

アオーレ長岡の構造システム



江尻 憲泰
江尻建築構造設計事務所

1 はじめに

アオーレ長岡（長岡市新庁舎）は2004年の中越地震の際に、耐震性能の低さから災害本部機能を果たすことができなかった旧市庁舎を、長岡市中心部の長岡駅前の旧厚生会館敷地に建替、移転し、災害時の機能強化を図ることを目的に計画された。計画ではさらに市民活動拠点を併設させることにより、典型的な地方都市である長岡市において、郊外化の流れを反転させ、職員・市民の「ついで行動」を促し、市役所機能と市民の生の生活とを一体化させた市庁舎である。

本計画はプロポーザルにより設計者及び設計案が選ばれ、プロポーザル提案から竣工まで約4年半の期間を要したが、提案段階から竣工に至るまで、構造設計者としてプロジェクトに参画している。

計画から竣工までの工程を下記に記すが、現場監理中には東北地方太平洋沖地震が起きた。

- ・コンペ 2007年9月～11月
- ・基本設計 2008年2月～12月
- ・実施設計 2009年1月～9月
- ・現場監理 2009年11月～2012年2月
- ・竣工 2012年4月

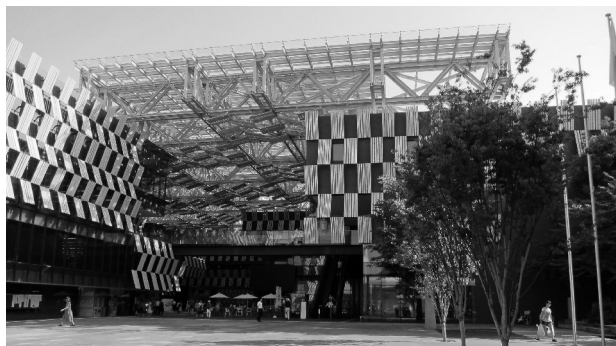


写真1 エントランス

2 建物概要

- 建 物 名 称：アオーレ長岡
- 建 築 場 所：新潟県長岡市大手通1-4-10
- 用 途：市役所本庁舎・集会所・店舗飲食店
銀行支店・自動車車庫・屋根付き広場
- 建 築 主：長岡市長 森民夫
- 意 匠 設 計：隈研吾建築都市設計事務所
- 構 造 設 計：江尻建築構造設計事務所
- 施 工 者：大成・福田・中越・池田共同企業体他
- 敷 地 面 積：14,938.81m²
- 建 築 面 積：12,073.44m²
- 延 床 面 積：35,492.44m²
- 階 数：地下1階 地上4階 塔屋1階
- 最 高 高 さ：21,400mm
- 軒 の 高 さ：20,910mm
- 構 造 種 別：鉄筋コンクリート造
+一部鉄骨造・プレストレストコンクリート造
- 基 礎 形 式：直接基礎（一部地盤改良）

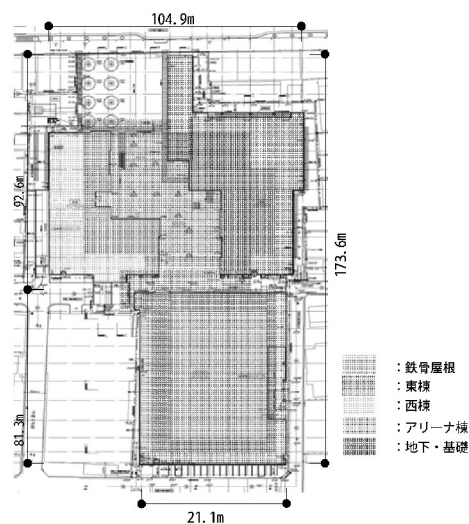


図1 建物の主要寸法

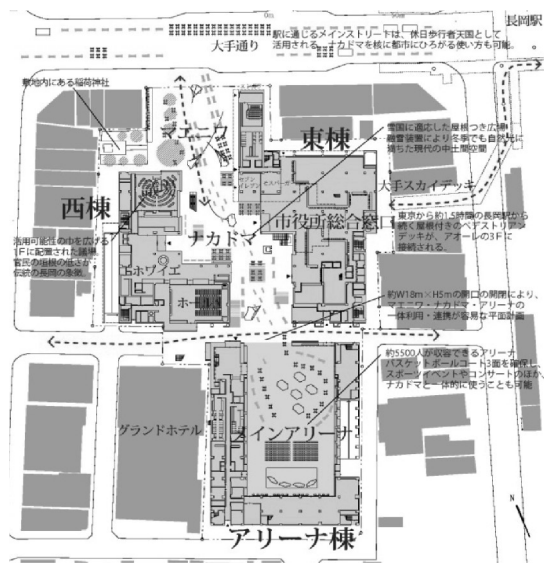


図2 配置図

3 建築計画概要

郊外にあった本庁舎および、計画敷地にあった厚生会館（体育館・ホールなどをもつコミュニティ施設）の建て替えを目的とされた、市役所本庁舎（行政・議会機能）とアリーナ・ホールなどの集会所機能を併せ持つ複合施設である（図2）。

雪国である長岡市において、屋外活動を可能とする屋根付き広場“ナカドマ”を中心に平面的に配置された3棟の鉄筋コンクリート造建物（西棟、東棟、アリーナ）と、3棟を跨ぐ形でナカドマ及びアリーナ上部に配置された鉄骨屋根により全体が構成されている。

構造、設備計画において重要な装置、機能については、“見える化”として、可能な限り市民の目に留まる様に可視化を図っている。構造部材では屋上のダンパーについては透過性の高い材料をカバーに使用している。また、新幹線の長岡駅から直接アオーレ長岡にアプローチできることも大きな特徴である。

4 構造計画概要

3棟の鉄筋コンクリート造建物（東棟、西棟、アリーナ棟）が配置されているが、それぞれの棟は地上部では構造的に独立している。

断面的には地下部は一体で、最上部は鉄骨屋根を介して3棟が接続されている。西棟、東棟、アリーナ棟に載るナカドマ鉄骨屋根の平面は、各棟の通り芯を基本にグリッド化されており、断面は市庁舎とアリーナ棟の階数の違いから、中間に段差がある構成となっている。

各棟とも耐震壁付きラーメン構造で、ルート1、2-1相当の柱、壁量の耐震要素を有する強度型の建物であるが、耐震壁の配置については、ナカドマ空間との連続性や平面計画と構造的なバランスを確保しながら調整を行っている。

基本的には鉄筋コンクリート造であるが、アリーナは、ナカドマと一体として使う計画でありスパンが大きいので、境界部の梁にはプレストレスを導入している。また、ナカドマへ跳ね出している鉄骨ボリュームやブリッジ、テラス、東棟2階執務室床、及びナカドマ上部の屋根は鉄骨造としている。

本計画では変化に富んだナカドマ空間を実現するために、透過性の高いトップライトによるトラス屋根と、跳ね出しボリュームの実現が構造に要求された。

跳ね出した空間を実現するために鉄筋コンクリート造の躯体より鉄骨造トラスを層間に設けて跳ね出している（図3）。

鉄骨屋根は、2.5mの積雪に抵抗するためにワーレントラスとフィーレンディールトラスとで構成されたダブルトラスの格子梁によりナカドマの陰影にリズムを与えている（図4）。そして、斜材のないフィーレンディール部分をメンテナンス通路や設備配管に利用し、建築、設備計画との整合を実現している。また、跳ね出しボリュームより継手が見えがかりとなるため、フランジ現場溶接部はセラミック製の裏当て金を使用し、溶接品質の確認、構造性能の確保のために、溶接技量試験を3回に渡り行っている（写真2）。



図3 跳ね出しフレーム



写真2 溶接技量試験

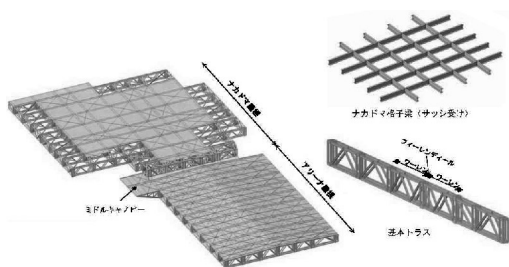


図4 鉄骨屋根システム

5 鉄骨屋根の構造システム

計画当初から鉄骨屋根と各建物との接合方法は法的、構造的に非常に大きな検討要素であり、検討案として、剛接合や独立した屋根等、様々な接続方法を検討したが、剛につなぐことにより温度応力が過大になることや、屋根と各棟とのエキスパンションジョイントの処理、ナカドマ空間への柱配置、建築基準法上の問題（支承材料の問題）等様々な要因から最終的には曲面滑り支承（写真5）とオイルダンパー（写真4）による構造方法とした（図5）。

この接合方法による各建物及び鉄骨屋根を含む振動特性から、異なる振動性状をもつ建物をつなぐことによる「連結制震効果」や鉄骨屋根（+積雪荷重）をマスとした「チューンドマスダンパー的效果」が建物全体に作用することで、全体系の地震力は下がるが建物個別に入力される地震力は大きくならない構造となっている。

この鉄骨屋根は、面積が約9,000m²、最大長さが100m以上ある。鉄骨屋根と建物の接合は、自重や大きな積雪荷重を支持するとともに、速度比例型のオイルダンパーを採用する事で、温度歪みを拘束しない機構としている。そして、支承の支点の位置を調整し、曲面滑り支承の軸力を調整すると共に端部を片持ち梁とした連続梁により中央部のたわみが過大にならないようにコントロールしている。

極希の風荷重に対しては、曲面滑り支承の摩擦により動かない事を確認している。なお、万が一動いたとしても滑り面が曲面のため屋根自体の自重で元に戻る機構となっている。

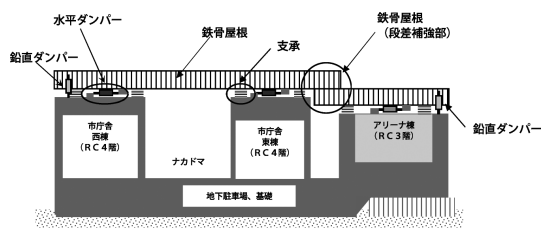


図5 構造概念図



写真3 アリーナ棟鉄骨屋根



写真4 アリーナ棟水平ダンパー



写真5 アリーナ棟屋根支承

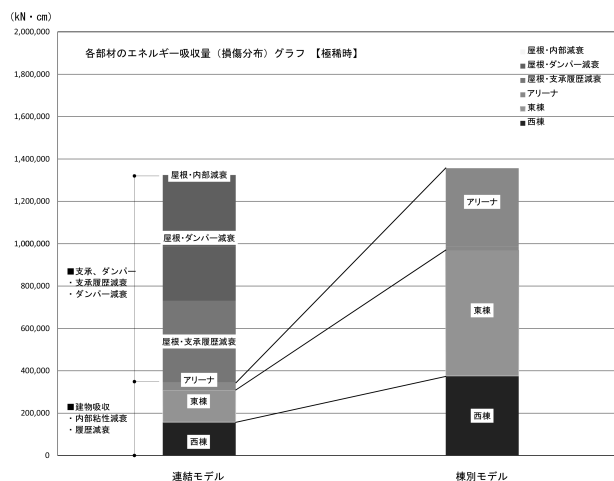


図6 エネルギー吸収量比較

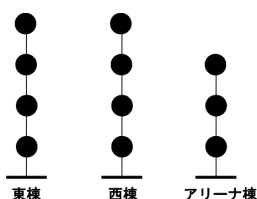


図7 別棟モデル概念図

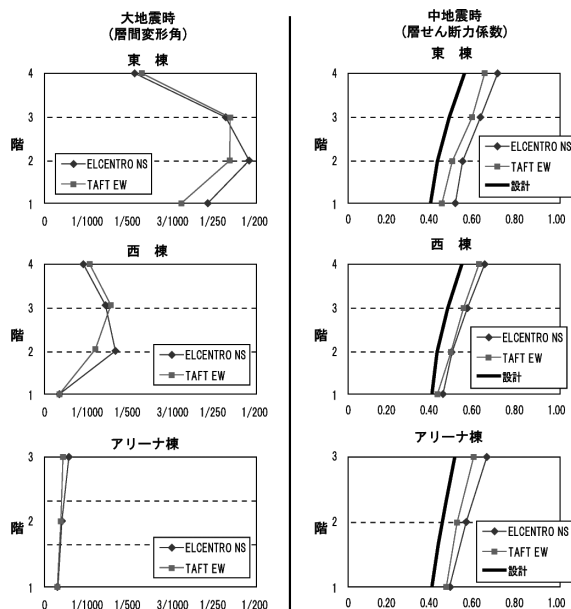


図8 別棟モデル応答値

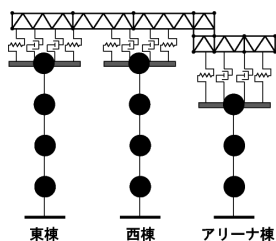


図9 3棟連結モデル概念図

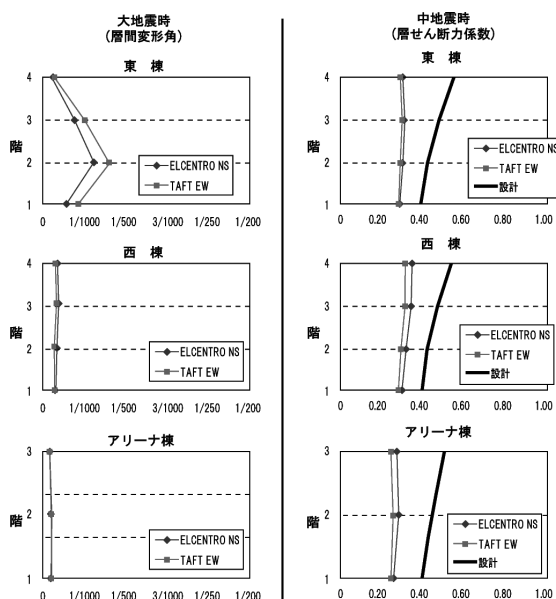


図10 3棟連結モデル応答値

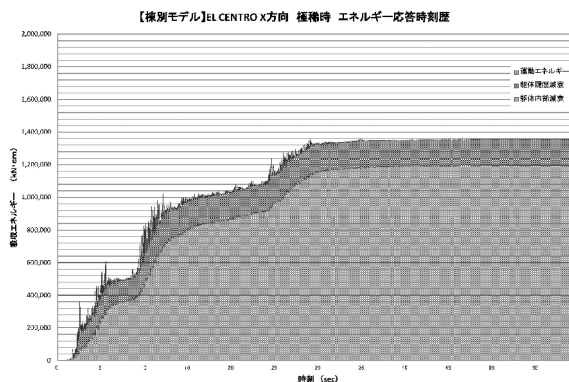


図11 別棟モデルエネルギー時刻歴グラフ

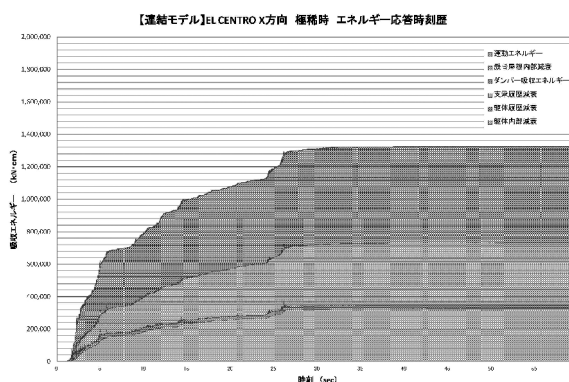


図12 連結モデルエネルギー時刻歴グラフ

6 防災拠点としての庁舎

本建物は大臣認定ルートで構造計算を行い、防災拠点となることと併せて、時刻歴応答解析ルートにより安全性の検証を行っている。計画地は2004年に中越地震を経験していることから、市庁舎としての安全性をより高めるために中越地震の基盤観測波に地盤特性を考慮した地震波や周辺の活断層を評価したサイト波に対しても解析を行っている。そして、棟別振動解析と連結した場合の振動解析を行っている(図6～図12参照)。

■解析に使用した地震波

設計用地震動6波(告示波x3波、既往波x3波)

計画地近隣活断層の想定地震波(サイト波)

計画地近隣越地震基盤観測波を基にした地震波

7 おわりに

4年半に渡る長いプロジェクトをお付き合い頂いた長岡市役所の関係者の皆様、構造の考え方を理解し、多くの難問を一緒に取り組んで下さった隈研吾建築都市設計事務所の皆様、空中に不動点が無い難しい屋根や途中で起きた東北地方太平洋沖地震の影響を乗り越え建物を完成させた工事関係者の皆様、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。