

ロマプリエタ地震の際のマリーナ地区の地盤震動に関する検討

金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克
Cornell Univ. T.D. O'Rourke

1. はじめに

1989年ロマプリエタ地震においては、震源から約80km以上離れたサンフランシスコ湾岸地域に様々な被害が生じた。中でも、サンフランシスコ市北端のサンフランシスコ湾に面するマリーナ地区においては地盤の液状化が発生し、木造建物やライフラインに多大な影響を与えた。この様なマリーナ地区における液状化現象や構造物の破壊を検討していくために、本報告ではマリーナ地区の地盤震動特性について検討を加えた。

2. 重複反射理論による一次元解析

マリーナ地区においては、既に様々な地盤調査がなされている。本報告ではまず、U.S. Geology Surveyによって示されたマリーナ地区の3地点におけるボーリングデータ¹⁾に基づいて、重複反射理論による一次元解析を行った。ここでは、基盤入力波としてマリーナ地区の近郊の露頭岩盤である、Yerba Buena Islandの強震記録を用いた。解析の対象とした地点の地盤構造および解析によって得られた最大加速度の深さ方向分布をFig. 1に示す。何れの地点においても表層近くで大きく増幅していること、Bay Mud で必ずしも大きく増幅しているわけではないこと、などが同図から読み取れる。

3. $G/G_{max} - \gamma$ 曲線が地盤応答に及ぼす影響

Young Bay Mud の非線形特性についての報告がいくつかなされているので、それらを用いて $G/G_{max} - \gamma$ 曲線が地盤応答に及ぼす影響について検討を加えた。Fig. 2に解析に用いた4種類の $G/G_{max} - \gamma$ 曲線²⁾⁻⁴⁾を示す。なお、2.における解析にはAutors(1991)を用いている。解析によって得られた加速度フーリエスペクトルと地表面における最大加速度をFig. 3に示す。加速度フーリエスペクトルは各ケースともよく類似しており、また地表面における最大加速度も多少異なっているもののその平均値回りのばらつきは9%以内となっている。以上のことより、今回対象としたケースにおいては、Young Bay Mudの $G/G_{max} - \gamma$ 曲線の評価が地盤応答に及ぼす影響はあまり大きくないことがわかった。

4. 基盤深さが地盤応答に及ぼす影響

Fig. 1からもわかるように、マリーナ地区においては最下層にOld Bay Mud (Clay with shells を含む) が厚く堆積している。そこで、Table 1 に示すようなモデル地盤を考え、基盤面の深さを変化させ、Old Bay Mud の層厚を変えることが地盤応答に及ぼす影響について検討した。各ケースにおける地盤の1次の卓越周期と地表面における最大応答加速度の関係をFig. 4に示す。基盤入力波の1次の卓越周期は約1.5秒であるので、地盤の1次の卓越周期が基盤入力波のそれに最も近いときに最も大きな最大応答加速度を示していることがわかる。

参考文献

- 1) U.S. Geology Survey: Effects of the Loma Prieta Earthquake on the Marina District, USGS Open File Report 90-253, 1990.
- 2) Isenhower, W.M. and Stokoe K.H.: Strain-Rate Dependent Shear Modulus of San Francisco Bay Mud, Proc. of Intl. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, Vol. 2, pp.579-602, 1981.
- 3) Idriss, I.M.: Response of Soft Soil Sites during Earthquake, Proc. of a Memorial Symposium to Honor Professor Harry Bolton Seed, pp. 273-289, 1990.
- 4) Lodde, P.F.: Dynamic Response of San Francisco Bay Mud, Thesis presented to the Faculty of the Graduate School of the University of Texas at Austin, 1982.

5) Hryciw, R.D.: Soil Amplification at Treasure Island During the Loma Prieta Earthquake, Proc. of 2nd Intl. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics Vol. 2, pp.1679-1685, 1991.

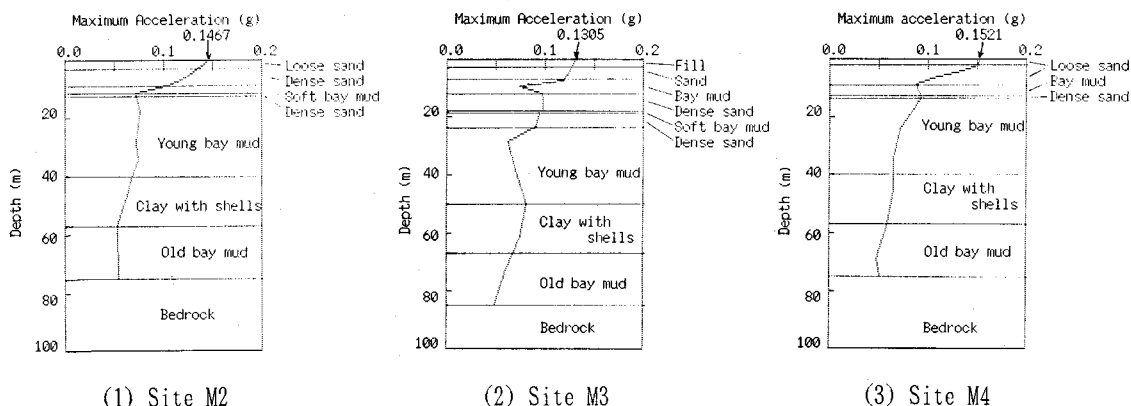


Fig. 1 Maximum Acceleration versus Depth

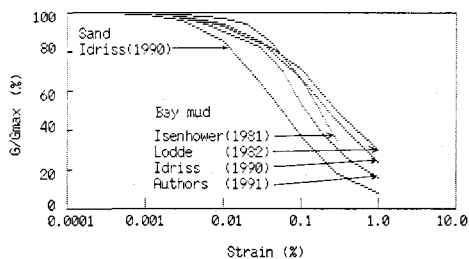


Fig. 2 Normalized Shear Modulus versus Shear Strain

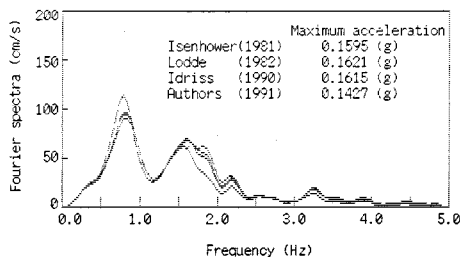


Fig. 3 Calculated Fourier Spectra of Acceleration at Surface

Table 1 Ground Conditions of Model Soil Layers

Soil type	Thickness (m)	Shear wave velocity
Sand fill	7	$V_s = 150 + 4z$ ⁵⁾
Young bay mud	14	$V_s = 30 z^{0.55}$ ⁵⁾
Old bay mud		$V_s = 335$
Case 1	0	
Case 2	29	
Case 3	54	
Case 4	79	
Case 5	104	
Case 6	129	
Case 7	154	
Case 8	179	

Unit: $V_s = \text{m/s}$, $z = \text{m}$

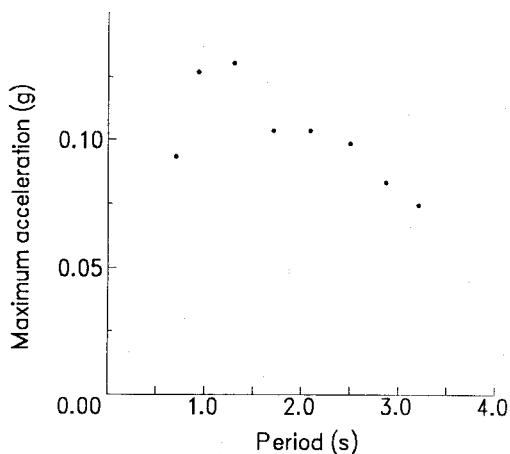


Fig. 4 Maximum Acceleration versus Predominant Period of Ground