

屋根改修工事における自社機材を利用した素屋根鉄骨の設計・施工 「天理教愛町分教会神殿改修工事」

Design and Construction of Temporary Roof Steel Utilizing the Company's Equipment in the Roof Replacement Work



森田 良次^{*1}
Ryoji MORITA



福田 豊^{*2}
Yutaka FUKUDA

要 旨

本工事は、天理教愛町分教会神殿改修工事であり、その内、素屋根鉄骨工事について報告する。宗教施設の耐震性向上のため、チタン製瓦屋根に取替工事を行う際に、建物外周に雨養生用の素屋根を当社で設計・施工した。

キーワード：素屋根，屋根スライド

1. はじめに

当社において天理教愛町分教会神殿改修工事の内、素屋根鉄骨工事の設計・施工を行った。その素屋根鉄骨工事について報告する。

2. 工事概要

工 事 名：天理教愛町分教会神殿改修工事
 発 注 者：天理教愛町分教会
 設計監理：鹿島建設(株) 中部支店 建築設計部・建築品質管理部
 元 請：鹿島建設(株) 中部支店
 用 途：宗教施設
 構 造：建物→RC造、素屋根→鉄骨造
 工事場所：愛知県名古屋千種区春岡通6丁目50番地
 工事期間：全体工期 2016年7月13日～2018年11月30日
 素屋根組立 2016年9月14日～2017年1月末
 素屋根解体 2017年12月01日～2018年2月末

存の経年劣化した屋根瓦をチタン製の瓦に取り替えて、屋根瓦重量を約1/6に軽量化し、耐震性の向上を図ることを目的とする。神殿の構造はRC造であるが、屋根が土瓦となっており、瓦撤去時の風雨による土の流出防止や雨水の屋内進入を防ぐため、折板屋根を有する素屋根鉄骨を建物の外周に構築する工法が採用された。また、チタン製瓦に傷を付けないために仮設構造である素屋根鉄骨に吊り足場を組立できることも採用の一因となった。(図-1、図-2)



図-1 神殿 建物全景図

3. 本設建物改修と素屋根工法の採用

素屋根鉄骨で覆う既存建物は、天理教愛町分教会の神殿であり、昭和30年に竣工した。改修工事としては、既

*1 工事本部鉄構・保全工事部鉄構・保全工事グループ現場所長

*2 計画本部計画部建設計画第2グループ担当リーダー

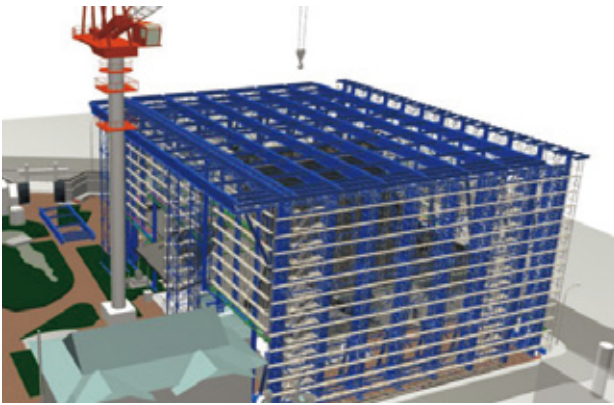


図-2 素屋根計画図（全景）

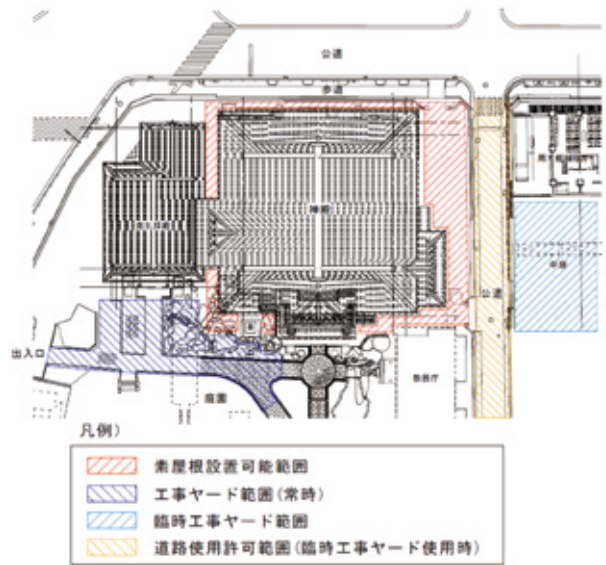


図-3 敷地条件図

4. 素屋根鉄骨の概要

設計・施工	宮地エンジニアリング株式会社（1次）
鳶工	株式会社 伊藤組（2次）
ジャッキ工	オックスジャッキ株式会社（2次）
鉄骨製作	ヨシテク工業株式会社（2次）
鉄骨重量	合計 563t
	内訳 自社機材 264t
	製作材 250t
	山留材 49t
スライド用バント	28t（2基）

構造断面：

A通り柱	□製作トラス柱 2H-300×300×10×15
B通り柱	□500バント 4L-90×90×10
	ユニットブレース L-90×90×7

大梁 MTB-II型

(工事桁) BH-1244×420×10×22

組立工法：

使用クレーン：タワークレーン OTA-600N×1台
 ：ラフタークレーン65t×1台

スライド工法：センターホールジャッキ50t×2台

そこで、南礼拝殿側のA通りは、当工事向けに設計・製作したトラス柱を採用し施工した。屋根大梁は、スパン41.8mを有し、当初はトラス桁の新規製作を検討していたが、自社機材である工事桁（BH-1244×420×10×22）を採用し、方杖を取付けることで、大梁の応力やたわみを低減した。トータルでは、製作材を70t程度抑えることができた。（図-4、図-5）

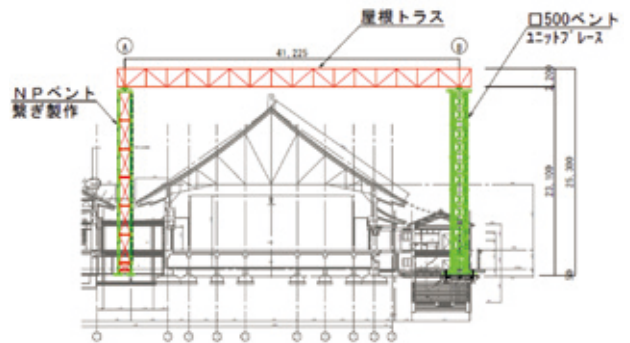


図-4 当初の断面図

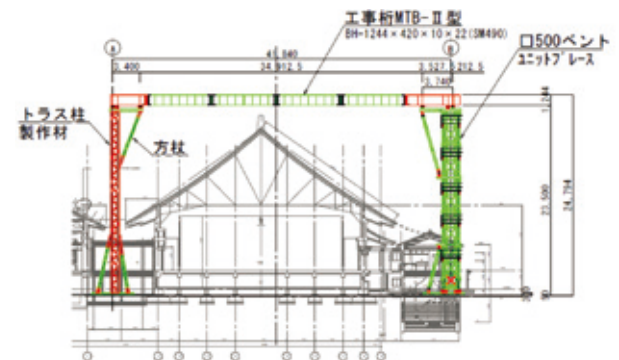


図-5 最終の断面図

5. 素屋根鉄骨の設計

素屋根鉄骨の設計を行うに際し、自社機材を有効利用することで、新規製作する部材を最小限に抑えるべく、検討を行った。南礼拝殿と接する部分の柱は設置スペースが非常に狭く、自社規格のバントを使用した壁体を構築することが難しかった。（図-3）

設計時に採用した外力は、風荷重、地震荷重および雪荷重を考慮し設計した。風荷重は、仮設工業会が発行する設計指針に準拠し、全面ともメッシュシート張りとした。地震荷重は、仮設構造物では、通常、自重の0.2Gを採用することが多いが、熊本地震の直後ということもあり、元請けと協議した結果0.3Gを採用した。また、雪荷重は、 $20\text{N}/\text{cm}/\text{m}^2$ で深さ30cmとし $600\text{N}/\text{m}^2$ を見込んだ。

施工時には、屋根スライド工法を採用したこともあり、各施工段階の形状から完成形までの構造解析を行い、安定した状態で施工できることの確認も行った。(図-6)

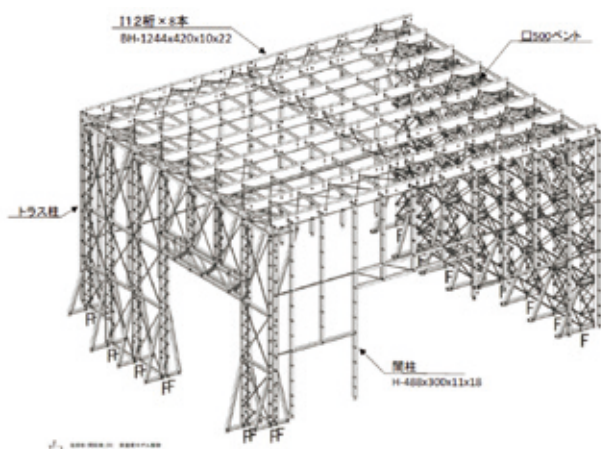
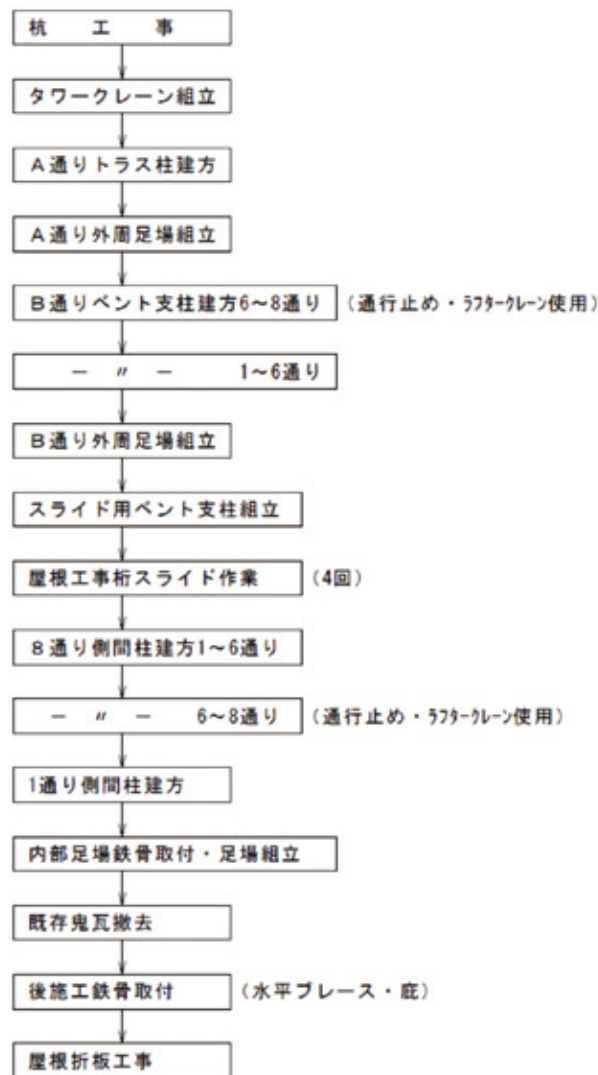


図-6 解析モデル (完成形)

6. 計画と施工

(1) 施工順序

施工順序は、A・B通りで列を成すトラス柱とペント支柱を先行して組立てた。その後、各柱の外周部足場、スライド用ペント2基を組立て、屋根大梁のスライド工事に備えた。大梁の部材長が43.2mあり、地組ヤードの大きさやタワークレーンの能力を考慮し、工事桁の長さを28.5mと14.7mに分割し、2通り分を箱組し、地上でブロック化した。ブロック間の連結は、スライド用ペントに上架してから、本締を行った。なお、工事桁のブロック重量は、最大で20.5tであった。施工フローチャートを以下に表す。



(2) トラス柱及びペント支柱の建方

トラス柱は、南礼拝殿と接近し、狭いスペースでの建方となった。

また、中央付近で神殿と南礼拝殿を結ぶように屋根が張り出しているため、3・4通りの柱が建てられず、箱組トラスで柱のスパンを飛ばし、建物を避けるようにした。柱脚は、アンカー金物を基礎コンクリートに埋め込み杭と固定した。アンカー金物は、誤差吸収がしやすい現場溶接を行い固定した。(写真-1、写真-2)

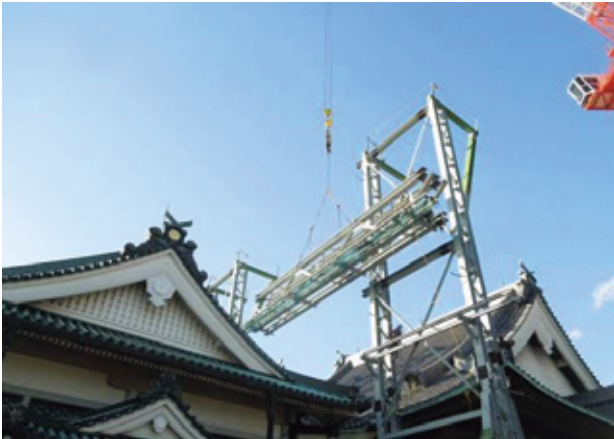


写真-1 箱組トラス建方



写真-4 アンカー金物



写真-2 狭いスペースに建つトラス柱

ベント支柱は、□500ベントをユニット化したブレース材にて面形状で地組し、各通りに配置し建方した。各通りの支柱は、チャンネル横繋ぎ材とネジボンによるブレースで連結し組立てた。柱脚は、トラス柱と同様にアンカー金物で杭と連結した。(写真-4、写真-5)



写真-5 □500ベント (B5ベント)



写真-3 トラス柱脚部

(3) 工事桁のスライド作業

屋根大梁は、工事桁MTB-II型を採用した。スパンが大きいため、長さを2分割して箱組形状で地組し、スライド用ベント上に上架してから連結・本締を行った。スライド作業は、油圧ジャッキで牽引したが、1回で2スパン分の10.2mスライドした。屋根全体を4回に分けてスライドし、回数が増すごとに2スパン分増えるようにして組立てた。牽引設備は、センターホールジャッキ50t×ストローク200mm、電動油圧ポンプおよびPC鋼より線φ17.8mm×35mを2セット使用した。スライド終了時

には、PC鋼より線の引込みによる余剰部を高速カッターで切断した。また、ブロックとブロックの間のスパンは、水平ネットを上フランジに張ってから上空で繋ぎ材と水平ブレースを取付けた。最終スライドは、屋根全体を組立てた状態で、重量で約140t分をスライドすることになった。(図-7) (写真-6~11)

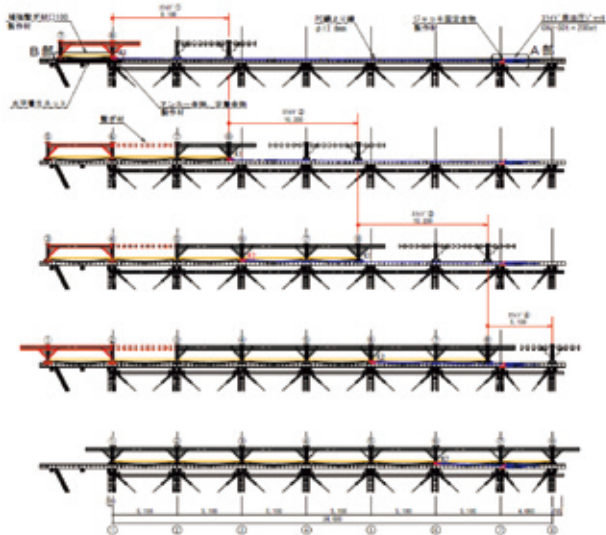


図-7 スライドステップ図(断面)



写真-9 工事桁上架完了



写真-10 ジョイント部



写真-11 本締状況

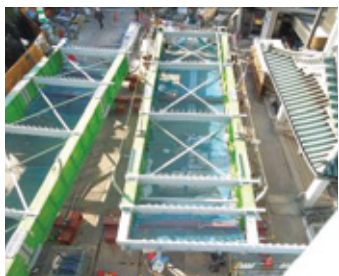


写真-6 工事桁地組



写真-7 工事桁玉掛



写真-8 工事桁上架

スライド軌条は、各通りの柱に対し内外2条とし、A通りとB通りを合わせて4条を配置した。軌条には、H300サイズのH形鋼を使用した。継ぎ目の段差が無いように、梁端部が直角加工となっているGC梁を採用した。

軌条面には、摩擦抵抗を抑えるために潤滑剤として乾式タイプのモリブデンコート剤をスプレー塗布した。工事桁側のスライド支承部は、MCナイロン製(MC901)を使用し、摩擦抵抗を減らしたため、解体時に再使用することもあり、スライド完了時に撤去せずに柱と固定できる取合いにした。これにより静止摩擦係数を概ね10%以下に低減し、最終スライド時においてジャッキ1台あたり約6.5tで牽引することができた。3回目のスライドでは、作業中に雨が降り、重量約105tに対し、ジャッキ1台あたり約8.5tの牽引力が必要となった。これはモリブデンコート剤が雨に弱く、摩擦低減効果が無くなったことで、静止摩擦係数が16%程度にまで上がったことが原因であった。(写真-12~15)

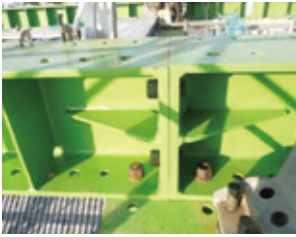


写真-12 軌条継ぎ目



写真-13 滑り支承



写真-14 センターホールジャッキ

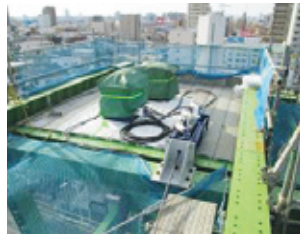


写真-15 設備ステージ

(4) 間柱の取付

1通りと8通りの妻面は、間柱を取付ける構造である。8通り側の素屋根の角部では、ヤード内に納まる杭・基礎からタワークレーンを選定したため、最大作業半径に対し、1m程届かない配置であった。そこで、素屋根角部をかわすため、バランスーを使用し、長さ22.5mの間柱を一括で建方した。間柱は、輸送上2分割した部材を地上で地組し、1本ものにした。(写真-16)



写真-16 8通り妻面の間柱取付

(5) 工事桁の施工キャンバー

施工時ステップ解析結果によると工事桁のたわみは、完成時に最大値で45mmとなっていた。屋根勾配を水上と水下で200mm付けていたが、中央部がたわみで下がらないようにボルト接合部の孔のガタを利用し、組立キャンバーを設定した。解析最大値45mmに若干余裕を加え、スパン中央部で50mmを目標値とした。実施工では、地組時にレベル実測を行いながら調整と本締を行い、目標となる組立キャンバーを設けた。

スライド時には、外側の軌条のみに滑り支承を入れ、完了後、内側軌条部には、滑り支承の代わりに同厚のプレートを挿入し固定した。スライド時のたわみは、内側

軌条が浮いているため、計算上の最大で97mmと大きな値となっていた。スライド完了後に内側軌条部をジャッキアップしてプレートを挿入し固定することで、完成時のたわみが、45mm程度に抑えることができた。(表-1)(写真-17)(図-8、9)

表-1 各ケースでの最大たわみ (mm)

施工ケース	鉛直荷重条件	固定条件	最大たわみ	場所
1.スライド時	鉄骨自重	外側軌条横引き	97	2通り中央
2.プレート挿入時	鉄骨自重	内外側軌条固定	35	2通り中央
3.完成時	鉄骨+屋根+足場	内外側軌条固定	45	2通り中央



写真-17 組立キャンバー調整作業

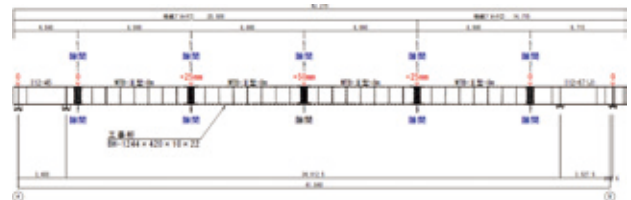


図-8 組立キャンバー図 (目標値)

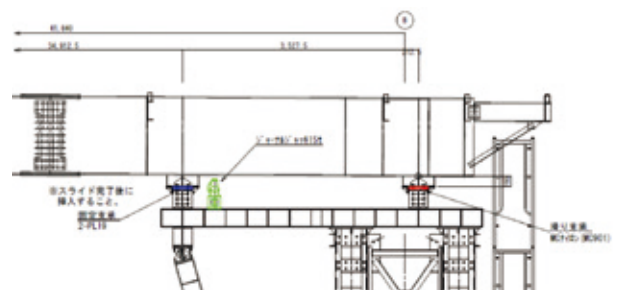


図-9 支承配置断面図

(6) 高所作業低減の工夫

本工事は、狭いスペースで素屋根を構築するため、高所作業が多くなるような施工が予想された。また、工事中に落下物で神殿の屋根瓦を破損させる可能性も想定された。このようなことが無いように、以下のような工夫を行い、高所作業の低減を図った。

1. トラス柱を地上で面組し、ブロック化
2. ベント支柱を地上で面組し、ブロック化
3. 屋根スライド工事を採用
4. 屋根工事桁を箱組し、大ブロック化
5. タイトフレームを小梁に工場取付し、ユニット化
1~4までは、前項までに述べているので記述を省略する。
5に関しては、屋根折板受けのタイトフレームを小梁となる工事桁の繫材に工場で先行取付した。これにより現場上部でのタイトフレーム取付を最小限に留め、高所作業の低減を図った。添接部の後付け部材に関しても、現場溶接を省きボルト固定とした。なお、屋根折板工事は、当社からは施工範囲外であった。(図-10) (写真-18、19)

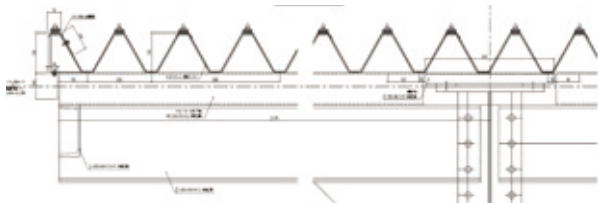


図-10 タイトフレーム詳細断面図



写真-18 タイトフレーム取付



写真-19 タイトフレーム

7. あとがき

本工事は、宗教施設の建物改修する工事の中で、屋根瓦を取り替える際の雨養生と吊り足場を両立させるために、このような素屋根を考案し施工した。設置スペースや工事ヤードが非常に狭く、限られたスペースに仮設物を構築し、且つ、できるだけ自社保有機材を有効利用することが、課題としてあり、設計施工に取り組み、無事に工事を完了させることができました。まだ、素屋根解体工事が残っており、安全に工事を終えるよう努めてい

く所存です。

最後に本工事の施工にあたりご指導いただきました発注者である天理教愛町分教会をはじめ、元請の鹿島建設天理教愛町分教会工事務所や鹿島建設中部支店及び協力頂いた多数の協力会社、ほか関係者皆様に厚く御礼申し上げます。

2018.2.19 受付



写真-20 トラス柱とベント支柱組立完了



写真-21 工事桁スライド・間柱取付完了



写真-22 完成時全景