

紧邻倾滑型强震地表破裂带场地的地震动分析*

张建毅¹, 薄景山^{1,2}, 李平¹, 李孝波¹

(1. 防灾科技学院 地质工程学院, 河北 三河 065201; 2. 中国地震局工程力学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 强震地表破裂对破裂带附近的建筑物造成巨大的破坏, 如何在工程建设的场址选择中避开活断层是工程地质界和岩土工程抗震设计者关心的问题。利用汶川、玉树及数次强震断裂现场科考资料, 基于破裂主要特征、模式、机理等构建了典型的倾滑型活动断层附近地质力学模型及工况, 考虑贯通地表的基岩位错和强震动效应, 结果表明: ①在脉冲型地震动输入下, 上盘均有明显的上盘效应, 上盘效应外一定距离内有明显的“减震”作用; ②对于具有速度脉冲的波, 在 0.2 g、0.4 g 地震动输入时, A_{\max} 在上盘 20 m 范围内显著增大, 下盘 10 m 范围内增大; ③对于速度脉冲更明显的波, 在 0.2 g 地震动输入时, A_{\max} 在上盘 40 m 范围内显著增大; 在 0.4 g 地震动输入时, A_{\max} 在上盘 30 m 范围内显著增大在下盘 10 ~ 20 m 范围内增大; ④应用地表地震动的参数合理分析确定了避让距离的数值, 给出了一定解释。

关键词: 活动断层; 地表破裂; 地震动; 避让距离

中图分类号: P315.91

文献标志码: A

文章编号: 1000-0666(2019)04-0465-09

0 引言

当代地震学普遍认为强震和活动断层相关, 强震的发生往往都伴随着活断层的错动。在合适的条件下, 活断层的错动会产生地表破裂, 地表破裂对破裂带附近的建筑物往往造成巨大的破坏(胡平, 2009; 李小军等, 2009; 李秀菊, 李鸿晶, 2012; 彭建兵等, 2008; 于江等, 2018; Ng *et al.*, 2012; Anastasopoulos, 2008)。

上述破坏称之为强震地表破裂效应, 目前对于地表破裂及其紧邻地震动的分析研究并不多。有些学者(杨笑梅, 2006; 温瑞智等, 2002; 李山有等, 2003)通过总结地震断层破碎带的规律来构建简化模型, 对其附近不同位置处的加速度时程及反应谱进行分析, 但输入的地震动(人造地震动或简单的脉冲波)及其它有关参数较简单, 也未讨论与避让距离有关的问题。

因为近场地震动非常复杂(王海云, 谢礼立,

2008), 表现出上盘效应、方向性效应、永久地面位移(Fling-Step 效应)、速度脉冲效应等, 这里的近场一般是指 50 ~ 60 km, 也有人指 10 ~ 20 km。本文认为这和紧邻地表破裂附近的地震动分析有一定可比性, 但可能紧邻地表破裂附近更关心的是场地效应。

本文研究的是出露地表且多次原地重复破裂的强震地表破裂带及其地表附近的地震动响应, 分析地表破裂附近(200 m 以内)的地震动特征, 如峰值加速度、反应谱等。

1 模型建立

1.1 平面动力分析方法

采用张建毅(2007)改进的土体非线性二维平面动力有限元程序 SD4 软件包进行建模分析。采用了等参数任意四边形单元, 由 Wilson- θ 逐步积分法求解, 并由土体等价非线性粘-弹塑性模型进行等效线性化插值来考虑非线性, 可以同时

* 收稿日期: 2019-07-06.

基金项目: 廊坊市科技支撑计划项目——强震断裂带场地动力响应及活动断层避让分析(2016013107)和河北省自然科学基金——强震断裂带附近条形基础动力响应及避让距离研究(E2017512013)联合资助。

输入水平和竖向地震加速度来计算绝对和相对加速度反应谱；计算包括各节点的最大加速度、给定节点的加速度时程，各单元的最大应力以及给定单元的应力时程等地震反应。

有限元离散后粘弹性体的运动方程为：

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = [P] \quad (1)$$

式中： $[M]$ 为质量矩阵，可用集中质量法求解； $[C]$ 为阻尼矩阵， $[C] = \alpha[M] + \beta[K]$ ， $\alpha = \lambda\omega$ ， $\beta = \lambda/\omega$ ； $[K]$ 为刚度矩阵，可用常规有限单元法求出； $[P]$ 为荷载矩阵； λ 为阻尼比； ω 为基本频率； \ddot{u} ， \dot{u} ， u 为分别为结点相对于基岩的加速度、速度、位移。具体求解步骤如下：

由开始时刻体系的状态确定剪切模量 G_i 和各单元平均阻尼比 λ_i ，在完成一次应力循环和迭代后，要求：①形成质量矩阵 $[M]$ 和刚度矩阵 $[K]$ ；②计算 Wilson- θ 逐步积分法的参数 $b_2 - b_{12}$ ；③形成有效刚度矩阵 $[K']$ 。

在每一时间步长内，要求：①计算有效荷载向量 $\{P'\}_{t+\Delta t}$ ；②求解有效位移向量 $\{u'\}_{t+\Delta t}$ ；③计算 $t + \Delta t$ 时刻的位移、速度、加速度；④由位移计算各单元的剪应变；⑤由双曲线应力-应变关系求出各单元剪切模量或阻尼比；⑥对下一时

间间隔重复上述计算。

为了考虑土的非线性，可计算各单元的平均剪应变或最大剪应变的折减值作为等效应变，从剪切模量和阻尼比的试验曲线，插值求得与等效应变相应的模量和阻尼比，并和初始值对比迭代满足要求后，再开始下一个计算。

考虑基岩位错并输入地震动，利用该程序计算并分析距离永久地质变形带（地表破裂带）地表不同位置处的地震动，主要分析地表不同点的反应谱形状；并通过最大峰值加速度指标给出地表破裂带产生的最大影响范围及避让距离的数值。

1.2 破裂带类型

结合周荣军等（2008）和徐锡伟等（2011）的地表破裂特征分析结论，对于场地的覆盖层厚度内的土体，大多数为倾滑型地表破裂模型，如图 1 所示，其中覆盖层厚度取 30 m（尽量使其能出露地表破裂）；黑色区域为多次地震破裂事件导致的破裂区，可由张建毅（2015）统计给出的地质强变形带宽度平均值分析后选取为 10 m；破裂区两侧土体的边界尺寸由水平避让距离、震害指数及数值模拟边界效应等综合确定，两侧各选取 200 m，且由大量典型的探槽记录选取倾滑断层倾角为常见的 70° 。

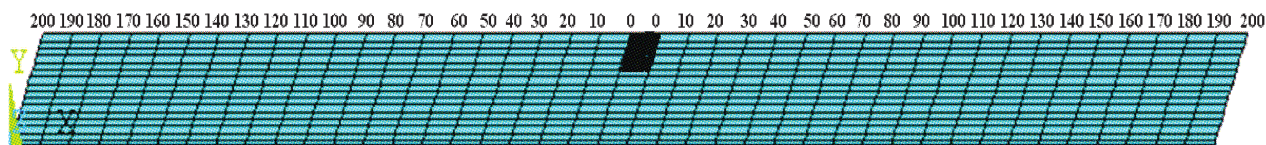


图 1 倾滑型地表破裂数值模型

Fig. 1 Surface rupture model of dip-slip type fault

1.3 土体参数

本文针对中国西部地区破裂带附近土体的特点，研究了川滇地区砂卵石土较广分布的特性，总结了近年来国内外粗粒土动力特性研究的现状和成果，整理分析了中国地震局工程力学研究所绵阳市城区地震小区划报告中给出的类似土层结构的动力参数，得出了砂卵石土在研究范围内的基本动力性状参数和剪切波速（表 1）。

1.4 输入地震动选取

当前研究工作的重要缺点是没有强烈地震发

生时在地表破裂附近的记录；且同一点上，不同地震的记录也不相同。目前已知距离地表破裂带或迹线最近的强震记录为 1966 年美国 Parkfield 地震距断层 80 m 得到的记录（图 2）（Bouchon, 1979）。

基于此，经过试算，考虑在倾滑破裂附近（距破裂带小于 10 km）及持时等因素，本文选取了 2 条典型地震波（El-Centro 波、天津波），二者与图 2 的地震记录有相似的速度脉冲及波串效应（胡聿贤，2005），称为脉冲波，对其进行归一化处理（图 3）。

表1 土类动剪切模量比及阻尼比与剪应变的关系
Tab. 1 Soil shear modular ration and damping ration with shear strain

土类	参数	剪应变 $\gamma/10^{-4}$							
		0.05	0.1	0.5	1	5	10	50	100
含碎石杂填土	G/G_{\max}	0.960 0	0.950 0	0.800 0	0.700 0	0.500 0	0.300 0	0.150 0	0.100 0
	ζ	0.025 0	0.028 0	0.030 0	0.045 0	0.080 0	0.100 0	0.150 0	0.170 0
碎石	G/G_{\max}	0.991 4	0.983	0.920 6	0.852 8	0.536 8	0.366 9	0.103 9	0.054 8
	ζ	0.006 6	0.010 0	0.025 0	0.036 2	0.071 7	0.086 3	0.106 2	0.109 7
稍密卵石	G/G_{\max}	0.976 0	0.956 0	0.858 0	0.763 0	0.615 0	0.488 0	0.326 0	0.143 0
	ζ	0.007 0	0.010 0	0.027 0	0.050 0	0.066 0	0.084 0	0.106 0	0.124 0
中密卵石	G/G_{\max}	0.981 0	0.960 0	0.877 0	0.793 0	0.685 0	0.523 0	0.346 0	0.153 0
	ζ	0.005 0	0.008 0	0.023 0	0.035 0	0.066 0	0.086 0	0.105 0	0.122 0
密实卵石	G/G_{\max}	0.996 4	0.972 0	0.909 4	0.824 3	0.663 2	0.538 4	0.349 9	0.126 3
	ζ	0.004 3	0.007 5	0.021 3	0.031 5	0.046 6	0.063 6	0.074 2	0.092 3
泥岩强风化岩	G/G_{\max}	0.999 5	0.999 0	0.994 7	0.986 8	0.963 5	0.946 5	0.914 8	0.908 0
	ζ	0.007 0	0.011 3	0.015 1	0.020 7	0.030 7	0.042 0	0.049 4	0.059 8
基岩	G/G_{\max}	1	1	1	1	1	1	1	1
	ζ	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

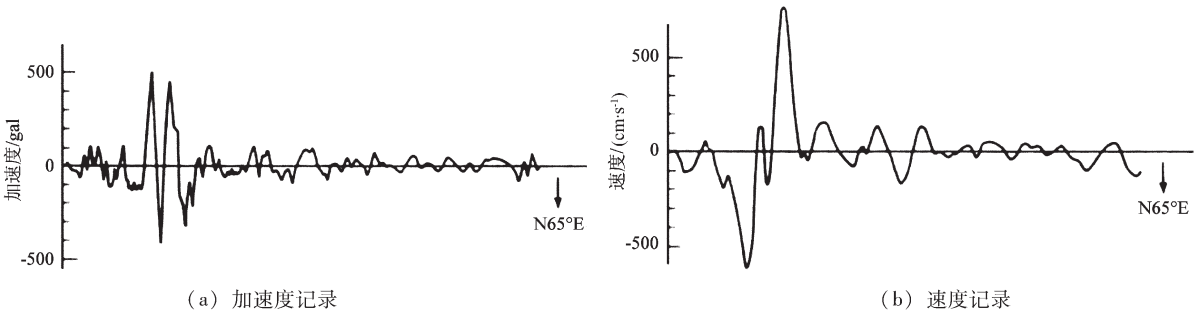


图2 Parfeild地震距离破裂迹线的强震记录
Fig. 2 Strong earthquake records of the Parfeild earthquake near the rupture trace

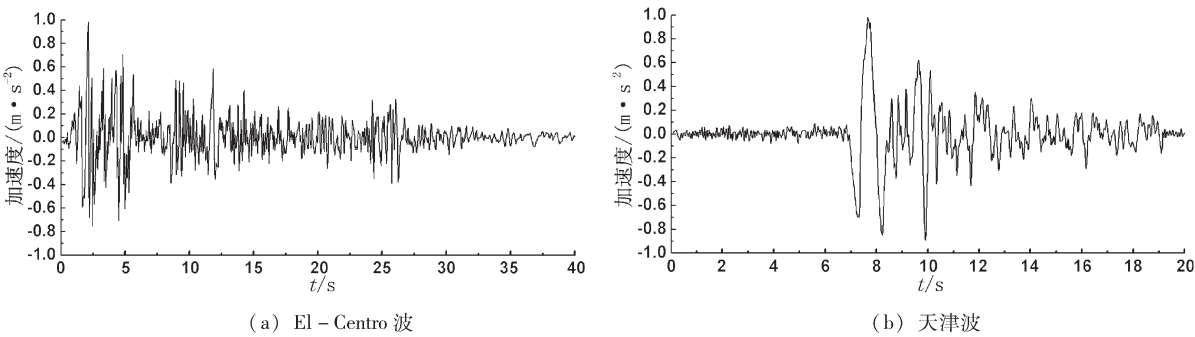


图3 近断层2条加速度地震波
Fig. 3 Two selected acceleration seismic waves near the fault

2 工况分析

选择基岩位错下破裂深度分别为4 m、10 m、20 m、30 m（贯通破裂）的4种工况，对2条

典型地震波分别输入0.2 g和0.4 g地震动进行工况分析，如图4~15所示，y0指未发生破裂时各种工况下的地震动响应，其值作为破裂工况响应值的对比标尺。

2.1 输入 0.2 g 地震动时工况分析

2.1.1 El - Centro 波

对 El - Centro 波输入 0.2 g 地震动, 距离地表破裂主迹线不同位置处的地表峰值加速度 (A_{\max}) 如图 4 所示。

给出 4 种工况 (破裂深度 4 m、10 m、20 m、30 m) 下的距离破裂主迹线不同位置处的地表绝对加速度反应谱, 如图 5 ~ 8 所示。

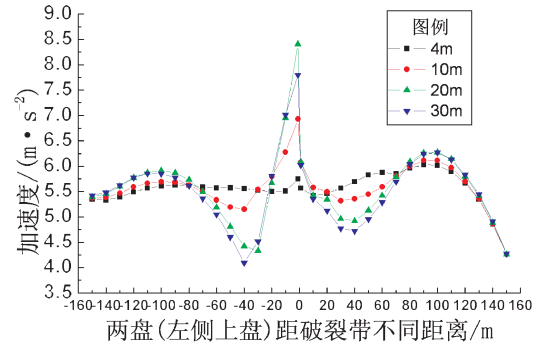


图 4 输入 0.2 g 地震动时, El - Centro 波峰值加速度 A_{\max} 分布

Fig. 4 Distribution of 0.2 g El - Centro wave A_{\max}

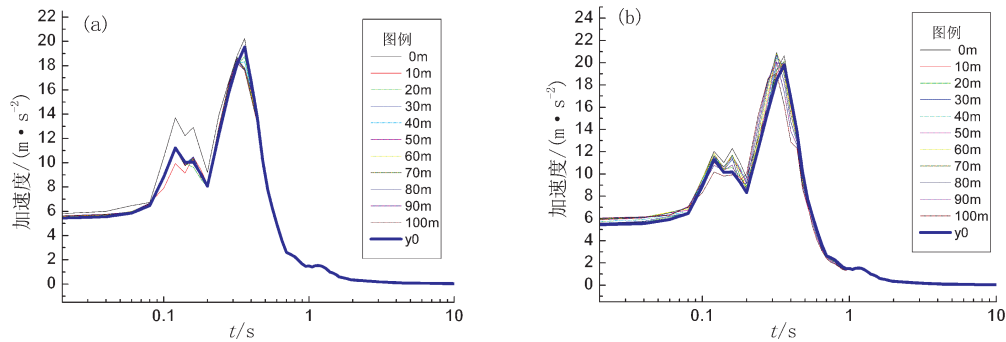


图 5 输入 0.2 g 地震动时, El - Centro 波破裂深度 4 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱

Fig. 5 Depth of 4 m 0.2 g El acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

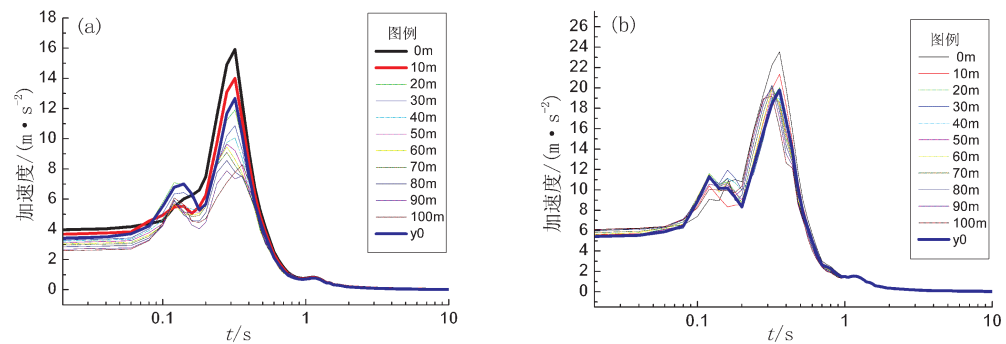


图 6 输入 0.2 g 地震动时 El - Centro 波破裂深度 10 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱

Fig. 6 Depth of 10 m 0.2 g El acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

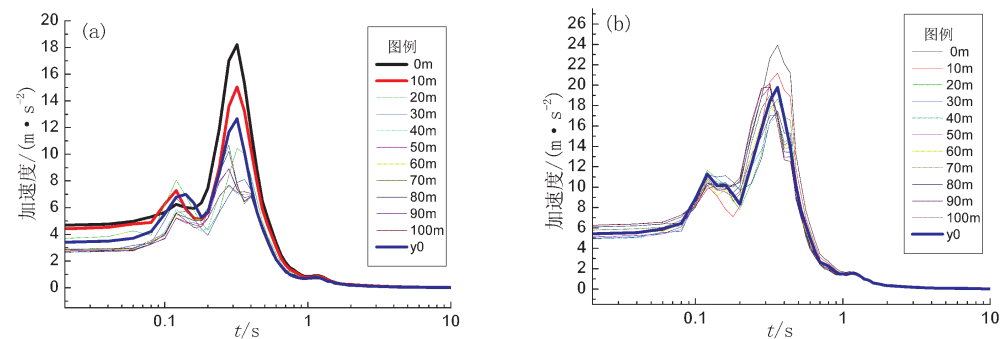


图 7 输入 0.2 g 地震动时, El - Centro 波破裂深度 20 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱

Fig. 7 Depth of 20 m 0.2 g El acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

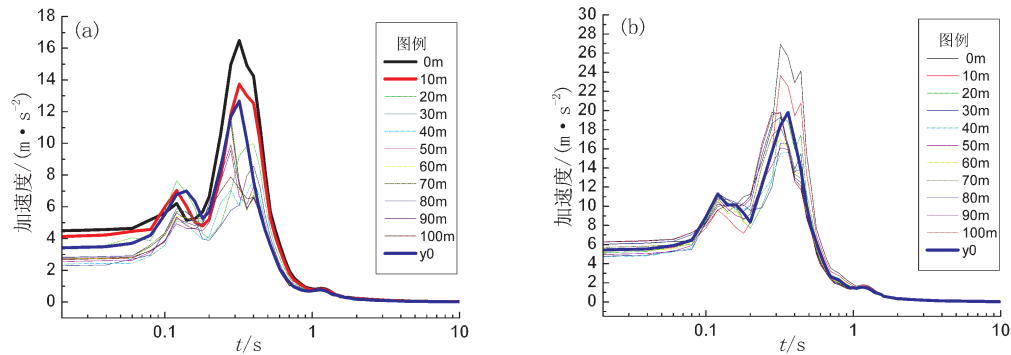


图8 输入0.2 g地震动时, El-Centro波破裂深度30 m地表上盘(a)和下盘(b)绝对加速度反应谱
Fig. 8 Depth of 30 m 0.2 g El acceleration response spectrum on the hanging-wall (a) and footwall (b)

由图4可知, El-Centro波在破裂带上盘20 m 之内的 A_{\max} 随着破裂深度增大而显著变大; 在下盘20 m 范围内变化不明显; 随着破裂深度增大, 在20~60 m 反而明显变小, 尤其在上、下盘各40 m 处减小到最小; 在上、下盘各60 m 以外随着破裂深度增大而略微变大。

由图5~8知: 在破裂深度4 m 时, 上、下盘地表不同位置处的反应谱形状和未破裂 y0 工况的形状基本一致, 最高(平台)点的值也基本一致。破裂深度从10 m 增大到完全贯通破裂(30 m), 距离上盘不同位置处的反应谱在10~40 m 范围内明显变得偏瘦高、平台值偏大(最大值比未破裂大约3倍); 距离下盘不同位置处的反应谱在10 m 范围内变得偏瘦高、平台值偏大。

综上所述, 上盘的避让距离可取40 m, 下盘取20 m; 同时, 在上、下盘40 m 左右相对于未发生破裂的场地反而有“减震”作用。

2.1.2 天津波

对天津波输入0.2 g地震动, 距离地表破裂主迹线不同位置处的 A_{\max} , 如图9所示。

同时, 给出了4种工况(破裂深度4 m、10 m、20 m、30 m)下的距离破裂主迹线不同位置处的地表绝对加速度反应谱, 如图10~13所示。

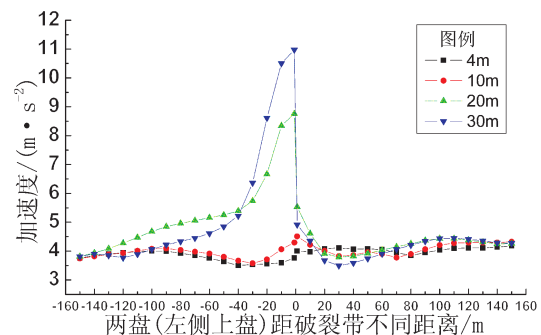


图9 输入0.2 g地震动时, 天津波峰值加速度 A_{\max} 分布

Fig. 9 Distribution of 0.2 g Tianjin wave A_{\max}

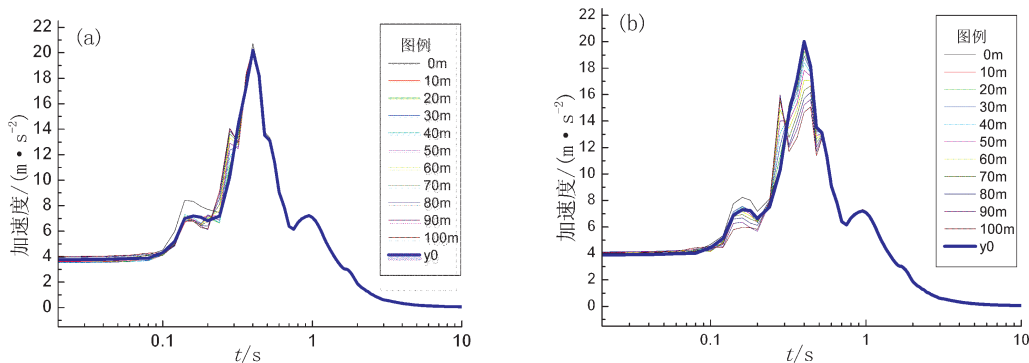


图10 输入0.2g地震动时, 天津波破裂深度4 m地表上盘(a)和下盘(b)绝对加速度反应谱
Fig. 10 Depth of 4 m 0.2 g Tianjin acceleration response spectrum on the hanging-wall (a) and footwall (b)

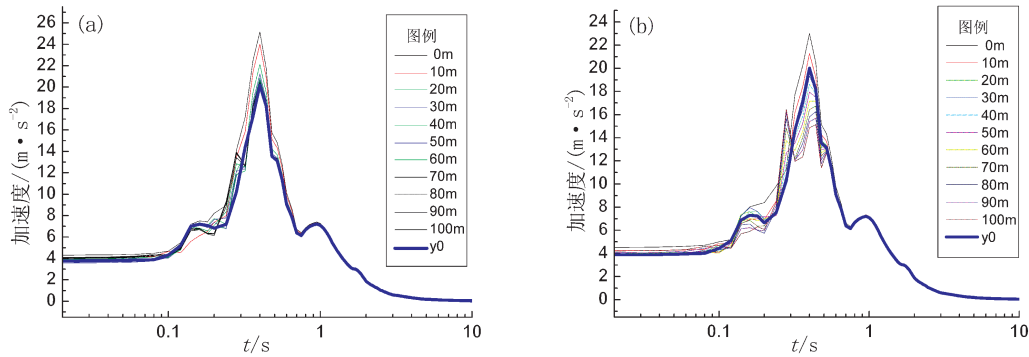


图 11 输入 0.2g 地震动时, 天津波破裂深度 10 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱
Fig. 11 Depth of 10 m 0.2 g Tianjin acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

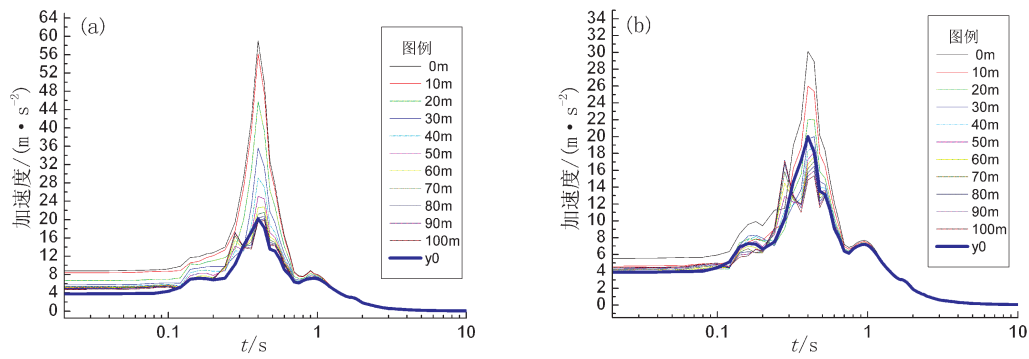


图 12 输入 0.2g 地震动时, 天津波破裂深度 20 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱
Fig. 12 Depth of 20 m 0.2 g Tianjin acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

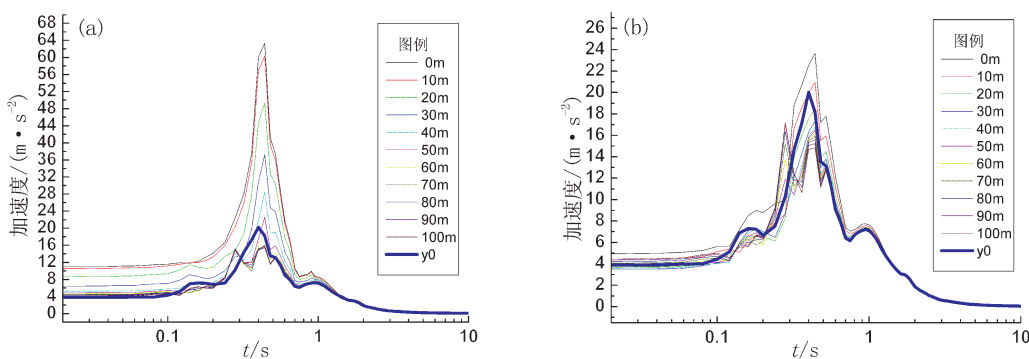


图 13 输入 0.2g 地震动时, 天津波破裂深度 30 m 地表上盘 (a) 和下盘 (b) 绝对加速度反应谱
Fig. 13 Depth of 30 m 0.2 g Tianjin acceleration response spectrum on the hanging - wall (a) and footwall (b)

由图 9 可知, 天津波在破裂深度为 4 m、10 m 时, 破裂带上、下盘附近的 A_{\max} 变化并不明显; 在破裂深度 20 m 直至破裂完全贯通 (30 m) 时, 在上盘 100 m 范围内, A_{\max} 明显变大, 尤其是上盘 40 m 范围内急剧增大 (20 m 附近增大 3 倍), 下盘附近仍无明显变化。

由图 10 ~ 13 可知: 在破裂深度 4 m 时, 上、

下盘地表不同位置处的反应谱形状和未破裂 y0 工况的形状基本一致, 最高 (平台) 点的值也基本一致。破裂深度从 10 m 增大到完全贯通破裂 (30 m), 距离上盘不同位置处的反应谱在 10 ~ 50 m 范围内明显变得偏瘦高、平台值偏大 (最大时比未破裂大约 3 倍); 距离下盘不同位置处的反应谱在 10 ~ 20 m 范围内变得偏瘦高、

平台值偏大。

综上所述, 上盘的避让距离可取 100 m, 下盘取 20 m; 同时, 在上盘 100 m 范围内具有明显的上盘效应。

2.2 输入 0.4 g 地震动时工况分析

2.2.1 El-Centro 波

El-Centro 波输入 0.4 g 地震动时, 距离地表破裂主迹线不同位置处的地表峰值加速度 A_{\max} , 如图 14 所示。

同时, 给出 4 种工况 (破裂深度 4 m、10 m、20 m、30 m) 下的距离破裂主迹线不同位置处的地表绝对加速度反应谱 (限于篇幅不展开说明)。

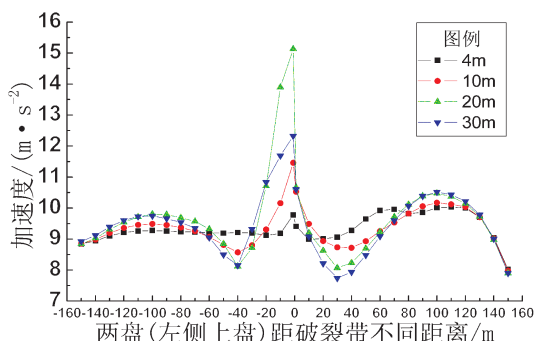


图 14 输入 0.4 g 地震动时, El-Centro 波峰值加速度 A_{\max} 分布

Fig. 14 Distribution of 0.4 g El-Centro wave A_{\max}

由图 14 可知, El-Centro 波在输入 0.4 g 地震动时, A_{\max} 随着破裂深度增大在上、下盘的变化和输入 0.2 g 地震动时的结论基本一致。

不同破裂深度下距离破裂主迹线的反应谱形状 (瘦高、平台) 和 El-Centro 波在输入 0.2 g 地震动时的结论基本一致。

从 A_{\max} 、加速度反应谱综合分析, 上盘的避让距离可取 40 m, 下盘取 20 m; 同时, 在上、下盘 40 m 左右相对于未发生破裂的场地反而有“减震”作用。

2.2.2 天津波

天津波输入 0.4 g 地震动, 距离地表破裂主迹线不同位置处的 A_{\max} , 如图 15 所示。

同时, 给出了 4 个工况 (破裂深度 4 m、10 m、20 m、30 m) 下的距离破裂主迹线不同位置处的地表绝对加速度反应谱 (限于篇幅不展开说明)。

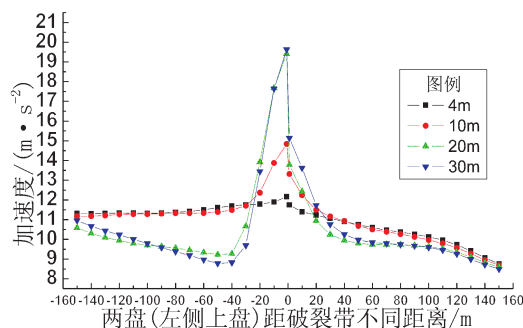


图 15 输入 0.4 g 地震动时, 天津波峰值加速度 A_{\max} 分布

Fig. 15 Distribution 0.4 g Tianjin wave A_{\max}

由图 15 可知, 给天津波输入 0.4 g 地震动时, 在破裂深度为 4 m 时, 破裂带上、下盘附近的 A_{\max} 基本无变化; 在破裂深度 10 m 时, 破裂带上、下盘附近 30 m 范围内的 A_{\max} 已经明显变化, 20 m 范围外基本无变化; 在破裂深度 20 m 直至破裂完全贯通 (30 m) 时, 在上盘 30 m 范围内 A_{\max} 显著变大 (增大约 2 倍), 下盘附近和破裂深度 4 m、10 m 比有一定减小, 并且上盘 30 ~ 100 m 范围内 A_{\max} 明显减小, 在上盘 40 m 附近有明显的“减震”作用。

在破裂深度 4 m 时, 上、下盘地表不同位置处的反应谱形状和未破裂 y0 工况的形状基本一致, 最高 (平台) 点的值也基本一致。破裂深度从 10 m 增大到完全贯通破裂 (30 m), 距离上盘不同位置处的反应谱在 10 ~ 20 m 范围内明显变得偏瘦高、平台值偏大; 距离下盘不同位置处的反应谱在 10 m 范围内变得偏瘦高、平台值偏大。

从 A_{\max} 、加速度反应谱综合分析, 上盘的避让距离可取 30 m, 下盘取 10 m; 同时, 在上盘避让距离外具有明显的“减震”作用。

3 讨论

本文建立了覆盖层厚度 30 m、重复破裂强变形带宽 10 m、倾角 70° 的倾滑断层, 在不同基岩位错的破裂深度 (4 m、10 m、20 m、30 m 贯通) 工况下, 输入不同幅值大小的脉冲型典型地震波下的地震动分析模型及工况。

对倾滑破裂下的距离破裂主迹线地表不同位置处的地震动反应分析可知:

(1) 在脉冲型地震动输入下, 上盘均有明显的上盘效应; 同时, 上盘效应外一定距离内有明显的“减震”作用。

(2) 对于具有速度脉冲的波 (如 El - Centro 波), 在输入 0.2 g、0.4 g 地震动时, A_{\max} 在上盘 20 m 范围内显著增大, 下盘 10 m 范围内增大。

(3) 对于速度脉冲更明显的波 (如天津波), 在输入 0.2 g 地震动时, A_{\max} 在上盘 100 m 范围内显著增大; 在 0.4 g 地震动输入时, A_{\max} 在上盘 30 m 范围内显著增大, 在下盘 10 ~ 20 m 范围内增大。

(4) 由 A_{\max} , 绝对加速度反应谱综合分析, 合理解释了避让距离内, 较大的 A_{\max} 是无法通过一般工程抗震措施解决的, 解释了强震地表破裂对紧邻附近工程结构的“无坚不摧”破坏; 同时, 地表破裂附近 200 m 之内 (尤其是上盘) 的 A_{\max} 、绝对加速度反应谱的复杂性及局部位置的“减震”作用等, 也合理解释了地表破裂附近 (200 m) 工程结构震害的复杂性, 以及部分距离地表破裂较近的结构破坏较轻的原因。

4 结论

本文从建立地表破裂模型及输入脉冲地震波等大量工况中, 研究了其破裂带附近的地震动。应用地表地震动的参数合理分析确定了避让距离的数值, 给出了一定解释。通过地表破裂及其地震动场的数值模拟, 初步得到以下结论:

倾滑型为主的强震地表破裂带附近建筑物, 考虑地表破裂带的定位精度和安全系数等, 在上盘 50 m 范围内、下盘 30 m 范围内不易通过结构抗震或抗断裂措施加以解决, 需进行合理避让。

当然, 文中的地震波选取数量有限, 同时, 地震动特性、断层本身的几何尺寸、覆盖层厚度及破裂程度等都会影响研究结果, 故需进一步探讨。

参考文献:

- 胡平. 2009. 第四纪地层中断层同震错动行为的离心机试验研究 [D]. 北京: 中科院地质与地球物理研究所.
- 胡聿贤. 2005. 地震工程学 (第二版) [M]. 北京: 地震出版社.
- 李山有, 马强, 武东坡, 等. 2003. 断层场地地震反应特征研究 [J]. 地震工程与工程振动, 23 (5): 32 - 38.
- 李小龙, 赵雷, 李亚琦. 2009. 断层错动引发基岩上覆土层破裂过程模拟 [J]. 岩石力学与工程学报, 28 (增刊 1): 2701 - 2705.
- 李秀菊, 李鸿晶. 2012. 断层错动引起的上覆土体破裂演化规律研究 [J]. 地震学报, 34 (6): 858 - 865.
- 彭建兵, 陈立伟, 黄强兵, 等. 2008. 地裂缝破裂扩展的大型物理模拟试验研究 [J]. 地球物理学报, 51 (6): 1826 - 1835.
- 王海云, 谢礼立. 2008. 近断层地震动模拟现状 [J]. 地球科学进展, 23 (10): 1043 - 1053.
- 温瑞智, 周正华, 孙平善, 等. 2002. 断层场地地震动分析 [J]. 地震工程与工程振动, 22 (1): 21 - 31.
- 徐锡伟, 赵伯明, 马胜利, 等. 2011. 活动断层地震灾害预测方法和应用 [M]. 北京: 科学出版社.
- 杨笑梅, 王海涛, 杨柏坡. 2006. 竖向断层对场地地面运动的影响 [J]. 地震工程与工程振动, 26 (5): 7 - 17.
- 于江, 张彦琪, 李西, 等. 2018. 无人机航测技术在 2014 年鲁甸 $M_s 6.5$ 地震震区活动构造调查中的应用 [J]. 地震研究, 41 (2): 166 - 172.
- 张建毅. 2007. 地震作用下地下结构横向应变传递研究 [D]. 哈尔滨: 中国地震局工程力学研究所.
- 张建毅. 2015. 工程场地活断层避让距离研究 [D]. 哈尔滨: 中国地震局工程力学研究所.
- 周荣军, 黄润秋, 雷建成, 等. 2008. 四川汶川 8.0 级地震地表破裂与震害特点 [J]. 岩石力学与工程学报, 27 (11): 1 - 9.
- Anastasopoulos I, Callerio A, Bransby M F, et al. 2008. Numerical analyses of fault - foundation interaction [J]. Bull Earthquake Eng, 6 (4): 645 - 675.
- Bouchon M. 1979. Predictability of Ground Displacement and Velocity Near an Earthquake Fault: the Parkfield Earthquake of 1966 [J]. Journal of Geophysical Research, 84 (11): 6149 - 6157.
- Ng C W W, Cai Q P, Hu P. 2012. Centrifuge and Numerical Modeling of Normal Fault - Rupture Propagation in Clay with and without a Pre-existing Fracture [J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 138 (12): 1492 - 1504.

Analysis of the Ground Motions adjacent to Dip – slip Type Earthquake Surface Rupture zone

ZHANG Jianyi¹, BO Jingshan^{1,2}, LI Ping¹, LI Xiaobo¹

(1. Department of Geological Engineering, Institute of Disaster Prevention, Sanhe 065201, Hebei, China)

(2. Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration, Harbin 150080, Heilongjiang, China)

Abstract

Active faults surface ruptures often cause great damage to buildings near the rupture zone. Therefore, how to avoid active faults in site selection of engineering construction is concerned by engineering geological and geotechnical engineering seismic designers. This article analyzes the Wenchuan, Yushu earthquakes and several seismic fracture site data burst characteristics, and the rich scientific model and mechanism model are constructed and the condition of active faults near the typical geological mechanics based on the consideration of the surface through Bedrock Dislocation and strong vibration effect. Some instructive conclusions are obtained: (1) Under the pulse type ground motion input, the upside has obvious effect on plate. At the same time, the plate outside a certain distance has obvious effect on the " shock" effect. (2) With velocity pulse wave, in the 0.2 g and 0.4 g ground motion input, A_{\max} shall increase significantly within plate on 20 m, 10 m footwall increased ranges. (3) More apparent velocity pulse wave, in the 0.2 g ground motion input, A_{\max} increase significantly in plate 40 m range. At 0.4 g ground motion input, A_{\max} only within the scope of the plate on the 30 m significantly increased, while the footwall within 10 m to 20 m. (4) To determine the fault setbacks of the reasonable numerical parameter analysis of the application of ground motion, this paper gives some explanation and verify its rationality.

Keywords: active fault; faulting rupture; ground motions; setback distance