

平成 15 年(2003 年)十勝沖地震の地震記録

Earthquake motion of Heisei 15 year (2003) Tokachi-oki Jishin

北海道開発土木研究所	○正員	佐藤 睦治	(Mutsuharu SATO)
北海道開発土木研究所	正員	佐藤 京	(Takashi SATOH)
北海道開発土木研究所	正員	岡田 慎哉	(Shin-ya OKADA)
北海道開発土木研究所	正員	池田 憲二	(Kenji IKEDA)
北海道開発局	正員	佐藤 昌志	(Masashi SATO)
専修大学北海道短期大学	正員	金子 孝吉	(Takakichi KANEKO)

1. はじめに

平成15年9月26日04時50分、北海道十勝沖を震源とするマグニチュード8.0の大規模な地震が発生した。気象庁は、同日付けでこの地震を「平成15年(2003年)十勝沖地震」と命名した。この地震により、釧路町、幕別町、新冠町、浦河町、静内町、厚岸町、鹿追町、豊頃町、忠類村の気象庁観測所で震度6弱を観測したほか、東北地方、関東地方と広い範囲で震度1から5強の揺れを記録している。また、太平洋沿岸で津波が観測され、気象庁・大学等津波合同調査班のこれまでの調査(平成15年10月6日発表1))によると、十勝港(検潮所)で2.8m、百人浜〔北海道幌泉郡えりも町(ほろいずみぐんえりもちょう)〕で遡上高4.0mなどの津波が確認された。

この地震による被害は、行方不明者2人、負傷者844人、家屋損壊1,526棟、床下浸水9棟(2003年10月22日13時00分現在、消防庁調べ)となり、平成6年北海道東方沖地震以来の北海道に被害を伴った地震となった。

本論文では、北海道開発局が管理している観測局において、本地震で得られた地震動分布について整理するとともに北海道周辺海域を震源として発生した平成5年釧路沖地震、平成5年北海道南西沖地震と平成6年北海道東方沖地震と比較してその地震動分布特性についてとりまとめた。

2. 地震概要

北海道周辺海域で発生した大規模地震としては、平成6年北海道東方沖地震以来である。平成15年(2003年)十勝沖地震は、1952年3月4日に発生した十勝沖地震とほぼ同じ震源域で、メカニズム解においてもほぼ同等であると発表されている2)。気象庁発表による諸元を表-1に示す。

表-1 平成 15 年(2003 年)十勝沖地震の諸元

	本震
地震発生時刻	2003年9月26日04時50分
震央位置	北緯41° 47' 東経144° 05'
震源深さ	42km
規模	M8.0 (暫定)

3. 地震観測

北海道開発局での地震観測は、耐震設計に資する資料を収集するために昭和41年より実施されている。平成5年釧路沖地震、平成5年北海道南西沖地震や平成6年北海道

東方沖地震を受け、平成6年より強震観測の高度化を検討し、オンライン型の強震観測網の構築を開始した。その後、オンラインでのデータ取得の活用方法として、河川および道路管理者にデータの共有化を図り、地震発生後の初動体制に重要な情報提供を目的とした地震観測網へと発展した。このシステムは、地震発生中に最大加速度、

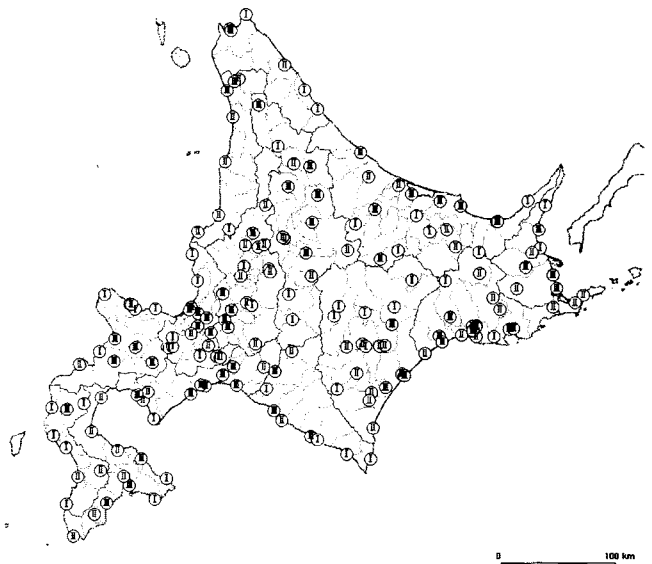


図-1 WISE 観測局位置図 (数字は地盤種別を示す)

表-2 サーボ型速度計の主な仕様

センサー部	
測定周波数範囲	0.018~100Hz(-3dB) 0.05~70Hz(±3%)
最大測定範囲	速度±200kine 加速度±2,000gal
感度	速度 50mV/kine 加速度 5mV/gal
精度	基準感度誤差±0.5%以下
分解能	300μkine 以下
直線性	0.05%以下
許容最大加速度	30G(0.1sec 以内)
収録機器部	
入力フィルタ	46.5Hz(-12dB/oct)
AD変換	16bit
サンプリング方式	全チャンネル同時サンプリング
サンプリング周波数	100Hz
トリガー設定範囲	10~1,000mkine

最大速度、最大変位、計測震度やSI値の配信と過去の被災記録より統計的に算出している指標値と得られた最大記録を用いて被害発生確率（危険度）を示す情報を提供する機能を有している。このシステムを地震情報伝達システム（以下、WISE（ワイズ））といい、平成8年度より稼働させている。図-1に示すように現在では、WISEに接続されている観測局が176箇所となっており、重要な情報ネットワークシステムとなっている。なお、図-1に示すローマ数字は、道路橋示方書にしたがった地盤種別を示す。また、ほとんどの観測局では、地盤に設置しているトリガー用センサーには、速度型地震計を用いており、精度の高い変位波形を算出出来るよう考えられている。センサーの仕様を表-2に示す。

4. 地震動記録

今回の地震により146観測局で記録が得られた。この内、震央距離200km未満かつ最大加速度が100gal以上の観測局での最大加速度、最大速度、計測震度とSI値を表-3に示す。なお、ここに示しているSI値は、情報の迅速な提供のために式(1)による簡便法によって算出されているものである。

簡便法によるSI値算出

$$SI = \frac{1.75}{2.4} Sv \dots \dots \dots (1)$$

Sv: 速度応答スペクトル振幅

Svは、T = 1.5secまたは

T = 2.5secの大きい値を適用

この表に示すように最大加速度を記録したのは、震央から約106km離れた十勝川河口近傍の大津郡豊頃町にある大津水位観測所

(Ⅲ種地盤)であり、EW成分が526(gal)を記録した。また、同観測所での最大速度は、NS成分、EW成分ともに100(kine)を越えており、平成8年度より稼働したWISEでの最大値を記録した。この地点の速度波形記録を図-2に示す。速度波形記録のNS成分には、長周期成分が含まれているような記録となっている。おそらく地震計が傾斜したものと考えられるが、今後の調査により詳細を明らかにする。なお、大津水位観測所近傍では、河川管理用道路が大きく崩壊するなどの被害を受けた。

表-3 地震動記録

観測局名	震央距離	加速度 X	加速度 Y	加速度 Z	速度 X	速度 Y	速度 Z	計測 震度	SI 値
広尾橋	83.88	96.30	105.20	50.80	6.27	9.54	5.10	4.4	6.5
大樹橋	103.51	420.60	508.30	141.60	70.66	46.09	36.36	5.8	89.4
大樹町生花	104.68	461.60	420.10	320.70	128.88	70.93	27.87	6.1	184.1
大津水位観測所	106.72	424.10	526.30	191.50	141.88	107.00	22.50	6.1	137.0
忠類村	107.87	384.10	378.80	135.30	68.06	46.25	24.12	5.7	50.6
直別	121.17	385.30	504.30	221.80	90.84	97.51	50.64	6.2	136.1
浦河 絵笛	121.19	220.10	292.30	140.60	49.76	41.53	24.09	5.5	58.4
三石町鳥舞	127.79	159.10	150.40	88.30	24.94	29.61	24.14	5.0	37.0
中札内	129.03	172.80	179.40	115.70	30.46	42.69	18.93	5.1	41.0
鑑高	135.42	206.40	304.20	82.30	33.71	45.23	7.98	5.5	28.1
大楽毛橋	137.23	150.90	154.60	90.40	49.57	34.38	6.67	5.1	34.5
池田河川事業所	137.76	335.40	425.60	215.10	68.74	71.24	17.18	5.9	88.0
鉤網跨線橋	138.04	263.60	183.40	104.40	62.84	32.81	14.14	5.6	70.7
上尾幌	142.14	386.10	325.20	76.30	27.27	23.88	8.34	5.5	28.6
帯広河川事務所	144.12	262.50	237.50	151.60	42.98	49.71	20.72	5.2	40.5
岩保木	147.32	173.50	254.30	143.40	31.83	38.94	10.20	5.3	37.9
十勝大橋	147.35	181.30	178.30	125.40	36.66	44.56	17.36	5.2	46.8
阿寒	152.14	306.20	282.40	145.80	51.84	31.29	15.28	5.2	34.9
土狩大橋	152.48	241.40	123.80	115.90	38.93	31.66	17.93	5.1	37.6
東橋水位流量観測所	152.81	287.70	397.60	168.90	24.64	35.68	13.48	5.3	31.6
門静	152.83	213.40	185.20	151.10	32.93	28.79	8.13	5.4	33.2
厚岸道路維持構内	154.83	311.60	292.80	101.50	28.84	23.75	6.16	5.5	28.7
中茶安別	166.42	214.80	215.00	202.50	26.05	28.23	10.81	5.2	35.3
大狩部	166.80	208.60	168.80	84.00	63.49	48.27	23.24	5.3	61.0
足寄	166.96	150.50	235.40	95.30	19.97	26.60	13.63	4.9	19.2
土幌水位流量観測所	170.96	132.90	156.50	87.10	19.09	18.55	13.86	4.7	22.1
標茶河川	174.39	181.90	179.50	161.90	26.99	24.66	12.47	4.9	25.8
清水道路維持構内	180.90	179.10	159.60	134.10	39.53	34.24	17.14	5.1	39.6
幌毛志	182.96	140.20	156.40	52.40	24.73	31.88	14.41	5.0	33.8
阿寒道路維持構内	183.64	151.70	184.80	79.90	31.01	27.71	9.12	5.3	34.1
足寄大着地	186.38	131.80	101.10	59.90	9.66	16.99	6.96	4.3	14.2
厚床	187.23	280.00	315.80	150.70	15.98	11.40	4.49	5.0	13.0
西春別	188.27	275.10	322.50	153.30	32.41	41.17	7.76	5.4	60.3
弟子屈道路総合構内	193.00	131.80	143.80	106.50	19.77	20.78	8.81	4.7	31.2

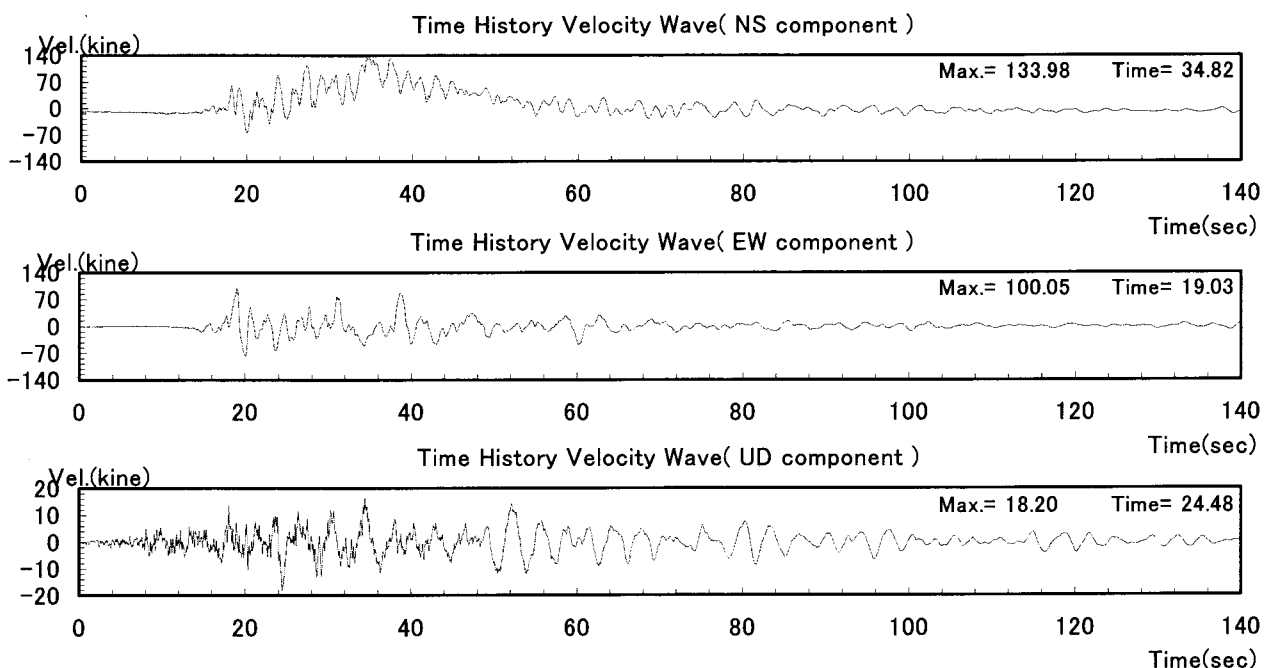


図-2 大津水位観測所での速度波形記録

5. 地震動分布

地震発生時の初動活動や被災箇所の早期確認等や地域特性を十分に考慮した耐震設計を実施するためにも構造物の位置する箇所や建設予定地域で考慮すべき地震動を明確にすることが重要と考えられる。そこで、得られた記録より十勝沖を震源とする地震動分布を検討するため、図-3に示すようにWISEおよび気象庁より発表された平成15年(2003年)十勝沖地震による記録と図-4に示す1952年十勝沖地震の震度分布を整理した。同様に図-5には、平成5年釧路沖地震、平成5年北海道南西沖地震そして平成6年北海道東方沖地震により記録されている震度を整理し、北海道周辺に震源をもつ地震動による北海道の地震動分布特性について考察した。なお、WISEは計測震度を用いている。

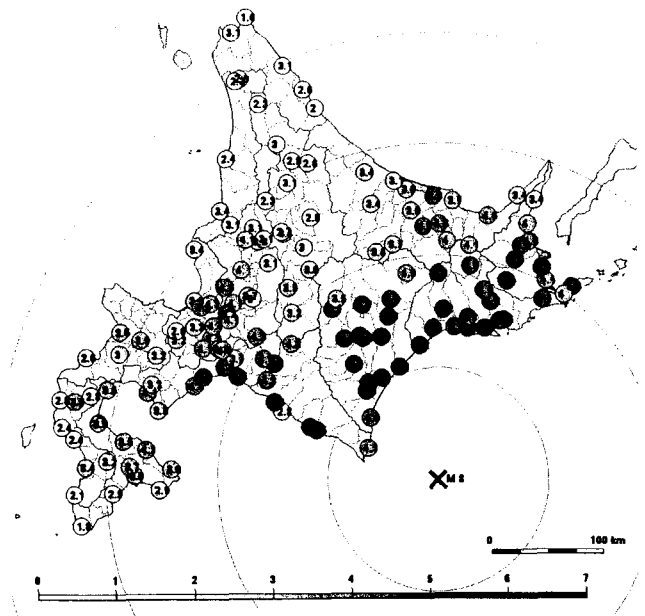
まず、十勝沖震源域で発生した地震の分布特性について検討する。

平成15年十勝沖地震では、図-3 a) と b) に示すように震央より200km以内に位置する日高、十勝および釧路支庁管内で震度4から震度6強の揺れが記録されている。また、震央距離が300kmを越えても震度4を記録している箇所があることや震度1の記録が1観測局しかなかったこと等からも規模の大きさがうかがえる。震度分布特性については、震央より日本海側に向かう方向とオホーツク海側に向かう方向とは、明確な違いはないようであるが震度3と震度4の広がりには違いがみられる。1952年の十勝沖地震の記録でも平成15年十勝沖と同様に北海道全域で大きな揺れを記録していることが示されている。この地震では、震度観測点が少ないため、地震動分布を明確にすることは難しいが、今回の地震同様、震度3と震度4の広がりやの違いから地震動の分布に方向性があると思われる。

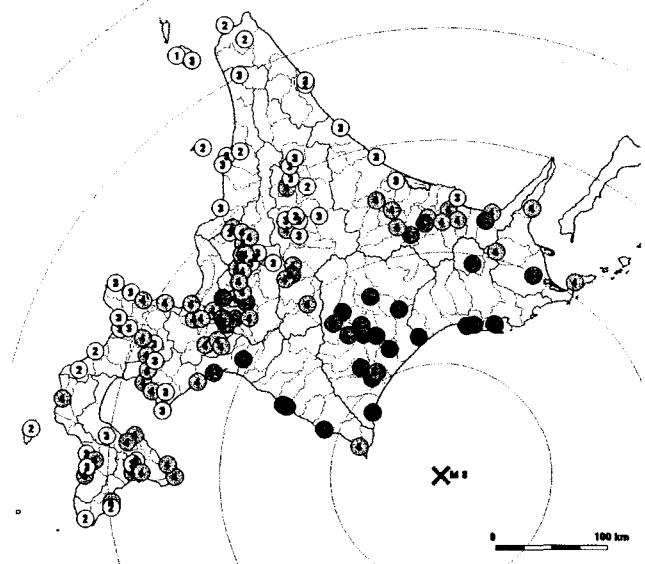
次に同じ太平洋側で震源をもつ釧路沖地震について図-5 a)に示す。釧路沖地震では、十勝沖地震の震源域で発生する地震の震度分布よりも異方性が明瞭になってきている。十勝沖および釧路沖を震源とする地震動の分布は、震源よりオホーツク海側に向かう伝達は、日本海側に向かう伝達より減衰が大きいと思われる。特に同じ太平洋側を震源とする図-5 b)に示す東方沖では、これらと類似している傾向を示しており、震源よりオホーツク海側に沿った地域の減衰特性と震源から日本海側に向かう震度分布に明確な違いがある。

これに対して、日本海側で発生した図-5 c)に示す南西沖地震では、震源からの距離にほぼ比例し震度が分布していると思われる。これは、地震発生域が北海道と同じプレート上であることや震源深さが浅かったことなどが考えられる。

少ないケース数ではあるが、北海道の地震動の分布特性として、太平洋側の十勝沖震源域から釧路沖震源域に至る地域では、震度分布がほぼ同じような震度分布の異方性をもって地震動が広がり、東方沖震源域に至っては、減衰の異方性が顕著となっている。このことから、太平洋側に震源をもつ地震では、日本海側に向かい伝達する地震動の減衰が小さいため道南方面でも震央に近い地域と同等の揺れが発生する可能性がある。また、北海道南西沖のみであるが、日本海側を震源域とした場合には、

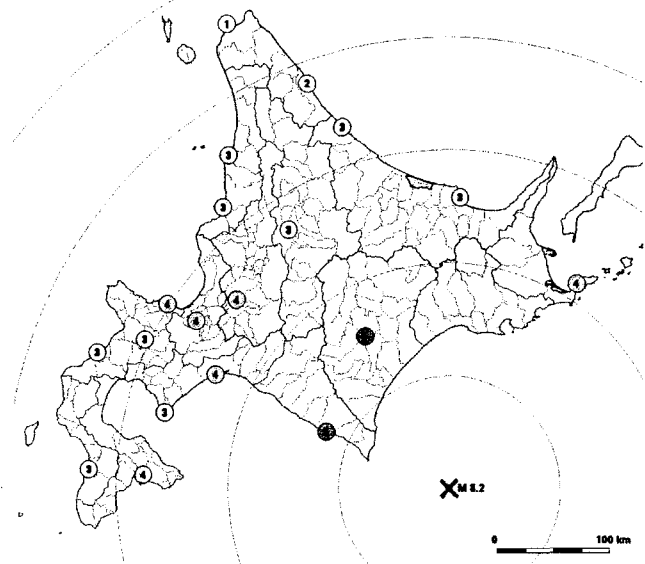


a) WISEの観測値



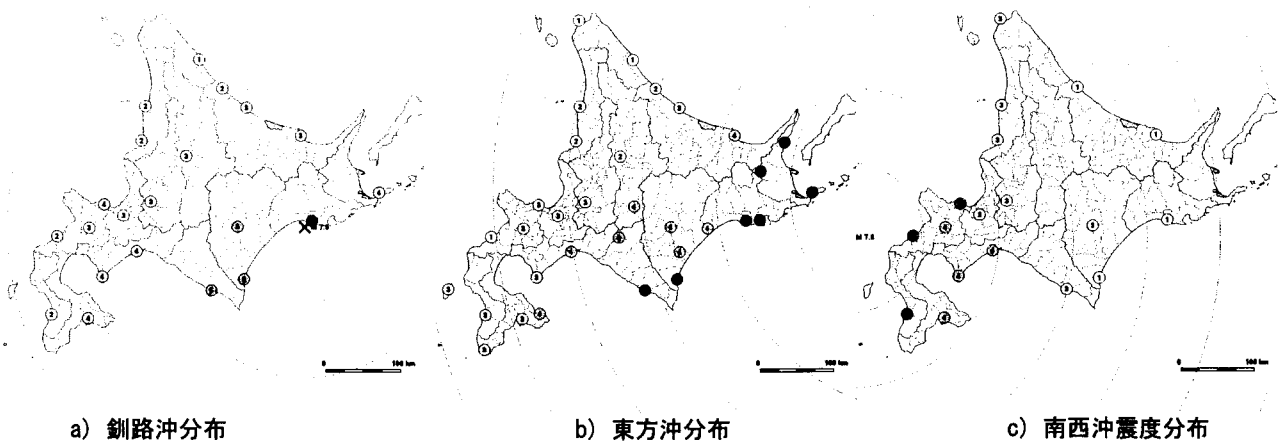
b) 気象庁発表値

図-3 平成15年(2003年)十勝沖地震の震度分布



(気象庁発表記録より)

図-4 1952年十勝沖地震の震度分布



a) 釧路沖分布 b) 東方沖分布 c) 南西沖震度分布
 図-5 過去の地震による震度分布

地震動分布の異方性はみられず震源距離に比例して、地震動が減衰すると思われる。

6. 地震動の距離減衰

震度分布から太平洋側に震源をもつ地震動については、日本海側で発生する地震との震動分布が異なることが予想された。そこで、加速度と震央距離との関係について地域を分けて整理した。区分けとしては、渡島、檜山、胆振、日高、後志、石狩、留萌、空知支庁を区分1、それ以外を区分2とし距離減衰の比較した。これらを図-6に示すとおおそ直線より下方を区分1、上方を区分2となる。なお、図-6は地震計の位置、水平最大加速度も合わせて示している。図-7には、図-6で区分けした観測局で得られた記録の震央距離と水平最大加速度の関係を示している。左を区分1、右側の図が区分2の結果である。

その結果、十勝沖地震の震源から日本海側に向かう地域の加速度減衰がオホーツク海側に向かう減衰より、多少ではあるが減衰こう配が緩やかであることが示された。

このことは、将来、構造物の耐震設計において個別の想定地震ごとに入力地震動を設定する場合、単純に地震規模、距離減衰と地盤種別によって決めるのではなく、地震の震源域ごとに地震動分布が異なることに注意して設定するべきであることを示唆している。

7. まとめ

現在、地域特性を考慮したより合理的な耐震設計を行うためには、各地域で考慮されなければならない地震動を特定することが重要と考えている。そこで、今回の記録、そして被害からの教訓を生かせるよう分析を鋭意進める。

参考文献

- 1) 気象庁・大学等津波合同調査班・報道発表資料・平成15年10月6日「平成15年(2003年)十勝沖地震」の津波現地調査について
- 2) 気象庁発表資料

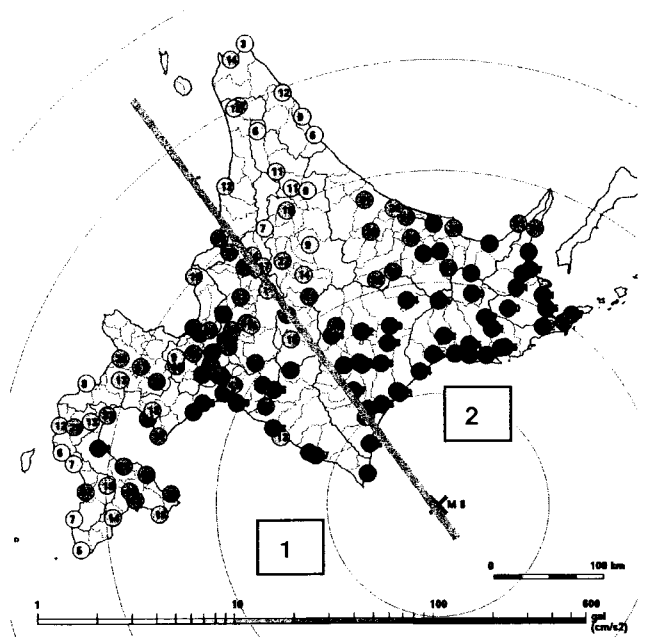


図-6 検討区分

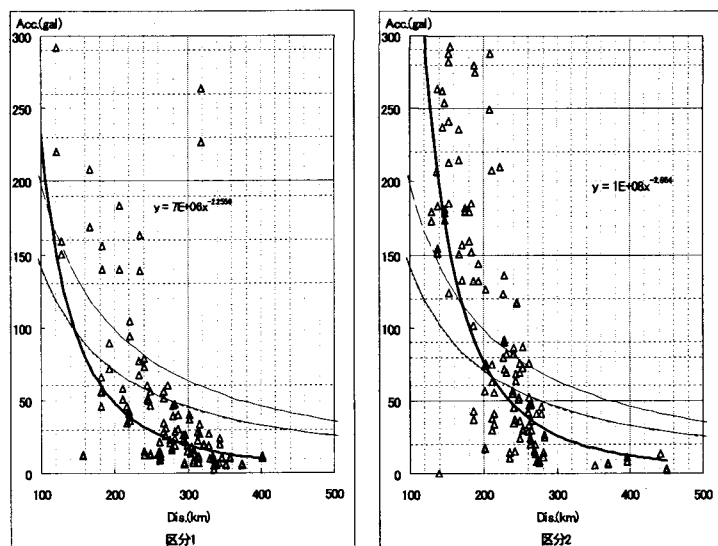


図-7 震央距離と最大水平加速度