

電源開発(株) 正員 有 賀 義 明
 ○電源開発(株) 正員 青 木 信 也
 電源開発(株) 正員 市 川 芳 忠

まえがき

人口密度，土地利用の稠密化等の要因から，近年，地下空間利用の必要性が多方面で強く認識され，地上の構造物と同様に，地下構造物は，多様化，巨大化の傾向を示しつつある。それにつれて，従来，比較的まち遅れていた地下構造物の耐震設計に人々の目が向けられるようになり，各所で研究・検討がなされるようになった。当社では，原子力発電所の地下立地方式に関する研究の一環として，1976年度以来，地下の地震動特性を把握解明するために，既設地下式水力発電所（沼原，池原，御母衣）において地震観測を行って来ている。沼原では，現在までに35の地震記録が得られており，一部については，これまでに本大会で紹介して来ているが，¹⁾ 本報では，23の地震記録を対象に，スペクトル強度に着目して行った地下地震動特性に関する検討結果の一部を紹介する。地下地震動を検討する際の一助となれば幸いである。

スペクトル強度

スペクトル強度は，(1)式で定義されるように，相対速度応答スペクトルと周期軸とが囲む面積として求めることが出来る。この量は，地震動の強さを評価するための指標として，Housnerによって提案されたものであり²⁾，物理的には，地震動が有する破壊力と密接な関係をもつものと考えることができる。³⁾

$$I = \int_{\alpha}^{\beta} S_v(h, T) dT \cdots \cdots (1)$$

S_v : 相対速度応答スペクトル
 h : 減衰定数
 T : 1質点系の非減衰固有周期

なお，Housnerの定義では， $\alpha = 0.1(s)$ ，

$\beta = 2.5(s)$ ， $h = 0.02$ となっているが，ここでは $\alpha = 0.04(s)$ ， $\beta = 5.0(s)$ ， $h = 0.02$ として I を計算した。

●相対速度応答スペクトル

地表の相対速度応答スペクトルと地下のそれとの比較を図-3～図-5に示す。図中，太実線は地表，細破線は地下を示す。本研究では応答スペクトルの周期特性と震源距離との関連性を考慮し，直下型地震，近距離地震，遠距離地震の三つのパターンに分類して，記録の整理を試みている。

●地表と地下のスペクトル強度の比較

縦軸に(1)式から求めた地表のスペクトル強

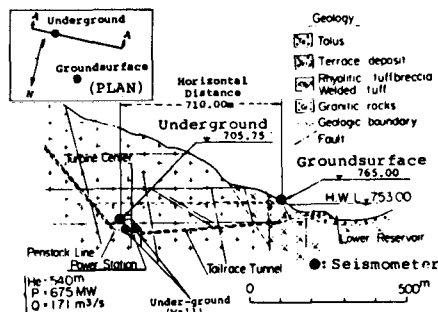


図-1 沼原地震計設置位置

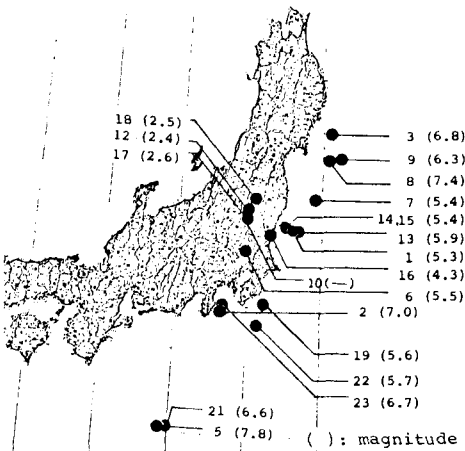


図-2 沼原地震記録震央図

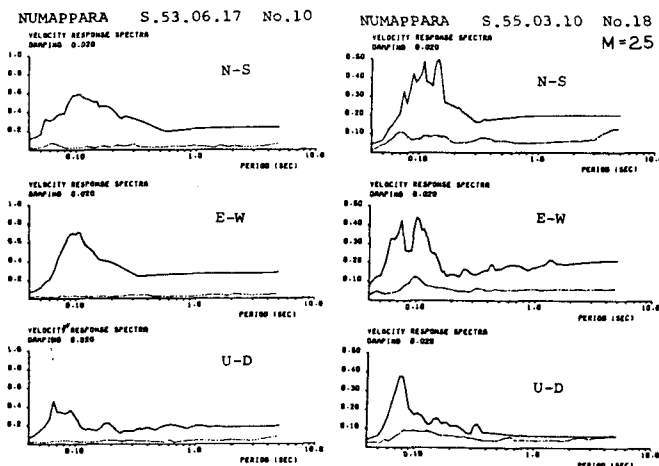


図-3 相対速度応答スペクトル（直下型地震）

度を、横軸に地下のそれをとったものを図-6に示す。地表：地下=1：1なる直線を図中に加えたが、殆んど点は、この直線の左上にきている。このことから概して地下においては地表よりも、地震動の有する構造物に対する破壊力は小さいものと判断することが出来る。

●スペクトル強度比と震源距離

相対速度応答スペクトルの周期特性が震源距離と大きな関連性を持っていることは図-3～図-5が示す通りであるが、地表及び地下のスペクトル強度比と震源距離との間にも強い関係のあることが、図-7より分る。同図はスペクトル強度比（地表／地下）を縦軸に、震源距離を横軸にとって書いたものであるが、この図をみると、震源距離が小さくなるにつれて地表と地下とのスペクトル強度比は大きくなり（直下型地震の方が地下の地震動の破壊力は地表に比してより小さくなる。）震源距離が大きくなるにつれて、地表と地下の差は小さくなることが分る。

あとがき

第34回大会以降、地下地震動特性の解明を行ない、幾つかの成果を得て来たが、今回は、スペクトル強度比に着目し近地地震への有効性を示すことができた。今後、統計的解析と理論的裏付けを行ない、地下空洞群の動的安定解析手法を確立する努力を重ねたい。この報文は、計器の管理・解析などで多数の人々の努力の結果であることを記すと共に、末尾ながら、終始御指導を頂いた久保慶三郎先生に厚く感謝の意を表します。

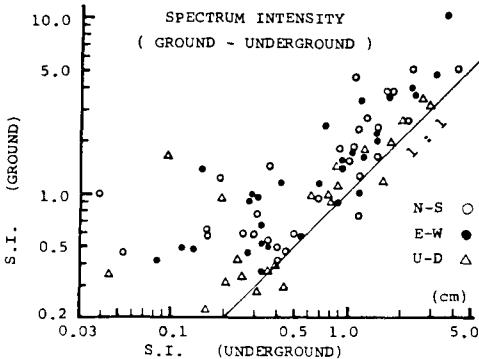


図-6 地表と地下のスペクトル強度

〔参考文献〕 1) 有賀, 清水, 市川 “沼原地震記録による地下地震動特性” 第35回年講概要集 I-185, 1980.
 2) Housner, G.W. “Spectrum Intensity of Strong Motion Earthquakes” Proc.1952 Symposium on Earthquake and Blast Effects on Structures Earthquake Engineering Research Institute, 1952
 3) 大崎順彦 “建築構造学大系 24 振動理論, 彰国社, 1980

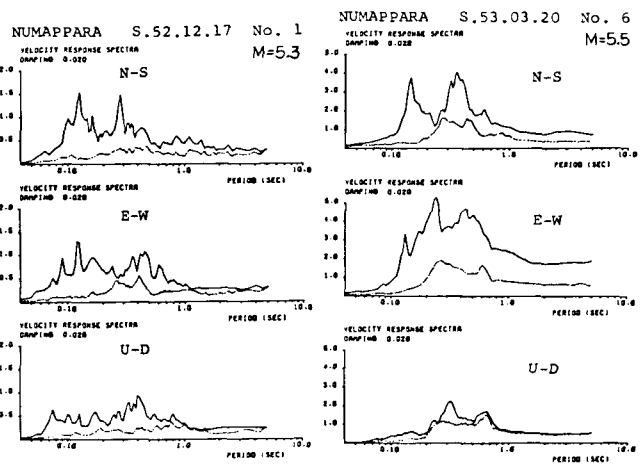


図-4 相対速度応答スペクトル（近距離地震）

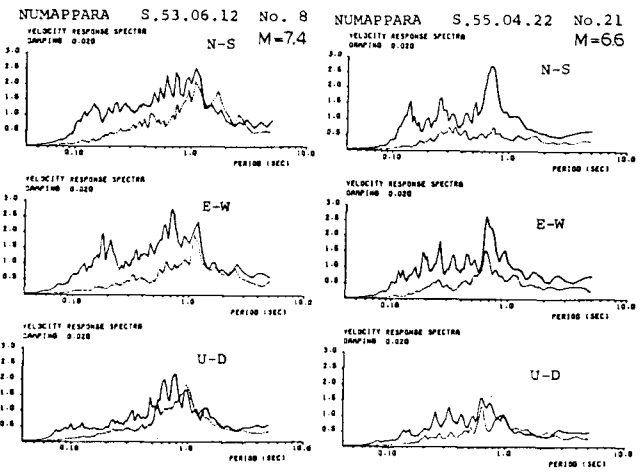


図-5 相対速度応答スペクトル（遠距離地震）

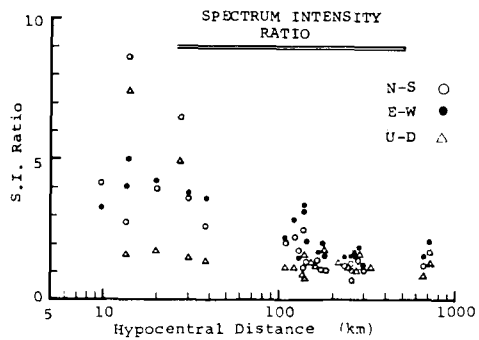


図-7 スペクトル強度比と震源距離