

# “石老人”海蚀柱岩体稳定性评价

骆 熙

(青岛市勘察测绘处)

收稿日期: 1989年7月30日

关键词 海蚀柱, 残余岩体, 碎裂状结构, 稳定性, 海面升降运动

**提要** 本文应用地质构造、岩性特征、地貌成因及海面升降变化等资料, 综合分析了“石老人”的形成及其岩体结构类型。并对“石老人”岩体进行工程地质稳定性评价, 提出了切实可行的安全防护措施, 以保护这一旅游资源。

“石老人”为屹立于青岛市崂山区中韩乡石老人村以南海中的一座形态奇异的海蚀柱。远望似一安详老人在凝望着茫茫大海, 故历来人们神话般地称之为“石老人”。

石老人旅游区背山面海, 位于石老人村以西, 山东头村以东。环境优美, 空气清新, 在其海域内“石老人”咫尺相望, 给旅游区增添了奇异景观。石老人又是青岛至崂山风景区的第一风景点, 具有相当重要的旅游资源价值, 已成为国内外游客必去之处。

为了保护“石老人”不受大自然的侵蚀破坏, 作者对其进行了岩体稳定性工程地质调查。

## I. “石老人”的地质地貌

I. 1. “石老人”位于浮山东支午山(顶高398.30m)的西南麓前缘, 距午山约3,300m。属午山丘陵的一部分, 形态上为向黄海突出的海岬。“石老人”不是孤立的海岛, 而是其底部与岸边岩体紧密相连的地质整体。当高潮汛时, 似与岸边一衣带水; 低潮汛时, 则明显可见它与岸边岩石连绵一体(图1)。“石老人”一带岩石岩性复杂难辨, 按区域地质, “石老人”附近主要为中元古界前震旦系粉子山群古老变质岩系(如云母石英岩、变粒岩等), 而“石老人”本身岩

体经采样薄片鉴定为紫灰色安山岩, 斑状结构, 斑晶为长石, 基质为坚硬的隐晶质, 系中生界下白垩系青山组火山岩<sup>1)</sup>。“石老人”与岸边间距约80m, 为一NWW向断裂破碎带, 其发生年代约在距今 $7 \times 10^7$ a左右, 破碎带宽度在100m以上, 其岩石经采样鉴定为浅粉黄色、灰白色石英质糜棱岩, 石英粒含量为80~95%, 岩质脆硬, 易成碎块。

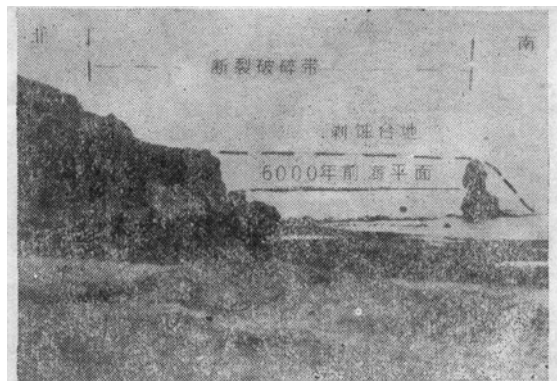


图1 石老人地质地貌景观

Fig. 1 Geologic and geomorphic looks of "Shilaoren"

由图1可见, (1)“石老人”与海岸岩体在低

1) 石老人岩体岩石薄片鉴定报告, 1986年。青岛海洋大学地质系岩矿室。

潮时所见为一连绵的地质体；(2)“石老人”为剥蚀台地海蚀后退的残余岩体；(3) NWW 向断裂破碎带处于海蚀后的空间状态。

1. 2. 据以上所述的地质岩性，构造基调及海平面变化分析，“石老人”已经 4,500a 以上大自然外力作用的影响，而形成今日之地貌景观，其成因类型为“海蚀柱”。柱体上见有各式各样的海蚀痕迹，如海蚀蜂巢、海蚀穴等，尤以北半部中间的海蚀洞最为显著，洞顶高程约 11m，洞底高程约 5m，宽约 2~3m。柱体南面（即迎浪面）陡峭直立，海蚀洞穴、蜂巢等也很发育。

与此相应的岸边岩体海蚀痕迹亦甚明显，如海蚀崖、海蚀洞等很发育。

此外石老人一带原为午山西南山麓，因长期遭受内外营力侵蚀，形成丘陵向海缓倾，其南部边缘 15~30m 高的海蚀崖组成了曲折海蚀地貌景观，而山麓剥蚀面长久之而成为剥蚀台地。在距今 8,000a 前海面迅速上升到现代海平面附近<sup>[1]</sup>，后到距今 6,000a 前，海水上升到最高位置，出现最高海平面，高程约 5m，也就是在此约 2,000a 期间，“石老人”与岸边之间的断裂破碎带，受海水潮汐冲蚀与风浪打击的共同外力破坏作用，逐渐冲刷出一带状凹槽的海蚀岩滩。与此同时，“石老人”因岩石性质坚硬较致密，整体性较好，在长期（约 8,000~3,500a）海蚀作用下渐成为一形态独特的残余岩石柱体（海蚀柱）而保留至今。在以后约 3,500a 前海面出现回降趋势<sup>[1]</sup>，到零米上下，延续到今日的海面波动变化之中，即在中部海蚀洞以下，仍处于现今潮汐浪涌的海蚀作用影响范围以内。

1. 3. 石老人村以南的花子洞，57.7m 高地一带地质构造发育，以 NEE，NNE 及 NNW，NWW 向大小断层为主要形迹，其倾向多变，倾角陡，伴生的构造裂隙也很发育。“石老人”海蚀柱处于 NWW 向断裂的南缘，柱体本身地质构造发育，主要有柱体北半部的 NWW 构造裂隙（张性），此裂隙从“石老人”顶部穿过海蚀洞，直通到柱脚，裂隙面倾向 NEE，倾角 80°（图 2）。另见多条 NEE，NNE 及近 ES 向裂隙。

柱体南半部中间见有 NNE 向小断裂，属老构造（压性），且已糜棱岩化，尚不致构成岩体稳定的危害因素。

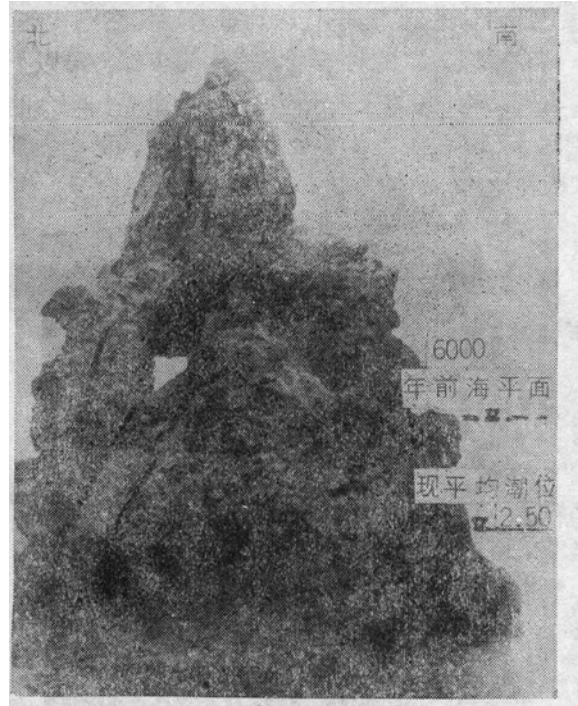


图 2 “石老人”西侧面现状

Fig. 2 West lateral facet of “Shilaoren”

由图 2 可见，(1) 北部 NWW 构造裂隙面产状与切割柱体的实况；(2) 现平均潮位线以下，柱脚被冲的凹面与洞穴；(3) 5m 高程以下，明显的海蚀洞、海蚀蜂巢、裂隙等，5m 高程海蚀洞以上，石柱仅受自然物理风化作用。

## II. “石老人”岩体稳定性评价

综上所述，“石老人”岩体形成于  $8 \times 10^7$ a 前的中生代，历经多次地质构造运动影响，又受到第四纪全新世近 10,000a 以来由海平面升降引起的海蚀外营力（包括风浪作用）等的风化作用，终于形成具有特殊形态的海蚀柱——“石老人”。其主要工程地质特征为岩石强度坚硬，具有块状、破裂状结构。由于构造发育，形成了软弱结构面，加之海蚀及风化作用造成岩体失稳，因此“石老人”稳定性较差。但不稳定性南、北部有差异，南半部稳定性好于北半部。北半部

柱脚洞穴发育,柱体上因 NWW 向构造裂隙形成了临空切割体(图 3)。当底部洞穴不断扩大加深,柱脚继续冲刷坍塌时,将逐渐减小其支撑上部岩体的能力,一旦达到重力平衡临界状态,则在难以预料的时间里,柱体北半部将沿以上软弱结构面(即未来滑动面)突然崩塌,剩余的南半部将呈尖锥体形最后残留下来,仍屹立于大海之中。

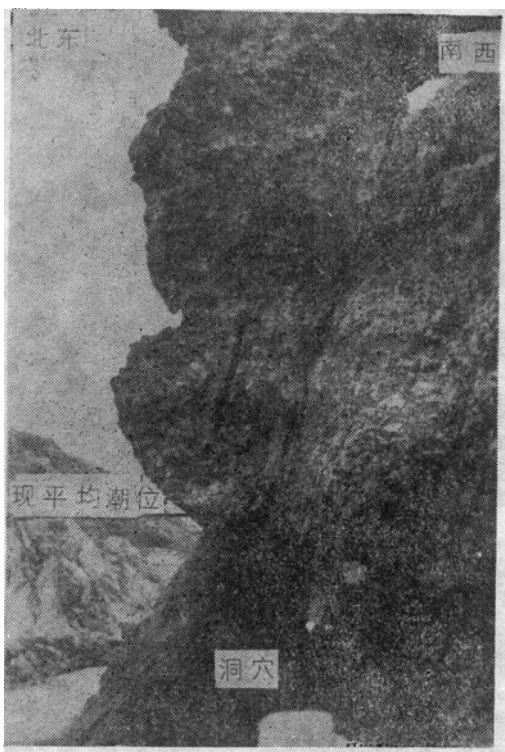


图 3 “石老人”西北柱脚处洞穴、裂隙发育情况及临空切割体险情

Fig. 3 Development of pits, fissure and wave “cuts” on “Shilaoren” northwest side

由图 3 可见, (1) NWW 向裂隙直切岩体的现状; (2) 调查人头部上端为现平均潮位线痕迹; (3) 手指方向系海蚀洞穴; (4) 图片中部裂隙的上盘岩体呈现临空悬挂状险情。

### III. 结 语

经过对“石老人”的短时间工程地质调查,并进行了地质地貌成因的分析和稳定性初步评价后,得出以下结论:

III. 1. “石老人”柱体的岩石形成已近亿万年之久,历经长期地球内营力和大自然外营力的综合改造与侵蚀破坏后,今天仍然挺立海中,但如上所述其稳定性较差,从时间空间因素上可以预见,它不是永远能吃立在海中的石柱,也不是短暂时间(如数年,数十年……)内能出现柱体倒塌破坏的(图 4)。

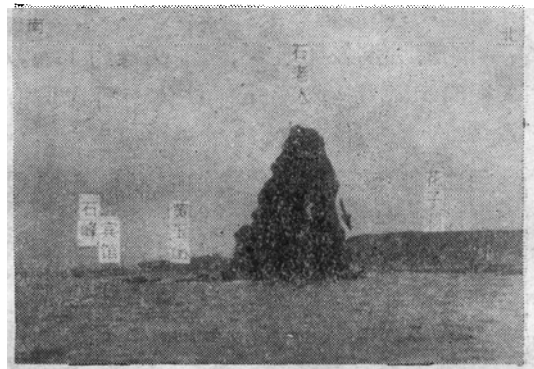


图 4 “石老人”东侧面全景

Fig. 4 East lateral view of “Shilaoren”

由图 4 可见, (1) 北半部明显呈薄弱、不稳定状态; (2) 北柱脚 2.50m 高程以下,凹进最甚,是海蚀流、浪冲刷、击打等综合作用结果; (3) “石老人”顶~中部洞~柱脚,近于直立的构造裂隙,已割穿柱体,造成失稳状态。

III. 2. 建议有关部门对“石老人”柱脚采取支撑加固方案:

III. 2. 1. 在平均潮位 (2.30 m~2.50 m) 以下,从东、西、北三面对柱脚凹进处及大小洞穴

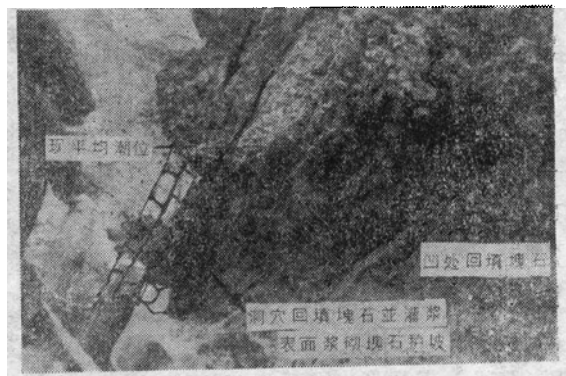


图 5 “石老人”西北侧柱脚破坏现状及建议加固方案

Fig. 5 Vandalism on the northwest lateral foot and proposals to protect the “Shilaoren”

用块石密实回填。选择小汛低潮期作业,用高标号快干水泥灌浆,使块石凝集聚为一整体。最后外表采用浆砌块石护坡,形成自然坡度状1:1(约45°),以减小浪击破坏作用。

由图5可见,(1)平均海潮位上下海蚀蜂巢、裂隙发育;(2)NWW向及近EW向、NE向构造裂隙发育;(3)西北柱脚海蚀洞穴深入柱体,上方岩体呈临空失稳状态;(4)采用块石回填及块石护脚示意情景。

III. 2. 2. 柱体北部,在平均海潮上方,岩体明显呈悬空状(图3),又位于软弱结构面的上盘,险情严重,需专门用浆砌块石支撑,以加强

抵御柱体岩石坍塌的抗滑稳定性。

III. 3. “石老人”岩体上应严禁游人攀登,以防止损伤目前表面相对完整状态。

III. 4. 施工方案确定后,须事先进行施工测量,标出平均潮位等。对防护范围的划定,尚需事先登上“石老人”详细察看,因地制宜定好地段,进而做出施工设计。

#### 参 考 文 献

- [1] 韩有松等,1984年。胶州湾地区全新世海侵及其海平面变化。科学通报 20: 1256~1258。

## EVALUATION OF THE STABILITY OF “SHILAOREN” WAVE-EROSION ROCK COLUMN

Luo Xi

(*Geotechnical Engineering Institute, Qingdao*)

Received: Jul. 30, 1989

**Key Words:** Sea stack, Residual rock mass, Clastic texture, Stability, Eustatic movement

#### Abstract

The formation and the texture of “Shilaoren” rock column have been analysed in geological structure, feature of rock, geomorphic origin and eustatic change in this paper. Its engineering geological stabilization is also evaluated. Ways for protecting the tourist spot are suggested.