

大地震災害シミュレーターに用いる入力データの構築方法について

ツアンイリ*・大佛俊泰**・岸本まき**

Configuration Method of Input Data for a Large Earthquake Disaster Simulator

Yili CHAN, Toshihiro OSARAGI and Maki KISHIMOTO

Abstract: Detailed input data on each building such as building use, construction year, building structure are required for the large earthquake disaster simulator. However, some of the data need to be estimated using the existing data. In this paper, we report the development of a flow diagram method for configuration input data for the large earthquake disaster simulator using the Distribution of Buildings in Tokyo by type (2016).

Keywords: 大地震災害シミュレーター (large earthquake disaster simulator), 実構造 (building structure), 建物構造 (building material), 建築年次 (construction year)

1. はじめに

大地震災害シミュレーター (Hirokawa・Osaragi, 2019) では、大地震発生時における物的被害 (建物倒壊・道路閉塞・火災延焼) を建物・道路単位で推定し、その状況下で発生する人的被害 (建物内の死傷者・避難中における死傷者) を推定している (図1)。本シミュレーション (岸本ら, 2019) には、建物に関する精緻な入力データが必要となるが、中でも、実構造データおよび建築年次データは、資料入手に多大な労力がかかる場合や資料そのものが存在しない場合がある。こうした場合には、関連する資料から必要データを推定して入力データに用いている。

そこで、本稿では自治体が保管する実際のデータ

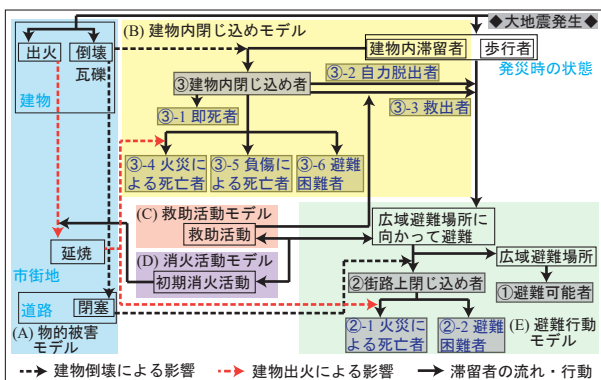
(建築計画概要書; 以下, 概要書) と本シミュレーションで用いた推定データ (本研究では実構造) とを比較し、その信頼性について検討した。

2. 入力データの作成手順

2.1. 原データについて

表1 入力データの内容

分類	入力データ データ名	フィールド名	説明
a. 建物データ	Bldg.csv	UID	固有 ID
		AREA	図形面積 (m ²)
		BV_3	建物地上階数
		BV_4	建物地下階数
		BV_5	建物構造コード
		BV_6	建物用途分類コード
		BV_7	建物用途細分類コード
		BV_8	延床面積換算係数
		AREA_2	町丁目名
		OX	建物重心点の X 座標
		OY	建物重心点の Y 座標
		建築年代	RC 造 : 1970 年以前 1980 年以前 1981 年以降 木 造 系 : 1970 年以前 1980 年以前 1990 年以前 2000 年以前 2001 年以降
		実構造	鉄筋コンクリート造 (RC 造) 鉄骨造 (S 造) 木造系
b. 道路データ	建物ファイル_MasterTable.csv	建替え変化	H18-H28 年建替え変化状況
		幅員情報	道路幅員 (m)
		道路長さ	道路長さ (m)
		XY 座標	道路リンク中心 XY 座標
c. その他データ	Node.csv, Node.shp	ノード情報	ノード XY 座標
	街区ポリゴン.shp		建蔽率計算
	避難完了地点リンク.shp		シミュレーション対象範囲
	対象範囲ポリゴン.shp		避難地点となる道路リンクの UID



* 正会員 東京工業大学環境・社会理工学院 (Tokyo Institute of Technology)
〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 E-mail:chan.y.aa@m.titech.ac.jp

** 正会員 東京工業大学環境・社会理工学院 (Tokyo Institute of Technology)

シミュレーションに使用する入力データの一覧を表1に示す。入力データは、建物データ、道路データおよびその他のデータで構成される。

シミュレーションでは、東京都建物現況調査データ（平成28年）および東京都土地利用現況調査データ（平成28年）を原データとして用いる。また、道路データには、道路幅員に関する情報が備わった道路ネットワークデータ（平成30年）を用いる。その他のデータである、街区ポリゴン、避難完了地点リンクおよび対象範囲ポリゴンについては既存データを用いて構成する。入力データの作成にあたってはGIS（ArcPro2.8）を使用している。

2.2. 原データの補完について

シミュレーションでは、特に、建物構造、建築年次および実構造が重要な役割を担う。建物構造は東京都建物現況調査データから得られるが、建築年次および実構造については、自治体などから入手する。入手が可能な場合には、入力データとして使用可能となるように処理を行うことが多いが、欠損値も多く含まれる。データがない部分については関連資料等を用いて補完する。

2.3. 建物データ

建物データは、東京都建物現況調査データから、建築面積、建物階数、建物構造（耐火構造、準耐火造、防火造、木造）、建物用途、延べ面積および建物外形線ポリゴンの位置座標を抽出し、建物データ（Bldg.csv）として保存する（図2）。

2.4. 建築年次データ

例として、荒川区の入力データを図3に示す。荒川区の場合、建築年次データが得られているので、これを活用する。ただし、一部の建築年次データが欠損していたので、建物属性および衛星写真による外観等の情報を用いて補完する。作成した建築年次データおよび実構造を基に、シミュレーションの分析対象年次に合わせて年代区分を再構成する。

3. 実構造データ

実構造データは、木造系（以下木造）、鉄骨造（以下S造）および鉄筋コンクリート（以下RC造）で構成されている。これらのデータに関しては一般に

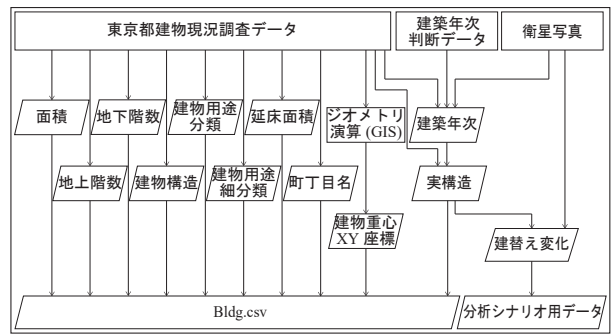


図2 建物データの作成手順

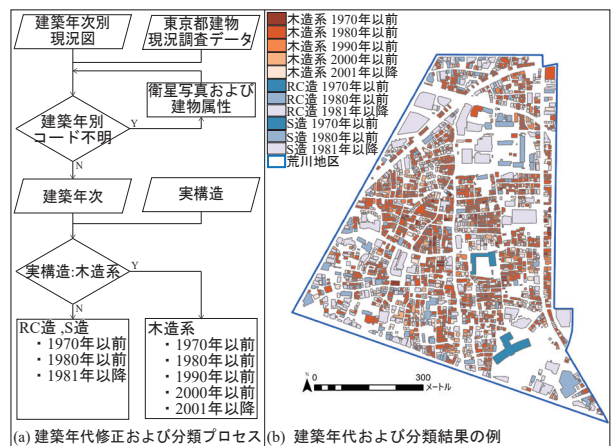


図3 建物年次の分類手順

は入手困難であるので、東京都建物現況調査データおよび建築年次データより推定する方法（実構造の分類手法）を開発した（ツアンら、2022）。実構造の分類方法を図4に示す。

各建物の実構造は、東京都建物現況調査データの建物構造、建築年次、地上階数の情報を用いて推定する。推定では、まず、木造および防火造から実構造が木造の建物を抽出する。次に、残りの建物から、準耐火造の建物を抽出し、木造系およびS造を推定する。さらに残りの建物からRC造およびS造を抽出して、実構造を決定する。

本研究の対象地域とした荒川区荒川7丁目の建物構造の分布を図5に、推定した実構造の分布を図6((a)(c))に示す。図中において耐火造の建物は殆どが大型建築物である（82棟）、準耐火造は多く見られ（204棟）、防火造が最も多く認められる（279棟）、木造は最も少なかった（49棟）。

4. 自治体データについて

資料は荒川区役所の建築計画概要書（以下、概要

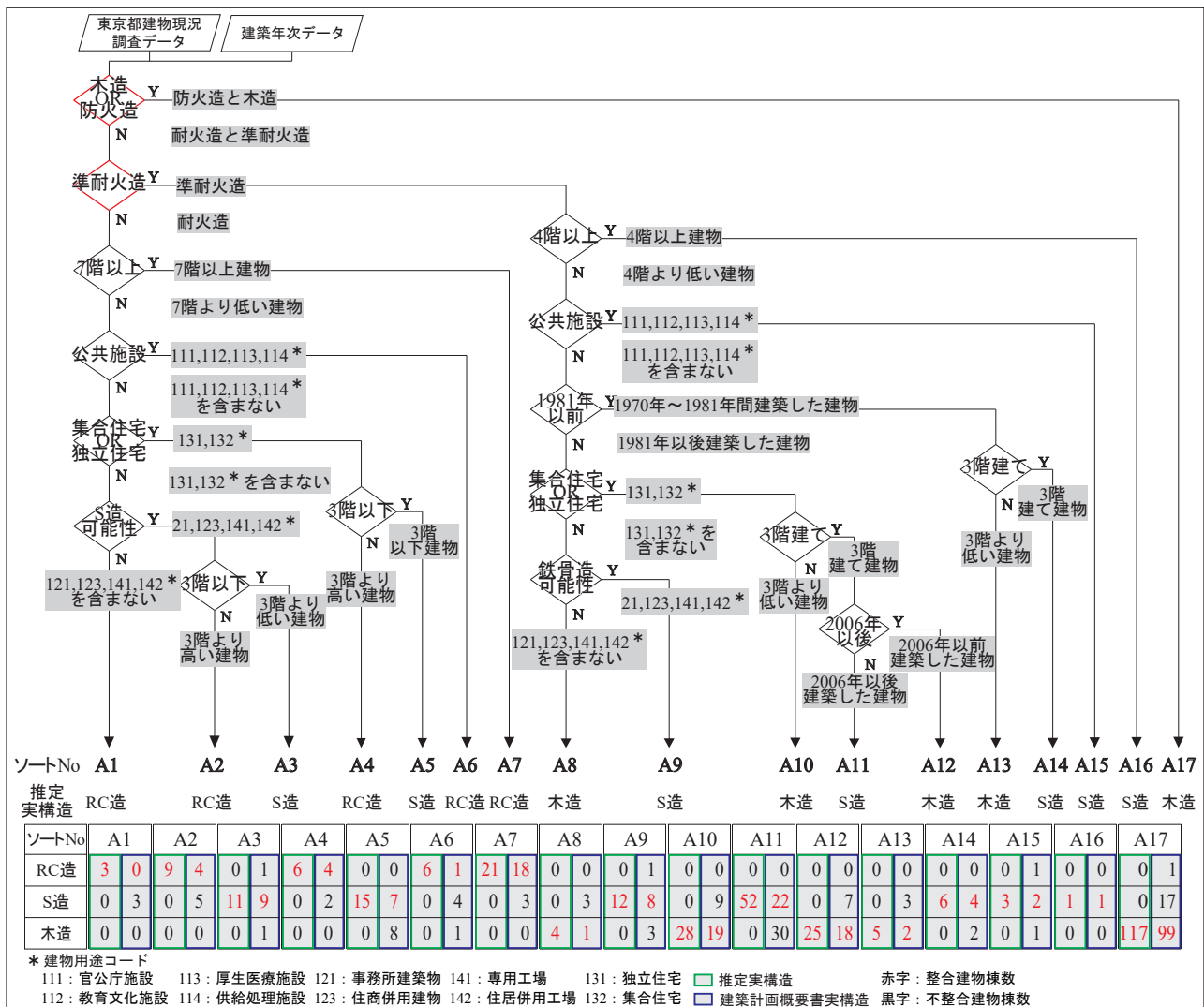


図4 実構造の推定手順および結果

書) から必要部分を照合用データとして転記した。荒川区荒川7丁目の概要書データによる実構造の分布を図6 (b) (c) (d) に示す。比較に用いた平成28年度における照合用データ棟数は、614棟である。そのうち、シミュレーションに使用可能であるデータ数は325棟(51.5%)で、RC造が45棟、S造が101棟および木造が179棟である(図6(a)(c))。

シミュレーションに直接使用できないデータ(欠損データ)が289棟あった(図6(d))。欠損データの内訳は、RC造18棟、S造21棟および木造250棟となっている。この原因として、86.5%(250/289棟)が木造であることから、欠損データのほとんどが、建築計画概要書の閲覧制度のない昭和45年以前の建物である可能性が高いと考えられる。また、RC造などの建物は、建築基準法で東京都と区に分

担が定められており、延べ面積が10,000㎡を超える建物は東京都が、10,000㎡未満は区が建築確認を行い、建築確認をした特定行政庁が概要書を保管することになっているため、今回データを転記した支所以外の場所に保管されている可能性がある(建築基準法第93条の2, 1971)。今回のデータ集計は、個人情報保護(建築計画概要書の閲覧制度の見直し斡旋, 2007)や時間的制約があり、電子台帳のみで検索した。このため、電子台帳には記載がないが紙媒体の資料には存在している可能性もある。

また、京成線のガード下の建物については、高架橋耐震補強工事のため、平成25年前後に建物がすべて撤去されている。その後、順次建物が建てられているが、平成28年のポリゴンデータは、撤去前のものなのか、再建築後のものなのかが確認できな

かった。このため、本研究では欠損データとした。

以上の例が示すように対象地域には欠損データが常に存在することから、推定せざるを得ないことを示唆している。

5. 結果および考察

荒川7丁目については建物建築年次の多くが概要書に併記されていたため、本シミュレーションにおける使用可能なデータでは、同一建物について、実構造データと建築年次データが得られている。このため、以下では実構造データの補完精度について述べる。また、荒川7丁目における平成28年度の棟数およびその位置は東京都建物現況調査データから求めたものである。東京都建物現況調査データには誤記載がないものと考えた。

5.1. 推定データと概要書データとの整合性

推定データと概要書データとを照合し、その整合割合について表3に示す。荒川7丁目における推定データは325棟であり、そのうち219棟が整合(67.4%)していた。

具体的には、RC造と推定した45棟中27棟が整合しており(60.0%)、不整合が18棟(40%; S造と誤推定した建物17棟および木造と誤推定した建物1棟)であった。

S造と推定した101棟中53棟が整合しており(52.5%)、不整合が48棟(47.5%; RC造と誤推定した建物3棟および木造と誤推定した建物45棟)であった。

木造と推定した179棟中139棟が整合し(77.7%)、不整合が40棟(22.3%; RC造と誤推定した建物1棟およびS造と推定した建物39棟)であった。木造については77.7%で整合していたことから、木密地域における延焼シミュレーションを実行する上では概ね良好な結果と考えられる。

5.2. 推定データにおける不整合データの特徴

荒川7丁目における推定データの不整合建物について検討するため、延焼シミュレーションに用いている実構造の分類手法を用いて、概要書データと比較したものを表4および図4に示す。表4では推定データと概要書データが一致した出力について赤字

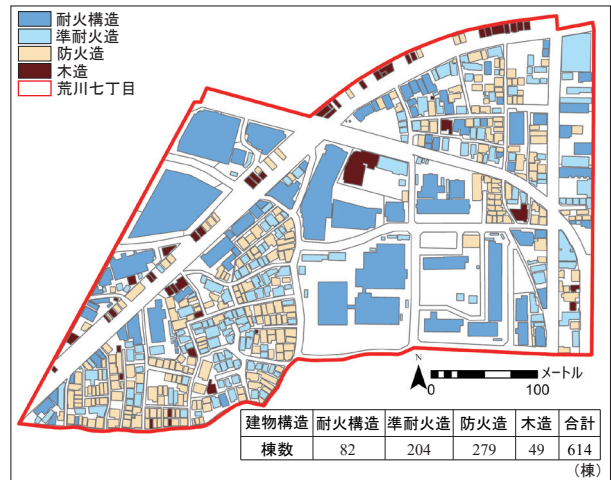


図5 分析地区建物構造分布

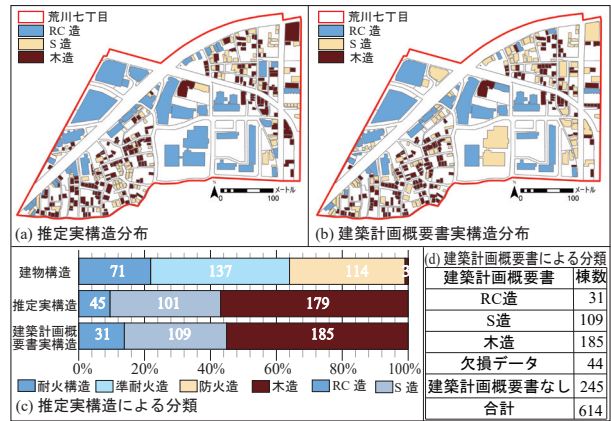


図6 推定データおよび建築計画概要書の実構造分布

表3 推定データの整合比

		建築計画概要書実構造			小計	整合	不整合	整合比
		RC造	S造	木造				
推定実構造	RC造	27	17	1	45	27	18	0.600
	S造	3	53	45	101	53	48	0.525
	木造	1	39	139	179	139	40	0.777
	小計	31	109	185	325	219	106	0.674

□ は整合した棟数

表4 推定データの分類状況

実構造	推定RC造	推定S造															推定木造	分類	
		A1	A2	A4	A6	A7	A3	A5	A9	A11	A14	A15	A16	A8	A10	A12			A13
RC造	0	4	4	1	18	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	31
S造	3	5	2	4	3	9	7	8	22	4	2	1	3	9	7	3	17	109	
木造	0	0	0	1	0	1	8	3	30	2	1	0	1	19	18	2	99	185	
小計	45																	325	

□ 内は正しく推定した棟数

で示している。また、図4では分類手続きをフローチャートとして示している。分類が終了した各出力ファイルには番号{A1~A17}をつけている。図中下方の表では、各出力ファイルにおける推定データを左欄(緑枠内)に、概要書データを右欄(青枠内)に示している。例えば、フローチャートにおける最初の分類は「データは木造もしくは防火造か?」

であるが、これに一致したデータはA17（図中右下）に分類されることになる。A17には、最終的に、117棟が木造として推定されている。これらのデータは概要書との照合により99棟が整合し、18棟が不整合（S造17棟およびRC造1棟）となっている。

典型的な誤推定としては、概要書データの木造（39棟）をS造と推定したものが多い。これには3階建ての木造が多く含まれていた。木材の利用を促進するため、平成27年以降に木造建築関連基準の見直しが行われているが、今後も、この傾向が続くと考えられるため、実構造の分類手法（前述）において木造3階建てへの対策が必要であると考えられる。

また、整合データには、S造一部RC造（12棟）やRC造一部木造（4棟）などが20棟あり、不整合データにも4棟認められた。建築技術の進歩により、この様な複雑な構造を分類することも今後の課題と言える。

実構造は、概要書の中の建物階数・用途・建物構造・建物年次の要因で推定（分類）を行っている。建物階数での分類では、木造3階建て以外での誤推定はないものと考えられる。建物構造から分類するとき、耐火造と木造はそれぞれRC造と木造に分類される。しかし、準耐火造と防火造の場合は異なる。すなわち、準耐火造の場合はRC造もしくはS造のいずれかに分類される。防火造についても複数の実構造に分類されるリスクがある。本分類手法では、建物構造の判別がフローチャートの上層部分（図4中の赤の判別過程）にあるため、初めから誤推定のリスクが生じている。A17については前述したとおりである。また、フローチャートにおける分岐の二段目である「データは準耐火造か？」では、A8～A16の間で、含まれていないはずのRC造が2棟（A9で1棟およびA15で1棟）分類されていた。

これは概要書データの情報がなければわからなかったことである。一方、建物構造ではなく、建築用途による分類には、実構造の不確定要素（前述した準耐火造での分類がRC造もしくはS造に分類されることなど）が含まれないことが明らかとなっているので、現在、これを利用した分類手法の改善を検討中である。

6. まとめ

大地震災害シミュレーターに用いる入力データの精度について検討した。実構造の木造系入力データの信頼性の高さについては、既に、前報で述べているが、本研究における推定データについても、木造の精度が、荒川7丁目のみの検証ではあるものの77.7%の精度を得た。以上より、木造比率が高い木密地域へ適用する際には大きな問題とはならないと考えられる。

謝辞

本稿は、都市再生機構との共同研究「大地震災害シミュレーターを活用した密集市街地の分析手法および整備効果指標に関わる基礎研究」の一部を取りまとめたものである。関係各位に謝意を表します。

また、データ収集に際しては、東京都荒川区役所建築指導課管理・監察係および同区防災都市づくり部都市計画課の協力を頂けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- Hirokawa, N. and Osaragi, T. (2016) Earthquake disaster simulation system : Integration of models for building collapse, road blockage, and fire spread. 「Journal of Disaster Research」, 11 (2) , 175-187.
- 岸本まき・大佛俊泰・ツアンイリ (2022) 密集住宅市街地整備による大地震時の減災効果その2 : 大地震災害シミュレーターを用いた市街地整備の定量評価. 「日本建築学会大会学術講演梗概集」, (北海道), 671-672.
- ツアンイリ・大佛俊泰・岸本まき (2022) 密集住宅市街地整備による大地震時の減災効果その1 大地震災害シミュレーターの入力データについて. 「日本建築学会大会学術講演梗概集」(北海道), 669-670.
- 建築基準法第93条の2（建築計画概要書の閲覧制度）昭和45年法律第109号, 1971.1, 建設省.
- 建築計画概要書の閲覧制度の見直し幹旋 2007.7.5, 総務省行政苦情救済推進会議.