



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105021418 B

(45)授权公告日 2017.12.08

(21)申请号 201510436049.6

(22)申请日 2015.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105021418 A

(43)申请公布日 2015.11.04

(73)专利权人 河海大学

地址 210000 江苏省南京市鼓楼区西康路1号

(72)发明人 闵凡路 张亚洲 张宁 陈喜坤

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51)Int.Cl.

G01M 99/00(2011.01)

(56)对比文件

CN 103278376 A,2013.09.04,说明书第13,19段及附图1.

CN 104677664 A,2015.06.03,说明书第6-9段.

CN 204422499 U,2015.06.24,全文.

CA 2526854 A1,2001.09.13,全文.

CN 102071943 A,2011.05.25,全文.

审查员 盛伟楠

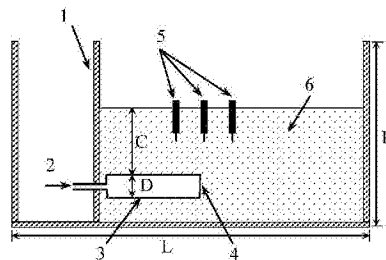
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型及模拟方法

(57)摘要

本发明属于岩土工程及隧道工程领域,公开适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型及模拟方法。模型盾构剖面紧贴离心模型槽内表面,以便观察盾构开挖面情况;模型盾构的一端为外包乳胶膜的带孔刚性板,用来模拟具有一定开口率的盾构刀盘及其与开挖面地层的接触;模型盾构的另一端连接液压加压系统,用来提供开挖面支护力。通过预埋的传感器测试地层横向表面位移;采用压力计测试开挖面支护力;采用粒子图像测速技术和近景照相绘图系统测试开挖面失稳过程中开挖面土体位移矢量场的变化过程。本发明使开挖面上土体的受力也更接近真实情况,得到更为真实的开挖面破坏形式,避免离心机加速过程中因地层压力变化引起的开挖面变形。



1. 一种适用于土工离心模型试验的模拟方法,在超重力加速度条件下模拟盾构开挖面的变形和破坏过程,其特征是,包括如下步骤:

模型盾构剖面紧贴离心模型实验槽内表面,以便观察盾构开挖面情况;

模型盾构的一端连接液压加压系统,另一端为支护面,支护面由带孔刚性板和带孔刚性板外侧包裹的乳胶膜组成,通过带孔刚性板和乳胶膜模拟盾构刀盘及刀盘与地层土的接触;通过液压加压系统为模型盾构支护面提供动力,带动盾构支护面移动,实现对盾构支护面的位移控制,并通过带孔刚性板上的孔和乳胶膜传递到开挖面地层上,模拟盾构开挖面土体失稳的过程;

模拟盾构开挖面土体失稳的过程通过位移计和压力计的测量以及粒子图像测速方法和近景照相绘图系统测试共同实现:

通过预埋的位移计测试地层横向表面位移;采用压力计测试开挖面支护力;

采用粒子图像测速方法和近景照相绘图系统测试开挖面失稳过程中开挖面土体位移矢量场的变化过程,并以可移动摄像头捕捉试验过程中图像信息;开挖面水平位移和地层的纵向表面位移由粒子图像测速方法进行测试计算;

所述支护面用来模拟具有一定开口率的盾构刀盘及盾构刀盘与开挖面地层的接触。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于土工离心模型试验的模拟方法,其特征在于,模型盾构由半圆柱形铝管制成,离心模型试验槽由有机玻璃制成。

## 适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型及模拟方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程及隧道工程领域,尤其是涉及一种适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型及模拟方法。

### 背景技术

[0002] 近10年来,随着社会经济和城市化进程的快速发展,泥水盾构隧道技术已成为我国重大交通等基础设施建设中不可或缺的关键技术。在盾构隧道开挖过程中,设定合理的开挖面支护力、保障开挖面的稳定成为安全施工的关键。国内大型泥水盾构隧道施工过程中,泥水盾构多会穿越高水压、高渗透性地层及堤防等重要的构筑物,开挖面支护力较小或过大时,都会引起开挖面前方土体失稳破坏,引发地表沉降或隆起,严重时还会出现开挖面被击穿、大量泥浆喷发等事故。

[0003] 当前针对盾构开挖面破坏的研究主要有理论分析法、数值模拟法以及模型试验法。理论分析法往往需要做相关模型的前提假定,假定的破坏模型较为简单,则计算结果与实际的情况存在较大的差异;若假定的破坏模型被划分的更细,但计算过程会比较繁琐。数值模拟存在土体物理力学参数选取困难、土体应力历史及边界条件难以模拟实际情况等不足之处。因而近年离心试验模拟成为了研究开挖面稳定和变形的最主要手段,然而现有的离心模型试验模拟的是小直径盾构,且均以刚性板模拟开挖面研究其变形和破坏,与开挖面实际的受力和变形情况存在较大的差异。

[0004] 本发明设计了一种适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型,可在超重力加速度条件下更真实的模拟盾构开挖面的变形和破坏。与现有技术相比,本方法可以较为真实的模拟盾构刀盘与开挖面土体的接触形式,便于得到较真实的开挖面破坏形式,同时还可以避免离心机加速过程中因地层压力变化引起的开挖面变形,是一种更为合理的盾构开挖面离心试验模拟方法。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有离心模型试验中盾构开挖面实际的受力和变形情况存在较大的差异的不足,本发明提出一种较为真实模拟盾构刀盘与开挖面土体的接触形式,提供一种更为合理的适用于土工离心模型的盾构开挖面模型及模拟方法。

[0006] 本发明为解决其技术问题所采用的技术方案是:一种适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型,包括离心模型试验槽、安置于离心模型试验槽内的模型盾构,离心模型试验槽填充有地层土,其特征在于,所述的模型盾构的一端安装有支护面,所述的支护面为外包乳胶膜的带孔刚性板,模型盾构的另一端连接液压加压系统,地层土内安置有位移计和压力计。

[0007] 前述的一种适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型,模型盾构由半圆柱体空心铝管制成,模型盾构的剖面紧贴离心模型实验槽内表面。

[0008] 前述的一种适用于土工离心模型试验的盾构开挖面模型:所述的位移计用于测

试地层横向表面位移;所述压力计测试开挖面支护力。

[0009] 一种适用于土工离心模型试验的模拟方法,在超重力加速度条件下模拟盾构开挖面的变形和破坏过程,其特征是,包括如下步骤:

[0010] 模型盾构剖面紧贴离心模型实验槽内表面,以便观察盾构开挖面情况;

[0011] 模型盾构的一端连接液压加压系统,另一端为支护面,支护面由带孔刚性板和带孔刚性板外侧包裹的乳胶膜组成,通过带孔刚性板和乳胶膜模拟盾构刀盘及刀盘与地层土的接触;通过液压加压系统为模型盾构支护面提供动力,带动盾构支护面移动,实现对盾构支护面的位移控制,并通过带孔刚性板上的孔和乳胶膜传递到开挖面地层上,模拟盾构开挖面土体失稳的过程。

[0012] 通过预埋的位移计测试地层横向表面位移;采用压力计测试开挖面支护力;

[0013] 采用粒子图像测速方法和近景照相绘图系统测试开挖面失稳过程中开挖面土体位移矢量场的变化过程,并以可移动摄像头捕捉试验过程中图像信息;开挖面水平位移和地层的纵向表面位移由粒子图像测速方法进行测试计算。

[0014] 前述的一种适用于土工离心模型试验的模拟方法,所述支护面用来模拟具有一定开口率的盾构刀盘及盾构刀盘与开挖面地层的接触。盾构机刀盘的开口率一般在20%-80%不等,通过设置带孔钢板上孔的数量和大小以确定不同的开口率。

[0015] 前述的一种适用于土工离心模型试验的模拟方法,模型盾构由半圆柱形铝管制成,离心模型试验槽由有机玻璃制成。

[0016] 本发明可以较为真实的模拟具有一定开口率的盾构刀盘与开挖面土体的接触形式,使开挖面上土体的受力也更接近真实情况,克服了采用刚性板模拟刀盘时开挖面土体仅出现整体移动的缺陷,可以得到更为真实的开挖面破坏形式,同时还可以避免离心机加速过程中因地层压力变化引起的开挖面变形,是一种较为合理的盾构开挖面离心试验模拟方法。

[0017] 说明书附图:

[0018] 图1:本发明所用的离心试验装置示意图;

[0019] 图2:本发明所用盾构模型支护面示意图;

[0020] 其中:1、离心模型试验槽;2、液压加压系统;3、模型盾构;4、支护面;5、位移计和压力计;6、地层土;7、带孔刚性版;8、模型盾构外侧圆筒;9、圆孔;C、盾构埋深;D:模型盾构直径;H、模型槽高;L、模型槽长。

[0021] 具体实施方式:

[0022] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行说明。

[0023] 一种适用于盾构开挖面离心试验模拟的方法,使用如图1所示试验装置:包括离心模型试验槽1,模型槽内安置模型盾构3并充填地层土6;模型盾构3一端安装有液压加压系统2,另一端安装有支护面4,支护面由带孔刚性版7外裹一层乳胶膜组成;地层土内安置有位移计和压力计5。试验通过预埋的传感器(即位移计)测试地层横向表面位移(指地层上表面的横向位移);采用压力计测试开挖面支护力(开挖面指模型盾构支护面接触的地层面)。

[0024] 采用粒子图像测速技术和近景照相绘图系统测试开挖面失稳过程中开挖面土体位移矢量场的变化过程,并以高像素的可移动摄像头捕捉试验过程中图像信息;开挖面水平位移(指全部开挖面上的位移,任一个点的位移都可以测到)和地层的纵向表面位移(指

紧贴试验槽壁-有机玻璃的地层的纵向位移)由PIV进行测试计算。近景照相绘图系统主要是两个近距离的固定的照相机,可以设定拍照的时间间隔,比如试验的过程中,可以设定每1s或者5s或者10s……等时间间隔,然后自动进行拍照,并传输至控制计算机中;然后通过软件导入到一个编号的程序中,可以将图片刻画为矢量图。摄像头捕捉试验过程中图像信息为粒子图像测速方法和近景照相绘图系统的一部分。本段内容均为现有技术。

[0025] 试验所用离心模型试验槽采用有机玻璃制成,上部开口;模型盾构(即盾构机模型)采用半圆柱体空心铝管制作,剖面紧贴有机玻璃材质的离心模型试验槽内表面,以便观察盾构的加载情况和开挖面的变形、位移和失稳过程;在模型盾构外侧且于离心模型试验槽内装填地层土(构成地层),地层内部埋设位移计和压力计,用于测量地层土内部的位移和土压力变化;模型盾构的一端连接液压加压系统,另一端为支护面,支护面由带孔刚性板和外侧包裹的乳胶膜组成,通过带孔刚性板和乳胶膜模拟实际具有一定开口率的盾构刀盘及盾构刀盘与开挖面地层土的接触;通过液压加压系统为模型盾构支护面提供动力,带动盾构支护面移动,实现对盾构支护面的位移控制,再通过钢板上的孔和乳胶膜传递到开挖面地层上,模拟盾构开挖面土体失稳的过程。

[0026] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

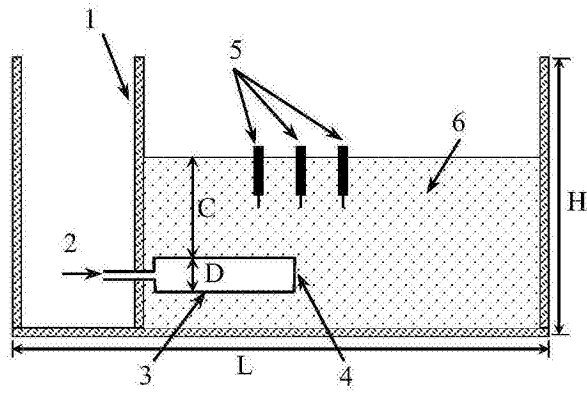


图1

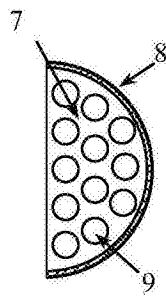


图2