

NHK新山口放送会館

三菱地所設計
澤田昇次



同
吉原 正



1. はじめに

NHK新山口放送会館は、21世紀の本格的なデジタル時代に向け、地域の情報文化発信拠点として、多彩なソフトの提供や放送外サービスの充実など、公開と参加型を目指した放送会館である。計画建物は、災害対策基本法における非常災害時の指定公共機関にも指定される。そのため構造形式を免震構造とすることにより高い耐震性を確保し、大地震後も放送局としての機能を維持出来るように計画している。

本稿では、建物の計画概要および構造設計の概要を紹介する。

2. 建物概要

建物構成は、1階が汎用スタジオ・視聴者プラザ、2階が放送関係事務室、3階が一般事務室、機械室・電気室とし、地上45~60mに放送電波を受発信するアンテナを配置する鉄塔から構成される。

建築場所：山口県山口市巾着町1街区 2符号の一部

敷地面積：4,000.00㎡

建築面積：2,323.07㎡

延床面積：5,416.67㎡

階数：地上3階、塔屋1階

高さ：軒高15.20m、鉄塔最高高さ59.80m

構造種別：免震構造、RC造

(一部、SRC造、S造、PC造)

架構形式：耐震壁付ラーメン構造

基礎形式：直接基礎

建築主：日本放送協会

設計監理：株式会社三菱地所設計

施工者：竹中・鴻池・洋林・山口特定建設工事共同企業体



図-1 建物外観パース



図-2 1階平面図

3. 地盤概要

建設地の地盤概要は、上部より沖積層の埋土と水成堆積物、砂礫層、洪積層の砂礫（支持層）、粘土～シルト質の地質と礫質の地層とが互層で構成される。洪積層より下位には、三郡変成岩類中の基盤岩が分布している。

4. 構造計画

地上3階、塔屋1階、軒高15.2mの鉄筋コンクリート造（一部、鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造、プレストレス鉄筋コンクリート造）の建物と地上59.8mの鉄骨造の鉄塔（工作物）が一体となっている。災害時でも常に放送が続けられるよう上部構造と基礎の間に免震材料を配置した免震構造を採用している。

建物平面は、50.4m×43.2mの整形な建物で、架構はX・Y方向共、耐震壁付ラーメン構造である。階高は、1,2階5.2m、3階4.7mである。構造種別は、基本を鉄筋コンクリート造としている。

2階の放送センターは、柱の少ないフレキシビリティ空間を確保するため、3階の梁をプレストレス鉄筋コンクリート造とし、一部の柱を抜いてスパンを大きくしている。また、鉄塔は、軽量化を計りかつ十分な靱性を有するように鉄骨造とし、建物と取り合う周辺フレームを鉄骨鉄筋コンクリート造として鉄塔の固定度を高めている。

1階床梁下に免震層を設け、柱下に天然積層ゴム（径φ700～900）を39基、塔状比の大きい鉄塔柱下に引抜きにも有効な十字型転がり支承（CLB）を4基配置している。ダンパーは、U型ダンパーを11基、鉛ダンパーを6基配置している。

建物の基礎底面位置（GL-4.6m）は、十分締め固まった洪積砂礫層であり、かつそれ以深に有害な圧密沈下を生じる地層が無いことから、設計用長期許容地耐力を200KN/m²とした直接基礎としている。

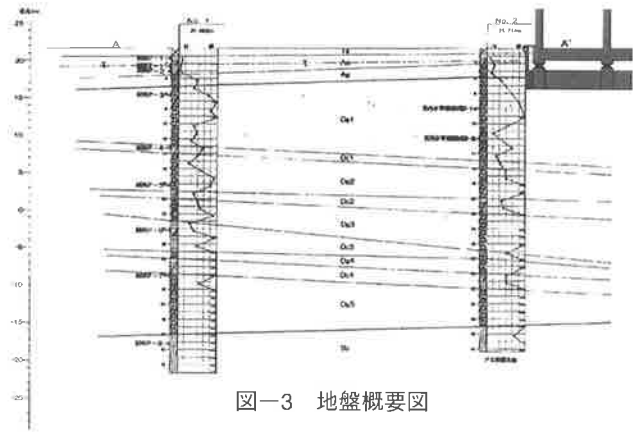


図-3 地盤概要図

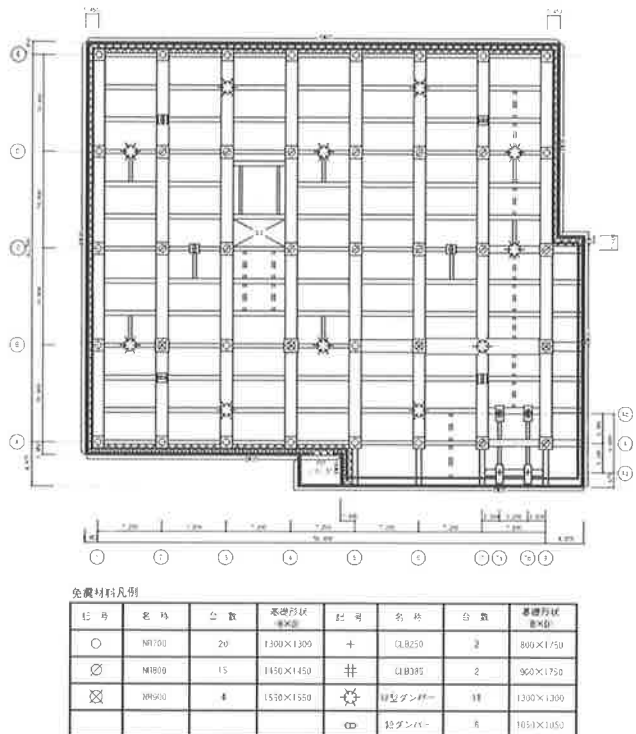


図-4 免震ピット伏図

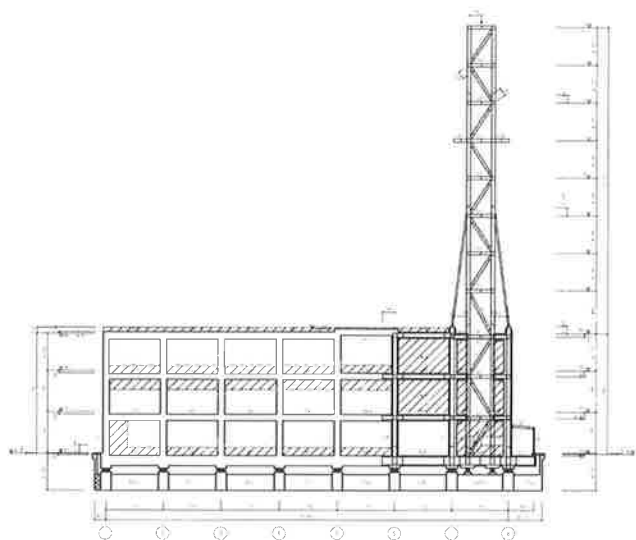


図-5 鉄塔部の軸組図

5. 時刻歴応答解析

5.1 耐震設計目標

設計目標は免震材料のバラツキ及び上下動の影響を考慮した上で表1のように設定した。また、積層ゴムの目標性能は、想定する各免震材料製作会社の性能を包絡するように図6のように決定した。

表一1 耐震設計目標

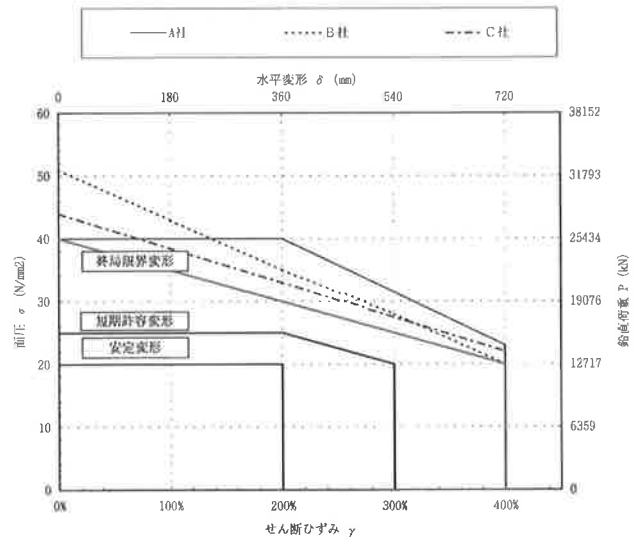
	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動	余裕度検討レベル
鉄塔	許容応力度以内	許容応力度以内	許容応力度以内
上部構造	許容応力度以内	許容応力度以内	弾性限界耐力以内
基礎構造	許容応力度以内	許容応力度以内	弾性限界耐力以内
積層ゴム	安定変形以内 ($\gamma = 200\%$ 以下)	短期許容変形以内 ($\gamma = 300\%$ 以下)	終局限界変形以内 ($\gamma = 400\%$ 以下)

5.2 設計入力地震動

設計用模擬地震動は、既往の観測波3波と地盤特性を考慮した模擬地震波5波（稀に発生する地震動3波、極めて稀に発生する地震動2波）とした。

模擬地震波は、平成12年建設省告示1481号に定められた解放工学的基盤における加速度応答スペクトルをもち、建設地の表層地盤による増幅を考慮した告示波4波（稀に発生する地震動3波、極めて稀に発生する地震動1波）と建設地周辺における活断層分布より最も厳しい断層破壊モデルを設定し、地震基盤から表層地盤までの地盤特性を考慮したサイト波1波とした。

告示に定められた方法で作成した告示波の位相特性は、周辺観測地震波（1波）、JMAKOBE1995NS（1波）、ランダム波（2波）とし、ランダム位相の包絡関数は「設計入力時振動作成手法技術指針（案）」のレベル1・2のものを設定した。



図一6 積層ゴムの性能

表一2 設計入力地震動

地震波名	稀に発生する地震動		極稀に発生する地震動		余裕度レベル		計算時間 (S)	備考
	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)		
EL CENTRO 1940 NS	255.4	25.0	510.8	50.0	766.2	75.0	50.0	標準的地震波
TAFT 1952 EW	248.4	25.0	496.8	50.0	745.2	75.0	50.0	標準的地震波
HACHINOHE 1968 NS	165.1	25.0	330.1	50.0	495.2	75.0	36.0	長周期成分を有する地震波
YMG1 (告示波)	75.6	10.7	382.5	53.1	—	—	80.0	地域特性を考慮した地震波
YMG2 (告示波)	64.8	9.9	361.6	56.9	—	—	L1: 60 L2: 120	位相乱数による地震波
YMG3 (告示波)	66.3	8.5	398.9	54.5	—	—	L1: 60 L2: 120	位相乱数による地震波
YMG4 (告示波)	—	—	320.2	56.1	—	—	45.0	JMA KOBEの位相による地震波
YMG5 (SITE波)	—	—	690.9	35.3	—	—	80.0	大原湖断層によるSITE波

サイト波は、地震断層としての可能性は少ないものの断層が動いた場合に最も大きな影響を及ぼすと予想される「大原湖断層」(确实度Ⅲ)を設定した。

建設地の地盤モデルを表3に示す。告示波の表層地盤を考慮するための工学的基盤は、Vs400m/s以上のGL-22mと設定し、サイト波の地盤特性を考慮するための地震基盤は、Vs3000m/s以上のGL-300mと設定した。

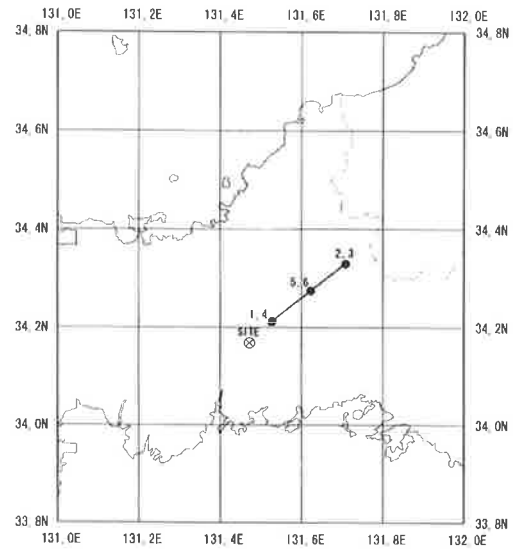


図-7 大原湖断層図

表-3 建設地の地盤モデル

深 度 (m)	層 厚 (m)	S波速度 Vs(m/s)	P波速度 Vp(m/s)	湿潤密度		Qs	備 考	
				ρt (KN/m ³)	ρt (t/m ³)			
0.0 ~ 4.0	4.0	160	460	15.69	1.60	10	P S 検 層 結 果	
4.0 ~ 22.0	18.0	350	1900	18.63	1.90	20		
22.0 ~ 32.0	10.0	410	1900	19.61	2.00	30		工学的基盤
32.0 ~ 40.0	8.0	650	1900	21.57	2.20	40		
40.0 ~ 50.0	10.0	650	1900	21.57	2.20	40	ル と 動 の 調 査 よ り 推 定 の 地 質	
50.0 ~ 60.0	10.0	1000	2350	21.57	2.20	70		
60.0 ~ 70.0	10.0	1500	2900	22.55	2.30	100		
70.0 ~ 300.0	230.0	2600	4120	23.53	2.40	170		
300.0 ~ -	-	3200	5400	24.52	2.50	200		地震基盤

5.3 解析モデル及び固有値結果

解析モデルは、上部構造を構成する立体骨組の各層の質量を各階床位置の質点に集約し、各質点間を各層の剛性をモデル化したせん断バネ(1~3F)及び曲げせん断棒(鉄塔部)でつないだ多質点系モデルとした。

上部構造の減衰は内部粘性系を仮定し、減衰定数は上部構造(免震層を固定とした場合)の一次振動形に対して2%の瞬間剛性比例型とし、鉄塔部の減衰は、一次振動形に対して1%の瞬間剛性比例型とした。免震層の減衰は、ダンパーについて履歴減衰のみ考慮し、積層ゴムについては考慮していない。

基礎固定時及び各地震レベルの固有値解析結果を表4に示す。

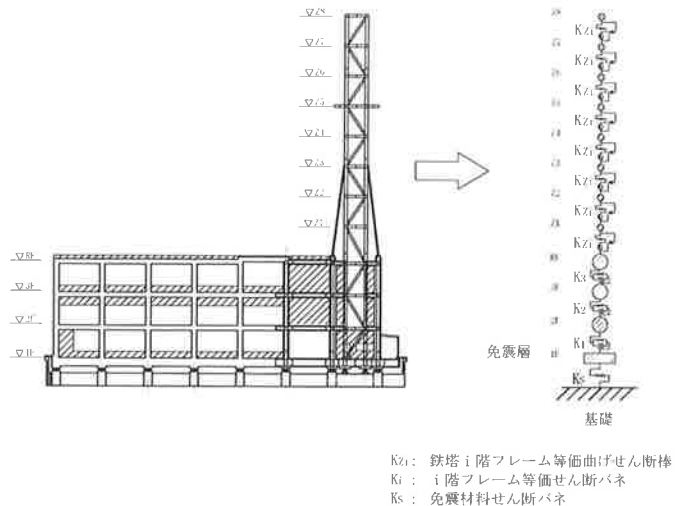


図-8 振動解析モデル図

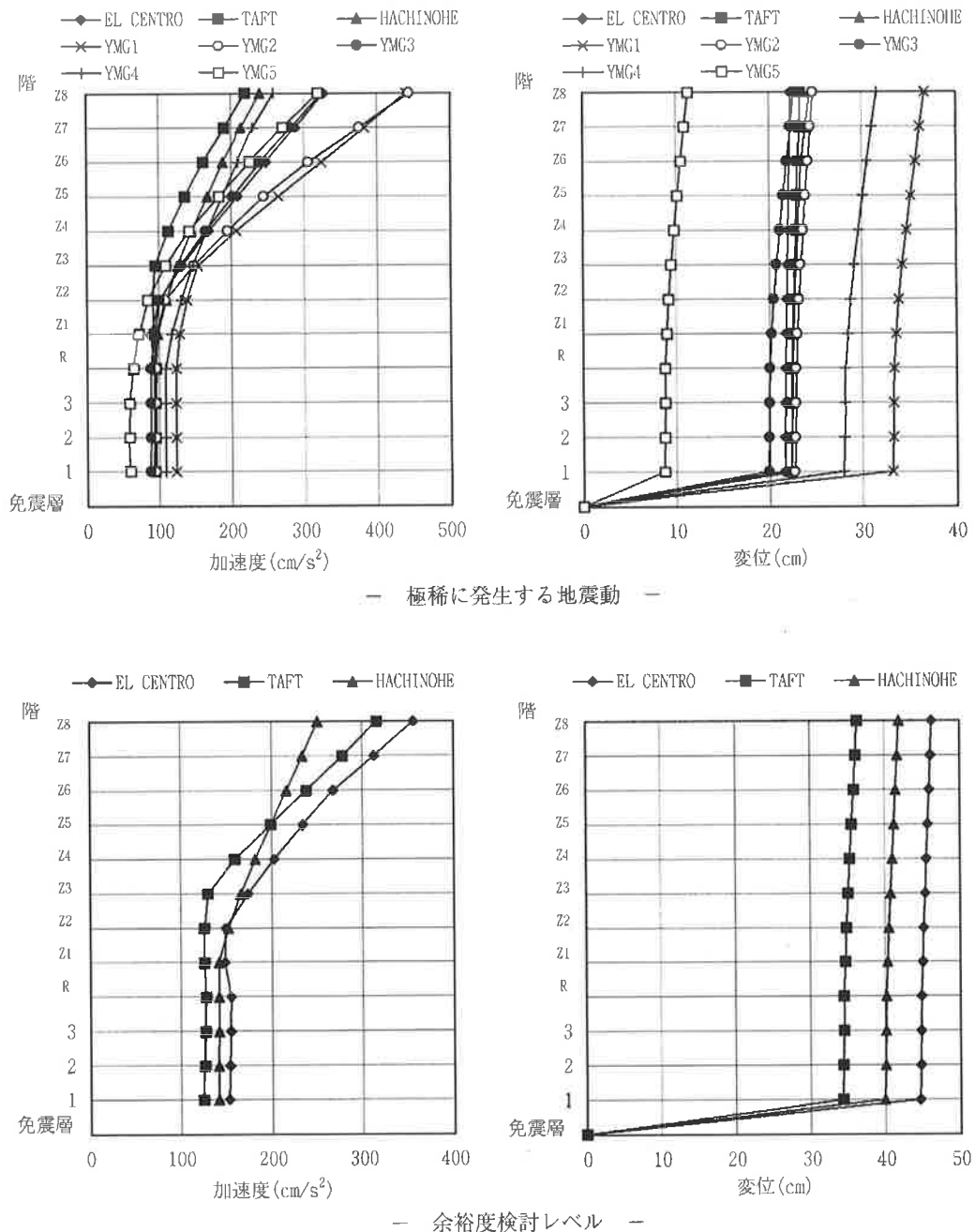
Kz: 鉄塔i階フレーム等価曲げせん断棒
 Ki: i階フレーム等価せん断バネ
 Ks: 免震材料せん断バネ

5.4 地震時刻歴応答解析結果

解析結果の1例を図9に示す。余裕度検討レベルにおいても上部構造の最大変形角は1/1500程度であり、免震材料の最大水平変形は約45cmで免震材料の限界変形50cmに対して十分余裕がある結果である。鉄塔部の層間変形角は1/500程度であり、応答せん断力も耐震構造に比較して約1/5以下と大きく制御されている。

表一4 免震建物の固有周期

状態	免震層の変位	モード	X方向	Y方向
			固有周期 T (秒)	固有周期 T (秒)
免震層固定	0cm	1次	0.701	0.413
		2次	0.223	0.308
		3次	0.174	0.121
稀に発生する地震動	10cm	1次	2.502	2.512
		2次	0.696	0.405
		3次	0.176	0.185
極めて稀に発生する地震動	30cm	1次	3.285	3.289
		2次	0.697	0.406
		3次	0.176	0.185
余裕度検討レベル	45cm	1次	3.483	3.483
		2次	0.406	0.406
		3次	0.185	0.185



図一9 地震時刻歴応答解析結果 (X方向)

塔状比の大きい鉄塔が偏心配置されており、また1～3階では耐震壁の偏心配置により偏心率が大きくなっているため、これらの建物特殊要因を考慮した立体振動解析を行い、一次元質点系モデルの妥当性の確認を行った。鉄塔部のフレームは、重心位置の変位と比較して約1%程度大きい変位を示すものの、免震層での偏心率を2%以下にしているため、上部構造のねじれはほとんど生じず、鉄塔偏心配置及び耐震壁の偏心配置が振動特性におよぼす影響はほとんどないことが確認できた。

免震材料の応答結果を表5に示す。応答結果は目標値を良く満足しており、免震材料は、十分な耐震性能を有している。

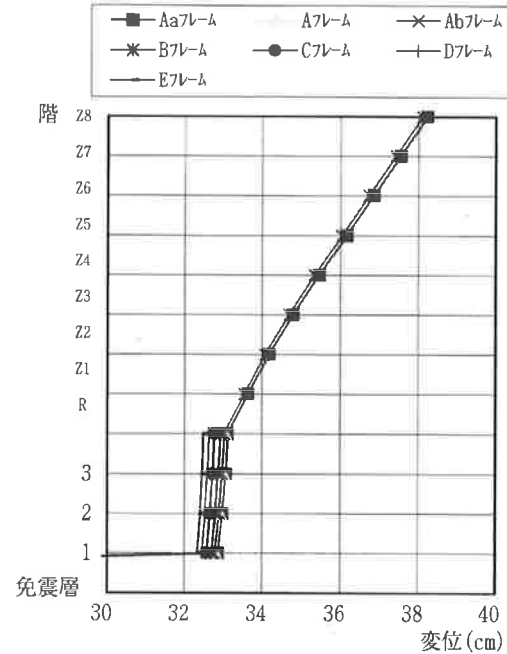


図-10 立体振動解析結果(極まれ地震、YMG4、X方向)

表-5 免震材料の応答結果一覧

免震材料の応答	レベル	X方向		Y方向		設計目標	判定
		標準状態	変動特性考慮	標準状態	変動特性考慮		
天然積層ゴム支承 最大面圧 (上下動考慮) (N/mm ²)	極稀に発生する地震時	19.87 (EL CENTRO)	22.61 (EL CENTRO)	19.86 (EL CENTRO)	22.64 (EL CENTRO)	短期許容変形カーブ以内	OK
	余裕度レベル	23.6 (EL CENTRO)	—	23.6 (EL CENTRO)	—	終局限界変形カーブ以内	OK
天然積層ゴム支承 最小面圧 (上下動考慮) (N/mm ²)	極稀に発生する地震時	1.66 (EL CENTRO)	0.64 (EL CENTRO)	1.69 (EL CENTRO)	0.78 (EL CENTRO)	-1.00以上	OK
	余裕度レベル	-0.02 (EL CENTRO)	—	0.35 (EL CENTRO)	—	-1.00以上	OK
十字型転がり支承 最大軸力 (上下動考慮) (kN)	極稀に発生する地震時	CLB250: 2430 (YMG1) CLB385: 3819 (EL CENTRO)	CLB250: 2792 (EL CENTRO) CLB385: 4316 (EL CENTRO)	CLB250: 2784 (YMG1) CLB385: 3842 (EL CENTRO)	CLB250: 2999 (EL CENTRO) CLB385: 4446 (EL CENTRO)	CLB250: 4902以下 CLB385: 7550以下	OK
	余裕度レベル	CLB250: 1991 (EL CENTRO) CLB385: 4547 (EL CENTRO)	—	CLB250: 3340 (EL CENTRO) CLB385: 4649 (EL CENTRO)	—	CLB250: 7353以下 CLB385: 11325以下	OK
十字型転がり支承 最小軸力 (上下動考慮) (kN)	極稀に発生する地震時	CLB250: 459 (YMG1) CLB385: 785 (EL CENTRO)	CLB250: 170 (EL CENTRO) CLB385: 277 (EL CENTRO)	CLB250: 89 (YMG1) CLB385: 700 (YMG1)	CLB250: -146 (EL CENTRO) CLB385: 226 (EL CENTRO)	CLB250: -833以上 CLB385: -600以上	OK
	余裕度レベル	CLB250: -55 (EL CENTRO) CLB385: 35 (EL CENTRO)	—	CLB250: -420 (EL CENTRO) CLB385: -81 (EL CENTRO)	—	CLB250: -900以上 CLB385: -600以上	OK

6. おわりに

免震構造を採用したことにより、大地震後も放送局としての機能を維持できることが可能となる高い耐震性能を合理的にかつ経済的に達成することが出来た。

本建物は、平成15年4月に着工し、現在順調に工事が進んでおり、平成16年12月完成予定である。

最後に、日本放送協会の皆様をはじめ関係者の方々にこの場をかりて御礼申し上げます。



図-11 建物施工状況 (H15.9 現在)