

電話線ネットワークを用いた住宅倒壊検知

鈴木崇伸¹, 伯野元彦²

¹正会員 博(工) 東洋大学助教授 工学部環境建設学科(〒350-8585 川越市鯨井2100)

²フェロー 工博 東洋大学教授 工学部環境建設学科(〒350-8585 川越市鯨井2100)

本研究では、電話線被害と住宅被害の関連性に注目して、住宅被害を災害直後に検知するシステムについて提案する。高度情報社会といわれるようになって久しいが、日本のほとんどの家庭に電話は普及しており、電話会社の交換機と家庭内端末は通信線で結ばれている。住宅が大きく傾けば、通信線は引き込み部で断線して、断線情報は電話会社で把握することができる。電話会社で収集可能な回線被害情報は、住宅被害をおおむねとらえた情報と考えられ、行政の防災システムに組み込むことにより、住宅倒壊を即時検知でき、110、119通報できない状況の被災者の救出に役立つものと考えられる。あわせて、災害時の情報流通の課題を踏まえて、災害情報ハイウェイに関する提案も行っている。

Keywords: house damage detecting system, damage of telephone line, integrated damage information system

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では10万棟もの家屋被害が生じ、倒壊家屋の下敷きになるなどして多くの人命が失われた。緊急対応の問題など議論は多いが、被害の特徴は震度Ⅶの激震ゾーンに集中した同時多発の家屋倒壊が即座に検知できなかった点にあると考える。被害をいかに把握するかは重要な課題であるが、防災担当部署の巡回調査、ヘリコプタなどによる空からの調査や、高密度の地震観測ネットワークによる被害集中地域の特定などを計画しているところが多い。

本研究ではライフライン企業が有する災害情報を活用する方策を検討する。その中でも電話会社のもつアクセス設備の被害情報に注目して住宅倒壊検知ができないかを検討した。住宅が大きく傾けば、通信線は引き込み部で断線して、断線情報は電話会社で把握することができる。電話会社で収集可能な回線被害情報は、住宅被害をおおむねとらえた情報と考えられ、行政の防災システムに組み込むことにより、住宅倒壊を即時検知に役立てられると考える。

2. ライフライン企業の被害情報

都市部においてライフライン企業の提供する日常サー

ビスは必要不可欠であり、そのネットワークは都市全体を覆っている。ひとたび住宅被害が発生するような地震が起これば、ネットワーク内の弱点部で被害を生じ、サービスが停止しやすいことが知られている。

ライフラインのネットワークと各戸の接続部の信頼性は住宅の耐震性に依存していると考えられ、住宅が倒壊するほどの変形をすれば、ガス管、水道管、電力線、電話線も被害を受けることになる。これらの被害情報は地震発生直後から各企業体の防災担当班により集められ、即座に復旧作業が始められる。ライフライン企業の集めた情報を共有することの重要性は以前から指摘されており、兵庫県南部地震以降も防災システムへの組み込みが検討されている。

表-1 にライフライン企業が有する主な災害情報をあげている。電話のふくそうや停電の影響は広範囲にわたるために、特定地区の抽出には向かないと考えられる。また断水やガス漏れは利用者からの通報による情報であり、即時の情報とはなりにくい。

さてライフラインの被害情報を収集する方法として3つが考えられる。一つ目は電話による通報であり、被害発見者からの情報がデータベース化されていく。二つ目は、巡回班による調査であり、三つ目は遠隔監視によるネットワーク故障の発見である。都市内の広い範囲にわたってネットワークが展開され、大規模化、複雑化して

くると、故障箇所の発見にも手間がかかる。そこで適当な箇所にセンサを配置してセンタ側から自動検知できるシステムづくりが進められている。基幹ネットワークにおける水圧、ガス圧、電圧の変化の情報は遠隔監視されている場合が多い。しかしながら各家庭までの状況については情報ネットワークがおいつかず、遠隔で検知することはできないのが現状であろう。一方で電話ネットワークはいわば情報ネットワークが各家庭まで達していることになり、被害情報の発信なども電話を用いて行われる。これまでの報告でも述べているように、電話線の断線情報（回線試験の結果）は電話会社が通常の保守作業で集めているものである。この電話線をセンサがわりにした家屋被害情報の収集と活用について考えてみる。

表-1 ライフライン企業の災害情報

電話	・ 電話線の断線 ・ 電話のふくそう
電気	・ 停電 ・ 電線の断線
ガス	・ ガス漏れ（ガス管被害） ・ マイコンメーター（簡易地震計） ・ 自社の地震計ネットワーク
水道	・ 断水（水道管被害）

3. 家屋被害情報と電話被害情報

(1) 電話線の被害形態

住宅地域では通常、電話ケーブルは電柱で支持する方法で各家庭まで分配されている。最寄りの電柱から分岐されたケーブルは家屋に設けられた保安器のところで固定され、宅内配線につながれている。電柱から保安器までのケーブルはゆるみをもって張られているものの、家屋が大きく変形して引っ張られれば、簡単に切れてしまう構造である。

交換機から各住宅までのケーブルが切断されるには3つのケースが考えられる。一つ目は電話会社のビルをでて電柱で立ち上がるまでの地下区間で被災するケースであるが、兵庫県南部地震の震度階Ⅶのエリアを含む神戸市東部で1%たらずの被災率であり、住宅被害と比べるとかなり小さな値となっている。二つ目は電柱で支持された区間で被災するケースであるが、神戸市東部の被災率は約7%であった。被害の要因としては住宅倒壊に

巻き込まれたり、火災の影響が挙げられている。電柱区間で被災する場合、周辺のビル、家屋の被害のかなり大きいと考えられる。三つ目が、住宅への引き込み部分あるいは宅内の被害であるが、これについては分計したデータは公表されてはいない。3つの要因が重なり合って阪神地区で19万3千回線が不通になったと報告されている。なお停電の影響による交換機の故障では29万5千回線が使用できなくなっている。

(2) 被害件数の比較

次に表-2 に宮城県沖地震以降の主な都市別の電話回線被害と住宅被害を対比した結果を示している。住宅被害率は（全壊+半壊）世帯数をもとに計算しており、回線被害率はNTTの被害報告書から計算している。また兵庫県南部地震では支店ごとの回線被害は報告されておらず、阪神地区8支店の平均である。住宅被害のカウント方法や電話回線被害の3つの要因の区分などに課題は残るが、液状化現象により大きな被害がでた能代市を除いて概ねオーダーが一致することがわかる。電話被害の状況は先に述べた兵庫県南部地震の状況と概ね同様であり、電柱に支持された架空ケーブルと引き込み部となっている。より詳細な分析が必要とされるが、住宅被害と電話被害の相関性は高いと考えられ、電話回線被害から住宅被害を即座に検知できる可能性は十分有ると考えられる。

表-2 電話線被害と住宅被害の関係

地震	都市	震度	回線被害率(%)	住宅被害率(%)
宮城県沖	仙台市	V	0.5	1.79
	塩釜市	V	0.3	0.49
	石巻市	V	0.7	1.07
日本海中部	能代市	V	0.71	6.5
千葉県東方沖	千葉市	IV	0	0
釧路沖	釧路市	VI	0.48	0.32
北海道南西	函館市	V	0.67	0
北海道東方沖	釧路市	V	0.01	0
三陸はるか沖	八戸市	V	0	0.03
兵庫県南部	神戸市	VI~VII	10	43
	西宮市	VI~VII（阪神地区の平均）		40

(3) 電話線引き込み部の破断実験

電話線を用いた住宅倒壊検知においてセンサー部の役割をはたす住宅との接続点（引き込み部）の強度試験を行った。図-1 に鳥取県西部地震における日野町内の住宅

被害の写真を示す。電話線はとりはずされているが、写真中央付近の保安器とよばれる装置がネットワークと住宅の接続点となる。この部分の引張り強度を測定するのが実験の目的である。

実験は図-2 に示す構成で行っている。住宅の柱に用いられる杉材を1mに切断し、片端を回転自由なヒンジ端とし、片端を油圧ジャッキに固定した。角材にはネジ止めで保安器とトメ金具を取り付け、屋外線を取り付けて、屋外線の端を固定した。ジャッキ取り付けの都合上、実際には90°回転させて、上向きに荷重をかけて実験を行っている。測定項目は、荷重P、保安器部分の変位 δ と、損傷の進行具合の観察である。実験の様子を図-3 に示している。屋外線に引張られて保安器が外れた様子を示している。

実験は全部で20 ケース行っているが、図-4 に実験結果の一例を示している。荷重は油圧ジャッキ位置での荷重を用いている。荷重の増加に伴って、変位は急激に増加し始め、最終的に電話線が切れた実験ケースである。荷重と変位の関係はおよそ似通った変化となっており、30cm 程度の変位が加われば保安器は外れ、接続点が断線することが確認された。

実際の住宅との接続点では、電柱から住宅までの引き込み長さがあり、また多少のゆるみをもって配線されている。そのため上記の変位量にワイヤの伸び量とゆるみ長さを加えた量が、断線時の住宅の変位量と考えられる。電話線引き込み部の断線は、住宅の倒壊を意味すると考えられる。

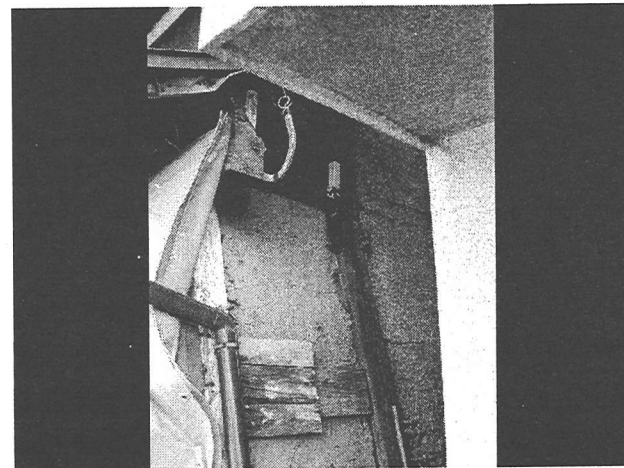


図-1 鳥取県日野町内の住宅被害

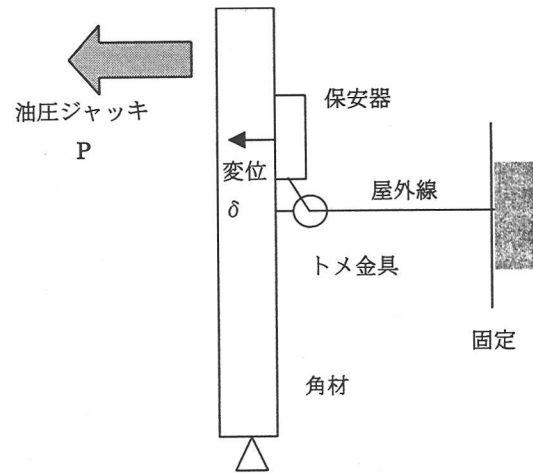


図-2 実験の概要

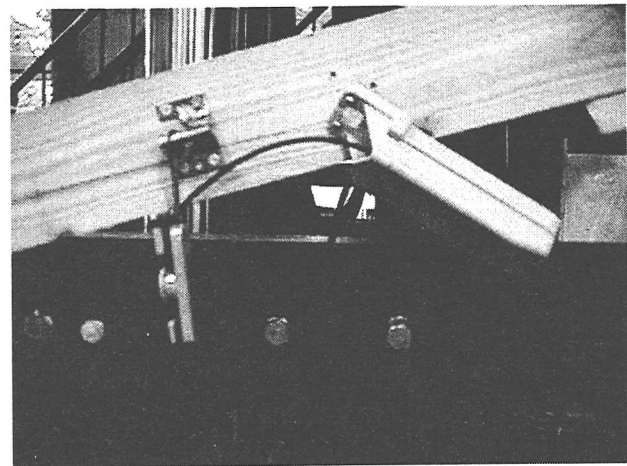


図-3 実験状況の写真

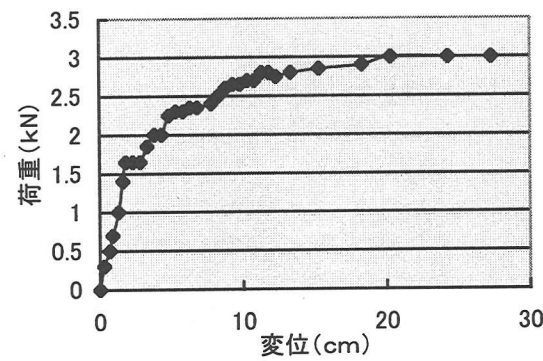


図-4 引き込み部の変形特性

4. 被害情報の活用

住宅倒壊を即時に検知するのももう一つ重要なのは、被害情報を共有するシステムづくりである。電話回線の被害と住宅被害の因果性が証明されたとしても、電話被害はそれを管理する電話会社の情報であり、情報を共有するしくみなしには役立てられない。110、119番

通報に準ずる形で住宅倒壊が検知された地区に救助派遣されなくては意味をなさない。市役所、県庁などの防災部署や警察、消防などの情報に加えて、ライフライン企業の停電、ガス供給停止、断水、電話不通などの情報や、マスコミ情報を体系化して共有する中で、検知した住宅倒壊情報も意味をもってくる。いろいろな情報が錯綜して緊迫した状況では、他機関の情報は参考程度となり、十分活用できない可能性が高いからである。

被害情報の活用において留意すべきは、被害情報を共有しなくてはならないような災害の場合には、電話やFAXが思うようにつながらない点である。災害時には電話の利用が急増して設計容量を大きく超え、通話が制限されてしまう電話のふくそうが起りやすく、また災害当事者は情報連絡以外にも忙しいためである。

また最近では携帯電話やインターネットなど新しい通信メディアの普及が著しい。しかし災害時の活用を考えると、利用者が急増して情報流通に支障がでる点は電話ネットワークと同じと考えられ、携帯電話やインターネットが一般の電話やFAXの代替手段になるとは考えにくい。

一機関内のやりとりならば、専用線ネットワークをつくっておけば十分であろうが、複数機関となると費用負担などいろいろな問題が生じてくる。そこで「災害情報ハイウェイ」なる防災機関共有の情報インフラを構築する案が考えられる。図-5にそのイメージ図を示しているが、行政機関、ライフライン企業などの緊急出動部署と管理機関、さらに報道機関までを含めて一体の通信システムでカバーする。各機関の情報端末を専用の高速回線で接続して、共有すべき情報は共有するシステムである。大容量で地震など災害時にも十分な信頼性をもつネットワークをインフラに、情報の流通チャンネルやフォーマットをルール化して、情報の発信と受信を効率よく行えるシステムの実現は、現在の先端技術の組み合わせ

で十分可能であろう。同一機関内の情報流通と外部との流通などセキュリティの問題が解決されれば、各機関の防災システムを統合する総合ネットワークに発展させられる。

5. おわりに

本稿では各家庭まで配線された電話線を住宅倒壊センサとして利用する方法の基礎的検討とその情報を活用する上での課題について述べている。電話線の断線情報は、住宅の大被害と密接に関連している点と、災害後に遠隔ですぐに検知できる点で最も有用と考えられる。被害情報を活用するルールもあわせて、研究をさらに進める予定である。

参考文献

- 1) 鈴木，災害情報ハイウェイの提案，土木学会第53回年次学術講演会，1998
- 2) 鈴木，住宅倒壊即時検知システムの提案，第3回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集，1998
- 3) 鈴木，電話線を用いた住宅倒壊即時検知システムの提案，第2回リアルタイム地震防災シンポジウム論文集，2000

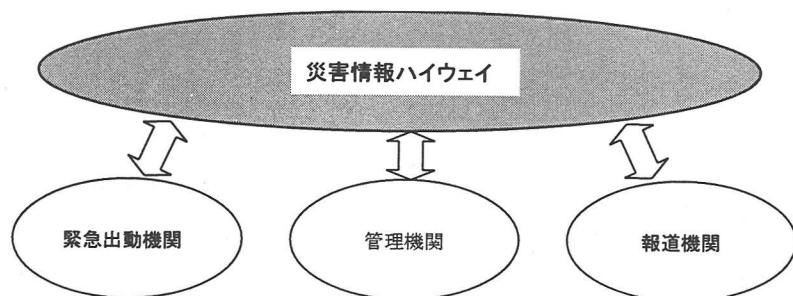


図5 災害情報ハイウェイのイメージ