

关于锚固岩体的几个力学特性问题的探讨

——与邹志晖、汪志林两同志商榷

江玉生

(中国矿业大学建筑系, 徐州, 221008)

锚固岩体的力学特性研究,一直是从事地下工程工作者研究的课题之一。由于其特性的复杂性和大尺度试验(包括现场试验和实验室试验)的困难较大,因此,研究者大都采用室内模型试验的办法来研究该问题。邹志晖、汪志林两同志在《岩土工程学报》1993年第6期上发表的论文“锚杆在不同岩体中的工作机理”(以下简称“机理”)一文,就是该方面的研究成果之一。在该文中,作者比较详细地研究了锚杆在不同围岩中的作用机理,文中的很多观点新颖,对岩土工程的理论研究和工程实践也很有参考意义。例如,软岩锚固试体(下简称带锚试体)的强度(指屈服强度和破坏强度两种)较无锚软岩试体的强度有所提高,这无疑对软岩地下洞室的支护设计很有指导意义和经济价值。但文中也有一些观点和结论,似与许多人的实验结果和常规结论不相一致,现讨论如下:

(1)“机理”一文中图2(a)所示的结果与该文中表4和表5中所给出的结果是不相一致的。图2(a)所给出的结论显然是软岩锚固试体1的实验结果,特别是当 $L/e=4$ 时,带锚试体的破坏强度值与无锚试体的破坏强度值相差一倍以上。这一点不仅与表4和表5中所给出的数值不一致,也与其它许多研究者的试验结果相差甚多。一般的观点认为:锚固岩体的强度与无锚试体的强度大致相当,只是抗变形特性,前者优于后者。“机理”一文中提出锚固岩体强度高于无锚岩体强度,观点新颖,且有实验数据,但数值相差如此悬殊,似乎缺乏更有力的证据。

(2)关于破坏形式问题,“机理”一文在分析布锚对岩体破坏强度的影响时说:“理论计算和所有其它试验都说明,当岩体受压时,因为岩体具有围压效应,其剪切破坏的可能性是单轴大于双轴,双轴大于三轴。在三轴受力时, σ_1/σ_3 的比值越大,岩体受剪切破坏的可能性越大。”这里首先说明两种破坏形式,如下图所示,图1(a)是典型的拉破坏形式,(b)是典型的剪切破坏形式。许多试验结果均表明,在试体的受力状态由单轴受力 $\rightarrow$ 双轴受力 $\rightarrow$ 三轴受力的变化时,破坏的形式由拉破坏向剪切破坏转化,且在单轴受力时,绝大部分试体的破坏表现为拉破坏,少数为剪切破坏;在三轴受力时,情况则恰恰相反,很少出现拉破坏,绝大部分为剪切破坏。这也是地质类材料(包括相似模拟材料)的正常结果。当然单轴压缩破坏的形

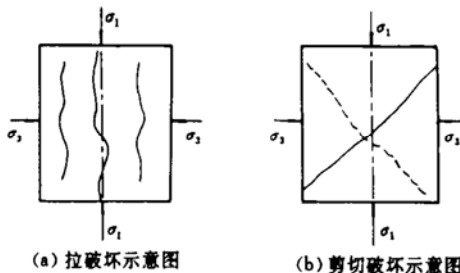


图1

式还与试验机压头对横向变形的限制程度密切相关。但双轴或三轴,特别是三轴试验,这种压头限制横向变形的影响就很小了,几乎都是剪切破坏形式。“机理”一文中所给出的结论与常规试验结果相反,不知有何根据。

(3)关于布锚对 E, c, φ 值的影响问题,“机理”一文中式(1)~式(3)分别给出了布锚后试体的弹模 E 、内摩擦角 φ 和粘结力 c 的变化值 $\Delta E, \Delta \varphi, \Delta c$ 的经验公式和图 4($E - \Delta E$ 曲线)、图 5($E - \Delta \varphi$ 曲线)、图 6($E - \Delta c$ 曲线)三条曲线。在此,暂且不论这三条曲线的横坐标是否合适。从这三幅图中可以看出,其横坐标的 1, 2, 3, 4, 5 的数值似乎代表了试体 1~试体 4 的编号,而非弹模 E 的数值。但图 7(a)和(b)也存在类似的问题。同时按通常的理解,弹性模量 E 的变化量 ΔE , 在布锚后的岩体中有所变化,随 E 值不同而不同,从而回归拟合得出经验公式(1)是合理的;但公式(2)和公式(3)所描述的内摩擦角 φ 和粘结力 c 的变化值 $\Delta \varphi$ 和 Δc 在布锚后均随 E 值而变化,似乎不太合理,应反映出 $\Delta \varphi = f_1(\varphi)$ 和 $\Delta c = f_2(c)$ 的关系,更为合适。

(4)关于锚杆直径和锚杆间距的关系,工程实际中,锚杆直径 d 和锚杆间距 e 之间也存在一定的关系。“机理”一文所给出的软岩试体 1, 在 $L/e = 4$ 时,锚杆直径和间距之比: $e/d = 4$ 。显然这样的密排锚杆(或特粗锚杆)在工程实践中是很难采用的。“机理”一文结果中软岩锚固试体较无锚试体强度提高如此之多,也可能与这种密排锚杆(或特粗锚杆)有直接的关系。但工程实践中这样的锚固是不现实的,因此“机理”一文中的结果在工程实际中是难以参考采用的。许多软岩工程实践表明: $e/d \geq 12$, 较硬围岩,此比值更大。

勘 误

卷期	页	行	误	正
94-6	83	14	容量 γ	容重 γ
94-6	83	18	$\sigma^* = c^* \quad \gamma^* l^*$	$\sigma^* = c^* = \gamma^* l^*$
94-6	84	2	相似比大	相似比尺
95-2	目次	1, 4	模拟	模拟
95-2	3	倒 13	Q_{ij}, P_{ij} 两式分母括号上角漏 $\frac{1}{2}$	
95-2	8	倒 7	$B = 1.4$	$B = 1.14$
95-2	10	8	…作用之间…	…作用之前…
95-2	45		(部分期刊图 6 印反)	
95-2	49		(部分期刊图 1, 图 4 错、漏印)	(附插页补正)
95-2	106	倒 18	水利…核心期刊 31 种	水利…核心期刊 22 种