

トラベリング工法による国宝唐招提寺金堂 素屋根工事の計画と実施

内 藤 陽

唐招提寺は奈良県五条町にある鑑真ゆかりの寺院であり、現在10年にわたる金堂の「解体復元作業」が行われている。解体復元作業では素屋根と呼ばれる仮設建物を金堂を覆う形で設置して行われるが、唐招提寺では、多くの樹木が自生しており重機の寄付きが建物の東側1箇所のみしかできない施工条件であった。そのため、東側にある唯一の作業スペースを使い、トラベリング工法を用いることにより素屋根の架設、解体を行った。仮設建築物であるが、国宝の上に架設する建築物であるため細心の注意を払い2008年5月に無事解体工事を完了させたので、素屋根の計画及び解体工事の実施状況について報告する。
キーワード：伝統建築物, 解体復元作業, 素屋根, トラベリング, 油圧ジャッキ

1. はじめに

唐招提寺は、奈良時代に中国から渡海した高僧、鑑真和上により創建されたお寺であり、1995年阪神淡路大震災の後、現地調査により柱の傾き、梁や垂木のたわみが著しいことが分かった。

1998年には世界文化遺産に登録され、保存機運の高まる中、約2年にわたる調査が行われ、2000年より金堂の解体復元作業（平成の大改修）が始まった。

伝統建築物の解体復元作業は、建築物が風雨にさらされることのないよう素屋根と呼ばれている仮設建物の中で行われる（写真—1）。

唐招提寺金堂周辺には樹齢の高い樹木が多く自生しており、搬入動線・揚重機設置位置が限られるため、トラベリング工法を用いて、2000年に素屋根の架設、

2008年の5月には素屋根の解体工事を無事完了させることができたので解体工事を中心に紹介する。

2. 素屋根計画

(1) 敷地条件

素屋根の施工に当たり搬入ルートが1箇所しか確保できないことに加え、金堂の周囲には樹木が多く自生しており（写真—2）、そのほとんどが老木や大・高木であるため伐採等の枝払いによりある程度の空間は確保できるものの、移植不可能のため広い作業ヤードの確保ができない。したがって金堂への寄付きにも制限を余儀なくされる。寄付きは金堂東側のみであったため、金堂東側を作業エリアとして建方を行い、順次西側へトラベリングする計画とした（図—1）。

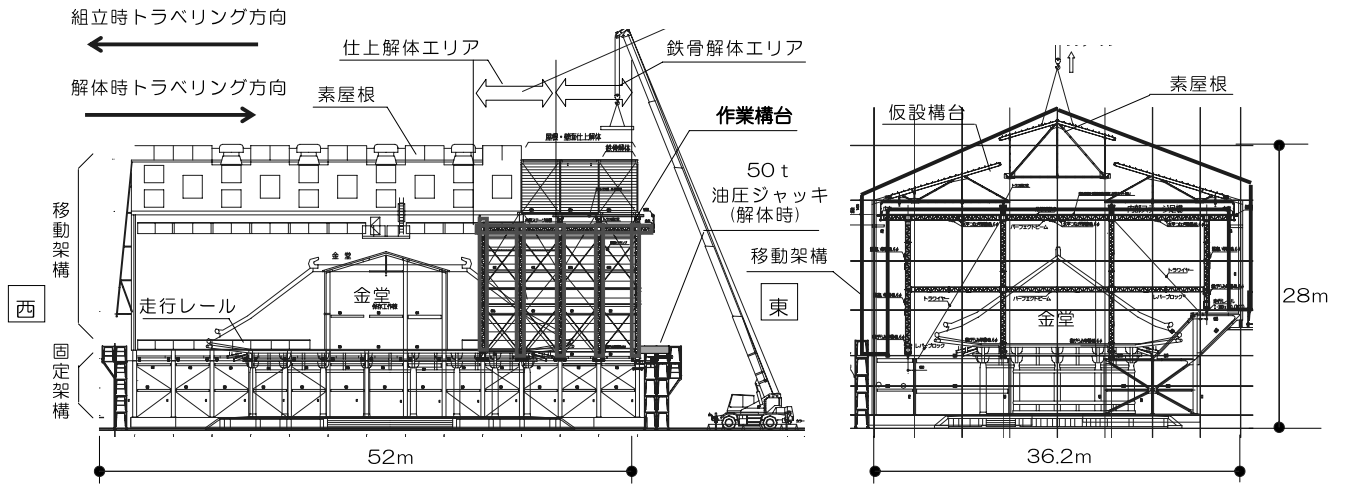
金堂の北東角には、国宝である故楼、北西角には鐘



写真—1 素屋根内部状況



写真—2 素屋根外観（南面手前が金堂）

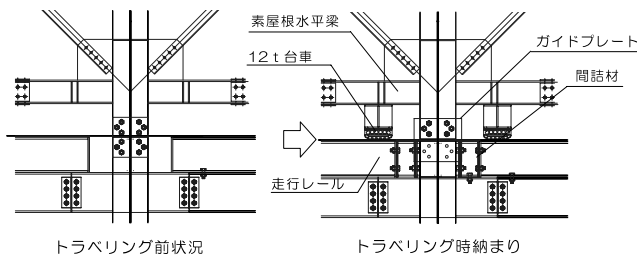


図一1 トラベリング概要 (左：東西断面、右：南北断面)

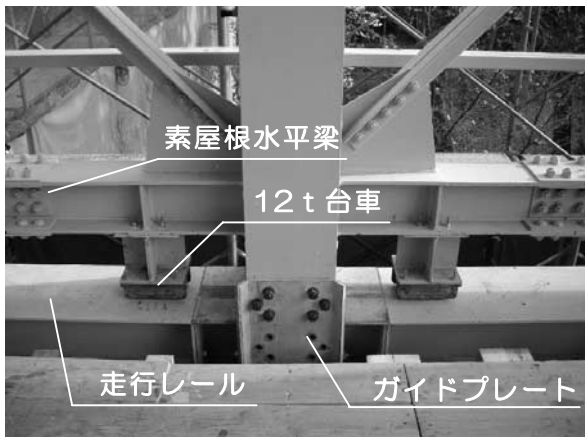
楼があり、これらをかすために、素屋根をオーバーハングする形状とし、軌道レールのレベルは1フロア分 (4.5 m) 南北で変える必要があった。

(2) 柱脚部の納まり

トラベリング後に柱の定着ができ、8年後に解体作業が容易にできる納まりとする必要があり、下記のような納まりとした (図一2)。鉄骨柱の接合に関しては、構造的にボルト接合とし軌条梁と柱の間に 200 mm のボルト接合用のスペースを確保し、トラベリング時には間詰材を設置することにより軌道を確保す



図一2 柱脚部納まり



写真一3 柱脚部納まり

る。移動には 12t 台車を 1 柱あたり 2 台取付け、地震時／暴風時を含めたスラスト荷重対策として、柱の仕口を利用したガイドプレートを取付けた (写真一3)。台車をセットしトラベリング時の走行レールと柱の垂直クリアランスは 10 mm となるよう設計した。

(3) 作業構台

素屋根の組立・解体エリアと金堂が重なるため、落下養生と作業床を兼ねた作業構台を構築し、組解体作業は作業構台の上でのみ行うこととした。金堂をかす形状とする必要から大スパンに対応でき、さらに作業構台自体も送り出しながら組立てる必要があり、ボックストラスを主材とし、柱脚部に台車を組み込んだ移動構台を計画した (写真一4)。



写真一4 作業構台

(4) 基礎解体用ボイド

架設計画では、解体を考慮した計画とする必要があった。その一つとして、素屋根基礎コンクリートは騒音・振動・埃の発生を抑制するためにワイヤソーによ

る切断解体にて計画し、解体時切断用ワイヤを容易にセットできるように、予め基礎にはボイド管を埋め込む計画とした（写真—5）。



写真—5 基礎解体用ボイド

3. 素屋根解体工事

(1) 工事概要

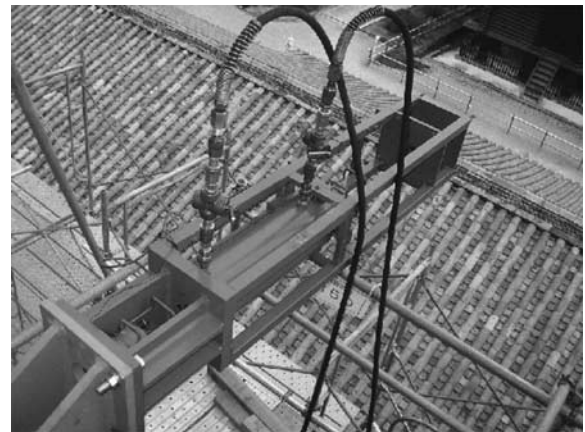
工事名 国宝 唐招提寺金堂素屋根解体工事
 設計・監理 株式会社 東畑建築事務所
 施工 竹中・三和共同企業体
 構造 S造
 階数 地上4階
 建物高さ 軒高 27.2 m, 棟高さ 34.4 m
 建築面積 4,110 m²

(2) トラベリング概要

移動距離 44 m（1回当たり移動距離 8 m × 5回 + 4 m × 1回）
 移動回数 6回
 トラベリング動力 50 tVSL 油圧ジャッキ × 2台
 移動架構最大重量 259 t

(3) 解体計画概要

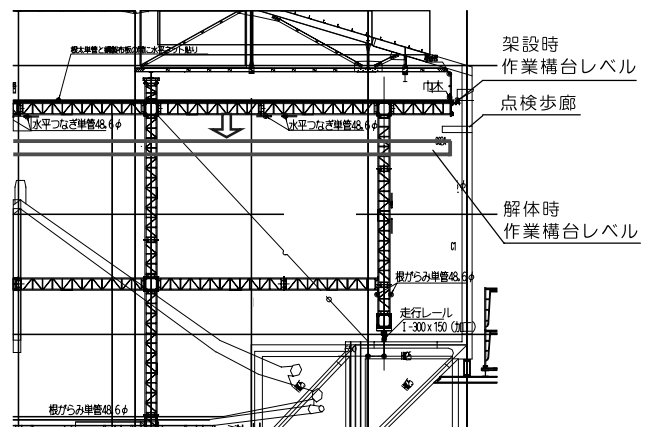
トラベリング動力としては50 tジャッキ2台を解体工事では写真—6のように東面に跳ね出す形で設置した。写真—7に示すジャッキ固定端は素屋根水平梁のボルト孔を利用しトラベリング毎に盛り替えを行った。1回のトラベリングが完了する毎に素屋根鉄骨を仮固定する必要がある、柱のスパンに合わせ 4 m × 1回, 8 m × 6回のトラベリング計画とした。



写真—6 50 t油圧ジャッキ取付状況



写真—7 固定端取付状況



図—3 点検歩廊と作業構台レベル

(4) 解体工事で主に考慮した点

① 先行解体範囲の低減

素屋根解体に先立って、「2 (3)」に示した作業構台を設ける必要がある。素屋根内部にある点検歩廊は作業構台の解体後に組み立てられており、素屋根架設時と同じレベルにて作業構台を構築するには点検歩廊の先行解体が必要であった（図—3）。

今回は工程短縮を目的とし、点検歩廊を解体することなく、作業構台を設置する計画とした。作業構台の

床レベルを架設時より下げるにより金堂の屋根と作業構台とのクリアランスが非常に小さくなるため(写真—8), 作業構台の構造解析を行い, 地震時においても金堂の屋根への干渉がないことを確認して, 作業床レベルを決定した。



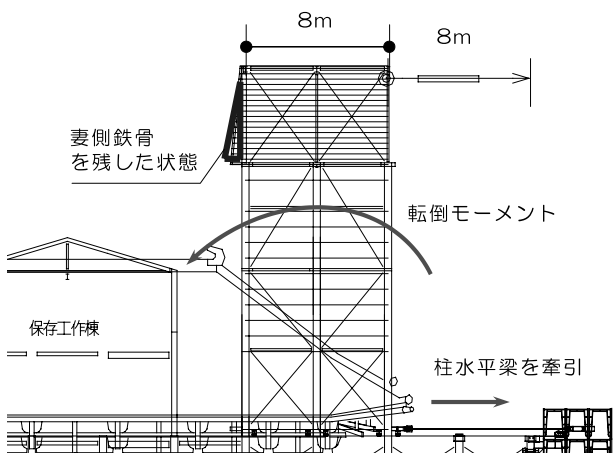
写真—8 金堂と作業構台の接近状況

②仮設水平梁の取付

トラベリング時はトラベリング動力による素屋根の変形を抑えるために各柱の下部を水平梁で連結しておくことが必要となる。素屋根架設時に使用した水平梁は撤去できるようボルトジョイントとなっていたが, 改修工事期間の間に作業動線確保のために, 水平梁の撤去に加え仕口までもが切断されている箇所があった。火災防止のため無火気にて仮設の水平梁を取付ける必要があり, アンクル材をブルマン固定することで解決した。

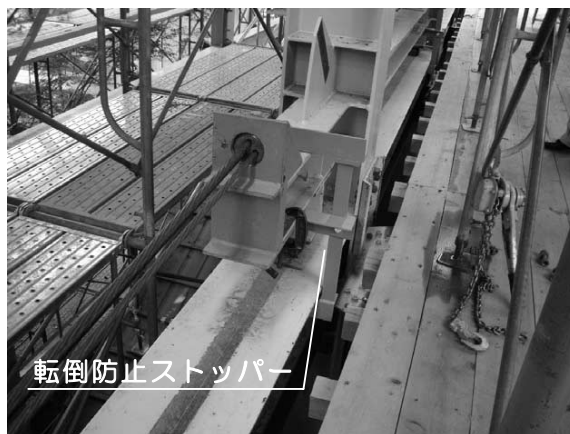
③素屋根架設時とは異なる重量バランス

最終のトラベリング時には, 移動体の巾が2スパン分8mとなることに加え, 今回の解体では, 先行鉄骨解体範囲を極力なくすために西面妻側鉄骨の一部を残した重量バランスが均等でない状態(図—4)でト



図—4 最終トラベリング時状態

ラベリングする必要があるため, 地震時における万が一の転倒防止を目的として, 転倒防止ストッパーを解体用に製作・取付を行うこととした(写真—9)。



写真—9 転倒防止ストッパー

暴風時の対策として, 現地にてすぐ判断できるよう, 管理値として瞬間風速10 m/Sでトラベリングは中止することとし, 当日の天気を確認するとともに, KYミーティング時に風速計により風速を確認してからトラベリング作業を行った。

④油圧ジャッキ架台の固定

ジャッキ架台の取付は, 火気が一切使用不可能という作業条件のため柱のジョイント部を利用したボルト固定とし, 一部ガセットプレートと干渉する部分については, コア孔けを行い, ボルトを貫通させることにより対応した(写真—10)。



写真—10 ジャッキ架台固定部詳細

⑤各柱レベルの確認

素屋根の架設から7年経過しており, 架設直後と異なり走行レールと柱のクリアランスが柱毎に異なっていた。各柱毎のレベルを確認しライナーPLを台車上部に挿入しレベル調整を行った。

4. 解体工事実施状況

(1) 作業構台 組立

部材搬入は、東面に1箇所だけある(写真—11, 12)に示す搬入口から行った。搬入口の高さが低いことと、搬入ルートが非常に狭いため4t車にてピストン搬入した。組立は、天井クレーンにて行う必要があり、巻上げ速度が遅いことに加え、金堂の屋根にかからない範囲で組立てる必要から構台を1スパン毎に組立て送り出す手順とし、4スパンの組立に2週間を

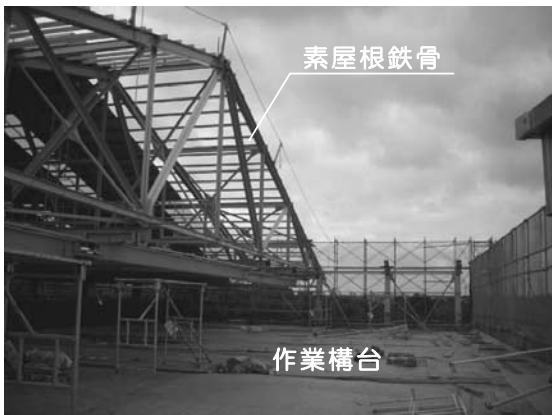


写真—11 東面搬入口



搬入口 3m×6m

写真—12 内部部材搬入口



写真—13 鉄骨解体ヤード状況 ※2スパン鉄骨解体完了

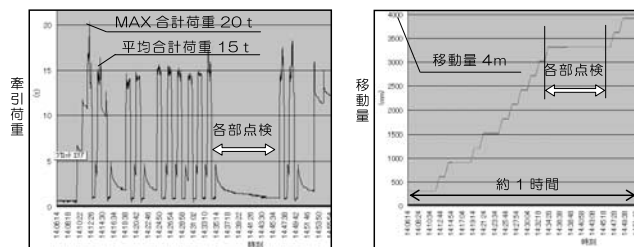
要した。

作業構台完成の後、2スパン分の鉄骨解体を行った(写真—13)。解体の際、トラス鉄骨の荷重が作業構台の主材に流れるよう、鉄骨受架台の位置の確認を入念に行った。

(2) トラベリング

油圧ジャッキの操作室にはパソコンをつなぎ、ジャッキ牽引荷重、変位量をリアルタイムで表示し、ジャッキのストローク毎に異常値がないか監視をしながらトラベリングを行った。

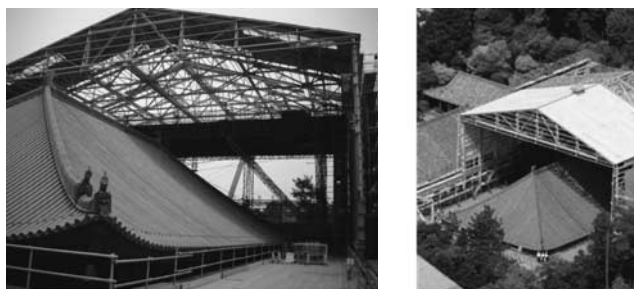
特に異常な値はみられず、計算値通りの荷重であった。図—5に第1回目の牽引荷重データを示す。ジャッキの1ストロークは300mm最大牽引荷重は20t、1スパン4mを移動させるのに最終の定着作業を含めて約1時間で完了した。1ストロークの移動時間は2分30秒程度であった。第2回目からは作業の慣れ、状況確認の簡略化により2スパン8mの移動から定着までの所要時間は約2時間であった。



(a) 経過時間-荷重グラフ

(b) 経過時間-移動量グラフ

図—5 第1回目トラベリングデータ



写真—14 トラベリング状況

(3) 監視体制

トラベリング作業は、総指揮1名、足場・作業構台と移動体の干渉を監視する監視員として鳶工10名、ジャッキ操作・ジャッキ監視としてジャッキ工が4名にてトラベリングを行った。牽引荷重等の情報は逐次無線を通して関係者に伝達した。

(4) 工期

タイムスケジュールは KY ミーティング終了後、仮固定のボルトの撤去、壁つなぎの撤去を行い、9:30 よりトラベリングを開始、11:00 には定着まで完了させることができた。午後は次回トラベリングの段取りを行った。トラベリング1日、屋根・壁材解体1日、鉄骨解体4日のサイクルにて行い、約1.5ヶ月で素屋根の解体を完了した。

5. おわりに

10年にわたる工事であり、特に金堂の改修が完了した後の解体工事では、工具などの落下による金堂の破損は一切許されない条件の中、無事に素屋根を解体することができた。

8年ぶりに金堂の屋根に太陽の陽が当たった瞬間は

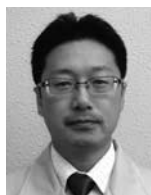
屋根の曲線がひときわ美しく、感動すら覚えた。伝統建築は明治の解体修理から約100年経過し、全国各地で修理工事が予測される。

伝統建築の耐震診断技術、補強解析技術、免制震技術に加え、素屋根工事を含めた施工技術をスパイラルアップさせ、国宝・重要文化財といった、伝統建築物の保存・再生の一助となれるようますます研鑽していきたい。

JCMA

[筆者紹介]

内藤 陽 (ないとう あきら)
株竹中工務店
西日本機材センター
施工 G



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 20 年度版——

■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4 判 / 約 240 頁 (カラー写真入り)

● 定 価

非会員：5,880 円 (本体 5,600 円)

会 員：5,000 円 (本体 4,762 円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円 (但し県内に限る)

● 発刊 平成 20 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>