

수영장 설비

최근 계획한 안산 테크노파크 아트리움의 공조계획 사례를 소개하고자 한다.

오 상 준

기원전부터 있어온 수영장의 역사는 근래에 이르러 단순한 수영 등의 체육시설로서의 의미에서 종합적인 레저시설로 변모하고 있다.

따라서, 수영장의 종류도 국제 수영연맹에서 규정하고 있는 경기용 정규 수영장으로부터, 지역적으로 편재해 있는 자유형 수영장 그리고, 조파풀·씨핑풀 및 스파·사우나 등의 레저시설이 포함된 시설로 다변화 되고 있다.

수영장은 어떠한 형태이건 간에 대공간이고, 재실자가 탈의 상태에 있다는 점 등으로 해서 대량의 에너지가 소모되는 시설이며, 일반 사무 공간과는 다른 실내 쾌적조건이 주어지게 된다.

더욱이, 실내에 수분 증발원인 수영장으로 인해 다량의 수증기가 포함된 실내공기 및 수영장 물의 수처리를 위해 사용되는 염소가 오염물질과 반응하여 생성되는 오염물질 등으로 대량의 외기도입 및 환기가 필요하게 되며 이러한 이유들로 인해 결로 및 단열에 대한 점은 중요한 문제가 되게 된다.

온 · 습도 제어

수영장의 실내환경은 일반 건물에서 처럼 단순한 온 · 습도 제어만으로 설명할 수 없으며, 습도제어 · IAQ 및 결로 발생을 줄이기 위한 외기제어 · 수증기 증발량 · 공조 공기의 취출계획 · 덕트배치 그리고 수영풀의 화학처리 등이 모

〈표 1〉 수영장의 온 · 습도 조건

	공기온도 ℃	수 온 ℃	상대습도 %
자유형 수영장	24 ~ 29	24 ~ 29	50 ~ 60
치료형 수영장	27 ~ 29	29 ~ 35	50 ~ 60
경기용 수영장	26 ~ 29	24 ~ 28	50 ~ 60
다이빙 풀	27 ~ 29	27 ~ 32	50 ~ 60
월 풀 / 스파	27 ~ 29	36 ~ 40	50 ~ 60

두 함께 고려된 것이어야 한다.

온 · 습도 조건

수영장의 종류별 유지 온 · 습도 조건은 표 1과 같다.

습도제어

수영자에게 있어 적합한 습도조건은 50 ~ 60% RH 이다. 만약, 이보다 높게 습도가 유지된다면 궁극적으로는 건물에 치명적인 영향을 미칠 수 있다.

곰팡이들이 건물의 벽, 천정, 바닥에 발생하게 되고 건물의 각 재료들의 내구성을 떨어뜨려 최악의 경우에는 높은 습도로 인한 결로가 구조체 내부까지 침투하여 건물을 붕괴시키는 지경에 이를 수도 있다.

습도제어는 다음에서 언급할 결로문제와 함께 고려되어야 한다.

〈표 2〉 수분증발량 용도보정 계수

개인용도	0.5
콘도미니엄	0.65
치료용	0.65
호텔	0.8
공공, 학교	1.0
월풀, 스파	1.0
조파풀 등 레저동	1.5

수영장에서의 환기

수영장은 실내의 습도를 상승시키는 물이 그 주 시설이기 때문에 어느 시설보다 결로에 대한 대책이 계획시점에서부터 충분히 검토되어야 한다.

수영장에서의 수분증발량

수영장에서 발생하는 수분의 증발은 수영장의 형태 및 용도와 깊은 관계가 있다. 수분증발량과 관련하여 이를 추정하기 위한 일반적인 식은 다음과 같다.

$$W_p = 4 \times 10^{-5} \cdot A \cdot (P_w - P_a) \cdot F_a \quad (1)$$

Wp : 수분증발량 (kg/s)

A : 수영장 표면적 (m²)

Pw : 수온과 같은 포화 공기의 수증기압 (kPa)

Pa : 수영장 공기의 수증기압 (kPa)

Fa : 실용도 계수

수영장에서의 환경은 수분증발량을 얼마나 정확히 평가하느냐 하는데서 출발하며 가장 중요한 분석이다.

상기의 식 (1)에서 수영장이 어떠한 용도로 사용되는가 하는 것은 수분증발량을 산정하는데 중요한 요소가 된다. 즉, 용도에 따라 수분증발량이 100%이상의 차이를 보일수 있다.

환기요구량

• 공기의 질 (Air Quality)

수영장에서의 공기의 질 문제는 수영장의 수질에 의해서 초래되어지는 것이기 때문에 단순히 환기량만을 높인다는 것은 비효율적이며 비경제적인 대응책이다.

따라서, 수질에 대한 대책과 더불어 결로를 줄일 수 있는 관점에서 환기량이 결정되어야 한다.

실내 수영장은 일반적으로 천정이 높기 때문에 온도의 성층화가 실내 공기의 질에 결정적인 영향을 미치게 된다.

즉, 덕트는 적절한 환기횟수 및 일정하게 공기의 질이 유지될 수 있도록 배치하는 데에 특별한 주의가 필요하다.

또한, 수영자들이 호소하고 있는 주요한 불만사항은 수처리를 위해 사용되는 염소가 수영장내의 오염물질과 반응하여 생성되는 클로라민(chloramine)이 수면에 농축되는 것이며 이는 특히 어린이들에게는 상당히 유해할 수 있다.

수영장에서의 배기는 다량의 수증기만이 아니라 클로라민화합물이 상당히 포함되기때문에 이를 인접한 화장실, 라커, 식당 및 주방의 배기를 위해 보충공기로 사용하는 것은 바람직하지 못하며 이러한 인접시설에는 별도의 보충공기가 공급되고 (+)압이 유지되어 수영장의 공기가 침입하지 않도록 실내 공기압의 유지 계획을 세울 필요가 있다.

일반적으로 수영장과 인접시설에서 수영장을 15~40Pa 정도 (-)압이 걸리도록 계획하나, 이와 더불어 건축적으로 수영장과 인접시설간의 개구부 계획시 이를 필요 이상으로 크게 하지 않고 최소화 하려는 노력도 필요하다.

• 환기량

일반적으로 수영장에서 요구되는 환기횟수는 4~6회/hr 정도 이지만, 냉방시는 온·습도 제어와 관련하여 그 중량을 결정하게 된다.

외기도입량은 설계계획에 따라 일정하게 혹은 가변적으로 변할 수 있으나 수영장물에서 발생하는 오염물질을 희석시키고 충분한 환기량을 재실자에게 공급할 수 있도록 최소 외기도입량은 유지 되어야 한다.

또한, 외기도입량은 실내 수분증발량을 효과적으로 제어하여 결로발생을 줄이기 위해 고려되어야 하는데 일반적으로

로 다음의 식(2)로 추정되어 질 수 있다.

$$\frac{G_f}{A} = \frac{12.0(X_w - X_i) \cdot (1 + \alpha)}{(X_i - X_o) \cdot (0.622 + X_w) \cdot (0.622 + X_w)} \quad (2)$$

- G_f: 외기도입량 (kg/h)
- A : 수영장의 표면적 (m²)
- X_o: 송풍공기의 절대습도 (kg/kg')
- X_w: 수영장 물온도에서의 포화공기 절대습도 (kg/kg')
- X_i: 실내공기의 절대습도 (kg/kg')
- α: 풀 사이드면에서의 수분증발량의 풀 수면에서의 증발량에 대한 비율

수영장에서의 결로

수영장은 다량의 수증기 증발로 인해 습도가 높으며, 대량의 에너지가 소비되는 시설이기 때문에 효과적으로 결로를 억제하면서도 에너지 소비를 줄일 수 있고, 더불어서 실내의 공기의 질로 양호하게 유지하는 것이 무엇보다 중요하다.

현실적으로 수영장에서의 결로를 100% 방지한다는 것은 상당히 어려운 문제이며 이를 최소화하기 위해 접근하는 것이 오히려 현명하다.

따라서, 이를 건축주에게 충분히 이해 시키고, 건축적인 마감재질과 관련해서도 건축설계자와 충분한 협의가 필요하다.

지붕과 벽체에서의 결로

수영장의 지붕과 벽체에서의 결로는 일반적인 표면결로 계산식을 이용하여 구할 수 있다. 따라서, 충분한 단열에 대한 검토가 실내습도제어와 더불어 고려되어야 한다.

벽 및 벽체에서의 표면온도는 식(3)에서 구할 수 있으며,

$$Q_{si} = T_i - (T_i - T_o) \times \frac{k}{\alpha_i} \quad (3)$$

- Q_{si}: 표면온도 (°C)
- T_i: 실내온도 (°C)
- T_o: 외기온도 (°C)
- α_i: 표면 열전달율 (kcal/m²·h·°C)

- k: 열 관류율 (kcal/m²·h·°C)
- t_d: 노점온도 (°C)

이 표면온도가 실내공기의 노점온도인 t_d 보다 크도록 유지하여야 표면결로를 방지할 수 있다.

유리면에서의 결로

수영장이 지상에 있는 경우, 유리면에서의 결로방지가 중요하게 검토되어야 할 항목이며 건축과의 긴밀한 협조가 필요하다.

근본적으로 유리면의 표면온도가 실내공기의 노점온도 이상으로 유지 되어야 하는 것이며 이는 단열바 및 열선유리를 이용하여 건축적으로 결로방지를 고려할 수 있으며, 설비적으로는 토출공기의 온도만이 아니라 토출기류속도 또한 중요하다.

유리면에서의 결로방지를 위해 고려할 수 있는 기류속도는 다음 식(4)와 같이 구할 수 있다.

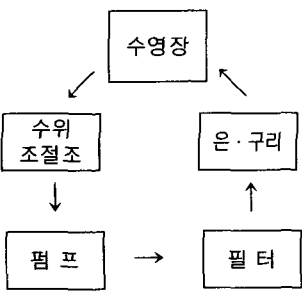
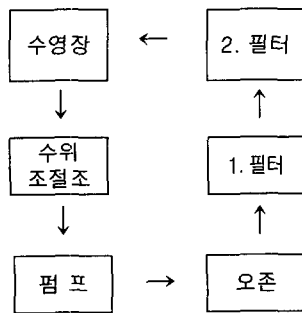
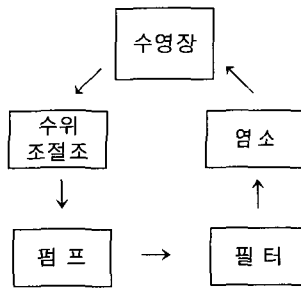
$$V > \frac{\left\{ \frac{(t_i - t_o) \cdot k}{(t_i - t_d)} - 8.8 \right\}}{3.4} \quad (4)$$

수영장의 수처리

수질 기준

- 물갈이: 1일 3회 이상 여과기 통과
- 수영장 잔류 염소
 - 유리 잔류 염소
 - 0.4~0.6 mg/l 유지(결합형 잔류 염소일 경우 0.7~1.0 mg/l)
 - 단, 오존 소독 등으로 사전처리를 하는 경우 유리 잔류 염소 농도는 0.2~0.4mg/l (결합형 잔류 염소일 때 0.5~0.7 mg/l)
 - 과잉 염소 소독으로 수영자의 눈에 필요 이상의 자극을 주는 일이 없도록 할 것
 - 수소 이온 농도(pH)
 - pH 5.8~8.6

〈표 3〉 수영장 수처리 방식의 비교

염소소독 방식	오존·여과 방식	염소소독 방식
<p>※ 시스템의 개요</p>  <p>은,구리 이온살균의 수영장 수처리 시스템이란 은, 구리합금으로 된 2개의 전극에 전기를 흘려 발생시킨 은이온과 구리이온으로 바이러스, 이끼류 등을 제거하는 방법으로 살균력과 지속 시간이 길어 염소소독과 병용살균처리 해야하는 시스템이다.</p>	<p>※ 시스템의 개요</p>  <p>일반적인 수영장 수처리 시스템의 개요는 수영장 수처리 시스템의 구성장치는 순환장치, 여과장치, 살균장치로 구분된다.</p> <p>고압 방전식 수처리 시스템이란 투필터시스템(two-filter system)으로서 오버 플로우 되는 수영수를 수위 조절조로 받아 순환펌프를 이용하여 순환시키며 0.8 ~ 1PPM의 오존을 1차여과기에서 수영수와 1 ~ 1.2분 반응시켜 살균 완료후 2차여과기에서 탄소의 흡착작용을 이용한 필터로 잔류오존을 완전히 제거한 후 폴장내로 유입시키는 완벽한 시스템이다.</p>	<p>※ 시스템의 개요</p>  <p>일반적인 수영장 수처리 시스템의 개요는 비슷하다.</p> <p>염소살균시스템이란 원필터 시스템(one-filter system)으로서 오버 플로우 되는 수영수를 수위 조절조로 받아 순환펌프를 이용하여 순환시키며 0.4~0.6PPM의 염소를 수영수와 혼합시켜 미생물을 살균 완료후 여과기의 여과작용을 이용한 시스템이다.</p>

- 탁도

5도 이하

- 과망간산칼륨의 소비량

12 mg/ℓ 이하

- 일반세균검사

동일 수영장 용수를 동시에 여러 장소에서 10명 이상 가검물 채취

1 ml당 200 이상의 세균이 검출된 것이 모든 검사의 15% 이하일 것

- 대장 세균

10 ml의 시험 대상 용수 5개 중 시험결과 양성이 3개 이하일 것

수처리 방식

수영장의 수처리 방식은 표 3과 같이 비교 하였다.

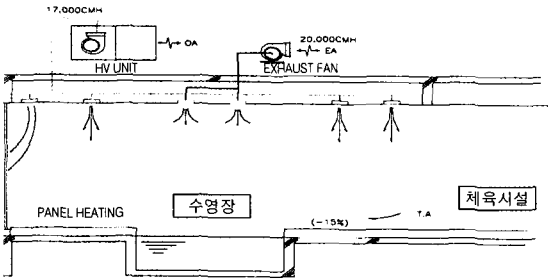
수영장 설계 예

개요

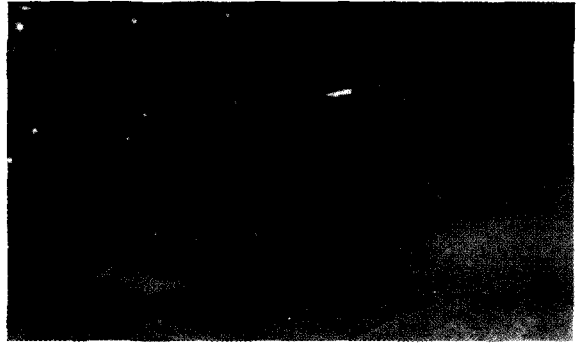
본 시설은 대단위 요양 시설내 스포츠센터에 부속된 수영장으로 성인 풀, 유아용 풀, 제트풀(body & jet pool) 로 구성되어 있다.

- 면 적: 850m²

- 천정고: 4 m



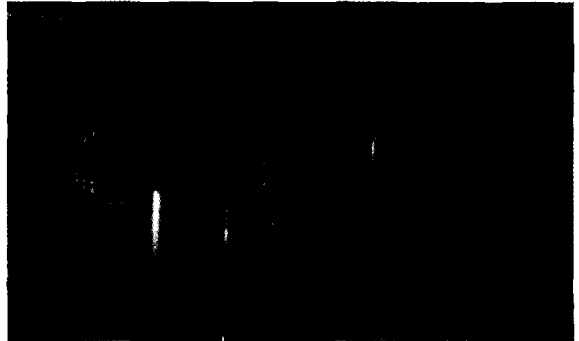
[그림 1] 수영장 공조 및 환기 개념도



[그림 3] 성인 풀



[그림 2] 유수 풀 및 자쿠지(JACCUZZI)



[그림 4] 열교환기

- 수처리 방식: 오존 처리 방식

공조 및 환기 시스템

- 공조 및 환기시설에 대한 개념도 및 시설에 대한 사진은 그림 1 ~ 4와 같다.

수처리 시스템

- 성인풀 및 제트풀에 대한 수처리 흐름도는 그림 5, 6과 같다.

① 환기량은 $20\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 을 적용하여 HV 유니트(환기조화기)를 이용, 외기를 실내 수영장에 공급하였다.

겨울철 환기조화기에 의한 토출온도는 수온 ($24\sim 29^\circ\text{C}$)보다 다소 높은 $27\sim 30^\circ\text{C}$ 를 유지하도록 하였다.

② 기류속도는 거주역에서 $0.05\sim 0.15\text{m/s}$ 가 유지되도록

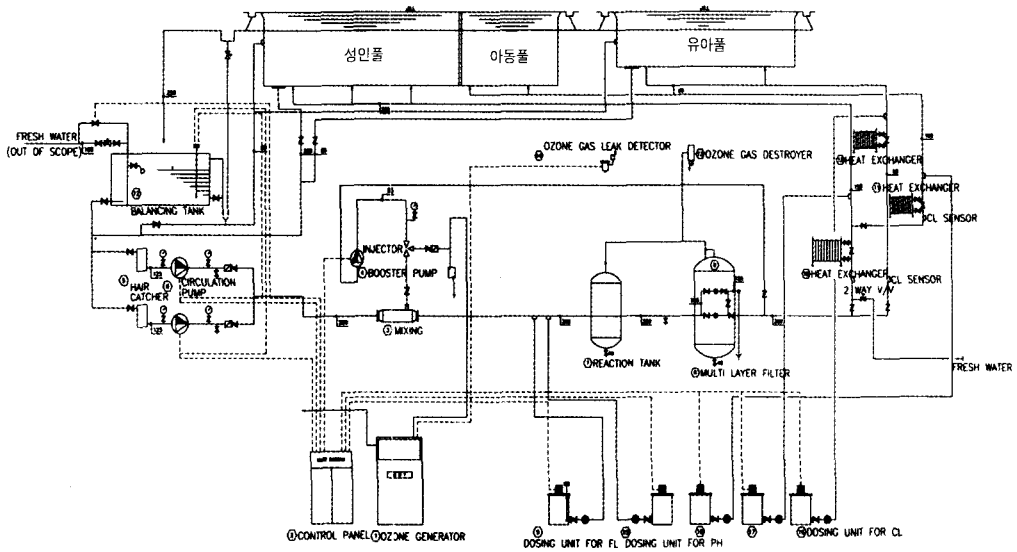
다. 디퓨저를 선정하여 탈의상태인 재실자가 콜드 드래프트를 느끼지 않도록 하였다.

또한, 유리면은 결로발생에 대한 검토후 0.1m/s 로 토출되도록 계획하였다.

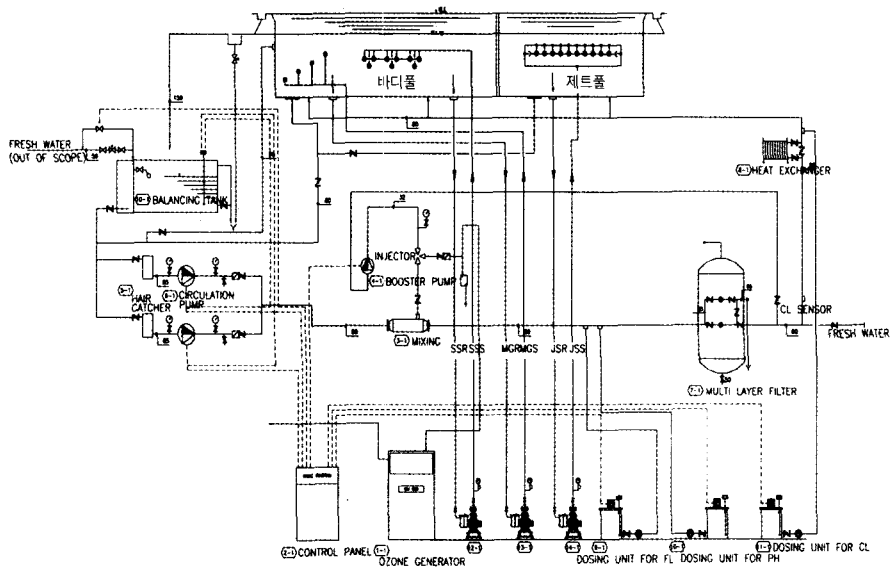
③ 수영장 면에는 바닥복사 난방시스템을 설치하여 겨울철 냉감을 제거하고, 쾌적감을 향상시켰다. 용량은 증발잠열을 고려하여 $200\sim 300\text{kcal}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 로 계획하였다.

④ 수영장내 공기는 수처리 등으로 오염될 수 있으므로 인접시설에 비해 (-)15%의 압을 유지할수 있도록 하였으며 부속시설인 식당, 화장실에 대한 보충공기는 이 공기를 이용하지 않고 별도의 공기조화기를 이용하여 공급하였다.

⑤ 천정속의 덕트는 STS 304를 사용하였으며 급기 디퓨저 및 배기그릴은 알루미늄 재질을 사용하여 다량의 수분 및 오염물질에 대한 내식성을 높일 수 있도록 계획하였다.



[그림 5] 성인풀 수처리 흐름도



[그림 6] Body & Jet 풀의 수처리 흐름도

⑥ 급기는 주로 수영장 부분 및 유리, 벽면으로 토출하였고, 배기는 다량의 수증기 및 오염물질에 대한 포집능력을

최대화 하기 위해 풀상부에 설치 하였다. ⑦