

平成 21 年 6 月 12 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19760437

研究課題名 (和文) 伝統木造建築物保全のための 3 次元情報管理システムの開発研究

研究課題名 (英文) Study on development of 3-D data management system for conserving historic wooden building

研究代表者

下川 雄一 (SHIMOKAWA YUICHI)

金沢工業大学・環境・建築学部・准教授

研究者番号：90308586

研究成果の概要：実際の木造伝統建築の改修工事を事例として、VR (バーチャル・リアリティ) 技術をベースとした 3 次元の部材情報管理システムのプロトタイプを構築した。具体的には、耐震補強部材を含んだ 3 次元の木造軸組モデルと損傷内容や補修内容を含んだデータベースを連動させ、それらを統合的に閲覧・分析できるシステムである。データベースには写真画像も登録でき、インタラクティブ且つビジュアルな保全活動の支援環境となった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,900,000	0	1,900,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	180,000	2,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：防災計画・情報技術

1. 研究開始当初の背景

歴史的建造物の保全活動における記録媒体は紙媒体による 2 次元の図面や文書が使用されるケースが多い。しかし、紙媒体上で蓄積される情報は時間経過に伴ってより細分化・断片化されたものとなっていく、その結果、施設管理上の不都合が生じることが多い。したがって、定期的な点検と地震後の状況記録などを蓄積し、将来的なヘルスマニタリングに柔軟に対応することのできるような情報管理・閲覧のためのシステム技術を構築していくことも重要なテーマとして考えられる。近年、3 次元のデータ構築技術やデータベース管理技術の発達により、3 次元の

仮想空間をインターフェイスとした柔軟な情報蓄積・操作が可能となってきた。筆者はこれまで木造伝統建築を対象とした研究において、その保全に関わる情報を記録する受け皿として 3 次元仮想空間 (VR: バーチャル・リアリティ) による木造軸組を用意し、それをインターフェイスとして個々の部材や接合部の基本情報を対話的に閲覧可能な PC 用システムの開発を進めてきた。一部機能として、部材属性として年代を予め与えておけば、年代毎に該当部材をハイライト表示するような機能も設けていた。しかし、実際の長期運用においては、接合部や部材の基本情報に加え、損傷状況、補修内容、その他

改変履歴等にも対応したより多角的な情報集約、及び定期点検等による継続的なデータ更新、更にはそれらの情報内容や更新履歴に対応した可視化支援機能を多様化させる必要があり、既開発のシステムでは未だ不十分な点が多かった。

2. 研究の目的

本研究においてはユーザーの声にも耳を傾け、上述した既開発システムの問題点を改良しながら、木造伝統建築の長期保全活動を支援する情報管理システムの機能概念を体系化・整理することを目的としている。具体的には、VRによる3次元の木造軸組モデル（個々の部材オブジェクトの集積）を基本として建物各部（特に耐震性能に関わる部材や接合部、補強材など）の情報を多角的にデータベース（DB）に記録していくことのできる仕組み、及びそれらの情報をできる限り木造軸組の3次元モデルを介してビジュアルに参照・閲覧することのできるようなシステムモデルの設計・開発を進めていく。方法として、テストユーザーの意見を整理しながら既開発のシステムを改良することで対応していくものとし、特に研究期間内に下記のような機能概念に対応した要素技術の性能を明らかにする。

3. 研究の方法

ケーススタディを中心に研究を進める。具体的には、研究開始時にはまだ改修工事が実施されていた東本願寺御影堂を対象として、耐震設計を実施した組織設計事務所（日建設計）、施主としての東本願寺御遠忌本部事務室、立命館大学の鈴木祥之教授を中心に組織された耐震調査研究委員会のメンバーと適宜意見交換、情報共有しながら、システムのプロトタイプ開発と評価を行った。

設計事務所からは耐震設計に伴った調査結果（部材の損傷箇所や損傷内容）や耐震補強工事の成果（補修内容や補修仕様）のデータを2次元図面や一覧表として提供してもらい、その内容をシステムに組み込み、円滑な情報参照や検索、およびデータの入力・編集が容易に行えるようなシステムの仕様を検討した。具体的には、耐震補強材も含めた木造軸組の3次元モデルと部材の損傷状況や耐震補強の仕様が含まれたデータベースを双方向に円滑に参照・検索するシステム機能の検討を行った。システムの仕様検討においてはシステム開発コンサルティング会社（三徳商事海外事業部）の協力を得ながら進めた。

4. 研究成果

システムの仕様検討を経て、具体的なプロトタイプシステムの開発を行った。開発は上記のコンサルティング会社へ外部委託する

ことにより実施した。開発した機能の概要を以下に述べる。

(1) 耐震補強材の閲覧

耐震補強材の3次元モデルを既成の3次元の木造軸組モデルに組み込み、種類毎にレイヤーで切り替えて閲覧できる。また、ハイライトも可能である（図1）。

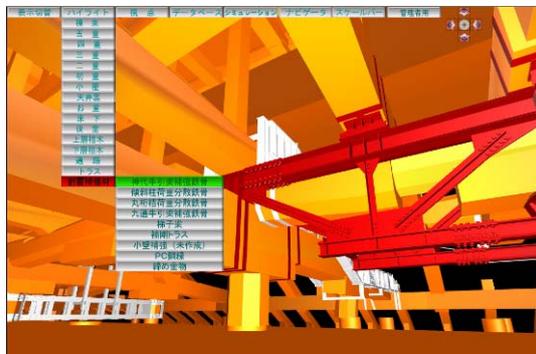


図1 耐震補強材のレイヤー切替イメージ

(2) 部材損傷・補修情報の閲覧

木造軸組部材の損傷内容や補修内容を任意の3次元モデルをクリックして、即座に閲覧できる機能を開発した（図2）。閲覧できる属性項目を以下に示す。

- ・ オブジェクト No.
- ・ 損傷図面・状況番号
- ・ 部材名
- ・ 損傷状況
- ・ 断面寸法（単位：尺、高さ×幅）
- ・ 種材
- ・ 番付（通り芯番号）
- ・ 補修内容
- ・ 補修仕様
- ・ 締め金物（枚数）
- ・ 部材体積
- ・ 部材比重
- ・ 部材重量（体積×比重）
- ・ 部材軸力

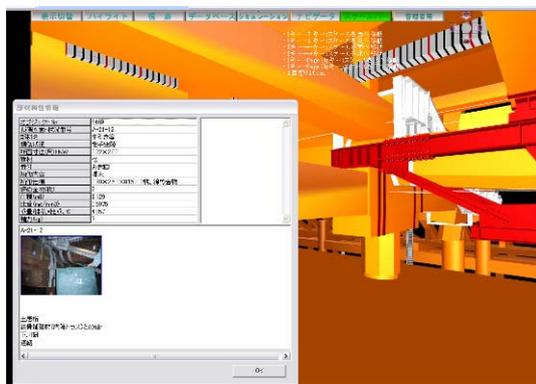


図2 部材情報の閲覧イメージ

システムの仕様開発が主要な目的であるので、全ての属性が網羅的に入力されている

訳ではないが、設計事務所から提供してもらった数百本の部材についてはほぼデータ入力を行っている。

(3) 写真画像のリンク

属性情報として写真画像を含めることもできる。写真画像のデータベースへの組み込みについては、作業効率を鑑みて、写真画像のプロパティに入力した属性情報（対象物名称、コメント、撮影者等）がそのままシステムに吸い上げられるものとした。これにより、調査→写真撮影→写真を見ながらの属性入力→データベース登録のプロセスが効率的に進められるようになった（図3）。



図3 属性情報画面

(4) 損傷内容・補修内容の検索

上記の部材属性の中で特に重要な損傷状況、補修内容、締め金物（枚数）の3つの属性項目について、部材検索機能を開発した（図4、図5）。この機能では、上記3つの属性について任意に検索（AND検索、OR検索も可能）が可能である。例えば、損傷状況として「下端割れ」が見られ、且つ補修内容として「金物補強」をしている箇所の検索などができる。締め金物の枚数検索は、損傷が激しい部材（締め金物の枚数が多い箇所）を検索するのも有効である。図5は検索結果の一例であり、1行に1部材の属性情報が列挙されるようになっている。表示内容は上述した属性項目に対応しており、検索条件に該当した部材群の中で、更に比較・分析を行える。



図4 部材情報検索画面



図5 部材情報検索結果

(5) 検索結果のハイライト・視点移動

部材情報検索によって表示された部材属性リストに対して、行毎に任意の色を与え、3次元モデル上でハイライトすることが可能となっている（図6）。部材が奥にあって位置を把握し易いよう、ハイライトされない部材は自動的に半透明になるよう工夫されている。ハイライト色は部材属性リストで与えた色と対応しており、部材の特性毎にその分布を把握することが可能である。すなわち、建物全体の中のどの辺りに損傷が集中しているか、締め金物などの特定の補修内容がどのような範囲に及んでいるか等を3次元モデルの中で明快に把握することができる。また、必要に応じて任意の単一部材に自動的に視点をジャンプさせることもできる。

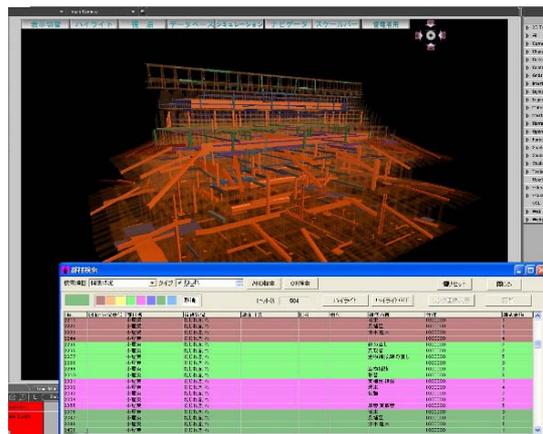


図6 検索された部材のハイライト

(5) まとめ

以上のように、伝統木造建築物を保全するための部材情報管理システムのプロトタイプを構築した。システムはある程度のグラフィック処理性能が高いPC上で円滑に動作させることが可能である。本研究により、3次元モデルと部材属性データベースを円滑に相互参照可能な部材情報管理システムの具体的な機能のイメージを提示したと考えられる。また、中・長期的な建造物の保全活動を進める際の支援システムの一形態としても検討可能であり、今後、多くの木造伝統建築を保全していくための基礎的な研究成

果として有効と思われる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

① 下川雄一、鈴木祥之、須田達、伝統構法木造軸組のCAD図制作、金沢工業大学地域防災環境科学研究所第1回セミナー「伝統構法木造軸組と土壁」、pp.62-67、2009、査読無

〔学会発表〕(計1件)

① 下川雄一、鈴木祥之、須田達、レーザー計測に基づいた伝統木造建築物のCADデータ作成手法、歴史都市防災論文集Vol.3、掲載確定、2009、査読有

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下川雄一 (SHIMOKAWA YUICHI)

金沢工業大学・環境・建築学部・准教授

研究者番号：90308586

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし