

# 배관부식의 조사방법

摸手 幸伸 [Yukinobu Yokote] / 清水建設(株)

본고는 日本의 建築設備와 配管工事 96년 10월호에 掲載된 内容を 金孝經(서울大 名譽教授) 博士가 翻譯한 것으로서 無斷으로 轉載하거나 複寫 使用할 수 없음을 알려드립니다. [편집자 註]

급수관이나 급탕관에서 적수가 나오는 것이 문제 시 된지 오래다. 적수라 함은 철관의 부식에 수반하여 부식생성물인 녹이 물에 현탁해서 생기는 현상이다.

최근 십수년간 적수의 발생을 방지하는 여러가지 기술이 개발되어 왔으나 아직까지 적수문제는 완전히 해소되지 않고 있는 실정이다.

본지는 대한설비공사협회가 최근 입수한 「적수의 발생원인과 종류 및 방지대책」에 대한 자료를 지난 8월호에 이어 계속 소개할 예정이다.

8월호

- [1] 적수와 그 방지대책
- [2] 부식의 원인과 종류
- [3] 수질과 부식

9월호

- [4] 라이닝 강관의 방식
- [5] 배관부식의 조사방법

다음호

- [6] 시스템의 부식과 대책
- [7] 피복층의 형성에 의한 방식
- [8] 용존산소 제거에 의한 적수방지와 배관방식
- [9] 「적수가 나오지 않는 배관재료」 폴리부틸렌관

## 1. 머리말

근년에 건축물의 내구성이나 유지보전에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 설비의 보전에 관해서는 냉동기나 보일러 등 주요 기기에는 어느 정도 실시되어 정착되어 있다고 할 수 있으나 배관에 대해서는 보전을 실시하고 있다고는 말하기 어렵다.

급수배관에서 적수가 발생하였다든가, 공조배관에서 누수가 발생해서 비로소 대응책을 강구한다든가 하는 사후보전을 가끔 듣고 있다. 본래에는 일반적으로 말하는 내용년수 15년간을 여하히 유지·보전하는가 하는 예방보전의 수법이 필요한 것이나 여기서는 배관의 열화정도를 파악하기 위한 각종의 진단기술을 소개한다.

## 2. 배관열화진단의 사전조사

배관의 열화현상은 배관재, 배관용도, 수질, 온도, 배관시스템, 운전시간, 사용량 등에 따라서 다른 것이며 경험적으로 어느 정도 파악할 수 있다. 그러나 확정적인 것은 말할 수 없고, 역시 실제로

열화의 염려가 있는 개소를 조사하는 것이 현재 상태에서는 가장 확실한 방법이라고 생각한다.

배관의 열화진단의 결과는 개선을 필요로 하는 부위, 그 범위, 시기, 개선방법을 명확하게 판단할 수 있게 할 필요가 있다.

배관의 개선방법에는 갱시(교체), 갱생(라이닝공법), 탈기장치의 부가, 방청제의 사용등의 방법이 있으나, 어느 것을 택할 것인가는 열화진단의 결과, 경제성과 장래의 건물운영등을 고려해서, 종합적으로 제언할 필요가 있다.

(1) 배관시스템의 개요 파악

열화진단에 앞서서 배관시스템, 사용배관재, 운전상황, 사용량, 온도 등 배관에 관한 기본적인

정보를 입수해서 배관부식과의 관련을 과거사례 등과 함께 검토한다.

(2) 수질분석

배관부식에 관해서 수질상의 중요한 검사항목을 [표 1]에 표시한다. 적수 등 이상한 증후를 보다 구체적인 특성으로서 파악하여 부식과의 관련을 명확하게 한다.

(3) 조사방법의 선택

배관시스템이나 수질분석 결과에서 어느 정도 부식의 상황이 파악되었으면 채용가능한 배관조사방법을 선택한다. 배관내면의 부식에 한정한다면 [표 2]에 배관재별의 채용가능한 조사방법을 표시한다. 단, 필요에 따라서 상기 이외의 개소에 대해서도 적절하게 조사하는 것도 필요할 것이다.

<표 1> 중요한 수질 분석 항목

배관재 수질항목	강 관		염화비닐라이닝 강관	동관	스테인리스 강관
	급수계	공조계			
색도	◎	◎	◎	-	-
pH	◎	◎	◎	◎	-
전기전도도	○	◎	◎	○	○
M알카리도	○	○	○	◎	○
전경도	○	○	○	-	-
칼슘경도	-	○	-	-	-
염화물이온	○	○	○	◎	◎
유산이온	○	○	○	◎	-
아초산이온	-	◎	-	-	-
암모늄이온	-	◎	-	◎	-
철	◎	◎	◎	-	-
아연이온	-	○	-	-	-
동이온	-	○	-	◎	-
실리카	-	○	-	○	○
진류염소	○	-	○	◎	◎
용존산소	○	◎	○	◎	◎
포화지수	○	◎	-	-	-
유리탄산	○	◎	-	-	-

(주) 범례

- ◎: 중요한 항목
- : 조사하여 두면 좋은 항목.
- : 별로 관계 없는 항목

여기서 최근의 급수설비에 많이 사용되고 있는 경질염화비닐라이닝강관에 관해서 그 진단방법을 좀더 상세하게 기술한다.

이 배관은 이전에 사용되었던 아연도강관의 내면부식을 방지하기 위하여 개발된 제품이며, 직관부는 염화비닐라이닝강관으로서 확실히 보호되어 있어서 문제가 없는데 조인트와 나사접합부에서 판단부의 방식처리방법에 따라서는 때로는 적수의 발생, 또 청동밸브 등의 이종금속과의 접촉개소 등에서는 국부 전지작용으로 심한 부식을 일으키고 누수까지 되는 일이 있다.

현재는 개량된 판단방식조인트가 1989년에 규격화되어 부식이 생기기 어려운 구조로 되어 있는데, 이것도 아직 완벽한

것은 아니고 개발의 여지는 있으며, 시공에 있어서도 정밀도가 좋은 나사가공과 확실한 접합이

바람직하다. 따라서 경질염화비닐라이닝강관의 경우 조인트부분, 특히 이중금속과의 접합부분을 중점적으로 진단할 필요가 있다.

### 3. 배관의 진단기술

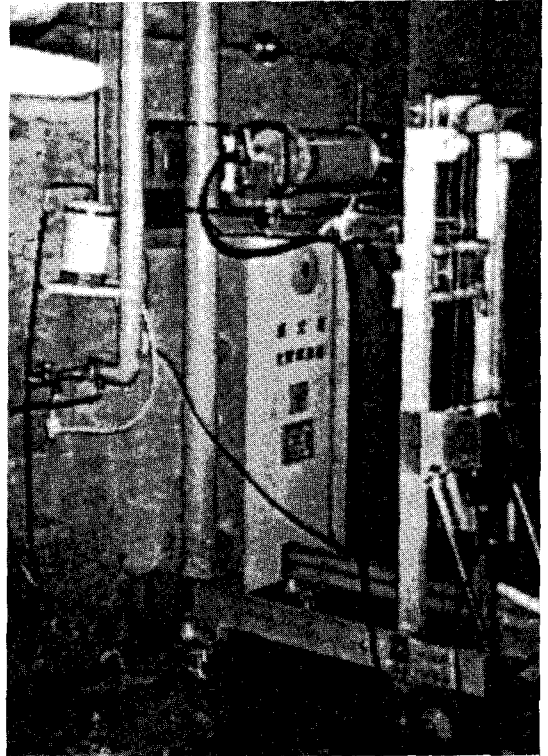
배관은 옥내 또는 옥외에서 노출되거나 보온재로 은폐되고, 또 지중이나 콘크리트 속에 매설되기도 한다. 진단에 있어서는 어느 부위를 배관의 내외면의 어느 쪽을 어떤 방법으로 실시하는가가 중요한 포인트이다. 여기서는 배관내면에 한해서 부식상황의 진단기술을 말한다.

#### (1) X선 사진촬영에 의하는 방법

X선 사진촬영에 의하는 방법은 장치로서 공업용 휴대식 X선 발생장치를 사용해서 배관의 외측에서 X선 사진촬영을 한다.

따라서 단수하는 등 기능정지하는 일이 없이 배관의 조사가 가능하게 된다. 조사상황을 [사진 1]에 표시하는데, 그 특징은 아래와 같다.

① 비파괴검사이며, 단수 등의 기능을 정지하지 않고서 가능하다.



[사진 1] X선 사진촬영 상황 (출전 : 시미즈건설자료)

〈표 2〉 배관재별 채용가능한 진단기술

배관재	배관용도	조사개소	X선촬영	초음파두께측정계	내시경	발관
아연도 강관	급수관	급수주관의 직관부(고가수조출구, 중간층)	○	○	-	○
		급수지관의 직관부(최상층, 최하층)	○	○	-	○
	배수관	배수지관의 직관부(최상층, 중간층, 최하층)	○	△	○	○
	온수관	온수입관의 직관부(펌프출구, 중간층)	○	○	-	○
		온수지관의 직관부(최상층, 중간층, 최하층)	○	○	-	○
		온수지관의 제어밸브 바이패스관(최상층, 최하층)	○	○	○	○
냉각수관	냉각수 주관의 직관부(펌프출구, 중간층)	○	△	○	○	
	냉각수 지관의 직관부(최상층, 중간층, 최하층)	○	△	○	○	
강 관	증기관	응축수가 고일만한 조인트부	○	△	○	○
염화비닐라이닝강관	급수관의외	급수지관의 조인트부(청동밸브주위, 수도꼭지주위)	○	-	○	○
동 관	급탕관	환탕주관의 직관부(펌프입구, 환탕지관의 합류개소)	○	-	○	○
		환탕주관 및 지관의 직관부(최상층, 중간층, 최하층)	○	-	○	○
스테인리스강관	급탕관의외	주관의 조인트부(응집부, 플랜지부, 밸브주위)	○	-	△	○

(주) 범에 ○ : 유효한 방법 △ : 가능한 방법 - : 별로 효과가 기대되지 않는 방법

② 조사를 하기 위한 절단작업을 하지 않으므로 열화되어 있는 배관을 더욱 열화시킨다든가, 또 빨간 녹으로 관내폐색이 발생하는 등의 조사에 수반되는 2차적 피해의 염려가 없다.

③ 시각으로 상황 파악이 가능하고 표현력이 높고, 기록성이 있으므로 설득력이 있다.

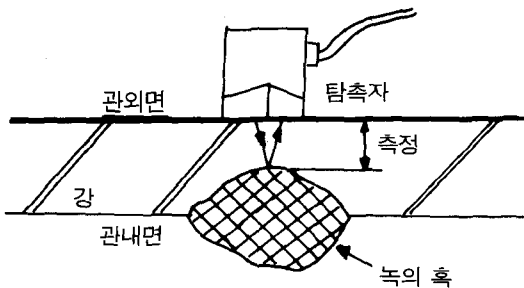
④ 필름을 화상해석하는 것도 가능하고, 이때 부식량이 정량화가 가능하다.

⑤ 종래의 발관법(拔管法)에 비해 조사 코스트가 싸다.

⑥ 각종 관재(강관, 동관, 염화비닐라이닝강관, 스테인리스강관 등) 용도의 조사에 적용된다.

⑦ 장치가 비교적 큰 규모이고, 휴대용 X선 발생기도 약 15kg의 중량이며, 촬영상 스페이스적인 제한을 받는다.

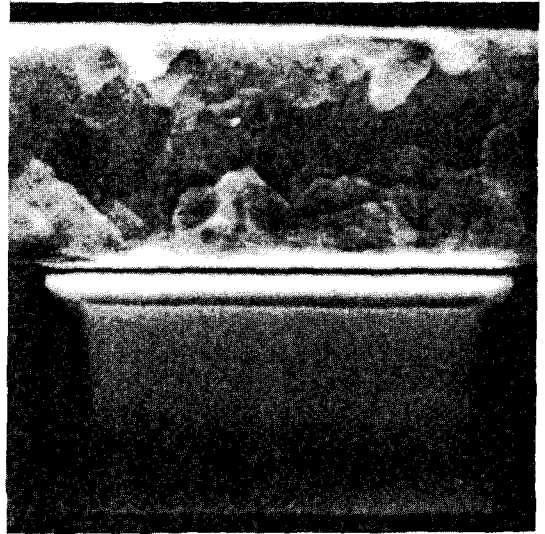
⑧ 방사선의 법적규제를 받는다. 작업관리나 작업의 계출(届出)이 필요하며, 또 방사선보호나 촬영시 출입금지구역 설정(주위 5m의 범위) 등이 필요하며, 요자격관계로 촬영자가 한정된다.



[그림 1] 초음파 두께 측정계의 측정원리

강관의 X선 사진촬영의 결과를 [사진 2]에 표시한다. 녹의 폭 상황이 잘 보이나 염화비닐라이닝강관의 경우도 이와 같이 촬영된다.

평가에 관해서는 정량화한 잔여 살 두께가 측정되면 금후에 부식이 균일하게 진행되는 것으로 보아서 아래의 식으로 배관의 잔존수명을 구



[사진 2] 강관의 X선 사진(위가 부식한 배관)

할 수가 있다. 이것은 여타 진단기술에서도 같이 사용된다. 그리고 극치해석을 이용한 통계적 수법으로 잔존수명을 구하는 것도 가능하다.

$$U = Y [(T/h_{max}) - 1]$$

단, U = 잔존수명 (年)

Y = 사용년수 (年)

T = 기준이 되는 살의 두께 (mm)

부식형태	접합방법	T
전면부식	용 접	t/2
	나사접합	t1
국부부식	용 접	t
	나사접합	t1

(주) t = 표준살의 두께(mm)  
t1 = 나사부 기본살 두께(mm)  
h max = 최대침식 깊이(mm)

### (2) 초음파 두께측정계에 의하는 방법

이 방법은 부식에 의해서 배관의 살두께가 감소된 상황을 배관 외면에서 측정하는 방법이며, 이때도 단수하지 않고 배관의 열화진단이 가능

하다. 단, 검사하는 관의 외면에 탐촉자(探觸子 / 초음파의 발신, 수신부)를 접촉시켜서 측정하는 관계로 보온재나 도장을 제거하고서 표면을 샌드페이퍼로 닦아줄 필요가 있다. 또 [그림 1]에 측정원리를 표시하는데 초음파의 반사를 이용하는 관계상, 공식(孔食), 응력부식파열 홈모양 부식 등 예민한 부식 또는 조인트부 등 직관부가 아닌 개소는 측정이 대단히 곤란하다. 그리고 부식의 결과 배관내면에 성장한 녹의 혹은 무시하는 형태로 측정이 안된다.

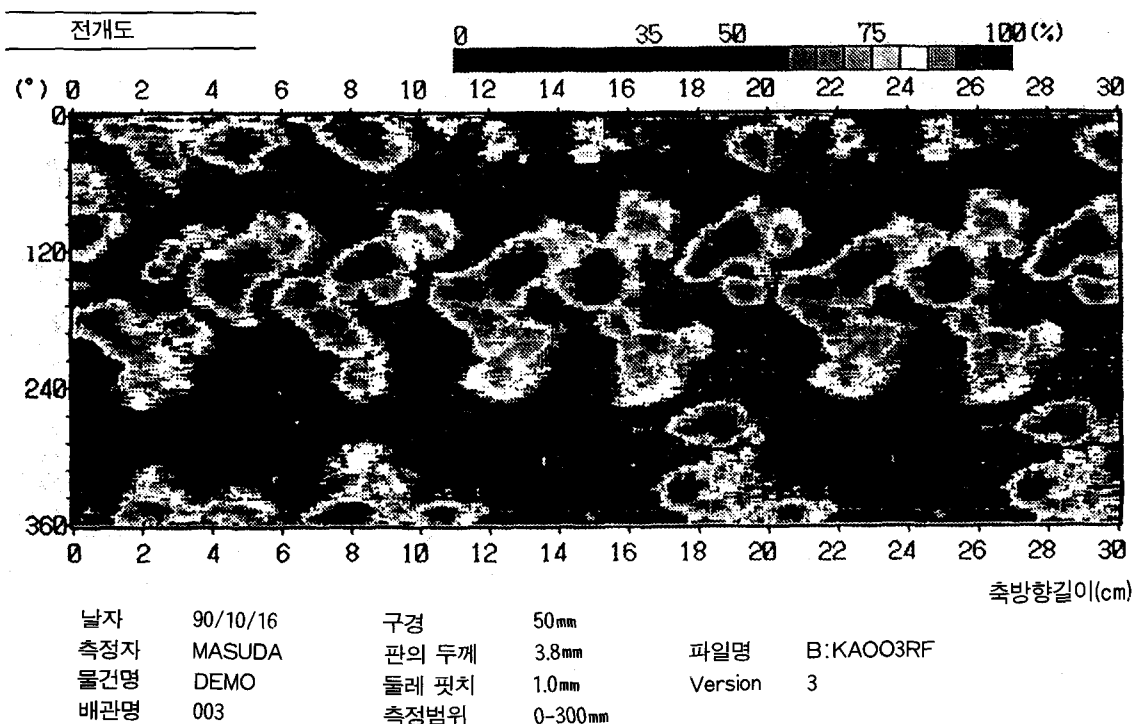
과거에는 미리 관외면에 측정점을 격자모양으로 마킹해두고, 그 개소를 수작업으로 스폿트적으로 측정하곤 했는데, 그래서 세밀하게 측정할 수 없어서 정밀도가 좋지 않고, 또 데이터처리도 큰 일이었다. 최근에는 자주 스캐너(탐촉자를 자동으로 관외면에 따라서 연속적으로 주행

시켜 측정하는 장치)가 개발되어 컴퓨터를 이용한 데이터처리가 가능하게 되었다.

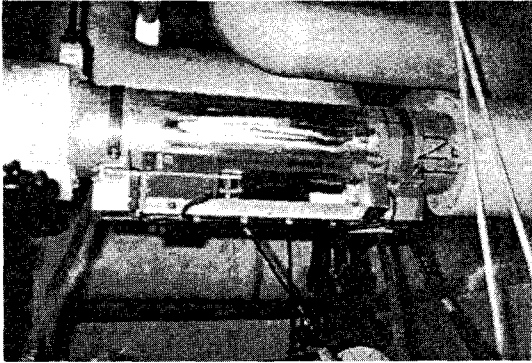
따라서 스폿트측정에 비해서 훨씬 정밀도가 높은 데이터가 얻어지며, 또 자동적으로 잔존수명도 구하여진다. [사진 3]에 강관의 측정상황, [그림 2]에 출력예를 표시한다.

### (3) 내시경에 의한 방법

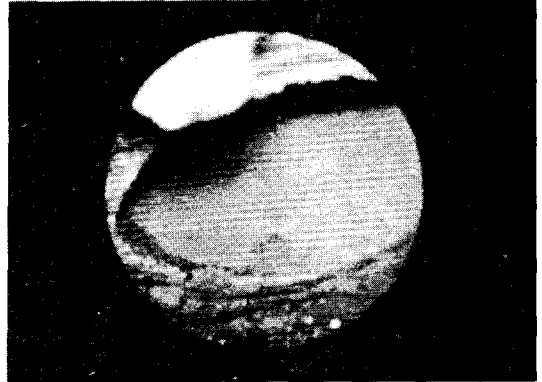
내시경은 파이버스코프라고도 부르며, 의학에서 사용하는 위카메라와 같은 것이다. 그 조사의 개념도를 [그림 3]에 표시한다. 이 방법은 단수하는 등 조사부분의 기능을 정지하고서 한다. 파이버스코프의 선단부(광원이 있음)를 배관내에 삽입하여 외부에서 내부상황을 목시관찰(目視觀察)하는 방법이다. 삽입부는 플렉시블하게 되어 있으며, 또 선단부는 조작부의 레버로서 상하좌우로 구부릴 수 있게 되어 있다. 호칭지름 20mm의



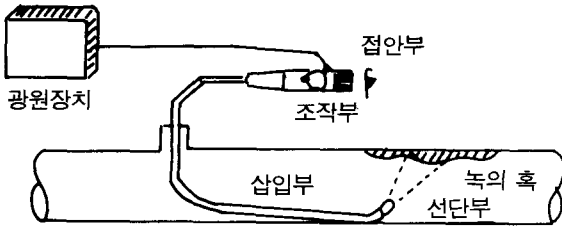
[그림 2] 초음파 두께 측정계의 출력예(출전 : 동경가 스자료)



[사진 3] 초음파 두께 측정계 측정상황



[사진 4] 강관의 내시경 조사



[그림 3] 내시경조사의 개념도

배관으로서 엘보 2개 이하의 구부림이면 삽입이 가능하다. 기기의 사양은 삽입부의 길이 3~12mm, 삽입부의 외경 1.8~20mm가 표준적인 것이며, 판 사이즈에 따라서 사용 구분할 필요가 있다.

조사에 앞서서 관내의 물을 빼고 분리 가능한 수도꼭지와 계기, 기기와의 접속부, 배수구 등으로 파이버스코프의 선단부를 삽입하게 된다. 단, 이러한 개소만으로서의 조사범위가 한정되므로 필요에 따라서는 배관의 일부를 분리해서 시행한다.

그리고 기록은 접안부에 카메라를 장착해서 사진촬영이 가능하고, 비디오장치를 접속하면 비디오기록도 가능하다. [사진 4]에 강관의 조사사진을 표시한다.

#### (4) 발관(拔管)에 의한 방법

이 방법은 글자 그대로 대상으로 하는 배관을



[사진 5] 강관의 발관 상황(탈청진)

절단해서 이것을 테스트피스로 하여 얇아진 상황과 녹의 부착상황 등을 조사하는 방법이다. 실물을 직접 관찰할 수 있으므로 가장 정밀도가 높고, 예부터 실행되고 있는 방법이기도 하나 단수 등 기능정지를 해야 하므로 그 적용이 곤란한 때가 많다.

우선 대상으로 하는 배관계통의 물을 빼고 가능하면 조인트를 포함해서 약 30cm의 테스트피스가 되게끔 기계톱으로 조용히 절단해서 빼낸다. 이때 배관의 상하, 천지관계(天地關係), 물의 흐르는 방향 등을 기입해두면 편리하다.

다음에 테스트피스를 관축에 평행하게 2분할하여 녹의 부착상황을 관찰한다. 그리고 녹의 부

착이 많은 쪽의 테스트피스를 희염산용액으로 완전하게 녹을 제거한다. 이 탈청한 테스트피스를 사용해서 심하게 살이 얇아진 개소를 5점 정도, 포인트마이크로미터로서 나머지 살의 두께를 계측하여 상기한 잔존수명을 계산하게 된다. [사진 5]가 강관의 조사사진이다.

에 맞는 조사가 되게끔 해야 할 것이다. 참고가 된다면 다행으로 생각한다.

筆者連絡先

模手幸伸

清水建設(株) 設備本部 技術部 副部長

〒105-07 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンスS館

TEL : 03-5441-0728 FAX : 03-5441-0386

#### 4. 맺음말

배관의 부식에 관한 조사방법을 기술하였는데, 조사에 있어서는 부식현상을 잘 이해하고 도리

## 국가 차원의 시공기술표준화 체계 구축

건설교통부는 국가차원의 공중별 표준화 분류체계를 구축하고 이를 시방서, 지침서, 체크리스트, 부적합보고서 등에 일관하여 적용키로 했다.

건교부에 따르면 대공중, 중공중, 소공중요소기술, 참고서류등 5개 공중별로 시방서, 지침서, 체크리스트, 부적합관리서를 상호 연계한 국가적 시공기술 표준화 체계의 구축을 추진하는 한편 향후 이의 정착으로 인한 기술자료 축적 기반을 구축할 방침이다.

우리 건설업의 경우 그동안 실질적인 표준화를 구현하는 시공표준화에 대해서는 정부차원이 아닌 건설업체가 주도적이었을 뿐만 아니라 표준화 활동도 자재나 치수의 표준화에 주력하였고, 또한 건설업계에 통용되는 표준 공중분류체계조차 없어

발주기관별로 각각 다른 분류체계를 사용하고 있어서 시공기술의 체계적인 축적이 어려운 실정이었다.

따라서 건교부는 현상을 끊임없이 개선하고 새로운 사업, 새로운 기술을 효과적으로 적용하는 최적안을 제시하므로써 기업경영의 효율을 높이는 시공기술의 표준화 활동을 정부가 적극 지원하기 위해 시공기술 표준화 체계 구축에 나선 것이다.

건교부는 대공중의 경우 현장흐름에 따라 주체별, 공중별로 분류하고 ▲중공중은 대공중의 부위별 또는 재료, 공중별 분류하며 ▲소공중은 가장 세분화된 하나의 단위공사로 ▲요소기술은 주변상황등 가변적 요소를 고려한 공사지침, 단위공중중 구체적인 항목에 대한 관리지침으로 ▲참고서류는 체

계화된 하자정보, 시공 핸드북의 형태로 공중별 분류를 할 계획이다.

이와함께 건교부는 허용오차를 중심으로 한 최종 목적물 중심의 시방서도 작성, 보급하고 이들 시방서와 연계한 시공지침서도 작성, 보급할 계획이다.

또한 시공지침서와 연계하여 현장기사들이 활용할 수 있는 체크리스트도 작성, 보급하며 이 체크리스트에 의해 품질검사를 실시하고 이에따른 부적합사항을 정리해 부적합보고서로 관리할 방침이다.

건교부는 부적합보고서의 공중별 부적합 사항에 대한 원인을 분석, 이를 시방서에 피드백하면 차기 공사에서 유사부적합 사항이 발생하는 것을 예방할 수 있다고 밝혔다.