

第 III 部門

津波避難困難時間に影響を及ぼす地震動の周波数帯域に関する評価 —石巻市街地を例として—

大阪大学 大学院工学研究科	学生会員	湊 文博	大阪大学 大学院工学研究科	正 会 員	秦 吉弥
大阪大学 大学院工学研究科	学生会員	○藤木 昂	株式会社 ニュージェック	正 会 員	山田雅行
神戸大学 大学院工学研究科	正 会 員	鉦田泰子	岐阜大学流域圏科学センター	正 会 員	小山真紀
北海道大学大学院工学研究院	正 会 員	中嶋唯貴	大阪大学 大学院工学研究科	フェロ-会員	常田賢一

1. はじめに

近年、南海トラフ沿いの海溝型巨大地震の発生により、非常に大きな強震動の作用とともに、我が国の主に沿岸域では巨大津波の来襲についても同時に予想されており、前者の強震動の作用が後者の津波避難に影響を及ぼすことが懸念される。この点に関して著者ほか¹⁾は、1993年北海道南西沖地震による強震動評価および南海トラフ巨大地震による強震動予測を実施し、強震動の作用が津波避難困難時間に及ぼす影響について検討を行っている。しかしながら、2011年東北地方太平洋沖地震による強震動評価を未だ対象としていないだけでなく、避難困難時間の算定に大きな影響を及ぼす地震動の周波数帯域についてもこれまで十分な議論が行われていない。

そこで本稿では、宮城県石巻市の市街地を対象フィールドとして、2011年東北地方太平洋沖地震による観測地震動に基づいて避難困難時間の算定に比較的大きな影響を及ぼす地震動の周波数帯域について基礎的な検討を行った。

2. 避難困難時間の算定

図-1(a),(b),(c)は、2011年東北地方太平洋沖地震における K-NET 石巻での観測地震動の加速度時刻歴である。一方で、図-1(d)は、K-NET 石巻における本震時の避難困難時間である。避難困難時間は、観測地震動の加速度波形(図-1(a),(b),(c)参照)において瞬間計測震度(三成分合成)²⁾の時刻歴を計算し(図-1(d)参照)、先行研究³⁾による知見を参考に、瞬間計測震度が4.0を最初に上回り・最後に下回るまでの連続時間とした。対象フィールド内の既存強震観測点や本震後に行われた地震動評価地点(図-2参照)において上記と同様の解析を実施した結果、以下に示すとおり避難困難時間がそれぞれ算定された。

- ・雲雀野埠頭(臨時余震観測点)⁴⁾: 140.1s
- ・K-NET 石巻: 156.2s
- ・MLIT 北上川下流: 140.4s
- ・JMA 石巻(津波非来襲地域): 106.1s

3. 高密度常時微動計測の実施

2. のとおり、強震観測点(本震時の地震動が観測もしくは事後評価されている地点)ごとに避難困難時間に明らかな違いが見受けられることから、地盤震動特性の影響が示唆される。そこで本研究では、対象フィールド内において高密度常時微動計測(計280地点)を実施した。計測の諸元や常時微動 H/V スペクトルの計算方法などは、いずれも先行研究⁵⁾と同様である。図-3は、常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数の分布であるが、対象フィールド内における地盤震動特性は一様であるとは言い難い。

4. 観測地震動に対するフィルタ処理の適用

避難困難時間の算定に比較的大きな影響を及ぼす地震動の周波数帯域を調べるために、入力地震動として、オリジナル波形(仙台市沿岸域および石巻市街地での観測地震動)のほかに、オリジナル波形に対して、0.10, 0.13, 0.16, 0.20, 0.25, 0.32, 0.40, 0.50, 0.63, 0.79, 1.00, 1.26, 1.58, 2.00, 2.51, 3.16, 3.98, 5.01, 6.31, 7.94, 10.0Hzの計21種類のローパスフィルターをそれぞれ施した波を採用した(結果的に176波を採用した)。

図-4に避難困難時間比と入力地震動のカットオフ周波数の関係を示す。ここに、避難困難時間比は、フィルターカットオフされた入力地震波による避難困難時間を、フィルター処理無しのオリジナル入力波による避難困難時間で除したものである。図-4に示すように、概ね0.3~2Hzの周波数帯域において避難困難時間比の急激な増加傾向が確認できる。この傾向は、各強震観測点においてほぼ共通となっている。これは、避難困難時間の算定に大きな影響を及ぼす地震動の周波数帯域が0.3~2Hzであることを示唆するものである。

5. まとめ

図-5に避難困難時間に関する対象フィールド内でのゾーニング結果である。ここに、ゾーニングは、常時微動 H/V スペクトル(3.参照)に対して DGS 値⁶⁾を適用することによって実施した。その際、周波数帯域としては、4.で得られた知見を参考に、0.3~2Hzとした。対象フィールドでは、津波避難施設の新設が計画・実施されており、本稿で得られた避難困難時間の分布は、今後の津波防災を考える上での一助となることが期待できる。

謝辞：(国研)防災科学技術研究所 K-NET, 気象庁 JMA, 国土交通省 MLIT, (国研)港湾空港技術研究所 PARI によって得られた地震観測波形データを使用させていただきました。

参考文献

- 1) 湊文博, 秦吉弥, 山田雅行, 常田賢一, 鉦田泰子, 魚谷真基: 土木学会論文集 AI, Vol.71, No.4, pp.123-135, 2015.
- 2) 鉦田泰子, 齊藤栄: 日本地震工学会論文集, Vol.10, No.5, pp.52-65, 2010.
- 3) Kuwata, Y. and Takada, S.: *Journal of Natural Disaster Science*, Vol.24, No.1, pp.35-42, 2002.
- 4) 野津厚, 若井淳: 港湾空港技術研究所資料, No.1244, 2011.
- 5) 例えば, 秦吉弥, 湊文博, 山田雅行, 常田賢一, 魚谷真基: *物理探査*, 物理探査学会, Vol.68, No.2, pp.83-90, 2015.
- 6) Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol.66, pp.429-442, 2014.

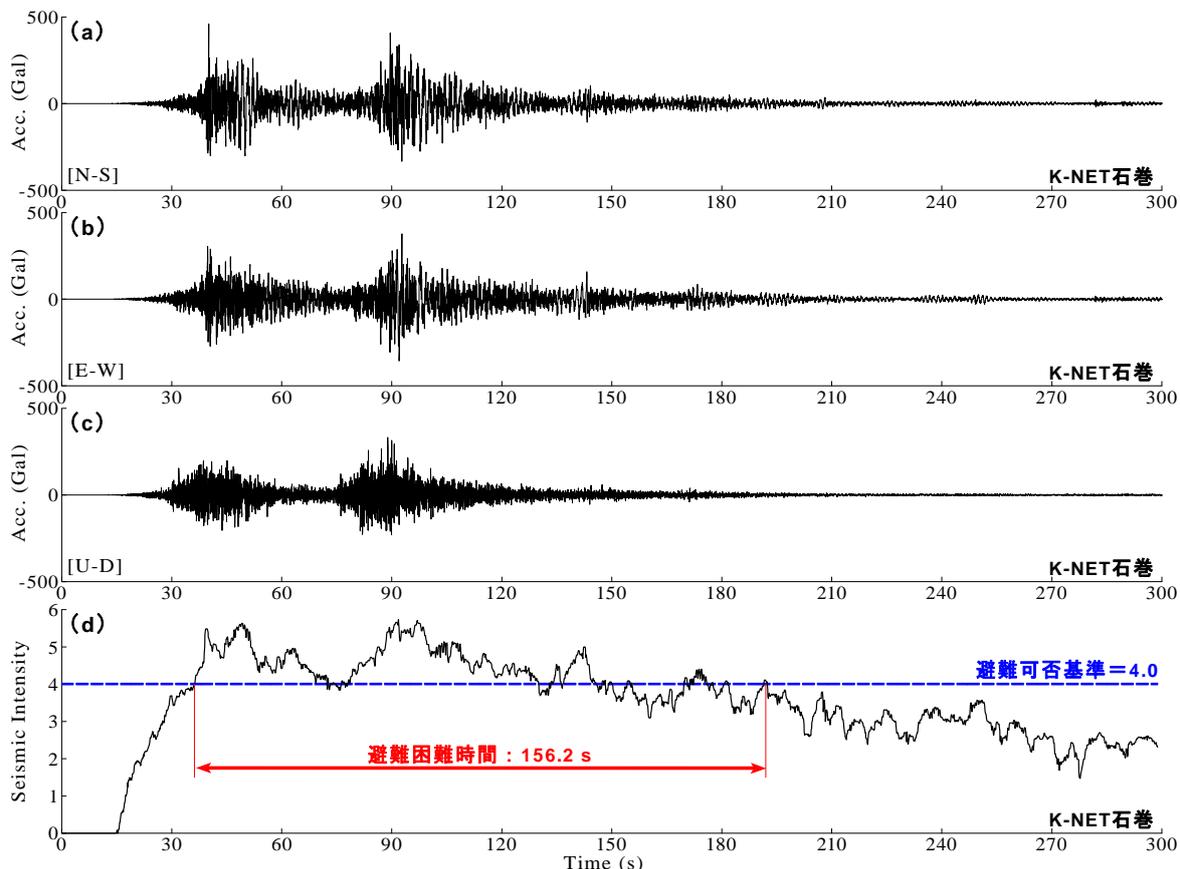


図-1 瞬間計測震度の時刻歴に基づく避難困難時間の算定 (K-NET 石巻での一例)

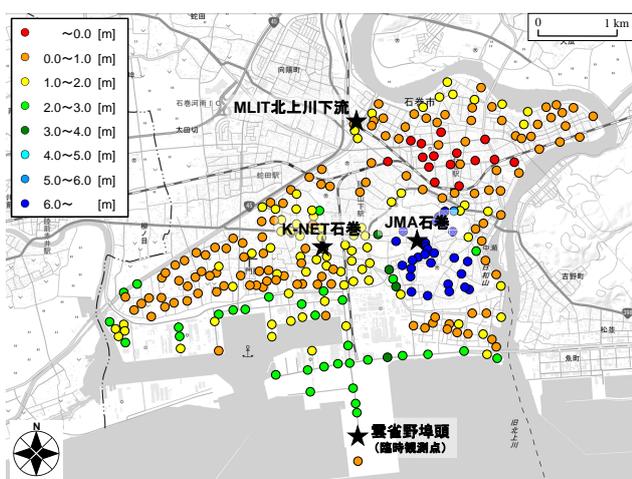


図-2 研究対象地域における標高分布と既存強震観測点

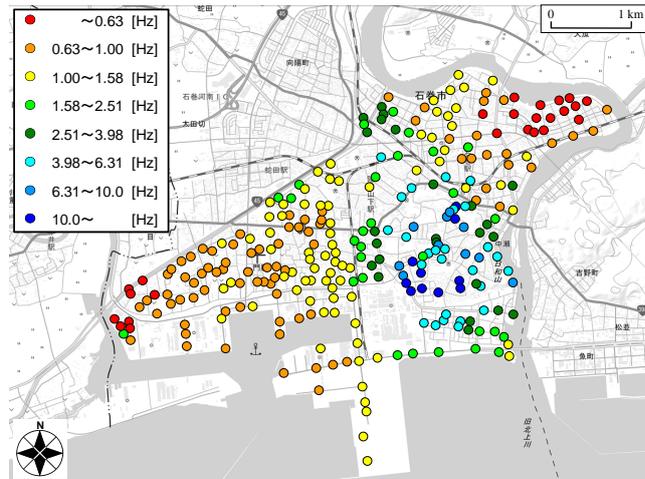


図-3 常時微動 H/V スペクトルのピーク周波数の分布

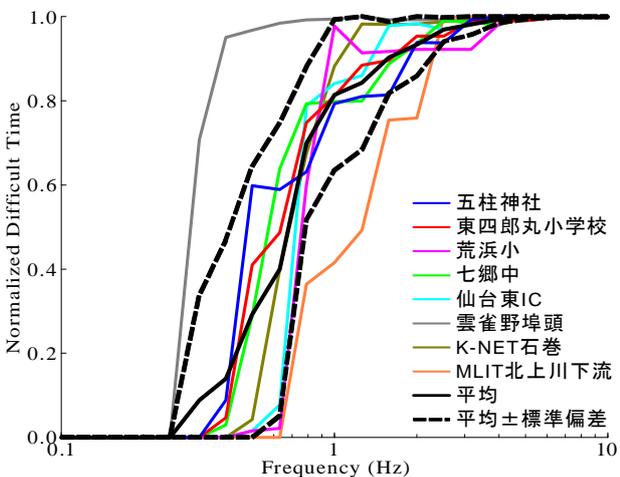


図-4 地震動の周波数帯域が避難困難時間に及ぼす影響

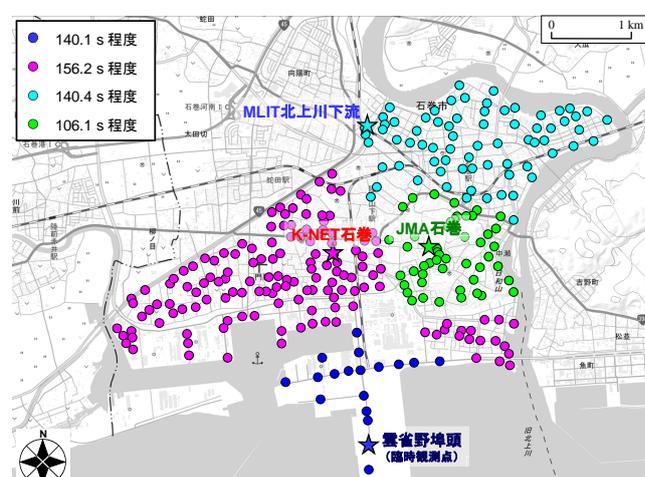


図-5 DGS 値を用いた避難困難時間に関するゾーニング