

佐賀平野上における建築構造物の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

佐賀大学理工学部

正会員

荒牧軍治

佐賀大学理工学部

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、**図-1**のように周期が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。

本研究では、**図-2**のように唐津市にある改築予定の建築構造物をモデル化し動的非線形解析を行って軟弱地盤免震効果について検証した。

2. 解析方法

地盤解析には成層地盤の地震時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。

構造物解析には静的解析プログラム Super Build SS2*2、動的解析プログラム FRAME(3D) *3 を用いた。SS2 は平成 19 年 3 月の建築基準法改正以前まで国土交通大臣認定プログラムであった。FRAME(3D) のファイバー要素は剛体リンク・分布ばね要素と呼ばれる要素を用い、線要素にモデル化できる鋼製部材や鉄筋コンクリート部材の非弾性状を考慮することができ、軸力も逐次計算し解析を行う。

(1) 解析地盤

解析地盤は佐賀平野上の佐賀市久保田町の地盤と、解析モデルにおける唐津市役所の地盤を用いた。久保田地盤は表層約 10(m)に非常に軟弱な地盤が堆積されており固有周期は 1.38(s)であり、唐津地盤は比較的標準な地盤で固有周期は 0.39(s)でありこれはⅡ種地盤に相当する。

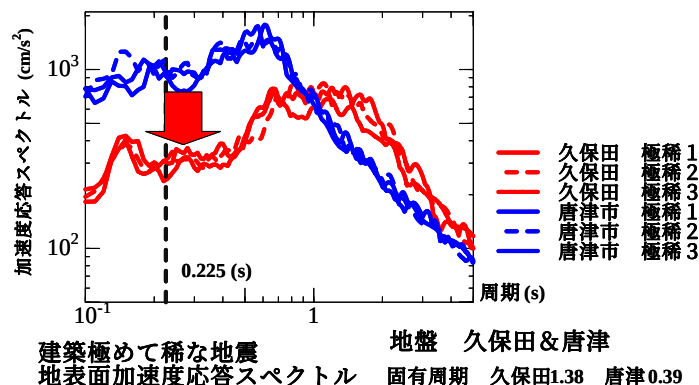


図-1 佐賀平野における軟弱地盤免震効果

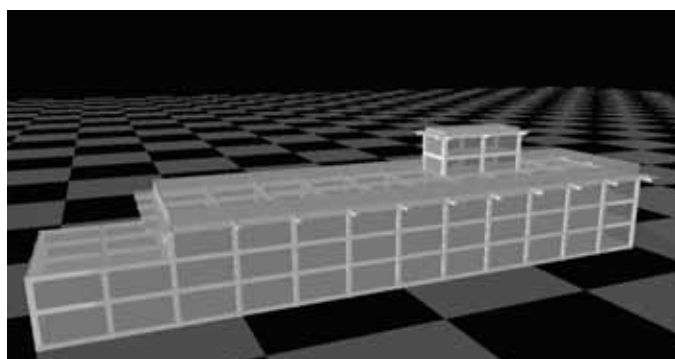


図-2 建築構造物の解析モデル

表-1 佐賀市久保田町地盤

地盤特性	深度(m)	せん断波速度(m/s)	単位体積重量(KN/m³)	減衰定数(%)
盛土層	0.63	58	15.696	0.05
蓮池層上部	1.7	58	15.696	0.05
	2.43	58	14.715	0.05
有明粘土	9.05	58	14.715	0.05
	10.1	58	14.715	0.05
蓮池層下部	11.8	160	16.677	0.05
	12.92	160	16.677	0.05
三田川層	20.81	210	17.658	0.05
阿蘇-火砕流堆積物	23.64	240	14.715	0.05
	24.62	240	14.715	0.05
	30.33	170	14.715	0.05
中原層上部	32.27	170	17.658	0.05
	40.7	290	18.639	0.05
中原層下部	50	350	19.62	0.05

表-2 唐津市地盤

地盤特性	深度(m)	せん断波速度(m/s)	単位体積重量(KN/m³)	減衰定数(%)
中砂	1.83	115	17.658	0.05
	3.3	137	17.658	0.05
	4.8	183	17.658	0.05
	6.3	188	17.658	0.05
微細砂	7.8	183	17.658	0.05
	9.3	178	17.658	0.05
	10.8	259	17.658	0.05
	12.3	228	18.639	0.05
風化マサ	13.45	224	18.639	0.05
	14.45	262	18.639	0.05
	15.44	306	18.639	0.05
	16.45	295	18.639	0.05
川原層	17.45	274	18.639	0.05
	18.45	237	18.639	0.05
	19.3	295	18.639	0.05

(2) 使用した地震波

今回使用した地震波は建築基準法施工令で規定される『稀に発生する地震動』と『極めて稀に発生する地震動』の各3波形を用いた。『稀に発生する地震動』とは数十年に一度発生する地震を想定しており、『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。

3. 解析結果

(1) 静的解析結果

許容応力度等計算における建物の1次固有周期は0.225(S)となる。図-1のように固有周期における加速度を算出し、この数値を建物の水平に与えることにより建物の保有水平耐力(Q_u)、必要保有水平耐力(Q_{un})が得られ(Q_u/Q_{un})とした耐震強度を結果として比較検証した。耐震強度は1.0で震度6強に耐えることになり、0.5で震度5強に耐えることになる。結果は唐津では0.3~0.45となるのに対し久保田では1.0~1.4となる。

(2) 動的解析結果

図-4は『極めて稀に発生する地震動』を入力した時の1階柱部材のM- ϕ の最大値をプロットしたものである。唐津の結果は塑性域に分布するのに対し、久保田の結果はひび割れ域に分布する。解析モデルは唐津市に構築された場合、『極めて稀に発生する地震動』のような大地震が発生した場合、補修しても元の状態に戻すのは不可能となる。しかし、久保田に構築された場合は補修して元の状態に修復可能となる。

4. まとめ

今回、建築構造物を用いて軟弱地盤免震効果を検証したが、静的解析及び動的解析でも唐津市において耐震強度が低く現存するには厳しい結果であったが、佐賀地盤の結果から佐賀平野である場合、大地震が発生しても修復可能な状態となり、佐賀平野において建築構造物に対しても軟弱地盤免震の効果が見られた。

表-3 耐震強度(極稀3波形・平均値)

平均値	久保田	唐津
階	Q_u/Q_{un}	Q_u/Q_{un}
3	1.415	0.449
2	1.213	0.385
1	1.062	0.336

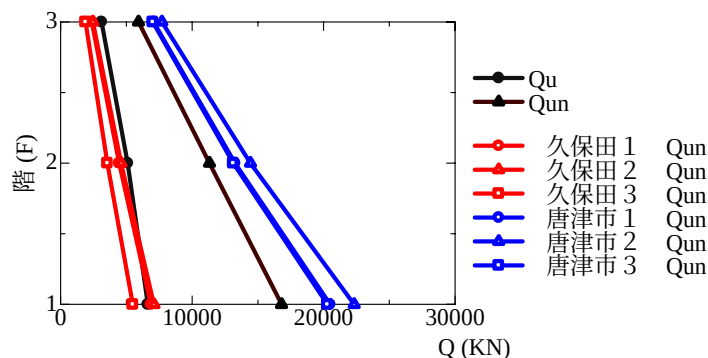


図-3 保有水平耐力 佐賀・唐津比較

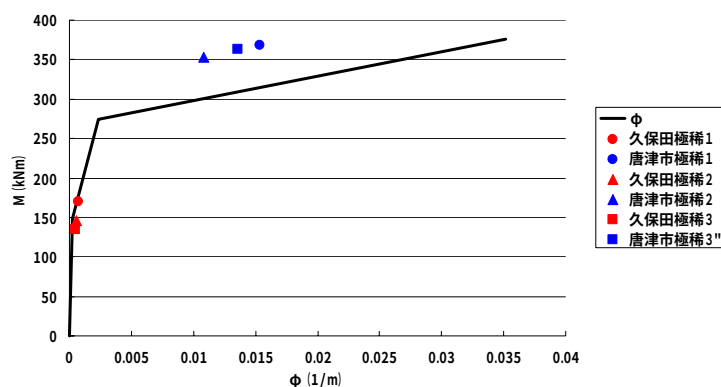


図-4 動的解析・M- ϕ 最大値

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

*2 UC-win/FRAM(3D) Ver.2 Ver.20000 (C) 株式会社フォーラムエイト

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