

志摩観光ホテル ザ・クラシック

| | | | | |
|----------------|-------|----------------|-------|-----------------|
| 08-015-2017 作成 | 発 注 者 | 近鉄不動産、近鉄・都ホテルズ | 所 在 地 | 三重県志摩市 |
| 種別 耐震改修 | 耐震設計 | 全日本コンサルタント | 竣 工 年 | 1969 年（昭和 44 年） |
| 建物用途 ホテル | 改修施工 | 大林組・堀崎組共同企業体 | 改修竣工 | 2016 年（平成 28 年） |

歴史あるリゾートホテルの再生を果たし伊勢志摩サミット会場として利用

●建物概要

| | | | |
|------|-------------------------------|---------------------------|--|
| 建物規模 | 地上 6 階、地下 3 階、塔屋 3 階 | | |
| | 敷地面積 94,496.29 m ² | 建築面積 2,853 m ² | |
| | 延べ床面積 11,619 m ² | | |
| 構造種別 | 鉄筋コンクリート造 | | |

●改修経緯

本建物は、1969 年に竣工した村野藤吾設計による地上 6 階建ての鉄筋コンクリート造のホテルである。

竣工 40 年を過ぎ耐震性能の公表が予告される中で、減築又は耐震補強の 2 通りを検討していたが、元設計の外観デザインを厳守(既往改修部は元デザインに復元)という方針により、耐震補強案が確定された。

(写真①、②)

●耐震診断結果

本建物は傾斜地盤(崖地)に立つ建物であり、周辺地盤を十分に測量し建物周りの高低差を確認した。その上で地下階部分も地上に現出していることから、地下 1 階も地上階として診断を行った。加えて各種の地盤調査の結果から強固な風化岩で、水位も低いことを確認し、地下階には土圧および水圧や、崖地による必要耐力の割り増しは考慮しないものと評価した。更に基礎より地盤に流れる水平力は自重による負担分のみとして必要耐力の算定を行った。

建物は平面形状が、地下階・1 階が T 形、基準階は細長い一文字形で 6 階は桁行方向にセットバックしている。耐震診断の結果、塔屋の最上階や 4～6 階は基準を満足したが、他階は Is 値が 0.32～0.5 と、基準を下回る結果になった。地下 1～2 階はロビーや店舗等の用途で耐震壁が少なく、壁位置も偏在していることにより耐震性能が低下していた。

また 3 階以上の客室階張間方向は耐震壁が存在するが、下階の耐震壁と連続してないので壁耐力を十分に期待できず、耐震性能が不足する結果となっている。

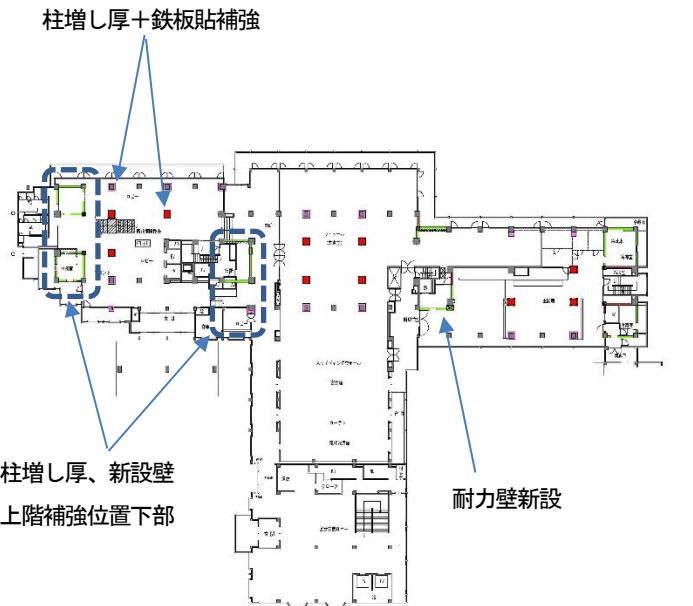
●耐震改修計画

建物外観を変更しない補強手法とし、各階 XY 方向の必要壁量を確保する強度指向型補強方法を採用した。補強壁（鉄筋コンクリート壁）は出来るだけ上下階を連続させ、かつ偏心しないようにバランスを考慮し、建物の両端及びコア部に集中的に配置する。柱付き耐震壁は極力現状のままとしている。また、柱付き直交壁も評価し、耐震壁下階で壁が無い部分は柱のコンクリート増し打ち＋鉄板巻、或いは壁新設により補強を行なった。特に耐震壁の補強位置としては、3～6 階の客室部は平面的に雁行し

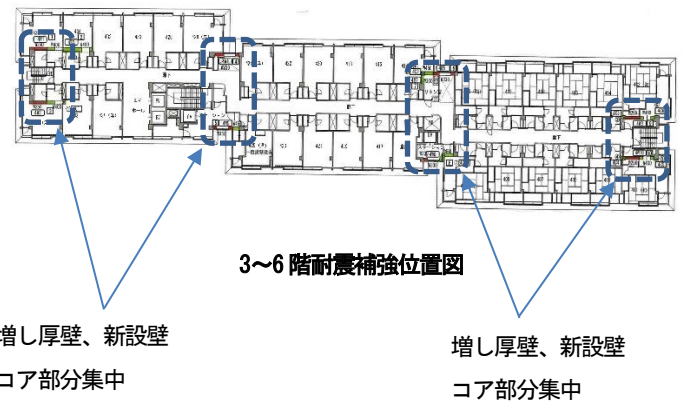
ている共用部分の EV ステーションや控室に集中させ、建物の一体性の確保にも配慮した。地下 1～2 階においては、上部階よりの補強壁の連続性を考慮し、発注者の要望で、出来るだけホール、大食堂、厨房等を避けた空間確保も配慮し、事務室等の後方室での補強とした。特に EV・PS のコア部分を補強して、耐力を集中するよう意図している。

また、本館より旧館に通じる連絡通路下部は、ベイスイート棟（サミット会場）へのバス通路となっており、大型バスの通行を可能とするために、連絡通路部の SRC 梁成(約 300 mm)を小さくする改修を種々の工法で検討・解析し変位計測等工事監理の厳格化の上で実現した。

煙突の内部煉瓦の傾斜等劣化に対しても種々の検討の上で補強した。



1 階耐震補強位置図



3～6 階耐震補強位置図

増し厚壁、新設壁
コア部分集中

増し厚壁、新設壁
コア部分集中

| |
|--|
| 【要約】竣工 40 年を過ぎ耐震改修の必要性が生じてきたことから、村野藤吾デザインを生かしたまま行なう RC 耐震補強を採用。伊勢志摩サミット開催及び公共建築物耐震性能公表により第三者への信頼性をアピールでき、集客力向上の一助となった。 |
| 【耐震改修の特徴】短工期施工、資産価値向上、助成金適用、BCP(事業継続性)向上、改築併用 |
| 【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他 |

●改修工事概要

柱:コンクリート増厚・鋼板巻き補強 83 箇所

壁:コンクリート壁新設 74 箇所

壁:コンクリート増厚 27 箇所

以上、全階各所において施工。

●耐震改修の効果

改修により耐震性能を格段に向上させ、同時に内部をほぼ全面リニューアルしたことにより、意匠の伝統あるデザインが高い評価を得ただけでなく、利用者・宿泊客が安心・安全に快適に利用できることとなった。竣工後直ぐに伊勢志摩サミット会場として利用されたことも相まってホテルの客室稼働率も高い数字を維持している。

●設計者コメント

全体改修の様々なブラッシュアップされ続けたプラン変更に伴い、補強位置の再検討もその都度行ない、訴求されるデザインを満足できる補強方法に落ち着いた。特殊工法を採用せず従来のコンクリート補強等を主体としたことで、仕上解体して判明する既存躯体現状に合せ補強内容を修正しやすくし、プラン変更に対しても適時対応出来ることとなった。

第 3 者の診断・改修の総合評価を得たが、困難な場面で大学・研究者の支援・教示がプロジェクトを円滑に遅滞無く、しかも効率的に効果的に達成できたことに謝意を伝えたい。加えて施主や関係者、施工者の理解・支援や協力あって短工期・仕様変更等に対応できたことが一番の成果である。

●施工者コメント

工法自体はオーソドックスなものであるが、隠蔽部の躯体が露わになって見受けられる劣化に対しては丁寧に補修をして補強を行なった。特にコンクリート・グラウトの充填、鋼板溶接作業については入念な確認を行ない、品質管理を徹底した。

着工時期に三重県でのサミット開催が決まり、工事内容が耐震補強+必要最低限改修程度から、ほぼ全体改修へと対象範囲が変わって対応に苦労したが、施主・設計部門の協力を得てサミット開催に間に合うことが出来た。

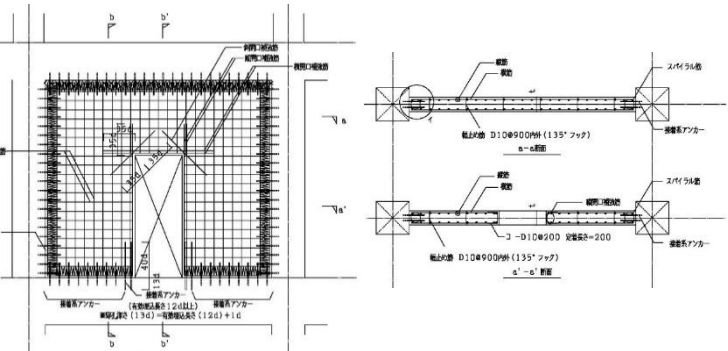
●発注者コメント

竣工後 40 年の村野藤吾氏の意匠を生かし、約 11 ヶ月におよぶ耐震改修・リニューアル工事でしたが、困難な要望にも各社各部署が綿密な打合せ連携により大きな事故もなく伊勢志摩サミットに間に合せていただいた、全日本コンサルタント、大林組・堀崎組共同企業体をはじめ協力会社には心より感謝しております。耐震改修・リニューアル、そして伊勢志摩サミットを経て、滞在型国際高級リゾートホテルとして新たな歴史を刻んでいきます。

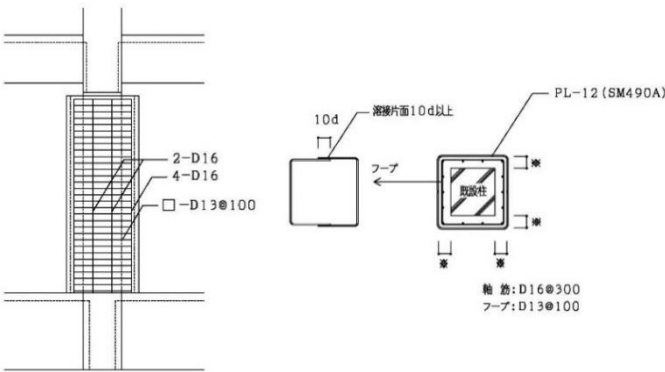


↑改修前外観 (①)

↓改修後外観 (②)



コンクリート新設壁補強図



柱コンクリート増し厚+鋼板巻補強図

帝劇ビル

| | | | | |
|------------------------|-------|-----------|-------|-----------------|
| 08-016-2017 作成 | 発 注 者 | 東宝不動産株式会社 | 所 在 地 | 東京都千代田区 |
| 種別 耐震改修 | 改修設計 | 株式会社大林組 | 竣 工 年 | 1966 年（昭和 41 年） |
| 建物用途 劇場、美術館、事務所、飲食、その他 | 改修施工 | 株式会社大林組 | 改修竣工 | 2017 年（平成 29 年） |

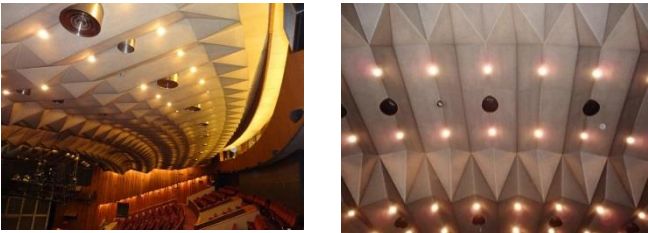
劇場公演をしながら天井落下防止対策 大林組の「フェイルセーフシーリング」

●建物概要

| | |
|------|--------------------------|
| 建物規模 | 地上9階・地下6階 |
| 敷地面積 | 約 3,825 m ² , |
| 延床面積 | 約 37,030 m ² |
| 構造種別 | 鉄骨鉄筋コンクリート造 |
| 架構形式 | 耐震壁付きラーメン構造 |
| 基礎形式 | 直接基礎 |



建物外観（改修前後とも）



劇場内（改修前）

●改修経緯

本建物は1966年に竣工した地上9階、地下6階の劇場を含めた複合ビルである。この建物のうち劇場部分の天井高さは最高で14.8mあり、特定天井に該当する。劇場では年間を通して絶えることなく公演が行われており、多くの観客が来場することから、観客の安全を最優先に考える上で、特定天井が適合すべき構造耐力上安全な天井の構造方法とするための改修を行うこととなった。すなわち、2014年4月に施行された天井に関する告示に適合すること、さらに、その安全性を第三者機関の審査により証明することが求められた。

●耐震診断結果

既存天井の状況は、特定天井の告示が施行される以前の一般の建物と同様、告示に適合する構造方法とはなっていなかった。建物の架構としては、1996年に耐震診断を実施しており、耐震性は高いと判断され、東京都に報告を行っている。

●耐震改修計画

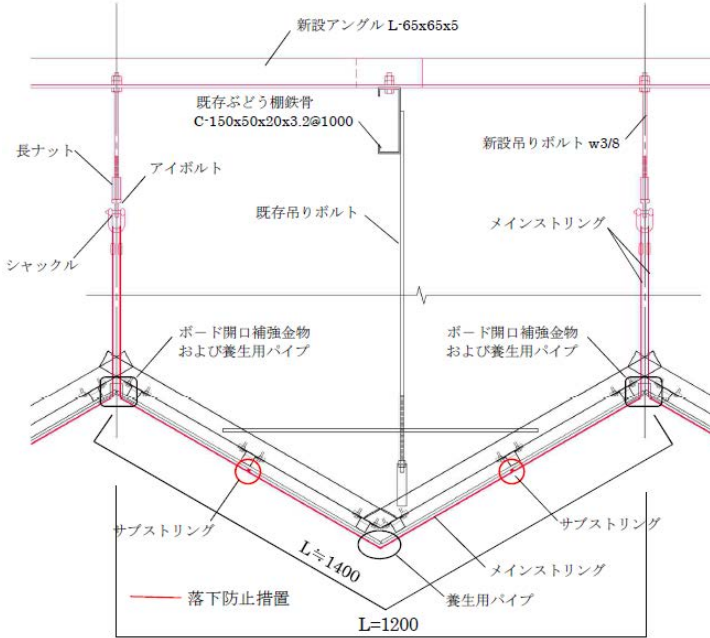
本改修工事では、天井の形状が複雑な点に加え、劇場公演を継続しながら工事を行う必要があったため大規模な足場の設置が困難であった。そこで特殊な天井形状に対応でき、かつ局所的な足場・天井内での作業で施工可能である当社開発技術の「フェイルセーフシーリング・ストリングタイプ」（以下本文中「FSC・S」と呼称する）が採用された。

●改修工法の概要

本構法は、大林組で2015年5月に技術開発した落下防止措置であるフェイルセーフシーリング・ストリングタイプ（日本建築総合試験所 GBRC 性能証明 第156-07号）をベースに複雑な形状をした天井に応用したものである。

既存の吊り天井板面下にストリングと呼ぶ超高強度繊維ポリエチレン製の細いロープ（φ2.4mm）をネット状に設置し、落下しようとする天井材を一時的に保持し、地震時における施設利用者の避難時間と避難空間を確保する技術である。

落下防止措置詳細を下図に示す。



天井板に孔を明け、波形を吊り上げるようにメインストリングを設置する。メインストリングは水平投影面に対して@900ピッチで一方向に配置する。サブストリングは天井材が大きなかたまりで落下することを防止する部材で、メインストリングの直交方向に配置する。天井落下時の天井重量はメインストリングのみで支持できることを確認し、サブストリングは補助材とする。メインストリングはジャックル、アイボルト等で吊りボルトと接続する。吊りボルトは、既存ぶどう棚鉄骨上に新設したアン

| | |
|-----------|---|
| 【要約】 | 劇場を稼働しながら、夜間工事のみでフェイルセーフシーリングにより天井落下防止対策を行った。 |
| 【耐震改修の特徴】 | 供用しながらの改修 |
| 【耐震改修の方法】 | 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他 |

グル材にボルトにより接合する。天井の平面形状は扇状で、吊りボルトはデザインに合わせて配置する必要がある。落下防止措置の吊りボルト位置と既存ぶどう棚鉄骨の位置が合致しないことから、吊りボルト位置に合わせてアングル材を設置し、吊り元としたものである。既存ぶどう棚鉄骨に対しては端部補強、水平ブレース設置などの鉄骨工事を行い、吊り元として必要な強度と剛性を確保した。

●改修工事概要

本改修工事はSTEP1～STEP6の手順で行った。

STEP1：天井内に足場を設置する。

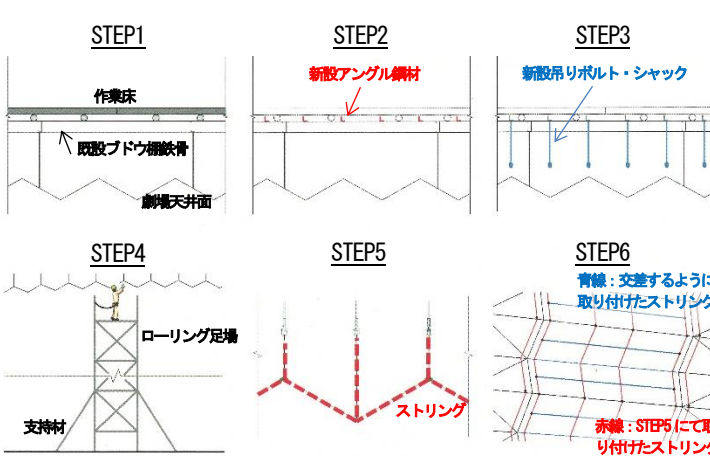
STEP2：既存ぶどう棚鉄骨にアングル鋼材を取り付ける。

STEP3：アングル鋼材の所定の位置に吊りボルトを設置する。

STEP4：劇場の公演終了後劇場内にローリング足場を設置し、天井面の所定の位置に孔をあける。

STEP5：STEP3で設置した吊りボルトにストリングを取付け、STEP4であけた孔に通し、次にあけた孔から天井内に通して吊りボルトに取り付ける。

STEP6：先に取り付けたストリングと交差する方向にSTEP5と同様にしてストリングを取り付ける。



FSC・Sの施工 STEP 図

●耐震改修の効果

本構法は、大林組の技術研究所で振動台実験、載荷試験、要素試験を行い、日本建築総合試験所の「建築技術安全審査書」を取得し安全性を確認した。

●改修コスト

長期間閉館して作業することが困難であるため、同条件での比較はできないが、閉館が可能とした条件下で耐震天井を新設する場合と比較すると、およそ1/2以下のコストに抑えることができた。

●設計者コメント

3年先まで公演予定があり、公演を中断することができない中、発案、実験、第三者機関による審査、実施設計の一連の業務を遂行することで、施設利用者の安全を確保する構法が実現した。音響測定により、落下防止措置が音響に影響しないことも確認しており、安全面のみならず機能の面でも発注者の要望に応えることができた。

施工中は、天井ふところ内の狭い所での作業について、困難な場面もあったが、設計と施工の創意工夫、また、発注者の全面的な協力の下で無事竣工することができた。

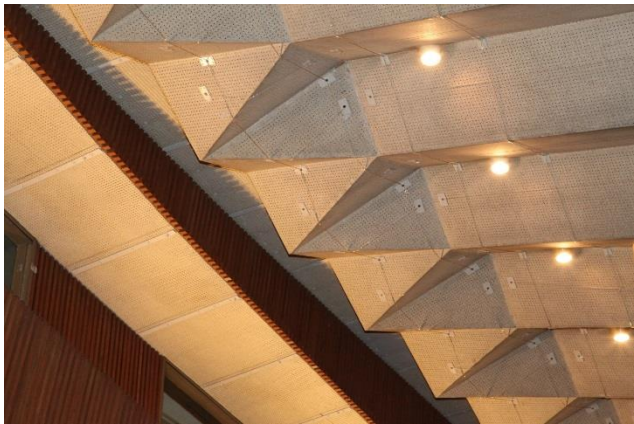
複雑な形状をした劇場ホール天井改修に適用できる構法として展開を計りたい。

●施工者コメント

休館することなくほとんどの作業を夜間に行い作業が困難な狭い天井内や、日々欠かせない足場の組み直しなどの厳しい条件を、作業環境の改善をはじめ、作業員の固定化、足場工事にかかる時間の事前確認で乗り越えた。



ストリング設置後



ストリング設置部分詳細

東京女子医科大学中央病棟耐震補強工事

| | | | | |
|----------------|------|---------------|------|-----------------|
| 08-017-2017 作成 | 発注者 | 学校法人 東京女子医科大学 | 所在地 | 東京都新宿区 |
| 種別 耐震診断 耐震改修 | 改修設計 | 株式会社 大林組 | 竣工年 | 1979 年（昭和 54 年） |
| 建物用途 病院 | 改修施工 | 株式会社 大林組 | 改修竣工 | 2017 年（平成 29 年） |

病院を稼働させながら耐震補強工事



建 物 外 観

●建物概要

| | |
|------|---|
| 建物規模 | 地下 2 階、地上 12 階、搭屋 1 階 |
| 建築面積 | 2,32.9 m ² 、延床面積 19,912.9 m ² |
| 構造種別 | B1～12 階:SRC 造、B2 階・搭屋 1 階:RC 造 |
| 構造形式 | 耐震壁付ラーメン構造 |

●改修経緯

築 38 年が経過した中央病棟の耐震補強工事を大学様がご計画された。当社を含む 3 社が指名され、補強方法自体を各社が提案する、提案型の設計施工による入札となった。

当社は、外部補強、内部補強、減築、など複数のプランを検討したが、大学様のご要望（①Is 値を 0.6 以上にする、②病院機能を損なわない、③病棟を使用しながら工事を行う、④低コスト）を実現する最適な方法として、内部補強案を選定し、当社の独自技術である 3Q-Wall（サンキューウォール）を中心に複数の内部補強技術を提案した。最終的に当社の案をご採用いただき、工事受注に至った。

●耐震診断結果

日本建築防災協会の耐震診断基準に基づく事前の耐震診断（第 2 次診断）によれば、Is（目標：Is≧0.6）は、X 方向が 3～6 階で最小 0.47、Y 方向が 3～8 階で最小 0.35 と目標を下回る結果となり、耐震改修が必要であると判断された。

●耐震改修計画

補強中、補強後も病院機能を維持し、補強以外の階の病院運営をしながらの施工を想定した耐震補強計画とした。

ディルームと多床病室には採光を確保できる 3Q-Brace を採用。その他は既存壁の開口閉塞、乾式壁の耐震壁化を多用し、病院プランを大きく変更せずに耐震性の向上を図った。乾式壁の耐震壁化においては、片側からでも施工可能な 3Q-Wall の採用により、既存壁を残したまま隣室に影響することなく耐震壁の構築をおこなった。

2 階以下の階は耐震性を満足しているため、耐震壁の新設等はおこなわず、軸耐力の不足する下階壁抜け柱のみ、増し打ち補強による耐力の増強を図った。

●改修技術の説明、工法概要

3Q-Wall

耐震壁の新設と増厚に、3Q-Wall を採用した。既存躯体にガイドスチールを接着工法によって取付け、小型で高強度のプレキャストブロックを組積し、ブロック内部にグラウトを充填する工法である。省スペースでの施工が可能で、あと施工アンカーの打設を不要とすることができる低騒音、低振動、短工期の工法である。

3Q-Brace

ディルーム等の補強には、3Q-Brace を採用した。分割された軽量な薄肉鋼管をブレース状に組立て、内部に鉄筋を配筋し、グラウトを充填して、鉄骨枠を躯体にエポキシ樹脂にて接着する工法である。溶接やボルト接合が不要で低騒音・低振動・省スペース施工に優れている。また、採光を確保すると共に塗装だけで平坦な（ボルトの無い）仕上がり面となり、衛生的である。



改修後 ディルーム 3Q-Brace

●改修コストについて

本耐震補強工事は、国の建築物の耐震化を促進するための、平成 28 年度 耐震対策緊急促進事業助成金を受けることにより、耐震補強工事についての費用負担の軽減が図れた。

| | |
|-----------|--|
| 【要約】 | 既存外壁は P C 版を使用しており、P C 版を取外すと建物内部への影響が大きいため内部耐震補強とした。3Q-Wall、3Q-Brace を使用することで、病院を稼働させながらの施工とした。 |
| 【耐震改修の特徴】 | 供用しながらの補強、短工期施工、低騒音・低粉塵の施工、助成金適用 |
| 【耐震改修の方法】 | 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他 |

●耐震改修の効果

耐震改修工事により建物耐力が増大し、耐震指標 Is（目標：Is≧0.6）は、X 方向が最小 0.61、Y 方向が最小 0.63 と目標値を上回り、地震の震動および衝撃に対し倒壊、又は崩壊する危険性が低い建物となった。



改修後 既存壁の開口閉塞による耐震化

●設計者コメント

補強フロアを閉鎖する工事期間を利用し、耐震補強工事以外の改修工事も行った。主な改修内容として、手術室の増設（7 室）、ICU エリアの移転改修（18 床）、HCU エリアの移転改修（15 床）を実施した。

本計画は、病院を運営しながらの補強工事という難工事であったが、発注者のご理解とご協力のもと、現地調査、耐震補強設計、改修工事の全工程にわたり順調に進められ、設計時に計画した内容を大きく変更することなく工事を完了することができた。

●施工者コメント

建物は病院施設であり、工事の計画段階から病院機能を維持し、かつ工事期間中も休止する病床数を最小限に抑えることを求められた。

今回の耐震補強計画は内部補強を提案し、耐震補強工事を行う部分は病床を休止していただく事になったが、病床の休止数を少なくするためにフロアを分割して稼働できる病床が工事中でも多く確保できるように計画した。さらに分割数を最小限することで、工期 2 ヶ月の短縮を行い、休止病床数を抑えることができた。

稼働している病院内で、耐震補強工事を行うことは、振動・騒音が問題となるが、補強工法として「3Q-Wall」工法・「3Q-Brace」工法（あと施工アンカーの打設が不要な接着工法）を採用することで、工事中の振動騒音の発生を大幅に抑えた施工が可能となった。また、資材の搬入についても、3Q-Wall はブロック、3Q-Brace は部材を小分割にして建物へ搬入でき、大型重機を使用する事を必要としない工法であるため、病院内での作業を容易とした。



改修後 ICUの全景



改修後 手術室の全景



改修後 洗面・収納背面に 3Q-Wall 増設後、復旧

このように建物への影響に配慮された設計により、建物内部での工事ではあったが、振動・騒音を伴う作業が最小限に抑えられ、どうしても発生する振動・騒音は時間を調整して対応することで問題なく工事が進捗した。建物の状況に合わせた計画で、病院の利用者の方が普段と変わらない環境を保ちながら工事を行うことができた。

株式会社奥村組 高樹 寮

| | | | | | |
|----------------|-------|----------|-----------------------|-------|-----------------|
| 10-006-2017 作成 | 発 注 者 | 株式会社 奥村組 | 所 在 地 | 東京都港区 | |
| 種 別 | 耐震改修 | 改修設計 | 株式会社 奥村組東日本支社一級建築士事務所 | 竣 工 年 | 1964 年（昭和 39 年） |
| 建物用途 | 集合住宅 | 改修施工 | 株式会社 奥村組 | 改修竣工 | 2016 年（平成 28 年） |

外付け制震フレームによる耐震改修

●建物概要

| | |
|------|--|
| 建物規模 | 地上 4 階・塔屋 1 階 |
| | 敷地面積 633.4 m ² 、建築面積 329.8 m ² 、延床面積 1408.2 m ² |
| 構造種別 | 鉄筋コンクリート構造 |
| 構造形式 | 耐震壁付きラーメン構造 |

●改修経緯

本建物は築 50 余年が経過し、建て替えでは法的な制約により建物規模を縮小する必要があったため、リノベーションプロジェクトを立ち上げた。その際、首都圏の震災時における事業継続の拠点施設と位置付け、現行の耐震基準に対して 1.25 倍相当の耐震性能を確保することを目標とした。

●耐震診断結果

耐震性の判定には、日本建築防災協会の「耐震診断基準」、「耐震改修指針」に準拠した二次診断法を用いた。本建物は旧耐震基準建物であり、構造耐震指標（Is 値）は 4 階を除く全階で構造耐震判定指標 0.6 を下回ったため、各階における耐震補強が必要であった。

●耐震改修計画

耐震改修補強の配置を図-1 に示す。東西方向（耐震壁方向）は、既存の耐震壁を活かし、相対的に強度の低い 1 階では耐震壁や柱を増設・増打ちすることとした。南北方向（制震フレーム方向）は、壁を増設することが困難であったため、剛性の低い東側の外壁面に H 型鋼を主体とした補強フレームを外付けして、必要な剛性および耐力を確保することとした。

耐震壁の偏在によりねじれ変形が生じやすいことを地震応答解析で確認したため、外付けの補強フレームには写真-2 に示す制震ダンパーを組込んで、地震時のねじれ変形を抑制するとともに応答加速度を低減する制震フレームとした。

●制震フレームの概要

制震フレームは建物東面の壁全体を覆う鉄骨架構であり、鉄骨梁を既存 RC 梁と一体化した。外観や居住性に配慮して、制震フレームに組み込む制震ダンパーは窓開口を塞がない間柱型とし、写真-3 に示すようにフレーム内の 1～3 階に 14 基配置した。

制震ダンパーには、地震応答解析で試設計モデルを比較して最も高い応答低減効果が得られた高減衰ゴムタイプを採用した。制震ダンパーは図-2 に示すように、層状の鉄板の間に高減衰ゴムが挟み込まれた形状であり、ゴムがせん断変形することで地震エネルギーを吸収する機構となっている。



写真-1 外観

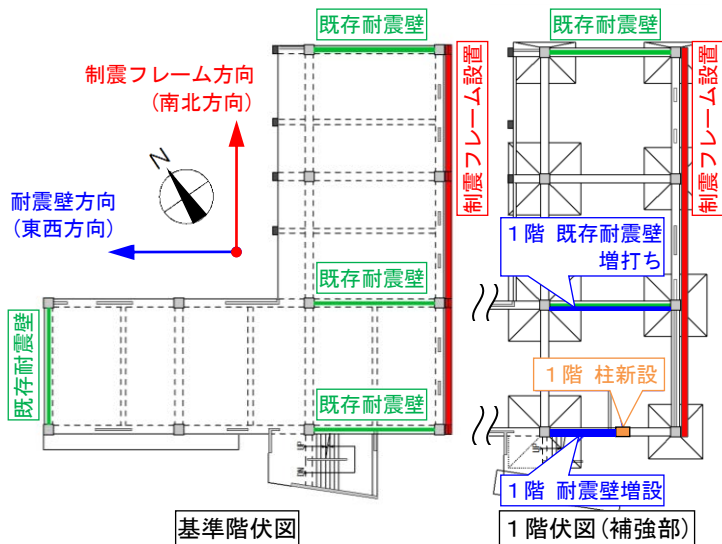


図-1 耐震改修補強配置図

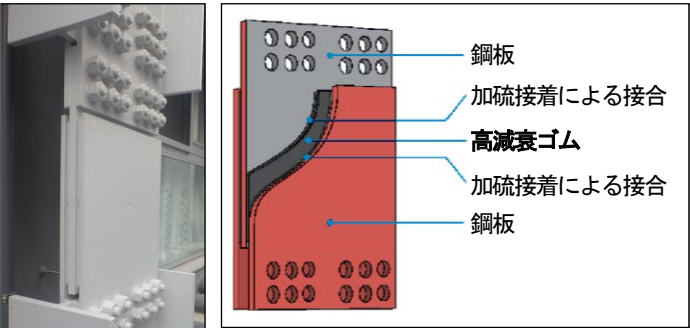


写真-2 制震ダンパー

図-2 制震ダンパー詳細

【要約】 旧耐震基準建物に対して、耐震壁の増設・増打ちと外付けフレーム設置による補強を行い、現行耐震基準の 1.25 倍相当の耐震性能を確保した。建物形状と耐震壁の偏在によって地震時に生じるねじれ変形に対し、外付けフレームに制震ダンパーを組込むことで高いねじれ抑制性能を付与して目標とする耐震性能を満足した。

【耐震改修の特徴】 高耐震性能、デザイン性向上、資産価値向上、BCP（事業継続性）向上

【耐震改修の方法】 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

●耐震改修の効果

耐震改修の効果を地震応答解析によって検証した結果、目標性能を満足することを確認した。ここでは特に制震フレーム方向について示す。

耐震改修後は極めて稀に発生する地震（震度 6 強～7 程度、以下極稀地震）時の層間変形角が 1/150 以内に抑えられ、必要な耐震補強効果が得られていた。また、極稀地震の地震加速度を 1.25 倍に増幅した地震動に対しても十分な余力があることを確認した。また、極稀地震の際に、制震フレーム方向では建物全体に入力されるエネルギーの 3 割程度を制震ダンパーが吸収できることを確認した。

制震フレームによるねじれ変形抑制効果・地震応答低減効果を詳細に検証するため、三次元立体フレームモデルを用いた解析を実施した。制震フレーム方向に極稀地震の地震動を入力した時の最大変形を図-3 に示す。改修前に変形が大きかった東面を制震フレームで補強することで、フレーム方向の変位とねじれ変形を大幅に抑制できることを確認した。

●制震フレーム施工の概要

制震フレームの設置に先立って建物東面の既存バルコニーを撤去し、梁側面にあと施工アンカーと割裂防止筋を設置した。

制震フレームの施工状況を写真-4 に示す。制震フレームの設置場所は隣地までの距離が狭く、前面道路とも高低差があったため、設置・組立には大型の揚重機は使用できなかった。そこで、フレームを 1～2ton 程度に分割し、敷地内へはユニックで搬入し、台車等で横移動して、小型のクローラクレーンや電動チェーンブロックで揚重・組立を行った。1 階梁は地中梁になるため SRC 造とし、2～4 階の鉄骨梁と既存躯体の間は低発熱型のグラウトを充填した。

●設計者コメント

既存躯体を活かして現行基準より高い耐震性能を確保した。外付け制震フレームは施設を使用しながら施工できるため、様々な建物の耐震改修工事に有効と考えられる。また、意匠面では外観上のアクセントとなり、本建物の新しいファサードを表現することができた。

●施工者コメント

本建物は閑静な住宅地に立地しており、前面道路も狭いことから、資機材の搬出入や施工等に当たっては、特に安全と近隣の環境保全に配慮し、無事に工事を完了した。

●発注者コメント

本建物の安全性・快適性・利便性が向上するとともに、南青山という土地柄に相応しいデザインに一新できた。リノベーションプロジェクトとすることにより、建物規模を維持することができたほか、解体新築に比べて施設運用休止期間の短縮や工事に伴う騒音や振動の低減などが実現できた。



写真-3 制震フレーム

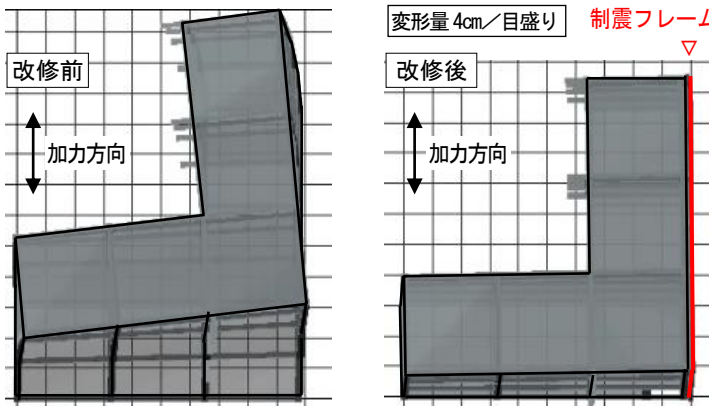


図-3 三次元解析 地震時最大変形 俯瞰図（制震フレーム方向）



写真-4 施工状況

立川曙町8953ビル

| | | | | |
|----------------|------|---------------|------|--------------|
| 12-014-2017 作成 | 発注者 | 三菱UFJ信託銀行株式会社 | 所在地 | 東京都立川市 |
| 種別 耐震改修 | 改修設計 | 鹿島建設株式会社 | 竣工年 | 1970年(昭和45年) |
| 建物用途 物販 | 改修施工 | 鹿島建設株式会社 | 改修竣工 | 2016年(平成28年) |

既存建物の価値向上を実現させた総合的
リニューアル

●建物概要

建物規模：地上8階、地下2階、延床面積：20,074.01m²

建物高さ：31.00m

構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造

構造形式：耐震壁付きラーメン構造

●改修経緯

本建物は、立川駅北口に直結したペDESTリアンデッキの乗降端に位置し、歩行者往来が多い通りに面する築 45 年超の商業ビルである。本改修は既存同等の売場面積確保と営業継続を最優先とする、確認申請を伴わない「居ながら改修」にて工事を実施。計画は耐震補強にとどまらず、内外装改修、設備更新工事まで拡大させることで建物の価値向上を図る総合的リニューアルとした。

●耐震診断結果

日本建築防災協会の耐震診断基準に基づく耐震診断の結果、X 方向（長辺方向）はせん断破壊が支配的なメカニズムで、 I_s 値は1~8 階で0.36~0.42、Y 方向（短辺方向）も一部を除きせん断破壊が支配的なメカニズムで、壁の偏在による偏心率への影響もあり、 I_s 値は1~8 階で0.31~0.37 と判定指標 $I_{so}=0.60$ を下回ったため、「耐震性に疑問あり」となった。



改修後建物外觀

●耐震改修計画

【計画案の骨子】

1. 建物の価値向上として

- ・耐震補強
- ・耐震補強に伴う内外装更新
- ・設備の更新

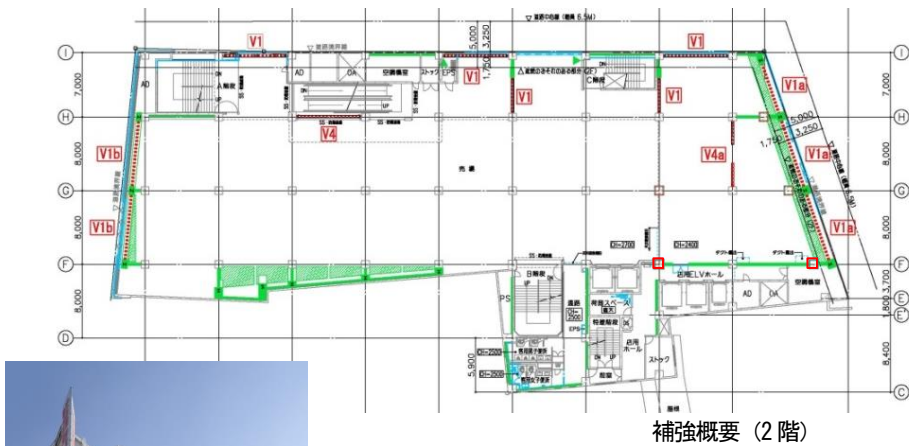
2. 既存店舗に与える影響の最少化として

- ・ 耐震補強後の売場面積の確保
- ・ 店舗の継続営業を可能とする施工計画
- ・ 繁忙期前での竣工引き渡し

【計画の方針と進め方】

- ・ 補強部材の配置は店舗営業への影響が少ない壁際、及びバックヤード部分を主とする。また弱電E P Sの移設等設備連れ工事が最小限となる配置とし、コスト低減、及び工期短縮を図る。
- ・ 店舗内へ補強部材を配置する場合は、売場空間の「見通し」、「商品搬入性」、「客動線」に配慮した形状とする。
- ・ 工事エリア、竣工引き渡しを各階毎とし、施工階以外での店舗への影響を最小限とする。

以上の方針にて、現地調査結果を踏まえた補強計画、及び施工計画を立案し、発注者、既存テナントと協議を行い、合意形成を行った。



凡例

- ■ ■ ■ : 鉄骨ブレース補強 V1~4
- : RC 壁補強 (新設、増打ち)
- : 柱せん断補強 (炭素繊維巻き補強)
- ▲ : 構造スリット
- (格子状) : スラブ補強 (下端増打ち)



改修前建物外觀

【要約】 本工事は築45年、商業ビル（竣工時百貨店）の改修工事で、テナント営業を継続しながら工事を実施した。店舗営業への影響を最小限とする配置とした壁増設、鉄骨ブレース等の設置により、強度、靱性を向上させると共に、耐震補強工事と同時施工によりメリットのある内外装、設備更新工事も併せて実施し、建物価値の向上を図った。また立川市緊急輸送道路沿道建築物のため、耐震化促進事業助成制度を活用した。

【耐震補強計画】

耐震診断結果に基づき、X 方向については増打ち壁、新設壁、および鉄骨ブレースにより耐力の向上を図ることによる強度型の補強とし、Y 方向については、曲げ破壊型である既存連層耐震壁の壁脚部の補強等による耐力向上を図り、そのうえで不足する耐力に対して鉄骨ブレースを設置することにより、補強後は靱性型の建物となることを目標とした。

また店舗営業への影響を最小限とするため、既存主フレームがない外周面へ新たに SRC 造の壁、ブレースによる補強構面を設置し、靱性能、及び耐力の向上を図った。さらに壁の偏在によるねじれ対策として、構造スリットの設置による偏心率の改善、柱の軸力補強（増打ち）、せん断補強（炭素繊維巻き補強）を併せて実施した。

塔屋階、地下階についても強度向上型の補強として増打ち壁を主体とした補強を、また屋上に設置されていた既存 RC 煙突についても、地震時転倒防止のための鉄骨バットレスによる補強を実施した。

●改修工事の概要

「居ながら施工」であるため、既存部目荒し、アンカー、コンクリート打設等大きな騒音、振動が生じる工事については夜間工事にて実施。外周部に新たに補強構面を構築するにあたり、上下階を貫通するSRC柱の接統工事は、工事対象階が上下階にも及ぶため、店舗営業への影響が生じる。そのため発注者、テナントに対して階ごとに進む工事の動きを単純明快にする「見える化」の手段として、営業可能エリアを示す工程表とステップ図を作成した。結果、テナントは商品の移動時期や陳列エリアが事前に把握できるようになり、工程の円滑化の促進を可能とした。



補強壁、ブレース設置状況（施工中）



補強ブレース設置状況（施工中）

日建連 耐震改修事例集
©2017 日本建設業連合会
当事例集の二次利用を禁止します。



改修後外周部補強ブレース内観（西側）



改修後補強ブレース外観（店舗入り口部分）

お問い合わせ先 一般社団法人日本建設業連合会 建築部
〒104-0032 中央区八丁堀 2-5-1 東京建設会館 8 階
TEL 03-3551-1118 FAX 03-3555-2463

共立講堂

| | | | | |
|----------------|------|-------------|------|-----------------|
| 12-015-2017 作成 | 発注者 | 学校法人 共立女子学園 | 所在地 | 東京都千代田区 |
| 種別 耐震改修 | 改修設計 | 鹿島建設株式会社 | 竣工年 | 1938 年（昭和 13 年） |
| 建物用途 集会場 | 改修施工 | 鹿島建設株式会社 | 改修竣工 | 2017 年（平成 29 年） |

屋根の軽量化による耐震性向上、三次元曲面天井の耐震化

●建物概要

建物規模：地上 4 階、地下 1 階、延床面積：4,041.35㎡、建物高さ：23.52m

構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨造（屋根）

構造形式：耐震壁付きラーメン構造

●改修経緯

本建物は 1938 年竣工の大型講堂（約 2,000 席から今回 1,800 席弱に改修）で、千代田区景観まちづくり重要物件に指定されている。1957 年に屋根が焼失し、再建されている。何れも構造設計は内藤多伸である。

発注者は、建替や耐震改修による神田キャンパス全体の耐震化に取り組んでおり、当建物についても 1995 年の阪神大震災後の 2000 年に建物本体（屋根より下の部分）を耐震補強している。2011 年の東日本大震災後の特定天井関係告示の公布、文部科学省による天井等の総点検の流れを受け、今回、屋根・天井の耐震化を実施することになった。

●建物本体（屋根より下の部分）の耐震診断・耐震改修

1997 年の耐震診断の結果、奥行き方向は「安全」、幅方向は「耐震性に疑問あり」となり、2000 年に Is 値 0.7 を上回るよう、耐震壁の増設や大梁下部補強による強度型の補強を実施。同時に、天井も改修を行っており、モルタル天井からボード天井へ変更している。

●屋根架構の耐震改修計画

屋根架構の既存図面が残っていなかったため、まず、現地調査による既存図面の復元を行った。スパンや高さ等の大きな寸法はレーザーによる 3D 測量により、また、各部材の寸法、厚さ等は現地実測によった。3D 測量による 3 次元データは、屋根架構だけでなく、既存天井の形状・寸法の立体的な把握や、屋根架構・天井内設備・キャットウォーク同士の干渉を避けるための検討などにも活用した。

既存の大屋根は 3 連の屋根から構成されており、2 段の段差があり、その側面は RC 壁であった。屋根仕上げは厚さ 60mm のコンクリート下地に瓦棒葺であり、妻壁のコンクリートでは中性化が進行していた。

屋根面に生じる地震力の大きさは、建物の A i 分布と「屋内運動場等の耐震性能基準」を参考に水平方向 1 G と設定した。屋根下地及び妻壁の撤去、乾式化・軽量化によって地震力の軽減を図るとともに、既存トラスの下弦材同士をつなぐ水平材や水平ブレースを追加し、周辺の建物本体との接続部も補強することにより、建物本体への水平力伝達を円滑にし、各部材が短期許容応力以下となる耐震改修計画を立案した。

●天井の耐震化計画

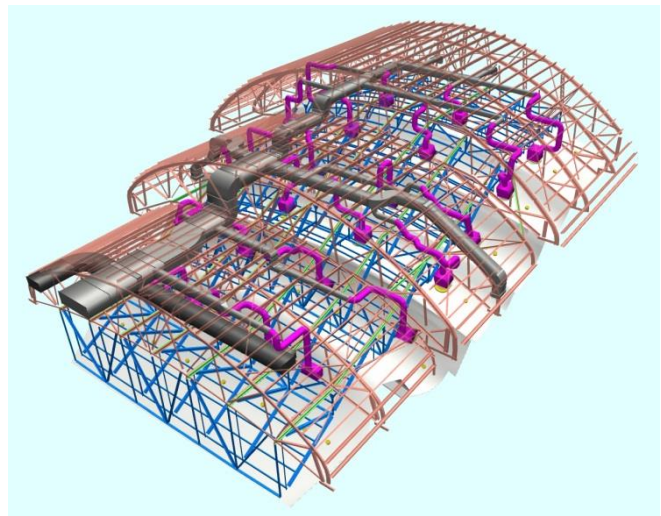
当該天井は、大型の三次元曲面形状であり、天井の吊元となる屋根トラスの接合部はリベット接合であった。また、天井耐震化の検討を行っ



共立講堂 外観



共立講堂 内観（改修後）



3D 測量データを用いた補強検討図

【要約】 築 79 年の大型講堂（2,000 席規模から 1,800 席弱に改修）で、千代田区景観まちづくり重要物件に指定されている。既存の構造設計者は内藤多伸である。2000 年に壁増設などにて強度型の耐震補強を施し、2017 年に軽量化・ぶどう棚化等により屋根架構および特定天井規模の大型天井の耐震化（文部科学省の助成制度利用）を完了した。

【耐震改修の特徴】屋根軽量化、特定天井対応、三次元曲面天井、仮設屋根

【耐震改修の方法】靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修
その他（屋根軽量化）

た 2015 年当時は、特定天井告示が施行されて間がなく、天井耐震化に関する情報が少なく、同じ吊長さで天井を吊ることはできないことから、屋根架構から天井面の近くまでぶどう棚を新設する計画とした。

天井形状を変えないという発注者指示を受け、3D 測量データを活用しながら、屋根トラスからは、リベット接合部を避けつつ、個材の曲げができるだけ生じないように Y 字形の吊材で吊るとともに、耐震要素としてブレース材を配置することにより、耐震性の向上を図った。

●改修工事概要

・工期：2016 年 4 月 8 日～2017 年 3 月 5 日

・仮設屋根の構築、屋根下地コンクリートの解体、屋根架構鉄骨の補強、天井施工、内装改修

本工事は、屋根及び天井の耐震化を目的とし、既存の屋根仕上材及び天井材を解体するため、講堂内部には総足場をかけ、外部は雨水対策として既存屋根全体を覆う開閉式の仮設屋根を架ける計画とした。

当改修は全館を閉鎖しながらの工事であったが、同じ敷地内には複数の校舎が近接しており、学生・生徒・教職員の動線や騒音等にも十分な配慮を行った。

●改修コスト

屋根・天井耐震化工事費は設計費や内装改修工事等の費用を除いて約 9.1 億円、そのうち補助金が約 3.7 億円（文科省：約 2.7 億円、東京都：約 1.0 億円）であった。

●設計者コメント

現地調査における 3D 測量から、曲面天井の専門会社選定まで、最新の情報と技術を取り入れることで、屋根架構と天井の耐震性向上を実現した。天井形状は既存のイメージを踏襲したが、座席数の見直しと椅子の全面取り替えも行うことで、新しい講堂とすることができた。工事後、音響測定を行い、既存同等の性能を確認した。

●施工者コメント

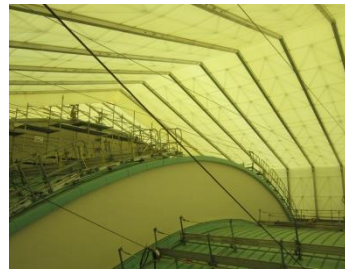
本工事では可動式の仮設屋根を設置し、屋根を解体中に雨水の侵入を防ぐように配慮したが、台風等の強風時には仮設屋根を畳む必要があり、運用に関して入念な計画をたて、工事中も改善しながら実施することにより、品質を確保しつつ約定期内で無事竣工することができた。

●発注者コメント

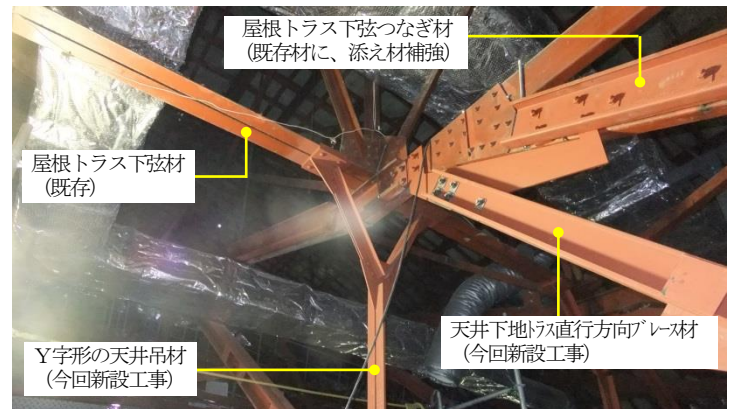
共立講堂は、神田 1 号館と並び共立女子学園で最も古い建物のひとつであるため、なるべくその雰囲気を変えないよう既存の曲面天井の形状を忠実に再現してもらう工法を採用した。そのため、天井・屋根における耐震性は大きく向上しているものの、見た目や雰囲気はほとんど変わらないものとなっている。また、この改修工事に併せて座席も更新をしたため、安全性だけでなく快適性も向上している。



仮設屋根（外観）



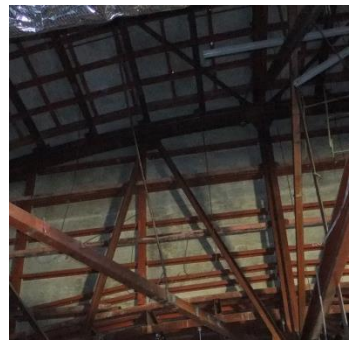
仮設屋根（内観）



既存鉄骨・補強鉄骨の取り合い状況



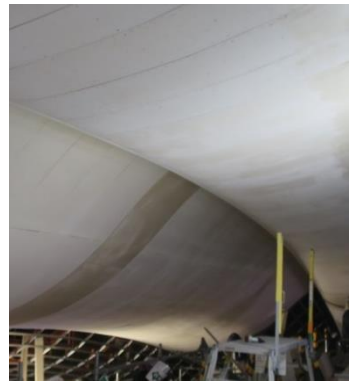
トラス方向天井下地ブレース



軽量化に伴う屋根、外壁下地



天井下地曲線部



曲面天井ボード

施工中写真

株式会社 湘南ユニテック 本社工場第1工場

| | | | | |
|----------------|------|-----------------|------|--------------|
| 18-005-2017 作成 | 発注者 | ㈱湘南ユニテック 本社工場 | 所在地 | 神奈川県高座郡 |
| 種別 耐震診断・耐震改修 | 改修設計 | 五洋建設㈱本社一級建築士事務所 | 竣工年 | 1972年（昭和47年） |
| 建物用途 工場 | 改修施工 | 五洋建設㈱ 東京建築支店 | 改修竣工 | 2017年（平成29年） |

鋼構造建物への無溶接耐震補強工法

●建物概要

| | |
|------|--|
| 建物規模 | 地上2階 |
| | 建築面積 8,108 m ² 、延床面積 8,066 m ² （竣工時） |
| 構造種別 | 鉄骨造 |
| 構造形式 | ラーメン構造（XY両方向とも） |

●改修経緯

本建物は、湘南ユニテック寒川工場内にある工場棟および付帯部分からなる1972年に竣工した地上2階建ての自動車部品プレス工場である。構造は鉄骨造で両方向ともラーメン架構であるが、BCP（事業継続計画）の一環として行った耐震診断の結果、耐震改修が必要であると診断された。発注者にとって、改修工事による生産の停止は事業への影響が大きいため、工場が稼働していない期間（土曜日夜から日曜日中および大型連休）に耐震補強を行う方策を、工場の担当者、設計者、施工者が連携して協議を重ね、工場稼働を継続した形の耐震改修が実現した。

●耐震診断結果

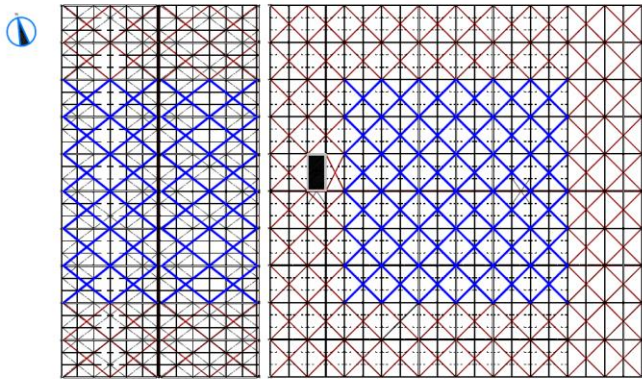
建物をゾーンニングした場合の耐震診断結果は、Is値がX方向の2階部分は一部を除いて、0.3以上0.6未満であり、危険度の判定は「倒壊、又は崩壊する危険性がある」ととどまっているが、1階部分は0.3未満で「倒壊、又は崩壊する危険性が高い」となっている。また、Y方向については、2階部分が0.3以上0.6未満と0.3未満が混在しており、危険度の判定は「倒壊、又は崩壊する危険性がある」または「高い」となっている、1階部分では一部に0.6以上で「倒壊、又は崩壊する危険性が低い」箇所はあるものの、それ以外では、0.3未満が多数であり「倒壊、又は崩壊する危険性が高い」となっている。建物を一体とした場合の危険性の判定ではX方向正加力時の1階が「倒壊、又は崩壊する危険性が高い」であるほかは「ある」となっており、補強が必要であると判断した。

●耐震改修計画

耐震補強の基本的な考えは、本建物の耐震診断にて外壁ブレース架構を除く内部ラーメン架構の危険性の判定が「ある」または「高い」であることを考慮し、屋根ブレースにより地震力を全て外壁ブレースに伝達させる方針とした。しかし、現状の屋根面ブレース材では耐力が小さく、内部架構の地震力を外端架構の鉛直ブレースに有効に伝達することが出来ないため、屋根面ブレース断面をサイズアップし、接合部も保有耐力接合とした。また、屋根面ブレース材の変更に伴い、外壁ブレース架構の鉛直ブレースも接合部が保有耐力接合となるように取替または新設し、柱脚のせん断耐力の不足分はアンカーボルトを追加して補うものとした。



工場外観



屋根平面図（屋根面ブレース追加）



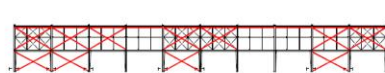
トラス梁部軸組図



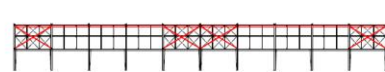
北面軸組図



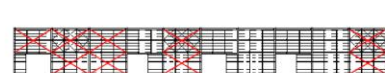
南面軸組図



中壁軸組図



中壁軸組図



西面軸組図



東面軸組図

【要約】 本件は、自動車部品プレス組立工場であり、所狭しと工作機械があるため、工作機械や製品への引火による火災リスクを除去するため、五洋式無溶接工法を採用した。また、平日は工場が稼働中のため工事は出来ず、土曜日夜間から日曜日と大型連休の工場休止中に実施するため、事前に工場担当者・設計者・施工者で綿密な協議を行い実施した好例である。

【耐震改修の特徴】工場内現状を維持しながらの補強、無溶接耐震補強工法（PNW工法）の採用、休日限定の作業、事業継続性の向上

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 基礎の耐震改修 その他

●改修技術の説明

本件の耐震補強工事は、稼働中の工場での施工であるため、作業時間に大きく制約を受けている。そこで部材溶接接合の防火のための大がかりな養生を必要とせず、施工性および作業性の良いPNW工法（五洋式無溶接耐震補強工法）を採用した。

PNW工法は、既存建物の鋼材に補強用鋼材を高力ボルトによって挟み込み、方杖や火打ち等の補強部材を設置する工法である。

●改修工事概要

本工事は、屋根ブレースにより地震力を全て外壁ブレース架構に伝達させるため、屋根面H鋼梁とトラス梁下弦材に鉄骨水平ブレース、トラス梁下弦材に水平補強を配置（水平ブレース：140ヶ所、水平補強：160ヶ所）し、壁ブレースの設置（74ヶ所）および柱基礎補強（基礎躯体の拡張補強、アンカーボルトの増設 22ヶ所）を行った。また、本工事は調整可能な場所の除き、大型資材の搬入、電気・機械の移設・盛替、解体作業、仮設組立解体作業などを全て休日作業とした。

●耐震改修の効果

前述の梁水平ブレース補強および水平補強、壁ブレース補強、柱基礎補強等の耐震補強を行った結果、各階、各方向ともIs値を0.6以上とすることができた。

●改修コスト

本工法の採用で溶接による火災発生リスクの除去とともに、施工性および作業性も向上させることができ、溶接を用いた補強に比べ、工期、コスト共に約1割低減できることが確認されている。

●設計者コメント

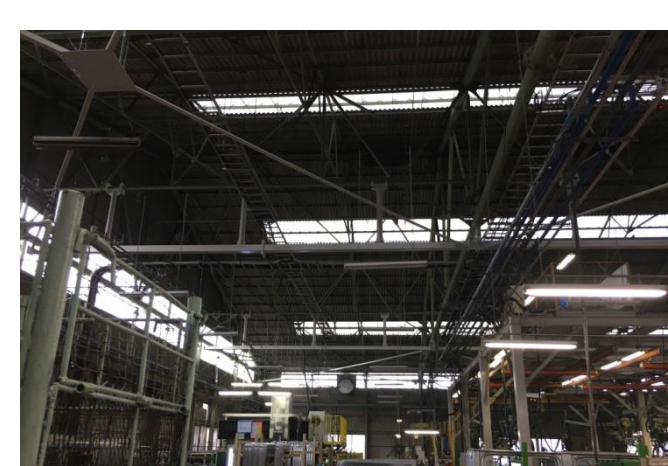
本建物では溶接作業を要しない鉄骨部材の接合方法である「鋼構造物の耐震補強を対象とした高力ボルトによる挟み込み接合（PNW工法）」を採用することで、施工性の大幅な向上を図り、建物の耐震性能を向上させることができた。本工法で得られた知見は、稼働しながら施工の耐震改修事業において今後大いに活用が期待できるものである。

●施工者コメント

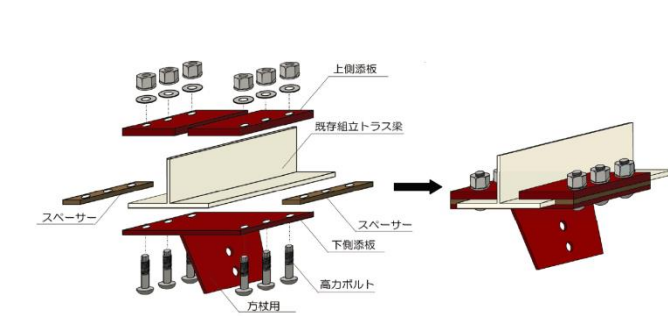
生産業務を通常稼働する中での工事であった為、主工事は日曜日と大型連休で行う計画とし、工場側と作業計画、作業手順の確認・調整を密に行った。また、工場内の為、火気作業を極力無くし火災を絶対に起こさない工事計画として、無事に完工する事が出来た。

●発注者コメント

耐震診断より始まり、耐震補強工事を完了する迄、計画や社内調整等長期間に渡り行うものであった。耐震補強に関しては主要ライン工場から付帯建物に至るまでの補強と共に設備の整備も行った事により、安全性の確保を実現出来た。



屋根ブレースおよび補強設置後



PNW工法 構成部材

PNW工法 概要図

耐震改修前後のIs値の比較

診断時

| 建物 方向 | 加力 方向 | 階 | Wi (kN) | Σ Wi (kN) | F | Is | q | 危険性 の判定 |
|----------|----------|---|------------|--------------|-----|-------|-------|------------|
| X | 正 | 2 | 4468 | 4468 | 2.5 | 0.467 | 0.748 | (2)ある |
| | | 1 | 15915 | 20383 | 2.5 | 0.310 | 0.496 | (1)高い |
| | 負 | 2 | 4468 | 4468 | 2.5 | 0.584 | 0.951 | (2)ある |
| | | 1 | 15915 | 20383 | 2.5 | 0.320 | 0.512 | (2)ある |
| Y | 正 | 2 | 4468 | 4468 | 1.0 | 0.310 | 1.241 | (2)ある |
| | | 1 | 15915 | 20383 | 2.0 | 0.448 | 0.896 | (2)ある |
| | 負 | 2 | 4468 | 4468 | 1.0 | 0.313 | 1.254 | (2)ある |
| | | 1 | 15915 | 20383 | 2.0 | 0.457 | 0.915 | (2)ある |

↓

補強後

| 建物 方向 | 加力 方向 | 階 | Wi (kN) | Σ Wi (kN) | F | Is | q | 危険性 の判定 |
|----------|----------|---|------------|--------------|-----|-------|-------|------------|
| X | 正 | 2 | 5431 | 5431 | 2.5 | 0.831 | 1.329 | (3)低い |
| | | 1 | 17803 | 23234 | 2.5 | 0.662 | 1.059 | (3)低い |
| | 負 | 2 | 5431 | 5431 | 2.5 | 1.034 | 1.655 | (3)低い |
| | | 1 | 17803 | 23234 | 2.5 | 0.844 | 1.350 | (3)低い |
| Y | 正 | 2 | 5431 | 5431 | 2.5 | 0.952 | 1.523 | (3)低い |
| | | 1 | 17803 | 23234 | 2.5 | 0.769 | 1.231 | (3)低い |
| | 負 | 2 | 5431 | 5431 | 2.5 | 0.955 | 1.529 | (3)低い |
| | | 1 | 17803 | 23234 | 2.5 | 0.661 | 1.057 | (3)低い |

神宮徴古館本館耐震補強工事

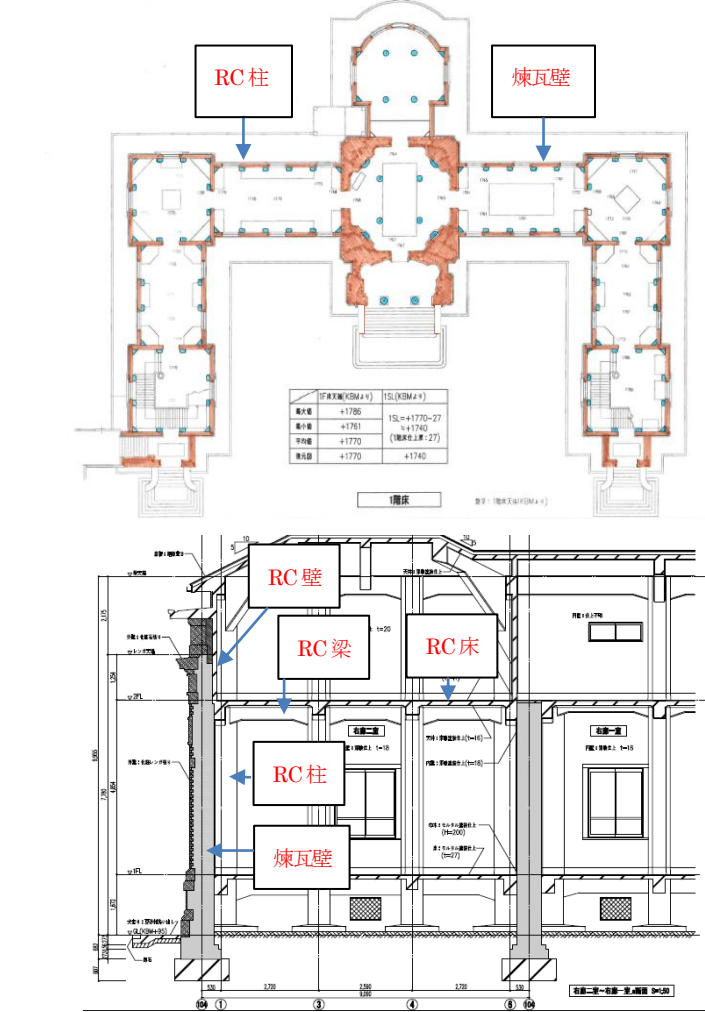
| | | | | | |
|----------------|-------|------|---------------|--------|-----------------------|
| 20-006-2017 作成 | 発 注 者 | 神宮司廳 | 所 在 地 | 三重県伊勢市 | |
| 種 別 | 耐震改修 | 改修設計 | 清水建設株式会社名古屋支店 | 竣 工 年 | 1909 年（竣工）、1953 年（改修） |
| 建物用途 | 博物館 | 改修施工 | 清水建設株式会社名古屋支店 | 改修竣工 | 2015 年（第 2 回目改修） |

煉瓦外壁建物の耐震補強計画

■建物概要

| | |
|------|---|
| 設計者 | ：片山東熊 |
| 竣工年 | ：1909 年（明治 42 年）煉瓦造 |
| 改修年 | ：1953 年（昭和 28 年）RC 造 |
| 延床面積 | ：1,611.0 m ² |
| 階数 | ：地上 2 階、地下なし、塔屋なし（竣工当初は 1 階建て） |
| 高さ | ：9.955 m |
| 基礎構造 | RC 造：独立 ^ア チン ^グ 基礎（地耐力基礎）煉瓦壁：地耐力基礎 |
| 上部構造 | 床下階：RC 造（RC 部分純 ^ア ン ^グ 構造）＋煉瓦壁 |
| 1 階 | ：RC 造（RC 部分純 ^ア ン ^グ 構造）＋煉瓦壁 |
| 2 階 | ：RC 造（耐震壁併用 ^ア ン ^グ 構造） |

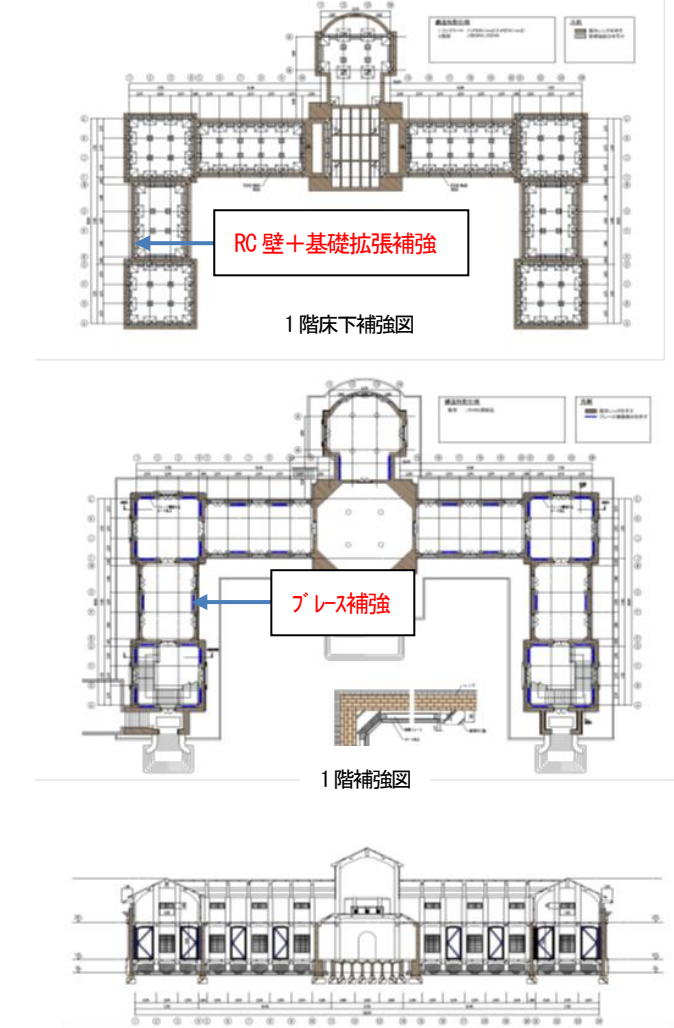
■既存建物の構造



■耐震補強方針

- 対象建物の煉瓦外壁は登録有形文化財に指定されているため建物内部の補強とする。
- 対象建物が博物館であることから RC 壁による補強はアンモニアガスの発生から不適当と考え、鉄骨ブレースによる補強とする。
- 外周のレンガ壁は仕上げ材として荷重のみ考慮して耐力は無視し、内部 RC 造架構＋補強ブレースの耐力にて目標 Is 値を確保する。
- 煉瓦壁の剛性を考慮して RC 部分の F 値は 1.0 とした強度型の補強計画とする。（煉瓦の性能試験結果を参考にする。）
- 補強後建物の終局変形が、煉瓦壁の終局時の変形より小さくなるよう考慮する。（煉瓦の性能試験結果を参考にする。）
- 煉瓦壁と内部 RC 造架構は後施工^アン^グにより緊結する。（面外への倒れを防止する。）

■耐震補強計画



- 【要約】神宮徴古館は明治 42 年に創設された伊勢神宮の「歴史と文化の総合博物館」である。
改修計画は、煉瓦＋RC 造建物に対し鉄骨ブレース補強にて計画し、BELCA 耐震改修評定委員会で審査済み。
- 【耐震改修の特徴】・対象建物の煉瓦外壁は登録有形文化財に指定されているため建物内部の補強とした。（外観を変えない。）
・現地煉瓦壁の力学試験を実施、性能を確認し耐震診断の各種数値に反映した。
・補強後建物の終局変形が、煉瓦壁の終局時の変形より小さくなるよう考慮した。
- 【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 基礎の耐震改修 その他

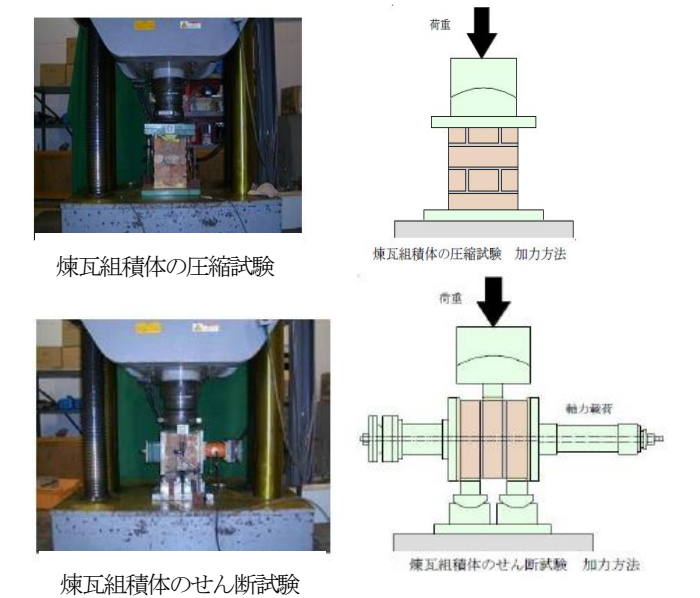
■現地調査

| 調査項目 | | 調査目的 | 調査方法 | 数量 |
|------------|-----|--|----------------|----------------|
| 図面復元調査 | 意匠図 | 建物内外の仕上げ、室内レイアウト及び建屋外周状況を確認し、意匠図を復元する。 | 目視 実測 | 建物全般 調査可能範囲 |
| | 構造図 | R C造及びレンガ造の部材配置、断面寸法を確認し、構造図面を復元する。 | 目視 実測 探査 | 建物全般 調査可能範囲 |
| 不同沈下調査 | | レベルを確認し、不同沈下の有無について確認する。 | レベル測量 | 1階建屋外周部 |
| レンガ素材強度調査 | | レンガ素材について、材料強度を確認する。 | コア採取法 | 試験体 9体 |
| レンガ組積体強度調査 | | レンガ組積体について、材料強度を確認する。 | コア採取法 | 試験体 12体 |

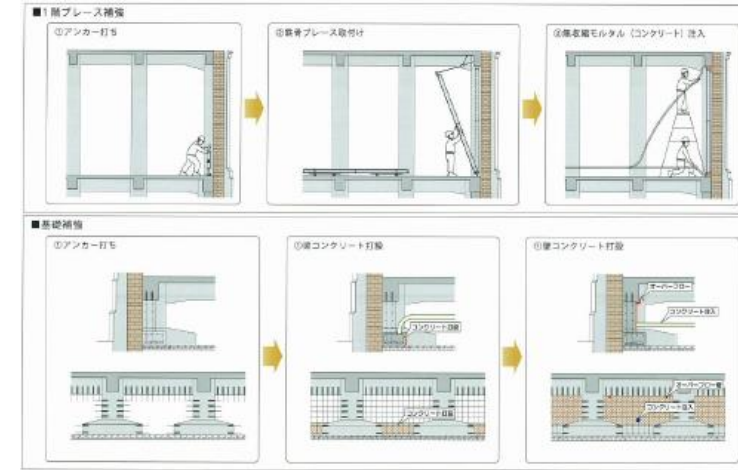
■煉瓦の採取状況



■煉瓦の性能試験（煉瓦組積体の圧縮試験・せん断試験状況）



■施工要領



■耐震補強状況写真



■耐震改修の効果（2 次診断）

X 方向 Is 値：0.07 ⇒ 0.61（1 階最小値）に改善し、
Y 方向 Is 値：0.10 ⇒ 0.66（1 階最小値）に改善した。

- 設計者コメント：得意先との密な打合せで、今回改修計画のニーズを理解し、ロコストで確実な建物改修を実現した。
- 施工者コメント：現場実測を繰り返し行い鉄骨形状・寸法の決定、現場ジョイント位置等細部に亘り検討をおこない品質を確保した。
- 発注者コメント：登録文化財であるため外観は変えられない条件のなか耐力壁の配置、納まりを詳細に検討し、配管ルート、貴賓室の改修、展示ケースの整備などにも積極的に提案を頂き、建築主と施工者が一体となって事業を取り進めることができた。

新宿区役所本庁舎

23-012-2017 作成
種別 耐震改修
建物用途 庁舎

発注者 新宿区
改修設計 大成建設㈱一級建築士事務所
改修施工 大成建設株式会社

所在地 東京都新宿区
竣工年 1965 年（昭和 40 年）
改修竣工 2015 年（平成 27 年）

繁華街の狭い敷地に建つ庁舎建物の 免震レトロフィット計画

●建物概要

地下 2 階、地上 8 階、最高高さ 31.656m、建築面積 2,427.7㎡、延床面積 21,590.54㎡ 鉄骨鉄筋コンクリート造、耐震壁付きラーメン構造

●改修経緯

新宿区役所本庁舎は 1965 年（昭和 40 年）に建設された、鉄骨鉄筋コンクリート造の庁舎施設である。設計は意匠設計が早稲田大学明石建築研究室、構造設計が内藤多仲による。2011 年の東日本大震災時にガラスの破損やひび割れ等の軽微な被害が発生したことを受けて、建物の更なる耐震性能確保、地震後の継続使用を目的とした本庁舎の免震改修工事のプロポーザルが実施され、大成建設による設計・施工提案が選定された。

●耐震診断結果

改修前の Is 指標は X 方向が 0.27～0.52、Y 方向が 0.24～0.31 であり、要求性能の Iso=0.7 を下回っていた。

●耐震改修計画

新宿区役所本庁舎は日本有数の繁華街である歌舞伎町の中にあり、隣接する建物・区道との離隔が狭く、外周に免震擁壁が作れない、必要な免震クリアランスが確保出来ない、という困難な状況の中での建物免震化が要求されていた。この難しい要求に対して、「曳家」・「都市型小変位免震」という特殊技術を採用し、免震化を実現した。

●改修技術の説明

a) 基礎下免震

免震改修の構法は、建物全体を免震化する基礎下免震構法を採用した。工事中の建物への影響、既存外観への影響を最小限に抑えることが可能で、耐震性の面でも建物全体を免震化することができる利点の多い構法である。但し、基礎下免震構法を採用するには建物外周に擁壁を新設する必要があるが、本計画では建物と隣地境界までの距離が狭く、新しく擁壁を作る空間が無い。そこで、地下の既存躯体内に免震 EXP-J を追加し、躯体外周部を切り離して擁壁の代わりとする構造計画とした。

b) 曳家による建物間免震クリアランスの確保

建物免震化の際に、隣接する建物との間に免震クリアランスが必要になるが、新宿区役所では外周の敷地境界線までの間隔が 300 mm 程度しかなく、十分な免震クリアランスを確保することが出来ない。そこで、免震化と同時に建物を曳家することで、建物間のクリアランスを拡大した。曳家は、免震化のための仮受ジャッキの下部にすべり板を設け、側面から油圧ジャッキによる荷重をかけることで、建物を滑らせる計画とした。建物の移動寸法は、X・Y 方向共に 100 mm（斜め方向に 141mm）とし、この曳家により、免震クリアランスを 300mm から 400mm に拡大した。



図1 建物改修後外観（全体）



図2 免震改修後断面イメージ

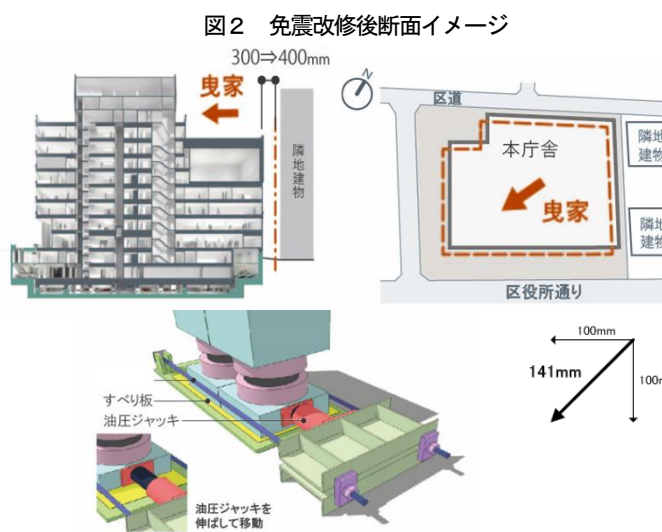


図3 曳家による建物移動

【要約】 新宿区役所本庁舎では、東日本大震災時にガラスの破損やひび割れ等の被害が発生したことを受けて、耐震性能確保、地震後の継続使用を目的とした免震改修工事が実施された。本庁舎は日本有数の繁華街・歌舞伎町の中心にあり、隣接する建物・区道との離隔も狭く、外周に免震擁壁が作れない、免震クリアランスが確保出来ない、という困難な状況であったが、「曳家」・「都市型小変位免震」という特殊技術によって、免震化を実現した。

【耐震改修の特徴】基礎下免震 曳家 都市型小変位免震 設備更新 供用しながらの補強

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修

c) 都市型小変位免震の採用

曳家により 400mm に拡大させた免震クリアランス内で、さらに有効に免震効果を発揮するために、「都市型小変位免震」を採用している。「都市型小変位免震」は、新しく開発したパッシブ切替型オイルダンパーを組み合わせた免震システムで、本計画では、32 台配しているオイルダンパーの半分にこの切替ダンパーを採用している。パッシブ切替型オイルダンパーは、中小地震時にはオイルの流れを 2 ルートとすることで減衰力を低く設定して加速度低減効果を高める。一方、大地震時には 1 ルートの弁をシャットオフし、大きな減衰力を発揮することで免震層での過大変形を抑制し、クリアランスでの躯体と擁壁の衝突を防ぐ機構を持っている。減衰力は変位切替で、10cm の変形で切替わる機構としている。

d) 美観維持・設備更新

今回の工事では建物外観にほとんど影響は無く、改修前の美観を維持している。建物正面の区民憩いの場である平和の泉も改修前後で変わらぬ外観を保っている。また、設備更新と BCP 対策として、ELV 更新、非常用発電機更新、冷温水発生機更新、緊急排水汚水層の新設を行った。

●改修工事概要

改修工事の工期は約 19 か月であり、建物を使用しながらの工事とした。

●耐震改修の効果

免震化により、極めて稀に発生する地震時に各部材が弾性限耐力以内に抑えることを確認した。またコンピュータ室がある 8 階の応答加速度が 200cm/s² 以下となることを時刻歴応答解析で確認した。

●改修コスト

事業費は、建物免震化、設備更新等全て含めて約 30 億円であった。

●設計者コメント

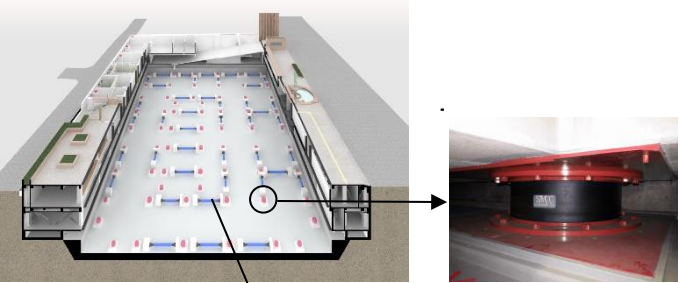
EXP. J を設けることにより、現状の機能を阻害したり、美観を損ねたりしないように各部の計画を行った。また、一部柱頭免震を併用して複雑な EXP. J 部でも建物性能を損なわず、かつ安全性に配慮して詳細設計を行った。

●施工者コメント

既存の設備や庁舎機能を維持しながらの施工に細心の注意を払った。1 日も早い免震化のため、工事期間中は来庁者、職員の方にもご協力いただき、重量 3 万トンの曳家も 1 日で実施した。

●発注担当者コメント

区役所本庁舎は、東日本大震災後の耐震診断を受け、早急な防災機能強化を図るため、免震改修工事を実施することとした。工事の完了に伴い、区民サービス提供の拠点であるとともに、区民生活の安全と安心を支える防災拠点である本庁舎の耐震性能が強化されたことは、新宿の高度防災都市化を進めるうえで大きな一歩となった。



天然ゴム支承（φ600～800）



パッシブ切替型オイルダンパー

図4 免震ビット計画

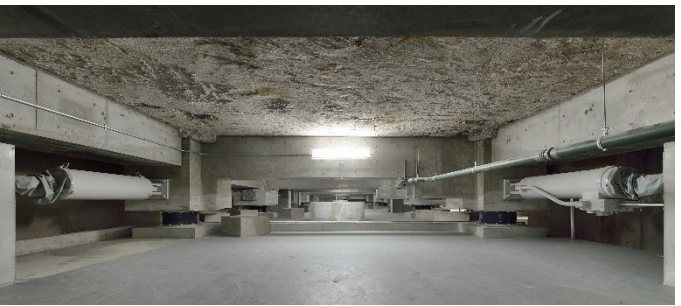
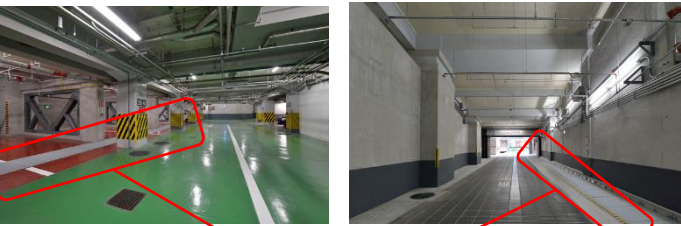


図5 免震ビット（改修後）



新設 EXP-J

図6 B2 階駐車場（左）、地下階車路（右）



図7 平和の泉（左）、屋上冷温水発生機（右）

通天閣

26-008-2017 作成
種別 耐震改修
建物用途 その他

発注者 通天閣観光株式会社
改修設計 株式会社 竹中工務店
改修施工 株式会社 竹中工務店

所在地 大阪府大阪市
竣工年 1956 年（昭和 31 年）
改修竣工 2015 年（平成 27 年）

展望塔の営業を一日も休まず免震化

●建物概要

建物規模 地下1階／地上6階／塔屋2階

敷地面積 1,256 m²， 建築面積 881 m²， 延床面積 3,063 m²

構造種別 地下：鉄筋コンクリート造

地上：鉄骨造／免震改修後：鉄骨造、免震下基壇部 SRC 造

●改修経緯

計画の契機となったのは、「通天閣は1995年の阪神大震災では大きな損傷は発生しなかったが、今後発生が予想される南海・東南海地震レベルのものに対しては、塔頂部を中心に大きな損傷を受ける可能性がある」とする、大阪大学大学院工学研究科・宮本裕司教授の指摘によるものだった。これを受け、2013年に耐震改修コンペが行われ、「通天閣免震レトロフィット」をコンセプトとする案が採用された。最先端の技術を駆使しながら今あるものを次の世代に継承することを目的に基壇部免震構造の採用による耐震改修を実施した。

●免震改修計画

耐震改修を実施するにあたり、耐震補強／制震改修／免震改修の3パターンを比較検討した（図1）。耐震補強の場合、新規部材の追加や既存部材の入れ替えによる大断面化が必要になり、登録有形文化財としての外観への影響が発生する。また、地震時においても、改修前と変わらない激しい揺れが発生する。制震改修の場合、鞭のようにしなる建物であることから、制振ダンパーは建物の外部に鉛直方向に取り付ける形態となり、耐震補強に増して外観への影響が大きくなる。また、制震効果は変形することが前提であるため、展望台の揺れは大きい。これらに対し、免震改修は脚部のみの工事とすることができ、展望塔上部には手を加える必要がない。また、免震上部は全体がゆっくり大きく揺れるため、展望室の地震動に対する安心感も向上する。加えて、高所作業を必要としない点が有利である。以上の理由から免震改修を採用することとなった。

免震化にあたり、建物のどの高さレベルに免震層を設けるかを検討した。通天閣は高さ100mの展望塔と28mのEV塔が地下と地上18mで連結されている。来館者は、地下よりEV塔を経由して展望塔を昇降する。これを念頭に免震層位置を比較した（図2）。Aの下部展望室上に設定した場合、展望塔のEVシャフトを横切ることが最大の課題となる。また、下部展望室は耐震構造のままである。Cの地下に設定した場合、架構計画的には最もシンプルとなるが、道路面と地下階にスラスト補強材が必要となることで店舗スペースとしての利用が不可能となることと、免震 Exp. J が地盤面（公道上）に現れることが問題となる。そこで、下部展望室を含め免震化が可能であり、来館者の動線、EVシャフトとの干渉が少なく、工事中も営業が継続できるBの中間階基壇部（地上約10m）案を採用した。

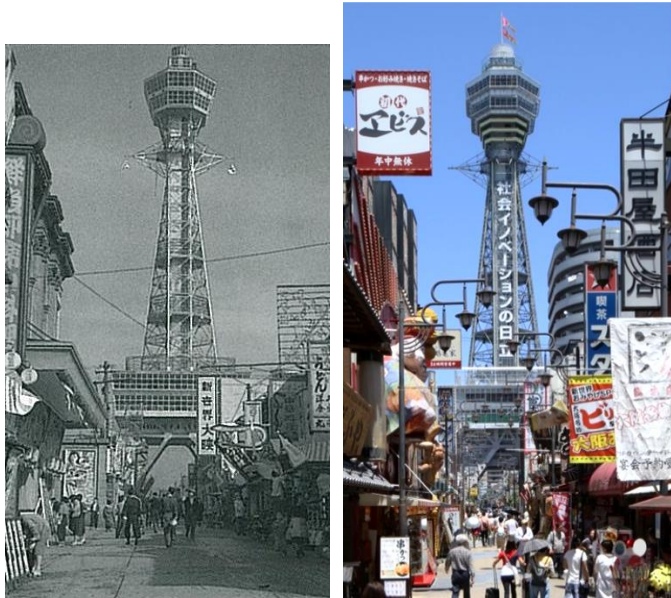


写真1 通天閣竣工時（1956年） 写真2 現在の通天閣（2017年）

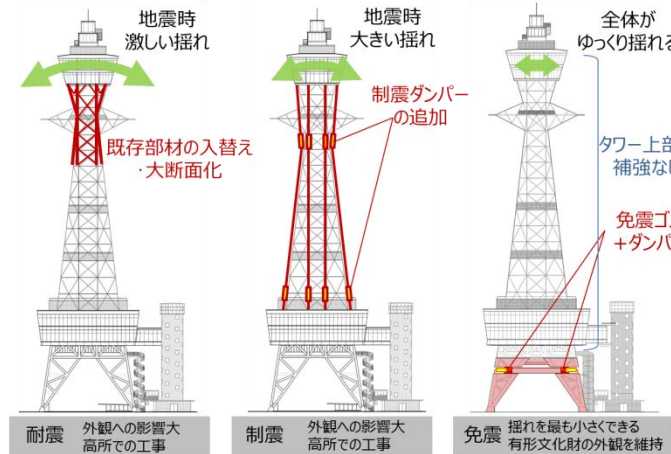


図1 耐震改修工法の比較

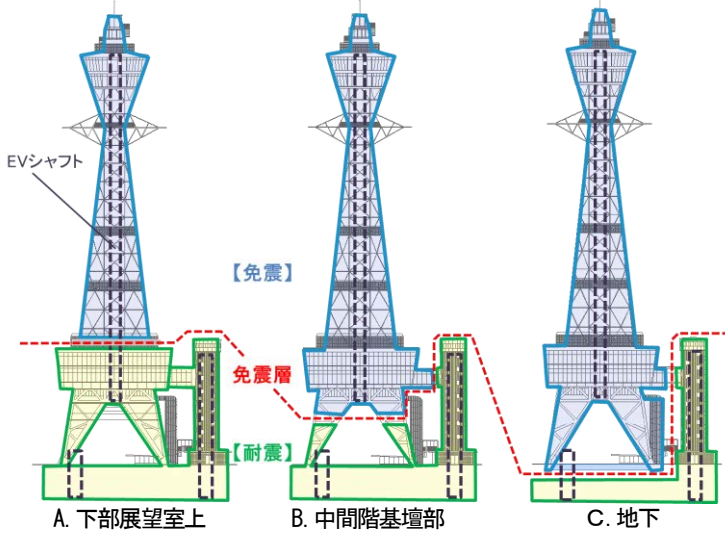


図2 免震層位置の比較

【要約】 通天閣は、大阪のミナミ「新世界」の観光名所として、国内外から年間100万人の観光客が訪れている。地上100mの鉄塔の免震化にあたり、基壇部での中間階免震を採用することで営業を一日も休止せずに免震化を実現した。公道を跨ぐ特殊な立地条件に対して、仮設構台により工事範囲を完全に分離することで、無事故無災害で工事を完了した。

【耐震改修の特徴】 営業しながらの補強、施工中の安全性確保、登録有形文化財としてデザインの継承、天井画の復刻

【耐震改修の方法】 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

●改修技術の説明

免震化とは、いまある柱を免震ゴムに置き換えることである。通天閣は非常に高い鉄塔であるため、柱切断時でも不安定にならないよう、綿密な工事計画を行った。基本的な考え方は、(1)すべての補強工事を先に完了させる(2)補強は下から順番に行うことの2点である。図3,4に免震化工事の手順と免震機構の概要図を示す。

①補強前の脚部は、鉄骨造の柱を鉄筋コンクリートで耐火被覆した状態であった。②脚部をさらに鉄筋コンクリートで被覆補強し、4つの脚を強固につなぐ鉄骨梁（コンプレッションガーダ）を設置する。③補強された脚に免震ゴムを設置する。免震デバイスは、天然ゴム系積層ゴム 1000×900と、速度比例型のオイルダンパー（最大減衰力1,000kN）を採用した。オイルダンパーは地震時以外を電磁ロックすることで風対策を講じることができるジャッキ&ロックダンパー®とした。④下部躯体と同様、免震ゴム上部の既存躯体も鉄筋コンクリートとつなぎ梁（テンションガーダ）で補強する。ここまでで、免震化に要するすべての補強工事の完了である。続いて、⑤免震化で不要となる既存柱および渡り廊下を切断して、構造的な免震切り替え工事は完了となる。⑥免震 Exp. J. に意匠パネルを取り付け、構造体フォルムを復活させる。展望塔とEV塔をつなぐ渡り廊下にはじゃばらエキスパンションを採用し、大地震時の大変形に追従できる機構とした。このように免震化工事を基壇部および渡り廊下だけで完結させることで、展望塔としての営業を1日も休止することなく、登録有形文化財としての外観を保持したまま、安全に免震化工事を終えることができた。（写真1,2参照）

●免震改修の効果

免震改修の効果を確認するために第三者機関による任意の構造性能評価を取得した。詳細な立体モデルによる地震応答解析により、上町断層帯地震・南海トラフ地震レベルの巨大地震に対しても、展望室の揺れの強さを1/2から1/3程度に抑えることができ、いままで以上の安心・安全を実現できていることが確認された。

●設計者・施工者コメント

100mの鉄塔を免震化するという挑戦的なプロジェクトであった。営業を継続しながら耐震改修工事を行う方策として、地上7mの高さに工事エリアを包括する堅固な作業構台を設置し、地域の生活動線や来館者の動線と工事機材・作業員の動線を上下に完全分離する工法を採用した。免震構造への切替えは10日間にわたる夜間作業とし、緻密な計測管理で塔の安全性を確認することで、日々の通常営業を完遂することができた。

●発注者コメント

1912年の初代通天閣誕生から100年、この10年間で力を蓄え次の100年の発展を目指すNext210(ワテン)プロジェクトの目玉として、世界初の免震タワーになりました。ご来場をお待ちしております。

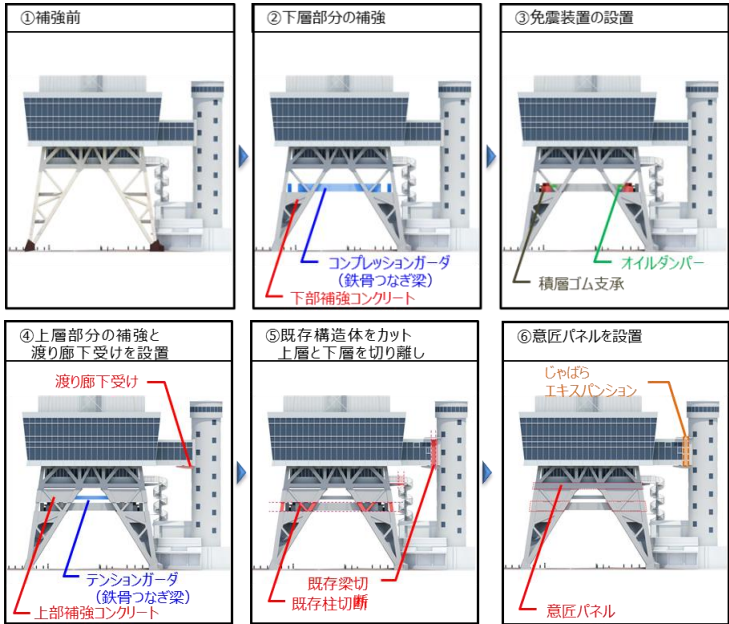


図3 免震化工事の手順

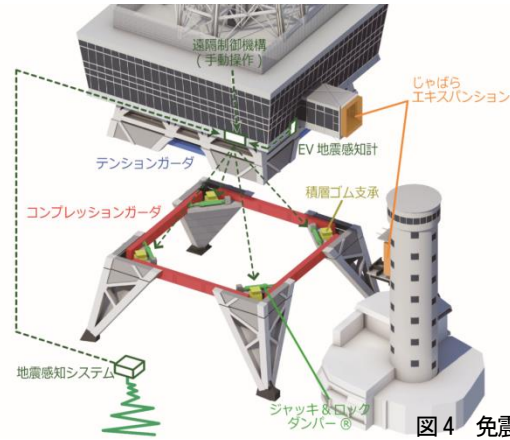


図4 免震機構概要図



写真3 作業エリア内での工事状況

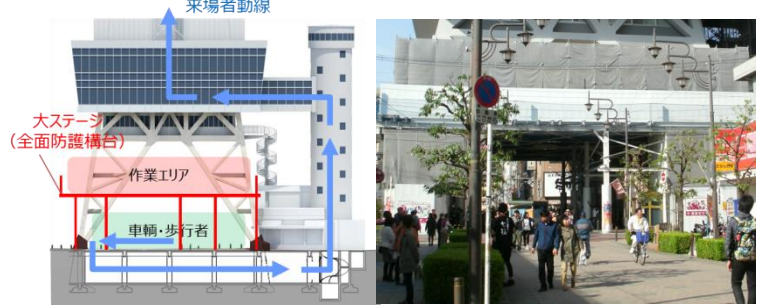


図5 作業エリアの分離

写真4 公道の通行は確保

北海道庁本庁舎

| | | | | |
|----------------|------|----------------|------|-----------------|
| 26-009-2017 作成 | 発注者 | 北海道 | 所在地 | 北海道札幌市 |
| 種別 耐震改修（免震改修） | 改修設計 | ㈱竹中工務店・㈱ドーコン | 竣工年 | 1968 年（昭和 43 年） |
| 建物用途 庁舎 | 改修施工 | ㈱竹中工務店・丸彦渡辺建設㈱ | 改修竣工 | 2016 年（平成 28 年） |
| | | ㈱田中組 | | |

建物免震化による防災拠点機能強化と省エネ化の同時実現



写真 1. 建物全景

●建物概要

| | |
|------|--|
| 建物名称 | ：北海道庁本庁舎 |
| 所在地 | ：札幌市中央区北 3 条西 6 |
| 建築面積 | ：10,627 m ² |
| 延床面積 | ：57,792 m ² |
| 構造 | ：＜改修前＞耐震構造 ＜改修後＞免震構造（地下 2 階における中間階免震） |
| 構造種別 | ：鉄骨鉄筋コンクリート造 |
| 規模 | ：地下 2 階 地上 12 階 塔屋 2 階 |
| 高さ | ：53.1m |
| 用途 | ：庁舎 |

●改修経緯（要求水準書より抜粋）

1968 年竣工の北海道庁本庁舎は、耐震診断の結果、大地震時に相当の損傷を被る可能性が高いことが判明した。本事業は、「北海道耐震改修促進計画」の最終年度である平成 27 年度の完成を目指し、庁舎機能を停止せず使いながらの施工が可能で執務室が狭隘化しないなど、優れた耐震性能を有する「免震工法」（基礎下又は地階での免震工法）による耐震改修を行うことを基本条件として、執務環境の保全や利用者の利便性、外観、工期及び経費の縮減等に配慮しながら、最適な耐震改修を行うことを目的とする。

●耐震診断結果

本庁舎を耐震診断（3 次診断）した結果、構造耐震指標（I_s 値）の最小値は 0.37 となり、構造耐震判定指標 I_{so}=0.81（=0.6×0.9（地域係数）×1.5（用途指標））を下回る結果であった。

●免震改修計画概要

本計画は、「免震工法による耐震性向上」のほか、北海道から以下の課題・目標が提示された。

- ① 施工期間中も庁舎機能を停止しない「使いながらの施工」
- ② 補強部材等によって執務室が狭隘化しない
- ③ 工期及び工事費の縮減

これらの課題・目標に対して、以下のような免震改修計画とし耐震性能の向上を図るとともに、上述の課題を解決している。

- a. 基礎下免震ではなく地下中間階免震の採用
（インフラ盛替による設備機能途絶リスク、及び掘削工事の低減）
- b. 改修範囲を免震改修する地下階のみに限定
（執務室のある地上階の補強は一切無し）



写真 2. 改修後断面（地下部分断面は CG）

●改修技術（免震装置プレロード工法の採用）

既存建物に免震装置を設置する場合、柱の周囲を仮設柱で支えながら柱の一部を切断して免震装置を挿入するが、この仮設柱をすぐに外すと主にゴムで作られている免震装置は数ミリ程度縮んでしまう。このように一部の柱が下がってしまうと、構造体にひび割れが発生する等の悪影響を及ぼす可能性がある。

免震装置プレロード工法は、免震装置をあらかじめ若干縮ませた状態（プレロード状態）でセットすることによって、仮設柱を外した後の免震装置の縮み量を小さくし、構造体への悪影響を低減することができる。

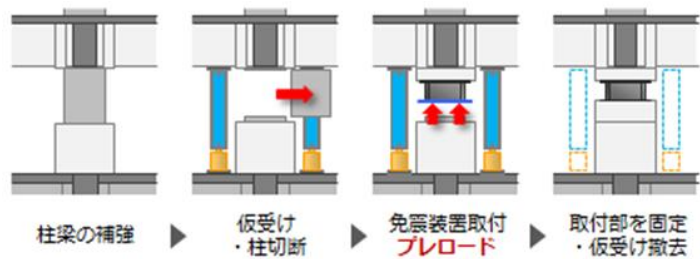


図 1. 免震装置プレロード工法の手順

【要約】 本事業は、災害時における防災拠点として重要な施設である北海道庁本庁舎の耐震改修事業で、「基礎下または地下階での免震工法採用」「工事期間中も庁舎機能を停止させない」「建物を使いながらの施工」「改修後に執務スペースが狭くならない」等が北海道の要望であった。これに対して、工事期間中の安全面への配慮、及び工事コスト低減に配慮し、基礎下免震ではなく地下階中間階免震改修を採用し、同時に、建物の省エネ化と地域防災拠点機能強化を実現した。

【耐震改修の特徴】 地下階における中間階免震、供用しながらの補強、建物の省エネ化、地域防災拠点機能の強化

【耐震改修の方法】 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

●免震改修工事概要

免震化工事と同時に老朽化した設備機器更新を実施する「デュアルローリング工法」により、省エネ化、及び機器コンパクト化による省スペース化を実現し、耐震性能向上と同時に建物の付加価値を向上させた。

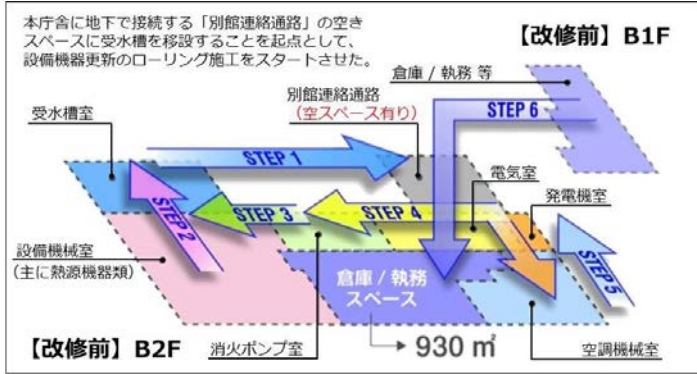


図 2. デュアルローリング工法の施行手順

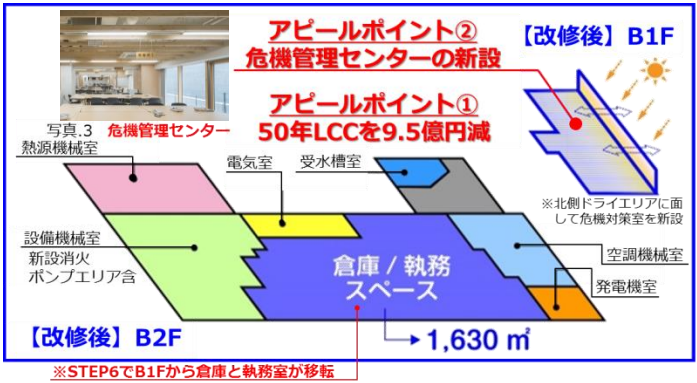


図 3. 改修後の設備諸室配置

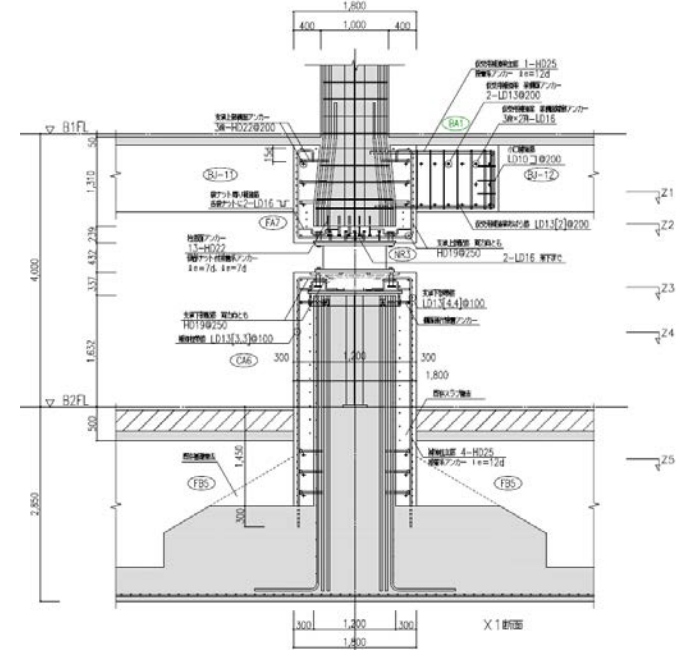


図 4. 柱梁補強詳細図

●免震改修の効果

- ①大地震（震度 6 強程度）後も人命確保に加えて機能確保が図られるレベルまで耐震性能が向上
- ②50 年ライフサイクルコストが約 9.5 億円低減（省エネ化）
- ③危機管理センターによる防災拠点機能の強化（省スペース化）

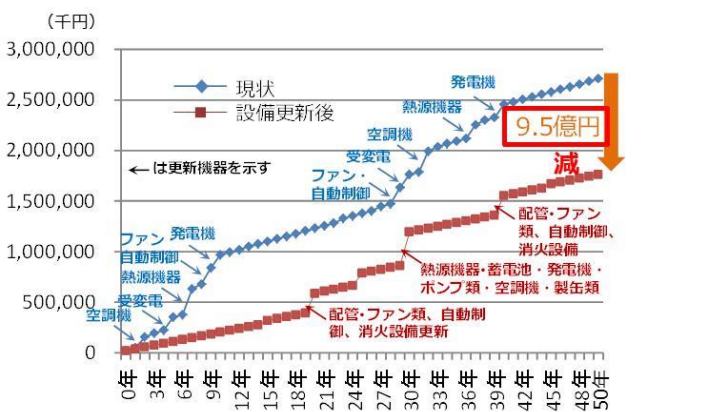


図 5. 既存設備と設備機器更新とのライフサイクルコスト比較（提案時試算）



写真 3. 免震装置の設置状況

●設計者コメント

本計画で考案したデュアルローリング工法によって、建物の免震化と同時に、省エネ化と防災拠点機能強化を実現することができました。

●施工者コメント

当プロジェクトは、工事エリア上部に北海道の職員約 2,500 人が執務し、かつ稼働中の設備機械室内での作業という環境下で、非常に多くの課題があった。発注者と一体となり着実に解決を図ったことにより、工期通り無事お引渡することができました。

●発注者コメント

工事期間中も庁舎機能や執務環境への大きな影響はなく、防災拠点としての耐震性能が確保された。さらに、デュアルローリング工法により、老朽化した設備機器の更新や省スペース化が図られ、危機管理センターを設置するスペースが生み出された。

●総事業費 約 51.5 億円

新都心マンション

| | | | | |
|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 28-002-2017 作成 | 発 注 者 | 新都心マンション管理組合法人 | 所 在 地 | 東京都渋谷区 |
| 種 別 耐震診断・耐震改修 | 改修設計 | 東亜建設工業㈱一級建築士事務所 | 竣 工 年 | 1981 年（昭和 56 年） |
| 建物用途 集合住宅、物販、飲食 | 改修施工 | 東亜建設工業㈱東日本建築支店 | 改修竣工 | 2014 年（平成 26 年） |

助成金を利用した外付鉄骨フレーム（KG 構法）による耐震補強

●建物概要

| | |
|------|--|
| 建物規模 | 地下 1 階・地上 12 階・塔屋 3 階 |
| | 敷地面積 661.0 m ² 、建築面積 590.1 m ² 、延床面積 5892.4 m ² |
| 構造種別 | SRC 造（地下 1 階～12 階）、RC 造（PH） |
| 構造形式 | 耐震壁付きラーメン構造 |

●改修経緯

本建物は、1981 年に竣工した地上 12 階建ての集合住宅である（写真-1）。地下 1 階から地上 12 階は内蔵鉄骨が充腹形の鉄骨鉄筋コンクリート造、塔屋は壁構造の 3 階建てとなっており、構造形式は桁行方向、梁間方向共に、耐震壁付ラーメン構造である。

「渋谷区緊急輸送道路沿道建築物耐震化支援事業」に基づき、渋谷区からの助成金制度を利用した。2012 年度は耐震診断、2013 年度は耐震補強設計、2014 年度は耐震補強工事と年度ごとに申請を行い、補強工事を終了させた。

今回の助成金を受けるための主な条件は以下の通りである。

1. 分譲マンションであること
2. 複合用途の場合は延床面積の過半が住宅であること
3. 区分所有者の過半がそのマンションに居住する個人であること
4. 診断及び設計については第三者機関の評定を取得すること
5. 診断、設計、工事、それぞれの事業が年度内に完了すること

●耐震診断及び補強結果

【X 方向〔東西（梁間）方向〕】

診断時に目標値を下回っているペントハウス 1 階は高架水槽撤去(図-2)による重量軽減を行うことにより、目標値をクリアした（表-1）。

【Y 方向〔南北（桁行）方向〕】

診断時に目標値を下回っている 1 階部分に KG フレーム(図-2、-3)、EV ホールに新設袖壁、階段室の開口閉塞を行った結果、耐力が向上し、目標値をクリアした（表-1）。

表-1 補強前後の Is 指標値と C_r・S₀値

| 階 | X 方 向 | | | | | | | | | | Y 方 向 | | | | | | | | | |
|-----|----------------|----------------|----------------|-------|----|----------------|----------------|----------------|-------|----|----------------|----------------|----------------|-------|----|----------------|----------------|----------------|-------|----|
| | 補強前(2次) | | | | | 補強後（2次） | | | | | 補強前(2次) | | | | | 補強後（2次） | | | | |
| | E _o | S _D | I _s | CT・SD | 判定 | E _o | S _D | I _s | CT・SD | 判定 | E _o | S _D | I _s | CT・SD | 判定 | E _o | S _D | I _s | CT・SD | 判定 |
| PH3 | 3.333 | 0.98 | 3.161 | 1.63 | OK | 3.333 | 0.98 | 3.161 | 1.63 | OK | 4.156 | 0.98 | 3.943 | 2.03 | OK | 4.156 | 0.88 | 3.540 | 1.82 | OK |
| PH2 | 0.814 | 0.79 | 0.622 | 0.30 | OK | 0.922 | 0.88 | 0.785 | 0.38 | OK | 1.683 | 0.98 | 1.597 | 0.93 | OK | 1.907 | 0.98 | 1.809 | 1.05 | OK |
| PH1 | 0.617 | 0.98 | 0.586 | 0.60 | NG | 0.671 | 0.98 | 0.637 | 0.65 | OK | 0.994 | 0.98 | 0.943 | 0.46 | OK | 1.054 | 0.98 | 1.000 | 0.49 | OK |
| 12 | 1.883 | 0.90 | 1.641 | 1.33 | OK | 1.907 | 0.90 | 1.661 | 1.34 | OK | 1.405 | 1.00 | 1.360 | 1.09 | OK | 1.423 | 1.00 | 1.377 | 1.11 | OK |
| 11 | 1.361 | 0.90 | 1.185 | 0.96 | OK | 1.369 | 0.90 | 1.193 | 0.96 | OK | 1.077 | 1.00 | 1.042 | 0.84 | OK | 1.083 | 1.00 | 1.049 | 0.84 | OK |
| 10 | 1.232 | 1.00 | 1.192 | 0.96 | OK | 1.238 | 1.00 | 1.199 | 0.97 | OK | 0.980 | 1.00 | 0.949 | 0.76 | OK | 0.985 | 1.00 | 0.954 | 0.77 | OK |
| 9 | 1.133 | 1.00 | 1.097 | 0.89 | OK | 1.137 | 1.00 | 1.101 | 0.89 | OK | 0.923 | 1.00 | 0.893 | 0.72 | OK | 0.926 | 1.00 | 0.896 | 0.72 | OK |
| 8 | 1.086 | 1.00 | 1.052 | 0.85 | OK | 1.089 | 1.00 | 1.054 | 0.85 | OK | 0.865 | 1.00 | 0.837 | 0.67 | OK | 0.867 | 1.00 | 0.839 | 0.68 | OK |
| 7 | 0.976 | 1.00 | 0.945 | 0.76 | OK | 0.978 | 1.00 | 0.947 | 0.76 | OK | 0.818 | 1.00 | 0.791 | 0.64 | OK | 0.819 | 1.00 | 0.793 | 0.64 | OK |
| 6 | 0.858 | 1.00 | 0.830 | 0.67 | OK | 0.858 | 1.00 | 0.830 | 0.67 | OK | 0.724 | 1.00 | 0.701 | 0.56 | OK | 0.724 | 1.00 | 0.701 | 0.56 | OK |
| 5 | 0.848 | 1.00 | 0.821 | 0.66 | OK | 0.849 | 1.00 | 0.822 | 0.66 | OK | 0.755 | 1.00 | 0.730 | 0.59 | OK | 0.756 | 1.00 | 0.731 | 0.59 | OK |
| 4 | 0.762 | 1.00 | 0.737 | 0.59 | OK | 0.762 | 1.00 | 0.738 | 0.59 | OK | 0.707 | 1.00 | 0.685 | 0.55 | OK | 0.708 | 1.00 | 0.685 | 0.55 | OK |
| 3 | 0.776 | 1.00 | 0.752 | 0.61 | OK | 0.777 | 1.00 | 0.752 | 0.61 | OK | 0.684 | 1.00 | 0.662 | 0.53 | OK | 0.685 | 1.00 | 0.663 | 0.53 | OK |
| 2 | 0.731 | 1.00 | 0.707 | 0.57 | OK | 0.730 | 1.00 | 0.707 | 0.57 | OK | 0.642 | 1.00 | 0.622 | 0.50 | OK | 0.643 | 1.00 | 0.622 | 0.50 | OK |
| 1 | 0.697 | 1.00 | 0.675 | 0.54 | OK | 0.698 | 1.00 | 0.676 | 0.54 | OK | 0.587 | 1.00 | 0.568 | 0.46 | NG | 0.630 | 1.00 | 0.610 | 0.49 | OK |
| B1 | 0.697 | 1.00 | 0.675 | 0.52 | OK | 0.692 | 1.00 | 0.693 | 0.71 | OK | 0.932 | 1.00 | 0.902 | 0.72 | OK | 0.959 | 1.00 | 0.928 | 0.74 | OK |
| EoB | 0.669 | 1.00 | 0.647 | 0.37 | OK | 0.661 | 1.00 | 0.640 | 0.52 | OK | 0.727 | 1.00 | 0.704 | 0.57 | OK | 0.726 | 1.00 | 0.703 | 0.57 | OK |



写真-1 山手通り側からの建物全景（東側外観）



写真-2 補強前（西側外観）



写真-3 補強後（西側外観）

【要約】 本工事は「渋谷区緊急輸送道路沿道建築物耐震化支援事業」に基づく耐震化事業として、耐震診断、耐震改修及び耐震改修工事を渋谷区からの助成金を受けて実施した。制度の性格上工事終了まで 3 年度をかけて進めていき、年度ごとに申請を行い、それぞれの助成金を受領した。

【耐震改修の特徴】 供用しながらの補強、資産価値向上、助成金適用、緊急輸送道路沿線の安全確保

【耐震改修の方法】 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

●改修技術の説明

「Key Grid 構法（KG 構法）」は、(株)安藤・間、西武建設㈱と長年共同開発してきた耐震補強構法で、ピン接合形式の外付け鉄骨フレームによる補強構法である（図-1）。既存建物の柱梁接合部に「KG ピン」と称する新開発のピン装置を取付け、これを介して鉄骨造の補強フレーム「KG フレーム」を設置する。KG フレームの柱中間部には、新開発の摩擦ダンパー、鋼材ダンパー、粘弾性ダンパーなど、建物の特性に応じた「KG デバイス」（制振装置）を取付けることができる。今計画では低降伏点鋼（LY225）によるせん断型鋼材ダンパーを採用した。

●改修工事概要

工事期間は準備工事が 3.5 ヶ月、現地工事が 3.5 ヶ月の計 7 ヶ月で行った。準備工事段階を含め、部材（KG ピン、KG フレーム、化粧カバー）の製作期間に約 2.5 ヶ月程度要するため、既存建物の鉄筋位置確認を速やかに実施する必要がある。KG 構法による補強を行う建物東側は敷地が狭く、耐震補強部材の楊重にはチェーンブロックのみの作業となったため、施工性が悪く、施工歩掛 3～5（ピース/日）となった（図-3）。苦労した点は、建物内部（居室内）での作業の日程調整で、各戸別に施工日を決定し了解を得る必要があった。特に 1フロア同日施工しなければなら作業（KG ベース設置、PC 鋼棒緊張）の日程調整に苦慮した。

●設計者コメント

KG 構法は、KG ピンの位置精度が構法の要となるため、製作工場での検査や KG ピンが取付く既存建物の鉄筋位置の確認を入念に行い、施工に反映することができた。工事関係者から出された様々な改善点や注意点は、その都度確認し工事を完了させることができた(写真-2、-3)（図-1）。

1 階東側の袖壁増設工事及び開口閉塞工事は、縦の導線がある EV ホールや階段室に面した内部廊下であったため、はつり時の反響音が大きく、粉塵も舞い、今後の課題となった(写真-1)（図-3）。

●施工者コメント

耐震改修工事前に補強対象となる住戸を個別で訪問し、「診断結果・補強方法・補強後の耐震性・工事にあたっての各工事内容」に加え各工事別に「振動・騒音・粉塵・臭気の程度と対策」を説明し、住民の理解を得ることができ、無事工事を完了させることができた。

●発注者コメント

設計者や施工者より渋谷区助成金制度の活用（助成額 26,000 千円）を提案して頂いたおかげで、住民の理解が進み、耐震診断や改修工事に踏み切ることができた。また改修工事を実施したおかげで税制面でやさまざまな優遇措置も受けられ、管理組合として大変感謝している。

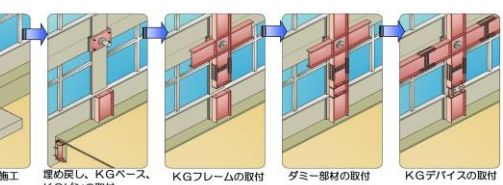
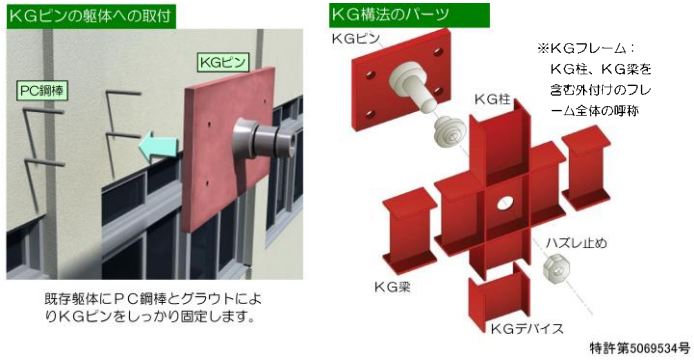


図-1 KG 構法の概要

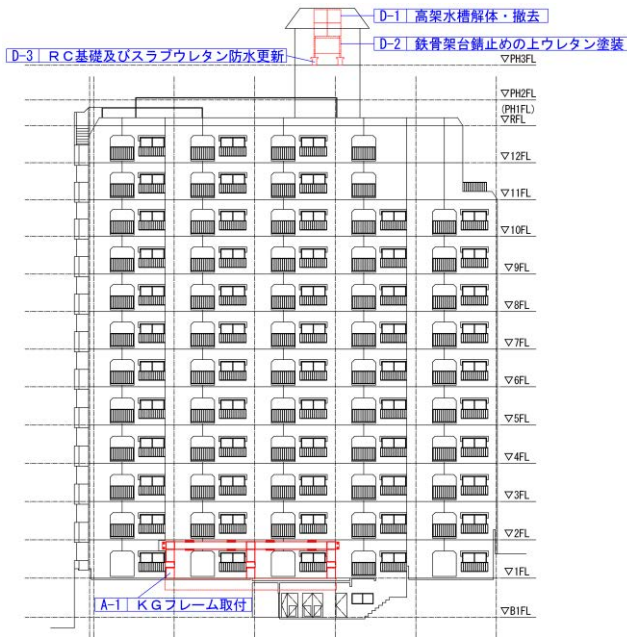


図-2 西側立面図

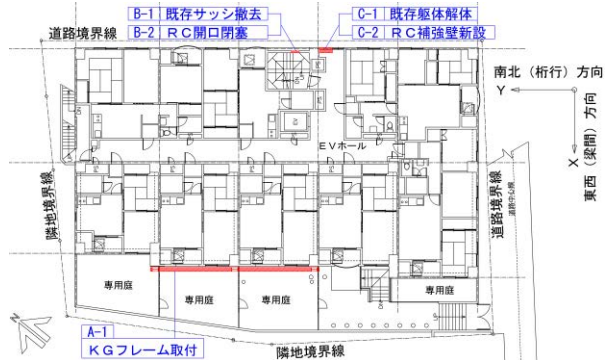


図-3 1 階平面図

TK ホール

| | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 32-009-2017 作成 | 発 注 者 東京都 | 所 在 地 東京都中央区 |
| 種 別 耐震改修（特定天井落下防止措置） | 改修設計 戸田建設(株)一級建築士事務所 | 竣 工 年 1996 年（平成 8 年） |
| 建物用途 集会場 | 改修施工 戸田建設(株)東京支店 | 改修竣工 2016 年（平成 28 年） |

ブレース・クリアランスの設置が困難な 大ホールの特定期天井の落下防止措置

●建物概要

| | |
|------------|-----------------------------------|
| 構造規模 | SRC 造、地上 11 階、地下 3 階 |
| 延床面積 | 145,076 ㎡ |
| 対象のホール面積 | 約 5,000 ㎡（約 115m×45m、1 スパン長さ約 9m） |
| 対象のホール位置 | 地下 1～2 階 |
| 対象のホール天井高さ | 9.0m |

●改修経緯

2014 年 4 月より天井告示（国交告第 771 号）が施行され、面積、高さが所定の規模を超える天井を特定天井と定め、特定天井に対する耐震対策が義務付けられた¹⁾。

特定天井の耐震対策は、一定規模以上の増改築が行われる既存天井においても求められ、建築基準法施行令第 137 条の 2 においては、新築時と同様の技術基準に適合させるか、又は別途の落下防止措置を講じなければならないこととされている。本建物では、不特定多数の人員が使用する大ホールの天井耐震改修工事において、ブレース設置やクリアランス確保の問題から、新築時と同等の技術基準に適合させることが極めて困難なため、ワイヤーを用いた落下防止措置を講じた。

●現地調査結果

落下防止対策を行った天井は、地下 1～2 階に位置するホールで、面積は 5,000 ㎡超（約 115m×45m、1 スパン長約 9m）、天井高さは約 9m で特定天井に該当する。

対象天井は、1.5m 四方のアルミパネル 9 枚で 1 区画（写真 1(a) 参照）を構成し、その周囲をルーバーで覆った吊り天井であり、天井重量は約 140N/㎡、吊り長さは約 2.7m である。下地材は、いわゆる在来天井の野縁、野縁受けに相当する材はなく、C-50×20×1.6 が井桁状に取り付けられ、その接合部は、厚さ 1.6mm の金物を用いてボルトで固定されている。また、天井懐内は多数の設備機器や、配線、配管類が数多く敷設されており、斜め材（ブレース）や横つなぎ材（水平材）等は設置されておらず、天井に耐震性はない。（写真 1）。

●耐震改修計画

現地調査の結果から、下地材接合部は専用金物を用いてボルトで固定されているため、この部分が損傷する可能性は極めて低いことが明らかとなった。このため、落下防止計画は、ワイヤーを用いてアルミパネル、ルーバーを専用金物で留める計画とした。参考として、本落下防止計画と特定天井に対する耐震対策¹⁾に示されている設計例（設計例 5 ワイヤーによる落下防止措置の例）との比較を表 1 に示す。

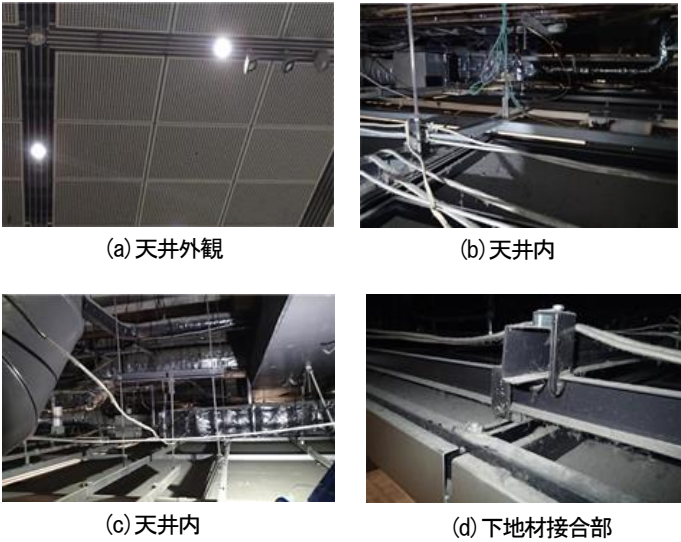


写真 1 天井調査状況

表 1 告示設計例と本落下防止措置の比較

| 項目 | 設計例 5 | 本落下防止措置 |
|---------|---------------------|---------------------------------------|
| 天井形状・重量 | 段差・曲面は除外、100N/㎡以下 | 平面で段差、曲面はなし、単位重量は140N/㎡で安全率を高くすることで対応 |
| 天井仕上げ材 | 金属系スパンドレル（割れない材料） | アルミパネル＋ルーバー（樹脂製） |
| 適用規模 | 1辺20m四方に納まる平面形 | 約20mごとに水平移動拘束を設け、水平力を負担させる |
| ワイヤー位置 | 野縁下側に配置 | 子ワイヤーと天井地上げ材を接合用専用金物で接合し、親ワイヤーは構造体に接合 |
| 衝撃荷重 F | 安全率 = 2.0 とし て算定 | 安全率= 5.0 以上で検討実施 |

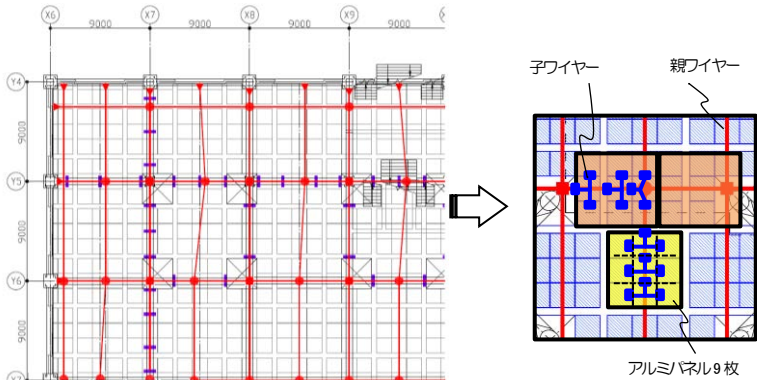


図 1 ワイヤーの敷設計画

参考文献

- 1) 「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」（平成 25 年 10 月版）、建築性能基準推進協会

【要約】 大ホールの天井耐震改修工事において、ブレース設置やクリアランス確保が難しいことから、新築時と同等の技術基準に適合させることが極めて困難なため、ワイヤーを用いた落下防止措置を講じた。

【耐震改修の特徴】特定天井 落下防止措置 ワイヤー

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

また、天井の変形を抑制するため水平移動拘束材を設置した。拘束材は、本天井が地下 1 階に位置することから、水平震度は 0.5 として設計した。その他、下地材接合部の座屈、滑り止め対策も合わせて行った。

●改修工事概要

(1)落下防止ワイヤーの設置方法

ワイヤーの敷設計画を図 1 に示す。スパン長が約 9m と比較的長いいため、このスパン間に親ワイヤーを設置し、それに専用金物を用いて子ワイヤーを取り付け、子ワイヤー 1 本に対してアルミパネル 1 枚を吊る計画とした。親ワイヤーは、設備機器や配管の下部に敷設し、天井落下時に干渉しないようにした。親ワイヤーと子ワイヤーは、アルミパネル、ルーバー落下時の衝撃を含めた荷重に対して、5 倍以上の安全率を考慮し、それぞれφ9mm、φ2mm を用いた。材質は何れも SUS304 とした。

図 2 に落下防止ワイヤーの設置方法を示す。荷重受けとなるワイヤーベースは梁下にアンカーボルトで固定した。親ワイヤーは、両端に張り長さを調整できるようキャッチリングを介し、ワイヤーベースに取り付けた。子ワイヤーは、上端部は滑り止め金物を介して親ワイヤーに取り付け、下端部はアルミパネル、ルーバーとそれぞれ接合用専用金物を用いてビスで固定した。子ワイヤーの取り付けの際に、上下端部の平面位置ができるだけ離れないように調整し、アルミパネル、ルーバー落下時に水平に大きく振られないよう配慮した。

(2)水平移動拘束材の設置方法

図 3 に水平移動拘束材の詳細を示す。水平移動拘束材は、上部は梁下にアンカーボルトを用いて取り付け、下部は天井下地材にビスを用いて取り付けた。サイズは L-50×50×6 とし、水平震度 0.5 に対応するように、約 80 ㎡に 1 箇所（幅約 3m ごとに設置し、1 箇所の負担長さは約 27m）取り付けた。

●耐震改修の状況

写真 2 に親ワイヤーの設置、親ワイヤーと子ワイヤーの接合部、ワイヤーベースの取り付け、および子ワイヤーとアルミパネルの取り付け状況をそれぞれ示す。何れも上述した落下防止計画に則って工事を行った。写真 3 に水平移動拘束材の設置状況を示す。下部は天井下地材にビス留で固定した。写真 4 に下地材の補強状況を示す。下地材はジョイント部の座屈を防止するためのプレート補強、および下地材接合金物の滑り止め補強を行った。

●設計者コメント

大ホールの天井耐震改修工事において、ブレース設置やクリアランス確保の問題から、ワイヤーを用いた落下防止措置を採用した。本対策から得られた知見を、今後、他の施設の天井落下防止対策にも活用していく予定である。

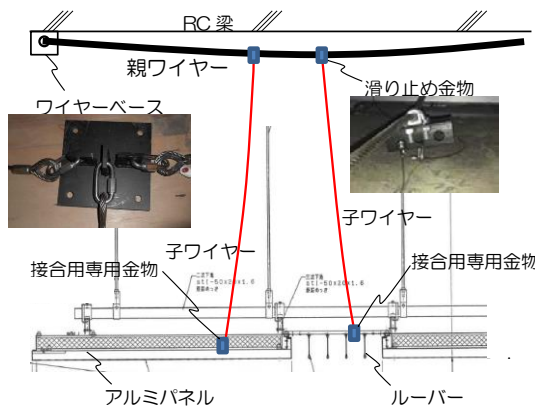


図 2 落下防止ワイヤーの設置方法

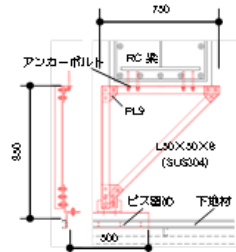


図 3 水平移動拘束材の詳細

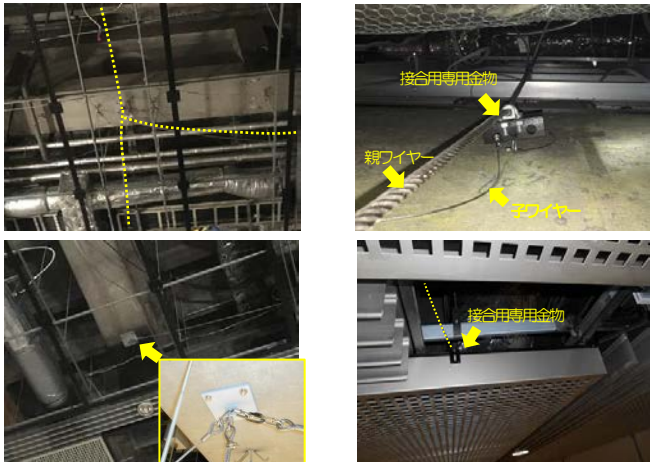


写真 2 落下防止ワイヤー取り付け状況



写真 3 水平移動拘束材の取り付け状況



写真 4 下地材の補強 状況

九州学院 1 号館

| | | | | |
|----------------|-------|---------------|-------|-----------------|
| 45-001-2017 作成 | 発 注 者 | 学校法人 九州学院 | 所 在 地 | 熊本県熊本市 |
| 種別 耐震改修 | 改修設計 | 有限会社 游建築設計事務所 | 竣 工 年 | 1962 年（昭和 37 年） |
| 建物用途 学校 | 改修施工 | 松尾建設株式会社 | 改修竣工 | 2016 年（平成 28 年） |

平成 28 年熊本地震にも耐えた耐震補強 HP 耐震工法と外付け PCa アウトフレーム工法

●建物概要

| | |
|------|--|
| 建物規模 | 地上 4 階、PH1 階 |
| | 建築面積 1,268.75 m ² 、延床面積 5,145.13 m ² |
| 構造種別 | 鉄筋コンクリート造 |
| 構造形式 | ラーメン構造（桁行方向） |
| | 耐震壁付ラーメン構造（張間方向） |

●改修経緯

発注者は平成 25 年に実施した耐震診断において、3 階のコンクリート圧縮強度が極めて低く、I s 値も基準の半分以下であったことから建替えを勧められていたが、本館棟（1 号館）は学院の中心的建築物であり、建替えを行うにも建設用地や仮校舎の問題、全体的な費用の問題等を総合的に勘案した結果、耐震補強工事を選択された。

●耐震診断結果

事前に行われた耐震診断では 3 階のコンクリート圧縮強度が極めて低かった（13.5N/mm²未満）ため、念のために再度、3 階のコンクリート圧縮強度試験を実施して再診断を行った。その結果、桁行方向（X 方向）は I s 値 0.275（最低値）、張間方向（Y 方向）は I s 値 0.475（最低値）、また桁行方向は C_{TU}・S_D 値も 0.29 と目標値を下回った。

●耐震改修計画

耐震補強工事を行うに当たっては、文部科学省が推奨する耐震強度（I s 値 0.7）の確保はもちろんのこと、外観に 影響が少なく（筋交い等の補強は NG）、校舎の半分は使いながらの工事が可能であることが条件であった。そこで桁行方向（X 方向）は既存柱にリブ付分割鋼板と連続繊維シート及び補強鉄筋を併用するグラウト充填工法（HP 耐震工法）を主要な補強工法とし、さらに水平耐力の不足分を P Ca アウトフレーム工法と RC 壁開口閉塞補強を併用した。また張間方向（Y 方向）は既存の RC 壁に増打ちコンクリート補強を行い、補強後の建物の使い 勝手が変わらないように計画した。

●改修技術の説明

HP 耐震工法は、細分化されたコンパクトな材料を組み合わせるため設置が容易であり、工事中的騒音・振動が少なく、大型の重機や過大な仮設設備も不要なため、建物を使いながらの工事に適した工法である。

●コスト等

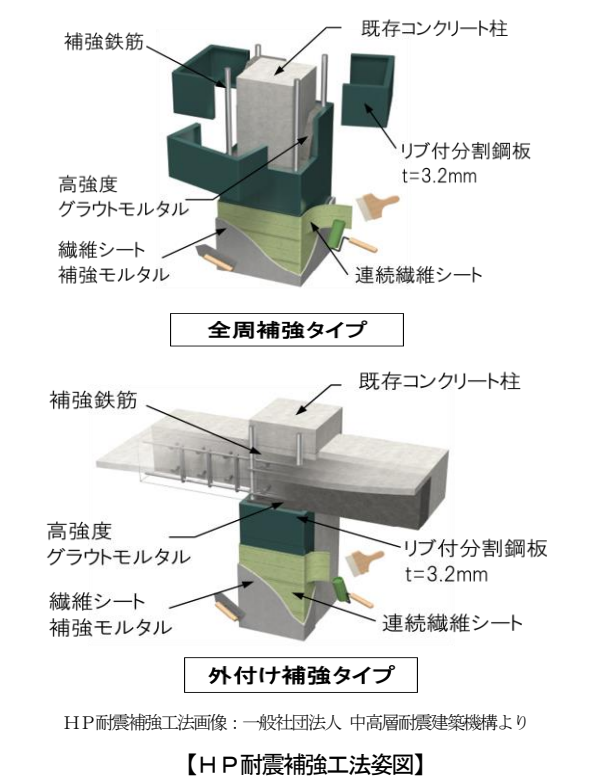
今回工事は耐震補強以外にもサッシ取替え、設備配管切替え（全て耐震改修に関連する工事）が多く発生したが、国・県・市の助成を受けたため、発注者側の負担は軽くなった。



耐震改修前外観（南面）



耐震改修後外観（南面）



【HP 耐震補強工法姿図】

【要約】 本物件は当初の耐震性能が極めて低かったため多くの補強を要したが、外観をあまり損なわず、建物を使いながらの工事が可能という条件のもとに実施した耐震補強工事である。平成 28 年 3 月に補強工事が完成したが、その約 1 ヶ月後に震度 7 を 2 回引き起こした平成 28 年熊本地震が発生し、当該建物も震度 5 強、震度 6 強に見舞われるも無被害であった。

【耐震改修の特徴】使用しながらの補強、低強度コンクリート建物の補強、複数の補強の組合せ、補助金適用

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

●改修工事概要

耐震補強後も建物の外観や使い勝手が殆ど変わらない補強工法を組み合わせて計画している。また中央階段部分は堅穴区画による防火戸と防火シャッターが併設されているが、工事期間中の避難経路確保のためこの部分を避けた補強計画となっている。

桁行方向（X 方向）は、各階の既存柱に HP 耐震工法の全周補強タイプ 8～9 箇所、外付け補強タイプ 10 箇所とし、さらに水平耐力の不足分を P Ca アウトフレーム 26 構面と RC 壁開口閉塞補強 13 箇所を併用して補強している。また張間方向（Y 方向）は既存の RC 壁に増打ちコンクリート補強 6 箇所として水平耐力を向上させている。P Ca アウトフレーム工法を採用するに当たり、C 通りの構造フレームに水平力を伝達するため C-D 間の床下に新たにスラブと受梁を設置した。P Ca アウトフレーム工法も組立中の騒音・振動・粉塵が少ないため、建物を使いながらの工事に適した工法である。

●耐震改修の効果

上記の補強を施した結果、右表の通り全ての階で I s 値 0.7 以上、C_{TU}・S_D 値 0.3 以上となった。なお、耐震診断結果と耐震補強計画は耐震判定委員会の評価を取得している。

平成 28 年 4 月に発生した熊本地震では 3 日間の間に最大で震度 7 が 2 回、震度 6 強が 2 回、震度 6 弱が 3 回発生しており、震度 4 以上においては現在まで 144 回の揺れが発生している。（平成 29 年 7 月 31 日現在）本敷地でも震度 5 強、震度 6 強を始めとする多くの繰り返しの地震に見舞われたが、本建物の柱や梁等の耐震要素は全て健全であった。

●設計者コメント

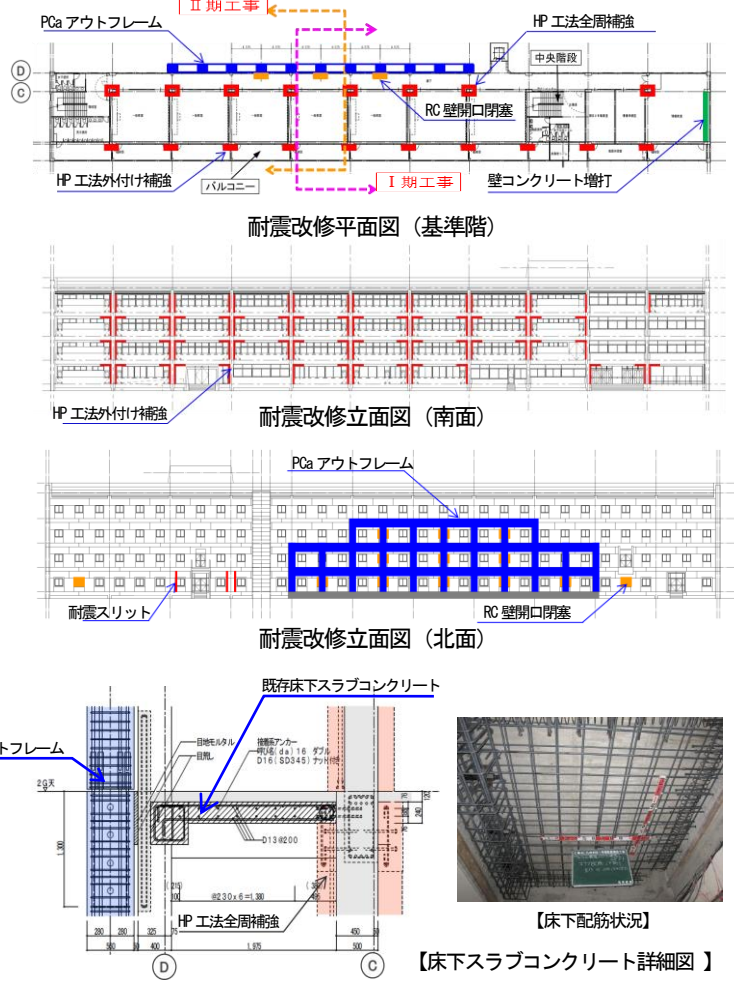
HP 耐震工法は全周補強と外付け補強の 2 タイプあるが、今回計画ではバルコニー側を外観優先で外付け補強、内部廊下側は耐力優先で全周補強を選択した。水平耐力不足を補う工法としては、屋内空間に支障がなく外観も著しく損ねない P Ca アウトフレーム工法とした。

●施工者コメント

当初計画より教室の半数が入る仮設校舎を設置し二期に分けて工事を行う計画であったが、教室を使いながらの施工が難しい工事（床下スラブ施工や P Ca アウトフレームの基礎工事等）は極力夏休み期間に完了するように再検討を行い一括で施工した。また学校側とも事前協議を密に行い、作業時間の制約や作業動線のルート、仮設設備の方法、駐車場の利用期間等を学校行事予定と照らし合わせながら詳細に計画して建物を使用しながらの工事を実施した。

●発注者コメント

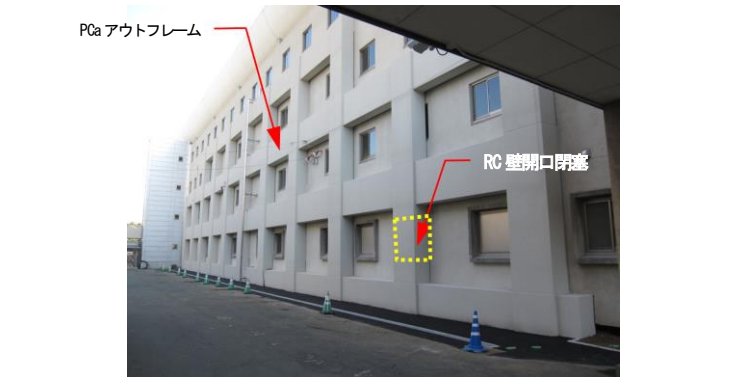
熊本地震で 1 号館が被災していれば、普通教室が足りず授業が行えなかった可能性がある。耐震改修して本当によかった。



| 耐震診断結果（診断時、補強後） | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-----------------|--------|------------|-------|--------|
| 階 | X方向 | | | | | | Y方向 | | | | | |
| | 診断時 | | | 補強後 | | | 診断時 | | 補強後 | | | |
| | 採用した F値 | 2次診断 | | 採用した F値 | 2次診断 | | 採用した F値 | 2次診断 | | 採用した F値 | 2次診断 | |
| | | Is値 | Ctu・So | | Is値 | Ctu・So | | Is値 | Ctu・So | | Is値 | Ctu・So |
| PH | 1.00 | 1.330 | — | — | — | — | 1.00 | 2.340 | — | — | — | — |
| 4 | 1.00 | 0.456 | 0.48 | 1.00 | 0.753 | 0.79 | 1.00 | 1.222 | 1.28 | 1.00 | 1.447 | 1.52 |
| 3 | 1.00 | 0.275 | 0.29 | 1.00 | 0.716 | 0.75 | 1.00 | 0.632 | 0.66 | 1.00 | 0.835 | 0.87 |
| 2 | 1.00 | 0.285 | 0.29 | 1.00 | 0.708 | 0.74 | 1.00 | 0.656 | 0.69 | 1.00 | 0.767 | 0.80 |
| 1 | 1.00 | 0.309 | 0.32 | 1.50 | 0.833 | 0.58 | 1.00 | 0.475 (0.32) | 0.50 | 1.00 | 0.719 | 0.75 |

（ ）内数値は、下階壁掛け柱の低減後のIs値を示す

（ ）内数値は、下階壁抜け柱の低減後の Is 値を示す



耐震改修後外観（北面）

山梨文化会館

| | | |
|-----------------|------------------------|----------------------|
| 50-005-2017 作成 | 発注者 株式会社 山梨文化会館 | 所在地 山梨県甲府市 |
| 種別 耐震改修 | 改修設計 株式会社 丹下都市建築設計 | 竣工年 1966 年（昭和 41 年） |
| 建物用途 事務所・飲食・その他 | (株)織本構造設計 (株)建築設備設計研究所 | 改修竣工 2016 年（平成 28 年） |
| | 改修施工 三井住友建設株式会社 | |

丹下作品初の免震レトロフィット

●建物概要

建物規模 地上 8 階・塔屋 3 階／地下 2 階 敷地面積 3,858 m²

建築面積 3,091.74 m², 延床面積 21,883.81 m²

構造種別 鉄筋コンクリート構造（梁のみ鉄骨鉄筋コンクリート構造）

●改修経緯

平成 24 年の耐震診断で、ほぼ全層にわたって I s 値 0.6 を下回っている事が分かった。新聞・放送メディアを核とする本建物は、建築家丹下健三氏設計により 1966 年に竣工し、メタボリズム（新陳代謝）を世界で唯一現した外観が特徴的であることから、建物全体デザインの維持・工事中も通常業務の継続が可能となる、地下 2 階柱脚位置における免震レトロフィット工法が採用された。

●免震改修計画

本建物は 16 本の円筒形コア柱（直径約 5.0m、ふかし込み厚さ約 700mm）で構成されており、地震時にコア柱は片持ち柱の挙動によって抵抗する（図-1）。本計画においては引張力に対応する為の直動転がり支承（CLB）と、錫プラグ入り積層ゴム支承（SnRB）・天然ゴム系積層ゴム支承（NRB）を用い、コア柱 1 本あたり支承材を 4～5 基配置した（図-2）。

本建物は免震レトロフィットであることから、上部構造の地震荷重が過大にならない範囲で極力小さなクリアランスとする為、設計クリアランスは 40.0cm に計画した（レベル 2 許容変形量は 32.0cm に設定）。免震層の長周期化及び地震時コア柱の引張力に抵抗する為 CLB 支承を併用して、接線周期を 5.0 秒程度、免震層の等価周期（ $\delta=32.0\text{cm}$ 時）を 4.0 秒以上となる様に免震層の復元力を設定した。また、引き抜きが生じる箇所に CLB を配置する事で積層ゴムの引張面圧を 1.0N/mm² 以下に抑える計画とした。

●地下階床上柱脚免震の概要

地下外壁は 1 階床スリット切断により高さ 7m の片持ち壁となる為、全周 240m にわたり厚さ約 80cm の補強壁を増打する事で自立させ、スラブ切断部に配置した外周梁を補強壁から持ち出した RC ブラケットと滑り板で支えている（図-3）。工事中の建物の安全性を確保する為、コア柱の縁切りは常に 2 本以内かつ隣接する事のない様に施工順序を決定し、柱免震化工事全 16 本完了後に 1 階床スリット工事を行う事で、外周床の拘束力を利用し、施工中の耐震安全性を確保する事とした。



図-3 免震階平面及び地下断面



写真-1 山梨文化会館外観

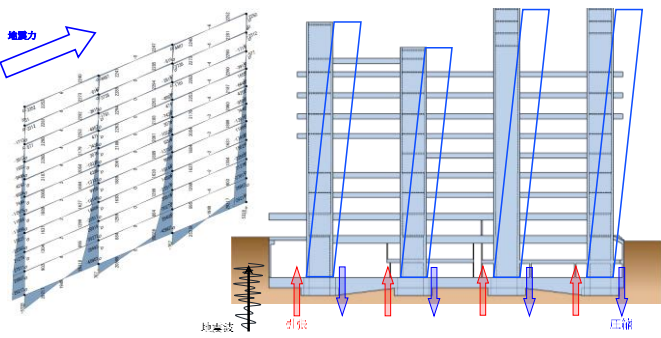


図-1 地震時応力状態

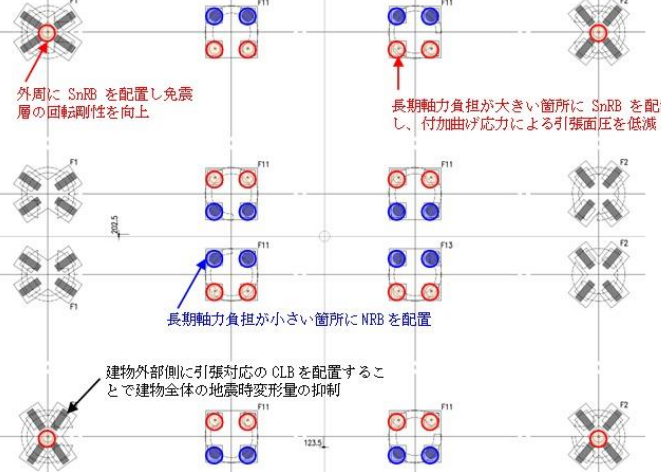
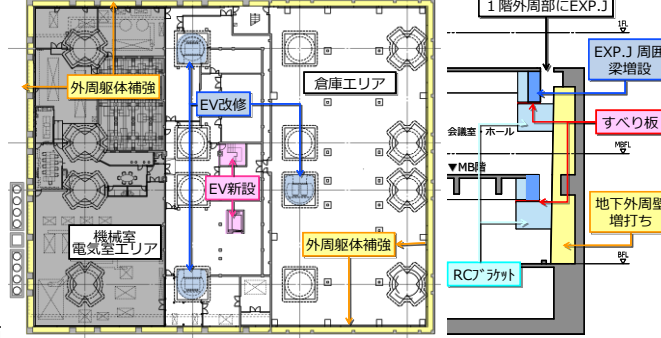


図-2 免震装置の配置



| | |
|-----------|---|
| 【要約】 | 建築家：丹下健三氏の代表作の一つである山梨文化会館が築 50 年を迎えるにあたり、地下階床上柱脚免震レトロフィットの採用により、新聞・放送メディアを核とする建物の活動をほぼ全て維持しながら、直径約 5m の円筒柱 16 本で構成されている、メタボリズムの思想を世界で唯一現した特徴的な外観デザインを損なう事無く、更に 50 年間建物の機能維持を可能とする「山梨文化会館 100 年計画」を実現した。 |
| 【耐震改修の特徴】 | 放送しながらの免震改修 BCP(事業継続性)向上 外観デザインの維持 免震改修時の建物安全性向上 |
| 【耐震改修の方法】 | 強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他 |

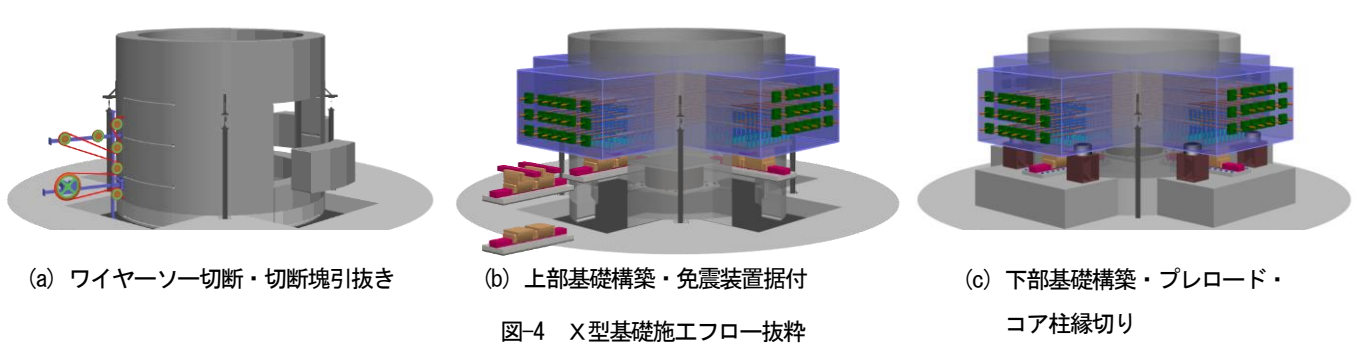


図-4 X型基礎施工フロー抜粋

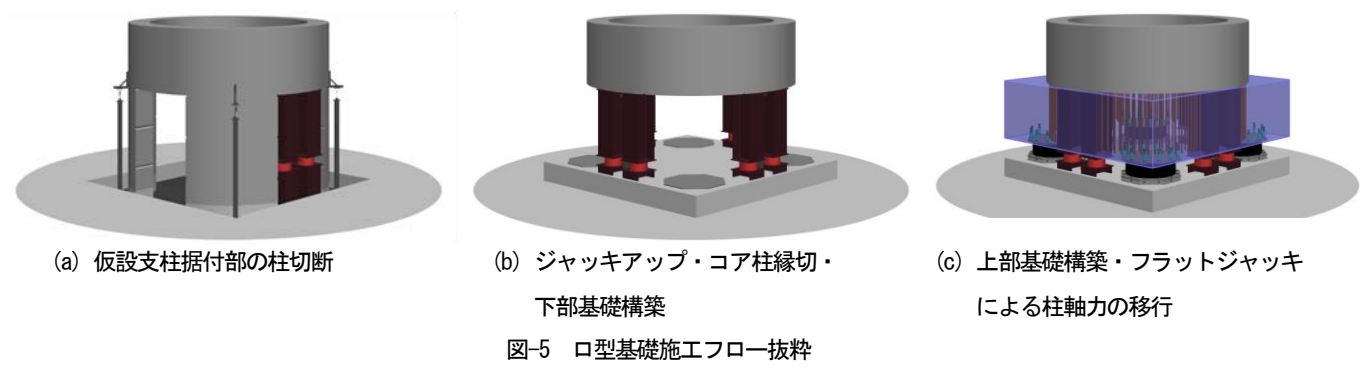


図-5 ロ型基礎施工フロー抜粋

●免震基礎の施工フロー

図-4 に X 型基礎、図-5 にロ型基礎の施工フロー抜粋を示す。

●免震改修の効果

図-6 にレベル 2 地震時の応答解析結果を示す。層せん断力は弾性限耐力以下である事を確認し、層間変形角は目標とする 1/300 に対して 1/472 となっている。また、1 階の加速度は 286cm/sec² に抑える事が出来た。

●設計者コメント

成長と変化を体現してきた山梨文化会館の免震化計画が実現し、「100 年建築」へ向け次世代へのバトンを渡せた。丹下作品の免震レトロフィット化完成第一号となる意味においても価値あるプロジェクトだと考えている。

●施工者コメント

全館通常業務を行っている中で本工事を完遂する事が出来たのは、山梨文化会館の皆様、丹下都市建築設計、織本構造設計をはじめ工事に携わる全ての関係者・作業員の一体的な協働作業の賜物と考えています。

●発注者コメント

工事中は電気、空調、給排水を止める事無く、また会館内グループ会社全てが通常業務を継続出来ました。計画段階から想定されていた騒音・振動は実際に大きかったものの、完成後の今となってはかえって寂しくもあり、工事精度の高さが印象に残っています。本レトロフィット工事コストの妥当性についても、実感する事が出来ました。

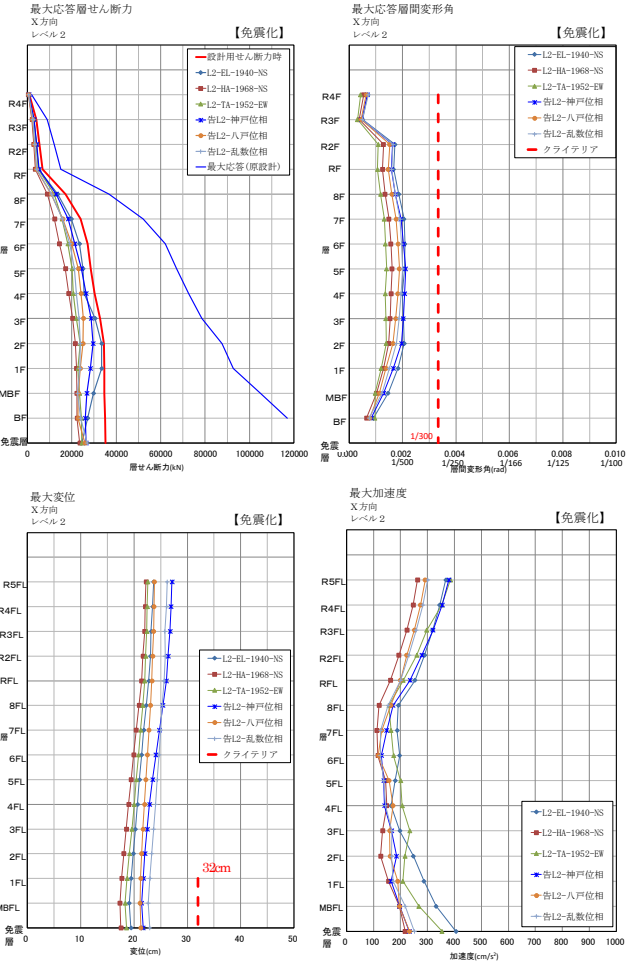


図-6 地震応答解析結果