

過去大震災の被害分析に基づいた

学校体育館の被害リスク推定：名古屋市千種区を例として

芸術工学研究科 伊藤周平

災害時に避難所となる学校施設では、被災した地域住民を受け入れるとともに、食事の提供、生活関連物資の配布、安否確認に関する情報交換等様々な活動が行われる。

災害が発生すると、災害発生時の混乱のなかで住民の安全を確保し、避難所を開設する。隣近所で声をかけ、助け合いながら避難し、避難行動要支援者名簿などをもとに自力で避難できない人を支援する。避難後は、避難した人を自治会や町内会などの班ごとに確認し、病院や福祉避難所へ搬送する人、避難所へ行く人、自宅に戻る人に振り分ける。この不安定な状況の中でストレスをできるだけ感じないように生活していくため、避難所の安全性は必要欠である。これより、学校施設が災害時に地域の避難所としての役割を担うためには、施設が安全であることが大前提となる。

2011年に起きた東日本大震災と、2016年に起きた熊本地震において、どちらも避難所として使用されていた体育館で被害が出ていた。被害件数を見ていくと、東日本大震災の方が被害件数が多く、また、熊本地震よりも詳細なデータ（大破・中破・小破など）が多くわかっていた。大災害発生時には、防災計画上の指定の有無に関わらず学校が避難所になるが、以上の2つの事例をみると、今後予測されている南海トラフ地震においても緻密な対策を取らないと、前回と同様な被害を受ける可能性があると考えられる。

そこで、今回は未だ多くの研究をされていない大災害発生時に避難所となる体育館について調査し、過去に起きた大地震の被害の統計データを参考に、今後予測されている南海トラフ地震における愛知県名古屋市千種区の被害予測を考案する。

キーワード：被害解析・東北大震災・南海トラフ地震・リスク推定

1. 序論

2011年に起きた東日本大震災と、2016年に起きた熊本地震において、どちらも避難所として使用されていた体育館で被害が出ていた。大災害発生時には、防災計画上の指定の有無に関わらず学校が避難所になるが、以上の2つの事例をみると、今後予測されている南海トラフ地震においても緻密な対策を取らないと、前回と同様な被害を受ける可能性があると考えられる。

そこで、今回は大災害発生時に避難所となる体育館について調査し、過去に起きた大地震の被害の統計データを参考に、今後予測されている南海トラフ地震における愛知県名古屋市千種区の被害予測を考案する。



写真-1 避難所生活の様子¹⁾

2. 2011年東日本大震災の被害分析

本節では、「東日本大震災合同調査報告」²⁾という文献の一例に則り、被害例を分析する。

2.1 建物の被害概要

2.1.1 調査概要

2011年3月11日に発生した東日本大震災および同年4月7日、11日に発生した余震（以降「東北地方太平洋沖地震等」と記載）では多くの文教施設が被災した。以下に地震の震源及び規模等を示す。³⁾

地震発生時刻：平成23年3月11日14時46分

発生場所（震源位置）：北緯38度06.2分・東経142度51.6分・深さ24km

規模（マグニチュード）：9.0 最大震度：7

発震機構：西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

日本建築学会では文部科学省の委託により、2011年4月から6月までの間で、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、千葉県で被災した147棟の体育館・格技場を含む216棟の鉄骨文教施設について、被災度区分判定および被害調査が行われた。

2.1.2 調査結果の概要

建築年のわかる建物は、建築年代および耐震診断・耐震補強の有無で分類された。①新耐震基準で建てられた建物（これ以降「新耐震の建物」と呼ぶ）②耐震補強工事が施されている建物（これ以降「補強済の建物」と呼ぶ）③耐震診断の結果Is値が0.7以上であると判定された建物（これ以降「補強不要の建物」と呼ぶ）④耐震診断が実施されていない、あるいは耐震診断の結果Is値が0.7を下回っているが耐震補強工事が実施されていない建物（これ以降「未対応の建物」と呼ぶ）の4グループに分類した。各グループでの被災度区分判定の結果を頻度分布で図-1に示す。

耐震性能が高く地震被害を受けにくい新耐震の建物や、補強済の建物において、中破以上の地震被害を受けているものの数は少ないが、いくつか大破や中破に区分される被害を受けた建物もある。一方、未対応の建物では、大破となるものの割合が多く、大きな被害を受けていることから、大規模地震において耐震性能は必要不可欠であることがわかる。

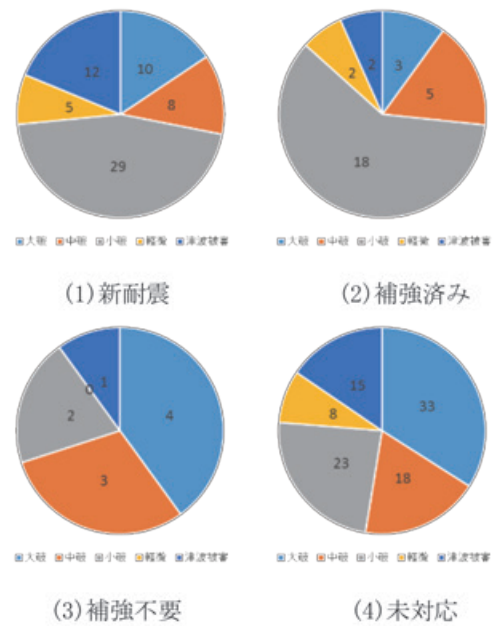


図-1 グループごとの被災状況

2.2 学校体育館の被害

2.2.1 調査・分析の対象

2012年度の調査では、地震被害を受けた学校体育館を対象を絞ったうえ、東北地方太平洋沖地震等による地震被害の全貌を把握するために、学校施設の災害復旧資料より、多くの建物が地震被害を受けた岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の学校体育館について、被害の有無・程度、建築年、耐震診断・補強の実施状況、Is値等を取りまとめられ、併せて、2011年度に行われた学校体育館の被害調査結果も取り込み、上記5県における学校体育館の地震被害の分析がされた。

2012年度に行われた調査・分析で対象としたのは、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の公立小学校、公立中学校および公立高等学校の体育館1611棟であり、2011年度に現地調査が行われた鉄骨造文教施設のうち地震被害を受けた学校体育館111棟と、2012年度に災害復旧資料を調査した1473棟、ならびに被害調査が行われた学校体育館のうち前述の調査と重複していない27棟である。調査・分析の対象とされた5県の公立小学校、公立中学校および公立高等学校は、2012年現在3654校である。1校に2棟以上体育館がある学校もあるが、本報告のデータベースには4割近くの学校体育館が含まれていると思われる。

2.2.2 調査方法

災害復旧資料に基づく調査では、被災状況に関する記述、被災状況の写真、図面および施設台帳の写しにより構造部材、接合部、非構造部材等の被災状況、建物の建築年、耐震診断・補強の実施状況を確認し、2011年度に行われた現地調査同様、「震災建築物の被災度区分判定基準」に拠り被災度の判定が行われた。国総研・建研による調査結果についても同様に、被災状況等の情報を抽出するとともに、被災度の判定が行われた。

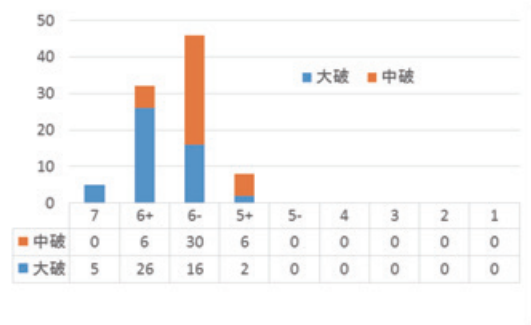


図-4 各被災度区分の数値

2.2.3 調査・分析結果

(1)対象地域における地震被害の分布

学校体育館の地震被害を分析するにあたり、まず調査・分析の対象とした岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県において学校体育館の地震被害がどのように分布していたかを把握するため、地図上に各施設の被災度をプロットしたものを使用する。この図から、大破・中破に区分される大きな被害を受けた学校体育館が広範囲に分布しており、今回の震災で広い地域で大きな地震被害が発生していたことがわかる。

東北大震災の被害による統計データを基に、予測されている南海トラフ地震への推測をしていく。このときに、各震度の被災度区分ごとに統計データをまとめる。

東北大震災での被災度区分ごとの統計データをまとめるために、目視での計算をするために震度分布図(図-2)と(1)で使用した図を重ね(図-3)、数値化する。

この図から、学校体育館は震度5強以上のときに大破・中破に区分される大きな被害を受け、震度6弱を境に中破・大破の大小関係が逆転していることがわかる。

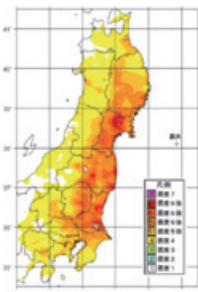


図-2 震度分布図³⁾

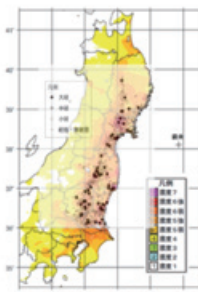


図-3 被災度区分²⁾

また、表-1より、東北大震災における震度5強までの5県(岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県)の公立小学校、公立中学校および公立高等学校の合計を算出する。

表-1、表-2より、各震度の中破率・大破率を求めることができ、これを南海トラフ地震時の予測震度に当てはめれば、どれだけの避難所が被害を受けるか推測できる。

表-3の震度7のときの大破率は125%と出ているが、目視により数えたため若干数値のずれが出ている。

表-1 各県の学校数

県	震度7	震度6強	震度6弱	震度5強
岩手県	0	0	23	37
公立小学校	0	0	13	19
公立中学校	0	0	6	6
公立高等学校	0	0	42	62
合計	0	0	42	62
宮城県	2	25	43	14
公立小学校	1	12	26	11
公立中学校	1	8	13	3
公立高等学校	4	45	82	28
合計	7	72	144	55
福島県	0	4	34	36
公立小学校	0	3	21	18
公立中学校	0	0	6	3
公立高等学校	0	7	61	57
合計	0	11	56	43
茨城県	0	7	30	22
公立小学校	0	4	17	14
公立中学校	0	0	9	7
公立高等学校	0	11	56	43
合計	0	11	56	43
栃木県	0	4	6	17
公立小学校	0	2	6	9
公立中学校	0	0	3	3
公立高等学校	0	6	15	29
合計	0	10	20	58

表-2 震度別学校数

合計	震度7	震度6強	震度6弱	震度5強
公立小学校	2	40	136	126
公立中学校	1	21	83	71
公立高等学校	1	8	37	22
合計	4	69	256	219

表-3 各震度の被災度区分割合

%	震度7	震度6強	震度6弱	震度5強
中破	0.00	8.70	11.72	2.74
大破	125.00	37.68	6.25	0.91

3. 南海トラフ地震への推測 (愛知県名古屋市千種区)

3.1 震度予測

現段階で、南海トラフ巨大地震がひとたび発生すると、静岡県から宮崎県にかけての一部では震度7となる可能性があるほか、それに隣接する周辺の広い地域では震度6強から6弱の強い揺

れになると想定されている。また、関東地方から九州地方にかけての太平洋沿岸の広い地域に10mを超える大津波の襲来が想定されている。⁴⁾

また、国が公表した南海トラフ巨大地震の被害想定を踏まえ、名古屋市においても、平成26年2月3日に、本市独自の被害想定を発表した。愛知県名古屋市千種区においても想定されており、図-5に愛知県の想定震度、図-6に愛知県名古屋市千種区の想定震度を示す。

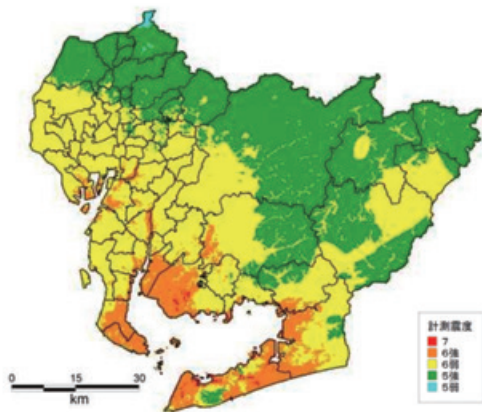


図-5 愛知県の震度分布「過去地震最大モデル」による想定⁵⁾

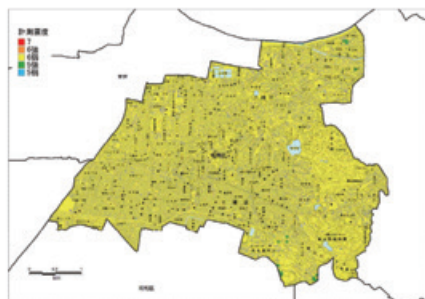


図-6 千種区の過去の地震を考慮した最大クラス⁶⁾

図-6より、名古屋市千種区の学校避難所を重ね合わせると図-7のようになる。

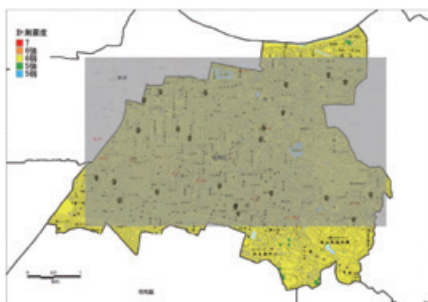


図-7 千種区の震度予測と公立学校避難所

ここで、愛知県名古屋市千種区には公立学校避難所が15箇所あり、南海トラフ地震では震度6弱と予測されているため、中破棟数が1.8棟、大破棟数が0.94棟と予測することができ、安全率を考慮した最大負荷数で考えると、およそ2棟の学校避難所が中破、1棟の学校避難所が大破することを予測できる。また、今回参考としている東北地方太平洋沖地震は、千年に一度あるいはそれよりも発生頻度が低い地震であった。これより、仮に発生すれば甚大な被害をもたらす地震である、あらゆる可能性を考慮した最大クラスについても予測する。(図-8)

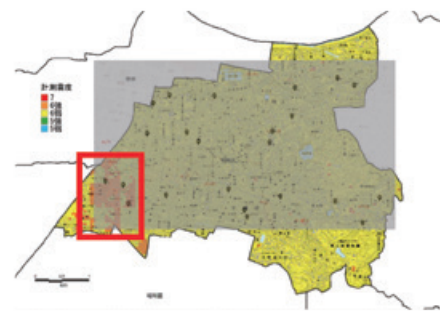


図-8 千種区のあらゆる可能性を考慮した最大クラス

上図の□は、千石小学校・千種小学校・今池中学校を示しており、この3校は他の学校体育館の震度と違い、震度6強と推測されている。ここで、過去の地震を考慮した最大クラスと同様に考察すると、中破棟数が0.26棟、大破棟数が1.2棟数と推測できる。また、安全率を考慮した最大負荷数で考えると、およそ1棟の学校避難所が中破、2棟の学校避難所が大破することを予測できる。

3.2 被害予測

3.1節より、過去の地震を考慮した最大クラスの予測において、震度6弱の地点でおよそ1棟の学校避難所が大破すると推測できる。名古屋市千種区の学校避難所の最低収容人数は、城山小学校の442名(1名当たりの面積が1m²)であり、最低でも442名の避難に支障が出ることを予測できる。あらゆる可能性を考慮した最大クラスにおいては、上記に加え、震度6強の地点でおよそ2棟の学校避難所が大破すると推測できる。最低収容人数は、千石小学校の454名、千種小学校の642名であり、最低でも1,538名の避難に支障が出ることを予測できる。

また、千種区の常住人口は平成 27 年時点で約 16.5 万人であり、昼間人口が約 18.2 万人である。⁵⁾これより、昼間のとき人口が通常よりも 1.7 万人多いため、学校避難所への被害が昼間に出ると、夜間に地震が発生したときよりもリスクがあることがわかる。また、学校避難所の配置が千種区の中で手薄な場所があるため、1 つでも中破・大破し避難所として機能できなくなると、千種区内で避難をすることができない人が出てくると推測できる。

4. まとめ

ここまで過去の地震による統計データを基に南海トラフ地震の推測を行ってきたが、これはあくまでも過去の地震と同様の条件であることを前提としており、詳細な構造部材の加味、解析、現地調査は行っていない。また、千種区だけではデータが少ないため、実用できない。今後の大地震に備えていくためには、より詳細なデータを収集し、考察していくことが重要である。

参考文献

- 1) 災害写真データベース : http://www.saigaichousa-db-isad.jp/drsdb_photo/photoSearchResult.do、2018
- 2) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会 建築編 3 : 東日本大震災合同調査報告、日本建築学会、2014
- 3) 気象庁 : https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2011_03_11_tohoku/index.html、2018
- 4) 気象庁 : <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/assumption.html>、2018
- 5) 愛知県防災会議地震部会 : 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果、愛知県防災会議地震部会、2014、pp7
- 6) 千種区 : <http://www.city.nagoya.jp/chikusa/page/0000058353.html>、2018