

온수 온돌의 난방부하와 적정 온수 순환량 및 난방관(온돌관)의 소재 특성

지난호에 시어서...

급탕관의 사용환경인 80°C의 수돗물에서 5주간 침지시험을 수행한 결과, 스테인리스 강관에 부식에 의한 용출이온의 농도는 0.4mg/L로 무시할 수 있을 정도의 적은 양이며, 부식 속도는 0.0003g/m²hr로 동관의 1/10, 아연도 강관의 1/80에 불과하였다. 침지 시험 결과를 아래표에 나타내었다.

80°C 수돗물에서 배관재료의 5주간 침지시험 결과

	스테인리스 강관 (STS 304)	동 관	아연도 강관
용출이온농도 (mg/L)	0.4	3	43
부식속도 (g/m ² hr)	0.0003	0.003	0.0231

이상의 실험 결과 스테인리스 강관은 대기 분위기와 급탕관 분위기에서 모두 동관이나 강관에 비해 일반 부식에 대한 저항성이 월등히 우수함을 알 수 있다. 우리 나라에서는 아직까지 배관재

로의 사용이 미비한 실정이나, 최근 내식성이 좋고 위생적인 스테인리스강의 우수성이 일반적으로 알려졌으며, 선진국에서 대부분의 배관재료가 스테인리스 배관으로 교체 사용함에 따라 동관과의 내식성을 비교, 분석한 자료가 보고되고 있다.

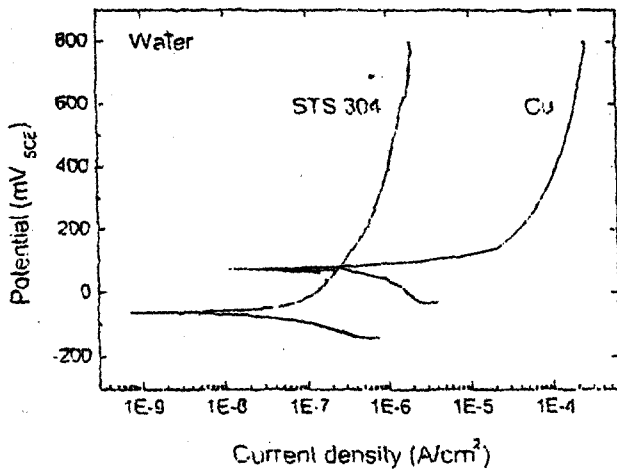
아래표는 대전지역 수돗물에서 수행한 STS 304와 동의 양극분극곡선을 나타낸 것이다. 그래프에서 X 축은 전류 밀도, Y 축은 전위를 나타내

는 것으로 X 축의 전류 밀도 값이 클수록 금속이 물 속으로 녹아 들어가는 부식반응이 활발히 일어났다고 할 수 있다.

그림에서 전류밀도가 더 이상 크게 증가하지 않는 부동태 영역의 전류밀도 값

을 비교하면 STS 304의 경우는 0.061 $\mu\text{a}/\text{cm}^2$ 이고, 동의 경우는 1.04 $\mu\text{a}/\text{cm}^2$ 로 STS 304의 전류밀도가 동에 비해 매우 작다.

이 값을 부식속도로 환산하면 STS 304의 경우



STS 304와 동 의 양극분극곡선 (scan rate : 0.5 mV/s)

0.56 mg/cm² year, 동 의 경우 10.8 mg/cm² year 로 STS 304의 부식속도가 동 의 약 1/20 인 것을 알 수 있다.

공식 특성비교

수돗물에서는 스테인리스 강관과 동관 모두가 금속 표면에 형성된 부동태 피막이 국부적으로 파괴되어 금속에 작은 구멍이 생기는 공식이 일어나지 않으나, 지하수 환경에서는 스테인리스 강관은 안전한 반면 동관에는 공식이 일어난다.

(mg/cm² week)

유속(m/sec)	스테인리스 강관 (STS 304)	동 관	아연도 강관
0.58	0.05	0.3	3.2
1.00	0.08	0.6	-

85°C, 용존 산소량 2ppm의 수돗물에서 배관재료의 부식속도

침식부식 특성비교

위표에서 85°C 수돗물에서 용존 산소량을 2ppm으로 유지하면서 유속에 따라 부식 속도를 측정 한 결과를 나타낸다.

유속이 0.58m/sec 일 때 스테인리스 강관의 부식 속도는 동관의 1/6, 강관의 1/64였고, 유속을 1m/sec로 증가시켰을 때는 동관의 1/8에 불과하였다. 유속이 빠르고, 기계적 성질이 나쁜 동관이나 아연도 강관에서는 유속이 빠른 경우, 피막이 일단 파괴되었다가도 다시 형성되는 재부동태 특성이 우수한 스테인리스 강관에서는 침식 부식이 일어나지 않았다.

염소 이온의 영향

음용수 설비에 있어 염소, 오존, 인산 과망간염 등은 가장 보편적인 산화제이다. 적정 농도까지의 산화제 첨가는 스테인리스강의 일반 부식저항성을 높이고 미생물 유도 부식에 대한 저항성도 증가시킨다.

스테인리스강의 부식과 관련하여 염소의 효과를 아래표에 정리하였다.

아래표에 따르면 STS 304의 경우 잔류염소 농도가 3~5mg/L 인 경우 시편 표면이 깨끗하지 않고, 열변색부 스케일이나 다른 결함들이 존재할 때 침식 부식이 민감한 것

스테인리스강의 부식에 대한 염소의 효과

잔류염소 (mg/L)	Maximum depth of attack (mm)			
	STS 304		STS 316	
	Base Plate	Crevice	Base Plate	Crevice
0	0	0	0	0
0.8 ~ 1.0	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3 ~ 5	<0.03	0.1 ~ 0.4	0	0.03 ~ 0.1

으로 나타났으며, STS 316L의 경우에는 304보다 저항성이 우수함을 알 수 있다. 수처리로 정제된 수돗물의 최대 허용 잔류 염소 농도가 대략 1.8mg/L이므로 이 범위에서는 STS 304도 안전한 재료라 하겠다.

아래 그래프는 STS 304 열처리, 비열처리와 STS 321 열처리, 비열처리 및 STS316L 열처리, 비열처리된 나선형 주름관의 부식시험 차트이다.

(1) 316L 열처리 한 것은 304 열처리 않은 것

보다 25배 강함

(2) 316L 열처리 한 것은 304 열처리 한 것 보다 12.5배 강함

(3) 304 열처리 한 것은 304 열처리 않은 것 보다 15배 강함

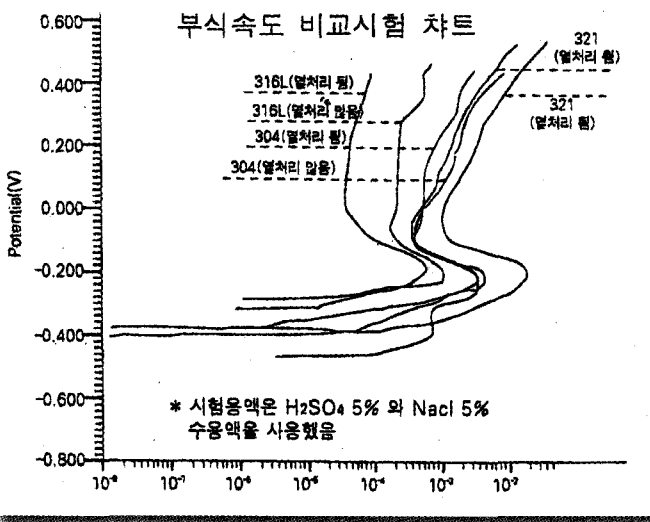
전술한 금속배관재료의 부식시험 데이터와 부식속도 비교시험 차트에서 살펴본 바와 같이 스테인리스 304의 내부식성이 동관보다는 최소 6배이고, 스테인리스 316L은 스테인리스 304보다 12.5배 임을 알 수가 있다.

산업이 발달하면서 대기오염, 수질오염, 토양오염이 만연됨에 따라 선진공업국에서는 1990년 초부터 이미 스테인리스 304의 수요가 감소되고 스테인리스 316L의 수요가 급증하고 있는 추세에 있다.

따라서 우리나라도 배관재료의 사용 환경이 청정하지 아니할 경우에는 스테인리스 316L로 된 배관재료가 권장된다.

2) 온수온돌 설계시공의 허와 실

가. 방열 열원이 온수로써 난방공간의



바닥면 전체에서 복사방열하여 자연대류에 의한 난방 방식이므로 난방공간의 온도분포가 수직으로 하단부가 높고 상단부가 낮기 때문에 인체공학적으로 보면,

첫째 : 인체의 머리부분(상당부분)의 온도는 낮고, 하체부분(하단부분)의 온도는 높은 두한족열(頭寒足熱) 효과가 높고,

둘째 : 자연 복사난방으로 실내 공기가 청정하며,

셋째 : 실내와 외기 습도가 동일하기 때문에 세계적으로 어떠한 난방방식 보다 가장 이상적인 난방방식이라는 점에 대하여 이론이 없다.

이와는 반대로 서양 난방방식 방열기(RADIATOR & CONVECTOR)에서 방열되는 열을 강제로 순환시키는 강제 대류 난방방식이기 때문에 실내온도 분포가 인체의 머리측 부분(상체부)의 온도가 높고, 하단부분(하체부)의 온도는 낮기 때문에 인체공학적으로 정반대되는 즉 인체에 필연적으로 가장 해로울 뿐만 아니라, 특히 강제 대류방식이 때문에 실내의 먼지가 모두 비산되고 실내습도는 외기 습도보다 건조하기 때문에 인체에 가장 유해한 난방방식이라는 점을 서양 냉난방 전문가와 학자들까지도 인정하고 있다는 사실을 우리는 유의하여야 할 것이다.

나. 온수온돌은 우리가 고래로부터 사용해온 구들 온돌을 개량한 세계적으로 가장 우수한 난방방식이라는 사실을 인지하지 못하고, 인체에 가장 유해한 서양난방방식을 우리의 온수온돌 난방방식에 잘못 접목이해하고 있음을 안타까운 일이다.

즉, 대부분의 주택난방설계자와 시공자가 서양 난방방식의 개념으로 잘 못 해석하여 실내자동

온도조절장치에 의한 난방방식이 사장 이상적인 난방방식으로 잘못 이해하고 있기 때문에 실내 온도의 수직분포가 인체의 상체부 온도가 높고, 하체부 온도가 낮게 유지되어 불쾌지수가 높아짐에 따라 영하의 날씨에 내의차림으로 생활하면서도 빈번히 창문을 열어야 쾌적도가 높아지는 불합리한 생활방식에 익숙해지도록 유도하고 있는 실정으로 연료 절약면에서도 큰 잘못을 저지르고 있다.

한 걸음 더 나아가 이론적 난방부하 계산을 근거로 건축물의 단열을 철저히 한다면 창문을 열지 않는 한 현재와 같은 서양 난방방식(일정한 실내온도 유지 방식)이 연료가 절약된다는 주장도 있으나, 이는 인체공학적인 면을 간과한 큰 잘못이 있다.

위와 같은 잘못을 바로 잡으려면 ON-OFF 방식으로 보일러를 가동하여야 하고(중앙난방 방식도 동일함) ON-OFF 방식으로 난방을 가동하면 NO 작동과 거의 동시에 방열면인 방바닥이 따뜻해지면서 단시간에 쾌적한 체감온도를 느낄 수 있으며 실내온도(바닥에서 1m 높이)가 19~20°C 일 때 보일러 가동(중앙 공급식에서는 온수의 공급)을 중단하는 간헐적인 난방 가동방식이 인체공학적으로 유익하고 연료절약 효과가 극대화된다는 사실에 유의하여야 한다.

다. 현재의 난방가동방식은 자동온도 조절장치에 의하여 실내온도를 일정하게 유지하는 방식으로 실내의 적정온도에서 실외로 손실되는 열량만을 보충해주는 방식으로 해석하기 때문에 방열관(온돌관)의 열전달량과 몰탈의 열전달량은 무시하여도 된다고 생각할 수 있었다.

그러나, 전술한 바와 같이 자동적으로 일정한 실내온도를 유지하는 난방방식은 서양난방방식으로 인체에 유해하다는 사실이 명백하므로 인체에 가장 유익한 체감온도, 체감습도를 유지해주는

ON-OFF 난방가동방식을 채택하여야 할 것이다.

따라서 ON-OFF 가동방식에 적합한 난방관(온돌관)은 열전달량이 많은 난방관(온돌관)을 사용하여 하고 몰탈은 강도와 축열효과가 있도록 적절한 두께를 유지해 주어야 하는 것이 절대로 필요하다.

현재와 같이 방열관(온돌관)의 재료를 금속관에 비하여 열전도율이 약1,000배 낮은 합성수지관을 난방관으로 사용할 경우에는 보일러를 가동(중양난방방식도 동일함)하고 약 1시간 정도를 기다려야만 방열바닥(방바닥)이 따뜻해지므로 ON-OFF 가동방식으로 보일러를 가동하는 경우에는 단위 시간당 방열량이 적은 합성수지제 난방관(온돌관)을 사용하여서는 안된다는 사실을 유념하여야 할 것이다.

3) 현재사용하고 있는 난방관(온돌관)의 장,단점

가. 합성수지제 난방관

* 장점

- 재료비 저렴
- ROLL 타입으로 시공성이 양호
- 매설부에 이음부가 없기 때문에 누수위험 없음

* 단점

- 방열량이 적고 난방효과 미흡
- 열경화성이 높아, 5년 이내에 "U"벤드 부위에 누수위험이 있음
- 얼었을 때 해빙대책 없음
- 환경 친화적이지 못하며, 내압력이 낮음

나. 동관

* 장점

- 방열량이 많아서 난방효과 양호
- 내구성 비교적 양호 (바다 모래를 사용하고

습윤상태의 경우 내구성 불량)

- 시공성 보통임

* 단점

- 재료비 고가
- 용접이음 방식으로 숙련기능공 필요
- 열팽창, 수축에 의한 이음부 피로 누적으로 누수위험 있음

다. 스테인리스 강관

* 장점

- 내구성 양호
- 방열량 동관보다 적음

* 단점

- 재료비가 고가
- 이음부가 많아 누수위험 있음
- 숙련기능공 필요
- 열팽창, 수축에 의한 이음부 누수 위험 있음

라. 스테인리스 나선형 난방관(STS 316L)

* 장점

- ROLL 타입으로 열처리되어 유연하므로 시공성 가장 양호 (미숙련공 시공가능)
- 내구성 가장 양호
- 매설부에 이음부가 없기 때문에 누수위험 없음
- 나선형상으로 소음 없음
- 주름형상으로 방열량이 많아서 난방효과 양호

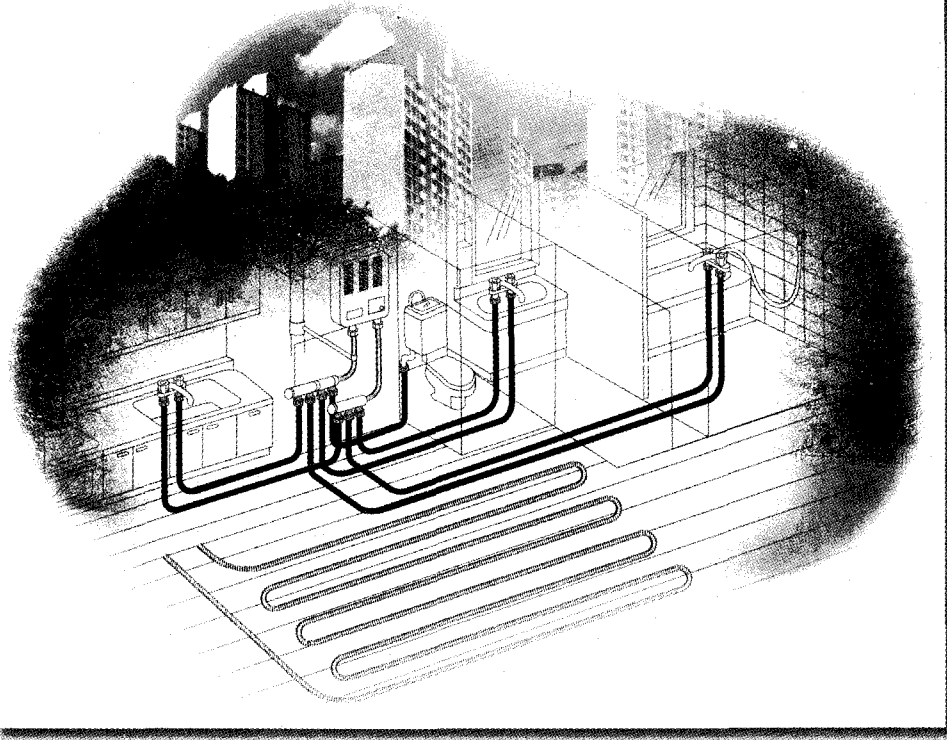
* 단점

- 재료비 고가 (동관과 동일함)

6. 난방관(온돌관)의 선택정보

위에서 살펴본 바와 같이 현재 사용되고 있는 각종 배관재료의 장단점을 지니고 있으므로, 설

—● 동아플렉시블 나선관



정부가 상품을 보증하는 "N" 미크와 미국 "UL" 마크를 획득하였습니다.

* 우수성

- ① 소음이 없습니다.
스파이럴 타입(나선형)이므로 소음이 발생되지 않습니다.
- ② 방열량이 38% 더 높습니다.
방열면적이 넓은 만큼 방열량이 높기 때문에 연료가 절약됩니다.
- ③ 하자가 없습니다.
방바닥네에 이음부가없으므로 누수위험이 없습니다.

- ④ 공기(工期)가 단축되고 경제적입니다.
이음부가 없으며 공구없이 맨손으로 구부릴 수 있기 때문에 공사품이 감소되고 공기가 단축되어 공사비는 다른 금속배관보다 40%이상 절감됩니다.
- ⑤ 내구성이 가장 강합니다.
내구성이 가장 우수한 STS316L를 사용하여 고용화 열처리 하였으므로 내구성이 어떠한 배관제보다 강합니다.
- ⑥ 공구가 필요없습니다.
두루마리로 공급되므로 로스(Loss)가 없고 유연성이 우수하여 맨손으로 시공합니다.

계자와 시공자가 그 건축물의 특성을 고려하여 선택적으로 선정하여야 할 것이다.

대부분의 주택건축에 사용되고 있는 합성수지제 방열관은 금속배관재료에 비하여 방열량이 1,000 배정도 작기 때문에 방열관이 아니라, 단열관이라고 표현하는 것이 옳을 것이다.

그런데도 불구하고 현재 고급주택을 제외한 모든 주택에 합성수지제 방열관이 전면 사용되고 있는데, 그 이유는 1990년 이전에는 임대주택과 소형주택에서만 합성수지제 난방관을 허용하여 오다 정부의 주택정책으로 아파트 분양 가격이 동경(채권입찰제 시행)됨에 따라, 투택건설회사가 채산성을 맞추기 위하여 건축법령이 허용하는 범위내에서 값싼 건축자재만을 사용할 수 밖에 없게 됨에 따라 값이 싼 합성수지제 난방관 사용이 일시에 확산되게 된 것이며, 전술한 서양 난방방식인 자동온도 조절 장치식(일정한 실내온도 유지 방식)에서는 최초 난방가동 시를 제외하고는 방열관(온돌관)의 방열량이 많고 적음은 난방효율에 크게 영향을 미치지 않는다는 공여지책의 논리를 전개 하였으나, 이는 기술자의 양심상 문제가 있다고 아니할 수 없을 것이다.

위와 같은 이론적 근거를 뒷받침하는 것은 연료절약을 생활화한 일반가정에서 ON-OFF방식으로 난방을 가동하고 있다는 사실이 이를 입증하고 있는 것이다.

따라서 난방관은 단위시간당 방열량이 많은 금속관을 사용하는 것이 훨씬 유리하다.

금속관중 종전에 허용하여온 열처리를 하지 아니한 스테인리스 304 환상형 주름관은 환경오염이 누적으로 인한 황산, 염분등에 내부식성이 취약하고, 주름의 구조가 환상형이기 때문에 유체저항이 큼에 따라 유속이 빠를 경우 난방관의 진동과 소음이 발생하는 결점이 있었다.

이와 같은 결점을 개선하기 위하여 최근 개발된 스테인리스 나선형 주름관은 황산, 염분에 내

부식성이 강한 스테인리스 316L을 소재로 사용하였고, 주름을 성형할 때 필연적으로 발생하는 가공경화를 고용화 열처리로 소둔 한 것으로 내구성이 스테인리스 304보다 12배 이상 높였고, 유체저항을 감소시키기 위하여 환상형 주름을 나선형 주름(SCREW TYPE)으로 개선하여 난방관의 진동과 소음발생을 방지한 제품이 출시되어 최고급 아파트에 채택됨을 기화로 고급아파트에 확산 적용 일로에 있다.

스테인리스316L 나선형 주름관은 품질의 신뢰성에 대하여 ISO, BS, EN KS A 9002와 미국 UL 승인을 받았으며, 시공성, 내구성, 하자 발생가능성, 소음 발생성, 등에서 타 금속 배관재에 비하여 훨씬 유리할 뿐만 아니라, 단위 시간당 방열량이 동관대비 38.6%높기 때문에 우리나라 온수온돌의 난방관(온돌관)으로 추천할 수 있는 우수 제품으로 평가된다.

다만, 합성수지제 난방관에 비하여 고가라는 점이 단점으로 지적되지만, 동관대비 공시비가 훨씬 저렴하다.

철제문 일부가 녹이 슬었을 때의 손질법은?

철제문이나 배란다. 울타리 등은 3년에 1회 정도는 다시 칠을 해 주어야 한다.

우선 녹이 슬은 부분의 녹과 칠은 솔이나 샌드페이퍼, 칼 등으로 다 긁어내고 마른 걸레로 먼지를 닦아낸다. 그 다음에 금속용 퍼티를 녹이 슬은 부분에 바르고 물에 적신 나무칼로 편편하게 정리해 준다.