

# 能登半島地震観測波を用いた地震応答解析による新潟市沖積層の増幅特性の検討

新潟大学大学院 自然科学研究科 ○上原 竜  
新潟大学 工学部 保坂 吉則

## 1. はじめに

2024年能登半島地震では、新潟市西区を中心に液状化被害が確認された一方で、過去に液状化被害が報告されている中央区や東区では、比較的被害が限定的であった。このような地域による被害の差には、液状化危険度に加えて、表層地盤における地震動の増幅特性や周期特性の違いが関係している可能性がある。

新潟平野は厚い沖積層を有しており、地盤の応答特性を評価する上では、入力地震動の周期特性と地盤の固有周期との対応を広域的に把握することが重要である。そこで本研究では、新潟市周辺から聖籠町および加茂市周辺を対象として地盤モデルを構築し、能登半島地震のKiK-net<sup>1)</sup>聖籠観測波、およびKiK-net加茂観測波を入力した一次元地震応答解析を行う。両入力波の周期特性の違いが広域の速度増幅度分布に与える影響を比較するとともに、地盤の固有周期との関係について検討する。

## 2. 研究方法

解析には一次元地震応答解析プログラムDYNE Qを用いる。解析用の地盤パラメータ（S波速度、密度等）は、ほくりく地盤情報システム<sup>2)</sup>の約5200本のボーリングデータを用いて設定し、データの存在しない深度については既往研究<sup>3)</sup>に基づく手法による推定地盤モデルを用いて補完する。

地盤モデルの層分割は、地表から深さ20mまでを1m間隔、20~50mを2m間隔、50m以深を5m間隔で層分割し、表層地盤を詳細にモデル化した。なお、N値からS波速度を推定する際には、内田ら<sup>4)</sup>によるN値とS波速度の関係に関する検討を参考に、N値が特に低い層における下限値を80m/sとした。

入力地震動には、KiK-net聖籠、およびKiK-net加茂の深部で観測された能登半島地震時の観測波NS成分を用いた。各入力波の周期特性をフーリエスペ

クトル（図1）で比較すると、卓越する周期帯が異なり、同じ能登半島地震時の観測波であっても、広域地盤に対する入力条件として異なる周期特性を有していることが確認された。なお、一次元応答解析プログラムの適用性を考慮し、最大せん断ひずみが1.0%を超える地点は結果の整理対象から除外した。

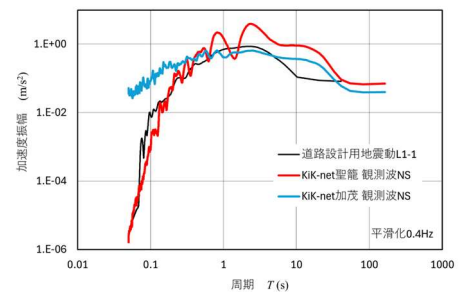


図1 基盤入力地震動のフーリエスペクトル

## 3. 解析結果

ボーリング点における速度増幅度の分布（図2、図3）を比較すると、両入力波とも地域的な分布の大小関係には一定の共通性がみられる一方、加茂波入力時には聖籠波入力時と比較して広い範囲で大きな速度増幅度を示した。特に海岸沿いから平野部にかけて高い増幅度を示す地点が多く、内陸側に向かうにつれて増幅度が小さくなる傾向が確認された。

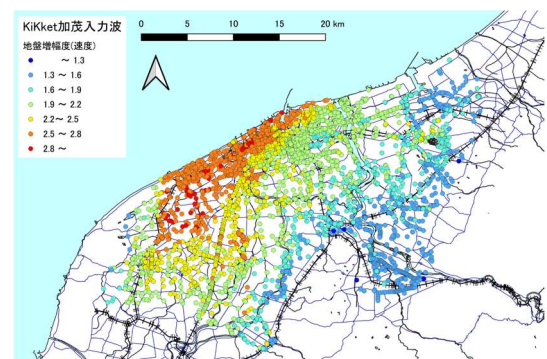


図2 新潟市広域の地盤増幅度分布  
(KiK-net 加茂 観測波)

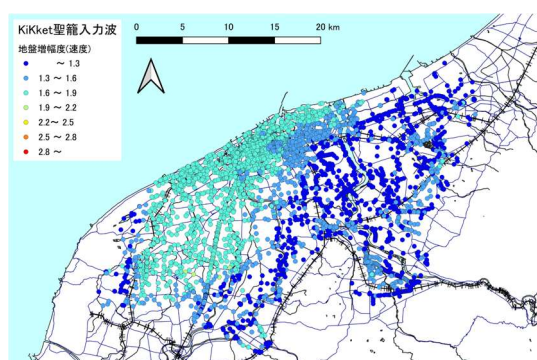


図3 新潟市広域の地盤増幅度分布  
(KiK-net 聖籠 観測波)

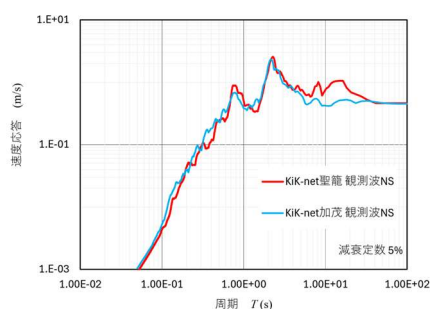


図4 坂井東表層の速度応答スペクトル

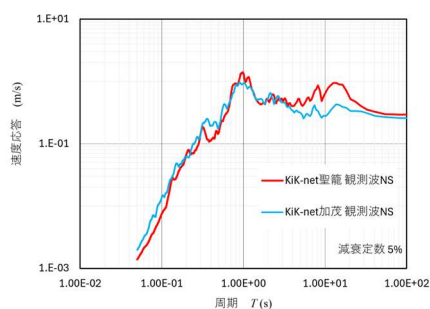
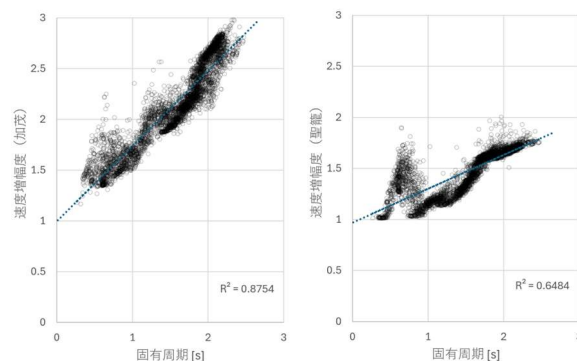


図5 箸木免表層の速度応答スペクトル

代表地点の速度応答スペクトル(図4, 図5)を比較すると, 同一地点では聖籠波と加茂波で応答のピークとなる周期帯は概ね一致した. 一方, 基盤が非常に深い西区坂井東では, 基盤が浅い阿賀野市箸木免と比較して長周期側にピークがみられた. このことから, 地盤構造の違いによって応答が卓越する周期が異なることが確認された.

さらに, 速度増幅度と地盤の1/4波長則による固有周期との関係を整理した結果(図6), 両入力波とも固有周期が長い地点ほど速度増幅度が大きくなる傾向が確認された. 決定係数は聖籠波で0.6484, 加茂波で0.8754となり, 特に加茂波入力時に強い正の相関がみられた.



(a) KiK-net 加茂観測波 (b) KiK-net 聖籠観測波

図6 速度増幅度と固有周期の関係

#### 4. おわりに

以上より, 新潟平野のように厚い沖積層を有する地域の広域的な地盤応答を評価する上では, 入力地震動の周期特性だけでなく, 工学的基盤までの地盤構造を反映した周期特性を併せて考慮することが重要であると考えられる. また, 代表地点における卓越周期の違いと, 広域的な固有周期と速度増幅度との対応から, こうした地盤側の周期特性が地盤増幅を特徴づける要因の一つであることが示唆された.

一方, 固有周期と速度増幅度の関係には地点によるばらつきもみられることから, 一次固有周期のみでは説明できない応答特性が存在する可能性がある. 今後は, 高次モードを含む地盤の周期特性や, 入力地震動のスペクトル特性との対応について詳細に検討する予定である.

#### 参考文献

- 1) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所: K-NET, KiK-net URL <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>.
- 2) 北陸地盤情報活用協議会: ほくりく地盤情報システムURL <https://www.hokuriku-jiban.info/>.
- 3) 保坂吉則・上原竜: 地盤モデルを用いた新潟市の地盤増幅度と液状化被害の関係, 第60回地盤工学研究発表会講演集, 2025.
- 4) 内田明彦, 時松孝次, 辻本勝彦: N値によるS波速度の推定に関する一考察, 日本建築学会技術報告集, 第25巻, 第59号, pp. 119-122, 2019.