

トラベリング工法の改善 －不安定形状の移動架構に対応したトラベリング技術－

大阪本店

技術部 機械・電気グループ

五軒矢 朋晃

1. 序論

称念寺は重要伝統的建造物群保存地区である奈良県橿原市今井町の中に位置し、平成 14 年 5 月に重要文化財に指定された。建築当初から約 400 年余り幾度となく修理されてきたが、老朽化が激しいため、平成 22 年より大規模な修理、修復を行うことになった。

本工事は、解体修理のために寺院を覆う素屋根を建設する工事である。奈良県発注の総合評価落札方式の入札物件で、重要文化財である寺院の保護、敷地条件、周辺環境からトラベリング工事が指定されていた。寺院西側は狭い街路(公道)に面しており、作業足場確保のため素屋根が街路まで跳ね出す形状となっている。直下の街路は緊急時に軽車両程度は通過できることを求められており、この東西非対象の不安定な素屋根を安全にスライドできる技術が必要とされていた。今回、移動体の支持方法に改善を加え、不安定形状の素屋根を安全にトラベリングできる技術を構築できたのでここに報告する。

2. 本論

2. 1 適用プロジェクト概要

以下に本プロジェクトの概要を示す。

工事名	重要文化財称念寺本堂素屋根建設工事
発注者	奈良県
設計	株式会社 榎谷設計
監理	株式会社 京成設計
施工	竹中・尾田特定建設工事共同企業体
工期	2012 年 8 月 20 日～2013 年 6 月 30 日
構造・階数	基礎 RC 造、地上 S 造、地上 2 階
建物高さ	棟高さ 20.14m
素屋根平面積	1270 m ² (東西 32.2m×南北 31.85m)



写真-1 称念寺本堂外観

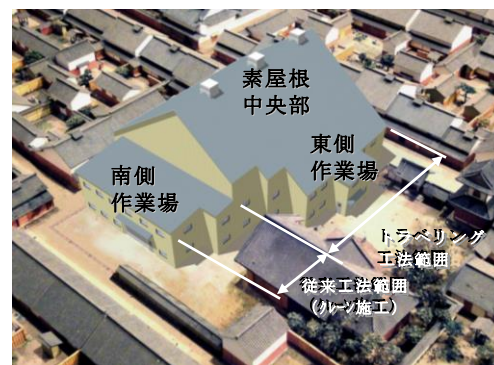


図-1 素屋根完成パースと施工法

2. 2 施工条件

本素屋根は図-1 に示すように、本堂を覆う中央部分と東側作業場、南側作業場の大きく 3 エリアで構成されており、敷地いっばいに配置されている。東側既存建屋(庫裏、隠居所)の関係により、北側から南側に向かって階段状に絞られた、平面的に凹凸の多い形状となっている(図-2)。近接する道路は、北側 3.3m、西側 2.4m、南側 2.5m である。このような敷地条件のため、入札段階からトラベリング工法が指定されていた。南側作業場を後施工とし、ここに作業構台を設けて組立ヤードとし、1 スパン(3450mm)ずつ北側にトラベリングさせる計画である(図-3)。トラベリング用レールは西側の 1F に、東側は 2F に配置している。これは称念寺本堂の北東に古楼の基壇があり、その上を跨ぐ形で素屋根が計画されているためである。

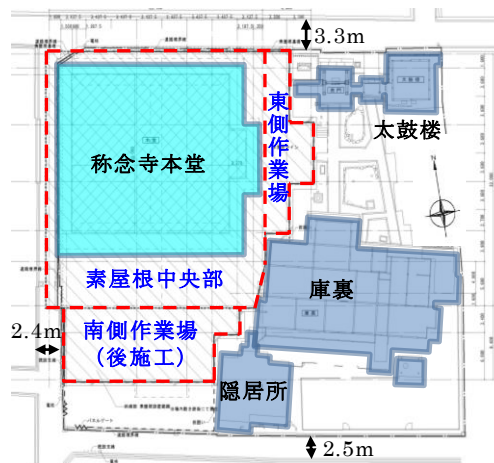


図-2 称念寺敷地概要

ただし、東側 X10 通りのレールは隣接既存建屋（庫裏）との関係より、組立ヤードから 1 スパン北側から始まることとなるため、組立ヤードでは本来、梁間方向に柱 3 本（X1、X9、X10 通り）で構成されるべき素屋根が、X1、X9 通りの 2 柱だけしか建方できない。なおかつ X1 通りの柱は前面道路上空に跳ね出したクランク形状のため、不安定な架構のままトラベリングすることになり、西側に素屋根が大きく変形することが懸念された。入札段階での設計図書には、この変形を防止するために、西側道路にレールを設け、跳ね出し部先端を支持する計画が示されていたが、緊急時には軽車両を通すことが求められていた。

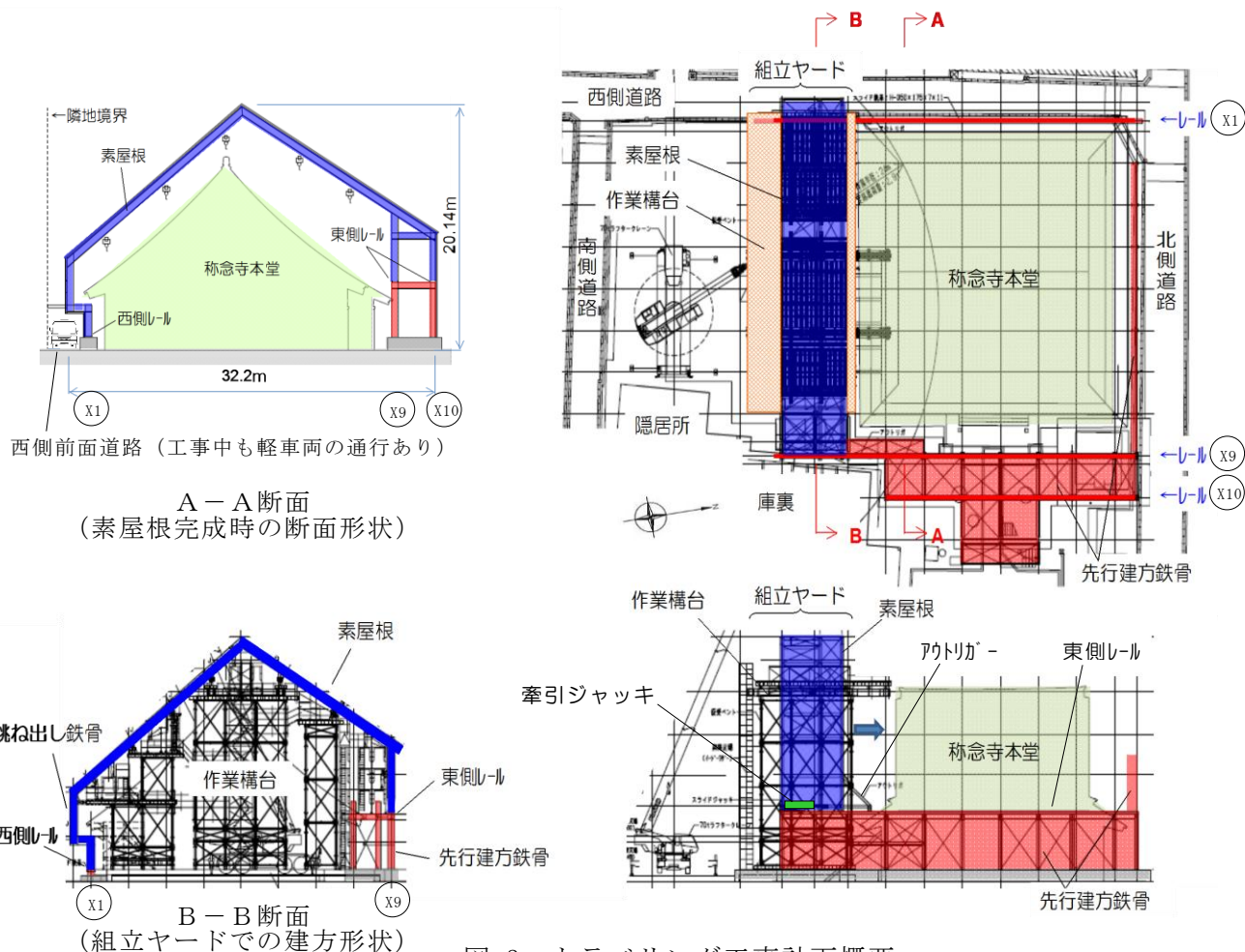


図-3 トラベリング工事計画概要

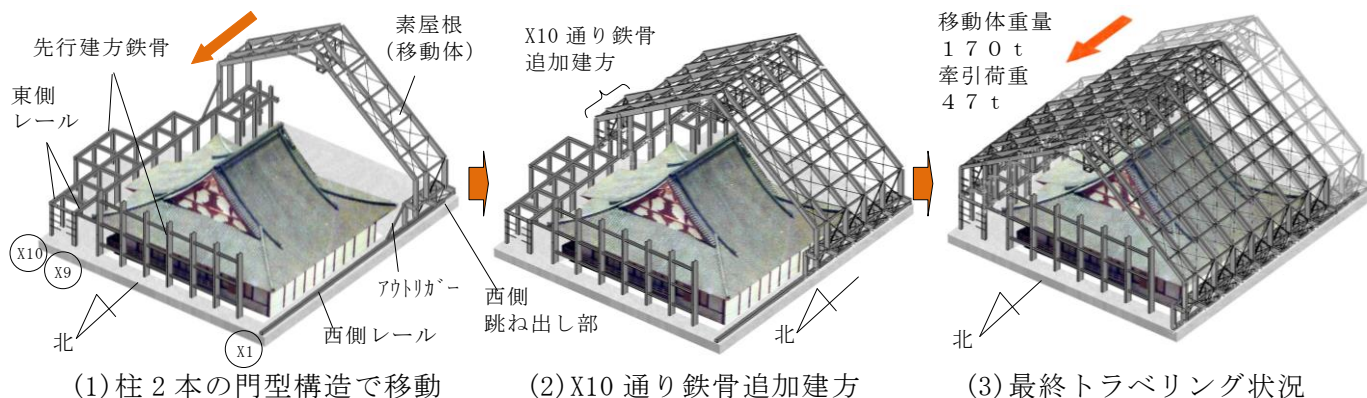


図-4 トラベリング段階図

2. 4 本トラベリング工事における課題

以上のことから、今回のトラベリング工事における課題を以下にまとめる。

- (1) 本来、柱3本（梁間方向）で設計された素屋根を柱2本だけの状態で、如何に安全に形状を保持させてトラベリングするか。
- (2) 敷地いっぱいに素屋根が建ち、通常、前方に必要なジャッキ配置スペースが無い中で、どのような設備でトラベリングするか。
- (3) 素屋根解体時にも利用できる機構を如何にローコストで実現するか。

2. 5 対策（施工計画）

(1) 素屋根の形状保持対策

梁間方向を柱2本だけの状態で素屋根を安定させる方法として、入札段階での設計図書には、前面道路に仮設レールを設け、素屋根跳ね出し部先端を支持する案が示されていた（図-5）。しかしながら工事中、道路に面する民家の通行の妨げになることや緊急時に軽車両を通すことが極めて困難である。そこで、道路部のレールを不要とする方法として、作業構台上部に素屋根を支えるレールを設けることとした（図-6）。これにより、西側跳ね出し部に作用する荷重を軽減させることができ、素屋根の変形を

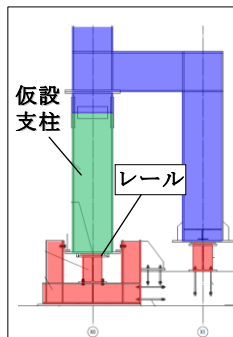


図-5 原設計図

抑えることが可能となった。作業構台上部のレールには地震や暴風時の荷重も負担できるように、水平ガイドを設け、作業構台もそれらの荷重を見込んで設計を行った。

(2) トラベリング設備

トラベリング工法では移動体の先頭部分をジャッキで引っ張るのが一般的である。しかしながら本素屋根は敷地境界いっぱいに建つため、ジャッキを配置するスペースが無かった。そこで、移動体先頭から2スパン後方にH鋼クランプ装置付きロングシリンダージャッキを配置する計画とした。この装置はH形鋼の上フランジを油圧で把持し、それを反力にロングシリンダージャッキを縮めて素屋根を牽引する仕組みで、1ストローク600mm毎にクランプ装置をジャッキで前方に盛り替えながら尺取虫運動で素屋根を移動させていくものである。このジャッキをX1、X9、X10通りに配置する計画とした。トラベリング中の管理項目、管理値は表-1に

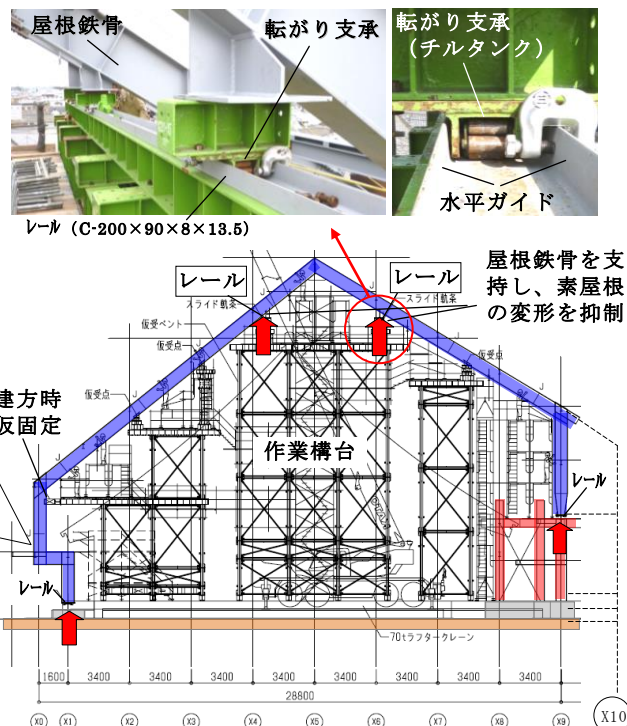


図-6 素屋根形状保持対策
ロングシリンダージャッキ

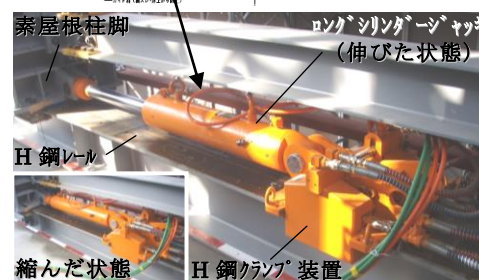
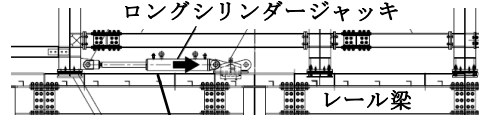


写真-2 素屋根牽引ジャッキ

表-1 管理項目と管理値

項目	許容値
X1・X9通り相対変位	±50 mm以下
X9・X10通り相対変位	±10 mm以下
各通り軸力	500 kN以下



写真-3 素屋根移動量計測器

示すとおりであり、ジャッキ反力計測には圧力計を、移動量計測にはレーザー距離計を用いた。

(3) 柱脚部の納まりおよびレール

素屋根は8年間の本堂解体修理完了後に撤去されることから、移動面にあたる柱脚部には素屋根解体時にもそのまま再利用できるよう、ナイロン樹脂製すべり材(厚さ25mm)をベースプレート底にボルト固定する納まりとした(写真-4)。またスラスト力や地震・暴風時の水平力・引抜力を処理するためにベースプレート左右に図-7に示すガイド材を設けることとした。

トラベリング工事完了後、ガイド材は撤去し、鋼製ブロックを間詰材として挿入して移動体をボルト定着するものとした。レール継ぎ目部分には、5mm程度の段差が生じてもトラベリングに支障が出ないよう、フランジ角をテーパ状に加工し、またナイロン樹脂製すべり材にもテーパ処理を施した。

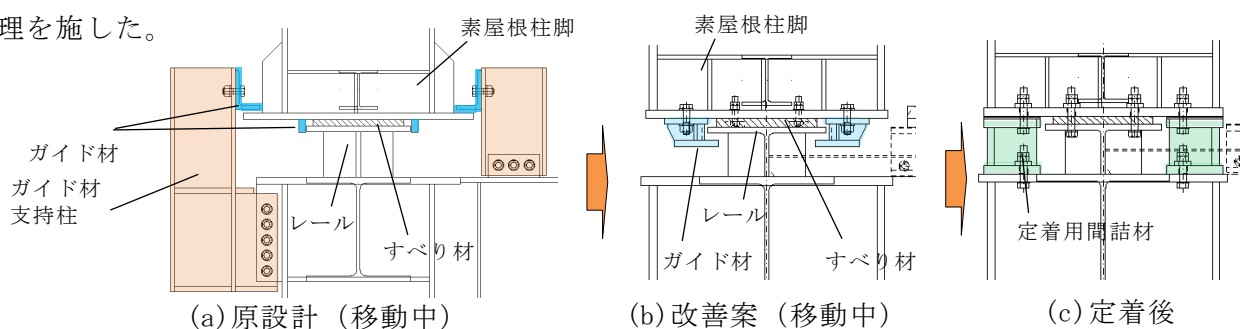


図-7 柱脚部の状況

2.3 実施状況

トラベリング工事用の作業構台を組み立てる前に、70tラフタークレーンにて、西側のレール設置、北側妻面の鉄骨建方(GL+9.75mまで)、東側X9-X11間の鉄骨建方(2Fまで)を先行実施した。その後、作業構台を組み立て、トラベリングの対象となる素屋根鉄骨を50tラフタークレーンにて2スパン組立てた。壁・屋根折板を取付け後、トラベリングを実施した。レール表面には予め界面活性剤の散布を行った。また初回トラベリング時は素屋根移動体の安定度を高める目的で前方にアウトリガーを設けた(写真-8)。トラベリング開始後、ジャッキ1ストロークを5分で繰り返し、1スパン3450mmの移動を約45分で完了した(図-8)。移動中は柱脚部分、作業構台上に監視員を配置すると共にジャッキ反力、移動量をモニターに一元表示させ、管理した。ジャッキや柱脚部のガイド材、作業構台上部の転がり支承付きガイドレールにも特に問題は無く、ジャッキ反力、移動量偏差とも管理値内であった(図-9)。3回目のトラベリングから、X9-X10間の鉄骨建方を行い、本来の素屋根の安定した形状でのトラベリングが実施できた(写真-9)。図-10にタクト工程を、また図-11には全体工程を示す。2月21日



写真-5 先行建方鉄骨(妻面)



写真-6 素屋根(移動体)建方状況



写真-7 西側前面道路の状況

に第1回目のトラベリングを実施し、最終第7回目のトラベリングを3月30日に終える。

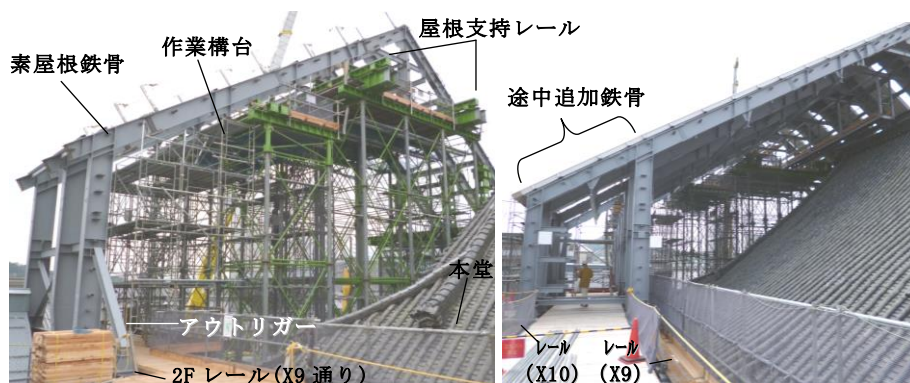


写真-8 初回トラベリング時の状況

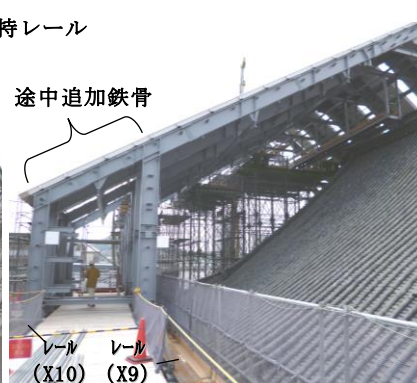


写真-9 第4回トラベリング時



写真-10 素屋根外観

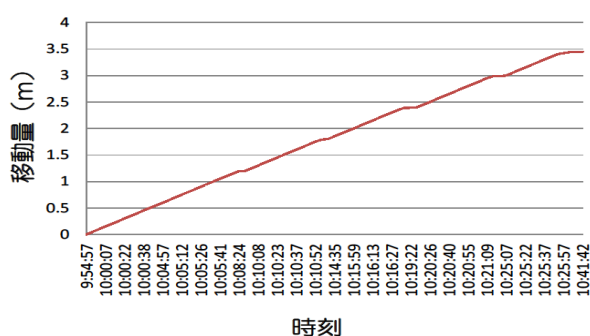


図-8 移動量の推移 (第4回トラベリング時)

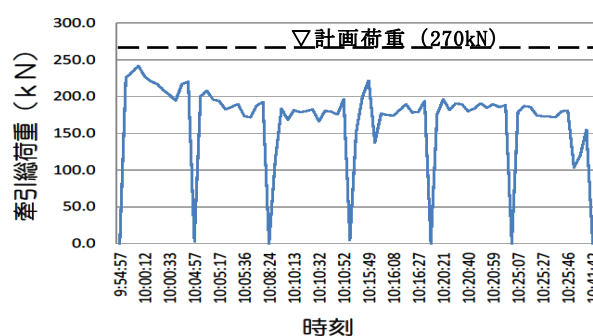


図-9 牽引荷重の推移 (第4回トラベリング時)

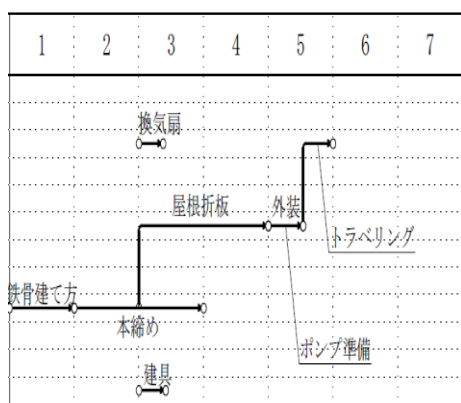


図-10 タクト工程

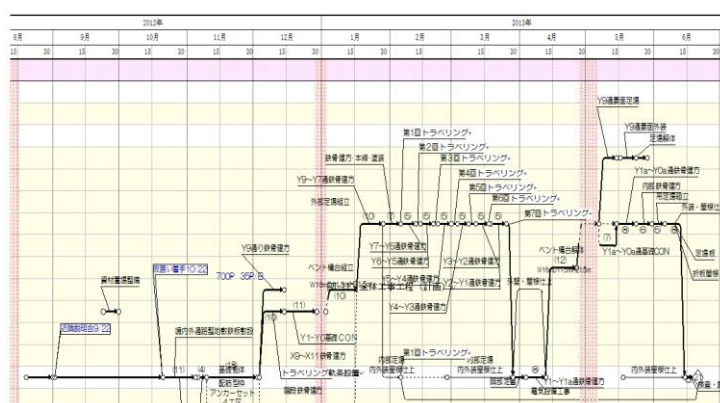


図-11 全体工事工程 (計画)

3. 結論

本工事によって得られた成果は以下のとおりである。

- (1) 片側がクランク形状の柱で構成された不安定な形状の素屋根に対し、作業構台上に転がり支支承付きガイドレールを設けて屋根を支持する機構を考案し、安定化が図れ、トラベリング工事を安全に無事完遂させた。
- (2) 上記形状保持機構により西側跳ね出し部の支持点とレールが無くせたと共に、柱脚ガイド材を改善した結果、約500万円のコストダウンが図れた。
- (3) 重要文化財を対象にした工事として新聞等に掲載された事により、解体修理完了後の素屋根解体工事受注に向けて、他社よりも当社の技術力を広く県へアピールすることができた。

開発実施者

(作業所) 河野茂善、藤原勇、杉田達也、(西日本機材センター) 内藤陽
(技術部) 森田将史、濱田幸弘、小野孝一 (現広島支店作業所)