

構造設計技術の継承



大阪大学 教授

倉本 洋

2012年の暮れに第二次安倍政権が発足して以降、経済政策（アベノミクス）、国土強靱化政策および2020年の東京オリンピック招致と、ここ20年低迷していた建設業界に追い風が吹きつつある。しかし、1990年代のバブル崩壊による建設技術者の減少や2011年の東北地方太平洋沖地震によって甚大な被害を受けた東北地方および福島原発の復興事業の影響で人材不足が深刻化にしており、思ったように建設事業が進んでいないのが現状である。特に、建設業界ではバブル崩壊の影響で設計・施工の中核となるべき40代前後の技術者、職人が育っていないという問題が顕在化しており、「技術の継承」が建設業に関わる多くの分野で途絶えつつあることが懸念されている。

建築構造設計の分野でもそれを強く感じることもある。例えば1995年の兵庫県南部地震以降、免震構造、制振構造などの建築技術が飛躍的に向上した一方で、耐震設計技術の高度化、精緻化に伴って電子計算機に頼る構造設計が主流となり、入口と出口だけが明快でプロセスが見え難い（ブラックボックス化）傾向にある。これによって設計者も計算結果だけに頼ってしまい従来の設計の相場観が欠如しやすすい環境にあるのではなからうか。一昔前ならば、先輩が「こういう理由で大体の相場はこれくらいだよ」と教えてくれていたものが、現在では教えてくれる人がいないとか、いても（人手不足で）忙しすぎて教える暇がないとか、構造設計技術の伝承の場が狭められつつあるのではないかと危惧される。

筆者がここ数十年関わってきている超高層建築物や免・制震建築物の構造性能評価の場においてもそのようなことを感じることもある。図1および図2は、和泉らがビルディングレター（日本建築センター）の性能評価シートなどから調べた超高層RC造建築物の設計用ベースシアおよび最大応答層間変形角の

設計年代別推移である¹⁾。設計年代は第1期から第4期に大別されている。第1期はわが国に初めて高層RC造建築物が誕生し、その設計・施工技術が確立された時期である。第2期はNew RC 総プロ²⁾によって高強度RC造の研究開発が進んだ時期である。第3期は1995年兵庫県南部地震が発生して耐震安全性への関心が高まった時期である。さらに、第4期は2000年の建築基準法改正によって超高層建築物の時刻歴応答評価にいわゆる告示波が適用された時期に相当する。

図1の設計用ベースシア係数 (C_b) と1次固有周期 (T_1) の関係を見ると、第1期では $C_b \times T_1$ の平均値が0.18程度であるのに対して、第2期および第3期では0.17程度、第4期では0.16程度と設計年代が進むにつれて設計用ベースシア係数が小さくなる傾向にあることがわかる。この理由としては、超高層建築物の設計・施工に関する研究成果が蓄積されたこと、時刻歴地震応答解析技術が向上したこと、告示波の導入によって建設地盤の応答増幅特性を陽に考慮できるようになったことなどが挙げられよう。しかし、それらと引き替えに超高層建築物における構造設計の相場感が見失われてはいないだろうか。第1期の $C_b \times T_1 = 0.18$ というのは日本建築学会の高層建築技術指針³⁾ の推奨値を意識したものと推察される。同指針には「設計用ベースシア係数 C_b は建物の1次固有周期の増大に伴って双曲線的に減少する値をとるものとし、 C_b の下限は0.05とする。」とあり、コンクリート系（この当時はSRCが対象）の場合、 $C_b \times T_1 = 0.18$ が推奨されている。一方、第2期および第3期ではNew RC 総プロの研究成果に基づいて「静的弾塑性荷重増分解析から求められる架構設計時のベースシア係数の下限値を $0.25R_1 \cdot Z$ とする。」という規定を参考にして設計用ベースシア係数を設定しているものも少なからずあると思われる。しかし、第4

期になると「告示波+地盤増幅」という規定に重きを置きすぎて超高層建築物の設計相場に対する意識が薄れてきてはいないだろうか？

図2はレベル1地震動とレベル2地震動に対する最大応答層間変形角の関係を調べたものである。第1期ではレベル1で1/200、レベル2で1/100という設計クライテリアをすべての建物が満足しているが、設計年代が進むにつれてレベル2における最大応答層間変形角が増加傾向にあり、特に第4期では1/100以内という相場を超えているものが多々見受けられる。

以上のように、和泉らの検討¹⁾から見てくるものは、「超高層建築物は、設計年代が進むにつれて耐力が減少し、揺れやすくなっている。」ということである。いくら設計・施工技術や解析技術が進んだとはいえ、やはり「相場」を意識した総合的な判断が必要であると思われる。なお、上記の検討ではベースシア係数を対象としているが、設計用せん断力の高さ方向の分布も気になるところである。現行では設計用せん断力分布を予備応答の包絡で評価することが主流であるため、トップヘビーのものと同分布に近いものとは、上層部の設計耐力に差が生じる。上層部で梁を少なくして居住空間に付加価値を与えるという最近の超高層RC造住宅のトレンドが気になるのは筆者だけであろうか。

話は変わるが、2011年の東北地方太平洋沖地震で津波被害が甚大であった岩手県の釜石や宮城県の塩竈の「カマ」は古語の「嚙マ」に通じ、津波により湾曲型に浸食された地形を意味するらしい。また、2014年の広島市の土砂災害地区の一つである安佐南区八木地区はかつて「八木蛇落地悪谷（やぎじゃらくじあしだに）」と呼ばれ、蛇が降るような水害が多い悪い谷というのが名の由来らしい。このように、昔は地名によって警告を発していたはずが、改名や市町村合併を繰り返すうちに重大な情報が忘れ去られ（消去され）、「歴史の伝承」が途絶えてしまっていることは憂慮すべきことである。

構造設計は「人命の安全」に関わる重要な技術である。上記の歴史伝承の話と同様に、構造設計技術をより正確に、より広く伝えられる環境の整備が重要であると思われる。

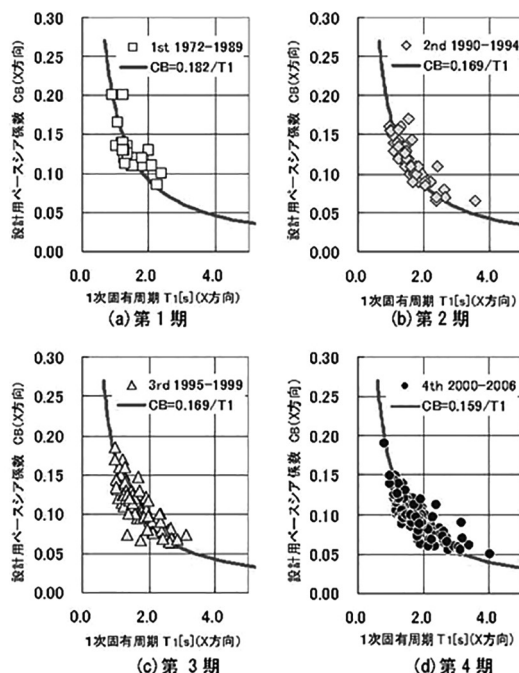


図1 設計期別の設計用ベースシア係数¹⁾

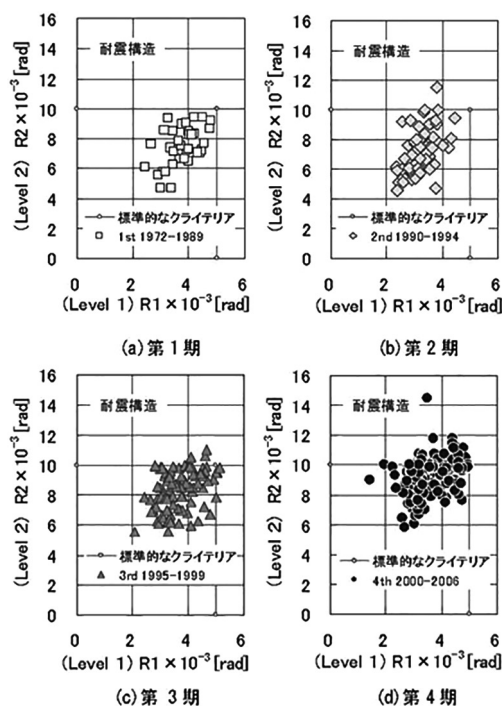


図2 設計期別の最大応答層間変形角¹⁾

参考文献

- 1) 和泉信之、木村秀樹、石川裕次：日本における超高層鉄筋コンクリート造建築物の構造特性の傾向、構造工学論文集、Vol.55B、pp.351-360、2009.3
- 2) 国土交通省建築研究所：鉄筋コンクリート造建築物の超軽量・超高層化技術の開発、建築研究報告、Vol.139、2001.2
- 3) 日本建築学会：高層建築技術指針、1964