

# 国宝姫路城の防災施設事業

## (NSシステムを含む総合防災設備の導入について)

室長 落亀利章 (日本建築第三部研究室) / 監修 常務理事 松浦邦男

### まえがき

1993年、姫路城はわが国で最初の世界文化遺産に登録された。400年という長い年月を奇跡的に生き残り、国宝の天守閣群をはじめとした築城当時の姿をほぼ完全な形で残す壮麗な城として、文化財としての価値が世界的に認められた結果である。それを契機に、城内の防災体制の全面的な見直しを行い、設備の万全を期すべく姫路城防災施設事業が計画される運びとなった。姫路城を訪れる人々を守り、かつその美しい姿を次の世代に永く引き継いでいくために、文化財としての価値を減ずることなく最高水準の設備の設置を実現する事がこの防災施設事業最大の意義である。

### 1. 姫路城の沿革

姫路城は播磨平野のほぼ中央に位置する標高45.6mの姫山山頂にある。この姫山の地に初めて本格的な城を築いたのは羽柴秀吉である。秀吉は中国攻めの拠点として大規模な城を築き、同時に城下町の整備を行った。外観三層内部四階建ての天守閣を持つ立派なものだったことが昭和30年代に行われた天守閣解体修理の際に明らかになっている。

秀吉の後天下を取った家康は、その女婿で関ヶ原の戦いで功のあった池田輝政に播磨一国を与え、輝政は1601年から新しい城づくりに取りかかり、1609年、8年の歳月と延べ2430万人の人夫を動員して姫路城が完成する。その後同じく徳川家の重鎮であった本多忠政が入封、城の西の守りを固めるため、また長男忠刻とその室千姫（徳川秀忠の長女）のために西の丸を造営し、1618年、今に残る姫路城の全容が整った。

わが国の城郭建築技術は桃山時代から江戸時代初期にかけてその昂揚期を迎え、全国で数多くの城郭が建設されたが、長い年月の間に災害などによってほとんどが失われている。さらに明治時代以後、無用となった城が次々に取り壊されるが、幸い姫路城は陸軍省の管轄となって残される事になった。しかし軍の施設のために三の丸にあった御殿や館が取り壊され、手入れもほとんどされることなく荒廃が進んだ。修理が初めてなされたのは明治43年のことである。

昭和6年、国宝保存法によって大天守をはじめ82棟の建物が国宝に指定される。戦後の文化財保護法によって従来の国宝は重要文化財と改称されるが、天守閣群8棟は新たに国宝に指定され、昭和31年からは天守閣群の大規模な解体修理が行われた。歴史に残るこの

工事は昭和39年に完了した。下って平成5年、姫路城は法隆寺とともにわが国で最初の世界文化遺産に登録された。

## 2. 防災施設事業のあゆみ

姫路城のような木造文化財を保全していく上で最も留意すべき点は、火災による焼失である。防災施設事業は貴重な遺産を次の世代に引き継ぐために、また来訪者の安全を確保するために、現時点で講じられる最善の方策を講じようというものである。

姫路城の防災は、その城郭建築としての特性を踏まえたものでなくてはならない。それらを簡単にまとめると次のようになる。

- (1) 城内の建造物の多くが消防車輛を横付けできない場所にあり、火災発生時の消防活動が困難。
- (2) 外敵の侵入を防ぐ様にできているため、中から外へも出にくく、避難が困難。
- (3) 堅牢な構造であり、使われている木材も大きい。簡単に本格火災に成長しない反面、一旦火災となると鎮火が容易ではない。
- (4) 外部からの類焼の危険性は小さいが、外からの消火は効果的ではない。

以上から早期発見初期消火が絶対の条件であり、設備ならびに体制のいずれにおいても念頭に置いた対策を講じなければならない。

姫路城の防災設備は、昭和39年に完了した「昭和の大修理」の際に一応の整備がなされている。その後も耐用年数を超えた設備についてはその都度更新し、また重要な設備については順次整備、拡充が図られているが、特に抜本的な改善はなされておらず、全般的にシステムが旧式で、警報受信盤や火災感知器などは形式失効が間近に迫っていた。

事業の開始にあたり、工事の概要については平成7年に既に基本計画が策定され、また実施設計もそれに基づいて内容的にはほぼ固まったが、この度の事業が、

- ・文化財に係る防災設備工事としては国内でもあまり例のない大規模なものであること
- ・工事の内容が、国宝または国の重要文化財に指定された世界文化遺産でもある重要な建造物に様々な防災設備機器を新たに直接取り付けるといいうもので、建物本体にもかなりの影響を及ぼす可能性があること
- ・姫路城のような大規模な文化財の防災については、設備機器等のハード面のみならず、ソフト面の充実が不可欠であること

以上の視点から、この度の事業の進め方について、また姫路城の防災体制の有り方全般について、さらに踏み込んだ総合的な検討が必要ではないかとの意見が国、県その他関係

者から出され、工事の実施に並行して、文化財並びに防災に係る各分野の学識経験者からなる「姫路城防災設備研究会」（会長：伊藤延男、平成9年12月～同11年11月、姫路市）を設置し、その審議、研究の成果を姫路城の防災体制並びに実際の工事に反映させることで、事業により万全を期すこととなった。

### 3. 消火設備

（本項は姫路市編修工事報告書を参考とした）

#### 3-1. 整備の概要

姫路城では、今回の防災施設事業以前から天守西下、及び西の丸にポンプ室と貯水槽が設置され、各々天守系統と西の丸系統の消火設備に送水していた。

天守西下のポンプ室（以下「本丸ポンプ室」という。）にはエンジンポンプが2基設置されており、うち1基は天守方面の消火設備（屋内消火栓）を、もう1基は備前丸・二の丸方面の消火設備（屋外消火栓）をカバーしていた。また、西の丸ポンプ室にもポンプが1基あり、西の丸の屋外消火栓をカバーしていた。本丸ポンプ室横には300㎡の貯水槽、西の丸ポンプ室には140㎡の貯水池と40㎡の地下式貯水槽が併設されていた。二の丸には消防隊専用125㎡の地下式貯水槽があって、送水口・放水口により採水が可能となっていた。

今回の事業では、これら既設の消火設備を抜本的に改修するとともに大幅な拡充を行った。工事にあたっては、姫路城防災設備研究会の提言により、姫路城の全部の建造物を第一防災区画、第二防災区画、第三防災区画に分類し、各防災区画の消火設備を概ね以下のように整備することとした。（口絵1、防災グラフィック盤参照）

##### （1） 第一防災区画（天守閣群）（口絵2、姫路城天守閣への放水状況参照）

大天守及び小天守全域にニュースプリンクラーシステム（以下「NSシステム」という）と屋内2号消火栓を設置した。これに伴い、本丸ポンプ室の天守閣用エンジンポンプを入れ替え、備前丸・二の丸系統のエンジンポンプも老朽化が見られたため入れ替えた。また、本丸ポンプ室及び貯水槽の改修を行った他、備前丸には地下式放水砲を2基設置し、天守閣に向けて放水できるようにした。

##### （2） 第二防災区画（西の丸）

西の丸の建造物の屋内（百間廊下）に屋内2号消火栓を設置し、特に畳や天井の可燃物がある化粧檜にはNSシステムを設置した。西の丸ポンプ室には屋内消火栓及びスプリンクラー用のエンジンポンプ1基を増設するとともに、既設の屋外消火栓用エンジンポンプも老朽化が見られたため入れ替えた。ポンプ室の建物はポンプの増設に伴って増築し、貯水池及び地下貯水槽の清掃と内壁補修を行った。

### (3) 第三防災区画（櫓・門・土塀）

既設の屋外消火栓設備により対応することとした。システムの面では、他の防災設備と同様、NSシステム以下すべての消火設備を防災センター内の防災監視室において一元管理できるようにし、さらに本丸ポンプ室その他の場所でも設備の状況を常時監視ができるようにした。その他各系統の消火管を連結して相互にカバーできるようにバックアップのシステムを整え、消防隊専用送水口・放水口の改修等も行った。

## 3-2. 消火設備仕様

### (1) ニュースプリンクラーシステム（NSシステム）（図-1参照）

今回の事業で天守閣群の全ての建物及び西の丸化粧櫓にNSシステムを設置した。スプリンクラーの種別は、姫路城の場合、災害発生時に城内に見学者がいることが予想されることから、ガスや薬品、霧等を噴霧するものよりも、人的被害の少ない散水型のものが適当と判断した。スプリンクラーヘッドは熱応答速度の速い速動型を使用した。

スプリンクラー設備は、城内の建造物で発生した火災を初期の段階で直ちに消火し、火災損害を最小限に止めることができる最も効果的な施設として設置したものであるが、同時に誤作動等による建造物の水損も予想されたことから、姫路城ではスプリンクラーにNSシステムを採用し、自動火災報知設備の感知器及び発信機の火災信号を予作動信号としてスプリンクラーシステムに連動させるとともに、自動火災報知設備の警戒区域とスプリンクラーシステムの放水区域とに整合性を持たせた。即ち、何らかの原因で感知器が誤作動した場合、スプリンクラーヘッドは開放しないため放水は起こらない。次に破損等によりスプリンクラーヘッドが開放状態になった場合、同時に感知器が火災を感知して信号を送らなければポンプが起動せず、ヘッドからの放水は一定区域内の少量の溜まり水のみで放水に止まる。また実際の火災の場合にも、各放水区域に設けられた制御弁により感知器が火災を感知した区域のスプリンクラーにのみ送水される。このように、スプリンクラーからの放水による建物への被害が、万一の火災発生時においても最小限に止められるようにシステムが工夫された。

### ○ 姫路城のスプリンクラーシステムの特徴（図-2参照）

- ア. 一般的に使用されている高速度型ヘッド1種よりも熱時定数が小さい速動型のスプリンクラーヘッド（以下「NSヘッド」という）を用いたため、小規模火災段階に、より少量での消火が可能となっている。
- イ. 圧力調整機能を有するバルブ（以下「NSバルブユニット」という）を使用し、NSヘッドの放水圧を消火に最適な状態に自動調整するとともに水損の可能性を少なく



している。

- ウ. 低圧充水予作動スプリンクラーであるため、ヘッド開放時から即時放水が出来る。
- エ. 常時状態監視機能および遠隔試験機能により、システムの信頼性の向上と維持管理の省力化を図っている。
- オ. 地震その他何らかの原因でヘッドが破損した場合でも、放水量は最大でNSバルブユニットの2次側配管容量程度に止まる。

スプリンクラーヘッド

- ① 型式番号 : NSH800H型
- ② 国検番号 : ス第9～21
- ③ 標準圧力 : 0.1Mpa
- ④ 標準流量 : 80 l / min
- ⑤ 有効散水範囲 : 2.8m
- ⑥ 防護面積 : 16m<sup>2</sup>
- ⑦ 取付区分 : 下向き

番号	名称	材質	備考
1	本体	C3604	
2	フレーム	C3604	Ni-Crめっき
3	デフレクター	SUS304	
4	コーン	C3604	
5	ガスケット	C1100	
6	ストッパーリング	SUS304	
7	ガイドロッド	SUS303	
8	アームガイド	SUS304	
9	バランサー	SUS304	
10	アーム	SUS316	
11	リング押え板	SUS304	
12	アーム支持板	SUS304	
13	コンプレッション半田		
14	感熱板	C3604	金めっき
15	カバー	C2680	金めっき
16	ピストンガイド	SUS303	
17	ピストン A	SUS303	
18	ピストン B	SUS303	
19	設備区分色表示		

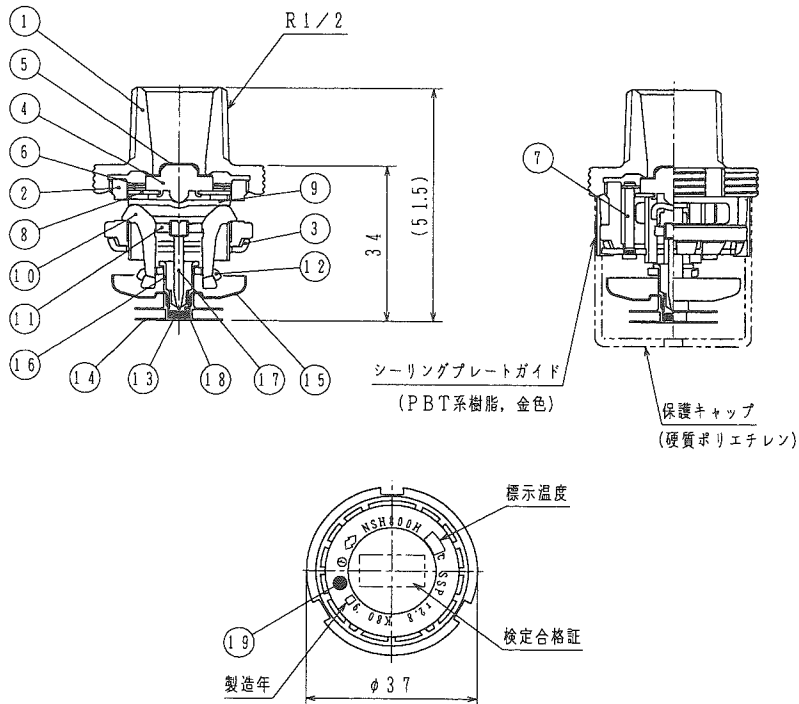


図-2 スプリンクラーヘッドNSH800H型

## ○ 防火対象物への対応

ア. NSヘッドは通常ヘッド取付け水平距離2.8mの特例検定合格品を用いるが、姫路城では2.3mで設置して散水密度を高くした。

イ. NSヘッドの同時開放個数を10個と想定してポンプの仕様を決定した。

ウ. 国宝建造物に配慮して配管の配色と配管位置を実際にモデルを現地に設置し十分に検討を行い設置した。

### (2) エンジンポンプ

本丸ポンプ室に設置してあった2基のエンジンポンプのうち、天守系統のものは今回整備したNSシステムの機能にあうよう入れ替えて性能を向上させ、もう1基（備前丸・二の丸系統）も老朽化がみられたため新しいものに取り替えた。またポンプ室内の配管を全面改修し、2基のポンプに一斉開放弁によるバイパス配管を設け、片方が故障した場合でもこの一斉開放弁を開くことによってもう一方でカバーできるようにした。

西の丸ポンプ室のポンプは従来屋外消火栓系統の1基のみであったが、今回の事業で化粧槽のスプリンクラー及び百間廊下の屋内消火栓（2号消火栓）用のものを1基追加し、計2基とした。既設のものも老朽化がみられたため新しいものに取り替えた。

以上、エンジンポンプは計4基で、それぞれ天守系統（スプリンクラー・屋内消火栓用）、備前丸・二の丸系統（屋外消火栓用）、西の丸屋内系統（スプリンクラー・屋内消火栓用）、西の丸屋外系統（屋外消火栓用）の4系統とした。

### (3) 消火栓設備

天守閣群の屋内に2号消火栓を設置した。天守閣群には以前から1号消火栓が設置されていたが、実際の火災発生時の自衛消防隊の陣容等を考慮し、今回の事業では操作が簡単でしかも一人で取扱いが可能な2号消火栓に全て取り替えた。また、西の丸は従来屋内消火栓がなかったが、この度の事業で屋内全域に2号消火栓を配置した。

屋内2号消火栓の設置にあたっては、消火栓ボックスを木製仕上げとし（内側にSUS製板貼付け）、城の屋内景観との調和をはかった。屋外消火栓及び配管は昭和53年度に国庫補助事業により完備されており、現況調査の結果再利用が可能であると判断し、既設のものを一部改修して概ねそのまま利用した。

従来から城内の各消火栓は、屋内、屋外ともボックス内の起動ボタンを押すことによりポンプ室のエンジンポンプが起動するようにしていたが、今回の事業で、2号消火栓についてはホルダーから筒先を外すと同時にポンプ室のエンジンポンプが起動し待機状態になるようにした。

また消火栓毎にアドレスを持たせ、管理事務所及び本丸ポンプ室の防災受信盤で作動状

況、位置等が把握できるようになっていたが、今回はこれを拡充し、防災監視室で設備の総合的な監視を行うとともに、本丸ポンプ室及び西の丸ポンプ室、防災センター内の事務室及び警備員室でも同時に確認できるようにした。

### 3-3. 消火配管

城内の消火管の系統は、従来と同様に本丸ポンプ室及び西の丸ポンプ室を基点とする2系統とし、またこれを連結して相互にカバーできるシステムとした。

屋内配管には、内外面ライニング鋼管を使用して防食・防露効果を持たせ、65A配管以上の継手には、ヴィクトリックジョイントを使用し可撓性を持たせるようにした(図-3)。

地中埋設配管は、鋼帯がい装ポリエチレン管を使用することにより継手を減らし、信頼性の向上を図った。屋外消火栓用配管は、事前調査の結果鑄鉄管に内外面コールタール被覆(被覆厚2mm)が施してあり、健全な状態で将来においてもこの現状の確保が見込めたことから既設配管を再利用することとした。ただ消火設備の拡充に伴い配管内部の水圧を高く設定したところ、既設の配管継手部に老朽化による漏水がみられたため一部を取り替えた。

各系統の屋外消火配管は、仕切り弁を開くことにより相互に連結されるようにし、エンジンポンプ故障時等には、他の系統のエンジンポンプによるバックアップを可能とした。

#### a. 建物内配管

- ① 内外面ポリエチレン粉体ライニング鋼管 (SGP-PD) 口径65A以上
- ② 内外面塩化ビニールライニング鋼管 (SGP-VD) 口径50A以下

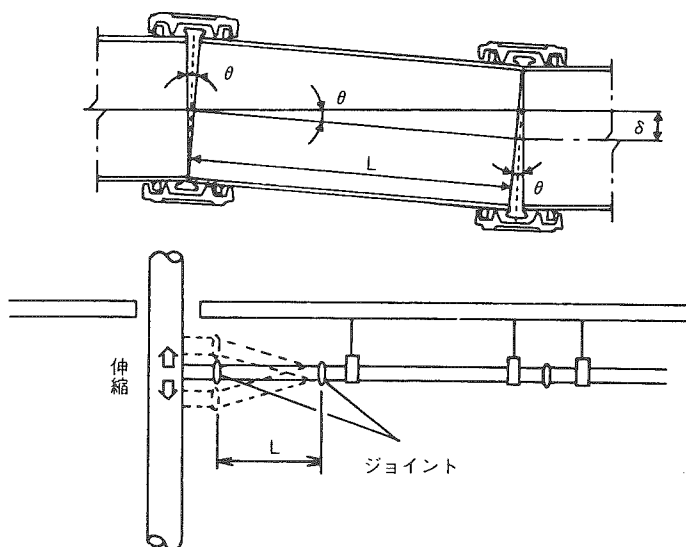


図-3 ヴィクトリックジョイント

③ 継手部

- ・ ヴィクトリックジョイント 口径65A以上
- ・ 管端防蝕継手 口径50A以下

b. 地中配管

- ① 鋼帯がい装ポリエチレン管 (WEET)
- ② 鋳鉄管

3-4. 消防隊専用設備

城内の二の丸には、従来から消防隊専用設備として125㎡貯水槽が設置されており、ここから消防隊のポンプ車により採水して二の丸送水口につなぎ、備前丸放水口から可搬式の放水砲で天守に向け放水できるようにしていた。

この度の事業では、これらの送水口及び放水口を改修し、備前丸には地下式放水砲2門を固定して設置したほか、天守イの渡櫓1階に消防隊突入用の放水口を設けた。また、この二の丸送水口と屋外消火栓系統の消火配管を連結し、さらに本丸ポンプ室内で天守用送

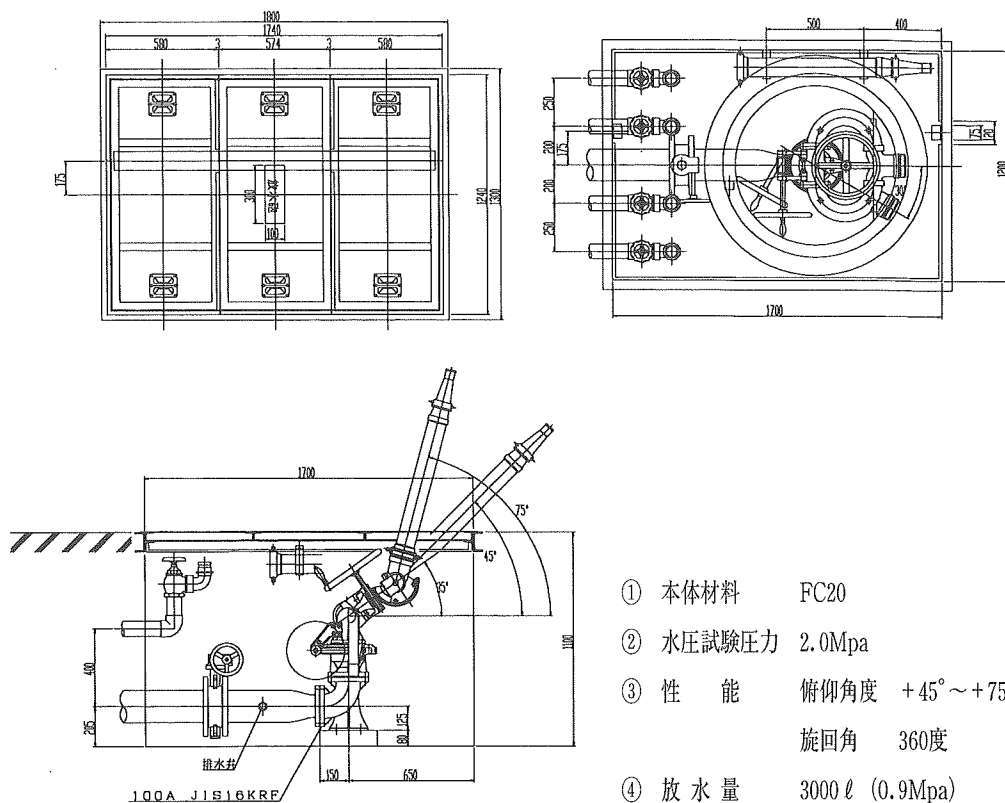


図-4 地下式放水砲

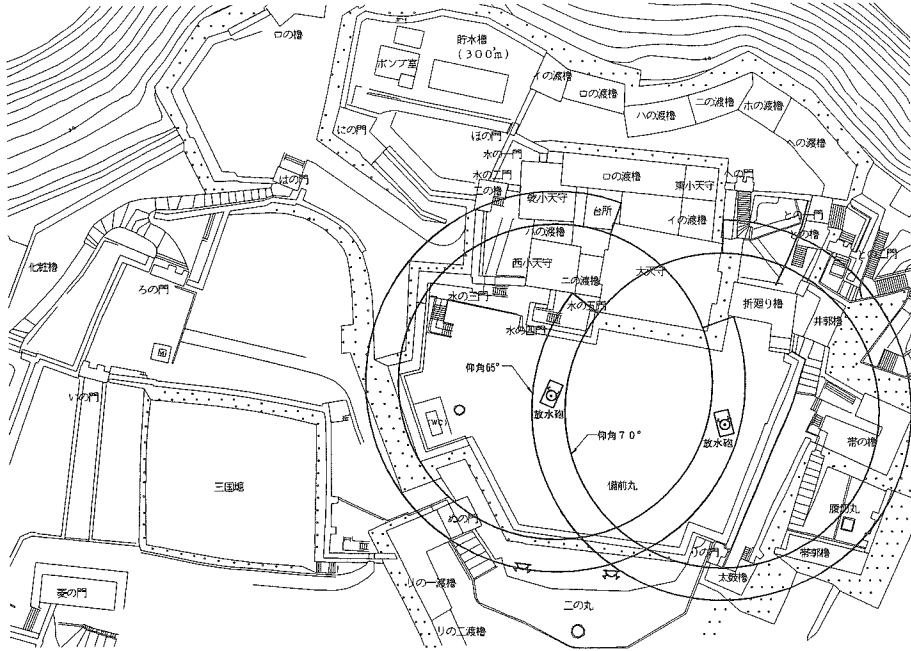


図-5 放水砲設置位置と包括範囲

## ノズル性能曲線

ノズル口径 :  $\phi 40$ (管鎗部整流板入)

放水圧力	0.8MPa	0.9MPa	1.0MPa
放水量	2800L/min	3000L/min	3100L/min

条件: 無風

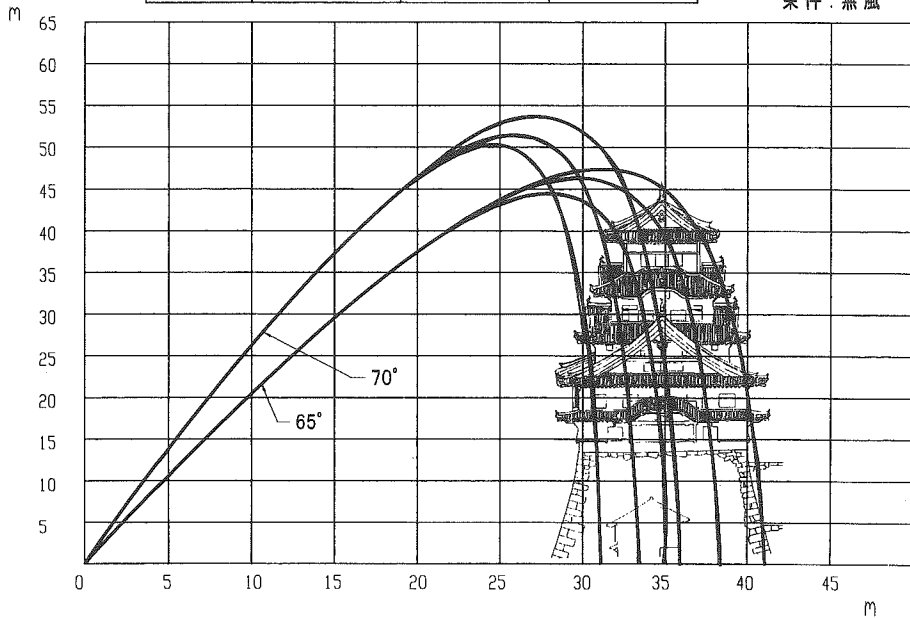


図-6 放水砲の放水曲線

水配管と備前丸・二の丸用送水配管とをバイパス配管でつないで一斉開放弁を設けた。一斉開放弁は二の丸送水口に設けた専用の押し釦によって開くようにした。

このシステムにより、二の丸貯水槽の水を消防隊ポンプ車で採水し加圧送水することによって、消火栓、スプリンクラーを含め城内全域にバックアップ送水できるようになった。なお、城外周の濠の側には従前から送水口が設けてあり、ここに消防隊のポンプ車をつなぐことによって濠の水を二の丸の貯水槽に送れるようになっている。2門の放水砲で、放水曲線のとおり大天守を包括防御する。

### 3-5. 防災集中監視設備

今回の姫路城防災施設事業では、事業の中核施設として防災監視室を設け、火災、防犯その他姫路城の防災に関する全ての設備と情報を一元管理できるようにした。防災監視室は今回の事業にあわせて新たに建設した姫路城防災センター内に一室を設け、内部に複合GR型受信盤、防災グラフィック盤、総合防災監視卓、ITV制御盤その他の防災集中監視設備を設置した。

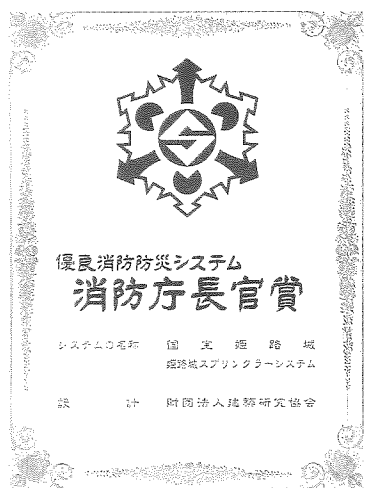
監視室の運用にあたっては、警備職員を24時間常駐で監視にあたらせ、グラフィックパネル及びCRTディスプレイ等により城内の異常を瞬時に把握して緊急かつ的確に対応し、被害を最小限にとどめるようにした。

また、防災センター内の事務室と守衛室及び本丸ポンプ室、西の丸ポンプ室にもR型副受信盤、NS監視盤等を設置し、サブの管理拠点として防災監視室以外の場所でも防災監視ができるようにした。

各管理拠点の役割分担としては、防災監視室は、日常の予防や防災・防犯管理をはじめ城内の防災、防犯情報を総括的に集中管理し、24時間体制で保安要員を配置して火災等の災害時には、消防活動の指揮、指令を行う総括管理拠点とした。監視室と同じ棟にある事務室及び守衛室は、姫路城の日常の管理運営を行う場所であり原則として昼間は常時職員がいることから、火災等の災害時には防災監視室と連携を取り必要に応じて指令及び対処も行う、防災監視室に準ずる管理拠点と位置付けた。また、本丸ポンプ室及び西の丸ポンプ室は、火災等の災害発生時でポンプ操作の必要が生じた場合等には防災監視室と連携して状況に対処する地区管理拠点とした。

### あとがき

国宝姫路城防災施設事業は、国庫補助事業として平成9年より平成14年の6カ年事業として実施した。まずこの事業の実施に先立ち、姫路市関係部局による検討会を設けた。こ



の事業の準備調査として、平成7年に既設防災施設の現状を調査して、この施設の改善計画を策定した。事業の進行にあわせて、姫路城防災設備研究会を設けた。委員会では、姫路城入場者数、城周辺の地質、城周辺の活断層、姫路市の地形及び地質・地震の履歴、姫路市の気候・風水害の履歴等資料をもとに防災上の特徴及び問題点、現状の防災体制から防災の段階別区分とその手段などを委員会で検討を行った。この中で天守閣について火災発生時における煙の流動特性並びに効果的な消防活動及び避難行動の調査研究を姫路城防災設備研究会の委員及び自治省消防庁などの協力を得て

資料をまとめて、平成11年に「世界文化遺産・国宝姫路城防災施設事業への提言」として報告した。その間消防庁に消防防災システム性能評価委員会の審査を申請し、平成9年に評価報告書を受け当該NSスプリンクラーシステムが「十分な防災性能を有する」との評価結果を得た。

以上姫路城防災事業の概ねの経過であるが、今回は防災設備及び消防庁の評価を受けたNSスプリンクラーシステムに関連する部分を本文に掲載した。なお、このシステムで(財)建築研究協会は「平成14年度優良消防システム」として消防庁長官賞をいただいた(写真)。

おわりに、姫路市の関係部局、姫路城防災設備研究会の各位のお名前を記して深甚なる敬意を表したい。

[文化庁建造物課] 亀井伸雄・村上訊一課長 中村雅治・清水真一・益田兼房主任調査官  
林良彦・稲葉信子・大和智調査官 西和彦・田中禎彦技官

[文化庁記念物課] 大木高仁 [姫路市長] 堀川和洋

[姫路城管理事務所] 久保田怜造 小西伸一 大西龍一

[都市局] 野本博 菅井克己 谷口俊夫 上田耕三 小林正治 長谷川徹 松岡秀一  
師田良一 丸尾幸弘

[姫路城防災設備研究会] 伊藤延男日本城郭研究センター名誉館長 室崎益輝神戸大学教授  
狩野久京都橘女子大学教授 山下邦博自治省消防研究所第1研究部長  
長谷見雄二早稲田大学教授 井上隆溥姫路市教育長(～H11年3月)

高岡保宏姫路市教育長(H11年4月～)

[編集] 近藤容併(京都大学大学院地球環境学堂)