

土基填料 CBR 值内在机理及影响因素分析

张保俭, 杨广庆

(石家庄铁道学院土木工程分院, 河北石家庄 050043)

摘 要:总结了 CBR 试验的含义、实质、试验要点, 分析了 CBR 试验的内在机理和影响因素, 并探讨了土基填料的粒径大小及矿物成分对 CBR 值的影响。

关键词:CBR 试验; 内在机理; 影响因素; 矿物成分

中图分类号:U416.03 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)02-0106-02

0 前言

加州承载比(CBR)试验是 1928 年美国加州在进行沥青路面破坏调查时, 为比较材料的强度而提出的。日本在 1970 年也将其列入国家土质试验规程。我国 1995 年发布的交通行业建设标准《公路路基设计规范》(JTJ 013-95)和《公路路基施工技术规范》(JTJ 033-95)中修订了 1986 年版本的规定, 明确将 CBR 试验作为技术要求列入规范。在此之前, JTJ 051-93《公路土工试验规程》中则规定了进行 CBR 试验的程序。目前, CBR 试验已成为评价土基和路面材料强度及稳定性的重要技术指标, 是柔性路面设计的主要依据。

1 CBR 试验的含义、实质

依据美国材料试验协会(ASTM)标准 D 193-93《CBR 标准试验方法》, 试验的目的是用于评估公路基层、底基层及垫层材料(最大颗粒尺寸小于 19 mm 的黏性材料)的潜在强度, 它是柔性路面设计方法的一个组成部分。

所谓 CBR(California Bearing Ratio 加州承载比)是指标准试件(材料在标准的击实层次与次数、含水量、密度)下成型后, 标准饱水 96 h 后, 进行贯入试验, 当贯入量达 2.5 mm 时的单位压力与标准

碎石压入相同贯入量时标准荷载强度的比值, 用百分数表示。它是一种评定材料承载能力的试验方法, 表征了材料抵抗局部荷载压入变形的能力, 以确保路堤填筑压实后的浸水整体强度和稳定性符合设计要求。

CBR 试验有三个要点:

(1)对象主要是黏性材料: CBR 值与材料的黏性度成反比, CBR 值越小则黏性越强。

(2)水浸泡试验是基本条件: 由于高速公路路面的封闭作用, 路基路面中聚积的水分得不到蒸发, 使路基在运营中的含水量增大。按 4 昼夜浸水作为设计状态, 模拟了路基在使用过程中可能处于的最不利状态下的强度, 有利于提高路基的强度和稳定性, 防止竣工后使用及养护过程中路基病害的发生。

(3)材料的颗粒尺寸必须加以限定。在 D 193-93 中明确规定, 试验方法适用于最大颗粒尺寸小于 19 mm 的材料。我国《公路土工试验规程》扩大了其应用范围: 承载比试验的试样最大粒径宜控制在 25 mm 以内, 最大不得超过 38 mm。

2 CBR 试验的内在机理

根据土力学的原理, 由土壤形成的“土体”在贯入试验中所反映的强度实质上是它的局部抗剪切强度, 并以此来间接评价地基的抗局部剪切强度。CBR 值是反映在贯入试验之后, 试件中部分土体与整体之间产生相对位移(即剪切)时, 在滑动面(即剪切面)上所产生的抗剪切力特性的表征, 是其“潜在式”表现出来。

(6)本文中所提设计思想同时可以用于高速公路其他结构层永久变形的计算以直接推求路面车辙深度。对于高速铁路以变形为设计标准的思路也有借鉴参照作用。

收稿日期: 2004-05-31

作者简介: 张保俭(1972-), 男, 河北石家庄人, 硕士, 讲师, 主要从事岩土工程教学与科研工作。

计路面可以产生可以接受的路面变形。

(4)通过用稳定材料, 提高 AC 层厚度来加强路面结构, 可以减小永久变形。

(5)永久变形不仅直接控制着柔性路面的车辙深度, 而且影响着路面开裂, 特别是以疲劳裂纹的形

强度”的反映。所谓“潜在强度”是指土壤的抗局部剪切力强度,反映到公路路基上则是指路基的抗局部剪切力的能力。而车辆车轮的压力在通过柔性路面时,正是经过路面局部施加到路基上的(对于刚性路面则是通过整个水泥混凝土块整体施加到路基上的),因此,CBR 试验被列入柔性路面设计的一个组成部分。

抗剪切强度用库仑公式表示为:

$$\tau = \sigma \tan \varphi + c$$
 (1)

由(1)式可知,土的抗剪切力由两部分组成:内聚力 c 和内摩擦力 $\sigma \tan \varphi$ 。内聚力是阻止土壤颗粒位移的主要力,是土壤连结力的反映;但当剪切力克服了内聚力以后,这时阻止土壤颗粒移动的就是内摩擦力;当剪切力最终达到内聚力和内摩擦力的总和时,土体就被破坏,土体的这个总力就是其抗剪切强度。

3 颗粒粒径大小与矿物成分对 CBR 值影响的探讨

3.1 颗粒粒径大小对 CBR 值的影响

由上所述,CBR 值反映的是试件的局部抗剪切强度,而土的抗剪切力是由两部分组成:内聚力和内摩擦力。研究发现,颗粒性质(粒径大小)与内聚力、内摩擦力的关系密切:土颗粒粒径愈大,内摩擦力愈大,而内聚力愈小;土壤黏性愈强,内聚力愈大,而内摩擦力愈小。通过对颗粒分析试验得到的级配曲线的分析比较,能够得到各种土的颗粒相对含量,含粒径较大的颗粒愈多,其 CBR 值相应较大;反之,含黏粒愈多,其 CBR 值相应较小。

对于基本不含黏性土颗粒的土(如碎石土),它基本上没有摩擦力,其抗剪切强度主要由摩擦力组成。这种摩擦力包括颗粒间相对滑动时的阻力、抵抗颗粒滚动的阻力和颗粒之间互相嵌接形成的阻力。这些阻力因土壤颗粒的粒度、强度、粗糙度、外部形状不同而不。含水量对其强度影响不大。

对于主要由黏性材料组成的土(如亚黏土),其抗剪切力主要由内聚力组成,内聚力的大小取决于土壤颗粒间的连结力,也就是土壤的黏性、渗透性。因为当土中含有水分时,黏性土颗粒之间即产生不同厚度的结合水膜。其厚度与渗入的水分多少、土壤的黏性有关。因此,当试件受到剪切发生位移时,固体颗粒

之间不是直接摩擦而是通过水膜互相摩擦的。水膜起到润滑作用,水膜越厚,摩擦力的减小就越明显。CBR 试验要求进行水浸泡试验(96 h)就是为了表征材料的这种特性。

3.2 矿物成分对 CBR 值的影响

研究发现,对于具有比较接近的 I_p 值的土,其类别相同,但对应的 CBR 值并不太接近,有的甚至相差很大,而颗粒级配曲线又非常接近。在这种情况下,影响 CBR 值的一个重要因素就是土中的矿物成分含量的不同。土中不同粒径范围内的矿物成分见表 1。

表 1 土中不同粒径范围内的矿物成分

粒径(μm)	主要成分
0.1	蒙脱石、贝得石
0.1~0.2	云母类中间物
0.2~2.0	高岭石
2.0~11.0	云母、伊利石、长石

矿物成分不同,土的抗剪强度包络线也不同,石英与三种纯黏土矿物——高岭石、伊利石、蒙脱石的有效应力破裂包络线如图 1 所示。

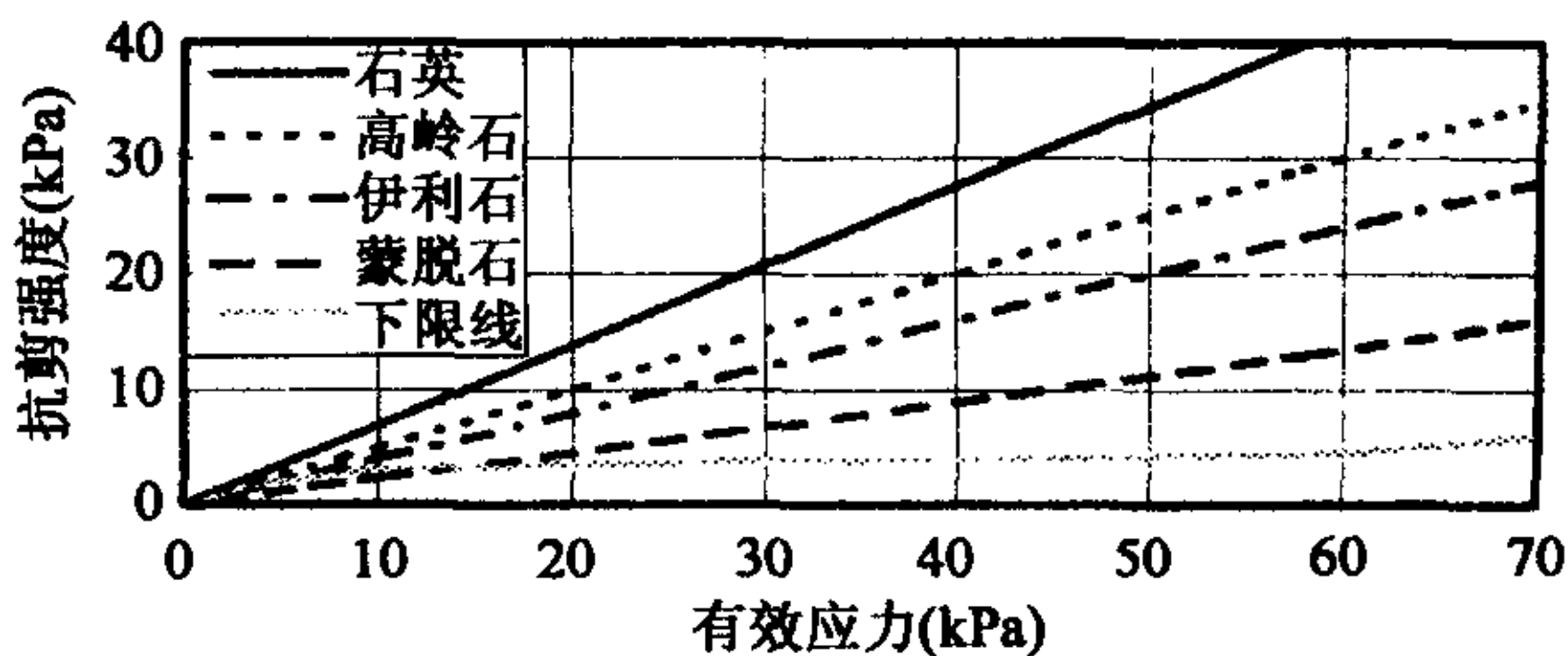


图 1 石英与纯黏土矿物的有效应力破裂包络线

由图 1 可知,强度直线表明剪切强度随法向应力的增加而增加。研究表明以石英、高岭石、伊利石和蒙脱石为主要矿物成分的土的剪切强度增长速率逐渐减小。对于黏土矿物,其最大的摩擦角也明显小于无黏性土峰值强度的摩擦角。

4 结语

CBR 试验必须严格控制三个试验条件才能正确评价路基土和路面材料强度及稳定性,CBR 试验的本质反映的是土体的局部抗剪切强度,并用 CBR 值间接评价地基的抗局部剪切强度。CBR 值不仅与土的颗粒级配有关,更重要的与土的矿物成分有关,只有从矿物成分这一微观角度出发,才能更确切地解释和评价 CBR 值。

• 短讯 • 武汉轻轨一期一号线运行半年来,因乘客少,每天的售票收入只够运行所耗的电费,故经营情况不甚理想。