

真島博士の柔構造論への疑い

武藤清

本年2月23日より4日間にわたり東京朝日新聞に掲載された真島博士の論説「耐震構造への疑い」は、博士の主張であるいわゆる「柔構造」の普及を企図するものであった。

しかし博士の思想が根本的に私たちのそれと一致しないものであることは遺憾に堪えない。博士の説は一括してその著書「地震と建築」(昭和5年6月5日発行)に掲げられているので、私はまずその内容に対する疑問点を述べ、次に東京朝日新聞に掲載された所論に及び、博士の御教示を仰ぎたいと思う。

私は先に「家屋の耐震設計方針について」という一文を建築雑誌(昭和4年11月)に寄せ、その中で柔性構造を批判して以下のように述べた。

『博士は「破壊的地震動の周期は1秒ないし1.5秒とのことである。したがって、剛に造る時は建物の各部は必然的に地動の力以上のものを受けることになる。しかし、第1次固有周期を十分に大きく(たとえば五重塔の振動周期1.5秒以上に)し、さらに第2次固有周期を十分に小さくすれば、建物に作用する地震力は著しく小さくなる。この点に着目し、剛に造って地震に抗うことを止め、柔に造って地震を避けるべし」と説かれるのである

『しかし、この議論の根本をなしている地震動の周期についての博士の見解は全く違うのである。周期を2秒あるいは3秒にすることは、好んで長時間の共振を求め、震度の増大を招くことにほかならない。これは、博士が地震動の性質を全く誤解したために陥った誤謬で、もし博士が地震動の性質を正しく理解していれば、同じ理論から、むしろ柔性構造否定の結論に至ったものと思われる』(訳者注。下線は原文の通り、以下すべて同じ。)

しかるに博士の新著「地震と建築」を見ると、地震動の現象については従来の見解から離れ、大地震の周期が次第に延長する事実を認めるに至った。しかしながら私の予想を裏切り、依然として柔性構造を支持しておられる。当然意見の一致を見るべき立場にありながら、なおこの開きがあるのは、その間の理論的解釈に一致しない点があるためだと思う。したがって、この先もう少し意見を交えることができれば、意見の一致も容易だろうと考えるのである。

以下、順を追って、「地震と建築」中の各章について私の抱いた疑問を述べることにする。

第1章 地震とその標準において、博士は地震学者の研究に基づきながらこれに自身の見解を加えたものとして、破壊的地震の標準というものを定め、各地において次のような地動を予想しておられる。

	周期	振幅	加速度
東京・横浜市の台地 京都・神戸市	1.3 sec	80mm	93.5 cm/sec ²
東京・横浜市の下町 大阪・名古屋市	1.0 sec	120mm	236.9 cm/sec ²

言うまでもなく、建物の破壊は地動に強制されて起きる地震力に由来するものである。剛な建物には周期の小さな地動が比較的大きな被害を与え、柔な建物には反対に周期の大きな地動が比較的大きな被害を与える。地動の周期が種々に変化する以上、柔剛二種の建物に与える被害は必ずしも同一の地動ではない。建物の柔剛に応じて不利な地動は異なるのである。博士のように地動の標準を一定周期のものとして定めることはいささか無理ではないだろうか。博士が地動周期が種々に変化することを認めておられながら、なおこのような解釈をとられたことの真意が私には理解できない。

地動の解釈は耐震構造論の根本をなすものである。もしここに誤りがあったならば、そこから導かれる結論には何の価値もないことになる。地動の標準を定めるにあたり、なぜ関東大地震の地動の記録を十分に吟味しなかったのであろうか。ともあれ、実際の地動周期が主要動の初期から次第に延長し、また振幅の増大するものもあるという事実を無視して一定周期の標準を設けた博士の所論には無理があると言わざるを得ない。

この標準に則り、第 5 章に応用例題を示して柔剛構造の優劣を論じているが、その結論は、以上の理由によりその価値を認め難いのである。第 5 節に周期の伸びていく大きな地震の場合として簡単に周期の変化を取り入れているが、後に述べるように、これだけで根本の問題を片づけるわけにはいかないものとする。

第 2 章 弾性体の振動について見るに、

(1) 第 5 節において、振動の分解と題して強制振動の方程式を掲げておられる (7 式)。この式は **fixed coordinate** によって **normal function** を表わしたものである (訳者注。このあたりについては、「地震と建築」が未見でどのような式なのか分からないので、原文にある英文のままとした)。したがって第 6 節において強制振動を **moving coordinate** を用いて表わす場合には減衰 (訳者注。原文は **damping**) の取り扱いに注意が必要である。これを欠いた博士の扱いは首肯できない。

(2) 博士が考えている減衰の原因は、いわゆる外部摩擦力によるものであるが、実際の建物の減衰作用のうち、空気の抵抗によるものはわずかであって、大事なものはむしろ内部摩擦ではないか。

(3) 地動による強制振動を考える時、これを本動と初動に分け、本動の周期の半分の初動を考えることは、実際の地震動とあまり関係がないように思われる。このように特殊な仮定に基づいた運動を地動とすることは、柔剛構造の論議において偏頗な扱いをしたものと言わざるを得ない。

第 5 章 応用例題と柔剛建築の利害について見るに、

その第 4 節までは周期 1 秒振幅 12cm程度の地震の標準による種々の架構の応力を算定して数十頁にわたり柔剛建築の利害を論じ、剛をしりぞけ柔の設計方針を述べておられる。しかしながら、第 1 章に関する疑問について述べたのと同じ理由により、議論の根拠をなす地動の標準に無理がある以上、この所論をただちに信頼することはできない。最も危険なのは柔構造の長時間にわたる共振であるのに、なぜこれを算定されなかったのか。

柔構造の共振の危険に答えて、博士は大体下のように述べておられる。

「共振の際は振幅は刻々大きくなるが、つねに減衰力が作用するから致命的な振幅に達するには若干の時間を要する。その間、多少の弛緩や損傷が発生して周期が伸びるか、あるいは不整な地震周期が伸びてこれを通りこしていくから、短期間の周期一致の機会があっても重大な結果に至るとは限らない」

ようするに、博士の所論によると、柔構造の建物は、

- (1) 減衰により、
- (2) 周期の延長により、

救われるということになるが、私は、(2)の理由は建物にかえって不利な影響を与えるものとする。

そして(1)の理由の説明で、博士は減衰の作用が柔においてより有効に発揮されることを数値を用いて計算しておられるが、ここで考えている減衰作用は外部摩擦力によるものである。しかし、実際の建物に作用する減衰は主として内部摩擦力によるものであろう。内部摩擦力が作用する場合については、博士の計算のように柔に有利であるとは言えないのである。したがって私は、柔構造に共振の危険がないことを博士の説明によって納得することはできない。

以上のように、私は博士の所論の根底に幾多の疑問をもつものであり、したがって、柔構造をよしとする説には賛意を表しかねる。

次に、東京朝日新聞に掲載された所説について意見を述べると、

(1) 博士が剛なるがゆえに倒壊したと言われている例はいずれも構造が不完全なものであり、これらをもって直ちに剛構造を否定するのは無理があろう。

(2) 博士が柔構造を推奨し、木造家屋の柱を径 8 寸くらいが望ましいとされる根拠は何なのか。私の考えによれば、これを柔に造った場合、このくらいの柱では安全を期することができない。

以上、真島博士の所説に対して忌憚のない意見を述べたが、その言辞に先輩に対する礼を失している点が少なからずあることについてご寛恕を願うとともに、疑問の諸点に対してご教示を仰ぐ次第である。