

新発田市新庁舎



ヨコミゾ マコト
aat+ヨコミゾマコト建築設計



竹内 篤史
Arup



河田 善裕
大成建設

1 はじめに

新発田市は、新潟市から東に30kmほどの水田に囲まれたまちである。先の東日本大震災以前にも、新潟県中越地震（2004年）や新潟県中越沖地震（2007年）を経験し、老朽化した庁舎の早期建替えが求められていた。新庁舎には従前の機能強化に加え、中心市街地活性化とまちづくりの新たな拠点となることが期待され、まちの中心部であるアーケード商店街の一角が計画地として選定された。

2 計画上の目標

本建物の設計を進めるにあたって、主な計画上の目標は下記5点を実現することであった。（図1参照）

- ① 時に祭りやイベントの会場となり、普段は子供たちの遊び場となる、まるで神社の境内のような場所をつくること
- ② 市役所に目的を持たない人も、ひとりあるいは仲間と一緒に気軽に過ごせる場所をつくること
- ③ 城下町固有のスケール感を継承し、約14,000m²・7階建てのボリュームをまち並みになじませること
- ④ 市民の創造的活動を受け止める展示・集会機能を庁舎機能に重ね合わせること
- ⑤ 執務空間の柔軟性を担保する無柱空間を実現すること

3 機能的でわかりやすい3層構成

1階東側には市民交流の場として、「札の辻ラウンジ」や3層吹き抜けの半屋外イベント広場である「札の辻広場」が配置されている。また、1階西側エリアおよび2～3階には主要な窓口機能が集約される。建物の中間層にもあたる4階は、主に屋外テラスと一体的なホールとしても市民が利用出来る議場が配

される。そして、5～7階には防災拠点を含めた執務機能や災害時の機能支援のための設備諸室と、大きく3層の構成に分けられる。（図2参照）

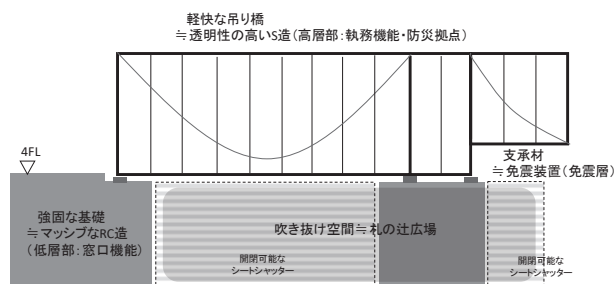
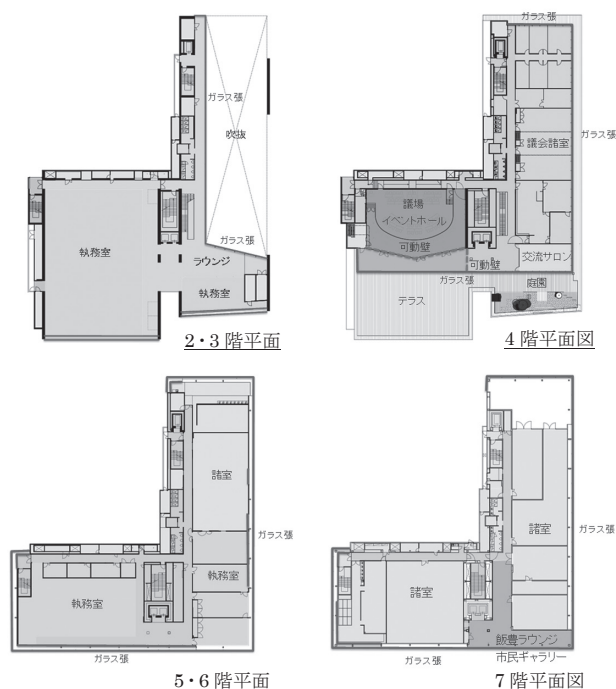
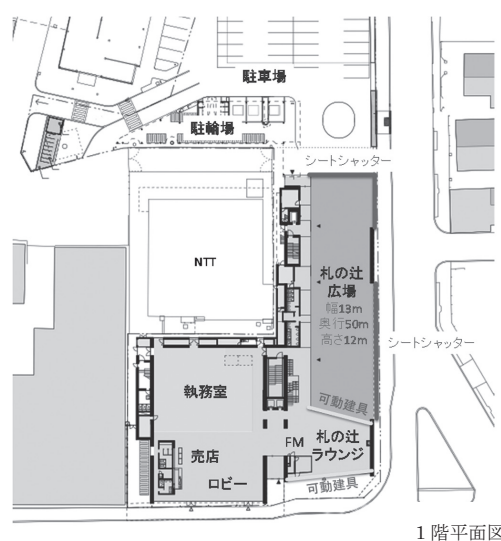
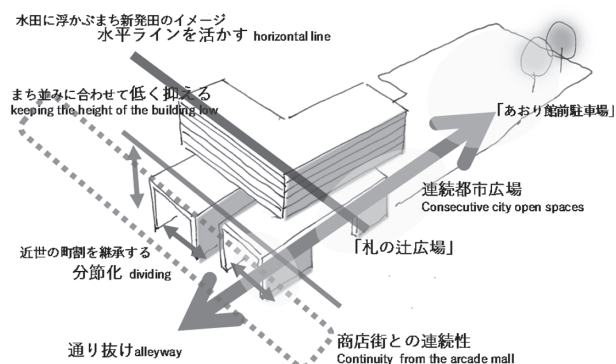
低層・高層で機能や材料を明快に分けることでボリュームが分節化（写真1）され、まち並みスケールに合わせる（写真2）とともに、高層部は日本海側の空の色を映すガラスファサードにより周囲への圧迫感を低減した。



写真1 建物外観



写真2 周囲のまち並み



4 構造上の課題解決

計画目標を実現させるため、構造設計上の大きな課題となったのは下記の3点である。

- ① 低層部は災害時の避難所、高層部は災害対策本部を含む防災拠点として機能させるため、安全・安心な建物であること（設計クライテリア：表1参照）
- ② 大きな吹き抜けを持つ「札の辻広場」の上部に4層の構造体を配置する必要があること
- ③ 原則として、主要な内部は無柱空間とすること
- 上記のうち、②の影響度は非常に高く、低層において大きな吹き抜けが東半分を占めているため、地震時には大きくねじれを生じさせる恐れがある。そのため、吹き抜けが存在する低層部は剛強な基礎のような構造とし、吹き抜け上部4階下に免震層を設置することで課題を解決させた。同時に、最重要機能である高層部の防災拠点・設備機械室の加速度を最も抑制出来る計画となった。また、建物周囲に広がる低層建物群のスケールに合わせた低層部のボリューム表現、周囲から突出する高層部を軽快に創るという面でも建築コンセプトと上手く合致した。

5 建築に合わせた分節の構造（図3・図4）

- ① 吊り橋のような高層部（免震上部）
- L型平面の2面は高層のNTT局社、残り4面は道路や低層建物に面し、上部構造が周囲から突出している。これらの敷地条件に対して、周囲から見える4面を「表」、残りの2面を「裏」として扱う計画とした。「表」は下階に札の辻広場（最大37.8mスパン）を抱えているという特徴を持つが、フラットバーのサスペンション材によって吊り橋構造を採用することで、周囲から圧迫感がなく、軽快で透明性の高い表情とすることを可能とした。また、「裏」側と中央のシャフトスペースには集中的に耐震ブレースを配置し、地震力に抵抗出来る仕組みとした。

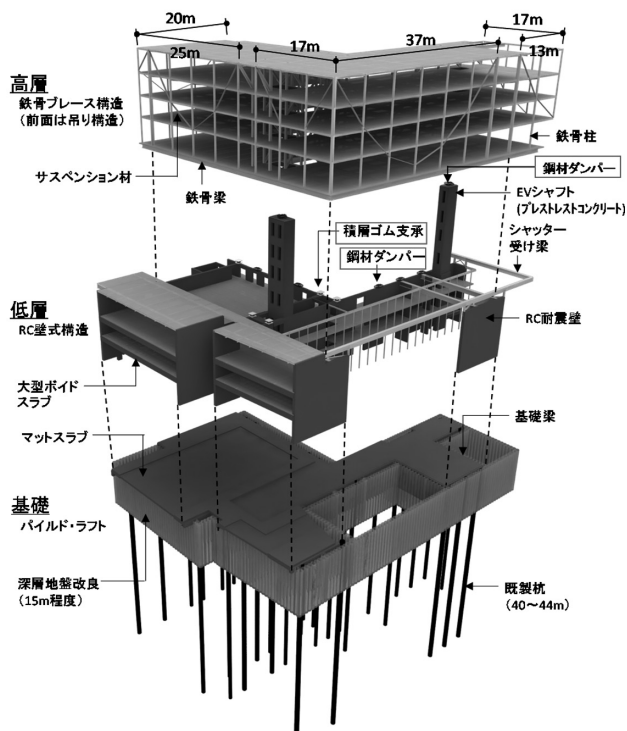


図4 架構ダイアグラム

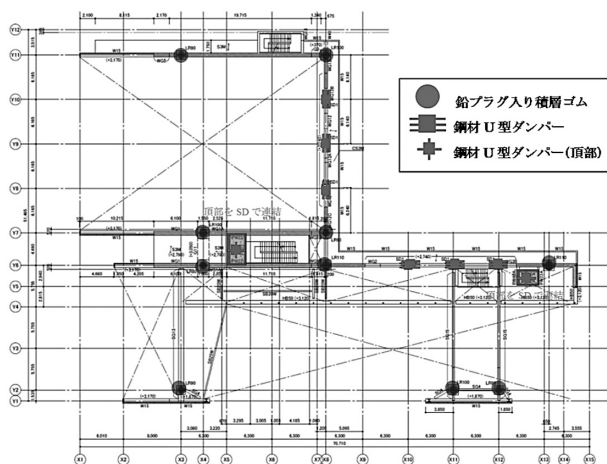


図5 免震伏図

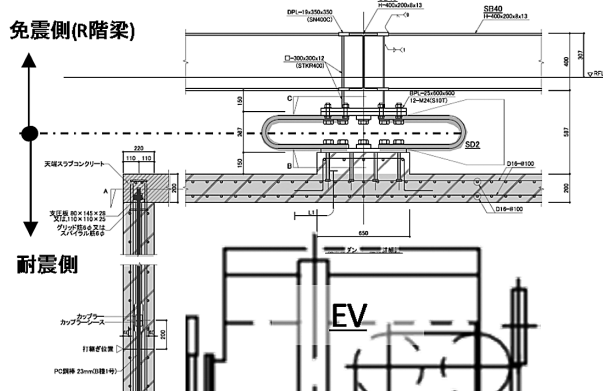


図6 EVシャフト(PCコア) 頂部のダンパー連結部

② マッシブな低層部 (免震下部)

低層部(1~3F)は柱・梁ではなく、壁柱・床版(大型ボイドスラブ・躯体ダクトとしても機能)と面材同士の構成によって、合理的に最大25mスパンのフレキシブルで見通しの良い窓口機能・ラウンジを実現した。スラブにはプレストレスを導入し、ひび割れを抑制する計画とした。また、十分な量の壁柱によるRC壁式構造とし、建物の水平剛性を高めた。

③ 液状化に配慮した基礎構造

非常に軟弱な地盤(工学的基盤GL-100m、地表面から15mまで液状化の可能性が高い)であることを考慮し、深層地盤改良を格子状に配置して液状化対策を施した。また、建物上部の重量は約40mの杭によって信頼性の高い地盤に確実に支持させる安心・安全な計画とした。

6 敷地・機能に合わせた免震・制震

① 免震計画の工夫

表層は非常に軟弱であり、地震波は1.5秒付近がピークに大きな増幅が生じる。一方で、1秒以下の短周期成分は表層地盤の長周期化に伴い、工学的基盤レベルと比べて小さくなる傾向(表2・図7)にある。

表1 設計クライテリア

		長期荷重時	暴風時・地震時	
			レベル1 ^{※1}	レベル2 ^{※2}
上部架構(4~7階)	応カクライテリア	長期許容応力度以内	短期許容応力度以内	弾性耐力以内
	変形クライテリア	梁たわみ1/300以内	層間変形角1/500以内	層間変形角1/300以内
免震層	応カクライテリア	長期基準面圧(基準荷重)以内	短期許容面圧(許容荷重)以内	床面圧以内
	変形クライテリア	-	安定変形(γ=100%~200mm)以内	性能保証変形(γ=250%~400mm)以内
下部構造(1~3階)	応カクライテリア	長期許容応力度以内	短期許容応力度以内	弾性耐力以内
	変形クライテリア	梁たわみ1/300以内	柱変形角1/1000以内	柱変形角1/500以内
基礎構造	応カクライテリア	長期許容支持力以内	短期許容支持力以内	極限支持力以内
			(杭体は短期許容応力度以内)	(杭体は曲げ破壊耐力以内)

表2 採用する表層地震波

地震波名称	最大加速度 (cm/s ²)		最大速度 (cm/s)		継続時間 (s)
	レベル1	レベル2	レベル1	レベル2	
EL CENTRO 1940 NS	254.4	509.8	25.0	50.0	53.74
TAFT 1952 EW	248.5	496.9	25.0	50.0	54.38
HACHINOHE 1968 NS	344.5	349.0	25.0	50.0	233.99
告示KOBE	77.3	206.7	16.2	60.2	163.84
告示HACHINOHE	69.3	176.1	14.9	52.5	327.68
告示RANDOM	74.7	184.7	14.8	61.7	163.84
サイト波「月岡断層体地震」	-	NS 161.2 EW 195.8	-	NS 42.9 EW 68.8	163.84
サイト波「新潟県北部沖地震」	-	NS 93.2 EW 100.0	-	NS 29.3 EW 32.8	163.84

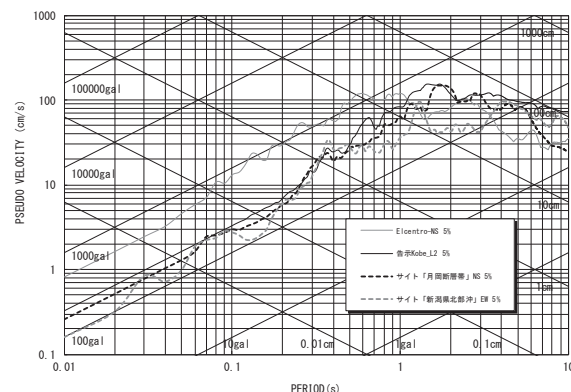


図7 地震応答スペクトル

また、深部地盤に起因する卓越周期が3.2秒程度であった。

以上の条件を考慮し、鉛プラグ入り積層ゴムと鋼材U型ダンパーを多く配置し（図5）、免震層の等価周期は2.4～3.1秒と比較的硬めの免震層（表3）を計画した。

先に述べたように本建物では4階床下の剛強なRC壁式構造（周期0.1～0.2秒）の頂部に免震装置を設置する計画であるが、壁頭免震とすることで躯体量や建物高さを抑えた。EVは高価な中間階免震対応EVの採用を避けるため、低層部から片持ち状に伸ばしたPCコア内に一般EVを配するとともに、頂部を鋼材U型ダンパーで連結（図6）することにより、PCコアと免震側とのクリアランスを最小化した。

② 免震性能

レベル2地震時に対する免震材料標準状態の応答解析結果（図8）を示す。十分な減衰材を確保したこともあり、免震変位は300mm程度である。また、最重要機能である4～7階は建物内では最も小さな加速度に抑えられ、極短周期とした免震下部1～3階では観測波を除いた実際に起こりうる地震波においては（図9）増幅を最小限に抑えられている。エネルギー

表3 建物固有周期

	上部構造	免震層 ($\gamma=100\sim250\%$)	下部構造
X方向	0.61秒	2.4～3.1秒	0.08秒
Y方向	0.77秒	2.4～3.1秒	0.20秒

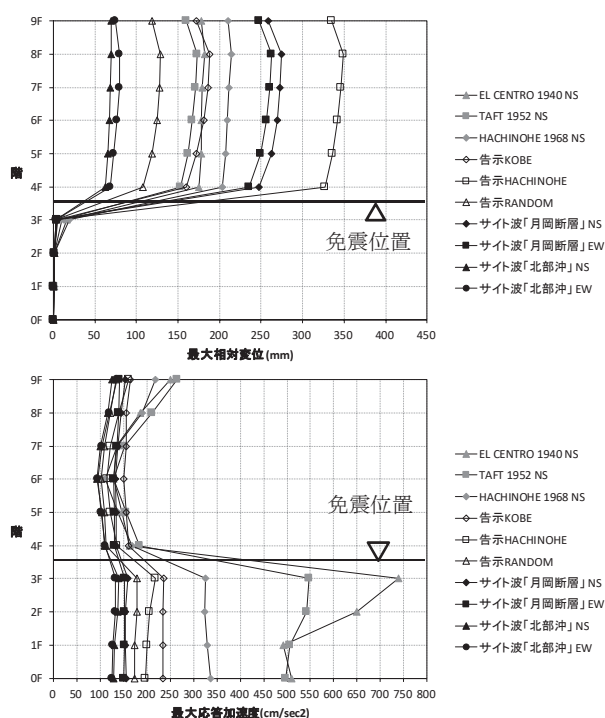


図8 X方向レベル2地震時の層応答結果

収支からも、減衰負担が2%と非常に小さいことから、効率的に免震層でエネルギー吸収できるシステムである。

③ 免震EXP.J計画

「表」に面するEXP.Jは免震側、非免震側の梁レベルを合わせて（並走させて）、平面的なクリアランスを取ることで建物高さを抑えるとともに、立面的に中間階免震特有の大きな腰壁状（免震上下の梁成+免震装置高さ）の構造体が出ることを避けた。「裏」に面するEXP.Jは鉛直スリットとした。（図10参照）

④ 上下動対策

免震上部のロングスパン部には地震時に床と逆位相に動いて減衰させるTMD（写真3）を計30台設置し、上下加速度を平均1/2程度に抑制可能な計画とした。

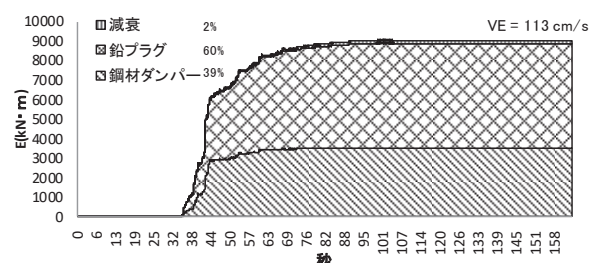


図9 X方向月岡断層NS入力時 エネルギー収支

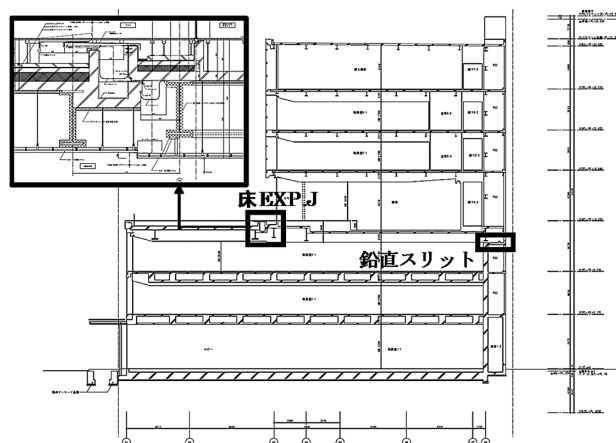


図10 免震EXP.J



写真3 上下地震用TMD

7 施工計画上の工夫

本建物は免震上部が吊り構造となっており、施工計画上、ベントによって建物全体を仮サポートした状態で鉄骨建方を行い、上棟させた後に一気にジャッキダウンさせる必要がある(図11参照)。また、免震装置は鉄骨部材とメタルタッチで接合させるディテールとなっていることから、梁が変形すると免震フランジが傾斜してしまうなど、施工的な課題が多くある建築物であった。それらの課題を克服させるため、以下のような工夫を行った。

- ① 早期に設計者・施工者のほか、工事専門業者(建方、仮設、鉄骨製作など)を交えた総合的なワーキンググループを発足し、関係者全員参加で長期間に渡って計画協議を進めた。
- ② 複雑な部分を見える化させ、最前線の作業員まで理解出来るよう、BIM(図12)を活用した。
- ③ 構造設計者の立体解析モデルを活用し、綿密なキャンパー計画、ジャッキダウン計画(荷重、手順等)を立てた。
- ④ 免震装置が陸立ちとなる部位は、施工の過程で免震フランジに傾斜が発生する可能性が高い。そのため、陸立ちとなる梁は精度調整のためにテコの原理を使って容易に上げ下げ出来る工法を考案し、免震フランジを平行に保ちながら、施工を行った。(図13参照)
- ⑤ ジャッキダウン前の建物安全性を担保するため、ベント、仮設ブレースを見込んだ。(図14参照)

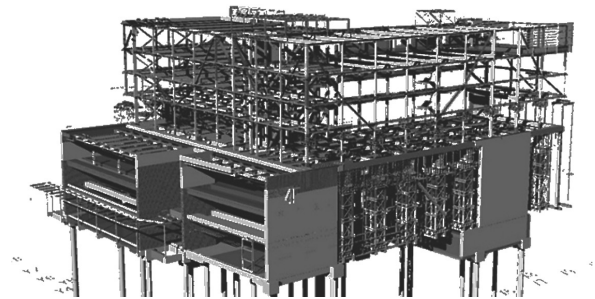


図12 BIMモデル

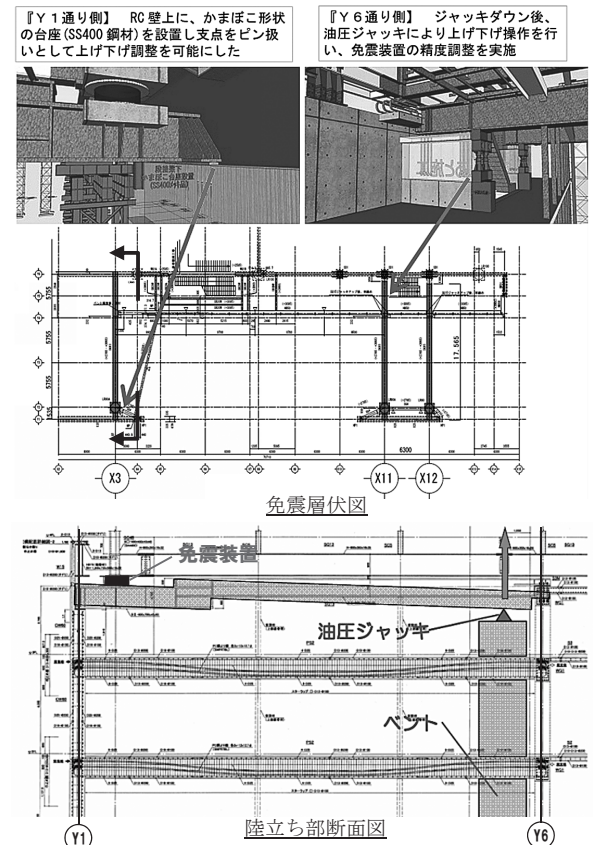


図13 陸立ち部の施工計画



図11 高層部施工フロー

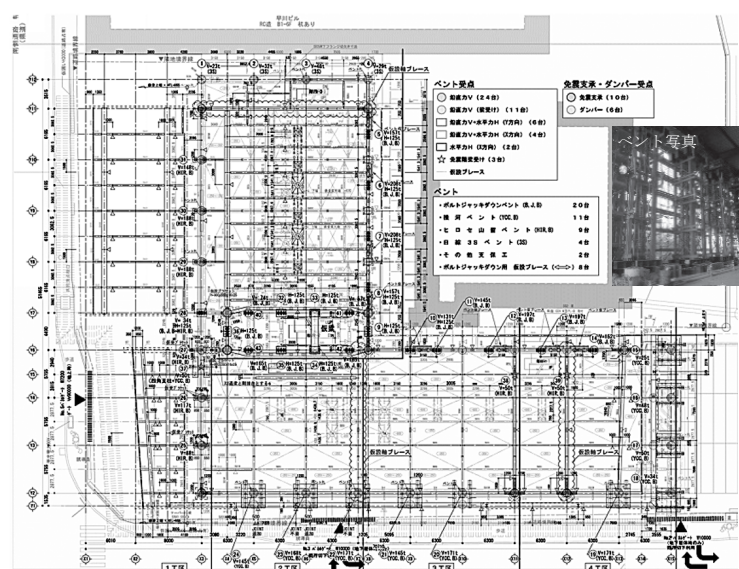


図14 仮設計画

8 施工を終えて

免震上部の施工では、東西2つのゾーンに分けて、建方およびジャッキダウンを実施した。ロングスパンしている吊り構面は、ジャッキダウン前後および外装取り付け完了後と段階ごとに計測を実施したが、ジャッキダウン前後（写真4・写真5）での下がり量は37.8mスパン部で計算値26mmに対して実測値22mm、12.8m片持ち部は計算値16mmに対して実測値13mmと非常に良い対応関係となった。（図15参照）

また、陸立ち部の梁のテコの原理によって免震装置軸力の1/10程度の小さな力で上げ下げが可能な方法を採用したが、想定以上に容易であり、免震フランチを水平保ちながら施工することが出来た。

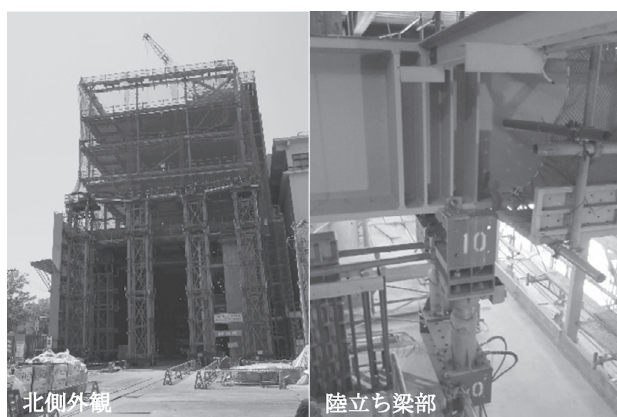


写真4 ジャッキダウン・ベント撤去前



写真5 ジャッキダウン・ベント撤去後

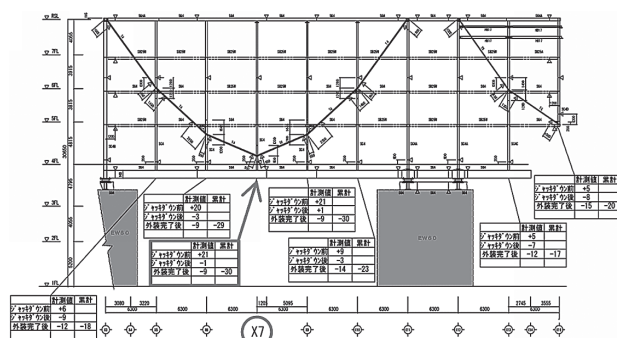


図15 吊り構面（Y1通り）の計測変位



写真6 シャッター開放時 建物外観



写真7 札の辻広場



写真8 札の辻ラウンジ

8 おわりに

2017年1月の開庁後、毎週末、多彩なイベントが実施されており、平日も子どもを遊ばせる親子連れが集まり、2月の受験シーズンには、1～7階まで、各階に点在させた市民利用スペースが自習する生徒たちで埋まったと聞く。開庁により、まちなかの人の流れが変わった、その急速な定着ぶりに市の担当者も驚いたと言う。（写真6～写真8参照）

2019年6月18日には山形県沖地震が発生し、敷地では震度4～5弱程度の大きな地震ではなかったが、免震上の階に居た職員は、ようやく気が付く程度の小さな揺れだったと言う。地震後の確認では、免震変位は5～10mm程度と小さなものであった。