

長野県庁本館棟・議会棟の免震化改修 —大規模庁舎・2棟同時の高性能免震化—



長瀬 悟
日建設計



山本 裕
同



林 秀行
同



江坂 佳賢
同



松浦 弘明
鹿島建設



高橋 裕司
清水建設

1 はじめに

本計画は、最高水準の免震性能を付与する改修設計により、建物地上部分を完全無補強とし、使いながらの工事にて各種の課題解決を図った事例である。本稿では国内最大規模となる2棟同時の効果的な免震化改修の設計及び特殊施工の概要を記す。

対象建物は、長野市中心部に立地する県政の中核施設である長野県庁本館棟（写真1奥）と、これに隣接する議会棟（写真1手前）である。建物概要及び設計者・施工者の情報を表1に示す。

防災拠点に相応しい耐震性能の確保は、本計画の最大の課題であった。改修方法の選定では、強度型の補強では求められる耐震性を確保できず、また室内の執務空間の使用性及び美観に多大な影響が生じることが判明した。さらに県庁施設には適切な代替地が無い場合、一連の改修工事は建物を使いながら実施することが不可欠であった。これらの様々な与条件を踏まえ、最終的に免震化改修の採用に至った。

免震化改修に際しては、施工性、工事期間中の各種安全性・機能維持等にも考慮した、詳細な設計対応を行った。その内容を以降に詳述する。



写真1 建物外観（奥：本館棟、手前：議会棟）

2 プロジェクト概要

2.1 全体計画

竣工後45年以上を経過した両棟は、過去に実施された耐震診断（官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説に準拠）の結果、ともに施設の重要度に相応しい耐震性を備えていなかったことを受け、補強と具体策の立案が必要と判断された。改修方法は、

- ①高耐震性の確保
- ②工事範囲・執務空間への影響の最小化
- ③使いながらの工事

などをテーマとし、当社が参画して基本計画および基本設計段階にて綿密な調査・検討を行い、両棟同時の免震化改修の選択に至った。さらに免震位置の検討においては、地表近くから強固な支持層である砂礫層が出土し、地下水位が浅いという敷地の地盤状況を考慮し、地下1階の柱頭位置での中間層免震を採用することで、掘削・地下水対策工事の最小化を狙った。

表1 耐震改修建物概要

建物名称	長野県庁舎 本館棟	議会棟
所在地	長野県長野市南長野町下 692-2	
敷地面積	32,122 m ²	
建築面積	3,426.19 m ²	3,194.74 m ²
延床面積	35,964.36 m ²	10,377.61 m ²
構造形式・構造種別	鉄骨鉄筋コンクリート造 耐震壁付きラーメン構造	鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造） 耐震壁付きラーメン構造
基礎形式	直接地業・べた基礎	直接地業・独立フーチング基礎
階数	地下1階・地上10階・塔屋2階	地下1階・地上4階
高さ	最高高さ：GL+46.12 m 建物高さ：GL+39.52 m	建物高さ：GL+16.32 m 軒の高さ：GL+11.82 m
竣工年	昭和42年	昭和43年
元設計者	株式会社内藤建築事務所	
元施工者	大成建設株式会社	
改修設計者	株式会社日建設計	
改修施工者	鹿島建設・北野建設 JV	清水建設・北信土建 JV

2.2 構造改修設計の概要

本館棟の地下1階は、倉庫・店舗・設備諸室として使われており、免震層を天井裏に設置することで、改修後も同一用途にて復旧できる計画とした(図2)。一方、議会棟では地下1階駐車場の柱頭部分に免震層を構築しつつ、駐車台数や車路寸法に配慮した。

既存の庁舎群への改修計画であるため、新築とは異なり、棟間クリアランスが少ない等の、既往の制約事項の中で、免震の性能を高める構造検討を重ね、地上階部分の構造補強なしに目標耐震性能を満足させた。さらに施工期間中の安全対策や建物機能に求められる諸条件を規定することで、免震化改修を使いながら工事にて安心して実現できる改修設計をまとめあげた(表2)。

一方、建築非構造部材についても、主に議会棟講堂の天井改修や吹抜空間壁面のレンガタイルの貼替え等を行い、安全性向上を図った。

2.3 設備改修設計の概要

本館棟地下1階の重要基幹設備である中央監視室・電気室は、あらかじめ別棟に移設し、使いながらの工事を実現するべく既往の設備についても免震化の前後に細心の注意を払って盛替えと復旧を行う計画とした。その他、電気系・機械系の配線・配管の免震対応を図るとともに、防災拠点化のため、非常用電源容量(おおむね3日間の自家発電能力)、上下水(4日分の飲料水用受水槽)・排水系統(7日分の汚水

槽)の各種機能の強化・整備を行った。

3 プロジェクトにおける構造設計者の役割

本計画では免震化による耐震性向上が最大のテーマであったため、計画の初期段階から現場段階・竣工までの全期間を、構造設計者がプロジェクトマネージャーを担った。改修計画の立案・絞り込み・詳細設計の各段階において、クライアント等との各種打合せの中心的役割を果たしマネジメントを遂行した。

4 免震化改修設計の要点

【本館棟】

塔屋を含め12層の荷重を支持するため、柱の最大長期軸力は12,000kNと大きい。全52本の柱直下には直径900mmの天然ゴム系、および直径1,100mmの鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータをバランスよく配置した(図1上部)。また、別置型の減衰材としてオイルダンパーを配置し、粘性減衰を効果的に利用することで、隣棟が近接する立地条件に適合した地震時の免震層の応答変形量縮減と、上部構造の応答のミニマム化という、相反する二つの課題解決を図った。

<使用部材>

- ・天然ゴム系積層ゴム(直径900mm) 30基
- ・鉛プラグ入り積層ゴム(直径1,100mm) 22基
- ・オイルダンパー(最大減衰力1,000kN) 16基

【議会棟】

議場・講堂という大空間を有するホール型建築であり、柱軸力は各所で不均一となる。このため、アイソレータおよび減衰材の配置を工夫し、ねじれない免震層の構築を目指した。オイルダンパーを建物外周部に配置することで、動的ねじれ現象の低減にも有効な計画とした。使用した免震部材は本館棟と同種としており、柱軸力と免震変形量を勘案し、アイソレータは直径700mmとした。(図1下部)。

<使用部材>

- ・天然ゴム系積層ゴム(直径700mm) 39基
- ・鉛プラグ入り積層ゴム(直径700mm) 12基

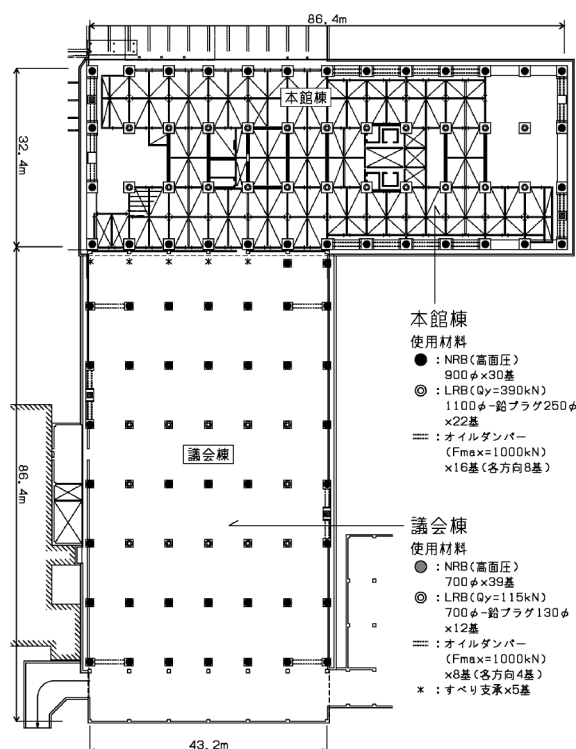


図1 免震部材概要(上: 本館棟, 下: 議会棟)

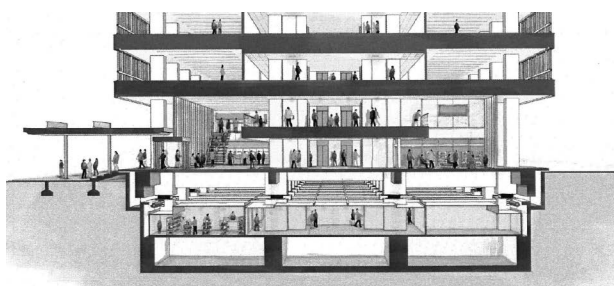


図2 免震改修後の断面パース(本館棟低層階)

表2 耐震設計クライテリア

地震動レベル	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動を超える地震動 (安全余裕度検討)
(規準化速度)	25kine	50kine	—
検討地震動	・告示波×1/5:3波 ・観測波:3波	・告示波:3波 ・観測波:3波 ・サイト波:3波 (東南海)	・最大応答を示す地震波を漸増させた波:2波 (告示波(神戸), EL-CENTRO) ・サイト波:3波 (糸川+静岡)
上部構造	短期許容応力度以内	弾性限界耐力以内	弾性限界耐力以内
下部構造	短期許容応力度以内		終局耐力以内
地盤支持力	短期支持力以内		短期支持力以内
免震層	応答変形量	200mm以下 300mm以下 (本館棟) 320mm以下 (議会棟)	450mm以下
	せん断ひずみ	$\gamma=11\%$ 以下 (本館棟) $\gamma=14\%$ 以下 (議会棟)	$\gamma=25\%$ 以下 (本館棟) $\gamma=32\%$ 以下 (議会棟)
	面歪	圧縮:短期面歪以内 引張:引張力は作用しない	圧縮:短期面歪以内 引張:引張力は作用しない

・オイルダンパー (最大減衰力1,000kN) 8基

この結果、両棟ともに地上部を完全無補強にて所要の耐震性を確保できた。また、極めて稀に発生する地震時の床応答加速度を本館棟低層階では100gal以下、その他の居室階では150gal以下とする高性能免震を実現した (図4)。

5 監理の要点

着工後の監理段階では、隣接する2棟の大規模庁舎に対し、上記のクライテリアを満たす各種改修を、“同時に”“使いながら”施工するという条件のもと、本設部材・仮設部材、盛替計画・動線計画の検討・助言・確認などを継続して実施した。

両棟は県庁機能の中核を担う重要施設であり、本館棟では常時、約2,000人の執務者や来庁者が行き来している。このため、躯体補強・ジャッキアップ (荷重受替え)・柱切断・アイソレータ設置・ジャッキダウンまでの一連の工事における安全対策を、施工者と協働して厳重に確認した (図5)。

また、議会棟では30か月の工事期間中の県議会開催が10回を数え、会期中の工事中断・縮小が必要となったが、議会スケジュールに応じた緻密な工程管理和調整により、期限までに改修工事を遂行できた。その結果、高い免震機能を有する・高品質の建築・設備からなる長野県庁本館棟・議会棟として再生できたと考える。

6 施工の要点

本工事は本館棟工区の建築工事を鹿島建設・北野建設JV、議会棟工区を清水建設・北信土建JVが担当した。使いながらの工事を実現するため、免震化の前後に各種の設備盛替え・復旧工事を行い、これに準備工事・後工事・検査が加わり、本館棟36か月、議会棟30か月の工期にて、2014年3月に両棟同時の竣工を迎えた。免震化工事での柱切断からアイソレータ設置の過程では、油圧ジャッキによる建物重量の受替えが発生する。有害な応力・変形の防止と、スムーズな荷重移行を実現するため、変位制御を24時間体制でのリアルタイムモニタリングにて実施した。計測管理は隣接する柱間の鉛直方向の相対変位を対象とし、一般部を1/4,000、連層耐震壁が集中する本館棟の中央コア部を1/8,000以下という高精度にて実現した (図3)。

7 長野県神城断層地震での免震変形

改修工事の竣工から8ヶ月後の2014年11月22日22:08に発生した長野県神城断層地震 (長野市内は震度Ⅳ～Ⅴ弱程度) における両棟の免震変形量を表3に、けがき計の記録を写真2に示す。免震層の最大変形量は本館棟で約35～39mm、議会棟で約40～44mmであり、当然ながら、建物内外ともに無被害であった。

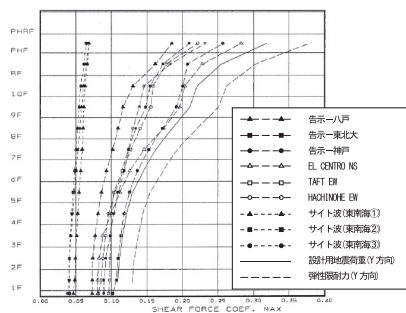
8 まとめ・謝辞

本稿では長野県庁本館棟・議会棟の免震化改修計画の概要および設計・施工上の要点、そして構造設計者が果たした役割について紹介しました。

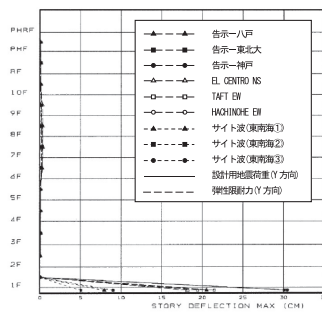
長野県庁の重要施設である、大規模2棟同時の免震化改修という貴重な事例に主体的に取り組みができたことを、大変光栄に感ずる次第です。このような機会を頂戴し、長期にわたりご指導・ご助言を賜りました長野県建設部施設課・同総務部財産活用課の皆様ならびに協働させていただきました施工各社殿・社内関係者に感謝の意を申し上げます。



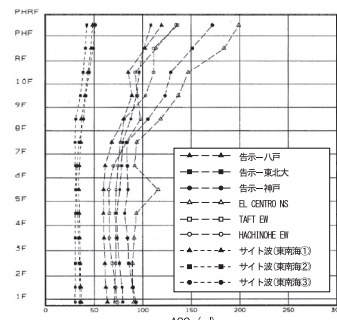
図3 鉛直方向の精度管理 (本館棟)



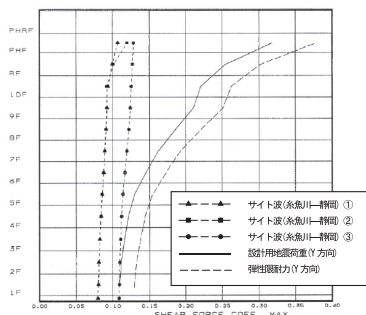
最大応答せん断力係数
〔極稀地震時〕



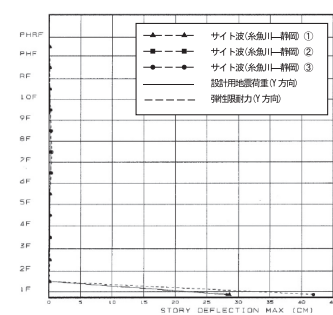
最大応答変位
〔極稀地震時〕



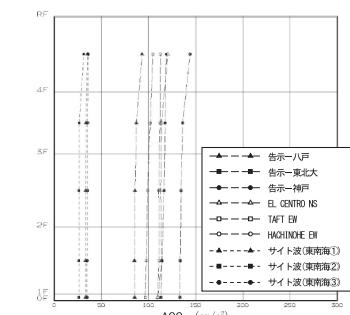
最大応答加速度
〔本館棟：極稀地震時〕



最大応答せん断力係数
〔極稀超地震時:サイト波(糸・静)〕



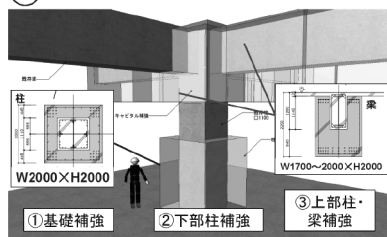
最大応答変位
〔極稀超地震時:サイト波(糸・静)〕



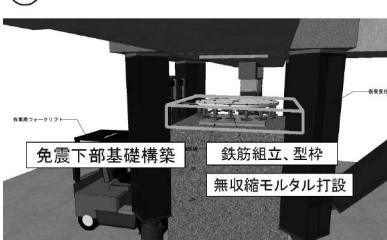
最大応答加速度
〔議会棟：極稀地震時〕

図4 振動応答解析結果 (本館棟)

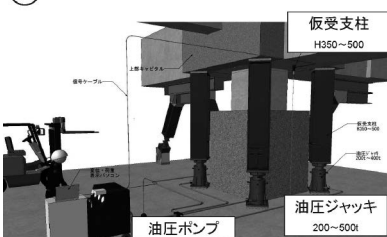
① 地下1階柱・梁・基礎の補強



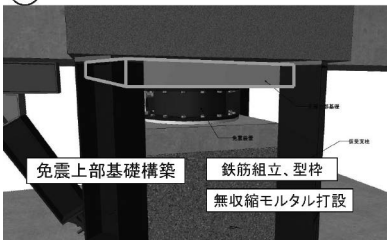
④ 免震装置取付



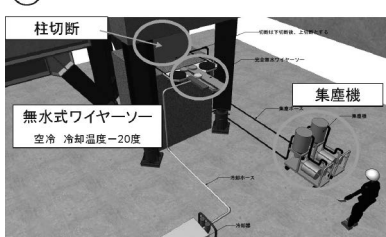
② ジャッキアップ(プレロード)



⑤ 免震装置取付



③ 既存柱切断



⑥ ジャッキダウン

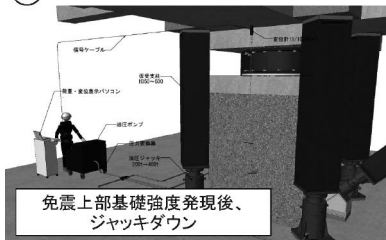


図5 免震化改修工事の手順 (本館棟)

<本館棟>

設置位置	南北方向		東西方向		指定最大変形 (観測前)
	北	南	東	西	
本館棟① (西側)	18mm	31mm	23mm	18mm	主方向・数値
本館棟② (東側)	20mm	30mm	18mm	19mm	南東: 約39mm

<議会棟>

設置位置	南北方向		東西方向		指定最大変形 (観測前)
	北	南	東	西	
議会棟① (東側)	24mm	34mm	26mm	22mm	主方向・数値
議会棟② (西側)	23mm	38mm	25mm	22mm	南東: 約40mm

表3 免震変形量 (2014.11.22)

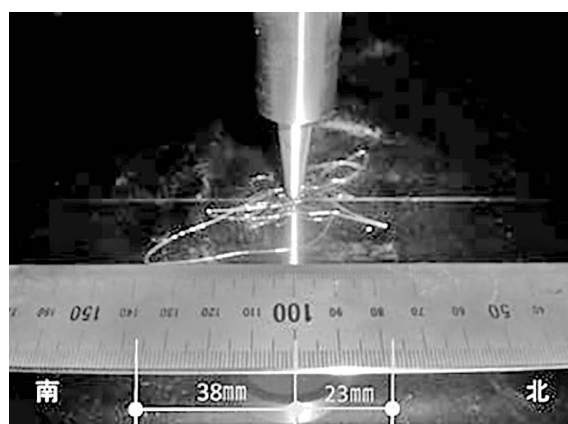


写真2 けがき計の記録 (議会棟②)