

地震時の室内被害による建物機能損失に関する実験的研究

その 9 室内被災状況のモニタリングとシミュレーション(360 度映像の活用)

正会員	○倉田和己*1	同	松下卓矢*2	同	飛田 潤*3	同	護 雅史*4
同	福和伸夫*5	同	長江拓也*6	同	吉澤睦博*6		

実大振動実験	強震記録	モニタリング
360 度映像	シミュレーション	ヘッドマウントディスプレイ

1. はじめに

本論では一連の実大振動実験においてその成果を社会に具体的に還元し、切迫する巨大地震による災害を出来る限り減ずることを目的とした、実験データ活用のための検討と開発について述べる。(その 8) までと同様の試験体において、強震記録と加振時の室内映像を連携して利用できることを念頭にモニタリング体制を構築し、データの具体的な活用方法の仕組みを開発した。

従来、強震記録と室内映像は別々の目的で収録・利用されていたが、それらを連携して用いることを念頭にデータ収録から最終的な利用方法までを一貫して計画することで、これまでにない検討や表現が可能になると考えている。例えば、実際の家具の挙動を確認しながら 3D による室内応答シミュレーションでの揺れの再現度を高めていく試みが可能になる。またシミュレーションと実際の映像の両面において、地震時の室内応答をリアルに表示する方法を開発することで、揺れの現象そのもののイメージを喚起し減災対策につなげることを最終的な目標としている。

2. 3D ビデオカメラを用いた映像撮影の検討

室内映像を記録・再現する上で、近年急速に発達している 3D 映像装置を用いることを検討した。

撮影は 3D レンズユニットと対応するデジタルハイビジョンビデオカメラを用いた。3D レンズユニットから得られた右目用・左目用データをそれぞれ水平方向 1/2 に圧縮し、左右に並べて 1 フレームに記録する。再生時は左右のデータを別々に取り出し、水平方向に 2 倍に引き伸ばした上で交互に表示する(サイドバイサイド方式)ことで、3D を再現する。3D データのサンプルを図 1 に示す。

再生装置としては、秒間 120 フレームのフル HD 解像度再生に対応した液晶モニタを検討に用いた。モニタ付属の 3D メガネはモニタの表示に同期して左右のレンズを交互にマスクする(アクティブシャッター方式)ことで、右目用データを右目に、左目用データを左目に届けることができる。

データのテスト収録と再生の結果、3D レンズユニットは 3D 効果を得られる被写体までの距離が 1.2m~4m 程度であり、奥行きのあるシーン全景で 3D 効果を得るのが難しい事がわかった。また、レンズ自体の焦点距離が比較的長く、引きの取れない環境では自由な設置が難しい。また 3D 液晶モニタはその仕様上高いグラフィック性能が必要であり、安価な PC との組み合わせは現状では制限があることもわかった。適切に撮影されたデータを再生した場合は高い表現力があると感じられるが、3D の見え方には個人差が大きいことも判明した。

3. 地震時室内 360 度映像の収録

実際の映像収録に際しては別のアプローチを併せて試みた。以下では撮影地点を中心に 360 度全方位の映像を撮影できるシステムと、その活用例を示す。

ベースとなるのは動画撮影可能なデジタル一眼レフカメラと、360 度(パノラマ)撮影に対応した特殊レンズである。音声収録はデジタル一眼レフ内蔵のマイクを用いる。水平方向 360 度全周の映像を収録するため、大型の自由雲台を装着した三脚を用いてデジタル一眼レフを鉛直上向きに正確に設置した。このとき揺れによる映像の乱れと機材の破損を防ぐため、住宅用耐震金物・耐震ゲルマット・タイラップを組み合わせ十分に固定した。

実験中は機器を直接操作することが出来ないため、遠隔操作可能なシステムを構築した。デジタル一眼レフをノート PC と USB で接続し、ノート PC から設定変更と録画の開始・停止を行えるようにした。さらにデジタル一眼レフが接続された PC と遠隔操作 PC の両方を VNC サーバ・クライアントソフトで接続し、無線 LAN 経由で操作できるように設定した。実際の設置環境におけるシステム全体像を図 2 に示す。

設置は図 3 のように行った。オフィス空間のほぼ中央に 360 度映像収録システムを配置し、空間全体の揺れの様子を記録できるようにした。また躯体の両端に 3ch センサーを配置し、ねじれ成分を含めた揺れのデータを収録できるようにした。なおこの仕組みは動画だけでなく静

止面の撮影にも活用しており、狭い室内に多数の家具が配置された実験建屋内部の状況を、通常のカメラを用いるよりもずっと正確に記録することが可能となった。

4. 360 度映像を用いた室内応答体感環境の構築

収録した 360 度映像データを活用した室内応答体感環境を構築した。収録したままの状態のデータは図 4 のようなドーナツ形状の映像である。ただし動画の場合、フル HD フォーマットだと縦横比の関係でドーナツの上下がややカットされる。これをパノラマ状に展開し、最終的に図 5 のような 1920×352 ピクセル/秒間 30 フレームのパノラマ動画を得た。動画の左右両端は連結するようになっている。



図 1 3D 映像データ



図 4 360 度映像データ



図 2 室内映像収録システム

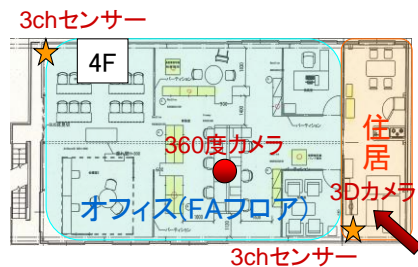


図 3 映像収録システム等配置図

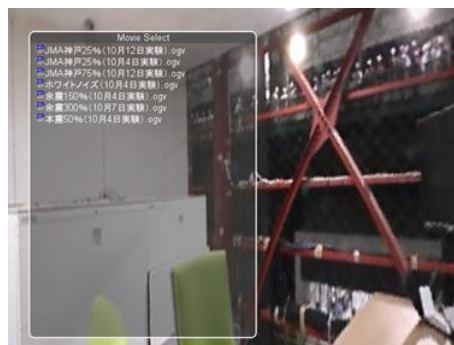


図 6 全方位閲覧ソフト画面



図 7 HMD と画面の連動の様子



図 5 展開したパノラマ映像データ

このデータをシミュレーションソフトにおける 3D 空間上の半球体モデル内面に貼り付け、視点を半球体の中心に置いて 360 度全方位を自由に見渡せるような閲覧ソフトを開発した。閲覧ソフトで動画を再生している画面を図 6 に示す。画面をマウスでドラッグ、またキーボードのカーソル操作により、動画を再生しながら向いている方向を 360 度自由に移動させることができる。またキーボードの L キーを入力するか、画面左上にマウスカーソルを持っていくことで、動画データの選択画面を表示させることができる。

さらに、閲覧ソフトはヘッドマウントディスプレイでの再生にも対応している。ヘッドマウントディスプレイに加速度センサーを組み合わせることで、利用者の向いている方向に動画を自動的に追従させることができる(図 7)。これにより、実際の地震時室内環境を、没入感を持って体感することができる。

5. まとめ

360 度全方位の地震時室内映像収録と応答体感環境の構築を行った。続く(その 10)での検討も含め、強震記録と室内映像の統合的な利用を前提にモニタリングを行うことで、映像を元にしたシミュレーションの検証や映像表現の高度化などが可能になり、より高い啓発効果のある表現が可能になると考えている。

*1 名古屋大学防災連携研究センター 助教

*2 名古屋大学大学院環境学研究科

*3 名古屋大学災害対策室 教授・工博

*4 名古屋大学防災連携研究センター 准教授・博士(工学)

*5 名古屋大学防災連携研究センター 教授・工博

*6 防災科学技術研究所・博士(工学)

*1 Assistant Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ.

*2 Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

*3 Disaster Management Office, Nagoya Univ., Dr.Eng..

*4 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*5 Assoc. Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*6 NIED, Dr. Eng.