

岐阜シティ・タワー43



今宮 実三郎
竹中工務店



牧野 章文
同

1 はじめに

本建物は、JR岐阜駅の北西に隣接する敷地に建設される超高層複合建築であり、岐阜駅西地区の再開発として計画された建物である。高層部分は43階建て、高さ163mとなり、中部地方の住居系建物では最高の高さとなる。低層部分の基壇の上には屋上庭園を設けており、岐阜駅北口駅前広場整備計画のコンセプトである「社の中の駅」と連動したデザインとなっている。

施設構成は、1階～2階に商業系テナント、3階に医療・福祉施設、4階に放送局、5階に住宅エントランスと屋上庭園、6階～14階に岐阜県住宅供給公社の高齢者向け優良賃貸住宅(108戸)、15階～42階に分譲住宅(243戸)、43階にスカイラウンジとなっている。

43階のスカイラウンジ部分と屋上のヘリホパリングデッキ部分は、免震化することにより、建物の重量を利用したマスダンパーとして利用している。



図1 建物外観写真

2 建物概要

建物名称：岐阜シティ・タワー43
 建築地：岐阜県岐阜市橋本町2丁目
 建築主：岐阜駅西地区市街地再開発組合
 用途：共同住宅・医療福祉施設・放送局・店舗
 敷地面積：5,412.12m²
 建築面積：4,623.17m²
 延床面積：57,576.36m²
 階数：地上43階、地下1階、塔屋2階
 軒高：GL+156.87m
 最高高さ：GL+162.82m
 構造：RC造(一部S造)
 設計：森ビル都市企画・竹中工務店
 共同企業体
 施工：森ビル都市企画・竹中工務店
 共同企業体

3 構造設計概要

超高層部分の基準階の伏図を図2に示す。架構形式は、RC造の純ラーメン架構、住戸部分の床は大梁を極力省略したフラットスラブ(FR板合成床)とし、外周部と中央部のコア周りに柱を集中的に配置したダブルチューブ構造としている。

超高層部分については、コンクリート強度が最大で $F_c=78\text{N/mm}^2$ を採用、鉄筋は、柱主筋にSD685Bを採用している。

建物の固有周期は、X、Y方向でそれぞれ3.7秒、3.6秒となっている。

4 マスダンパーの概要

本建物は屋上のスカイラウンジおよびヘリホパリングデッキ部分を免震とすることで、建物本体の重量をマスとした制震構造となっており、スカイラウンジとヘリホパリングデッキを2段積みとした、大型マスダンパーを採用している。

スカイラウンジから上の免震マス重量比は、地上部建物重量の約2.4%、オイルダンパーの稼働ストロークは±1mとなっており、従来の風用マスダンパーよりも大型化することで、大地震に対しても有効なシステムとなっている。

2段積みのマスのうち、スカイラウンジ部分(重量19,071kN)については、居住域であるため常時は本体建屋に固定されており、震度5弱(80gal)以上の地震時に固定が解除され、マスダンパーとして稼働する。また、ヘリホパリングデッキ部分(重量1,862kN)については、非居住域であるため常時稼働とし、中小地震にも対応している。

スカイラウンジ部の稼働制御には、1階床レベルに加速度計を設置し、センサーが80gal以上を感知した時点で自動的に固定が解除される制御システムを導入している。

スカイラウンジ下部の免震層には、支承材として球体転がり支承16基、復元材として2段積みにした天然ゴム系積層ゴムを8基、減衰材としてのオイルダンパーを8基、固定・稼働制御用としてのロック機構付きオイルダンパーを8基設置している。また、想定外の大地震に対して、スカイラウンジ部やヘリホパリングデッキ部が脱落することのないように、オイルバッファが8基設置されており、最大60kineの速度で衝突した場合にも脱落がないように設計されている。

免震層の固有周期は、予備応答解析に基づいて最も制震効果が高くなる周期に設定されており、スカイラウンジ免震層で8.1秒、ヘリホパリングデッキ免震層で4.9秒となっている。

稼働部と固定部をつなぐエキスパンションジョイント部分の外壁については、常時は高層部分の風圧を受けるため強固に固定されており、地震時には変形に追従するよう、ロックが解除される可動エキスパンションジョイントを採用している。

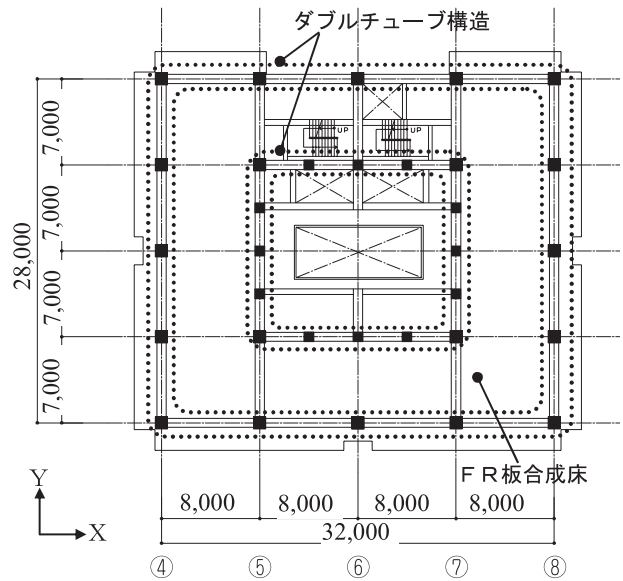


図2 基準階伏図

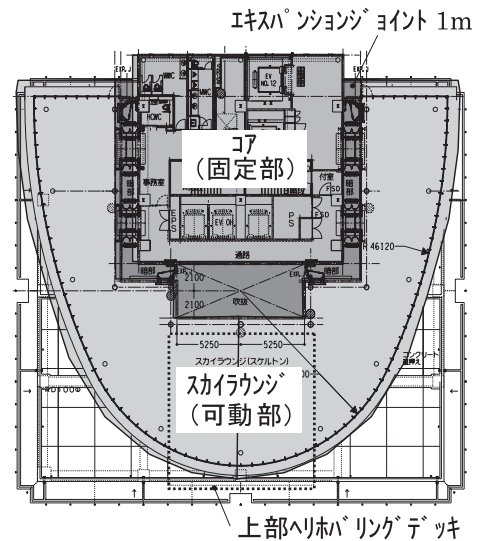


図3 スカイラウンジ部平面図

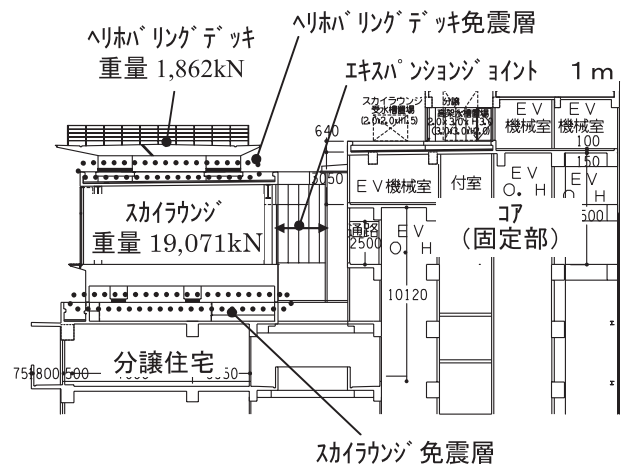


図4 大型マスダンパー断面図

5 地震応答解析

図6に地震応答解析のモデルを示す。本体建屋は42質点の曲げせん断モデルとし、免震層部分については、捩れを考慮できるモデルのようにモデル化されている。

表1に応答解析に用いた告示スペクトル適合波(以下告示波)の最大加速度および最大速度を、表2にスカイラウンジ床の免震層の最大応答値を示す。層間変位、層間速度ともに設計クライテリアを満足している。また、スカイラウンジ床の加速度、速度についても什器の転倒に対して問題のないレベルとなっている。

図7に告示波(釧路位相)に対する建物の層間変形角応答を示す。同図には、マスダンパーの効果把握するため、免震層を固定とした場合の解析結果を併せて示した。

層間変形角におけるマスダンパーの効果は、ヘリホバリングデッキのみが稼動した場合で最大7%程度、スカイラウンジ部分が稼動した場合で20~30%程度となっている。

6 風応答解析

スカイラウンジ部分は、常時は本体に固定されているため、台風で揺れることはないが、万が一の停電や誤作動により台風時に固定が解除された場合にスカイラウンジが脱落しないことを風応答解析により確認した。

応答解析に用いたモデルを図8に示す。本体建物部分は1次モードが卓越することから主架構モデルの有効質量と1次固有周期から等価1質点系に置換した。また、スカイラウンジ部とヘリホバリング部は免震層の復元力特性と質量から質点にモデル化し、全体を3質点モデルとした。

風荷重の時刻歴波形は、アスペクト比4、高さ160mの建物を想定した1/500の矩形モデルの風洞実験結果に基づいて設定した。風洞実験結果より得られた時刻歴一般化風力係数より、建屋本体およびスカイラウンジ部のモーダル風力の時刻歴波形を算定した。

図9にスカイラウンジ部免震層の層間変位と層間速度の時刻歴波形を示す。応答解析結果によると、「極めて稀に発生する暴風時」においては、スカイラウンジがバッファに衝突するため、バッファ衝突時の安全性について検討を行った。

暴風時の層間速度の最大値は30.1cm/sとなるが、バッファ衝突時においては、最大速度は20cm/s(時速0.7km)以下となっており、バッファ設計用の衝突

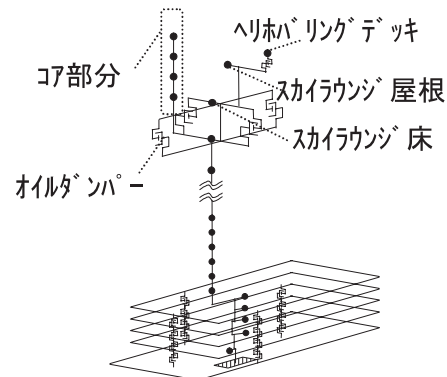
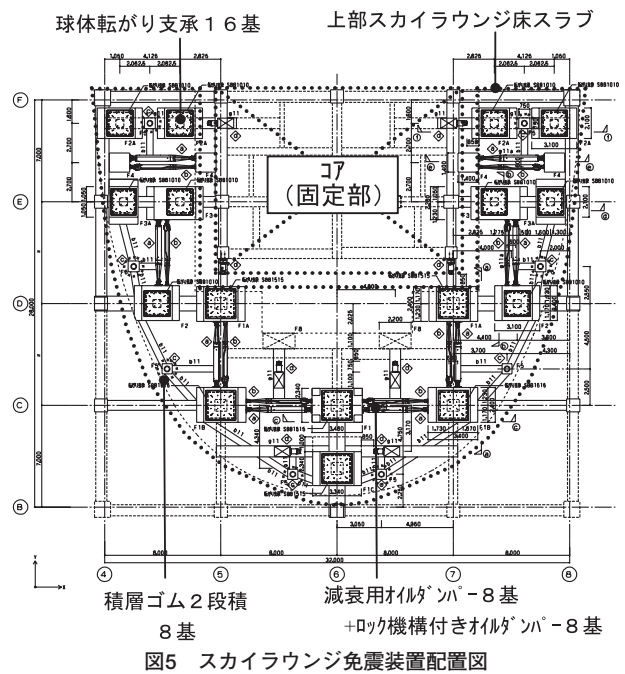


図6 スカイラウンジ免震装置配置図

表1 告示スペクトル適合波の諸元

告示波の位相特性	稀に発生する地震動		極めて稀に発生する地震動	
	加速度	速度	加速度	速度
ランダム	112.3	10.0	586.3	49.9
八戸位相	113.0	9.1	535.9	47.2
神戸位相	118.7	11.3	571.1	58.8
釧路位相	144.1	10.2	607.8	57.4

表2 スカイラウンジ免震層の最大応答値と設計クライテリア

	稀に発生する地震動		極めて稀に発生する地震動	
	応答値	クライテリア	応答値	クライテリア
層間変位(cm)	37.6	45.0	68.5	85.0
層間速度(kine)	48.5	50.0	93.6	100.0
床加速度(gal)	44.4	—	143.9	—
床速度(kine)	34.5	—	109.4	—

速度60cm/sに対して十分に余裕があることを確認した。また、衝突時による衝撃加速度は、 13.3cm/s^2 であり、地震時の応答加速度より小さい値となっている。

7 まとめ

建物本体重量の2.4%程度のマスと十分なストロークを確保することで、大地震にも有効なマスダンパーを実現することができた。本計画の実施においてご指導・ご協力をいただいた関係各位に深く感謝いたします。

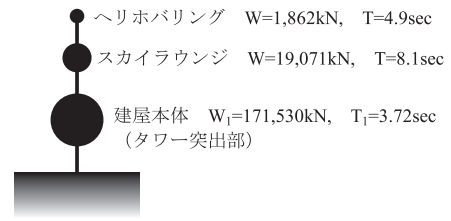


図8 風応答解析モデル

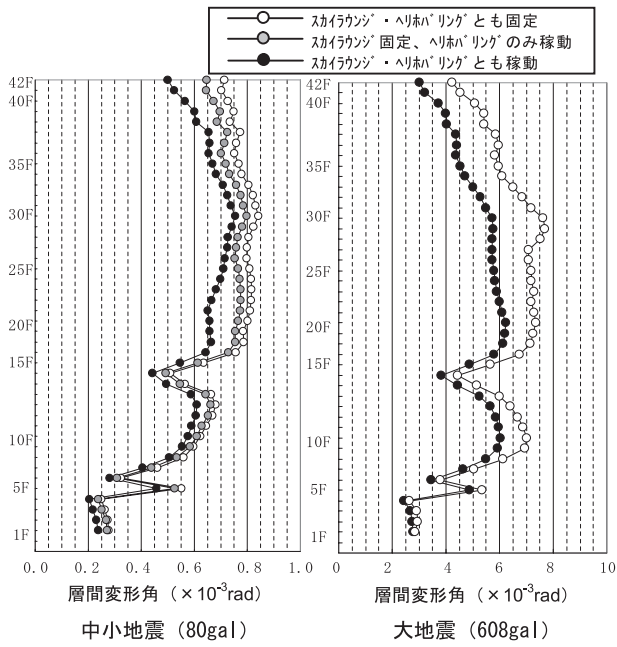


図7 層間変形角の比較【告示波(釧路位相)】

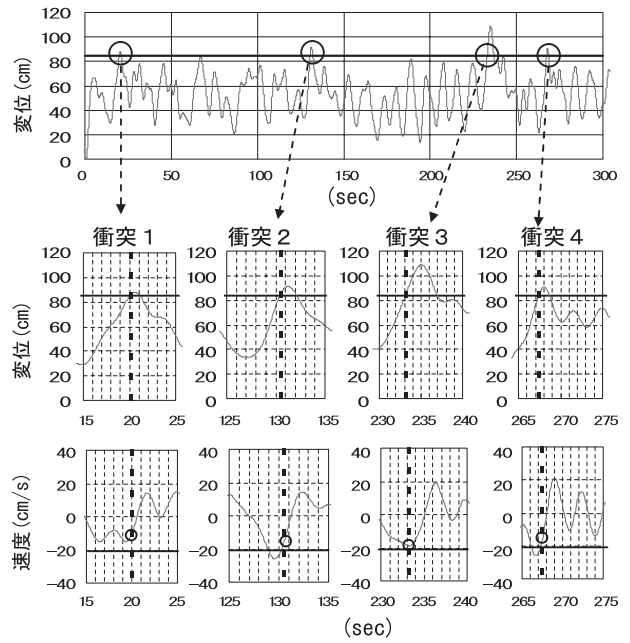


図9 衝突速度の確認