

土浦市消防本部新消防庁舎



吉成 裕
久米設計

1 はじめに

計画建物は現消防署の移転新築計画として2016年3月に竣工した施設である。

施設は消防の主な機能を有する庁舎棟と訓練棟、一般車両用車庫棟から構成され、庁舎棟は大地震後にも災害活動拠点となり得る高い耐震性を確保するために免震構造を採用している。ここでは免震の庁舎棟について紹介する。



図1 内観イメージ

2 建物概要

建 築 主：土浦市
建 設 地：茨城県土浦市
設 計 監 理：株式会社久米設計
施 工：株木・郡司特定建設工事共同企業体
階 数：地上3階
軒 高：22.79m
延 べ 面 積：3816.46m²
構 造：鉄骨造（ブレース付き架構）
基 礎：場所打ちコンクリート杭

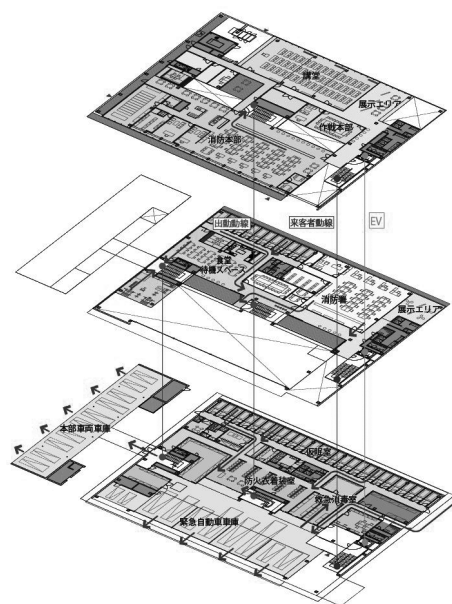


図2 平面計画



写真1 建物外観

3 建築計画の概要

建築計画は以下を基本コンセプトとしている。

- ①出動動線の単純化を優先したコンパクトな庁舎
- ②来庁者に分かりやすいゾーニングと動線の整理
- ③署員と外来者の利用空間（見学、体験）を一体的に見せることで職員の活動の見える化と防災意識の効果的な啓蒙

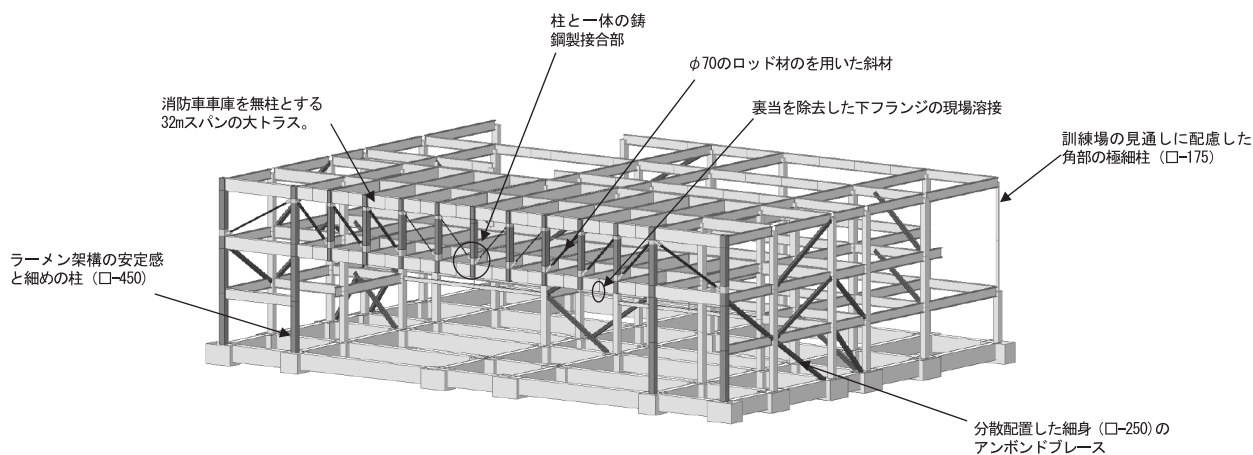


図3 上部構造のフレームイメージ図

消防、事務、体験・見学の各機能をコンパクトに重層化し、外来者動線沿いにガラスの間仕切りや吹き抜けを設けるなどゾーニングの明確化と空間の一体感・見える化の両立を計り、親しみやすい消防庁舎を目指した工夫を行なっている。消防署の平面の特徴として、1階に2層吹き抜けの消防車庫があり、広い面積を占めていることを挙げておく。

4 構造計画概要

(1) 上部構造

消防車庫は迅速な出動や自由度の高い利用を目的に32mロングスパンの無柱空間を実現することが上部構造計画の大きな特徴となっている。

また、準耐火建築物で耐火被覆が不要なため、躯体鉄骨を出来るだけ仕上げずに意匠の一部として露出させることもデザインコードの一部となっており、鉄骨の詳細設計にあたっては見えることを意識してディテールを作りこんだ。

32mのロングスパン架構は、梁で設計するとせいが大きく、建築計画上無理が生じるため、3階執務室の南側外壁面に3階とR階の梁を上下弦材とする1層（≒5m）の大トラスを設け、梁せいをH-900に抑える計画とした。トラスの斜材は壁面の開放性に配慮してφ70のタイロッドとした。

架構形式は、意匠設計者との打ち合わせで、消防隊の素朴で質実剛健なイメージの表現として、複雑な構造体とはせずに寧ろ単純なラーメン架構とした。

架構にはアンボンドブレースを組込むこととした。このブレースも多くを内・外観に露出させることから、配置にあたっては、意匠設計者との協議を重ね単調になりがちなラーメン架構にリズムを持たせることを意図して、分散配置することとした。

このブレースは耐震ブレースとして設計してお

り、分散配置することは、ブレースの地震時負担せん断力を分散させ、支承材への過度な引張力の抑制と上部構造の剛性増大を両立し免震効果を高めることに寄与している。また、座屈拘束ブレースは引張と圧縮の耐力が同等なので、軸断面積の調整による支承への引張力の制御が行いやすく、S造免震建物との相性が良い。

図3は構造計画上の特徴を示す上部構造のフレームイメージ図である。

(2) 免震層

1階床下を免震層とする基礎免震構造であり、36台の支承と8台の減衰装置で構成している。免震層の設計クリアランスは61cmとしている。

採用した免震部材を表1に示す。

表1 免震部材一覧

免震部材	径	台数	合計
天然積層ゴム支承	700	10	36
鉛プラグ入り積層ゴム支承	700	8	
十字型直動転がり支承	—	18	
オイルダンパー	—	8	-

(3) 基礎構造

基礎は杭基礎でありGL-25mの細砂層を支持層とする場所打ちコンクリート杭（アースドリル拡底、杭頭鋼管巻）である。

5 免震層の設計と施工

(1) 免震層の設計

図5に設計に採用した地震波のスペクトルを示す。地震波は既往波、告示波の他、茨城県南部地震（中央防災会議H17）、東日本大震災（K-Net土浦）とした。図5によると茨城県南部地震はT=2.5（s）付近にピー

クを有している。また敷地の地盤調査によると $T=2.8$ (s) 付近に若干のピークが認められ、敷地地盤はこの周期帯に固有周期を有することが想定された。免震層の設計に際してはこの周期帯を超える $T_1=4.0$ (s) 前後を免震周期の目標とした。

大トラスを受ける柱はテコ反力的な引張力が生じるため、図4に○印で示す位置には引張りに抵抗するCLBが必要となっていた。免震部材の選択に際しては、長周期化のためにCLBを配置することとし $T_1=3.79$ (s) の免震周期とした。減衰は地震用にはオイルダンパーを、風荷重の抵抗用にLRBの鉛プラグを用いることとした。なお、長期荷重では大トラス下部のCLBに引張は生じていない。

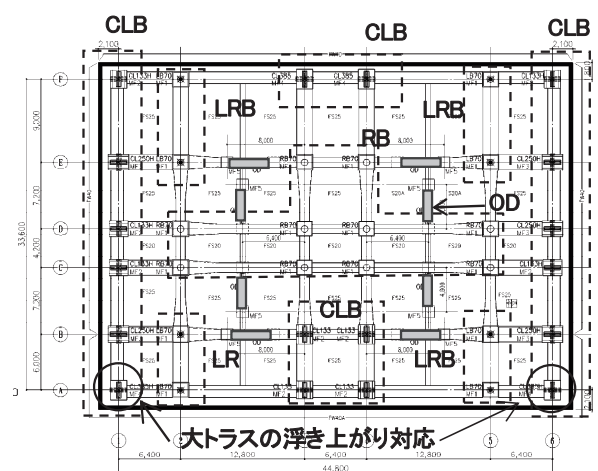


図4 免震部材の配置

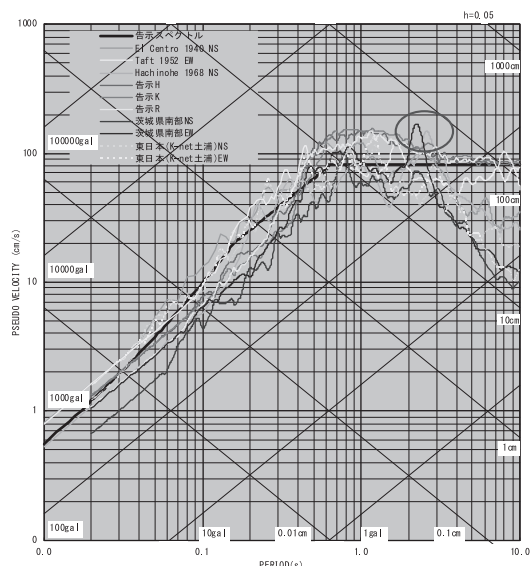


図5 地震波の3軸スペクトル

(2) 免震部材の設置

免震部材の下側プレート下部のコンクリートは圧入施工とし、試験打設により充填性の確認をした。



写真2 免震層全景

6 上部構造の設計と施工

(1) 大トラスについて

1) 大トラスの設計

大トラスは上下弦材の梁、束柱 (@3.2m)、斜材で構成されている。ガラスの外壁に面しており、特に斜材は意匠性と開放性を損なわないことが求められた。そこで、できるだけ細い部材とするために高強度のタイロッド ($\phi 70$) として、長期荷重を負担する向きに配置した。端部はフォークエンドとした。

斜材は地震により、長期軸力を喪失すると圧縮力により座屈してしまうことから、レベル2地震時に負担する軸力を初期張力として与え、地震時にも圧縮力が生じないように配慮した。また、斜材の応力は中央から外側ほど大きくなり、だんだん大きな径が必要となるが、応力が大きくなる端部では2- $\phi 70$ とツインの部材として同一サイズの部材で全体が統一感のあるディテールとなるよう配慮した。



写真3 大トラス内観 (左：全景、右：ツインタイロッド)

斜材の接合部のGPLは板組にすると (特にツインとした端部で) かなり複雑なディテールとなり、難しい溶接を必要とするため、鋳鋼により束柱脚部 (上は頭部) と一体の仕口とした。束柱は4面板BOX断面としてこの仕口部と溶接接合し、接合部を一体的に見せるため溶接ビードをG仕上げとした。

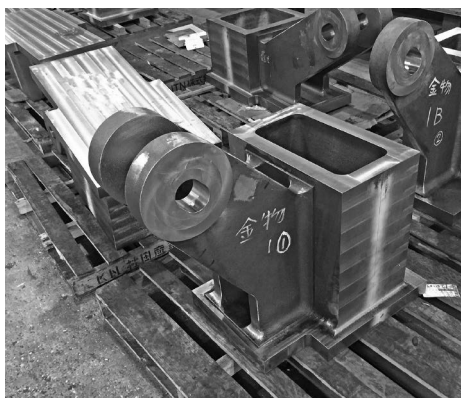


写真4 鋳鋼仕口



写真5 束柱と仕口の溶接部

2) 大トラスの建方

大トラスの建方は以下の手順で行った。

- ①スパンの1/3毎を地組みし、架台へ建方する。
- ②床スラブを打設し強度発現後、斜材ロッドに初期張力を導入する。
- ③大トラスをジャッキダウンする。

ロッド材への初期張力の導入は下側フォークエンドGPLのピン孔をルーズホールにしておき、センターホールジャッキでピン位置をずらしてからターンバックルで位置を元に戻すことで導入した。このルーズホールは地震時に想定外の軸力が生じてもロッド材には圧縮力が生じない役割も担っている。

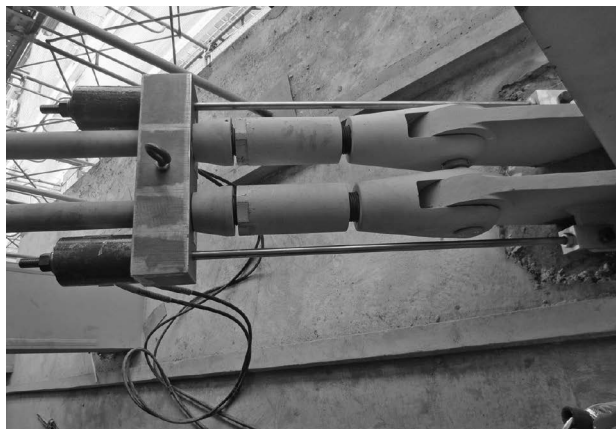


写真6 張力導入状況

張力導入から、ジャッキダウン完了まですべてのロッド材にはひずみゲージを取付け張力の計測を行い、過剰な軸力やツインロッドに均等な張力が入ることを確認しながら施工を行った。

ジャッキダウン後のロッド張力は解析で予測した張力と良い対応を示した。また大トラスのたわみは概ね7mmであった。



写真7 地組状況

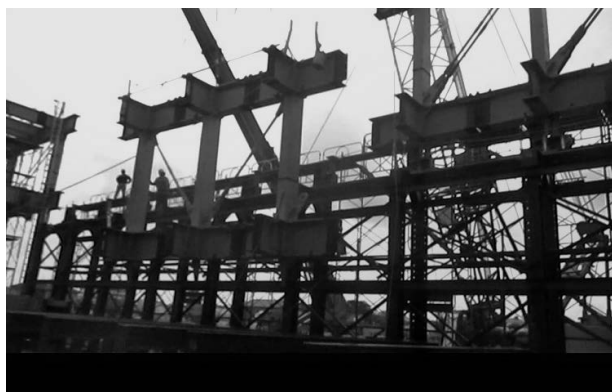


写真8 大トラス架設状況

(2) 梁下フランジの溶接施工について

大梁の現場接合はフランジ現場溶接、ウェブボルト接合としている。フランジの現場溶接部は通常、鋼製裏当て金を用い、施工後も残置されるものだが、トラスの上下弦材や車庫など天井が無く梁が露出する部分についてはセラミックス系の裏当て材を用いて溶接後にはこれを除去し、溶接線のみが残るよう意匠性に配慮した。

この工法は新しい工法と言うわけではないが、必ずしも溶接技能者にとって一般化されたものとはいえない。そこで、現場施工に先立ち溶接施工試験を行った。施工試験は下フランジとウェブのみの部分モデルとし、現場溶接担当の溶接技能者が施工した

のち、外観検査、超音波探傷試験および裏当て材を除去した底面の磁粉探傷試験による割れの有無を確認した。

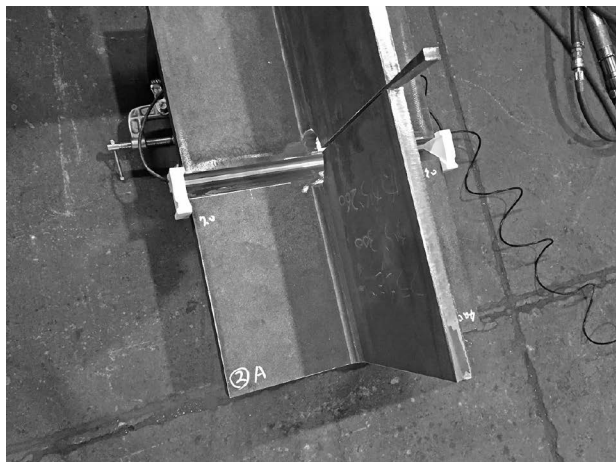


写真9 試験体

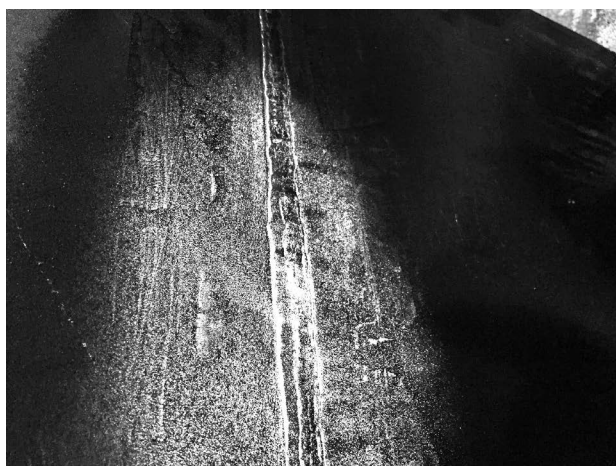


写真10 裏当て材除去部の磁粉探傷試験状況



写真11 消防車車庫内観



写真12 下フランジ溶接状況

(3) アンボンドブレースについて

ブレースは細身の部材とすることとディテールの統一を心がけ□-250とした。接合部の幅は拘束鋼管と同じとして意匠性に配慮した。ブレース心材は鋼管境界部での座屈に配慮しブレースの容量があまり大きくならないようSS400で設計した。

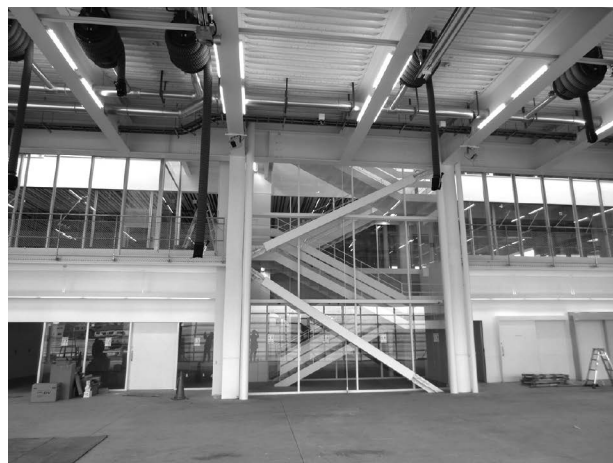


写真13 ブレース設置状況

7 おわりに

この建物の設計や施工にあたっては本当に多くの方の御指導・御協力をいただいた。特に、鉄骨製作サイドとして根気よくディテールの検討に付き合ってくれた、旭イノベックス株式会社の設計担当N氏・建方担当K氏、ロッド材の接合部ディテールや張力導入計画など御指導いただいた、株式会社ダイロックのY氏にはこの場を借りて謝意を表する。