

北海道で得られた地震波のスペクトル解析

北海道開発土木研究所 正員 佐藤 京
 北海道開発土木研究所 正員 今野 久志
 北海道開発土木研究所 正員 畑山 朗
 北海道開発土木研究所 正員 池田 憲二

はじめに

著者らは、地域特性を考慮した、より合理的設計を目指して北海道で得られた記録を用いた設計照査方法の適用について検討を始めた。

本論文は、そのアプローチとして北海道で得られた地震波のスペクトル解析を行い、北海道で発生する頻度の比較的高い地震動の特性についてとりまとめたものである。

1、対象記録

解析対象の地震は、北海道で地震動による被害が発生したものと100(gal)を超える記録が得られた地震である。選定した地震は、1993年釧路沖地震から2001年4月27日規模Mj5.9の8地震である。1993年北海道南西沖地震を除けば、太平洋側のプレート境界で起きている海溝型地震であった。これらの震央マップを図-1に示す。図中の番号は、表-1に記載してあるNo.である。

選定した地震で得られた記録の内、100(gal)以上の記録を解析対象とした。対象記録を表-2に示す。表-2に示すように、100(gal)以上を記録した観測地点の地盤種別は、1種地盤が3箇所、2種地盤が9箇所そして3種地盤が最もおおく18箇所である。

2、解析および検討手法

まず、記録の卓越周波数について整理を行う。これにより、観測地点での特性や発生した地震による特性を比較検討する。

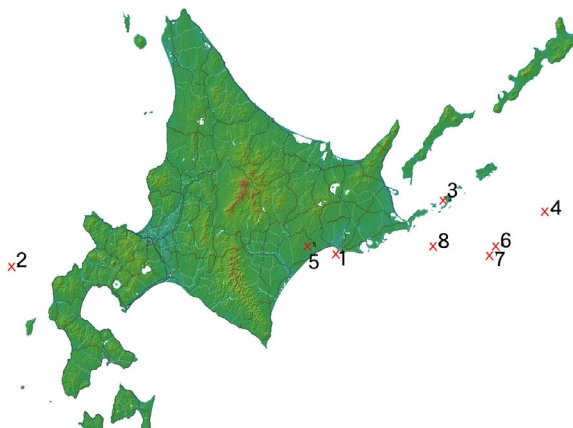


図-1 震央分布

表-1 解析対象地震の概要

| No. | 発生日時 | 震央 | | | 深さ(km) | 規模(Mj) | 備考 |
|-----|------------------------|---------|----------|-----|--------|--------------|----|
| | | 北緯 | 東経 | | | | |
| 1 | 1993.01.15 20:06:00 | 42° 55' | 144° 21' | 101 | 7.8 | 釧路沖地震 | |
| 2 | 1993.07.12 22:17:00 | 42° 47' | 139° 11' | 35 | 7.8 | 北海道 南西沖地震 | |
| 3 | 1994.08.31 18:07:00 | 43° 29' | 146° 04' | 84 | 6.5 | | |
| 4 | 1994.10.04 22:22:00 | 43° 22' | 147° 41' | 28 | 8.1 | 北海道 東方沖地震 | |
| 5 | 1999.05.13 02:56:54 | 43° 00' | 143° 54' | 100 | 6.1 | | |
| 6 | 2000.01.28 23:21:00 | 43° 00' | 146° 54' | 60 | 6.8 | | |
| 7 | 2000.08.16 05:21:00 | 42° 54' | 146° 48' | 10 | 5.9 | | |
| 8 | 2001.04.27 02:49:00 | 43° 00' | 145° 54' | 80 | 5.9 | | |

表-2 解析対象の加速度最大値

| No. | 観測局 | 地盤種別 | 震央距離 | 加速度(gal) | | |
|-----|----------|------|--------|----------|--------|--------|
| | | | | X(NS) | Y(EW) | Z(UD) |
| 1 | 大楽毛橋 | 2 | 11.86 | 371.97 | 351.89 | 117.85 |
| | 厚岸道路維持構内 | 3 | 42.01 | 325.47 | 454.3 | 145.65 |
| | 千代田大橋 | 3 | 78.28 | 243.76 | 244.13 | 70.04 |
| | 十勝河口橋 | 3 | 82 | 233.88 | 182.81 | 144.25 |
| | 温根沼大橋 | 3 | 100.5 | 341.53 | 363.13 | 114.45 |
| | 広尾橋 | 2 | 110.27 | 583.79 | 325.07 | 177.96 |
| | 斜里新大橋 | 3 | 111.71 | 168.19 | 147.17 | 54.52 |
| | 静内橋 | 3 | 177.46 | 271.81 | 323.34 | --- |
| 2 | 白鳥大橋 | 3 | 285.34 | 91.27 | 115.94 | 46.85 |
| | 磯谷橋 | 3 | 97.33 | 116.13 | 146.69 | 52.33 |
| | 上鳥崎橋 | 1 | 136.56 | 180.95 | 230.93 | 76.68 |
| | 白鳥大橋 | 3 | 153.06 | 151.37 | 170.2 | 80.58 |
| | 七峰橋 | 1 | 161.87 | 235.28 | 248.54 | 96.78 |
| 3 | 新石狩大橋 | 3 | 194.44 | 106.56 | 97.85 | 27.53 |
| | 温根沼大橋 | 3 | 52.52 | 190.69 | 146.06 | 88.75 |
| | 温根沼大橋 | 3 | 177.86 | 315.84 | 353.34 | 378.28 |
| | 大楽毛橋 | 2 | 279.76 | 157.12 | 105.97 | 104.12 |
| 4 | 千代田大橋 | 3 | 352.24 | 205.81 | 232.62 | 76.66 |
| | 鍛高 | 3 | 10.33 | 179.1 | 61.1 | 39.9 |
| | 阿寒 | 3 | 26.05 | 76.6 | 118.3 | 61.1 |
| 5 | 大樹町生花 | 3 | 57.76 | 198.9 | 129.8 | 56.5 |
| | 忠類村 | 2 | 69.46 | 104.9 | 107.3 | 35.9 |
| | 厚岸道路維持構内 | 3 | 75.77 | 115.3 | 71.2 | 21.9 |
| 6 | 根室道路総合構内 | 2 | 113.09 | 149.1 | 174.1 | 42.1 |
| | 厚床 | 2 | 136 | 132.4 | 181.6 | 54.2 |
| | りんどう大橋 | 3 | 168.76 | 143.5 | 151.3 | 71.4 |
| | 上尾橋 | 1 | 185.71 | 108.5 | 61.5 | 17.8 |
| 7 | 根室道路総合構内 | 2 | 109.83 | 114.8 | 85.5 | 15 |
| | 根室道路総合構内 | 2 | 44.42 | 218.4 | 85.8 | 65.9 |
| | 厚床 | 2 | 58.13 | 164.5 | 111.2 | 66.9 |

キーワード;地震波, スペクトル解析, 周波数特性

連絡先;062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 1-34 TEL;011-841-1698 FAX;011-820-2714

次に、減衰定数を 0.0%、2.0%、5.0%、10.0%、20.0%とした加速度応答スペクトル倍率を算出する。これらを観測サイトごとおよび地盤種別ごとに取りまとめ、それぞれを比較して特性を分析している。ここでは、減衰定数 0.5%の結果のみ整理している。

この結果から、同一観測点で複数の地震による記録が得られている場合には、その地点特性を検討するために地震毎のスペクトルを比較する。また、地盤種別で記録を分類し、地盤種別毎の比較と地盤種別間での比較検討を行う。

なお、いずれの解析においても、取得した加速度波形に対してフィルタは適用しない。

3、結果と考察

スペクトル解析による卓越周波数を表-3に示す。

地震別で比較すると、卓越周波数が 1Hz 程度を境として地震を分類することができる。1Hz 以下の地震には、1994 年北海道東方沖地震以前に発生している、甚大な被害を引き起こした地震が含まれている。1Hz 以上の地震においては、被害の報告は聞いていない。次に観測地点において得られる卓越周波数の特性について着目したが、地震により変化しており、卓越周波数の主たる説明変数が、地震特性であると考えられる。

応答スペクトルの地点別結果を図-2に示す。ここでは、大楽毛橋（2種地盤）と厚岸大橋（3種地盤）の記録を掲載した。

大楽毛橋では、1993 年釧路沖地震と 1994 年北海道東方沖地震で得られた記録である。0.1Hz～1.0Hz の広い範囲で、2 倍～3 倍程度の応答を示している。また、釧路沖地震により厚岸道路維持事業所で記録したデータから応答スペクトルを求めた結果も、0.1Hz～3.0Hz の広い範囲で、1 倍～2 倍程度の応答特性を示している。しかし、1999 年 5 月 13 日に発生した地震により、厚岸道路維持で得られた記録では、0.1～0.5Hz と狭い範囲で 2 倍～5 倍と大きな応答特性があるもののこれを越える周波数では、大きく減衰している

これらの結果は、卓越周波数の結果とも一致しており、被害を伴う地震とそうで無い地震での特性が現れていると考えられる。

4、まとめ

本論文では、北海道で得られた比較的大きな地震での記録を用いたスペクトル解析を行い、その特性について検討した。

発生頻度の比較的低い被害を伴った大きな地震では、広範囲の固有周期に対して、大きな応答を示しており、発生頻度の高い地震とは異なる特性を示していることが分かった。

今後は、道路橋示方書に述べられたように、建設地点の地震情報や地盤条件等を考慮して設計地震動を設定できるよう北海道で得られている地震動の解析を継続する。

表-3 卓越周波数

| 観測箇所名 | 地盤種別 | 地震発生日時 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|---------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | | 1993_01_15 | | 1993_07_12 | | 1994_08_31 | | 1994_04_10_04 | | 1999_05_13 | | 2000_01_28 | | 2000_08_16 | | 2001_04_27 | |
| | | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) | X(NS) | Y(EW) |
| 上尾幌 | 1 | | | | | | | | | | | 3.96 | 3.98 | | | | |
| 上島崎橋 | 1 | | | 0.92 | 1.04 | | | | | | | | | | | | |
| 七峰橋 | 1 | | | 5.58 | 6.26 | | | | | | | | | | | | |
| 広尾橋 | 2 | 1.59 | 2.17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 大楽毛橋 | 2 | 2.07 | 1.33 | | | | | 1.18 | 0.27 | | | | | | | | |
| 忠類村 | 2 | | | | | | | | | 5.43 | 3.79 | | | | | | |
| 厚床 | 2 | | | | | | | | | | | 3.08 | 3.15 | | | 2.6 | 2.92 |
| 根室道路総合構内 | 2 | | | | | | | | | | | 3.76 | 3.42 | 3.47 | 3.16 | 3.57 | 3.28 |
| 白鳥大橋 | 3 | 1.49 | 1.66 | 1.47 | 1.71 | | | | | | | | | | | | |
| 磯谷橋 | 3 | | | 1.3 | 0.86 | | | | | | | | | | | | |
| 阿寒 | 3 | | | | | | | | | 2.12 | 2.95 | | | | | | |
| 千代田大橋 | 3 | 0.68 | 2.36 | | | | | 1.05 | 4.49 | | | | | | | | |
| 温根沼大橋 | 3 | 0.32 | 0.44 | | | 2.84 | 2.76 | 2.07 | 1.75 | | | | | | | | |
| 静内橋 | 3 | 0.33 | 0.39 | | | | | | | | | | | | | | |
| 斜里新大橋 | 3 | 0.67 | 0.67 | | | | | | | | | | | | | | |
| 十勝河口橋 | 3 | 0.53 | 0.53 | | | | | | | | | | | | | | |
| 厚岸道路維持構内 | 3 | 0.29 | 1.08 | | | | | | | 3.04 | 3.47 | | | | | | |
| 新石狩大橋 | 3 | | | 3.14 | 0.36 | | | | | | | | | | | | |
| 大樹町生花 | 3 | | | | | | | | | 0.99 | 1.19 | | | | | | |
| 鐵高 | 3 | | | | | | | | | 1.85 | 2.03 | | | | | | |
| りんどう大橋 | 3 | | | | | | | | | | | 2.22 | 1.27 | | | | |

