

地震对城市供水管网的破坏情况分析

肖绍雍

(中国城镇供水协会, 北京 100037)

摘要: 详细分析了国内外发生的大地震对城市供水管网的破坏情况,总结了不同管材、管径、接口形式、地基类型等的抗震性能差异,并对如何提高供水管网的抗震性提出了具体建议。

关键词: 供水管网; 地震; PCCP管; 球墨铸铁管; 塑料管

中图分类号: TU991.38 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2004)01-0034-02

我国属地震多发区,对于有抗震设防要求的城市,建好城市管网和净水设施是非常重要的,这对于发生地震后及时恢复供水、保障生命安全、减少地震损失具有重大意义。

1 地震对城市供水管网破坏情况分析

调查收集了中国唐山、天津、营口、台湾集集地区及日本兵库县南部地震(阪神地区)、钏路市、三陆冲(八户市)等城市地震对管网的破坏数据并进行了详细分析。

1.1 管道接口抗震性差

1976年7月,我国唐山地震烈度为9~11度,对城市供水管网破坏极大。当时唐山市供水干管总长度为110 km($DN=75$ mm以上),发现444处遭到不同的破坏,其中接口拔出及损坏的有353处,占总被破坏处数的79.5%,而管体折断及破裂者为91处,占20.4%。又如日本阪神地区七市(町),管道总长为12 068.5 km,其中接口被破坏及损坏的有1 768处,占总被破坏处的68.1%,而管件折断或破裂为830处,占总数的31.9%,可见管道接口和变向接头配件比直管段损害率大。因此在地震设防城市,为了确保管路质量,认真选择管道接口是非常重要的。

1.2 管道大口径比小口径抗震能力强

因为大口径管道的刚性强,且它与土壤接触的摩擦力大,故在同等条件下大口径管的抗震性能强。如1976年唐山地震波及天津(烈度为7~8度),当时天津市输配水管网总长度为1 676.96 km(含干管、支管),被破坏总数为1 308处,其中 $DN75$ mm

以上的管道(共954.23 km)被破坏483处,占被破坏总数的37%,而支管(共722.75 km)被破坏815处,占被破坏总数的62.3%。

1.3 管材及配件的选择

对国内外近年来几个城市地震调查资料的分析表明,一般球墨铸铁管、预应力钢筒混凝土管(PC-CP)和柔性接口预应力钢筋混凝土管比灰铁管、石棉水泥管、塑料管的抗震性能要好。例如日本兵库县南部地震(阪神地区大地震)中塑料管(VP)被破坏率为1.013处/km,灰口铸铁管(CIP)为0.44处/km,球墨铸铁管(DIP)为0.135处/km,钢管(SP)为0.084处/km。

唐山市的一条钢筋混凝土(柔性接口)管管长为35 km($DN500\sim 600$),在地震中未出现一处漏水。1975年,营口地区一条 $DN600$ 的预应力钢筋混凝土管(柔性接口)铺设在地下水位高、土质松软的盐田地区,在8度地震后未发现震损。台湾集集大地震后,钢管(SP)、球墨铸铁管(DIP)、塑料管等管道均有多处损坏,唯独PCCP管线未有损坏情况发生,其中包括距离震中不到50 km的六轻专用的PCCP管线(双线总长度为86 km)。台湾水泥制品工业同业工会预应力管小组认为,PCCP管对地震波具有优异抗震性的原因为:①其承插口的伸缩量大(约有40 mm的拉伸量);②PCCP管外表粗糙,与周围接触土壤之摩擦力大,地震时几乎无相对位移,且承插口能够吸收地震波动造成的管道移动伸缩量;③本身结构强度大、自重稳定且表面粗糙度大。

1999年台湾集集大地震中钢管、灰口铸铁管、

预应力钢筋混凝土管、塑料管的破坏率分别为0.11%、0.45%、0.03%、68.4%，可见塑料管的被破坏率是相当惊人的。

2003年2月24日我国新疆喀什地区巴楚县发生地震(6度左右)，由于震区大量采用UPVC塑料管作为输配水管道，故震后供水管网遭到严重破坏，生活供水管路几近瘫痪。

1.4 管道柔性接口比刚性接口抗震性能好

地震时产生的各种地震波和地层移动性破坏是难于捉摸的，因为管道所处的地形、地貌、断层及土壤液化等因素均不相同。地震波经过时产生的土层移动和相对位移是破坏地下管线的主要原因，而地震波中以表面波的雷利波(横波)对地下埋管的破坏影响最大，因其对埋管产生拉伸和压缩作用。根据北京市政工程研究院资料介绍，对挠曲管道的抗震模拟试验结果表明，当挠曲值为 ± 1.2 mm时刚性接口便开始漏水，而柔性接口铸铁管横向振动挠曲值达 $\pm 31.5 \sim \pm 43.5$ mm时管道仍不渗、不漏、不破坏(日本标准为 ± 30 mm)。

我国唐山地震时，路北区(烈度为10度)的一条DN100钢管曾被改造，在管道上每30 m设一个伸缩器，经过10度地震，这条管线未被破坏，但处于该地区的其他管线则遭到严重破坏。另外唐山市一条35 km的输水干管采用了承插式预应力钢筋混凝土管(柔性接口)，地震中未出现一处漏水。

1994年12月28日日本三陆冲地震，八门市水道企业团在地震前曾对主要送配水管道进行了耐震设置，在球墨铸铁管上采用了S及SⅡ型耐震接头，震后该管路没有一处被毁。

1.5 地基的影响

铺设在稳固地基上的管道比铺设在潮湿、液化、地质断层的管道的抗震性能好。例如天津位于多河流地区，过河管易遭受地震损害，在唐山地震波及天津时，其四条过海河的焊接钢管中竟有两条断裂。因为过河管要通过河的两岸，受到两岸地形、地貌震后变化的影响，河岸受震滑坡，必将使其远离河岸一侧的改向管线受拉而脱口，又会使靠河一侧的改向管线受压挤而咬口或折断，这是过河管遭受地震损坏的一般规律。有的地震设防城市的大型供

水工程的过河倒虹吸管，在过河时沿岸的下坡管或渠道没有采取加固地基的措施，随着运行时间的增加倒虹吸管或渠道的坡管与水平管的折点处产生了开裂进而漏水，如此种渠受到较强地震波的冲击，则必然会加重损害，这也是值得重视的。

2 提高供水管网抗震性能的建议

① 抗震设防城市在建设供水工程前，必须认真收集有关资料，包括管线(以干线为主)铺设地段的历史地震资料及设防区划分。对地质构造、工程地质特征及管线经过的河流、湖泊地带、地面大型建筑物等资料进行考查。

② 尽量将干线选择在稳固地基上，远离断层、滑坡及液化地带，避免铺设在回填土上或河岸边、海湾、峭岩壁地段。在软硬地基交界处，必须考虑不均匀下沉，应设置柔性接头(伸缩接头等)；当管道必须通过液化区、河岸边、滑坡弯时，必要时需用桩基，尤其对过河的倒虹吸管道(渠道)，桩端应落在硬土层内。

③ 应优先选用抗震性能强的管材并设置柔性接口，应推广S、SⅡ型接口。若管线通过松软地带、液化地区则建议每30~50 m设置一个伸缩接头以增强管边抗拉、抗挤能力。建议采用抗震性强的管材，如球墨铸铁管(S、SⅡ型接口)、预应力钢筒混凝土管等。

④ 在管道变向地区必须实施支墩加固措施，必要时加设柔性防脱接口。在管件上不得有水平或垂直的突然拐弯，因地震时不连续点容易产生复杂应力。

⑤ 管网要布置成环状，有计划地多装调控阀门以便于分割和抢修。在阀门、消火栓、水表井等管道附属设备前后设置柔性接头，因地震时该处易拉脱或折断。

⑥ 管道进、出建筑物时应设置穿墙套管，必须在清水池(蓄水池)进出管设置阀门以防止因管道被破坏而使池中的蓄水流失。

电话:(010)66411844

收稿日期:2003-10-05