

アンコール遺跡の崩壊過程の研究

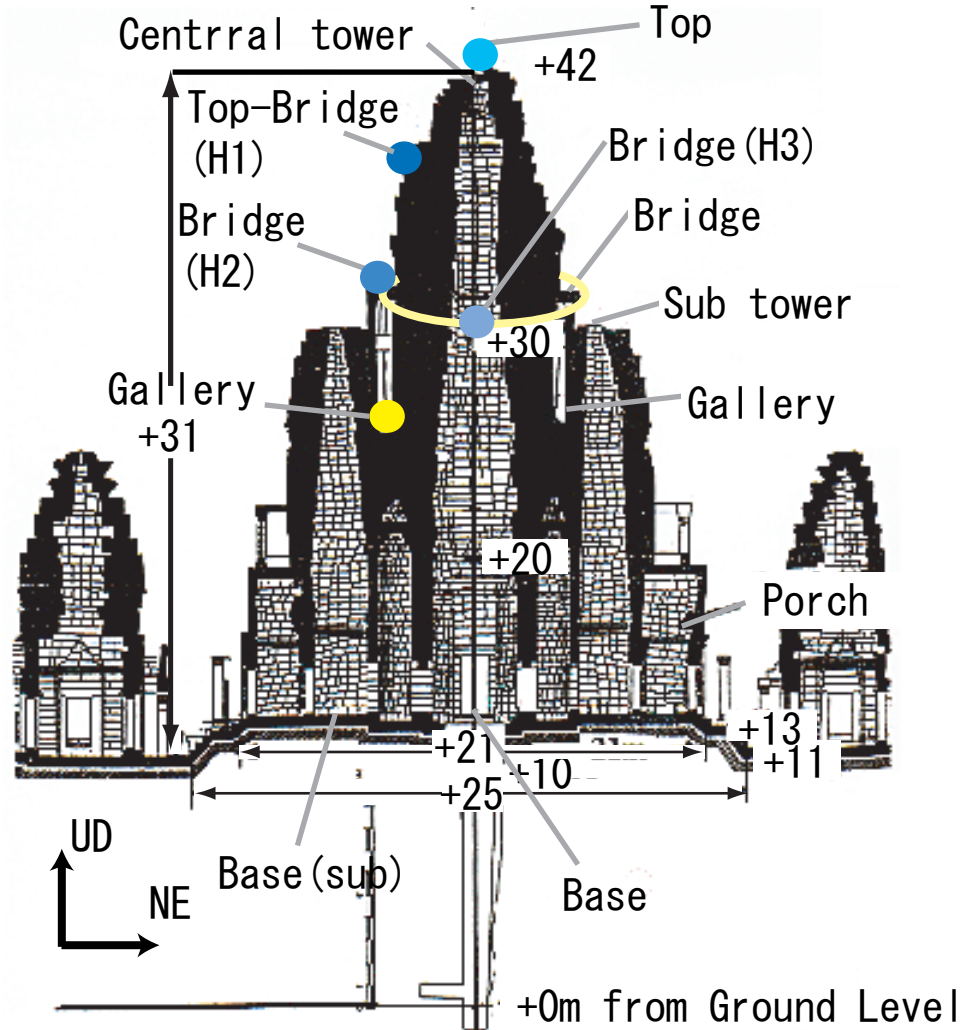
2003年度と2004年度の2年間にわたり、アンコール遺跡バイヨン寺院で微動測定を行っています。バイヨン寺院の主塔は高さ30mにも達する大規模な組積造で、モルタル等を用いずに砂岩を積んだだけで作られています。遺跡のFEM解析モデルを作成し、微動測定による卓越振動数を示すようにシミュレーションを行うと、通常の砂岩の剛性の1/10以下の値が得られます。その剛性の違いは、解析が一体の構造を仮定するのに対し、実際は砂岩が別々に動いているためと考えられます。そこで、不連続体の解析方法を開発し、遺跡の壊れやすさを検討し、合理的な修復方法の提案に役立てたいと考えています。

RCシェルタワーの耐震性の研究

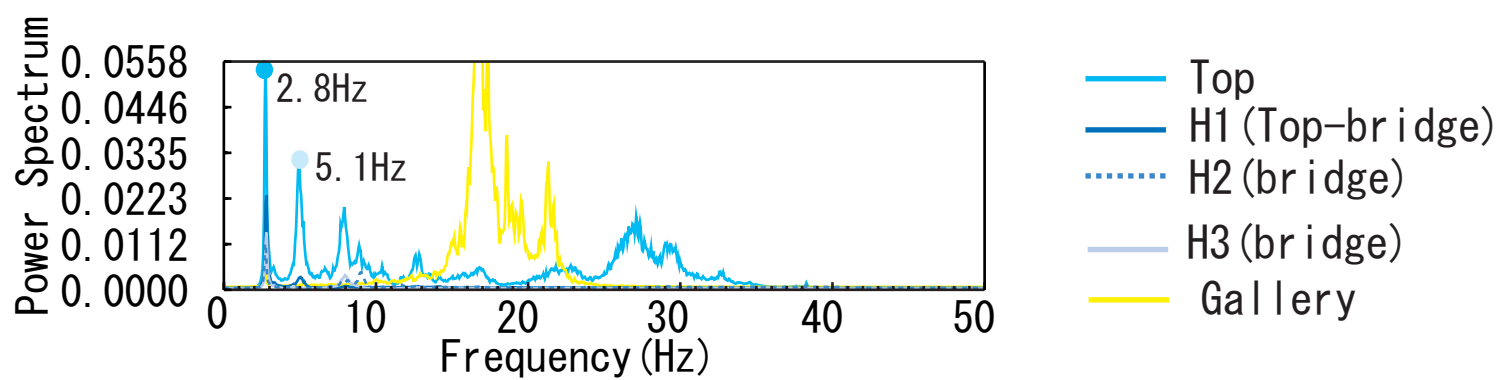
給水塔や冷却塔のような鉄筋コンクリート造シェル状タワーは、通常のビルに比べて建設数も少なく、最近の入力地震動に対する耐震性が十分には明らかにされていません。そこで、実際の給水塔の微動測定を行い、卓越振動数と減衰定数からFEM解析モデルを実証的に作成したところ、弾性範囲内では設計できないことがわかりました。コンクリートのひび割れや鉄筋の降伏を考慮した静的弾塑性解析法を開発し、シェルタワーの崩壊過程を追跡したところ、自重の半分程度の水平力に対しては安定的に挙動することがわかりました。さらに動的応答解析を行い、一般性のある耐震設計手法を提案しようと考えています。

Collapsing process for heritage structures of Angkor

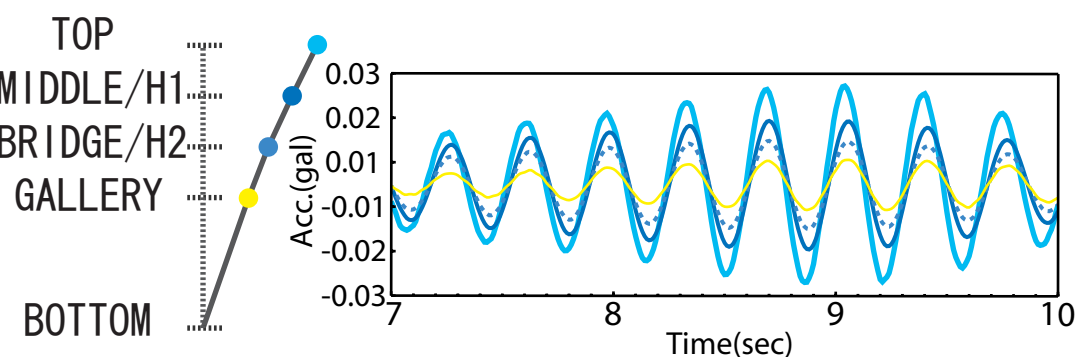
We have carried out micro-tremor measurements in Bayon temple of Angkor in2003 and 2004. Bayon temple consists of large-scale dry masonry towers of about 30m at the tallest. FEM simulation of predominant frequencies of the towers by eigen-value analysis requires less than 1/10 of ordinary sandstone elastic modulus to fit the observed results. Deducing that the difference in frequencies may come from simulation as a continuum for substantially discontinuous structures, we are now developing analysis method for discontinuous structures to enhance preserving measures for these world heritage structures.



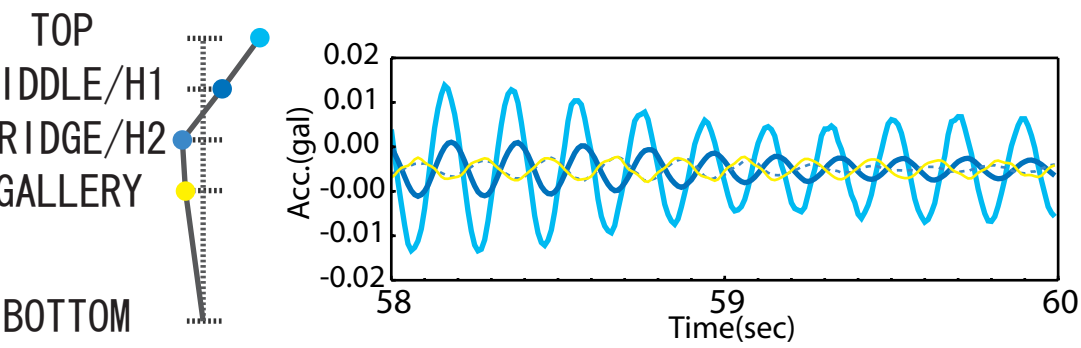
バイヨン主塔測定ポイント
Arrangements of seismographs for mode shape of the Bayon central tower.



バイヨン主塔パワースペクトル
Auto power spectra of micro-tremor at the Bayon central tower.



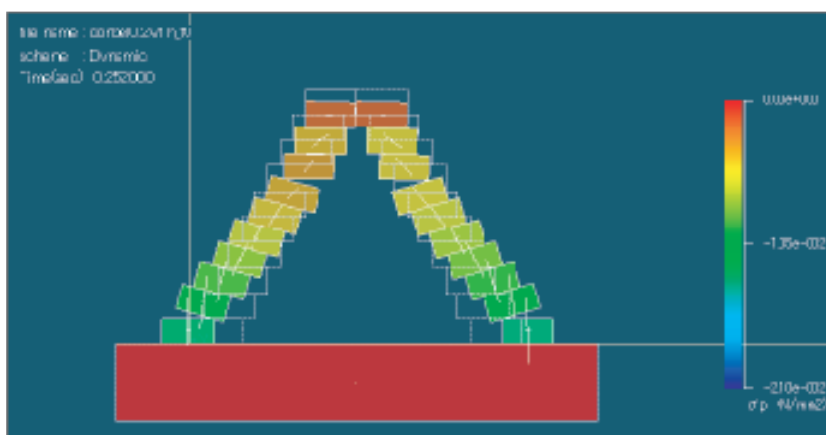
バイヨン主塔1次モード形状 (2.8Hz)
1st Mode shape of the Bayon central tower.



バイヨン主塔2次モード形状 (5.1Hz)
2nd Mode shape of the Bayon central tower.



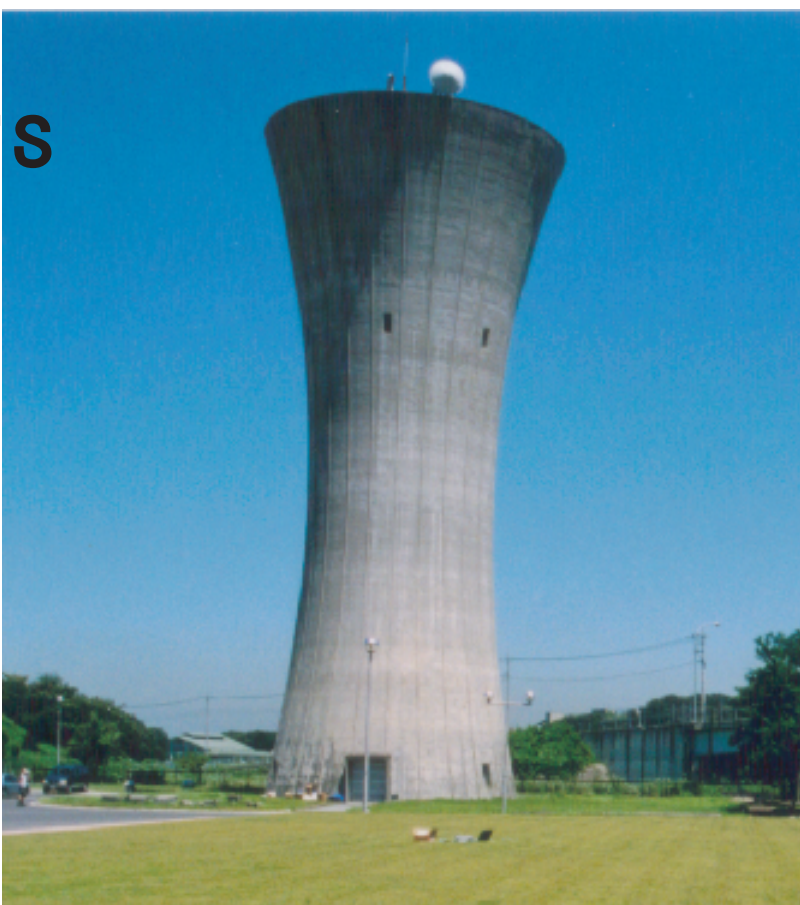
バイヨン主塔FEMモデル
FEM model for the Bayon central tower.



アーチDDAモデル
DDA model for arch.

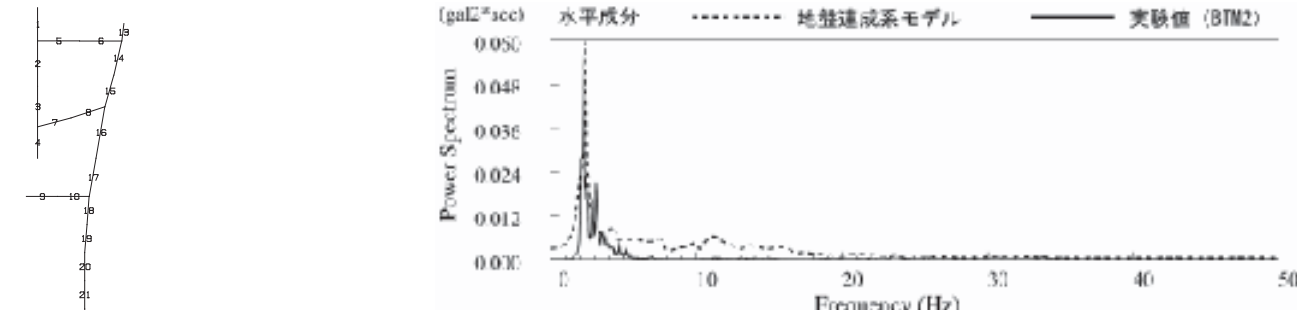
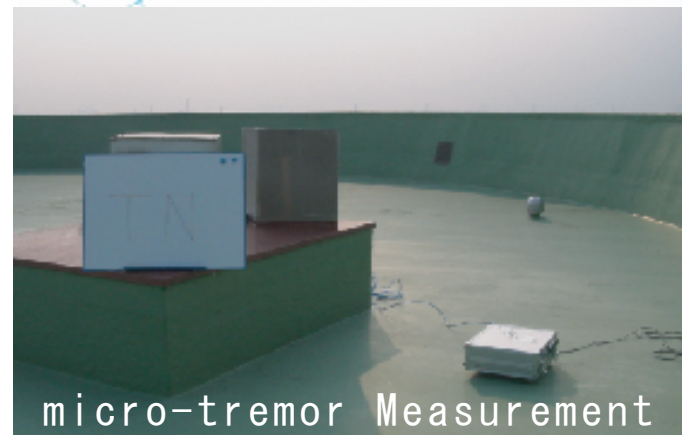
Earthquake resistance of reinforced concrete shell towers

Reinforced concrete shell towers, used for cooling towers and water towers, have been infrequently built and inadequately studied for earthquake resistance comparing to ordinary building structures. By evaluating dynamic response of the tower to the level-2 earthquake ground motion, we found that the water tower once designed with admissible stress cannot respond to the level-2 ground motion without yielding of steel bars. Then we have included elasto-plastic behavior of steel and concrete to explore collapsing process of the tower; the tower is found to stand stably up to the horizontal force of about 50% of gravity load. Now we are proceeding to elasto-plastic dynamic analysis to propose a general design method for these kinds of RC structures.

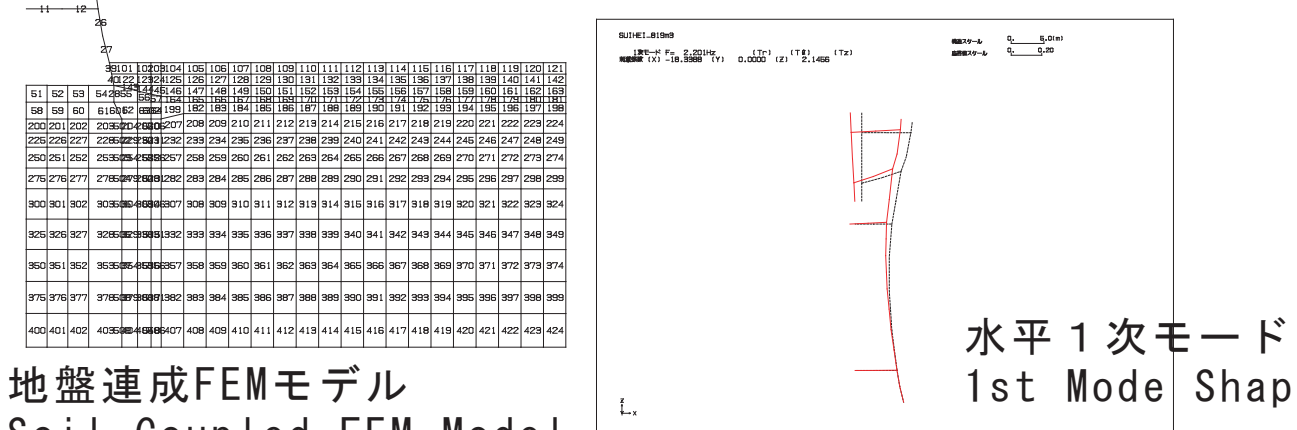


RC Water Tower

微動測定結果に基づいたFEM解析モデルの作成
FEM Modelling Using Micro-tremor Measurement



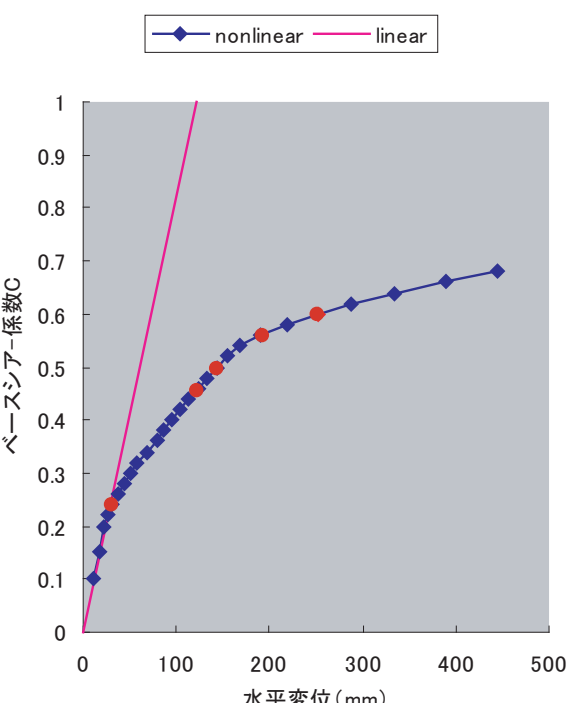
卓越振動数の比較
Comparison of Natural Frequency



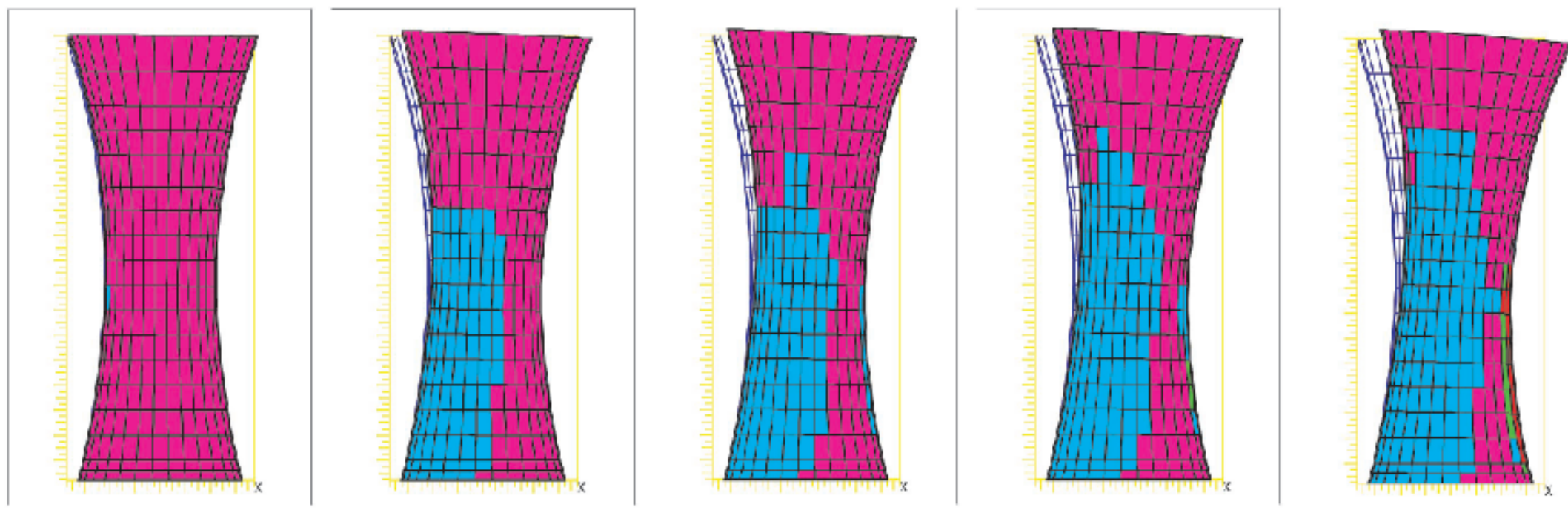
水平1次モード
1st Mode Shape

静的弾塑性解析による崩壊過程の追跡

Collapsing Process of the Tower by Elasto-Plastic Static Analysis



頂部水平変位とベースシア係数の関係
Displacement-Base Shear Coefficient Curve



コンクリート
Concrete
■ : 通常 ■ : 1方向にクラック ■ : 2方向にクラック ■ : 圧壊
■ : Normal ■ : Crack in 1 Direction ■ : Crack in 2 Directions ■ : Crush