

建築構造分野の研究事例



若 者

向 出 静 司*

Study Case on Building Structure

Key Words : Structural Engineering, Structural Testing, Seismic Damper

1. はじめに

筆者は、大学で建築構造を専門として学んだ後、転職を一度挟んで7年半ほど同分野の研究職に就いております。このコラムでは、建築構造という分野の研究開発のご紹介になるかとの思いから、現在までに携わった研究歴を簡単に概説した後、現在、筆者が特に注力している制振構造に関する研究事例についてご紹介したいと思います。専門外の方が読まれるのを念頭に平易に記述するつもりですので、専門的な表現にやや厳密さを欠く点は予めご容赦下さい。

2. 筆者の研究歴

筆者は、修士を取得するまでの6年間を大阪大学で学びました。建築の分野ではよくあることですが、入学当初は建築設計を志していました。しかし、4年次の研究室配属の際には建築構造の研究室を選びました。自分のデザインのセンスに見切りをつけたこともあります。当時（1999年）阪神大震災の記憶がまだ鮮明に残り、耐震工学への重要性を強く認識できていたことが動機です。卒論・修論では、数値解析により鉄骨造建物の地震時挙動のシミュレーションを行い、その損傷予測手法の提案に取り組みました。

修士修了後は、(財)日本建築総合試験所に就職し

ました。この機関は、実際に建物の建設に使われている製品の試験や、その前段階の開発実験などを受託する第三者機関として、幅広く試験・評価を行っているところです。筆者は、そこで民間企業からの依頼に基づき、新しい工法を開発するための構造実験を主に担当しました。建築構造の分野では、新しい技術が生まれる度に、破壊実験を行って、その構造性能を確認するということを今なおやっています。所属部署の所帯が小さかったため、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨造などの幅広い構造種別を扱うことができ、様々な知識やノウハウを吸収できました。当時の上司であった益尾潔博士に厳しく鍛えて頂いたお陰で、3年半という短い期間ではありましたが、構造実験のいろはを体得できたと思っています。

縁あって大学で助手(当時)として働くことになり、前職との大きな違いが2つありました。1つは言うまでもなく教育に携わるということですが、もう1つは自分自身で研究テーマを決めるという点です(前職では、あくまで依頼者の要望に基づいて研究をしていました)。真っ先に取り組むテーマは、博士号を早々に取得するため、慣れ親しんだ修士論文の延長戦に挑むことにしました。ただし、このテーマは、ブランクがあったこともあり継続的に取り組むようなホットなテーマではありませんでした。学位を取得するまでの間も、研究室の甲津功夫教授



*Seiji MUKAIDE

1978年3月生
大阪大学大学院 工学研究科 建築工学
専攻修了(2002年)
現在、大阪大学大学院 工学研究科地球
総合工学専攻 助教 博士(工学) 建築
構造
TEL: 06-6789-7653
FAX: 06-6789-7654
E-mail: mukaide@arch.eng.osaka-u.ac.jp

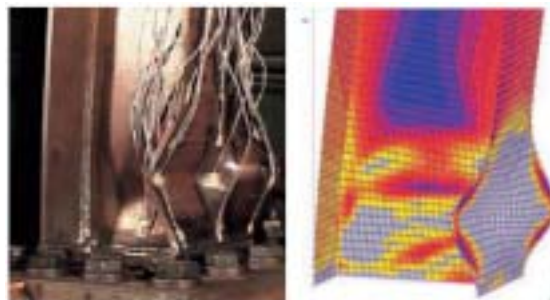


図1 鉄骨構造部材の破壊実験とFEM解析の例

(現名誉教授)・多田元英教授の下、並行していくつかの研究に参加させて頂きましたが、研究者の端くれとして、自分自身で考えついた研究テーマに早く取り組みたいと思っていました。そうこうしている間に思いついたのが、以下に示す研究テーマでした。

3. 鉄骨造露出柱脚に適用する耐震ダンパーの開発

3. 1 着想の原点

前職で民間企業から受けた様々な依頼実験のうち、1番長く携わったものが、鉄骨造の柱脚に関するものでした。この部分は、RC造で造られる基礎構造と、鉄骨造で造られる上部構造のつなぎ目であり、難しくもあり、重要な部分となります。しかしながら、鉄骨造の柱脚の研究は、まだまだ検討の余地があるとの印象をその時に抱きました。また、この部分は、鉄骨造とRC造の接合部となることから、扱うには両方の知識を要しますが、前職での経験のお陰でハードルはありませんでした。

柱脚は、建物の根っこにあたることからイメージしやすいと思いますが、地震時に損傷を回避することが非常に難しい部位です。阪神大震災でも、同部の損傷が建物の倒壊に繋がる事例が多く見られました。阪神大震災後、柱脚に一定の損傷が生じてても、応力を伝達し続けることで、建物の倒壊に繋がらないことを目指し、多くの研究が行われました。一方、阪神大震災後、地震時の被害をより効率的に低減することが可能な制振構造^{脚注}の研究開発や実施物件が急増しました。しかし、鉄骨造の柱脚に実用されるような耐震ダンパーは見当たらないことに気づき、それを研究テーマにしようと思うようになりました。

3. 2 考案した耐震ダンパーの仕組み

さて、取り組む課題が決まっても、それをどのような装置で構成するのが次の問題になってきます。あれこれ悩んでいたのですが、ある時、急に思いついたのが図2の装置です。鉄骨造で最もよく利用される露出柱脚という形式を元とし、そこに簡単な部品(鋼管型の制振ダンパー)をアンカーボルトに外

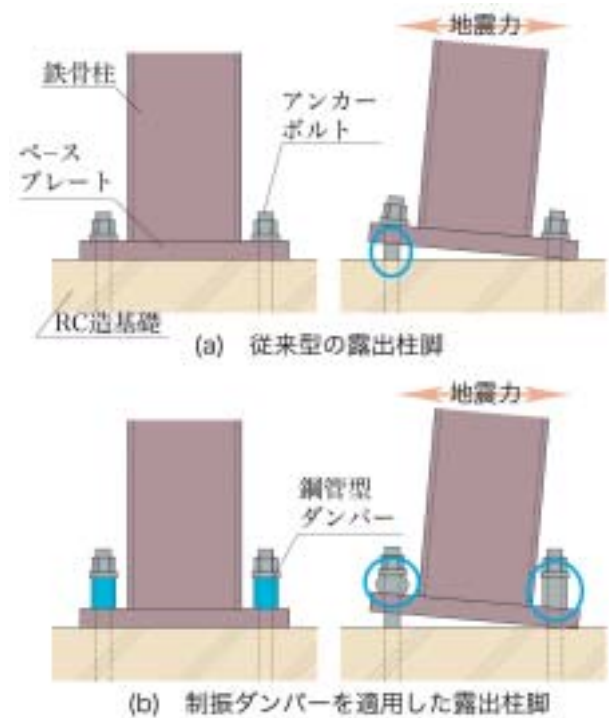


図2 考案した制振ダンパーの適用例

挿してから、ナットとベースプレートに接合するだけという比較的簡単な構成です。従来の露出柱脚では、地震時にアンカーボルトに大きな損傷(塑性伸び)が生じます。アンカーボルトの塑性伸び能力が高ければ、建物の倒壊に直結しませんが、RC造の基礎に埋め込まれているため地震後に補修することが困難です。制振ダンパーを適用する際は、アンカーボルトが損傷するよりも先にダンパーを損傷させる(塑性変形させる)よう設計すると、地震時にこのダンパーは伸びたり縮んだりすることで、地震エネルギーを吸収することができます。

3. 3 具体的な研究課題

考案した制振ダンパーの特徴は、何と言っても鉄骨造の柱脚に適用できる点ですが、それに加え、かなり小型となる点も挙げられます。もちろん、邪魔にならないという意味でメリットでもあります。一方、小さいが故に、地震エネルギーを多く吸収するには、相当大きな変形が繰り返し生じて壊れないように設計することが求められます。

このような形状のダンパーはこれまでになく、どのような設計によりそれが達成されるか実験を行いながら、理論的な考察を試みているところです。図3は、圧縮力と引張力を繰り返し与えた破壊実験

脚注：耐震工学の分野では、地震時に建物が損傷することは、地震エネルギーを建物が吸収することとして扱われます。見方を変えると、ある部位が損傷することで地震エネルギーを吸収できれば、建物の倒壊を防ぐことができるという関係が成り立ちます。耐震構造では、このような考えを積極的に取り入れ、地震エネルギーを吸収できる装置(耐震ダンパー)を組み込むことで、構造上主要な部位(柱や梁など)の損傷を防ぐ設計が採用されています。

後のダンパーの状況を表したものです。同じ断面形状のダンパーの長さを変えるだけでも、コブ（局部座屈と言います）の現れ方が変わり、最終的に破断する箇所も変化することがわかります。

本研究は、まだ基礎的な研究が終わった段階で、実用化に向けては、まだブレークスルーすべき点が



図3 破壊実験後のダンパーの状況

いくつも残っていますが、実務に携わる設計者の方々からの本研究に対する手応えも良く、ニーズがあることが掴めています。広く一般に使われるような技術とすべく、研究に励んでいます。

4. おわりに

本コラムでは、未熟ながらも大学で研究に携わっている筆者の研究事例を紹介いたしました。建築構造という分野自体は、新しくもないことから、今なお発展している様子が一般の方には実感しにくいかもしれません。しかし、地震国・日本においても皆さんが安全・安心でいられるよう、産官学が協力しながら研究が進められています。筆者もその一助となるべく、今後も研究・教育に携わって行きたいと思っています。

