

I-537 巨大地震を想定したトンネルの設計法

NTT筑波フィールド技術開発センタ 正員 鈴木 崇伸
 NTT筑波フィールド技術開発センタ 正員 八木 高司
 NTT 東京総支社 正員 小林 佳宏

1. はじめに

従来、トンネルの耐震設計には、共同溝スペクトルや既往の強震記録を適当に補正したものが入力地震動として用いられてきた。一方で東京湾横断道路の耐震設計基準では、2つの耐震性の水準を定め（L-1、L-2）、稀にしか発生しない巨大地震に対してもトンネルの安全性を保証するように提案している。図-1に共同溝スペクトルと東京湾横断道路のL-1、L-2地震のスペクトルを比較したものを示すが、4種地盤において、共同溝スペクトルはL-1、L-2地震のスペクトルの中間程度の入力となっている。

本報告では、2つの入力地震動について同じ設計計算を行うのではなく、一方の計算結果から他方を簡易に推定する方法について考察し、さらに共同溝スペクトルによる設計結果をもとに、稀にしか発生しない巨大地震時の応答値を推定する方法を述べる。

2. 応答値の推定方法

トンネルのような地中構造物の地震時応答 S_T は次式の要因に分けられる。

$$S_T(\omega) = S_1(\omega) \cdot S_2(\omega) \cdot S_3(\omega)$$

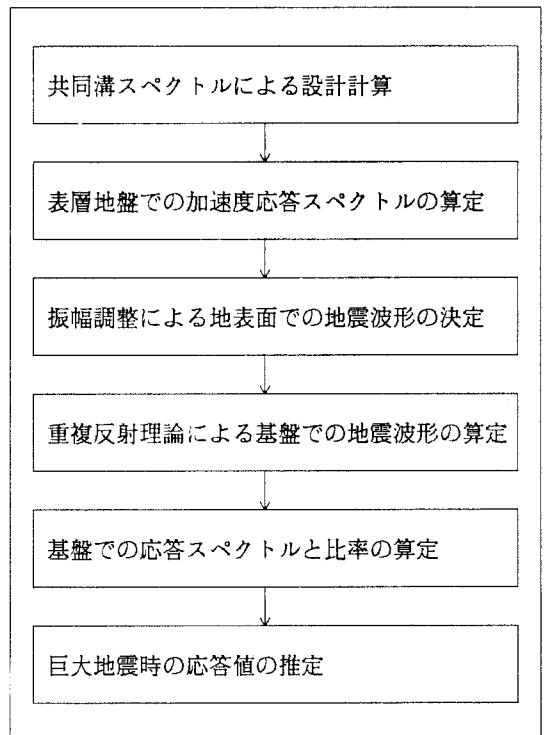
ここに、 S_1 は入力地震動の応答、 S_2 は表層地盤の振動特性、 S_3 は地中構造物の振動特性である。ここで地中構造物は地震時に自己振動せず、表層地盤の変形に従うものと仮定し、 S_3 は周波数に関係なく一定と考える。また、表層地盤のひずみが数%になるような地震動を考える場合、地盤の振動特性は大きく変化しないことが予想される。ここで最大応答値に注目すると、表層地盤の振動は一次元の剪断振動が卓越するため、地盤の固有周期で最大応答値を示すと考えられる。

よって地盤の固有周期における入力地震動の比率が計算できれば、一方の地震時応答値から他方が計算できると考えられる。

3. 巨大地震を想定した設計方法

巨大地震を想定する方法として、ここでは川島他により提案されている加速度応答スペクトルの距離減衰式を用いた。この式に建設地点の地盤種別、震央距離、想定する地震のマグニチュードを代入すれば、地表面における加速度応答スペクトルが得られる。次に既往の強震記録の中で適当なものを取上げ、巨大地震の応答スペクトルに合致するように周波数領域で振幅調整を行う。地表面で想定した強震記録を重複反射理論を用いて基盤での入力波形に変換し、さらに変位応答スペクトルを計算すれば、巨大地震を想定した入力地震動が得られる。このスペクトルと共同溝スペクトル

表-1 巨大地震時の応答の推定フロー



を比較して、対象地盤の固有周期付近の比率を計算すれば、共同溝スペクトルによる計算結果から、巨大地震時の応答値を推定できる。

一例として、図-2に東京湾奥で関東地震を想定した結果を示すが、地盤種別はⅢ種、震央距離は50km、 $M8.0$ を仮定している。図-3に想定した加速度応答スペクトルを目標に日本海中部地震の津軽大橋の記録を振幅調整した波形を示す。さらにSHAKEを用いて基盤面での波形に変換し、加速度応答スペクトルを計算したのが図-4である。東京湾奥での地盤の固有周期を1秒～2秒とすると、共同溝スペクトルにより求めた応答値の1.8倍程度の応答値となることが予想される。

4. おわりに

本報告では、2つの耐震性の水準に対する設計を行う場合に、合理的に一方から他方を推定しうることを述べたが、トンネルの耐震設計の合理化に向けて検討を進める予定でいる。

最後に、巨大地震を想定した設計の検討にあたり、御指導いただいた建設省土木研究所の川島室長に深く感謝いたします。

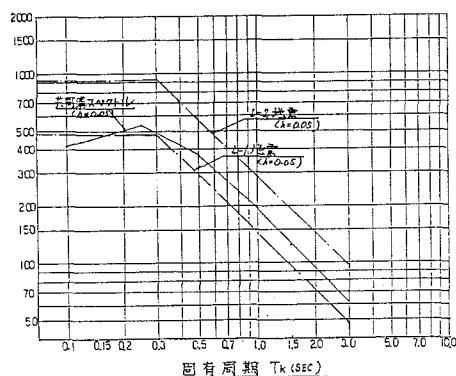


図-1 入力地震動の比較

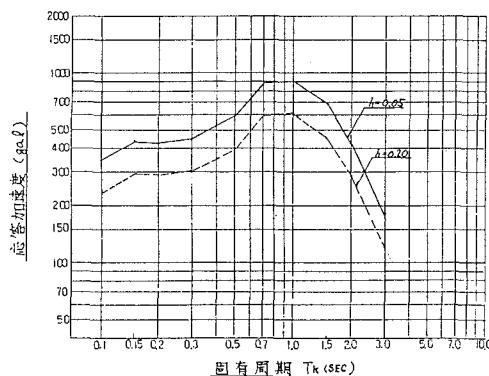


図-2 関東地震を想定した加速度応答スペクトル

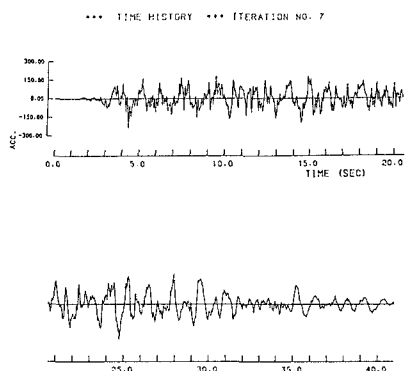


図-3 関東地震を想定した加速度波形

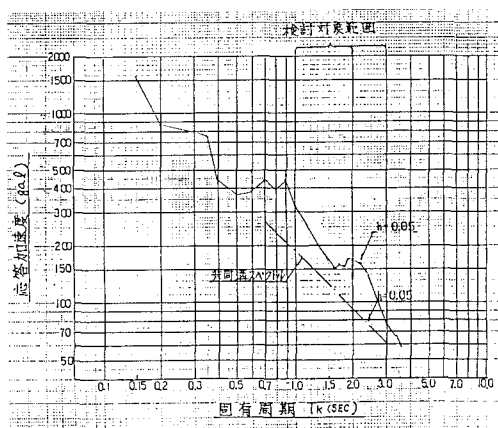


図-4 入力地震動のスペクトルの比較

〔参考文献〕

- (1) 川島、相沢：強震記録の重回帰分析に基づく加速度応答スペクトルの距離減衰式、土木学会論文集 NO350、1984.10