

地裂缝活动对 Q_3 残积古土壤物理力学性质的影响^{*}

王 颖, 宋彦辉, 李忠生, 李新生

(长安大学 地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054)

摘 要: 对长安地裂缝金滹沱探槽工点 Q_3 残积古土壤层原状样进行常规土工试验的结果显示: 含水率、孔隙比相对裂缝带在其两侧均变小; 密度、干密度在其两侧均变大; 压缩模量在其两侧无明显变化; 液限、塑限在其南侧无明显变化, 而在其北侧变大; 压缩模量相对裂缝带在次级地裂缝南侧变大, 而在次级地裂缝北侧无明显变化; 液限、塑限相对裂缝带在次级地裂缝两侧均变小。此试验结果为研究裂缝带的影响宽度提供了依据。

关键词: 地裂缝; 物理性质; 变化规律; Q_3 残积古土壤

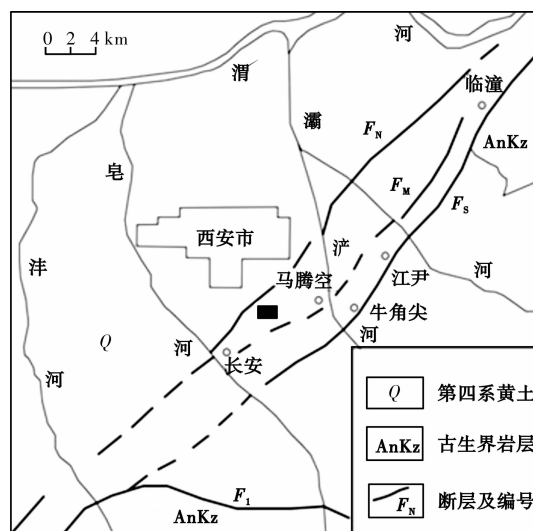
中图分类号: X4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2012)03-0031-04

地裂缝是一种比较特殊的地质灾害, 不仅对各类工程建设、交通设施、城市生命线工程等造成灾难性的直接破坏, 而且可能导致一系列严重的生态环境问题, 带来巨大的经济损失, 因此受到广泛的关注。许多专家通过地质调查、监测、地质力学模型等多种探测手段, 对地裂缝有了比较深入的认识, 并且获得了许多重要的研究成果。但是, 从目前国内外的研究文献资料来看, 对地裂缝两盘扰动带土的工程特性的研究比较少。其中, 美国是对地裂缝研究最早的国家, 其研究主要集中在成因机理上, 并提出了三种不同的成因观点, 即构造成因说、地下水开采成因说及构造与地下水开采复合成因说。但是, 在对地裂缝带土的工程特性研究方面, 尚未见有深入的文献报道。国内对于地裂缝的研究起自于 1970 年代中后期, 研究的重点仍然是地裂缝的成因机制问题。随着地裂缝带不断出现, 研究方面涉及地裂缝带调查研究方法、地裂缝活动趋势的预测、地裂缝的灾情评估理论及地裂缝带灾害防治等。这些研究深化了对地裂缝形成机制及活动规律的认识, 可是对地裂缝带土的性质研究方面还是比较少的。国内在这方面开展过工作的有李新生等^[1]和胡志平等^[2]等。本文主要根据常规土工试验^[3-4], 研究地裂缝活动对地裂缝带 Q_3 残积古土壤物理力学性质的影响, 以便正确指导工程建设, 减少不必要的损失, 同时也有助于查明地裂缝带的影响宽度。

1 地裂缝背景及特征

本文以长安地裂缝(f_{c1})为研究对象。该裂缝位于西安市南三环以南约 300 m 的金滹沱村, 地形北高南低, 北侧为一黄土梁, 南侧为一洼地, 地

质构造上位于临潼-长安断裂带内, 北距临潼-长安断裂带北侧断裂(F_N)约 400 m。该处地裂缝总体走向为北东向, 与北侧黄土梁走向平行(图 1)。



■ 表示长安地裂缝位置

图 1 长安地裂缝位置图

探槽揭露显示, 长安地裂缝(f_{c1})剖面上呈树枝状(图 2)。主裂缝清晰可见, 次级裂缝发育在主裂缝两侧, 总体破碎带宽度约 7 m。主裂缝南侧破碎带宽度为 4 m, 北侧为 3 m。如考虑次级裂缝则北侧可见破碎带宽度为 12 m。根据东西两侧壁 Q_3 残积古土壤底界错断点的连线确定裂缝走向为 $NE72^\circ$, 倾向 166° 。在探槽两侧壁剖面上, 裂缝呈弧状, 上陡下缓, 凹面向上。

探槽西侧壁主裂缝在距地表约 12 m 处错断 Q_3 残积古土壤层底界, 断距为 1.1 m(图 3)。探槽东侧壁主裂缝在距地表约 12 m 处错断 Q_3 残积古土壤层底界, 断距约为 1.0 m(图 4)。

^{*} 收稿日期: 2011-11-21 修回日期: 2012-01-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40972215); 陕西省自然科学基金研究计划资助项目(SJ08D04)

作者简介: 王颖(1984-), 女, 河南永城人, 硕士研究生, 地质工程专业. E-mail: yingwang270@163.com

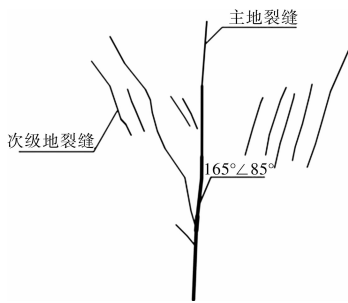


图2 地裂缝树枝状剖面图

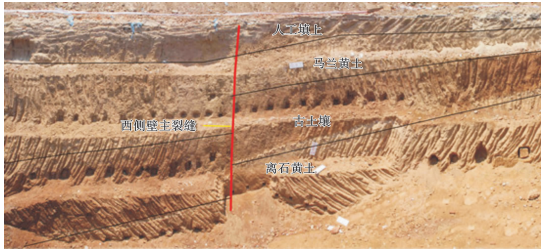


图3 金湾陀西侧壁裂缝

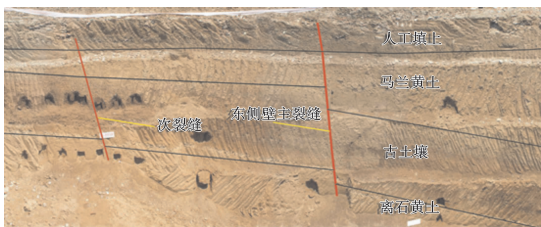


图4 金湾陀东侧壁裂缝

2 地裂缝带两侧土的物理力学性质变化规律

2.1 试样采取

为研究地裂缝活动对 Q_3 残积古土壤物理力学性质的影响,在金湾陀探槽工点西侧壁主裂缝南北两侧 Q_3 残积古土壤层和东侧壁次级裂缝南北两侧 Q_3 残积古土壤层,取原状土样进行常规土工试验。在主裂缝南侧,即上盘 9.00 ~ 9.15 m 深度范围内共取 11 个原状土样,土样之间间隔 1 m。在主裂缝北侧 6.00 ~ 6.15 m 深度范围内共取原状土样 10 个,土样之间间隔 1 m。在主裂缝带 6.00 ~ 6.15 m 深度内取 1 个原状土样。如图 3 所示。在次级裂缝南侧 6.00 ~ 6.15 m 深度范围内共取 2 个原状土样,土样之间间隔 1 m。在次级裂缝北侧 6.00 ~ 6.15 m 深度范围内共取原状土样 4 个,土样之间间隔 1 m。在次级裂缝带 6.00 ~ 6.15 m 深度内取 1 个原状土样。如图 4 所示。在探槽内利用人工取样,采用盒装(图 5)。首先整平取样处的表面,避免土样收到扰动,直接在土层上挖一块高大于 200 mm,宽和长都大于 150 mm 的长方形土块,放入 $\phi 150 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 土样容器中,削去高出容器的土样,盖上盒盖,用胶布在容器周围缠住,密封,然后在其土样顶端贴上标签。土样标

签应记载下列内容:工程名称、土样编号、取样深度、土类名称等。

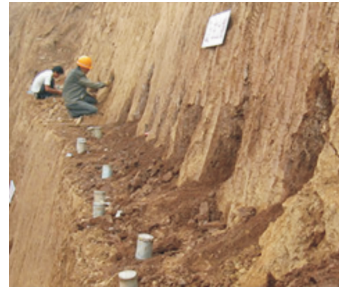


图5 原状土人工取样

2.2 试验结果

对在金湾陀探槽工点 Q_3 残积古土壤层所取的 29 个原状土样进行含水率、孔隙比、密度等常规土工试验。根据试验结果,绘制各物理力学指标与随距地裂缝的距离变化曲线图,如图 6 ~ 12 所示。其中,编号 f 表示主地裂缝,编号 cf 表示次级裂缝。由各图可知,对于主地裂缝,含水率相对裂缝带在其两侧均变小;孔隙比相对裂缝带在其两侧均变小,但两侧变化幅度不一样;压缩模量在其两侧均无明显变化;密度、干密度相对裂缝带在其两侧均变大,但变化幅度不一样;液限、塑限相对裂缝带在其南侧无明显变化,而在其北侧变大。对于次级地裂缝,含水率、孔隙比相对裂缝带在其两侧均变小;压缩模量相对裂缝带在其南侧变大,而在其北侧无明显变化;密度、干密度相对裂缝带在其两侧均变大;液限、塑限相对裂缝带在其两侧均变小。

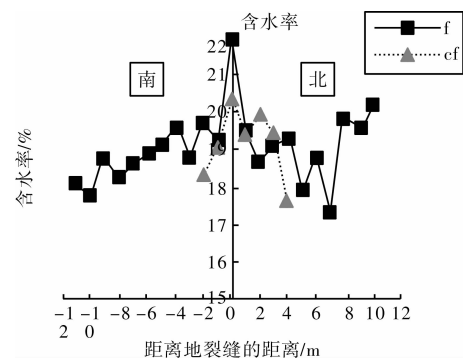


图6 含水率与距地裂缝距离关系图

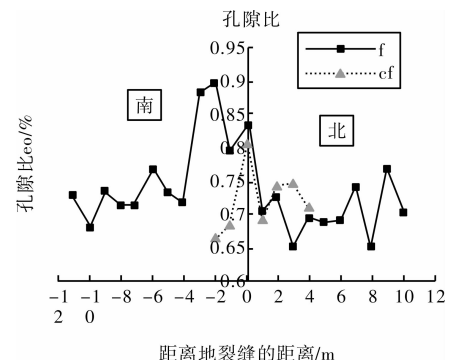


图7 孔隙比与距地裂缝距离关系图

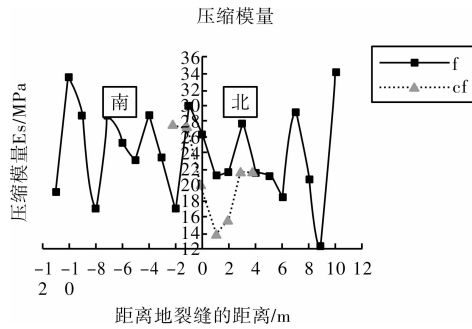


图8 压缩模量与距地裂缝距离关系图

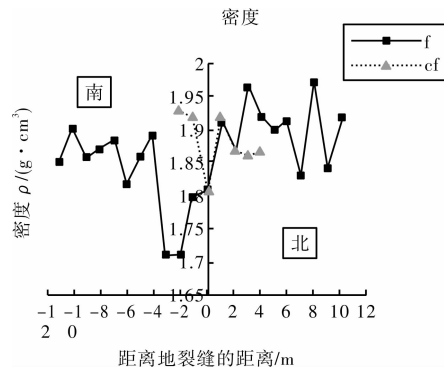


图9 密度与距地裂缝距离关系图

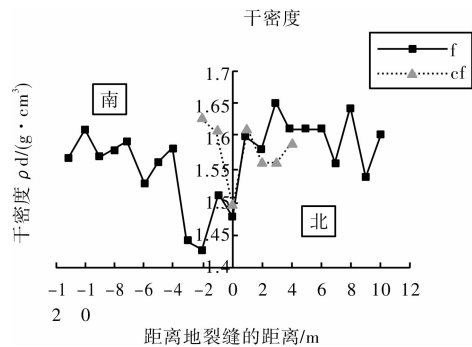


图10 干密度与距地裂缝距离关系图

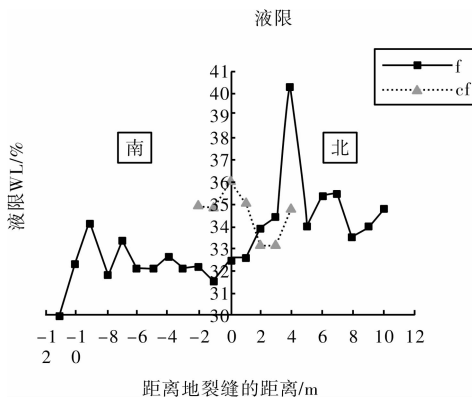


图11 液限与距地裂缝距离关系图

2.3 原因分析

由上述试验结果可知,地裂缝活动引起裂缝带两侧土的物理力学性质变化。其原因为:地裂缝活动,使其上盘相对下降,下盘相对上升,错断 Q_3 残积古土壤层,形成一条破碎带。裂缝带含

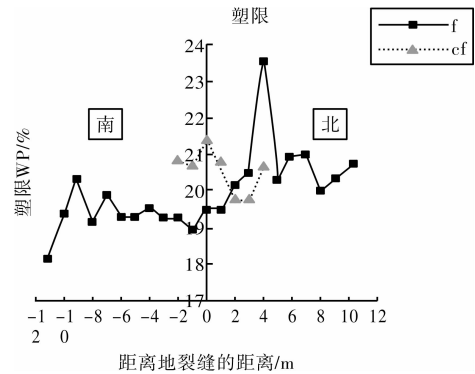


图12 塑限与距地裂缝距离关系图

水率较裂缝两侧土的含水率偏大,可能与取样试验时的气象条件有关。依据地裂缝扰动带的特征,由于在上盘出现拉应力而在下盘裂缝附近出现破裂区,因此总体上裂缝扰动带表现比原状土更为开放的系统。取样时正值气候湿润期,裂缝带土更易吸收水分从而使其含水率偏大。由于裂缝带含水量偏大,因此裂缝带两侧液限和塑限也出现了不同的变化规律。在扰动带,土体结构受到破坏,土体内形成许多小裂隙,从而使裂缝带孔隙比较两侧偏大,密度较两侧偏小。

3 结论

对长安地裂缝金滹陀探槽工点 Q_3 残积古土壤层原状样的土工试验可知:各物理力学指标在地裂缝两侧变化情况并不一定都呈对称分布。

对于主地裂缝,含水率相对裂缝带在其两侧均变小;孔隙比相对裂缝带在其两侧均变小,但两侧变化幅度不一样;压缩模量在地裂缝两侧均无明显变化;密度、干密度在其两侧均变大,但变化幅度不一样;液限、塑限在其南侧均无明显变化,而在其北侧均变大。

对于次级地裂缝,含水率、孔隙比相对裂缝带在其两侧均变小;压缩模量相对裂缝带在其南侧变大,而在其北侧无明显变化;密度、干密度相对裂缝带在其两侧均变大;液限、塑限相对裂缝带在其两侧均变小。

参考文献:

- [1] 李新生,王万平,王静,等.西安地裂缝两盘地层岩土物理力学性质研究[J].水文地质工程地质,2008(2):58-61.
- [2] 胡志平,赵振荣,朱启东,等.西安某地裂缝两侧黄土物理力学试验[J].地球科学与环境学报,2009,31(1):85-88.
- [3] 长安大学工程设计研究院.西安市地铁四号线长安地裂缝(fel)金滹陀工点探槽报告[R].西安:长安大学工程设计研究院,2011.
- [4] 中南勘察设计院.原状土取样技术标准[S].北京:中国建筑工业出版社,1993.

(下转第44页)