

経験的グリーン関数法による地震動評価 (野幌丘陵断層帯の地震を想定した地震動評価：その3)

Estimation of strong ground motion using the empirical Green's function method
(Strong ground motion estimation for Nopporo Kyuryo Danso-tai, Part 3)

飛鳥建設(株) 技術研究所 ○ 正員 池田隆明 (Takaaki Ikeda)
(独)土木研究所 寒地土木研究所 正員 佐藤 京 (Takashi Sato)
(独)土木研究所 寒地土木研究所 正員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)
飛鳥建設(株) 技術研究所 正員 高瀬裕也 (Yuya Takase)

1. はじめに

筆者らの検討¹⁾において、既往の距離減衰式を用いた地震動評価を行い、野幌丘陵断層帯周辺の道路橋梁構造物の被害推定を行った。距離減衰式を用いた地震動評価は広域にわたる地域を対象とした被害推定等に有効な方法であるが、詳細な被害推定に対しては、その精度に課題を有する。

本報告では強震動予測技術の中で最適な手法と考えられている経験的グリーン関数法を用いて野幌丘陵断層帯を対象とした強震動予測を行い、札幌市内を含む震源近傍地点での地震動波形を予測し、今後の地震防災対策に資するためのデータの蓄積を実施した。

2. 経験的グリーン関数法

地震動は、断層の種類やその破壊の状況(震源特性)、断層破壊により生成された波動の地殻内での伝播の状況(伝播経路特性)、対象地点近傍の地盤構造の状況(サイト特性)により支配される。そのため、地震動評価の精度を向上させるためには、上記の3つの特性を適切に表現できる評価技術が必要である。

経験的グリーン関数法は、適切な余震記録を経験的グリーン関数に用いることにより、地震動評価に必要なサイト特性、伝播経路特性、震源特性の3つの特性のうち、伝播経路特性とサイト特性を適切に評価できるという特徴を有する²⁾。日本国内で発生した地震に適用され、手法の有効性が確認されている³⁾。

3. 野幌丘陵断層帯の震源のモデル化

野幌丘陵断層帯は、札幌東方約15kmに位置する長さ20.4km、幅15.0kmの断層帯である。走向は170度、想定される地震の規模はM7.1と推定されている⁴⁾。図-1に野幌丘陵断層帯の位置を実線で示す。

震源のモデル化は既往地震に基づく経験的関係式を用いて実施する⁵⁾。震源の不均質性は、釜江・入倉のモデル化手法⁶⁾に従い、均質な矩形のアスペリティを断層面上に配置することにより考慮する。本検討では、1個のアスペリティを断層の中央に配置し、破壊開始点はアスペリティの中央下部に設定した。図-2に震源モデルを示す。既往の強震動シミュレーションでは、震源周辺の地震動はアスペリティから生成される強震動に支配されることが指摘されているため³⁾、強震動評価ではアスペ

リティのみを考慮し、背景領域は考慮していない。

経験的グリーン関数には、2010年12月2日に発生した地震M4.6の観測記録を使用した。図-1に余震の震央位置を示す。地震モーメントは気象庁のCMT解に従い、面積および応力降下量は、震源近傍のIKRH03(防災科学技術研究所:KiK-net観測点)の地中観測波から求めた震源変位スペクトルからコーナー周波数を読み取り円形クラックの式から評価した。地震動には長周期側有効周期を考慮して0.2~10.0Hzのバンドパスフィルターを適用した。破壊速度は2.5km/s、せん断波速度は3.5km/sと仮定した。

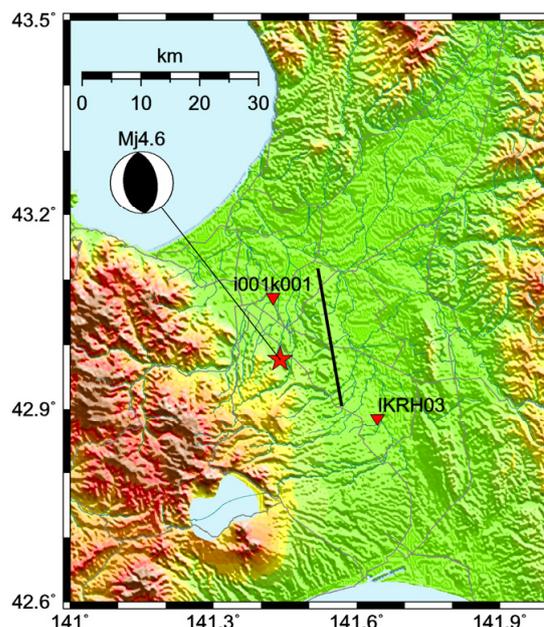


図-1 野幌丘陵断層帯の位置と強震動評価地点

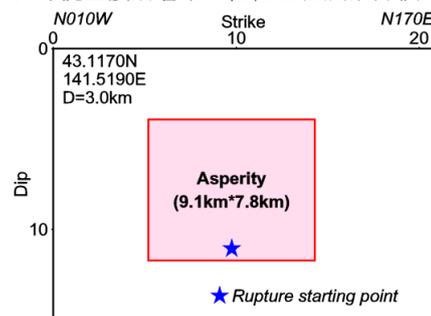


図-2 野幌丘陵断層帯を想定した震源モデル

4. 強震動評価結果

経験的グリーン関数法は、対象地点の地震動が、大地震（想定地震）と小地震（経験的グリーン関数法に用いた地震）の地震の相似則と震源スペクトルの相似則に基づき、経験的グリーン関数の線形な重ね合わせで表現されるため、本震時に地盤の強い非線形性が生じる可能性のある軟弱なサイトでは、合成波形が過大評価となる場合が多い。そのため、本報告では比較的硬質な地盤における観測地点として、i001k001 地点（北海道開発局：WISE 観測点、札幌市白石区米里）と IKRH03 地点（千歳市釜加）の2地点での地震動評価結果を紹介する。

図-3 に i001k001 と IKRH03 の加速度および速度の時刻歴波形を示す。i001k001 は橋梁架設地点のため、観測方位は橋軸(X:N009E)と橋軸直交方向(Y:N099E)である。i001k001 の速度波形には、断層破壊の指向性効果によると考えられるパルス状の波形が見られる。このような波形は、1995 年兵庫県南部地震や 2000 年鳥取県西部地震の震源近傍で見られており、構造物の被害と大きく関係すると考えられる。最大速度は 70cm/s を超えており、1995 年兵庫県南部地震と同程度の振幅を有する。IKRH03 は最大加速度は 400cm/s²とあまり大きくないものの、最大速度は 78cm/s と i001k001 よりも大きい。i001k001 が最初にパルス状の波形が見られるのに対して、IKRH03 では S 波の到達から 5 秒後付近に振幅の大きいパルスが見られる。

図-4 に i001k001 と IKRH03 の加速度応答スペクトル（減衰定数 5%）を道路橋示方書・同解説V耐震設計編⁷⁾（以下、道示）で規定されたレベル2地震動のタイプIIの加速度応答スペクトルとあわせて示す。i001k001 の加速度応答スペクトルは、0.5 秒から 1.0 秒付近の振幅は小さいものの、それ以外の周期帯は道示の1種地盤のスペクトルと同程度である。IKRH03 は 1.0 秒以上の周期帯の振幅が i001k001 よりも大きく、2 種地盤のスペクトルと同程度である。

5. まとめ

経験的グリーン関数法により、野幌丘陵断層帯を対象とした地震動評価を行った。震源近傍では最大加速度が 500cm/s²、最大速度が 70cm/s を超える強い地震動が予測された。また、加速度応答スペクトルは、道示に規定されたレベル2地震動のタイプIIと同程度であった。

野幌丘陵断層帯は北海道の中でも危険度が高い地震発生源であるため、今後も地震観測データを蓄積し、今回予測された地震動に見られる特徴的な波形の分析や、予測精度の向上を図っていきたい。

【謝辞】

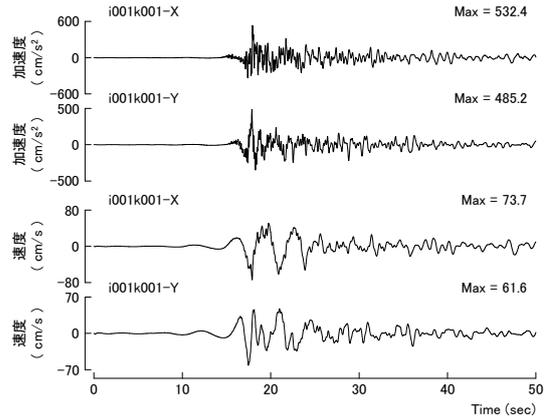
本検討では、K-NET および KiK-net の地震観測記録を使用させていただきました。

【参考文献】

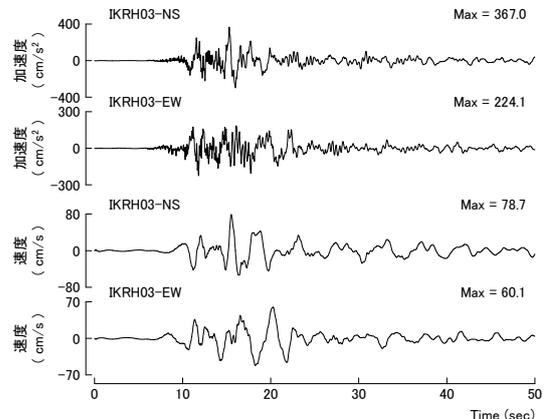
- 1) 高瀬他：野幌丘陵断層帯の地震を想定した地震動評価（その2：道路橋梁構造物に対する被害推定），土木学会北海道支部平成22年度 年次技術研究発表会投稿中
- 2) Irikura, K.: Prediction of strong acceleration motions using empirical Green's function, Proceedings of the 7th Japan

Earthquake Engineering Symposium, pp. 151-156, 1986.

- 3) 池田他：経験的グリーン関数法を用いた2000年鳥取県西部地震の震源のモデル化と強震動シミュレーション，日本建築学会構造系論文集，第561号，pp.37-45, 2002.
- 4) 地震調査研究推進本部：全国を概観した地震動予測地図（平成18年9月25日）
- 5) 地震調査研究推進本部：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），2008年4月11日，http://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/08apr_kego/recipe.pdf(2010.12.2参照)
- 6) 釜江克宏、入倉孝次郎：1995年兵庫県南部地震の断層モデルと震源近傍における強震動シミュレーション，日本建築学会構造系論文集，第500号，pp.29-36, 1997.
- 7) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2002.

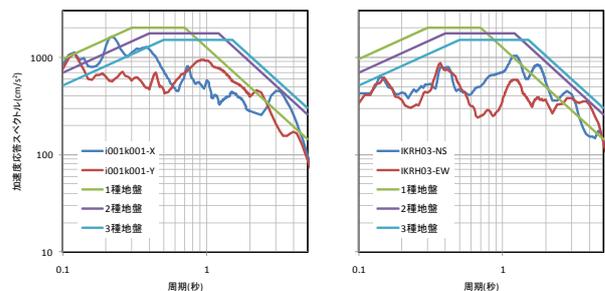


(a)i001k001



(b)IKRH03

図-3 i001k001 および IKRH03 における強震動評価結果（加速度、速度時刻歴）



(a)i001k001

(b)IKRH03

図-4 i001k001 および IKRH03 における強震動評価結果（加速度応答スペクトル、減衰定数 5%）