

对“经济击实功”的剖析

喻晓今

(土木工程系)

摘要 “经济击实功”从实验中得来,广泛实用时无论从工程监督管理角度、从含水量、压实度参数控制方面都证明了其概念的不确切和偏差. 通过对应分析,并以深圳福中路三段路基工程施工数据映证,指出“经济击实功”提法的片面性,说明其不良的操作性及经济性.

关键词 最大干密度; 最佳含水量; 击实功; 压实度; 工程施工; 工程监理

分类号 U 416.0

0 引言

文献 [1] 通过对粉质路基土在 6 种不同击实功下所得实验数据分析, 给出“经济击实功”(简称为 J_e) 提法. 原文是根据击实功 J 与相应最大干密度 ρ_{dmax} 关系曲线(平面直角坐标系以 J 为横轴, ρ_{dmax} 为竖轴), 在随 J 变化, 线型趋水平方向平直的接近拐弯处, 即曲线斜率由大到小并接近常量的转折点处, 取定 J_e 为 $2\ 538.9\ \text{kJ/m}^3$ 的, 其相应的 $\rho_{dmax} = 1.89\ \text{g/cm}^3$, 最佳含水量为 $W_{op} = 12.8\%$, 恰巧此时饱和度 $S_r = 83.0\%$ 是这 6 个 S_r 的最大值, 其原文数据转录于表 1.

表 1 原文击实功与其它参数实验计算结果

击实类别	实验结果			计算指标		
	J (kJ/m^3)	ρ_{dmax} (g/cm^3)	W_{op} (%)	ρ (g/cm^3)	e	S_r (%)
轻型 1	564.2	1.73	15.4	2.00	0.53	77.3
轻型 2	902.7	1.77	15.0	2.04	0.50	79.8
轻型 3	1 241.2	1.79	13.7	2.04	0.48	75.9
重型 1	2 538.9	1.89	12.8	2.13	0.41	83.0
重型 2	4 062.2	1.91	12.1	2.14	0.39	82.5
重型 3	5 585.5	1.92	12.0	2.15	0.39	81.8

从原文提出的“经济击实功”概念本身到对这些数据使用分析,可发现其理论与实践的不小差异;由深圳某工程同种路基土施工情况,也可显示 J_e 的偏颇.

1 “经济击实功”概念的缺陷

文献[1]对“经济击实功”的定义为:在击实实验中,为使路基土在强度和稳定性方面满足设计要求所需要的最经济合理的击实功.

该定义的前提是实验,即将击实功限定于实验中.定义而后又提到了“经济合理”概定用词,即认定可将少量土体在标准环境、良好操作等条件下的实验结果.照原放大、比拟为土体工程施工情况下的同样结论,因为这里的“经济”性显然是指工程应用中的效果.众所周知,路基土压实施工中出现的各种有关参数中(如温度、湿度、地质状况等等)与实验时所控制的情况会有差距,因此,施工时的数据控制难于实验时的情形.顾此,该定义有将概念简单扩展适用范围之误,否则,“经济击实功”本身不能组成有意义的词.

笔者认为,文献[1]中击实实验以很少的土质种类作为观测对象,数据取值又较离散,故其所做出的结果与其说反映土体 J 和 ρ 某种普遍走向,不如说是该种参加实验土质的个性表现更为确切.所以,不能马上得出每一种土都有一个“经济击实功”的结论,倘若执意寻找之,那么,不如将其称作“理想击实功”更为恰当些.

2 “经济击实功”应用中的矛盾

由于 J_e 涉及经济问题,故有以多方位对其考察的必要.

2.1 施工管理与监督方面

从施工管理监督计,按 J_e 意图,追求 J_e 的 ρ_{\max} 、 W_{op} 不尽合理.

施工监督管理要求节约费用支出,使投资、进度、质量三者关系最佳调配;工程进度控制认为,工期、成本、资源消耗等是综合衡量标准.故有如下做法.

在深圳,调用一台压路机一个台班1000元左右.为了在调用时间内完成预期的工作,待一段路中多数回填土的含水量 W 达到或接近 W_{op} 时,视路面的长短,结合天气一般情况,一次性压成一层或两层.于偏离 W_{op} 稍大的局部采用多压办法,也即突破 J_e 值,使之工序完整.这样,承包方节省了派工经费,投资方则加快了资金流转.比待所有回填土晾晒至 W_{op} ,多次在局部调租设备,造成台班零碎要经济.故以 J_e 或经转化的另一量来作为施工准则是不便操作和控制的.

另一情形,一般施工方以省工为本,取要求数值的下限实施,若质检不过,再返工.有时含水较大,如按常规碾压7~8遍便可,为赶工期,省去晾晒,只得多压,结果碾压累达十几遍,甚至使用16t压路机,可谓达到了 J_e 值,碾得路基表面泛光,但经检压实度 d 仍不合要求,何谈“经济”?这时全面权衡,发觉宁愿修改设计,填充碎石或石粉碴反倒合算.若一味追求 J_e 的 W_{op} 和 ρ_{\max} ,则此质量得不到各方承认,无进度的质量是无效益质量.

此外,若一段路中土质变化很大,按原文则可求出其各自的 J_e .而施工规程和监理细则则以前述的碾压遍数来保证密实,其所费功肯定超出所有 J_e 中最大值,否则,不可能所有点

都通过质检,这是现在广为通行的做法.若按 J_e 之意,这时要分段对不同的 J_e 土碾压不同的遍数,实践证明,这会带来诸如停车倒车过多、转弯倒角过多,致使道路接碴不齐、软硬不均,且费工费油,故 J_e 上升不到经济合理性层次.

工程施工经济与否是一个多种因素作用的复杂问题,应有多种考虑.

2.2 关于含水量因素

从最佳含水量看,富雨地区常超 W_{op} ,如深圳,因为降雨勤,经常是上场雨水份还未蒸发、渗流至合适值,下场雨接着便至,故施工不得不也常在超出 W_{op} 的一个范围内进行.同理,若在干燥地区,欲保持 W_{op} ,需要大量水,而这在操作上是不实际的,实践中极难准确地达到 W_{op} . W 不达 W_{op} , J_e 也就失去实用意义,因为这时其已不是最优值.

从表 1 知,符合 J_e 的 $W_{op} = 12.8\%$, 其是唯一的,邻近两 W_{op} 数据为 12.1% 和 13.7% , 各与前者相差 -0.7% 和 0.9% , 这个差值常在施工中被超出(见表 3), 而对应这三个 W_{op} 的 J 值却成倍相差.如,照原文,按 $J_e = 2538.9 \text{ kJ/cm}^3$ 夯后,实际所得 $W = 13.7\%$, 查表 1 知其不达原对应的 $\rho_{\max} = 1.89 \text{ g/cm}^3$; 同样,以这 J_e 夯后 $W = 12.1\%$, 也不能得 1.89 g/cm^3 . 使用 J_e , 这两种情况都未达到应有的 ρ_{\max} , 欲达到此值,则须以超 J_e 能量为之,按原文之意就不“经济”.可施工为达到设计质量和进度,这时只能不得不“不经济”,以规定程度接近 W_{op} 、 ρ_{\max} , 否则,将带来更高量级经济问题.

故由于原文 J_e 的唯一性,其在工程中并不实用.

2.3 关于压实度因素

从最大干密度与压实度 d 关系上观察, J_e 实用性也有怀疑.

文献 [2] 中对城市次干路重型击实压实度 d 的规定为 93% . 监理中,超出 92% 也将默许.为了在规定 d 下达到 J_e 的 ρ_{\max} , 则施工所用压实功和相应 ρ_{\max} 需作对等提高.若根据表 1 实验数据, J_e 的 $\rho_{\max} = 1.89 \text{ g/cm}^3$, 按满足次干路 d 规定的情形计,有表 2 所列的一种结果.显见, d 合规范时,出现脱离 $J_e = 2538.9 \text{ kJ/m}^3$ 情况.即便取 6 种击实功中最大一种所得 $\rho_{\max} = 1.92 \text{ g/cm}^3$, 满足 d 时其对应击实功两值中较大值为 1241.2 kJ/m^3 , 也不及 J_e 的一半,这就得出 J_e 不经济的结论.

表 2 满足“经济击实功”的合格施工指标

压实度 (%)	按原文取值 ρ_{\max} (g/cm^3)	施工实际值 ρ (g/cm^3)	实际所耗功合理值 J (kJ/m^3)
92	1.89	1.74	≈ 564.2
92	1.92	1.77	≈ 902.7
93	1.89	1.76	≈ 902.7
93	1.92	1.79	≈ 1241.2

此表明原文 6 组数据对说明问题而言偏少.如果压实功成倍地小于 J_e 的确定位置, J_e 也就无“经济”根基.

3 施工数据

中国知网 <https://www.cnki.net>

深圳福田中心区道路工程福中路,设计为次干路 I 级,其中第三段土基处于挖方地带,为

含砂低液限粉土. 如前述, 应使 $d \geq 93\%$. 以 14t 具激振功能压路机作业, 经验收, 大部分测点达到 d 及回弹模量要求. 指标不够处, 依经验不可反复碾压, 那样将破坏原土结构, 降低其稳定性. 这里采用铺垫碎石变更设计. 全段合格点数据见表 3, 孔隙比 e 、 S_r 计算公式如下:

$$e = \frac{G_s \cdot \rho_w \cdot (1 + W)}{\rho} - 1$$

$$S_r = \frac{W \cdot G_s}{e} \times 100\%$$

表 3 福中路三段路床验槽实测及计算指标

ρ_d (g/cm^3)	W (%)	d (%)	e	S_r (%)
1. 775	15. 97	92. 93	0. 521	82. 75
1. 794	12. 48	93. 93	0. 505	66. 72
1. 799	10. 57	94. 19	0. 490	57. 80
1. 815	11. 28	95. 03	0. 499	61. 54
1. 824	11. 76	95. 50	0. 480	66. 11
1. 826	8. 17	95. 60	0. 479	46. 77

注: $\rho_{d\max} = 1.910 \text{ g}/\text{cm}^3$, $W_{op} = 11.98\%$, 重型击实标准. ρ_d 干密度

由表 3 可得这几个变量相互关系曲线 (图略), 其显示: e 值为 0.479~0.521, 落在表 1 中击实类别轻 1~重 1 之间, 也间接说明土基已较密实, S_r 范围为 46.77%~82.75%, 比文献 [1] 的 $S_r = 83.0\%$ 为小, 按其理可推, 压实功小于自身 " J_e ", W 分布基本以 W_{op} 为中位. 这些数据反映合格工程的一种情形.

4 结束语

欲晾晒或浇水待土至 W_{op} 附近值, 都已相当窝工, 不甚经济, 何待差别小于 1% 便成倍影响击实功的准确 W_{op} ? 不达到 W_{op} , 也就自然不达所对应 $\rho_{d\max}$, 进而也不达对应的 J_e , 反映不出 J_e 中 "经济", J_e 成为虚无.

对路基土方 d 的要求是分等级的, 一般道路有时低至 87% (重型击实), 远离 J_e 量级, 但建设费用相对不高, 不可谓 "不经济". 按设计标准, 施工条件, 福田中心区道路已数国内一流, 即已达到较高水准, 很难再提高 d , 也即难达 J_e 的 $\rho_{d\max}$, 若坚持那样, 则须修订国家标准, 且费用将提高.

总之, 施工中符合规范的 d 所对应 ρ_d 多数未到达 J_e 对应值, J_e 与压实功总有足够大差距, 因而 "经济" 很少体现出来. J_e 条件非常苛刻, 面相当窄, 若强求 J_e , 则非但不能经济, 反而带来困难, 进而更不经济. 所以, 目前和近期 J_e 难以实施, 故其在工程中作用不大, J_e 离开工程也就无经济性可言. 指鹿为马显然牵强.

可能由于资料的局限或疏忽, 原文未详细全面审视工程经济的诸因素相互影响, 仓促命名 J_e , 容易产生误导, 使人发生误解.

既然 "经济击实功" 在实验中得出, 姑且称 "理想击实功" 准确些.

参 考 文 献

- 1 刘肇生. "经济击实功" 的实验确定及应用. 力学与实践, 1995, 17(2): 39 ~ 40
- 2 北京市市政工程局. CJJ 1 - 90 中华人民共和国行业标准 市政道路工程质量检验评定标准. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991. 7
- 3 华南工学院等. 地基及基础. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981. 35 ~ 89
- 4 冶金部武汉钢铁设计研究院. 冶设证甲字第 0003 号 深圳市福田区福中路设计施工说明. 深圳: 武汉钢铁设计研究院深圳分院, 1993
- 5 铁道部科学研究院深圳分院工程监理部. 福中路路槽密实度检测记录表回弹模量记录表. 深圳: 铁科院深圳分院, 1995

Analyses of the So-Called "Economic Rammer Compacted Work"

Yu Xiaojin

(Civil Engineering Department)

Abstract: "Economic Rammer Compacted Work" comes from an experiment. This paper proves that the administration of enterprises and deviations in the moisture content and in the earth pressed density are inaccurate in the "E·R·C·W" wide use. According to correspondence analyses based on the roadbed construction data of the third section of Fuzhong Street, Shenzhen, "Economic Rammer Compacted Work" is clearly shown to be neither economical nor good in its serviceability.

Key words: biggest dry density; best moisture content; rammer compacted work; earth pressed density; construction; administration of enterprises