

2018年北海道胆振東部地震の強震記録に見られる上下動の表層地盤増幅特性

東電設計(株) 正会員 ○栗田 哲史

1. はじめに

表層地盤の強震時地盤増幅特性において、総じて関心の高い水平動に対する検討が中心的であり、上下動については水平動ほどに注意を払われない傾向にある。これは、多くの構造物が設計において水平動を主として考慮してきたことによると思われる。しかし、上下動についてもPGAの非常に大きい地震記録が近年計測されてきており、これを十分に考慮すべき状況が増えてくるものと考えられる。そこで、本研究では2018年北海道胆振東部地震における強震記録に着目し、上下動の表層地盤増幅特性について検討した。

2. 水平動の表層地盤増幅特性に見られる非線形性

2018年北海道胆振東部地震の諸元は表-1に示す通りである。本研究では、鉛直アレイ観測システムが組み込まれているKiK-netの中で最大の加速度を地表で記録したIBUH01(追分)を対象地点とする。なお、本震時の最大加速度は表-2に示す通りで、計測震度は6.7である。同地点の加速度時刻歴を図-1に示す。本研究では、図-1に示す通りP波が主となる初動部とS波到達後の波群とを分離して分析を行った。

図-2には2018年北海道胆振東部地震の発生以前に観測された地表最大加速度 100cm/s^2 以下の弱震動について、水平動のS波群の地中記録に対する地表記録の幾何平均フーリエスペクトル比を示す。ここで、弱震動の対象としたのは19地震である。同図には、2018年北海道胆振東部地震の強震記録のフーリエスペクトル比も示している。強震記録のフーリエスペクトル比はピーク周波数が低周波数側に移動し、高周波成分が減衰しており、表層地盤増幅特性の非線形性の典型的な特徴が認められる。

3. 上下動の表層地盤増幅特性

図-3には前出の地表最大加速度 100cm/s^2 以下の弱震動について、上下動のP波群の平均フーリエスペクトル比を示す。同図にはPS検層結果の V_p 構造からP波の鉛直入射を仮定した理論伝達関数も示している。両者は良く一致しており、弱震動については弾性波動論で表現できることを表している。

次に、P波群とS波群とに分けた弱震動と強震動との比較を行う。図-4にP波群上下動観測値の弱震動と強震動とのフーリエスペクトル比の比較を示す。強震動のP波群の地表最大加速度は 252cm/s^2 と十分大きな値であるものの、両者は良く一致しており、水平動とは異なる傾向を示している。図-5にS波群上下動観測値の弱震動と強震動とのフーリエスペクトル比の比較を示す。10Hz以上の高周波数側は一致しているものの、低周波数側では強震動の場合に大きなピークが4Hz付近(図中の▼)に見られ、P波群の場合とは大きく異なる。水平強震動の1次ピーク周波数が2Hz付近(図中の▼)であり、ダイレイタンスーにより水平動の2倍の周波数の上下動が発生するという指摘¹⁾と整合している。これは、大振幅の水平動が関与している可能性を示唆している。

4. まとめ

本研究はIBUH01(追分)を対象地点として、強震動記録と弱震動記録との比較により、上下動の表層地盤増幅特性についてP波群とS波群とで異なること及びダイレイタンスーによる影響を受けている可能性を示した。

謝辞

本研究では、地震動記録及び地盤情報として防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET, KiK-net)、<https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004>のデータを使用させて頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 森尾・加登・藤井: 2つの地震観測地点での大加速度記録に関する地盤の弾塑性論的考察, 日本地震工学会論文集, 第17巻, 第4号, pp.30-49, 2017.

キーワード 地盤震動, 上下動, 表層地盤増幅, 非線形性, フーリエスペクトル比

連絡先 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 KDX 豊洲グランスクエア9F 東電設計(株)技術開発部 TEL 03-6372-5111

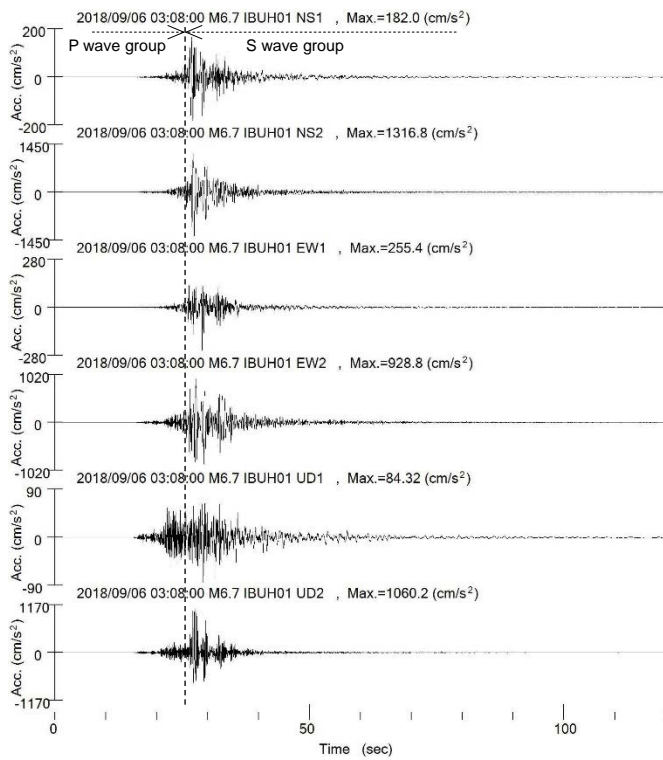


図-1 IBUH01 (追分) の加速度時刻歴

表-1 2018年北海道胆振東部地震の諸元

origin time	Mj	depth (km)
2018/09/06 03:07:59.3	6.7	37

表-2 IBUH01 (追分) 地点の最大値 (cm/s²)

GL			GL-101m		
NS	EW	UD	NS	EW	UD
1317	929	1060	182	255	84

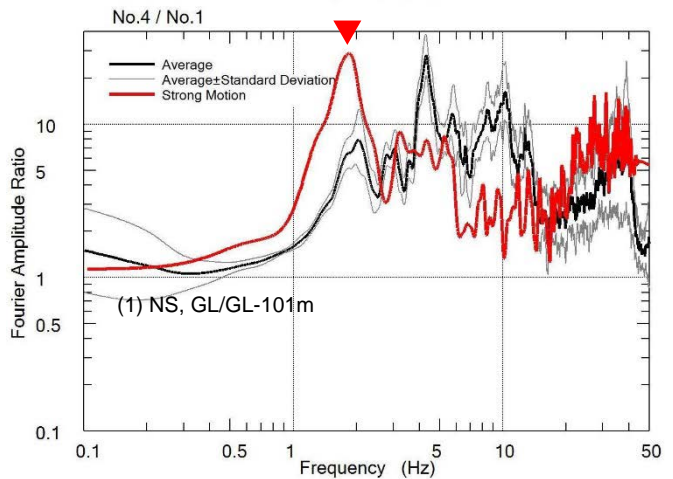
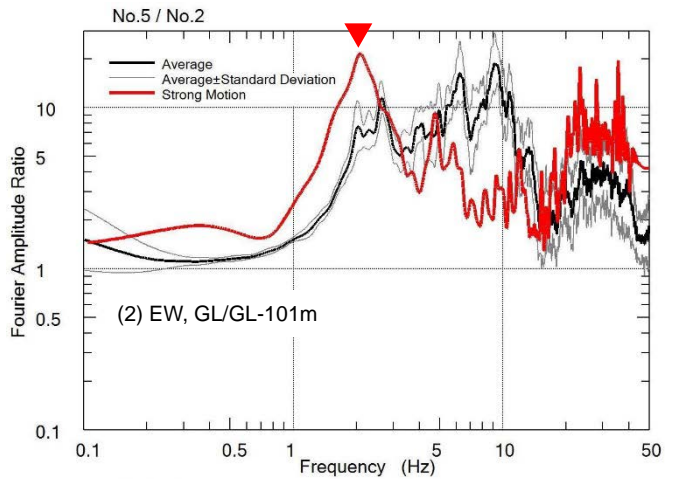


図-2 S波群水平動のフーリエスペクトル比

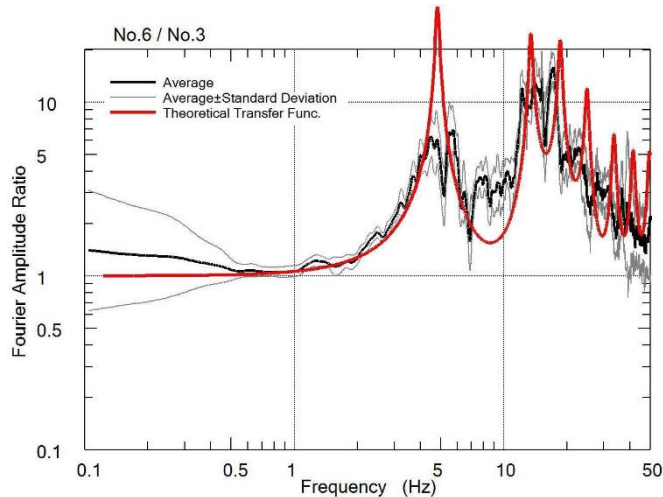


図-3 弱震動 P波群上下動観測値と理論伝達関数の比較

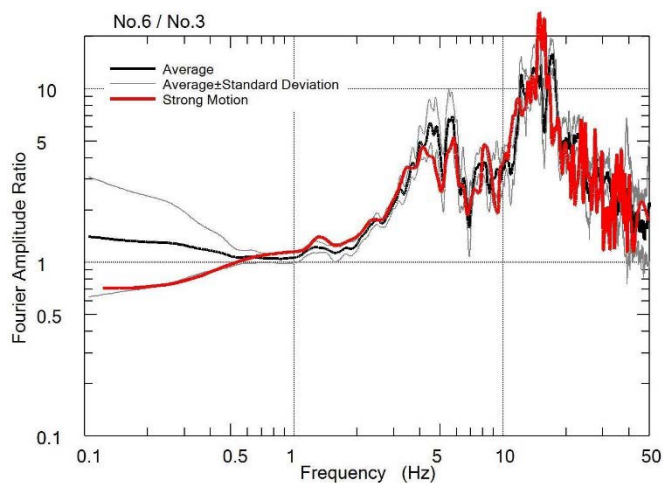


図-4 P波群上下動観測値の弱震動と強震動との比較

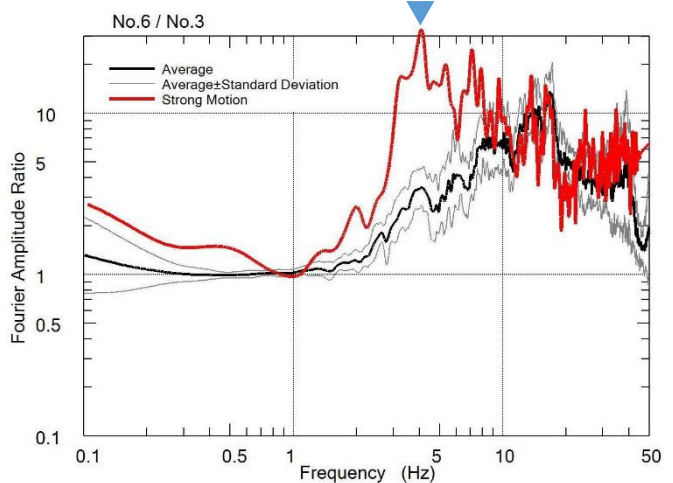


図-5 S波群上下動観測値の弱震動と強震動の比較