

给水排水工程结构设计规范水准综述*

沈世杰

TU99 A

(北京市市政工程设计研究总院 100045)

(Beijing General Municipal Engineering Design and Research Institute 100045)

摘要 本文主要针对最近颁发的给水排水结构设计系列标准,在与国内外标准对比的基础上,对其设计技术水准作了简要的综述,提供广大设计人员参考。

关键词 给水排水工程 结构设计规范 设计水准综述

ABSTRACT In this paper, a brief summary of technical level for structural design codes of water works engineering based on comparing with home and abroad criterions is discussed. Which may be provided for reference to structural designers.

KEYWORDS Water works engineering Structural design code Technical level summary

最近再次学习了国内外有关结构设计水准(安全、正常使用、耐久性)方面的论文和文件(法规、规范等),很受启发,感受良多;尤其是文献[1],读后颇有同感。值此,谈几点体会供探讨。

一、对可靠度设计理论的认识

1. 可靠度设计理论与实际应用

应该认为结构设计采用可靠度设计方法,它是以概率理论为基础,是先进的。但结构设计的可靠度涉及诸多方面的因素,例如材料的性能、各项荷载(作用)的变异、施工安装条件的技术水平、使用维护管理的差异、结构分析模型选择的合理性等,都相互密切关联。针对这些众多的因素,要获得完善的统计样本是很困难的,甚至根本是不现实的。其中,涉及到一些人为的因素更是不可预见,例如结构分析模型的选择,对一座水池结构,地基反力按均匀分布和按弹性地基计算,结构的受力就存在不小的差别,甚至远超过了规定的各项计算参数的效应。

因此,对结构设计的可靠度理论,国际上“ISO”仅作为动议提出若干原则,各经济发达国家也尚未真正应用。看来可靠度设计理论的完善,规范到实际应用,还需要做很多工作,并且要在各方面行为规范的条件下,才能获得可靠效果。

当前国际上广泛应用的结构设计方法,采用的是“分项安全系数”的形式,即针对影响结构安全性的因素,分别给出必要的安全系数,例如对材料性能指标的取值、永久作用和可变作用分别制定不同安全系数。对这些分项安全系数的确定,并不完全依据单纯的量测数据统计,而是综合考虑了诸多不可量测的因素,汇入了经验总结的分量,例如对结构自重的分项安全系数,一般取1.40,充分反映了不可能是单纯量测统计的结果。这就说明了

“分项安全系数”的实质,尽管在形式上与可靠度设计方法相似,但其实际含义是不同的。

2. 可靠度指标与结构安全系数

可靠度指标与结构安全系数,前者对结构设计人员的概念是模糊的,不如后者明白。结构安全系数使设计人很清楚自己设计的结构具有多少安全储备;而可靠度指标B值,以混凝土结构的强度设计为例,取 $B=3.2$ 相应的失效概率为 6.9×10^{-4} ,会使设计人很难理解,是否设计一条2km的输水管道,出现强度不足破坏是正常的?这样不仅设计人无法接受,业主也是不能接受的。

同时,也可以看到我国所拟定的可靠度指标B值是比较低的,从理论上讲相应的失效概率太高,而且也不能代表真正的失效概率,因为还有些影响结构安全的因素,尚未综合考虑进去。

二、给水排水工程结构设计规范的设计水准

2002年批准发布的“给水排水工程结构设计系列标准”,根据我国建设部主管的结构设计统一模式,在形式上完全按照可靠度设计方法给出,但实际上对涉及的一些计算参数,系通过“工程校核”获得。因此在实质上根本还远非真正的可靠度设计方法。这样处理只能是权宜之计,目的是能够与砼结构、砌体结构、地基基础、抗震等相关设计规范取得协调,便于工程实践应用。

现在看来,采用“工程校核”拟定各项计算参数,应是十分可取的,使工程设计保留在原来的总安全系数设计水准,设计人对结构设计的安全性水准,仍可保持原有的认识,不必转换观念。

同时,应该承认目前这套给水排水工程结构设计系列标准的结构设计水准是不高的,主要反映在作用的分项安全系数取值较低。但与原标准GBJ69—84相比,还是稍有提高,例如对于盛水结构的内水压力取消了0.90的折减系数,而实际计算时一般不会采用非弃顶压力去运算;再如材料的性能指标分项安全系数,在新修改实施的砼结构设计规范中又作了适当提高等。总的评价与国际

* 在中国土木工程学会水工业分会结构委员会四届二次学术交流会上的发言

接轨,结构设计水准还是偏低的,因此在应用这套系列标准时,设计应视作最低要求的水准,条件允许时可以适当提高,而不能再考虑降低。

三、关于结构设计使用年限问题

按照建设部文件规定,结构设计应标明使用年限,而且这是强制性要求,必须执行。

这个问题的提法比较模糊,需要澄清以下几点:

1. “使用年限”应是制定标准、规范的目标依据

结构设计人依据有关结构设计的目标、规范进行设计,设计人无力自行去收集相应设计基准期的样本进行统计分析。结构设计国内均依据荷载规范等有关结构设计的目标规范进行设计,这些标准规范均以可靠度统一标准为依据,因此其设计基准期均为 50 年。

所以,“使用年限”应该是针对制定标准规范的要求,是制定时的目标要求,并不是针对个体设计的。应该说它是反映了国家相应一个时期的经济实力。如果对某一次工程要求“使用年限”达到 100 年,对此设计人很难去实现,确实需要开展专门的研究。在新修订的《混凝土结构设计规范》中,针对处在一类环境中(室内正常环境)的结构,仅对材料的耐久性提高了要求,认为可以“使用年限”达到 100 年。实际上影响结构使用年限的因素不只是抗力方面,荷载的变异影响更为显著。例如地面车辆荷载,80 年代以前均按汽 15 级考虑,而现在要求按超 20 级设计,就出现了已建结构物的裂缝发展远超过 0.2mm,严重影响了结构的使用年限。因此对于不是处于一类环境的结构,影响使用年限的因素恐不能单纯的材料方面考虑。除了地面车辆荷载外,温度作用也是不可预计,今年南方地区的高温异常,日照影响如何?都会是影响因素,100 年使用期内的情况又将如何预见?都是难于预测的。

2. 结构“使用年限”与“合理使用年限”

在建设部下达的文件上,有的用词为“使用年限”,又有用词为“合理使用年限”,是否应该认为在内涵上存在一定的差别?例如现在按现行结构设计标准规范设计的各类结构,相应的“使用年限”为 50 年,但并不是说 50 年后就不能再使用,很多情况是继续在使用,只是反映了此时结构的失效概率不再是 6.9×10^{-4} ,而是提高了,达到了 10^{-3} 甚至 10^{-2} ,以致人们难以接受的风险。因此更为确切的用词应该是“合理使用年限”,相应的失效概率保持人们可以接受,而不是通常广义的“使用”。

四、结束语

综上所述,针对今年发布的给水排水工程结构设计系列标准(含抗震设计规范共 11 本)的设计水准,可以归结为以下几点:

1. 这套系列标准提供的设计方法,只是形似按可靠度设计,实质上只是采用了分项安全系数的方法,如果要转换到真正的可靠度设计方法,还需要做大量的工作,不是短时期内可以实现的。国际上 ISO2394《结构可靠性一般原则》自 1986 年提出后,至今已 17 年尚无具体应用规定,可见要实施完善的可靠度设计方法,难度是非常大的。

2. 系列标准的一些计算系数是通过“工程校核”换算获得,因此对结构的安全性仍然保持在总安全系数 1.4 的水准,比之原规范 GBJ69—84 略有提高。

3. 国际上对结构设计比较重视“概念设计”,例如明确要求:“对结构的任何构造体系和方法,必须建立在符合力学原则的合理分析方法上;对结构体系的分析,应建立完整的荷载传递路线”^[2]。这一点很重要,据此才能保证结构的安全可靠,否则采用任何设计方法都会是徒劳的。

美国的技术法规对结构设计的方法并不强求统一,只是重视各项荷载的规定,例如对风载、雪载、地震作用等都做了很详细的规定,但对设计方法允许设计人自行选择,可以采用“荷载和抗力系数设计方法”(Load and Resistance Factor Design),亦即是分项安全系数法,也可以采用“容许应力法”甚至还可以采用“经验设计法”(Empirical Design)、“习用结构设计法”(Conventional Construction Method),并不类似国内要求协调统一。

参考文献

- [1] 陈肇元,杜拱辰. 结构设计规范的可靠度设计方法质疑. 建筑结构第 32 卷和 4 期,2002 年
- [2] American International Building Code, 2000
- [3] 国家标准.《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068—2001
- [4] 国家标准.《混凝土结构设计规范》GB50010—2002
- [5] 美国标准.《预应力混凝土压力管标准》AWWAC301、AWWAC304 及手册 M9
- [6] 工程安全及耐久性. 中国土木工程学会第九届年会论文集, 2000 年

56 项市政工程北京在建

据悉,今年北京市的开工工总面积已经超过了一亿 m^2 ,创历史之最。近期新开工 56 项市政工程。在这些工程中,分布在四环路内的主要路段包括:三环辅路热力管线工程,南中轴路改扩建工程,地铁五号线蒲黄榆——雍和宫站工程,景山前街牌楼复建工程,朝阳香河园人行天桥工程,广渠门桥东——四环路广渠路电信工程,北太平庄——成府路信息管线工程,宣内大街热力管线工程,四环路辅路——白颐路辅路的中关村地下管廊天然气管线工程,针织路——东四环的朝阳路燃气工程,大慧寺路口——钢铁研究院的高梁桥热力管线工程,北四环南侧辅路向北——民族园 11 号院工程,新外大街、玉渊潭南路管线工程,西安门至太平桥大街一线,教育西街、新皮库路等工程。

四环外的工程:京津塘高速公路、亚运村北侧辛店村路、海淀区北京大学西北侧——颐园园路、八达岭高速公路——北苑路、翠微路东步道、京通快速路杨闸车站西侧等,也在进行市政管线施工。

(本刊讯)