

首都直下地震と建物の耐震対策

～逃げる必要のない建物・まちを目指す～

工学院大学・建築学部 教授 久田 嘉章



1. はじめに

近年、超巨大地震である2011年東日本大震災や、活断層により震度7が連続発生した2016年熊本地震などの大震災が続いています。日本全国どこでも大震災に遭遇する可能性があり、対策の一層の充実が求められています。ここでは甚大な被害想定が公表されている首都直下地震を例として、自助・共助を基本とする「逃げる必要のない建物・まちを目指す耐震対策」を紹介します。

2. 首都直下地震の被害想定と、過去の地震被害

内閣府による首都直下地震（都心南部直下地震、M7.3）の被害想定では、図1の左図に示すように東京23区内のほぼ全域で震度6強の強い揺れとなり、最悪条件（冬・夕方・風速毎秒8メートル）では全壊・焼失棟数61万棟、死者2.3万人、負傷者12.3万人、要救助者が約5.8万人と推定されています¹⁾。都内では大規模な延焼火災、膨大な避難者・帰宅困難者による混乱と渋滞、停電、通話の輻輳、流言飛語などで麻痺状態となり、重傷者や要救助者の救援救護も困難を極めます。その後も数年にわたる避難所や仮設住宅での被災者の悲惨な状況が続き、災害関連死が膨大な数になるはずですが。ちなみに熊本地震では地震直後の直接死は50名でしたが、3年後の現在でも災害関連死は約300名と増え続けています。

一方、M7級の首都直下地震の発生確率は今後30年で70%と言われていますが、甚大な被害が出るのが「次の首都直下地震」ではないことに注意が必要です。実際、過去の400年間にM7級以上の首都直下地震は15回ありますが、M8級の海溝型地震（1703年元禄関東地震と1923年大正関東

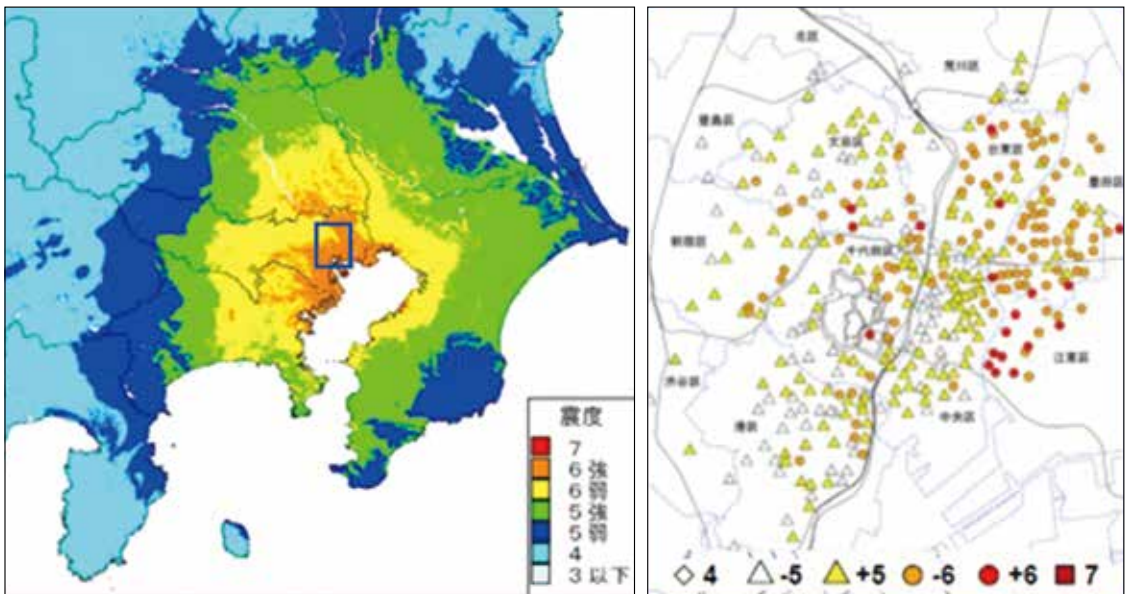


図1 都心南部直下の想定震度分布と1855年安政江戸地震の震度分布³⁾（左図の四角が、右図の領域に相当）

地震)を除くと、死者千人以上の甚大な被害を出ているのは安政江戸地震(死者7千人以上)の1回しかありません²⁾。死者数が数十~百人程度の地震が3回で、その他では死者は殆ど出ていません。これは震源が都心から離れていたり、50km以上と深い地震が多いためです。さらには、過去最悪の被害を出した安政江戸地震の震度分布を図1の右に示しますが、内閣府の想定(図1の左)とは異なり、大きな被害が出た震度6の地域は地盤の悪い下町などに限定されています。それ以外の地域では震度5程度であり、建物に甚大な被害は出ませんので、自助・共助で十分に対応できます。「どうせ次の直下型地震で東京は壊滅して火の海になるので、どんな対策も無駄」などと決して諦めないでください。

3. 自助:建物の耐震化・室内の安全対策で「自分の家・会社は自分で守る」

まず一番重要な対策は、自助としての建物の耐震化と室内の安全対策です。ここで耐震化とは古い建物の耐震診断をして、最低でも現行の1981年の耐震基準に適合するように補強することです。これで建物倒壊による死者が約10分の1まで減ります。木造建物を例として、図2に過去の被害データから得られた震度と全壊率(修繕が不可能な甚大な被害を受ける建物の割合)の関係を示します¹⁾。木造建物は震度6程度以上で全壊率が增大しますが、古い建物と新しい建物とでは1981年基準を境に大きく変わります。1981年以降の基準でしっかり建てられていると、震度6強でも全壊になることは殆どありません。首都直下地震の想定では最大で震度6強(ごく一部に震度7)ですから、耐震化されれば全壊はほぼ無くなります。もし震度7が出た場合は被害が出る可能性があります。様々な対策が可能です。例えば、現行基準とは耐震等級1という最低基準ですが、耐震等級2(等級1の1.25倍の耐震性)や3(同1.5倍)など、建物をずっと丈夫になります。この場合、熊本地震などで実証済みですが、震度7でも全壊する可能性は無くなります。通常の新築の木造住宅であれば耐震等級が2や3でも数十万円程度でできます。木造建築は数十年経つと老朽化し、耐震性も劣化しますので、約10年ごとのメンテ・維持管理することも非常に重要です。

次は室内の安全対策(家具等の転倒・落下・移動の防止対策)です。被害想定によると、対策を行えば死者数は半分以下になります。家具の固定法には様々なタイプがあり、ポール式器具(つっぱり棒)など簡易なタイプも有効ですが、最も効果があるのはL型金具などで壁に固定することで

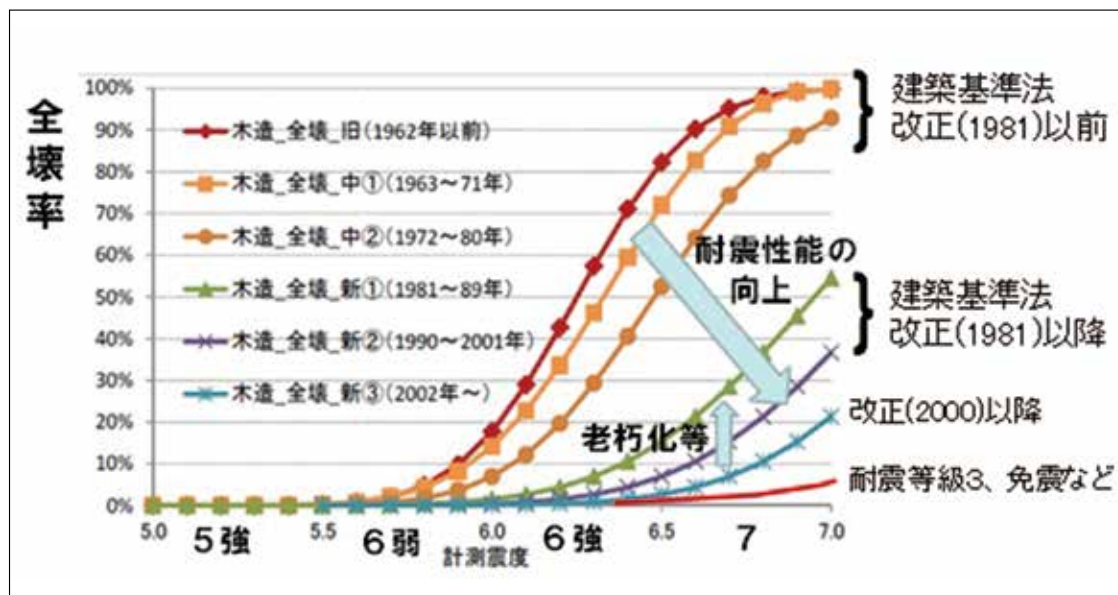


図2 木造建物の震度と全壊率の関係

す。その際、重い家具を化粧版（石膏ボードなど）にネジで留めても大きな揺れで抜けてしましますから、丈夫な下地材（柱、間柱、胴縁等）に固定する必要があります。最も理想的な対策は作り付け家具にして、倒れる家具を無くすことです。室内の安全対策を怠ると、負傷者が出るだけではなく、火災の発生確率も上がり、その後の救援救護活動にも大きな支障となります。

4. 避難者・帰宅困難者：原則は建物内に待機、そのための備蓄

東京のような巨大都市では、膨大な人口による混乱が危険因子（ハザード）になります。例えば、首都直下地震による住民の避難者は、地震から1日後は約300万人ですが、2週間後には720万人まで増えると想定されています。そのうち避難所（小中学校など）での収容可能人数は最大で200万人程度で、しかも多くの避難所も被害を受ける可能性があり、大都市の避難所は絶対数が不足します。そもそも避難所というのは、家を失くした、あるいは、失くす可能性がある住民のための施設です。従って自宅の被害が軽微であれば避難しない、自宅待機が求められています。仮に電気や水道などが止まっても建物の耐震化と室内の安全対策で自宅待機が可能なはずで、そのためには各家庭で最低でも1週間分の備蓄が必要です。

一方、帰宅困難者は600万人から800万人と推定されており、一時滞在施設が必要になります。避難所は地元住民のための施設ですので、帰宅困難者は原則として受け入れません。一時滞在施設は公的施設だけでなく、民間施設の提供が期待されていますが、圧倒的にスペースは不足しています。従って、帰宅困難者も勤務や訪問した施設内にできるだけ待機し、避難・帰宅しないことが求められています。1～2日後には都内の様子がだいたい分かりますので、遅くとも3日後には帰ることができます。そのために最低3日分の備蓄が必要になります。

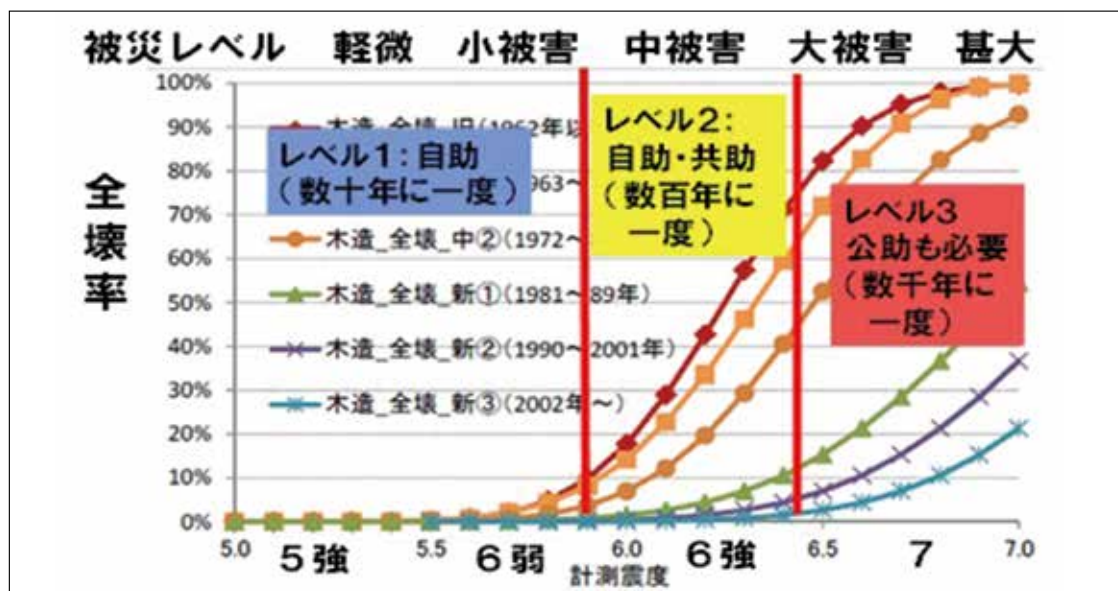


図3 図2の全壊率の分布を3つの被害と対応レベルに分類した例

5. レジリエントな対策：被害が出た場合の対応策、および事例紹介

次に、レジリエントな対策を紹介します。レジリエントとは「元に戻る、回復する」という意味であり、被害や失敗した場合の強靭さを意味します。震災対策として被害を出さない対策が一番重

要ですが、もしも被害が出た場合の対応策も事前に準備しておきます。被害時の対応は、被害程度（レベル）によって大きく変わります。例として、自治会による地域を念頭におき、図3に示すように地域の被害と対応レベルを3つ程度に分けてみます。まずレベル1は、各住民の自助で対応可能な小規模な被害です。次にレベル2は地域内で様々な被害が出ますが、共助で対応可能な中程度の被害です。最後にレベル3は、地域が壊滅的となる深刻な被害であり、地域外へ避難したり、公助などによる外部からの救援が必要になります。可能性では、レベル1は震度5で数年から数十年に一度程度、レベル2は震度6で数百年に一度程度、レベル3は震度7で数千年に一度程度のイメージです。「可能性の高い次の地震」はレベル1か2ですので、原則として自助・共助で対応可能です。

次に、被害時の柔軟な対応を可能とする防災訓練を紹介します。従来型の訓練では、一般に避難訓練や避難所の運営訓練を行います。避難所に集まって各種の体験型訓練（消火器・D級ポンプを使った消火訓練、応急救護、炊き出しなど）を行います。一方、ここではより実践的な発災対応型訓練を紹介します⁴⁾。防災訓練の際、図4に示すように被害と必要な対応を明記した看板を電柱などに掲げます。例えば火事看板では、火災の写真と必要な消火器とバケツの数が示されており、10分以内に集めてきてくださいと事前をお願いしておきます。家屋倒壊の看板では、救出のための機材（例えば防災倉庫にあるジャッキや鋸など）、傷病者の看板では、救援救護の用具（救急箱や担架など）を明記します。住民は看板内容を確認し、機材を持ち込み、使い方を確認します。対応に成功したら「○」、できなかったら「×」を記録し、避難所に集合後、結果を公表します。発災対応型訓練は生々しい条件下でのお隣さん同士で助け合いながらの訓練となり、徐々に本気になって来るはずですが、例えば、D級ポンプを搬送してきても、その場所には水源がなかったり、使い方を知っている人がその近隣にはいないことが分かったりします。住民が改善策を提案し、次の年には消防署と相談してスタンドパイプを自分たちでも使いなど、様々な改善案が出てくると思います。



図4 まちなかでの発災対応訓練の例（火災看板と、住民による消火器・バケツ・スタンドパイプを用いた火災対応）

6. おわりに

ここでは首都直下地震を例として自助・共助による耐震対策を紹介しました。東京のような巨大都市では「逃げる必要のない建物・まち」を目指した対策が求められています。一方、津波やがけ崩れ、土石流などの可能性が高い地域では、逃げる対策が最優先になると思います。その場合でも建物や室内の耐震対策や被害程度に応じた柔軟な対応は必ず必要ですので、ここで紹介した対策例が参考にして頂けると幸いです。

【参考文献】

- 1) 内閣府：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、2013年
- 2) 久田嘉章：首都直下地震による住まい・高層建物の想定被害、日本地震工学会誌（第35号）、p.16-19、2018年
- 3) 中村 操、松浦律子：1855年安政江戸地震の被害と詳細震度分布、歴史地震、第26号、p.33-64、2011年
- 4) 久田嘉章ほか：大規模地震災害を想定した地域住民による被害情報収集訓練及び、発災対応型消火模擬訓練、日本建築学会学術講演梗概集（近畿）、21326、p.651-652、2005年