

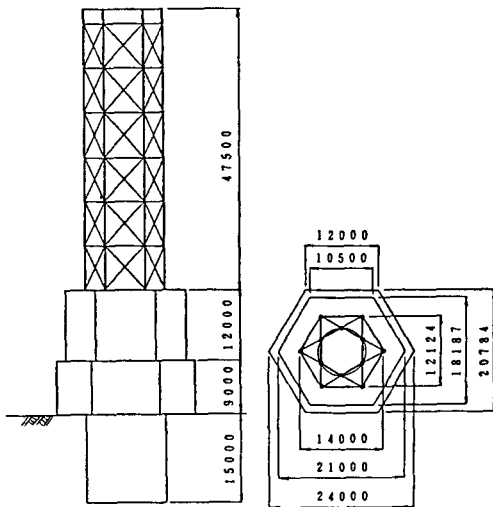
取水塔—基礎系の2次元モデル

信州大学工学部 正 員 吉田 俊 弥
 信州大学工学部 正 員 清 水 茂
 信州大学大学院 学生員 ○武藤 英 司

1. まえがき

現在の塔状構造物の設計においては、塔のみを単独に考えて解析し、基礎部分が考慮されていない場合が多く、また、基礎自体の詳細な解析もあまり行われていないように思われる。従来、塔—基礎—地盤系の動的解析は盛んに行われ、その動特性などについてはよく研究されているが、多くは塔を多自由度質点系モデルにおきかえたり、基礎を剛体と仮定するなどしており、地震時の構造物の安全性については詳しく検討されていない。

そこで、本研究は新鶴子ダムの取水塔を例にとり、塔—基礎系の2次元モデルを作成し、有限要素法により動的解析を行い、特に基礎部分の安全性について検討したものである。



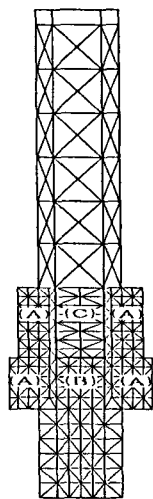
図—1 取水設備一般図

2. 解析モデル

解析の対象としたのは、図—1に示すような、上部構造が六角柱状に組まれたラーメン構造、下部構造は一部開口部を有するコンクリート構造よりなる取水塔である²⁾。2次元モデル作成に先だち、上部構造および下部構造単独での3次元モデルによる静的解析・固有値解析を行い、その結果を参考にしながら2次元モデルを決定した。

解析に使用した2次元モデルを図—2に示す。ここで、上部構造には棒要素を、下部構造には平面ひずみ要素をそれぞれ用いている。下部構造の各要素の剛性を同一にすると、図—2中の(A)部分の強度を実際より過大に評価することになるため、この部分の剛性を図—2中の(B)部分より低くした。また、図—2中の(C)部分の開口部にも要素をもうけた。上部構造については、変形および固有周期が3次元モデルにおける値と一致することを確認している。

なお、この取水塔は水中構造物であるため、地震時には動水圧を受けるが、付加質量を塔体に与えることにより簡易的に動水圧に相等するも



図—2 2次元モデル要素分割図

のを考慮に入れた。

3. 解析結果

作成した2次元モデルについて固有値解析を行った結果を表-1に示す。応答解析には、ここで得られた各固有周期に等しい周期を持つ最大加速度が196galの正弦波、および、El Centro 強震記録のNS成分を入力波として用いた。図-3は、El Centro 強震記録のNS成分を入力波としたときの、塔体頂部の変位応答を表したものである。下部構造の剛体変位を除去した上部構造の変位の最大応答値は5.88秒後に発生し、上

表-1 固有値解析の結果

Mode Number	Circular Frequency (rad/sec)	Frequency (cycles/sec)	Period (sec)
1	7.57	1.206	0.8294
2	20.46	3.257	0.3071
3	34.48	5.488	0.1822
4	38.72	6.162	0.1623
5	48.63	7.740	0.1292
6	53.78	8.560	0.1168

部構造に最大の応力が発生するの
もこの時であるが、下部構造に最大の応力が発生したは2.68秒後であった。ただし、それぞれの時刻における上部構造の変形のモードはほぼ同じである。応力分布について見ると、5.88秒後には定常振動時とはほぼ等しい応力状態を示し、2.68秒後には定常振動時の応力状態と、急激に加速度が作用した時の応力状態を合わせたような応力状態を示している。すなわち、5.88秒後には下部構造は、主に上部

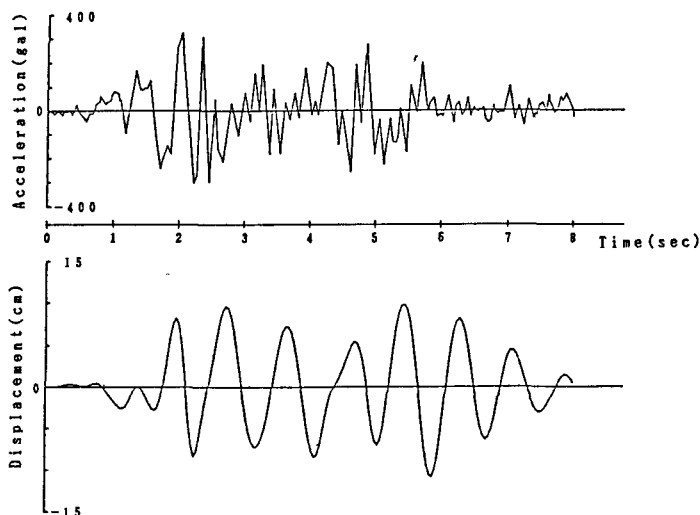


図-3 入力地震波と変位応答曲線

構造の影響による曲げとしての変形を顕著に示したのに対して、2.68秒後には、上部構造の影響による曲げ変形に加えて、急激な加速度の変化に伴うせん断変形が同時に起きたために、高い応力が発生したと考えられる。なお、上部構造と下部構造の最大応力発生時刻の違いは、それぞれの振動モードの違いに起因するものである。その他、詳細な解析結果は当日発表する。

参考文献

- 1) 本州四国連絡橋の耐震・基礎に関する調査研究報告書 本州四国連絡橋耐震・基礎に関する調査研究小委員会 など
- 2) 新鶴子ダム取水設備取水塔設計計算書 東北農政局村山北部農業水利事業所
- 3) 地震動のスペクトル解析入門 大崎 順彦