

和歌山県庁南別館建築工事施工報告

安田正* 恒川聡* 石井一昭* 萩原浩**

和歌山県庁南別館は、今後発生が予想される東南海・南海地震に対して、和歌山県の防災センターとしての機能を有する施設である。そのため、高度な耐震性能が要求され、CFT構造並びに免震構造を採用、さらに建物の剛性を高めるために斜め格子状に鋼板を組んだ補強材（以下耐震ラチス）を建物4周に配置することで、ゆれの少ない構造を実現した。また菱形の形状を有する耐震ラチスの外部に配置された同形状のカーテンウォールは、近接する和歌山城の意匠を継承した独特のファサードを形成し、和歌山市の新たなランドマークとなっている。本報告は、和歌山県庁南別館における特有の工事を重点に、その施工法について述べる。

キーワード：CFT構造，中間免震構造，耐震ラチス，菱形サッシ，ワッフルスラブ

1. はじめに

紀伊半島に津波を伴う大きな被害をもたらす東南海・南海地震は、100～150年の周期で発生しており、2050年までに発生する確率は80%～90%程度と予想されている。

今回施工した和歌山県庁南別館は、この東南海・南海地震を含む「あらゆる災害から県民の生命、財産を守るため、県の防災体制を強化する」ことを目的に、計画・設計された。施設は、災害時における活動の中核を担う防災センターとしての機能を備えており、危機管理局など多くの防災関係機関が配置され、災害が発生した際は、災害対策本部も設置される。

施設の要求される機能は、以下の通りとなる。

- ・風水害はもとより、震度7クラスの大地震にも耐えられる耐震性の高い建物
- ・ライフラインが途絶しても庁舎機能がダウンしない設備（自家発電、燃料、飲料水等の備蓄のバックアップ機能の完備）
- ・フレキシビリティの高い機能

本報告は、和歌山県庁南別館建築工事における特徴的な工事について報告する。

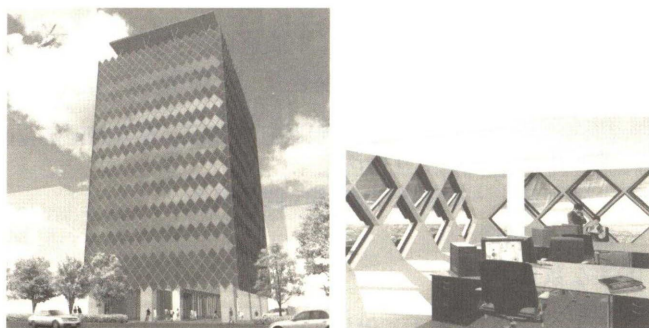


Fig.1 パース

- | | | |
|----|------|-------------|
| * | 関西支店 | 和歌山県庁南別館(作) |
| ** | 関西支店 | 建築部 |

2. 工事概要

1. 1 工事概要

工事名称：和歌山県庁南別館（仮称）建築工事
 建設場所：和歌山県 和歌山市 湊通丁北1丁目地内
 発注者：和歌山県
 設計者：梓・高松工事設計共同体
 監理者：梓・高松工事監理共同体
 実施工期：平成17年8月17日～平成18年12月11日
 敷地面積：1195.82㎡
 建築面積：1143.23㎡
 延床面積：11432.23㎡
 構造規模：RC造，SRC造，S造，地上10階
 高さ：51m
 用途：庁舎(防災センター)

2. 2 立地

和歌山市中心部の官庁街に位置し、周辺には、県庁、県民文化会館等の施設がある。工事場所へのアプローチは、南面の6m道路1本となっている。



Fig.2 配置図

3. 設計概要

3.1 設計概要

和歌山県の防災拠点として機能するために、下図の設備を設けている。

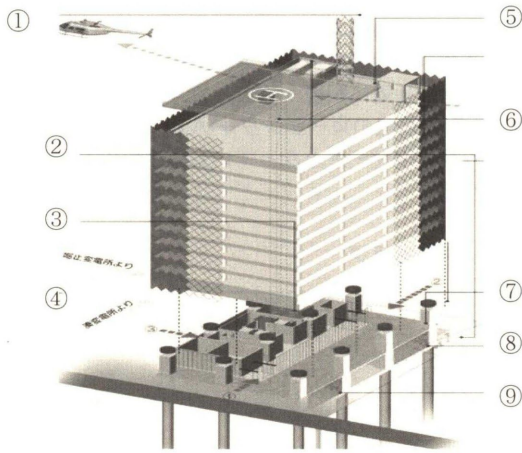


Fig. 3 設備概要

設備概要

- ①防雷設備
イオンによるバリアで電子機器を落雷から保護
- ②停電用発電設備
72時間分の燃料を備蓄した空冷式ガスタービン設備
- ③受水層
7日分の飲料水を確保
- ④2系統受電
別々の変電所から電力供給
- ⑤ヘリポート
防災ヘリ、県警ヘリの離着陸
- ⑥非常用エレベーター
- ⑦ピロティ
天井高5m確保し、大型車の寄り付きが可能
- ⑧地下ピット
緊急貯留槽として、汚水等の排水を7日分貯留
- ⑨井水貯留槽
トイレの洗浄等に使用、また7日分の上水を確保

仕上概要

【外部】

- 屋上・屋根：穴明きフロアパネル・アスファルト防水
- 外壁：アルミカーテンウォール
- 建具：アルミ建具、鋼製建具

【内部】

- 床：石貼り、ビニール床タイル、フリーアクセスフロアの上カーペットタイル
- 壁：PBの上EP、コンクリート打放し
- 天井：コンクリート打放し、岩綿吸音板、

3.2 構造概要

防災拠点としての機能を満足させるため、耐震性能を高める必要があった。耐震設計に当たっては、建築基準法・同告示に定められている地震動のほか、南海トラフ沿いで発生する各地震による影響について安全性を確保する必要があった。そのため免震構造を採用することに加え、鋼材を格子状に組んで建物の外周を固めることで、さらに建物の揺れを小さくする効果がある耐震ラチス構造が採用されている。これによって、大地震での免震層から上の変形が、建物最上部で4cm(耐震ラチスがない場合は18cm)に抑えることができた。

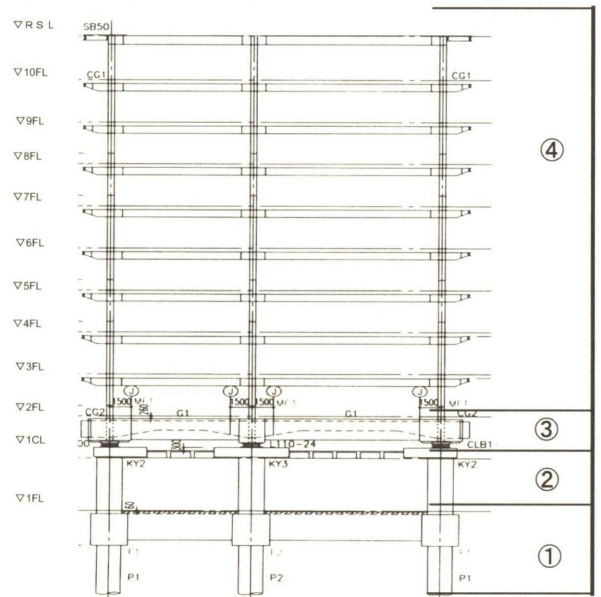


Fig. 4 構造概要

構造概要

- ①杭地業
 - ・工法：アースドリル拡底杭工法
 - ・杭長さ：57～63m、
 - ・杭径：1.7m(2.5m)4本、1.7m(2.8m)6本、2.1m(3.4m)2本 ()は拡底杭径
 - ・杭頭部：内面リブ付き鋼管コンクリート杭
 - ・支持層：三波変成岩層
- ②基礎～1階柱頭部：鉄筋コンクリート構造
1階上部スラブ：ワッフルスラブ
- ③1階柱頭～2階(免震階)：中間層免震装置
直動転がり支承交差型免震装置 4箇所
鉛プラグ入り積層ゴム支承 8箇所
オイルダンパー 4箇所
- ④2階～屋上－耐震ラチス付き鉄骨構造
柱－CFT構造
- ⑤主な数量
掘削：3,464m³
コンクリート：4,613m³
鉄筋：618t
鉄骨：1,383t

4. 施工計画

4. 1 工程計画

全体工期が16ヶ月の中、鉄骨建方が、構造上各節のCFT柱とスラブコンクリート強度発現後に次節建方を行う必要があり、そのため最終的に躯体工事等で使用するタワークレーンの解体が、竣工前1.5ヶ月と非常に厳しい工程となった。

Table 1 概略工程

	平成17年				平成18年												
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	← 全体工期(16ヶ月) →																
内装	各階内装工事																
外装	2~4階 5~7階 8~R階																
鉄骨	1節 CFT 2節 CFT 3節 CFT 屋上 雑鉄骨																
躯体	基礎 1階 柱頭 免震装置 2~4階 5~7階 8~R階																
地業	杭 掘削																
仮設	準備 山置 T/C 組立 T/C 解体																

4. 2 仮設計画

当初の計画(設計図書)では、無足場工法となっていたが、サッシをユニット化することが納まり上困難であり、外部からロックダウン方式で取付ける工法を採用したため、外部足場を設置する計画に変更した。

建物の外周部に寄り付きのスペースがないため、地中梁施工時にタワークレーンを設置した。また構造上、耐震ラチスの取付けが自立の条件であったため、鉄骨工事においては、2階にブレースを仮設として設置した。

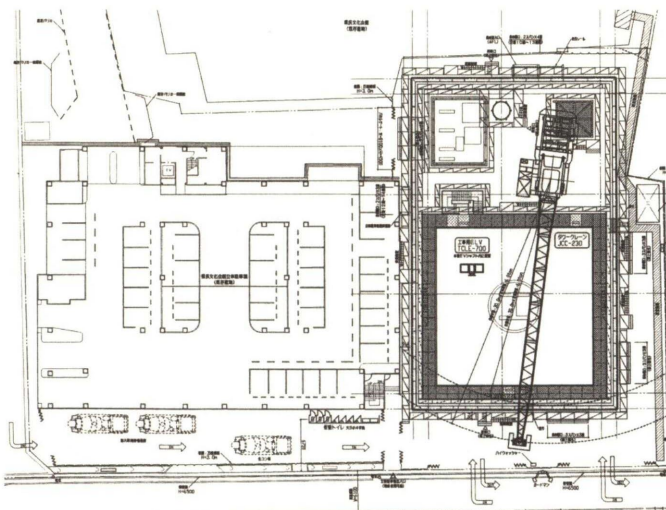


Fig. 5 総合仮設

仮設概要

揚重機：タワークレーンJCC-230 1基

仮設エレベーター：ロングスパンエレベーター
AK-900 1基

外部足場：鋼製枠組足場(W=900)

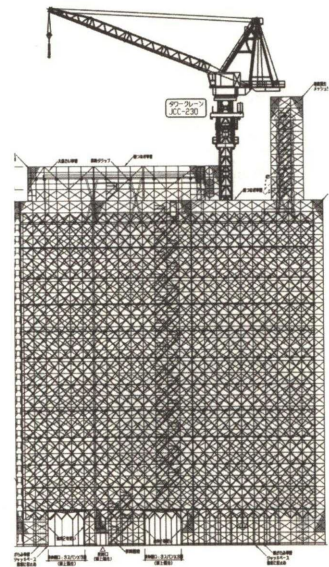


Fig. 6 外部足場計画

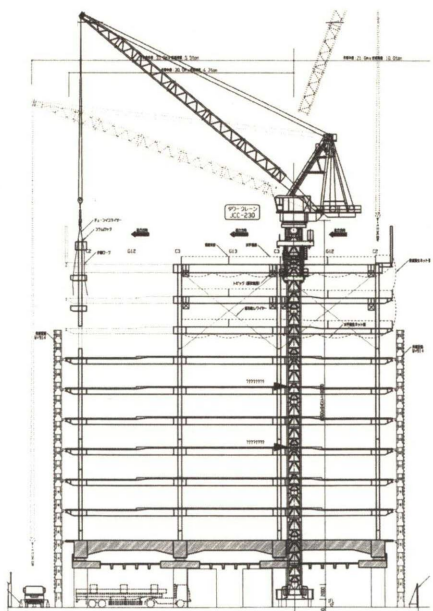


Fig. 7 鉄骨建方計画

5. ワッフルスラブ及び免震装置

5. 1 ワッフルスラブ工事

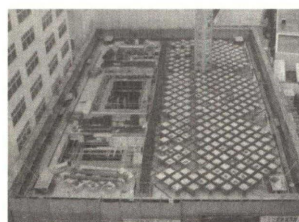


Photo. 1 全景

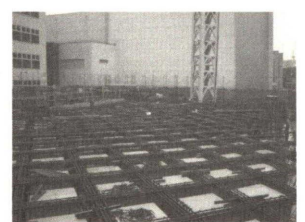


Photo. 2 配筋状況

免震階(1Fと2Fの中間部)床は、コア部以外がすべてワッフルスラブ(プレストレス導入)で構成され、スラブ下は、1階の直天井仕上げとなる。従って精度管理、施工図による納まり検討、プレストレス導入時期、支保工計画及び脱型時期の検討を行った。

5. 2 免震装置設置工事

当建物は、敷地が狭いこと、洪水、津波等の水害に備えることを考慮し、2階に免震装置を配置した中間層免震構造物となっている。

配置は、中央に鉛プラグ入り積層ゴム支承8台と建物の四隅に直動転がり支承交差型免震装置4台及びオイルダンパー4台となっている。

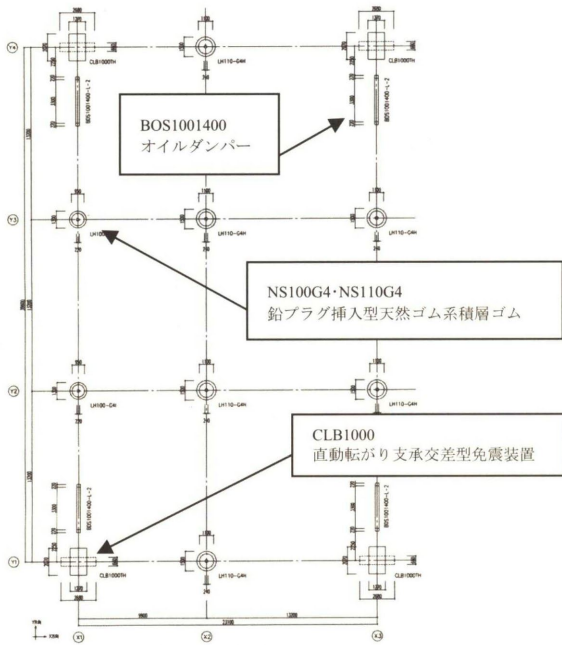


Fig. 8 免震装置配置図

6. CFT工事

6. 1 CFT工事概要

- ・設計基準強度： $F_c=60N/mm^2$
- ・柱：450φ－8本，500φ－4本
- ・節数：0～3節
- ・最高充填高さ：G L + 45.2m
- ・1回の最大打ち込み高さ：12m
- ・コンクリート総量：67m³
- ・工法－バケットによる落とし込み充填工法

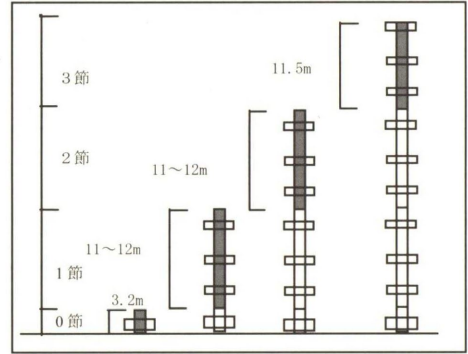


Fig. 10 CFT概要

6. 2 コンクリート調合計画及び実大試験

①高強度コンクリート

和歌山市内には高強度コンクリートの大臣認定を単独で取得しているプラントがなかったため、立地、技術力を評価基準に生コン工場を選定することから始まり、熊谷組と生コン工場の共同で実機試験等を行って大臣認定を取得する必要があった。

②調合の決定

調合の決定は以下のフローで行った。

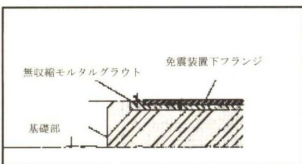
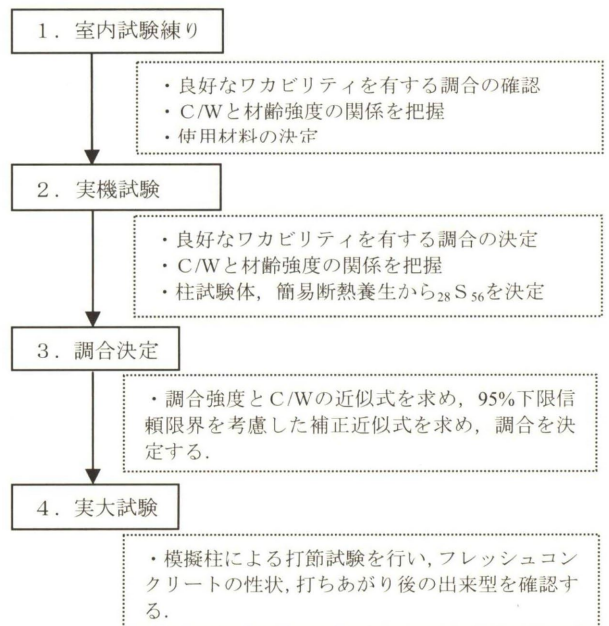


Fig. 9 免震装置断面図



Photo. 3 注入状況

免震下部プレートのグラウトは、無収縮モルタルによるグラウト工法を採用した。



Photo. 4 設置状況



Photo. 5 鉄骨取り合い

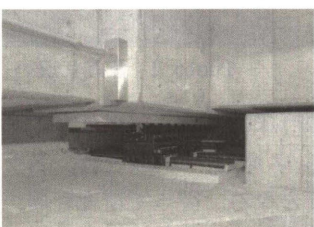


Photo. 6 直動転がり支承交差型免震装置

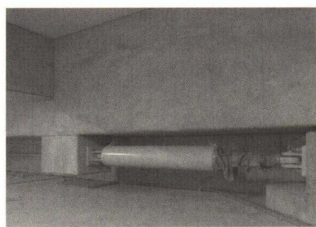


Photo. 7 オイルダンパー

③試験結果

室内試験により、作業所で設定した経時変化「スランプフロー60cmの90分保持及び50cmフロータイム7秒以下」の性状を確保するために、普通ポルトランドセメントを低熱ポルトランドセメントに変更した。

実機試験においては、ブリージング量 $0\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 、24時間沈下量 0.66mm となり、所要性能が満足されていることが確認できた。また模擬試験体による実機実験では $S_{56} = 0$ となった。

④実大試験

落とし込み充填工法を採用しているため、コンクリートの充填性、材料分離、気泡の巻き込み等の確認を目的に、模擬柱(ボイド管)による実大打設試験を行った。

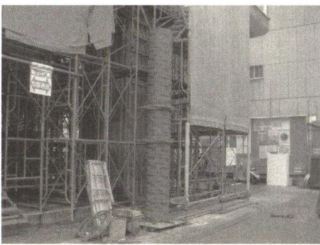


Photo. 8 模擬柱

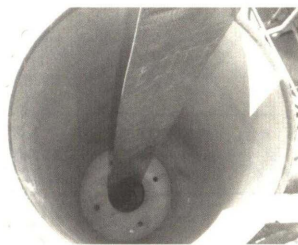


Photo. 9 ダイヤフラム部

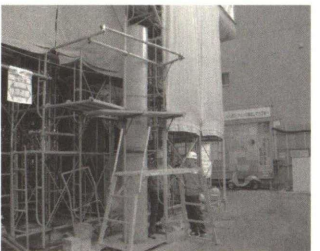
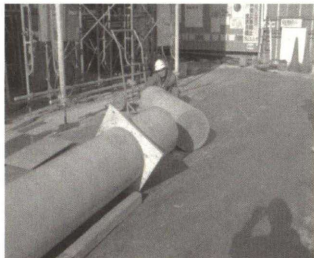


Photo. 10 充填後の確認



上部及び下部ダイヤフラム付近では、気泡もなくコンクリートが密実に充填されていることが確認できた。

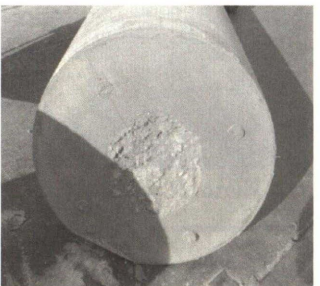
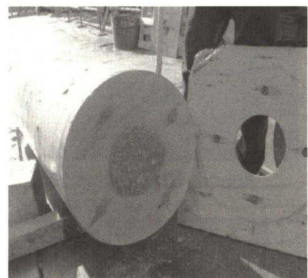


Photo. 11 上部ならびに下部ダイヤフラム



6. 3 CFT コンクリート打設

コンクリート打設は、 2.5m^3 ホッパーに $\phi 125$ のサニーホースを取付け、タワークレーンで揚重した。

サニーホースの先端は、分離を防ぐためコンクリート面から1m以内とし自由落下高さをできるだけ小さくした。また、リモコン操作により、上昇速度を1m/分以下で管理した。

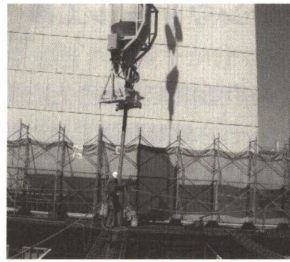


Photo. 12 打設状況



Photo. 13 打設管理

CFT柱には、品質確保のため、以下の処置を行った。

- ①充填性確保のため、ダイヤフラムに、打設開口(200 ϕ)、空気穴(4-30 ϕ)を設けた。
- ②次節打設までに溜まる管内の水(雨水、結露水)を抜くための水抜き穴を設けた。
- ③各階柱頭、柱脚には、火災時の爆裂防止のため、蒸気抜き穴(20 ϕ)を設けた。
- ①充填性確保のため、ダイヤフラムに、打設開口(200 ϕ)、空気穴(4-30 ϕ)を設けた。
- ②次節打設までに溜まる管内の水(雨水、結露水)を抜くための水抜き穴を設けた。
- ③各階柱頭、柱脚には、火災時の爆裂防止のため、蒸気抜き穴(20 ϕ)を設けた。

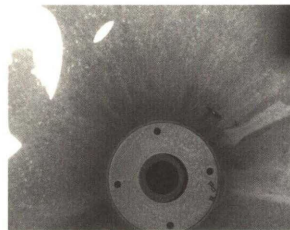


Photo. 14 ダイヤフラム

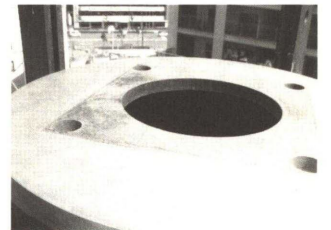


Photo. 15 空気孔, 打設開口



Photo. 16 水抜き孔



Photo. 17 蒸気抜き孔

打設は、出荷から打ち終わりまでの時間管理を行い、計画とおりに打設を完了した。

Table 2 管理表

項目	基準値	1日目打設時	2日目打設時	3日目打設時	4日目打設時	5日目打設時	6日目打設時
出荷数量 (m)	4.5以下	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.50
出荷時刻		8:17	9:50	10:48	12:30	13:50	15:00
試験時刻		8:45	10:07	11:06	12:48	14:07	15:20
外気温 (°C)		25.0	26.0	27.5	30.0	30.0	29.0
スランプフロー (cm)	60±10	67.5±68.0	68.0±67.5	67.0±65.0	68.0±67.0	67.5±66.0	68.0±65.5
50cmフロータイム (秒)	7.0秒以下	3.21	3.02	4.01	6.72	3.7	3.74
停止タイム (秒)		34.91	35.25	36.00	33.32	36.31	37.38
空気量 (%)	3±1.5	2.8	2.3	2	2.5	3.1	3.4
コンクリート温度 (°C)	35°C以下	31.0	31.0	31.0	32.0	31.5	32.0
塩化物量 (kg/m³)	0.3以下	0.026	-	-	-	-	-
単位水量 (kg/m³)	175±12	181.4	178.4	181.1	178.3	179.7	176.0

7. 耐震ラチス及びカーテンウォール工事

耐震ラチスは、構造上剛性を高める機能を持つとともに、同じグリッドでカーテンウォールが組み込まれ、当建物の特徴的なファサードを構成する。したがって鉄骨とカーテンウォールの製作並びに取付けに高いレベルの精度が要求された。

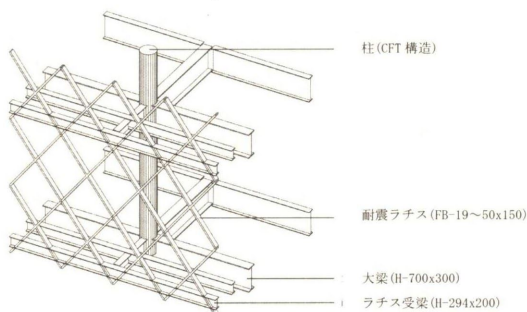


Fig. 11 耐震ラチス詳細

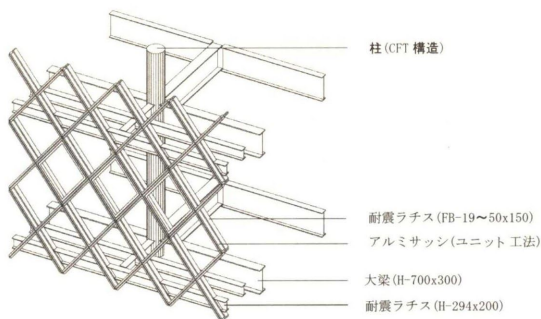


Fig. 12 カーテンウォール詳細 1

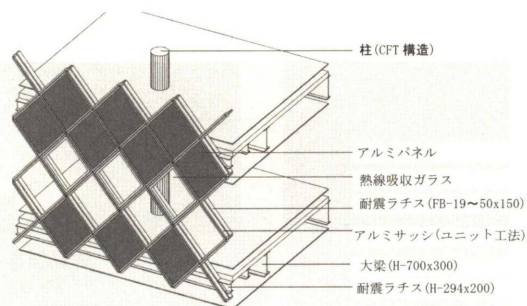


Fig. 13 カーテンウォール詳細 2

7. 1 耐震ラチス工事

耐震ラチスは、内部側が表して塗装仕上げとなるため、構造部材でありながら、仕上げ金物と同等の精度が要求された。そのため詳細の十分な事前検討及び製作時、施工時における精度管理が不可欠となった。

検討項目

- ・製品精度の確保—溶接方法の検討
- ・建て方時の精度確保

①製品精度の確保

耐震ラチスはフラットバー（16～36×150）で構成され、68.8度の角度で交差し突き合わせ溶接にて接合する仕様である。従って、溶接歪を低減し、精度を確保することが課題であった。試験製作を重ねることで、歪量を最小限にする溶接の手順を確定し、さらに製作用の固定治具を作成、当初1ユニット 30～40mm あった歪量を低減し、目標とする精度を（製作時の許容誤差を±5mm）確保した。また現場溶接を最小限にするため、耐震ラチスの1ユニットを輸送上最大限大きくした（3m×10m）。

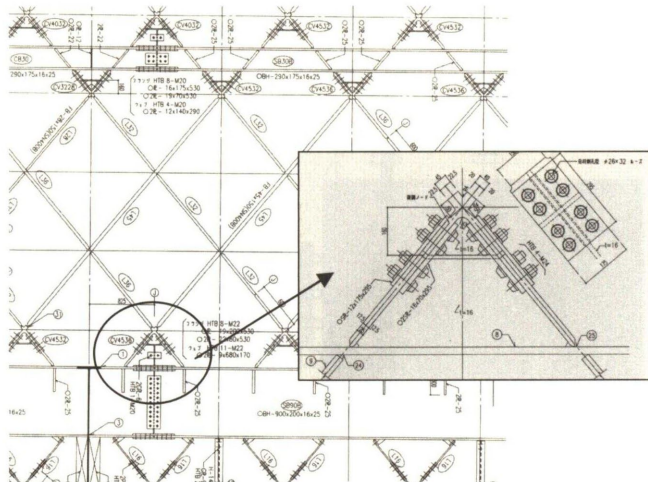


Fig. 14 ラチス詳細



Photo. 18 揚重状況

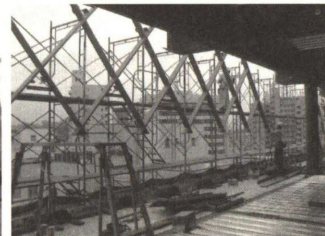


Photo. 19 取付状況 1



Photo. 20 取付状況 2



Photo. 21 取付状況 3

②建て方時の精度確保

建て方は柱及び梁の鉄骨建方後、ラチスを取付けた。特にラチス受け梁の精度を確保することが必須となり、製品精度と建て方精度を重点的に管理するとともに、キャンティ構造のため、コンクリート打設後のたわみが考慮して、あらかじめ固定するレベルの設定を行うことで、出入り±5mm、レベル±5mm以内に治めることができた。さらに2階のラチスは、荷重によるたわみの影響を押さえるため、最上階のコンクリート打設後、最終固定を行った。

7. 2 カーテンウォール工事

カーテンウォールは、耐震ラチスの形状に合わせた菱形の集合体で構成されており、要求品質を実現するために、以下の検討を行った。

- ・性能確認試験
(気密性能、水密性能、耐風圧性)
- ・障子吊元の耐久試験
- ・シーリング材の接着試験

①性能確認試験

要求品質及び試験方法を下図に示す。

Table 3 試験項目

試験項目	要求性能	試験条件	判定
気密性能	A-2 (A-2 等級線)	JIS A 1516によって機密性能試験を行う。	JIS A 4706に規定する気密等級線(A-2等級)を上回らないこと。
水密性能	最大1000Pa (FIX部) 最大500Pa (可動部)	JIS A 1414によって水密性能試験を行う。	左記条件において、室内側に漏水がないこと。
耐風圧性能	S-7 (3600Pa)	JIS A 1515によって水密性能試験を行う。	最大風圧力において、主要部材のたわみが1/150かつ、20mm以内であること。

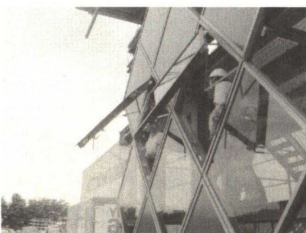


Photo. 22 モックアップ

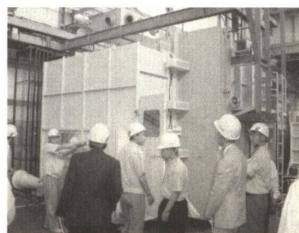


Photo. 23 気密性試験

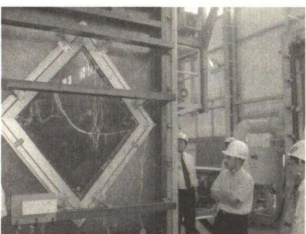


Photo. 24 水密性試験

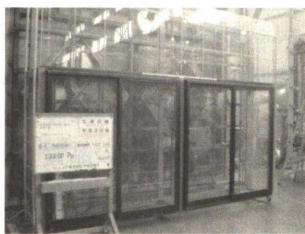


Photo. 25 耐風圧性試験

Table 4 試験結果

試験項目	試験結果
気密性能	A-2 等級に適合し、さらにA-4 等級にも適合した。
水密性能	FIX部及び可動部とも漏水なし。
耐風圧性能	枠の最大たわみ0.4mm (1/2750)、かまちの最大たわみ0.7mm (1/1429) となり適合した。

②障子吊元の耐久試験

一般のサッシと違い、菱形の頂点に吊元があることで集中的に荷重を受けるため、その強度と耐久性を確認する必要があり、次の試験を行った。

カーテンウォールの突き出し窓のピボットヒンジに障子相当の重量をかけて繰り返し開閉テストを行い、軸の磨耗や強度等の確認を行った。最大 30000 回(100 年使用想定)の開閉試験を行ったが、強度不足、磨耗、劣化等の不具合は認められなかった。

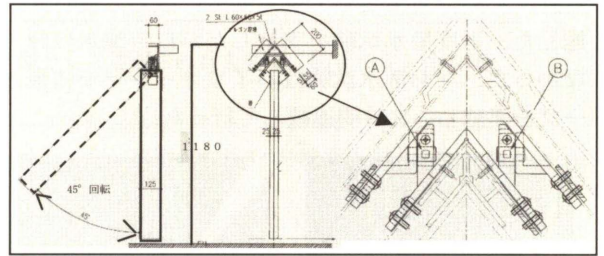


Fig. 15 ヒンジ耐久試験

③シーリングの接着試験

アルミサッシの表面仕上げの違いによるシーリングの接着試験を行い、差異はなく当社提案の仕上げ(二次電解着色YA-7N)が採用された。

- ・被着体の種類(計4種類)
塗装アルミ (ウレタン塗装とフッ素塗装)
二次電解着色の表面処理 (YA-4NとYA-7N)
- ・試験方法

JIS A 1439の要領で、引張り前を基準とし、50%及び最大引張応力、最大伸び率及び破断状況を試験する。

- ・養生方法
標準養生(23°C 7日+50°C 7日)、温水養生(標準養生+50°C 7日)、耐熱養生(標準養生+100°C 7日)

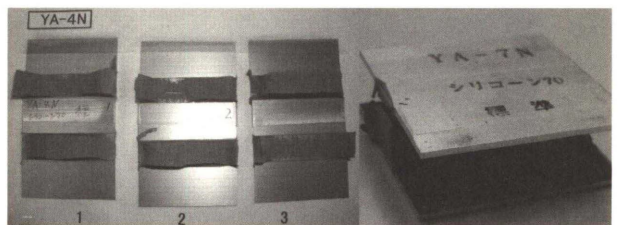


Photo. 26 引張試験結果

④施工

カーテンウォールは、先行している耐震ラチスと見付上、同面で取り合うため、ジョイントのシール幅を確保しつつ、サッシのユニットごとに微調整が必要となった。



Photo. 27 ファスナー

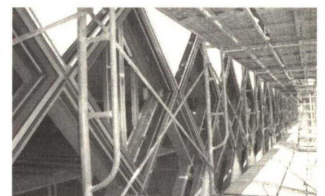


Photo. 28 サッシ



Photo. 29 ファスナー詳細

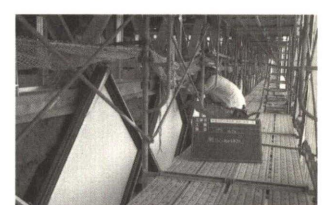


Photo. 30 施工状況

④散水試験

当サッシは、サッシに取り付けたビートで雨水の浸入を防ぐ他、二重の対策として、外面にシールを施工するようになっていた。散水試験はシール施工前に行うこととした。試験の結果、菱形の交点部分で若干の漏水が認められたため、対策として交点部分に限定し先行シールを施した。再度散水試験を実施したが以後漏水は認められなかった。なお散水試験はハイウオッシャーに散水チューブを連結し、8時間連続して行った。



Photo. 31 散水状況

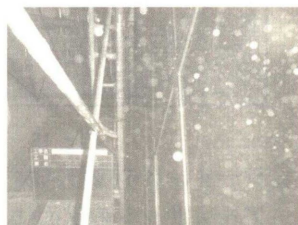


Photo. 32 散水状況

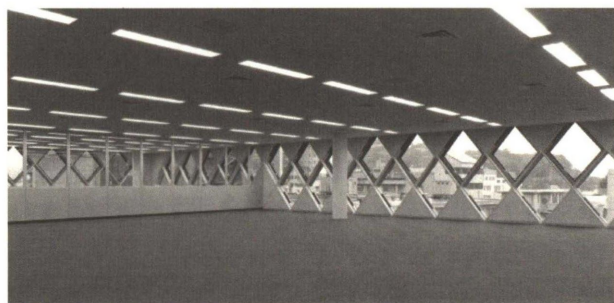


Photo. 34 事務室

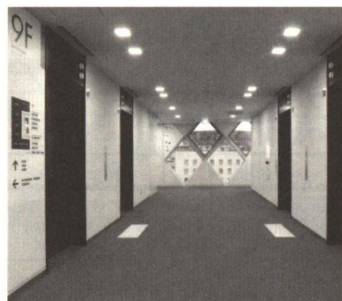


Photo. 35 エレベーターホール



Photo. 36 廊下

8. まとめ

本工事の実施にあたり、和歌山地区に高強度コンクリートの認定工場がないことで、その認定取得に多大な作業と時間を費やした。地域によってはその期間(9ヶ月)がとれるか事前確認が必要である。また特殊な構造においては、各段階で想定される荷重に対して、安全な仮設補強計画が不可欠である。



Photo. 33 全景

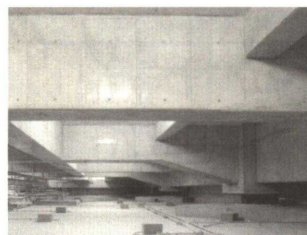


Photo. 37 免震層

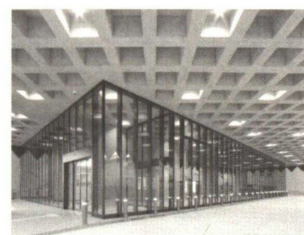


Photo. 38 エントランス

謝辞

着工当初において、高強度コンクリートの認定取得、低層階での免震構造やワッフルスラブの検討、耐震ラチスを含む鉄骨建て方工法と仮設計画等、業務が集中した時期があった。当プロジェクトが大過なく実現できたのは、発注者ならびに設計監理者のご指導、本社、支店の支援、協力業者の品質への取り組みのおかげである。このプロジェクトに関与していただいた多くの方々に改めて感謝申し上げる次第である。

Wakayama prefectural government office building south annex construction report

Tadashi YASUDA, Satoshi TUNEKAWA, Kazuaki ISHII and Hiroshi HAGIHARA

Abstract

The Wakayama prefectural government office building south annex is facilities that have the function as the disaster prevention center in Wakayama Prefecture for large-scale earthquakes such as the Tonankai and the Nankai earthquake.

A high level of the earthquake-proof performance was required, and therefore, the CFT structure and the quake absorbing structure was adopted. In addition, the building structure which reduce quakes was achieved by arranging the earthquake-proof Ratis in four times around the building to improve rigidity of the building.

Moreover, the curtain wall of the diamond shape arranged outside of the earthquake-proof Ratis that has the same diamond shape forms a peculiar facade that matches the design of adjoining the Wakayama Castle, and this building becomes a new landmark of Wakayama City. This report describes the Wakayama prefectural government office building south.