

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103471917 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201310425838. 0

(22) 申请日 2013. 09. 18

(71) 申请人 山东科技大学

地址 266590 山东省青岛市青岛经济技术开  
发区前湾港路 579 号山东科技大学

(72) 发明人 吴学震 王刚 蒋宇静 公彬

(51) Int. Cl.

G01N 3/08 (2006. 01)

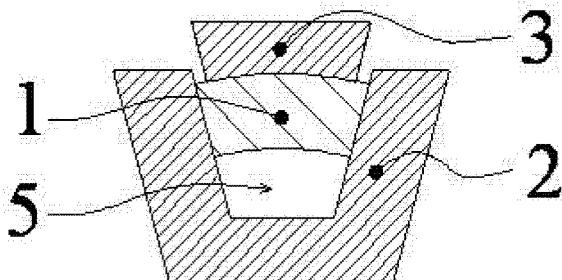
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法

(57) 摘要

本发明公开了一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法，其特征在于包括以下步骤：①制作现浇砼衬砌局部试件，并在其侧面涂润滑材料；②将现浇砼衬砌局部试件放入U型槽中，然后依次安装加载垫块和侧挡板；③将上述组合结构放到实验机上加载，记录试件的破坏过程的力-位移曲线等数据。本发明通过特殊的加载机构模拟了现浇砼衬砌的实际受力状态，可用于研究圆形或类圆形隧道现浇砼衬砌的承载能力以及受力、变形、破坏等性质，还可以作为一种检测施工质量的方法。本发明采用现浇砼衬砌局部试件进行试验即可得到现浇砼衬砌整体的承载力，相对于全断面实验大大节省了实验成本。



1. 一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

①制作现浇砼衬砌局部试件,并在其侧面涂润滑材料;所述的现浇砼衬砌局部试件,上下表面为同轴圆弧面,左右侧面的延伸线通过上述圆弧面的轴线,前后侧面垂直于水平面;其制作方法包括如下两种:a. 制作相应形状的模具,仿照现场施工情况绑扎钢筋浇灌混凝土,在类现场条件下养护一定时间后脱模,然后将其表面打磨光滑;b. 通过切割机在隧道施工现场割取大致形状的试件,通过磨石机等工具将其加工成标准形状并打磨光滑;

②将现浇砼衬砌局部试件放入U型槽中,然后依次安装加载垫块和侧挡板;所述的U型槽为整体结构,包括底板和两个侧壁;侧壁内表面与水平面呈一定倾角,并且这个倾角与现浇砼衬砌局部试件两个斜面的倾角匹配;所述的加载垫块,下表面为圆弧形与现浇砼衬砌局部试件上表面接触,左右两侧面与U型槽内表面平行,加载垫块侧面和U型槽内表面间留有空隙;所述的侧挡板,共有两块,分别固定在U型槽的前后两侧,内表面与现浇砼衬砌局部试件的前后表面接触;

③将上述组合结构放到实验机上加载,记录试件的破坏过程的力-位移曲线等数据;所述的实验机为可以施加压力的试验机;试件产生裂纹时对应的试验机对试件的压力即为开裂承载力,试验机对试件的最大压应力即为破坏承载力,开裂承载力在力-位移曲线中对应的位移即为允许变形量;破坏承载力在力-位移曲线中对应的位移即为最大变形量。

2. 根据权利要求1所述的一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于通过声发射设备探测裂纹扩展情况。

3. 根据权利要求1所述的一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于所述侧挡板的其中一块制作材料选用高强透明材料,并配条形钢加固。

4. 根据权利要求1所述的一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于在两块侧挡板上分别设置1~3条环向观察缝。

## 隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道支护工程现浇砼衬砌承载能力测试和质量检测领域,特别是涉及一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法。

### 背景技术

[0002] 在高地应力或软弱围岩条件下,隧道现浇砼衬砌经常发生剥落、裂纹和坍塌破坏等现象。分析认为,围岩压力和 / 或变形量过大是导致现浇砼衬砌破坏的主要原因。

[0003] 为了防止这些事故的发生,在隧道支护设计时需要对现浇砼衬砌的承载能力进行评估,在衬砌施工过程中还要对其质量进行取样测试。传统测试都是取圆柱形或立方体标准试件进行相应的强度测试,不能考虑现浇砼衬砌的弧形壳体结构特点。由于受到各种条件的限制,目前还很难直接测试现浇砼衬砌的承载能力。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是为克服现有技术的不足,提供一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法。

[0005] 其技术解决方案是:

一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于包括以下步骤:

①制作现浇砼衬砌局部试件,并在其侧面涂润滑材料,以减小其实验过程中受到的摩擦力;所述的现浇砼衬砌局部试件,上下表面为同轴圆弧面,左右侧面的延伸线通过上述圆弧面的轴线,前后侧面垂直于水平面;其实质是通过隧道轴线的两个面切割隧道现浇砼衬砌形成的类似梯形的试块;现浇砼衬砌局部试件的具体制作方法包括如下两种:a. 制作相应形状的模具,仿照施工现场情况绑扎钢筋浇灌混凝土,在类现场条件下养护一定时间后脱模,然后将其表面打磨光滑;b. 通过切割机在隧道施工现场割取大致形状的试件,通过磨石机等工具将其加工成标准形状并打磨光滑;

②将现浇砼衬砌局部试件放入 U 型槽中,然后依次安装加载垫块和侧挡板;

所述的 U 型槽为整体结构,包括底板和两个侧壁;侧壁内表面与水平面呈一定倾角,并且这个倾角与现浇砼衬砌局部试件两个斜面的倾角匹配;底板下表面与试验机加载装置接触,承受试验机压力;U 型槽的作用在于将试验机压力垂直传递到现浇砼衬砌局部试件的两个侧面,更真实的反映其在现场应用时的边界条件;

所述的加载垫块,下表面为圆弧形与现浇砼衬砌局部试件上表面接触,左右两侧面与 U 型槽内表面平行,加载垫块侧面和 U 型槽内表面间留有空隙,防止加载过程中两者发生挤压;上表面为平面,与试验机加载装置接触;加载垫块的作用在于将试验机压力均匀传递到现浇砼衬砌局部试件上表面;

所述的侧挡板,共有两块,分别固定在 U 型槽的前后两侧,内表面与现浇砼衬砌局部试件的前后表面接触;其作用在于防止现浇砼衬砌局部试件发生轴向变形,以满足平面应变状态的要求,同时防止 U 型槽的侧壁向两侧变形;

③将上述组合结构放到实验机上加载,记录试件的破坏过程的力 - 位移曲线等数据;所述的实验机为可以施加压力的试验机;试件产生裂纹时对应的试验机对试件的压力即为开裂承载力,试验机对试件的最大压应力即为破坏承载力,开裂承载力在力 - 位移曲线中对应的位移即为允许变形量;破坏承载力在力 - 位移曲线中对应的位移即为最大变形量。

[0006] 为了随时观察记录试件破坏情况,可以采取如下任一方案:a. 通过声发射设备探测裂纹扩展情况;b. 侧挡板的其中一块制作材料选用高强透明材料,并配条形钢加固;c. 在两块侧挡板上分别设置1~3条环向观察缝,为了减小对试件的影响,观察缝宽度不宜过大。

[0007] 本发明的原理是:

目前施工的隧道很大一部分采用圆形或类圆形断面,在围岩水平压力和竖直压力差别不大的情况下,隧道现浇砼衬砌的受力、变形和破坏问题可以近似认为是轴对称问题。对于轴对称问题,可以取其一部分(即本发明所述现浇砼衬砌局部试件)进行试验即可反映现浇砼衬砌整体的性质。

[0008] 在轴对称问题中,围岩和现浇砼衬砌只发生径向变形没有切向变形,只受到正应力不受切向应力。本发明通过U型槽侧壁内表面来限制现浇砼衬砌局部试件的切向变形,通过加载垫块促使现浇砼衬砌局部试件发生径向变形,这样就满足了轴对称问题的位移边界条件;由于加载垫块和试件上表面之间只有正应力,而试件和U型槽侧壁内表面以及侧挡板之间也可以近似认为只有正应力(在润滑材料的作用下,其摩擦力可以忽略不计),这样就满足了轴对称问题的应力边界条件。

[0009] 综上所述,本发明可以模拟现浇砼衬砌的实际受力状态及其破坏情况。本发明可用于研究圆形或类圆形隧道现浇砼衬砌的承载能力以及受力、变形、破坏等性质,还可以作为一种检测施工质量的方法。

#### 附图说明

[0010] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步说明:

图1为本发明的力学原理图;

图2为本发明的主体结构示意图;

图3为本发明所述的侧挡板固定在U型槽的力学原理图;

图4为本发明的主体结构示意图;

图5为本发明的力学原理图。

#### 具体实施方式

[0011] 结合附图1,本发明采用局部试件的原理是在于:在特定情况下,隧道现浇砼衬砌的受力、变形和破坏问题可以近似认为是轴对称问题,可以取其一部分(即本发明所述现浇砼衬砌局部试件1)进行试验即可反映现浇砼衬砌整体的性质,进而本发明通过特定的实验装置和方法满足了轴对称边界的应力和位移边界条件。

[0012] 结合附图1、2和3,一种隧道现浇砼衬砌承载能力测试方法,其特征在于包括以下步骤:

①制作现浇砼衬砌局部试件 1，并在其侧面涂润滑材料，以减小其实验过程中受到的摩擦力；所述的现浇砼衬砌局部试件 1，上下表面为同轴圆弧面，左右侧面的延伸线通过上述圆弧面的轴线，前后侧面垂直于水平面；其实质是通过隧道轴线的两个面切割隧道现浇砼衬砌形成的类似梯形的试块；现浇砼衬砌局部试件的具体制作方法包括如下两种：a. 制作相应形状的模具，仿照现场施工情况绑扎钢筋浇灌混凝土，在类现场条件下养护一定时间后脱模，然后将其表面打磨光滑，b. 通过切割机在隧道施工现场割取大致形状的试件，通过磨石机等工具将其加工成标准形状并打磨光滑，在侧面涂润滑材料；

②将现浇砼衬砌局部试件放入 U 型槽 2 中，然后依次安装加载垫块 3 和侧挡板 4；

所述的 U 型槽 2 为整体结构，包括底板和两个侧壁；侧壁内表面与水平面呈一定倾角，并且这个倾角与现浇砼衬砌局部试件两个斜面的倾角匹配，现浇砼衬砌局部试件下表面和 U 型槽底板上表面之间预留变形空间 5；底板下表面与试验机加载装置接触，承受试验机压力；U 型槽的作用在于将试验机压力垂直传递到现浇砼衬砌局部试件的两个侧面，更真实的反映其在现场应用时的边界条件；

所述的加载垫块 3，下表面为圆弧形与现浇砼衬砌局部试件上表面接触，左右两侧面与 U 型槽内表面平行，加载垫块侧面和 U 型槽内表面间留有空隙，防止加载过程中两者发生挤压；上表面为平面，与试验机加载装置接触；加载垫块的作用在于将试验机压力均匀传递到现浇砼衬砌局部试件上表面；

所述的侧挡板 4，共有两块，分别固定在 U 型槽的前后两侧，内表面与现浇砼衬砌局部试件的前后表面接触；其作用在于防止现浇砼衬砌局部试件发生轴向变形，以满足平面应变状态的要求，同时防止 U 型槽的侧壁向两侧变形；

③将上述组合结构放到实验机上加载，记录试件的破坏过程的力 - 位移曲线等数据；所述的实验机为可以施加压力的试验机；试件产生裂纹时对应的试验机对试件的压力即为开裂承载力，试验机对试件的最大压应力即为破坏承载力，开裂承载力在力 - 位移曲线中对应的位移即为允许变形量；破坏承载力在力 - 位移曲线中对应的位移即为最大变形量。

[0013] 结合图 4，为了随时观察记录试件破坏情况，侧挡板的其中一块制作材料可以选用高强透明材料，并配条形钢 6 加固。

[0014] 结合图 5，为了随时观察记录试件破坏情况，可以在两块侧挡板上分别设置 1~3 条环向观察缝 7，为了减小对试件的影响，观察缝宽度不宜过大。

[0015] 以上所述实施例，只是本发明较优选的具体的实施方式的一种，本领域的技术人员在本发明技术方案范围内进行的通常变化和替换都应包含在本发明的保护范围内。

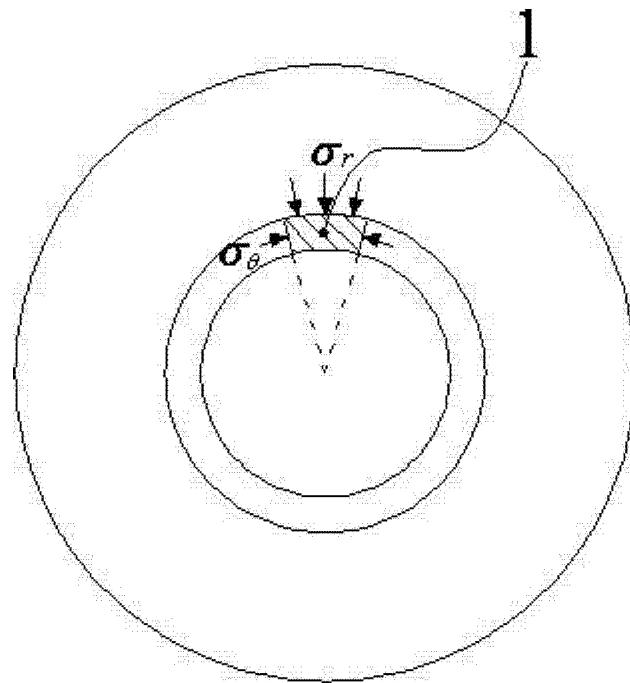


图 1

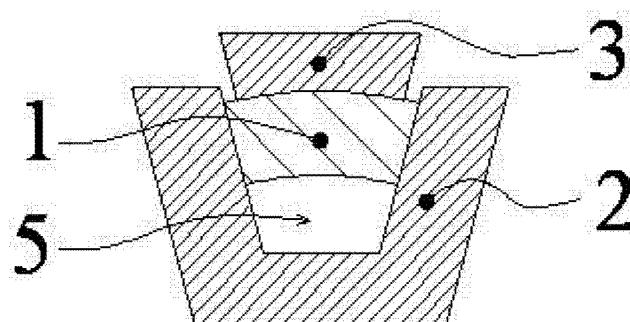


图 2

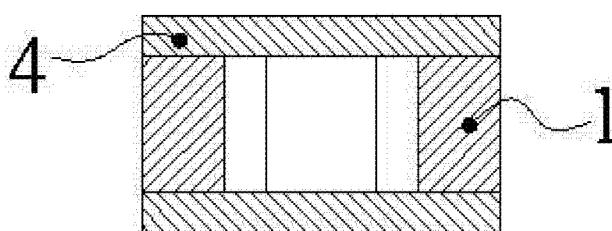


图 3

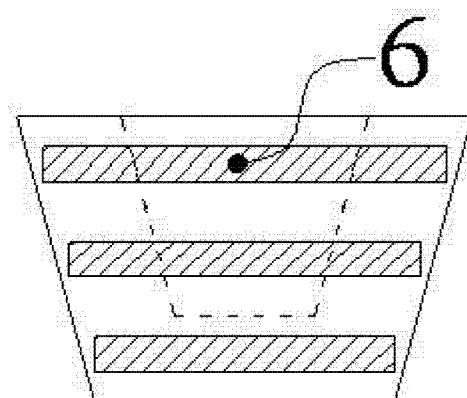


图 4

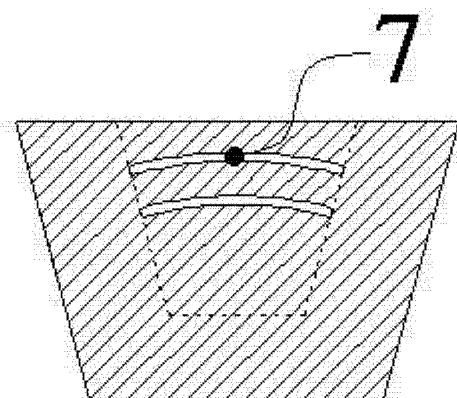


图 5