

## 高知市における地震時の木造倒壊危険地区の抽出

工学研究科 基盤工学専攻 社会基盤工学コース

1055142 小八木雅典

### 1. 研究背景・目的

1995年阪神・淡路大震災では、死者の約88%が建物の倒壊による圧死であったと報告されている。その多くは、築30年以上の老朽化した木造建物が倒壊し、その下敷きとなったものであった。

政府は、2030年～2050年の間に南海地震が発生する確立が高いと予測している。過去高知市でもこの南海地震により甚大な被害を受けてきた。高知市の木造建物は、建物の全体の約71%を占めており、その中でも阪神・淡路大震災で被害の大きかった旧建築基準法で建てられた木造建物が約66%を占めている。高知市でも南海地震に備え阪神大震災の教訓を生かし、木造建物の倒壊による人的被害を最小限に抑える必要がある。

本研究では、過去の地震の調査結果から木造建物の倒壊の特徴を分析し、高知市において倒壊危険性のある木造建物が多い地区を抽出することを目的としている。

### 2. 木造建物の被害特性

1923年関東大震災で、木造建物は沖積層の厚さが厚いほど被害率が高かったことが報告された。沖積層の厚さと木造建物の被害の関係について、ここでは、平成12年に全面改正された建築基準法の中の「限界耐力計算法」による「表層地盤の地震動の増幅特性」の計算式を用いて求めた表層地盤の増幅率のグラフ(図1)を用いて分析する。

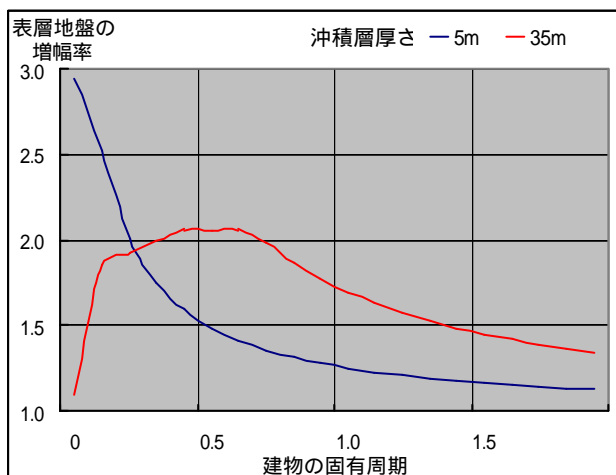


図1 表層地盤の増幅率

図1のグラフは建物の固有周期が長くなることによって、増幅率がどう変化するかを表したグラフである。沖積層の厚さが5mの場合、固有周期が0.2秒周辺で増幅率が最大値となり、その後は急激に低下する。沖積層の厚さが35mになると、増幅率は小さくも最大値は長周期へ移動する。この特徴が木造建物の倒壊と密接な関りを持っている。

木造建物の地震時の水平力に対する復元力特性は、被害が進行しても原点

指向型の傾向が強い。すなわち、地震の振動で耐震性能が低下することにより固有周期が長くなる。固有周期が長くなるに従い、沖積層の厚さが35mの場合は、増幅率が高くなる。増幅率が高くなると、そこでさらに大きな損傷を受け、最終的に倒壊に至る。その結果、沖積層が厚いほど木造建物の被害は大きくなる。

### 3. 木造倒壊危険地区の抽出方法

#### 3-1. 調査対象地区の設定

木造倒壊危険地区抽出には地理情報システム（GIS）を用いる。使用する GIS データは、高知県からの委託研究により、高知工科大学中田研究室で作成した「南海地震データベース」を用いる。高知市全域から、木造建物が倒壊する危険性の極めて少ない山地、河川、

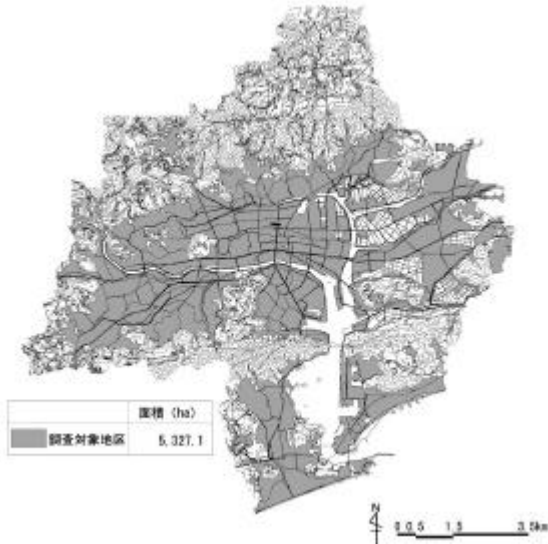


図2 調査対象地区

海、農地、道路を除き、主に宅地を調査対象地区とする。次に調査対象地区から調査単位を設定する。従来のメッシュ単位による分類は、都市基盤を抽象化して表現するため、防災計画上あまり意味をなさない。そこで本研究では、メッシュ単位で分類するのではなく南海地震データベースを用いて、建物1棟1棟を対象とし、街区を調査単位とした。そのため、道路や建物の配置など、実際の都市に即した防災計画を行うことができる。その結果、361地区の調査単位を設定した。

#### 3-2. 新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物が多い地区の抽出

新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物が多い地区の抽出方法は、木造建物の割合による抽出結果と木造建物の棟数による抽出結果を組み合わせる。木造建物の割合は、調査対象地区内の全木造建物棟数のうち、新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物棟数の割合である。新耐震以前の建築基準法とは、昭和56年の改正以前の建築基準法である。木造建物の棟数は、各年代の新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物ある地区を抽出したものである。

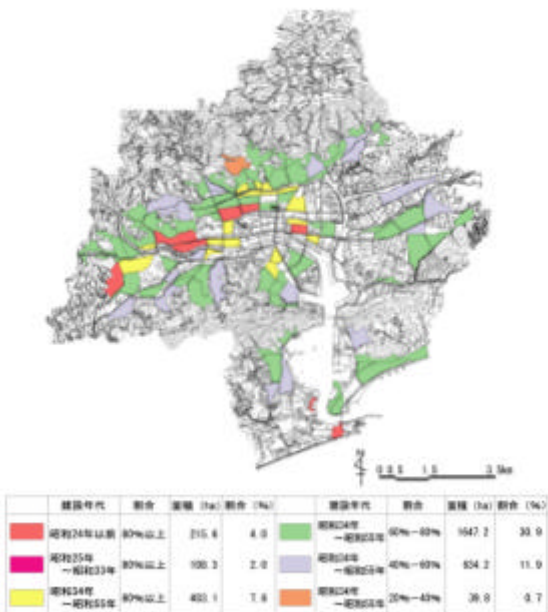


図3 旧建築基準法で建てられた木造建物が多い地区の抽出

#### 3-3. 木造倒壊危険地区の抽出

木造建物の被害特性から、沖積層が厚く、かつ木造建物が古い場合に大きな被害を生じることが明らかになった。それは沖積層が厚いほど、木造建物が古いほど被害が大きくなる。今回明らかになった被害特性を踏まえ、新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物が多い地区の抽出結果と沖積層厚さをオーバーレイし、木造倒壊危険地区を抽出する。

### 3-4. 危険度ランク付け

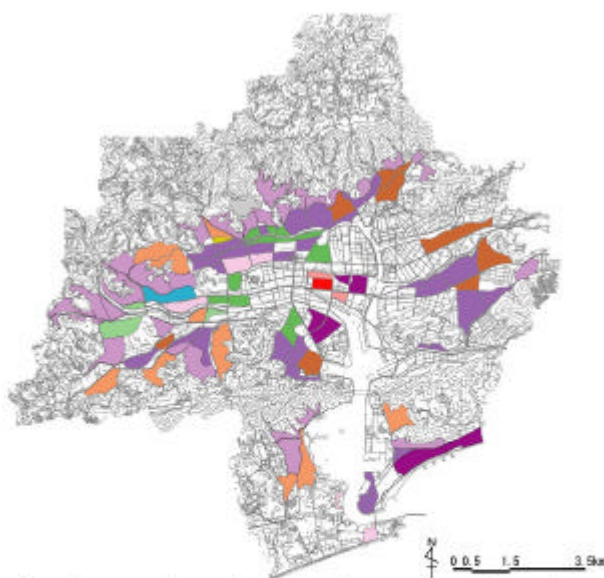
前々章で明らかになったように、木造建物は建設年代が古いほど、さらに沖積層が厚いほど被害率が高くなる。そこで、木造倒壊危険地区の抽出結果をもとに、旧建築基準法で建てられた木造建物の割合が高く、かつ年代の古い建築基準法で建てられた木造建物が多く、かつ沖積層が厚い地区を危険度ランクの高い地区として設定する。危険度ランクの詳細を記す。

表 1. 危険度ランク

	割合	建設年代	沖積層		割合	建設年代	沖積層
A	80%以上	昭和 24 年以前	25m-35m	H	80%以上	昭和 34 年-55 年	0m-5m
B	80%以上	昭和 34 年-55 年	25m-35m	I	60%-80%	昭和 34 年-55 年	25m-35m
C	80%以上	昭和 24 年以前	5m-25m	J	60%-80%	昭和 34 年-55 年	5m-25m
D	80%以上	昭和 25 年-33 年	5m-25m	K	60%-80%	昭和 34 年-55 年	0m-5m
E	80%以上	昭和 24 年以前	0m-5m	L	40%-60%	昭和 34 年-55 年	5m-25m
F	80%以上	昭和 25 年-33 年	0m-5m	M	40%-60%	昭和 34 年-55 年	0m-5m
G	80%以上	昭和 34 年-55 年	5m-25m	N	20%-40%	昭和 34 年-55 年	25m-35m

### 4. 結論

危険度ランク A の地区は、建物が 80%以上、新耐震以前の建築基準法で建てられた木造建物が多く存在し、かつ沖積層の厚さは 25m～35mとなっている。面積は 15.5ha、調査対象地区の 0.3%を占めている。



危険度ランク	面積 (ha)	割合 (%)	危険度ランク	面積 (ha)	割合 (%)
A	15.5	0.3	H	145.3	2.7
B	56.2	1.1	I	217.6	4.1
C	152.3	2.9	J	879.2	16.5
D	60.5	1.1	K	550.3	10.3
E	47.8	0.9	L	311.7	5.9
F	47.8	0.9	M	322.5	6.1
G	201.6	3.8	N	39.8	0.7

図 4 木造倒壊危険地区

沖積層厚さと建設年代を組み合わせた被害想定を行うことにより、個々に被害想定を行うよりはるかに精度がいい被害想定を行うことができた。また、従来のメッシュによる被害想定と異なり、街区単位で被害想定を行ったことにより、今後、実際の都市整備に即した防災計画が行えると考える。

今回の抽出は、沖積層厚さと木造建物の建設年代に着目した。その他にも地盤では液状化の影響、木造建物では平面・立面形状、壁率の影響を考慮すると今回の被害度ランクの順位が変動する可能性がある。これらの指標を加え、さらに被害想定を精度を上げるのが望ましい。街区で防災上危険なものは木造建物の倒壊だけではない。避難路の配置や建物の密集度など、都市基盤全体の整備状況を把握し、それに基づく被害想定さらに防災計画を行う必要がある。

The Extraction of the Collapse Risk Area of Wooden Housing  
in Kochi-city due to Big Earthquake.

1055142 Masanori KOYAGI

It is reported that about 88 percent of the cause of people's death by the Hanshin-Awaji Earthquake of 1995 was resulted from the collapse of building. Many of collapsed buildings were the wooden houses which are had been built more than 30 years before.

Recently Japanese Government predicted that another Nankai earthquake would occur between 2030 and 2050. Kochi-city has suffered from severe damages case by the Nankai earthquakes before. Thus, Kochi-city has to take enough precautions against the earthquake by learning a lesson from the Hanshin-Awaji Earthquake on order to minimize human damages due to the collapse of wooden houses.

Therefore, the purpose of this study is to extract the collapse risk area of wooden housing in Kochi-city. Such an area is defined as the divided area which is based on the viewpoint of the urban land use. As this extraction methodology, "Geographical Information System" is adopted. First, following item was analyzed regarding relationships between the depth of alluvium thickness and the damage level.

The relationships between the natural period of wooden housing and the amplification factor of earthquake input due to soil characteristics are also reflected to the most dangerous extracted area. As a consequence, in order to extract the collapse risk area of wooden housing in Kochi-city, the investigation applicable area is set up in the city, first. Next, to extract the areas that has alloy of old wooden houses, we take account of the rate of occupying of wooden housing built by Building Standard Low in each area, and also the number of wooden housing according to generations in each area. Finally, collapse risk areas consisting of wooden housing are extracted after the alluvium thickness as is measured.

Keyword

1. Disaster prevention of earthquake,
2. Wooden houses, Alluvium,
3. Geographical Information System(GIS),
4. Kochi-city,
5. Nankai-earthquake