

人間系（避難行動）における活用方策の提案 その1．システムの全体像と死者回避のための住家構造健全性モニタリング

Development of active evacuation system in individual household using earthquake early warning Part 1. Outline of the system

岡田 成幸 [1]; 中嶋 唯貴 [2]

Shigeyuki Okada[1]; Tadayoshi Nakashima[2]

[1] 名工大; [2] 名工大

[1] NITECH; [2] Graduate School of Engineering

,Nagoya Institute of Technology.

1．目的

緊急地震速報の活用法については、気象庁の緊急地震速報検討委員会で審議されてきており、その内容は「緊急地震速報の本運用開始に係る検討会（第7回）」の最終報告（案）に詳しい。内容を抜粋すると、2種の活用法が検討されており、鉄道やエレベータ等の施設の緊急停止に代表される「制御系における活用」については高く評価されており早期運用を強く示唆する一方、避難を目的とする「人間系（避難行動）における活用」については特別な活用法は提案されておらず、残念ながら、広く一般国民へ情報提供するには周知・啓発が十分ではなく時期尚早との判断に留まっている。

「制御系における活用」については、緊急地震速報としての情報を機械が自動で判断（意思決定）し装置をシャットダウンする具体的システムとしての提案があるのに対し、「人間系」については、提供された情報を住民それぞれが判断することを前提とした議論しかなく、活用法が熟成されていない。住民の避難行動の意思決定がシステム化されるなら活用法は具体的に見えてくるはずである。本研究は以上の現状認識の下、人間系における活用法を開拓すべく、最新モニタリング技術に連動させ一般住民の地震時の避難誘導を支援するシステムの可能性を検討するものである。

2．モニタリングシステムの全体概要

本システムは、地震で住家が倒壊することによる死者の発生と、倒壊しないまでも室内が家具転倒等により散乱し負傷すること、その2つを防ぐためのモニタリングシステムである。建物の微小振動を高感度地震計により常時測定し、その揺れから住家のもつ構造耐震性能を耐震評点（耐震診断値と等価）で指標化し、緊急地震速報の震度情報で建物被害状態を即時評価しかつ死者発生可能性を住人に告知同報する機能と、室内を常時ビデオカメラで映像として取得し、画像処理により家具と住人の位置関係を情報化し、緊急地震速報の震度情報で室内の家具転倒状況を即時評価しかつ住人を安全空間に誘導する機能を本システムは兼ね備えている。前者を構造健全性モニタリングとしその1で、後者を室内安全性モニタリングとしその2で発表する。

被災時に住家と室内のモニタリングをする前に、事前に世帯自体（住家構造と室内空間）がある程度の安全ポテンシャルを有している必要がある。それは「診断」により確認できるが、本システムは被災時のモニタリング機能を持つと同時に、現状の住家の耐震性及び室内の家具配置の危険性を診断する機能を併せ持っている。診断結果より構造的に脆弱な場合は耐震補強を示唆するし、また室内の地震時散乱状態を事前にシミュレーションし負傷程度とその発生可能性を知ることができる。本システムはこのような事前対策としての活用も可能であり、かつ地震時には予想震度情報により建物外への待避指示とその待避ルート、また倒壊の可能性が低い場合は、家具転倒による負傷危険領域にいる住人に安全領域への移動を音声により促してくれる。

3．構造健全性モニタリング

木質構造は構法のフレキシビリティが高く、その構造的強度評価を難しくさせているが、国交省監修の耐震評点は行政の住宅耐震化対策においてオーソライズされてきている。本研究は、建物の現状における健全性評価に耐震評点を用いることを検討し、さらに常時監視に発展させる道を探る。まず、耐震評点と高い相関が指摘されている固有周期に加え、建物応答に強い影響を与える減衰定数、建物の揺れの複雑性を示すカオス度の3指標を耐震特性値として整理した。次いで、建物モデル化に微動を用いたシステム同定法を応用することにより、精密診断法として提案されている時刻歴応答計算による方法に準拠しつつ、かつ現状の耐震評点を微動解析から常に追跡できる評価法を提案し、この結果との比較により微動から求めた耐震評点で建物の構造健全性の評価可能性の検討を行った。さらに解体中の実在住宅を模擬的な大損傷家屋とみなし、本手法を適用することで微動による損傷度評価の可能性を探ると共に、建物構造健全性劣化の長期モニタリングの有効性を検討し、良好な結果を得た。

加えて、耐震評点と地震動入力（震度）を既知とする建物損傷度関数を用い建物の被害程度を損傷度で評価し、兵庫県南部地震のデータより建物損傷度と死亡率との関係を導いた棟死亡率関数を導入して、与震度に対する対象住家の死亡者数予測式を求め、システムに組み込む。

本システムにより、対象住家の構造健全性が常時モニタリングされると共に、地震発生時には緊急地震速報からの震度情報を基に住家の被害状態及び死者発生可能性を瞬時に評価し、建物外への緊急避難の必要性の有無を流す。待避の必要なしとの情報は住人にとり安心情報になる。そして室内空間の安全性を走査する次のステップ（本論、その2）に移行する。