

神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝  
神戸大学工学部 学生員 ○藤波 宏

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、建築構造物に甚大な被害をもたらし、帯状に分布したと言われている<sup>1)</sup>。しかし、帯状の被災分布の中にも、局所的な被災分布の疎密が見られた。このような被害の差の原因として、地震動による地表面の振動の大小の他に、活断層の有無、地形・地質の相違、地下水等の地盤条件の違い、建築構造物そのものの耐力の違い等が挙げられている<sup>2)</sup>。本研究では、この被害の差の原因の一つとして、被災建築構造物が立地していた地形の相違に着目し、地震被害に対する地形の影響について考察を試みた。

2. 被害の大きさの定量化

地震による被害状況を把握するためのものとして、一般に被災建築構造物の位置を表示した建築構造物被災分布図が用いられる。しかし、この図から得られる被害の大きさは、我々が被災の疎密を主観的に判断することによって得られる定性的な被災分布に過ぎない。そこで、建築構造物被災分布図より、今回新たに被災パラメータを設定し、これを用いて被害状況を定量的に把握した後、地形との関係について考察を行った。

3. 地形単位別の被災パラメータの算出

被災パラメータとして、表-1に示す定義により全壊率・被災率・等価被災率の3種類を設定した。すなわち、被災パラメータは母集団に対する被災建築構造物数の割合である。ここで母集団は、今回全壊した建築構造物を全建築構造物数より除いたものとした。全壊した建築構造物は、地震動による被害状況が判断できなかったものとしたためである。一方、本研究では地形情報として地形分類図<sup>3)</sup>を用い、分類された地形ユニットを地形単位と称する。本研究では神戸市灘区阪急六甲駅周辺を研究対象領域とした。対象領域内の地形分類図を図-1に、地形単位の定義を表-2に示す。図-1より対象領域内で主

表-1 被災パラメータの計算方法

| 被災パラメータ | 対象とする被災                                              | 計算式                                                         |
|---------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 全壊率     | 全壊のみ                                                 | $a/(a+b+c+e) \times 100$ (%)                                |
| 被災率     | 全壊・半壊・一部損壊(全壊・半壊・一部損壊のすべてを一律に評価)                     | $(a+b+c)/(a+b+c+e) \times 100$ (%)                          |
| 等価被災率   | 全壊・半壊・一部損壊(半壊・一部損壊の戸数に係数を乗じ差別して評価)(半壊:0.5、一部損壊:0.25) | $(a+b \times 0.5 + c \times 0.25)/(a+b+c+e) \times 100$ (%) |

a: 全壊の建築構造物数      d: 全壊の建築構造物数  
b: 半壊の建築構造物数      e: 被害の無かった建築構造物数  
c: 一部損壊の建築構造物数

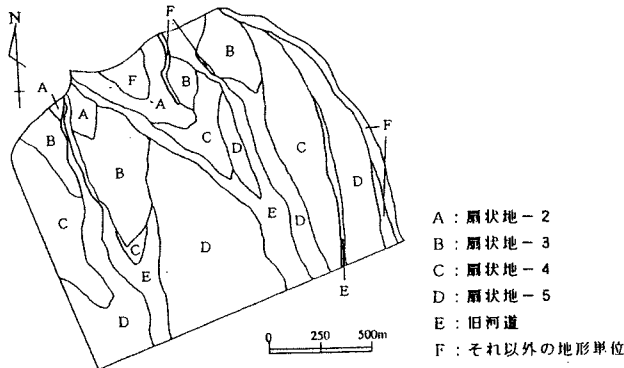


図-1 研究対象領域内の地形分類図

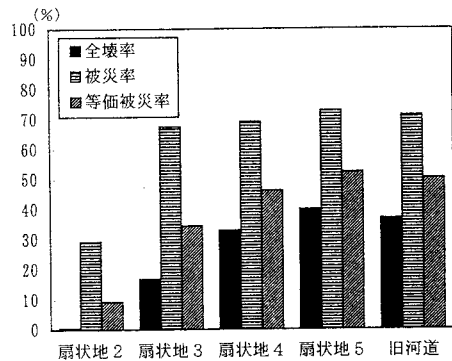
表-2 地形単位の定義

| 地形単位  | 地形単位の定義                                                                                                                 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 扇状地-1 | 最終氷期以前(8~7万年前頃)に形成された扇状地。構成層は主として砂礫層である。                                                                                |
| 扇状地-2 | 最終氷期前半(6~4万年前頃)に形成された扇状地。構成層は主として砂礫層である。                                                                                |
| 扇状地-3 | 最終氷期後半(3~1.5万年前頃)に形成された扇状地。構成層は主として砂礫層である。                                                                              |
| 扇状地-4 | 晩氷期(1.5~0.6万年前頃)に形成された扇状地。構成層は主として砂礫層・砂層である。                                                                            |
| 扇状地-5 | 後氷期以降(0.6万年前頃以降)に形成された扇状地。構成層は砂礫層および砂層・礫層によりシルトなどの細粒物質が入る。それに加えて扇状地性三角州と呼ばれる部分もこの範疇に含める。この部分の構成層は砂層、砂・シルトあるいはそれらの互層である。 |
| 旧河道   | 扇状地1~5を形成した河道を指す。この低地には河道放棄後の細粒物質、砂・シルトあるいは粘土の堆積もあることが予想される。また、同時代に形成された低地もこの分類に含める。構成層は砂礫層・砂層・シルト層などからなる。              |

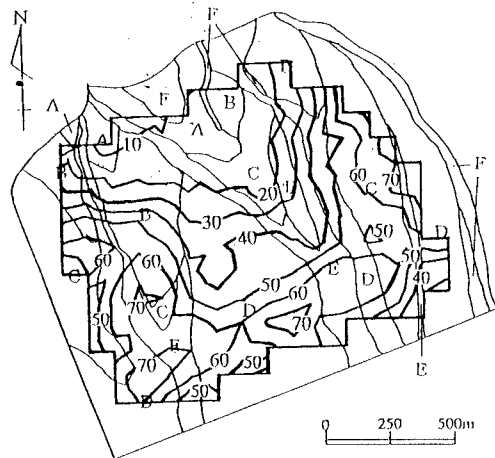
表－1より求められたこれらの地形単位別の被災パラメータを図－2に示す。この図より各被災パラメータとも各地形単位ごとに被害状況の大小が現れており、扇状地－4、5、旧河道に被害が大きく、扇状地－2は被害が小さかったことが明らかになった。

#### 4. 等価被災率等値線図の作成

被災パラメータのうち等価被災率を用いて対象領域内に等価被災率等値線図を以下の手法で作成した。まず、対象領域内に100mメッシュを区切り、その格子点を中心とした半径100mの円内について等価被災率を算出する。次に、算出された等価被災率は円の中心点（格子点）のもつ属性として、等価被災率等値線図（以下、等値線図と称する）を作成した。図－3は等価被災率10%から70%までの10%間隔の等値線図を地形分類図上にオーバーレイしたものである。この図によると、北西の方向から南東の方向へ進むにつれて等価被災率が増加していることが分かる。この図より、等価被災率が30%以下の場所は、主として扇状地－2、扇状地－3の一部、旧河道の上流部である。等価被災率が50%以上の場所は、主として扇状地－4、5と旧河道の下流部である。等価被災率30～50%の場所は、扇状地－3、4、5および旧河道である。一方、一つの地形単位内に幾本もの等値線が出現している地形単位がある。これは、一つの地形単位毎に被害の大きを一概に定義できないことを示している。また、扇状地－3では、等価被災率のばらつきが大きい。この地形単位では被害状況が大から小へ遷移したことが推定される。



図－2 各地形単位別の被災パラメータ



図－3 等価被災率等値線図と地形分類図

これは、一つの地形単位毎に被害の大きを一概に定義できないことを示している。また、扇状地－3では、等価被災率のばらつきが大きい。この地形単位では被害状況が大から小へ遷移したことが推定される。

#### 5. 結果の考察

3. および4. の結果から形成時期の古い扇状地では被害が少なく、形成時期の新しい扇状地では被害が大きかったことが示された。これは、扇状地の地盤は扇状地の形成時期が古いものほどよく締まっていることを示した結果であると考えられる。旧河道では、全体としては被害が大きかったが、上流部で被害の少なかった部分もあった。これは、旧河道の上流部では下流部に比して地下水位が低いために、地震時に軟弱化した地盤が少なかったからではないかと考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 神戸大学工学部建設学科土木系教室兵庫県南部地震学術調査団：兵庫県南部地震緊急被害調査報告書（第2報）、pp20-41、1995.
- 2) 神戸大学工学部建設学科土木系教室兵庫県南部地震学術調査団：兵庫県南部地震緊急被害調査報告書（第1報）、pp18-20、1995.
- 3) 建設省国土地理院：地震防災土地条件図縮尺1/10,000図幅名「摩耶山」、「芦屋」、1996.