

卡塔尔半岛某海域石灰岩力学指标相关关系分析

鲍德松

大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司, 辽宁 大连 116023

[摘要] 文章通过对卡塔尔半岛北部某海域海底基岩力学指标的统计分析, 建立了指标间的相关经验关系, 为该区域中风化石灰岩的工程特性指标分析与评价提供了理论依据, 具有较强现实指导意义。

[关键词] 点荷载强度指数; 岩石抗拉强度; 饱和单轴抗压强度

DOI: 10.33142/hst.v3i4.2227

中图分类号: TU45

文献标识码: A

Correlation Analysis of Limestone Mechanical Indexes in a Sea Area of Qatar Peninsula

BAO Desong

Design Institute of Civil Engineering & Architecture of Dalian University of Technology Co., LTD, Dalian, Liaoning, 116023, China

Abstract: Based on the statistical analysis of the mechanical indexes of seabed bedrock in a certain sea area in the north of Qatar Peninsula, the empirical relationship between the indexes is established, which provides a theoretical basis for the analysis and evaluation of engineering characteristics indexes of moderately weathered limestone in this area, which has strong practical guiding significance.

Keywords: point load strength index; rock tensile strength; saturated uniaxial compressive strength

引言

卡塔尔半岛北部某海域海底为岩石直接出露, 其岩性主要为白垩纪石灰岩, 厚度可达 30 米, 该岩石是一种具有多孔隙和不规则裂隙的石灰岩, 岩石完整性较差, 因此, 对其岩石力学指标进行统计与分析, 建立指标间的经验关系, 对该区域石灰岩的工程性质评价具有十分重要的意义。

1 工程地质条件

卡塔尔半岛在地质学上是阿拉伯湾盆地的一部分, 自古生代以来, 该盆地沉积、堆积几乎未间断过, 仅受地质构造活动的轻微影响。卡塔尔半岛新近的后白垩纪地质演变可概括为浅水海洋石灰岩的韵律沉积序列, 偶有页岩沉积, 偶然的沉积中断产生了不整合接触面, 卡塔尔半岛的地质结构可以主要概括为一个中央拱门或圆顶, 其轴线从南到北贯穿整个卡塔尔半岛。

工程区域海底地势较平缓, 水深由近岸向外海逐渐加深, 海底高程为 8.97m~13.22m, 工程区域地貌类型为水下浅滩。

工程场地海底仅在近岸的局部区域分布有第四系地层, 主要为稍密的中粗砂, 而大部分区域为裸露岩层, 岩性主要为白垩系结晶质石灰岩, 该岩石具有节裂隙发育、岩石完整性差、多孔隙等特点, 该岩层为本文统计分析样本采集层。

2 样本采集及岩石室内试验

本文统计分析试验数据样本采集层为中风化石灰岩, 利用多功能液压回转钻机, 以海水作为冲洗介质, 采用直径为 75mm 双层岩芯管 (岩芯管长度 1.5m) 和金刚石钻头在中风化石灰岩中连续钻进取芯^[2], 在相近的深度位置按下列要求采取岩石试验样本进行岩石饱和单轴抗压强度试验^[3]、岩石抗拉强度试验^[3]、岩石点荷载试验 (饱和)^[3]。

2.1 饱和单轴抗压强度试验

岩石饱和单轴抗压强度试验是测定饱和的岩石试件在无侧限条件下, 受轴向压力作用破坏时, 单位面积上所承受的荷载, 该强度是划分岩石坚硬程度的主要定量指标, 该试验的岩石样品采集应满足下列要求:

- (1) 圆柱体试件直径宜为 48~54mm, 且试件的直径应大于岩石中最大颗粒直径的 10 倍;
- (2) 试件高度与直径之比宜为 2.0~2.5;
- (3) 试件两端面不平行度误差不得大于 0.05mm, 沿试件高度, 试件直径的误差不得大于 0.3mm;
- (4) 试件端面应垂直于试件轴线, 偏差不得大于 0.25°;
- (5) 同一含水状态和同一加载方向下, 每组试验试件数量应为 3 个。

2.2 岩石抗拉强度试验

本文岩石抗拉强度采用劈裂法进行测量, 该试验是在试件直径方向上, 施加一对线性载荷, 使试件沿直径方向破坏, 间接测定岩石的抗拉强度。该试验的岩石样品采集应满足下列要求:

- (1) 圆柱体试件直径宜为 48~54mm, 且试件的直径应大于岩石中最大颗粒直径的 10 倍;
- (2) 试件厚度与直径之比宜为 0.1~1.0;
- (3) 圆柱体试件表面应无明显的刀痕, 且沿试件直径方向上的凹凸不得超过 0.025mm;
- (4) 同一含水状态和同一加载方向下, 每组试验试件数量应为 3 个。

2.3 岩石点荷载强度试验

岩石点荷载强度试验是将试件点荷载仪上下一对球端圆锥之间, 施加集中荷载直至试件破坏, 据此求得岩石点荷载强度指数和岩石点荷载强度各向异性指数, 是间接测定岩石强度的一种试验方法。本文点荷载试验采用轴向加载试验, 该试验的岩石样品采集应满足下列要求:

- (1) 试件长度与直径之比宜为 0.3~1.0;
- (2) 同一含水状态和同一加载方向下, 岩芯试件每组试验试件数量宜为 5~10 个。

综上所述, 岩石饱和单轴抗压强度试验和抗拉强度试验对采集的试件样品要求较高, 而本工程区域内岩体完整程度较差, 岩芯采取率低, 采集该两项试验样品较困难; 岩石点荷载强度试验对采集的试件样品要求较低, 样品采集容易, 因此, 建立岩石点荷载强度指数与岩石抗拉强度和岩石饱和单轴抗压强度之间的相关关系, 对今后研究本工程区域岩石力学性质有十分重要的作用。

3 指标选取

本文选用了卡塔尔半岛某海域水工工程项目岩土勘察报告中石灰岩的点荷载试验数据、饱和单轴抗压强度试验数据及抗拉强度试验数据, 对各试验指标中非代表性的数据采用 Grubbs 法剔除粗差数据后, 按下列公式^[1]分别统计出各项指标的统计样本数 n 、最大值、最小值、平均值 ϕ_m 、标准差 σ_f 、变异系数 δ 。

$$\begin{aligned} \phi_m &= (\sum \phi_i) / n \\ \sigma_f &= \{[\sum \phi_i^2 - (\sum \phi_i)^2 / n] / (n-1)\}^{1/2} \\ \delta &= \sigma_f / \phi_m \\ \phi_k &= \gamma_s \phi_m \\ \gamma_s &= 1 \pm \{1.704/n^{1/2} + 4.678/n^2\} \delta \end{aligned}$$

4 指标特征值

根据上述指标选取原则, 对各试验指标进行统计分析, 各试验特征性指标见表 1、表 2。

表 1 岩石点荷载强度指数和抗拉强度分析指标特征值表

统计项目	点荷载强度指数 $I_{s(50)}$ (MPa)	抗拉强度 R_t (MPa)
统计样本数	25	25
最大值	7.81	5.54
最小值	2.55	1.33
平均值	4.64	3.91
标准差	1.41	1.09
变异系数	0.30	0.28

表 2 岩石点荷载强度指数和饱和单轴抗压强度分析指标特征值表

统计项目	点荷载强度指数 $I_{s(50)}$ (MPa)	饱和单轴抗压强度 f_{rk} (MPa)
统计样本数	15	15
最大值	8.04	82.71
最小值	0.22	9.59
平均值	3.05	25.18
标准差	1.88	13.50
变异系数	0.62	0.54

5 相关性分析

通过在直角坐标系中做散点图进行相关性分析可知：该区域岩石点荷载强度指数 $I_s(50)$ 与岩石抗拉强度 (R_t) 及岩石饱和单轴抗压强度 (frk) 具有较高的相关性，经验关系及相关系数见下图。

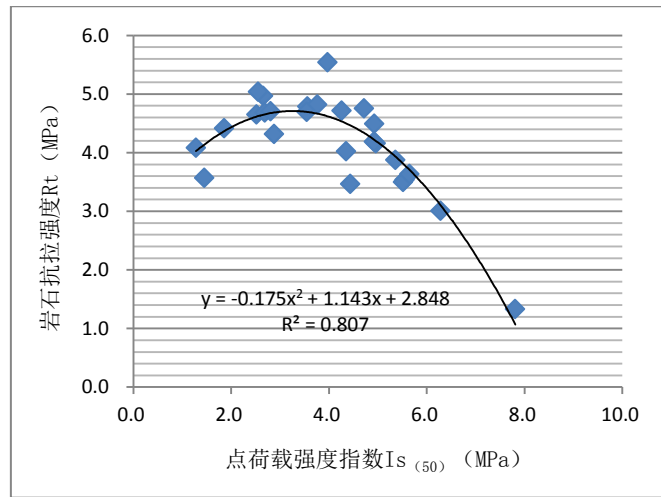


图1 $I_s(50)$ 与 R_t 关系图

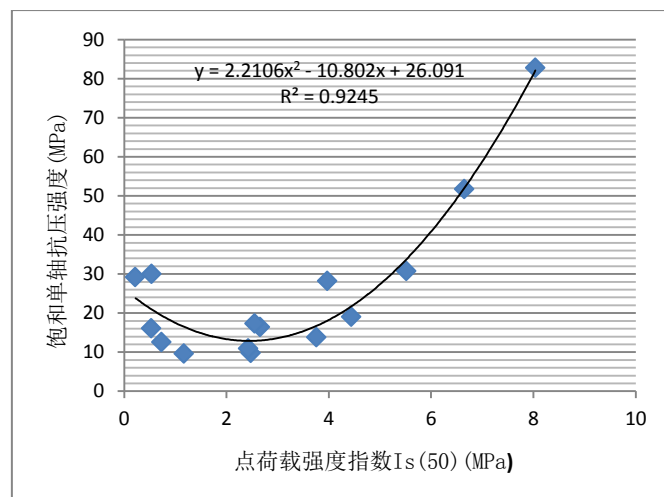


图2 $I_s(50)$ 与 frk 关系图

结束语

岩石试验指标的统计，揭示了工程区域石灰岩的试验指标特征值，相关性分析建立了岩石点荷载强度指数与岩石抗拉强度及饱和岩石饱和单轴抗压强度之间的经验关系。本文为卡塔尔半岛海域中风化石灰岩的工程特性指标分析与评价提供了理论依据，具有较强现实指导意义。

【参考文献】

- [1] 中华人民共和国交通运输部. 水运工程岩土勘察规范: JTS133-2013[S]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑工程地质勘探与取样技术规程: JGJ T87-2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 工程岩体试验方法标准 GB T50266-2013[S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.

作者简介：鲍德松（1976.8-），男，毕业于长春科技大学，现就职于大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司，专业副总，职称级别：高级工程师。