

第4編
建物関係の被害の想定

1 . 概要

揺れ、液状化、津波、山崖崩れによる建物被害、塀の被害、落下物の被害について、過去の既往地震の被害統計などをもとに検討した。

2 . 建築物

2 . 1 建物の分布状況

各市町村から収集した課税台帳建物データに基づき、本調査で利用する町大字別建物棟数ファイルを作成した。構造別建築年代別建物棟数表(県合計)を表 2-1 に、500mメッシュ別建物棟数分布を図 2-1 に示す。愛媛県全体で、本調査対象とする建物棟数は約 73 万棟、そのうち木造建物が約 80%を占める。

表 2 - 1 構造別建築年代別建物棟数表 (県合計)

建築年 構造区分	昭和 26 年以前	昭和 27-36 年	昭和 37-46 年	昭和 47-56 年	昭和 57 年以降	建築年 不詳	合計
木造	100,352 棟 (13.7%)	51,029 棟 (7.0%)	107,721 棟 (14.8%)	120,590 棟 (16.5%)	139,923 棟 (19.2%)	42,976 棟 (5.9%)	562,591 棟 (77.1%)
軽量 S 造	10,231 棟 (1.4%)			19,999 棟 (2.7%)	24,207 棟 (3.3%)	293 棟 (0.0%)	54,730 棟 (7.5%)
S 造	5,440 棟 (0.7%)			20,585 棟 (2.8%)	31,722 棟 (4.3%)	117 棟 (0.0%)	57,864 棟 (7.9%)
RC・SRC 造	6,996 棟 (1.0%)			12,114 棟 (1.7%)	12,833 棟 (1.8%)	200 棟 (0.0%)	32,143 棟 (4.4%)
その他	687 棟 (0.1%)	692 棟 (0.1%)	10,033 棟 (1.4%)	8,238 棟 (1.1%)	2,632 棟 (0.4%)	527 棟 (0.1%)	22,809 棟 (3.1%)
合計	293,181 棟 (40.2%)			181,526 棟 (24.9%)	211,317 棟 (28.9%)	44,113 棟 (6.0%)	730,137 棟 (100.0%)

2.2 揺れと液状化による建築物被害想定

(1) 想定手法

揺れと液状化による建築物被害を全壊、半壊の2被害区分で予測した。

揺れによる建物被害は、阪神・淡路大震災の被害データをもとに作成された地表最大速度対応の建物被害予測式を利用して被害予測をした。建物種別は、木造、RC造(SRC造を含む)、S造、軽量S造、その他の5種類別に、建築年代区分は、経年変化、耐震基準改正年次などを考慮して、木造とその他構造は5区分、RC造(SRC造を含む)、S造、軽量S造は3区分とした。

液状化による建物被害は、既往地震の被害事例を参考にして「地盤の液状化危険度」ごとに「液状化による建物被害率」を設定するという経験手法を用いた。木造、非木造建物の2区分ごとに被害予測を行い、また、建物の基礎様式の違いによって建物被害率が異なるという要因を考慮した。

具体的には、木造建物の被害率は新潟地震(1964)、日本海中部地震(1983)両地震の被害事例をもとに設定した被害率を採用した。RC造建物の被害率は、液状化集中地域における被害率を新潟地震被害統計と、杭打ちの推定(年代、階数により杭打の有無を設定)から設定した。

なお、本調査の液状化危険度判定は500mメッシュごとであることから、あるメッシュが液状化危険度大としても全域が液状化発生するとは考えにくい。よって、はじめに対象メッシュの建物棟数に液状化危険度別液状化面積率(ランクA:18%、B:5%、C:2%、D・E:0%)を乗じて、液状化発生地域の建物棟数とした。さらに、その建物棟数に、既往地震から設定した液状化被害率を乗じて被害棟数を算定した。

また、軽量S造・その他構造については、1~3階の低層建物が多く、基礎杭打などは施されていないものが多いと推定されることから、木造建物と同様の被害率を適用した。S造についてはRC造と同様の被害率を適用した。

さらに、揺れ、液状化による建物被害の重複を除くため、まず始めに、液状化発生が予測される面積上に存在する建物を対象に、液状化による被害棟数を算出した。その後、町大字ごとに液状化非発生面積上の建物を対象にして揺れ被害を予測するという方法を用いて、1棟の建物が両被害にカウントされることを防いだ。

(2) 想定結果

建物被害想定結果の県合計を表2-2に示す。また、想定地震ごとの全建物全壊率分布図を図2-2~2-6に示す。揺れによる被害は想定地震により傾向が異なるが、液状化による建物被害率は各ケースで大差なく、全壊率0.25~0.35%、半壊率0.45~0.65%程度と想定された。

表 2-2 建物被害想定結果の概要

被害要因	被害程度	想定地震 1	想定地震 2	想定地震 3	想定地震 4	想定地震 5
揺れ	全壊	58,224 棟 (7.97%)	39,227 棟 (5.37%)	26,320 棟 (3.60%)	20,140 棟 (2.76%)	74,291 棟 (10.17%)
	半壊	168,411 棟 (23.07%)	133,729 棟 (18.32%)	125,071 棟 (17.13%)	134,275 棟 (18.39%)	206,842 棟 (28.33%)
液状化	全壊	2,491 棟 (0.34%)	2,204 棟 (0.30%)	1,839 棟 (0.25%)	1,834 棟 (0.25%)	2,202 棟 (0.30%)
	半壊	4,609 棟 (0.63%)	4,047 棟 (0.55%)	3,418 棟 (0.47%)	3,379 棟 (0.46%)	4,116 棟 (0.56%)
揺れ・液状 化合計	全壊	60,715 棟 (8.32%)	41,431 棟 (5.67%)	28,159 棟 (3.86%)	21,974 棟 (3.01%)	76,493 棟 (10.48%)
	半壊	173,020 棟 (23.70%)	137,776 棟 (18.87%)	128,489 棟 (17.60%)	137,654 棟 (18.85%)	210,958 棟 (28.89%)

1) 想定地震 1

揺れ・液状化による建物被害が 2 番目に高いケースであり、県北部に被害が集中する。全壊率 10%以上は 11 市町村であり、小松町 24.7% が最も高い。

2) 想定地震 2

揺れ・液状化による建物被害が 3 番目に高いケースであり、県北東部に被害が集中する。全壊率が最も高いのが新居浜市 22.1%、次に伊予三島市の 21.1%が続く。全壊率が 10%を超えるのは 9 市町村である。

3) 想定地震 3

松山市、伊予市、松前町を中心とする地域に被害が集中し、全壊率 10%以上を示すのもこの 3 市町のみである。

4) 想定地震 4

県全体の被害は、5 ケースのなかで最も低く、西部地域に被害が集中する。揺れ・液状化による全壊率が 10%を超えるのは、長浜町 11.6%のみである。

5) 想定地震 5

県全域広範囲で大きな被害となる。揺れ・液状化による建物被害は、本ケースが最も大きく全壊率約 10%、半壊率約 30%となった。全壊率 10%以上が 30 市町村もあり一本松町の全壊率が 21.9%と最も高い。

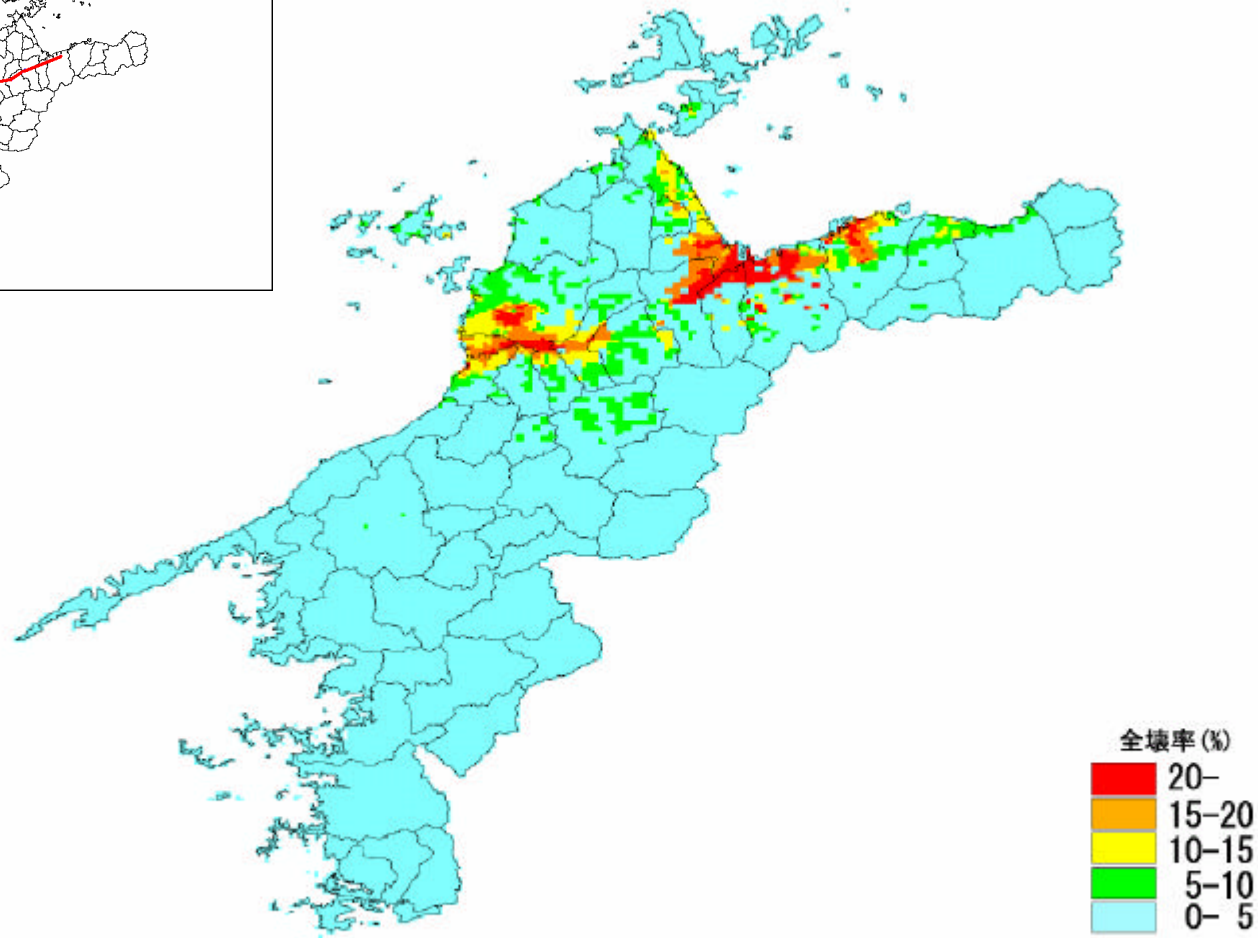
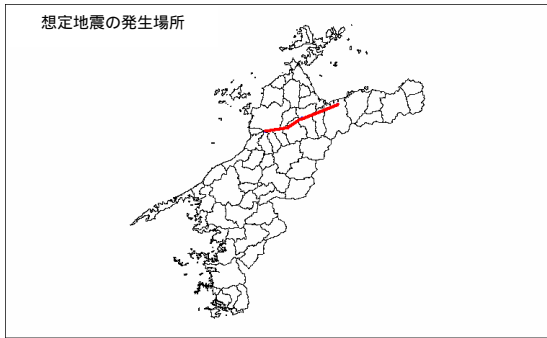


図2-2 揺れ・液状化による全建物の全壊率分布図（想定地震1）

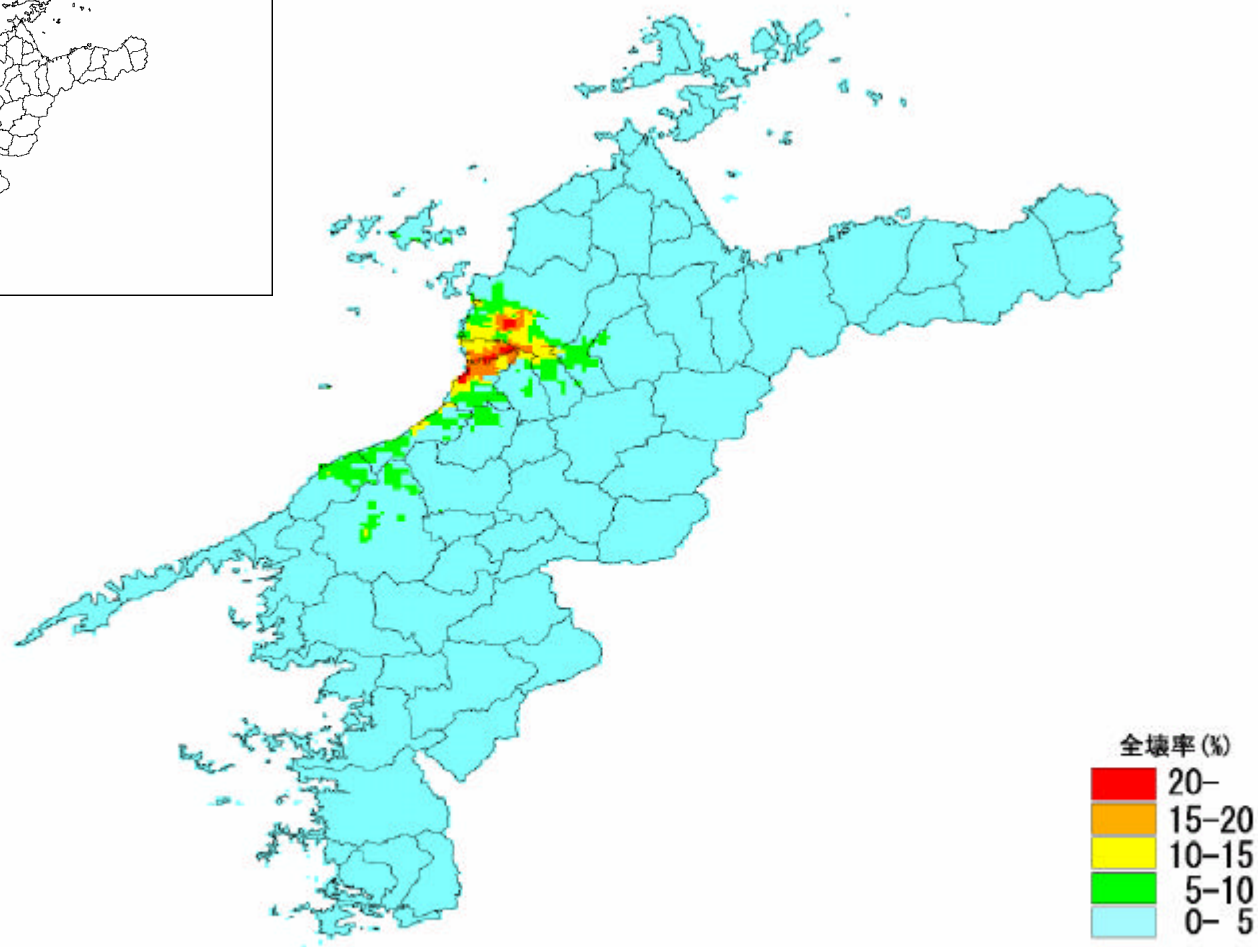
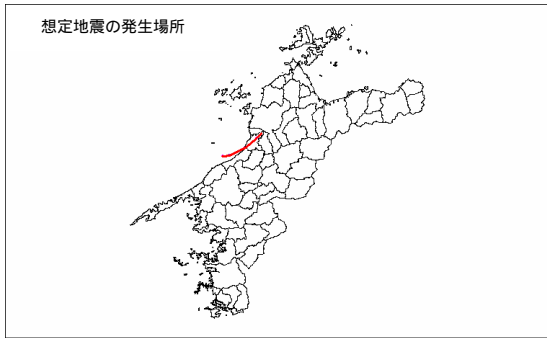


図2-4 揺れ・液状化による全建物の全壊率分布図 (想定地震3)

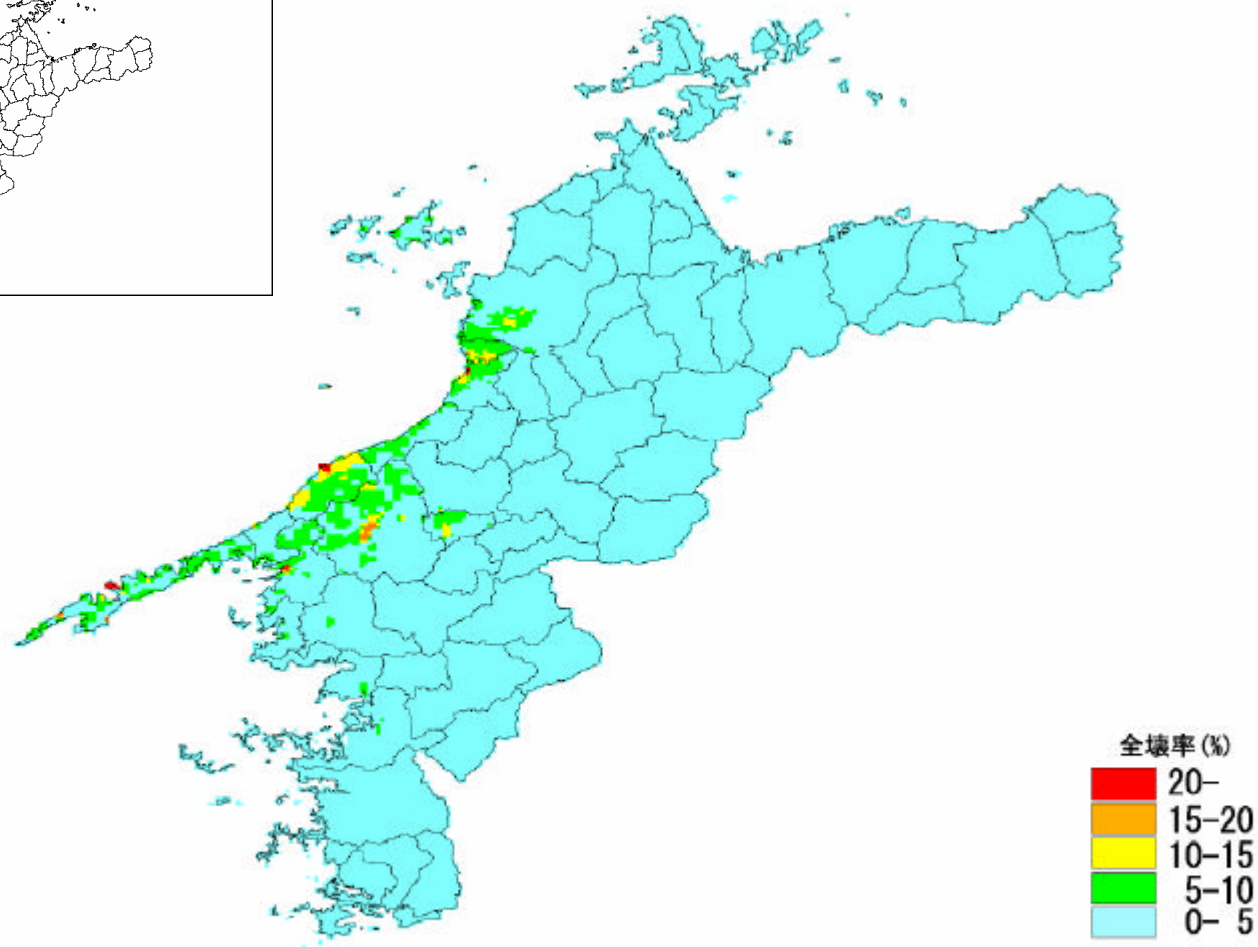


図2-5 揺れ・液状化による全建物の全壊率分布図 (想定地震4)

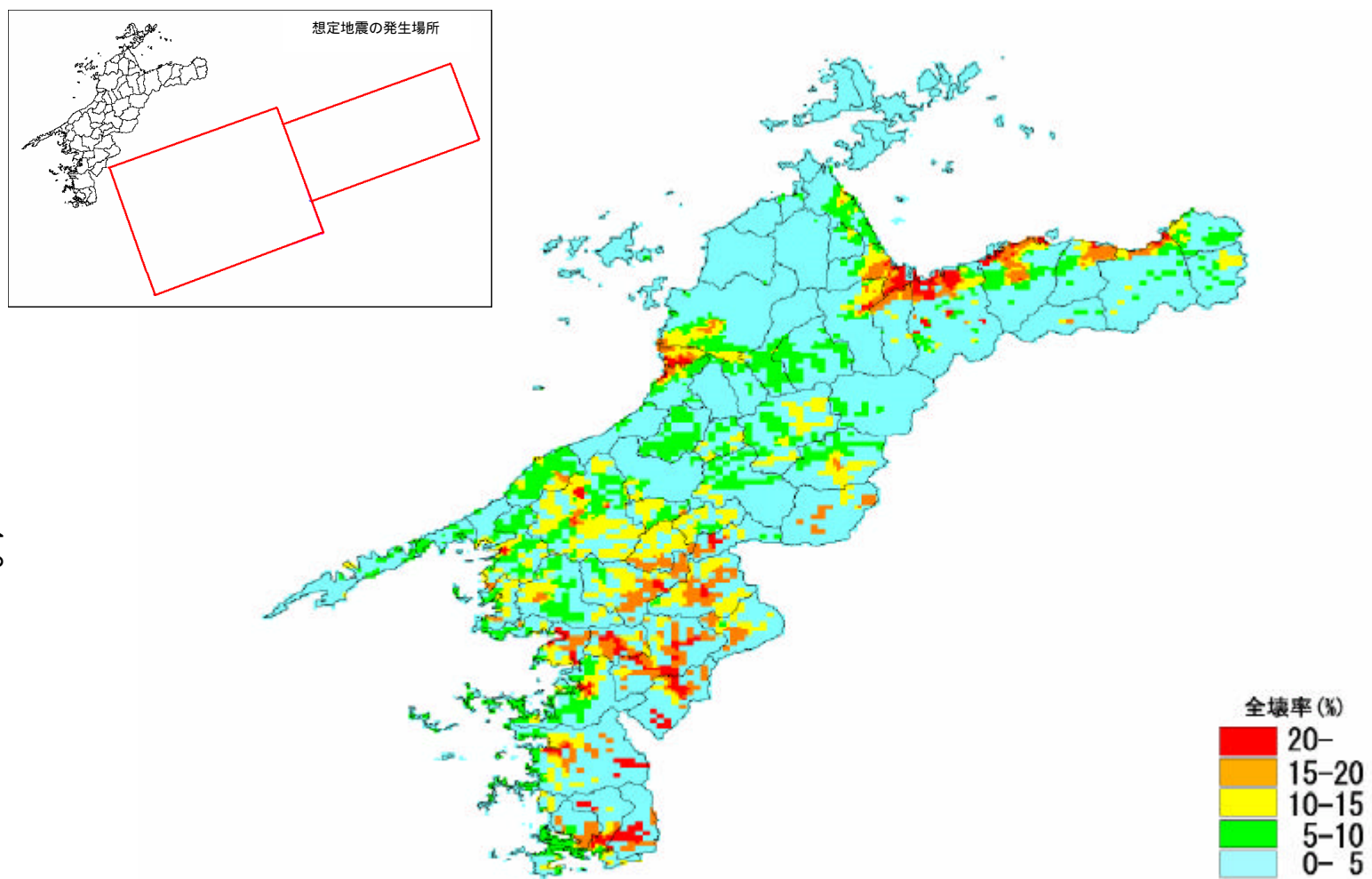


図2-6 揺れ・液状化による全建物の全壊率分布図（想定地震5）

2.3 山崖崩れによる建築物被害の想定

(1) 想定手法

地盤調査では、想定地震時における急傾斜地、地すべり地の被害危険性を3ランクで推定している。危険と判定されている急傾斜地、地すべり地に被害が発生した場合に、影響を受ける人家戸数、公共的建物を市町村集計した。

(2) 想定結果

急傾斜地の保全対象人家戸数、公共的建物棟数は、自然崖で33,156戸、人工崖で2,034戸、あわせて35,190戸、地すべり地では、22,824戸である。想定結果(県合計表)を表2-3、表2-4に示す。

表2-3 急傾斜地の危険度ランク別人家・公共的建物戸数(県合計)

崖種類	危険度	想定地震1	想定地震2	想定地震3	想定地震4	想定地震5
自然崖	高い	6,792戸 20.5(%)	4,698戸 14.2(%)	5,423戸 16.4(%)	8,508戸 25.7(%)	7,754戸 23.4(%)
	やや高い	7,994戸 24.1(%)	8,269戸 24.9(%)	6,035戸 18.2(%)	7,185戸 21.7(%)	8,632戸 26.0(%)
	低い	18,370戸 55.4(%)	20,189戸 60.9(%)	21,698戸 65.4(%)	17,463戸 52.7(%)	16,770戸 50.6(%)
人工崖	高い	685戸 33.7(%)	0戸 0.0(%)	626戸 30.8(%)	711戸 35.0(%)	525戸 25.8(%)
	やや高い	717戸 35.3(%)	102戸 5.0(%)	612戸 30.1(%)	504戸 24.8(%)	384戸 18.9(%)
	低い	632戸 31.1(%)	1,932戸 95.0(%)	796戸 39.1(%)	819戸 40.3(%)	1,125戸 55.3(%)
合計	高い	7,477戸 21.2(%)	4,698戸 13.4(%)	6,049戸 17.2(%)	9,219戸 26.2(%)	8,279戸 23.5(%)
	やや高い	8,711戸 24.8(%)	8,371戸 23.8(%)	6,643戸 18.9(%)	7,689戸 21.8(%)	9,016戸 25.6(%)
	低い	19,002戸 54.0(%)	22,121戸 62.9(%)	22,494戸 63.9(%)	18,282戸 52.0(%)	17,895戸 50.9(%)

表2-4 地すべり地の危険度ランク別人家・公共的建物戸数(県合計)

危険度	想定地震1	想定地震2	想定地震3	想定地震4	想定地震5
高い	8,879戸 38.9(%)	5,986戸 26.2(%)	8,905戸 39.0(%)	16,970戸 74.4(%)	14,857戸 65.1(%)
やや高い	11,646戸 51.0(%)	6,789戸 29.7(%)	10,715戸 46.9(%)	3,886戸 17.0(%)	6,624戸 29.0(%)
低い	2,299戸 10.1(%)	10,049戸 44.0(%)	3,204戸 14.0(%)	1,968戸 8.6(%)	1,343戸 5.9(%)

1) 想定地震 1

対象人家の約 21%の危険度が高いと想定された。急傾斜地危険度が高い家屋が 500 戸以上と想定されたのは、松山市 721 戸、新居浜市 640 戸、大洲市 810 戸、双海町 567 戸、内子町 639 戸である。地すべり地危険度が高い家屋が目立って多いのが、八幡浜市 1,774 戸である。

2) 想定地震 2

急傾斜地危険度が高い家屋数が最も少ないケース（約 13%、約 4,700 戸）である。急傾斜地危険度が高い家屋が 500 戸以上と想定されたのは、新居浜市 505 戸のみである。地すべり地危険度が高い家屋が最も多いのは八幡浜市 1,774 棟である。

3) 想定地震 3

急傾斜地危険度が高い家屋数が 2 番目に少ないケース（約 17%、約 6,000 戸）である。急傾斜地危険度が高い家屋が 500 戸以上と想定されたのは、松山市 678 戸、大洲市 1,006 戸、双海町 591 戸、内子町 646 戸であり、想定地震 1 と同じ傾向である。地すべり地危険度が高い家屋が最も多いのは、他ケースと同様に八幡浜市 3,105 棟である。

4) 想定地震 4

急傾斜地の被害が最も危惧されるケースであり、対象人家の約 26%が危険度が高いと想定された。急傾斜地危険度が高い家屋が 500 戸以上と想定されたのは、松山市 593 戸、宇和島市 859 戸、大洲市 1,124 戸、双海町 585 戸、長浜町 515 戸、内子町 704 戸、瀬戸町 521 戸である。

地すべり地についても危険度が高い人家戸数が最も多いケースであり、対象人家の 70%以上が危険度が高いと想定された。地すべり地危険度が高い家屋が多いのは、八幡浜市 6,418 戸、保内町 1,934 戸、伊方町 2,297 戸である。

5) 想定地震 5

想定地震 4 に続いて急傾斜地危険度が高い家屋が多い（約 24%、約 8,300 戸）と想定されるケースであり、急傾斜地危険度がやや高い家屋数は、想定地震 4 よりも多い。急傾斜地危険度が高い家屋が 500 戸以上と想定されたのは、宇和島市 1,414 戸、大洲市 1,077 戸、内子町 633 戸である。地すべり地危険度が高い家屋が多いのは、八幡浜市 6,388 戸、保内町 1,798 戸である。

2.4 津波による建築物被害の想定

(1) 想定手法

想定地震 5 の津波被害想定結果を 1/25,000 地形図へ書き写し、浸水域ごとの浸水

家屋数を数えた。なお、津波予想浸水域における浸水深（地盤標高からの水深）と建物被害の対応については、この地域の建物を全て木造建物と仮定して、浸水深（H）が2.0m以上を床上（大破）、1.0m H<2.0mを床上（中破）、0.5m H<1.0mを床上（軽微）、0<H<0.5mを床下浸水とした。

（2）想定結果

浸水家屋があるのは、宇和島市、八幡浜市、保内町、伊方町、三崎町、三瓶町、吉田町、津島町、内海村、御荘町、城辺町、西海町の12市町であり、床上（大破）棟数はなし、床上（中破）棟数が85棟、床上（軽微）棟数が110棟、床下浸水棟数が323棟となった。

3. 塀

（1）想定手法

人命にかかわるような塀被害を予測するために、阪神・淡路大震災における木造全壊棟数とブロック塀倒壊率の調査結果を利用して線形回帰式（ブロック塀倒壊率（%）=木造建物全壊率（%）×0.76）を作成し、塀倒壊率、塀倒壊件数を算定した。また、石塀被害は他調査を参考に、ブロック塀被害の3倍程度と予測することにした。なお、被害予測に利用する塀件数は、他地域の調査を参考に、ブロック塀件数=木造建物棟数×0.3、石塀件数=木造建物棟数×0.05で推定した。

（2）想定結果

県全体で、ブロック塀は168,780件、石塀は22,504件、あわせて191,284件あると推定された。塀被害想定結果（県合計）を表3-1に示す。

表3-1 塀の倒壊件数（県合計）

塀種類	想定地震1	想定地震2	想定地震3	想定地震4	想定地震5
ブロック塀	11,830件 (7.01%)	7,840件 (4.65%)	5,351件 (3.17%)	4,127件 (2.45%)	15,096件 (8.94%)
石塀	4,728件 (21.01%)	3,132件 (13.92%)	2,137件 (9.50%)	1,649件 (7.33%)	6,035件 (26.82%)
合計	16,558件 (8.66%)	10,972件 (5.74%)	7,488件 (3.91%)	5,776件 (3.02%)	21,131件 (11.05%)

1) 想定地震1

想定地震5に次いで塀被害が大きく倒壊率約9%と想定された。倒壊率10%を超えるのは、松山市、新居浜市、西条市、伊予市、東予市、小松町、丹原町、朝倉村、重信町、川内町、松前町であり、小松町の倒壊率が26.2%と最も高い。

2) 想定地震 2

倒壊率 10%を超えるのは、新居浜市、西条市、川之江市、伊予三島市、東予市、新宮村、土居町、別子山村、小松町、丹原町であり、伊予三島市の倒壊率が 27.7%と最も高い。

3) 想定地震 3

倒壊率 10%を超えるのは、松山市、伊予市、松前町のみであり、伊予市の倒壊率が 16.5%と最も高い。

4) 想定地震 4

建物被害と同様に塀被害も最も小さいケースで、塀倒壊率が 10%を超えるのは、長浜町 12.2%と三崎町 10.3%のみである。

5) 想定地震 5

建物被害と同様に塀被害も最も大きいケースで、ブロック塀は全塀の約 11%が倒壊すると想定された。33 市町村で塀倒壊率が 10%を超え、伊予三島市、吉田町、一本松町では塀倒壊率が 20%を超える。

4. 落下物

(1) 想定手法

(3 階以上非木造建物棟数/全建物棟数) 比率が 20%以上、3 階以上非木造建物棟数が 20 棟以上、震度 5 以上の想定地震があるという 3 つの条件に合致する町大字を抽出し、建築年代別建物棟数比率、震度、阪神・淡路大震災における落下物被害率を参考に、想定される落下物被害についてコメントした。ただし、落下物被害が集中して発生する可能性がある地域を抽出したのであって、ここに抽出した町大字以外で落下物被害が発生しないということではない。

(2) 想定結果

阪神・淡路大震災の被害調査から、震度 5 程度で大被害率が最大 5%程度、震度 6 程度以上で大被害率が最大 10%程度と予測される。阪神・淡路大震災の被災地域より昭和 46 以前建物棟数比率が高い町大字においては、これ以上の落下物被害が生じる可能性がある。

1) 想定地震 1

抽出された町大字は、松山市 37 町大字、今治市 6 町大字、宇和島市 4 町大字の合

計 47 町大字である。本ケースが 5 ケースのなかで落下物被害が最も危惧される。

2) 想定地震 2

抽出された町大字は、松山市 37 町大字、今治市 6 町大字の合計 43 町大字である。

3) 想定地震 3

抽出された町大字は、松山市 37 町大字、今治市 6 町大字、宇和島市 4 町大字、八幡浜市 1 町大字の合計 48 町大字である。

4) 想定地震 4

抽出された町大字は、松山市 37 町大字、今治市 6 町大字、宇和島市 4 町大字、八幡浜市 2 町大字の合計 49 町大字である。

5) 想定地震 5

県全域において揺れが高くなることから、建築物の被害が最も大きくなるケースであるが、松山市、今治市など非木造 3 階以上の建物が林立している地域では震度が低く、同地域の落下物危険が他ケースよりも低い。一方、宇和島市 4 町大字では最も落下危険が高くなるケースである。

用語の解説

RC造(reinforced concrete construction)

建物構造で鉄筋コンクリート造のこと。

SRC造(steel framed reinforced concrete structure)

建物構造で鉄筋鉄骨コンクリート造のこと。

S造(steel structure)

建物構造で鉄骨造のこと。

軽量S造(light gauge steel structure)

建物構造で軽量鉄骨造のこと。

PGV

地表最大速度 (cm/sec)

被害率予測式

建物の被害率(全壊率、半壊率など)を計算する式。阪神・淡路大震災の被害データをもとに作成された地表最大速度対応の建物被害予測式を利用した。

液状化面積率

地震により液状化する面積の割合で、液状化危険度ランク別に算定されている。

保全対象人家戸数、保全対象公共的建物棟数

急傾斜地危険箇所調査において調査した主として高さ5m以上、傾斜30度以上の崖付近にある人家と公共建物棟数。

はめごろし窓

硬化性パテ止めの窓であり、宮城県沖地震(1978)でその被害が大きく注目を集めた。経年硬化しサッシの変形が直接ガラスへ伝わり破損する。

非構造部材

壁石張り、壁タイル、カーテンウオール、ALCパネル、窓ガラス、RC非耐力壁、仕上げモルタル、ボード天井、間仕切壁など、構造躯体以外の部材の総称で、小規模の地震では構造被害に比べ付帯するこれらの部材の被害が目立つ。

