

模板坍塌预防

● 模板空间 □ 邹泓荣

模板支架失稳坍塌事故几乎年年发生,长期困扰着建筑施工。其根本原因是,一些施工企业施工保证体系不健全,模板工程无设计、无审批、无验收,混凝土浇筑无计划、无监测。其施工行为违反了原标准《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—1992)和现行标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)关于“模板工程”的规定。

一、坍塌实例

1. 1993年2月10日晚上8时,广东中山港口大桥在浇筑12m跨梁板混凝土时,突然发生整孔支架坍塌事故,1人死亡、17人受伤。该桥段跨度12m、板厚0.63m、板宽11~17m,桥底离地面18m,混凝土浇筑总量约100m³,平均自重为1.6t/m²。

该桥段采用门式支架搭设方案,桥段跨中设置了3.5m宽、4.0m高的门洞作汽车通道,因此跨中间的一排门架不着地,用型钢作横梁搁置在门洞两侧的门架上,支承跨中间的一排门架。该梁板的混凝土原计划分两次浇筑,但由于采用泵送混凝土,浇筑速度比较快,2h即浇筑完第1层混凝土,接着又开始浇筑第2层混凝土,当混凝土浇筑量达到87.3m³时,桥跨中支架先下沉,随后整体坍塌,从混凝土浇筑至坍塌不足4h。事故分析如下。

(1) 支架受力不均匀,部分支架受力偏大,局部构件超载。经分析,支架布置,一层有115个门架,但着地和参加受力的仅有64个门架,由于设置通道,门洞二侧的门架承重为边排门架的1.5倍。经复算分析,该桥段混凝土一次浇筑量不能超过70m³。

(2) 门洞上横梁跨径为3.5m,施工现场用2根10号槽钢,承载力不足。经复算,该桥段梁板混凝土在一次浇筑的情况下,槽钢应力

达到274.2MPa,要求采用25号工字钢,但现场仅找到12根25号工字钢,不足部分仍用10号槽钢代替,致使混凝土在浇筑过程中,槽钢的应力及变形过大,增加了门架的不均匀受力状态,以致门架超载失稳。这是支架倒塌的主要原因。

(3) 未能实施梁板混凝土分两次浇筑的规定,该浇筑名义上分两层,但层间无停歇时间,从混凝土浇筑开始至坍塌,前后不足4h,混凝土仍处于塑性状态。

2. 1996年12月20日上午9时,广东韶关市坪乳公路白桥坑大桥正在浇筑混凝土拱底板,在准备合龙时(尚差5m左右),施工支架突然发生坍塌。当时正在桥面作业的91人全部坠落山谷,其中32人死亡,59人受伤,直接经济损失360万元,图1为事故现场。

白桥坑大桥为单跨箱形拱桥,跨度为100m,拱顶到山谷谷底垂直净高74m。该桥原设计为预制吊装施工,后改为现浇施工。施工拱支架下部为门式支架,两边各由3根直径1200mm×6mm圆筒形钢管作立柱,支承58.02m跨度的单层贝雷主梁。在贝雷主梁上排布金属脚手架支撑拱盔。事故的直接原因是施工支架结构形式不合理,没有对施工支架进行整体结构设计计算,超常规使用主跨跨度为58.02m单层贝雷桁架的结构形式,在荷载作用下,贝雷桁架产生过大的弯曲变形,拱箱底板合龙前,测出贝雷桁架挠度值55.4cm,为允许挠度值的7倍多,应力超过钢材的屈服极限,导致支架结构整体破坏。同时在施工中,不均衡地浇筑混凝土,使支架受力不平衡,更加大了支架的不稳定性,最终导致支架失稳坍塌。

3. 1997年11月30日下午3时,广州东环引

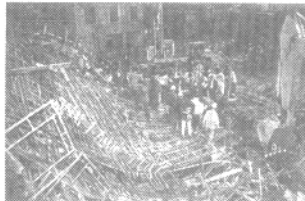
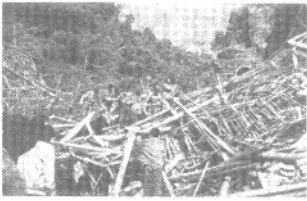


图1 白桥坑大桥坍塌事故现场 图2 广州东环引桥坍塌事故现场 图3 新和工地模板坍塌现场

桥在浇筑混凝土时,突然坍塌,桥上30多名施工
人员全部跌落。图2为事故现场。

东环引桥坍塌桥段长40 m余、宽9 m、高4
m余。原计划分两层浇筑混凝土,实际施工将
两层混凝土并作一层浇筑。坍塌前已浇筑了
近200 m³混凝土,致使模板支架负荷过大,支
架失稳坍塌。由于坍塌桥段满是盘根错节的
钢筋、钢管支架,营救工作非常困难。

4. 2003年10月7日,广东新会新和商业中
心工地有7层楼高的圆形天庭模板支架在浇
筑混凝土时突然坍塌,坍塌面积约为200 m²,
16人死亡、5人受伤。事故原因是赶工期,模板
支架受力不均匀而造成坍塌,图3为事故现
场。

二、坍塌过程

模板体系安装完毕之后,仅有自重,其支
架是直立的,如图4(a);如果支架承载力设计
不足或混凝土浇筑不当,待混凝土浇筑至一
定数量之后,支架出现超载,支架被压曲,模
板开始下挠,如图4(b);若继续浇筑混凝土,
支架压曲、模板下挠程度就会越来越严重,最

终发生坍塌,如图4(c)。模板失稳坍塌不是
“坐电梯”,而是“包饺子”;坍塌的模板、钢筋
网片和处于塑性状态的大数量混凝土,将施
工机具和施工人员挟裹而下,由于营救工作
非常困难,往往造成群死群伤的重大事故。据
有关事故分析,又高又细的模板支架,当混
凝土浇筑至总量的2/3~3/4时,在不均衡的施
工荷载作用下,最容易失稳坍塌。

三、坍塌预防

1. 模板体系设计应通过力学计算,其荷
载计算可参照原《混凝土结构工程施工及验
收规范》(GB 50204—1992)的附录一“普通模
板及其支架荷载标准值及分项系数”,模板和
支撑计算及安装可参照《建筑施工手册》(第
四版)“模板工程”。

2. 大空间、大荷载结构应禁止使用竹木
支撑。1998年3月10日,广东省建委《广东省建
设工程高支撑模板系统施工安全管理办法》
的通知要求,对高度大于或等于4.5 m的模板
及其支撑系统的设计、施工管理已作出具体
规定,以确保安全施工。

3. 混凝土浇筑设计应明确规定浇筑顺
序、分层浇筑间歇时间等。切忌浇筑过快(更
不能将分层浇筑并作一次浇筑)或浇筑无序
(造成不均衡荷载)。泵送混凝土不得集中一
点卸料。

4. 动态管理模板体系。在混凝土浇筑过
程中,应安排模板值班人员,发现问题,及时
上报妥善处理,包括及时加固支撑体系、暂停
浇筑、马上撤离施工人员等应急措施。

(摄影:杨向东、曾礼、黄伟江、黄巍俊、
梁音、林楹庆)

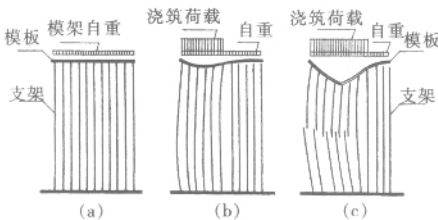


图4 模板支架坍塌示意图

(a)空载时;(b)支架超载之初;(c)坍塌之初