

サーズ連載

第〇回

建築 千思万考

# 改めて南海トラフ地震を考える

小鹿紀英 NPO法人建築技術支援協会

## 日向灘の地震

さる2024年8月8日(木)16時42分頃、日向灘の深さ30kmを震源とするM7.1の日向灘の地震が発生し、日南市で震度6弱を記録したほか、東海地方から奄美群島にかけて震度5弱から震度1の揺れを観測した。

この地震が、南海トラフの想定震源域で発生した地震であった(図1)ことから、気象庁は南海トラフ地震臨時情報を発表し、「南海トラフ地震の想定震源域では、新たな大規模地震の発生可能性が平常時に比べて相対的に高まっていると考えられる。政府や自治体などからの呼びかけ等に応じた防災対応をとっていただきたい。」として、注意を喚起した。ただ、特定の期間中に大規模地震が必ず発生することを知らせるものではないことも付記された。

その時点から本原稿執筆時までには南海トラフ地震は発生してはいないが、南海トラフ沿いで大規模地震が100~150年周期で必ず発生することは歴史的事実であり、前回の地震からすでに80年が経過し、次の発生時期が近づいてきていることもまた、紛れもない事実である。

そこで、ここでは改めて南海トラフの長周期地震動に対する検討の意義について述べることにする。

## 筆者のバックボーン

筆者が鹿島建設に入社し、武藤研究室に配属されたのは1979年のこと。すでに1968年竣工の霞が関ビルで柔構造理論とその根幹をなす動的設計法が確立され、それをベースに次々に立ち上がる超高層プロジェクトに我々新入社員も末兵として参加して、当時は残業もいとわず、地震応答解析のデータを、夜遅くまで作り続けたものである。

我々新入社員にとって、見るもの聞くことすべて初めてのことばかりで、決して間違っただけの解析をしてはならないとの恐怖感にも似た思いから、若手が集

まって解析の中身、すなわち立体骨組モデルの構築と地震応答用の略算モデルへの置換法、運動方程式の解法、用いられている減衰理論とその特徴、設計用入力地震動の設定等々を業務と並行して学習しながらの作業であった。弾性で正解を与える積分法のDuhamel積分を数ステップ手で解いてみたりもした。今にして思うところの時の基礎学力の蓄積が後の長周期の検討にも大いに役に立ったように思う。

前述のように、自分が入力ミスして間違っただけの解析をしていないかという恐怖心は相当なもので、今でも鮮明に覚えているのは、大地震を受ける超高層ビルが夢に出てきて、自分がその最上階にいて超高層が巨大な曲げ変形を起こして、地面が私の目に迫ってくるというものであった。同じ夢を何度も何度も見たが、毎回地面が迫ったところで目が覚めた。

## 超高層の成立要件と長周期地震動

解析を通して学んだ武藤先生による超高層ビルの成立要件は、①東京礫層以上の硬い地盤に床付けして短周期地震動を卓越させる、②柔構造でしなやかに揺れて1次モードで共振しない、③柔らか過ぎないように剛性部材を付加、④上層階で急激に断面を小さくしないことで、鞭振り現象を防止、であった。

①②の、硬い地盤に建てれば短周期地震動が卓越し、1次共振しない、との前提は、2003年の十勝沖地震で震源から250kmも離れた苫小牧の石油タンクがスロッシングを起こし石油の溢流により大火災が発生したことから、見直しが図られることになった。

すなわち、硬い地盤に建設しても平野の地下構造により長周期地震動が長時間続く可能性があるため、超高層ビルの1次モードに共振する可能性があること、ただし、長周期地震動の卓越周期は平野毎に異なるので、どのくらいの揺れが生じるかは、実際に地震動を作成して建物モデルに入力して地震応答解

析をしてみないとわからない、ということであった。

どこに建つ何階建てのビルが長周期地震動の影響を受け、揺れがどのくらい大きくなるかや、その場合どのような被害が生じるか、およびそれへの対処法について、超高層に関わる各社で検討が始まった。同時に、日本建築学会でも委員会を立上げて経験豊富なゼネコン各社から委員を募り活動を開始、検討期間中に東北地方太平洋沖地震が発生したことから、期間を延長して、2013年3月に成果が発表された。

一方、国も内閣府での検討を受け、2016年に国土交通省から「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」との助言が出され、新築では設計用地震動に長周期地震動を加えて検討することや、既存に対しては、解析により長周期地震動の影響度を検討し、場合によっては補強を推奨することなどが示された。検討に当たって国からの支援制度も設けられた。

### 長周期地震動の影響検討の実情

タワーマンションの長周期地震動検討の現状に関して、先日筆者は朝日新聞出版の記者から取材を受け、記事がネットで配信された。(以下参照)

記事見出し：分譲タワマン「耐震診断」申請が“ゼロ”の大問題 進まぬ長周期地震動対策に「普通の管理組合は何のことかわからない」

<https://dot.asahi.com/articles/-/235542>

一方、事務所ビルに関しては、東京都庁舎は防災拠点の観点からいち早く検討に着手し、制震による補強を実施したが、それ以外の対策実施例は数例にとどまっている。また検討に用いる長周期地震動と

して、都庁舎では図2の太実線の数値応答スペクトルを用いているが、2016年に国交省が示した関東地方の長周期地震動のスペクトルは図3の実線で、図2と比較して5〜7割ほどの大きさである。これは、都庁舎では想定地震動にばらつきを考慮しているのに対し、国交省は平均レベルを用いているためであり、長周期の検討に当たっては、国交省が作成例として提示した地震動を盲目的に用いるのではなく、建物の重要性を鑑みて、施主と検討実施者間で相談して地震動レベルを決めることが望ましい。

### 長周期地震動による被害の把握と対策の重要性

既存超高層において、長周期地震動に対する応答解析の結果、超高層が即倒壊に至るとは考えにくいですが、上階にいくほど揺れ幅は増大し、最上階では両振幅で数mの揺れとそれに伴う大加速度が生じる可能性があるため、それが原因で発生する構造体や2次部材の被害、家具什器等の転倒や滑動による被害を想定し、予め対策しておくことが重要である。特にタワーマンションでは少なくとも家具の固定は必須であり、かつRC部材に大きなひび割れや剥離が生じるようであれば、それを防ぐための補強を事前に施す、などそれぞれの建物ごとに懸念される被害に対し適切な対策を施すことが必要である。

さらに、大都市圏では大地震発生時に避難場所がすぐに満杯になり、在宅避難を余儀なくされる可能性が高い。そのためにも長周期地震動に対し、在宅が可能になる対策を施しておくことが肝要である。超高層の長周期地震動対策が進むことを期待したい。

(こしかのりひで)

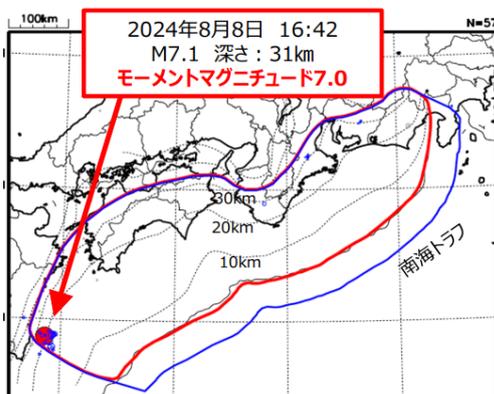


図1 日向灘の地震の震源 (気象庁 HP より)

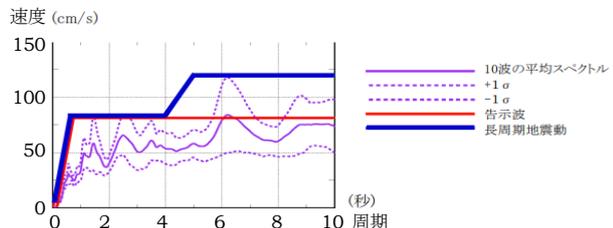


図2 都庁舎の長周期地震動 (太実線, 都庁 HP より)

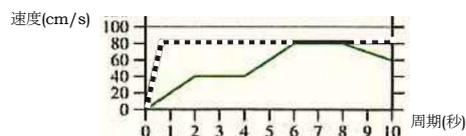


図3 国交省提示の関東地方の長周期地震動 (実線)