

地震観測に基づく原子力発電所基礎地盤の減衰定数の同定

背景

原子炉建屋が設置される基礎地盤の安定性評価は、原子力発電所の耐震安全性評価における重要な項目の一つである。基礎地盤の安定解析は通常 2 次元 FEM による数値解析で実施される。その際の重要な基本的物性値の一つである地盤の減衰定数は、硬岩地盤サイトにおいてはひずみや周波数に依存しない慣用的な値(慣用値)を用いるのが一般的となっている。そのため現行の減衰定数の慣用値を用いた地盤安定性評価の妥当性を検証するためには、実サイトにおける岩盤の減衰定数の特性を明らかにしておく必要がある。

目的

既設発電所で実施されている地震観測記録から地盤減衰定数の同定を行い、硬岩地盤における減衰定数の特性および地盤安定性評価における減衰定数の慣用値の位置づけを明らかにする。また、地盤の減衰定数が安定性評価(基礎地盤のすべり安全率)に及ぼす影響を明らかにする。

主な成果

1. 地盤安定性評価における減衰定数の現状調査と地震記録に基づく減衰定数の同定

硬岩地盤に立地した既設発電所 10 地点に対して地盤安定性評価における減衰定数の設定状況の調査を実施し、そのうち 2 地点について地震観測データに基づき減衰定数の同定を行った。本研究では減衰定数の同定に際し、既往の研究で指摘されている減衰定数の下限値の存在を考慮するため、新たな表現モデルを提案しそれを適用した(図 1)。以下に得られた知見を示す。

- (1) 既設発電所の地盤安定性評価における減衰定数の慣用値としては、調査の結果 2%から 5%の範囲の値が用いられ、調査対象全体の 8 割の地点で 3%が用いられていることが分かった。
- (2) 実サイトの地震観測データを用いた同定結果から減衰定数には下限値が存在し、S 波速度 2,000m/s 以下が主体の岩盤では 3%から 5%、S 波速度 2,000m/s 以上が主体の岩盤では 0.6%から 0.9%であった。既往の室内試験結果から減衰定数の下限値は内部減衰^{*1}に対応すると考えられ、地盤安定性評価における慣用値は S 波速度 2,000m/s 以下を主体とした岩盤の内部減衰と解釈できることが分かった(図 2)。

2. 減衰定数が基礎地盤のすべり安全率に及ぼす影響

減衰定数が基礎地盤のすべり安全率に及ぼす影響を、同定結果に基づく複数の異なる減衰定数を用いた数値解析により検討した。その結果、減衰定数の増加に対し浅いすべり線ではすべり安全率が増加する傾向がみられ、深いすべり線では減衰定数に対してほとんど変化しないことが分かった。またこれらの解析結果を通して、慣用値による地盤安定性評価は安全側の評価に位置づけられることが分かった(図 3)。

なお、本研究の一部は、電気事業連合会からの要請研究として実施した。

今後の展開

軟岩地盤や土質地盤での地震観測記録に対して提案する減衰定数の同定手法を適用し、複雑な減衰定数のメカニズムの解明を進める。

主 担 当 者 地球工学研究所 地震工学領域 主任研究員 佐藤 浩章

関連報告書 「地震観測記録に基づく地震動の減衰特性 - 硬岩地盤における減衰定数の同定と地盤安定性評価に及ぼす影響 - 」 電力中央研究所報告: N04041 (2005 年 7 月)

*1 履歴減衰や粘性減衰などの媒質の内部機構による減衰。対象とする周波数範囲では微小ひずみの履歴減衰と考えられる。

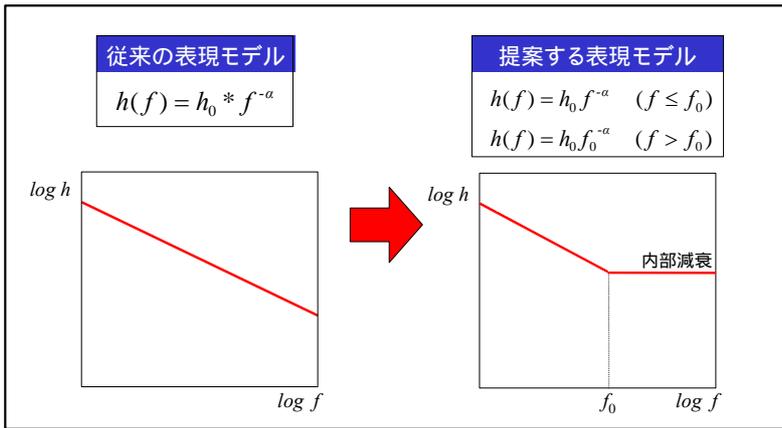
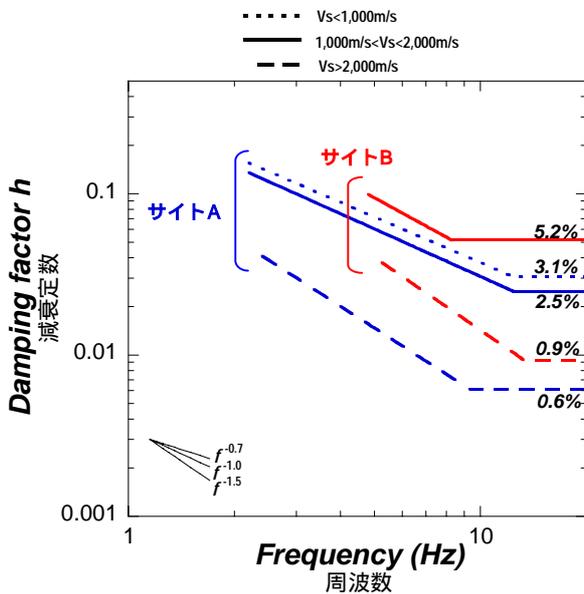


図1 減衰定数の新しい表現モデルの概念図

提案した表現モデルは、既往の研究で指摘されている減衰定数の下限値の存在を考慮できるように周波数 f_0 までは周波数依存性を示し、それより高周波数では一定値(下限値)となるように定義した。この提案モデルを実サイトにおける地震観測データに適用した結果、減衰定数の下限値は内部減衰に相当することが分かった。



提案する減衰定数の表現モデルを用いて、既設発電所における地震観測データから硬岩地盤の減衰定数の同定を実施した。その結果、地盤安定性評価に用いている減衰定数の慣用値(2%~5%)は、おもに S 波速度 2,000m/s 以下が主体となる岩盤での内部減衰として解釈できることが分かった。

図2 実サイト(硬岩地盤)において同定された減衰定数

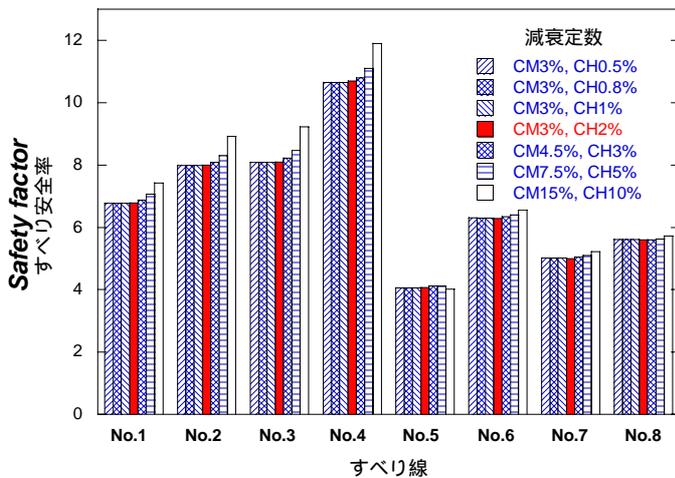
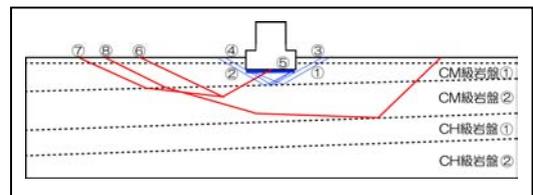


図3 減衰定数に対する基礎地盤のすべり安全率



異なる減衰定数を用いて地盤安定解析を行なった結果、浅いすべり線では減衰定数の増加に対しすべり安全率が増加する傾向がみられ、深いすべり線では減衰定数に対してほとんど変化しないことが分かった。また現行の慣用値による地盤安定性評価(CM 級岩盤 3%、CH 級岩盤 2%)は、安全側の評価結果に位置づけられることが分かった。