

On the Anti-Seismic Technological Scenario of Heating Supply System

Ying Han*, Shikuan Liu

College of Civil and Architectural Engineering, Hebei United University, Tangshan
Email: *hanying@tju.edu.cn, *hytj@heuu.edu.cn

Received: Jan. 20th, 2014; revised: Feb. 19th, 2014; accepted: Mar. 3rd, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Central heating supply system is one of lifeline systems of surviving and developing in modern city, and it is the very important lifeline system in northern cities of China. The paper introduces the composition of central heating supply system. It analyzes the characteristic of heating piping network and heating source in earthquake. In order to improve the anti-seismic performance of heating piping network and heating source, it presents the anti-seismic technological scenarios of heating supply system.

Keywords

Heating Supply System; Earthquake Disaster; Anti-Seismic Technology

城市供热系统的震害和抗震措施

韩莹*, 刘仕宽

河北联合大学建筑工程学院, 唐山

Email: *hanying@tju.edu.cn, *hytj@heuu.edu.cn

收稿日期: 2014年1月20日; 修回日期: 2014年2月19日; 录用日期: 2014年3月3日

摘要

城市集中供热系统是现代化城市的生存和发展的生命线工程之一,更是我国北方城市重要的生命线工程。

*通讯作者。

本文通过介绍了我国城市集中供热系统的组成,分析了供热系统中供热管网和热源的震害特点,提出了针对城市集中供热系统的抗震技术措施,从而提高供热管网和热源的抗震性能。

关键词

供热系统;震害;抗震措施

1. 引言

历次震害证实,由于地震对生命线系统的众多结构和设施产生了巨大的破坏,也使得生命线工程的子系统丧失部分或全部的功能,这给震后人们的生活带来了巨大的障碍。

地震对生命线领域造成影响的研究最早始于1971年的圣费尔南多地震,此后,人们开始对生命线地震研究越来越重视[1]。1974年,美国成立了美国生命工程地震委员会,最先系统地开始对生命线地震工程进行研究。日本继美国之后,也开展了生命线地震工程的研究,于1976年在东京召开了第一届美日生命线地震工程会议[2]。

科研人员通过对历次地震实际数据资料的收集,以及模拟数据分析等等,已经取得了一定的经验和理论成果。目前,虽然通过借鉴国外较成熟的研究成果,并结合国内对生命线研究的震害资料,我国于1978年颁布了《室外给水排水和煤气热力工程抗震规范》[3],并于2003年又颁布了新的《室外给水排水和燃气热力工程抗震规范》[4],但是由于生命线系统各分支的研究参差不齐,我国地震研究人员从1976年的唐山地震到2010年的玉树地震中,搜集了大量供水系统的资料,因此对供水系统的震害理论和经验支持都进行了比较深入和系统地研究。而对供热研究起步则较晚,缺乏震害研究资料,研究成果也十分有限。

作为我国北方城市重要的生命线系统之一的城市热力管网,一旦遭到地震的破坏,必然会对整个城市的供热造成很大影响,并带来巨大经济损失。因此,对集中供热系统的抗震技术研究是十分必要的。

2. 城市集中供热系统

2.1. 集中供热系统的组成

集中供热系统由热源、输配管网和热用户组成。

其中热源是提供热能的供热装置。应用较为广泛的是区域锅炉房和热电厂,目前,我国北方集中供暖地区的热源多以热电联厂和区域锅炉房为主,以煤气、电、中央空调等其他方式为辅。

热力输配管网是由热源向热用户输送和分配介质的管线系统。通常为热水管网或者蒸汽管网组成的再热输配系统,也是集中供热系统抗震研究最重要的部分。

热用户:集中供热系统应用热能的用户,一般由生产或生活的室内供暖热系统和设备组成,如散热器、阀门、分集水器等(图1)。

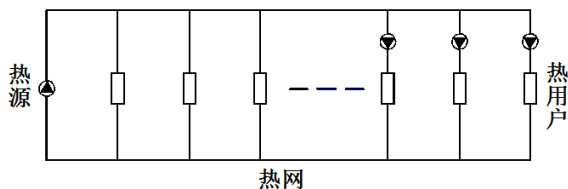


Figure 1. Scheme of heating supply system

图1. 供热系统示意图

2.2. 我国集中供热应用情况

我国集中供热的发展迅速增长，现在已经遍布全国 17 个省、自治区。北方城镇采暖建筑面积由 1996 年的 23.8 亿 m^2 增加到 2008 年的 88.2 亿 m^2 ，1996 年住宅采暖建筑面积所占比例还不到一半，每天的增速却非常惊人，到 2008 年已经占到北方城镇总采暖建筑面积的 90%(图 2)。

3. 地震对集中供热系统的破坏

历次地震的震害现象表明供热管网的震害都比较严重，从而也说明了供热系统抗震能力比较薄弱。通过对历次供热系统震害特征分析，同时参考与供热系统具有相似性的供水和供燃气系统的震害，可以找到供热系统在抵抗地震灾害时的一些突出问题和薄弱环节，然后通过采取相应的构造措施或者改进设计方法加以解决。

3.1. 对管网的破坏

供热管网是由输热干线、配热干线、支线等组成，分布区域广，分支多，是供热系统中比较薄弱的环节。

地震对供热管线的破坏最严重的地方就是应力集中的部位，例如钢管的焊缝处、法兰和螺纹的连接处。1976 年的唐山大地震中，铸铁管接头的破坏比例就高达 79%。供热管道的连接方式有焊接、法兰连接和螺纹连接。通常室外供热管道采用焊接连接[6]。焊接的连接方式较为可靠，通常有特殊用途的场合会用到法兰连接或螺纹连接。一般与设备及阀门连接，且需要拆卸、更换等用法兰连接，装卸比较方便；通常三通、四通、管接头等管件连接方式采用螺纹连接。因为接口的强度比管体本身的强度低，所以属于抗震薄弱环节。

其次，是供热管道的管体。在强烈地震中，管体周围的土石发生相对位移，会引起的管体纵向、斜向裂缝或管体折断。

再次，是阀门、弯头等供热附件的破坏。这些部位在强地震动作用下，刚度突变，从而受到不同程度的损坏。

然后就是保温层受到破坏。供热系统保温层的强度远小于金属管体，而且保温层是通过胶黏剂、铁丝网等方式与管体连接，地震中由于地震引起管道的弯曲，拉压等影响，极容易发生撕裂、松脱等破坏。

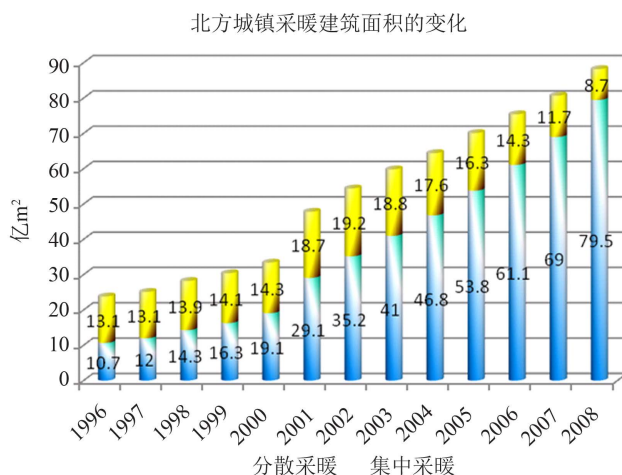


Figure 2. 1996-2008 Urban central heating area in China
图 2. 1996~2008 年中国城镇采暖建筑面积[5]

3.2. 对热源的破坏

城市集中供热系统的热源分为热电联产系统、锅炉供热系统，另外还有以地源热泵、水源热泵、工业余热、核能、太阳能等作为热源的供热系统。而作为城市集中供热系统的重要热源还是锅炉。锅炉房作为重要的热源，有着举足轻重的地位。锅炉房由建筑外围护结构、锅炉设备、固定和支撑构件，以及连接管道组成。锅炉设备本身刚度和强度较大，一般不易遭到破坏。当发生地震时，地震波是通过外层建筑物及与地面连接的支撑构件，然后传递到相关的设备和管道上的。从易损的角度来看，其破坏次序为：供热建筑物、设备支撑、支架、管道、锅炉设备。但是一旦锅炉设备遭到破坏，会引起爆炸，进而引起火灾。2010年，中国台湾地区的台南发生6.4级强震，就引起了纺织厂锅炉的爆炸。

4. 供热系统的抗震技术措施

供热系统的抗震研究是生命线抗震研究中一项正在进行且不成熟的重要分支。由于供热系统的震害资料缺乏，与生命线其它的系统，即供水系统、供燃气系统相比，缺乏经验数据。供热系统的抗震研究可以借鉴参考供水和供燃气系统，但是供热系统与供水系统、供燃气系统又有一些不同，例如供热系统具有季节性，而且输送的介质是高温蒸汽或热水，因此本文提出了一些针对供热系统中管网和热源的技术措施。

4.1. 管网的抗震技术措施

城市集中供热系统受到地震破坏是一个小概率事件，而且对于没有发生地震危害的城市，也不需要为了防震而采取比较高的建设标准，造成经济上投入的浪费。因此需要对集中供热城市进行地震等级的划分，对于震害也进行标准等级划分，以便于对地震危害进行比较准确的评估。对于地震带上多发地震的城市，例如唐山市，应进行城市市场划分。

在对供热管道进行设计计算的阶段，就应计算管道在水平地震作用下剪切波所引起管道的应变。而且管道宜选用延性接头管。

在敷设供热管道的时候应尽量避免塌陷区、回填土、淤积土及易滑坡地段。如果不能避开这些地段，应对地基做好处理或对管道进行加固处理。

应合理设置阀门井，对阀门等附件设备妥善维修，确保使用灵活，图纸保存齐全。并利用GIS系统对供热管道进行检测和定位。

设计中尽量采用环状管网设计，使得主要管线能尽量连同。根据历次地震经验，环状管网的抗震能力要强于枝状管网。

4.2. 热源的抗震技术措施

上述已经介绍了热源的组成。对于建筑围护结构的抗震措施已经比较成熟，即热电联产的建筑物和锅炉房都有建筑的抗震标准要求，与普通的建筑物的抗震方法相似。

对于内部的支撑件需要根据抗震等级进行更科学合理的设计计算。而且要加强安全管理和注重日常的维护和维修。以免出现紧急状况下，导致承压设备的损坏。

换热站在地震的作用下，产生压力突变，锅炉内部的高温蒸汽和热水引起管道爆裂，会威胁人身安全，引起地震次生灾害。因此对承压设备也应根据抗震等级进行强度和刚度的设计计算。

由于目前还没有出台详细地相应抗震设计标准，因此对于供热设备及管道的抗震研究还需要从理论和实验两个方面继续深入。

5. 结束语

城市集中供热系统是我国北方城市中重要的生命线工程，因此，对非常重要的管线，除了应采取构造措施之外，必须考虑到管网的分区，设置紧急截止阀等自动停止装置。而且针对管道和热源应进行深入地研究，制定出科学合理的抗震设计标准，以提高供热系统的抗震安全性。

参考文献 (References)

- [1] 赵成刚, 冯启民等 (1994) 生命线地震工程. 地震出版社, 北京.
- [2] 李宏男, 柳春光 (2005) 生命线工程系统减灾研究趋势与展望. *大连理工大学学报*, **6**, 931-936.
- [3] 北京市规划委员会 (1979) TJ32-78 室外给水排水和煤气热力工程抗震设计规范. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [4] 北京市规划委员会 (2003) GB50032-2003 室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [5] 清华大学建筑节能研究中心 (2010) 中国建筑节能年度发展研究报告 2010. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [6] 北京市热力集团有限责任公司 (2004) CJJ28-2004 城镇供热管网工程施工及验收规范. 中国建筑工业出版社, 北京.