

表面波探査法(SWS)を用いた K-NET 長岡および K-NET 小千谷の表層地盤特性の検討

飛島建設 正会員 ○池田隆明
 飛島建設 正会員 三輪 滋
 京都大学 釜江克宏
 ジオアナリシス研究所 凌 魁群

1. はじめに

2004 年新潟県中越地震では震源近傍を中心に大きな地震動が観測された。震源近傍の K-NET 小千谷(NIG019)¹⁾では 1G を超える最大加速度が記録されたが、時刻歴波形には途中から長周期成分の卓越が見られ、観測地点周辺の表層地盤特性の影響が表れたと考えられた。K-NET では表層 20m までの地盤調査結果が公表されており、観測記録と同様に貴重なデータとなっている。しかし、地盤調査結果はある地点での情報であり、観測点周辺の地盤の情報を代表しているとは限らない。そこで、NIG019 と K-NET 長岡(NIG017)の周辺で表面波探査(SWS:Surface Wave System)を行い、観測点周辺の S 波速度構造の推定を行った。

2. 表面波探査法(SWS)の概要

SWS は人工震源により生成される表面波を直線上に等間隔に配置した受振器により計測し、表層地盤の速度構造(測線直下の平均値)を把握する技術である。探査可能深度は表面波の周期に依るが、概ね 20~30m 程度である。

SWS で抽出した表面波に対して位相速度の分散曲線を求め、これに一致するような位相速度特性を有する一次元速度構造をインバージョンにより探査する。この手順は一般的な微動探査法と同様である。この他に擬似 S 波速度(pVs)を位相速度(Vr)から推定する擬似 S 波速度法がある。pVs と Vs の相関は高く(図 1)、インバージョンを必要としないため、測線が多い場合などに効果的である。本検討では、インバージョンと擬似 S 波速度法を用いて速度構造の評価を行う。

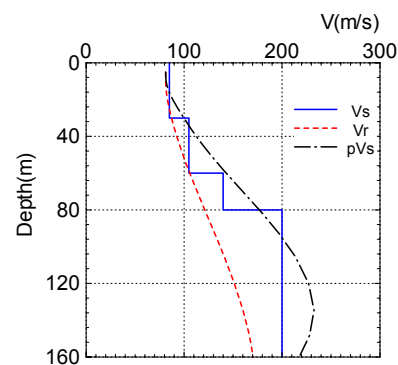


図 1 Vs と Vr と pVs との関係例

3. 速度構造の推定

K-NET 長岡(NIG017) NIG017 は信濃川右岸の千手小学校の南西隅に位置する。図 2 に SWS の測線を示す。各測線とも 1m 間隔で 12 個のセンサーを設置した。図 3 (a)に A1 測線の Vr と pVs を、図 4 に各測線を展開した pVs 分布図を示す。図 4 から NIG017 の速度構造はほぼ水平成層であることがわかる。表 1 にインバージョンにより算定した A1 測線での速度構造を示す。A1 測線での pVs の深度分布はインバージョン結果と概ね対応している。pVs 分布図の左側に NIG017 の地盤調査結果に示された S 波速度を示す。2 層目の Vs が pVs より若干低い、層境は pVs 分布とほぼ一致しており、NIG017 の地盤調査結果が周辺地盤の速度構造をほぼ代表していることがわかる。

K-NET 小千谷(NIG019) NIG019 は小千谷小学校の西北隅に位置する。図 2 に SWS の測線を示す。K-NET の地盤情報によると GL.-3m までは埋土やシルト・有機質土であるが、それ以深は礫層であり Vs も 300m/s を越えるため、比較的地盤条件は良好と考えられる。しかし、

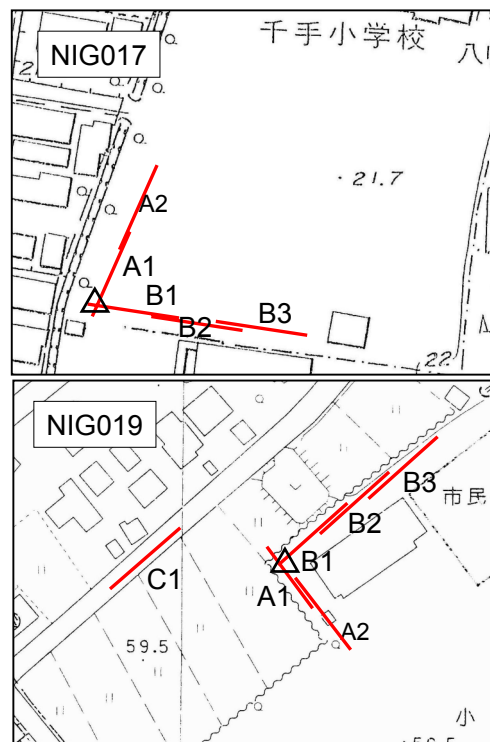


図 2 表面波探査測線と観測点(△)

キーワード 表面波探査法, K-NET, 表層地盤特性, 地盤調査, 新潟県中越地震
 連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設(株)技術研究所 TEL 04-7198-7553

前述のように波形の途中から長周期成分の卓越が見られることや、C1 測線の付近は液状化していることなど、良好な地盤であるとは言い難い。図3 (b)に A1 測線の Vr と pVs を、図5 に pVs 分布を、表1 に A1, B2 測線でのインバージョン結果を示す。図5からわかるように、B 測線に比べ A 測線の方が pVs>400m/s の層の出現深度が深くなっていることがわかる。NIG019 に最も近いサイトは A1 測線と B1 測線の間であり、NIG019 の地盤調査結果に示された S 波速度と比較すると、G.L.-10m 付近までの一致度は高いが、それよりも深い部分では一致度が低い。特に NIG019 の地盤調査結果の G.L.-14m 以深に見られる Vs の落ち込みが pVs 分布や A1 測線下のインバージョン結果には見られない。そのため、NIG019 の地盤調査結果は周辺地盤を代表する速度構造と異なる可能性が高い。

4. まとめ

NIG017 と NIG019 の観測点に対して SWS を用いて表層地盤の地盤特性の検討を行った。その結果、NIG017 は K-NET の地盤調査結果が周辺地盤の地盤特性を代表しているが、NIG019 については課題があることがわかった。NIG019 は震源近傍の強震動の研究を進める上で重要な観測点であるため、今後微動アレー探査等により、詳細な表層地盤特性の評価を行う予定である。

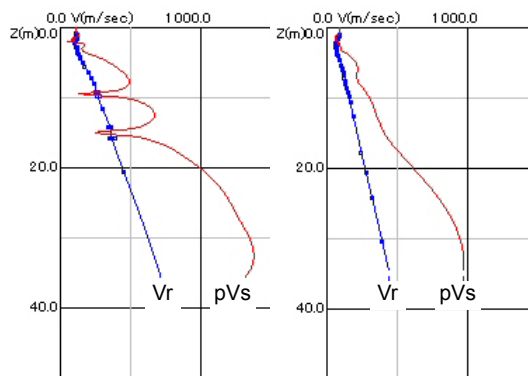
参考文献：1)防災科学技術研究所：強震ネットワーク,K-NET,
<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>

謝辞：K-NET の地盤情報を利用させて頂きました。SWS 計測にご協力頂いた関係者・機関に謝意を表します。

表1 インバージョンによる S 波速度構造

地点 測線	NIG017		NIG019			
	A1		A1		B2	C1
1	1.2	92	1.8	108	1.2	122
2	1.6	134	1.4	70	1.2	76
3	1.6	267	4.6	144	2.5	150
4	5.9	441	9.7	271	5.8	272
5	4.9	582	6.8	454	3.8	452
6	-	817	-	642	5.1	646
7	-	-	-	-	-	820

左欄：層厚 (m), 右欄：S 波速度 (m/s)



(a) NIG017

(b) NIG019

図3 SWS から求めた A1 測線の Vr と pVs

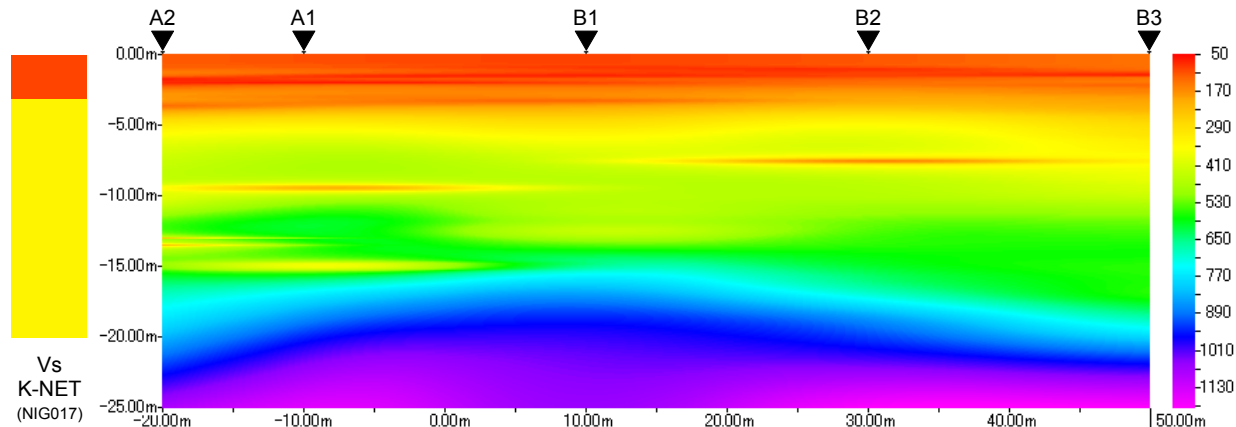


図4 SWS による K-NET 長岡 (NIG017) 周辺の擬似 S 波速度分布と K-NET の地盤調査結果との比較

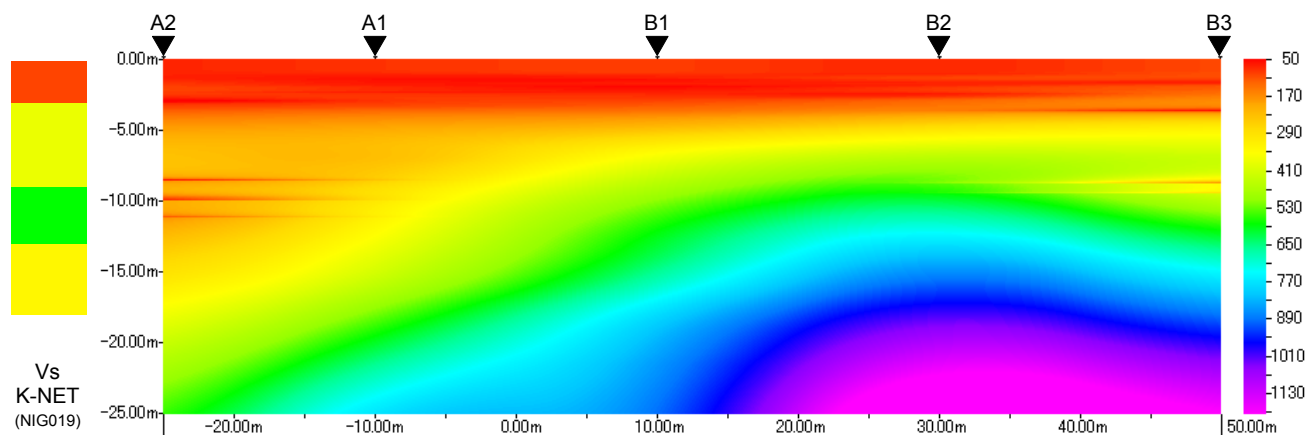


図5 SWS による K-NET 小千谷 (NIG019) 周辺の擬似 S 波速度分布と K-NET の地盤調査結果との比較