

佐賀軟弱地盤地域における軟弱地盤免震効果について

佐賀大学大学院工学系研究科 学生会員 ○中野雄介
 正会員 荒牧軍治
 正会員 古賀勝喜

1. まえがき

佐賀市を中心として広がる佐賀平野はⅢ種地盤の中でも特に軟らかい有明粘土層が厚く堆積している。この軟弱地盤により佐賀平野では、工学的基盤に入力した地震波による地表面加速度の応答スペクトルは、周期が1秒以下の短周期側になるとは小さくなる。このような超軟弱な地盤で起こる特殊な免震を『軟弱地盤免震』と呼ぶこととする。この性質を用いると、佐賀平野においては剛性が高く固有周期が短い橋梁構造形式の方が有利であると考えられる。

本研究では、佐賀平野4地域PS検層結果より得られての地盤物性値と地盤構成図を用いて、コンクリート標準示方書、鉄道構造物等設計標準、及び建築基準法施工令により規定されている地震波をそれぞれ入力して1次元動的非線形解析を行い、軟弱地盤免震効果について検証を行った。

2. 地盤と地震波

本研究では、佐賀平野軟弱地盤として、佐賀郡久保田町、小城市芦刈町、佐賀市嘉瀬町及び杵島郡白石町（旧福富町）の4地域の物性値を用いて解析を行った。図-1の地盤モデルから分かるように、佐賀平野の地盤は表層から深度10mは $V_s=58\text{m/s}$ という非常に軟弱地盤であり、これが佐賀平野一帯に広がっている。

入力地震動にはまえがきで挙げた示方書で規定されている地震動を用いて今回は、コンクリート標準示方書で規定されたレベル2地震動海洋型を2波形、鉄道構造物等設計標準で規定されたレベル2地震動を2波形、及び建築基準法施工令で規定されている『極めて稀に発生する地震動』を4波形用いて解析を行った。『極めて稀に発生する地震動』とは数百年に一度発生する地震を想定して規定されたものである。ここで用いた4地域の地盤は全て道路橋示方書による分類ではⅢ種地盤に、鉄道構造物等設計標準による分類ではG6地盤に分類される。

盛土層	$V_s=58\text{m/s}$
蓮池層上部	$V_s=58\text{m/s}$
有明粘土	$V_s=58\text{m/s}$
蓮池層下部	$V_s=58\sim 160\text{m/s}$
三田川層	$V_s=160\sim 210\text{m/s}$
阿蘇・4火砕流堆積物	$V_s=240\text{m/s}$
中原層上部	$V_s=170\sim 240\text{m/s}$
中原層下部	$V_s=290\sim 350\text{m/s}$

図-1 佐賀郡久保田町 地盤モデル

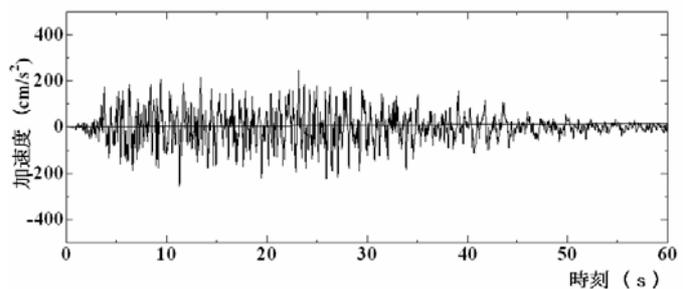


図-2 極めて稀に発生する地震動 (レベル1)

3. 解析方法

解析には市販の成層地盤の地震応答解析プログラム **k-SHAKE *1** を用いた。**SHAKE** は1次元非線形動的解析ソフトで、水平方向に半無限に広がりのある均質、粘弾性の幾つかの層からなる土層でのせん断波の縦方向伝播に対する応答計算をせん断弾性係数および減衰の非線形特性を考慮して行うことができるプログラムである。有明粘土のせん断弾性係数及び減衰定数の非線形性は、六角川周辺で採取された粘土資料を用いて行われた中空ねじり試験結果より得られた値を用いた。

地震動としては、模擬地震波作成プログラム **ARTEQ** を用い、各示方書で規定された加速度応答スペク

トルに適合した人工地震波を作成して使用した。なお、位相角としては乱数を用いたものとコンクリート標準示方書に示される地震波の位相特性を用いた。

4. 解析結果

(1) コンクリート標準示方書

まずは、コンクリート標準示方書で規定されている地震動を用いて解析した。図-3はレベル2地震動海洋型2を用いた時の結果である。ここで茶色の直線は、鉄道構造物等設計標準に示されたG6地盤の地表面加速度応答スペクトルを示している。いずれの地盤における結果も0.2秒以下の部分を除き短周期側でG6の応答スペクトルよりも小さな値となっていることが分かる。

(2) 鉄道構造物等設計標準

鉄道構造物等設計標準で規定された基盤地震動を用いて解析した。図-4はレベル1地震動を用いた時の結果である。短周期側では、軟弱地盤免振効果が表れているのがグラフから分かる。周期が1秒前後の所では、比較対象であるG6地表面スペクトルより、大きくなっている。これより、佐賀の軟弱地盤では、固有周期が1秒前後である高層の建物は不向きであることが分かる。

(3) 建築基準法施行令

建築基準法施行令で規定されている極めて稀な地震動レベル1を用いた結果を図-5に示す。ここでは、比較対象である鉄道橋示方書の地表面スペクトルより加速度は小さくなった。また、他の示方書より全体的に応答が抑えられる結果となった。建築基準法施行令が使用を認めている地表面加速度応答スペクトルを求める略算法では短周期側の免振効果が表現されておらず佐賀軟弱地盤の特性を十分に反映させたものとはなっておらず、過大な設計となる。むしろ、建築においてもG6の応答スペクトルを使用すべきである。

5. まとめ

以上の結果をまとめると佐賀平野の軟弱地盤上では固有周期が1秒以下になると加速度が減少する軟弱地盤免震が起これと考えられる。いずれの場合においても鉄道構造物等設計標準に示されている地表面加速度応答スペクトルが有明粘土地盤における地盤応答特性を正確に表現していることが明らかとなった。

また、今回は建築基準法施行令で示されている地表面加速応答スペクトルを求める略算法は佐賀軟弱地盤の特性を反映させたものになっていないことが明らかとなった

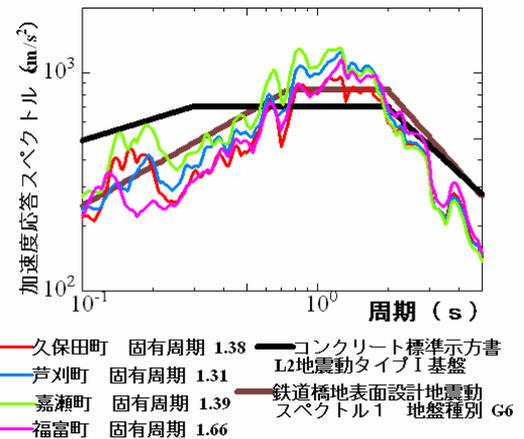


図-3 佐賀地盤における地表面加速度応答スペクトル
コンクリート標準示方書レベル2海洋型1・基盤入力

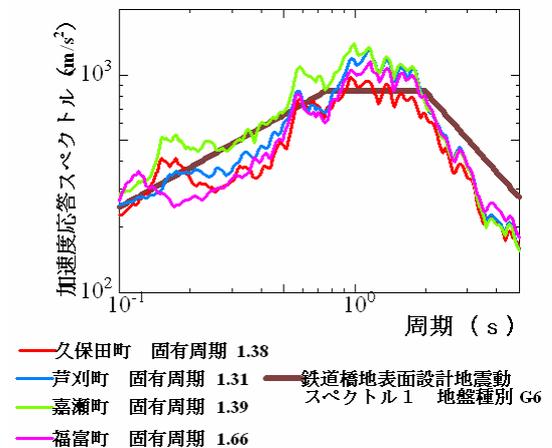


図-4 佐賀地盤における地表面加速度応答スペクトル
鉄道構造物等設計標準レベル2基盤入力

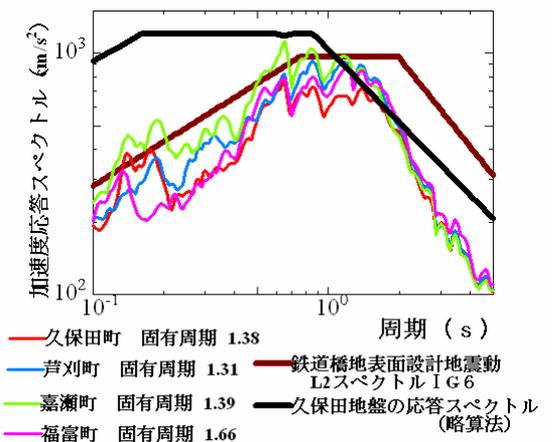


図-5 佐賀地盤における地表面加速度応答スペクトル
建築基準法施行令・極めて稀な地震基盤入力

*1 k-SHAKE + for Windows Version 3.02 (C) 1997-2000 株式会社 構造計画研究所