

青岛某地下工程超浅埋暗挖段施工效应分析

苏学清¹ 齐之龙¹ 郝玉生¹ 白慧卿²

(¹中国地质大学 北京 100083) (²国家卫星气象中心 北京 100081)

摘要 结合青岛某地下工程,在给出超浅埋地下工程的定义和特点以及施工效应定义的基础上,分析了该工程超浅埋暗挖段在施工中地表位移、洞室周边收敛变形及爆破振动对环境影响的特点,得出了一些有益的结论。

关键词 超浅埋地下工程,施工效应,地表位移,收敛变形,爆破振动

分类号 U456.1

1 工程特点与地质特征

该地下工程超浅埋暗挖段位于青岛市区热河路与辽宁路交汇处,为交通繁忙区(见图1)。工程为一曲顶直墙洞形工程,洞跨宽12.0 m,洞高>6.0 m,埋深为2.9~6.0 m,如图2。爆破开挖,随开挖面向前推进,采用钢拱架配合局部锚杆临时支护措施。工程所处岩性为花岗岩,风化严重,构造比较发育,有两条较大的断层与洞室小角度斜交,加之一些小断层和节理切割,岩石比较破碎。围岩类别为Ⅱ类,无地下水。

2 超浅埋地下工程与施工效应

所谓超浅埋地下工程是指埋深<5 m且覆跨比0.5的地下暗挖工程。与其他工程相比,超浅埋工程所受的地应力很小,基本上无构造应力,地应力主要是由上覆岩体自重所产生,垂直应力为最大主应力。水平主应力由上覆岩体所引起,为小主应力。其上覆岩体风化一般较严重,围岩类别等级很低,多为Ⅱ类围岩。

施工效应是指因地下工程施工所引起的对包括围岩在内的周围环境的影响,主要包括施工引起的地面位移、围岩收敛变形和爆破开挖所引起的爆破振动效应。超浅埋地下工程的特殊性决定了其具有与其他地下工程不完全一样的施工效应的特点。

3 施工引起的地表位移特征

洞体施工分左右两半断面,先挖右半断面,其跨度约为7 m(本地地面位移测量仅限于右半断面的开挖)。由于上覆岩层较薄,加之地面建筑物较多,因此随洞室开挖,上覆岩层势必发生变形,引起地表位移而危及地面建筑安全,这样监测地表位移就显得比较重要。

根据工程特点及场区环境条件,测线及测点布置如图1所示,分别用C-1~C-6表示。

3.1 地表位移的基本特征

当采用一定的测点布设原则及测量分析方法,经对测试数据的分析整理,可以得到如图3所示的各断面地表位移最大值与时间关系曲线即U-t曲线,图中A_i点为开挖面经过测线位置时刻。

从图3及实际测量结果得知,对超浅埋暗挖工程,当采用爆破方式进行开挖时,其地表位移有如下一一些基本特点:

(1) 地表的位移变化可以细分为4个阶段。第1阶段为地表沉降阶段。主要受空间效应的影响,地表沉降位移的出现大约始于掌子面未到测线断面之前约1.5倍洞室直径处。第2阶段为地表沉降位移减小或产生隆起段。该阶段始于掌子面未到测线断面之前约1倍洞径处。主要是由于爆破振动的影响大于空间效应的影响所至。第3阶段为地表位移的振荡段。该阶段约从掌子面与测线断面重合处到掌子

1998年4月3日收到初稿,1998年6月13日收到修改稿。

作者 苏学清 简介:男,36岁,1991年毕业于中国地质大学水文及工程地质系工程地质专业,现任讲师,主要从事岩体力学和岩土工程方面的教学与研究工作。

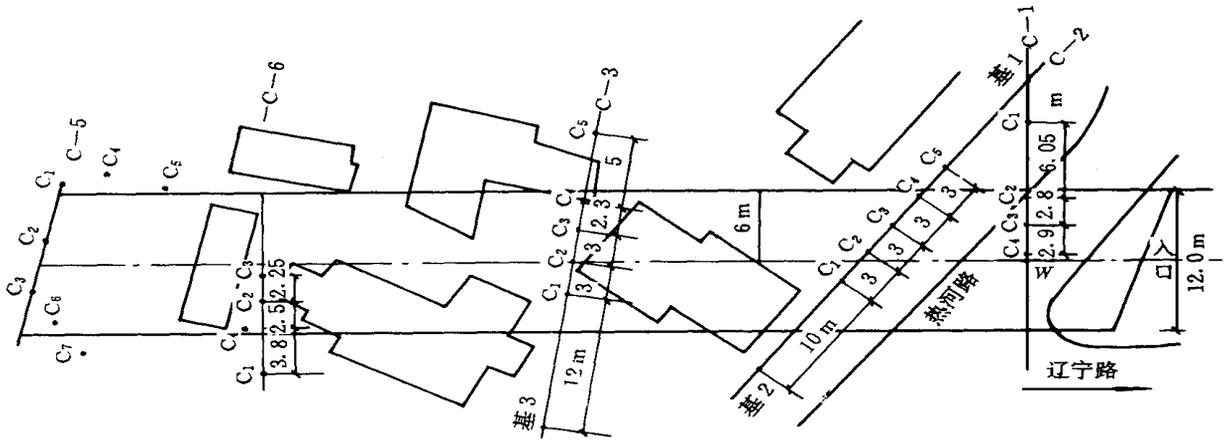


图 1 工程环境及地表位移量测断面布置平面图

Fig. 1 A planimetric map of the project environment and the arrangement of measuring sections about surface displacement

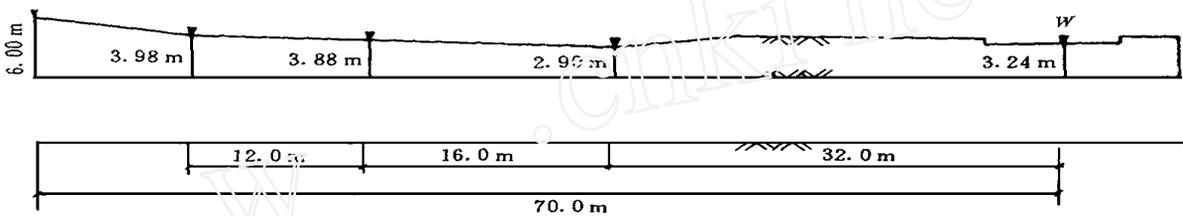


图 2 工程纵断面图

Fig. 2 Longitudinal profile of the project

面过测线断面约 1 倍洞径处。该阶段空间效应与爆破振动的影响基本相当。振荡的幅度既与掌子面和测线的相对位置有关,又与爆破的最大一段用药量有关。第 4 阶段为地表位移收敛阶段。主要受空间效应、后期流变变形及临时支护所控制。

(2) 由于超浅埋暗挖工程上覆岩层较薄,当爆破振动引动地表产生隆起位移并经临时支护后,有可能因为有效加固支撑造成地面产生生长久性的隆起,如图 3(a) 中 C-2 所示。

(3) 当暗挖工程的覆跨比 > 1 或上覆岩厚度 > 5 m 并采取控制爆破之后,地表位移就很少受爆破振动的影响,如图 3(b) 中 C5 所示。

(4) 当不考虑爆破振动对地表位移的影响段,由地表位移大多在 10 ~ 15d 完成并趋于稳定。

以上(1),(2)为超浅埋暗挖工程采用爆破开挖所特有的地表位移特点,对及时采取临时支护增加了时间,因而对围岩的稳定有一定的益处。

3.2 爆破振动对地表位移的影响

在进行地表位移量测的过程中,就 C-2 测线各测点进行了爆破前后地表位移测量,测量结果如图 4 所示。

从图 4 可以看到:(1)测点的位移-时间关系曲线相似,具有相同的趋势性。且每次在炮后测量的位移

都比前一次炮前测量的位移值大(此处位移以隆起为正,沉降为负),说明爆破振动确实直接影响地表位移,使地面隆起。(2)影响地表位移的爆破范围大约在量测断面前后各 1 倍开挖洞径范围内,超过这个范围,爆破对地表位移的影响就小了。

以上特征是基于控制爆破的基础上,否则,一次爆破用药量过大,会直接引卢围岩塌方破坏。

4 洞室收敛变形特点

为了保证围岩稳定,监测围岩变形特点,在该超浅埋段距洞口 8.6 m, 18.8 m, 26.5 m, 36.3 m 处布设了围岩水平收敛测线,分别用 S-1 ~ S-4 表示。测线布置是在断面爆破之后马上就布设,采用专用收敛计测量。其收敛值与时间关系曲线如图 5 所示。

从图 5 中可以看到,由于超浅埋暗挖地下工程有上覆岩层较薄、地应力较小的特点,其收敛变形也有其相应的特点:

(1) 总的收敛变形值较小。4 个断面的收敛值均不超过 3 mm。

(2) 收敛变形出现到稳定的时间较短,多在 10 ~ 15 d 就完成。

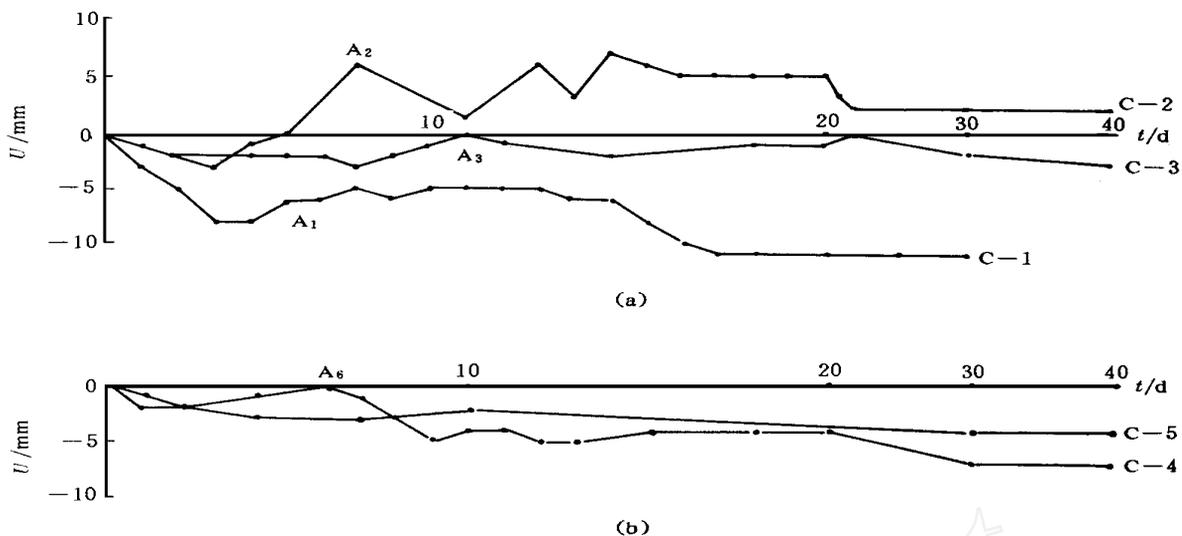


图 3 各测线断面地表最大位移与时间关系曲线

Fig. 3 Relationship curves between the maximum displacement and time for every measuring section

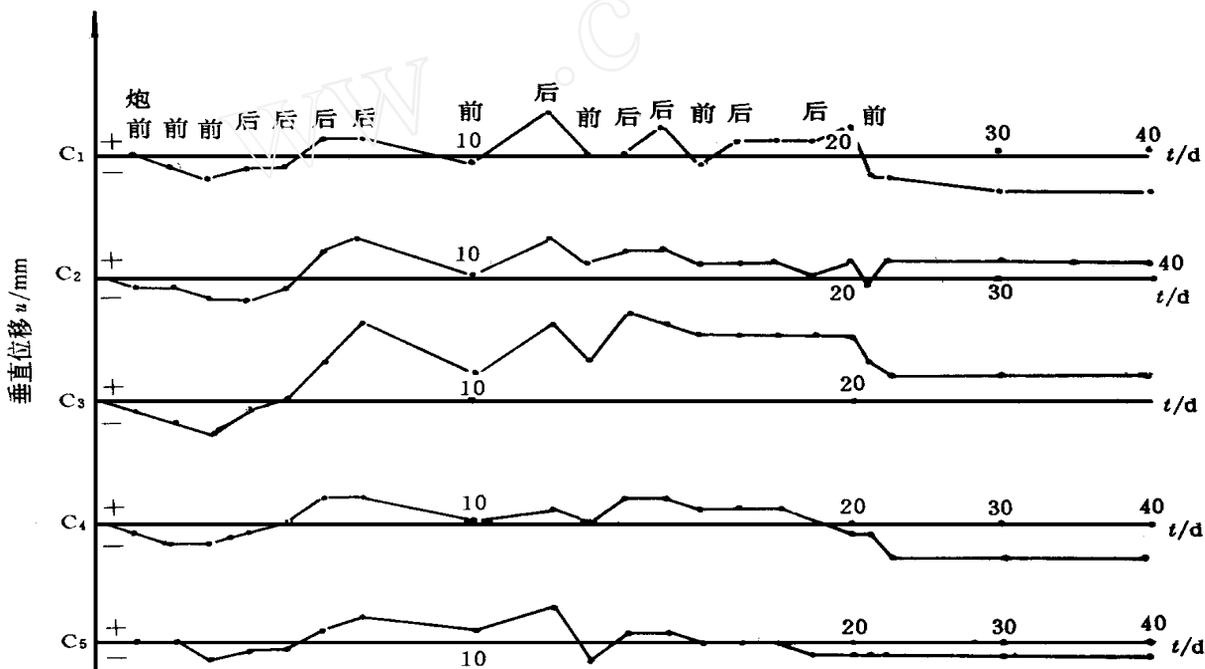


图 4 C-2 断面各测点的位移 - 时间关系曲线

Fig. 4 Relationship curves between displacement and time for every measuring point on the c-2 section

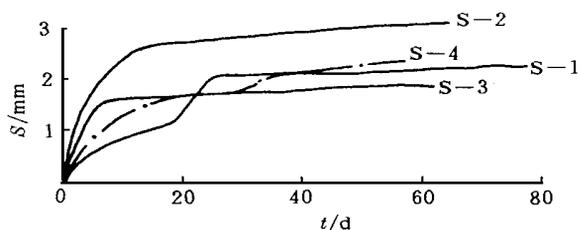


图 5 洞室收敛变形曲线

Fig. 5 Curves of convergence deformation of the tunnel

(3) 收敛变形主要由岩体开挖的空间效应引起, 其后期流变变形量较小。

5 施工爆破振动周围环境的影响

对超浅埋地下工程, 当采用爆破施工时, 由于其上覆岩层较薄, 爆破振动对环境的影响是非常大的。主要表现在 2 个方面: (1) 对开挖区附近地面变形的影响, (2) 对其上部建筑物的破坏。

5.1 爆破振动对附近地面变形的影响

爆破振动对附近地面变形的影响很大, 如 3.1 节的分析。这是超浅埋暗挖工程所具有的特点。也正因为如此, 对超浅埋暗挖工程地面变形不描述为沉

降,而描述为位移。

5.2 对爆破振动破坏的控制

通过对该地段爆破振动的量测及分析,可以得到 $V-Q^{1/3}R$ 关系如图 6 所示。

通过回归分析可得到进行爆破振动预测的分析公式:

$$V = 39.7 \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^{2.30}$$

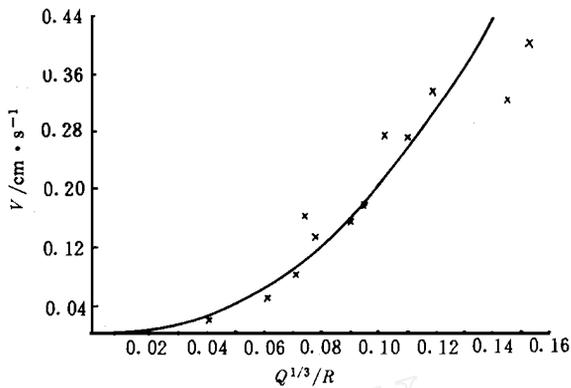


图 6 $V-\frac{Q^{1/3}}{R}$ 关系曲线

Fig. 6 Relationship curve between V and $\frac{Q^{1/3}}{R}$

上式考虑了围岩类别与爆破振动传播的内在关系,基本表达了超浅埋暗挖地下工程的爆破振动特点,并由此建议围岩类别为 V 类的超浅埋地下工程,其爆破振动预测公式 $V = K \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)$ 中的 K , 值可分别选取为 $K = 30 \sim 40$, $\alpha = 1.8 \sim 2.3$, 这样便能在爆破施工中很好地控制爆破振动对环境的破坏作用。

6 结 语

综上所述,超浅埋暗挖地下工程的施工效应的确有其自身的特点及其规律性。但不同的工程又有不同的特殊性。只要将它们较好地结合起来考虑,就一定能够很好地控制因施工给环境与人类带来的影响及危害。

参 考 文 献

- 1 苏学清, 齐之龙, 郝玉生等. 爆破地震与围岩类别关系分析. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(1): 23 ~ 26

ANALYSIS ON CONSTRUCTION EFFECT ABOUT SUPER - SHALLOW - BURIAL SECTION OF AN UNDERGROUND EXCAVATION PROJECT IN QINGDAO

Su Xueqing¹ Qi Zhilong¹ Hao Yusheng¹ Bai Huiqing²

(¹ China University of Geosciences, Beijing 100083 China)

(² National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081 China)

Abstract With the background of an underground project in Qingdao, the definitions of construction effect and super - shallow - burial underground engineering and it's characteristics are gives. And the surface displacement, the convergence deformation and the environmental effece of blasting vibration of super - shallow - burial section of the project are analysed. Some good results are obtained.

Key words super - shallow - burial underground engineering, construction effect, surface displacement, convergence deformation, blasting vibration