

I-449 地下地震動の応答スペクトル低減特性について

電源開発(株) 正員 ○有 賀 義 明
 電源開発(株) 正員 多 賀 宗 紀

[1] まえがき 国土が狭小なうえに、山岳部が多く、しかも平野部における土地利用が高度に進んだ我が国では、今後、地下空間有効利用の必要性が益々高まるものと考えられる。電力・エネルギー分野における構想としては、原子力発電所の地下立地、放射性廃棄物の地層処分、燃料(石油、LPG等)の地下備蓄、超電導電力貯蔵、地下貯水池式揚水発電所等を挙げることができるが、これらプロジェクトの検討に当っては、地下空洞および地下空洞内に設置される各種設備等の耐震安定性の確認が重要な技術的検討項目となってくる。本報告では、地下構造物に関する設計用入力地震動の検討の一環として、実地震観測記録に基づき、地下における応答スペクトルの低減特性について検討した結果の一例を紹介する。

[2] 検討のフロー 通常の地上式の原子力発電所の耐震設計では、解放基盤表面において基準地震動が定義され、基準地震動については基準応答スペクトル(大崎スペクトル)が提案されている。そして、各サイトでは基準応答スペクトルを参考に、それぞれの地点特性を考慮して設計用応答スペクトルが評価され、それに基づき設計用地震動が作成され耐震設計が実施される。こうした手法を踏まえ、本研究では、解放基盤表面において評価された応答スペクトルに、地下における低減係数を乗ずることにより、地下構造物の耐震設計に用いる設計用応答スペクトルを求めるという考えに立ち、図-1に示す流れに従い、地下における速度応答スペクトル低減係数について検討した。

[3] 沼原地下発電所における地震観測¹⁾ 沼原地下発電所では、図-2に示すように、地表部、地下部、地下空洞側壁部(東側壁、西側壁)の4ヶ所(各3成分;N-S、E-W、U-D)に地震計(速度型換振器)を計12台設置し、地震観測を実施している。同地点は、栃木県那須岳西方、那珂川最上流部に位置し、地下発電所周辺の岩盤は花こう閃緑岩($V_p=4.6\text{km/s}$)、地表部に地震計を設置した位置の地盤は第三紀中新世の凝灰岩($V_p=2.3\text{km/s}$)により構成されている。地震計を設置している地表部と地下部の水平距離は約710m、標高差は約50m、地下部の最小地山被りは約250mとなっている。

[4] 速度応答スペクトルの低減特性 沼原地下発電所では、昭和52年12月から昭和60年12月までの期間に97回の地震が観測された。ここでは、そのうちの49回の地震観測記録について、加速度時刻歴から応答スペクトルを求め、更に、地表部に対する地下部における速度応答スペクトルの低減係数(以下“ R_v ”と記す)を算出した。震央距離の大きさにより直下地震(震央距離30km以下)・近距離地震(震央距離30~200km)・遠距離地震(震央距離200km以上)に分類して、地下部における速度応答スペクトルの低減特性についてまとめた結果を図-3~図-5に示す。同図より、沼原地点での記録からは、①震央距離が小さいほど R_v は小さくなり、地下における速度応答スペクトルの低減の度合いは大きくなる ②震央距離が大きくなると、長周期領域において R_v は1に近くなり、地下における速度応答スペクトルの低減の度合いは小さくなる ③上下動については、水平動に比して、地下における速度応答スペクトルの低減の度合いは小さくなるという結果を得た。また、図中の曲線群をほぼ包含し有る低減係数については ④直下地震に関しては、水平動の場合 $R_v=0.4$ 、上下動の場合 $R_v=0.4\sim0.6$ ⑤近・遠距離地震の水平動に関しては、周期(以下“ T ”と記す)が、 $T\leq 0.2$ (s)の短周期領域では $R_v=0.4$ 、 $0.2<T\leq 1$ (s)では概ね $R_v=0.85\log T+1$ 、 $1<T$ (s)の長周期領域では $R_v=1$ ⑥近・遠距離地震の上下動に関しては $T\leq 0.1$ (s)のとき $R_v=0.4$ 、 $0.1<T\leq 0.5$ (s)のとき概ね $R_v=0.60\log T+1$ 、 $0.5<T$ (s)のとき $R_v=1$ であると考えることができた。

[5] あとがき 今後は、他地点(池原、下郷等)での地震観測記録および数値解析等²⁾の結果を加えて、地下構造物の耐震設計における設計用入力地震動に関する検討を進めて行く予定である。

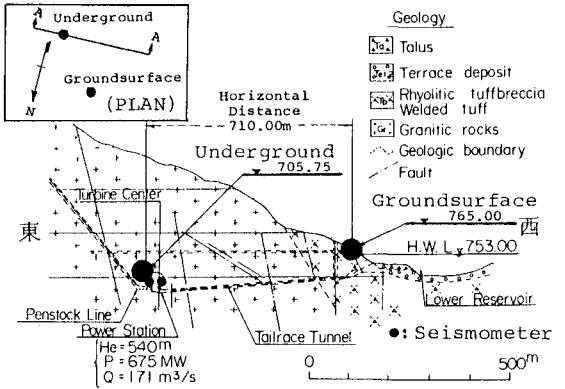
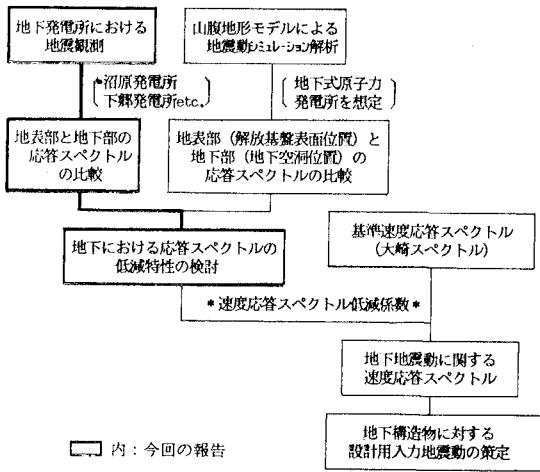


図-2 沼原地下発電所における地震計設置位置

図-1 地下構造物に関する設計用入力地震動の検討フロー

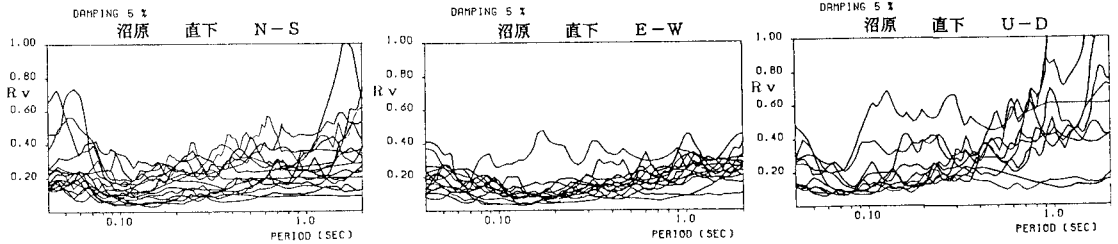


図-3 地下における速度応答スペクトルの低減特性
(沼原地点：直下地震 [0 ≤ 震央距離 ≤ 30km])

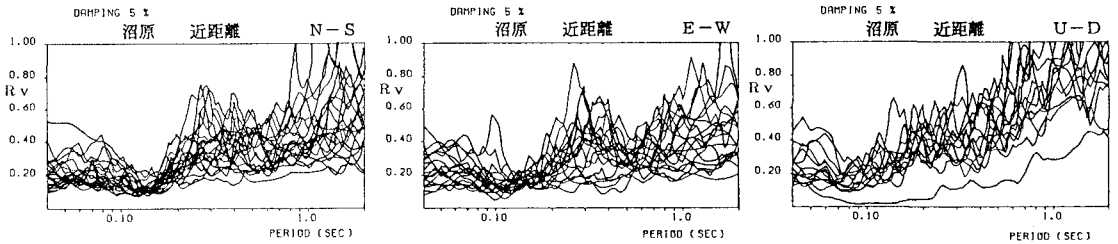


図-4 地下における速度応答スペクトルの低減特性
(沼原地点：近距離地震 [30km < 震央距離 < 200km])

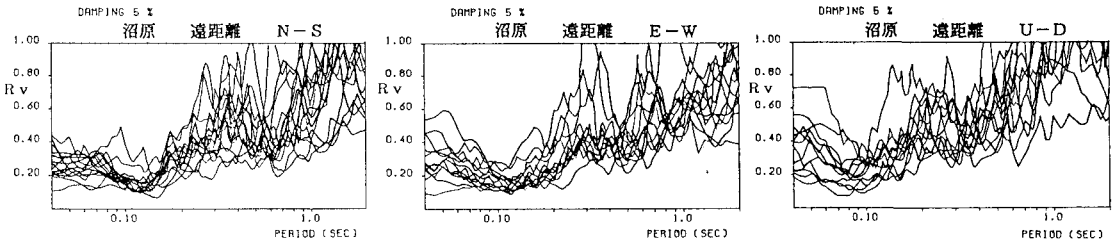


図-5 地下における速度応答スペクトルの低減特性
(沼原地点：遠距離地震 [200km ≤ 震央距離])

【参考文献】1) 有賀、堀、市川：地下空洞の地震時挙動観測例－その3－；第17回地震工学研究発表会講演概要集 pp123～126，1983.7. 2) 有賀、堀：地下発電所における地震動シミュレーション解析；土木学会第40回年次学術講演会講演概要集 I-417，1985.9.