

鹿児島県の地盤振動特性を考慮した構造物のフラジリティー評価に関する基礎的研究

鹿児島大学大学院 学生会員 今村 賢治
鹿児島大学大学院 正会員 木村 至伸
鹿児島大学大学院技術部 種田 哲也

1. はじめに

地域の地震防災対策を立案する際には、将来発生する地震動に対して地震被害を予測することが必要となる。そのためには、各地域における地盤振動特性を把握し、その地点での地震動強さを適切に評価しておくことが重要となる。その一つとして、常時微動観測に基づいた H/V スペクトル比を算出し、地盤の振動特性を簡便かつ安価に推定する方法がある。鹿児島県は県内に広く分布する「しらす地盤」を有しているが、この手法を用いた検討は実施されていない。そこで本研究では、強震観測点における常時微動観測を行い、その H/V スペクトル比より鹿児島県内の地盤振動特性について検討を行った。さらに、この結果を用いた地震動推定を行い、推定地震動と地震動観測記録を用いたフラジリティー評価を行い、構造物の耐震性能評価に対する検討を行った。

2. 常時微動測定

鹿児島県内の K-NET 観測点において常時微動観測を実施した。観測では水平方向 2 成分と上下方向 1 成分の合計 3 成分の変位波形を同時に観測した。サンプリング周波数は 100Hz で、人工的ノイズを避けるため、夜間に 1 時間程度観測を実施した。計測記録から各成分とも比較的安定している 81.92 秒間のデータを 10 組以上選択し、これらの波形に対して高速フーリエ変換を行い、0.4Hz の Parzen Window の移動平均法により平滑化した。さらに、それらの相加平均をその地点の常時微動 H/V スペクトル比とした。図-1(a)に K-NET 観測点 KGS006(横川)、図-1(b)に K-NET 観測点 KGS007(川内)の常時微動 H/V スペクトル比と地震動 H/V スペクトル比を示す。横川は地盤に岩盤が存在しており、川内は地盤に二次しらすを有している。図より、横川の H/V スペクトル比のピークは、約 0.15~0.2 秒付近で 1 種地盤、川内の H/V スペクトル比のピークは、約 0.3~0.35 秒付近で 2 種地盤と判別することができる。よって、鹿児島県において、常時微動 H/V スペクトル比が地盤の振動特性を把握するうえで有効な手段であることが分かる。

3. 地震動推定法

本研究では、1997 年 3 月鹿児島県北西部地震において観測された強震記録を用いて、K-NET 観測点 KGS007(川内)を基準点とした場合における K-NET 観測点 KGS010(串木野)を推定点として地震動推定を行った。地震動推定法は、既往の研究により、常時微動観測記録と地震動観測記録を用いて

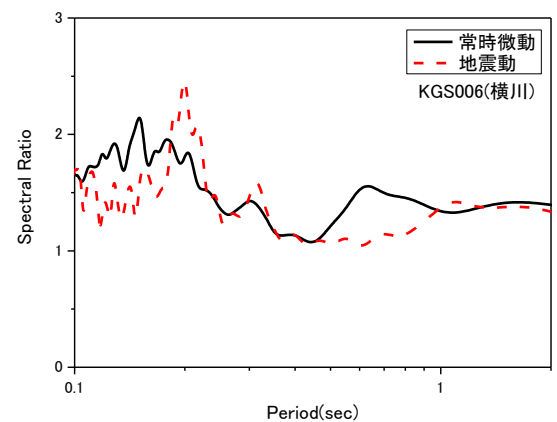


図-1(a) H/V スペクトル比(横川)

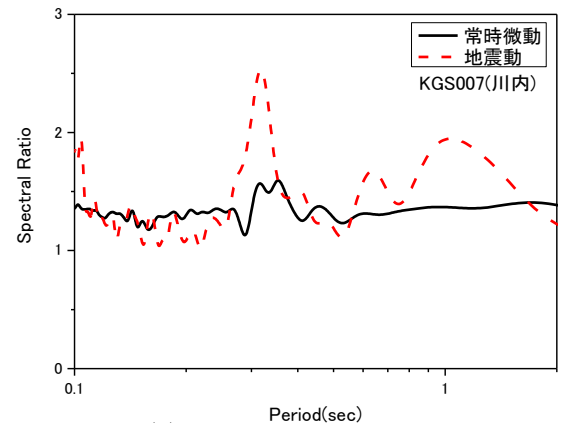


図-1(b) H/V スペクトル比(川内)

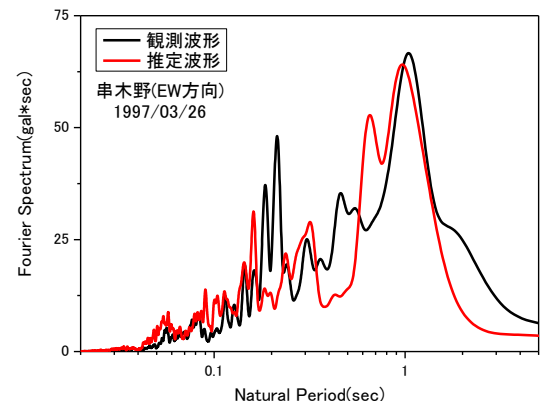


図-2 地震動フーリエスペクトル

(1)式によって表される。

$$H_E^E = \alpha \left(\frac{H/V}{H/V}_O \right)^M H_O^E \quad (1)$$

ここで、 H :水平方向のスペクトル振幅、 V :鉛直方向のスペクトル振幅、上添字の M は常時微動、 E は地震動、下添字の O は観測点、 E は推定点を表す。本研究では、右辺の補正係数 α を0.4とした。図-2に観測波形と推定波形の地震動フーリエスペクトルを示す。図より、推定地震動と地震動観測記録の卓越周期が近似しており、高い相関性があることが分かる。よって、鹿児島県の任意の地点での地盤振動特性の推定が可能であることが分かる。

4. 推定地震動による構造物の耐震性能評価

構造物の損傷評価に関して、Park らによって提案されている(2)式を用いた。

$$D = \frac{x_M}{x_u} + \frac{\beta}{Q_y x_u} \int dE \quad (2)$$

ここで、 x_M :最大応答変位、 x_u :終局変位、 Q_y :降伏耐力、 $\int dE$:履歴吸収エネルギー、 β :部材の断面特性に依存した正の係数を表しており、 $\beta=0.15$ である。こ

こでは、1自由度振動系を対象に、構造物の固有周期は0.5秒、減衰定数は5%として、Newmarkの β 法により解析を実施した。推定波形と観測記録を基に、モンテカルロシミュレーション法を実施した。モンテカルロシミュレーションの試行回数は1000回とした。

図-3は、推定点の串木野における観測波形と推定波形を用いて、モンテカルロシミュレーション法を実施し、地表面最大加速度の中央値に対する構造物の損傷指標 D の中央値を示したものである。図から、観測波形と推定波形で各中央値において相違が認められた。この要因として、推定時に用いた基準点と推定点の地盤条件や伝播経路の違いの影響が考えられる。図-4は、経年劣化を考慮した構造物の固有周期0.5秒の推定点の地震観測波形と推定波形の崩壊確率を示したものである。経年劣化を考慮する際、対象とする構造物の剛性が100年後に40%低減するとしている。図より、建設時における推定波形による崩壊確率が観測波形による崩壊確率を上回っており、安全側に評価できる。さらに、構造物の経年劣化を考慮した場合の構造物の崩壊確率は建設時と比較すると、地表面最大加速度の中央値が550galの時、建設時は約50%、100年後には約74%の構造物が崩壊していると判定され、経年劣化の影響が表されている。

5. まとめ

本研究では、常時微動観測記録を用いた H/V スペクトルの算出を行い、鹿児島県の地盤振動特性を考慮した任意の地点における地震動推定を行い、その推定波形と観測波形で構造物の損傷評価を行った。その結果として、鹿児島県における常時微動 H/V スペクトルを利用した地盤振動特性の推定法に対する適用が確認できたため、鹿児島県の地震防災対策における重要な情報となると考えられる。

参考文献

1) 丸山喜久, 山崎文雄, 本村均, 浜田達也: 常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案, 土木学会論文集, No.675/I-55, pp.261-272, 2001

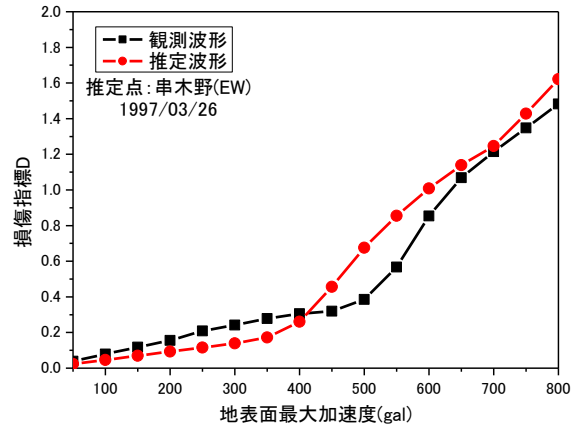


図-3 損傷指標 D

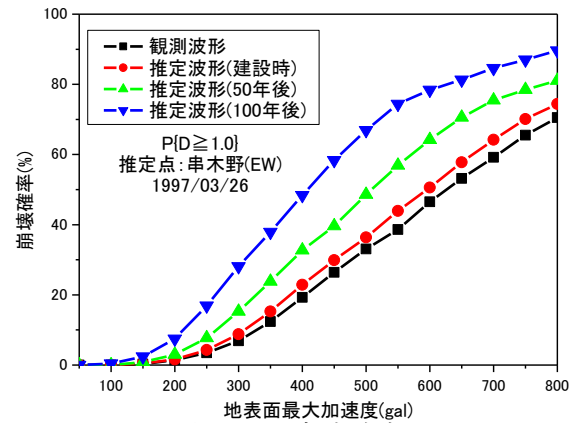


図-4 崩壊確率