

地震火災時における文化財保護について

京都大学大学院

学生員 飯田悠也

京都大学工学研究科

フェロー 土岐憲三

1. はじめに

京都や奈良に代表される古都の文化財は単に日本国民だけのものではなく、今では世界の遺産としても位置づけられている。こうした文化財は先人の数々の努力により、戦火や自然災害から保護されてきたものであり、それを受け継いだ我々も文化財を各種の災害から守り後世に伝えていく義務がある。兵庫県南部地震に際して、京都は震源域から60~70キロも離れているにもかかわらず文化財の防火施設のいくつかが損傷を受けており、より京都に近い地域で地震が起これば、多くの文化財でさらに大きな損傷を被ることが予想される。地震によって建造物などが倒壊しても修復は可能だが、火災によって失われた文化財は、どんな技術をもってしても二度とよみがえらせられないから、地震火災に対する対策がより重要である。現在、多くの文化財に対する防火対策は着実に進められている。しかしながら、それらは通常の火災の備えであり、地震災害が発生した際にその機能を維持していることは期待できない。そこで本研究では多くの文化財を地震時に発生する火災から保護するためのシステムを提案し、その有用性を検証する。

2. 防火システムの検討

地震災害時には既設の水道や電力は使用できない可能性が高い。また同時多発火災が発生し消火することは困難であるので、水幕により延焼を防ぐ方法が有効である¹⁾。これらを考慮して京都市を対象とした防火システムを検討する。琵琶湖疎水を経て流れてくる水は、東山山麓の蹴上にある九条山に着く。京都市内を一望できる高台(標高82m)であるこの地点に貯水池を建設し、ここから京都の重要文化財に向けて管路を埋設しておけば、地震災害時には電力などに頼らない標高差を利用した自然流下式で、かつ琵琶湖疎水は14.3(ton/sec)の水が流れており、そこから取水しているため継続的に水を供給することが可能なシステムを実現することができるはずである。このシステムの実現に向けてまず貯水池から1(ton/sec)の水を流した時の水の到達範囲を調べた。その結果、90(cm)程度の内径の管を用いることにより京都市の大部分に水を供給することができ、九条山の高台に貯水池を設けることは有効であることが分かった。実際に二条城のある地点に100(m)四方の建造物を想定し図1のように2種類の水幕設備を設置することを検討する。水幕ヘッドは標準流量80(l/sec)、標準圧力3(kgf/cm²)とし1(m)間隔で配置する。水幕設備の条件は次式で表される。

$$Z_1 - Z_2 \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

Z_1 :貯水池の標高(m)

Z_2 :水幕設備設置地点の標高(m)

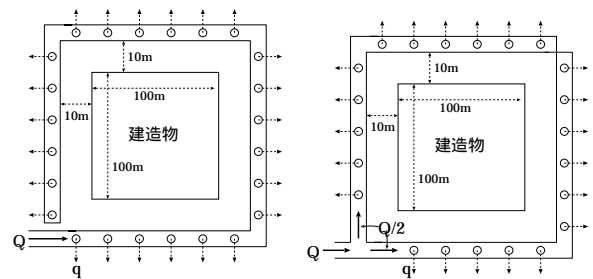
h_1 :貯水池から水幕設備設置地点までの管路の摩擦損失水頭(m)

h_2 :貯水池から水幕設備設置地点までの管路の屈曲による損失水頭(m)

h_3 :水幕設備に用いる管路の摩擦損失水頭(m)

キーワード：地震火災、文化財、水幕設備、防火対策

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5133 FAX 075-762-2005



(a) 1方向流れの場合

(b) 分岐管を用いた場合

図1: 配管図

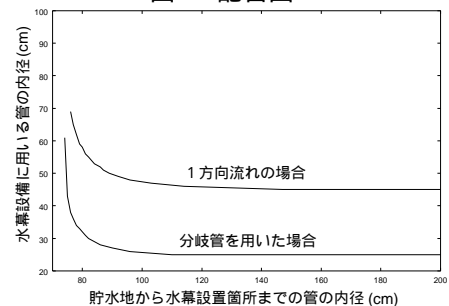


図2: 管の内径の関係

h_4 :水幕設備に用いる管路の分岐による損失水頭 (m)

h_5 :水幕ヘッドの設計圧力換算水頭 (m)

管の内径の関係を図2に示す。分岐管を用いた場合のほうが有効であることが分かる。次により多くの地点を対象として図3のような管路を考え、二条城と西本願寺の他にBC、DF間にそれぞれM、N棟100(m)四方の建造物を想定した時のM、Nの関係を図4に示す。内径1.5(m)以下の管を用いて5棟程度同時に保護することが可能である分かる。また京都市の世界文化遺産、重要文化財について水幕設備の可否を表1、表2に示す。

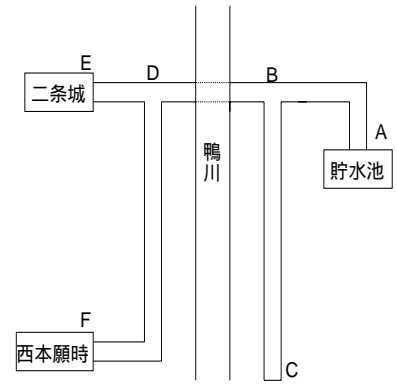
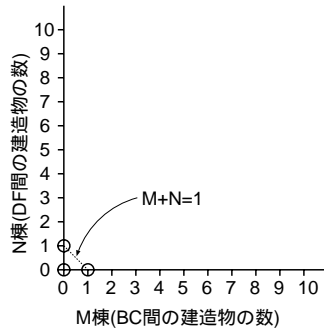


図3: 多くの地点を対象とした配管図

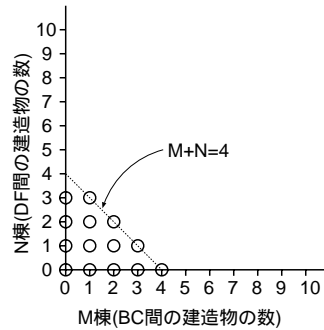
このシステムは広範囲に渡って多くの文化財を保護することができ、地震時の防火システムとしてとても有効であることが証明された。

参考文献: 1) 地震火災から文化財を守る協議会: 地震火災から文化財を守ろう「セットアップ」遍、アドスリー、1999

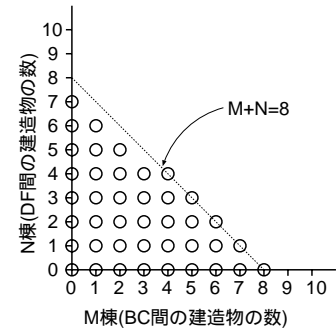
3. 結論



(a) 内径1.2m以下の管で配管した場合



(b) 内径1.5m以下の管で配管した場合



(c) 内径1.8m以下の管で配管した場合

図4: 建造物の棟数の比較

表1: 世界文化遺産

| | 標高 (m) | 距離 (km) | 建物の周囲 (m) | 水幕設備の可否 | 管の内径 (cm) |
|-------|--------|---------|-----------|---------|-----------|
| 上賀茂神社 | 89 | 6.75 | 200 | 否 | |
| 下鴨神社 | 60 | 3.75 | 400 | 否 | |
| 東寺 | 24 | 4.90 | 800 | 可 | 84 以上 |
| 清水寺 | 105 | 2.25 | 600 | 否 | |
| 仁和寺 | 90 | 7.25 | 700 | 否 | |
| 西芳寺 | 48 | 9.75 | 500 | 可 | 121 以上 |
| 天龍寺 | 45 | 10.50 | 600 | 可 | 119 以上 |
| 金閣寺 | 98 | 6.50 | 400 | 否 | |
| 銀閣寺 | 90 | 2.25 | 300 | 否 | |
| 龍安寺 | 90 | 7.00 | 400 | 否 | |
| 西本願寺 | 30 | 3.90 | 800 | 可 | 85 以上 |
| 二条城 | 40 | 3.60 | 400 | 可 | 74 以上 |

表2: 重要文化財

| | 標高 (m) | 距離 (km) | 建物の周囲 (m) | 水幕設備の可否 | 管の内径 (cm) |
|-------|--------|---------|-----------|---------|-----------|
| 聖護院 | 49 | 1.90 | 450 | 可 | 91 以上 |
| 妙法院 | 50 | 2.70 | 450 | 可 | 106 以上 |
| 三十三間堂 | 38 | 3.00 | 400 | 可 | 69 以上 |
| 方広寺 | 40 | 2.65 | 500 | 可 | 75 以上 |
| 東本願寺 | 30 | 3.40 | 1100 | 可 | 92 以上 |
| 御所 | 51 | 6.30 | 1400 | 可 | 191 以上 |
| 渉成園 | 30 | 2.90 | 500 | 可 | 67 以上 |
| 妙心寺 | 55 | 6.30 | 600 | 否 | |
| 知恩院 | 72 | 0.90 | 700 | 否 | |
| 青蓮院 | 72 | 0.75 | 400 | 否 | |
| 八坂神社 | 55 | 1.15 | 600 | 否 | |
| 南禅寺 | 80 | 0.50 | 1300 | 否 | |
| 金地院 | 57 | 0.30 | 300 | 否 | |
| 金戒光明寺 | 72 | 1.40 | 500 | 否 | |
| 真正極楽寺 | 85 | 1.60 | 300 | 否 | |
| 曼殊院 | 140 | 4.00 | 500 | 否 | |
| 北野天満宮 | 70 | 5.50 | 400 | 否 | |