

试论岩石点荷载试验的适用性

郭曼丽

(中国地质大学 工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 点荷载试验是测试岩石强度值的一种试验, 与试验机法相比点荷载法具有简便、经济的特点, 但受诸多因素的限制和影响, 用此法测试的试验结果精度不高, 笔者通过几个方面的讨论来阐述其适用性。

关键词: 岩石; 点荷载; 适用性

中图分类号: TU 459 **文献标识码:** A

Discussion on adaptability of point load test of rocks

GUO Man-li

(Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Point load test is one of the tests for measuring the strengths of rocks. Compared with the test machine method, it is more economical and simpler; but, due to the limitations of many practical factors, its experimental result is not higher in accuracy. Therefor, its adaptability is discussed from several aspects.

Key words: rock; point load; adaptability

1 引言

目前, 岩石的抗压强度测试主要有两种方法: 一种是在材料试验机上进行测试, 此种方法岩石试件的受力状态较好, 测试精度高, 但试样需进行严格的加工。另一种方法是用点荷载仪测试。点荷载法与材料试验机测试法所测的岩石抗压强度相比, 具有试验成本低、时间短、试验样品加工要求不高或不需加工以及在施工现场可随时提供数据的优点^[1]。因此, 点荷载仪测试法为不少工程技术人员所采用, 该方法试验的结果也曾出现在国内部分工程的设计报告中。根据多年从事岩石试验的经验, 笔者认为此种方法的测试精度不高, 适用性是有限的, 如果不分岩性, 不视工程的重要性, 都采用该方法测出的试验结果进行工程设计, 将会给有些工程带来质量隐患, 甚至会出现严重的事故。下面, 我们来讨论影响点荷载测试精度的因素, 从而, 说明点荷载法的适用范围。

2 影响点荷载测试精度的因素

2.1 点荷载法试验的岩石破坏机理

点荷载试验, 是将岩石试样置于上、下两个球

端圆锥状压板之间, 对试样施加集中荷载, 直至破坏, 然后求得岩石的点荷载强度指数, 再通过经验系数确定岩石的抗压强度值。它的破坏机理如图 1 所示。从图中可以看出, 在加载点周围岩石所受的

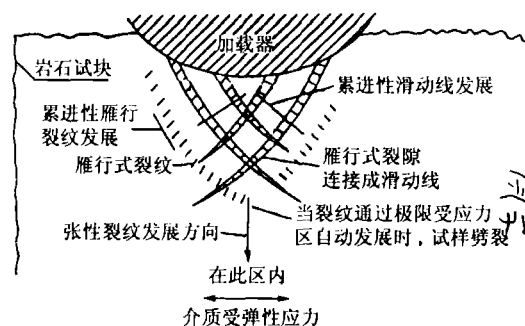


图1 点荷载试验破坏机理图^[2]
Fig.1 Break mechanism in point load tests

力接近压应力, 但在距加载点一定距离以外的范围内, 岩石受到了垂直加载轴方向的弹性拉应力。在加载点附近, 产生了雁行式裂隙, 且呈弯曲状排列; 载荷增大时, 它们互相靠拢而成为滑移线。随着载荷进一步的作用, 这种裂隙可在一定范围内产生, 并自然地发展, 直到它们与弹性拉应力区连接后,

岩石在拉应力作用下发生劈裂。即在点荷载作用下整个试件中发生了拉应力和压应力^[1]。而压力试验机上岩石的破坏过程是: 在压力的作用下, 岩石的非均质性造成局部应力场异常, 出现横向拉应力, 在拉应力作用下产生了微裂纹, 随着压力的增大, 裂隙不断扩展直至最后破坏, 岩石的这种受力形式和破坏机理与点荷载法相比, 显然是有差别的。若排除岩石本身可能存在裂隙这个因素, 两者主要区别在于前者是由于加载方式使其产生有规律的裂纹, 而后者主要是岩石本身的特性和非均质性(如矿物成分、胶结情况等)在压力的作用下产生裂纹。

另一方面, 在实际工程中, 岩石通常是存在裂隙的(包括隐蔽裂隙)。在压力试验机上由于试样与试验机压板是面接触, 岩石受力后裂隙有一个闭合的过程(即有个压密的过程), 其内部会有一个相互平衡效应。而点荷载试验中, 裂隙的闭合只是产生在有限的范围内, 而平衡效应几乎不存在^[3]。从这一点上讲, 点荷载试验中岩石所受的压力与实际工程也很不一样。在最初的点荷载试验研究中, 人们通过点荷载试验上得出的试验数据与压力试验机上得出的抗压强度值进行比较来寻找两者之间的对应关系, 从而验证这种方法的实用意义, 但由于受多种因素的影响, 各国从事这项研究的人员对这种对应关系无法得到适合于所有岩样(包括岩性、样品尺寸)的确切数值(甚至在同一种岩性中研究的结果都存在较大差别), 这使点荷载法测岩石的抗压强度存在着不精确的因素。

2.2 岩石本身的影响

工程中经常会遇到层状结构以及节理、裂隙较发育的岩石, 用点荷载法测试出的结果往往是较为完整的岩块的抗压强度, 它不能代表真正的岩石抗压强度。另外, 岩石的颗粒大小(例如砾岩)、矿物组成等也会对试验结果产生影响。

2.3 试件形状

工程中采集的样品大致有两类: 一种是钻孔取出的圆柱形样品, 如果柱面光滑则试验精度就高些。还有一种是人工挖掘的自然块样。这种岩样通常表面凹凸不平而且形状不规则, 在进行点荷载试验时, 这些因素使试样的局部出现异常应力场, 从而影响试验的结果。

2.4 试件大小

研究表明, 同种岩性、不同的岩芯直径得出的点荷载强度指数 I_s 不同, 因此, 测试者必须针对性地做一定量的试验来确定这种关系。

2.5 长径比的影响

试验证明, 在径向试验中, 当 $l/d \geq 0.5$ 时 (l

为试件端面至载荷作用点的轴向距离; d 为岩芯直径), I_s 基本保持一常数; 如果 $l/d < 0.5$, 则 I_s 值随着 l/d 值的减少而下降。在轴向试验中, 当 $l/d < 0.5$ 时, 随着 l/d 值的增加, I_s 值迅速下降; 而 l/d 在 $0.5 \sim 1$ 之间时, I_s 值下降有所减缓; 在 $l/d > 1$ 时, I_s 趋于常数。同时试验研究表明: 轴向试验受这种影响比径向试验明显得多。由此看来点荷载法对岩石的尺寸还是有所要求的^[2]。另外, 轴向试验受 l/d 的影响非常明显, 这不但从尺寸上限制了岩样的采用, 还从方位上对试样提出要求: 研究人员建议除了对岩石的各向异性进行研究可用轴向试验外, 一般可采用径向试验。但实际工程中岩石更多的是处于轴向受力。与点荷载法相反的是, 除非要对岩石的各向异性进行研究, 一般在压力试验机上岩石的抗压强度值都是从岩样的轴向受力状态得到的, 如果为省事, 拿一些不符合试验方位及长径比的试样进行点荷载试验, 其误差就会较大。

由上可见, 在排除其它因素而只作某种特定因素影响的研究时, 人们可以找到一些规律性的东西, 但由于大多数岩石本身都具有各向异性和矿物组成的多样性特点, 加之未对样品进行加工, 使得这些规律不能适合所有的样品, 这就需要在工程中从实地采集一定量有代表性的样品进行点荷载法和试验机法的试验, 并将试验结果进行对比, 找到满足现场综合条件的两者之间的关系。只有在这个基础上, 这个特定工地进行的点荷载试验结果才具有一定实用意义(我们说“一定”, 是因为即使有了与试验机法测试结果的对应关系, 点荷载法数据的离散性还是比较大的)。

3 结 语

值得注意的是, 点荷载试验方法已列入《工程岩体试验方法标准》^[4], 但规范中只有测定岩石的点荷载强度的规定, 而没有测定抗压强度的规定。而国际岩石力学方法委员会于 1985 年修订的《测定点荷载强度的建议方法》中认为: “点荷载试验是作为岩石材料强度分类的一种指标试验。该试验也可用于预估与之相关的强度参数, 例如单轴抗拉和抗压强度”^[5]。因此, 笔者认为, 将点荷载方法测定的岩石抗压强度作为设计依据时应慎重。此外, 点荷载法测试抗压强度结果与岩石的实际抗压强度虽有着趋向性的关系, 但从数值上讲还不够精确。若把点荷载强度指标作为岩石强度分类及岩体风化分带的指标, 或在规划选点和可行性研究及工程初勘中, 预估岩石的抗压强度、抗拉强度时, 其快捷经

表3 第三阶段荷载步划分表
Table 3 Load step in third stage

序号	起止日期	开挖面深度/m	天数/d
19	1996.12.5~1996.12.10	17.24	6
20	1996.12.11~1997.2.21	19.16	73
21	1997.2.22~1997.3.29	19.86	36
22	1997.3.30~1997.4.8	20.39	10
23	1997.4.9~1997.4.21	20.80	13

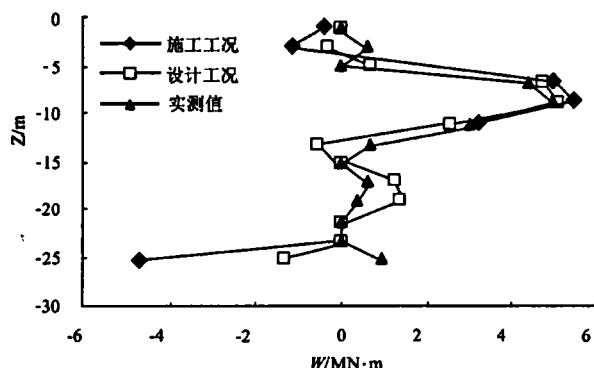


图12 第三阶段计算与实测墙体弯矩

Fig.12 Comparison between calculated and measured bending moments of wall in third stage

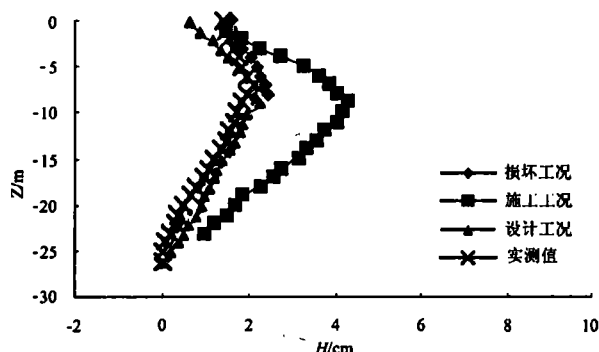


图13 第三阶段计算与实测墙体位移

Fig.13 Comparison between calculated and measured displacements of wall in third stage

上接第489页

济的优越性是其它的试验方法所无法比拟的, 所得资料可供参考。但由于精度不够, 在实际工程中不能全部采用点荷载法的试验数据来进行设计, 应该以试验机法的结果为主, 在可靠的现场对比资料下辅助做少部分的点荷载试验数据, 但在重大工程中, 建议最好还是全部采用材料试验机法来测试岩石的抗压强度值。

参考文献

[1] 中华人民共和国地质矿产部. 岩石物理力学性质试验

效的防止了基坑水平位移的增大, 所以, 这一开挖阶段墙体和土体基本保持稳定。图12是基坑挖至-19.2 m和-20.0 m时的弯矩图。最大弯矩的增长不大, 不加支撑是安全的。

5 结论

(1) 此次监测达到两个目的, 一是得到了系统的弯矩变化情况, 可验证地下连续墙的设计计算结果; 二是通过监测分析与判断, 把下部三道支撑合并为一道, 既降低造价, 又缩短工期。

(2) 墙体水平位移监测很有必要, 对调整支撑位置、控制施工过程非常有效。

(3) 在软土地区使用锚杆要慎重, 锚杆的出口位置应在地下水位以上, 这种方法可方便早期开挖。

(4) 测试结果的反馈分析与实际工程的仿真计算有很好的应用前景, 有较大的发展空间, 是今后研究的重要方向。

参考文献

[1] 黄强. 深基坑支护工程设计技术[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 1995, 5-8.
[2] 钱家欢, 殷宗泽. 土工数值分析[M]. 北京: 中国铁路出版社, 1981, 44-82.
[3] 孙均. 市区地下连续墙对环境病害的预测与防治[A]. 中国土木工程学会第六届年会论文集[C]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993.
[4] 彭振斌. 深基坑开挖与支护工程中设计计算与施工[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1997.
[5] 龚晓南. 土工计算机分析[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 379-393.

规程[M]. 北京: 地质出版社, 1986, 108-116.

[2] 李先炜. 岩块力学性质[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1983, 162-171.

[3] 陶振宇, 朱焕春, 高延法等. 岩石力学的地质与物理基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.

[4] GB/T50266-99. 工程岩体试验方法标准[S].

[5] Franklin J A, Pells P, McLachlin D, et al. 测定点荷载强度的建议方法[J]. 岩石力学与工程学报, 1986, 5 (1): 79-90.