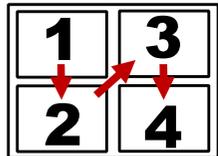


(一社)日本BP材協会 HP掲載資料

# BP材+TKSの高層化に向けて

2018年4月27日(金)



掲載資料の参照順序



## BP材+TKS構法の高層化に向けてはじめに

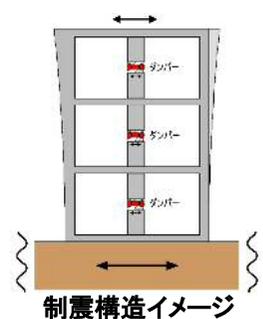
「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行により、中・大規模木造建築物の計画が増えると同時に、明るく開放的な空間を実現するための**大断面材料**や、**大空間を実現する接合構法**に対する要求が増えている。

本資料では、木造(BP+TKS)+免震構造又は制震構造の採用により、より高い耐震グレードの採用や大規模建築への対応へ向けた可能性について検討した結果を示す。

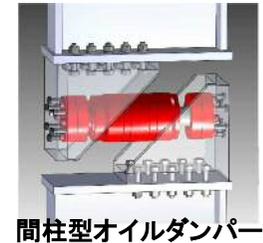


## 1. BP材+TKS構法+デバイス

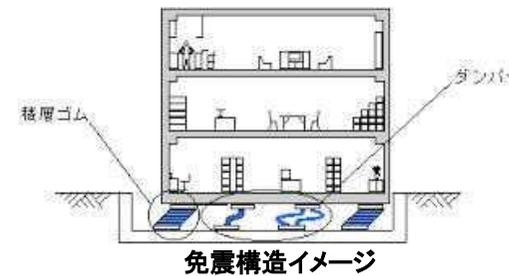
- 1.1 耐震グレード
- 1.2 建物条件
- 1.3 木造(BP+TKS)+免震構造
- 1.4 木造(BP+TKS)+制震構造



制震構造イメージ



間柱型オイルダンパー



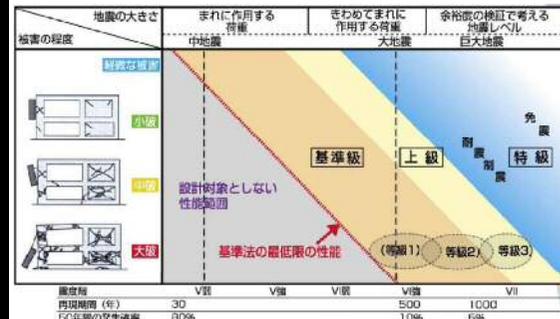
免震構造イメージ



天然ゴム系積層ゴム支障

## 1.1 耐震グレード※1

地震動の大きさ



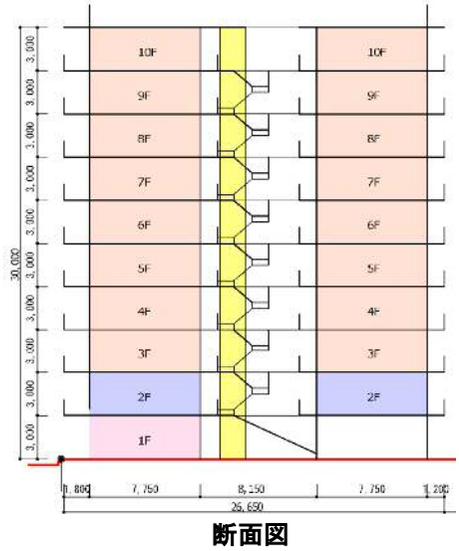
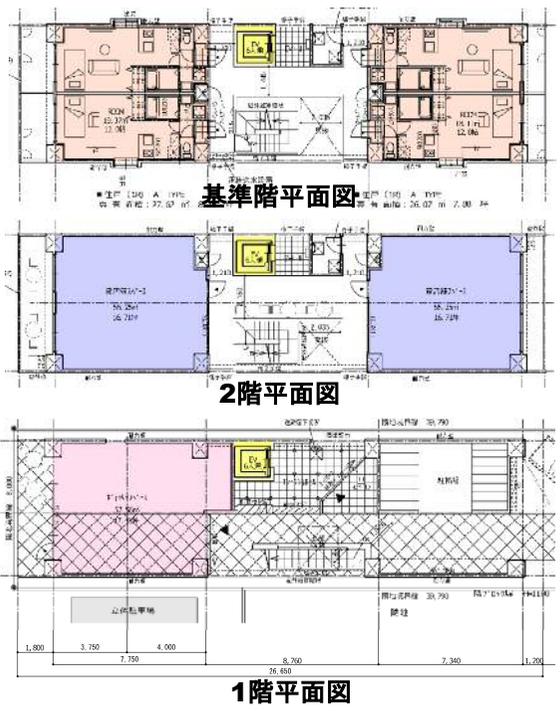
震度階	V弱	V強	VI弱	VI強	VII
再現期間(年)	30	500	1000	5000	10000
50年間の発生確率	30%	10%	10%	10%	5%

※1 JSCA「社会にむけての構造設計パンフレット」

耐震性能グレード	耐震性能グレード (大震30年に発生する被害別)		
	基準級	上級	特級
構造体	大震~中破 人命は守られるが壊れしはるる被害被害が生じる	中破~小破 部分的な被害が生じる	軽微・無被害 被害はほとんど生じない
非構造壁	大震は被害を受け、一部の壁は崩れ被害に被害が及ぶ	一部被害を受け、修復が必要	(ほとんど被害は生じない)
仕上げ材 非構造部材	大震時に被害が生じ、大規模な被害が生じる	一部被害を受け、修復が必要	(ほとんど被害は生じない)
設備機器等	機器の転倒・損傷等の被害が生じ、修理が必要になる	一部に被害が生じる	
再使用はできるのか? ※1	再使用のための修復に半価~1.5倍程度の費用が必要になる	再使用のための修復に1.5倍~半程度を要する	ほとんどの場合、地震直後から使用可能
増設設備費用は? ※2 基準級との比較	1.0	1.05~1.10	1.05~1.15

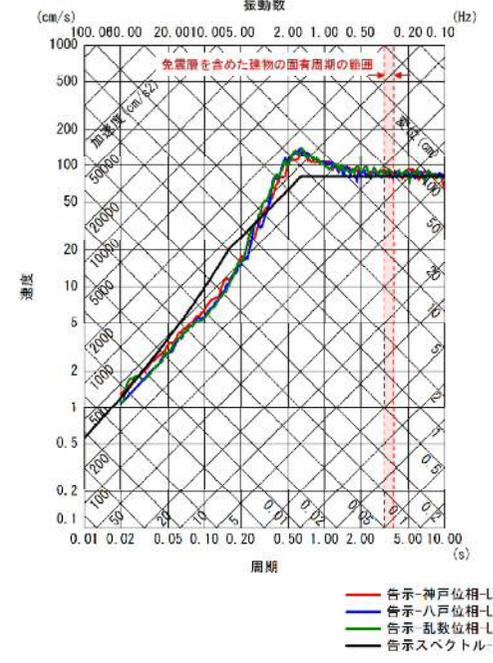


# 1.2 建物条件

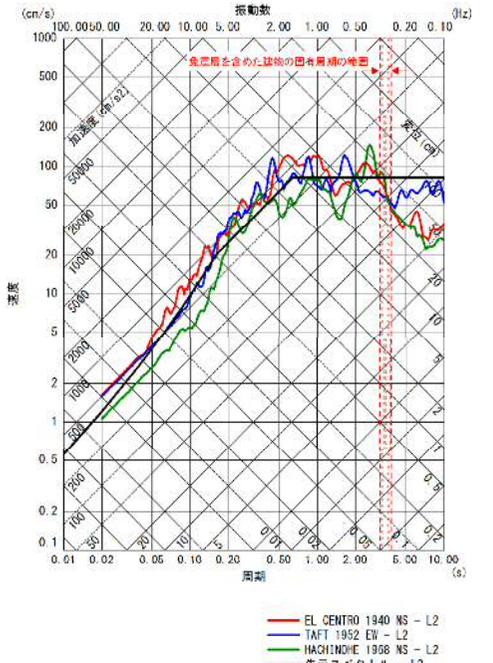


規模: 10階建  
 用途: 1階: 駐車場、ギャラリー  
 2階: 店舗  
 3階~10階: 共同住宅  
 X方向: 7.75m, 8.15m, 3スパン  
 Y方向: 6.80m, 1スパン

# 設計地震波(極めて稀に発生する地震動)



告示波(極稀)

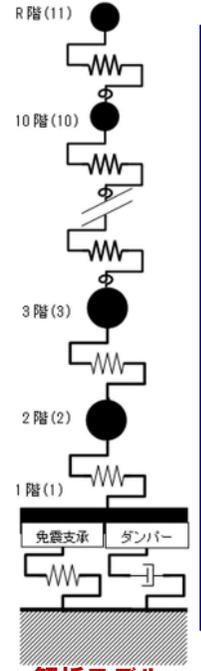


観測波(極稀)

# 荷重条件

階	室名	仕様	厚さ mm	単位重量	荷重 N/m <sup>2</sup>	設計用床荷重		
						床版小梁用	架構用	地震用
1F	駐車場 (RC造)	仕上げ			500	DL 6,200	6,200	6,200
		均しモルタル	20	23.0	460	LL 5,400	3,900	2,000
		床版	200	24.0	4,800	TL 11,600	10,100	8,200
		デッキ			200			
		設備配管			200	T 200	積載No 7	電算No 4
		D/L計 (固定)			6,200	Wp 1,400	HSOK	
2F	店舗 (RC造)	仕上げ			500	DL 8,500	8,500	8,500
		間仕切り壁			500	LL 2,900	2,400	1,300
		床版	200	24.0	4,800	TL 11,400	10,900	9,800
		デッキ			200			
		シンダーコン	100	23.0	2,300		積載No 4	電算No 6
		設備配管			200	T 200		
NF	住宅 (木造)	仕上げ(モルタル含)			500	DL 3,000	3,000	3,000
		ALC版 (t=120)	120	6.5	780	LL 1,800	1,300	600
		間仕切り壁			500	TL 4,800	4,300	3,600
		構造用合板			100			
		床組			450		積載No 0	電算No 1
		設備配管/天井(耐火仕様)			600	T 0		7
RF	屋根 (木軸+RCスラブ)	仕上げ			200	DL 3,900	3,900	3,900
		アスファルト防水			200	LL 1,900	600	400
		RCスラブ	120	24.0	2,880	TL 4,900	4,500	4,300
		構造用合板			100			
		床組			450		積載No 0	電算No 11
		設備配管/天井(耐火仕様)			600	T 0		10

# 免震 構造応答解析概要・耐震判定基準



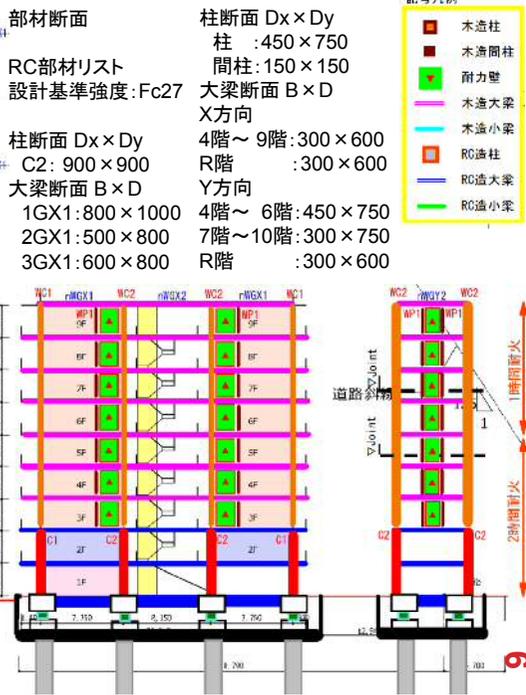
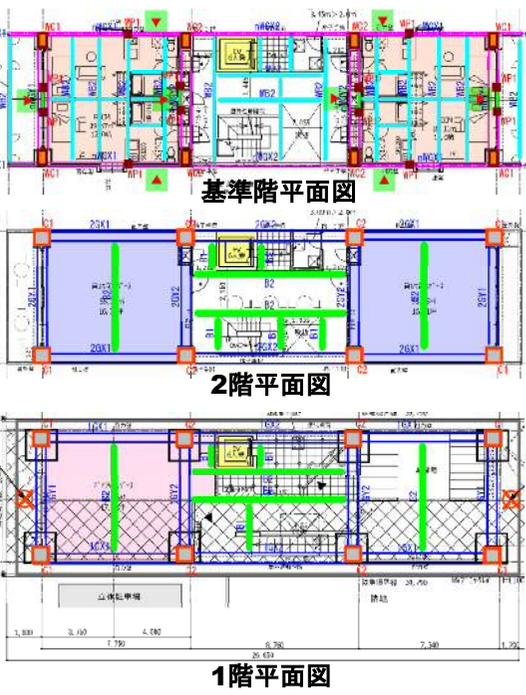
解析モデル

- 多質点系モデル**
- 等価曲げせん断型
  - 履歴特性
    - 木部: 原点指向型ナル
    - RC部: 剛性低減型ナル
  - 減衰
    - 瞬間剛性比例型
  - 1次減衰定数
    - 免震層上部: h=2.0%
  - 免震装置
    - LRB: 歪み依存型 Bi-Linear
    - RB: 弾性 Bi-Linear
    - BDS: 速度依存型 Bi-Linear
    - SSR: Bi-Linear

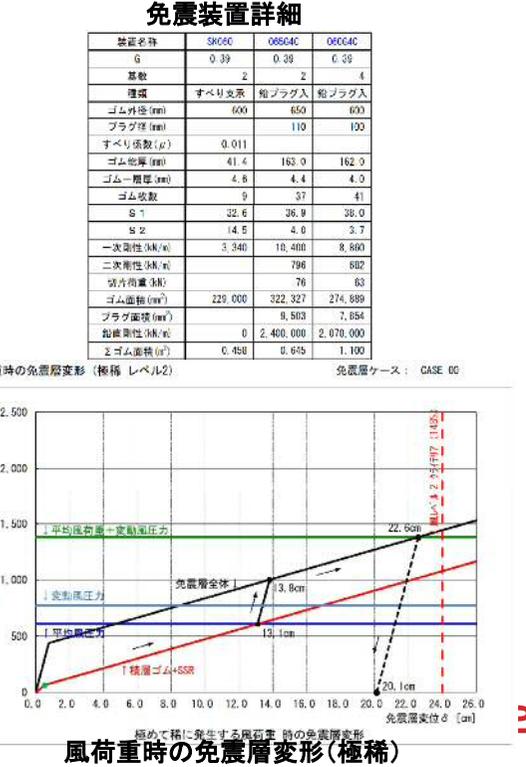
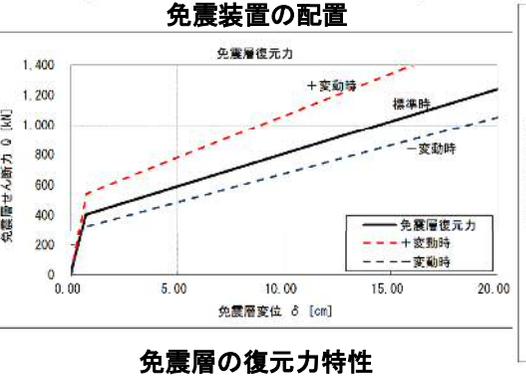
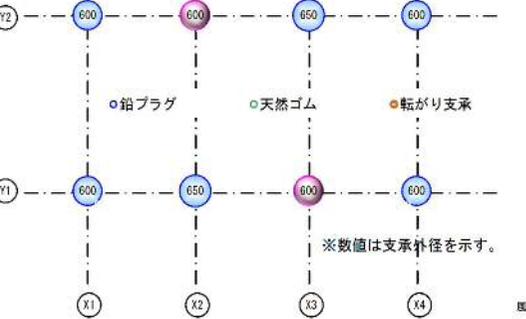
項目		レベル1	レベル2	
上部構造	部材の状態	短期許容応力度以下		
	層せん断力	応答層せん断力÷設計用層せん断力 ≤ 1.0		
	層間変形角	1/200 以下	1/120 以下	
	水平加速度*1	300cm/s <sup>2</sup> 程度	500cm/s <sup>2</sup> 程度	
免震層	最大変位	215mm以下 (γ=133%)	430mm以下 (γ=266%)	
	最大速度	≤150cm/sec (オイルダンパーの限界速度以下)		
	積層ゴム支承面圧 (NRB, LRB)	圧縮	短期許容面圧*2以下	かつ σ' 以下
		引張	支承に引張力を生じさせない	-1.0N/mm <sup>2</sup> 以上
転がり支承 (CLB)	圧縮	短期許容荷重以下		
	引張	支承に引張力を生じさせない	短期許容荷重以下	
基礎	部材の状態	短期許容応力度以下		

レベル1: 稀に発生する地震地震動(中地震),  
 レベル2: 極めて稀に発生する地震地震動(大地震)  
 γ: 積層ゴム支承のせん断歪み σ': 性能保証変形によって定まる短期許容面圧  
 \*1: 水平加速度の目標値は、通常人が使用する階(1階~10階)のみを対象とする。  
 \*2: 短期許容面圧=基準面圧×2

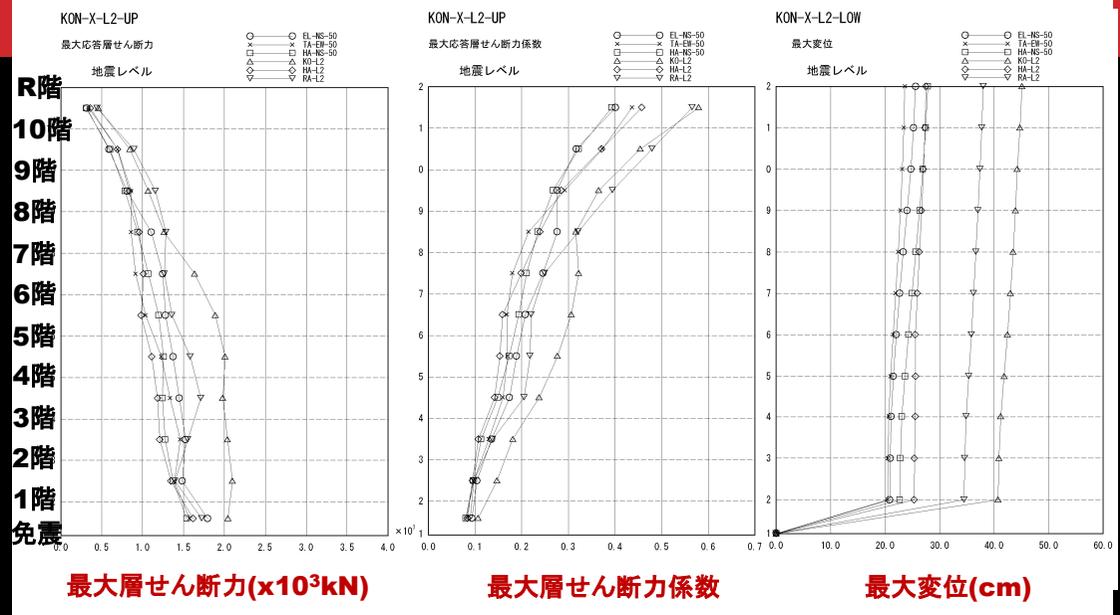
# 1.3 木造 (BP+TKS) +免震構造



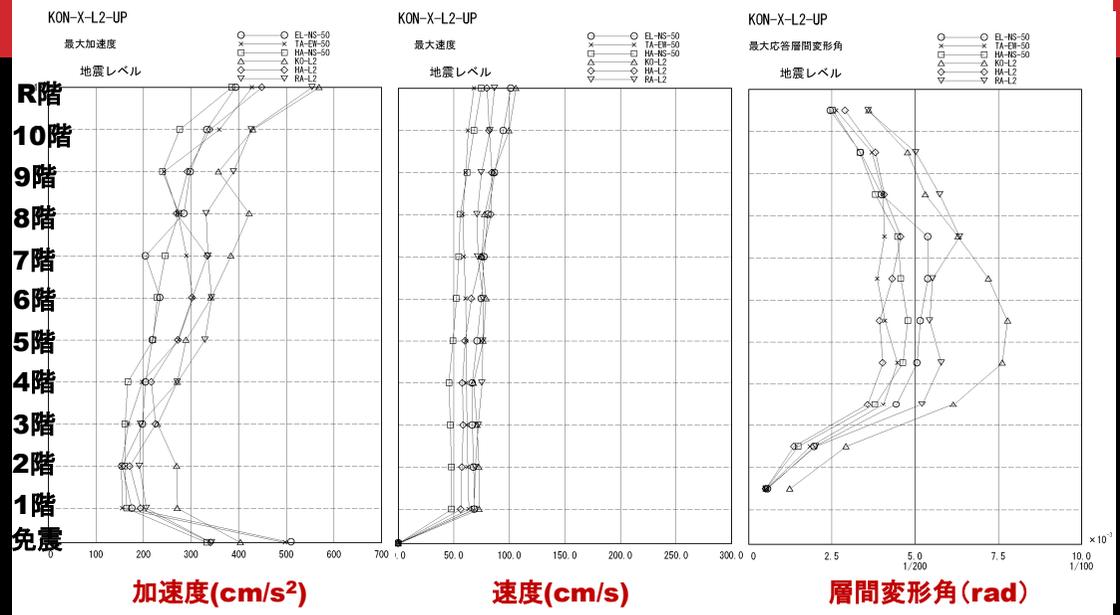
## 設計地震波



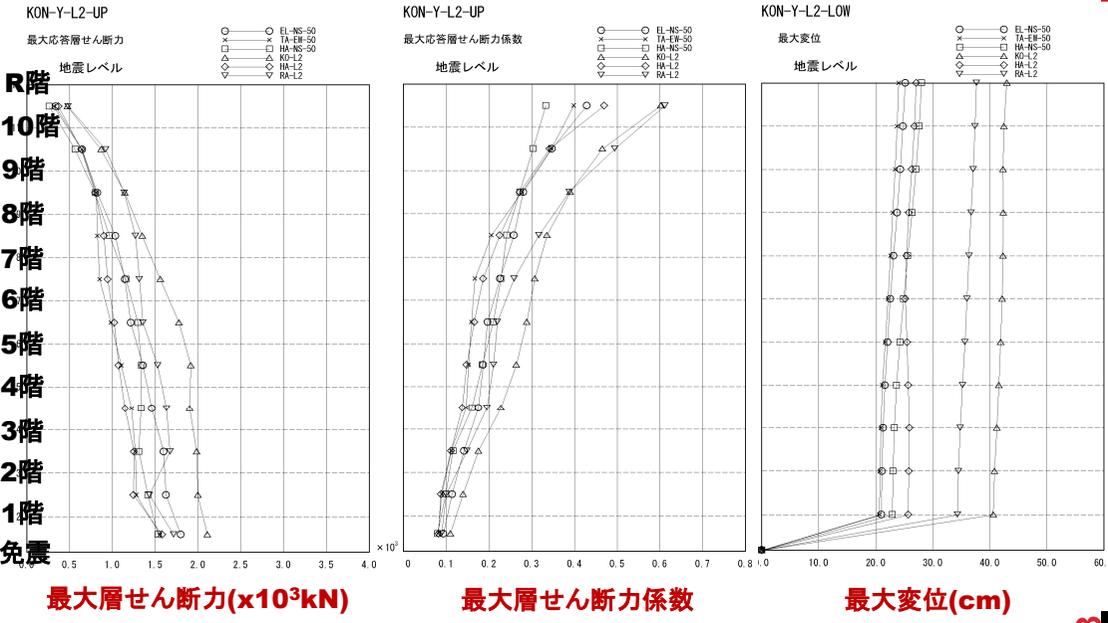
## 応答解析結果X方向 ①



## 応答解析結果X方向 ②



# 応答解析結果Y方向 ①



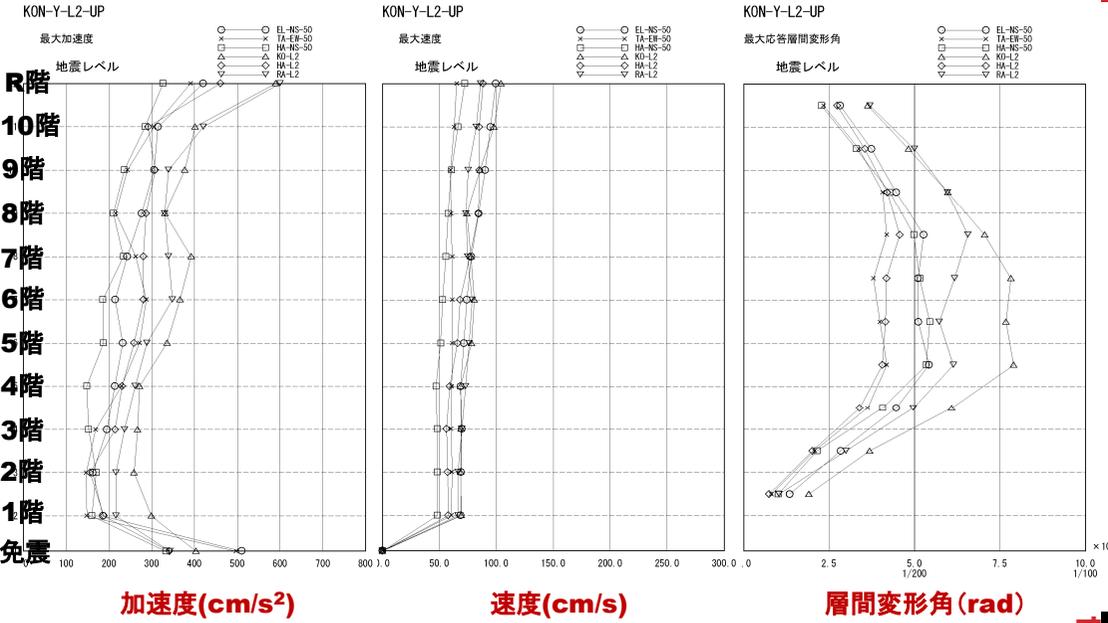
# BP材+TKS構法+免震構造とした場合の傾向

◆部材の状態  
極めて稀に発生する地震動時においても、木造架構とRC架構の作用応力度は、短期許容応力度以下で設計可能。

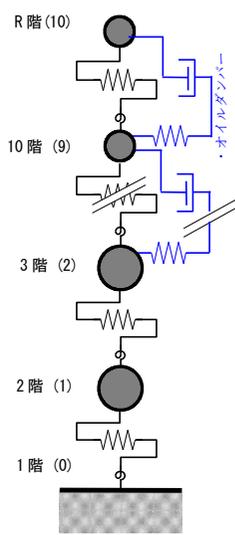
◆固有周期について、  
木造は、RC造に比べて建物重量が軽いため、免震層を含めた建物の固有周期を延ばすのが難しい。前述の免震装置配置の場合に等価周期で3秒後半程度となる。  
鉛ダンパー等の減衰力を小さくすると固有周期を延ばすことが可能であるが、極めて稀に発生する風圧力に対する免震層変形が大きくなる。

◆地震動入力の低減について  
木造はRC造に比べて各層剛性が小さいため、高次モードの影響を受けやすい。そのため加速度を落とすのが難しい。耐力壁を配置して各層剛性を上げると有効であると考えられる。  
前述の免震装置配置でベースシヤール係数 $C_b=0.2$ 程度、 $A_i$ 分布以下の水平力分布となる。  
層剛性が小さいため、層間変形角が大きい。

# 応答解析結果Y方向 ②



# 制震 構造応答解析概要・耐震判定基準

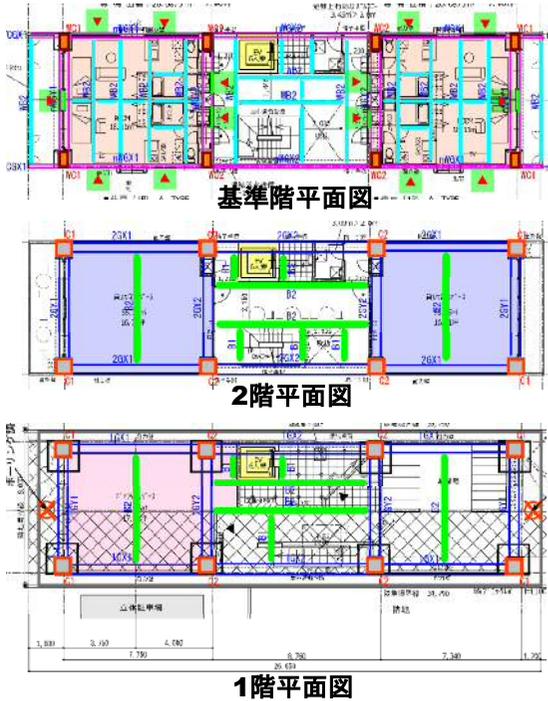


- 多質点系モデル**
- 等価曲げせん断型
  - 履歴特性  
木部: 原点指向型ヤル  
RC部: 剛性低減型ヤル
  - 減衰  
瞬間剛性比例型
  - 1次減衰定数  $h=2.0\%$
  - 制震装置  
間柱型オイルダンパー: 500kN/基

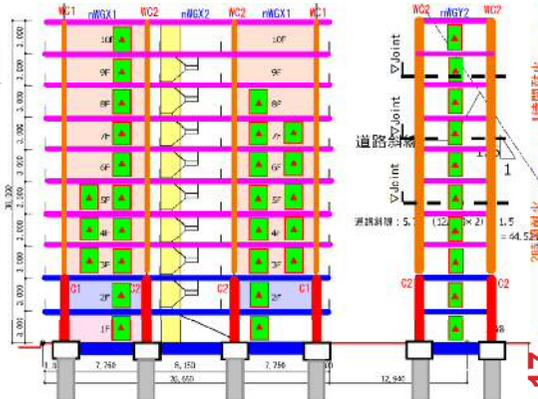
		耐震判定基準	
項目		レベル1	レベル2
上部構造	部材の状態	短期許容応力度以下	弾性耐力以下
	層の塑性率	$\leq 1.0$	$\leq 1.0$
	層せん断力	応答層せん断力÷設計用層せん断力 $\leq 1.0$	
	層間変形角	1/200 以下	1/120 以下
制振装置	層間速度	30cm/s以下	
基礎	部材の状態	短期許容応力度以下	

レベル1：稀に発生する地震地震動（中地震），  
レベル2：極めて稀に発生する地震地震動（大地震）

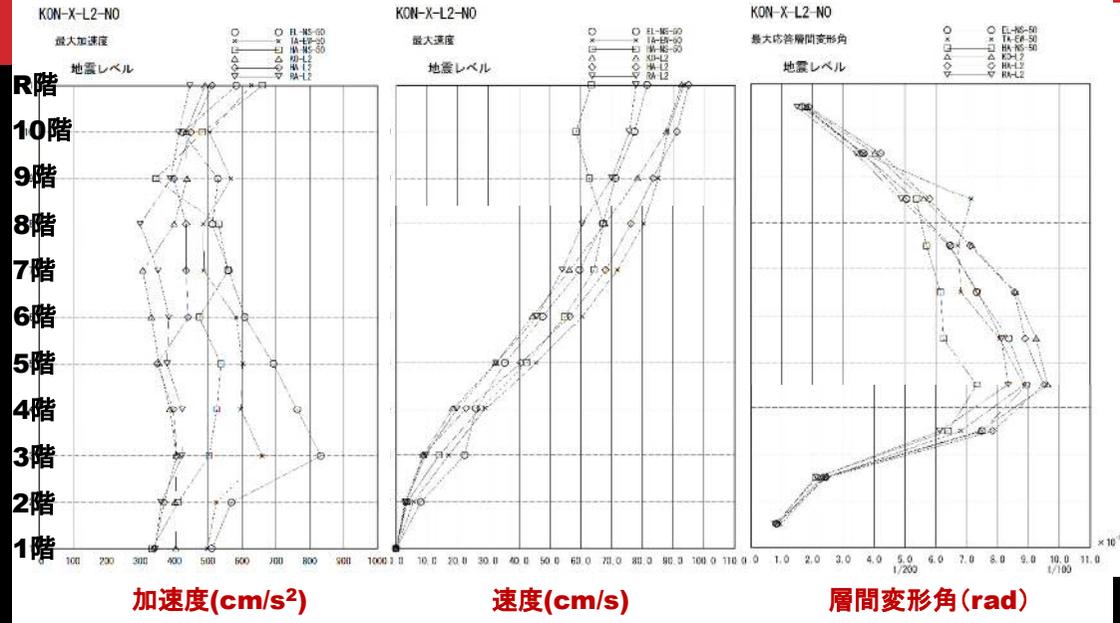
# 1.4 木造(BP+TKS)+制震構造



部材断面  
 柱断面  $D_x \times D_y$   
 間柱 :  $150 \times 150$   
 RC部材リスト  
 設計基準強度: Fc27  
 大梁断面  $B \times D$   
 X方向  
 4階~9階 :  $450 \times 750$   
 R階 :  $300 \times 600$   
 Y方向  
 4階~6階 :  $450 \times 750$   
 7階~9階 :  $300 \times 750$   
 10階~R階 :  $300 \times 600$

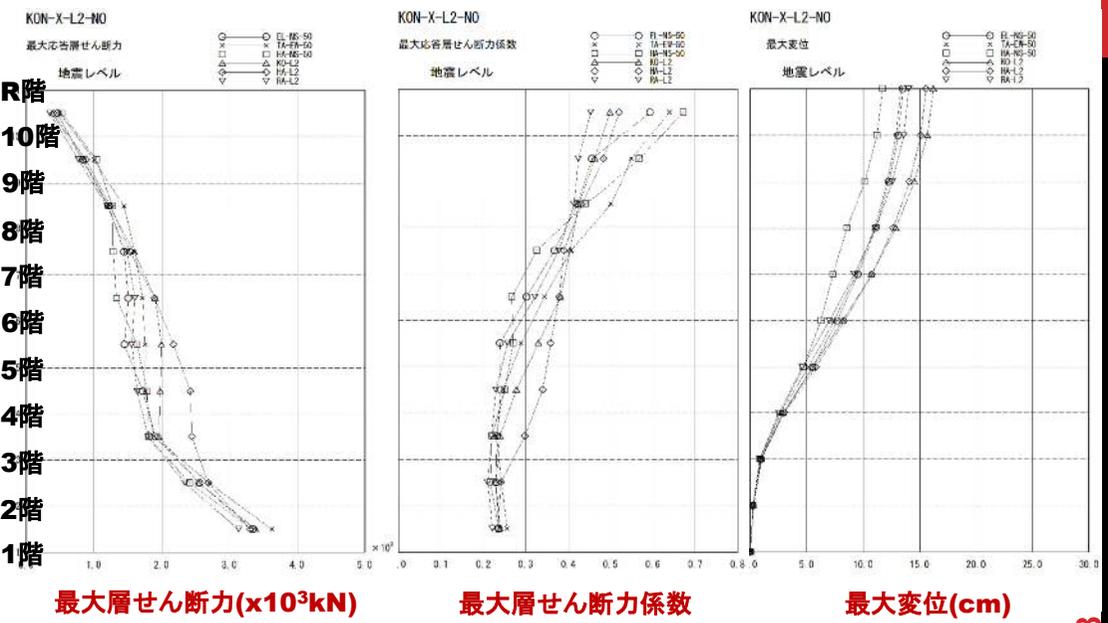


## 応答解析結果X方向 ②



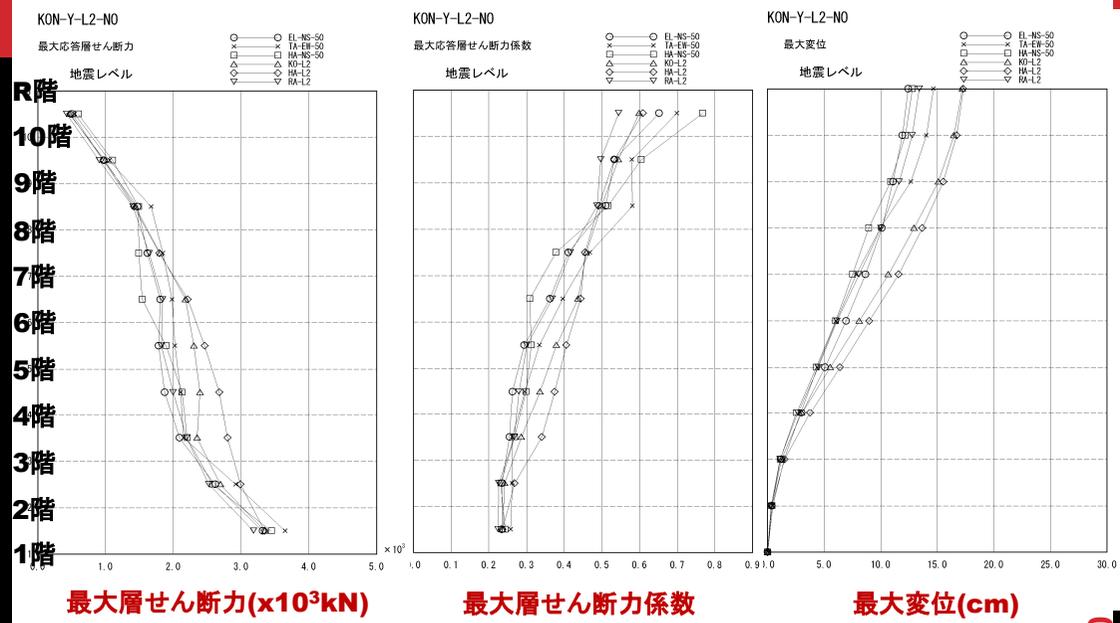
加速度( $cm/s^2$ )      速度( $cm/s$ )      層間変形角(rad)

## 応答解析結果X方向 ①



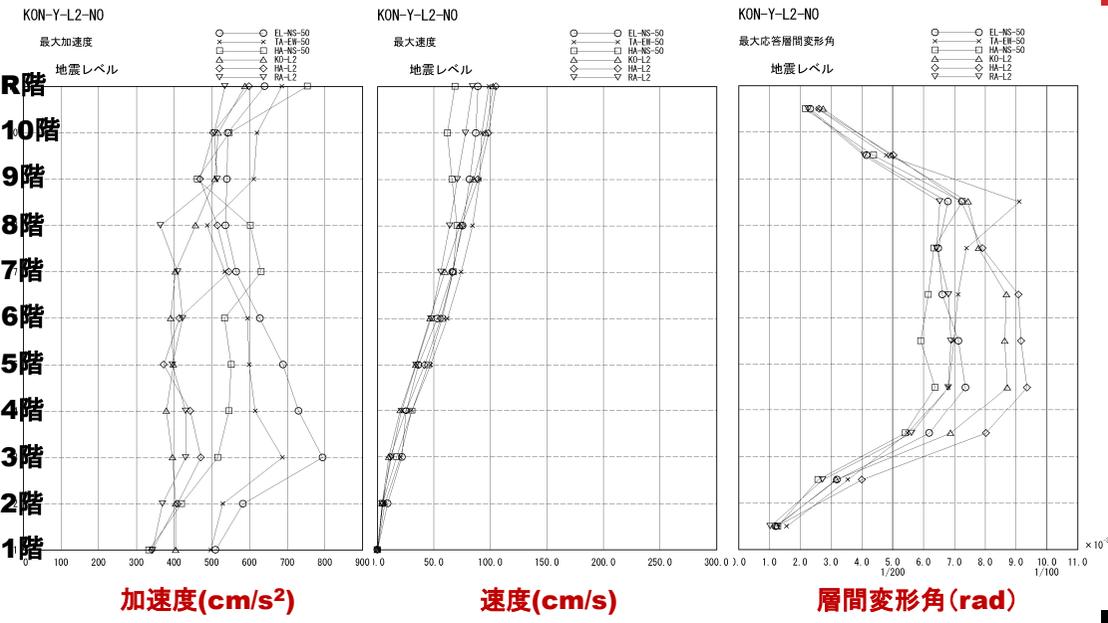
最大層せん断力( $\times 10^3 kN$ )      最大層せん断力係数      最大変位(cm)

## 応答解析結果Y方向 ①



最大層せん断力( $\times 10^3 kN$ )      最大層せん断力係数      最大変位(cm)

# 応答解析結果Y方向 ②



21

## BP材+TKS構法+制震構造とした場合の傾向

- ◆部材の状態
 

極めて稀に発生する地震動時においても、木造架構の作用応力度は、短期許容応力度以下として設計可能。
- ◆地震動入力低減について
 

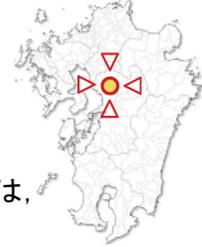
架構に対する入力速度が大きいため、制震装置の効果が大きい。  
 前述の免震装置配置の場合、極めて稀に発生する地震時にベースシャワー係数 **Cb=0.3**程度(木架構+制震装置), **Ai**分布以下の水平力分布とすることが可能であり、入力する地震力の過半以上を制震装置が負担する。  
 層剛性が小さいため、層間変形角が大きい。
- ◆制震装置と木架構の接合部について、
 

連層の制振装置架台から木造架構へ反力が作用する。制震装置の性能を発揮するためには、木造架構との接合部に高い接合部剛性が必要であり、木造架構の十分な耐力余裕度が必要となる。

22



終り



最後まで御覧頂きまして、ありがとうございます。  
 本説明資料の不明な点や、実施設計案件に関する御相談は、  
**日本BP材協会**へお問い合わせください。

**(一社)日本BP材協会**  
**(Japan Binding Piling Timber Association)**

**Tel : 03 - 6435 - 6370**  
**Fax : 03 - 3433 - 1390**