

建物の改善！ 耐震診断と耐震改修

前回ふれたように、都市には新旧さまざまな建物が混在しており、古い建物は一般に耐震性能が劣っていることが多い。今回は、すでに存在している建物の耐震性能の現状、その耐震性の評価および適切な補強について紹介する。

地震被害と耐震設計基準の変遷

日本の現在の耐震設計技術は、今世紀のいくつかの大規模な地震被害の経験から多くを学び、それを取り入れることにより発展してきたものである。濃尾地震(1891)および関東地震(1923)の経験から市街地建築物法に耐震規定が導入されたのが1924年、さらに福井地震(1948)などの被害を経て1950年に建築基準法が施行された。十勝沖地震(1968)におけるRC造柱のせん断破壊事例から1971年にRC基準の改定がなされ、帯筋を密にして脆性的な破壊を防ぐようになった。その後の宮城県沖地震(1978)などを経て、1981年に現行の耐震設計基準(いわゆる新耐震)が施行され、大地震時の建物の塑性変形による靱性の評価、地域特性や地盤・建物の振動性状を考慮した地震荷重の設定、耐震要素の配置バランスなどが取り入れられた。

既存不適格建物と耐震改修促進法

このような耐震設計基準の変遷に伴って、建物の耐震性能も変化してきている。

図1は兵庫県南部地震(1995)の被害調査結果に基づいて、被害率を地震動の強さの関数としてまとめたものである。RC造では上記の1971年・1981年の耐震基準改訂前後で被害率がかなり異なり、現行の新耐震基準による建物は顕著な被害が少ない一方で、1971年以前の建物の耐震性能は明らかに劣っている。木造でも同様に、古いものほど被害率が高い傾向ははっきりしている。

耐震基準は施行前の建物にさかのぼって適用されないため(不遡及の原則)、施行以前の基準により設計された耐震性能の劣る建物、すなわち既存不適格建築物が、将来の地震に対する危険性を内在したまま多数残っている。兵庫県南部地震で著しい被害を受けたのもこのような建物であり、その数は全国で千数百万棟に上るとも言われている。

既存不適格建築物の耐震改修を促すために、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」(いわゆる耐震改修促進法)が1995年12月より施行された。これにより多数の人が利用する規模の大きな建物の所有者に、耐震診断を行ない必要に応じて耐震改修を行なうよう努めることが義務づけられた。さらに建築確認手続きの特例(制限の緩和)、各種助成措置(改修費用の一部を助成、残りに対して低利融資)、税制の特例などが設けられている。

耐震診断・改修の努力義務対象建物の

現状の目安として、愛知県内で1981年以前に建設された3階建て以上の非木造建物の棟数分布を図2に示す。名古屋市中心部をはじめとする都市部に集中しており、とくに中区では全棟数の40%にも達する。一方、名古屋市および周辺でも、近年になって開発の進んでいる地域では少ない。既存不適格建物の耐震性能改善が、現状の都市の安全性向上のために急務であることがわかる。

耐震診断・耐震改修

既存建物の耐震性能の向上に関する技術は、1970年代後半に作成された耐震診断基準および改修設計指針を基本としている。RC造の耐震診断基準には1次、2次および3次診断の3レベルがあるが、いずれも建物の各方向・各階について耐震指標 I_s 値を求め、それらが基準となる性能(I_{so})を上回るか否かにより耐震安全性を評価する。1次診断は壁の多い剛な建物の強度を壁量で評価するもの、2次診断は柱・壁の強度と変形能力の両面を評価するもの、3次診断はさらに梁の変形なども考慮した詳細な手法である。基準性能となる I_{so} は一般に1次診断で0.8、2次診断で0.6が用いられ、公共建物の診断では2割程度割り増ししていることが多い。 $I_s=0.6$ の建物はおおむね現行耐震規定と同様の耐震性といわれている。図3は愛知県内の診断例から2次診断 I_s 値の分布を示したものであるが、 I_s 値が0.6を下回る建物かなりの割合で存在していることがわかる。学校校舎では耐震壁の少ない桁行き方向の I_s 値がとくに小さく、さらにせん断破壊しやすいRC短柱の存在が I_s 値(2次診断)を引き下げている例が多い。一方、庁舎建物では平面形や壁配置の方向性が明確でないため、方向による I_s 値の相違はやや少

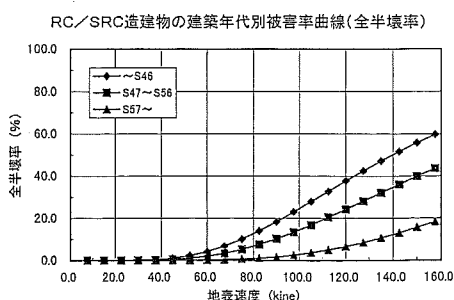
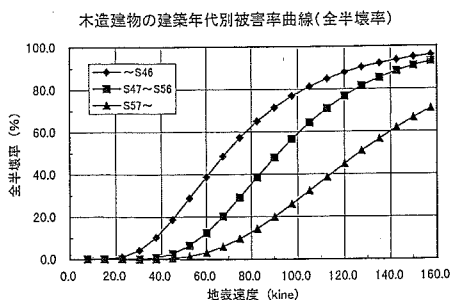


図1 被害率曲線の例(名古屋市地震被害想定調査報告書・修正版、1999.3)



なくなっている。このほかに竣工年が古いほど、また階数が多いほどIs値が低くなる傾向もある。

RC造建物の耐震改修(図4)にはRC造耐震壁の増設または鉄骨ブレースの付加がよく行なわれるが、そのほかに鉄板や炭素繊維による柱の靱性能改善、腰壁・垂壁のスリットによる短柱の解消、外殻フレーム補強、地震力を軽減する免震・制振機構(次回に詳述する)の付与などもある。改修後の目標耐震性能としては診断時のIsoの0~20%増とする場合が多い。

木造については耐力壁が主な耐震要素となるため、壁量と壁配置のバランスにより耐震性が評価される。改修方針は、筋かいや合板により壁をバランスよく増設・補強すること、とくに平面の隅角部に壁を配置すること、壁の効果を高めるためにも軸組の接合部を金具などで補強すること、基礎の補強などが有効である。

耐震診断にかかる費用は非木造建物では500~2,000円/m程度、木造戸建住宅では数万円程度である。木造戸建住宅に関しては補助を行なっている自治体が多く、たとえば名古屋市では診断費用のほぼ半額を助成、横浜市では無料で木造耐震診断士を派遣する制度を整備している。改修費用については、耐震改修促進法の対象となる建物について、国と地方公共団体が1割強を補助する制度がある。

千数百万棟の既存不適格建築物に対して、一級・二級建築士はそれぞれ約25万人、54万人(1994年)である。診断・改修は今後、かなり長い時間をかけて地道に行なわれることになる。したがって個々の建物の耐震性向上と同時に、都市の防災力の向上にも積極的に取り組んでいかなければならない。これについては最終回で紹介する。

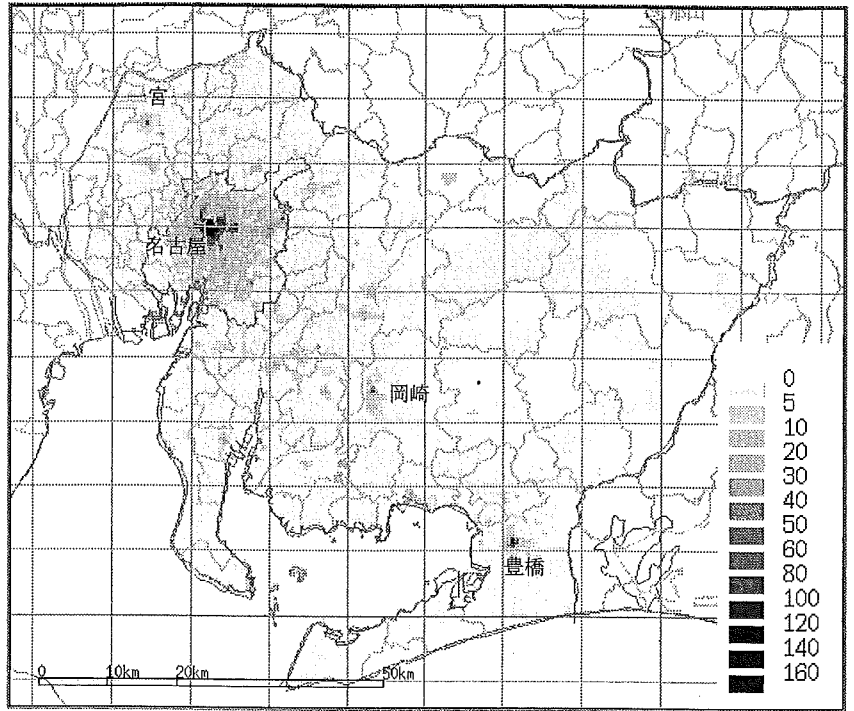


図2 1981年以前に建てられた3階建て以上の非木造建物の棟数分布(500mメッシュ毎)

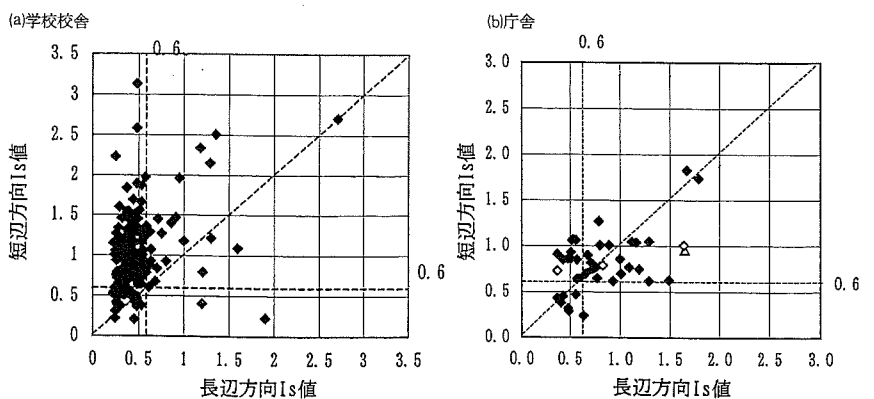


図3 耐震診断結果の例: 2次診断Is値の分布(愛知県建築住宅センター・日本建築構造技術者協会中部支部:耐震診断結果の概要報告書、1998.3)

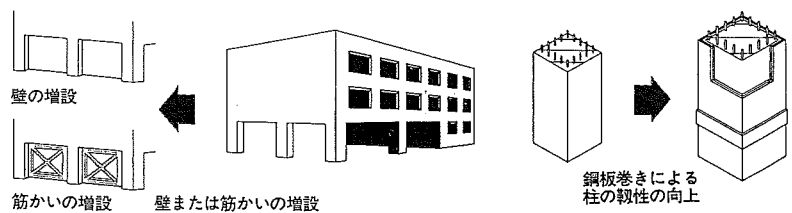


図4 RC建物の耐震補強方法の例(愛知県パンフレット)