正倉院防火設備整備工事

図１　放水銃による正倉への放水訓練の様子

１　はじめに

奈良時代から平安時代にかけて、各所の役所や寺院などには主要な財物や什物を収納する「正倉」が設けられ、その正倉が幾棟も集まっている区画を「正倉院」と呼んだ。しかし、各所に置かれた正倉は、歳月の経過とともにいつしか失われ、東大寺にあった正倉院内の正倉一棟だけが往時のまま今日まで残ったものである。

校倉造の正倉には、天平勝宝八歳（756）に光明皇后が夫である聖武天皇の七七忌に際して東大寺大仏に奉献した天皇遺愛の品等が収蔵されて以降、戦後、後述の東・西宝庫に移されるまで、聖武天皇・光明皇后ゆかりの品をはじめとする、多数の宝物が収蔵されていた。

正倉は、平成９年（1997）、国宝に指定され、翌年には「古都奈良の文化財」の一部(註１)としてユネスコの世界遺産（文化遺産）に登録された。

正倉がある宮内庁管理地内には、聖語蔵、持仏堂といった伝統的木造建造物及び宝物を保存するための東・西宝庫（ともに鉄骨鉄筋コンクリート造）があり、正倉及びこれらの施設周辺には防火設備として、消火栓及び放水銃を設置している。今回、それらをはじめとした防火設備全体の老朽化に伴い実施した４か年の整備工事について報告する。

2　防火設備の概要

正倉院では、大正11年（1922）に、奈良市の水道管から分岐させた管を構内に引込み、以来消火栓に利用していた(註２)。また、昭和７年（1932）には正倉の北西側に雑司（ぞうし）貯水池（以下「構内貯水槽」）が設置され、正倉などの防火用に使用していた。

昭和９年の第一室戸（むろと）台風による停電で、奈良市水道管から水が供給されず、消火栓が使用できない事態が発生したため、昭和11年から昭和13年にかけて、正倉院専用の消火設備として丸山貯水池（以下「構外貯水槽」）を築造した。この設備は、正倉から東に約800m離れた山中にあり、そこから管径300㎜の消火配管を敷設し、約60mの高低差を利用した自然流下方式(註３)で送水するものである。また、この時に、構内貯水槽へ接続する配管も敷設された。

昭和28年の東宝庫及び昭和37年の西宝庫建造に併せ、消火配管を延長し消火栓を増設した。放水銃は、昭和28年に正倉周辺に最初に設置され、昭和42年には増設し、併せて聖語蔵及び持仏堂周辺にも配備した（図２、３）。

構内の消火配管は、昭和11年から昭和13年にかけて設置した管から３経路に分岐し、正倉まで配管されている（図４）。これは、東宝庫や西宝庫の建設時、消火栓の増設に伴い管路を延長したもので、分岐した消火配管は全て正倉周囲の配管へ接続され、いずれかの経路で不具合が生じても、使用可能な配管から正倉まで送水できる仕組みとなっている。

図２　消火配管年度別整備図

図３　放水銃

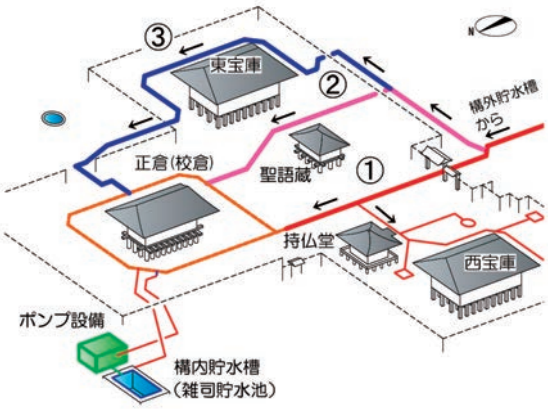

図４　構内消火配管経路図

３　工事概要

３－１　工事実施の経緯

正倉院防火設備は、古いもので設置から80年以上経過し、消火配管継手部からの漏水をはじめ、消火栓や放水銃の老朽化が懸念されていた。また、阪神淡路大震災以降、貯水槽の耐震基準が見直されたため、消火設備の更新及び構内・構外貯水槽の耐震補強を行うこととなった。

３－２　工事期間

平成26年度から平成27年度にかけて正倉院構内の消火配管埋設替、消火栓及び放水銃の更新に加え、構内貯水槽の耐震補強を実施した。平成28年度はこの貯水槽にポンプ設備を設け、平成31年度（令和元年度）には、構外貯水槽から正倉院構内に接続する消火配管の改修及び同貯水槽の耐震補強を行った（表１、図５）。

	平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成31年度（令和元年度）
施工期間	平成26年７月１日～平成26年８月31日	平成28年１月23日～平成28年８月31日	平成28年10月28日～平成29年３月24日	令和元年6月21日～令和２年３月27日
施工場所	正倉周辺	東宝庫 西宝庫周辺 構内貯水槽（貯水量：410m^3）	構内貯水槽周辺 正門から構内出口	奈良市道～東大寺参道～奈良公園 構外貯水槽（貯水量：1,800m^3）
施工規模	埋設替延長：299m ポリエチレン管　：φ 75～φ200 消火栓　：４基 放水銃　：４基	埋設替延長：632m ダクタイル鋳鉄管　：φ250～φ300 ポリエチレン管　：φ 75～φ200 消火栓　：６基 放水銃　：２基 貯水槽耐震補強	埋設替延長：178m 加圧ポンプ設備 ダクタイル鋳鉄管　：φ250～φ300 ポリエチレン管　：φ 75～φ200 消火栓　：２基	改修延長：735m 管更生　：φ300 貯水槽耐震補強

表１　工事期間及び施工内容等

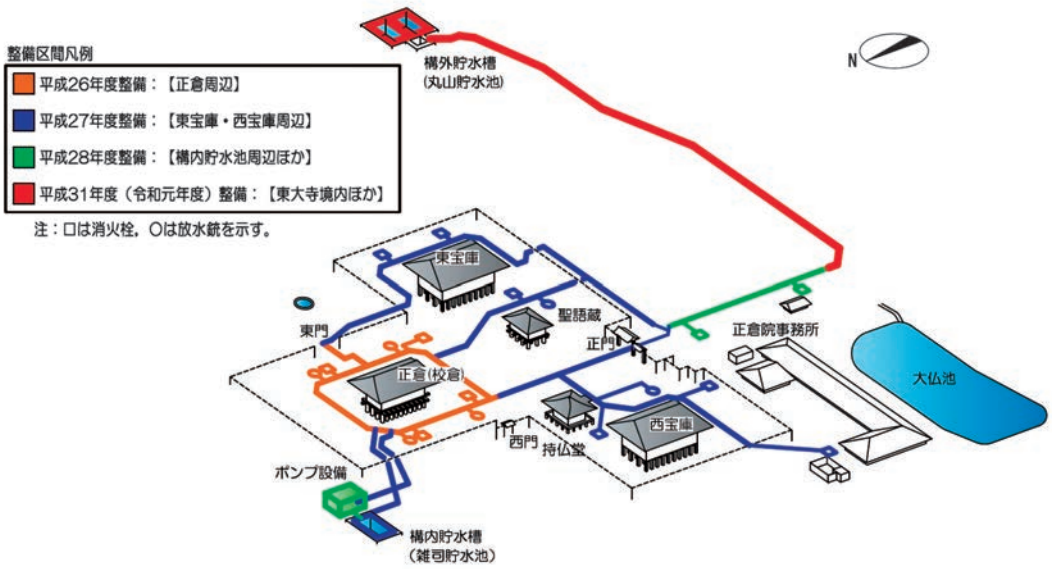

図５　消火設備年度別整備図

4　構内工事（平成26年度～平成28年度）

構内の消火配管埋設替、消火栓及び放水銃の更新、構内貯水槽の耐震補強及びポンプ設備の設置工事を行った。

構内の消火配管を埋設替するにあたり、宮内庁管理地の一部が史跡（旧東大寺境内地内）(註４)に指定されており、その他は周知の埋蔵文化財包蔵地であるため、遺構・遺物を保護する観点から、既設配管とほぼ同様の位置とした。ただし、一部経路については、工事中に既設配管の上に埋設物が確認できたため、敷設場所を変え、奈良県文化財保存課担当者立会いのもと、調査を行いながら設置した。

埋設替に用いた配管材の管径75㎜から200㎜まではポリエチレン管(註５)を、管径250㎜から300㎜まではダクタイル鋳鉄管(註６)を使用した。双方の管は高寿命かつ耐震性を備えており、ポリエチレン管は融着(ゆうちゃく)接続(註７)、ダクタイル鋳鉄管はプッシュオン接続(註８)のものを用いた（図６～８）。

図６　ポリエチレン管

図７　ダクタイル鋳鉄管

図８　融着接続の様子

撤去した既設配管や継手類は、高級鋳鉄管(註９)が使用され、接続部には製造された昭和11年の刻印が確認された。この配管材は、久保田鉄工所（現：株式会社クボタ）が製作したもので、印籠継手(註10)を用いて接続されていた（図９～11）。

図９　既設配管埋設状況

図10　接続部の刻印

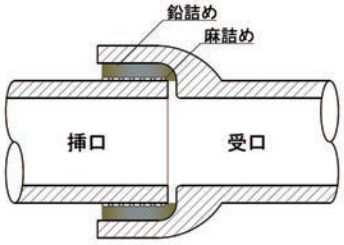

図11　印籠継手接続図

４－１　平成26年度工事

正倉院正倉整備工事(註11)に併せ、正倉周辺の放水銃及び消火栓の更新並びに消火配管の埋設替を実施した（図12～14）。開削して既設配管を撤去し、ポリエチレン管で埋設替を行った。なお、期間中は、未警戒範囲が生じないように仮設消火配管を設置し、これに仮設放水銃や消火ホースの接続口を設けた（図15～17）。

図12　放水銃設置状況

図13　消火栓設置状況

図14　ポリエチレン管埋設状況

図15　仮設消火配管

図16　仮設放水銃

図17　仮設消火ホース接続口

４－２　平成27年度工事

聖語蔵、持仏堂、東宝庫及び西宝庫周辺の放水銃及び消火栓の更新、消火配管の埋設替並びに構内貯水槽の耐震補強を実施した。

今回の埋設替では、ポリエチレン管に加え、ダクタイル鋳鉄管を使用した（図18）。また、未警戒範囲が発生しないよう、仕切弁を操作し、埋設替を行っている経路を除く管路を利用して正倉まで送水を行った。

なお、東宝庫東側にある共同溝部分では共同溝の埋設時に消火配管が切り回しされていたが、共同溝の下へ配管するには狭隘な場所で、深く掘削しなければならないため、今回工事では共同溝を乗り越えて配管し、コンクリートで防護を施した（図19）。

図18　ダクタイル鋳鉄管埋設替状況

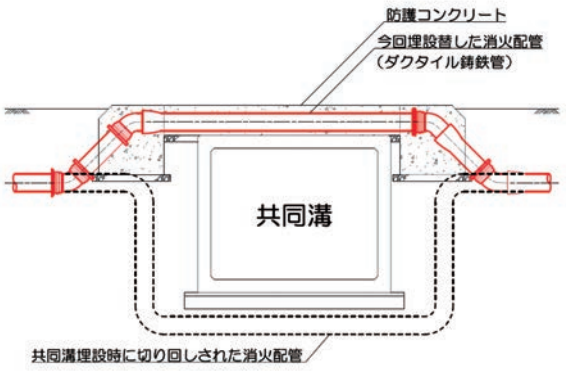

図19　共同溝部分の配管図

構内貯水槽の耐震補強については、地震動レベル２（震度６強程度）による損傷を防止するため、既設水槽内部に鉄筋を配筋し、厚さ150㎜でコンクリートを増打ちした（図20～22）。

図20　既設防水層の撤去作業

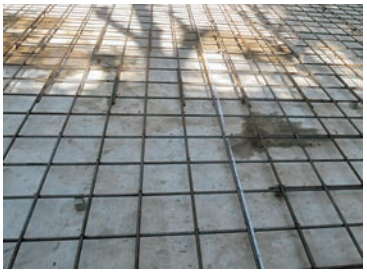

図21　鉄筋の配筋状況

図22　補強工事完成状況

４－３　平成28年度工事

構外貯水槽などの設備に異常や不具合などが生じ、自然流下方式での送水が不能となる場合に備え、構内貯水槽からの送水を可能にするポンプ設備を設置した（図23）。これにより構外貯水槽が使えない場合でも構内貯水槽を水源として消火栓、放水銃が使用できるようになった。

また、以降に実施する工事では、未警戒範囲が生じなくなり、仮設配管を設けることなく施工が可能となった（図24）。

図23　ポンプ設備状況

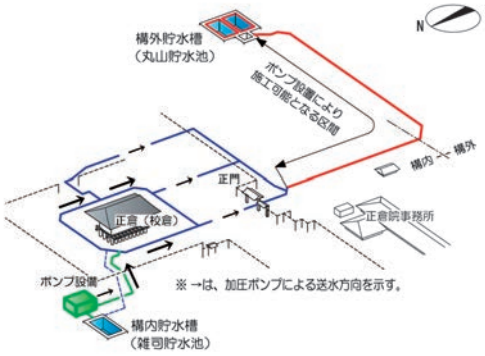

図24　ポンプ設備の設置で施工可能となる区間

5　構外工事（平成31年度〈令和元年度〉）

構外貯水槽から正倉院構内に接続する消火配管の改修及び同貯水槽の耐震補強を実施した。この経路の消火配管は宮内庁管理地外にあたり、奈良市道、東大寺境内、奈良公園内を経由して同管理地内まで埋設されている。

5－1　工法について

この経路は、消火配管周辺に水道管や下水管（共に奈良市）などの埋設物がある（図25）。また、東大寺境内においては、観光客、周辺住民、東大寺関係者等の往来に加え、お水取りなどの行事で通行等の制約を受けることもあり、開削して消火配管を埋設替することが困難であると判断したため、これに変わる手段として管更生を行った。

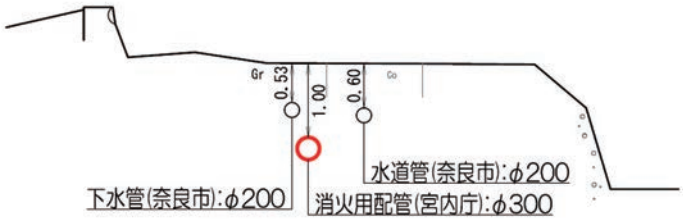

図25　東大寺境内の埋設管状況

管更生とは、既設管を利用して管内部に新たな管を構築するもので、埋設替に比べ、管の撤去や掘削を最小限に抑えることができ、埋設物への影響も少なく、大幅に施工期間の短縮が図れるため、下水道工事や水道工事などでは非常に有効な施工方法とされている。

管更生にはいくつかの工法があり、今回は、反転工法を用いて作業を行った。これは、熱や光、常温加圧などで硬化する樹脂を含浸させた材料を既設管内に反転させながら挿入し、硬化させることで既設管内に新管を構築するもので、使用した更生管は、耐震性に加え、自立管として機能し、かつ常温加圧で硬化するものを用いた。

自立管としたのは、今後、既設管の老朽化が進み、強度が確保できない場合でも、更生管のみで従来の機能を発揮し、新規配管と同等以上の耐久性や強度を維持することができるためであり、また、硬化方法を常温加圧としたのは、熱硬化などに必要となるボイラー車等を配置する必要がなく、工事車両による占有範囲を最小限にとどめ、施工を容易にすることができるためである（図26～29）。

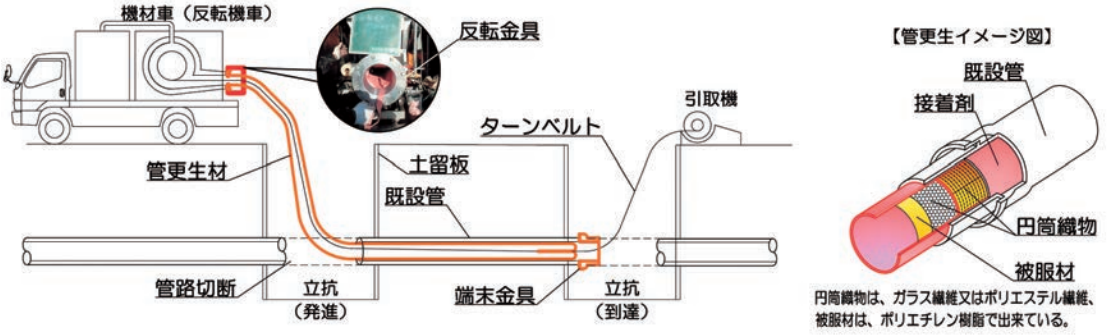

図26　反転工法を用いた管更生による施工イメージ図

図27　反転工法による作業状況

図28　更生前の消火配管

図29　更生後の消火配管

５－２　施工について

管更生に先立ち、立坑を設ける必要があった。これは、下水道工事の場合は既存マンホールを利用して施工することができるが、今回の工事では、管路上にこれら構造物が存在しないため、既設管を掘出し切断して、管更生材の発進部及び到達部として利用するためである。

立坑の位置については、東大寺境内において施工範囲が限定される場所があるため、既設管の埋設図を参考に東大寺と協議を行い、作業車両等の進入が可能で、且つ周辺遺物等も考慮し、幅1.50m、延長2.00～7.00mのものを６か所設ける計画とした。ところが、管更生前の調査で各立抗からカメラ挿入したところ、東大寺境内（大仏殿北西側）で既設管からの分岐管が確認され、現在は使用されていないことが判明したため、東大寺と協議の上、この場所に更に立坑を追加し、分岐管を撤去する計画に変更した（図30～32）。

管更生のために切断した既設管は、ポリエチレン管及びダクタイル鋳鉄管で接続を行い、ポリエチレン管と既設管の接続には、異種管継手(註12)を用いた（図33）。

なお、工事中は、構外貯水槽からの自然流下方式による消火設備が使用できないため、構内のポンプ設備による消火体制とした。また、立抗については、覆工板及び敷鉄板で覆い、工事期間中でも車両等が通行できるようにした（図34）。

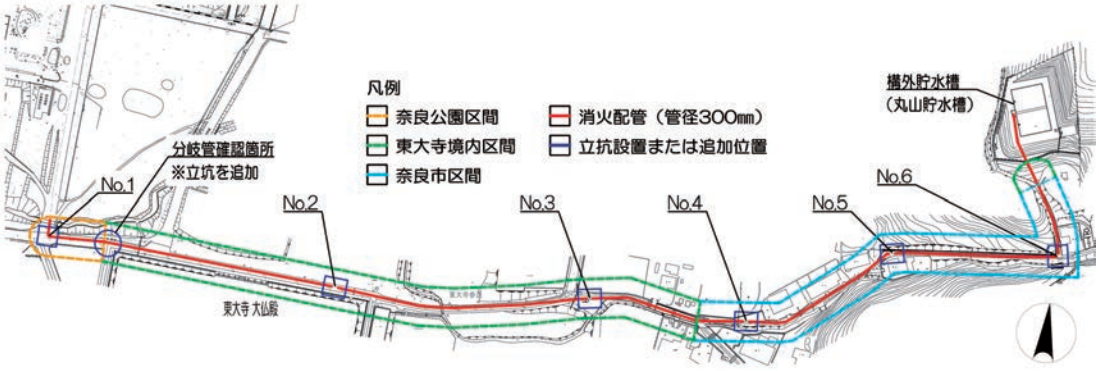

図30　立抗設置位置図

図31　立坑設置状況

図32　分岐管掘削状況

図33　異種管継手（左：ポリエチレン管、右：既設管）

図34　立坑覆工板設置状況

構外貯水槽については、平成27年度に実施した構内貯水槽の耐震補強と同様の施工で行った（図35～39）。貯水槽までの資材運搬経路（東大寺境内〈法華堂方面〉～山中間）は、宮内庁管理地外であるため、東大寺などから許可を得て通行したが、急勾配のうえ、冬季は凍結することもあり、細心の注意を払う必要があった（図40）。

図35　防水槽撤去状況

図36　配筋の様子

図37　型枠設置状況

図38　コンクリート打設状況

図39　仕上げ状況

図40　運搬の様子

6　おわりに

正倉院防火設備は設置から約80年以上の間、大きな損傷等もなく維持・管理されてきたものであるが、特に山中から正倉院敷地までの構外経路は、その整備に困難があったであろうことが窺えた。

今回の４年間の工事では、未警戒区域を出さないよう工程を検討するとともに、限られた期間で管路整備を行うための施工方法や各種作業手順なども精査しながら実施した。

京都事務所は、正倉院のほか、京都御所、京都大宮仙洞御所、桂離宮、修学院離宮等に設置された防火設備も管理しているが、それらについても老朽化が進んでいるため、設備改修等の整備を今後も行っていくこととしている。

（工務課　坂口直人・大塚茂剛）

註

（1）８つの資産（東大寺、興福寺、春日大社、春日山原生林、元興寺、薬師寺、唐招提寺、平城宮跡）で構成され、正倉は東大寺にある８棟の国宝建造物（南大門、法華堂、鐘楼、大仏殿、開山堂、転害門、本坊経庫、二月堂）と併せて指定されている。

（2）当時、直径八寸（約202㎜）の奈良市水道管から直径四寸（101㎜）の鉄管で分岐し、直径三寸半（約88㎜）の鉄管を構内まで配管して消火栓を設置していた。

（3）管路など下り勾配であることを利用して送水を行う方法で、ポンプなどの加圧装置を必要とせず、高低差により生じる重力で加圧して送水することができる。

（4）平成９年（1997）に正倉が国宝指定されたことに伴い、同年、周辺地域が史跡に追加指定された。

（5）水素と炭素による高分子有機化合物からなる合成樹脂で製造された管で、柔軟で衝撃に強く、水道、ガスなどに使用されている。酸やアルカリへの耐性に加え、絶縁性、低温特性、環境適正にも優れている。

（6）昭和23年（1948）に開発され、昭和28年（1953）に日本で製品化された管である。組織中の黒鉛を片状から球状に変えることで、より強度・延性を高めたもので、耐震性能に加え、施工性の向上、長寿命化を実現した管。

（7）EF（エレクトロフュージョン）接合ともいわれ、接合面に電熱線を埋込んだ管継手に接続し、通電させることで樹脂を加熱溶融して一体化することにより接続する方法。

（8）鋳鉄管などで、管受口内面にゴムリングを取付け、管挿口を挿入することで接続する方法。施工性、可とう性、水密性に優れるとともに、地盤変動や外荷重による振動・収縮を吸収できる構造となっている。

（9）昭和５年（1930）に開発され、昭和46年（1971）まで製造されていた。組織中の黒鉛を微細化し強度を高めた管。

(10) 鋳鉄管などの管を接続する継手の一種で、管挿口と受口の隙間に紐状の麻を詰め、溶かした鉛を充填して接続を行う。

(11) 平成23年度から平成26年度にかけて実施した、瓦屋根の全面葺き替と構造補強などの工事。

(12) 管の接続で管種（鋳鉄管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管など）が変わる場合などに用いる特殊な継手。