

전자장처리법에 의한 적수대책

(주)씨엠씨·인터내셔널 高橋 秀昌
Hidemasa Takhashi

본고는 日本의 建築設備와 配管工事 99年 3月号에 掲載된 内容を 前大韓設備 建設協會 김성찬 設備技術研究所長이 翻譯한 것으로서 無斷으로 複製하거나 複寫· 使用할 수 없음을 알려드립니다.

[編輯者 註]

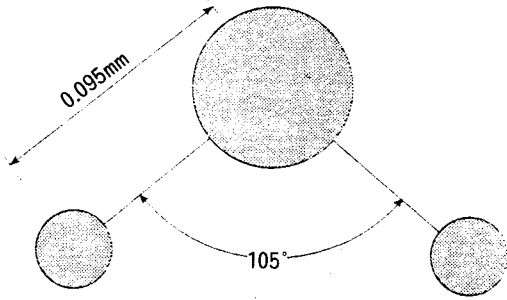
1. 전자장처리법이란?

「전자장처리법」이란, 외부 전원을 사용하여 물에 미약한 전류를 주어서 물분자의 전자에너지를 활성화시키는 수처리법을 말하며 스케일 발생의 방지 외에 방청, 적수대책 등에 널리 이용되고 있다.

물에 미약한 전류를 주는 방법에는 일반적으로 4개의 방법이 있다. 하나는 자석에 의한 전류의 유기법(誘起法)이고 그 외에 정전장(靜電場)에 의한 변위전류를 주는 방법과 이종(異種) 금속을 양극(兩極)으로 하는 기전력법이 있으며, 이것들은 어느 것이나 기전(起電)조건을 설정하여 간접적으로 전류를 주는 방식인 것에 반하여 외부전원에 의한 전장(電場)을 주어 직접적으로 전류를 흐르게 하는 「전자방법」은 직접적으로 전류를 주는 방식인 점이 기본적인 기술상의 특징으로 되어 있다.

간접법에는 기전조건 설정이 어렵다고 하는 문제점이 있다. 예를 들면, 자력의 크기에 대한 물의 유속과 물의 통로의 구조설계 등이 적절하지 않으면 안된다. 또한 전극표면의 메인テナンス 조건에 따라 기전력의 양이 되어가는 형편에 맡겨버리는 문제에 대해서 적절한 대책이 없는 것 등이다.

이것에 대해서 직접법에는 전류의 양과 주파수와 파형(波形) 등을 완전히 인위적으로 컨트롤하여 주는 것이 가능하며 사용하는 물의 목적에 맞는 매우 효과적인 전자장을 형성시키는 전류의 주는 방법을 장치설계자가 설계할 수 있는



[그림 1] 물의 분자

점이 다른 방법보다 우위성이 있음을 말해준다.

전자장처리법을 대표하는 장치로는「하이드로트리터(Hydrotreater)」가 매우 오래되고 많은 실적과 신뢰를 얻어서 유명하다.

2. 미약한 전류에 의한 물분자의 변화

전기적으로 보면, 물은 유전율이 대단히 큰 물질이다. 진공중의 유전율에 대한 비를 비유전율(比誘電率)이라고 하며 물의 비유전율은 약 81이다. 비유전율이 크면 클수록 전파를 흡수하기 쉽다. 그러나 물의 유전율이 큰 것은 주파수가 수GHz로부터 낮은 경우였으며 빛의 주파수에서는 비유전율은 약 2까지 감소한다.

물에 전자파(電磁波)가 흡수된다고 하는 것은 전자파에 의해서 물분자가 전장의 방향으로 향을 바꾸며, 그 때의 마찰로 전자파에너지를 손실하는 것에 기인한다.

이러한 물의 특성은 물분자가 쌍극자(雙極子) 구조로 되어 있어 정부(正負)의 2개극을 갖고 있는 것에 기인한다. 물의 분자는 1개의 산소원자와 2개의 수소원자가 결합하고 있으며 수소원자가 산소원자의 아래쪽에 치우쳐 있어서 정전하(正電荷)를 갖고 있는 수소원자의 축과 부전하(負電荷)를 갖고 있는 산소원자의 축이 쌍극(雙極)을 구성한다. [그림 1 참조]

지금 양극과 음극의 2개 전극을 사용하여 외부

전원으로부터 전류를 흘려보낸다. 양극간(兩極間)이 공간이면 콘덴서와 같은 모양으로 전류는 흐르지 않지만 전극간에 물을 넣으면 전극을 전하는 물에 의해서 소멸되어 전극간의 전계(電界)는 작게 된다.

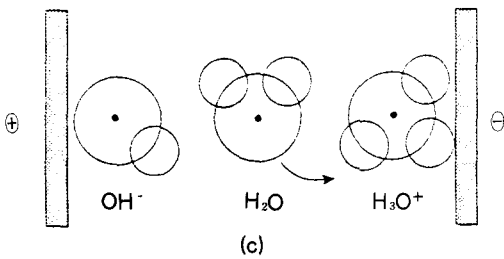
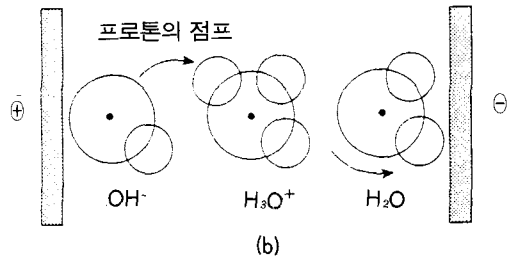
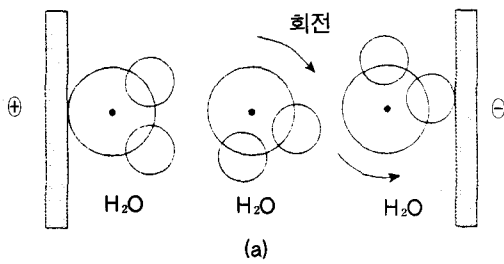
그것은 물분자의 정(正)의 축이 음극의 축으로, 부(負)의 축이 양극전극의 축으로 방향을 바꾸어서 배향(配向)하기 때문이다. [그림 2(a) 참조]

그림 중에는 규칙바른 정부(正負), 정부의 배향이 생기는 것처럼 되어 있으나 미약전류를 주는 낮은 전계중에는 실제로는 더욱 위태위태한 상태로 되어 있을 것이다. 물분자에 자체 무게 때문에 회전시키지 않고자 하는 관성이 작용하기도 하고 기타 이온과의「수화(水和)」상태로 있었던 물분자는 배향이 늦어지기도 하기 때문이다.

지금 전극에 교류전압을 걸어서 교번전극으로 하면, 교번할 때 물분자는 역의 방향으로 분자의 향을 변화려고 한다. 교류의 주파수가 낮을 때에는 전압의 변화도 완만하여 물분자는 좌우로 느리게 움직일 수 있다. 교류가 아니라도 전파정류(全波整流)로 하기 때문에 물분자는 서서히 진동한다. 그러나 주파수가 10~30GHz보다 높게 되면 무거운 것을 고속으로 진동시키려고 해도 움직일 수 없는 것과 같이 물분자는 관성 때문에 전압의 변화에 추종할 수 없게 된다. 또한 고전압, 고전류를 주어도 물은 화학적인 반응을 강제시키는 것 뿐으로 물분자의 진동은 적게 된다. 더욱이 직류전류라도 진동효율은 대단히 나쁘다.

즉, Fe^{3+} 에 접촉한 물분자는 수산이온이 되고 $FeOH^2$ 이온을 형성하여 더욱 먼 물분자에 프로톤(Proton: 양자)을 이동시켜 H_3O 이온을 형성한다.

이와 같이 물의 표면에 전하가 유도되는 것은 쌍극자의 물분자가 전계의 변화에 따라서 물분



[그림 2] 전장내의 물분자의 프로톤의 이동

주(1) 전극간의 물분자는 양극에는 부(-)의 축을, 음극에는 정(+)의 축을 향하여 배향한다. 그러나 실제에는 규칙 바르게 정부(正負)의 배향이 아니고 물분자의 중량 때문에 방향을 바꾸는 타이밍이 늦기도 하고 기타 이온과의 수화(水和)의 상태였던 물분자는 배향이 늦게 일어나기도 하므로 상당히 위태로운 상태라고 생각된다. 다시 전압을 변동시키든가 교번전극으로 하면 배향하려고 하는 물분자의 운동은 복잡하게 변동한다. 물분자는 서서히 진동을 반복하는 상태로 된다.
 [(a)참조]

주(2) 전극간의 물분자의 배향과 서서히 한 물분자의 회전 진동은, 다방면에서의 프로톤의 점프를 촉진한다.전압의 변동과 교번전극의 상태에서는 프로톤의 점프는 복잡하게 반복된다. [(b),(c) 참조]

자가 진동하여 더욱 전하의 유도가 일어난다.

어느 경우에도 물분자의 반대전하의 이동은 포텐셜에너지의 손실을 의미하며 물분자가 인가된 전장으로부터 해방된 때에는 이번에는 포텐셜에너지의 방출을 수반한다.

전자파를 잘 흡수하는 성질의 물질은 물에 관계없이 전자파를 잘 방사한다. 모든 물질은 물질파(物質波) 또는 원자파라고 불리어지는 파동을 갖고 있다. 이 파동이 그 물질의 성질을 표시하는 것으로 되어 있다. 이 파동은 또한 원자 1개의 전자궤도를 도는 2개의 전자가 복사하는 전자파가 합체하여 생기는 에너지라고 말한다.

물에 흡수된 전자파는 물분자에 진동을 주어서 프로톤의 점프에 의한 전하의 유도를 초래하여 그 결과 물전자가 여기(勵起)되어 물이 방사하는 전자파에 변화를 주는 것으로 된다.

외부전원으로부터 도체판전극을 사용하여 물에 대해 어떤 전장을 주어서 미약전류를 흘리면

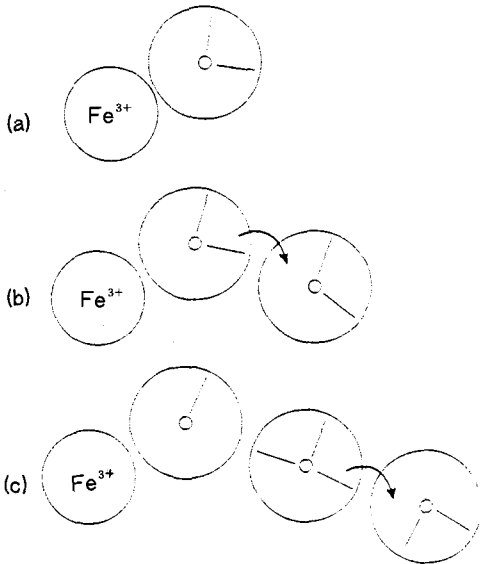
물의 전자상태를 변화시킨다고 하는 것은 이상과 같은 사고방식에 기초를 두고 있다.

3. 미약전류방식의 약점

전자장치리법은 외부전원에 의한 직접적인 통전방식으로 자기법 등과 같은 간접적 기전방식은 달라서 장치설계상의 제 조건에는 그것만큼 좌우되지 않으나 미약전류이므로 설치장소의 전기적 환경에는 좌우되기 쉽다.

따라서 전자장치리법의 적용에 있어서는 10옴 이하의 특별 제3종의 어스(접지)를 요구한다. 미주(迷走)하는 전류나 접지불량으로부터 오는 배관에의 전장, 자기(磁氣)나 고주파 등을 극도로 피하는 것은, 그러한 환경에서는 전자장이 충분히 작용하지 않기 때문이다.

예를 들면, 무접지의 3상회로 등 대지간전위가 제로가 되지 않은 배관계통에는 접지를 할 수 없어서 설치가 매우 곤란하다. 근처에 자장을 갖고



[그림 3] 철이온에 인접하는 물분자의 프로톤 이동

있는 장소나 석유탱크가 가까이 있는 장소에는 접지가 효과가 없는 일이 많다. 발전소의 시설내도 접지가 매우 어렵다. 이러한 장소에는 전자장이 오작동을 일으킬지도 모른다.

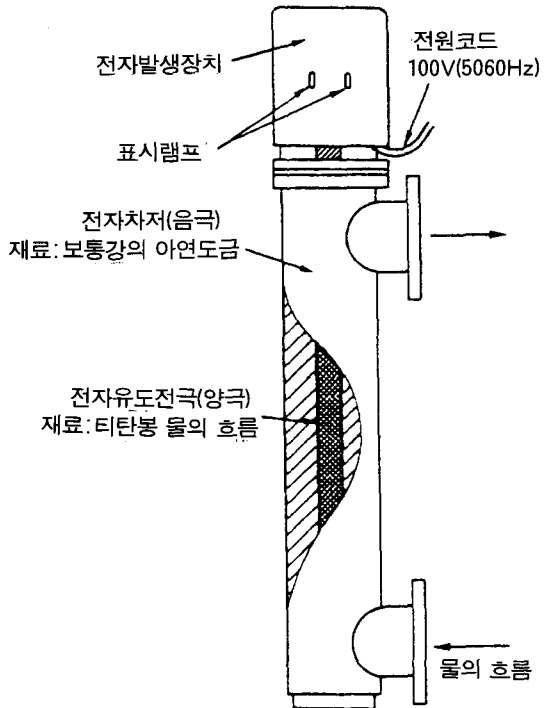
4. 처리장치(하이드로트리터)의 구조

전자장처리법에 의한 수처리장치「하이드로트리터」는 외통실린더를 음극으로 하고, 중심부에 티탄양극봉이 배치된「전극구조부(수처리부)」와 상부에 위치하는「전자장발생장치」로 성립된다.

[그림 4 참조]

물은 외통실린더부의 상하에 있는 출입구의 한쪽으로 유입되고 다른쪽으로 유출한다(원칙적으로 상향류로 물이 흐르도록 되어 있다).

양(兩)전극간을 물이 통과하는 중에 주어지는 미약전류는 상부의 전자장발생장치에 의해 출력되는 전극부로부터 전도된다. 전자장발생장치는 교류 100V, 단상(50/60Hz)을 전원으로하고 더욱더 기능유지를 위하여 특별 제3종의 접지를 필



[그림 4] 하이드로트리터의 구조

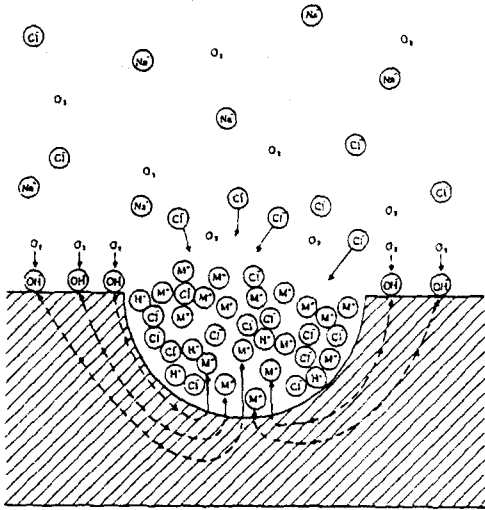
요로 한다.

소비전력은 매우 적으며 처리용량과 사이즈에 따라 다르지만 수십mA 정도이고, 접압은 수V 정도로서 위험은 전혀 없다.

전극의 재질은 통상의 수처리에는 양극에 티탄, 음극에는 아연이 사용되며 식품처리에는 음극을 SUS 304 또는 316을 사용한다.

5. 부식의 억제

금속이 부식되어 가는 프로세스는 무엇에 의하여(예를 들면 용존산소에 의하여) 금속으로부터 전자를 빼앗겨 버리기 때문에 금속의 전위가 올라가서 불안정하게 되고 금속원자는 전자를 후에 남기고 스스로 양이온으로서 용해하여 전위의 상승을 방지하려고 노력한다. 이 과정을 부식이라고 부르고 있다. [그림 5]



[그림 5] Autocatalytic processes causing in a corrosion pit

이 과정으로부터 알 수 있는 것은 금속으로부터 전자를 빼앗기지 않으면 부식은 일어나지 않는다고 하며 오히려 충분히 전자가 공급되고 있으면 전자가 빼앗겨도 금속의 용해까지는 진전되지 않는다는 것이다. 전위가 낮은 금속을 희생전극으로 하여 방식하는 방법과 외부전원에 의하여 전자를 공급하는 전기방식법 등은 이러한 방식에 기초를 둔 기술이다.

그러나 전자장법에는 전기방식 정도로 금속층의 전위를 컨트롤하지 않는다. 순수한 전기방식이면 금속계면(界面)에는 심한 스케일이 발생한다. 전자장법에는 금속층을 음극사이드로 억제하면서 일방으로 흐르고 있는 물과 금속과의 사이의 전위차를 중화할 수 있도록 전위를 낮춤으로 인하여 금속의 용해반응을 불활성화하려고 하는 점이 전기방식법과 비슷하여 불리한 형편이다.

6. 적수방지의 응용사례

K대학의 수도는 교내의 정호수(井戶水)를 수원으로 한「특설수도」로서 캠퍼스를 3개의 지구로 분할하여 각 수원급수소로부터 급수하고 있

[표 1] 정호수(원수)의 수질분석표(채수일 61.5.7)

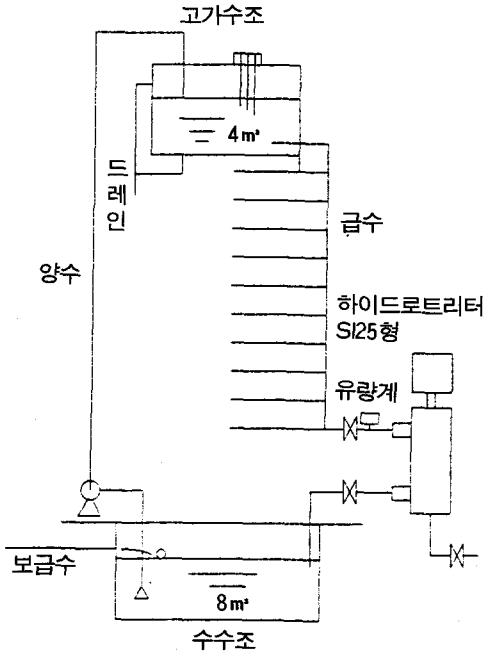
PH		7.3
염소이온	mg/l	15.3
유산이온	mg/l	7.40
M알칼리도	mg/l	64.0
유리탄산	mg/l	3.98
총 경도	mg/l	48.0
철	mg/l	0.20
중발전유물	mg/l	136
도전율	μS/cm	165
용성규산	mg/l	50.4
수온	℃	13.0
포화지수		-1.6

다. 총 사용량은 1,500~2,000t/d이다. 수질을 [표 1]에 표시한다.

여기에서도 최근에 음료수의 적수문제 등 급수배관과 냉각수 계통에 몇 개의 문제를 안고 있어서 순차적으로 급수관을 VLP로 교체하는 공사를 실시하고 있으며 실험실동 등은 실험실상상의 문제 때문에 전면적인 개수가 될 수 없는 형편이고, 또한 경제적으로도 큰 부담이 되어서 반드시 계획이 순조롭게 진행되고 있다고는 말하기 어렵다. 거기에서 건물의 특성에 맞는 적수 대책으로서 적절하고 확실하며 값싸게 실시할 수 있는 대책을 모색하게 되었다.

경상(經商) 연구실동은 건축연면적 1,118㎡의 6층 건물이며 각 연구실에 설치되어 있는 세면기와 각 층의 화장실에 급수하고 있다. 수주조(8㎡)는 지하에 있으며 옥상에는 4㎡의 고가수주조가 설치되어 있다.

이 연구동의 하이로드트리터의 설치방법은 [그림 6]과 같다. 설치방법의 특징은 옥상의 급수탱크에 순환라인을 만들어 설치하는 표준방식이 아니고 지하의 수주조에 환수관을 설치하여 빌딩 전체의 순환라인을 만들어 설치한 것이다.



[그림 6] 경상연구실동의 하이드로트리터 설치개요도

이 경우의 문제점은 관내부로부터 박리한 녹이 수수조에 쌓일 위험성이 있었으나 빌딩의 구조상 이 방식밖에 채용할 수 없었다.

하이드로트리터의 분산효과에 의하여 어느 정도의 녹혹은 박리되고 있으나 그것은 표면이 부드러운 부분 뿐이고 그 밑에 있는 단단한 산화철은 박리되지 않는다고 하는 실례도 있었으므로 만일 박리가 일어나도 단기간에 끝날 것이라고 생각되었다. 그렇게 되면 하이드로트리터의 설치 후 2~3 주간으로부터 수수조내를 청소하면 문제는 해결될 것이라고 생각하였다. 만약 부식의 진행이 억제되면 새로운 녹혹의 발생은 적어질 것이고 어느 정도의 녹혹의 박리가 끝나면 나중에는 그 정도의 많은 오염은 나오지 않을 것이다. 따라서 자주 수수조를 청소하지 않으면 안될 어려운 상태에서 하지 않아도 끝나지 않을까라고 생각되었다.

[표 2] 경상연구실동의 음려수와 수질분석표

	취부전	취부후 7일째	취부후 13일째	취부후 350일째
채수일	11월6일	11월13일	11월19일	10월23일
PH	-	-	-	7.1
도전율	210	272	220	-
과망간산칼륨 소비량	-	-	-	0.2
전체철	0.82	0.13	0.16	0.08
탁도	3	0	0.5	0
색도	12	3	3	2
잔류염소	0.2	0.2	0.1	0.4

계량: (주)환경수질연구소

장치의 사이즈 선정에는 순간 최대 사용수량의 1.5배의 양을 처리할 수 있는 기종을 선정하는 것이 원칙으로 되어 있으나 실제의 사용수량이 파악되지 않아서 고가수조의 용량이 4m³이므로 이것을 순간 최대 사용량으로 가정하여 시간당 6T~8T의 처리가 가능한 사이즈를 선정키로 하였다.

7. 효과의 측정

장치 설치후 수질분석의 결과는 철분의 용출이 현저하게 억제되고 있는 것을 나타내었다.

[표 2 참조]

하이드로트리터 설치 이전의 수질은 전체철 0.82mg/l, 색도 12도라고 하는 엄청난 것이었다. 하이드로트리터를 설치한 후 즉시 적수가 반대로 촉진된 듯한 기분을 느껴서 녹의 박리일지도 모른다고 생각되었는데 4일 후에 수수조 내부가 어떻게 되어 있는지를 점검키로 하였다.

수수조를 보니까 물은 맑았고 깨끗하게 되어 있었으나 다량의 녹의 침전물이 검출되었다. 이미 하이드로트리터에 의한 박리현상이 일어난 것으로 추정되었다. 침전물이 재차 배관내에 순환

되지 않도록 수수조의 청소를 실시하였다.

취부후 7일째의 수질측정에는 전체철 0.13mg/ℓ, 색도 3도로 설치전에 비하여 대폭적으로 철분의 용출이 격감된 것을 판명하였다.

다시 1주간 후의 수질측정에서도 거의 같은 양호한 결과가 얻어졌다. 그 이후에도 수수조 내부를 확인하였으나 박리는 끝나버린 것처럼 대단히 깨끗한 상태가 계속되고, 부식의 진행이 효과적으로 억제되고 있는 것으로 생각된다. 하이드로트리터 설치후 거의 1년이 경과하였을 때 재확인을 위하여 수질측정을 한 결과는 전체철 0.08mg/ℓ, 색도 2도로 전체철은 설치전의 1/10로 감소하였으며, 게다가 잔류염소도 설치전의 2배

로 회복하였다. 잔류염소의 회복은 철에 의한 염소의 소비량(FeCl₂) 감소한 결과로 생각되며, 이 잔류염소량의 회복은 전체철 감소의 확실한 증거로 생각된다.

재확인의 결과, 하이드로트리터의 효과는 1년 후에도 계속되고 있는 것으로 판단되었다.

【筆者紹介】

高橋秀昌

(株)シーエムシー・インタナショナル 代表取締役

〒105-0011 東京都港区芝公園1-3-5

アクアパークビル

TEL : 03-3433-1711 FAX : 03-3433-1715

한국건축문화엑스포 개최

10월 15일부터 여의도 한강 고수부지서

정부가 올해를 건축문화의 해로 정하고 건축이 문화예술의 한 분야라는 것을 대외적으로 인식시키는 물론 건축의 대중화를 꾀하기 위해 오는 10월 15일부터 11월 14일까지 31일간 여의도 한강 고수부지에서 한국건축문화엑스포를 개최키로 했다.

'99 건축문화의 해 조직위원회와 SBS가 공동으로 주최하는 한국건축문화엑스포는 국내 최초로 건축을 비롯하여 문화, 경제를 총망라한 최대의 종합 건축행사로 주제관(미래건축전), 건축산업관(건축기자재전 등), 모델하우스관, 부대행사와 공연

및 포럼 등 다채롭게 구성되어 국내의 건축전문인은 물론 국민이 함께 참여하는 축제의 한마당으로 꾸밀 계획이어서 국내 건축문화의 대중화와 건축산업의 활성화에 크게 기여할 것으로 보여진다.

이 행사는 전야제, 개막식과 더불어

▲ 공모전 : 한국 상징조형물 아이디어 공모전, 미래건축 아이디어 공모전, 주거개선 주부 아이디어 공모전

▲ 대국민 서비스 : 건축 무료 상담의 날, 건축인력 마켓

▲ 흥보마당 : 참가업체·단체의 날, 정부·자치단체의 날, 세

계 각국 건축의 날

▲ 조직위 연계행사 : 내가 가꾼 우리마을 콘테스트, 건축기행, 밀레니엄 사업

▲ 공연 : 건축관련공연(연극과 건축의 만남/미술과 건축의 만남) 일반공연(인기가수 자선콘서트/오케스트라 연주/사물놀이/고적대 공연)

▲ 포럼 : 유명 건축가 강연 등 다채로운 행사가 펼쳐진다.

한편 조직위는 건축산업관의 옥내 및 옥외부스 참가신청을 받는다. 참가희망자는 한국건축문화엑스포 사업본부(02-780-4007)로 문의 바란다.