

特集 東日本大震災と図書館

図書館家具と地震

—和泉図書館書架工事に至るメーカーの道程—

浅野 正純*

1980年、私が岡村製作所（以下オカムラ）に入社したその年から既にオカムラでは地震対策に取り組んでいました。設計として配属されて間もなく与えられた仕事が、地震時の什器類の転倒を防止するため、事務室や倉庫・ロッカー室などの什器の現状調査を行い、床や壁への固定方法を提案する仕事だったのです。巻尺で実測をしながら図面を書く毎日でしたが、実はこの仕事は長くは続きませんでした。始めた当初はいくつかの企業を回りましたが、やがてこの耐震診断の依頼が途絶えてしまったのです。

関東大震災を初め過去には大きな地震が多数起こり、地震大国と言われながらも何か他人事のような気になっていた人々に、大きな衝撃を与えたのが1995年1月17日午前5時46分に発生した兵庫県南部地震と呼ばれる震度7の大地震、6,434名の方が亡くなられた阪神・淡路大震災でした。この日私は出張のため早朝の飛行機に乗り、着いた大分空港のロビーがやけに騒がしく不思議に思いテレビモニターを見ると、そこには壮絶な光景が映っており、何も知らずにその地の上空を飛んでいたかと思うと愕然とし

*あさの・まさずみ／株式会社岡村製作所 パブリック営業部 設計センター 所長／
一級建築士／1980年3月工学部建築学科卒

ました。その後次々と伝えられるニュースも倒壊した家屋やそれを襲う火災、被災した市民など胸が締め付けられるような悲惨な物でした。それは日本国民に及ばず海外の人たちも同じ思いだったと思います。また多少なりとも建築に携わる人達にとっても、丸ごと横倒しになったり倒壊寸前で傾いたままのビル、まるでだるま落としのように中間階がつぶれて無くなっている建物など見たこともない光景だったのです。この「大事件」を機に多くの人々が地震に対する不安感・危機感を持ち、その対策の必要性を身近に考えるようになりました。ある意味で「耐震元年」と言えるでしょう。(無論、それ以前から行政を含め多くの人々が地震対策に心血を注いでいました。例えば、死者 28 名、全半壊した建物 7,400 戸と大きな被害となった 1978 年の宮城県沖地震は、その 3 年後の建築基準法改正、いわゆる新耐震基準の施行へとつながったのです)。昨年は阪神・淡路大震災から 20 年にあたり、図書館総合展をはじめ各地・各所でイベントやフォーラムなどが開催され、当時を知らない方も改めてその被害の酷さを知ったことと思います。

その後、私が図書館の仕事にも携わるようになり、具体的な地震対策に接したのは 1998 年に開館した宮城県図書館の書架と家具の設計、製作に携わった時でした。杜の都の地は過去、平均すると約 38 年という短期間の周期で地震に見舞われており、前述の宮城県沖地震での大きな被害はこの図書館の方々の記憶にもまだ新しいものであり、当然に地震対策も求められました。この時の書架に求められた命題は地震時に転倒しないこと、棚板が落ち書架が崩れないことです。既にオカムラの標準的な書架は転倒防止のため、床にアンカーボルト¹で固定する仕様であり、試験の結果でも問題ないものでしたが、この図書館では建築を設計した建築家、原広司先生の意向で、書架や家具類をアルミの特注で作ることになりました。新築の規模の大きな図書館ではその建物やインテリアに合わせて、独自に特注の書架を作ることは以前からありましたが、オカムラにとってアルミの書架は初めての試みでした。試行錯誤を繰り返しながらやっとの思いで書架の試

¹アンカーボルト—いくつかの種類・工法があるが、ここでは打設されたコンクリートに穴を開け、ボルトを打ち込んでコンクリートに固定をする、打込みアンカーと言われる物のこと。オカムラで標準的に使用しているアンカーボルトは 1 本で数百キロの引抜き強度を持つ。

作品が出来上がりました。

果たしてこの書架が地震でも転倒しないのか。無論、強度計算も行っていますがそれはある想定に基づいたものにすぎません。建築物と違い耐震に関するデータや設計手法、検証方法も無いに等しい状況です。一番確かな方法は、実際に加振台と呼ばれる地震の揺れを再現できる装置に現物を載せて揺らしてみることです。宮城県沖地震、そしてつい2年前の阪神・淡路大震災の兵庫県南部地震を再現して、書架が本当に転倒しないかを実験するのが最良の方法でした。

当時はまだ兵庫県南部地震の加振を行える設備を持った実験場は今ほど多くはなく、何とか借りることのできた実験場で、図書館の方も立会いの上で試験を行うこととなりました。試験の最初は以前から加振試験には良く使われているエルセントロ波²と呼ばれる地震の再現、続いて宮城県沖地震の再現です。設計上は問題ないのですが、いざ試験台に乗せられた書架がガタガタと大きな音を立てながら揺れるさまを目の前にするとやはり不安になります。そして最後に兵庫県南部地震波の加振試験です。静寂の中、「スタートします」と場内に響くスピーカーからの声とともに、加振台がゆっくりと動き始めたかと思うと突然、轟音と共にものすごい勢いで書架が前後左右、そして上下に、揺れるというより飛ばされるような勢いで動き回り、書架に載せていた本や付属品があつという間に振り飛ばされ、落ちていきます。やがて加振台が静かに元の位置に戻り点検です。傷や歪みが見られたものの、書架本体は倒れたり崩れたりすることもなく、まるで「あーびっくりした。しかしすごかったねえ」とでも言っているかのようにけなげに立っており、固唾を呑んで見守っていた場内の人々もため息まじりにほつとし、やがては笑顔で試験場を後にすることができました。

私たちメーカーの責務は地震が起きても自社の家具で人を傷つけない、命を奪うようなことは絶対に許されないということであり、これは地震の有無に限らず今も変わりませんが、この時点ではそれは書架が転倒・倒壊しないと言うことであって、書籍が落ちることはある意味で当然のこと、仕方のないこと、ということが図書館・メーカー双方の認識でした。公共

²エルセントロ波－1940年、アメリカ・カリフォルニア州南部に発生した直下型地震の波形。阪神・淡路大震災以前から構造計算や加振試験に広く採用されていた観測波のひとつ。

の施設である図書館において人命は何より優先されるのは当然のことですし（民間施設であってもそれは同じですが）、いくつかの図書館の方と話をさせて頂いた時も、「本は落ちたらまた元に戻せばいい、傷んだら直せばいい。大事なのは館内にいる市民の方」と、その真摯な姿勢に私たちも責任の重さを感じたのでした。

阪神・淡路大震災を日本が経験した後、この頃から「免震」つまり地震の力を弱める工夫がされた構造を持った建物が増え始めました。私は1998年に開館した東京国立博物館の平成館に納める展示ケースの設計も担当していました。この展示ケースは免震装置メーカーとの共同開発で、展示ケースの下部に阪神・淡路大震災の揺れを10分の1以下に弱めることが出来る高性能の免震装置が内蔵されており、加振試験でもその性能を実証できました。ただこの装置は高性能故に高価で、その目的も国民の財産である唯一無二の文化財を地震から守るもので、汎用性のある一般的な物ではありませんでした。それに対して免震建物は建物全体が地震の揺れを5分の1程度に弱めてくれますので（設計によりその性能程度は違います）、建物内の諸設備や家具の設置・固定方法の考え方も変わってきます。

そして私たちの新たな取組みのきっかけとなったのがこの免震建物、2007年に開館した獨協大学天野貞祐記念館内の図書館でした。ここでは地震が起きても本が落ちない図書館を目指したのです。今までオカムラでは公共図書館の実績こそあれ、大規模な大学図書館の経験はあまりありませんでした。大学図書館ではその規模に対しての開架の冊数が多いため、書架の段数も増えてその高さもおおのずと高くなりがちです。書架の上の段ほど本は落ちやすく、また地震で本が落ちるとその復旧に時間が掛かるため、「本が落ちない書架」が強く要望されたのです。そして建築の設計・建設担当の方々のアドバイス・協力を頂きながら、いくつかの方法、種類の書架の試作と実証試験を重ねた結果、棚板を奥側へ4度下がるように傾斜させた書架が最も本が落ちにくいとの結論に至りました。この免震建物の図書館において「4度傾斜棚」は実験の結果、阪神・淡路大震災の規模の地震でも本は全く落ちませんでした（勿論免震装置が働いているからです）。そしてこの「4度傾斜棚」は免震構造ではない一般的な建物内に於いても、震度5程度ではほとんど本は落ちないことも実証でき、新たな製品に至った

のです。

しかしここでまた新たな課題が出てきました。阪神・淡路大震災のような大きな地震では、最初の激しい揺れで本が落下し書架が軽くなり、その後の負担が少なくなっていたのですが、この4度傾斜棚や落下防止バー（今は地震感知式の落下防止バーが主流になりつつあります）で本が落ちないことによって、複式1連で7～800kgの重さを抱えたままでも書架が転倒や倒壊をしないようにしなければならないのです。兵庫県南部地震の加振実験のすごさを真近に見ている私たちは、さすがにこれは無理だと思いました。

オカムラのスチール製書架は、釜石にあるオカムラと新日本製鐵（現新日鐵住金）の共同出資の工場、NSオカムラで作られており、鋼材は直接新日鐵から仕入れている高品質な鋼管です。加振実験を見た方は驚かれるのですが、加振台の揺れに合わせて書架の鋼管がまるで木のように大きくしなるのですが、今まで一度も折れたりすることは無かったのです。しかしながら果たして本を載せたままの状態でもこまでもつのか、工場の設計者の回答も「実験してみないと分からない」でした。

再度の加振試験、本を書架に載せるまでは今までと同じですが今度はその本を落ちないように梱包材で縛りつけた状態での試験です。順調に進んだところで最後は兵庫県南部地震の再現試験。正直なところ柱が折れるだろうと思っていました。祈るような気持ちもその揺れの激しさに圧倒されてしまいます。結果は、床に止めたボルトと書架の柱を固定していた厚い鉄板や一部の部材がねじ曲がったりひびが入ったりと、今までより激しい損傷がありながらも書架は倒れることはありませんでした。まさに論より証拠に助けられました。

そして2011年、3.11。忘れられない記号がまた一つ増えました。岳父の墓がいわき市にあり、近くに住む親戚は皆無事でしたが、その後も墓参りの度に周辺を見て回っては、変わり果てた光景にため息をつくばかりでした。当社の釜石の工場も津波の被害に遭い、一年間ほど操業できない状況でした。オカムラの納入先の各図書館は、一部で天井材などの落下が問題となった図書館があったものの、書架に関しては本の落下や軽微な損傷程度で人が人や大きな被害も無く安心しました。首都圏でも当日は大きな揺

れや自宅に帰れなかったりと、身近に不安を感じた人は多かったと思います。そして図書館においても本は落ちないほうがいいと言う要望が段々と多くなってきました。落ちた本が通路を塞いでしまう、落ちた本の重みで本が破損してしまう、落ちた本を書架に戻しているそばから余震でまた落ちてしまう、そんなことを経験したり見聞きすれば当然かと言えます。

そんな最中に明治大学和泉キャンパスの新図書館の計画は進んでいました。書架の計画は松田平田設計と大学の担当の方々との詳細な打合せのもと、より強度の高いスチールパネル構造の書架と、本が落下しにくい4度傾斜棚が選ばれました。このスチールパネル構造の書架自体も製品化をする時に加振試験はしていましたが、今回使用する書架はその高さが一段と高い物です。図書館内に立っていると分かりませんが、書架を固定しているコンクリートの床は立っている床の30センチ下にあり、また足元をオープンなデザインにするため最下段を開けることで重心がより高くなります。

部材の補強も施した試作品を作り加振試験を実施したのが、東日本大震災のわずか3か月後、開館の9か月前の2011年6月のことです。その試験で私たちは初めて東日本大震災の地震、東北地方太平洋沖地震の再現を見ました。その地震は揺れ中がとて大きく時間も長いものでしたが、想像していたほど問題のないものでした。続いて行われた兵庫県南部地震の再現試験は短時間ながらやはりすさまじい勢いでした。結果、無事に試験は終えたのですが、実験場での話題は建物への被害に最も影響すると思われる地震の「最大加速度」³が阪神・淡路大震災の時の3倍もありながら、意外とも言えるほど破損も少なかったこの東北地方太平洋沖地震についてでした。

事実、東日本大震災では地震のエネルギーを示すマグニチュードは9.0と、阪神・淡路大震災の7.3の実に1,000倍以上と言う巨大な地震であり、最大加速度も2,933ガルと驚くべき数値ながら、実は建物への被害は少なかったのです。阪神・淡路大震災では10万棟の住宅が全壊、14万棟が半壊し、また17棟のビルが倒壊、25棟が大破したのに対して東日本大震災では多くが津波や火災の被害で、東北6県で大破のマンションは0だったのです。

³最大加速度—地震計によって記録された地震の揺れの強さを表す値。地震のインパクト(地震力)をみる場合の指標となるが、必ずしも震度の大きさと同じにはならない。

いったい何が違ったのか。その後の研究で判ったことは、簡単に言うと地震の周期と波形、つまり地震の「種類」が違ったのです。阪神・淡路大震災では「キラールパルス、破壊的強振動」と呼ばれる、建物に大きなダメージを及ぼす種類の地震⁴で、東日本大震災はそうではなかったということです。ここで皆さんに理解して頂きたいことは、地震は自然現象であり震度や加速度といった数値が大きくなれば被害が大きくなるというほどの単純なものではなく、最近になってやっとわかってきたことも多いということです。巷で「震度7でも大丈夫」といった謳い文句を見かけますが、震度7とは計測震度⁵で6.5以上の地震のことを言い、つまり上限が無いわけで「震度7でも大丈夫」は理屈ではあり得ない話なのです。

オカムラでは必要な時だけでなく定期的の実験場を借りきって、新製品や和泉図書館の時のような試作品をそのつど加振試験を行い、データを蓄積しています。また国の機関である防災科学技術研究所の「E-ディフェンス」、世界最大規模の地震実験施設で、時には本当の5階建ての建物ごと揺らして実験を行う施設での、長周期地震動や今後想定される東南海地震の実験企画などにも参加しています。

私の個人的な感想ですが、実際の実験に参加しそれぞれの地震の再現を目で見て体感していると、計算値も勿論大事ですが感覚的に分かってくることがや気付くこと、発見することも少なくありません。建築全体から見ると書架や家具はほんの一部分でしかありませんが、利用する方々が直接に触れるものとして私たちメーカーの取組みの一端を知って頂ければ幸いです。これからもこの実証実験は続きますが、今は阪神・淡路大震災、東日本大震災に続く、新たな地震の再現がこの実験に加わらないことを祈るばかりです。

⁴加震試験でよく使われるのは神戸海洋気象台（JMA 神戸）と呼ばれる地震波だが、兵庫県南部地震では他に JR 鷹取、神戸港第8突堤の地点で、さらに大きな振れを観測した地震波もあり、これらがキラールパルスの最たるものと言われている。

⁵計測震度－震度計内部でデジタル処理によって計算された震度のこと。阪神・淡路大震災の翌年より、震度の定義の見直しが行われ、計測震度5.5～6.0未滿を震度6弱、6.0～6.5未滿を震度6強、6.5以上を震度7という。ちなみに阪神・淡路大震災では計測震度は6.4、つまり現在の震度6強に相当するが、当時は震度7については現地調査により決定するものとなっており、結果震度7に達している地域が存在していることが判明、同地震は最大震度7となった。