

# 無線塔の耐震性評価に関する調査

清野純史\*<sup>1</sup>

## 1. 研究の目的

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の発生により，Mw9 クラスの巨大地震に対する構造物の耐震性評価が喫緊の課題となっている．特に，今世紀中の発生が確実視されている南海トラフ沿いの巨大地震による影響が大きいとされる西日本では早急に検討されなければならない．

本研究では，発災直後の被害に加え，応急期・復旧期の災害対応にも甚大な影響をもたらし，被害を拡大させる可能性があるガス会社の通信設備に注目する．同社は，都市ガスの供給状況やガス漏れなどの情報に自前の通信システムを導入している．本研究では，同システムを支える無線塔の南海トラフ巨大地震に対する耐震性を数値計算を用いて検討した．

## 2. 研究の方法

図 1 に示す 5 基の無線塔を対象に，南海トラフ巨大地震に対する 3 次元動的応答を算出した．解析には 7S3 を使用し，自重による応力状態を初期応力状態として，構造モデル最下層から地震動を入力した線形弾性有限要素解析を実施した．時間刻みは 0.005 秒である．減衰には Rayleigh 減衰の考え方を採用し，固有値解析によって得られる固有周波数と有効質量比を踏まえて，2%減衰の周波数を決定し，質量比例係数と剛性比例係数を算出した．構造モデルは，杭や地盤はモデル化せず，対象構造物の上部工についてのみモデル化した．各要素には，荷重として鉄筋コンクリートあるいは鉄骨相当の単位体積重量のほか，付加荷重として無線アンテナ，配管，床や囲いなど，当該構造物の実態に応じて，該当の要素に荷重を加えた．入力地震動は，中央防災会議の南海トラフの巨大地震モデル検討会によって作成・公開されている工学的基盤面における地震動（陸側ケースと基本ケース）から算出した構造物設置地点の地表面時刻歴加速度を用いた（図-2）．

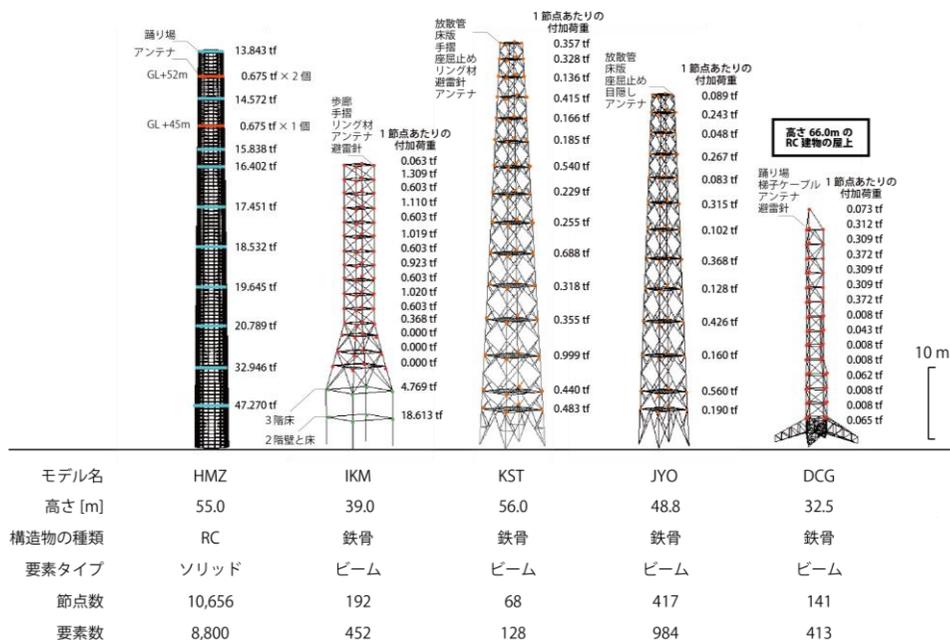


図-1 検討した無線塔の構造モデルと付加荷重の条件

\*京都大学大学院地球環境学堂・教授

### 3. 得られた成果

本研究により得られた主要な結論を以下に示す。

- 1) HMZ: 南海トラフ（陸側）の地震動を外力とした場合、南海トラフ（基本）の地震動の場合と同様に塔体付根付近に圧縮と引張の最大が発生する。その大きさはいずれも基本ケースの方が1.3倍程度大きく、コンクリートは圧縮強度内だが、鉄筋は引張強度を上回る可能性がある。基本ケースの方が陸側ケースよりもPGAが小さいのにこのような大きな応答がでたのは、東西方向と南北方向の入力加速度のタイミングが一因だと考えられる。実際には本解析モデルのように、地盤と構造物の振動は完全には連動しないこと、減衰は2%より大きいことなどを踏まえ、本結果は安全側で検討した結果である。今後、詳細な検討が求められる。(図-3)
- 2) DCG: 南海トラフ（陸側）の地震動を外力とした場合、南海トラフ（基本）の地震動の場合と同様に構造物付根付近の斜材に圧縮と引張の最大が発生する。その大きさはいずれも基本ケースの1.2倍に達し、鋼材は降伏点を超える。ただし、引張強度の範囲内である。入力地震動のPGAは特別大きくはないが、高さ66.0mの建屋を含む構造物が共振し、無線塔が設置されている屋上での加速度応答が大きくなった(図-4)
- 3) IKM, KST, JYO: 解析の結果、南海トラフ（陸側）の地震動、南海トラフ（基本）の地震動のいずれに対しても、鋼材は降伏に達しないことが分かった。対象構造物は、構造部材の質量があまり大きくないため、配管やアンテナなどの非構造部材の質量が構造物の振動特性に大きな影響を与える。従って、付加荷重となり得る設備については最新の状況を把握しておく必要がある。

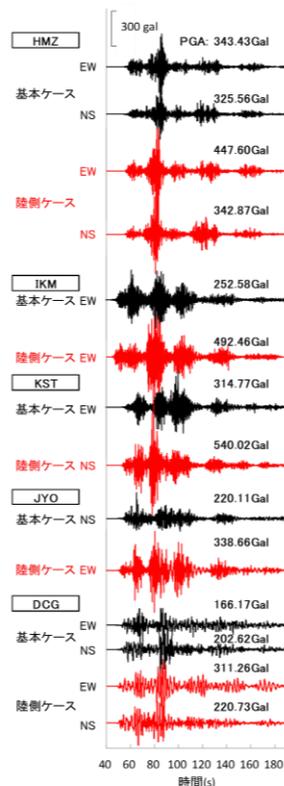
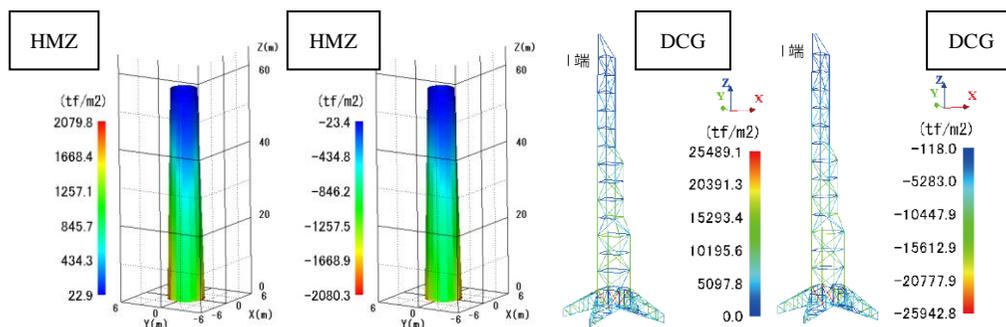


図-2 入力地震動



(a) 最大主応力(引張) (b) 最小主応力(圧縮) (a) 最大引張応力 (b) 最大圧縮応力  
図-3 南海トラフ(基本)によるHMZの解析結果 図-4 南海トラフ(陸側)によるDCGの解析結果

### 4. 謝辞

本研究は大阪ガス(株)からの委託研究として執り行われたものです。研究遂行にあたり、種々の数値計算とデータ解析を行っていただいた京都大学大学院地球環境学堂 奥村与志弘助教、および計算補助を行っていただいた同大学 森隆君、坂東直樹君に深甚なる感謝の意を表します。また、各種データの提供や解析に対する貴重なご意見とアドバイスを頂き、終始お世話になりました大阪ガス株式会社関係者各位に心より感謝いたしますとともに、このような研究の機会を与えてくださいました大阪ガス株式会社様に心より御礼申し上げます。