

## I-462 表面波スペクトルの地震危険度算出手法について

佐藤工業(株) 正員 中村 晋、○末富岩雄、吉田 望

**1. はじめに** 近年、超高層ビル、長大橋梁、タンクなどに代表される固有周期の長い構造物の建設が増加している。それに伴い、従来あまり取り上げられなかった数秒から数十秒に卓越周期を有するやや長周期地震動の重要性が指摘されるようになった。ところで、地震動に含まれる周期数秒以上の成分では表面波が支配的であることが指摘されている<sup>1)</sup>。さらに、工藤<sup>2)</sup>は、地震動の特性に表面波の影響を考慮した場合、大型構造物への入力地震動に用いられている現在の設計用スペクトルが必ずしも安全側にならないことを指摘している。したがって、設計用入力地震動としてやや長周期地震動を予測する際、表面波を考慮することは重要であると考えられる。

設計用入力地震動の算出手法には、断層震源モデルなどを用いた確定論的手法や地震危険度解析手法などを用いた確率論的手法の二つに大別され、最大地震動やスペクトル特性の算出手法として後者の方法が良く用いられている<sup>3)</sup>。本報では、やや長周期地震動の特性うち表面波のスペクトル特性を対象とし、後者の手法を用いて、その地震危険度を求める手法と、その適用例を示す。

**2. 解析手法** 地震危険度とは、検討位置にどの程度の強さの地震動がどの程度の頻度で起こるかを表す指標で、検討位置周辺で発生する地震の規模とその発生頻度の関係を表す地震活動度と、震源から検討位置までの地震動の伝播による減衰特性を合わせて評価されている。評価手法として、河角<sup>5)</sup>が震度の期待値を算出する手法を示して以来、最大地震動やスペクトル特性の地震危険度を求める手法<sup>6,7)</sup>が幾つか提案されている。ここでは、地震活動度として、その取扱いが比較的簡単な渡辺<sup>6)</sup>が提案している手法を用い、表面波スペクトルの地震危険度を算出する。以下にその手法を示す。

**1) 地震活動度** まず、歴史地震データと表面波スペクトルの距離減衰式より検討位置における周期 $T_i$ に対するスペクトル値を求め、スペクトル値の最も大きい地震からスペクトル値の大きい順に $n$ 個選定する。次に、 $i$ 番目のスペクトル値とそれが1年に一回発生する確率 $i/Y$ との関係を式(1)の様に直線で表す。ここで、選定した $n$ 個の地震のうち最も古い地震の発生日月日から最も新しい地震の発生日月日の差を統計年間 $Y$ とする。この関係は、検討位置における地震活動度を表す。

$$\log(i/Y) = a(T_i)S_s(T_i, M_i, \Delta_i) + b(T_i) \quad (1)$$

ここで、 $S_s(T_i, M_i, \Delta_i)$ は周期 $T_i$ 、マグニチュード $M_i$ 、震央距離 $\Delta_i$ に対する表面波スペクトルを表す。この式の係数 $a(T_i)$ 、 $b(T_i)$ は、周期ごとに表面波スペクトルと地震発生確率の関係より最小二乗法を用いて求める。再現期間 $X$ に対する表面波スペクトルの期待値は、式(1)の左辺に $(1/X)$ を代入することにより得られる。

**2) 表面波スペクトルの距離減衰式** 著者が傾斜基盤の存在により発生するLove波を対象として提案<sup>4)</sup>した次式を用いる。

$$S_s(T, M, \Delta) = G_s(T) S_1(T, M, \Delta) \quad (2)$$

ここで、 $G_s(T)$ はLove波の周波数応答関数、 $S_1(T, M, \Delta)$ は基盤入射波スペクトルを表す。

**3. 適用事例** 著者らが式(2)に示した表面波スペクトルの適用性について検討を行った八戸港と青森港の2地点について、この手法の適用を行った。基盤入射波スペクトルは神山が提案している距離減衰式を用い、Love波の周波数応答関数は、表面波スペクトルの適用性について検討を行う際に算出した値を用いた。また、地震活動度の算出に用いた歴史地震データは、宇佐美のデータ<sup>8)</sup>のうち、1885年以降のデータを用いた。図-1に基盤入射波スペクトルの期待値(再現期間; 50, 75, 100年)、図-2に表面波スペクトルの期待値を示す。ピークを与える周期は、両地点におけるAiry相を与える周期(八戸港; 2.5s、青森港; 2.8s)と一致し、スペクトルの最大値は100~200kineとなっている。また、再現期間によるスペクトル値の差異

は見られない。これは、地震活動度の評価手法を行う際、再現期間にかかわらず1968年十勝沖地震のような大規模地震の発生を考慮していること、歴史地震データとしての用いた期間が短いことなどに起因している。

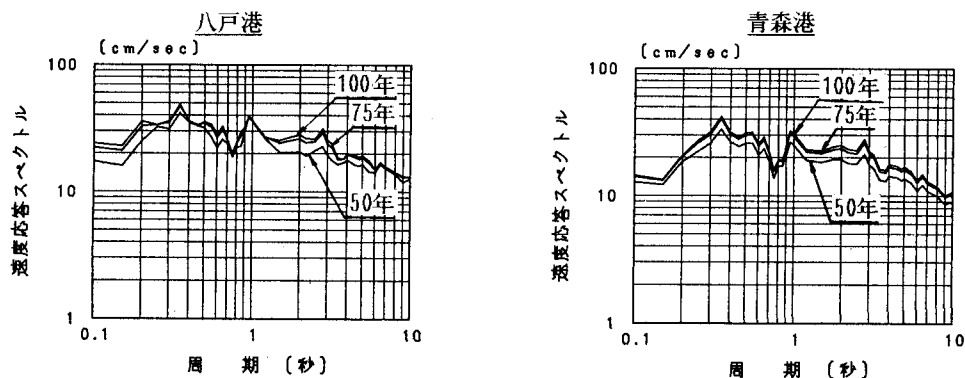


図-1 基盤入射波スペクトルの期待値

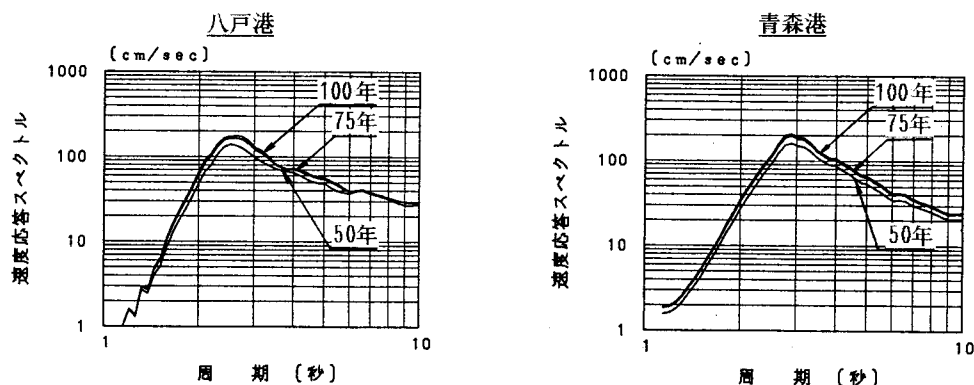


図-2 表面波スペクトルの期待値

**4. あとがき** 本報では、設計用入力地震動として、やや長周期地震動のうち表面波スペクトルの地震危険度を算出する手法およびその適用例を示した。その際、地震活動度の評価として、その取扱いが比較的簡単な渡辺の手法を用いたが、検討位置周辺での地震活動度を適切に評価できる手法を用いることが望ましいと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 神山真；地盤の強震動特性とその予測手法に関する研究、東北大学博士論文、1985、
- 2) 例えば、工藤一嘉、長周期構造物への地震入力に関連した表面波の評価、第5回日本地震工学シンポジウム、pp.273～279、1978、
- 3) 建設省土木研究所；土木研究所資料『確率手法に基づく動的解析用入力地震動波形の設定手法』、1983、
- 3、4) 中村晋、末富岩雄、吉田望；傾斜基盤の存在により生じるLove波スペクトル特性の予測に関する考察、土木学会論文集、1989、
- 4、5) Kawasumi, H.; Measure of Earthquake Danger and Expectancy of Maximum Intensity Throughout Japan inferred from the Seismic Activity in Historical Time, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.21, pp.469～482, 1951、
- 6) 例えば、渡辺啓行、塩見哲、沢田義博、川田治央；変電設備対策の研究－変電設備耐震設計用地震動－、電力中央研究所・技術研究所報告、No.380060, 1981、
- 7) 例えば、Katayama, T.; Seismic Risk Analysis in Terms of Acceleration Response Spectra, Proc. of 2nd U.S.National Conference on Earthquake Engineering, pp.117～126, 1979、
- 8) 宇佐美龍夫、資料日本地震被害総覧、東京大学出版会、1981