



和田 章

わだ あきら

東京工業大学教授

建築物理研究センター長

制振構造の成立ち

1. はじめに

Sacrificeという単語がある。「生贄」という名詞であり、動詞でも使われる。昨年秋のENR (Engineering News Records)の表紙に制振構造と数行の説明文が載せられたとき、使われていた単語である。制振ブレースの軸降伏によるエネルギー吸収が生贄となり、高層建築の構造体は大地震を受けても助かるという短文であった。

現行の耐震設計法は1981年6月に施行され、保有水平耐力の計算に関連して構造特性係数 D_s が決められた。耐震壁または筋違の多い建物ほど大きな D_s が課せられた。純ラーメン構造優遇策といってもよい。純ラーメン構造の場合に生贄となるのは鋼構造では梁端部のフランジ溶接部である。ノースリッジ地震でも兵庫県南部地震でも梁端部の塑性変形によるエネルギー吸収に過大な期待はできないことがはっきりした。仮に、この部分が期待通りに働いたとしても、梁は床荷重を支える重要な機能を持っており、その建物の地震後の再利用は保証されない。

学生時代に受けた講義では「マッチ箱は中箱を抜いたらグラグラになってしまう」と言われ、耐震壁の重要性が説かれた。井上一朗先生によると、兵庫県南部地震において梁端部に破断の生じた建物は40棟程度あり、ほとんどは筋違のない純ラーメン構造であったようだ。鉄筋コンクリート構造の建物でも、耐震壁が大きな耐震効果を発揮したことが多く報告されている。明確な位置付けがされていたとはいえないが、筋違、耐震壁は耐震設計にとって一種の生贄である。

筋違の座屈による急激な耐力低下、耐震壁のせん断破壊が嫌われ、純ラーメン構造を優遇することになったといえる。1970年代の研究の流れがこの方向性を決めたのであろう。耐震性確保の面では有効な筋違や耐震壁も、地震後の建物の再利用という意味では、座屈、ひび割れが生じることで少々厄介な問題をもっている。やはり、ここで述べようとしているように、地震時のエネルギー吸収を目的とした明快な制振部材を適所に配置する方法が、これからの耐震設計の方向である。

2. 歴史的背景

地震工学を専門として活躍している翠川三郎先生は良い研究仲間である。地震時に柱・梁などの主体構造は弾性範囲に保ち、座屈拘束されたブレースなどを早期に降伏させる構造法について、論文を発表したとき、「基本的に免震構造の考え方と同じですね」とコメントを受けた。最近のことであるが、寺田寅彦先生が昭和8年に東京工業大学の蔵前新聞に書かれた「鎖骨」という随筆を見つけ、コピーを送ってくれた。文章は「子供が階段から落ちてけがをした。」から始まり、人間の構造、仕組について書かれている。「鎖骨というものはこういう場合に折れるためにできているのだそうである。これが、いわば安全弁のような役目をして気持ち良く折れてくれるので、その身代わりのおかげで肋骨その他のもっただいじなものが救われるという話である。」と書かれた後、「それで自分の素人考えでは、いっその事、どこか『家屋の鎖骨』を設計施工しておいて、大地震が来れば必ずそこが折れるようにしておく。しかしそのかわり他のだいじな致命的な部分はそのおかげで助かるというようにすることはできないものかと思う。こういう考えは以前から持っていた。時々その道の学者達に話してみたこともあるが、だれもいっこうに相手になってくれない。」と述べられている。これこそ損傷部位限定構造、Damage Tolerant Structures、制振構造である。

関東大震災10年目の同じ昭和8年に田邊平學先生は「耐震建築問答」を出版されている。この本は、土台と基礎を緊結しないほうが良いという免震構造の考え方が述べられていることで有名であるが、筋違の有用性についても書かれている。「真壁の場合、柱が壁の表面に現れていて筋違を用いると構造の上からも、外観の上からも洋風建築ほど自由ではないが」と、前置きをされ、「我国のような地震国では、寧ろ太い筋違をむき出しにして、壁が三角形に仕切られたままになっている方が自然なのであって、従来のような柱と梁の類ばかりで出来上がった四角形の骨組は、却って無理があつて可笑しい。」と言われている。

設計の意図、研究の方針に関して勝手に位置付けをすることは許されないであろうが、高層建築の始まりといわれている霞が関ビルディングの400シリーズの広幅Hを柱として構

