

神戸大学工学部 フェロー

高田 至郎

神戸大学大学院 学生員

○ 鉄田 泰子

## 1. 目的

将来に起こりうる巨大地震に対する防災対策として、人的被害の低減が求められている。そこで、兵庫県南部地震の人的被害では、建物の倒壊などによる圧死のケースが多く見受けられたので、建物倒壊による人的被害の分析を行い、この要因における人的被害予測式の提案を行う。

## 2. 方針

地震時における人的被害とは、単に建物被害と人的被害との関係のみでは表すことが出来ない。それは、人的被害の発生には地震が発生してからいくつかのプロセスを経て人的被害に至るという一連のプロセスが重要であるからである。そこで、図.1 のように大きく 3 段階のプロセスを設定し各プロセスにおいてそれぞれ分析を行い、最終的に一連のプロセスとしてつなぎ合わせることで人的被害の予測方法とする。以下のように各プロセスの設定を行った。

プロセス①：地震動強さと建物被害

プロセス②：建物被害と人的被害

プロセス③：他に影響する要因と人的被害

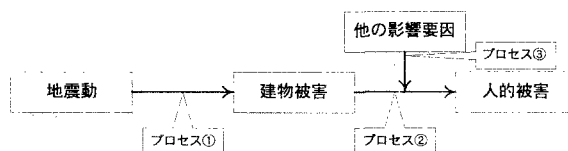


図.1 人的被害のプロセス

## 3. 各プロセスの諸分析

各プロセス毎に分析結果を以下に示す。

### プロセス①：地震動強さと建物被害

地震動強さと建物被害の関係については、岡田ら<sup>(1)</sup>のバルナラビリティ関数の概念を考察として地震動強さと建物の被害率には正規分布関数の関係があると仮定し、神戸市 6 区（東灘、灘、兵庫、長田、中央、須磨区の以上 6 区）の各町丁目データについて回帰分析を行った。地震動強さの説明変量には形状補間法によって算出された推定最大加速度を、また目的変量の建物被害率には神戸大学工学部・土木系教室・兵庫県南部地震調査団がとりまとめた被害調査結果に基づき、全壊と半壊の半数を被害棟数として木造、非木造の構造別に回帰式の算出を行った（図.2）。

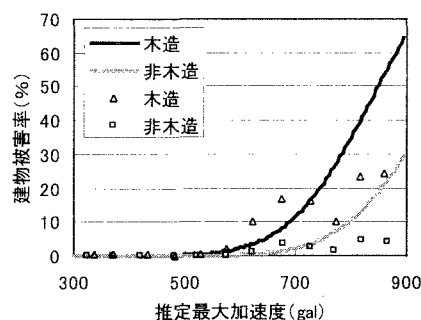


図.2 最大加速度と建物被害率

### プロセス②：建物被害と人的被害

人的被害の内、死者に関しては各町丁目での死者を夜間人口で除したものを死者率（人/千人）として、先述した建物被害率の関係について回帰分析を行った。また、負傷者に関しては、一般に負傷程度など定義によって負傷者には詳細には拘めない。そこで、地震後に行われた本研究室でのアンケート調査の結果を用い負傷程度に関わらず地震後に治療を行った回答者の比率を負傷者率（人/千人）と定め、町単位で回帰分析を行った。負傷者の建物被害は罹災証明で査定されたもので、先の建物被害率とはおよそ罹災全壊率に 0.7 を乗じたものの関係が見られるので、これをアンケートによる建物被害率とした。

ここで、図.3 と図.4 を比較すると、死者のグラフでは建物被害率が 50% 程度までは、死者率とは直線回帰であると考えられるが、50% と超えたところから急に死者率が高くなっていく。一方、負傷者のグラフでは、始めはある一定の比例関係であったものが、建物被害率が 40% を超えた所から徐々に緩やかな勾配になってくる。この二つの説明変量は全く同じものではないが、建物被害率がある程度より大きく

なるとそれまで一定の関係であったものから徐々に変化し、負傷者が減り死者が増えてくる傾向がある。これは、一棟の建物被害の関係ではなくある被災地域において建物の被害程度が大きくなるほど負傷者が死者に移り変わっていくことを示していると考えられる。

### プロセス③：他の影響要因と人的被害

人的被害は建物の倒壊のみの影響だけではなく、被害を受ける側にもいくつか影響する要因が考えられる。これらを二つに大別すると、一つ目として人がもともと備えている被害の受け易さやある予測時間での屋内在宅率率など、ある程度把握可能な要因がある。もう一つは地震発生後の対処の方法によって影響するもので、いかに避難できるか、いかに生き埋めになった人を救出し、ケアできるかという避難能力、救出能力が影響してくると考えられる。先の地震においても直接死の6割は瞬時に亡くなったと見られる<sup>(2)</sup>が、残り4割の人がより早く救出され、より早い医療の対応がなされていたならば、もっと人的被害の低減は見込めたと考えられる。しかし、前者の要因と異なり後者の要因は交通機関のマヒや医療機関の対応、不測の事態など様々な要因が複雑に絡んでおり、実際に定量化するには困難で、分析するには至らなかった。しかし、これらの要因は人的被害の大幅な低減には重要であると考えられる。

### 4. 建物倒壊による予測方法

以上の諸分析から、建物倒壊による予測方法として図.5に示すように、一連のプロセスとして各要因が関連づけられる。個々のパラメータに関する詳細な説明は出来ないが、一つの予測法には多くのパラメータが作用していることが明白である。

### 5. まとめ

地震時における建物倒壊による予測方法を、地震時の人的被害は各プロセスのつながりであるとして、全てのパラメータにおいて分析は出来なかったが、兵庫県南部地震の被害から予測式の提案を行った。この分析の中で、被災地域で建物被害が大きくなると、負傷者から死者に移り変わる傾向が見られた。また、人的被害の低減には被害の把握と共に、地震発生後にどれだけ人命救助が円滑に行えるかということが重要であると考えられる。

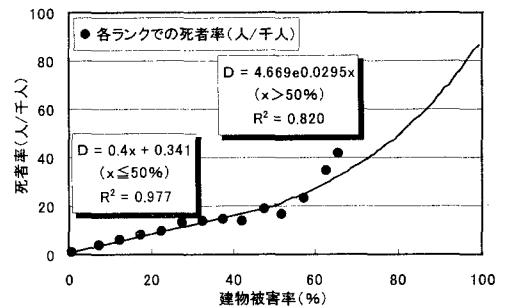


図.3 死者率と建物被害率

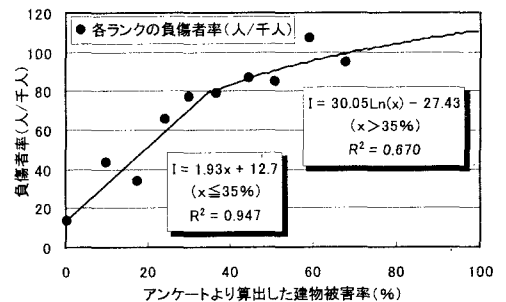


図.4 負傷者率と建物被害率

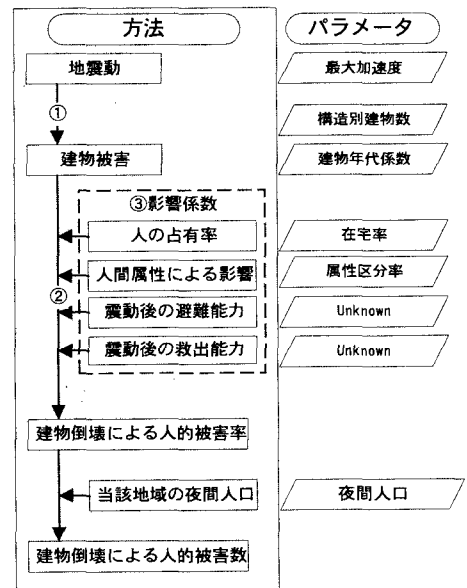


図.5 建物倒壊による人的被害予測方法

### 参考文献

- (1) 岡田成幸 他：震度による地震被害系統評価のためのバルナラビリティ関数群の構成，地震 第2輯 第44巻 pp.93-108, 1991
- (2) 兵庫県警察本部：阪神・淡路大震災 警察活動の記録—都市直下型地震との関わり—, p.87, 1996