

経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法に基づく 2008年岩手・宮城内陸地震における温湯温泉での地震動の推定

日本工営（株）中央研究所 〔正〕 ○秦 吉弥
日本工営（株）中央研究所 〔F〕 大角恒雄
（独）港湾空港技術研究所 〔正〕 野津 厚

1. はじめに

2008年岩手・宮城内陸地震では、各地で非常に強い地震動が観測された。震源近傍の北上川水系一迫川流域下の温湯温泉周辺では、国道398号線が通行止めになるなど甚大な地盤災害が発生しており、被災原因の究明などに役立てるためにも当該地点における強震動を推定することは非常に重要である。本稿では、経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法^{1),2),3)}を用いて、温湯温泉地点における強震動を推定した結果について報告する。その際、中小地震観測記録に基づいて温湯温泉によるサイト増幅特性を設定した。さらに野津(2008)による当該地震の波形インバージョンの結果⁴⁾を参考に構築した特性化震源モデルを使用した。

2. サイト特性の設定

著者らは、2008年11月から2009年2月までの約4ヶ月間、温湯温泉において地震観測を実施した。図-1に得られた中小地震記録の震央分布と温湯温泉周辺の強震観測点の分布を示す。温湯温泉地点におけるサイト増幅特性は、S/N比が十分に高い地震観測記録を利用し、既存強震観測点とのスペクトル比に基づいて設定した。具体的には、温湯温泉地点と基準強震観測点で同時に得られた中小地震観測記録を対象に、幾何減衰を考慮したフーリエスペクトルの比率(温湯温泉/強震観測点)を計算し、この比率を各基準強震観測点における既存のサイト増幅特性⁵⁾に掛け合わせることで設定した。図-2に温湯温泉とその周辺の強震観測点におけるサイト増幅特性を示す。本検討では、強震動計算におけるサイト特性の考慮方法として古和田の方法¹⁾を採用しているため、サイト増幅特性のほかにサイト位相特性の設定が必要になる。図-3はKiK-net鳴子における本震の位相特性を12月15日の中小地震の位相特性に置き換えた速度波形(置換波)をもとの速度波形(観測波)と比較したものである。同図より観測波と置換波が概ね類似しており、温湯温泉におけるサイト位相特性としては、2008年12月15日の地震のものを採用した。

3. 特性化震源モデル

当該地震の波形インバージョン結果⁴⁾を参考に特性化震源モデルの構築を行った。図-4に示す波形インバージョンによる最終すべり量分布⁴⁾において特にすべり量の大きい領域(b)に矩形のアスペリティの配した特性化震源モデルを構築した。面積は48 km²(長さ8 km×幅6 km)、地震モーメントは4.0E+18 Nm、ライズタイムは0.58 sec、分割数は5×5×5である。経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震波形計算手法^{1),2),3)}により、温湯温泉周辺の複数の強震観測地点での本震時の速度波形を計算したところ、図-5に一例を示すように観測結果を一定の精度で再現することができた。このとき多重非線形効果を考慮するための非線形パラメータ⁶⁾を用いて計算を行っている。

4. 強震動計算手法

本検討では、強震動計算手法として、統計的グリーン関数法のバリエーションの1つである古和田の方法¹⁾を適用した。具体的には、まず、地震基盤での地震動を評価し、次に、地震基盤での地震動をフーリエ変換し、振幅にサイト増幅特性(図-2参照)を乗じ、更に、中小地震記録(2008年12月15日の地震：図-3参照)を周波数領域で振幅1に調整して乗じ、最後に、フーリエ逆変換を行った。また強震波形計算プログラム³⁾としては、野津・菅野(2008)によるものを使用し、多重非線形効果⁶⁾を考慮して本震時の温湯温泉における地震動を推定した。

5. 強震動計算結果

図-6に推定した地震動の時刻歴速度波形を示す。この図より、本震時における温湯温泉地点は、最大水平速度30～50 kine程度の地震動であったと推定される。今後は、推定地震動を用いた動的解析等を実施する予定である。

謝辞：国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所および(独)土木研究所土砂管理研究グループ火山土石流チームには、地震観測場所をご提供いただきました。また、(独)防災科学技術研究所のK-netおよびKiK-netの強震記録を使用させていただいた。ここに記して謝意を表します。

キーワード 2008年岩手・宮城内陸地震、特性化震源モデル、アスペリティ、サイト増幅特性、サイト位相特性

連絡先 〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原2304 日本工営(株)中央研究所 TEL 029-871-2037 FAX 029-871-2022

参考文献：1)古和田明，田居優，岩崎好規，入倉孝次郎(1998)：経験的サイト増幅・位相特性を用いた水平動および上下動の強震動評価，日本建築学会構造系論文集，**512**，97-104. 2)野津厚，山田雅行，長尾 毅(2006)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した盆地生成表面波のシミュレーション，土木学会論文集 A，**62**(4)，891-905. 3)野津厚，菅野高弘(2008)：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法-因果性と多重非線形効果に着目した改良-，港湾空港技術研究所資料(CD-ROM)，1173，28p. 4)野津厚(2008)：2008 年岩手・宮城内陸地震の震源モデル(暫定版)-デジタルデータ付き-，研究ノート，**30**，港湾空港技術研究所地盤・構造部耐震構造研究チームホームページ. 5)野津厚，長尾毅，山田雅行(2007)：スペクトルインバージョンに基づく全国の強震観測地点におけるサイト増幅特性とこれを利用した強震動評価事例，日本地震工学会論文集，**7**(2)，215-234. 6)野津厚，盛川 仁(2003)：表層地盤の多重非線形効果を考慮した経験的グリーン関数法，地震 2，**55**，361-374.

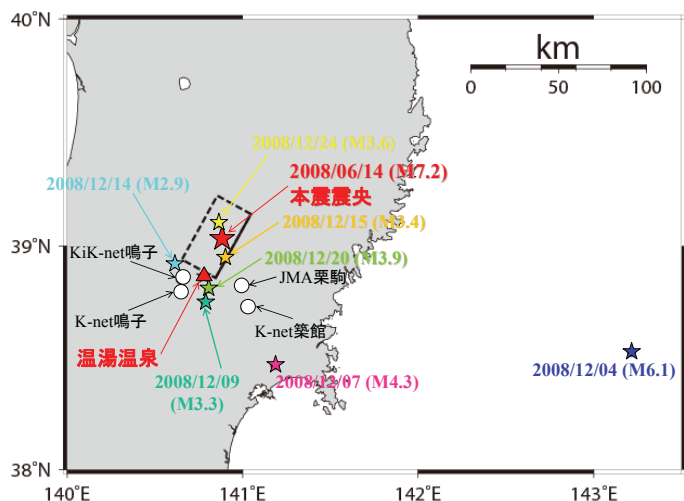


図-1 温湯温泉における中小地震観測と周辺の強震観測点

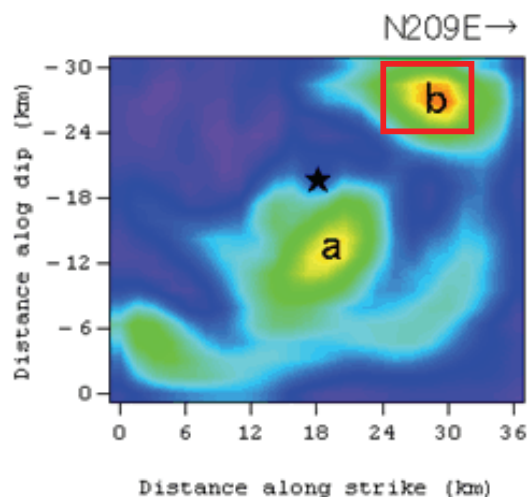


図-4 特性化震源モデル (野津 (2008)⁴⁾に加筆)

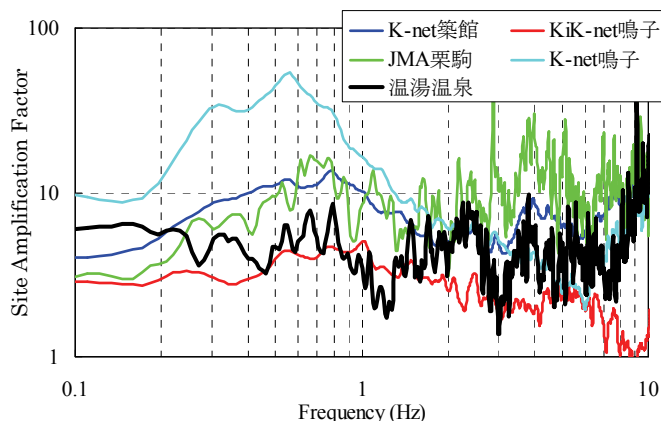


図-2 サイト増幅特性の設定〔地震基盤～地表〕

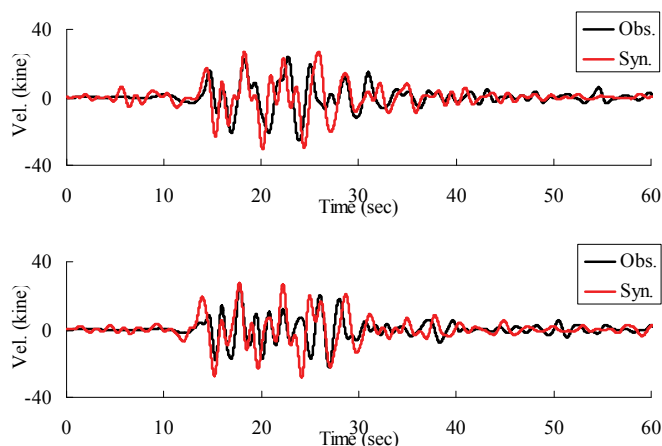


図-5 再現性確認例(JMA 奥駒) (上：NS 成分・下：EW 成分)

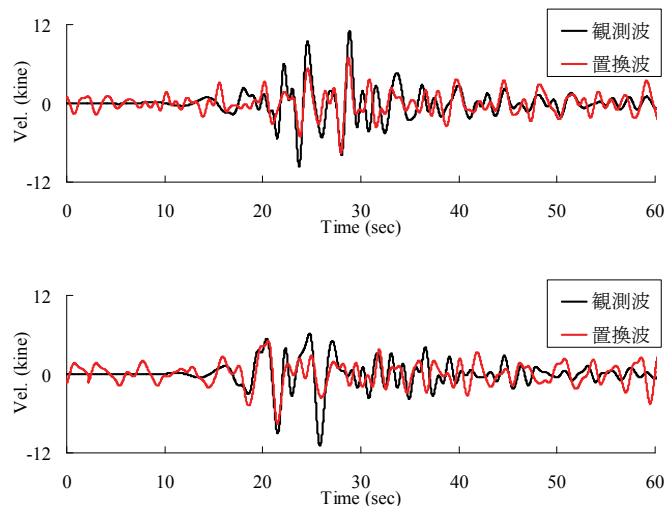


図-3 サイト位相特性の検討例 (上：NS 成分・下：EW 成分)

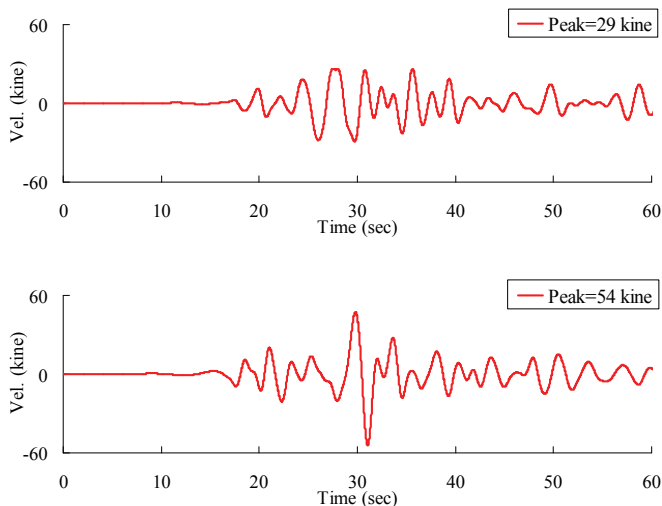


図-6 温湯温泉における推定地震動 (上：NS 成分・下：EW 成分)