

# (97) JRの警報地震計でみた1993年釧路沖地震

(財)鉄道総合技術研究所 齋田 淳  
 (財)鉄道総合技術研究所 中村 豊  
 (財)鉄道総合技術研究所 田母神宗幸

## 1. はじめに

1993年1月15日、平成5年(1993年)釧路沖地震が発生した。本地震は、釧路で震度6を観測したのをはじめとして関東甲信越地方まで有感となった非常に規模の大きな地震である。なお、震度6を観測したのは昭和57年(1982年)浦河沖地震以来である。気象庁による本地震の諸元を表1に示す。

ここでは、JRの沿線に設置された警報地震計のデータを中心に、釧路沖地震を考察する。

表1 釧路沖地震の諸元

名称	平成5年(1993年)釧路沖地震
発生日時	1993年1月15日20時06分06.9秒
震央地名	釧路沖
震源	北緯42°53.5' 東経144°22.4' 深さ103.2km
規模	M7.8

気象庁「PRELIMINARY EARTHQUAKE ORIGINS」による

## 2. 被害状況

本地震は、表1に示すように深さ103kmという深い地震でありながら、大きな被害を及ぼした非常に珍しい例である。JRでも根室本線と釧網本線などで150カ所以上の被害があった。JRの被害分布を図1に示す。また図1中の円は、既往の被害データに基づいた被害発生限界<sup>1)</sup>と実際の被害限界を示す。

今回の地震は深い地震であったため、地震規模に対して想定される被害範囲よりも実際の被害範囲はかなり狭くなっている。JRの被害は土構造物に対するものが主であるが、凍期であり、表層土が凍結して堅くなっているために被害が軽減されているとも推測される。また被害は根室本線と釧網本線に集中して発生している。根室本線の場合、釧路以東ではほとんど被害がないのに対し、釧路以西では震源から130km以上離れた新得周辺まで被害が及んでいる。また釧網本線の被害も、釧路湿原境界部において多発している。このように被害範囲には多くの線区があるにもかかわらず、根室本線、釧網本線のみ被害が集中しているのは興味ある現象である。震央を中心とした方位ごとに被害頻度をまとめてみると図2のようになる。方位30°付近と270°付近に被害が集中しているのがわかるが、この方向には釧路湿原、利別川河口部

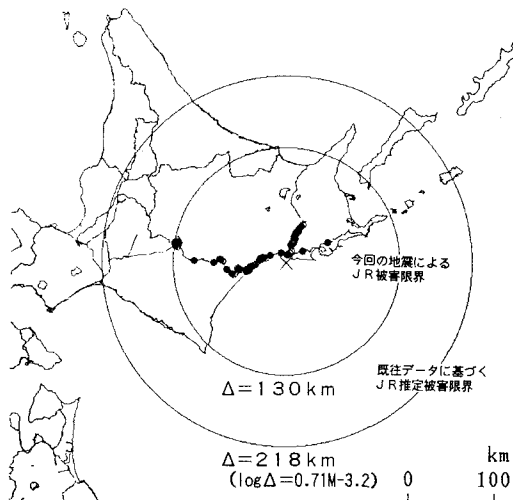


図1 被害分布

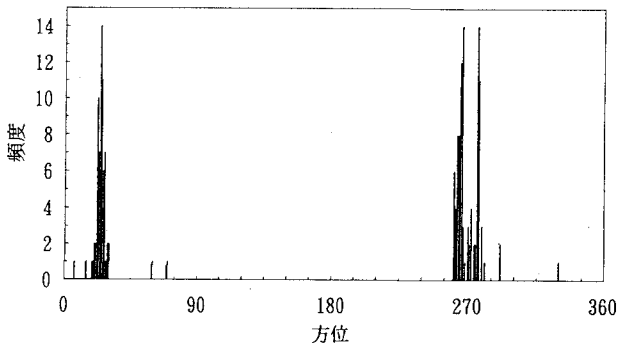


図2 被害の方位別発生頻度

の湿地帯がある。つまり、これらの現象は線路配置や地質・地形に大きく影響されているものと考えられる。

### 3. 最大加速度分布<sup>2)</sup>

図3は今回の地震で観測された、NEWS型警報地震計およびそれと同等の特性を持つ地震計で観測された最大加速度の分布を示したものである。また図4は最大加速度の距離減衰である。今回の地震では、釧路地方気象台で922Galを記録したのをはじめ、JRの地震計でも豊別で406Gal、豊頃で370Gal、乙供で235Gal、八戸で106Galという大きな加速度が記録された。ただしJRの最大値は5Hz以上の周波数成分をのぞいたものである。また加速度の分布は、一般に太平洋側の方が日本海側に比べて大きくなっている。

図4には次の中村・富田式(1984)<sup>3)</sup>による基盤相当加速度の推定値を示している。

$$\log_{10}A = 0.168M - 0.51\log_{10}(\Delta + H) - 0.0551 \times 10^{-0.156M} \times \Delta + 1.86 \quad \dots (1)$$

- ただし、A : 最大加速度(Gal)  
M : マグニチュード  
Δ : 震央距離(km)  
H : 震源深さ(km)

一般に最大加速度の距離に対する値のパラッキは10倍程度におさまるのに対し、今回の地震の場合20~30倍にも達している。また、Δ=400kmまでは、今回の最大加速度の下限とこの推定基盤加速度とはほぼ一致している。さらに、400kmより大きな震央距離では、推定式と加速度の下限の乖離が大きくなっていくようにみえる。5Gal以下のデータがなく、加速度の下限値ははっきりしないのでΔ>400kmでの減衰特性は、むしろ最大加速度の上限値で判断した方がよいと思われる。

図5は各測点の最大加速度と式(1)による推定基盤加速度との比を、震央からの観測点方位に対して示したものである。この加速度比には各地盤の増幅特性のほか、震源から各地点への伝播特性も含まれている。

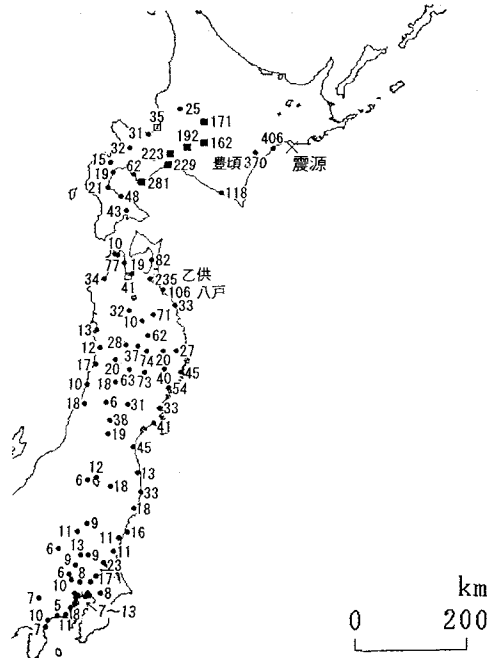


図3 NEWS相当地震計の最大加速度分布

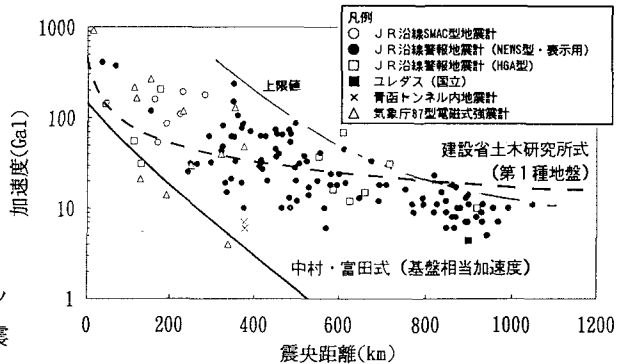


図4 最大加速度の距離減衰図

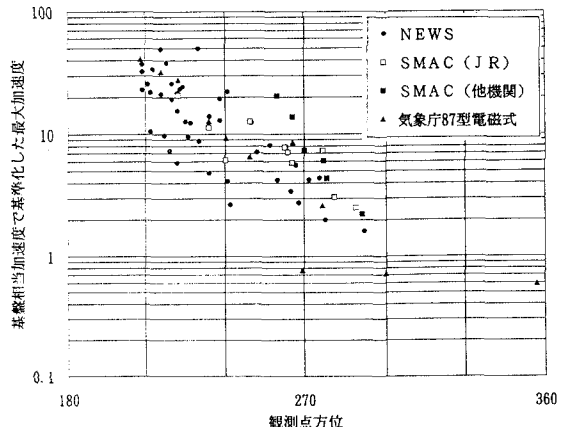


図5 観測点方位と観測加速度/基盤相当加速度の関係

図3、図4のデータは、地震計の機種による特性の違いが小さくなるよう、J Rで用いられているNEWS型と、一般に用いられているSMAC-B2型のものを中心に使用したが、図5では、比較のため気象庁87型電磁式強震計のデータも用いている。また推定値の適用範囲を考慮して震源距離は500km以内とし、観測点方位は北を0°、時計回りを正とした。

図5によると加速度比は測点方位210°付近をピークとして減衰していることがわかる。しかし値のバラツキが大きく各観測地点の地盤特性の影響が大きいのことを示唆している。

一般に表層地盤の増幅倍率と地表面での最大地震動の水平/上下比は、図6のようにほぼ1:1に対応している<sup>4)</sup>。

式(1)による基盤相当加速度を基準にした加速度比と、最大加速度の水平/上下比と比較すると、図7のように、ほぼ1:1に対応する一群も認められるが、多くは推定された増幅倍率の方がはるかに大きな値を示す。この一群の最大加速度には、表層地盤の増幅特性以外の要因が大きく作用していると推測される。

表層地盤の増幅特性を加速度最大値の水平/上下比で見積もることができると仮定し、推定基盤加速度/観測最大加速度比をさらにこの比で除し、表層の影響を取り除いた。図8はこの結果を示したものである。

図8によれば、データのバラツキはかなり小さくなっている。特異値を示す210°~240°は東北地方のデータに対応しており、東北地方の太平洋沿岸の、いわゆる異常震域の影響をあらわしているものと思われる。また気象庁87型電磁式強震地震計によるデータと、J Rの地震計によるデータは異なった曲線上にあるが、これは地震計の周波数特性の違いによるものであろう。J Rの地震計は、5 Hzと低い振動数を対象として最大加速度を算出している。

以上のように、今回の地震の最大加速度の分布にはかなり明瞭な方位特性が認められる。これは震源からの放射波動の振幅に方位特性があることに加えて、東北地方太平洋沿岸の異常震域の影響が強くあらわれた結果と考えられる。

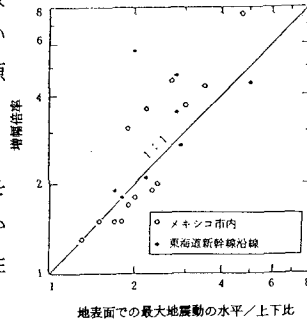


図6 最大地震動の水平上下比と増幅倍率の関係

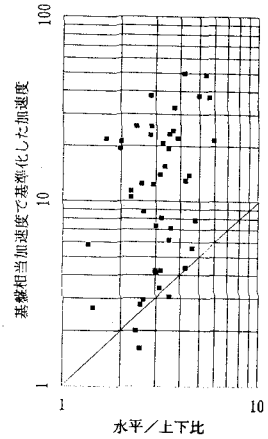


図7 最大加速度の水平上下比と基盤加速度で基準化した加速度

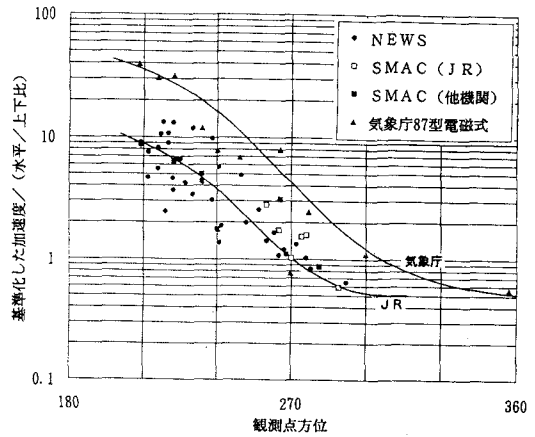


図8 観測点方位と基準化した加速度の水平上下比で除したものの関係

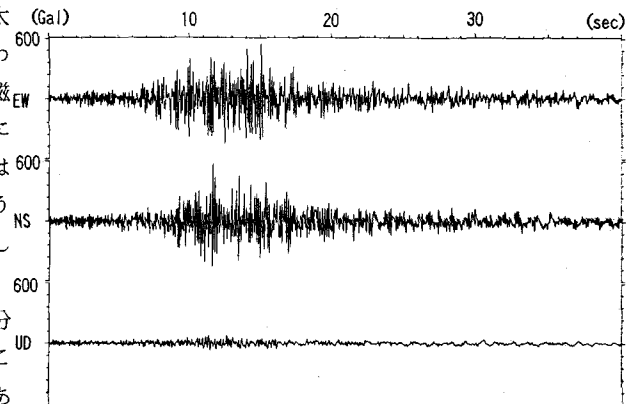


図9(a) 観測波形(豊頃)

#### 4. 地震波形

今回の地震時に観測された波形のうち、豊頃 ( $\Delta = 69\text{km}$ )、乙供 ( $\Delta = 349\text{km}$ )、八戸 ( $\Delta = 58\text{km}$ ) の波形を図9に示す。豊頃と乙供の加速度波形は10Hz以上をカットして記録したものであり、八戸のものはほぼ30Hz程度まで平坦な周波数特性の加速度波形となっている。大きな振動の継続時間は、豊頃は10秒弱であるが、乙供、八戸では15~20秒にのびている。これは表層地盤の影響と思われる。また卓越振動数も各地点で異なり、表層地盤特性の差が強くでていることがわかる。

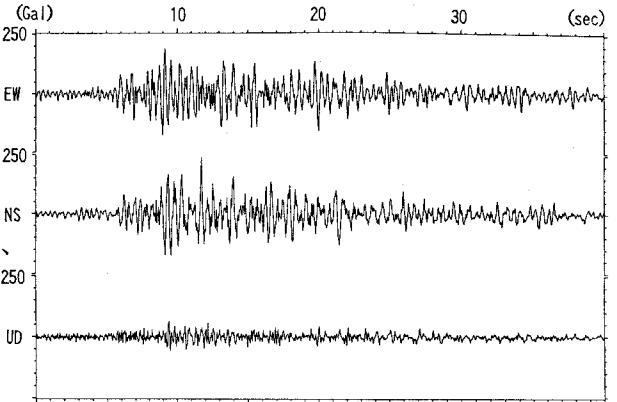


図9(b) 観測波形(乙供)

図10は豊頃 velocity response spectrum である。

図10のスペクトルは、約2秒の周期と0.14秒前後の短い周期で大きくなっている。減衰2%の速度応答は80cm/sを越えておりかなり大きい。こうした大きな地震動により、豊頃付近の鉄道橋梁(利別川橋梁)や道路橋(池田大橋)が大きな被害を受けたものと考えられる。

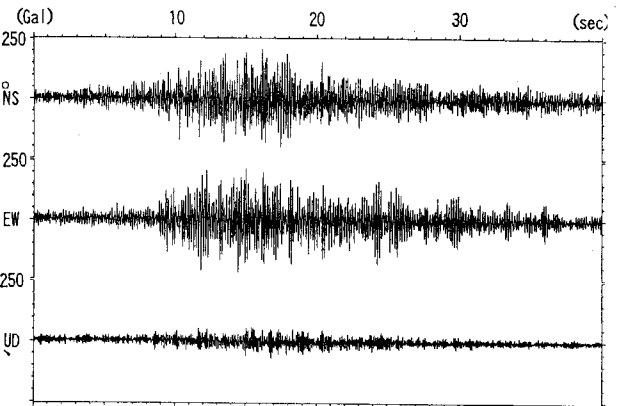


図9(c) 観測波形(八戸)

#### 5. まとめ

今回の地震は非常に深い地震であるのにもかかわらず大きな被害を及ぼしたが、深さのためか、鉄道構造物に対する被害範囲はマグニチュードから想定される被害範囲よりも小さかった。

最大加速度や被害の状況には方位特性が明瞭に認められた。地震動の方位特性には震源における波動の放射特性と、太平洋沿岸の異常震域の2つの要因が考えられる。また被害の方位特性は、その方向に存在する被害を受けやすい地形地質要因に起因すると思われる。しかし、被害が多発する方位と加速度がより大きくなる方位とは一致しておらず、明瞭な関係は見いだせなかった。

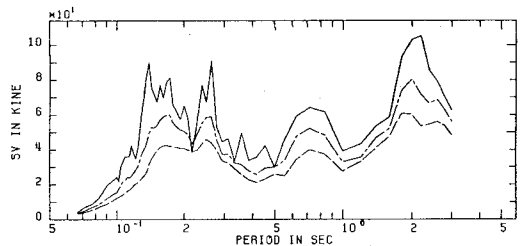


図10 速度応答スペクトル

#### 参考文献:

- 1) 美藤恭久・中村豊・富田健司: 東海道・山陽新幹線のための地震時ダウンタイム短縮化対策、鉄道技術研究報告No. 1294、1985年3月
- 2) 強震観測事業推進連絡会議: 強震速報No. 41、防災科学技術研究所、1993年2月
- 3) 中村豊・富田健司: 最大加速度の推定式、第39回土木学会年次学術講演会講演概要集、1984年
- 4) 中村豊: 常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定、鉄道総研報告、1988年4月