

文化遺産防災技術研究プロジェクト

プロジェクト代表者：衣笠総合研究機構・教授 鈴木 祥之

共同研究者：大窪 健之、金 度源、川合 誠、棚橋 秀光（客員研究員）、
佐藤 英佑（客員研究員）、斎藤 幸雄（斎藤建築構造研究室）、
藤井 義久（京都大学・教授）、藤原 裕子（京都大学・研究員）、
中治 弘行（鳥取環境大学・准教授）、深川 良一、藤本 将光、石田 優子、
平岡 伸隆、吉富 信太、青柳 憲昌、宗本 晋作

【研究計画の概要】

(1) 地域防災情報ネットワークの開発

住宅用火災警報器が感知した火災発生情報を地域全体で共有化を図り、地域住民による初期消火や避難活動に迅速に対応できるよう、情報共有システムの開発を行ってきた。今年度は実用化に伴い社会実験で検証しながら、火災と健康障害以外の発災情報も共有できるよう高機能化を目指す。システム開発に関連して、センサーネットワークや動体の位置推定技術等の無線ネットワーク利用技術の開発を行う。

(2) 高機能型市民消火栓の開発

防災設備の日常時利用の促進は特別なメンテナンスや防災訓練を不要にできる可能性がある。今年度は、これまで実施してきた自在に延長可能なホースの開発と直観的に操作できる回転ドラム型収納箱の試作をふまえ、デザイン面での改善を加えて現場での社会実験を行う。

(3) 伝統木造建築物の耐震改修技術の開発

高山市、与謝野町などの重伝建地区などの伝統木造建築物や明治座、金甚劇場などの地歌舞伎小屋を引き続き調査し、耐震改修法を開発する。高山では、町家の構造形式（特に吹抜空間の梁組の構法）の変遷を明らかにし、また耐震改修法を実務者が実践的に使えるように講習会・セミナーを実施し、耐震改修の促進を図る。

(4) 清水寺、タイ・アユタヤおよび熊野古道における地盤災害調査・観測・変状予測

清水寺に関しては、引き続き重要建造物後背斜面内地下水流動特性の把握、斜面安定性評価のためのモニタリングシステムの開発等を目指す。タイ・アユタヤ、熊野古道に関しては、現地の地盤特性や降雨特性を把握し、それを反映させた地盤変形解析（圧密解析あるいは斜面安定解析）を実施する。また全体の地盤の変形状況を調査する。

(5) 塔状木造建築物の構造特性の解明

三重塔や五重塔などの木造塔状建築物の構造特性をシステム同定手法および3次元立体解析モデルによる応答解析法により明らかにする。

(6) 歴史都市の防災保存計画

高山市の伝統木造建築物（町家2棟）の実測調査を行い、「梁組」構造を含めて建物のもつ文化財としての価値を評価する。

(7) 防災シェルター用切頂二十面体木造ドームの開発と韓国慶州市や羅州市文化遺産の保存と活用

被災時に必要な応急シェルターの開発を行う。どこでも簡単に入手できる木材で、誰でも組

み立てられる切頂二十面体（サッカーボール）型木造ドームを設計し、歴史ある宮古で学生の手で建設し実験を行う。2014年に引き続き、本年度は韓国慶州市や羅州市の文化遺産であるレンガ造建築に焦点を当て、レンガの構造体の補強方法と建物全体の活用を提案する。

【研究成果】

I. 研究成果の概要

歴史的な伝統の技で創出されてきた建造物をはじめとする文化遺産を災害から守るために防災技術の開発を進めた。具体的には、地域防災情報ネットワークの開発、高機能型市民消火栓の開発、伝統木造建築物の耐震改修技術の開発、清水寺、タイ・アユタヤおよび熊野古道における地盤災害調査・観測・変状予測、塔状木造建築物の構造特性の解明、歴史都市の防災保存計画、防災シェルター用切頂二十面体木造ドームの開発と韓国慶州市や羅州市文化遺産の保存と活用に関する研究を行った。

II. 研究成果の詳細

(1) 地域防災情報ネットワークの開発

篠山と美山の重伝建地区をフィールドとして、社会実験によりシステムの開発を進めて、火災や急病の発生情報を誤報による混乱も無く確実にメール伝達できるようにシステムのハードウェア改良に取り組んだ。併せて災害や急病発生時に情報を受信した住民が、どのように行動するべきかを予め相談し、その内容を個人の属性や災害発生場所からの距離に応じて配信するための指針検討を行った。さらに、システムの実用化を完了し、加悦重伝建地区での導入検討のためのワークショップを実施した。

(2) 高機能型市民消火栓の開発

高機能型市民消火栓の基本となるモデルの試作を行った。さらに市民消火栓を散水など日常からも利用しやすくするなど市民消火栓設備の改善へ向けて設計を行い、災害時に訓練をしていなくても誰もが利用可能な環境を作り出すとともに、平常時からの市民による維持管理を可能とするため、初めて利用する場合にも直観的な操作が可能なようにデザイン面での改善を試み、ユーザーによる評価を行った。また、消火活動時のさらなる実効性能の向上を図るために、ノズル付きホースをワンタッチで延長可能なノズル形状の試作や筒先照明装置の実装のための試作開発を行った。

(3) 伝統木造建築物の耐震改修技術の開発

高山市の町家や農家型住宅などの伝統構法木造建築物を対象にした耐震化マニュアルを作成したので、このマニュアルを実務者が実践的に使えるように講習会・セミナーを実施した。また高山町家や農家型住宅の耐震改修を事例的な研究を行った。与謝野町加悦重伝建地区などの伝統構法木造建築物や中津川市加子母の明治座、大垣市上石津町の金甚劇場などの地歌舞伎小屋を引き続き調査し、耐震改修法の開発を進めた。加子母明治座は提案した改修案に基づいて改修工事が行われ、平成 27 年 9 月に工事が完了した。「加子母明治座耐震改修調査研究報告書」を 9 月に刊行した。今後、東濃地方に多く存在する地歌舞伎小屋の改修に役立てる。

(4) 清水寺、タイ・アユタヤおよび熊野古道における地盤災害調査・観測・変状予測

清水寺では、重要建造物後背斜面内地下水流を引き続き調査し、斜面内地下水流動特性を把

握し、斜面安定性評価のためのモニタリングシステムの開発等を行った。

タイ・アユタヤでの調査から、アユタヤ王朝時代（1350-1767）に築かれた仏塔は煉瓦造構造で、その多くで煉瓦間のズレや隙間の他、仏塔自体の傾斜がみられた。仏塔の不同沈下や傾斜には軟弱な地盤や地下水変動、洪水による浸水の影響の可能性があるため、洪水解析を実施し、各対策案の効果を検討した。また、洪水が仏塔傾斜に及ぼす影響を圧密沈下解析により検討した。今後、現地の大学、行政機関と連携して詳細な地盤調査および地下水変動モニタリングを実施し、解析によって仏塔への影響を検討する。

熊野古道に関しては、2011年台風12号が紀伊半島に壊滅的な被害をもたらし、世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」でも熊野本宮大社の冠水、熊野那智大社の部分埋没、熊野古道の崩壊等の深刻な被害が生じたため、被害調査を実施し、原因分析とともに効果的な対策について検討した。熊野古道では伊勢路横垣峠の崩壊が最も大きいですが、被害箇所は中辺路に集中している。各被害の崩壊原因や崩壊時の累積雨量等を整理し、アーカイブ化を進めている。横垣峠では多点雨量観測、地下水変動計測、数値解析による安定性評価等を実施し、熊野古道のハザード評価を多角的側面から検討した。

(5) 塔状木造建築物の構造特性の解明

国内に現存する伝統的木造建築の社寺建築や多層塔等について、近年発生が懸念される大地震に対する安全性評価のために構造特性評価手法を開発した。まず、2棟の重要文化財三重塔の振動計測を実施し、得られた結果の分析と振動計測データに基づいてモデルの質量、剛性、減衰を推定するシステム同定法を提案した。これらの成果を発展させてさらなる伝統木造建築物の振動計測を追加実施しつつ、逆のアプローチとして部材レベルから詳細な立体解析モデルを構築し、同定モデルと詳細モデルの振動特性の整合性を確保することにより、構造特性の評価法の精緻化を目指した。

(6) 歴史都市の防災保存計画

高山市では、城下町の商人町として発達した下二之町大新町および三町の重要伝統的建造物群保存地区の町家など多くの伝統構法木造建築物が現存している。これらは、飛騨高山特有の意匠性や構法的特性を有するので、構造詳細調査とともに歴史・意匠性の調査を実施した。町家の構造形式、特に吹抜空間の梁組の構法の変遷を明らかにした。また、「梁組」構造を含めて建築物のもつ文化財としての価値を評価した。今後、高山町家の耐震改修等とともに歴史都市・高山市の防災保存計画に役立てる。

(7) 防災シェルター用切頂二十面体木造ドームの開発と韓国慶州市や羅州市文化遺産の保存と活用

簡単に入手できる木材を用いて、誰でも組み立てられる切頂二十面体（サッカーボール）型木造ドームを設計し、被災時に必要な応急シェルターとして開発を行った。岩手県宮古市で学生達によって具体的に木造ドームを試作的に建設し、被災時の応急シェルターとして実用化できるのか実験を行った。また、韓国慶州市や羅州市では、文化遺産である煉瓦造建築物に焦点を当て、煉瓦造構造体の構造・耐震補強方法を開発するとともに煉瓦造建築物全体の利用活用を提案した。

Ⅲ. 今後の研究計画・展開

引き続き、上記 7 件の研究課題について継続的に取り組む予定である。