

平成 20 年 5 月 26 日

生存空間を確保する補強を行おう

構造品質保証研究所
代表取締役 五十嵐 俊一

建物が倒壊しても生存空間を確保するように補強すれば、震災の死傷者を大幅に減ずることができる。現行の耐震基準は、倒壊しないことを目的としており、これに従った補強工事には、学校、庁舎等のコンクリート造建物であれば、一棟当たり 1 億円規模の費用と 1 カ月程度の構造専門家の労力を要する。一方、生存空間確保を目的とする補強は数百万円程度の費用であり、短期間で、全ての学校等にも実施することも可能である。我が国でも、世界各国でも、激震地では、相当数の建物が倒壊することは避けられない。倒壊しても生存空間を確保する補強を緊急に行うことを提案する。

中国四川省の大震災で、多くの建物が倒壊し、多数の人が瓦礫の下に生き埋めになっている。一人でも多くの人を救出されることを願うと同時に、倒壊しても人が助かる建物にする必要を痛感する。阪神大震災、イスタンブールの震災、そして、今、四川省で、建物が一瞬にして瓦礫の山と化すことで、人を押しつぶし、中に人を閉じ込める無残な光景がまた繰り返された。生還した人は、倒壊した建物の中にできた空間で命を繋ぎとめ、瓦礫の隙間を歩いて自力で脱出するか、救出されている。

我が国で、トルコ、中国を含めた世界各国で、建物の耐震設計基準とこれを遵守させる制度は、既に数十年に渡って整備され一応の完成を見ている。従って、耐震基準を満たさない建物の存在が、震災の原因であり、建物の耐震化を一層進めなければならないとの指摘は正しい。しかし、被災地の光景を見ると、殆ど全ての建物が基準を満たしていないことは明らかであり、これらに基準を満たす耐震補強を行うことは経済的にも、実務的にも不可能に近いことが分かる。日本でも、学校等の公共建築でさえ、半数以上が現行基準の半分程度の耐震強度しかなく、莫大な補強費用を捻出することが困難な状態である。

四川省の映像を見ると、激震地でも全ての建物が倒壊して人を殺傷している訳ではない。耐震基準を満たしていても死傷者を出さなかった建物も多数あると推察される。中にいた人の生死を分けたのは、耐震基準を満たしているかいないかではなく、建物の倒壊の仕方である。そもそも、耐震基準は、建物を倒壊させないことを求める基準であり、倒壊した後のことには触れていない。

仮に倒壊しても、内部に空間が残るような工夫をすれば、脱出や救出が容易になり、命を落とす人が大幅に減る。これを目的とする補強であれば、倒壊を防止する補強より、安価で簡単にできる。阪神大震災の被害調査結果を見ると、大半の被害は一階、二階に集中

している。特に、コンクリート造の建物では、ピロティーや下階壁抜け柱^{注1)}、窓側の丈の短い柱に大きな力が掛かって破壊する例がほとんどである。木造建築は、柱が抜けてばらばらになって瓦礫の山になったものが多い。過去の震災で助かった人の多くは、ベットと床の間や、崩れ落ちてきた梁が斜めになって出来た空間に寝て圧死を免れ、生き延びている。

建物が倒壊した場合でも、柱が抜けず、潰れずにいれば、その柱の周りに僅かでも空間ができる。壁や梁が破壊して落ちてきても粉々に砕けず一体性を保っていれば、その周りに空間ができる。柱を補強し、壁や梁の崩落を防止して、建物が倒壊した後にも生存空間を確保し、脱出、救出を可能にすることができる。全ての柱、梁を補強する必要はなく、下層階の出入り口付近と一部屋に一、二個所でよい。生存空間確保補強に必要な補強量は、建物が倒壊した場合にその柱が負担する重量に対して決めればよく、耐震診断等の詳細な計算を要さない。専門家であれば、短時間で補強箇所と補強量を決めることができるし、予め早見表として準備することもできる。

生存空間確保補強は、鉄板巻き、ブレース、炭素繊維貼り付けなど従来の耐震補強工法では難しい。これら従来の耐震補強工法は、建物を倒壊させない為に開発された工法であり、柱や梁、壁などが大きな変形を生じないことを前提に設計されている。具体的には、鉄、炭素繊維などをボルトや、エポキシ等の高強度接着剤でがっちりコンクリートや木材に固定する方法であり、建物が倒壊して大きな変形を受けると自らも破壊し、コンクリート等から離れて一気に効果を失ってしまう。倒壊した場合でも生存空間を確保するには、補強方法自体に工夫がある。最近実用化された SRF 工法^{注2)}は、丈夫で切れない材料であるポリエステル繊維のベルトやシートを用い、柱の周囲をらせん状に巻いたり、壁や梁の表面を包むように覆うことで、大きな変形を起こしても切れず、離れず効果を持続することが実験で確かめられている。ウレタン系の適度な強度の接着剤を用いるので、一か所が剥がれても周りが協力する。2002 年から、鉄板巻き等の従来工法と同等な性能があるとして、公的機関の技術評価^{注3)}を受け、新幹線、学校、病院、マンションなど既に多くの建造物の耐震補強に用いられているが、生存空間確保に対して好適な補強である^{注2)}。

SRF による補強工事は、従来工法に比べ工数が半分以下であり、補強材を取り付ける工事は手作業であり、1、2時間で完了する。簡単な講習を受ければ一般人でも施工できる。臭気や粉塵は発生しない。これに仕上げ工事を加えても二、三日で施工できる。柱の仕上げがモルタル、タイル等であれば特に剥す必要はない。材料費は柱一本当たり 10 万～20 万円程度である。4 階建ての小学校の校舎で試算した標準的な補強工事費は、540 万円（補強する柱一本当たり、23 万円、延べ床面積当たり、1180 円/m²）である^{注4)}。

学校、庁舎、マンションなどで、現行の耐震基準を満たすように補強計画を行った場合には、診断費用だけで数百万円になる上、結果として提示される補強費用は、1 億円規模に上って仕舞い、補強計画が頓挫している場合が多い。今、我が国で、耐震化が急務だと指摘されている建物の数は、コンクリート造建物だけでも、数百万棟以上に上ると推計さ

れており、上記の例を勘案すると耐震化に要する費用は合計で数百兆円に上ることになる。診断と設計を行う能力のある構造専門家は、全国でも数千人しかいないと言われており、費用だけでなくマンパワーも圧倒的に不足している。一方、生存空間確保を目的とする補強を、一棟当たり、500万円程度の出費で行うのであれば、この20分の一程度であり、ほとんど全ての学校等の建物を補強することも可能になる。詳細な診断計算を行わなくとも補強箇所や補強量が決められるので、現有の構造専門家数でも実現可能である。一千万棟以上が補強を要すると言われる木造住宅についても、同様である。我が国でも、各国でも、激震地で、相当数の建物が倒壊することは避けられない。倒壊しても生存空間を確保する補強を緊急に行うことを提案する。

注1] 一階に壁をほとんど設けずに解放的な空間とし、店舗、ロビー、駐車場などとして利用する構造形式をピロティーという。下階壁抜け柱とは、上の階は柱の間に壁があるが、その階（から下）には壁がついていない柱をいう。

注2] 構造品質保証研究所：建築物のSRF工法設計施工指針と解説、ISBN4-902105-11-X、2006.9

同：2008年版SRF工法設計施工指針、ISBN4-902105-20-9、2008.4

注3] (財)日本建築防災協会：建防災発第2174号、平成19年12月11日

(財)土木研究センター：建技審証第0707号、平成20年3月14日

注4] 構造品質保証研究所：学校建物生存空間確保補強計画例、2008.5