

浅谈Midas Civil技术在盾构始发结构力学分析与应用

纪 科

泰国格乐大学 泰国曼谷 10220

摘要: 随着改革开放,中国工程建设迅速发展,社会竞争日益激烈,老观念和已远远满足不了现在的发展,企业只有不断创新、改革才能够立于不败之地,国家开发软件、机器人等产品,有助于人们工作效率事半功倍,比如我项目在地铁施工中始发反力架及始发托架受力核算就采用midas civil,将数值模拟结果同现场实际情况进行了对比,对盾构始发情况得以预判。

关键词: Midas Civil; 始发反力架; 盾构结构

Analysis and application of Midas Civil technology in shield starter structure mechanics

Ke Ji

Gla University, Bangkok 10220, Thailand

Abstract: With the reform and opening up, China's engineering construction is developing rapidly, and social competition is becoming increasingly fierce. The old concepts and technologies are far from satisfying the current development. Enterprises can only benefit from continuous innovation and reform, and the national development of software, robots, and other products can help people get twice the result with half the effort. For example, Midas Civil was used to calculate the force of the initial reaction frame and initial carrier in the subway construction of my project, and the numerical simulation results were compared with the actual situation on-site to predict the initial situation of shield tunneling.

Keywords: Midas Civil; Initial reaction frame; Shield structure

MIDAS软件已经完全中文化,并内嵌了中国最新的设计规范,其主要特点是功能强大、适用面广,并且界面友好、建模直观、快捷。可以进行空间静力分析和结合规范进行设计验算,而且可以进行稳定分析、动力分析、细部分析。

1. 设计概况

1.1 石门路站~耕耘路站

石门路站~耕耘路站区间隧道,采用盾构法施工,其中盾构段管片内径5.5m,环宽1.5m。本区间线路出石门路站后沿始信路中敷设,进入耕耘路站。区间隧道右线设计范围为YSK23+428.570~YSK24+443.242,右线全长1014.672m;左线设计范围为

ZSK23+428.570~ZSK24+443.242,左线全长1014.672m。区间设置1座联络通道。

本区间左右线平面均在直线段,区间线间距为15m。区间右线纵断面为人字坡,出石门路站后以250m长20‰、710m长5.248‰下坡进入耕耘路站;区间左线纵断面为人字坡,出石门路站后以250m长20‰、710m长5.248‰下坡进入耕耘路站,线路埋深约9.91~13.49m,主要穿越土层为<3-1-2>硬塑状黏土。

1.2 反力架系统概况

石门路站~耕耘路站区间盾构反力架采I100双拼工字钢组合焊接而成,整体呈方形布置,从上至下共设12道支撑,左侧上部3根斜撑撑到底板与预埋钢板焊接,右侧3道水平撑撑到车站标准段侧墙,底部4道水平撑撑到底板,顶部4道斜撑撑到中板环框梁。

①竖梁与横梁采用I100双拼工字钢组合焊接而成,水平撑与斜撑均为Φ609,t=16mm钢管,所有钢材均为

作者简介: 纪科(1991年2月出生),男,汉族,陕西渭南人,泰国格乐大学,硕士,研究方向:工程建设与设计学。

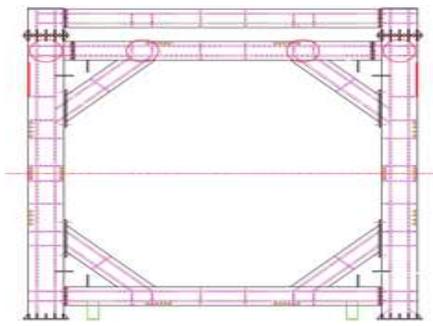


图 1.2-1 反力架正立面图 (单位: mm)

Q235钢。

②始发架采用钢筋混凝土现浇而成, 与盾体接触呈 62° 角。

③焊条采用E43, 锚筋采用HRB400。

2. 荷载及组合

(1) 反力架

反力架设计荷载根据以往最大推力为 1250t 左右, 故本次为保证盾构顺安全始发, 将反力架设计荷载确定为 1500t 始发段推力确定为 1500t。

设计推力为 1500t, 实际左右于下图 4 所示四个区域, 每个区域所承受荷载为 $1500/4=375t=3750kN$, 上下与左右区域长度分别为 3.95m 与 4.3m, 则作用在区域内线荷载分别为 $3750/3.95=949kN/m$, $3750/4.3=872kN/m$ 。

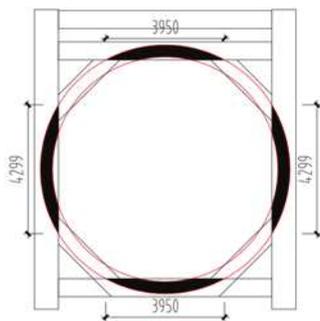


图 2-1 荷载分布图 (单位: mm)

由于盾构推力可通过盾构机传感器控制, 此处计算时未考虑荷载组合。

3. 结构设计及受力计算

(1) 反力架

采用 Midas Civil 2019 建立如下模型:

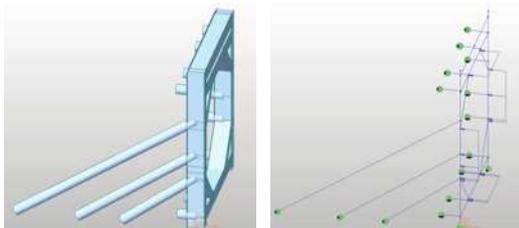


图 3-1 计算模型

共建立节点 47 个, 梁单元 46 个, 水平撑 (图 5 左) 与斜撑 (图 5 右) 端部约束均采用铰接约束, 但水平撑不约束竖向位移。

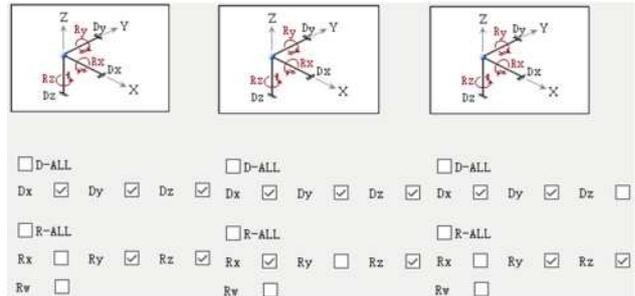
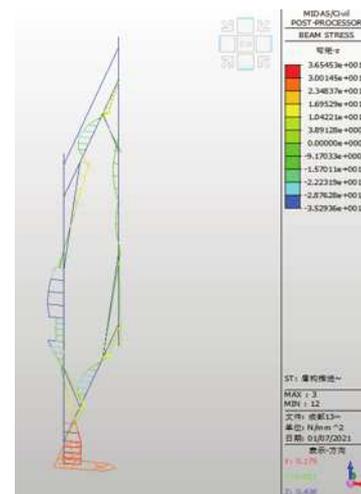


图 3-2 边界条件

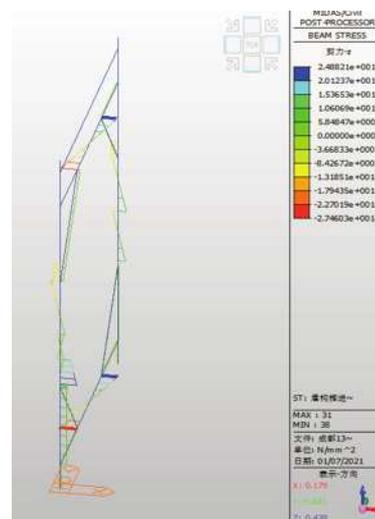
4. 计算内容

(1) 反力架支撑梁

横梁强度与变形如下图所示:



(1) 弯曲应力



(2) 剪应力

图 4-1 支撑梁应力图 (单位: MPa)

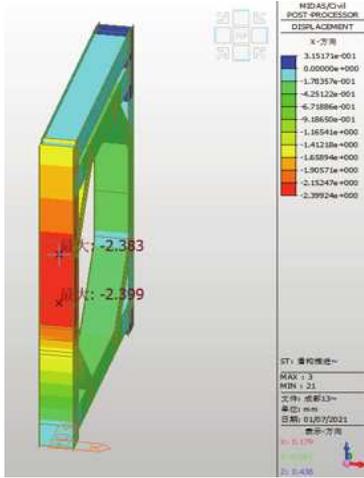


图4-2 横梁变形图(单位: mm)

最大剪应力 $\tau = 27\text{MPa} < [\tau] = 125\text{MPa}$ 。

最大弯曲应力 $\sigma = 35\text{MPa} < [\sigma] = 215\text{MPa}$ 。由于软件计算结果为绝对位移值, 实际横梁跨中最大变形 $f = 24\text{mm} < [f] = L/400 = 2097/400 = 5.24\text{mm}$, 满足要求。

(2) 反力架水平撑与斜撑

水平撑与斜撑轴力如下图所示:

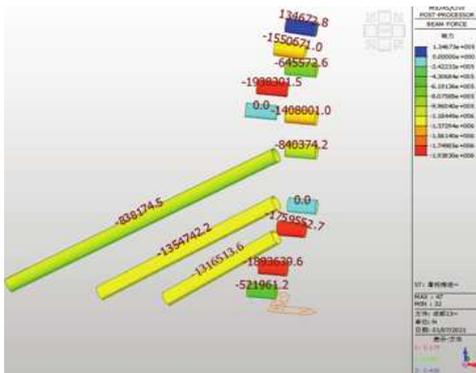


图4-3 斜撑与水平撑轴力(单位: kN)

从上图可知, 实际受力后, 直撑最大受力为 1354kN, 斜撑最大受力 1938 所有斜撑及横撑均受压。

斜撑应力

$$\sigma = N/A = 2322.7 \times 10^3 / 18818.14 = 123.4\text{MPa} < [\sigma] = 215\text{MPa}$$

直撑应力

$$\sigma = N/A = 2559.1 \times 10^3 / 15393 = 166.25\text{MPa} < [\sigma] = 215\text{MPa}$$

受压杆件稳定性计算如下:

表1 受压杆件稳定性计算

杆件	轴力/kN	计算长度 l_0/mm	长细比 λ	ϕ	σ
侧水平撑1	840.37	1200	6	0.983	28
侧水平撑2	1408	1200	6	0.983	47
侧水平撑3	645	1200	6	0.983	22
下水平撑1	1760	1200	6	0.983	59

杆件	轴力/kN	计算长度 l_0/mm	长细比 λ	ϕ	σ
下水水平撑2	1894	1200	6	0.983	64
上斜撑1	1938	500	2	0.983	65
上斜撑2	1550	500	2	0.983	52
侧斜撑1	838	12510	59	0.983	28
侧斜撑2	1355	8316	39	0.983	45
侧斜撑3	1316	5277	25	0.983	44

则受压杆件稳定性满足要求。

5. 结果分析

(1) 根据计算结果, 反力架整体结构受横梁强度(弯应力)约束, 实际在 1.2 安全系数条件下, 所能承受推进力为 1500t。

(2) 施工中必需确保截面的加工精度, 并严格控制推进速度与推进力, 确保反力架的安全。

6. 结论

(1) 作为盾构始发阶段的平衡力系结构, 反力架在设计时须综合考虑始发车站的尺寸及盾构机性能参数, 从预埋钢板的设置及反力架各部件之间的连接关系出发, 确保反力架安装固定牢靠, 保证盾构机零误差进洞。

(2) 对于该工程的反力架, 从计算结果及模拟结果看, 反力架立柱及横撑作为关键受力部位, 在盾构始发时要实时监测, 以确保盾构始发的安全。

(3) 在盾构始发推力作用下, 该反力架受力安全性能够满足盾构始发要求, 反力架最大应力小于屈服要求, 最大位移在弹性变形范围内, 其整体稳定性较好; 实际工况下, 也满足了盾构始发过程中的安全作业要求。

参考文献:

[1]何占峰.盾构始发反力架结构设计及应用效果分析J.水利水电技术, 2013(11): 66-70.
 [2]左悦.反力架的应用研究及案例分析J.机械管理开发, 2017(2): 35-36.
 [3]中华人民共和国国家标准.GB/T221-2008, 钢铁产品牌号标识方法[S].国家质量监督检验检疫总局发布, 2000.
 [4]祝全兵, 李雪.成都地铁火车南站大直径盾构始发反力架安全性能受力分析JJ.施工技术, 2018年6月(增刊): 791-794.
 [5]中华人民共和国国家标准.GB50017-2017, 钢结构设计规范[S].中国计划出版社, 2017.
 [6]高洪吉.9.15m直径盾构始发阶段推力计算及反力架受力分析J1.轨道交通与地下工程, 2019, 37(4): 121-125.