

# 波状的地震と信頼失った建築 耐震改修は必須、免震・制振など新しい耐震構造の普及を

熊本地震の発災翌日の4月15日、耐震工学の第一人者である和田章・東京工業大学名誉教授が被災地に入った。建物被害から得られる教訓は何か。和田名誉教授の現地調査リポートを掲載する。(本誌)

和田章

防災学術連携体代表幹事、東京工業大学名誉教授、日本免震構造協会会長、元・日本建築学会会長

## 1. 地震災害と建築の崩落

熊本地震を受け、多くの建築が壊れた。49人の貴重な命が奪われ、最大11万人を超える人々が避難生活を余儀なくされた。建築の耐震性向上を研究課題にしてきた者の一人として、努力が全国に行き渡っていかつたことを不甲斐なく思う。

次には仮設住宅が必要になるが、普段の平穏な生活は建築で支えられていることを再認識する。建築は衣食住の1つであり、人が生きていくための器であり、地震災害を本気で減じようとするなら、建築を壊れなくすることが最も重要である。

建物全体の重量を計算して総床面積で除すると、単位床面積当たりの建築重量が求まる。1m<sup>2</sup>当たりの建築重量は、木造で約350kg、鉄骨造で約650kg、鉄筋コンクリート造で約1200kgとなる。建築はこれら重

量と構造体の剛性によって中に暮らす人々の安定した生活・活動やプライバシーを守っているとも言える。

80m<sup>2</sup>の総2階建て木造住宅の場合、1階の人の上には28トンの重量があり、鉄筋コンクリート構造の10階建てのマンション(80m<sup>2</sup>)の1階の上には960トンの重量があることになる。木造では大型トラックの下、マンションでは10台の蒸気機関車(D51は100トン/台)の下に住んでいるのと同じである。簡単な計算の結果、とんでもない重量の下で人々が生活し活動していることが分かる。

人々の命を守るために、大きな地震を受けても建物が崩落することだけは避けねばならない。1981年に改正された我が国の耐震基準では、人命を守るために建物の崩壊を避けることを強く主張している。

## 2. 熊本県の耐震基準

最近50年の経験では、熊本県に大きな地震は起こっていないように感じる。建築基準法による地域係数は、東京や大阪を1.0として、福岡県、佐賀県、長崎県、鹿児島県が0.8とされているなかで、熊本県の大半は0.9と決められ、九州の中では地震危険度の高い地域とされている。

ただ、この度の熊本地震の本震の

観測結果から計算した地震動の破壊力は、1995年兵庫県南部地震と同等であり、実際に起こる地震動の力が東京や大阪に比べて小さいわけではない。大地震の起こる頻度が低いだけである。頻度が低いからといって、相対的に弱い建築を建てても良いのか、疑問が残る。

米国・カリフォルニア州では断層の領域に建設禁止地域があり、断層の近傍では距離に応じて設計条件を厳しくするnear fault factor(断層近傍係数)を設けている。我が国には認知できていない断層もあり、国土が十分に広くないので難しいが、取り入れるべき考えである。

## 3. 木造1階が壊れやすいことは分かっている。全国民で対策を

熊本地震では多くの古い木造が崩落したうえ、必ずしも古くなく構造計算を必要としない木造の4号建築物も崩落してしまい、耐震性確保の努力が足りなかったことが残念である。我が国の過去の地震(1995年兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震など)でも、2階建ての木造は多く倒壊・崩落している。

1階には大きな部屋が設けられやすく、特に南側は開放的につくるた



50の学術団体で構成する「防災学術連携体」に所属する専門家有志が4月18日、土木学会で記者会見を開いた。防災学術連携体の代表幹事を務める和田章・東京工業大名誉教授(左から2人目)は、「累積的な損傷が構造物に与える影響をどう考えるかは、今後、取り組むべき研究課題だ」と語る(写真:本誌)

め筋交いや合板を利用した壁が設けられにくい。街道沿いの商業木造建築は街道に沿った面に壁が設けられない。1階の剛性や強度は不十分なだけでなく平面的に偏りやすい。

一方、2階には細かく分かれた部屋が設けられ、筋交いや合板による壁が多く配置されることが多い。さらに2階の柱と壁は屋根しか支えていないが、1階の柱と壁は屋根と2階を支えるから、1階は2階より丈夫につくらねばならない。「各階の弱さ」は背負っている重量と壁の量の関係で決まるから1階に被害が集中しやすい。

日本は地震国である。昨日まで大丈夫だったからといって明日は分からぬ。全国の人々にお願いがある。大きな2枚の画用紙に2.5cmグリッドを書き、これを半間(91cm)として、1階と2階の平面図を描き、柱の位置に黒丸を書き、筋交いや合板の壁、土壁の部分を赤鉛筆で太く描き入れ、家族皆でよく見てほしい。東西方向と南北方向に分けて、平面的にバランスは良いか、2階より1階は丈夫と思えるかなど真剣に議論してほしい。市町村のウェブサイトで耐震診断への手引きの案内をしているはずである。ぜひ進んで相談してほしい。

#### 4.建築内の避難路、家具の転倒などへの注意を

柱・梁・壁などの主体構造は壊れ

なくても、その他の二次的な構造材の壁や天井などが壊れた建築もある。L字型に配置されたマンションの場合、エキスパンションジョイントを設けるが、つなぎの廊下のコンクリートスラブは構造部材として十分な隙間を開けて金属で覆うが、袖壁は二次的部材とされ、5cmほどの隙間しか設けておらず、袖壁同士が衝突して大きく壊れた。設計上の配慮が足りていなかったことが残念である。この度も、外壁、天井など二次的部材を軽視できない例が多発した。

建築が壊れなくても内部の揺れは上層階ほど大きく、壁に固定していない家具は容易に倒れ、家具の上部に置かれたものは容易に落ちる。熊本地震でも多くの人々が病院に運ばれたが、重たいものは高い所に置かないなど事前の対策が必須である。

#### 5.波状的に襲う大地震

熊本地震は4月14日夜に始まり、その後何度も余震があり、16日未明に本震が起り、さらに次の地震が続いている。このように波状的に襲ってくる地震動は、通常の耐震設計上では考慮されていない。通常では新しい建築に1回の大きな地震動が襲う場合しか考えていない。

このたびの波状的地震は、地盤の破壊を拡大し、壊れかけた木造建築の破壊に影響を与えた。鉄筋コンク

リート構造、鋼構造においても構造的被害が拡大する可能性がある。

建築には人が住んでいるから、1度目の地震の後、人は損傷度を知らずに戻ってしまう。応急危険度判定は間に合わない。

#### 6.信頼を失った建築構造

人々は壊れる建築を怖がり、避難所や車に逃げている。某病院では大きく揺れた後、事前の耐震診断の数値が悪かったこともあり、使えそうな病院から入院患者全員を別の病院に搬送した。耐震性の低い既存建築の耐震性向上は経済的に難しいことがあっても必ず進めねばならない。

我が国の研究者・技術者は、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震、1995年兵庫県南部地震などの大きな痛手を受け、諸外国との技術交流もあり、この50年間に耐震技術を向上させてきた。これらの研究成果として免震構造や制振構造があり、国内外で1990年ごろから多くの建築に使われている。

熊本市にも免震構造が22棟ある。4月15日に熊本大学の病院を訪ねて看護婦に伺ったが、免震構造であることをご存知で、地震後に何事もなく普段の医療を続けることができたと喜ばれた。大きな自然災害に途方に暮れることなく、より良い技術を開発し健全に普及しなければならない。

