

疑似点震源モデルを用いた 1993 年釧路沖地震の強震動シミュレーション

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 ○野津 厚

1. はじめに

1993 年釧路沖地震は港湾施設に大きな被害を与えた地震である。施設の被害状況は詳細に記録されており¹⁾、被害予測プログラムの検証などを行っていく上で貴重な資料となっている。しかしながら、被害をもたらした地震動は、港湾内の一箇所(図-1 の釧路-G)で観測されているだけである²⁾。最近の知見によれば、同一港湾内でも、サイト特性の空間的な変化により地震動が著しく異なる場合がある(例えば³⁾)。従って、港湾内の一箇所で得られた観測記録を港湾内の全域にわたり無条件で適用してしまうと、ミスリーディングな結果になりかねない。釧路港においても、後述の通り、港湾の中で地震動の特性は大きく変化しているものと推察される。従って、港湾内におけるサイト特性の空間的な分布を明らかにし、その結果を踏まえて、地震動の事後推定を行うことが必要である。本研究は、その準備として、1993 年釧路沖地震の疑似点震源モデル⁵⁾を作成し、釧路港における強震記録を用いて、その妥当性の検証を行ったものである。

2. 対象地点

釧路港およびその周辺の強震観測点としては港湾地域強震観測の釧路-G(現在の釧路-U)と K-NET 釧路がある(図-1)。釧路-G ではサイト増幅特性のピークは約 0.8Hz であるが⁶⁾、K-NET 釧路では約 2Hz であり⁶⁾、大きく異なっている(図-1)。従って、釧路港の中で地震動の特性は大きく変化しているものと推察される。本研究では、1993 年釧路沖地震の記録が得られている釧路-G(地中の観測点は釧路-GB)を対象とする。

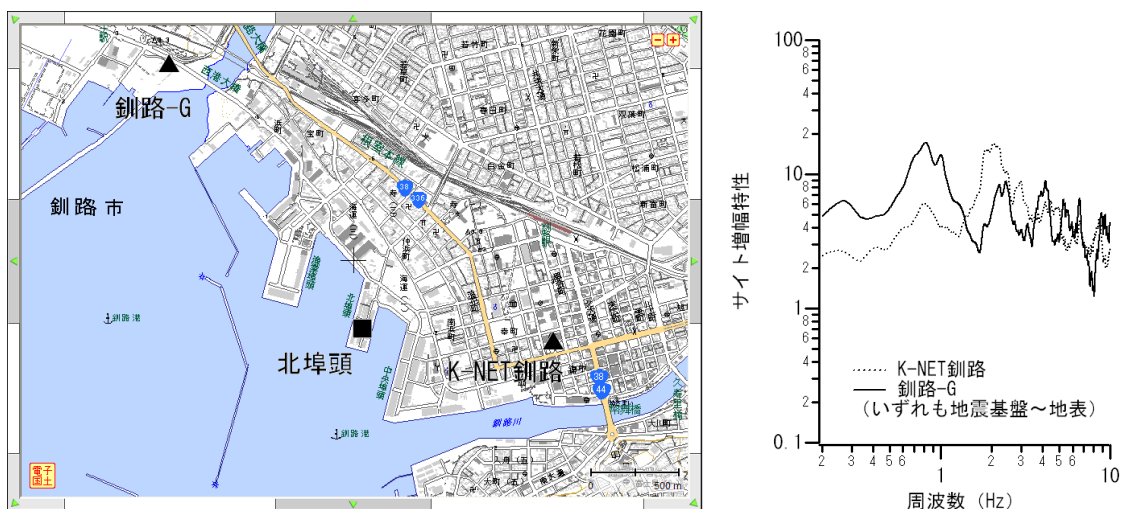


図-1 強震観測点(釧路-G, K-NET釧路)の位置(左)およびそこでのサイト増幅特性(右)⁶⁾

3. 震源モデル

1993 年釧路沖地震を対象とした震源モデルとしては森川・笹谷⁷⁾のもの、野津⁸⁾のものなどがあるが、これらの震源モデルは釧路市内の記録によって拘束されておらず、釧路市内への適用性が示されていない。一方、釧路市内の記録を説明できる震源モデルが波形インバージョンにより求められているが^{9) 10)}、対象周波数が 2Hz 以下に限定されている。そこで、ここでは、釧路市内に適用可能であり、かつ、10Hz 程度の高周波成分まで適用可能な震源モデルを新たに作成した。作成した震源モデルは、疑似点震源モデル⁵⁾と呼ばれる新しいもので、従来の特性化震源モデルとは異なり、大地震の震源に含まれる個々のサブイベントに対して、地震

キーワード 1993 年釧路沖地震, 強震動, 疑似点震源モデル, 非線形パラメタ, FLIP

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷 1 丁目(外濠公園内) (公社)土木学会 全国大会係 TEL 03-3355-3442

表-1 1993年釧路沖地震を対象として作成した疑似点震源モデル

	東経 (度)	北緯 (度)	深さ (km)	地震モーメント (Nm)	コーナー周波数 (Hz)	破壊時刻 (s)
サブイベント1	144.357	42.917	100.6	0.80E19	0.67	0.0
サブイベント2	144.157	42.817	100.6	1.80E19	0.67	5.5

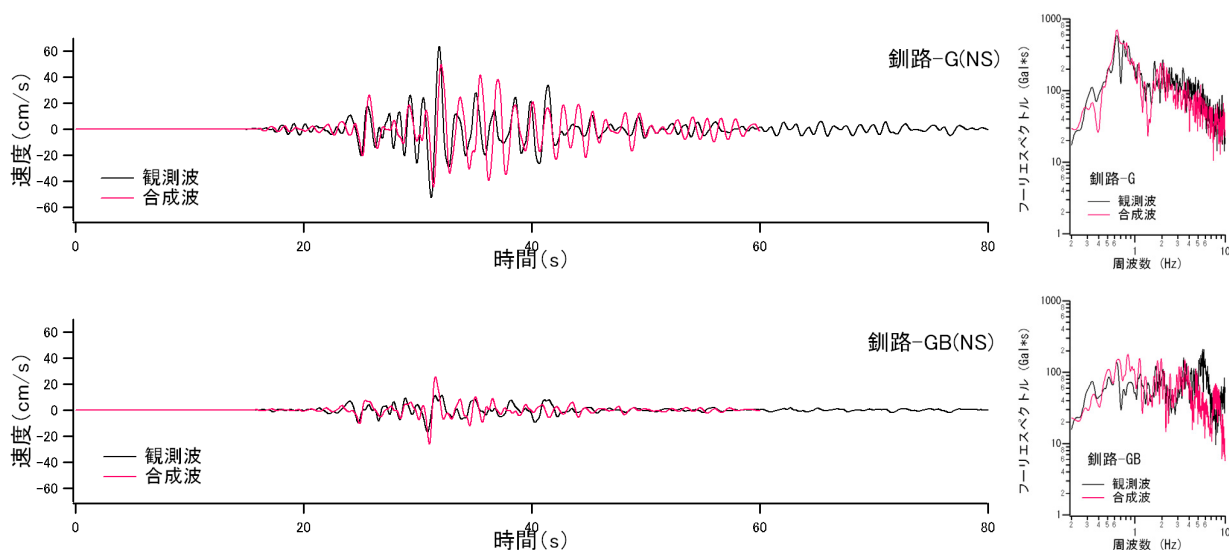


図-2 疑似点震源モデル+有効応力解析による釧路-G, 釧路-GBの速度波形およびフーリエスペクトルの再現結果

モーメントとコーナー周波数という二つのパラメタのみを規定するものである。従って、従来の震源モデルと比較して大幅に単純化されているが、2011年東北地方太平洋沖地震に適用した場合に、観測波の再現性が良いことが示されている⁵⁾。疑似点震源モデルに関する詳しい説明は文献⁵⁾を参照していただきたい。1993年釧路沖地震を対象とした疑似点震源モデルのパラメタは試行錯誤により表-1に示す通り設定した。

4. 強震動シミュレーション

この震源モデルにより釧路-Gでの地震動が適切に再現されるか検討する。地震動の計算には、非線形パラメタと有効応力解析を組み合わせた方法¹⁰⁾を用いた。すなわち、最初に釧路-Gの工学的基盤における2E波を非線形パラメタを用いて計算し、次に、この2E波を入力した表層地盤の1次元有効応力解析を行い、地表および地中での地震動を計算した。工学的基盤の2E波を計算する際、サイト増幅特性としては、釧路-Gにおけるサイト増幅特性(図-1)を工学的基盤まで引き戻して用いた。また、位相特性としては、文献¹⁰⁾で用いられている釧路沖地震の最大余震の釧路-Gでの記録を工学的基盤まで引き戻して用いた。非線形パラメタの値としては文献¹⁰⁾で推定されている $\nu_1=0.86$, $\nu_2=0.01$ を用いた。水平2成分への地震波エネルギーの分配を表す係数である $PRTITN$ は、観測に合うように、EWを0.53, NSを0.85とした。表層地盤の有効応力解析にはFLIP¹¹⁾を用いた。その際、文献¹⁰⁾と同様の地盤モデルを用いた。この地盤モデルについては、釧路-GB(地中)の記録を入力した地震応答解析を行うことにより、十分な精度有することが確認されている。以上の方法で計算された釧路-G(地表), GB(地中)における地震動を観測結果と比較したものが図-2である。地震動の再現性は良好であると判断される。今後はこの震源モデルを用いて地震動の事後推定を行っていく予定である。

参考文献 1) 上田他(1993), 港湾技研資料 No.766. 2) 松永他(1994), 港湾技研資料 No.777. 3) 野津・若井(2011), 港空研資料 No.1244. 4) Kinoshita, S. (1998), *Seim. Res. Lett.*, **69**, pp.309-332. 5) 野津(2012), 地震 **2**, **65**, pp.45-67. 6) 野津・長尾(2005), 港空研資料 No.1112. 7) 森川・笹谷(2002), 月刊地球号外, No.37, pp.138-144. 8) 野津(2004), 地震 **2**, **56**, pp.337-350. 9) 野津(2003), 土木学会地震工学論文集, **27** (CD-ROM). 10) 野津(2007), 土木学会地震工学論文集, **29**, pp.114-122. 11) Iai, S. et al. (1992), *Soils and Foundations*, **32**, pp.1-15.