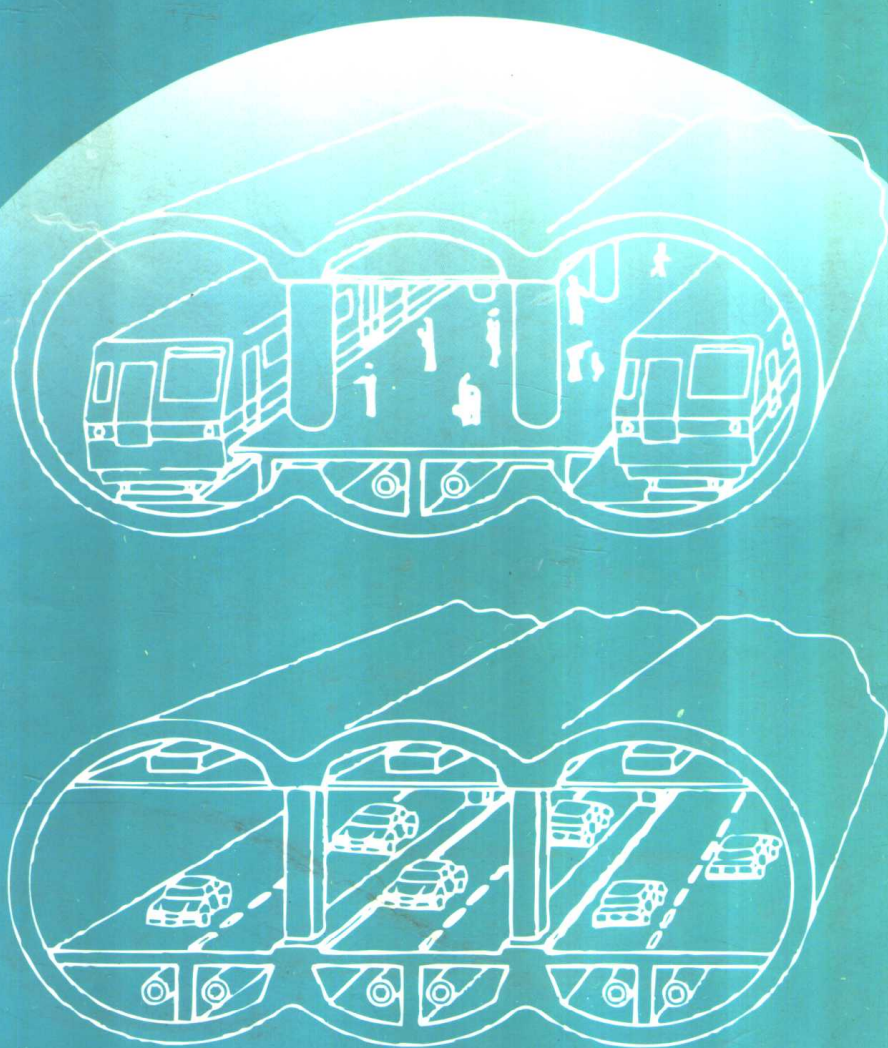


日本隧道盾构新技术

Japanese New Technology in Tunnel Shielding

尹旅超 朱振宏 李玉珍 袁少军 等编译



华中理工大学出版社

HUZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

日本隧道盾构新技术

尹旅超 朱振宏 李玉珍 袁少军 编译
郭熙灵 蒋为群 过 迟 程卫民

华中理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

日本隧道盾构新技术/尹旅超 朱振宏 李玉珍等编译
武汉:华中理工大学出版社,1999.7.

ISBN 7-5609-1882-4

I. 日…

II. ①尹…②朱…③李…

III. 隧道施工-盾构法-研究

IV. U455.43

日本隧道盾构新技术

尹旅超
朱振宏 等编译
李玉珍

责任编辑:龙纯曼

责任校对:戴文遐

封面设计:潘 群

监 印:张正林

出版发行:华中理工大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87542624

经销:新华书店湖北发行所

印刷:中国科学院武汉分院科技印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:20.75

字数:507千字

版次:1999年7月第1版

印次:1999年7月第1次印刷

印数:1—1000

ISBN 7-5609-1882-4/U·15

定价:39.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

内 容 简 介

全书共五章,采用理论和工程实例相结合的方法,全面系统地论述了盾构机的性能、构造和选型,盾构隧道结构设计和计算,盾构施工技术,竖井设计与施工,管片止水以及隧道断面设计和线路规划等,基本反映了当今日本盾构法隧道施工技术的设计、施工水平。

出版说明

《日本隧道盾构新技术》主要译自日刊《隧道与地下》(トンネルと地下)1990年6月至1992年7月25期隧道盾构新技术连载讲座,并增加了1995年1月30日由日本株式会社土木工学社初版发行的《隧道盾构新技术》一书中的新内容,以及《隧道与地下》上刊登的若干施工实例。讲座和《隧道盾构新技术》一书是由《隧道与地下》编辑委员会隧道盾构新技术连载讲座小委员会即后来改为隧道盾构新技术研究会编著的。

本书已征得日本《隧道与地下》期刊社、日本株式会社土木工学社及隧道盾构新技术研究会作者授权同意无偿翻译出版。

《日本隧道盾构新技术》中文本的顺利出版,得到日本《隧道与地下》期刊前主编山本尚志先生、现主编山本育德先生及作者的鼎力支持和帮助,深表谢意。

隧道盾构新技术研究会成员是:

代表 鈴木 章

委员	佐竹 潔	高橋 良文	奈良井満洲雄	藤井 義文
	二村 敦	矢萩 秀一	矢部 英喜	山本 進
	吉田 保			

原稿作者

秋山 勝	入江 健二	内田 賢司	大塚孝義
北川 滋樹	桐谷 祥治	久保田五十一	小泉 淳
小林 亨	櫻井 洋	佐藤 一男	鈴木 章
高橋 良文	田中 弘	永井 一徳	藤井 努
中島 信	奈良井満洲雄	新治 増	二村 敦
濱本 建一	東出 明宏	樋口 和徳	藤井 義文
藤木 育雄	藤田 昌一	間片 博之	松崎 茂樹
望月 捷也	矢萩 秀一	山田 孝治	山本 進
山本 次雄	吉田 保	吉村 宗男	阿部 廣二
金井 誠	井上 啟明	金小 義明	肥沼 彰
小岩 三郎	柴山 貞夫	本久保 進	福島 貞俊
野呂 清司	中山 哲夫	宮原 良明	星野 晃次
坂 文雄	前田 英雄	村木 英樹	

该书的翻译出版由教授级高级工程师车新觉先生终审,特此感谢。

此书在编译出版过程中始终得到长江水利委员会已故副总工程师邵长城先生的亲切关怀和帮助,谨以此书献给他。

译者 1996年8月18日

序 言

盾构法隧道施工技术起源于欧洲,迄今已有170多年的历史。近年来,随着科学技术的发展和大量盾构隧道工程的实践,盾构法隧道施工技术在设计理论、施工方法和设备设施方面均取得了长足的进展,从而成为在软弱基础中修筑隧道和管道等工程的主导技术,在世界各国的城市建设、工业管线施工以及公路、铁路、水利工程和矿山建设中,得到了广泛的应用。

目前盾构法隧道施工技术正在朝长距离、大直径、大埋深、复杂断面和高度自动化方向发展,在这方面处于领先地位的是日本和欧洲。日本新建成的东京湾海底隧道盾构机直径达14.4m,隧洞埋深20m,海底洞段长9.5km;英法合建的英吉利海峡隧道,盾构机直径7.82m,隧道理深达110m,海底段长达39km。这两项工程的顺利完建和安全运行,把世界盾构法隧道施工技术推进到了一个新阶段。

我国是在本世纪50年代才开始引进采用盾构法修建隧道工程的。虽然起步很晚,但由于注意吸收和采用先进技术和新工艺、新材料,参考和借鉴别国成功的经验和失败的教训,所以发展很快,业绩斐然。现在,我国已建成直径2~11m的盾构隧道20多条,此外尚有多项盾构工程正在兴建或计划兴建,备受国人关注的跨世纪工程——南水北调中线工程总干渠穿越黄河的建筑物,便是其中之一。该建筑物是南水北调中线总干渠沿线最大的交叉建筑物,设计引水流量达 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。为了配合该工程盾构隧洞方案的设计和论证,同时也为了使盾构法隧道施工技术在我国,特别是国内水利工程领域得到更广泛的推广应用,我委组织编译了日本1994年,1995年出版的《隧道盾构新技术》供大家参阅。

《隧道盾构新技术》全书共分五章,采用理论和工程实例相结合的方法,全面系统论述了盾构机的性能、构造和选型;盾构隧道结构设计和计算;盾构施工技术;竖井设计与施工;管片止水;以及隧道断面设计和线路规划等,基本上反映了当今日本盾构法隧道施工技术的设计、施工水平。在编译过程中,我们力求忠实原文,只在个别地方做了删节和补充。最后,热情欢迎读者提出批评和建议。

长江水利委员会副主任、教授级高级工程师 张修真

1998年10月20日

目 录

第一章 盾构工程的历史变迁	(1)
1.1 盾构施工法的历史	(1)
1.2 日本的盾构施工法历史	(1)
1.2.1 盾构施工法的引进与发展过程	(1)
1.2.2 盾构施工法的现状	(2)
1.3 今后的技术开发方向	(2)
第二章 调查和规划	(4)
2.1 盾构施工法的调查技术	(4)
2.1.1 盾构施工各阶段主要调查内容	(4)
2.1.2 基本规划阶段调查(预备调查)	(4)
2.1.3 设计阶段调查(基本调查和详细调查)	(6)
2.1.4 施工阶段的调查	(9)
2.2 盾构断面及隧道线形规划	(10)
2.2.1 盾构断面及隧道线形	(10)
2.2.2 铁路隧道	(14)
2.2.3 下水道盾构隧道	(19)
2.2.4 今后断面和线形的发展	(22)
2.3 盾构机的种类及选型	(22)
2.3.1 盾构机的种类	(22)
2.3.2 盾构机机型的选择	(28)
2.3.3 结语	(35)
第三章 设计与施工	(36)
3.1 竖井的设计与施工	(36)
3.1.1 竖井的种类	(36)
3.1.2 竖井的形状和施工方法	(37)
3.1.3 竖井设计	(37)
3.1.4 竖井施工	(41)
3.1.5 最近的工程实例	(43)
3.2 开挖面的稳定和防止地基变位	(46)
3.2.1 开挖面稳定理论与实践	(46)
3.2.2 泥水盾构施工法开挖面的稳定	(46)
3.2.3 土压盾构施工法的开挖面稳定	(51)
3.2.4 特殊条件下开挖面的稳定	(53)
3.3 地基变位的理论和实际	(54)
3.3.1 地基变位的情况	(54)
3.3.2 地基变位的预测分析	(60)
3.3.3 计算地基沉降的公式	(65)

3.4	一次衬砌设计	(71)
3.4.1	一次衬砌设计概述	(71)
3.4.2	设计方法	(76)
3.4.3	设计上应当注意的问题	(79)
3.5	二次衬砌的设计与施工	(83)
3.5.1	二次衬砌的目的	(83)
3.5.2	普通二次衬砌的设计	(83)
3.5.3	一般的二次衬砌施工	(85)
3.5.4	脱模时二次衬砌结构稳定性的合理评价方法	(88)
3.5.5	与二次衬砌设计施工有关的其他技术	(92)
3.6	壁后注浆施工法与注浆效果	(93)
3.6.1	壁后注浆的目的	(93)
3.6.2	壁后注浆材料	(94)
3.6.3	壁后注浆的思路及效果	(96)
3.6.4	壁后注浆施工	(99)
3.6.5	下步开发课题	(101)
3.7	辅助施工法的种类和选择	(102)
3.7.1	辅助施工法的应用	(102)
3.7.2	始发、到达用辅助施工法	(105)
3.7.3	辅助施工法的种类	(106)
3.8	盾构机的构造和装备	(112)
3.8.1	盾构机	(112)
3.8.2	盾构机的结构和装备	(112)
3.8.3	各种装备与需要的对应关系	(119)
3.9	新盾构施工法	(120)
3.9.1	双圆面盾构机	(121)
3.9.2	矩形盾构机	(127)
3.9.3	扩大断面的盾构机	(129)
3.10	未来的盾构施工法	(132)
3.10.1	自由断面盾构施工法(纵椭圆断面)	(132)
3.10.2	H&V盾构施工法	(134)
3.10.3	异形断面盾构机	(135)
3.10.4	分支连接盾构机	(136)
3.10.5	球体盾构(喇叭)施工法	(138)
3.11	辅助设备的规划	(140)
3.11.1	辅助设备种类	(140)
3.11.2	配置规划	(141)
3.11.3	成套设备	(143)
3.11.4	洞内土砂运出设备	(146)
3.11.5	运转控制设备	(148)
3.11.6	器材运进设备	(148)
3.11.7	竖井与地面设备	(149)
3.11.8	安全设备(除压气施工法)	(150)

3.12	盾构机的始发与到达工程	(151)
3.12.1	盾构机的始发	(151)
3.12.2	盾构机的到达	(155)
3.12.3	始发、到达段的地基改良	(155)
3.12.4	始发和到达时的注意事项	(159)
3.13	盾构掘进和施工管理	(160)
3.13.1	掘进管理	(160)
3.13.2	开挖管理	(161)
3.13.3	线形管理	(167)
3.13.4	回填管理	(168)
3.13.5	一次衬砌管理	(169)
3.14	弯段施工与地下对接	(170)
3.14.1	急弯段的施工	(170)
3.14.2	地下对接	(173)
3.15	近邻施工及环境对策	(177)
3.15.1	近邻施工的组织方法	(177)
3.15.2	近邻施工的影响研究	(180)
3.15.3	处理措施和效果的确认	(184)
3.15.4	近邻施工中的动态测量管理	(186)
3.16	托换基础与障碍物处理	(189)
3.16.1	障碍物调查	(189)
3.16.2	障碍物问题的基本对策	(190)
3.16.3	托换基础	(190)
3.16.4	障碍物处理	(195)
3.17	盾构工程中的自动化	(200)
3.17.1	掘进管理系统	(200)
3.17.2	方向控制系统	(202)
3.17.3	管片自动拼装装置	(205)
3.17.4	自动搬运系统	(208)
3.17.5	其它自动化技术	(210)
3.18	盾构隧道的防渗技术	(210)
3.18.1	管片接头面止水	(211)
3.18.2	二次衬砌防水	(215)
3.19	ECL 施工法	(217)
3.19.1	ECL 施工法种类	(217)
3.19.2	ECL 施工法开发过程与现状	(219)
3.19.3	ECL 施工法概要	(220)
3.19.4	施工实例	(221)
3.19.5	结束语	(226)
3.20	盾构工程与环境对策	(227)
3.20.1	盾构工程环境对策的特点	(227)
3.20.2	环境对策实施步骤	(227)
3.20.3	有关法规	(228)

3.20.4 环境影响因素及其对策	(229)
第四章 未来的大断面长距离大深度盾构机	(236)
4.1 大断面化的发展前景	(236)
4.1.1 断面增大的趋势	(236)
4.1.2 超大直径盾构机的发展前景	(237)
4.1.3 技术可能性	(237)
4.2 大深度施工发展前景	(238)
4.2.1 大深度(高水压)施工发展趋势	(238)
4.2.2 高水压下施工的发展前景	(239)
4.2.3 大深度化的发展前景	(240)
4.3 长距离化的发展前景	(240)
4.3.1 长距离化的发展趋势	(240)
4.3.2 长距离盾构机的发展前景	(240)
4.4 新的盾构技术	(243)
第五章 工程实例	(245)
5.1 盾构开挖的东京湾过海公路隧道	(245)
5.1.1 工程简介	(245)
5.1.2 基本结构形式	(245)
5.1.3 自然条件和社会条件	(245)
5.1.4 东京湾过海公路隧道的特征	(245)
5.1.5 隧道设计	(246)
5.1.6 隧道的施工	(249)
5.2 神田川调节池大断面盾构隧道	(251)
5.2.1 前言	(251)
5.2.2 盾构工程概要	(251)
5.2.3 工程计划	(251)
5.2.4 工程施工	(253)
5.2.5 测量	(257)
5.2.6 结语	(257)
5.3 东京东横谷泵站输水管隧道高水压盾构开挖工程	(257)
5.3.1 工程概要	(257)
5.3.2 地形地质	(258)
5.3.3 盾构技术	(258)
5.3.4 施工报告	(264)
5.3.5 结语	(267)
5.4 都营地铁10号线南八幡工区泥水盾构工程	(267)
5.4.1 工程简介	(267)
5.4.2 地质简介	(268)
5.4.3 泥水处理设备	(268)
5.4.4 环境保护措施	(269)
5.4.5 盾构机	(270)
5.4.6 泥浆管理	(271)
5.4.7 掘进	(274)

5.5 大断面泥水式盾构机长距离自动化施工	(277)
——日本横滨市小机千若排水隧道	
5.5.1 工程概要	(277)
5.5.2 大断面长距离泥水式盾构的技术课题	(277)
5.5.3 采用自动化装置的基本思路	(278)
5.5.4 技术课题的解决方法	(278)
5.5.5 结语	(281)
5.6 营团8号线隅田川双线盾构隧道施工	(281)
5.6.1 地质概要	(282)
5.6.2 盾构机	(282)
5.6.3 掘进管理	(285)
5.6.4 施工情况	(287)
5.6.5 施工中发生的问题	(289)
5.7 管片设计实例	(290)
5.7.1 管片的设计实例	(290)
5.7.2 与其它国设计方法的比较	(299)
5.8 大断面盾构隧道管片自动拼装装置	(306)
5.8.1 工程概要	(306)
5.8.2 盾构掘进机	(307)
5.8.3 RC管片	(308)
5.8.4 自动拼装系统	(309)
5.9 地基变位预测分析方法示例	(310)
5.9.1 地基变位的一般性状	(310)
5.9.2 预测分析方法	(311)

第一章 盾构工程的历史变迁

1.1 盾构施工法的历史

1. 盾构施工法的发明与改进

1818年, Brunel 从一种食船虫在船身上打洞一事受到启发, 研究出了盾构施工法, 并获得特许。这可以说是开敞型手掘盾构机的原型。1823年, Brunel 制定了在伦敦东端泰晤士河畔的罗萨哈伊斯与对岸的斯瓦宾格之间建设公路隧道的计划。1825年开工, 后由于塌方事故而不得不中止。

但 Brunel 未放弃在泰晤士河底兴建隧道的梦想, 他对盾构机进行了改进, 于 1834 年使工程再次上马, 并于 7 年后的 1841 年使隧道贯通。

2. Brunel 以后的盾构施工法

此后, 盾构施工法继续得到改进, 1869 年

开始建设穿过泰晤士河的第二条隧道。承担该工程的 Barlow 和 Great 采用 Greathead 新开发的圆形盾构机和铸铁管片, 顺利建成隧道。

1887 年, Greathead 在南伦敦铁路隧道工程中组合使用盾构和压气施工法进行施工, 奠定了目前的盾构施工法的基础。至此, 盾构施工法经历了约 80 年的漫长岁月, 19 世纪末至 20 世纪前半叶, 对城市隧洞工程需求增加, 不断采用盾构法进行铁路、公路等隧道工程施工, 盾构施工技术也随之提高, 出现了闭胸式盾构机等。进入 20 世纪后半叶, 盾构施工法在地铁、公路、电讯、上下水道等城市基础建设中得到广泛应用, 出现了适应各种要求的技术开发, 直至今日。

1.2 日本的盾构施工法历史

1.2.1 盾构施工法的引进与发展过程

日本是在英国南伦敦铁路隧道工程确立盾构施工法基础约 30 年后的 1917 年, 在国铁羽越线折渡隧道(新潟县)的建设中首次采用盾构施工法的, 但由于地质条件差及有涌水喷出, 中途停止使用盾构法。此后, 在国铁关门隧道施工中取得最初成功。该工程的下行线长 3614m, 在其门司侧 725.8m 长的不良地基上, 同时采用了直径 7m 的手掘式盾构机和压气施工法掘进。这次成功, 可以说是首次确立了日本的盾构技术。

1953 年在关门公路隧道工程的某区段, 1957 年在营团地铁 4 号线永田町工区, 分别采用顶盖式盾构机进行施工, 这是在城市隧

道工程中首次采用盾构机。两项工程都是马蹄形断面。

50 年代随着经济的高速发展, 城市设施建设成为当务之急, 地铁、上下水道、电力、通讯等工程量相应增大; 与此同时, 居民对噪声、振动等建设公害的反应以及设施建设对道路交通的影响等日益增大; 因此, 以往在城市隧洞中使用的主要施工法——明挖施工法被盾构施工法所替代。1960 年的名古屋地铁党王山隧道, 1962 年东京都下水道局石神井川下干线工程中采用了目前普遍使用的圆形盾构机。此后, 只用于铁路、公路隧道等大断面工程的盾构施工法逐渐被用于小断面的城市管路设施的建设。

这时期的盾构工程一般是压气施工法与

手掘式盾构机并用。对冲积地基等,为防止地基下沉及进行止水,常采用化学注浆、降低地下水位等辅助施工法。而且,盾构机亦逐渐从进口向国产化发展,并进行技术开发,以使工程施工更安全更高效,使盾构机能适应多种地基。

1964年在荒川左岸流域下水道工程最先采用泥水式盾构机(半盾构法)。该技术是对法国在1961年产生的设想的实践。1974年,日本独立研制出土压式盾构机,随后相继研制了砾石泥水盾构机(1975年)、泥土加压盾构机(1976年)、气泡盾构机(1981年),并实用化。这样,在短时期内,日本的盾构技术从海外技术引进发展到了独立自主开发技术阶段。目前,这一技术开发的先进成果——泥水式和土压式盾构机已成为主流。

此外,为了在有限的地下空间确保有效的隧道断面和线形,最近正在开发如多圆面盾构之类的用来开挖特殊断面形状的盾构机。目前为了使包括盾构机后方衬砌在内的施工合理化而潜心开发的ECL施工法,已于1982年以现浇衬砌施工法的名称,用于软弱地基施工,同时辅以配筋施工。

1.2.2 盾构施工法的现状

日本从盾构施工法正式开始用于城市隧道建设的1964年至1984年约20年间,共制造盾构机超过5000台。图1.2.1示出此期间盾构机型的变化。由图可知,到1974年为止,与压气施工法同时使用的手掘式盾构机占总数的3/4;而在以后的10年间,这种盾构机减少,泥水式和土压式等机械挖掘式盾构机不断增加,而且这一趋势目前仍很明显。

在盾构机种多变时期,日本隧道技术协会对1980年至1987年世界上的盾构施工法现状等开展通信调查,其中96%是日本的工

程。调查结果如图1.2.2所示,自1980年至1985年的6年期间,密闭型盾构从1980年的60%急增至86%,特别是土压式盾构从19%增大到60%;与此相反,开敞型手掘式盾构从12%剧减到1%。

此外,隧道的用途约有70%为下水道,合同时间为1~2年的占总体的55%,工区全长为500~1000m的占76%。

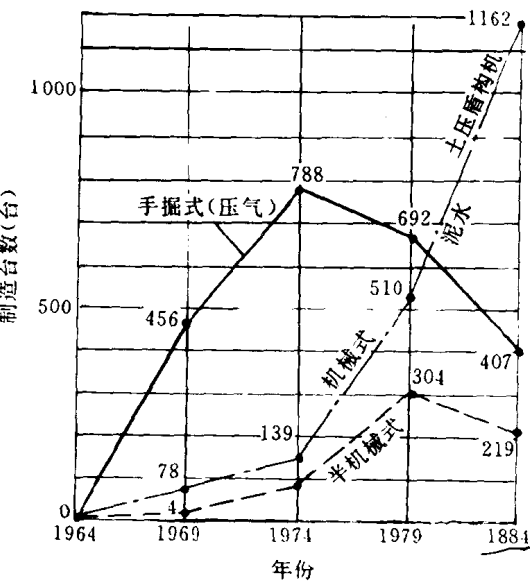


图 1.2.1 每隔 5 年不同类型盾构的制造台数

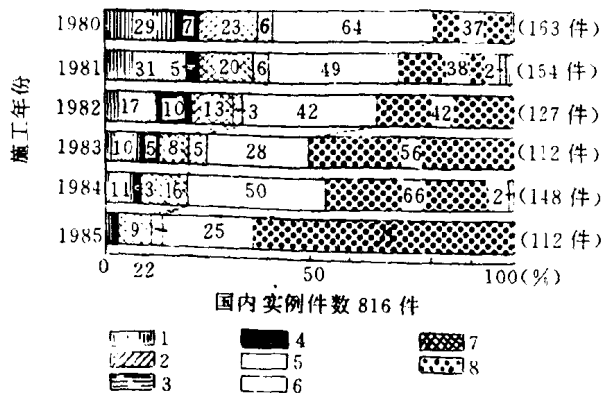


图 1.2.2 工程开工年度与盾构机型式
1—手掘式;2—开敞型机械式;3—刀片式;4—闭胸式;5—泥水式;6—其它;7—半机械式;8—土压式

1.3 今后的技术开发方向

日本的大都市多以港口为中心开发而成,故位于地基条件较差的地带。因此,在建

设地铁、电力和通讯管线、上下水道等基础设施时逐渐采用地基沉降、噪音、振动等建设公害较少的盾构施工法,今天,这已成为规模较大的城市隧道建设施工法的主要方法。

今后的技术开发方向有两个:一是在已有基础上继续开展提高安全性、经济性、施工性等的技术开发;二是努力实现大深度地下利用。

总结日本隧道技术协会的通信调查中有有关盾构施工法未来展望的结果,最希望得到开发的项目是“不使用料车而采用泵等进行出碴的方法”,第2、3位分别是“盾构的控制”与“自动化”,第4位是“与现场浇注同时施工

的衬砌”,反映了人们对盾构施工法进一步合理化及提高效率的希望。此外,希望开发的项目中还有不少是关于“圆形以外的盾构”、“高水压条件下的盾构”和“能长距离和在饱和粉砂层施工的盾构”等大深度地下利用方面,对作为城市隧道建设的盾构施工法今后的期望还很大。

可以相信,不久的将来通过将实现的技术及超前的技术开发,盾构施工法作为城市隧道建设技术的主流,将得到广泛的应用。

袁少军 译 朱振宏 校

第二章 调查和规划

2.1 盾构施工法的调查技术

盾构施工法真正在日本采用已超过 25 年,制作的盾构机总数已超过 5000 台。这期间,不断对盾构机进行了改进和开发,随着泥水式和土压式等密封型盾构机的出现,盾构施工法已能用于软弱的粘性土、松散的砂层至砾石和软岩等几乎任何地基。

但是,对与盾构施工法有关的调查并不一定都是根据需要适时、充分地进行的。例如,由于总体规划阶段和初步设计阶段调查不够,疏漏了弃置的临时建筑物,因此在施工时常需要采取许多防护措施。此外,还有这样的事例,在没有确定地基改良效果的情况下进行盾构机掘进,结果由于地基改良效果

不佳,出现预料之外的变位。

随着都市的发展,今后不得不在非常靠近地面和地下已建建筑物密集的地基内采用盾构施工的情况必然增加。因此,合理地进行精确的调查越来越重要。本文将用实际数据,对盾构施工法规划、设计、施工方面所必须进行的调查及其程序进行叙述。

2.1.1 盾构施工各阶段主要调查内容

表 2.1.1 汇总了盾构施工法规划、设计、施工、维护管理等各阶段的调查种类和方法。无论是调查目的还是调查方法都根据阶段的不同而不同。

表 2.1.1 阶段和调查种类及方法

阶 段		调 查 种 类	调 查 方 法
基本规划		预备调查	收集资料,现场踏勘
设计	初步设计	基本调查	现场调查、室内试验、现场踏勘
	施工设计	详细调查	现场调查、室内试验、现场踏勘
施工	辅助施工法	印证调查(查证地基改良效果)	现场调查、室内试验、现场监测
	盾构施工法	管理调查(推进管理)	现场调查、室内试验、现场监测
维护管理		追踪调查(追踪有无影响)	现场调查、室内试验、现场监测

制定总体规划方案将确定洞线作为主要目的时进行的预备调查,以收集整理有关资料、现场踏勘等作为主要调查手段。

设计阶段首先要作基本调查,进行钻孔、原位试验、试料取样的室内土质试验,绘制隧道沿线地质纵剖面图。然后,根据这些试验结果,研究平面、纵剖面线形,确定盾构机机型,同时提出在盾构施工方面存在的技术问题。设计时,针对这些问题进行调查。

施工阶段的调查大致分为两种,即用辅

助施工法施工的调查和盾构机施工阶段的调查。前者是印证调查,主要用以判断地基改良效果;后者是现场调查和测量,目的是为盾构工程施工管理提供资料。

盾构机施工后,在有可能出现因施工导致长期连续影响的场合,还要进行追踪调查。

2.1.2 基本规划阶段调查(预备调查)

制定总体规划阶段,为了确定洞线、竖井位置和判断盾构施工法的适用性,要进行预

备调查。调查结果也可用作后期设计阶段和 周围环境、施工实例。将这些项目和规划、设计、施工的关系汇于表 2.1.2。

分成 5 项,即场地条件、障碍物、地形及地质、

表 2.1.2 调查项目与规划、设计、施工的关系

研究项目 调查项目		规 划			设 计							施 工				维 护 管 理	
		选 线	选 定 地 基 位 置	判断盾构施工法的适用性	初 步 设 计			施 工 设 计				设 备 计 划	竖 井 构 筑	盾 构 施 工	环 境 保 护		
					断 面 形 状 设 计	平 面 纵 断 面 线 形 设 计	盾 构 机 型 的 选 定	盾 构 机 的 设 计	衬 砌 设 计	竖 井 设 计	辅助施工法设计						
场地条件调查	土地利用和权利关系	●	●			○				○		○	○		●		
	远景规划	●	●			●				○	○				●	●	
	道路种类和路面交通状况	●	●	○		●				○	○	○	●	●	○	●	
	确保施工用地的难易程度	●	●	○			○				○	○	●	●	○	○	
	河流、湖泊、海洋的状况	●	○	●		○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	
	施工用电及给排水设施	○	●	○							○		●	○	○		○
障碍物调查	地面及地下建筑物	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○
	埋设物	○	○	○		●	○	○			○	●	○	●	●	●	○
	井和古井						●					●			●	○	
	建筑物遗址、临时工程遗址	●	●	●		●	○	○				○		○	●	●	
	其它(有精密机器的建筑物等)	●	●			○						○		○	●	●	
地形及地质调查	地形	●	●	○		●	○					○	○	○			
	地层构成			○		●	●	●	●	●	●	○	●	●			
	地质			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●			
	地下水			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
	缺氧和有害气体	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	大范围地基沉降					○										○	●
周围环境调查	噪声,振动		●	○			●	○			○	○	●	●	○	●	
	地基变化情况			○	○	●	●	○	○	○	○	●		●	●	●	●
	泥浆影响						○				●	●	○	○	○	●	○
	施工废弃物		○	○			●	○				○	●	○	●	●	
	其它(文化古迹)	●	●	●		●	○				○	●	○	○	○	●	●
施工实例调查	掘进管理			○		○	●	●				○			●	○	
	工程管理						○	○				○	●	●	○		
	安全卫生管理						○					●	●	○	○	○	
	环境保护	●	●	○			○					●	○	○	○	●	●
	其它(事故等)	○	○	○		○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	○

注:●表示规划、设计、施工方面必须进行的项目;○表示根据规划、设计、施工方面需要进行调查的项目。

2.1.2.1 场地条件调查

对土地利用情况、将来的规划、道路的种类和路面交通状况、有无工程用地、周围环

境,以及河流、湖泊、海洋等自然环境、工程所需的电力、有无给排水设施等进行调查。根据调查结果,进行选线、确定线形和基地位置,

制定设备计划,拟定环境保护措施。

2.1.2.2 障碍物调查

对已建的地面、地下建筑物、埋设物、水井和过去的工程记录等进行调查。若发现有埋入板桩、旧设施基础桩等残留物,事前必须给盾构机装设切割作业用的工作孔和清除这些物件的装置。

图 2.1.1 是在盾构机上安装的清除被刀头切削下来的木片的装置。图 2.1.2 是某旧设施的木桩基础残留位置断面图。

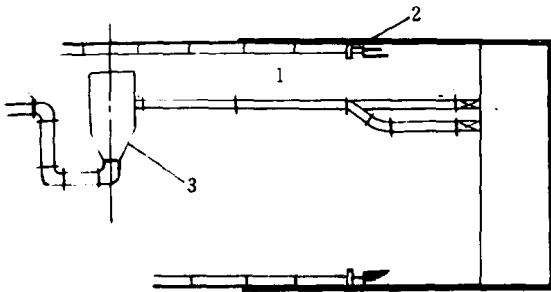


图 2.1.1 清除木片装置
1—管片;2—盾构机;3—清除木片装置

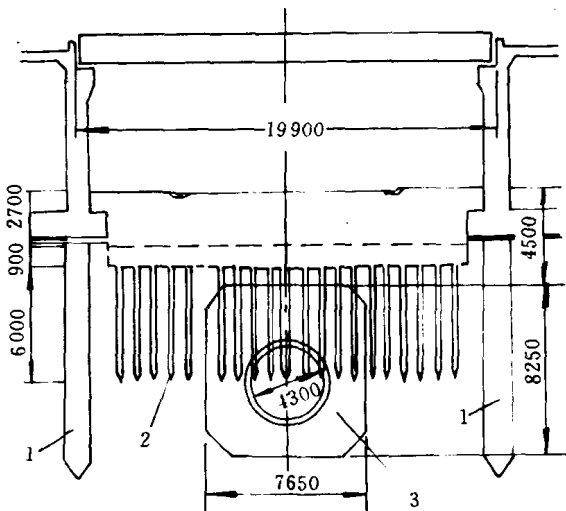


图 2.1.2 旧桥台基础松木桩位置断面图
1—松木桩;2—旧基础桩(木桩);3—地基改良范围

2.1.2.3 地形及地质调查

在初步设计确定了洞线和基地位置等之后,进行详细的地质调查是合理的。因此,在总体规划阶段的地形和地质调查是以现场踏勘和收集资料为主。调查项目有:地形、地质

构造、土质、地下水、缺氧、有毒气体、有无大面积地基沉降等。为了与工程影响分开,必须了解抽取地下水导致的大面积地基沉降、填土造地等填土荷载引起的沉降收敛程度和以后的沉降状况。

2.1.2.4 周围环境调查

周围环境调查是对施工产生的噪音、振动、地基变位情况、注浆引起的地下水污染、建筑废弃物等与环境有关问题的背景及其发生时的影响程度、解决措施等进行调查。特别是周围有文化设施的场合,包括这些问题对动植物的影响等也必须进行详细调查。

2.1.2.5 施工实例调查

在盾构机选型、拟定盾构机施工计划方面,进行同一地区施工实例的调查非常重要。特别是出了事故的施工实例,可供盾构机选型、辅助施工方法设计、拟定环境保护措施等参考。如果是本地区第一项盾构施工工程,那么即使是其它地方的施工实例,假如开挖地基和盾构机机型相同,也完全可以参考。

2.1.3 设计阶段调查(基本调查和详细调查)

设计阶段的调查是以地质调查为主。设计研究事项及其必需的地质条件、原位试验、室内试验汇于表 2.1.3 中。

2.1.3.1 基本调查

在基本调查中要沿着总体规划确定的洞线进行调查钻孔。调查钻孔密度因地形、地层构成而异。但一般每 200~300m 1 孔,竖井部位也要钻孔。原位试验按每米 1 次的比率进行标准贯入试验,各层都要进行室内试验试料取样。同时,利用钻孔进行地下水位测定。根据这些现场调查结果绘制地质纵断面图。

必须进行的室内试验项目有密度,含水率,单容重,粒径,液限、塑限试验,单轴、三轴压缩试验,固结试验等。