

특정감사

감 사 보 고 서

- 열수송관 안전관리실태 -

2019. 6.

감 사 원

목 차

I. 감사실시 개요	1
1. 감사배경 및 목적	1
2. 감사중점 및 대상	2
3. 감사실시 과정	3
4. 감사결과 처리	3
II. 열수송관 안전관리 현황	4
III. 감사결과	8
1. 감사결과 총괄	8
2. 처분요구와 통보사항	10
(1) 관로 유지보수 및 중·장기 관리대책 부적정(주의·통보)	11
(2) 열공급시설 정기검사 규정 불합리(통보)	23
(3) 열수송시설 점검원 배치·승인 및 근태관리 부적정(주의·통보)	27
(4) 열수송관 공공측량 및 성과 심사 수행 부적정(주의·통보)	32
(5) 열수송시설 점검 및 진단용역 계약 부적정(주의)	40
(6) 열수송관 점검·진단 및 유지보수 부적정(주의·통보)	46

I. 감사실시 개요

1. 감사배경 및 목적

1985년 이후 에너지 이용효율 향상을 위해 일정한 지역 내에 있는 주택 및 건물 등에 난방시설을 개별적으로 설치하는 대신 1개소 이상의 집중된 에너지 생산시설(열병합발전소, 열전용보일러, 자원회수시설 등)에서 생산된 열에너지 등을 열수송관을 통해 주거·상업지역 등의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급하는 지역 난방 등 집단에너지사업을 추진한 결과 2017년 기준 국내 총주택수의 16.4%가 열수송관을 통해 지역난방을 이용하고 있다.

한편, 열생산시설에서 생산된 열을 다수 사용자에게 공급하기 위해 도심지에 매설하는 열수송관은 배관 누수·파열 등이 빈번히 발생하는데 인명피해를 유발하지 않아 가스관 등에 비해 저위험 시설물로 인식·관리되었으나 2018년 12월 고양 열수송관 파열 사고(23명 사상)를 계기로 배관부식 및 시설노후화 등으로 인한 시설물 안전관리의 중요성은 예외가 없음을 보여주었다.

그간 열수송관의 안전관리는 관련 법령에 따라 한국지역난방공사 등 열공급 사업자의 점검 등 자체 검사결과에 의존하고 있는 등 다른 지하매설물에 비해 상대적으로 관리·감독 기관의 지도 등 외부통제가 부족하여 이에 대한 점검의 필요성이 제기되었다.

이에 감사원에서는 국내 설치·운영 중인 열수송관의 시설안전성, 점검 및 관리 체계를 점검하여 안전 저해요인을 발굴·개선할 목적으로 2019년 연간 감사 계획에 반영하고 이번 감사를 실시하였다.

2. 감사중점 및 대상

이번 감사는 국내 설치·운영 중인 지역난방 열수송관을 대상으로 [표 1]과 같이 운영 중인 열수송관의 상태 감시 및 보수 등 시설물 관리가 체계적으로 이행되고 있는지, 열수송관 검사기준 등 안전관리 제도·기준 등이 적정하게 규정되었는지, 열수송관 진단·점검이 제대로 이행되고 있는지 등을 중점 점검하였다.

[표 1] 열수송관 안전관리 점검분야

분 야	중점확인 사항
자재 및 시설관리 분야	(1) 매설 배관의 운영 중 상태 감시 및 보수 등의 적정성 (2) 운영 중인 열수송관의 성능 확보 여부
안전관리 제도 및 기준 분야	(1) 열수송관 정기검사 등 기준의 적정성 (2) 열공급사업자 자체검사결과의 검증절차 등 확인 여부 (3) 지도·감독기관의 법령상 의무사항 점검의 적정성
점검 등 안전관리 분야	(1) 열수송관 진단점검 용역 감독원에 대한 지도·감독의 적정성 (2) 시설물 점검원 등의 업무 수행의 적정성 (3) 열수송관 정보 최신화 등 자료 관리의 적정성

이를 위해 감사기간 중 지역난방사업 주도 사업자인 한국지역난방공사를 대상으로 열수송관 누수 및 손상을 감시하는 시스템의 활용 여부, 매설 배관 성능의 적정성 등을 확인하면서 운영 중인 열수송관의 보수 및 교체 등 유지·관리 업무 전반을 점검하였다.

또한 열수송관 안전관리 업무를 총괄하는 산업통상자원부를 대상으로 열수송관 정기검사 규정의 적정성, 집단에너지사업자가 작성·제출하는 자체검사결과보고서의 검증절차를 확인하는 등 열수송관의 운전성능(안전성 등)이 제대로 확인되고 있는지 여부 등 지도·감독 관리체계 업무를 점검하였다.

3. 감사실시 과정

감사원은 이번 감사에 앞서 언론보도 및 열수송관 안전관리 및 운용실태에 대한 자료를 수집·분석하였으며 열수송관 누수·파열 등으로 발생한 사고에 대해 관련 전문가와의 토론을 통해 주요 유형을 도출한 후 2019. 3. 11.부터 같은 해 3. 29.까지 15일간 6명을 투입하여 실지감사를 실시하였다.

4. 감사결과 처리

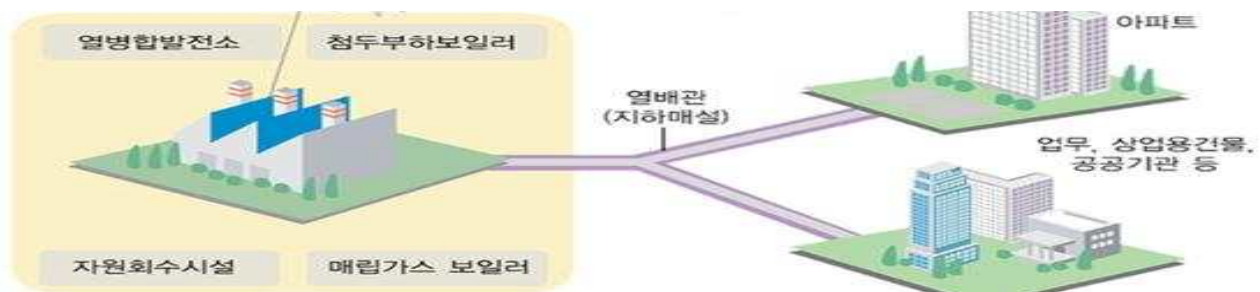
감사결과 위법·부당사항과 관련하여 2019. 3. 29. 한국지역난방공사 기술본부장이 참석한 가운데 감사마감회의를 실시하고, 업무처리 경위·향후 처리대책 등에 대한 답변서를 받는 등 주요 지적사항에 대한 의견을 교환하였다. 이후 감사원에서는 감사마감회의에서 제시된 의견 등을 포함하여 지적사항에 대한 내부 검토를 거쳐 2019. 6. 13. 감사위원회회의의 의결로 감사결과를 최종 확정하였다.

II. 열수송관 안전관리 현황1)

1. 열수송관 현황

지역난방사업 등 집단에너지사업은 [그림]과 같이 1개소 이상의 집중된 에너지 생산시설(열병합발전소, 열전용보일러 등)에서 생산된 에너지(열 또는 열·전기)를 주거, 상업지역 등의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급하는 사업으로 1985년 이후 에너지 이용효율 향상을 위해 추진되고 있다.

[그림] 지역난방 공급계통도



자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

2017년 12월 기준으로 [표 2]와 같이 한국지역난방공사 등 32개 사업자가 61개 지역에서 지역난방사업을 통해 주택 및 빌딩 등에 열공급을 하고 있으며, 국내 총주택수(약 1,712만 세대)의 16.4%가 지역난방을 이용하고 있고 이 중 한국 지역난방공사가 52.6%(공급 세대수 기준)를 공급하고 있다.

[표 2] 지역난방사업자 및 공급 현황(2017년 12월 기준)

(단위: 세대, %, 개)

연번	사업자	공급 세대수(비율)	공급 빌딩 수	최초 허가일	최초 공급일
1	한국지역난방공사	1,478,596 (52.6)	2,323	1985년 11월	1987년 11월
2	○○	326,610 (11.6)	627	1993년 7월	1991년 11월
3	□□	256,580 (9.1)	349	1984년 8월	1985년 11월
4	△△	99,976 (3.6)	73	2004년 12월	2008년 3월
5	▷▷	75,617 (2.7)	102	1997년 6월	1999년 9월
6	기타(27개 사업자)	574,187 (20.4)	682	-	-
합 계(32개)		2,811,566 (100)	4,156	-	-

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

1) 이 부분은 감사결과 지적된 문제점의 종합적 이해를 돕기 위해 감사대상 업무의 현황을 기술한 것으로, 감사대상기관이 제출한 자료를 바탕으로 작성되었으며 현장조사 등 감사의 방법으로 검증한 내용은 아님

지역난방은 집중된 열원시설에서 에너지를 생산하여 사용지역까지 에너지를 공급하기 위해 지중에 열수송관을 설치하는데 [표 3]과 같이 전국에 총 4,278km×2열의 열수송관이 지역난방 공급을 위해 설치되어 있으며 이 중 20년 이상 사용한 배관은 26%로 한국지역난방공사 등 7개 사업자가 유지·관리하고 있다.

[표 3] 열수송관 설치·유지관리 현황

(단위: km×2열, %)

구분	한국지역 난방공사	▽▽	○○	▷▷	◁◁	◇◇	기타 (26개 사업자)	합 계 (비율)
20년 미만	1,558.1	228.6	84.6	107.1	35.5	0.3	1,155.5	3,169.7 (74.1)
20년 이상	682.4	243.8	123.4	11.4	10.1	37.0	0.5	1,108.6 (25.9)
계 (비율)	2,240.5 (52)	472.4 (11)	208.0 (5)	118.5 (3)	45.6 (1)	37.3 (1)	1,156.0 (27)	4,278.3 (100)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

열수송관은 열원시설에서 사용자시설까지 열매체(온수)를 통해 에너지를 수송·분배하기 위한 배관으로 공급 중 발생할 수 있는 열손실을 최소화하기 위하여 다른 지하시설물(가스관, 상·하수도관 등)과 달리 [표 4]와 같이 “내관(강관)-보온재(PUR: Poly Urethane Reactive)-외관(PE: Poly Ethylene)”으로 구성된 이중보온관을 설계·제작하여 사용하고 있다.

[표 4] 열수송관 구성도

구성	역할	열수송관 구성도
내관	■ 탄소강관으로 제작된 배관으로 열매체(물)가 지나가는 통로	
보온재	■ 폴리우레탄 폼으로 내관 열유체의 열손실을 방지하는 보온기능	
외관	■ 보온재를 외부환경으로부터 보호	

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

2. 열수송관 안전관리 체계

산업통상자원부는 「집단에너지사업법」에 따라 지역난방 등 집단에너지 공급 사업에 대해 사업계획·기술검토 등을 수행하고 있으며 승인한 집단에너지 열공급시설(열원시설, 열수송시설)에 대해 정기검사(1회/년)를 수행하여 집단에너지 사업자가 운영하는 시설이 「집단에너지시설의 기술기준」 등에 적합한지를 확인하고 있다.

열수송관은 [표 5]와 같이 「집단에너지사업법」, 「산업·환경설비공사 표준시방서」 등 법령과 고시 및 EN(European Norm) 등 국제규격에서 열수송관 등 집단에너지 열공급시설에 대한 자재성능·설치기준 등을 규정하여 안전성을 확보하도록 하고 있다.

[표 5] 열수송관 관련 법령, 고시 및 국제규격

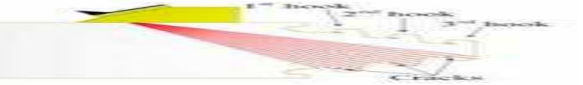
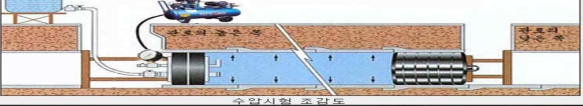
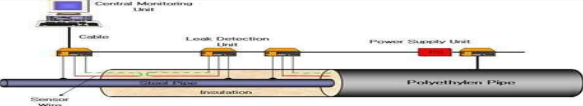
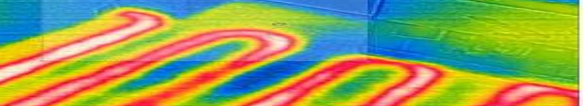
구분	법령·기준	주요 내용
법령	「집단에너지사업법」(산업통상자원부 소관)	▪ 집단에너지 공급계획, 사업 및 공급의 허가기준, 시설의 설치·운용 및 안전기준 등, 규제·감독기준 등
법령	「에너지이용 합리화법」(산업통상자원부 소관)	▪ 지역난방 등 에너지 이용효율 향상 지원·관리 등
고시	「집단에너지시설의 기술기준」(산업통상자원부 소관)	▪ 법령에 따른 기술기준 또는 절차서식 등을 규정
고시	「열공급시설의 검사기준」(산업통상자원부 소관)	▪ 법령에 따른 사용 전 검사정기검사의 대상시설, 검사 항목, 판단 기준 등을 규정
고시	「산업·환경설비공사 표준시방서」(국토교통부 소관)	▪ 지역난방시설공사 등 관련 공사의 일반적인 기준
국제규격	DS(Danish Standard), EN(European Norm)	▪ 지역난방 공사의 열수송관 재질 및 매설방식 등 규정

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

한편, 열수송관의 사용 전 검사 및 정기검사는 「열공급시설의 검사기준」 제31조 및 제40조 등에 따라 지역난방 등 집단에너지사업자가 실시하는 자체 검사결과를 갈음하여 누설검사 항목 등에 대해 합격·불합격 여부를 판정하고 있으며, 이에 사업자는 설치·운영 중인 열수송관의 설치상태, 누설 여부 및 보온재 손상 여부 등을 확인하기 위하여 [표 6]과 같이 열배관 감시시스템(이하

“감시시스템”이라 한다) 및 비파괴검사(RT 등) 등의 검사기법을 활용하여 점검하고 있다.

[표 6] 열수송관 설치상태 등 검사방법

구분	항목	검사방법	검사개략도
설치 시 (사용 전 검사)	방사선 투과시험(RT)	■ 방사선투과 후 필름인화하여 결함 여부 판단	
	위상배열 초음파검사	■ 초음파 도달시간차를 활용하여 결함 여부 판단	
	수압시험	■ 물·공기를 주입하여 기밀 여부 확인	
운영 시 (정기검사)	육안검사	■ 지표면의 증기발생 등 이상 여부 확인	
	열배관 감시시스템	■ 감지선의 저항값을 활용하여 누설 여부 판단	
	열화상카메라	■ 지표 온도를 측정하여 누설 여부 판단	

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

Ⅲ. 감사결과

1. 감사결과 총괄

이번 감사는 국내 설치·운영 중인 지역난방 열수송관을 대상으로 열수송관의 상태 감시 및 보수 등 시설물 유지관리가 체계적으로 이행되고 있는지 여부, 열수송관 검사기준 등 안전관리 제도·기준 등이 적정하게 규정되었는지 여부 등을 점검·확인하여 열수송관 안전저해요인을 발굴·개선하는 데 중점을 두었으며 [표 7]와 같이 감사결과 총 11건의 위법·부당한 사항이 확인되었다.

[표 7] 지적사항 총괄

(단위: 건)

구 분		합계	주의	통보
건수	합계	11	5	6

감사결과 확인된 주요 문제점은 다음과 같다.

(가) 관로 유지보수 및 중·장기 관리대책 부적정

① 감시시스템을 활용한 관로 유지보수 부적정

- 한국지역난방공사는 열수송관 누설 등을 파악하여 보수 등에 활용하고자 감시시스템을 구축·운영하면서 특정 감시구간의 이상신호 발생지점을 확인하고도 손상 관로 등을 복구하지 않고 방치하다가 감시시스템이 작동하지 않게 되면 관로 감시를 포기하는 방식으로 감시시스템을 운영 중
- 이로 인해 감시시스템 운영결과를 유지보수에 바로 적용하였을 경우 가능했던 적기보수가 불가능해졌으며 지금은 작동하지 않는 감시시스템 구간에 어느 정도의 관로손상이 있는지도 파악할 수 없는 실정, 특히 1998년 이전 설치지역(○○○, ■■ 등)의 미감시루프 구간이 전체의 49%로 사실상 관리 사각지대

② 열수송관 중·장기 유지관리대책 수립·추진 부적정

- 한국지역난방공사는 운영 중인 열수송관의 상태를 진단하고자 2010년 7월 열수송관 잔여수명평가를 의뢰한 후 시험기관에서 제출받은 열수송관 잔여수명 평가결과를 인용하지 않고 잔여수명을 자체적으로 재산정하여 전체 관로의 열수송관 기대수명을 평가(40년)하였으나, 재확인한 결과 일부 기대수명이 설계수명(30년)에도 미달하는 것으로 확인
- 한국지역난방공사는 임의로 평가된 열수송관 기대수명을 토대로 2014년 “열수송관 중·장

기 유지관리 Master Plan”을 수립하면서 열수송관의 기대수명이 설계수명에 미달함에도 열수송관 교체계획 등에 반영하지 않고 추진과제 등도 미이행

- 더욱이 2018년 4월에 “1998년 이전 설치된 열수송관(374km×2열)을 순차교체”하기로 종합관리대책을 마련하였지만 2018년 10월까지 수립하기로 한 “5개년 중기종합관리대책”도 2019년 3월 현재까지 수립하지 않는 등 관리대책을 부적절하게 수립·추진

(나) 열공급시설 정기검사 규정 불합리

- 산업통상자원부는 「열공급시설의 검사기준」 등에 따라 열수송관 등 열공급시설에 대해 누설 여부 등을 확인하는 정기검사(1회/년) 제도를 마련·운영하면서, 정기검사 업무 중 열수송관 누설 여부 검사를 이해당사자인 한국지역난방공사 등의 자체점검결과로 갈음토록 특례 제정
- 하지만 한국지역난방공사 6개 지사가 산업통상자원부에 작성·제출한 총 14건의 자체검사 결과보고서를 확인한 결과 14건 모두 누설의심지점(감시시스템 절연저항 값 저하구간, 지열발생구간 등)이 다수 존재함에도 해당 지점에 대한 굴착확인 등 없이 단순 육안조사만 실시하여 누설 없음으로 합격 판정

(다) 열수송시설 점검원 배치·승인 및 근태관리 부적정

- 한국지역난방공사는 열수송시설 점검·진단을 위해 계약을 맺어 용역 점검원 등의 배치·승인 및 근무실태를 지도·감독하면서
- 자격미달자 또는 관련 분야 무경력자 4명을 점검원으로 부당하게 승인하였고, 점검원 33명이 사전 승인 없이 근무시간 중 5회(18일) 입원하는 등 불성실하게 근무하고 있는데도 관리·감독방안 마련 없이 방치

이에 대하여 산업통상자원부장관에게 열수송관 관리대책 등을 지도·감독하는 방안을 마련하도록 통보하는 한편, 한국지역난방공사에 시험기관 평가결과를 임의로 수정하여 결과보고한 관련자에 대해 주의요구하는 등 조치기관에 총 11건의 감사결과를 처분요구하거나 통보하였다.

2. 처분요구와 통보사항

가. 명세: 별첨

감 사 원

주의요구 및 통보

제 목 관로 유지보수 및 중·장기 관리대책 부적정

소 관 기 관 ① 산업통상자원부 ② 한국지역난방공사

조 치 기 관 ① 산업통상자원부 ② 한국지역난방공사

내 용

1. 감시시스템을 활용한 관로 유지보수 부적정

가. 업무개요

한국지역난방공사(이하 “난방공사”라 한다)는 열수송관 총 2,240km×2열을 지중에 설치·운영하면서 열수송관의 누수 여부 등을 파악하여 보수 등에 활용하고자 ○○지사 등 18개 지사의 전체 배관에 “열배관 감시시스템”을 구축·운영하고 있고 유지보수용역 계약²⁾을 맺어 감시시스템을 점검·보수하고 있다.

난방공사는 열수송관 보온재³⁾ 내부에 감지선(Ni-Cr선, Cu선)을 설치하여 보온재 내 수분 함유량에 따라 변화하는 절연저항 값을 측정하는 방식으로 감시시스템을 운영하는데 위 감지선이 끊어지거나(단선) 절연저항 값이 변화할 경우 이를 감지하여 이상신호(단선 여부, 절연레벨 저하⁴⁾ 등)를 발생하게 되며 위 이상신호를 측정하는 방법에 따라 [표 1]과 같이 중앙감시루프·현장감시루프·미감시루프로 구분하고 있다.

2) 감시시스템 유지보수용역을 1996. 5. 1.부터 2018. 12. 31.까지는 ♥♥가 수행하였으며 2019. 1. 1.부터는 한국지역난방공사 자회사인 지역난방안전주식회사가 수행 중

3) 열수송관은 열손실을 최소화하기 위해 강관·보온재·외관으로 구성된 이중보온관을 사용

4) 감지선의 절연저항 값이 변화하게 되면 감시시스템은 저항값에 따라 총 13단계의 레벨(1~12, 0)로 분류하게 되며 절연레벨이 1 ~ 5가 되면 누수가 의심되는 것으로 판단함

[표 1] 이상신호 측정방법에 따른 루프^{주)} 분류

분류	이상신호 측정방법
중앙감시루프	■ 열수송관에 설치한 감지선에서 감지되는 이상신호 등의 데이터를 원격(통신)으로 중앙서버에 전송하여 자동으로 입력하는 루프
현장감시루프	■ 열수송관에 설치한 감지선에서 감지되는 이상신호 등의 데이터를 현장에서 직접 확인하여 중앙서버에 입력하는 루프
미감시루프	■ 루프 내 열수송관 감지선의 단선 등이 다중 발생하여 감지선을 활용한 상태감지가 불가능한 루프

주: 열수송관 네트워크상에서 감지선을 연결하여 만든 환상 회선을 말하며, 감시장치 성능 등을 고려하여 통상 1km 내외로 구성

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

나. 판단기준

난방공사가 1999년 4월 열수송관 보온재에 설치한 감지선의 단선 원인을 파악하기 위해 수행한 “환경요인으로 인한 열배관 및 감지선의 부식방지에 관한 연구”(충청대학교 수행)에 따르면 단선된 감지선 54개소를 분석한 결과, 67%가 열수송관 내에 유입된 수분 등으로 인해 발생한 응력부식⁵⁾으로 단선된 것으로 확인되는 등 감지선 단선은 주로 수분 침투에 의한 열수송관의 보온재 손상이나 강관의 부식으로 발생하게 된다.

또한 이번 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 감시시스템의 이상신호 발생지점 10개소⁶⁾를 굴착하여 확인한 결과, [별표 1] “감지선 단선 및 절연레벨 저하 구간 점검결과”와 같이 감시시스템의 감지선 단선 신호 발생지점 2개소 모두 감지선이 단선되어 있었고 절연레벨 저하 신호 발생지점 8개소 중 2개소에서 부식으로 열수송관에 구멍이 생겨 온수가 유출되고 있었으며 5개소에서는 열수송관 보온재에 물이 스며들어 손상이 진행되고 있는 것이 확인되는 등 감시시스템이 제공한 이상신호의 신뢰성이 매우 높았다.

5) 자재가 수분 침투 등 부식환경에서 응력(힘)을 받아 나타나는 부식 현상

6) 감시시스템의 감지선 단선 신호 발생지점: 2개소, 감시시스템의 절연레벨 저하 신호 발생지점: 8개소

따라서 난방공사는 감시시스템을 운영하여 열수송관의 손상 여부 등을 실시간 감시하면서 관로 손상 등을 의미하는 이상신호가 발생할 경우 해당 지점을 굴착하여 감지선 단선 및 관로 손상 여부 등을 확인한 후 감시시스템 및 관로를 복구하는 것이 타당하다.

다. 감사결과 확인된 문제점

그런데도 난방공사는 감시시스템 특정 감시구간의 이상신호 발생지점을 확인하고서도 감지선 단선 및 관로 손상 등을 복구하지 않고 방치하다가 동일 구간 내에 감지선 단선이 추가되어 더 이상 해당 지점을 찾을 수 없게 되면⁷⁾ 해당 구간 전체를 미감시루프로 분류한 후 해당 관로 구간에 대해 감시시스템을 활용한 감시를 포기하는 방식으로 감시시스템을 운영하고 있었다.

이에 감사원 감사기간 중 이 건 감시시스템의 총 8,623개 루프를 확인한 결과, 미감시루프가 2016년 1,778개에서 2019년 2,245개로 25% 이상 증가하였고, 특히 [표 2]와 같이 1993년 이전에 조성된 1기 신도시(■, ●, ◆, ▲, ◎) 등의 지역은 49%(총 3,919개 루프 중 미감시루프가 1,908개)가 미감시루프로 분류되어 있는데도 난방공사는 위 미감시루프로 분류한 구간에 어느 정도의 관로 손상이 있는지도 파악하지 못하는 실정이다.

그 결과 감시시스템 이상신호를 활용한 열수송관의 적기 보수가 불가능해졌고 미감시루프로 분류된 구간에 열수송관 보온재 손상이나 강관 부식 등이 발생한 것으로 보이는데도 이에 대한 감시가 불가능하여 사실상 관리 사각지대로 방치되어 있다.

7) 한 루프에 감지선의 단선 부위가 2개소 이상 발생하면 단선의 위치 파악이 불가

[표 2] 설치연도별 감시시스템 이상신호 등 측정방식(2019년 3월 기준)

(단위: 루프)

구분			총 루프수	중앙감시루프	현장감시루프	미감시루프
1993년 이전 설치 지역	1기 신도시	▣▣	1,220	345	200	675
		◎◎	962	338	361	263
	◆◆(△△)		502	118	92	292
	◎◎		1,235	255	302	678
소계			3,919(100%)	1,056(27%)	955(24%)	1,908(49%)
1993년 이후 설치 지역	●●, ●●, ●●, ●●, ■■, ■■		3,237	1,346	1,556	335
	▣▣, ▣▣, ▣▣, ▣▣ 등		1,467	1,441	24	2
총계			8,623(100%)	3,843(45%)	2,535(29%)	2,245(26%)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

2. 열수송관 중 · 장기 유지관리대책 수립 · 추진 부적정

가. 업무개요

난방공사는 열수송관 상태를 진단하기 위해 2010. 7. 6. 수립한 “열배관 잔여 수명평가 시행방안”에 따라 운영 중인 열수송관의 잔여수명⁸⁾ 평가를 독일☆☆연구소⁹⁾에 의뢰¹⁰⁾하였고, 2012년 6월 위 연구소로부터 위 잔여수명 평가결과보고서를 제출받아 2012. 10. 31. “열배관 보온재 수명평가 결과보고”를 작성하여 열수송관의 기대수명(실제 사용기간 + 잔여수명)을 보고하였다.

이후 난방공사는 위와 같이 보고된 열수송관의 기대수명을 반영하여 2014. 11. 21. “장기사용 열배관의 단계적 교체” 추진과제 등을 포함하여 “열배관시설 중 · 장기 유지관리 Master Plan”(이하 “Master Plan”이라 한다)을 수립하였고 이후 2018. 4. 23. 장기사용 열수송관 총 374km×2열을 순차적으로 교체하는 이행계획 등을 포함하여 “장기사용 열수송관 종합관리대책”을 수립하였다.

8) 열수송관은 전체 구성요소(강관 · 보온재 · 외관)가 상호 접촉되었다는 전제하에 설계되기 때문에 일체화 구조가 파괴되는 시점을 수명으로 평가하며, 운영 중인 열수송관의 일체화 구조가 파괴되기까지 남은 기간을 잔여수명이라고 함

9) 지역난방 열수송관 전문연구소로 열수송관 노화시험 · 보온성능 시험 등을 위한 연구설비를 보유하고 있음

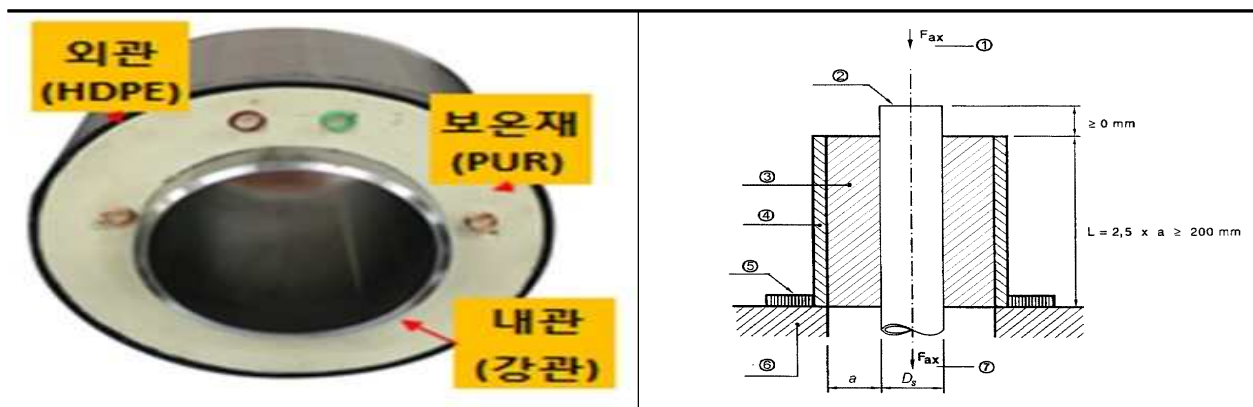
10) 난방공사는 7개 지사에서 설치 · 운영 중인 열수송관을 굴착하여 시편 총 24개를 제작한 후 위 연구소에 평가를 의뢰함

한편, 산업통상자원부는 「집단에너지사업법」 제43조 등에 따라 난방공사의 열공급시설(열수송관, 열원시설 등) 설치·운영 업무 등을 지도·감독하고 있다.

나. 판단기준

열수송관은 [그림]과 같이 강관, 보온재(PUR: Poly Urethane Reactive) 그리고 외관(HDPE: High-Density Polyethylene)으로 구성된 이중보온관으로 전체 구성요소가 상호 접착되어 하나의 시스템으로 거동한다는 전체 아래 구조 안전성 등이 검토되고 설계되기 때문에 강관과 보온재의 접착력이 0.12MPa 이하로 떨어지는 등 일체화된 구조로 거동할 수 없을 때 수명이 종료한 것으로 판단한다.

[그림] 열수송관 구성도 및 접착력 측정방법



자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

따라서 난방공사에서 수명이 종료한 관로의 교체 계획 등 중·장기 유지관리계획을 수립하기 위해 사용 중인 열수송관에서 무작위로 표본 추출하여 잔여수명을 결정할 때에는 전문시험기관의 분석결과를 왜곡없이 반영하여야 하며, 위 잔여수명 평가결과를 기초로 열수송관에 대한 Master Plan 및 연차별 세부 추진 과제를 수립한 때에는 이를 계획대로 이행하되 지연 등으로 계획을 수정해야 할 경우에는 위 관리대책을 변경한 후 세부 추진과제를 조정한 후 이를 계속 추진하는 것이 타당하다.

다. 감사결과 확인된 문제점

그런데 난방공사 ○처 □팀 A는 2012. 6. 14.과 같은 해 6. 26. 독일☆☆연구소로부터 열수송관 시편 총 24개의 잔여수명 평가결과 등을 제출받은 후 위 연구소의 평가결과에 대한 이의제기나 재산정 등의 요청을 하지 않은 채 [별표 2] “독일☆☆연구소 평가결과 및 한국지역난방공사 재산정 결과”와 같이 열수송관 시편 24개의 잔여수명을 임의로 수정한¹¹⁾ 후 같은 해 10. 31. 위 임의 수정한 평가결과가 독일☆☆연구소의 평가결과인 것처럼 “열배관 보온재 수명평가 결과보고”를 작성하였다.

A는 열수송관 시편 각각의 사용기간과 잔여수명을 더한 값을 기대수명이란 명명하고 [별표 2] “독일☆☆연구소 평가결과 및 한국지역난방공사 재산정 결과”와 같이 독일☆☆연구소의 평가결과와는 다른 본인이 임의 수정한 평가결과를 기초로 시편별 기대수명을 산출하였다.

이후 A는 위 시편별 기대수명 자료를 근거로 전체 열수송관의 평균 기대수명을 산출하면서 본인이 재산정한 열수송관 시편별 기대수명 중 40년 이하로 산출된 6개 시편에 대해 제품 불균질성이 의심된다고 임의로 제외한 후 나머지 시편 자료만으로 전체 열수송관의 기대수명이 40 ~ 90년 이상이라고 결론내렸고, 이후 같은 부서 차장 B와 팀장 C에게만 위와 같이 열수송관 기대수명을 산출한 경위 등을 보고하여 2012. 10. 31. “열배관 보온재 수명평가 결과보고” 결재를 받았다.

하지만 감사원 감사기간 중 [별표 2] “독일☆☆연구소 평가결과 및 한국지역

11) 난방공사 A는 독일☆☆연구소의 평가결과보고서에 제시된 열수송관 기대수명 평가결과가 불합리하다고 자체판단한 후 기대수명이 높게 산정되는 방법으로 기대수명을 임의 수정하면서, 그 결과에 대해 전문기관 신뢰성 확인 절차 등을 이행하지 않음

난방공사 재산정 결과”와 같이 독일☆☆연구소의 잔여수명 평가결과를 확인한 결과, 총 23개¹²⁾ 열수송관 시편¹³⁾ 중 11개 시편의 잔여수명이 0 ~ 24.8년인 것으로 되어 있는 등 난방공사에서 평가한 기대수명 40 ~ 90년에 미달하는 것으로 나타났다.

특히 난방공사 □□지사에서 굴착한 3개의 열수송관(설치연도: 1987년) 시편의 경우 1개는 잔여수명이 2년, 다른 1개는 수명이 다한 것으로 평가되어 해당 시편을 굴착한 지역의 열수송관 교체 필요성에 대한 심도 깊은 검토가 필요한 상황이었다.

그런데도 난방공사는 2014. 11. 21. Master Plan을 수립하면서 위 “열배관 보온재 수명평가 결과보고”에 따라 열수송관 기대수명이 40년 이상이라는 전제 하에 열수송관에 대한 “Risk map 구축 및 운영”, “열배관 수명연장 및 효율성 평가 시행”, “장기사용 열배관 체계적 관리” 등의 세부 추진과제만을 마련하였을 뿐 열수송관의 교체 등 수명 종료에 대비한 유지관리계획은 반영하지 못하였다.

한편, 난방공사는 2014년 11월 Master Plan 수립 시 “장기사용 열배관의 단계적 교체”를 위해 열수송관의 건전성을 평가하여 각 지사별 중·장기 교체 계획을 수립한 후 2018년부터 열수송관 교체 공사를 시작하는 것으로 계획하였으나, 배관의 노후화 정도를 등급화하여 만든 위험현황도를 중·장기 교체계획에 반영하는 것이 어렵다고¹⁴⁾ 2017년 경(정확한 날짜 모름) 자체 결론내린 채 관로 건전성 평가 등 후속 조치를 수행하지 않았다.

12) 위 평가결과보고서에 따르면 총 24개 시편 중 1개가 오염되었다는 사유로 기대수명 산정에서 제외하였음

13) 위 공사가 열수송관 잔여수명 평가를 위해 운영 중인 배관을 굴착·절단한 시편

14) 난방공사는 2015년부터 열수송관의 수분 침투 여부 및 강관의 이론적 부식속도 등을 반영하여 노후화 정도를 계량화하여 위험현황도를 만들었으나, 위 위험현황도 등급과 열수송관 실제 상태의 차이가 커서 반영하기 어렵다고 판단함

또한 난방공사는 1998년 이전에 설치한 열수송관에서 결함이 집중적으로 발생하고 있는 등으로 관리 한계에 봉착하였다며 Master Plan과 별도로 2018. 4. 23. “장기사용 열수송관 종합관리대책”을 수립하면서 장기사용 열수송관 총 374km×2열을 순차적으로 교체(20년간, 총투자비: 1.5조 원)하되 2018년 10월까지 중기대책 이행계획(장기사용 열수송관 5개년 중기 종합관리대책)을 마련하기로 하였으나 2019년 3월 감사일 현재까지도 아무런 조치를 하지 않고 있다.

이에 대하여 산업통상자원부는 위와 같이 난방공사가 Master Plan, “장기 열수송관 종합관리대책” 등 열수송관에 대한 중·장기 유지관리대책을 제대로 수립·추진하지 않고 있는에도 계획의 적정성 및 이행상황 등을 확인하지 않고 그대로 두는 등 지도·감독을 소홀히 하고 있다.

그 결과 1980년대 말 최초 설치되어 20년 이상 노후화된 열수송관이 급속히 증가(2019년 30% → 2024년 45%)되는데도 관로의 보수 또는 교체가 적기에 이루어지지 않아 열수송관의 파손 등으로 인한 사고 발생의 위험성이 증가할 우려가 있다.

관계기관 의견

한국지역난방공사는 감사원 감사결과를 수용하면서 ■■■·◆◆지사 등 지역 난방사업 초기지역의 경우 통상 사용연수가 20년 이상으로 기존 열수송관 및 감시시스템의 이상부위를 찾아 이를 보수·복구하기보다는 연차별로 구간을 정해 배관 및 감시시스템을 새로이 시공하는 것이 더 경제적이며 ■■■ 등 2기 신도시 지역은 사용연수가 10년 내외로 감시시스템이 정상 작동하는 구간이 대부분이므

로 이상신호 발생 지점에 대해 관로 및 감시시스템의 보수공사를 시행하는 등으로 감시시스템을 통한 열수송관 유지관리를 실시하겠다는 의견을 제시하였다.

산업통상자원부도 앞으로 한국지역난방공사 등이 수립·추진하는 열수송관 중·장기 관리대책에 대해 이행 여부를 확인하는 방안을 마련하는 등 장기사용 열수송관의 적절한 유지관리 방안 마련에 노력하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항

산업통상자원부장관은 한국지역난방공사가 열수송관을 안전하게 관리하도록 장기사용 열수송관에 대한 중·장기 유지관리대책 수립 및 추진에 대해 적절한 지도·감독 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

한국지역난방공사 사장은

- ① “열배관 감시시스템”의 감지선 단선, 절연레벨 저하 등 이상 지점에 대해 굴착 후 관로 또는 감지선 보수를 적기에 실시하는 등 “열배관 감시시스템”과 연계된 시의성 있는 열수송관 유지보수 방안을 마련·시행하고
- ② 장기사용 관로에 대해 합리적인 잔여수명 평가를 실시한 뒤 이를 기초로 열수송관 수명이 종료될 것으로 분석되는 구간에 대해서는 긴급점검을 실시하는 등 안전관리를 강화하는 단기 대책과 함께 중·장기적으로는 이를 연차적으로 교체하는 계획을 포함하는 “열배관시설 중·장기 유지관리 master plan”을 마련·시행하는 등 열수송관을 안전하게 관리하는 방안을 강구하며(통보)
- ③ 앞으로 전문기관의 시험평가 결과를 임의로 수정하여 보고하는 일이 없도록 관련 업무를 철저히 하고

④ 관련자에게는 주의를 촉구하시기 바랍니다.(주의)

[별표 1]

감지선 단선 및 절연레벨 저하 구간 점검결과

구분	지사	루프 번호	절연레벨	감지선 상태	굴착 일자	굴착 결과
감지선 불량 구간	●●	-	11	단선	2019. 3. 11.	▶ 보온재 정상 ▶ 감지선 단선 확인 ▶ 단선원인: 감지선이 강관에 밀착되어 강관의 고온으로 인한 단선 추정
	◆◆	-	5	단선	2019. 3. 26.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 감지선 단선 확인 ▶ 단선원인: 장기사용으로 인한 감지선 열화 또는 장력 변화에 따른 인장강도 약화로 추정
절연 레벨 저하 구간	●●	-	5	정상	2019. 3. 12.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 감지선 정상
	■●	-	3	정상	2019. 3. 21.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 보온재 일부 탄화 진행 ▶ 감지선 정상
	○○	-	5	정상	2019. 3. 25.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 강관 핀홀로 인한 누수 발생 ▶ 감지선 정상
	○○	-	3	단락	2019. 3. 26.	▶ 강관 부식으로 인하여 핀홀 발생 ▶ 핀홀로 인하여 누수 발생 ▶ 감지선 단락 추정 (누수로 인하여 감지선 단락 여부 확인이 불가하였으나 임시 조치 후 재측정 시 감지선 정상으로 표기하는 것으로 보아 굴착 위치의 단락 발생 추정)
	◎◎	-	5	정상	2019. 3. 28.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 감지선 정상
	◎◎	-	4	정상	2019. 3. 29.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 감지선 정상
	■■	-	4	정상	2019. 3. 28.	▶ 보온재 내부 외부 유입수 침투 ▶ 감지선 정상
	●●	-	4	정상	2019. 3. 28.	▶ 보온재 정상 ▶ 감지선 정상 (인출선 피복손상부에 수분 침투로 인한 절연레벨 저하 추정)

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 2]

독일☆☆연구소 평가결과 및 한국지역난방공사 재산정 결과

(단위: 년)

연번	관경	시편명	굴착지사	설치연도	사용기간 ^{주)} (A)	독일☆☆연구소 평가결과		한국지역난방공사 재산정 결과	
						잔여수명 (B)	기대수명 (A+B)	잔여수명 (C)	기대수명 (A+C)
1	125A	-	○○○	1993	16.6	8.1	24.7	16.4	33
2		-	○○○	1995	14.6	31.0	45.6	47.4	62
3		-	○○○	1993	16.8	7.7	24.5	10.2	27
4		-	○○○	1993	16.8	20.4	37.2	36.2	53
5		-	■ ■	1993	17.5	85.8	103.3	99.5	117
6		-	■ ■	1996	14.1	49.5	63.6	66.9	81
7		-	● ●	1996	14.1	83.7	97.8	77.9	92
8		-	● ●	1996	14.1	44.9	59.0	61.9	76
9		-	● ●	1998	12.1	24.8	36.9	34.9	47
10		-	● ●	1998	12.1	14.0	26.1	22.9	35
11		-	○○○	1993	16.6	42.0	58.6	63.4	80
12		-	■ ■	1993	16.6	평가하지 않음		208.4	225
13	300A	-	○○○	1995	15.1	16.7	31.8	27.9	43
14		-	□ □	1987	23.1	5.3	28.4	14.9	38
15		-	□ □	1987	23.1	2.1	25.2	40.9	64
16		-	□	1987	23.1	0	23.1	36.9	60
17		-	■ ■	1993	17.1	44.6	61.7	52.9	70
18		-	■ ■	1996	17.1	50.2	67.3	56.9	74
19		-	● ●	1998	12.1	1.2	13.3	5.9	18
20		-	● ●	1998	12.1	13.4	25.5	19.9	32
21		-	● ●	1996	14.1	74.6	88.7	121.9	136
22		-	● ●	1996	14.1	36.1	50.2	54.9	69
23		-	● ●	1996	14.1	124.8	138.9	169.9	184
24		-	○○○	1998	12.1	33.0	45.1	28.9	41

주: 수명평가를 위해 열수송관을 실제 굴착한 시점(2010년)을 기준으로 사용기간을 산정

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

감 사 원

통 보

제 목 열공급시설 정기검사 규정 불합리

소 관 기 관 산업통상자원부

조 치 기 관 산업통상자원부

내 용

1. 업무개요

산업통상자원부는 「집단에너지사업법」 제23조 등에 따라 열수송관 누설검사 등 열공급시설의 정기검사(1회/년)를 실시하고 있다.

2. 관계법령 및 판단기준

「집단에너지사업법」 제23조 및 「열공급시설의 검사기준」 제2조 등에 따르면 산업통상자원부는 집단에너지 사업자의 열공급시설에 대해 정기검사를 하도록 되어 있는데 이는 운전성능 및 안전관리 여부를 검증하는 절차이다.

또한 「열공급시설의 검사기준」 제38조에 따르면 정기검사 중 열수송관 누설 검사는 검사대상 구간의 열수송관에 대해 육안 또는 열수송관에 설치한 감시시스템¹⁵⁾의 절연저항 값 변화로 누설 여부를 판정하도록 되어 있다.

한편, 다량의 온수가 누설되어 지표면까지 새어나올 경우에만 지표면에서 육안으로 누설 여부 확인이 가능하며 열수송관의 보온재 및 강관 손상 등으로 인해 미량의 열 또는 온수가 외부로 새어나가는 경우에는 지표면의 육안조사로

15) 열수송관 내부에 설치된 전선의 절연저항 값을 측정하여 열수송관 누설 등에 의한 보온재 수분 침투 여부를 감시하는 시스템

이를 파악할 수 없고 열수송관 감시시스템이나 지열 측정장비(열화상카메라 등) 등으로 이상지점을 선별한 후 굴착 조사 등을 통해 누설 여부 확인이 가능하다.

따라서 위 관서는 객관성을 확보할 수 있는 자로 하여금 열수송관 누설검사 등 정기검사를 실시하게 하는 등 검사의 신뢰성을 높일 수 있도록 검사기준을 마련하여야 한다.

3. 감사결과 확인된 문제점

그런데 위 관서는 「집단에너지사업법」 제23조 제3항에 따른 검사기준을 마련하면서 열수송관 누설검사 등 정기검사 결과를 집단에너지 사업자가 작성·제출하는 자체검사결과로 갈음하도록 하는 검사특례(「열공급시설의 검사기준」 제40조)를 규정하여 정기검사를 사실상 사업자의 자체검사에 맡기고 있었다.

이에 한국지역난방공사 ○○지사 등 6개 지사는 정기검사대상 열수송관 구간에 대해 지표면 육안조사만으로 누설이 없다고 판단한 후 자체검사결과보고서의 누설검사 항목을 합격으로 작성하여 위 관서에 제출하고 있다.

이번 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 한국지역난방공사 ○○지사 등 6개 지사에서 작성·제출(2017~2018년)한 총 14건의 자체검사결과보고서를 검토한 결과 위 결과보고서에서는 소관 관로 전체가 누설이 없다고 판정되어 있었으나, [표]와 같이 14건 모두 검사 시점에 대상 구간 내 누설의심구간(지열 발생 구간, 감시시스템의 집중·관찰구간)이 다수 존재하고 있음에도 이에 대한 굴착조사 등 누설 여부 확인조치가 없었던 것으로 나타났다.

[표] 자체검사결과 및 지열 발생 구간감시시스템 절연저항 값 내역

(단위: km)

연도	지사명	자체검사결과보고서		지열발생 구간 개소	감시시스템 절연저항 값			
		작성일자	누설검사		정상구간	집중관찰구간 (누설의심구간)	감시불가 구간	계
2017년	○○○	2017. 10. 16.	합격	14개소	266	32	132	430
	○○○	2017. 11. 29.	합격	24개소	134	34	280	448
	◆◆(▲▲)	2017. 2. 15.	합격	0개소	66	0	6	72
	◆◆(◆◆)	2017. 1. 24.	합격	38개소	19	1	146	166
	■■■	2017. 10. 30.	합격	6개소	254	26	148	428
	●●	2017. 10. 24.	합격	1개소	275	27	30	332
	●●	2017. 12. 15.	합격	3개소	182	9	68	259
2018년	○○○	2018. 12. 21.	합격	17개소	255	29	144	428
	○○○	2019. 3. 6.	합격	53개소	137	44	284	465
	◆◆(▲▲)	2018. 3. 2.	합격	0개소	67	1	6	74
	◆◆(◆◆)	2017. 12. 18.	합격	26개소	21	1	146	168
	■■■	2018. 10. 1.	합격	5개소	284	32	134	450
	●●	2018. 11. 5.	합격	4개소	278	25	30	333
	●●	2018. 11. 15.	합격	4개소	219	16	26	261

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

이에 대해 위 관서는 사업자가 위와 같이 작성한 자체검사결과보고서를 제출받아 위 검사특례에 따라 그대로 인정하여 정기검사를 합격으로 처리하고 있었다.

그 결과 열수송관의 손상을 적기에 발견하지 못하여 대형사고가 발생할 우려가 있다.

관계기관 의견 산업통상자원부는 감사원 감사결과를 수용하면서 「열공급시설의 검사기준」 제40조 등을 개정하여 집단에너지 사업자의 자체검사결과에 대해 현장 확인하는 등 열수송관 정기검사를 강화할 예정이며 열수송관의 안전관리체계를 개선하여 전주기적 안전관리 강화방안을 추진하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 산업통상자원부장관은 열수송관 정기검사 결과의 객관성과 정확성을 확보할 수 있도록 「열공급시설의 검사기준」에서 정하고 있는 검사주체 및 누설 여부 판정 관련 규정 등을 개선하는 방안을 마련하시기 바랍니다.

(통보)

감 사 원

주의요구 및 통보

제 목 열수송시설 점검원 배치·승인 및 근태관리 부적정

소 관 기 관 한국지역난방공사

조 치 기 관 한국지역난방공사

내 용

1. 업무개요

한국지역난방공사는 2017. 8. 4. ●●과 “2017년 파주시사 열수송관공사” 계약 (발주처: 파주시사, 계약금: 1,399,190천 원)을 체결¹⁶⁾하는 등 총 18개 지사에서 열수 송시설 점검 및 진단을 위해 점검원 배치를 승인하거나 현장에 배치된 점검원의 근 무실태를 관리·감독하고 있다.

2. 관계 법령 및 판단기준

위 계약 지방서 II. 1. 2.에 따르면 계약상대자는 열수송시설의 점검·진단업무 수행을 위해 관련 자격증 및 경험 등 [표 1]의 선정기준을 만족하는 사람을 선정¹⁷⁾·신청하여 감독원의 승인을 받은 후 점검원 등을 배치하도록 되어 있고, 위 계약 지방서 I. 6.에 따르면 계약상대자는 점검 및 진단 인원 출근부를 비치·관리하여 감독원의 확인을 받도록 되어 있다.¹⁸⁾

16) 위 공사는 열수송시설 점검 및 진단을 위해 계약을 체결하면서 장기사용 열수송관 비율이 높은 강남지사 등 5개 지사는 유지보수공사와 점검 및 진단용역을 분리하여, 나머지 수원지사 등 13개 지사는 유지보수공사에 점검 및 진단용역을 포함하여 계약을 체결함

17) 2016년 계약 시에는 점검 및 진단 업무를 1년 이상 수행한 경험이 있는 사람을 착수계 제출 시 1회에 한하여, 그리고 2017년 계약 시에는 적격인원 확보 지연 등으로 업무 공백이 발생할 경우 감독원의 승인하에 한시적으로 2016년 점검 및 진단용역에 참여한 사람을 자격이 있는 사람 대신 배치할 수 있음

[표 1] 점검원 및 진단원 선정기준

구 분		선정기준
선임 진단원		㉠ 「건설기술 진흥법」에서 정한 고급기술자(토목 및 기계분야) 이상 ㉡ 열배관공사 및 열배관시설 유지보수공사 업무를 8년 이상 수행한 경험이 있는 자
점검원 및 진단원	조장	㉠ 「건설기술 진흥법」에서 정한 중급기술자(토목 및 기계분야) 이상 ㉡ 열배관 점검원 및 진단원 업무를 5년 이상 수행한 경험이 있는 자
	조원	㉠ 「건설기술 진흥법」에서 정한 초급기술자(토목 및 기계분야) 이상 ㉡ 열배관공사 및 열배관시설 유지보수공사 업무를 3년 이상 수행한 경험이 있는 자

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

따라서 위 공사는 열수송시설 점검·진단을 위한 계약을 체결할 때 계약상대가 선정·신청한 점검원 등의 자격이 선정기준에 미달되는지 확인하여 경력 등 미달자에 대해서는 교체 등 필요한 조치를 해야 하고, 용역 착수 이후에는 계약상대자의 출근부 등을 토대로 주기적으로 근무실태를 확인하는 등 열수송시설이 제대로 점검·진단되고 있는지 지도·감독하여야 한다.

3. 감사결과 확인된 문제점

그런데 위 공사 파주시사 D는 2016. 8. 29. 열수송시설 점검·진단용역의 계약상대자(●●)로부터 점검원 E 등 2명의 점검원 배치 승인 신청을 제출받아 이를 검토하면서 E의 경우 관련 자격·경력이 없어 선정기준에 미달되는데도 다른 분야(통신) 경력을 정당한 경력으로 인정한 채 부팀장 F, 팀장 G에게 보고한 후 E를 점검원으로 배치하도록 구두로 승인하였다.

또한 위 공사 수원지사 H는 2016. 8. 8. 열수송시설 점검·진단용역의 계약상대자(■)로부터 I을 점검원(조장)으로 배치하겠다는 승인 신청을 제출받아 선정기준에 부합하는지 검토하면서 ■가 허위로 작성·제출한 이력서를 그대로 인정¹⁸⁾하여 I을 배치하도록 승인하는 등 [표 2]와 같이 파주시사 등 4개 지사에서 선정기준

18) 위 계약 시방서 II. 1. 4.에 따르면 감독원은 점검원 등에 대해 성실도를 평가하여 용역 참여 제한 등의 조치를 하도록 되어 있음

19) 위 공사 수원지사 H는 위 ■로부터 법인 인감도장으로 원본대조필이 날인된 I의 이력서를 제출받음

에 미달되는 4명에 대해 교체 등의 조치 없이 점검원으로 배치 승인하여 2019년 3월 감사일 현재까지 근무²⁰⁾하도록 하고 있다.

[표 2] 선정기준 미달 점검원 배치 내역

연번	담당 지사	담당자	결재권자	승인일	성명	선정기준 미달사유	승인 사유	근무기간
1	파주	D	F G	구두 승인	점검원(조원) E	관련 경력 없음	다른 분야(통신) 자격 임의 인정	2016년 8월 ~ 현재까지
2	수원	H	J K	2016. 8. 12.	점검원(조장) I	관련 경력 미달 ¹⁾	계약상대자가 허위 서류 제출	2016년 8월 ~ 현재까지
3	김해	L	M N	2017. 3. 30.	점검원(조원) O	관련 경력 없음	무자격자 임의 배치	2017년 3월 ~ 현재까지
4	분당	P	Q R	2016. 10. 1.	점검원(조원) S	관련 경력 미달 ²⁾	계약 시방서 관련 조 항 미인지 ³⁾	2016년 10월 ~ 현재까지

주: 1. I은 관련 경력이 약 3년으로 점검원(조장) 선정기준인 관련 경력 5년에 미달
 2. S은 관련 경력이 약 1년으로 점검원(조원) 선정기준인 관련 경력 3년에 미달
 3. 시방서의 특례에 따라 한시적(1년) 배치만 가능한 인원을 1년이 초과된 후에도 계속 배치
 자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

또한 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 위 공사의 열수송시설 점검·진단 용역 점검원 등의 근무실태를 확인한 결과, 위 공사 중앙지사 점검원 T은 2018. 8. 4.부터 8. 18.까지 폐렴 등으로 15일간 입원하면서 2일만 휴가를 내고 나머지 근무일 9일은 무단 결근하였으며, 강남지사 점검원 U은 2018. 3. 7.부터 같은 해 12. 31.까지 근무기간 중 근육통 등을 이유로 근무지를 185회 무단 이탈하여 병원 외래 진료를 받은 것으로 나타났다.

이를 비롯하여 [별표] “점검원 및 진단원의 미승인 입원 및 외래 진료 현황”과 같이 점검원 및 진단원 33명이 근무기간 또는 근무시간 중 797회에 걸쳐 사전 승인 없이 외래 진료를 받거나 5회(18일) 입원하는 등 불성실하게 근무하는데도, 위 공사는 점검원의 근무실태를 확인하지 않은 채 방치하였을 뿐 아니라 2019. 3. 1. 열수송시설 점검·진단 등을 목적으로 설립한 자회사(지역난방안전주식회사)에 위 33

20) 한국지역난방공사는 2019. 3. 1. 열수송시설 점검·진단 등을 목적으로 설립한 자회사(지역난방안전주식회사)에 E 등 4명을 정규직으로 채용함

명 중 U 등 21명을 정규직으로 채용하였다.

그 결과 열수송시설 손상 등으로 인한 열수송관 누설 등 이상징후를 제때 발견하지 못하는 등 열수송관 점검·진단이 제대로 이루어지지 않아 사고 대처가 지연될 수 있다.

관계기관 의견 한국지역난방공사는 감사원 감사결과를 수용하면서 점검원을 대상으로 기술 직무교육을 하여 업무 수행능력을 높이고, 점검원의 경력을 사실과 다르게 작성하여 제출한 계약대상자에 대하여는 사실관계 확인 등을 거쳐 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제76조에 따른 부정당업체로 제재할 예정이며, 점검원 근무 태만에 대하여는 동일 사안이 재발하지 않도록 감독업무를 강화하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 한국지역난방공사 사장은

- ① 착공계에 첨부된 점검원 이력서에 경력을 사실과 다르게 작성하여 제출한 계약대상자(■)에 대해 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제76조에 따라 부정당업체로 제재하는 방안을 마련하고
- ② 열수송시설 점검원 등의 근무실태에 대해 주기적으로 현장 점검하는 등 근무실태 관리방안을 마련하며(통보)
- ③ 앞으로 열수송시설 점검·진단 용역에서 무자격자 등이 점검원으로 배치되지 않도록 점검원 배치 승인 관련 업무를 철저히 하고
- ④ 관련자에게는 주의를 촉구하시기 바랍니다.(주의)

[별표]

점검원 및 진단원의 미승인 입원 및 외래 진료 현황

(단위: 회)

연번	지사명	업체명	성명	근무시간 중 외래진료 횟수	근무시간 중 입원 횟수 (무단결근 일수)	소계
1	강남	■■■	-	26	1(1일)	27
2	"	"	U	185	-	185
3	"	"	-	11	-	11
4	"	"	-	28	-	28
5	"	"	-	7	-	7
6	"	"	-	14	-	14
7	고양	-	-	35	-	35
8	"	-	-	82	2(5일)	84
9	"	-	-	9	-	9
10	"	-	-	7	-	7
11	"	"	-	16	-	16
12	"	"	-	35	-	35
13	"	"	-	11	-	11
14	분당	-	-	13	-	13
15	"	"	-	15	-	15
16	"	"	-	9	-	9
17	"	"	S	6	-	6
18	"	"	-	15	-	15
19	"	"	-	14	-	14
20	"	"	-	6	-	6
21	"	"	-	10	-	10
22	"	"	-	24	-	24
23	중앙	-	-	28	-	28
24	"	"	T	19	1(9일)	20
25	"	"	-	9	-	9
26	"	"	-	9	-	9
27	"	"	-	13	-	13
28	용인	▲▲	-	23	-	23
29	"	"	-	11	-	11
30	"	"	-	16	-	16
31	"	"	-	56	1(3일)	56
32	"	"	-	8	-	8
33	"	"	-	27	-	27
합계	5개 지사	-	33명	797	5(18일)	801

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

감 사 원

주의요구 및 통보

제 목 열수송관 공공측량 및 성과 심사 수행 부적정

소 관 기 관 한국지역난방공사

조 치 기 관 한국지역난방공사

내 용

1. 업무개요

한국지역난방공사는 「국가공간정보 기본법」 제28조에 따라 구축한 열배관 지리정보시스템(이하 “지리정보시스템”이라 한다)을 최신화하고 정확도를 확보하기 위해 열수송관 설치·유지보수공사 시 신규 또는 변경된 공간정보 데이터베이스(Database, 이하 “D/B”라 한다) 등에 대해 공공측량을 실시하고 그 결과를 ▼▼에 제출하여 심사받은 후 위 시스템에 입력하게 하고 있다.

2. 관계 법령 및 판단기준

「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제17조 및 제18조에 따르면 공공측량 시행자는 공공측량²¹⁾을 하기 3일 전에 「공공측량 작업규정」에 따라 작성된 공공측량 작업계획서를 ▼▼장에게 제출하고, 공공측량 실시 후에 ▼▼장에게 공공측량성과 심사를 받도록 되어 있다.

그리고 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 시행령」 제3조, 「공공측량

21) 국가, 지방자치단체, 공공기관 등이 관계 법령에 따른 사업 등을 시행하기 위해 기본측량을 기초로 실시하는 측량을 말하며 공공측량성과의 정확도를 확보하기 위해 「공공측량 작업규정」에 따라 실시함

「작업규정」 제128조 및 제134조에 따르면 지하시설물(난방열관 등) 관리기관은 시설물을 설치·변경하는 경우 공사 완료 전에 시설물이 노출된 상태에서 공공측량을 실시하여 시설물도를 작성하도록 되어 있다.

한편, 한국지역난방공사는 이와 같이 열수송관을 신규 설치하는 사업과 함께 기존 관로가 누수되거나 밸브가 손상된 구간(통상 150m 이하) 등을 수리·교체하는 열수송관 유지보수공사도 시행하고 있다.

따라서 한국지역난방공사는 열수송관 위치정보의 정확성을 확보할 수 있도록 관계 법령에 따라 공공측량을 실시한 후 ▼▼장에게 그 성과품을 심사받아 지리정보시스템에 입력함으로써 공간정보 D/B의 정확성을 높여야 한다.

3. 감사결과 확인된 문제점

그런데 한국지역난방공사는 2008. 9. 8. “열배관 공사 공공측량 시행에 따른 측량기준 및 준공도면 작성기준 수립(안)”을 마련하면서 공공측량은 모든 열수송관 공사에 대해 실시하도록 하였으나, 공공측량성과 심사는 관련 법령에 위배되게 1km 이상 열수송관 공사에 대해서만 받도록 작성기준을 수립²²⁾한 채 감사일 현재까지 개선하지 않고 있다.

이에 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 위 공사가 발주·준공한 열수송관 설치·유지보수공사에 대해 공공측량 및 공공측량성과 심사 이행 여부를 확인한 결과, [별표 1] “공공측량 및 공공측량성과 심사 미실시 현황”과 같이 35건(총 준공길이: 58.3km)의 공사에 대해 ▼▼장에게 공공측량 작업계획서를 제출하지 않는 등 공공측량을 실시하지 않았고 이에 따라 공공측량성과 심사도 받을 수 없었

22) 위 공사는 2008. 9. 8. 위 작성기준 수립(안)을 마련하면서 구 「측량법」(2009. 12. 10. 법률 제9774호로 개정되기 전의 것) 제29조 및 제33조 등 열수송관 공공측량 관련 규정을 검토하지 않음

다.

또한 [표]와 같이 위 35건의 공사 중 14건은 「계약특수조건」 “GIS 공공측량 및 DB작성” 조항에 공사 준공 시 공공측량 및 성과 심사 대상공사는 측량성과 심사를 받은 후 그 결과를 제출하도록 명시하고도 공공측량은 물론 공공측량 성과 심사를 받지 않은 측량결과물을 그대로 제출받아 준공처리²³⁾한 것으로 나타났다.

[표] 유형별 공공측량 및 성과 심사 미실시 공사 건수

(단위: 건)

구분	「계약특수조건」의 공공측량성과 심사 과업반영 여부			합 계
	「계약특수조건」 반영, 과업비용 지급	「계약특수조건」 반영, 과업비용 미지급	「계약특수조건」 미반영, 과업비용 미지급	
건수	14	8	13	35

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

이에 위 공사가 공공측량 및 공공측량성과 심사를 이행하지 않은 위 35건의 열수송관 설치·유지보수공사를 대상으로 “실제 측량한 공공기준점²⁴⁾ 개소 수”와 “공공측량에 필요한 공공기준점 개소 수”를 비교·분석한 결과, [별표 2] “실제 측량 공공기준점 대비 필요 공공기준점 개소 수 내역”과 같이 30건의 열수송관 설치·유지보수공사에서 공공기준점 측량을 법정 기준²⁵⁾보다 적게 하였다.

■ (측량 공공기준점 미달 사례) “2012년 분당지사 열배관시설 유지보수공사”의 경우 「공공측량 작업규정」 제14조 등에 따라 측량해야 하는 공공기준점이 134개소인데도 실제로는 8개소(6%)만을 측량

이와 같이 공공측량을 실시하지 않은 채 지리정보시스템에 입력된 공간정보 D/B의 정확성을 확인하고자 “2014년 분당지사 열배관시설 유지보수공사” 등 2건

23) 위 공사는 위 작성기준 수립(안)에 1km 이하 열수송관 유지보수공사 등은 공공측량성과 심사를 받지 않도록 되어 있고, 유지보수공사의 특수성을 고려한 금액이 설계내역서에 반영되지 않았다는 등의 사유로 공공측량을 수행하지 않은 측량결과물로 준공함

24) 공공측량 시행자가 「공공측량 작업규정」에 따라 시행·설치한 측량기준점으로 공공삼각점·공공수준점이 있음

25) 「공공측량 작업규정」 제14조 등에 따르면 지형도상에서 기지점(공공측량성과를 알고 있는 기준점)의 현황을 고려하여 공사 위치에서 측량해야 하는 공공기준점 개소 수를 산정함

공사에서 10개소를 표본 조사한 결과, 총 8개소의 공간정보 D/B가 「공공측량 작업규정」 제142조에 따른 지하시설물 위치측량 정확도를 벗어나는 10cm 이상의 오차가 있는 것으로 나타났다.

그 결과 공공측량 및 성과 심사를 이행하지 않은 부정확한 공간정보 D/B가 지리정보시스템에 입력됨으로써 열수송관의 유지관리 업무에 차질을 빚을 것으로 예상되며 다른 지하매설물(가스배관 등) 굴착 공사 시 사고가 발생할 우려가 있다.

관계기관 의견 한국지역난방공사는 감사원 감사결과를 수용하면서 열수송관 공공측량 및 성과 심사가 이행되지 않은 공사에 대해서는 조속히 공공측량을 실시하고 그 결과에 대해 성과 심사를 받게 하며 향후 진행되는 모든 공사에 대해 공공측량을 수행하고 성과 심사를 받겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 한국지역난방공사 사장은

- ① “열배관 공사 공공측량 시행에 따른 측량기준 및 준공도면 작성기준 수립(안)”을 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 부합하게 개선하는 방안을 마련하고(통보)
- ② 앞으로 열수송관 설치·유지보수공사를 시행할 때 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제17조 및 제18조에 따른 공공측량 실시 여부를 제대로 감독하며 해당 성과물로 공공측량성과 심사를 받는 등 관련 업무를 철저히 하시기 바랍니다.(주의)

[별표 1]

공공측량 및 공공측량성과 심사 미 실시 현황

(단위: 원, m)

연번	공사 계약명	계약상대자	계약일	공공측량성과(GIS구축측량) 과업 및 준공액		준공 배관 길이	공공측량 여부	성과 심사 여부
				「계약특수조건」 반영 여부	준공금액			
1	2012년 분당지사 열배관시설 유지보수공사	-	2012. 3. 29.	반영	37,663,066	2,958	미실시	미실시
2	2014년 분당지사 열배관시설 유지보수공사	-	2014. 8. 4.	반영	62,156,617	2,781	미실시	미실시
3	2014년 고양지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2014. 8. 4.	반영	50,775,996	3,397	미실시	미실시
4	2014년 수원지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2014. 8. 1.	반영	-	198	미실시	미실시
5	2014년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-	2014. 7. 28.	반영	13,202,831	815	미실시	미실시
6	2016년 양산·김해 열배관시설 유지보수공사	-	2016. 8. 5.	반영	5,138,819	91	미실시	미실시
7	2012년 고양지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2012. 3. 28.	반영	49,666,346	7,113	미실시	미실시
8	2012년 강남지사 열배관시설 유지보수공사	-	2012. 3. 28.	반영	11,516,852	131	미실시	미실시
9	2012년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2012. 3. 26.	반영	5,918,747	200	미실시	미실시
10	2010년 분당·판교지사 열배관시설 유지보수공사	- , -	2010. 3. 31.	반영	-	1,432	미실시	미실시
11	2010년 마포지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 30.	반영	-	2,137	미실시	미실시
12	2010년 대구지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 30.	반영	-	779	미실시	미실시
13	2010년 강남지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 29.	반영	-	865	미실시	미실시
14	2010년 수원·화성지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 29.	반영	3,679,659	1,333	미실시	미실시
15	2010년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 29.	반영	8,289,777	289	미실시	미실시
16	2010년 고양, 파주·삼송지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 29.	반영	-	3,746	미실시	미실시
17	2010년 용인지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	2010. 3. 26.	반영	-	1,946	미실시	미실시
18	청주 - 열배관공사	-	2010. 3. 24.	반영	7,331,001	517	미실시	미실시

연번	공사 계약명	계약상대자	계약일	공공측량성과(GIS구축측량) 과업 및 준공액		준공 배관 길이	공공측량 여부	성과 심사 여부
				「계약특수조건」 반영 여부	준공금액			
19	2009년 강남지사 열배관망 개선공사	-, -	2009. 12. 17.	반영	14,521,111	762	미실시	미실시
20	2009년 분당지사 열배관 교체 및 이설공사	-, -	2009. 5. 25.	반영	9,032,826	752	미실시	미실시
21	2009년 - 열배관 이설공사	-	2009. 5. 12.	반영	9,351,048	676	미실시	미실시
22	2009년 용인지사 열배관 이설공사	-, -	2009. 4. 6.	미반영	-	1,291	미실시	미실시
23	2008년 용인지사 열배관 이설공사	-, -	2008. 7. 30.	미반영	-	924	미실시	미실시
24	2008년 분당지사 열배관공사	-, -	2008. 5. 7.	반영	-	1,627	미실시	미실시
25	2008년 중앙·상암지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	1,317	미실시	미실시
26	2008년 고양·파주지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	3,643	미실시	미실시
27	2008년 수원, 화성 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	90	미실시	미실시
28	2008년 용인지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	599	미실시	미실시
29	2008년 대구지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	1,010	미실시	미실시
30	2008년 양산·김해지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	138	미실시	미실시
31	2008년 청주지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 31.	미반영	-	770	미실시	미실시
32	2008년 분당·판교지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 29.	미반영	-	643	미실시	미실시
33	2008년 강남지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	-, -	2008. 3. 28.	미반영	-	2,831	미실시	미실시
34	2008년 중앙지사 열배관공사	-, -	2008. 2. 5.	미반영	-	5,690	미실시	미실시
35	2008년 화성지사 열배관공사	■■■	2008. 1. 18.	미반영	-	4,822	미실시	미실시
합 계				-	288,244,696	58,313	-	-

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 2]

실제 측량 공공기준점 대비 필요 공공기준점 개소 수 내역

(단위: 개소, %)

연번	공사 계약명	계약상대자	공사작업 개소 수	실제 측량 공공기준점 개소 수(A)	필요 공공기준점 개소 수(B)	실제 수행 비율(A/B)	공공기준점 부족여부
1	2012년 분당지사 열배관시설 유지보수공사	-	168	8	134	6	부족
2	2014년 분당지사 열배관시설 유지보수공사	-	83	10	66	15	부족
3	2014년 고양지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	141	34	113	30	부족
4	2014년 수원지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	21	0	17	0	부족
5	2014년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-	18	16	16	100	-
6	2016년 양산·김해 열배관시설 유지보수공사	-	5	4	4	100	-
7	2012년 고양지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	132	24	106	23	부족
8	2012년 경남지사 열배관시설 유지보수공사	-	3	6	6	100	-
9	2012년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	10	4	8	50	부족
10	2010년 분당·판교지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	113	0	90	0	부족
11	2010년 마포지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	50	0	40	0	부족
12	2010년 대구지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	19	0	15	0	부족
13	2010년 강남지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	13	0	10	0	부족
14	2010년 수원·화성지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	46	0	37	0	부족
15	2010년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	1	2	2	100	-
16	2010년 고양·파주삼송지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	101	0	81	0	부족
17	2010년 용인지사 열배관시설 유지보수공사	-, -	9	0	7	0	부족
18	청주 - 열배관공사	-	1	0	1	0	부족
19	2009년 강남지사 열배관망 개선공사	-, -	2	0	2	0	부족

연번	공사 계약명	계약상대자	공사작업 개소 수	실제 측량 공공기준점 개소 수(A)	필요 공공기준점 개소 수(B)	실제 수행 비율(A/B)	공공기준점 부족여부
20	2009년 분당지사 열배관 교체 및 이설공사	┐, └	5	3	4	75	부족
21	2009년 충북대 열배관 이설공사	-	1	2	2	100	-
22	2009년 용인지사 열배관 이설공사	┐, └	6	2	5	40	부족
23	2008년 용인지사 열배관 이설공사	┐, └	2	0	2	0	부족
24	2008년 분당지사 열배관공사	┐, └	91	0	73	0	부족
25	2008년 중앙·상암지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	83	0	66	0	부족
26	2008년 고양·파주지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	144	0	115	0	부족
27	2008년 수원, 화성 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	43	0	34	0	부족
28	2008년 용인지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	10	0	8	0	부족
29	2008년 대구지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	17	0	14	0	부족
30	2008년 양산·김해지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	1	0	1	0	부족
31	2008년 청주지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	3	0	2	0	부족
32	2008년 분당·판교지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	2	0	2	0	부족
33	2008년 강남지사 열배관시설 유지보수 및 개선공사	┐, └	8	0	6	0	부족
34	2008년 중앙지사 열배관공사	┐, └	18	0	14	0	부족
35	2008년 화성지사 열배관공사	■■	21	0	17	0	부족
합 계			1,391	115	1,120	21	30건

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

감 사 원

주 의 요 구

제 목 열수송시설 점검 및 진단용역 계약 부적정

소 관 기 관 한국지역난방공사

조 치 기 관 한국지역난방공사

내 용

1. 업무개요

한국지역난방공사는 열수송시설 점검의 효율성을 높이고 시설물 상태정보를 체계적으로 관리하기 위해 2016. 6. 20. “2016년 열배관시설 점검 및 진단용역 발주 방안”을 내부 보고하면서 열수송시설 점검·진단용역의 업무 및 계약상대자가 구비해야 하는 기자재 목록 등을 포함한 시방서, 과업내용서 등 세부 발주방안을 수립하였다.

2. 관계 법령 및 판단기준

위 시방서 II. 1. 1. 및 II. 9.에 따르면 열수송시설 점검·진단용역 진단원은 열수송시설 점검결과 이상징후가 발견되는 구간 등에 대해 직류전위구배법²⁶⁾ (DCVG, Direct Current Voltage Gradient), 청음·가스 진단 등 정밀진단을 하도록 되어 있다.

따라서 위 공사는 열수송시설 점검·진단용역의 과업내용서, 시방서 등 세부

26) 배관 상태를 탐지하고자 하는 구간에 시험전류를 흘려보낸 후 지표면에 형성되는 전위차 등을 측정하여 열수송관 외관의 손상 여부를 확인하는 방법

발주방안을 마련하면서 계약상대자로 하여금 정밀진단 등 위 점검·진단용역 업무에 필요한 기자재를 구비하도록 하여 이상징후 발견구간 등에 대해 제때 정밀진단을 실시할 수 있도록 해야 한다.

3. 감사결과 확인된 문제점

그런데 위 공사 2016. 6. 20. “2016년 열배관시설 점검 및 진단용역 발주방안”의 세부발주방안²⁷⁾ 중 지방서와 과업내용서를 수립하면서, 계약상대자로 하여금 지방서에 따라 열수송시설 정밀진단을 수행하도록 하고도 과업내용서에는 [표]와 같이 직류전위구배법(DCVG)에 필요한 피복손상탐측기 등 총 7종의 기자재를 구비하도록 요구하지 않았다.²⁸⁾

[표] 정밀진단별 필요 기자재 내역

연번	정밀진단 종류	필요장비	연번	정밀진단 종류	필요장비
1	직류전위구배법(DCVG)	피복손상탐측기	5	디스크/볼 타입 밸브 진단	-
2	청음가스 진단	청음장비, 가스탐사장비	6	하천 구간 수중진단	수중온도계
3	배관전위측정(CIPS)	전위측정기	7	하천 구간 정밀안전진단	전위측정기, 피복손상탐측기
4	열화상카메라 진단	열화상카메라	8	공동구 구간 정밀안전진단	초음파두께측정기

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

이에 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 위 공사 총 18개 지사의 열수송시설 점검·진단용역을 수행하고 있는 ▲▲ 등 41개 계약상대자가 보유하고 있는 기자재를 확인한 결과, [별표] “열수송시설 정밀진단용 기자재 보유 현황”과 같이 정밀진단을 수행하기 위한 기자재를 보유하지 않아²⁹⁾ 해당 업무를 직접 수행할 수 없었으며, “2016 양산·김해 열배관시설 유지보수공사”(계약상대자: ►►) 등 25개 점검·진단용역은 계약상대자가 용역기간 동안 직류전위구배법(DCVG)

27) 위 공사는 열수송시설 점검·진단용역에 대한 지방서, 과업내용서 등 세부발주방안을 본사에서 수립한 후 각 지사에서는 이에 따라 계약을 체결함

28) 위 공사는 과업내용서를 수립하면서 정밀진단에 필요한 기자재는 요구하지 않고 송풍기 등 9종의 일반기자재만 구비하도록 함

29) 열화상카메라(차량용 6대, 핸디용 30대)는 위 공사가 계약상대자에게 무상으로 임대 중

등 정밀진단을 한 번도 수행하지 않은 것으로 확인되었다.³⁰⁾

그 결과 열수송시설의 이상징후를 파악하고도 적기에 정밀진단을 실시할 수 없어 누수 등으로 인한 사고를 방지하지 못할 우려가 있다.

관계기관 의견 한국지역난방공사는 감사원 감사결과를 수용하면서 2018년 12월 열수송시설 점검·관리 강화를 위해 지역난방안전주식회사를 설립(한국지역난방공사에서 100% 출자)하였으며 앞으로 정밀진단 기자재 확보, 분야별 전문인력 양성 등을 추진하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 한국지역난방공사 사장은 앞으로 열수송시설 점검·진단 업무를 하면서 기자재를 보유하지 않아 정밀진단 업무를 수행하지 못하는 일이 없도록 지방서 및 과업내용서 작성 등 관련 업무를 철저히 하시기 바랍니다.(주의)

30) 정밀진단 중 위 공사가 계약상대자에게 무상으로 임대한 열화상카메라를 활용한 진단은 제외

[별표]

열수송시설 정밀진단용 기자재 보유 현황

(단위: 천 원, 대)

연번	지사	계약명	업체명	계약일	준공일	계약 금액	정밀진단장비 (7종) 보유 여부
1	강남	2016년 서울남부지사 열배관시설 점검 및 진단 용역	▲▲	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	868,113	미보유
2	강남	2017년 강남지사 열수송관 시설 점검 및 진단 용역	■	2017. 8. 4.	2019. 2. 28.	1,243,000	미보유
3	고양	2016년 고양지사 열배관시설 점검 및 진단 용역	-	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	918,348	미보유
4	고양	2017년 고양지사 열수송관 시설 점검 및 진단 용역	-	2017. 8. 4.	2018. 12. 31.	1,247,224	미보유
5	분당	2016년 분당지사 열배관시설 점검 및 진단 용역	●●	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	886,760	미보유
6	분당	2017년 분당지사 열수송관 시설 점검 및 진단 용역	-	2017. 8. 4.	2019. 2. 28.	1,555,150	미보유
7	용인	2016년 용인지사 열배관시설 점검 및 진단 용역	-	2016. 8. 23.	2017. 8. 22.	798,845	미보유
8	용인	2017년 용인지사 열수송관 시설 점검 및 진단 용역	▲▲	2017. 8. 4.	2019. 2. 28.	1,223,420	미보유
9	중앙	2016년 서울중앙지사 열배관시설 점검 및 진단 용역	-	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	775,277	미보유
10	중앙	2017년 중앙지사 열수송관 시설 점검 및 진단 용역	-	2017. 8. 4.	2019. 2. 28.	1,324,400	미보유
11	수원	2016년 수원지사 열배관시설 유지보수공사	■	2016. 8. 3.	2018. 8. 6.	3,282,927	미보유
12	수원	2018년 수원지사 열수송관 시설 유지보수공사	-, -	2018. 7. 30.	2020. 8. 6.	2,378,565	미보유
13	청주	2016년 청주지사 열배관시설 유지보수공사	-	2016. 8. 4.	2018. 8. 6.	1,985,938	미보유
14	청주	2018년 청주지사 열수송관 시설 유지보수공사	-	2018. 7. 31.	2020. 8. 6.	1,289,573	미보유
15	대구	2016년 대구지사 열배관시설 유지보수공사	-	2016. 8. 5.	2018. 8. 6.	1,919,104	미보유
16	김해양산	2016년 양산·김해 열배관 시설 유지보수공사	▶▶	2016. 8. 5.	2018. 8. 6.	1,052,310	미보유
17	대구김해양산	2018년 영남권역 열수송관 시설 유지보수공사	-	2018. 8. 1.	2020. 8. 6.	2,270,907	미보유

연번	지사	계약명	업체명	계약일	준공일	계약 금액	정밀진단장비 (7종) 보유 여부
18	판교	판교 - 열수송관공사	-	2016. 12. 2.	2018. 8. 1.	4,453,253	미보유
19	판교	성남- 및 추가사용자 열수 송관공사	- , -	2017. 9. 27.	2019. 7. 26.	5,514,859	미보유
20	파주	2016년 파주시 열배관공 사	■■■	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	1,160,214	미보유
21	파주	2017년 파주시 열수송관 공사	●●	2017. 8. 4.	2018. 8. 4.	1,399,190	미보유
22	파주	파주 - 열수송관공사	■■■, -	2017. 6. 5.	2019. 2. 4.	5,295,457	미보유
23	파주	파주 - 열수송관공사	-	2019. 1. 15.	2020. 1. 14.	3,337,458	미보유
24	광주 전남	2017년 광주전남지사 열배 관공사	-	2016. 8. 5.	2017. 8. 4.	796,513	미보유
25	광주 전남	2017년 광주전남지사 추가 사용자 열수송관공사	-	2017. 8. 1.	2018. 8. 6.	855,229	미보유
26	광주 전남	2018~2019년 광주전남지 사 추가 열수송관공사	-	2018. 8. 2.	2019. 8. 6.	991,208	미보유
27	삼송	고양 - 및 추가사용자 열 수송관공사	-	2015. 12. 2.	2017. 6. 1.	5,844,729	미보유
28	삼송	삼송 - 및 추가사용자 열 수송관공사	-	2017. 6. 2.	2019. 1. 2.	4,757,051	미보유
29	삼송	2019년 삼송지사 열수송관 공사	-	2019. 1. 2.	2020. 6. 2.	3,324,530	미보유
30	광고	2016년 광고지사 열배관공 사	-	2016. 8. 8.	2017. 8. 7.	1,834,123	미보유
31	광고	2017년 광고지사 열수송관 공사	-	2017. 8. 8.	2018. 8. 7.	1,526,716	미보유
32	광고	2018년 광고지사 열수송관 공사	-	2018. 8. 8.	2019. 8. 7.	2,245,320	미보유
33	동탄	2015년 화성동부지사 열배 관공사	-	2015. 11. 24.	2017. 11. 23.	5,966,714	미보유
34	동탄	2017년 동탄지사 열수송관 공사	-	2017. 11. 23.	2019. 5. 23.	4,531,996	미보유
35	화성	2015년 화성서부지사 열배 관공사	-	2015. 5. 21.	2016. 11. 20.	1,988,299	미보유
36	화성	2017년 화성서부지사 열수 송관공사	●●	2016. 11. 21.	2018. 5. 20.	3,784,109	미보유

연번	지사	계약명	업체명	계약일	준공일	계약 금액	정밀진단장비 (7종) 보유 여부
37	화성	화성-병점 복합타운 열수송 관공사	-	2018. 2. 2.	2019. 12. 2.	4,579,582	미보유
38	세종	2015년 세종지사 열배관공 사	-	2015. 11. 30.	2017. 4. 1.	3,923,854	미보유
39	세종	세종시 공동구 2단계(3차 구간) 열배관공사	-, -	2016. 10. 25.	2018. 4. 24.	7,893,502	미보유
40	세종	2017년 세종지사 남부권 열수송관공사	-, -	2017. 6. 2.	2018. 10. 1.	7,521,490	미보유
41	세종	2017년 세종지사 북부권 열수송관공사	-, -	2017. 8. 18.	2019. 8. 17.	5,870,261	미보유

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

감 사 원

주의요구 및 통보

제 목 열수송관 점검·진단 및 유지보수 부적정

소 관 기 관 한국지역난방공사

조 치 기 관 한국지역난방공사

내 용

1. 업무개요

한국지역난방공사는 [표]와 같이 남서울 등 17개 지역(약 140만 세대)에 지역난방을 공급하면서 매년 해빙기 및 동절기 열화상 진단계획, 상시 관로점검 등으로 지열 발생 구간 등 이상징후를 확인하고 이에 대해 유지보수를 하고 있다.

[표] 한국지역난방공사의 지역난방 공급 현황

(단위: 세대)

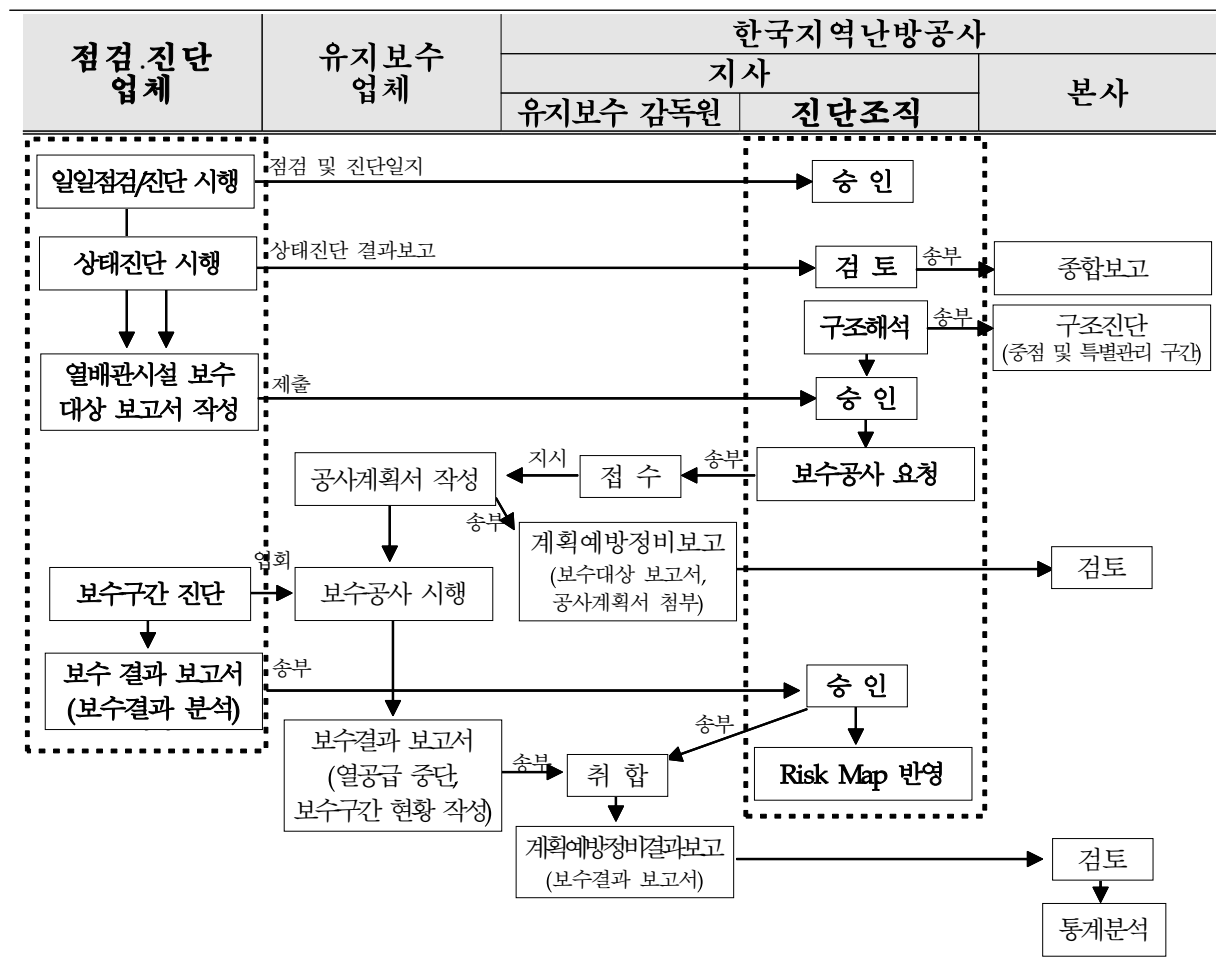
연번	공급지역	공급세대	사업허가일		최초 열공급일	
			최초	변경	최초	변경
1	남서울	58,869	1985년 11월		1987년 11월	
2	수서	182,797	1990년 9월	1995년 3월	1991년 7월	1995년 3월
3	분당	110,944	1989년 10월		1991년 9월	
4	고양	190,075	1990년 8월		1992년 8월	
5	용인	174,494	1991년 12월	2005년 3월	1994년 12월	2010년 1월
6	대구	105,372	1993년 10월		1995년 4월	
7	수원	139,758	1993년 10월		1995년 10월	
8	청주	74,193	1994년 3월		1997년 5월	
9	양산	45,950	1997년 7월		1999년 11월	
10	김해	27,836	1995년 4월		2000년 7월	
11	상암	21,911	1999년 9월		2001년 5월	
12	화성·동탄 1, 2	113,573	2002년 5월		2004년 4월	
13	파주·교하운정	45,276	2003년 12월		2005년 9월	
14	성남판교·도촌	27,075	2004년 9월		2008년 9월	
15	수원·광교	24,778	2006년 11월		2011년 5월	
16	삼송	42,069	2007년 8월		2012년 6월	
17	광주·전남혁신	13,391	2007년 12월		2012년 12월	
합계	17개 지역	1,398,361	-	-	-	-

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

2. 관계 법령 및 판단기준

위 공사 「유지관리 업무 지침서」 등에 따르면 열수송관 점검³¹⁾을 통해 지열 발생 등 이상징후가 발견되면 상태진단³²⁾을 실시하고 “열배관시설 보수대상 보고서”(이하 “보수대상 보고서”라 한다)를 작성한 후 유지보수의 필요성이 인정되는 경우 보수공사를 시행하는 등 [그림]과 같은 업무체계로 열수송관 점검·진단 및 유지보수를 시행하도록 되어 있으므로 해당 절차에 따라 적기에 열수송관 유지보수를 추진·시행하여야 한다.

[그림] 열수송관 점검·진단 및 유지보수 업무체계



자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

31) 열수송관 노선 또는 구간을 순찰하는 상시 관로점검 등이 있음

32) 열화상카메라 진단, 직류전위구배법(DCVG) 등의 상태진단 방법이 있음

3. 감사결과 확인된 문제점

그런데 이번 감사원 감사기간(2019. 3. 11.~3. 29.) 중 2012년 이후 위 공사가 관리하는 열수송관에 대한 점검·진단 내역 총 602건을 확인한 결과, 2015년 해빙기 열화상 진단을 하면서 서울특별시 서초구 소재 열수송관 구간에서 지열(최초 온도차 7℃)을 발견하고서도 유지보수를 하지 않는 등 [별표 1] “열수송관 이상징후 발견 후 미조치 내역”과 같이 보온재 파손 또는 강관 누수가 의심되는 지열 발생 구간 57건에 대해 상태진단, 보수대상 보고서 작성 등 유지보수에 필요한 조치를 하지 않은 채 2019년 3월 감사일 현재까지 방치하고 있다.

또한 위 공사는 2014. 11. 10. 열화상카메라 점검으로 서울특별시 영등포구 소재 열수송관 구간의 이상징후(지열, 최초 온도차 7℃)를 발견하고도 이를 방치하다 3년 6개월이 지난 2018. 5. 13. 해당 열수송관이 부식으로 인해 누수가 발생하자 이를 교체하는 등 [별표 2] “열수송관 이상징후에 따른 지열 유지보수 내역” 40건의 지열 발생 구간에 대한 유지보수가 적기에 시행되지 않고 있었다.

그 결과 보온재 손상, 강관 부식 등 이상징후가 발생한 열수송관이 장기 방치되어 대형사고로 이어질 우려가 있다.

관계기관 의견 한국지역난방공사는 감사원 감사결과를 수용하면서 열수송관 점검 및 진단결과 이상징후가 발생할 경우 체계적인 계획을 수립하여 적기에 유지보수를 시행하겠다는 의견을 제시하였다.

조치할 사항 한국지역난방공사 사장은

- ① 열수송관 점검 및 진단결과 이상징후를 발견한 57건에 대해 상태진단 등을 통해 원인을 규명한 후 유지보수를 하는 방안을 마련하고(통보)
- ② 앞으로 보온재 파손, 강관 누수 등 이상징후를 발견한 열수송관에 대해 유지보수가 지연되는 일이 없도록 관련 업무를 철저히 하시기 바랍니다.(주의)

[별표 1]

열수송관 이상징후 발견 후 미조치 내역

(단위: A)

연번	시설위치	관경(A)	최초 점검 일자	이상징후
1	서울시 서초구 -	500	2014. 1. 14.	지표면 온도차 5℃ 발생
2	서울시 용산구 -	350	2014. 2. 28.	지표면 온도차 6.1℃ 발생
3	서울시 서초구 -	150	2017. 4. 18.	강관 손상 의심
4	서울시 서초구 -	125	2015. 3. 16.	지표면 온도차 7℃ 발생
5	서울시 영등포구 -	125	2015. 10. 13.	지표면 온도차 7℃ 발생
6	서울시 영등포구 -	100	2017. 1. 06.	지표면 온도차 7℃ 발생
7	서울시 서초구 -	65	2017. 3. 24.	지표면 온도차 5℃ 발생
8	서울시 서초구 -	125	2017. 3. 27.	지표면 온도차 6℃ 발생
9	서울시 서초구 -	200	2017. 3. 24.	지표면 온도차 5℃ 발생
10	서울시 영등포구 -	50	2017. 3. 22.	지표면 온도차 6℃ 발생
11	서울시 서초구 -	80	2017. 3. 24.	지표면 온도차 6℃ 발생
12	서울시 용산구 -	700	2017. 12. 14.	피복손상 의심
13	서울시 마포구 -	300	2018. 2. 07.	지표면 온도차 13.9℃ 발생
14	서울시 용산구 -	700	2017. 12. 14.	피복손상 의심
15	서울시 용산구 -	300	2018. 3. 22.	지표면 온도차 8.1℃ 발생
16	서울시 서초구 -	80	2013. 12. 19.	지표면 온도차 10℃ 발생
17	서울시 서초구 -	500	2014. 11. 17.	지표면 온도차 6℃ 발생
18	서울시 서초구 -	125	2015. 10. 21.	지표면 온도차 5℃ 발생
19	서울시 서초구 -	500	2018. 1. 05.	지표면 온도차 5℃ 발생
20	서울시 서초구 -	150	2013. 12. 18.	지표면 온도차 18℃ 발생
21	서울시 서초구 -	150	2014. 11. 17.	지표면 온도차 5℃ 발생
22	서울시 영등포구 -	65	2013. 12. 17.	지표면 온도차 6℃ 발생
23	서울시 서초구 -	65	2015. 10. 16.	지표면 온도차 6℃ 발생
24	서울시 서초구 -	65	2015. 10. 16.	지표면 온도차 5℃ 발생
25	서울시 서초구 -	65	2015. 10. 16.	지표면 온도차 6℃ 발생
26	성남시 분당구 -	200	2016. 3. 04.	지표면 온도차 5.6℃ 발생

연번	시설위치	관경(A)	최초 점검 일자	이상징후
27	성남시 분당구 -	200	2016. 10. 18.	지표면 온도차 4℃ 발생
28	성남시 분당구 -	200	2016. 10. 21.	지표면 온도차 5℃ 발생
29	성남시 분당구 -	550	2016. 10. 25.	지표면 온도차 5.2℃ 발생
30	성남시 분당구 -	200	2016. 10. 28.	지표면 온도차 4.1℃ 발생
31	성남시 분당구 -	125	2016. 10. 28.	지표면 온도차 5.1℃ 발생
32	성남시 분당구 -	700	2017. 1. 12.	지표면 온도차 13.7℃ 발생
33	성남시 분당구 -	700	2017. 1. 12.	지표면 온도차 12℃ 발생
34	성남시 분당구 -	700	2017. 1. 12.	지표면 온도차 11.6℃ 발생
35	성남시 분당구 -	350	2017. 3. 3.	지표면 온도차 5.1℃ 발생
36	성남시 분당구 -	125	2016. 10. 28.	지표면 온도차 2.9℃ 발생
37	성남시 분당구 -	200	2016. 10. 21.	지표면 온도차 6.2℃ 발생
38	성남시 분당구 -	600	2017. 12. 3.	지표면 온도차 3.9℃ 발생
39	성남시 분당구 -	700	2018. 3. 5.	지표면 온도차 9.7℃ 발생
40	성남시 분당구 -	150	2018. 3. 7.	지표면 온도차 6.1℃ 발생
41	성남시 분당구 -	80	2018. 3. 7.	지표면 온도차 3.6℃ 발생
42	성남시 분당구 -	125	2018. 3. 6.	지표면 온도차 7℃ 발생
43	성남시 분당구 -	125	2018. 3. 21.	지표면 온도차 3.7℃ 발생
44	성남시 분당구 -	200	2018. 3. 29.	지표면 온도차 3.3℃ 발생
45	성남시 분당구 -	150	2018. 5. 11.	지표면 온도차 3.2℃ 발생
46	성남시 분당구 -	65	2018. 11. 26.	지표면 온도차 7.5℃ 발생
47	용인시 기흥구 -	150	2016. 10. 24.	보온재 손상 의심
48	용인시 수지구 -	150	2016. 10. 25.	보온재 손상 의심
49	용인시 기흥구 -	125	2016. 11. 1.	지표면 온도차 11.9℃ 발생
50	용인시 기흥구 -	150	2016. 11. 3.	지표면 온도차 7.2℃ 발생
51	용인시 기흥구 -	100	2016. 11. 9.	지표면 온도차 6℃ 발생

연번	시설위치	관경(A)	최초 점검 일자	이상징후
52	용인시 수지구 -	100	2016. 11. 12.	보온재 손상 의심
53	용인시 기흥구 -	350	2017. 4. 2.	지표면 온도차 10.1℃ 발생
54	용인시 수지구 -	200	2018. 11. 6.	지표면 온도차 5.4℃ 발생
55	용인시 기흥구 -	350	2017. 9. 15.	지표면 온도차 9.2℃ 발생
56	용인시 기흥구 -	700	2018. 2. 9.	지표면 온도차 7.1℃ 발생
57	대구시 달서구 -	500	2018. 2. 28.	지표면 온도차 14.6℃ 발생

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성

[별표 2]

열수송관 이상징후에 따른 지연 유지보수 내역

(단위: A, 년)

연번	시설위치	관경	최초 점검 일자(A)	이상징후	보수일자 (B)	보수조치 연수(B-A)
1	서울시 서초구 -	200	2014. 3. 3.	지표면 온도차 7℃ 발생	2016. 4. 28.	2.2
2	서울시 서초구 -	500	2013. 12. 17.	지표면 온도차 10℃ 발생	2016. 5. 26.	2.4
3	서울시 서초구 -	125	2013. 12. 19.	지표면 온도차 19℃ 발생	2016. 5. 30.	2.4
4	서울시 용산구 -	100	2013. 12. 24.	지표면 온도차 14℃ 발생	2016. 5. 18.	2.4
5	서울시 영등포구 -	100	2014. 2. 27.	지표면 온도차 6.4℃ 발생	2016. 6. 20.	2.3
6	서울시 영등포구 -	125	2014. 11. 10.	지표면 온도차 7℃ 발생	2018. 5. 13.	3.5
7	서울시 영등포구 -	100	2014. 2. 27.	지표면 온도차 7.1℃ 발생	2017. 10. 17.	3.6
8	서울시 영등포구 -	300	2014. 1. 14.	지표면 온도차 5℃ 발생	2016. 10. 15.	2.8
9	서울시 영등포구 -	150	2014. 1. 16.	지표면 온도차 4℃ 발생	2016. 10. 16.	2.8
10	서울시 영등포구 -	150	2014. 1. 17.	지표면 온도차 6℃ 발생	2016. 10. 31.	2.8
11	서울시 서초구 -	100	2014. 1. 14.	지표면 온도차 6℃ 발생	2016. 10. 08.	2.7
12	서울시 서초구 -	150	2013. 12. 17.	지표면 온도차 9℃ 발생	2017. 3. 31.	3.3
13	서울시 서초구 -	125	2014. 1. 14.	지표면 온도차 7℃ 발생	2017. 3. 21.	3.2
14	서울시 서초구 -	150	2013. 12. 18.	지표면 온도차 29℃ 발생	2016. 9. 09.	2.7
15	서울시 서초구 -	65	2013. 12. 19.	지표면 온도차 13℃ 발생	2017. 3. 18.	3.2
16	서울시 서초구 -	500	2014. 1. 14.	지표면 온도차 7℃ 발생	2016. 10. 12.	2.7
17	서울시 용산구 -	65	2013. 12. 26.	지표면 온도차 5℃ 발생	2016. 10. 18.	2.8
18	서울시 용산구 -	40	2013. 12. 26.	지표면 온도차 6℃ 발생	2016. 10. 18.	2.8
19	서울시 용산구 -	40	2013. 12. 26.	지표면 온도차 5℃ 발생	2016. 10. 18.	2.8
20	서울시 영등포구 -	65	2013. 12. 17.	지표면 온도차 6℃ 발생	2016. 10. 27.	2.9
21	서울시 용산구 -	25	2013. 12. 26.	지표면 온도차 16℃ 발생	2016. 10. 18.	2.8
22	서울시 영등포구 -	200	2012. 12. 6.	지표면 온도차 5℃ 발생	2017. 6. 29.	4.6

연번	시설위치	관경	최초 점검 일자(A)	이상징후	보수일자 (B)	보수조치 연수(B-A)
23	서울시 영등포구 -	100	2015. 10. 14.	지표면 온도차 6℃ 발생	2017. 10. 17.	2.0
24	서울시 서초구 -	150	2012. 12. 7.	지표면 온도차 5℃ 발생	2017. 11. 12.	4.9
25	서울시 서초구 -	150	2013. 12. 18.	지표면 온도차 7℃ 발생	2017. 11. 11.	3.9
30	서울시 서초구 -	100	2013. 12. 12.	지표면 온도차 17℃ 발생	2017. 10. 27.	3.9
31	서울시 서초구 -	100	2013. 12. 12.	지표면 온도차 13℃ 발생	2017. 10. 27.	3.9
32	서울시 서초구 -	125	2014. 1. 15.	지표면 온도차 7.1℃ 발생	2018. 5. 25.	4.4
34	수원시 영통구 -	700	2014. 4. 3.	지표면 온도차 3℃ 발생	2016. 10. 21.	2.6
35	수원시 영통구 -	700	2015. 1. 13.	지표면 온도차 3℃ 발생	2017. 11. 17.	2.8
36	수원시 영통구 -	700	2015. 1. 13.	지표면 온도차 3℃ 발생	2017. 11. 17.	2.8
37	수원시 영통구 -	700	2015. 1. 13.	지표면 온도차 3℃ 발생	2017. 11. 17.	2.8
38	청주시 -	200	2012. 11. 27.	이상징후 육안 확인	2016. 2. 23.	3.2
39	서울시 강남구 -	600	2016. 2. 20.	지표면 온도차 2.2℃ 발생	2018. 9. 12.	2.6
40	성남시 분당구 -	400	2016. 10. 19.	지표면 온도차 2.8℃ 발생	2018. 11. 30.	2.1

자료: 감사대상기관 제출자료 재구성