

# 빙상 경기장의 공조설비

건축, 설비, 생산등의 공학기술의 진보, 경제력의 성장, 관람 스포츠의 대중화, 생활기반의 여유 등으로 실내체육관의 보급이 증가하고 있으며 빙상 경기장도 이와 같은 추세에 따라 건립이 증가하고 있다.

빙상 경기장은 얼음이 기본조건으로 대부분 천연 또는 인공얼음을 사용하지만 특수한 플라스틱 판을 얼음대신 이용하는 경우도 있다. 빙상경기를 기상조건이나 계절에 관계없이 4계절 운동으로 할 수 있는 실내 빙상경기장의 종류, 구조, 냉각관 재질 및 설계 시 유의사항 등을 기술하고자 한다.

심재곤

### 빙상 경기장의 분류

#### 위치에 따른 분류

빙상 경기장은 겨울철 연못 또는 호수에 천연적으로 결빙한 자연링크와 냉동기를 이용한 인공링크가 있으며 일반적으로 빙상 경기장이라 하면 인공링크를 말한다.

#### 사용목적에 따른 분류 및 경기장의 규모

- 대중링크  
형식에 있어 제한이 없으며 상대방에 장애를 주지 않고 스케이팅 할 수 있는 유효면적은 환주인원 1인당 3.5㎡의 면적에 종사인원 및 부지를 합쳐서 크기를 결정하는데 가능하다면 하키링크 또는 스피드링크 등의 규격에 맞추어 시설하고 초보자 연습용 보조링크를 설치하는 것이 바람직하다.

- 스피드링크

스피드 경기를 치르기 위한 링크로서 실내스피드 스케이팅은 올림픽 규정의 실내스피드 스케이팅 트랙은 400m 길이의 원형부분과 112m의 직선구간으로 구성되며 모서리 부분의 내반경은 25m이다.

트랙의 종류는 단일트랙, 이중트랙이 있으며 사고방지를 위한 조치를 강구한다.

- 아이스하키링크

아이스하키링크의 국제 규격은 폭 30m, 길이 60m이고, 링크의 모서리 반경은 6m이다. 링크의 규격은 최대 넓이는 길이 61m, 폭 30m, 최소의 넓이는 길이 56m, 폭 26m이고, 빙면에서 높이 1m 이상 1.22m 이하의 펜스로 둘러싸여 있어야 한다.

- 피겨링크

일반적으로 하키링크 또는 대중링크와의 겸용으로 하며 피겨전용 링크는 설치하지 않는 것이 보통이다.

- 컬링링크

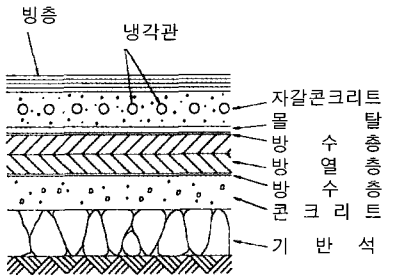
빙상볼링이라고도 하며 하키링크 또는 대중링크와 겸용하여 사용하는 것이 보통이다.

### 빙상경기장의 바닥구조

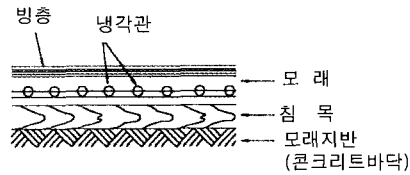
바닥구조는 운전방법, 보수성, 건설비 등을 고려하여 알맞는 빙면이 되도록 한다.

바닥구조를 대별하면, 고정식바닥과 가동식바닥으로 구분되며 고정식바닥은 영구형바닥, 개방형바닥, 모래충진형바닥, 철관형바닥으로 구분되고 가동식바닥은 가반형(可搬形)바닥 및 가설형바닥으로 분류된다.

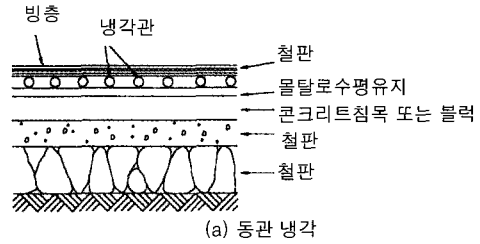
심재곤 | 미도설비기술사사무소 (mido94@korea.com)



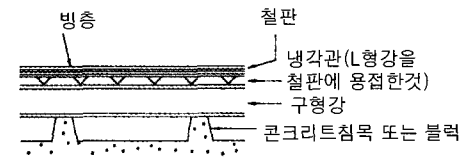
[그림 1] 영구형 바닥



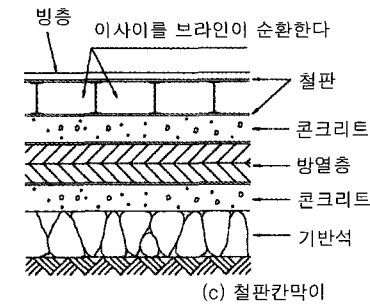
[그림 2] 개방형 바닥(모래충진형)



(a) 동관 냉각



(b) 형강 냉각



(c) 철판칸막이

[그림 3] 철판형 바닥

**영구형 바닥**

사용기간 또는 비사용기간을 막론하고 다른 목적으로도 사용할 수 있도록 냉각관을 바닥속에 매설하고 바닥표면을 깨끗하게 마감한 것으로 다음의 조건이 요구된다.

- 도로와 동일한 집중하중에 견딜 수 있는 구조일 것.
- 온도변화에 따른 팽창수축이 가능할 것
- 바닥면이 고르고 수평일 것
- 얼음의 동결 또는 융해가 반복되더라도 고장이 없을 것
- 바닥이 동상(凍上) 하지 않을 것

그림 1은 영구형 바닥구조의 한 예이다.

**개방형 바닥 또는 모래 충진형 바닥**

스케이트의 다른 목적으로 사용하지 않으며 건설비를 싸게 하고자 하거나 비사용기에 육상용 또는 테니스용으로 이용하기 위하여 냉각관을 떼어낼 필요가 있는 경우에 사용된다.

특징은 설비비가 싸고 효율적이며 냉각관의 교환이 간단하지만 빙면의 형상에 시간이 걸리고 냉각관을 매년 손질하지 않으면 수평을 유지하기 힘들고 부식이 빠르다.

그림 2는 모래충진형 개방형 바닥이다.

**철판형 바닥**

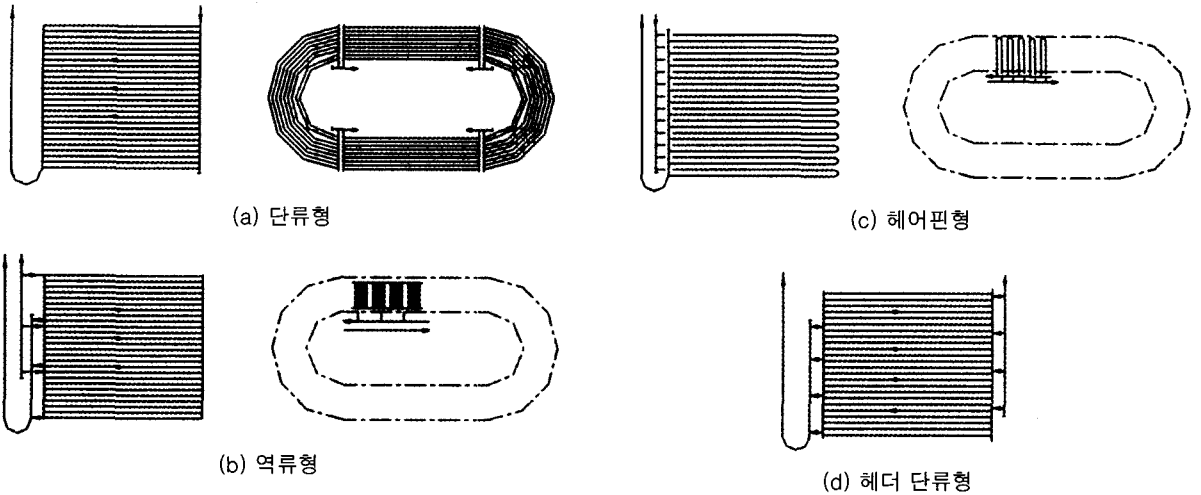
그림 3과 같이 철판하부에 철판 칸막이, 형강, 강관 등을 설치하고 그속에 브라인을 순환시켜서 빙면을 냉각한다.

철판형바닥의 특징은

- 결빙이 고르고 얇은 빙층에서 사용할 수 있다.
- 철판바닥을 임의로 도장할 수 있으므로 투명빙(透明氷)에 그림이 나타나게 할 수 있다.
- 빙상을 교체하거나 변경조정을 간단하고 신속하게 할 수 있다.
- 브라인 온도가 다소 높아도 냉각되므로 동력비가 절감된다.

**가변형(可搬形) 바닥**

무대에서 아이스쇼를 하고자 할때와 같이 신속한 설치



[그림 4] 냉각관의 배열방식

및 철거가 요구되며 단시간의 결빙 및 융해가 요구되는 경우에 조립할 수 있는 것으로 소규모의 설비에 적당하다.

### 가설형 바닥

겨울철 유희시설 즉 야구장, 경기장, 수영장, 전시시장등을 이용하여 가설하는 바닥구조를 말한다.

### 링크 냉각관 및 연결관

#### 링크 냉각관의 재질

링크 냉각관은 양질의 빙질형성을 목적으로 재료, 관경, 배열을 검토하고 순환방식을 결정할 때는 운전비, 냉각관의 수명 등을 감안하여 결정한다.

- 강관은 콘크리트속에 매설하는 영구형 바닥구조에 주로 사용되며, 장점은 다음과 같다.
  - 열전도율이 좋아 경제적이다.
  - 온도변화가 적어 균질한 빙면형성에 유리하다.
  - 충격에 강하고 내압성이 크다.
  - 수명이 길다 (5~15년이다).

단점은 다음과 같다.

- 부식의 우려가 있어 용접부위의 부식, 누수방지에 유

의하여야 한다.

- 시공성이 나쁘며 하자 발생시 보수가 어렵다.

• 플라스틱 냉각관은 개방형 바닥에서 노출형으로 주로 사용되고 장점으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 가격이 저렴하다.
- 비중이 0.92~0.94로서 가벼워서 가반형(可搬形) 링크에 적합하다.
- 저온에 강해서 (-50~-70℃) 유연성이 있다.
- 내식성이 강하다.
- 마찰손실이 적고 스케일이 부착하지 않는다.
- 절단이 용이하고 가열가공이나 접속이 쉽다.

단점은 다음과 같다.

- 열전도율이 좋지 않아 브라인 온도도 강관보다 1~2℃ 낮게 하고 관의 두께도 규격 3.5mm 보다 얇은 2~2.5mm를 사용한다.
- 굳은 지반위에 설치하지 않으면 균일한 빙상(氷床)을 만들기가 어렵다.
- 선팽창계수가 강관에 비해 약16배로 배관길이가 길어질 때 주의가 필요하다.
- 백색관은 자외선에 약하므로 흑색관을 사용해야 한다.

- 얼음두께가 얇으면 스케이트날 등에 의하여 손상되기 쉽다.
- 내용년수가 짧다.

### 냉각관의 배열방식

브라인의 흐름 방식에 따라서 단류형, 역류형, 헤어핀형으로 분류되며(그림 4 참조) 냉각관의 배열은 양질의 빙상을 만드는 것이 목적이므로 빙상에 온도차에 의한 경연개소(硬軟個所)가 생기지 않도록 브라인의 입출구 온도차를 되도록이면 적게(2~3℃)하고 단격회로에 의한 브라인 유량의 불균형이 일어나지 않도록 하며 때에 따라서는 시각을 정하여 브라인의 흐름방향을 역으로 바뀌주는 등의 대책을 강구해야 한다.

### 브라인에더

브라인헤더는 각 냉각관에 브라인이 균등하게 순환하도록 설치하며 일반적으로 역환수방식의 3관식을 채택하여 마찰저항을 같게하고 각 냉각관에 유입압력을 일정하게 한다.

### 링크의 배수

링크 사용중에 생기는 얼음부스러기, 빙면 조성시 생기는 배수를 조정하기 위하여 링크의 측면에 배수홈을 설치하고 응축기에서의 배수 또는 온수를 흘려보내 유출시킨다.

동상하지 않도록 특히 주의를 요하며 링크의 네 귀퉁이에 배수구를 설치한다.

## 냉각장치

### 냉각 방식

아이스링크의 냉각방식은 냉매 직접팽창 냉각방식, 간접 냉각 방식으로 분류하고 직접팽창 냉각 방식은 냉매를 직접적으로 링크 냉각관에 순환시켜서 직접 팽창으로 냉각하는 방식이며, 간접 냉각 방식은 브라인 냉각기에 의하여 냉각된 브라인을 링크냉각관에 순환시켜서 냉각하는 방식이다.

### 냉동능력

소요냉동능력을 산정하는 기준은 이론적으로는 물의 온

<표 1> 단위 링크 바닥 면적당 냉동능력

종 류	냉동 능력 (kcal/㎡·hr)
하키링크(겨울, 실내)	200~320
하키링크(겨울, 실외)	180~260
대중링크(겨울, 실내)	230~400
대중링크(년간, 실내)	330~450
대중링크(겨울, 실외)	100~280
경기용링크(겨울, 실내)	230~400

도를 상온에서 0℃ 까지 내리기 위한 열량, 빙반(氷盤)을 형성하기 위한 동결잠열 및 소정온도까지 내리기 위한 열량, 공기의 유동에 의한 빙면에서의 열손실, 공기속에 있는 수분이 빙면에서의 응축에 의한 열손실, 지반 및 활주자로부터의 전열에 의한 열손실 등의 합계다.

링크의 냉각부하는 그 용도, 활주기관, 기온, 습도 등에 따라 달라지며 같은 링크 면적에서도 피겨 전문의 크립링크는 작고 경기용 링크 또는 쇼용 링크와 같은 경우에는 커다란 냉동능력이 필요하다.

냉동 용량을 이론적으로 산출하기는 대단히 곤란하며 일반적으로 과거의 실적 및 경험상의 값을 감안하여 결정하는데 링크 바닥면적당 냉동능력은 표 1과 같다.

표 1은 어느 정도의 추정치이고, 실외의 대중링크는 대개 대규모의 설비이므로 시즌 초기 및 말기에는 입장자가 없고 부분적인 개장을 고려한 것이다.

### 냉동기

빙상경기장에 사용하는 냉동기는 터보냉동기, 왕복동식 냉동기, 스크류식냉동기, 로터리식냉동기 등이 있으며 실정에 알맞는 기종을 선정한다.

냉동기는 가능하면 복수로 설치하여 활주자가 많을때, 외기온도가 높을때, 빙면(氷面)을 정비할때 등 필요에 따라서 운전대수를 증감할 수 있도록 하는 것이 운전경비면에서도 유리하고 예비적인 의미에서도 바람직하다.

### 브라인

브라인은 염화칼슘 또는 에칠렌 그리콜의 수용액을 사

용한다.

염화칼슘 브라인은 비중 : 1.23 kg/ℓ (15℃ 에서),

비열 : 0.702kcal/kg℃ (-10℃ 에서)

냉결점 : -23.3℃ 의 것을 주로 사용한다,

브라인의 부식처리를 위하여 브라인에 방식제를 첨가하여 사용하고 공기의 체류 또는 침입을 조장하는 배관은 절대로 피해야 한다.

브라인의 온도는 빙면의 온도를 -2 ~ -3 ℃로 유지하기 위해서는 기온 등에 따라 다르지만 외기의 습구온도 7.2 ℃ 일 때 얼음두께 38mm 이내에서 다음의 경우가 알맞다.

대중링크 -8 ℃                      하키링크 -9 ℃

컬링링크 -6.6 ℃                  피겨링크 -6 ℃

다만, 습구온도가 증가하면 동일한 빙면을 유지하는데에도 브라인온도를 낮게 하고, 특히 부하가 많을 때에는 브라인 온도를 -11 ~ -13℃ 로 낮게 하는데 -12 ℃ 이하가 되면 얼음에 균열이 생기므로 주의한다.

브라인의 순환량은 온도상승을 1.5℃ 로 하면 1냉동톤 당 40 ~ 60 ℓ /min 로 설계한다.

### 재습기의 종류 및 특징

실내 링크내에 실내온도가 높아지거나 따뜻한 외기가 침입할때는 안개현상(연무현상)이 발생되어 이용에 문제가 생긴다. 이러한 현상은 활주가 시작되면서 서서히 없어지지만 처음부터 경기를 갖는 경우에는 시야를 가리는 등 경기에 지장을 초래하므로 냉각제습된 공기를 빙면 가까이 불어주어서 없애야 한다.

제습기는 제습원리에 의해 냉각식 제습기, 흡착식 제습기, 흡수식 제습기, 압축식 제습기로 분류되며, 냉각식 제습기는 습한 공기를 노점온도 이하까지 냉각하는것에 의해 제습이 이루어지는 것으로 노점온도에 의해 표준형 냉각식 제습기, 저노점형 냉각식 제습기로 구분된다.

- 표준형 냉각식 제습기의 특징
  - 제습외에 냉각도 가능하고 출구온도는 임의로 제어할 수 있다.
  - 설비비, 운전비가 저렴하다.
  - 제습공기의 노점온도가 2℃ 이하인 경우에는 사용이

불가능하다.

- 전원공급만으로 장치의 운전이 가능하다.
- 공냉식 응축기의 경우에는 동계에 난방도 가능하다.
- 보수가 용이하다.

• 저노점형 냉각식 제습기는 연속적으로 저노점의 공기를 만들어 낼 수 있도록 한 것으로 특징은

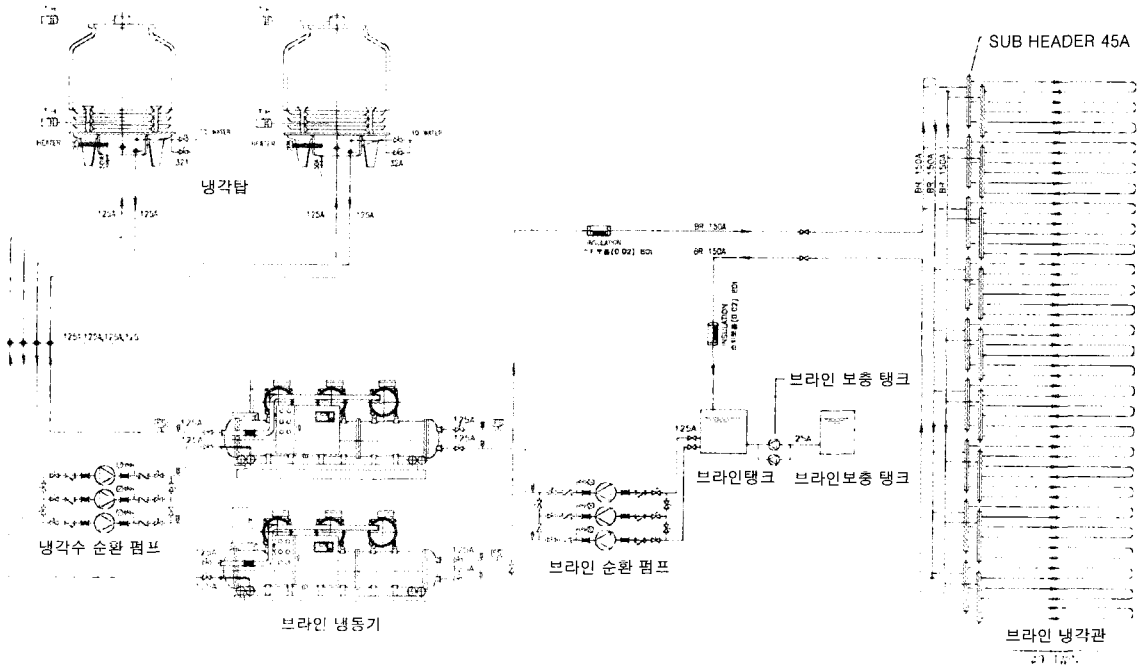
- 제습외에 냉각도 가능하고 출구 공기온도는 임의로 제어할 수 있다.
- 운전비가 저렴하다.
- 공냉식 응축기인 경우는 전원공급만으로 장치의 운전이 가능하다.
- 보수가 용이하다.

• 흡착식 제습기 - 실리카겔이나 활성 알루미늄등의 건조제를 사용하는 제습방식을 말한다

- -70℃ 정도의 저노점을 얻을 수 있다.
- 흡착제의 교환은 거의 불필요하다.
- 3 ~ 60m<sup>3</sup>/min의 소풍량에 적합하다.
- 구조가 간단하고 가동부분이 적어 보수가 용이하다.
- 재생온도가 높다.

• 흡수식 제습기 - 흡수성 수용액을 습한 공기와 접촉시켜 공기중의 수분을 흡수하여 제습하는 방식으로 습식 흡수식 제습기, 건식 흡수식 제습기로 구분되며, 각 특징은 다음과 같다.

- 습식 흡수식 제습기
  - 대풍량에 적합하다.
  - 처리공기에 대해 살균효과가 있다.
  - 운전비가 싸다.
  - 전환쇼크가 없다.
  - 설비비는 소풍량으로 되는 만큼 값이 비싸진다.
  - 액체는 부식성이 강해 관리에 주의를 요한다.
- 건식 흡수식 제습기
  - 흡수제를 결정상태로 사용하기 때문에 비산이 없다.
  - 전환쇼크가 없다.
  - 운전비가 비싸다.



[그림 5] 링크 브라인 흐름도

- 흡수제 용출에 주의할 필요가 있다.
- 보수가 용이하다.
- 재생온도가 높다.

가열하여 온수저장조에 모아둔다.

### 설계시 유의사항

#### 건축적인 측면

- 건물 전체의 단열처리가 중요
- 고온다습한 외기가 링크 출입구를 통해서 들어오지 못하도록 방풍실 등을 설치
- 정빙기실 및 눈처리장 설치
- 링크와 면하는 유리장은 열관류율이 낮은 결로 방지형으로 선정
- 일사부하의 차단
- 대셔보드 (dasher board) 설치
- 냉각관 설치용 스타브 및 브라인헤더용 피트 설치

#### 설비적인 측면

- 링크 내부에 제습기를 설치하여 연무현상 방지
- 활주자를 위한 외기공급을 위하여 외기제습기 설치

#### • 제습기 선정

제습기를 선정할때에 비교해야 할 사항은 노점온도와 처리풍량, 처리공기의 온도, 사용열원, 설비비·운전비, 운전, 보수 이외에도 공조시스템과의 통합 기준설비, 기후, 환경 등의 사항을 종합적으로 판단하여 선정한다.

일반적으로 링크장의 제습기는 직팽식 패키지 에어컨 형태의 제습기를 링크 상부에 설치한다.

#### 링크 살수설비

빙상의 결빙시 또는 빙면의 정비시에 사용하는 살수설비에는 스프레이 펌프, 스프레이 배관고무호스, 스프레이 노즐 등이 있다.

빙면을 정비할때는 냉동기 토출측의 과열가스를 이용한 열교환기, 온수보일러, 전열히터 등에 의하여 80℃ 정도로

- 링크와 면하는 로비나 홀에는 공조시 가습을 하지 말아야 함
- 링크의 각 부분의 단열여부를 반드시 확인

### 아이스링크장의 공조방식

빙상경기장 운영시 실내의 이용자를 위한 신선외기 도입이 필요하게 되는데 자연환기 또는 급기팬을 이용한 외기도입을 하게 되면 고온, 다습한 외기의 침입으로 인하여 링크장 천정부분에 결로가 발생, 결로수가 링크장으로 떨어져 빙상면이 고르지 않게 되고 천정면의 철골 등의 부식이 생긴다. 그러므로, 빙상장 운영시간중에 제습공조기를 운전하여 저온의 제습된 외기를 공급한다. 단순히 결로방지를 위해서라면 실내제습기를 이용해도 좋지만 외기도입 문제 및 동력비 등에서 유리한 외기제습공조기를 별도 설치하는 것이 바람직하다. 빙상장의 운영 종료후 익일 운영 개시 시간이전까지는 빙상면 온도와 상부의 온도차에 의하여 빙상면에서 증발이 생기고, 이 증발한 수분이 빙상장 바닥에서 5 ~ 7m까지 성층을 이루게 되는데, 이러한 안개

현상으로 인해 처음부터 경기를 갖는 경우에는 지장이 많게 된다. 그러므로 빙상장 운영개시전에 실내에 제습기를 운전하여 실내공기를 순환시켜 안개현상을 해소해준다.

객석의 공조는 빙상장의 빙상면 온도는  $-2^{\circ}\text{C} \sim -3^{\circ}\text{C}$ 를 유지하지만 상부로 갈수록 온도는 점점 올라가서 최상부에는  $18 \sim 20^{\circ}\text{C}$  까지 상승을 하게 된다. 객석부분은 평균적으로  $10^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ 내외의 온도분포를 보이고 있어 난방을 하였을 때 오히려 온도차에 의한 결로 및 안개현상을 유발할 수 있기 때문에 난방설비는 제외한다.

### 맺음말

빙상경기장의 설계는 주변의 기후, 토질, 각종 시스템 등 모든 것이 복합적으로 이루어지기 때문에 기본계획 단계에서부터 면밀한 검토가 이루어져야 하며, 링크에서 발생할 수 있는 안개 및 물방울의 제거를 위한 제습장치의 설치 등 빙상 경기장에 대한 보다 많은 관심과 연구가 필요하다고 생각한다. \*