

2. 被害状況のマクロ分析

2. 被害状況のマクロ分析

2.1 建築物の被害に関する調査の概要

兵庫県南部地震においては、様々な調査主体が建築物の被害状況を調査している。表2.1.0.1で、地図上での位置が把握できている主たる調査をとりまとめているが、この中から分析の対象としている調査について簡単に述べる。

「建築震災調査委員会緊急調査」は、地震発生後、大きな被害を受けたと考えられ「使用禁止」建築物と指定された、あるいは「使用禁止」建築物に相当する建築物について、後日、被災状況の把握を行ったものである。「使用禁止」指定の段階での記録がないものも多く、その位置、名称が明らかになった数は900棟強、また現地調査における「使用禁止」建築物に相当するとされた建築物は500棟程度存在する。これについては、建築年についても概ね明らかにされている。

「応急危険度判定」は、我が国においては、今回の地震において初めて本格的に適用されたものであり、共同住宅を主たる対象として、その危険性を判定したものである。結果は「危険」、「要注意」、「調査済」の3段階に判定する。対象総数は46,000程度である。調査の実施は住宅・都市整備公団や地方自治体の職員による“判定士”によってなされた。

「日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WGによる調査」は、(社)日本建築学会の建築構造に造詣が深いメンバーによって神戸市全域、芦屋市、西宮市の一部を対象に調査がされたものである。特に、中央区については集中的に調査が行われている。このうち、三宮周辺の923棟については、別途、建築年について調査し把握している。

「日本建築学会・日本都市計画学会・兵庫県による被災度調査」は(社)日本建築学会近畿支部都市計画部会と(社)日本都市計画学会関西支部が共同で、被災地域を悉皆で調査することを目標に実施されたもので、同学会に所属する大学教官の指導の下で、建築学、都

市計画学を学ぶボランティア学生により大半の調査がなされている。しかしながら、調査終了後、相当数の未調査地区が残されたため、兵庫県都市住宅部計画課が同一の基準による補足調査を行っている。両調査を合わせると、被災地域の建築物についてほぼ悉皆で調査がなされたといえる。調査方法としては、表2.1.0.1に例示する他の調査に準じて被災度を判定するために建築物の各部位について目視観測を行っているが、調査記録として残っているものは建築物被災度および建築物位置のみであり、悉皆調査という大きな特徴はあるが、他の調査に比較して1棟当たりの情報量としては少ない。

これらの分析については既に中間報告書で報告したところであるが、本節では、その後、調査結果を建設省建築研究所が構築中の兵庫県南部地震に関する地理情報システムに入力し、建築物の被災状況、市街地属性との関連性等について分析した結果を示したものである。

	緊急危険度判定 (建築震災調査委員会緊急調査)	応急危険度判定	日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WGによる調査	建築物被災度	火災
内容	・「使用禁止(黒紙)」又はこれに相当する建築物 ・原則4F以上 ・建築年を確認済み	・原則としてすべての2階建以上の共同住宅	・被災地域の建築物被災度の調査結果	・建築学会、都市計画学会、兵庫県による建築物一棟ごとの被災度判定結果)	・火災状況、および延焼範囲に関する調査
集計単位	個別建築物	個別建築物	個別建築物	個別建築物	個別建築物
データ形式	調査票	調査票(判定シート)	調査票	色塗り地図	調査票(住宅地図)
範囲	神戸市(919棟) 芦屋市 西宮市(500棟弱) ・4F未満の建築物200棟程度を含む	被災自治体 (兵庫県下および大阪府下:うち尼崎約8000棟については全く安全であるため、判定シートがなく、位置情報のみ) ・調査棟数:約46,000棟	被災地全体 (12,386棟、うち神戸市中央区10,280棟)	川西市、伊丹市、宝塚市、尼崎市、西宮市、芦屋市、神戸市、淡路島(淡路町、東浦町、北淡町の一部)の被災地全域 ・調査棟数:対象地域の建物総数約559,000棟のうち約443,000棟	尼崎市、西宮市、芦屋市、神戸市、明石市 ・調査棟数:約5,000棟弱
所有者 調査主体等	建築震災調査委員会	各自治体 建設省	日本建築学会近畿支部	日本建築学会近畿支部都市計画部会 日本都市計画学会関西支部 兵庫県都市住宅部計画課	建設省建築研究所

注)「建築物被災度」および「火災」の調査における調査棟数は、現地での調査に基づく棟数ではなく、地理情報システム上で建築物を表す“建物ポリゴン”(後述)の数を示す。

2. 2 日本建築学会・日本都市計画学会・兵庫県による被災度調査のデータ更新結果と分析

2. 2. 1 地理情報システム上の被災関連情報の更新

(1) 被災度調査データの更新

中間報告書においては、日本建築学会都市計画部会関西支部と日本都市計画学会近畿支部が合同で実施した被災度調査および兵庫県による補足調査の結果について、建築研究所所有の地理情報システムに被災情報を入力作業途中のものについて示している。

この段階では、対象地域の約54万3千棟（中間報告時点）のうち約34万7千棟について被災度情報が入力されていた。しかしながら、地図の図葉の境界線にある建築物が別々の2つの建築物として認識されていたなど、修正を要する暫定的なものであり、また、未入力約19万6千棟の中で調査のされている分について追加入力する必要があった。

そこで、中間報告書作成以降に地理情報システム上のデータへの修正・入力の追加作業を行い、最終段階のデータに更新した。また、火災情報について建築研究所が1995年1～2月にかけて行った現地調査（150箇所）の結果を入力・統合した（以下、あわせて「被災度調査」と呼ぶ）。

この結果、この地理情報システム上に整備されている「被災度調査」から得られた被災度情報は、各建築物毎に以下の7種類のいずれかとなっている。

- a) 外観上の被害なし
- b) 軽微な損傷
- c) 中程度の損傷
- d) 全壊または大破
- e) 火災による損傷（建築研究所調査による全焼および一部焼損の建築物。ただし外部焼毀のみの建築物は除く）
- f) 被災度未調査（「被災度調査」の段階で被災度が調査されていない建築物）
- g) 被災度不明（「被災度調査」に対応する建築物データが地理情報システム上に存在しないもの。実質的には上記fと同等と考えられる。）

(2) 建築用途の地理情報システムへの入力

上記の「被災度調査」情報のほか、兵庫県を通じ関係各市区の都市計画部局による都市計画基礎調査結果の最新図面（もしくはその図面を撮影した写真）を入手し、目視で読みとることにより個別の建築物に建築用途を属性として付与した。都市計画基礎調査による建築用途分類は地方自治体により異なるため、関係市区全体に対しての共通の建築用途として以下の分類を作成し、統一的に管理可能となるようにした。

- a) 独立住宅（併用を含む）
- b) 集合住宅（いわゆる下駄履き住宅を含む）
- c) 商業・業務施設
- d) 工業施設
- e) その他
- f) 色分けなし（都市計画基礎調査による元図に色が

塗られていないもの）

(3) その他の関係情報

「被災度調査」の結果を地理情報システムに入力する際の基盤となる地図情報については、以下のような整備を行った。

すなわち、建築物の形状を示すポリゴン*は、神戸市についてはデジタルマッピング（DM）データを利用し、また、他の市については1/2,500の国土基本図をスキャナーで読みとり、ポリゴン化*した。さらに、いずれの情報源でも、建築物の階数について、中高層建築物（3階建以上）、低層建築物（2階建以下）、および無壁舎（建築物間の渡り廊下や自転車置き場など）の区別が可能であるので、この情報もあわせて利用出来るように整備した。

また、国土院の数値地図10000を用いて、道路や市区町村・町丁目境界などの情報から「街区」・「町丁目」・「区」・「市」のポリゴンを作成し、後述する被災度集計の単位に用いた。

*：地理情報システムでは、建築物や街区などの情報を効率的に取り扱うために、それらの形状を多角形で近似し、関連する他の情報をその多角形に付与して管理することが多い。この多角形は通常ポリゴンと呼ばれている。また、「ポリゴン化」という用語は、コンピュータ上で建築物や街区などの形状が扱えるように、多角形として情報を構成する作業を指す。本文では、建築物を示すポリゴンを指すとき、「建物ポリゴン」と呼んでいる。

2. 2. 2 被災度調査の集計結果

(1) システムの対象領域

同システムにおいて整備している地理情報システムの主な対象は、現在のところ、兵庫県下の国土地理院の1/10,000の地図の有る範囲、すなわち神戸市（西区、北区を除く）、尼崎市、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、川西市の7市であるが、他の地域についても部分的なデータの収集を行っている。対象となる地域について、図2.2.2.1に概要を示す。当システムは概ね人口250万人、面積460km²を対象としている。

(2) 集計結果

上述のデータ修正の結果、対象地域においてポリゴン化されている建築物の数は、55万9千棟余り、そのうち被災度調査の結果との照合（建築物ポリゴンへの対応する被災度の読み込み）ができたものは、結局、44万3千棟弱となった。データ修正においては、建築物に付加された既入力の被災度情報の修正、建築物形状の修正、被災度未入力の建築物に対する被災度情報の付加を行っているが、今回ここに記す集計結果は、「被災度調査」の最終確定値にきわめて近いものと考えられるとともに、計算機による処理が可能という点で他に類を見ないデータとなっている。

集計にあたっては、前述した中高層建築物（3階建以上）、低層建築物（2階建以下）、無壁舎の別に分類した（以下、階数別集計と呼ぶ）。なお、被災度の照合ができた無壁舎は総数で5,700棟程度（地域内の無壁

舎の総数は2万1千棟余り）にすぎず、また建築物の構造的被災という観点から重要ではないため、以下の集計からは割愛している。また、被災度未調査の建築物についても同様に割愛している。

まず全数を見ると（表2.2.2.1および図2.2.2.2）、中高層建築物が約4万3千棟余りと5万棟に満たないのに対して、低層建築物は約39万3千棟と40万棟に近い数字となっており、中高層建築物の9倍を越えている。そのため、“全壊または大破”の低層建築物だけでも中高層建築物の総数に近い数となり、被災建築物に占める低層建築物の比率は極めて高くなっている。

次に階数別の被災度の構成比をしてみる（図2.2.2.3）。低層建築物は被災度が大きい建築物の割合が中高層建築物に比較して高いことが示されており、特に“全壊または大破”、“中程度の損傷”といった重大な被害の比率が他に比べ高いことが示されている。

表2.2.2.2、図2.2.2.4および表2.2.2.3、図2.2.2.5に建築階数別に市区毎の棟数による被災状況を示す。震源からもっとも遠い川西市では中高層建築物で“全壊または大破”と判定された建築物はない。その一方で、芦屋市、東灘区、灘区、長田区、須磨区では、低層建築物の“全壊または大破”の割合が20%を越え、兵庫区でもほぼ20%といえる。中高層建築物についても、東灘区、長田区、兵庫区においては“全壊または大破”の割合は10%を越えており、灘区においても極めて10%に近い。

中央区においては、“全壊または大破”と判断された建築物の割合は隣接する兵庫区、灘区よりも低い。し

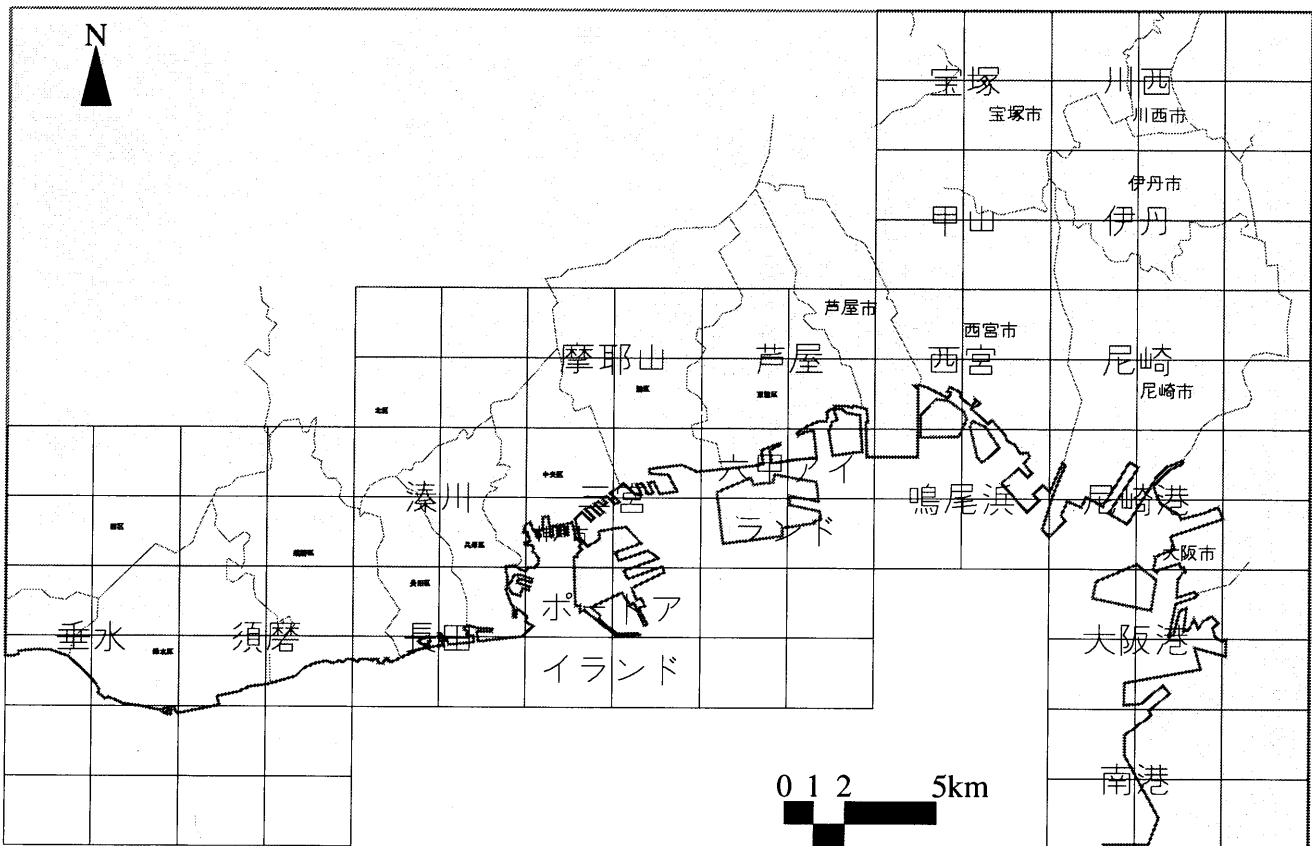


図2.2.2.1 システムの対象領域

表 2.2.2.1 対象地域の建物の被災状況（棟数）

建築物階数		全壊または大破	中程度の損傷	軽微な損傷	外観上の被害なし	火災による損傷	未調査	合計
棟数	低層	46,022	42,208	107,887	192,765	4,368	96,026	489,276
	中高層	3,081	3,273	9,035	27,794	463	4,873	48,519
	無壁舎	225	263	923	4,266	45	15,889	21,611
	合計	49,328	45,744	117,845	224,825	4,876	116,788	559,406
構成比	低層	9.4%	8.6%	22.1%	39.4%	0.9%	19.6%	100.0%
	中高層	6.4%	6.7%	18.6%	57.3%	1.0%	10.0%	100.0%
	無壁舎	1.0%	1.2%	4.3%	19.7%	0.2%	73.5%	100.0%
	合計	8.8%	8.2%	21.1%	40.2%	0.9%	20.9%	100.0%

かし、被害の大きい各市区で低層建築物の“全壊または大破”と中高層建築物の“全壊または大破”の割合の違いが大きいことに注目すると、中央区では他の地域に比較して中高層建築物が低層建築物に近い割合で被災していることがわかる。中央区には三宮を中心としたオフィス街が存在し、中高層建築物のストック量が他の地域に比較して高い（対象地域全域の未調査を除いた棟数比率が、低層：中高層＝9：1であるのに対し、中央区では、1.9：1）ため、木造を中心とした低層建築物ばかりでなく、RC造や鉄骨造といった中高層建築物の被害も多かったことが判る。

図2.2.2.6に町丁目毎に全壊率別に塗りわけた被災地域の地図を示す。ただし、ここで全壊率とは“全壊または大破”と判断された建築物が町丁目内で占める棟数ベースの比率（ただし、ここでは、母数には火災による被災建築物および未調査建築物が除かれている）である。震源地に近い垂水区では全壊または大破と判定された建築物が1%未満と全体の中で被害がかなり少なくなっているが、震源から遠く離れた宝塚市で全壊率の高い地区が見られ、地盤条件の影響が大きく現れているのではないかと考えられる。

表 2.2.2.4、図 2.2.2.7 および表 2.2.2.5、図 2.2.2.8 に建築階数別に建築用途毎の被災状況を示す。

低層建築物（表 2.2.2.4、図 2.2.2.7）では、総棟数として圧倒的に独立住宅が多く全体の約63%を占め、その中では10%を超える建築物が“全壊または大破”となっている。“中程度の損傷”も同様である。続いて集合住宅が大きな構成割合を占めているが全体の7%にとどまる。しかし、被災状況は独立住宅に比較して高く、30%に近い集合住宅が“全壊または大破”となっており、さらにこれに“中程度の損傷”を加えた割合はほぼ48%であり、独立住宅の“全壊または大破”＋“中程度の損傷”の割合である22%を大きく上回っている。また、その他の建築用途はその構成比はいずれも5%を下回り（用途分類なしを除く）、その被災度の状況も独立住宅と同程度である。

一方、中高層建築物についてみると（表 2.2.2.5、

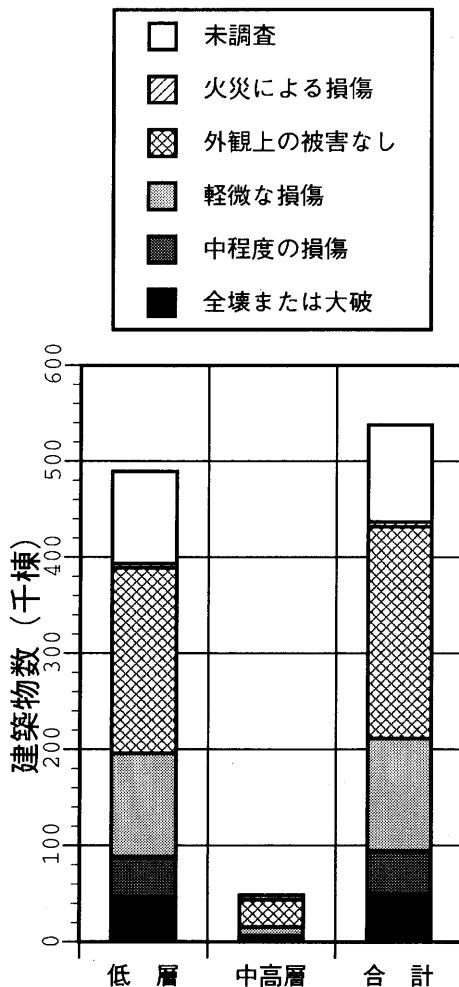


図 2.2.2.2 被災度の集計 (棟数)

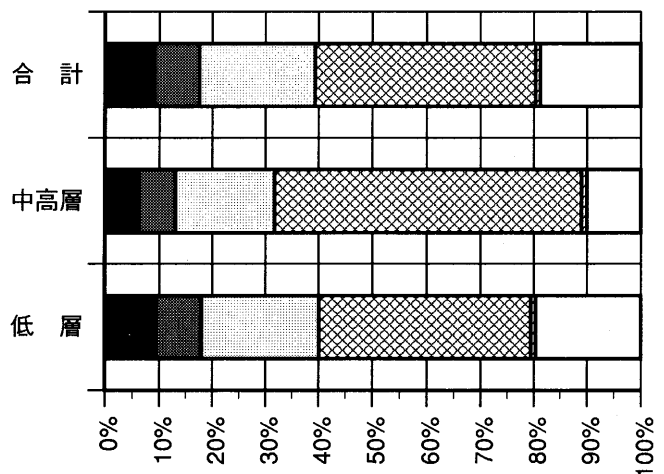


図 2.2.2.3 被災度の割合 (棟数)

表 2.2.2.2 低層建築物の市区別被災状況（棟数）*

市区名	全壊または大破	中程度の損傷	軽微な損傷	外観上の被害なし	小計（構造被害）	火災による損傷	小計（未調査を除く）	未調査	合計
川西市	304	1,242	2,872	6,930	11,348	0	11,348	2,359	13,707
宝塚市	1,513	2,043	9,014	24,644	37,214	0	37,214	9,364	46,578
伊丹市	694	1,960	12,560	23,672	38,886	0	38,886	9,006	47,892
尼崎市	954	3,304	21,370	58,028	83,656	9	83,665	15,333	98,998
西宮市	9,123	7,482	16,583	31,831	65,019	58	65,077	16,302	81,379
芦屋市	2,804	1,446	3,003	4,228	11,481	13	11,494	3,399	14,893
東灘区	8,318	3,660	4,186	7,325	23,489	227	23,716	9,415	33,131
灘区	5,231	2,595	4,951	5,476	18,253	330	18,583	6,559	25,142
中央区	1,529	2,067	4,362	5,701	13,659	52	13,711	3,394	17,105
兵庫区	4,477	4,483	7,444	6,105	22,509	710	23,219	2,700	25,919
長田区	7,250	6,144	9,089	5,712	28,195	2,242	30,437	2,920	33,357
須磨区	3,616	4,306	3,644	4,405	15,971	727	16,698	2,261	18,959
垂水区	209	1,476	8,809	8,701	19,195	0	19,195	12,619	31,814
北区	0	0	0	7	7	0	7	362	369
明石市	0	0	0	0	0	0	0	33	33
合計	46,022	42,208	107,887	192,765	388,882	4,368	393,250	96,026	489,276
川西市	2.68%	10.94%	25.31%	61.07%	-	0.00%	-	17.21%	-
宝塚市	4.07%	5.49%	24.22%	66.22%	-	0.00%	-	20.10%	-
伊丹市	1.78%	5.04%	32.30%	60.88%	-	0.00%	-	18.80%	-
尼崎市	1.14%	3.95%	25.55%	69.37%	-	0.01%	-	15.49%	-
西宮市	14.03%	11.51%	25.50%	48.96%	-	0.09%	-	20.03%	-
芦屋市	24.42%	12.59%	26.16%	36.83%	-	0.11%	-	22.82%	-
東灘区	35.41%	15.58%	17.82%	31.18%	-	0.96%	-	28.42%	-
灘区	28.66%	14.22%	27.12%	30.00%	-	1.78%	-	26.09%	-
中央区	11.19%	15.13%	31.93%	41.74%	-	0.38%	-	19.84%	-
兵庫区	19.89%	19.92%	33.07%	27.12%	-	3.06%	-	10.42%	-
長田区	25.71%	21.79%	32.24%	20.26%	-	7.37%	-	8.75%	-
須磨区	22.64%	26.96%	22.82%	27.58%	-	4.35%	-	11.93%	-
垂水区	1.09%	7.69%	45.89%	45.33%	-	0.00%	-	39.66%	-
北区	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	-	0.00%	-	98.10%	-
明石市	-	-	-	-	-	-	-	100.00%	-
合計	11.83%	10.85%	27.74%	49.57%	-	1.11%	-	19.63%	-

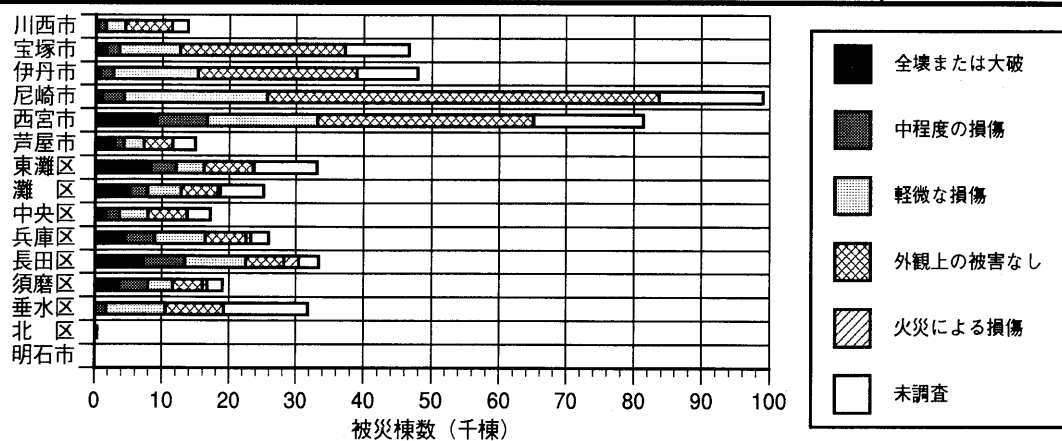


図 2.2.2.4 低層建築物の市区別被災状況

※割合の計算については以下のとおり：

(構造被害判定棟数) = (全棟数) - (火災損傷の棟数) - (未調査の棟数)、(被災度棟数) = (全棟数) - (未調査の棟数) とした時、

(全壊・大破の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数)

(中程度の損傷の割合) = (中程度の損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数)

(軽微な損傷の割合) = (軽微な損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数) (火災損傷の割合) = (火災損傷の棟数) / (被災度棟数)

(外観無被害の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数) (未調査の割合) = (未調査の棟数) / (全棟数)

表 2.2.2.3 中高層建築物の市区別被災状況（棟数）*

市区名	全壊または大破	中程度の損傷	軽微な損傷	外観上の被害なし	小計（構造被害）	火災による損傷	小計（未調査を除く）	未調査	合計
川西市	0	7	40	229	276	0	276	39	315
宝塚市	17	23	108	1,059	1,207	0	1,207	85	1,292
伊丹市	26	40	386	1,815	2,267	0	2,267	162	2,429
尼崎市	39	150	555	5,126	5,870	0	5,870	503	6,373
西宮市	184	263	772	3,670	4,889	4	4,893	219	5,112
芦屋市	128	112	435	1,453	2,128	6	2,134	217	2,351
東灘区	451	454	974	2,439	4,318	16	4,334	911	5,245
灘区	331	332	782	1,943	3,388	37	3,425	889	4,314
中央区	550	625	1,558	4,351	7,084	21	7,105	517	7,622
兵庫区	655	515	1,314	2,198	4,682	42	4,724	283	5,007
長田区	511	439	1,033	1,115	3,098	243	3,341	176	3,517
須磨区	168	259	558	987	1,972	94	2,066	106	2,172
垂水区	21	54	520	1,408	2,003	0	2,003	675	2,678
北区	0	0	0	1	1	0	1	70	71
明石市	0	0	0	0	0	0	0	21	21
合計	3,081	3,273	9,035	27,794	43,183	463	43,646	4,873	48,519
川西市	0.00%	2.54%	14.49%	82.97%	-	0.00%	-	12.40%	-
宝塚市	1.41%	1.91%	8.95%	87.74%	-	0.00%	-	6.60%	-
伊丹市	1.15%	1.76%	17.03%	80.06%	-	0.00%	-	6.70%	-
尼崎市	0.66%	2.56%	9.45%	87.33%	-	0.00%	-	7.90%	-
西宮市	3.76%	5.38%	15.79%	75.07%	-	0.08%	-	4.30%	-
芦屋市	6.02%	5.26%	20.44%	68.28%	-	0.28%	-	9.20%	-
東灘区	10.44%	10.51%	22.56%	56.48%	-	0.37%	-	17.40%	-
灘区	9.77%	9.80%	23.08%	57.35%	-	1.08%	-	20.60%	-
中央区	7.76%	8.82%	21.99%	61.42%	-	0.30%	-	6.80%	-
兵庫区	13.99%	11.00%	28.06%	46.95%	-	0.89%	-	5.70%	-
長田区	16.49%	14.17%	33.34%	35.99%	-	7.27%	-	5.00%	-
須磨区	8.52%	13.13%	28.30%	50.05%	-	4.55%	-	4.90%	-
垂水区	1.05%	2.70%	25.96%	70.29%	-	0.00%	-	25.20%	-
北区	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	-	0.00%	-	98.60%	-
明石市	-	-	-	-	-	-	-	100.00%	-
合計	7.13%	7.58%	20.92%	64.36%	-	1.06%	-	10.00%	-

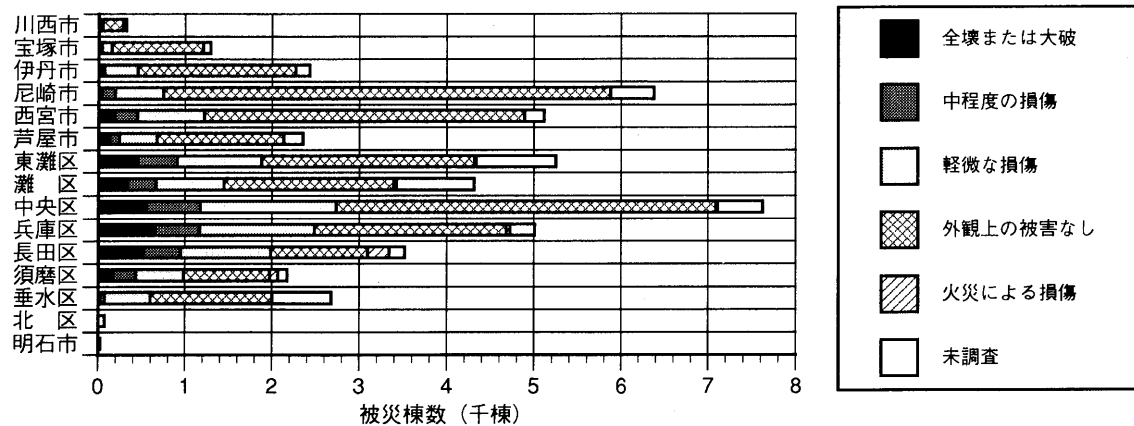


図 2.2.2.5 中高層建築物の市区別被災状況

※割合の計算については以下のとおり：

（構造被害判定棟数）＝（全棟数）－（火災損傷の棟数）－（未調査の棟数）、（被災度棟数）＝（全棟数）－（未調査の棟数）とした時、

（全壊・大破の割合）＝（全壊・大破の棟数）／（構造被害判定対象棟数）

（中程度の損傷の割合）＝（中程度の損傷の棟数）／（構造被害判定対象棟数）

（軽微な損傷の割合）＝（軽微な損傷の棟数）／（構造被害判定対象棟数）（火災損傷の割合）＝（火災損傷の棟数）／（被災度棟数）

（外観無被害の割合）＝（全壊・大破の棟数）／（構造被害判定対象棟数）（未調査の割合）＝（未調査の棟数）／（全棟数）

日本都市計画学会、日本建築学会、兵庫県による被災調査に基づき

兵庫県南部地震建物被災状況図

— 全壊率（棟数）・全建物・町丁目別 —

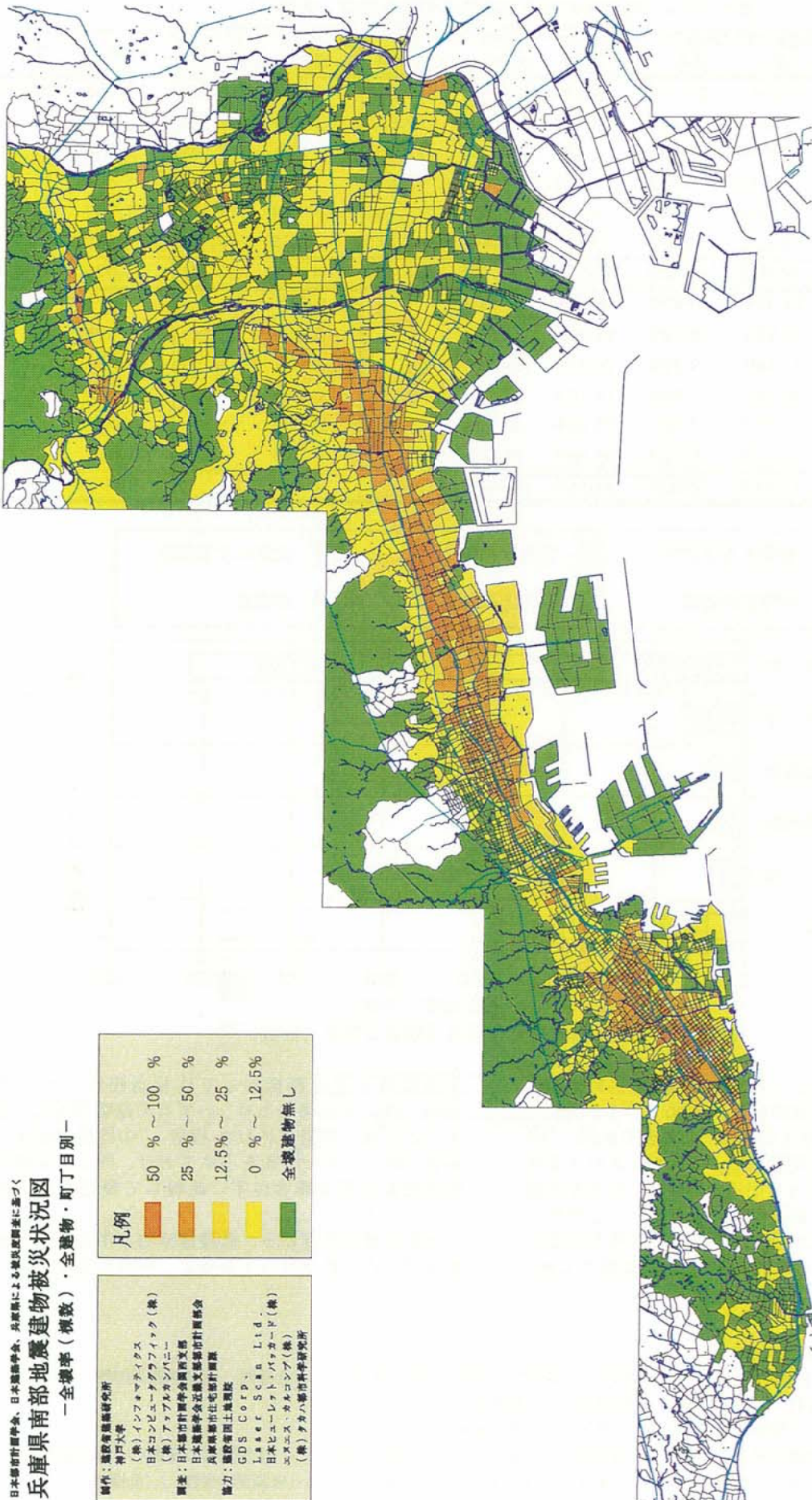
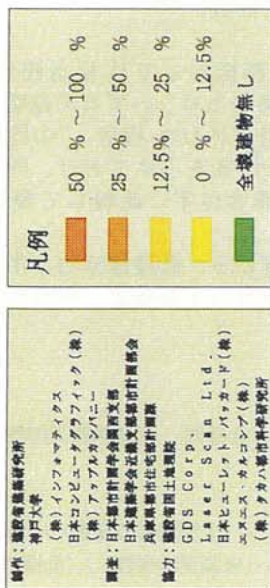


図 2.2.2.6 町丁目毎の全壊率集計結果 (棟数)

表2.2.2.4 低層建築物の建築用途別被災状況（棟数）*

建築物用途		全壊または大破	中程度の損傷	軽微な損傷	外観上の被害なし	小計（構造被害）	火災による損傷	小計（未調査を除く）	未調査	合計
棟数	独立住宅	30,361	29,116	75,833	132,511	267,821	2,471	270,292	36,796	307,088
	集合住宅	8,930	5,443	7,756	7,806	29,935	1,234	31,169	2,829	33,998
	商業・業務施設	2,090	1,697	4,421	10,054	18,262	276	18,538	3,564	22,102
	工業・流通施設	1,319	962	2,456	8,119	12,856	142	12,998	5,896	18,894
	その他	1,286	983	2,309	6,614	11,192	110	11,302	7,733	19,035
	用途分類なし	2,036	4,007	15,112	27,661	48,816	135	48,951	39,208	88,159
	合計	46,022	42,208	107,887	192,765	388,882	4,368	393,250	96,026	489,276
割合	独立住宅	11.34%	10.87%	28.31%	49.48%	-	0.91%	-	12.00%	-
	集合住宅	29.83%	18.18%	25.91%	26.08%	-	3.96%	-	8.30%	-
	商業・業務施設	11.44%	9.29%	24.21%	55.05%	-	1.49%	-	16.10%	-
	工業・流通施設	10.26%	7.48%	19.10%	63.15%	-	1.09%	-	31.20%	-
	その他	11.49%	8.78%	20.63%	59.10%	-	0.97%	-	40.60%	-
	用途分類なし	4.17%	8.21%	30.96%	56.66%	-	0.28%	-	44.50%	-
	合計	11.83%	10.85%	27.74%	49.57%	-	1.11%	-	19.60%	-

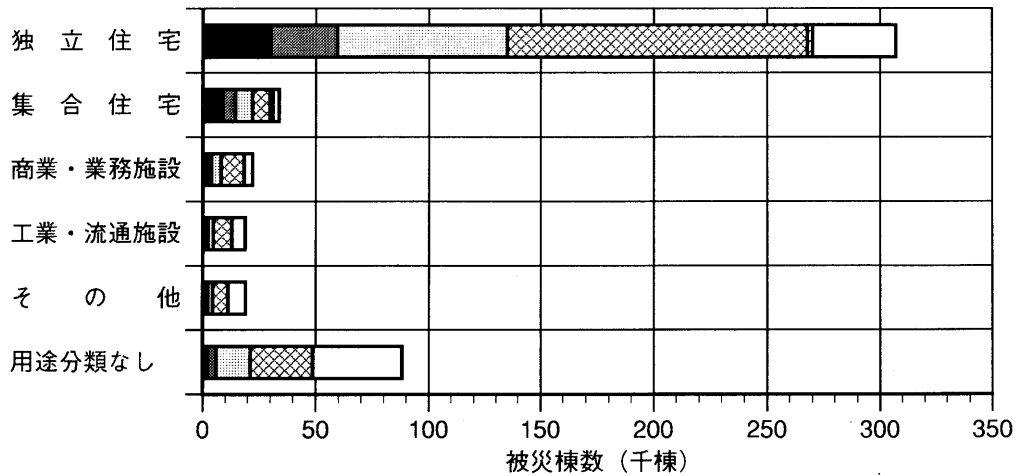
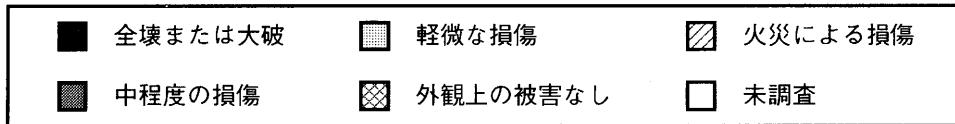


図2.2.2.7 低層建築物の建築用途別被災状況（棟数）

図2.2.2.8)、建築用途として大きな割合を占めているのは集合住宅であり全体の37%を占めている。集合住宅の被災状況は“全壊または大破”の割合で6.5%、“中程度の損傷”の割合も同程度で、これらをあわせた被災状況では14%弱となっている。2番目に大きな構成割合となっている独立住宅についてみると、全棟数に対する用途割合は20%程度で、被災状況は集合住宅のそれと同程度である。その他、商業・業務施設や工業・

流通施設も用途割合としては相当程度（それぞれ16%、7%）を占めており、いずれの建築用途も“全壊または大破”の割合が10%程度、“中程度の損傷”の割合が同じく9~10%を占めており、同じ中高層建築物の独立住宅や集合住宅に比較して損傷程度が高くなっている。

上記の被災状況から、低層建築物と中高層建築物の被災状況の比較を行ってみると、中高層集合住宅の被

※割合の計算については以下のとおり：

- (構造被害判定棟数) = (全棟数) - (火災損傷の棟数) - (未調査の棟数)、(被災度棟数) = (全棟数) - (未調査の棟数) とした時、
- (全壊・大破の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数)
- (中程度の損傷の割合) = (中程度の損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数)
- (軽微な損傷の割合) = (軽微な損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数) (火災損傷の割合) = (火災損傷の棟数) / (被災度棟数)
- (外観無被害の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数) (未調査の割合) = (未調査の棟数) / (全棟数)

表 2.2.2.5 中高層建築物の建築用途別被災状況（棟数）*

建築物用途		全壊または大破	中程度の損傷	軽微な損傷	外観上の被害なし	小計（構造被害）	火災による損傷	小計（未調査を除く）	未調査	合計
棟数	独立住宅	656	688	1,881	5,557	8,782	114	8,896	865	9,691
	集合住宅	1,074	1,192	3,065	11,193	16,524	179	16,703	1,193	17,896
	商業・業務施設	689	671	1,724	3,949	7,033	70	7,103	440	7,543
	工業・流通施設	334	283	710	1,522	2,849	52	2,901	429	3,330
	その他	171	248	799	2,968	4,186	26	4,212	810	5,022
	用途分類なし	157	191	926	2,605	3,879	22	3,901	1,136	5,037
	合計	3,081	3,273	9,035	27,794	43,183	463	43,646	4,873	48,519
割合	独立住宅	7.47%	7.83%	21.42%	63.28%	-	1.28%	-	8.90%	-
	集合住宅	6.50%	7.21%	18.55%	67.74%	-	1.07%	-	6.70%	-
	商業・業務施設	9.80%	9.54%	24.51%	56.15%	-	0.99%	-	5.80%	-
	工業・流通施設	11.72%	9.93%	24.92%	53.42%	-	1.79%	-	12.90%	-
	その他	4.09%	5.92%	19.09%	70.90%	-	0.62%	-	16.10%	-
	用途分類なし	4.05%	4.92%	23.87%	67.16%	-	0.56%	-	22.60%	-
	合計	7.13%	7.58%	20.92%	64.36%	-	1.06%	-	10.00%	-

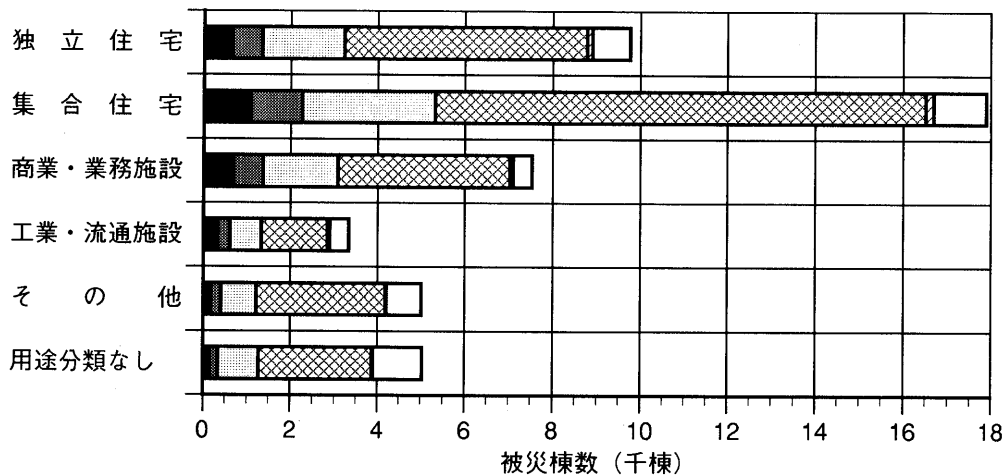
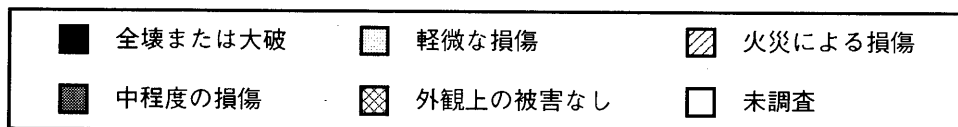


表 2.2.2.8 中高層建築物の建築用途別被災状況（棟数）

災の程度は、低層集合住宅と比較して“全壊または大破”の割合が1/5程度に、“中程度の損傷”の割合が2/5程度に低減している。したがって、この2つの被災程度でみると、中高層集合住宅は低層集合住宅の約3割の被災状況となっている。また、独立住宅についてみると、中高層住宅の場合、低層住宅に比較して“全壊または大破”の割合で約7割程度の被災状況となっていることがわかる。

※割合の計算については以下のとおり：

- (構造被害判定棟数) = (全棟数) - (火災損傷の棟数) - (未調査の棟数)、(被災棟数) = (全棟数) - (未調査の棟数) とした時、
- (全壊・大破の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数)
- (中程度の損傷の割合) = (中程度の損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数)
- (軽微な損傷の割合) = (軽微な損傷の棟数) / (構造被害判定対象棟数)、(火災損傷の割合) = (火災損傷の棟数) / (被災棟数)
- (外観無被害の割合) = (全壊・大破の棟数) / (構造被害判定対象棟数) (未調査の割合) = (未調査の棟数) / (全棟数)

2. 3 被害調査結果相互の比較

2. 3. 1 建築震災調査会緊急調査結果と被災度調査結果の比較

(1) 地理情報システム上における緊急調査結果情報

「緊急調査」の調査票内容についてはデータベース化がなされ、中間報告書においてその集計・分析結果が報告されている。総数は1,438件であるが、このうち、中間報告書で分析した神戸市分は1,231件である。今回、地理情報システム上で、その建築物と考えられる建物ポリゴンに対して調査票・データベースに示す建築物ID番号を属性情報として与えた。しかし地理情報システムに建築物位置を入力する段階で建築物が特定できなかったものがある。また、住宅地図では長屋などの連棟式の建築物が複数棟に分かれて表現されているのに対して、当地理情報システム上では出典となる地図が異なるために1棟として表現されている場合も少なくなく、結果として1棟の建築物に複数の「緊急調査」判定結果が存在している場合がある。

(2) 被災度調査結果との比較

地理情報システムにより、対象領域の建築物のほぼすべてについて、被災度調査結果が個々の建築物の属性として入力されているので、「緊急調査」（いわゆる黒紙調査）の対象建築物について、「緊急調査」結果とあわせて「被災度調査」結果を読みとることができる。

そこで、地理情報システム上の両判定結果をあわせて読み出し、神戸市内について、これらの関係を比較・分析した。神戸市内で2つの調査の間に対応関係が明らかになったのは、1つの建築物内の複数判定結果を含めて、1,467件であった。

(3) 全体的な傾向

表2.3.1.1および図2.3.1.1は、神戸市内で2つの調査の間に対応関係が明らかになった1,467件について、その判定結果の対応関係を示したものである。

これを見ると、「緊急調査」の対象建築物の多くは、「大破」もしくは「倒壊又は崩壊」と判断されており、これに対応する「被災度調査」でも、多くの場合、「全壊または大破」となっている。「被災度調査」で“中程

度の損傷”と判定されている建築物は多くはない。

一方、「緊急調査」で“中破”と判定された建築物は、「被災度調査」で“全壊または大破”から“軽微な損傷”に至るまで評価が分散しており、特に「緊急調査」で“小破”とされた建築物は「被災度調査」における評価の分散が著しく、ほぼ均等に分布している。

見方を変えて「被災度調査」からみると、「被災度調査」で“全壊または大破”となった建築物は「緊急調査」では“大破”もしくは“倒壊又は崩壊”と判定されるのが圧倒的多数を占めている。これが「被災度調査」の判定状況が軽微になるに従って、「緊急調査」の結果は損傷程度の軽微な建築物の割合が増加しているものの、評価の分散傾向も大きくなっている。

以上のことから、重大な損傷をもつ建築物については、ほぼ相応の評価がなされているといえることができる。これに対して、比較的軽微な被害のものについては、両調査間で評価が分かれているといえよう。この原因としては、2つの調査における判断基準の差があるのではないかとことや、判定する当事者の技術的背景、すなわち、一方（「緊急調査」）では、建築構造に造詣が深い建築士の資格を持つ者が判定をしてい

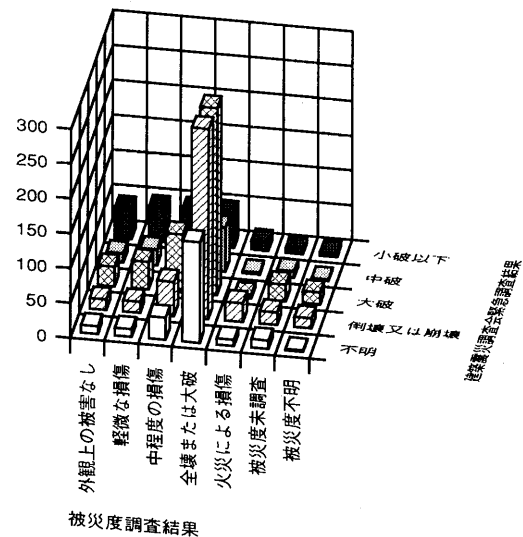


図 2.3.1.1 建築震災調査会緊急調査結果と被災度調査結果の比較 [件]

表 2.3.1.1 建築震災調査会緊急調査結果と被災度調査結果の比較 [件]

		建築震災調査会緊急調査結果					合計
		小破以下	中破	大破	倒壊又は崩壊	不明	
被災度調査結果	外観上の被害なし	43	13	28	15	11	110
	軽微な損傷	48	23	39	16	11	137
	中程度の損傷	50	40	83	49	32	254
	全壊または大破	50	63	269	273	144	799
	火災による損傷	13	3	5	27	9	57
	被災度未調査	7	9	24	18	12	70
	被災度不明	5	2	17	14	2	40
	合計	216	153	465	412	221	1,467

表 2.3.1.2 木造建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊又は崩壊	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	2	0	4	0	0	6
	軽微な損傷	5	1	5	3	1	15
	中程度の損傷	4	5	6	7	7	29
	全壊または大破	8	6	52	32	24	122
	火災による損傷	0	0	0	0	0	0
	被災度未調査	0	2	1	3	0	6
	被災度不明	1	0	8	8	0	17
	合計	20	14	76	53	32	195

表 2.3.1.3 鉄骨建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊又は崩壊	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	8	5	4	1	0	18
	軽微な損傷	20	5	9	0	0	34
	中程度の損傷	36	8	24	3	0	71
	全壊または大破	24	28	79	29	7	167
	火災による損傷	5	3	4	2	0	14
	被災度未調査	3	3	3	4	0	13
	被災度不明	4	0	2	1	0	7
	合計	100	52	125	40	7	324

表 2.3.1.4 RC・SRC 建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊又は崩壊	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	27	6	15	13	1	62
	軽微な損傷	22	14	22	12	1	71
	中程度の損傷	8	21	47	37	3	116
	全壊または大破	15	21	117	196	10	359
	火災による損傷	6	0	1	24	4	35
	被災度未調査	3	4	20	11	1	39
	被災度不明	0	1	5	4	0	10
	合計	81	67	227	297	20	692

表 2.3.1.5 木造建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊又は崩壊	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	5	0	1	0	0	6
	軽微な損傷	0	2	1	0	0	3
	中程度の損傷	1	3	2	1	0	7
	全壊または大破	2	4	7	9	0	22
	火災による損傷	2	0	0	1	0	3
	被災度未調査	1	0	0	0	0	1
	被災度不明	0	0	1	0	1	2
	合計	11	9	12	11	1	44

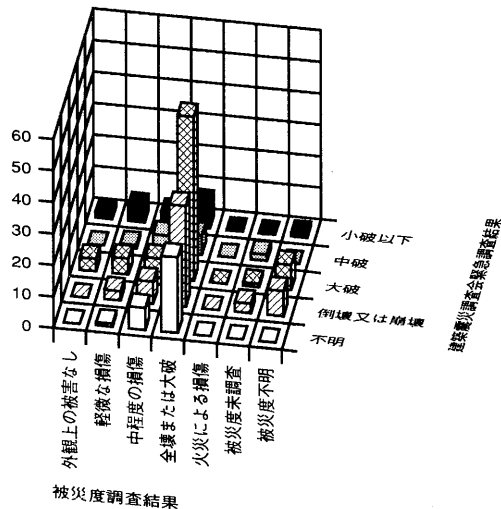


図 2.3.1.2 木造建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

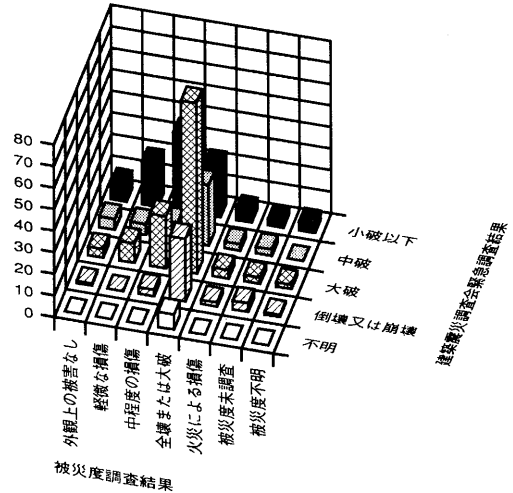


図 2.3.1.3 鉄骨建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

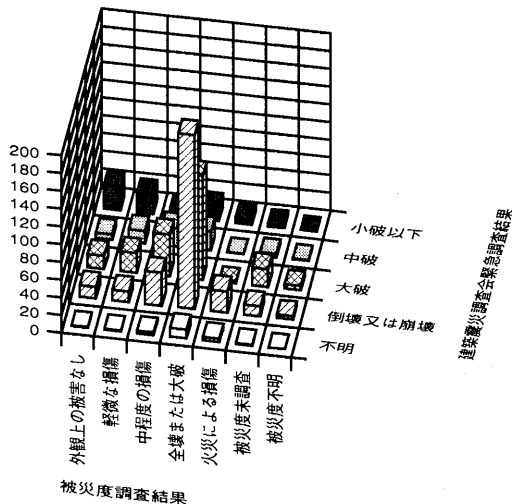


図 2.3.1.4 RC・SRC 建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

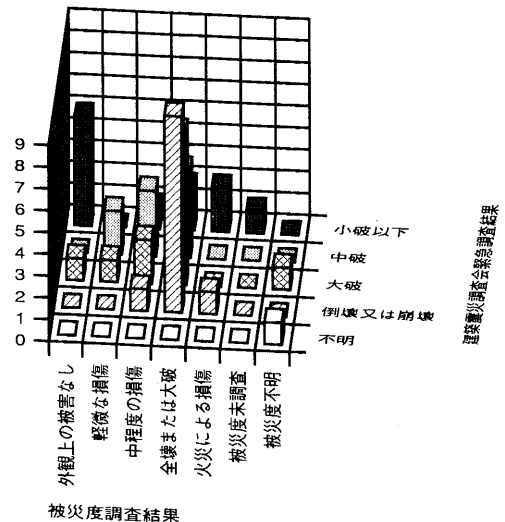


図 2.3.1.5 複合建築物における建築震災調査会調査結果と被災度調査結果の比較

るのに対し、他方（「被災度調査」）では、建築学や都市計画学を学んでいる学生が主たる調査者であること、あるいは、一棟の判定のためにかける時間（被災度調査では、悉皆を目標としていたため、1棟に費やすことができる時間の制約が、緊急調査に比べ厳しかったと考えられる）などが影響していると考えられる。また、調査時の野帳への記入ミスや地理情報システムへの入力時の誤りなどによって、「両判定で同じ建築物を対象としている」という前提が成り立たないものも若干はあると考えられ、これも全般的な対応関係の曖昧さの一因となっていると考えられる。

(4) 建築構造別の傾向

表 2.3.1.2～表 2.3.1.5 および図 2.3.1.2～図 2.3.1.5 は、「緊急調査」の現地調査により判明した建築構造（木造、鉄骨造、RC・SRC 造、複合構造）毎に両者の判定結果を見たものである。

木造建築物についてみると、「緊急調査」で“倒壊又は崩壊”または“大破”としている建築物の大半が「被

災度調査」では“全壊または大破”となっており、重大な損傷に対して両調査で評価が分かれることは少ない。この状況は RC・SRC 造の建築物についても同様の傾向にある。

しかしながら、鉄骨造については、両判定は大まかには対応しているのであるが、詳細に見ると、「緊急調査」で“小破以下”となっても「被災度調査」では“全壊または大破”から“外観上の被害なし”まで広く評価が分散している。逆に、「被災度調査」で“全壊または大破”と判定された建築物についても、「緊急調査」で“倒壊又は崩壊”から“小破以下”まで広く分布している。極端な例では、「被災度調査」で“中程度の損傷”と判定された建築物のうち、「緊急調査」で“中破”とされたものは 1 割程度であり、“小破以下”が 5 割、“大破”以上が 4 割となっている。

複合構造建築物については、木造または RC・SRC 造建築物の判定状況と鉄骨造建築物の判定状況の間にあると見ることができる。

このように、「緊急調査」と「被災度調査」の間の対

応関係から見ると、特に鉄骨造建築物について、判定結果が食い違う傾向が高い。これは、調査時点や地理情報システムへの入力時の誤りとして想定される以上に、上記で述べた両調査間の判断基準の差や、それぞれの調査目的の違いから自ずと異なってくる判定にかける時間の程度や調査の精度、判定する当事者の技術的背景が大きく影響していると考えられる。

2. 3. 2 応急危険度判定結果と被災度調査結果の比較

(1) 地理情報システム上における応急危険度判定結果情報

応急危険度判定結果には、以下の2種類がある。

- a) 現地調査に基づき調査票に所定の判定項目を記入し、住宅地図のコピーにその位置とコード番号を記載した野帳を添付したもの (36,014 件)
- b) 明らかに「安全」と判断されたため、調査票を作成せずに住宅地図野帳にその場所を記しただけのもの (尼崎市を中心とした9,349 件)

このうち、前者については、中間報告書においてその暫定集計・分析結果を報告した。また、同時に地理情報システム上において、「応急危険度判定結果」と「建築構造」の情報を与えている。

一方、後者の場合のように調査票が作成されていないものについては、構造に関する情報もないため、地理情報システム上においては、その建築物と推定される建物ポリゴンに対して、判定結果として「安全」という情報のみを与えた。

なお、上記データベースの中には同じ建築物に対する判定結果が複数存在する（場合によっては危険度の判定結果や判定した建築構造が異なっている）ことに留意しておく必要がある。これには、

- a) 対象建築物は正しく記入されているが、現地において複数の調査班が判定した場合
- b) 位置を間違えて、全く別の建築物に対する判定結果を記入してしまい、結果として1つの建築物に複数の判定結果が重なった場合

の2つが考えられる。後者については、調査班による位置記入の誤り、地理情報システムへの入力時における位置指定の誤りが考えられる。さらに、長屋形式の住宅に対して調査票が世帯の数だけある場合も存在し、これも、上記データベースの重複となっている。また、調査票によっては、住所や建築物名称が実際とは著しく異なっていたり不明であるものも存在し、最終的に野帳として使用された住宅地図の建築物位置図との照合が不可能であったものも少なくなく、これらのデータについては地理情報システム上にその位置を与えることはできなかった。その数は概ね1,000件である。

なお、「応急危険度判定」の判定結果の中には、“判定不能”という項目が見られるが、これは、調査班による調査票には全体評価が記入されておらず、かつ、個別の部分的な判定結果に基づいて総合評価を行う方法も、データ内容の関係から総合評価のためのルールの適用不可能であった建築物について記載されている。

(2) 被災度調査結果との比較

緊急調査の場合と同様に、地理情報システム上の「応急危険度判定」結果と「被災度調査」結果、ならびに建築物階数（低層、中高層の別）、建築用途、および緊急危険度判定の現地調査に基づく建築構造をあわせて読み出し、これらの関係を比較・分析した。

(3) 全体的な傾向

表 2.3.2.1 および図 2.3.2.1 は、入力のできた「応急危険度判定」を行った建築物のうち、地理情報システム上に入力が可能であった 43,685 棟について、「応急危険度判定」結果と「被災度調査」結果の関係を示したものである。なお、前述したように、1 棟の建築物に「応急危険度判定」の結果が複数ある場合、単一の「被災度調査」結果に対して、それぞれの「応急危険度判定」の結果を対応させ、集計上は複数件数として計算している。その件数は 730 件であり、危険度と被災度の対応件数は都合 44,415 件となっている。

これを見ると、全体的な傾向としては、「被災度調査」で“外観上の被害なし”と判定されたものが、「応急危険度判定」では“安全”と見なされている割合が圧倒的に高く、また、「被災度調査」で“全壊または大破”とされた建築物は、「応急危険度判定」ではそのほとんどが“危険”と判定されている。

一方、「被災度調査」で“軽微な損傷”あるいは“中程度の損傷”とみなされた被災状況は、「応急危険度判定」では“安全”、“要注意”、“危険”に分散している。しかしながら、「被災度調査」の“軽微な損傷”は、概ね「応急危険度判定」では“安全”から“要注意”に該当し、「被災度調査」の“中程度の損傷”は、概ね「応急危険度判定」では“要注意”から“危険”に該当している。

なお、「被災度調査」で“全壊または大破”と判断された建築物が「応急危険度判定」で“安全”と判定されたものが少数とはいえ存在するが、これは現地調査の際の位置記入の誤りや地理情報システムへの入力時における位置指定の誤り等の可能性が高いと考えられる。

対象となる建築物が両者の判定で正確に同一の建築物を示しているのかどうかについて、前述したごとく多少の問題点も残されているが、以上の点を考慮すると、全体的な判定結果の傾向は「応急危険度判定」の結果の方が「被災度調査」の結果より多少、安全側に（すなわち、より被災度を大きく）みなしているといえよう。これは、「被災度調査」が建築物の主要構造部を対象として被災度を判定しているのに対し、「応急危険度判定」は主要構造部ばかりでなく、2次部材の損傷の程度や周囲の環境状況が考慮されているためと思わ

れる。例えば、窓ガラスが破損・散乱し、ガラス落下の危険のある場合や、隣接の建築物や構造物による危険があるために“危険”と見なされることもあり、判定上、安全側となる傾向にあるものと考えられる。

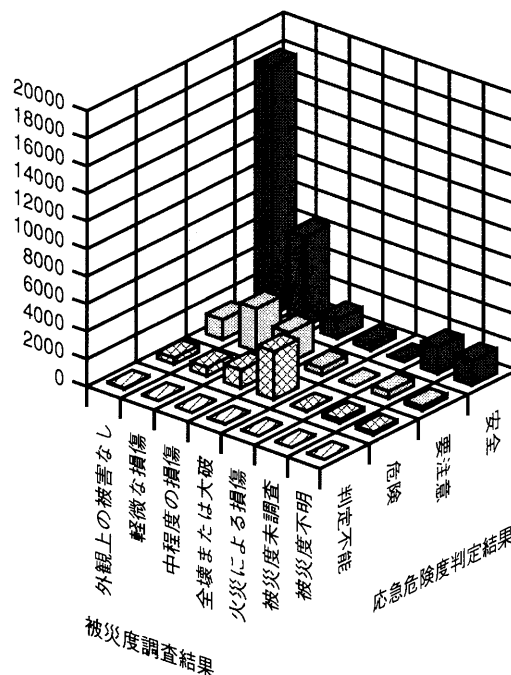


図 2.3.2.1 応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

図 2.3.2.1 応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

		応急危険度判定結果				合計
		安全	要注意	危険	判定不能	
被災度調査結果	外観上の被害なし	17,980 ₁	1,448 ₁	462 ₁	68	19,958
	軽微な損傷	6,493 ₁	3,088 ₁	621 ₁	8	10,210
	中程度の損傷	1,344 ₁	2,208 ₁	1,294 ₁	3	4,849
	全壊または大破	448 ₁	490 ₁	3,468 ₁	28	4,434
	火災による損傷	24 ₁	7 ₁	26 ₁	4	61
	被災度未調査	1,901 ₁	515 ₁	241 ₁	20	2,677
	被災度不明	1,756 ₁	276 ₁	188 ₁	6	2,226
	合計	29,946 ₁	8,032 ₁	6,300 ₁	137	44,415

(4) 調査票未作成建築物に関する傾向

一方、調査票が作成されなかった尼崎市を中心とした9,349件の「応急危険度判定」の対象建築物が、「被災度調査」ではどのような結果になっているかを建築階数別にみたものが表2.3.2.2及び図2.3.2.2である。これをみると、全体の約8割は2階建て以下の低層建築物である。主たる対象地域である尼崎市全体の階数別棟数の割合をみると（表2.2.2.2および表2.2.2.3）、全体の9割以上（89,535棟中83,665棟）が低層建築物であるから、調査票未作成の建築物は、階数別のデータから見ると、母集団である全ストック量の傾向から大きく乖離するものではないと考えられる。

(5) 建築構造別の傾向

表2.3.2.3～表2.3.2.5および図2.3.2.3～図2.3.2.5は、「応急危険度判定」の現地調査により判明した建築構造（木造、鉄骨造、RC造）毎に、両者の判定結果の関係をみたものである。従って、調査票が作成されていない建築物9,349件については、建築構造が判明し

ないため、この分析の対象からはずれている。

木造建築物では、両判定結果が“危険”あるいは“全壊または大破”と判定された建築物は全体の17.3%にのぼり、両判定が“安全”または“外観上の被害なし”とされた建築物の割合14.4%を大きく上回り、後述するRC造の被災状況で“危険”または“全壊または大破”の判定が1.5%程度であるのと比較して際立った差を見せている。また、各判定の中間段階の評価（すなわち、「被災度調査」における“軽微な損傷”あるいは“中程度の損傷”、「応急危険度判定」における“要注意”）の割合も非常に高い。

鉄骨造の場合は、木造ほど重大な被害が生じている割合は少ないが、RC造に比較すれば被害は大きく、木造とRC造の中間的な損傷状況となっている。

また、木造、鉄骨造のいずれの構造の場合も「応急危険度判定」で“要注意”と判定された建築物が、「被災度調査」で“外観上の被害なし”から“全壊または大破”まで広く広がっており、RC造に比較して、被災度と危険度の違いが出やすいということが類推される。

RC造の場合でも、“外観上の被害なし”もしくは“安全”と判定された建築物の数が圧倒的に多く、それ以外の被害程度である建築物が少なく、判断が難しいところであるが、表からその数字を見てみると、中程度から軽微な被害においては、両判定間に明確な対応関係があるようには見受けられず、調査における判定基準の差の問題や、判定する当事者の技術的背景の差の問題が、特に中程度の損傷の際に評価を分けているのではないかと推察される。

建築構造を問わず、両者の判定の関係は、「全体的な傾向」で述べたものと大差は見られない。

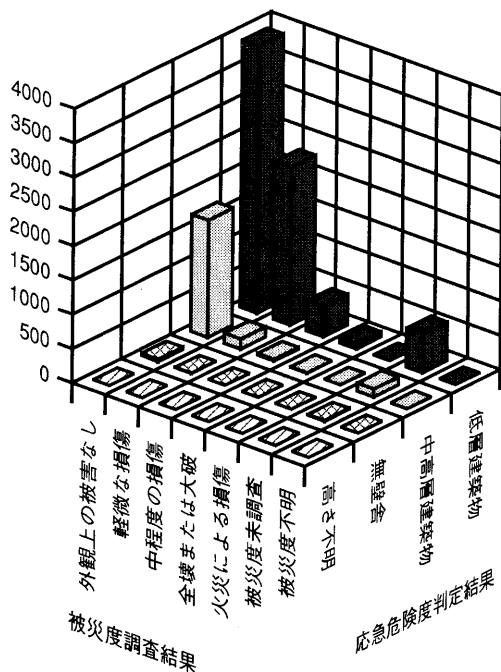


図2.3.2.2 応急危険度判定が未調査の建築物についての建築物階数と被災度調査結果の比較

表2.3.2.2 応急危険度判定が未調査の建築物についての建築物階数と被災度調査結果の比較

		建築物階数				合計
		低層建築物	中高層建築物	無壁舎	高さ不明	
被災度調査結果	外観上の被害なし	3,897	1,708	35	0	5,640
	軽微な損傷	2,304	150	5	0	2,459
	中程度の損傷	446	27	1	0	474
	全壊または大破	75	6	0	0	81
	火災による損傷	0	0	0	0	0
	被災度未調査	566	116	13	0	695
	被災度不明	0	0	0	0	0
	合計	7,288	2,007	54	0	9,349

表 2.3.2.3 木造建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

		応急危険度判定結果				
		安全	要注意	危険	判定不能	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	2,519	1,155	324	5	4,003
	軽微な損傷	1,778	2,713	520	1	5,012
	中程度の損傷	325	1,930	1,105	2	3,362
	全壊または大破	102	379	3,019	21	3,521
	火災による損傷	1	1	4	0	6
	被災度未調査	359	456	210	2	1,027
	被災度不明	214	184	151	0	549
	合計	5,298	6,818	5,333	31	17,480

表 2.3.2.4 鉄骨建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

		応急危険度判定結果				
		安全	要注意	危険	判定不能	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	2,330	201	84	8	2,623
	軽微な損傷	610	286	63	1	960
	中程度の損傷	141	204	138	0	483
	全壊または大破	85	78	268	2	433
	火災による損傷	0	2	11	3	16
	被災度未調査	205	46	25	3	279
	被災度不明	588	71	29	2	690
	合計	3,959	888	618	19	5,484

表 2.3.2.5 RC 建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

		応急危険度判定結果				
		安全	要注意	危険	判定不能	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	7,491	92	54	55	7,692
	軽微な損傷	1,646	89	38	6	1,779
	中程度の損傷	404	74	51	1	530
	全壊または大破	180	33	181	5	399
	火災による損傷	23	4	11	1	39
	被災度未調査	642	13	6	15	676
	被災度不明	954	21	8	4	987
	合計	11,340	326	349	87	12,102

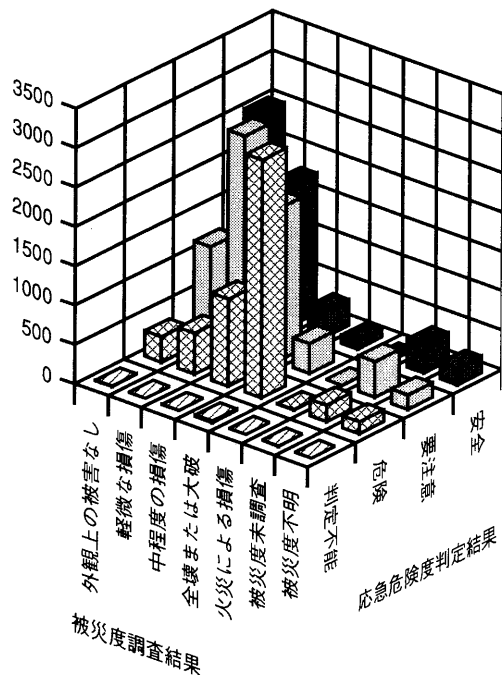


図 2.3.2.3 木造建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

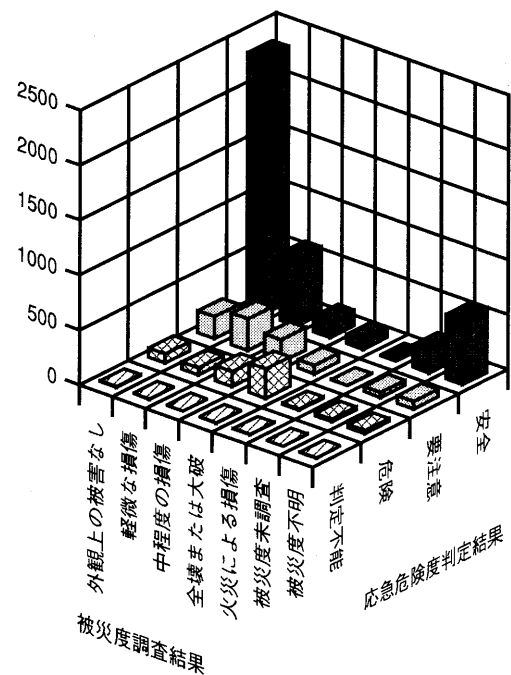


図 2.3.2.4 鉄骨建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

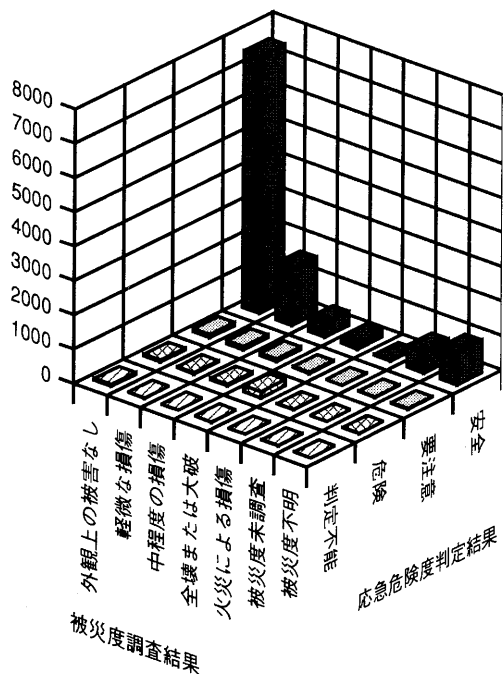


図 2.3.2.5 RC 建築物についての応急危険度判定調査結果と被災度調査結果の比較

2. 3. 3 日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果と被災度調査結果の比較

(1) 地理情報システム上における建築学会地震被害調査結果情報

日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WGの調査結果（以下、「建築学会調査」と呼ぶ）は、神戸市中央区を主たる調査地域として、京都大学防災研究所で地理情報システム上のデータとして作成された。被災度の入力に際してデジタル版住宅地図を利用しているため、建築物に関する情報は、建築物の形状を示すポリゴンによって管理されるわけではなく、建築物を示すポリゴンの内部の1点の座標が建築物位置を示す代表点として作成・管理される。したがって、このデータを建築研究所の地理情報システム（これは前述のように建物ポリゴンによって建築物に関する情報を管理している）に導入する場合、この代表点の座標が建築物を示すポリゴンの内部に入るかどうかが建築物を照合することとなる。

そこで、この代表点の座標データを、建築研究所のシステムの建物ポリゴンと照合させたところ、建築物ID番号を持つデータ9,267件のうち、689件（7.4%）は照合できなかった。すなわち、この代表点を内部に含む建物ポリゴンを見つけることができなかった。また、1,863件（20%）については、建築研究所のシステム上の単独の建物ポリゴン（すなわち一棟の建築物として認識されている）に対し、複数の代表点（すなわち複数の建築物として認識されている）が含まれる結果となったため、単一の建物ポリゴンに対し複数の「建築学会調査」による被災情報が対応することとなった。両方で27.4%の建築物が一对一の形では照合できなかったことになる。地理情報システムと一口に言っても、ベースとなる地図が違う、あるいはシステムが違うという状況の場合、地図情報交換方法の整備あるいはベースとなる地図情報の整合性の担保などを図る必要性を示している。

以下に述べる、被災度調査との比較は、上記のような制約条件下で両者の被災度を比較検討した結果であることを留意しておく必要がある。

今回、建築研究所の地理情報システムに入力した情報は、建築学会により作成されたデータベースの建築物ID番号と判定結果ならびに建築構造である。建築物ID番号を持つデータの件数は上記の通りであったが、上述のように、照合できなかったものがあるため、実

際上記の情報が入力されている建物ポリゴンの数はこれより少ない。

(2) 被災度調査結果との比較

これまでと同様に、地理情報システム上の「建築学会調査」結果と「被災度調査」結果、ならびに建築物階数（低層、中高層の別）、建築用途、および緊急危険度判定の現地調査に基づく建築構造をあわせて読み出した。その結果、建物ポリゴンとして両調査の対応関係が明らかになったものが7,533件である。この中には、上述したように、「建築学会調査」の判定結果を複数持つ建築物があるので、この場合には「被災度調査」による同一の判定結果と対応させて、集計上は複数件数として計算している。これを含めて両調査に対応関係が合った総件数は8,578件であった。

(3) 全体的な傾向

表2.3.3.1および図2.3.3.1は、両調査の判定結果の対応関係について示したものである。大局的には良好に対応していると見ることができる。「被災度調査」の

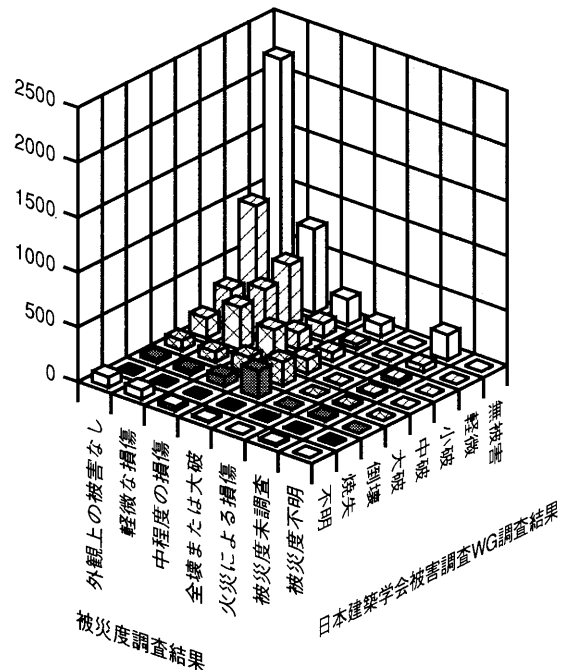


図2.3.3.1 日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果と被災度調査結果の比較

表2.3.3.1 日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果と被災度調査結果の比較

		日本建築学会被害調査WG調査結果								合計
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	
被災度調査結果	外観上の被害なし	2,207	983	331	182	89	33	0	94	3,919
	軽微な損傷	762	550	439	387	93	32	0	83	2,346
	中程度の損傷	232	124	153	290	152	84	0	38	1,073
	全壊または大破	107	42	74	125	214	246	1	13	822
	火災による損傷	0	3	1	2	1	3	4	0	14
	被災度未調査	229	58	40	20	16	20	1	20	404
	被災度不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	3,537	1,760	1,038	1,006	565	418	6	248	8,578

表 2.3.3.2 木造建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

		日本建築学会被害調査WG調査結果								
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	838	198	152	111	60	19	0	7	1,385
	軽微な損傷	408	172	224	278	73	21	0	3	1,179
	中程度の損傷	134	25	47	194	93	43	0	0	536
	全壊または大破	45	6	17	48	118	144	0	0	378
	火災による損傷	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	被災度未調査	113	19	18	9	13	12	0	3	187
	被災度不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		1,538	420	458	640	357	239	2	13	3,667

表 2.3.3.3 鉄骨建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

		日本建築学会被害調査WG調査結果								
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	154	188	69	30	13	5	0	0	459
	軽微な損傷	43	116	80	43	8	1	0	1	292
	中程度の損傷	11	37	50	39	26	11	0	0	174
	全壊または大破	6	20	31	34	41	26	0	0	158
	火災による損傷	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	被災度未調査	12	13	11	5	0	4	1	1	47
	被災度不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		226	374	241	151	88	47	3	2	1,132

表 2.3.3.4 RC・SRC 建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

		日本建築学会被害調査WG調査結果								
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	569	551	98	32	13	2	0	4	1,269
	軽微な損傷	92	237	113	47	10	3	0	5	507
	中程度の損傷	18	59	47	39	30	16	0	2	211
	全壊または大破	10	15	24	29	52	47	0	2	179
	火災による損傷	0	3	1	2	1	2	0	0	9
	被災度未調査	26	20	11	5	3	1	0	0	66
	被災度不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		715	885	294	154	109	71	0	13	2,241

表 2.3.3.5 複合建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

		日本建築学会被害調査WG調査結果								
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	合計
被災度調査結果	外観上の被害なし	8	13	1	2	3	0	0	0	27
	軽微な損傷	1	6	6	3	1	0	0	0	17
	中程度の損傷	1	0	1	2	1	0	0	0	5
	全壊または大破	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	火災による損傷	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	被災度未調査	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	被災度不明	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		10	20	8	8	6	0	0	0	52

“全壊または大破”は「建築学会調査」の“倒壊”、“大破”および“中破”が大多数を占めており、同様に“中程度の損傷”では“大破”、“中破”から“小破”までとほぼ対応しているが、“無被害”も相当数見受けられる。「被災度調査」が“軽微な損傷”の場合では、「建築学会調査」では“無被害”が最も多く“中破”まで相当数がカウントされているが判定の最頻値は“中破”となっている。「建築学会調査」を軸にみても、ほぼ同様の傾向である。

なお、両調査の判定結果の対応関係（表 2.3.3.1）を、

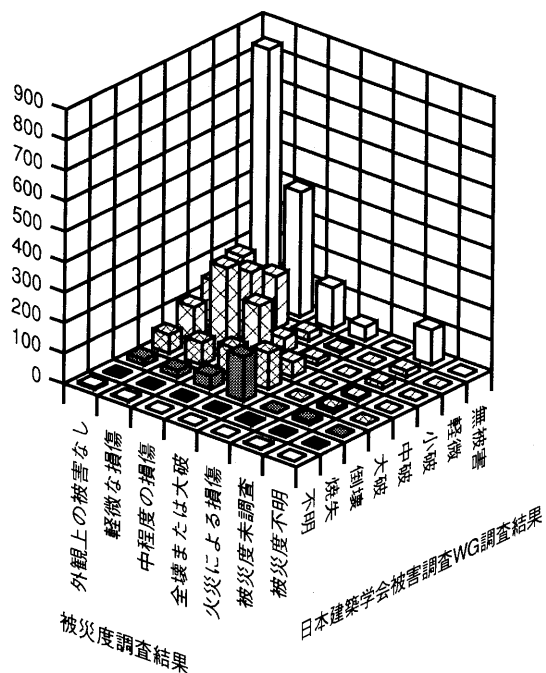


表 2.3.3.2 木造建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

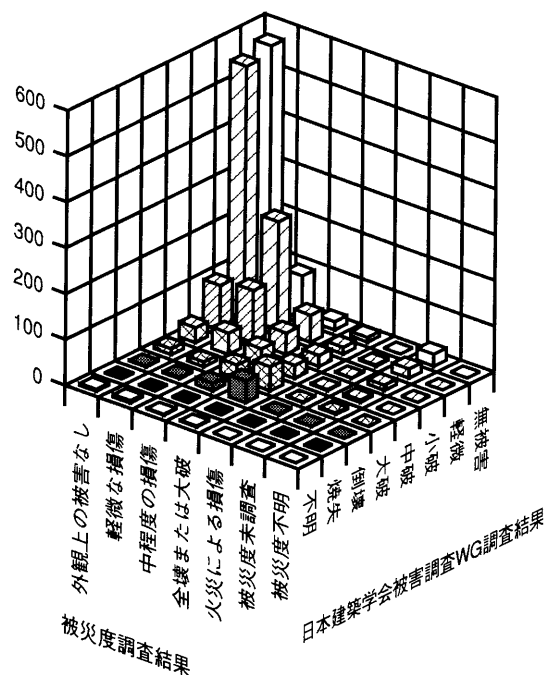


表 2.3.3.4 RC・SRC 建築物の日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

「応急危険度判定」と「被災度調査」との対応関係（表 2.3.2.1）と比べてみると、前者は後者に比較して判定結果に大きな差（例えば、「被災度調査」では“外観上の被害なし”となっているのに対して「応急危険度判定」で“危険”、「建築学会調査」で“大破”あるいは“倒壊”と判定された場合）が現れる割合が大きいことがわかる。これは、既に上記で指摘したように、「建築学会調査」では使用した地理情報システムおよび使用している座標系が異なるため、本システムに建築物の座標（「建築学会調査」の場合は代表点）を変換せねば

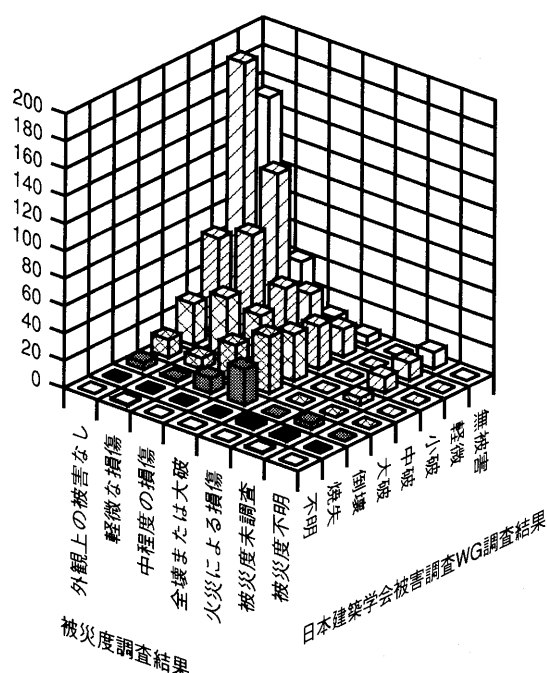


表 2.3.3.3 鉄骨建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

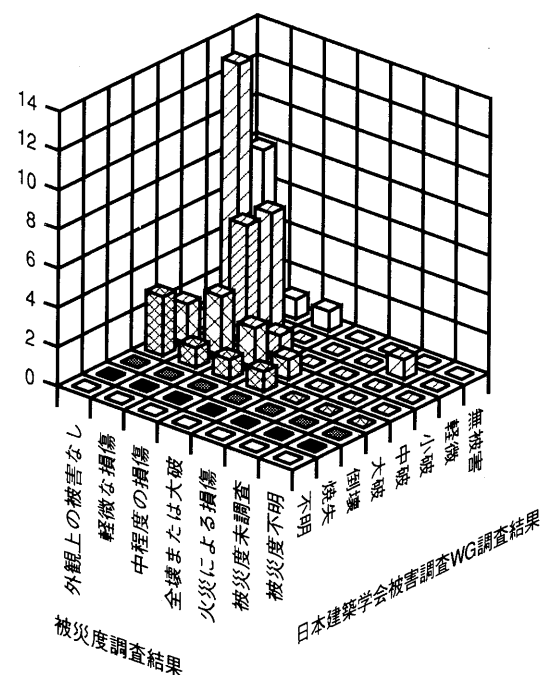


表 2.3.3.5 複合建築物についての日本建築学会兵庫県南部地震被害調査 WG 調査結果と被災度調査結果の比較

ならず、この変換誤差が大きく現れ、「被災度調査」で指定されている建築物と異なる近接の建築物があたかも同一の建築物として認識され、結果として判定の対応関係に差が生じていると考えられる。ベースとなる地図やシステム間の情報交換の標準化、あるいは図形情報の誤差を吸収するような住居表示方法の構築など、地理情報システムとして整備を図っていかねばならないという課題が指摘できる。

(4) 建築構造別の傾向

表 2.3.3.2～表 2.3.3.5 および図 2.3.3.2～図 2.3.3.5 は、「建築学会調査」の現地調査により判明した建築構造（木造、鉄骨造、RC・SRC 造、複合構造）毎に、両調査の判定結果の関係をみたものである。

木造建築物では、「被災度調査」の“全壊または大破”あるいは“中程度の損傷”については、「建築学会調査」では、それぞれ“倒壊あるいは大破”と“大破あるいは中破”と比較的良く対応がついているものの、「被災度調査」の軽微な損傷は「建築学会調査」では“中破”から“無被害”まで広く分布している。鉄骨造建築物についてみると、全体的な対応関係は先に示した建築物全体のものと同様の傾向にある。

また、RC・SRC 造建築物では、鉄骨造建築物に比較して“軽微な損傷”以上の損傷が少ないことは明確であるが、分布形状を詳細にみると、鉄骨造建築物と同様に、判定のばらつきが大きいことがうかがえる。

このように、全体的には両判定結果に対応関係があるものの、これまでに述べてきた他の調査（緊急調査および応急危険度判定）と「被災度調査」の対応と同様に、比較的軽微な損傷の建築物について判定結果にばらつきが生じやすいことがこの調査結果からも推定される。

2. 3. 4 建築震災調査会緊急調査結果と応急危険度判定結果の比較

(1) 2つの調査結果の対応状況

2つの調査がされた建築物を抽出した結果、378棟の建築物について対応関係が明らかになった。既に述べたように、両調査とも1つの建物ポリゴンに対して複数の調査結果が得られている場合があるので、このようなケースについては、集計上、複数件数として取り扱っている。この結果、両調査の対応件数は391件となった。

(2) 2つの調査結果の比較

表 2.3.4.1 および図 2.3.4.1 は、両判定結果の対応関係を示したものである。両判定結果は、重大な被災状況から軽微な被災状況まで、被災の程度が概ね対応しているが、「応急危険度判定」で“安全”と判定されたものが、緊急調査では“大破”となっているものが若干ながらある。この場合の両者の判定の乖離は、現地調査の際の位置記入の誤り、あるいは、地理情報システムへの入力段階における建築物指定の誤りのいずれかであると考えられる。

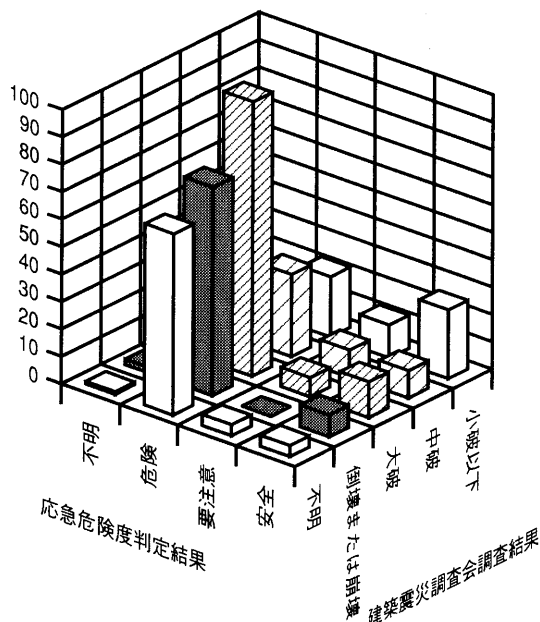


表 2.3.4.1 建築震災調査会緊急調査結果と応急危険度判定の比較

表 2.3.4.1 建築震災調査会緊急調査結果と応急危険度判定の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊または崩壊	不明	合計
応急危険度判定結果	安全	25	10	13	8	4	60
	要注意	12	10	7	0	4	33
	危険	22	30	100	76	66	294
	不明	0	0	1	2	1	4
	合計	59	50	121	86	75	391

2. 3. 5 建築震災調査会緊急調査結果と日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果の比較

(1) 2つの調査結果の対応状況

2つの調査で対応関係が合った建築物の棟数は257棟であった。前述の場合と同様に、両調査とも1つの建物ポリゴンに対して複数の調査結果が得られている場合があるので、集計上、複数件数として取り扱った結果、両調査の対応件数は320件となった。

(2) 2つの調査結果の比較

表2.3.5.1および図2.3.5.1は、両判定結果の対応関係を示したものである。両判定結果は、おおまかには、重大な被災状況から軽微な被災状況まで、被災の程度が概ね対応しているが、「建築学会調査」で“大破”と判定されたものが、「緊急調査」では“倒壊”から“無被害”まで広く分布している。また、他の被災程度の場合でも、「建築学会調査」を除く他の調査の組み合わせと比較しても対応関係は比較的曖昧である。この主要な原因は「建築学会調査」で使用している地理情報システム、地図データおよび座標系が異なるため、建築研究所システムへのデータの導入のための座標変換に伴って、建築物位置を示す座標に誤差が現れ、「緊急調査」で指定されている建築物と異なる近接の建築物があたかも同一の建築物として認識されたためと考えられる。

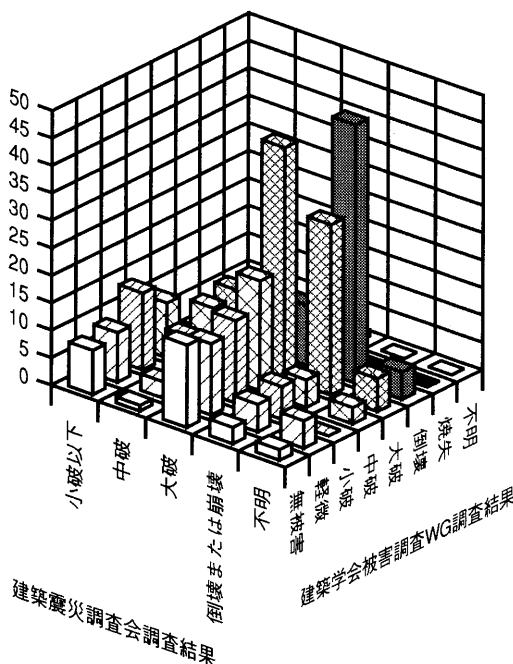


表 2.3.5.1 建築震災調査会緊急調査結果と日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果の比較

表 2.3.5.1 建築震災調査会緊急調査結果と日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果の比較

		建築震災調査会緊急調査結果					
		小破以下	中破	大破	倒壊または崩壊	不明	合計
日本建築学会調査結果	無被害	8	1	15	3	2	29
	軽微	9	3	13	5	5	35
	小破	14	9	15	6	0	44
	中破	10	12	20	5	3	50
	大破	2	13	42	31	6	94
	倒壊	2	2	11	47	5	67
	焼失	0	0	0	0	0	0
	不明	0	0	1	0	0	1
合計		45	40	117	97	21	320

2. 3. 6 応急危険度判定結果と日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果の比較

(1) 2つの調査結果の対応状況

2つの調査で対応関係がついた建築物の棟数は1395棟であった。また、1つの建物ポリゴンに対して複数の調査結果が得られている場合に、集計上、複数件数として取り扱った結果、対応件数は1614件となった。

(2) 2つの調査結果の比較

表2.3.6.1および図2.3.6.1は、両判定結果の対応関係を示したものである。両判定結果の対応関係は比較的良好であるが、中程度の判定結果（すなわち、「応急危険度判定では“要注意”、「建築学会調査」では“中破”）では、対応する他方の判定結果にばらつきが見られる。この傾向は、他の調査結果の組み合わせの際にも散見されるものであり、調査における判定基準の差の問題や、判定する当事者の技術的背景の差が問題が、特に中程度の損傷の際に評価を分けているのではないかと推察される。

また、一般的な対応関係のばらつきの原因の一つとしては、地理情報システム、地図データおよび座標系の差異が考えられる。

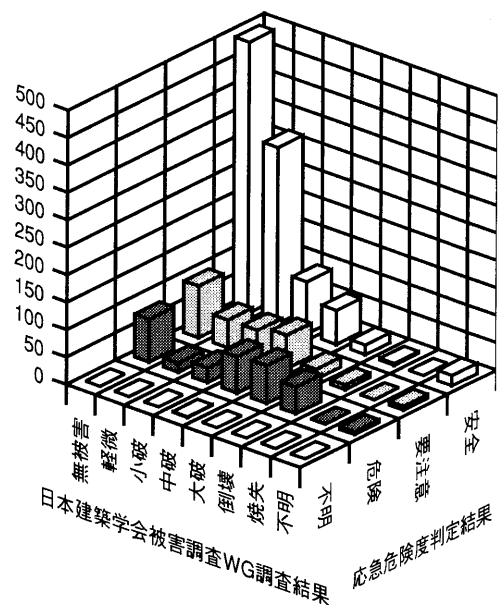


表 2.3.6.1 日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果と応急危険度判定結果の比較

表 2.3.6.1 日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果と応急危険度判定結果の比較

		日本建築学会兵庫県南部地震被害調査WG調査結果								
		無被害	軽微	小破	中破	大破	倒壊	焼失	不明	合計
応急危険度判定結果	安全	494	321	95	62	18	3	0	19	1,012
	要注意	94	51	51	61	18	8	0	7	290
	危険	78	17	27	66	69	49	0	5	311
	不明	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	合計	666	389	173	190	105	60	0	31	1,614

2. 4 神戸市における市街地状況と被害の関係

2. 4. 1 分析の対象とする市街地状況指標

これまで分析してきたように、建築物の被災状況は各地区において大きく異なる。これは第一義的には各建築物への入力地震動の大きさが地区によって大きくことなるため、および個別の建築物の構造的条件（建設年次も含めて）に依存しているためと考えられる。

この被害状況をマクロ的に見た場合、例えば、老朽化した建築物が多く残っていた地区と、新耐震設計法が適用された以降に建設された建築物が多く存在する地区と比較した場合、同程度の入力地震動の場合には前者においてより大きな被害が発生していると考えられる。また、地盤条件との関係で見ても、他の条件が同一でも条件の悪い地区の方が良好なところよりも被害の程度が大きくなるのではないかと考えられる。

このような観点からすると、個別建築物のみに注目する他に、様々な市街地状況と集団的な建築物の被害程度との関係を調査・分析することは、入力地震動と個々の建築物の関係を調査・分析することをマクロな観点から補完することと考えることができる。

そこで、ここでは本システムの対象領域のうち、特に被害の大きかった神戸市を対象として、固定資産税台帳から町丁目を単位として集計した建築物に関するデータ（Kobe'90：神戸市が国勢調査を中心に関連データを町丁目単位に集計し、データベースとして整備したもの）と「被災度調査」による“全壊または大破”の割合との関係を調べた。したがって、“全壊または大破”の割合の集計の単位は、Kobe'90と同様の町丁目である。

なお、Kobe'90において集計されている建築物に関する集計データには次のようなものがある。

- a) 町丁目別・建築用途別・構造別建築件数
- b) 町丁目別・建築用途別・建築延べ床面積別建築棟数
- c) 町丁目別・建築用途別・建築年次別延べ床面積

- d) 町丁目別・建築用途別・構造別延べ床面積
- e) 町丁目別・宅地利用状況分類別・宅地規模別件数および面積
- f) 町丁目別・市街化区域／調整区域別・土地地目別件数および面積
- g) 用途地区分類別宅地面積
- h) その他

上記の指標を基本として、二次的な指標を作成することができる。例えば、延べ床面積ベースではあるが、五年間隔の建築年次別データが建築用途別に集計されているので、新耐震設計法が適用されたのが昭和56年であることを考慮して、これから「昭和55年以前建築物率」を建築用途別に作成することや、構造別（木造、軽量鉄骨造、ブロック・コンクリートブロック造、SRC・RC・S造の4種類）のデータ（件数、延べ床面積）から、例えば木造率を算出することができる。

2. 4. 2 被災度と市街地状況の関係分析

図2.4.2.1においては昭和55年以前の建築物の比率（延べ床面積ベース）と全建築物に占める“全壊または大破”の建築物（無壁舎を除く）の比率（棟数ベース）とを比較している。町丁目をサンプルの単位とした相関係数は0.12程度と統計的に意味のある数字ではなく、比較的古い建築物が多く立地する地区であっても、“全壊または大破”の割合が必ずしも高いとは限らないが、これはすべての町丁目において地震入力強度が同一であるわけではなく、震源から遠いか地盤条件の良い場所のサンプルも多く含まれていることも考慮する必要がある。むしろ、この図の重要な点は、図の左上の部分にほとんど町丁目がプロットされない点にある。すなわち、建築基準法改正による新耐震基準の導入（昭和56年）以前の建築物が少ない場所（昭和55年以降の新しい建築物が多く立地している場所）においては“全壊または大破”の割合が小さいことが読み取れる。したがって、今後地震入力強度の地域的な分布等

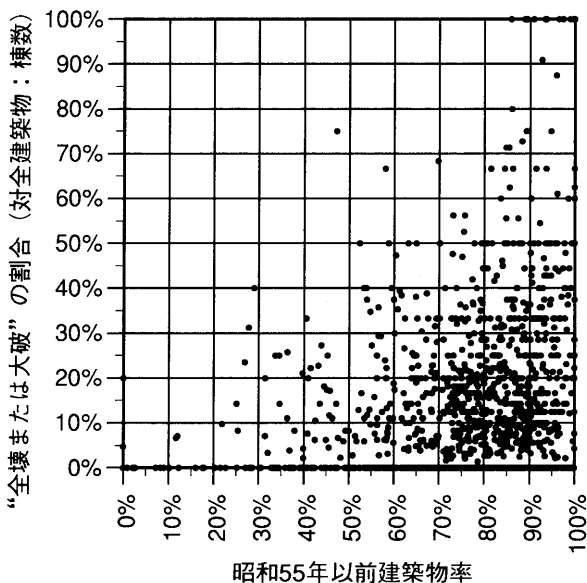


図 2.4.2.1 町丁目毎の全壊率（棟数）と昭和55年以前の建築物の比率の比較

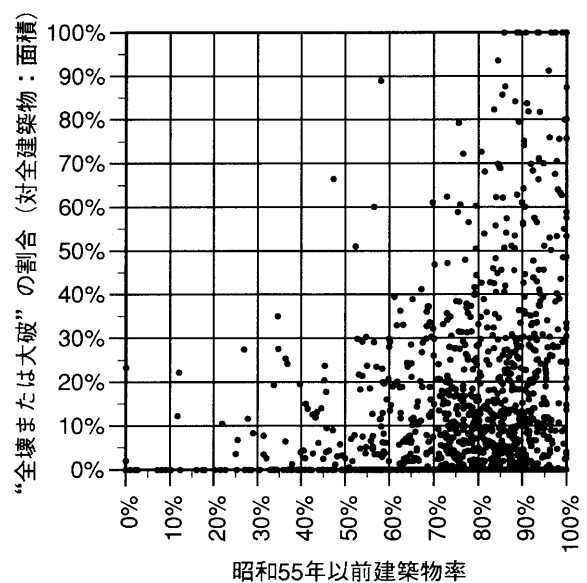


図 2.4.2.2 町丁目毎の全壊率（面積）と昭和55年以前の建築物の比率の比較

との関係を詳細に分析する必要性は高いものの、概ね、新耐震設計法は今回の震災に対して効力を発揮したといえる。同図は、横軸の“昭和55年以前建築物率”が延べ床面積ベースであるのに対し、縦軸の“全壊または大破”の割合が棟数ベースであるので、地区毎の建築規模の差異がこの結果に影響する可能性もある。そこで、“全壊または大破”の割合についても、棟数よりは延べ面積指標に近い建築面積ベースに置き直し、両者の関係をみてみても、大きな差はない ($R = 0.14$) (図2.4.2.2)。

同様に、住宅の用途が多いと思われる低層建築物の“全壊または大破”の割合(棟数ベース)と、全住宅(併用を含む)に対する昭和55年以前住宅(同)の割合(延べ面積ベース)を比較してみたものが図2.4.2.3

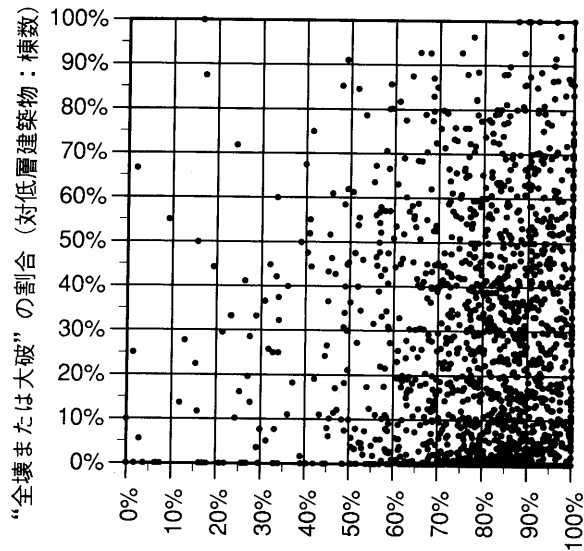


図2.4.2.3 町丁目毎の低層建築物全壊率(棟数)と昭和55年以前住宅率の比較

である。これをみると、全建築物における対応関係に比較すれば、多少図内の左上の部分位置する町丁目が存在していることがわかる。前図に比較して、多少明快さが失われている理由は、縦軸の指標の低層建築物が必ずしも住宅であるとは限らないこと、また低層建築物の構造は木造が主体であるのに対して、横軸の住宅割合を示す指標(Kobe90からの引用)の中にはマンション等、RC・SRC造を主とするものも少なからず含まれること、等の要因のためであると考えられる。 ($R = 0.03$)

一方、低層建築物の“全壊または大破”の割合(棟数ベース)と全住宅(併用を含む)に対する戦前住宅の占める比率(延べ面積ベース)の関係についてみると(図2.4.2.4)、戦前住宅がほとんどない場所に

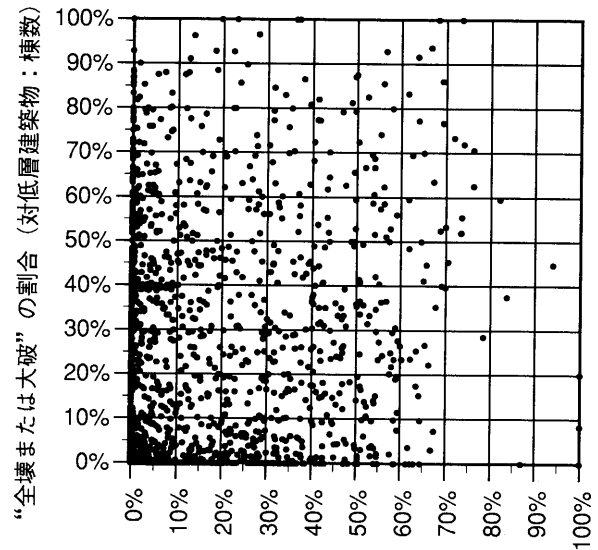


図2.4.2.4 町丁目毎の低層建築物全壊率(棟数)と戦前住宅率の比較

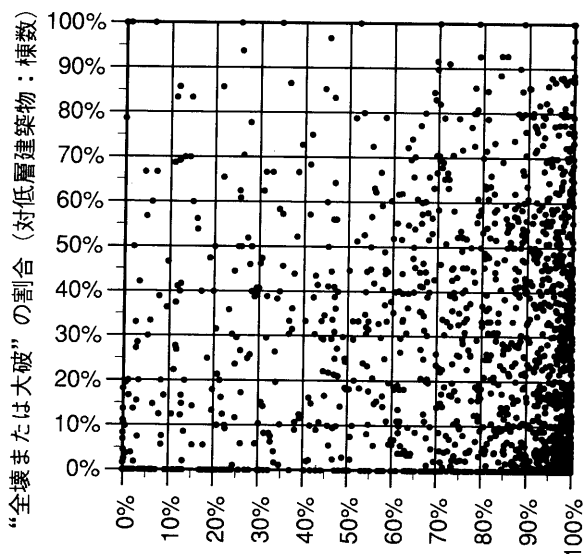


図2.4.2.5 町丁目毎の低層建築物全壊率(棟数)と住宅率の比較

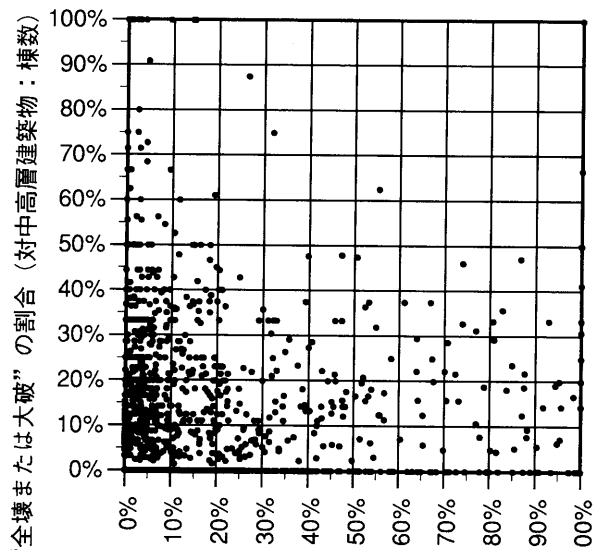


図2.4.2.6 町丁目毎の中高層建築物全壊率(棟数)と商業建築物率の比較

においても相当程度の“全壊または大破”の割合となったところはかなりの町丁目数にのぼり、また、戦前住宅率が高いところでも場所によっては“全壊または大破”の割合が低いなど、図の全面にわたって町丁目の位置がプロットされており、「戦前建築物の比率」という指標は、耐震性という観点からはあまり有効な指標とはなり得ないことが明らかになった。相関係数も0.16と高くなく、前述の全建築物による分析と同様、地盤条件や地震動の強さなど、他の条件を考慮した更なる検討が必要であることが判明した。

また、図2.4.2.5および図2.4.2.6は、それぞれ低層建築物の“全壊または大破”の割合（棟数ベース）と住宅建築物率（延床面積ベース）の関係、中高層建築物の“全壊または大破”の割合（棟数ベース）と商業建築物率（延床面積ベース）の関係をみたものである。これによれば、低層建築物の場合、住宅建築物率の大小に係わらず、“全壊または大破”の割合が甚大な町丁目から軽微な町丁目まで存在しているのに対して（これは、中高層建築物の“全壊または大破”の割合と住宅建築物率の関係でも同様。図略）、中高層建築物の場合は、商業建築物率が高い、すなわち中心業務地区であるほど、“全壊または大破”の割合の高い町丁目が見れにくくなる傾向がみられる。このことから、今回の地震被害では、中心業務地区よりは住宅地を中心として建築物の構造的な被害が大きかったということが類推できる。

2. 5 異種構造間の罹災率の比較検討

中間報告において指摘したように、建物の構造により、罹災の率が大きく異なっている。建築物の被災状況については、多くの場合、構造分野別に細かな分析が行われている。しかしながら、異種の構造間の相互比較に関する分析は、あまり行われていない。しかしながら、建築物の安全性の観点からは、採用されている構造よりも、むしろ用途の方が、必要とする安全性に密接に関係している筈である。

更に、異種の構造の被災状況は、それ自体が「異なるセンサーを用いた地震の観測データ」として活用できる可能性があり、その観点からは、異種の構造別に異なる調査票と判定基準による計測がなされ、集計がなされていること自体から、より多くの情報が得られる可能性がある。従って、このことから、逆にいくつかの分析の可能となる。本稿では、中間報告において、大きな地域区分（神戸市の区、その他の阪神間の市、淡路島全体を単位とした）で行った比較検討を、より細かな地区単位で行った結果について報告する。

2. 5. 1 基本的な仮説

応急危険度判定は、集合住宅を対象としたものであり、比較的对象となる建築の質が揃っている。かつ、異種の構造（RC・S・W）に関して同一地区のデータがあるため、罹災率の比較が可能となる。

それぞれの構造については、調査済・要注意・危険の3値（以下、a, b, cと略す）があり、したがって集計単位の中での各々の判定結果の比率から、より幅広い入力レンジを、罹災状況から間接的に知ることが可能となる。

一つの建築類型は、入力が大きくなるに従い、a→b→cと状態変化する。その際の閾は、統計的な分布を有するものであり、とりわけ同一カテゴリーの中かなり性質の異なる建築類型が混在している場合（例えば鉄骨造：後述）、閾の分散が拡大する。

集計単位としては、住宅地図の頁を用いた。一部の例外を除き、東西が220m、南北が315m程度の領域である。例外は、長さが2倍の領域となる場合で、概ね市街地の周縁部の、建築密度の低い地域にあたる。

集計においては、「要注意以上」率として、(b+c)/(a+b+c)を、「危険」率として c / (a+b+c)を用いた。これは各々 a→b の閾、b→c の閾を超えた率を表現している。

2. 5. 2 構造別にみた2閾の相関

構造別求めた、「要注意以上」率と「危険」率の相関散布図を図2.5.1~3に示す。図中の一つの点は、一つの地区を表わすが、地区によってはサンプルが少なく、1/2や1/3等の率の点に多くのデータが重複している場合がある。

木造及び鉄骨造については、ほぼ0から1までのフルレンジでデータが得られる。RC造についても、(1, 1)の地区が存在し、一応フルレンジではあるが、b+cが半数を超える領域のデータ数は少ない。

図示したグラフの対角線上に分布する点は、bが0である場合、すなわちaとcしかない状態を示している。理論的に、この線より上には点は分布しない。グラフ

の下辺上の点は、aとbしかない状態、右辺上に分布する点は、bとcしかない状態を示している。

一つの建築類型の群に対する入力次第が大きくなった場合、それに対する群の状態は、(0, 0)から出発し、(1, 1)に至る曲線を描くはずである。仮に、a→bの閾と、b→cの閾が等しい場合、群の状態は、(0, 0)と(1, 1)を結ぶ線分上を移動する筈である。また、a→bの閾と、b→cの閾が完全に懸隔している場合には、(0, 0)→(1, 0)→(1, 1)と推移する筈である。実際には、群の個別要素がもつ閾にある分布があり、高い閾を有する要素の a→b 閾よりも、低い閾を有する要素の b→c 閾が低いために、a b cの全てが混在する場合が生じる。このため、群としては、(0, 0)から(1, 1)に至る下に凸の曲線上を推移することとなる。その軌跡は、a→b閾と、b→c閾の分布の重なりに応じて決定される。

構造被害の調査においては、一般に個別の建築物の破壊状況の精密な把握から入力を推定する方法が採られている。しかしながら、周囲の異なる構造の建物からその地区における平均的入力を推定することができれば、よりレンジの広い分析ができるであろう。

一つの集計単位の内部での入力は、かなり揃っていると想像することは許されるであろう。しかしながら、各地区の入力そのものを直接的に把握するデータはなく、また物理的な概念としての入力は振動波であるから無限次元であり、1次元の量で一意的に表示することはできない。しかしながら、仮に罹災率から逆に定義することは可能である。

いま仮に、(まだ定義されていない)入力に対する応答の閾値は、正規分布に近い分布形をもっている、と仮定すると、逆に応答から入力を逆定義することが可能になる。すなわち、入力xに対する、応答が、 $N(\mu, \sigma^2) = (2\pi)^{-1/2} \cdot \exp(-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2)$ の分布に従う、と仮定すると、この関数の累積分布関数の逆関数により罹災率を変換した値が、仮想入力として算出できる。二つの異なる閾値分布の群が、同一の入力に対して一意的に反応するのであれば、それぞれの入力一閾の関数形は、 μ_1, σ_1 と μ_2, σ_2 の関係として記述できる。いま、絶対的な尺度の基準がないのであるから、片方の分布関数を基準正規分布 $N(0, 1)$ と置くことができ、もう一つの分布を二つのパラメータで表現することができる。

この関係を分析するためには、 $N(0, 1)$ の累積分布関数の逆関数をもって計測値（罹災率）を変換した仮想入力値（ここでは簡単に「指数」と呼ぶ。半数罹災において値0、また約6.9%罹災において値-1）を求め、これに関して最小2乗法により線形の相関関係を求めれば、これから比較対象であるセンサーの閾の統計的性質を調べることができる。

そこで、各構造の2種類の応答に対して、指数を求め、相関散布図に表現したものを、図2.5.4~6に示す。なお、入力の範囲を $-\infty \sim +\infty$ とすると、被害0において入力が $-\infty$ 、全数被害において入力が $+\infty$ になる。しかし、実際には小さな集計区域内におけるサンプル数の制約から、この両方の場合が多く生じている。そこで、便宜的に、罹災率1%から99%までの範囲についてのみ逆関数通りの変換を行い、その外側の区間では1%及び99%の値に固定した。

木造の $b+c$ 率が $N(0, 1)$ に従う、と仮定して得られた入力を基に、木造の c 率の分布のパラメータを求めると、 $\mu=0.608$ 、 $\sigma=0.994$ となる。

鉄骨造、RC造については、木造よりも要注意領域が狭いことが明らかとなる。

この結論は、中間報告において「木造の要注意領域が狭い」とした結論と矛盾している。しかしながら、中間報告においては、広い集計単位であったために、鉄骨造とRC造については、平均的に低い罹災程度の領域しか分析できておらず、構造間のフルレンジでの比較はできていなかった。また、木造のみについて見ると、中間報告において集計を行った領域の中には入力の大きく異なる地域が含まれ、このため、 a のみ、及び c のみ分布する地区を含めて集計しているために、 b の比率が下方にシフトしていたためである。

2.5.3 構造間の比較

次に、構造間の比較を行う。各々の構造について1以上のサンプルが得られる全ての場合について、構造別に罹災率 $(b+c)/(a+b+c)$ を計算したものの相関散布図を図2.5.7~9に示す。

RC造と鉄骨造の罹災率を見ると、RC造の罹災率が0.5以下の範囲に、鉄骨造の罹災率がほぼ0~1の範囲で分布しており、鉄骨造の罹災率が相対的に高い、という傾向は見られるものの、両者の分布は殆ど連動していないように見える。鉄骨造は3種の構造の中で最もサンプル数が少なく、少ないサンプルの集計区域において率が暴れていることが考えられる。そこで、両構造の各々についてサンプルが10以上ある区域についてのみプロットした図を図2.5.10に示す。正の相関があることは認められるが、やはりバラツキが大きい。このことは、データの信頼性の問題を除くと、次のことが考えられる。

[1] 応急危険度判定において対象としている鉄骨造には、高層マンションから軽量鉄骨のものまで含まれ、強度の異なる類型が混在し、それが地区的に偏在している。このため、特に強度の低い類型が集中している地区において、RCとの対比において、高い罹災率を示している。

[2] 入力そのものが、例えば「震度」といった1次元のパラメータで説明しきれない周期特性等の2次、3次の要因を含んでいる。即ち、場所により、RC造を多く破壊し鉄骨造をあまり破壊しない入力や、その逆の場合があった。

次に、鉄骨造と木造の相関について図2.5.8で見ると、左上が密で右下が疎であり、木造の方が相対的に小さな入力で多く罹災している傾向が認められる。

RC造と木造の関係について見ると、RCの罹災率が0.4以下の領域に、木造罹災率が0.5を超えるものが集中しており、差は歴然としている。しかしながら、RC造の罹災率0.1未満の領域で、木造の罹災率は0.3~1.0と広い範囲に分布しており、かつ必ずしもRC造の罹災率増加に連動してはいないように見える。特に、この分布からはグラフの右方に分岐した一群があり、RC造と比較して罹災率は高いものの、左上に集中する一群よりは、相対的に低い罹災率を示している。そこで、10以上のサンプルがある集計単位について、実際の分布を見ると、神戸市須磨

区・中央区・兵庫区・東灘区等において、隣接した地区は類似のグループに属するが(数100mの解像度)、同一区内であっても左上のグループと右下のグループの両者が存在する(数kmの解像度)ことがわかる(図2.5.13~16。相関を見ることのできるサンプル数のある集計単位は、とびとびにしか得られないが、これでもサンプル数は統計的に十分ではなく、あくまでも参考図である)。この偏りは、震度の軽重ではなく、異なる構造への選択的な破壊をもたらす性質を示す可能性があり、例えば関東大震災において山の手で土蔵が多く破損し、下町で母屋が多く破損したような状況に対応するものである可能性がある。しかしながら、罹災前のストックの質の地区的な偏りによる影響についても、併せて個別に確認される必要がある。

2.5.4 まとめ

現在の段階で、計算される各構造の罹災程度に関する閾値の分布形を、木造の $b+c$ を $N(0, 1)$ と置いて、これを基準にパラメータで示したものを表1に示す。また、概略のそれぞれの関数形を図2.5.12に集約して示す。但し、これはあくまでも第1次の、概ね「震度」に相当すると考えられる指標であり、特にRC造が、独自の挙動を示している点は注意せねばならない。これと直交する、バラツキを規定している諸軸の具体的な意味について、今後の検討が必要である。

木造(a→bの閾)を基準とする(N(0, 1))		
	μ	σ
木造(a→bの閾)	0	1
木造(b→cの閾)	0.608381	0.993565
S造(a→bの閾)	0.823358	1.167529
S造(b→cの閾)	1.843717	1.202966
RC(a→bの閾)	2.09398	1.107424
RC(b→cの閾)	3.288622	1.545198

表2.5.1：構造別・判定結果別の閾値分布のパラメータ

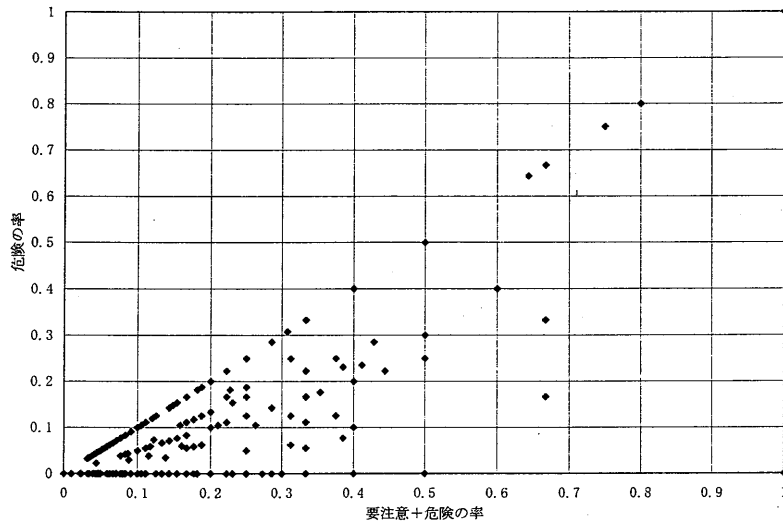


図2.5.1：RC造 要注意以上・危険相關散布図

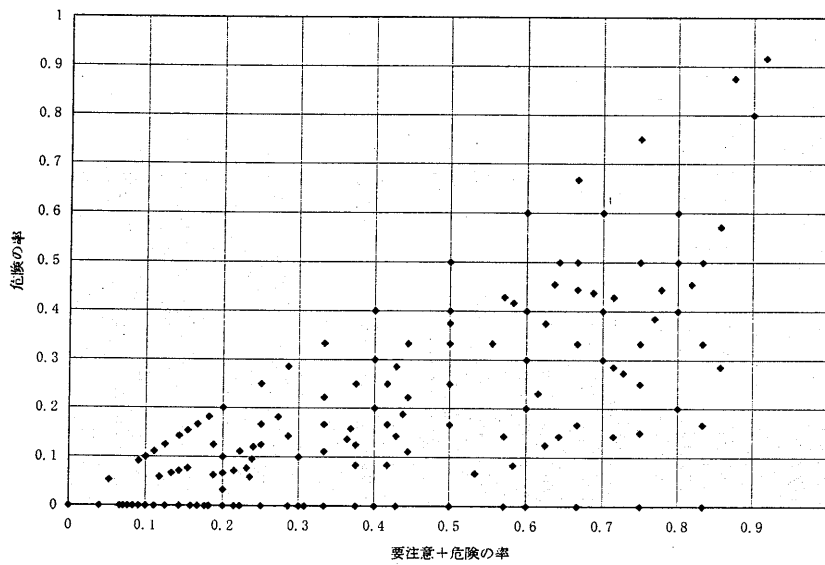


図2.5.2：鉄骨造 要注意以上・危険相關散布図

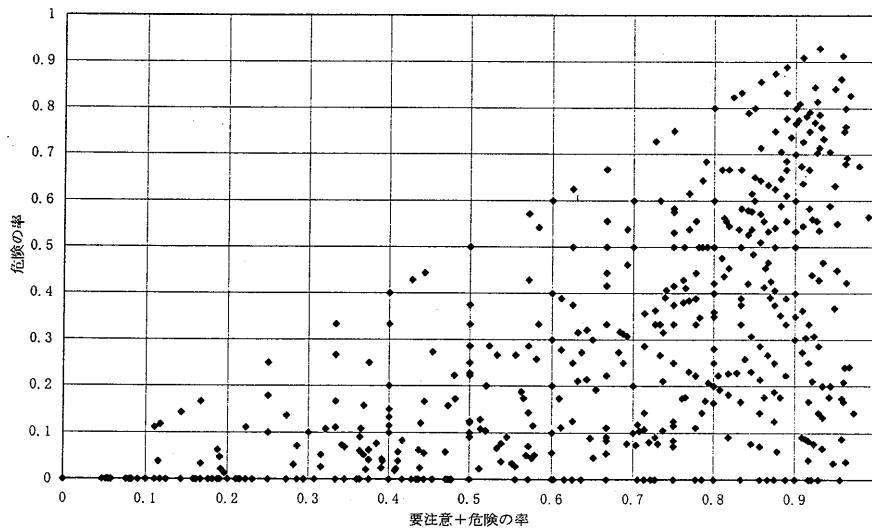


図2.5.3：木造 要注意以上・危険相關散布図

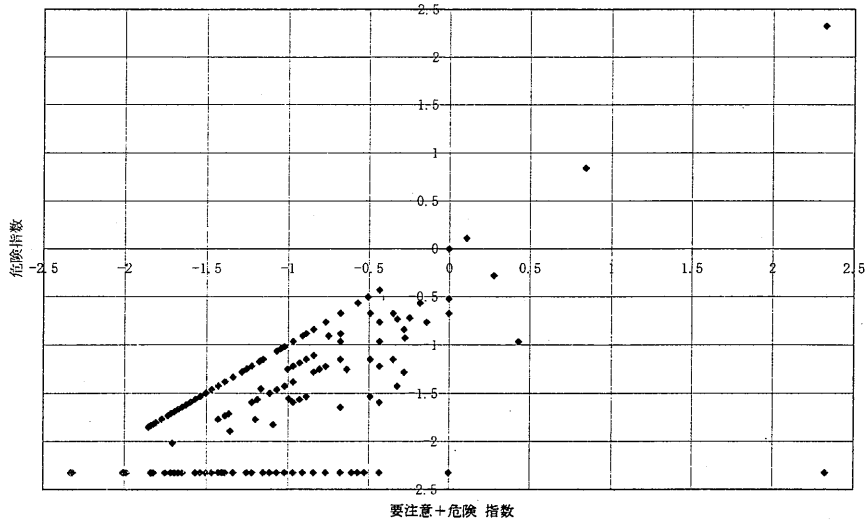


図2.5.4：RC造 要注意以上・危険指数相關散布図

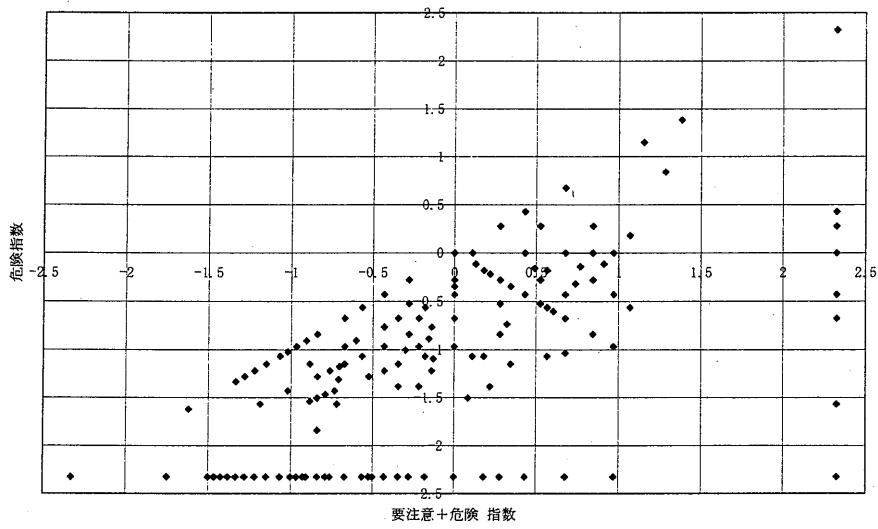


図2.5.5：鉄骨造 要注意以上・危険指数相關散布図

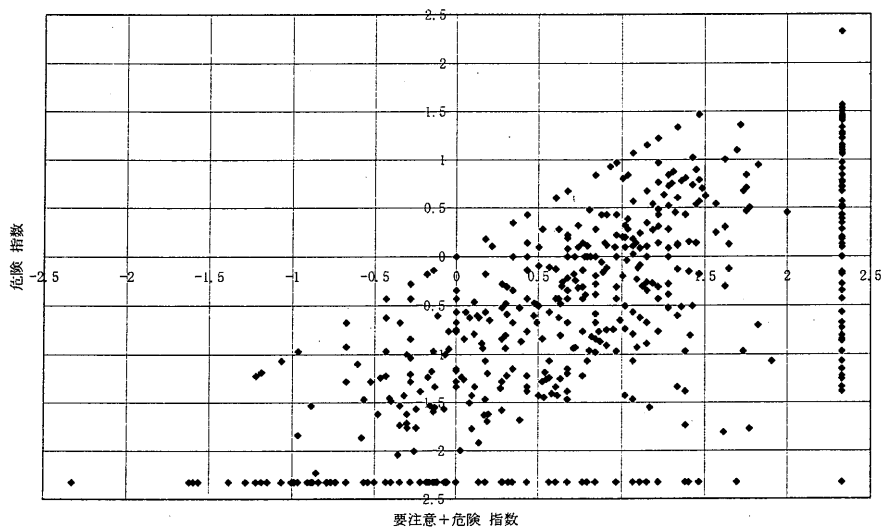


図2.5.6：木造 要注意以上・危険指数相關散布図

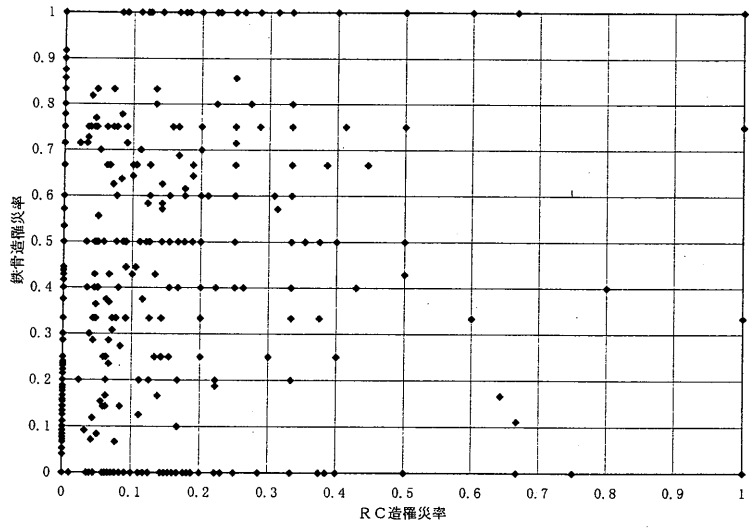


図2.5.7：RC造と鉄骨造の罹災率相関散布図

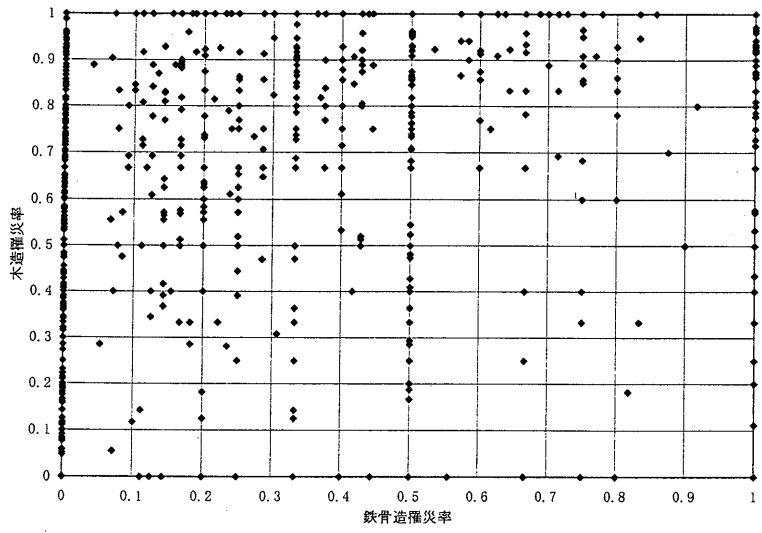


図2.5.8：鉄骨造と木造の罹災率の相関散布図

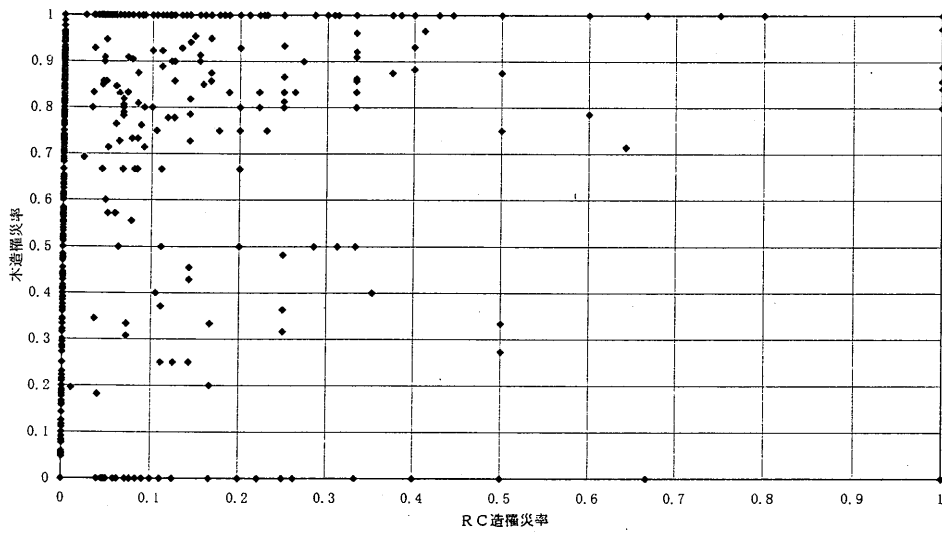


図2.5.9：RC造と木造の罹災率の相関散布図

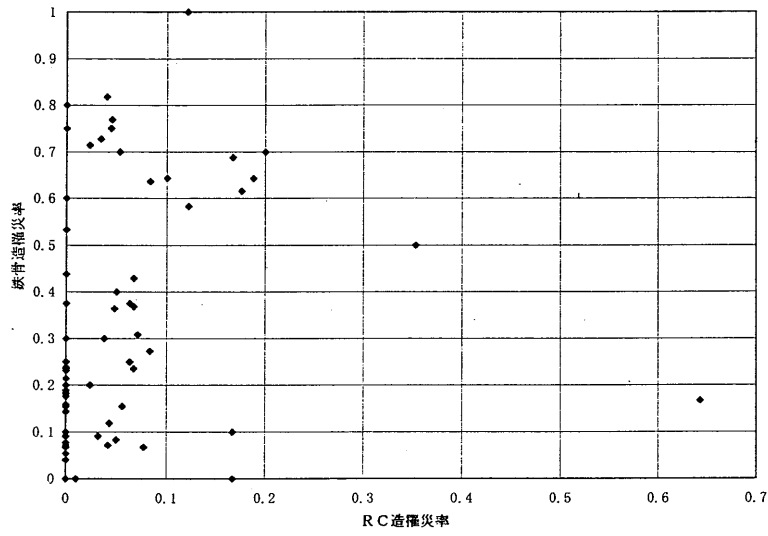


図2.5.10：RC造と鉄骨造の罹災率相関散布図
(サンプル数各々10以上の地区のみ)

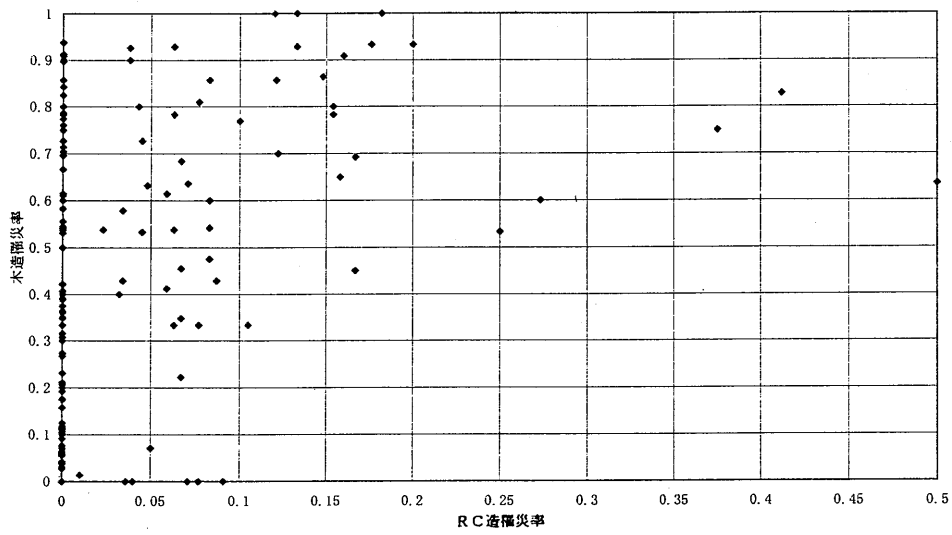


図2.5.11：RC造と木造の罹災率相関散布図
(サンプル数各々10以上の地区のみ)

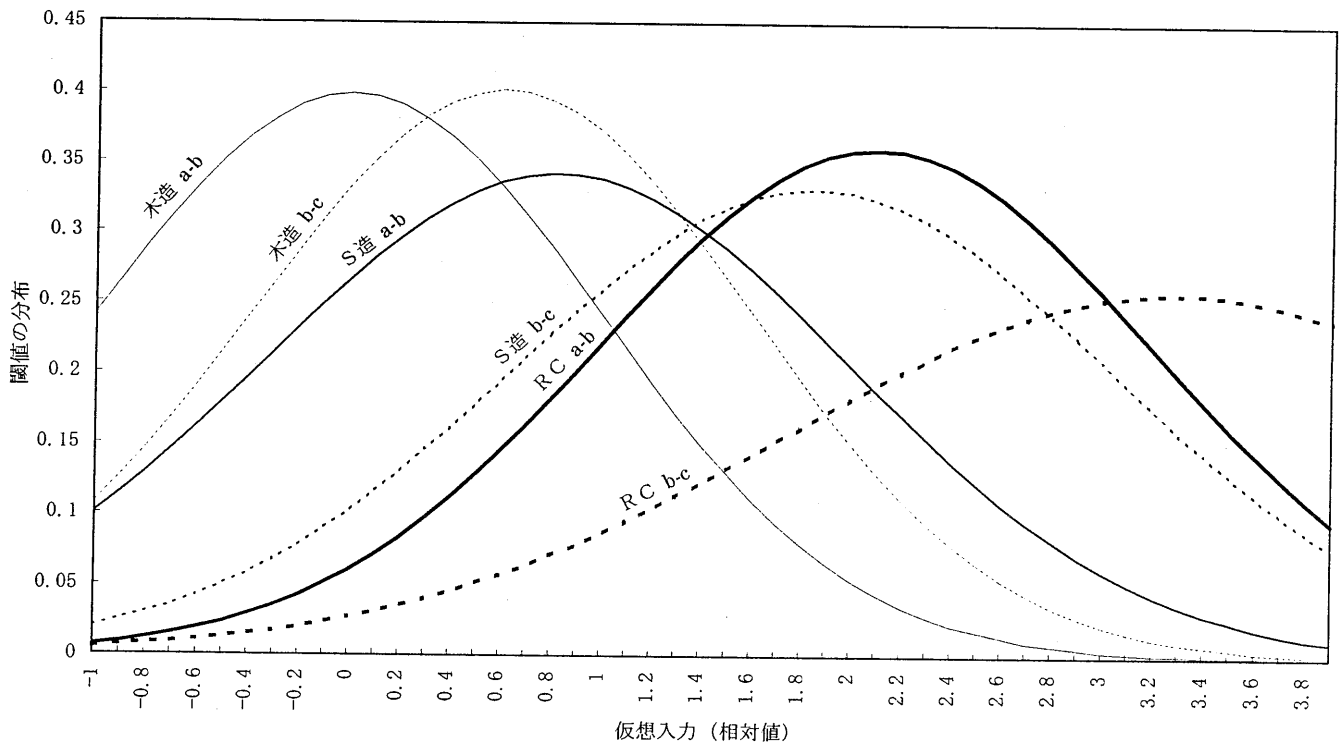


図2.5.12：構造別・判定結果別の閾値分布の集約結果

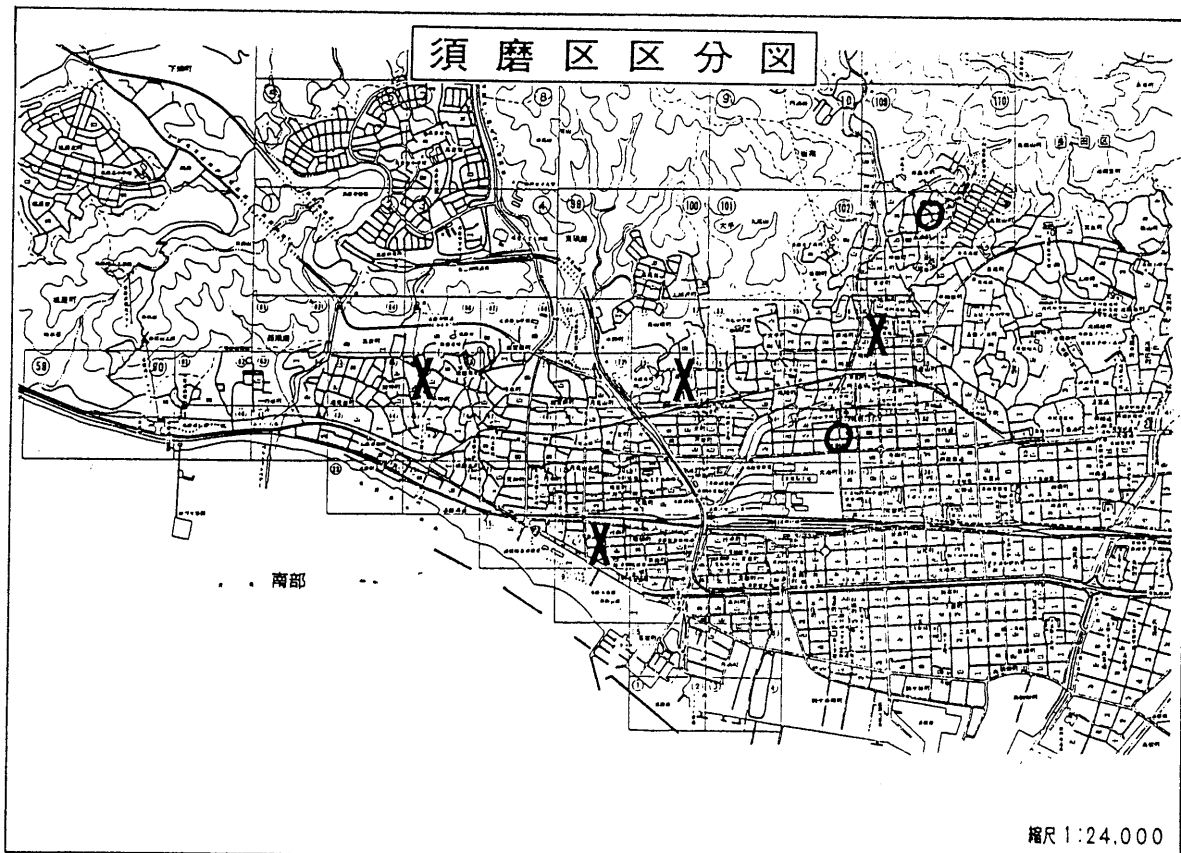


図2.5.13：須磨区：RC造と木造の反変状況
 (O：木造の罹災率が相対的に低い集計区
 X： 高い集計区)

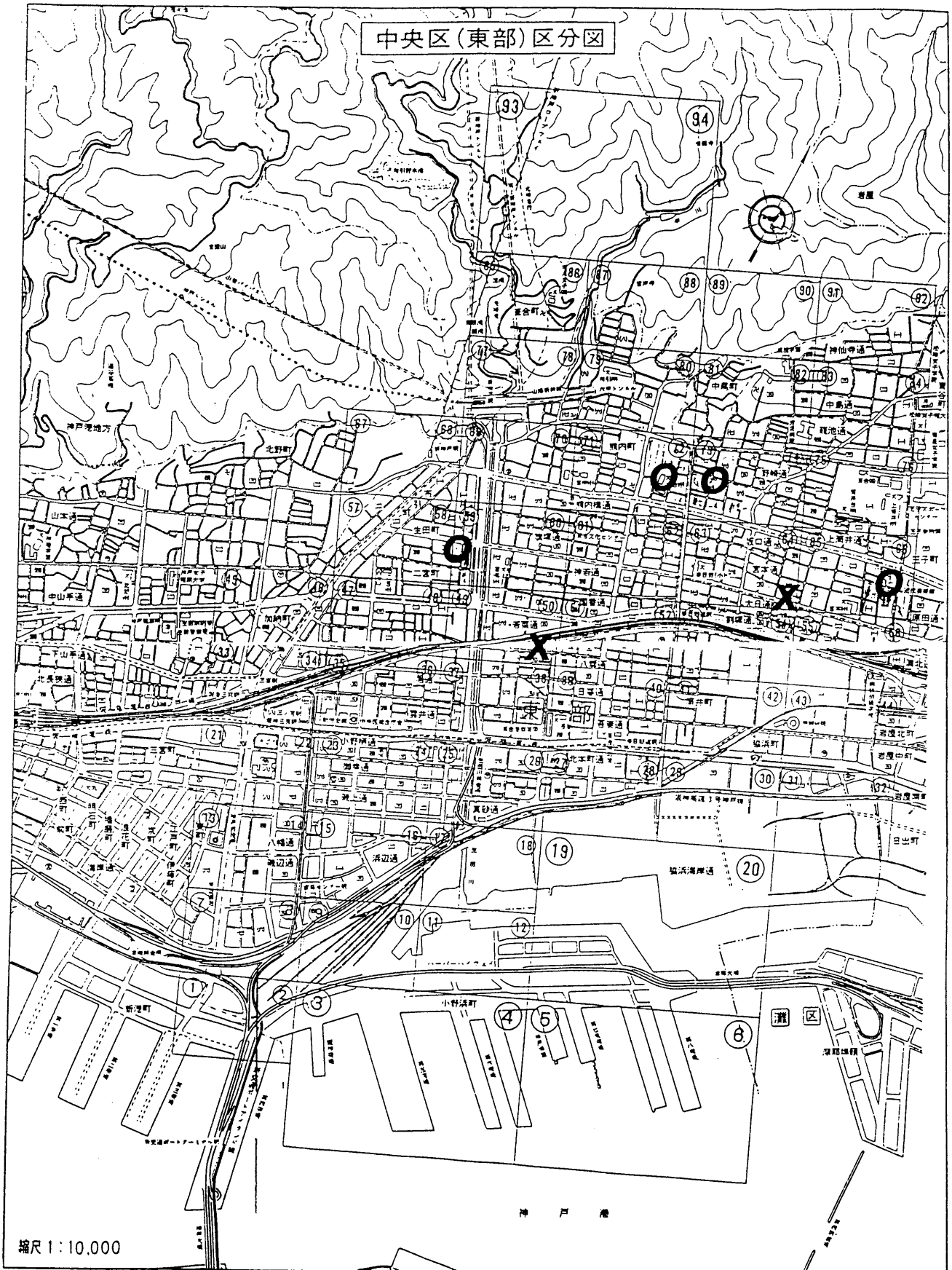


図2.5.14：中央区：RC造と木造の反変状況
 (○：木造の罹災率が相対的に低い集計区
 X：高い集計区)

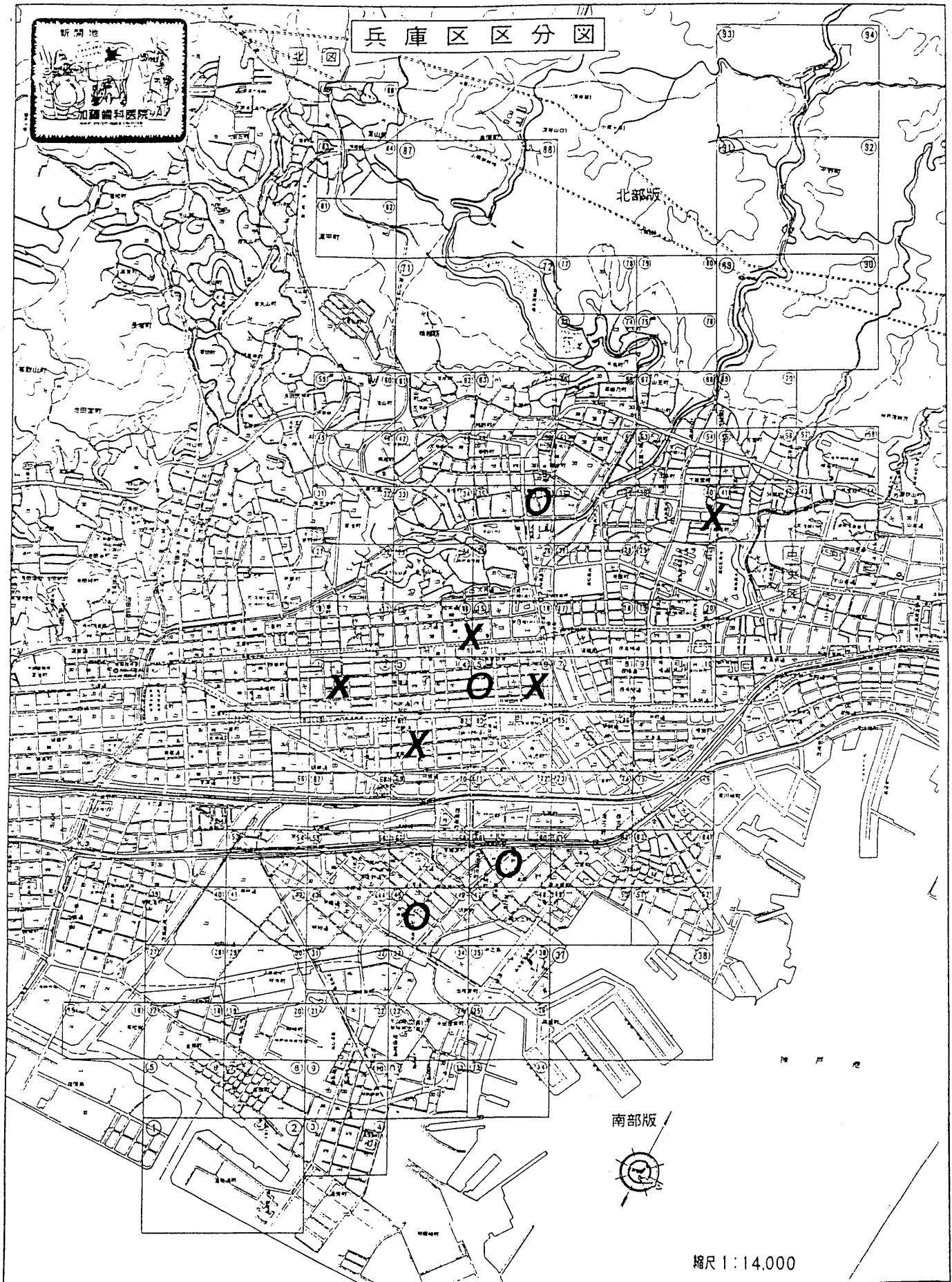


図2.5.15：兵庫区：RC造と木造の反変状況
 (O：木造の罹災率が相対的に低い集計区
 X：高い集計区)



図2.5.16；東灘区：RC造と木造の反変状況
 (○：木造の罹災率が相対的に低い集計区
 X： 高い集計区)