

■大は小を兼ねる？



西 山 峰 広*

大学の構造実験系研究室での学生の1年間は大変である。春に研究計画を立案し、試験体を設計し、必要となる資材を発注し、鉄筋を曲げそして組み、ひずみゲージを貼り、夏に汗を流しながらコンクリートを打設し、載荷装置を組み上げ、計測システムを構築し、秋から冬にかけて実験を行い、ひび割れを書き、データを整理・分析し、解析モデルを考案し、数値解析を行い、試験体を廃棄し、そして次の春に論文を書く。実験が計画通りに進むことはまずない。さまざまな困難を乗り越え、指導教員や先輩の学生に怒られながら、それでもなんとか最終的に論文として研究成果をまとめることができる。研究室に入った春にはたよりなかった学生が1年経つとずいぶんとたくましくなる。今思えば、筆者が学生の頃は試験体も小さく、かつ、単純梁など載荷方法も簡単で、測定点数も少なく、測定自体もゆっくりであった。1つの試験体を2,3日かけてじっくり、のんびりと載荷したものである。現在はそうもいかない。

「大は小を兼ねる」とはいわれるが、兵庫県三木市の大型振動台実験施設 E-Defense に代表されるように、実験装置の大型化、制御コンピュータの高性能化により、最近では規模が大きく、かつ、複雑な載荷が行われるようになってきている。ほぼ実大の試験体を用いることによって、寸法効果の問題を避けることができる。コンクリート系構造物では配筋詳細も重要であり、これを小さな模型試験体でそのまま再現することは難しい。また、コンクリートの骨材径を縮尺に合わせて縮小するのか？ かぶりも小さくするのか？ さらには異形鉄筋のインデントも縮小するのか？ など難しい問題がある。耐火試験や耐久性試験でかぶり厚さが実物と異なると実験結果の解釈にひと工夫必要となる。また、PC 定着具のように縮小できない装置類もある。実大実験を行えばこのような問題を一挙に解決することができる。

それでは実大試験を行えばすべて解決かというところで

もない。多額の研究費が必要であるし、製作できる試験体の数もかぎられる。そうすると実験は一発勝負となり、失敗は許されない。同一の試験体による検証を行うことも難しい。

これに対して材料試験は数の勝負である。新材料開発のようにいろいろな組合せを試行錯誤することもできる。同一条件の試験体が最低でも3体用意され、試験結果は統計的に処理される。多くの実験変数を設定することも可能である。

部材あるいは部分架構実験においても実大規模の試験体を使用されることが多くなっている。とくに実際に建設予定の構造物を対象とする場合、特定の条件下でその構造物全体あるいはその要素が設計において期待する構造物性能を発揮できるかどうかを確認できればよい。資金さえあれば縮小模型による実験よりも実大試験体を用いた方が、施主や役所に対する説得力もある。

土木構造物では物件が特定されることもあり、実大試験体を用意されることが多い。建築では民間の物件が大半を占めるため、予算の関係からも縮小試験体を利用される。また、開発した構造システムが将来の物件にも利用できるように、モデル化し、汎用性を与えるため、いくつかのパラメータを設定した複数の試験体による実験が行われる。

縮小模型、実大試験のどちらがよいとは簡単にはいえない。いろいろなレベルでの実験が必要であろう。大規模な実験を行い、ドーンと花火を打ち上げ、関連する予算を獲得する。それと同時に実験結果の詳細な分析を行い、以後の新たな研究課題を探る。一方、縮小試験体に対する実験によって知見を蓄積しておき、汎用性のあるモデルを開発し、これを用いて実際の構造物を解析可能かどうか確認するために大型試験が必要となる場合もある。

いずれ数値解析が実験に置き換わる時代がくるのであろうか？ そういう時代が来てしまうとさみしい。

* Minehiro NISHIYAMA : 京都大学 工学研究科 建築学専攻 建築構法学講座