尾西信用金庫 事務センター 新築計画

鈴木 浩　久米設計
依田 博基　同
鏑流馬 久明　同
井上 啓　同

1　はじめに

本建物は、一宮市にある尾西信用金庫の本店ビルの隣接敷地に新たに建設する事務センターであり、2011年12月の竣工を予定している（図1）。

建物の機能は低層階にホール機能、高層階にデータセンターを含む事務センター機能を有している。信用金庫の事務の中枢を担う建物として、近い将来の発生が予測される東海・東南海地震を含む様々な災害に際して、企業活動の継続を可能とすることを目標に、基礎免震構造を採用している。

図1　完成予想パース

2　建物概要

本建物は、JR尾張一宮駅から西方向に約2.8km、名古屋鉄道尾西線開明駅から南方向に約1.2kmに位置する篭屋地区に建設される、ホールおよび事務所・データセンターの複合施設である。

＜建物概要＞

建物名称	：尾西信用金庫事務センター
所在地	：愛知県一宮市篭屋1-5-4
用途	：事務所
建築主	：尾西信用金庫
設計・監理	：株式会社 久米設計
施工	：清水建設 吉田組 共同企業体
敷地面積	：1754.60m^2
建築面積	：662.33m^2
延床面積	：3,458.65m^2
階数	：地上6階、地下なし、塔屋1階
軒高	：27.75m
最高高さ	：32.10m
構造種別	：柱CFT、梁S造のラーメン構造
基礎構造	：杭基礎（場所打ち鋼管コンクリート杭）
免震材料	：天然ゴム系積層ゴム支承 弾性滑り支承、オイルダンパー
工期	：2010年12月～2011年12月（予定）

3　BCPへの取り組み

本建物は、信用金庫の業務の中枢を担う性格上、災害に際してBCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）への取り組みを行っている。

本建物において想定される主な災害は、東海・東南海地震に代表される地震、および建設地近くを流れる木曽川の氾濫による洪水があり、構造計画上以下に示すような対策を実施している。

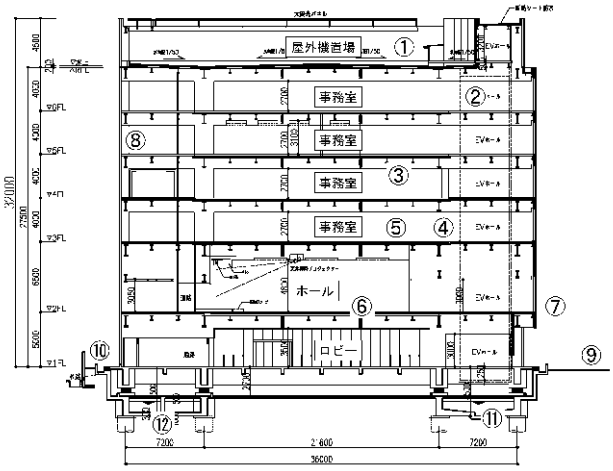
① 地震時に液状化が予測される軟弱地盤に対し、静的締固め砂杭工法により液状化の発生を抑制する。

② 免震構造とすることで大地震時にも構造躯体の損傷を防ぎ、建物の継続使用を可能とする。

③ 中央の大スパン部分には防振間柱、床制震装置を設置して上下方向の振動の低減を図り、建物内の什器、電子機器等の転倒等を防止する。

④ 想定を超える洪水時の免震層への浸水に際し、速やかに免震材料のメンテナンスを行う計画書を整備する。

また、建築計画上のBCPへの対応は図2に示す。



① 自家発電(最大 20 日)および太陽光発電システム 20kW

② EV の災害時対応(手動切替え時間運転)

③ 落下物ゼロ対策(天井・照明の落下防止) 什器の床固定

④ 防災備蓄兼湯沸室

⑤ サッシの層間変位 1/150 サッシ幅 900

⑥ 床吹出し空調(天井内の空調機器を排除)

⑦ ファイアーウォール(無窓および網入りガラス) 隣接建物からの延焼対策

⑧ 自然排煙、自然換気を基本とする

⑨ 災害時ストックヤードの確保

⑩ 水害対策 +40cm の立上り設置

⑪ 給水 井戸水、雨水の利用

⑫ 排水 災害時汚水貯留槽(50 日分を想定)

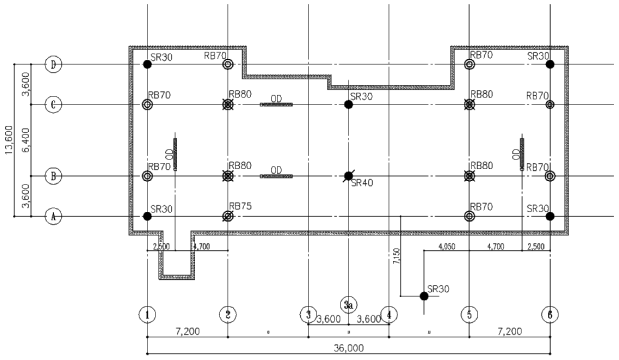
図2　BCPへの対応

4　構造計画概要

建物の架構形式は、中間に3×21.6mの大スパンを有する純ラーメン構造である。

上部構造は、隅柱を除く柱をCFTとして建物剛性を確保し、隅柱の周辺架構は剛性を小さくして変動軸力を小さくし、引抜力の発生を抑えている。また、屋上の目隠しは主体構造物としてハットトラス構造とし、建物全体の剛性確保に寄与している。さらにハットトラスに接続する防振間柱を3階まで設置することで大スパン部の上下方向振動を抑える効果を期待している。

免震層は天然ゴム系積層ゴム(700 ϕ ～ 900 ϕ)8基、弾性滑り支承7基、およびオイルダンパー4基の構成である。履歴系のダンパーを使用していないため、地震後の残留変形が3mm以下と極めて小さい。



種別	記号	支承径(mm)	個数
天然積層ゴム支承	RB70	700φ	7
	RB75	750φ	1
	RB80	800φ	4
弾性すべり支承	SR30	300φ	6
	SR40	400φ	1
オイルダンパー	OD		4

図3　免震材料の配置

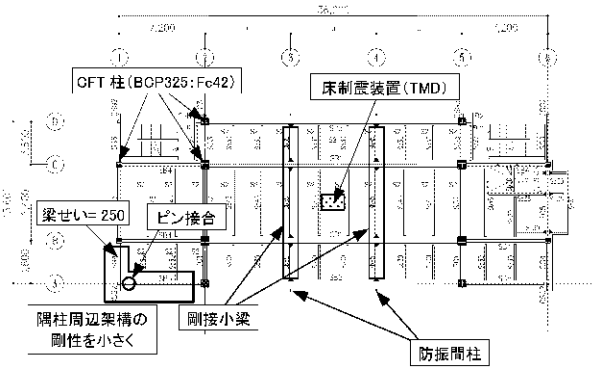


図4　基準階梁伏図

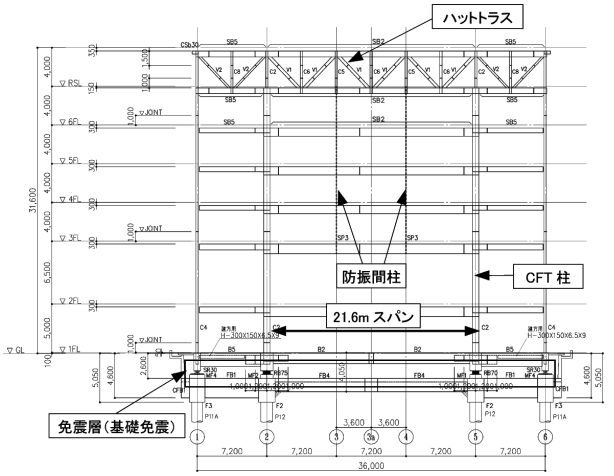


図5　代表軸組図

5　耐震設計概要

1）目標性能

本建物の設計における各入力レベルでの耐震性能目標のクライテリアを表1に示す。

表1　耐震性能目標

入力地震動	性能目標		
	上部構造	免震材料	免震下部構造
稀に発生する地震動	短期許容応力度以内	安定変形以内（γ≦200%）（δ≦28.2cm）	（部材）短期許容応力度以内
極めて稀に発生する地震動	層間変形角1/300以下	性能保証変形以内（γ≦270%）（δ≦38.1cm）	（基礎）短期許容支持力以内

※免震材料の許容変形は、終局限界変形（せん断歪み 400%）に対し、性能保証変形を終局の 2/3、安定変形を 1/2 として定義する。

2）免震材料の設計

天然ゴム系積層ゴムは全て2次形状係数が概ね5.0となるものを採用し、長期の面圧は5～12N/mm²とした。また、地震時の面圧は、上下動による影響（上下震度0.3）を考慮しても21N/mm²以下と、積層ゴムのせん断歪を考慮した場合にも十分に余裕のある値とした。極めて稀に発生する地震時には引張面圧が発生していないことを確認した。

免震層のクリアランスは、免震材料の終局限界変形の最小値（56.4cm）以上となる60cmとした。

3）設計用入力地震動と地盤改良

設計用入力地震動は告示波3波とサイト波2波（東海地震を想定）、観測波3波の8波とした（表2）。

敷地の地盤は基礎下からGL-20.5m付近の工学的基盤まで砂質土層となっており、地表面加速度350gal時には液状化の危険があると判定されている。このため図6のように液状化層に対して静的締固め砂杭工法による液状化対策を施している。また、工学的基盤から基礎下までの地震波の立上げには、改良後に想定されるS波速度を用いた。

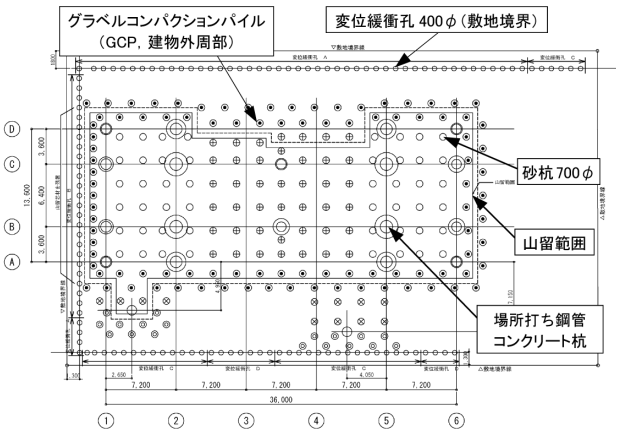


図6　地盤改良伏図

地盤改良の施工後、PS検層を行った結果により地震波の立上げを行った結果、ほぼ想定に近い結果が得られている（図7）。

表2　設計用入力地震動一覧

地震波	種別	継続時間(s)	稀に発生する地震動		極めて稀に発生する地震動	
			A_{max}(cm/s²)	V_{max}(cm/s)	A_{max}(cm/s²)	V_{max}(cm/s)
El-Centro NS (El-Centro)	観測波	53.7	511	511	511	50.0
Taft EW (Taft)	観測波	54.3	497	497	497	50.0
Hachinohe NS (Hachinohe)	観測波	36.0	330	330	330	50.0
告示波 K (kokuji-K)	告示波	60	551	551	551	59.6
告示波 H (kokuji-H)	告示波	120	556	556	556	55.1
告示波 R (kokuji-R)	告示波	60	634	634	634	67.3
想定東海地震 NS (tokai-ns)	サイト波	300	305	305	305	30.9
想定東海地震 EW (tokai-ew)	サイト波	300	242	242	242	33.0

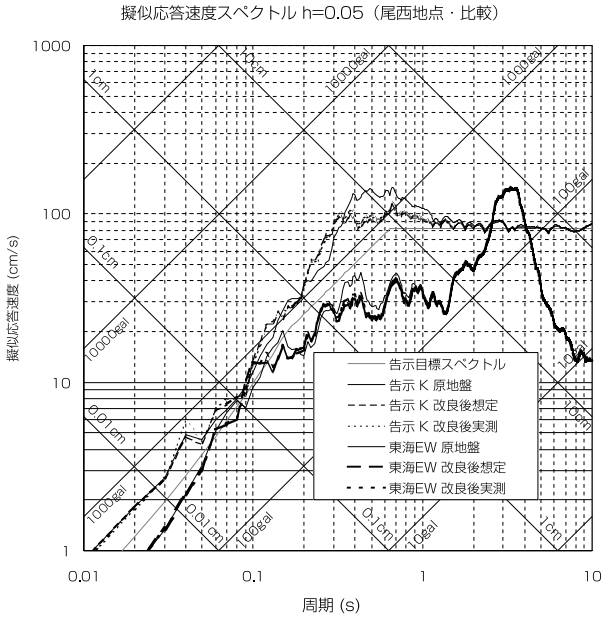


図7　地震動のスペクトル比較

4）解析モデル

振動解析モデルは基礎を固定とする中3階、塔屋階を含む各階1質点の9質点系等価せん断モデルとした（図8）。免震層が終局状態に至るまで、各階フレームは短期許容応力度以内のため、せん断ばねは線形とする。また、免震装置は天然ゴム系積層ゴムは線形、弾性滑り支承はBi-Linear型、オイルダンパーは速度に対してBi-Linear型の特性となるバネ、ダッシュポットとしてモデル化した。上部構造の1次固有周期は0.95～1.05（s）程度であり、免震層の固有周期は4.0（s）程度となっている（表3）。減衰力の大部分がオイルダンパーによるものであるため、免震層の変形量に伴う固有周期の変化が少ない。

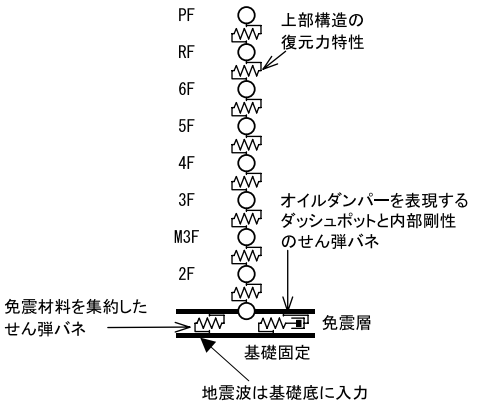


図8　解析モデル

表3　固有周期

符号		1次	2次	3次
X方向	免震固定時	1.025	0.340	0.202
	γ=125% 時	4.064	0.618	0.305
	γ=250% 時	4.099	0.618	0.305
Y方向	免震固定時	0.948	0.335	0.198
	γ=125% 時	4.049	0.588	0.296
	γ=250% 時	4.085	0.588	0.296

6　地震応答解析結果

極めて稀に発生する地震動時のX方向の応答解析結果を図6に示す。免震層の最大変位は免震材料が標準状態の時に、32.5cmであり積層ゴム支承のせん断歪は230％となっている。また、免震材料のばらつきを考慮した場合も、極めて稀に発生する地震動時の各設計クライテリアを満足していることを確認した(図9・表4)。

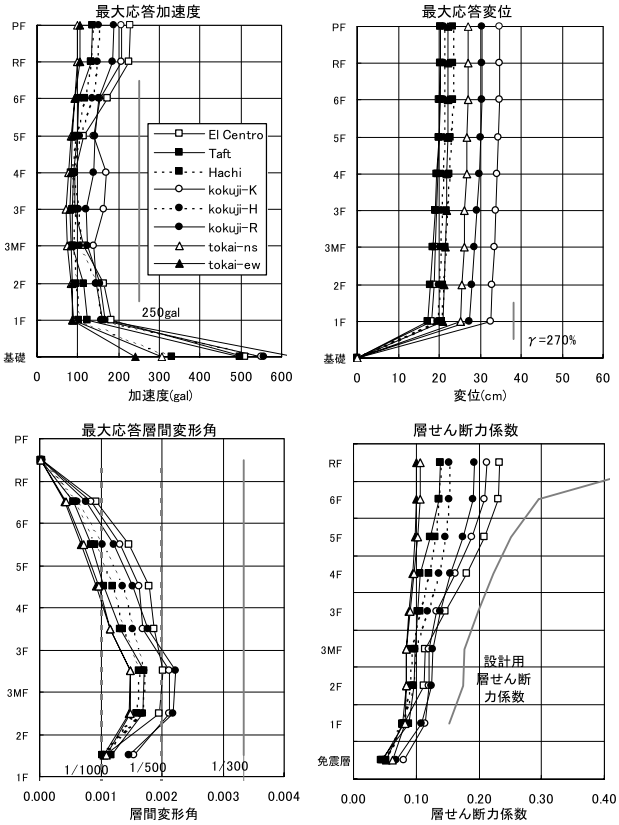


図9　時刻歴応答解析結果

表4　極めて稀に発生する地震動に対する最大応答結果

	X方向		Y方向		設計クライテリア
	標準状態	ばらつき考慮	標準状態	ばらつき考慮	
(1F−6F)応答加速度(cm/s²)	182.7 (1F) El-Centro	210.4 (1F:ばらつき+) El-Centro	171.1 (6F) El-Centro	191.1 (6F:ばらつき+) El-Centro	250
層間変形角	1/451 (M3F) kokuji-R	1/410 (2F:ばらつき+) kokuji-K	1/539 (2F) kokuji-K	1/498 (2F:ばらつき+) kokuji-K	1/300
最下階層せん断力係数	0.116 kokuji-K	0.115 (ばらつき+) kokuji-K	0.119 kokuji-K	0.117 (ばらつき+) kokuji-K	0.153 (設計用)
免震層変位(cm)	32.5 kokuji-K	37.1 (ばらつき−) kokuji-K	32.4 kokuji-K	37.1 (ばらつき−) kokuji-K	38.1 (γ=270%)
免震層速度(cm/s)	71.5 El-Centro	75.5 (ばらつき+) El-Centro	71.7 El-Centro	74.7 (ばらつき+) El-Centro	120.0 (オイルダンパー)

7　上下動に対する検討

本建物は執務空間となる中間スパンに21.6mの大スパンを有している。大スパン架構の中間部にハットトラスから3階までの防振間柱を設置したことによる上下動の低減効果を確認した。

間柱のある場合と無い場合では、床の上下方向1次固有振動数は、共に約3.9(s)と大きな差が現れていない（図10)。

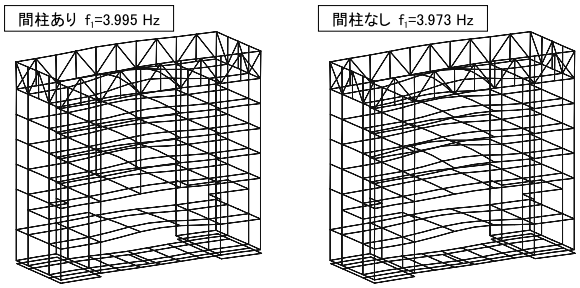


図10　上下方向応答解析モデルと固有周期

しかし、上下方向地震動入力による時刻歴応答解析の結果、ロングスパン大梁の応答モーメントは間柱が直接接続されるA,D通りで21～52％低減し、中間のB,C通りでは2～13％の低減となった。

また、居住性の検討を行った結果、「建築物の振動に対する居住性能評価指針 1991」(日本建築学会)における変位応答でV-5とする設計目標を満足している。応答の低減効果は、間柱の周辺部では大きいが、床の中央部ではわずかである。このため、図4に示すように床の中央部にTMD形式の床制震装置を設置し、応答の低減を図っている(図11)。

これらの間柱、TMDの床の上下方向応答に与える効果については、施工時に実測を行い確認する予定である。

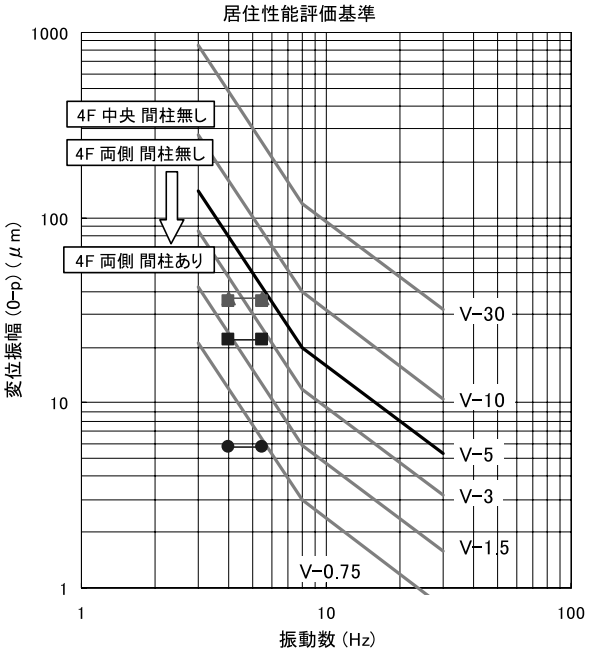


図11　床振動の居住性能評価
「建築物の振動に対する居住性能評価指針1991」（日本建築学会）による

8　おわりに

3月11日の震災はその地震の大きさと被害の大きさで未曾有の災害となりました。特に、東日本においては、多くの企業活動が麻痺する事態に至り、いまだに多大な影響を与えてました。

その中で、本建物は建築物として、いかにBCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）への対応を行うかが設計のテーマとしています。今回の震災で明らかになったように、高度なネットワークによって成り立つ現代社会では、事業の継続は自分のみで成り立つものではありません、全ての事業所にBCPの考えをもたらすために、本建物が一つの参考になれば幸いです。

最後に、BCPは設計のみで完了するものではなく、竣工後の運用こそが重要となります。今後も施工者・使用者様と共に、より良いシステムを作り上げていきたいと考えています。