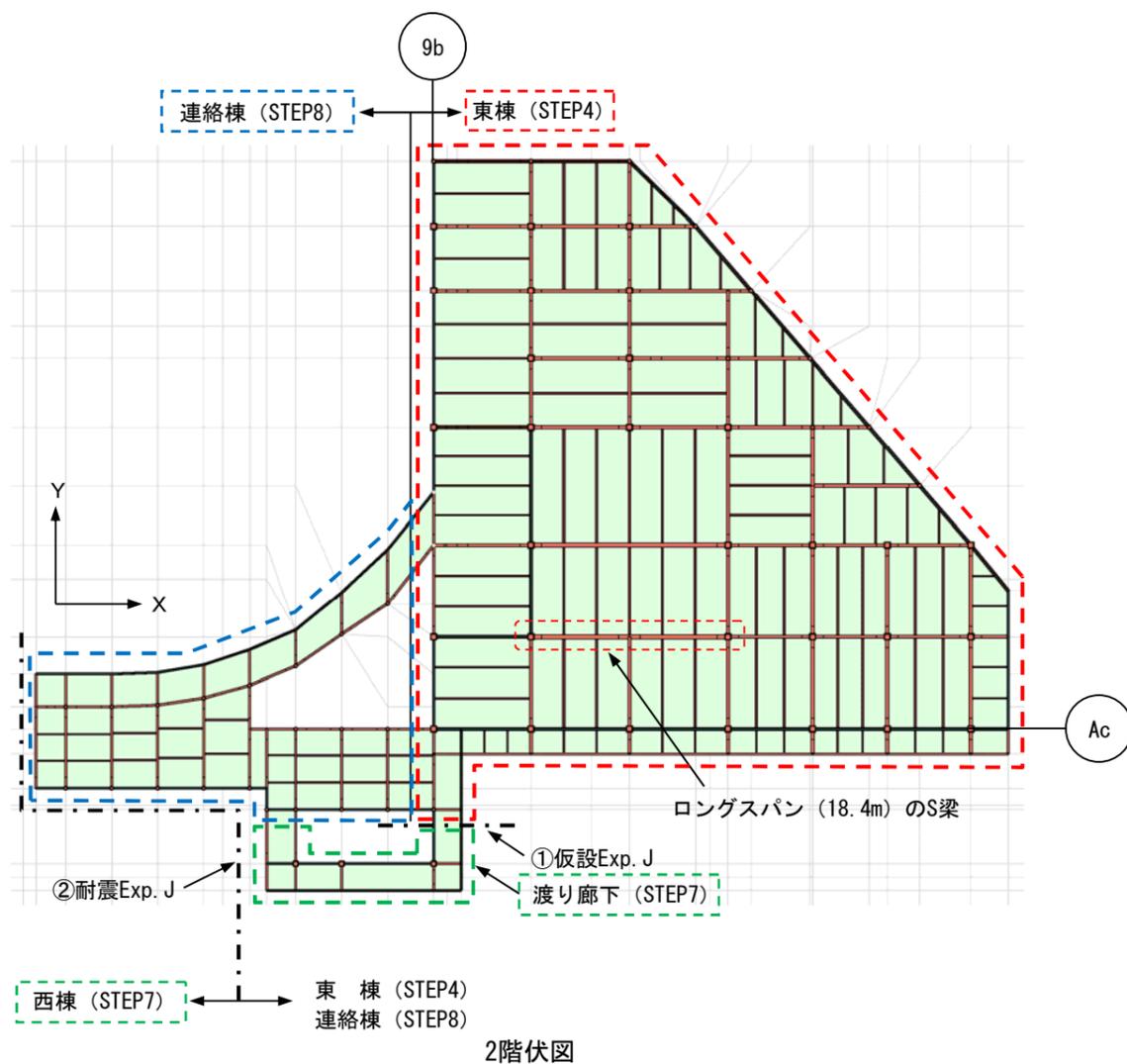
X方向軸組図 (Ea通り)



Y方向軸組図 (7a通り)

2) 東棟・連絡棟

- 構造種別は、最大スパンが18.4mとロングスパンであることから、架構を軽量化でき、ロングスパンにも対応することができる鉄骨造とする。
- 架構形式は、室内空間をフレキシブルに使用することができるラーメン構造とする。
- 柱の柱脚は、免震層直上の大梁（1階大梁）との納まりを考慮し、鉄骨造とする。
- 免震層直上の大梁（1階大梁）は、工期の短縮、および免震部材の反力に対して十分な耐力と剛性を確保することができる鉄骨造とする。



• Exp. Jの考え方

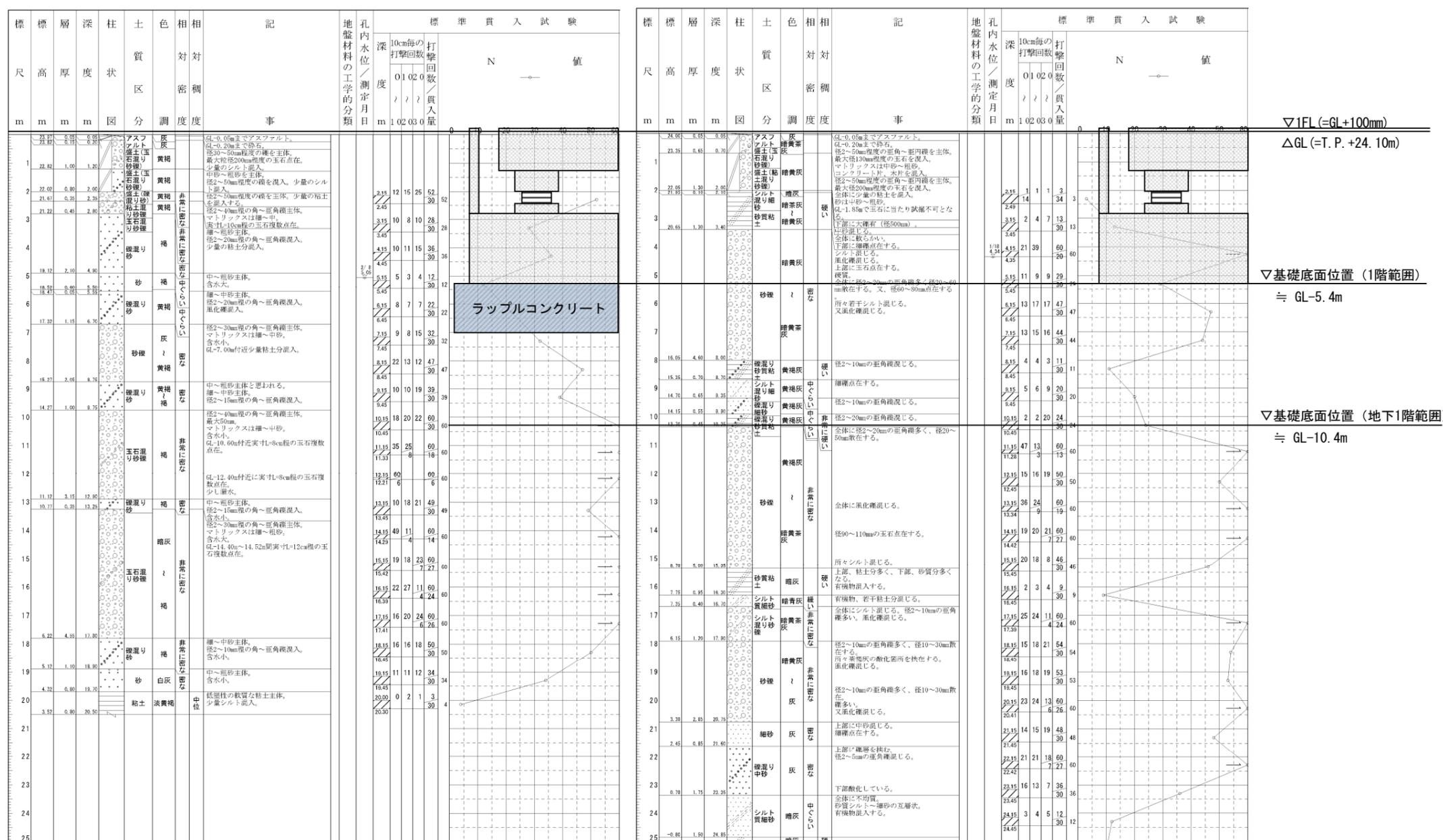
- ①仮設Exp. J：連絡棟完了前は、東棟と渡り廊下との接続範囲が狭く応力伝達が困難なため、東棟と渡り廊下の上に仮設のExp. Jを設ける。STEP8でExp. Jを取り除いた後、連絡棟と東棟を一体化する。なお、Exp. Jのクリアランスは免震（東棟）と免震（渡り廊下）間となるため1400mm以上となる。
- ②耐震Exp. J：西棟と東棟・連絡棟の上部架構は応答性状が異なるため、1階床は一体とするが、西棟と連絡棟の間には2階床以上に耐震Exp. Jを設ける。Exp. Jのクリアランスは高さの1/100とする。3階床位置のクリアランスは約100mmとなる（最大は連絡棟の屋根位置（西棟4階床位置）で約150mm）。

4.11 基礎構造計画

基礎形式は、建物規模および現在までに分かっている地盤状況から、西棟・東棟・連絡棟ともに直接基礎とする。

基礎底は、地下がない範囲をGL-5.4m、地下がある範囲をGL-10.4mと設定し、支持層はボーリングNo.2ではGL-7m付近、ボーリングNo.9ではGL-3.5m付近から出現する砂礫層を想定する。

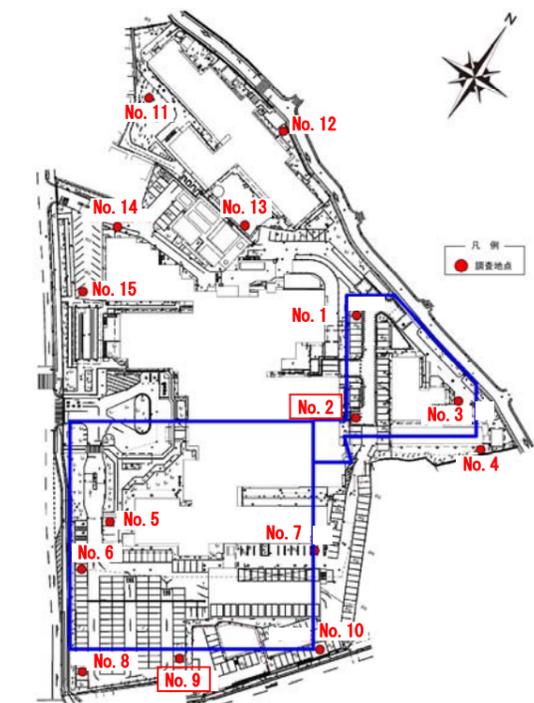
したがって、ボーリングNo.2周辺では基礎底よりも深い位置が支持層（砂礫層）となるため、基礎底から支持層までを地盤改良（ラップルコンクリートなど）を施す計画とする。



ボーリングNo.2 柱状図 (孔口標高 T.P.+24.02m)

ボーリングNo.9 柱状図 (孔口標高 T.P.+24.05m)

▽1FL (=GL+100mm)
 △GL (=T.P.+24.10m)
 ▽基礎底面位置 (1階範囲)
 ≒ GL-5.4m
 ▽基礎底面位置 (地下1階範囲)
 ≒ GL-10.4m



ボーリング調査位置図

4.12 時刻歴応答解析

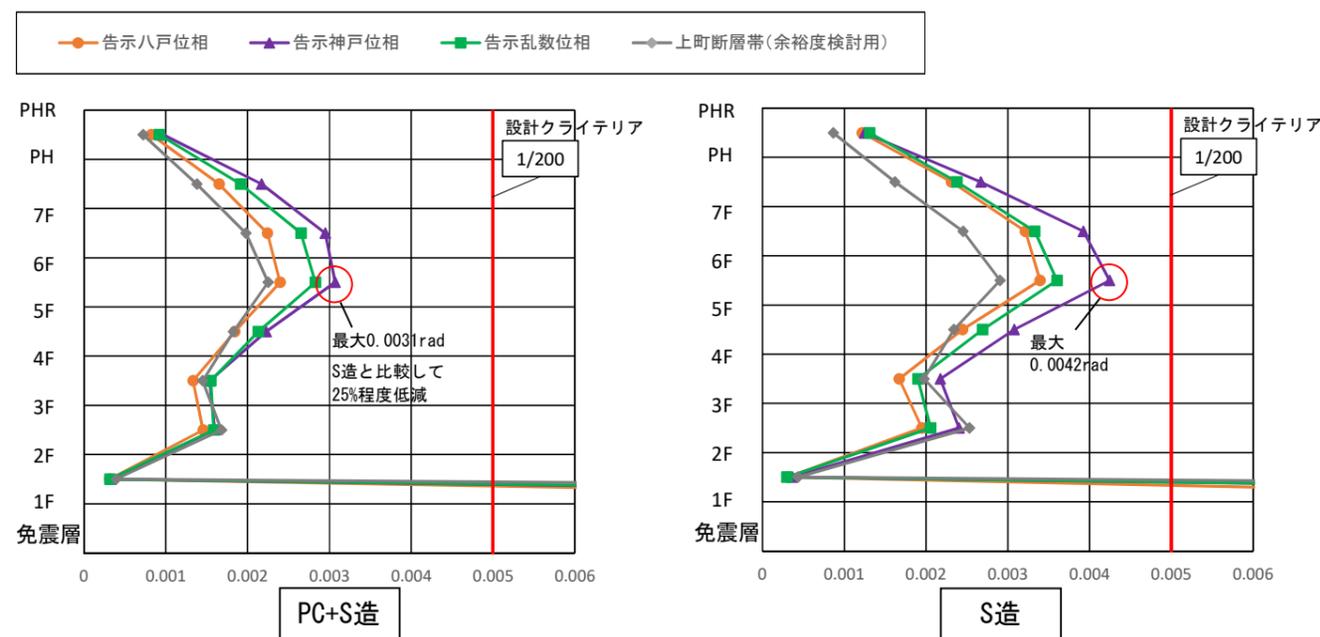
1) 時刻歴応答解析方針

- ・診察、病室等の主要な病院機能をもつ西棟について、地震時の揺れの程度を確認するために、西棟工事完了時（STEP7）の状態（西棟単独）で時刻歴応答解析を行う。
- ・時刻歴応答解析は、「4.9 構造種別の比較」（P. 2-9）で総合評価の高い④S造（鉄骨造）と⑦PC+S造（プレキャストプレストレストコンクリート柱・鉄骨造梁混合構造）について行う。

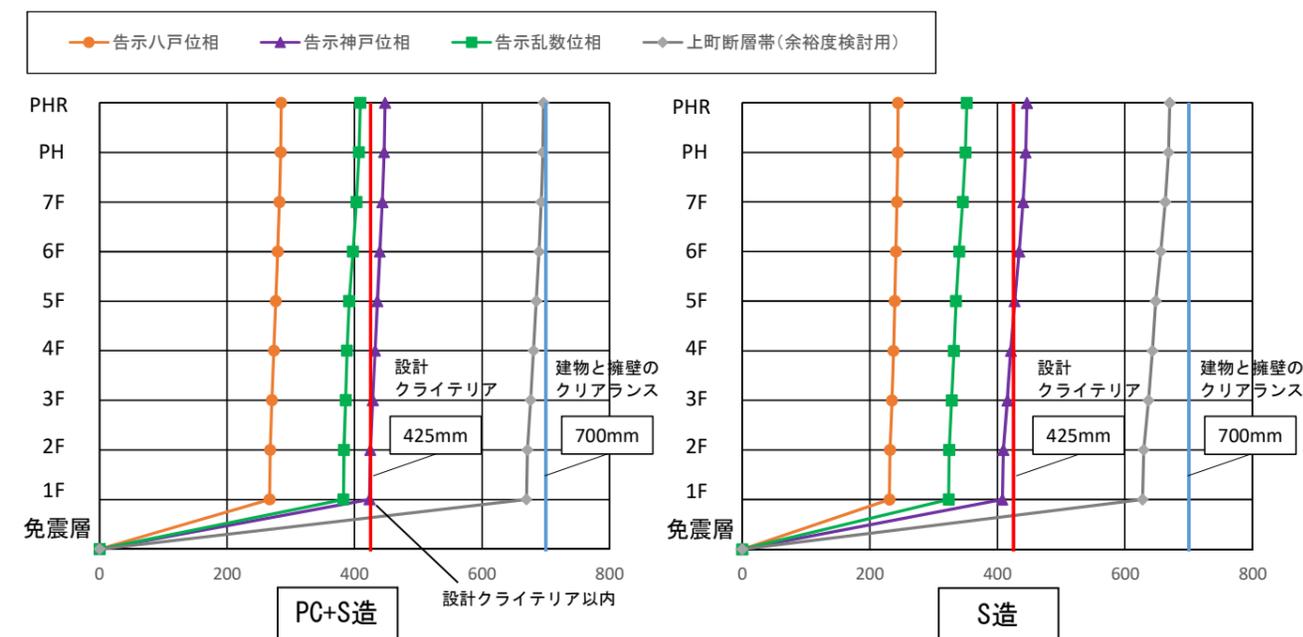
2) 時刻歴応答解析結果

時刻歴応答解析結果を以下に示す。

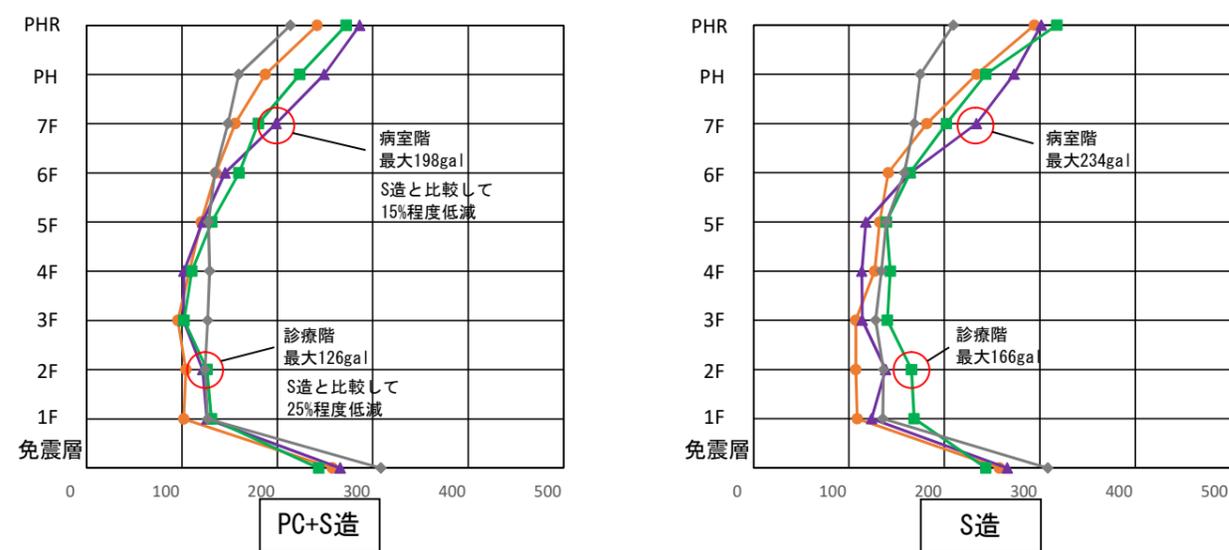
「4.9 構造種別の比較」に示す通り、地震時の揺れ（最大層絶対加速度）、地震時の変形（最大層間変形角）については、S造と比較して構造種別として採用したPC+S造の応答が低減していることを確認した。



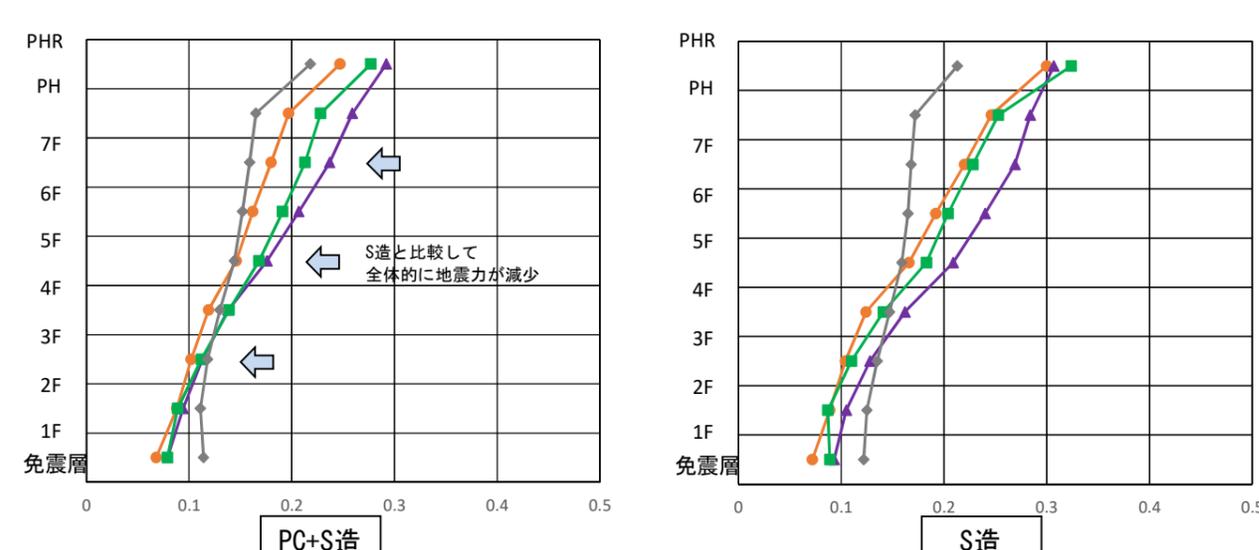
最大層間変形角 (rad)



最大相対変位 (mm)



最大層絶対加速度 (cm/s²)



最大層せん断力係数