

室內 氷上場의 設備 實務 技術

Practical technique on mechanical design of indoor ice-rinks

오 지 현
J. H. Oh
(주)복성설계



- 1950년생
- 건축설비의 신기술과 아이스링크 동결 및 환기에 대하여 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

겨울철 스포츠로서 가장 연상되는 것은 역시 스케이팅과 스키이다. 그 중에서도 스케이팅은 스키에 비해 비용이 저렴하고 쉽게 접할 수 있는 최상의 운동이라 할 수 있다. 이제 인공 아이스링크 시스템의 발달로 인해 년중 언제라도 즐길 수 있는 스포츠로 각광을 받기에 이르렀으며 특히 우리나라는 쇼트트랙 스피드 스케이팅에서 세계최강을 유지하고 있다.

우리 나라에 있어서 인공 아이스링크의 역사는 1960년대 초반 처음으로 동대문 실내 스케이트장이 개장된 이후 30여년이 지난 지금은 대도시를 중심으로 약 20여개소의 실내 인공 아이스링크가 있다.

그 동안 사회, 경제적인 변화에 비하면 아이스링크장의 보급은 그리 팔목할 정도는 아니나 근 몇 년 사이에 아이스링크장의 신설이 늘어나고 있는 것은 늦은 감은 있으나 당연한 것으로 이해된다. 이러한 시설은 영리를 목적으로 하는 상업용 시설과 국제경기를 할 수 있는 비영리 공공시설로 구분되며 연중 아이스링크 용도로 사용되는 경우와 하절기에는 운영하지 않는 다용도의 경우로 구분되어 진다.

대부분 전용 아이스링크장의 동결 설비가 외국사의 대리점을 통하여 설계, 공급되어 왔으며 전문 설비 설계 회사들도 동결 설비에 대해서는 거의가 공급자에게 의존된 설계를 해온 것이 여태까지의 실정이었다. 본고에서는 그 동안의 설계 경험을 기본으로 하여 아이스링크장의 설비에 관한 자료를 정리하므로서 향후 건설되는 프로젝트에 대하여 보다 더 발전된 기술이 반영되어지기를 기대하며 주로 브라인을 이용한 동결 설비를 비롯한 주요 설비 사항에 대하여 기술하기로 한다.

2. 아이스링크장의 구성

2.1 링크의 종류⁷⁾

표 1 종류와 표준규격

용 도	표준규격(m)	비 고
스피드 스케이팅	400×15	최대 400m, 최소 333.3m
쇼트트랙 스케이팅	60×30	피겨도 같이 사용
아이스 하키	60×30	최소 56m×26m
컬링(curling)	45×20	4시트 기준
레 저	규격 없음	단, 빙상면적 900m ² 이상

(1) 스피드 스케이팅 트랙

· 표준 스피드 스케이팅 트랙은 천연빙, 인공빙 또는 옥외, 옥내 또는 실내에서 양단에 두 개의 반원커브를 가진 최대 400m 최소 333.3m 길이의 더블 트랙이며 인커브의 반경 길이는 25m 이상 26m이내가 되어야 한다.(그림 1)

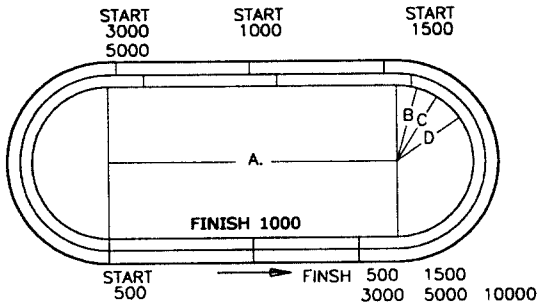


그림 1 스피드 트랙

$$1 = 2 \times \text{mean axis} = Z \times A$$

$$2 = \text{Inner curve} = B \times \pi$$

$$3 = \text{outer curve} = C \times \pi$$

$$4 = \text{crossing}$$

$$= \sqrt{A^2 + (\text{width of track})^2} - A$$

(2) 쇼트 트랙

· 동계 올림픽 대회에는 최소한 60m길이, 폭 30m의 아이스링크에 111.12m의 타원형 이어야 한다.(그림 2)

직선의 넓이는 7m터를 넘어야 한다.

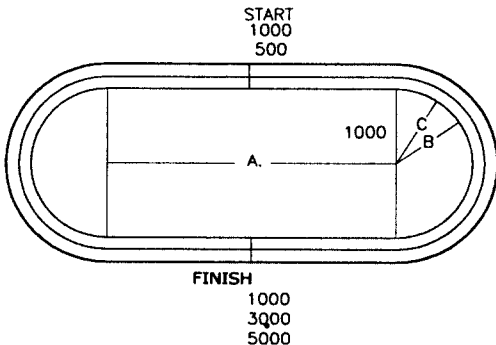


그림 2 쇼트 트랙

$2 \times A$	57.71meters
$2 \times 8.50 \times \pi$	53.41meters
One Lap :	111.12meters

(3) 아이스하키장

· 링크의 규격은 최대길이 61m, 폭 30m 최소 길이 56m, 폭 26m 로 한다. 코너의 반경은 7m 내지 8.5m의 호형(弧型)으로 한다. 국제 아이스하키 연맹 선수권대회(IIHF)의 링크 규격은 길이 60~61m, 폭 29~30m로 한다.(그림 3)

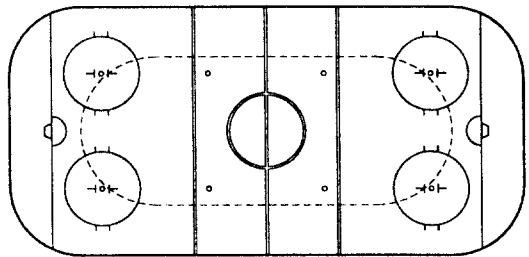


그림 3 아이스하키장 평면

(4) 컬링 경기장^{B)}

· 컬링 경기는 일반링크를 사용하며 전용 링크로 시설하지 않는다. 보통 아이스하키 장을 경기장으로 사용하며 규격은 45m길이, 4.75m폭으로 구성되고 훈련용은 한 면으로도 가능하나 보통 4~5면을 설치한다.(그림 4)

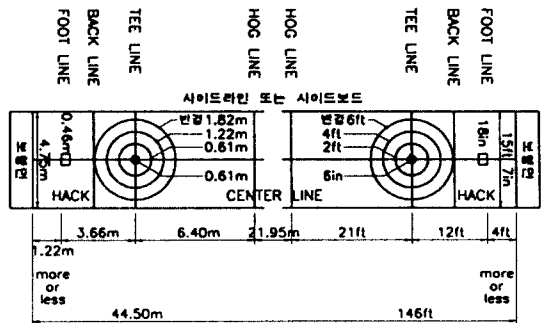


그림 4 컬링링크 도형/치수

2.2 건축 계획시 고려사항

아이스링크장의 건축설계는 실예가 적지 않으나 막상 디테일 설계에 들어가면 해결하여야 할 사항들이 많게 된다. 건축설계자들도 역시 이에 대한 설계 경험이 부족한 경우가 대부분이므로 링크 동결 설비 공급 업체에 자문의뢰 하는 경우가 많으나 제대로 된 기술지도를 받지 못하게 되므로 건물 준공 이후 많은 문제점이 발생하게 된다.

이러한 상황의 발생원인은 우선 아이스링크설비에 대한 설비설계자의 경험과 이해의 부족으로 정확한 자문을 할 수 없거나 설비 설계비용의 절감을 위하여 동결 설비 공급 업체에 일괄 의뢰하는 경우가 대부분이기 때문이다.

(1) 입지선정⁶⁾

입지는 가급적 배수가 잘되는 토질이어야 하며 지하수의 수위가 높은 지역은 피하여야 한다.

사전에 지하수의 탐사 및 토질을 분석하여 입지의 적정성을 판단하여야 한다. 또한 가까운 곳에 강이 흐르거나 호수 주변 등은 적합하지 않은 것으로 판단하여야 한다.

(2) 건물의 배치

동결 부하를 적게 하기 위하여 서쪽으로 길게 면한 배치는 가급적 지양한다. 또한 지하로 배치할 경우 지하수위가 높으면 수분침투량이 많아지거나 구조체의 동결 및 동상이 쉽게 발생되므로 진흙 또는 통기성이 없는 토질을 제거하고 통기성이 좋은 지층을 형성하여야 한다.

(3) 천정 또는 지붕 재료

구조물 (철골재)의 노출로 인하여 여름철에 표면 결로가 발생되고 응축수가 빙상 면으로 낙하하여 빙질을 훼손시키는 경우가 많다. 이에 대한 건축적 배려가 우선되어야 하며 이를 방지하기 위하여 열교현상(thermal bridge)을 최소화하거나 천정 단열재 등을 설치하여야 하고 음향을 고려한 천정 표면 재료의 선정에 유의하여야 한다.

결로 발생 방지를 위하여 제습기 등의 설치를 고려할 수 있으나 대 용량의 기기가 필요하게 되고 결국 에너지 비용을 증가시키는 요인이 되므로 건축적인 해결 방안이 적극 모색되어야 한다.

(4) 단열

사계절 전용의 링크는 냉장창고와 같은 단열 성

능이 요구되므로 건물 전체에 완벽한 단열 및 투습차단 대책이 이루어져야 한다. 또한 단열재는 흡습성이 아주 적은 것이어야 한다.

(5) 일사 부하의 차단

아이스링크 실내에 직접 면한 채광용 창문의 설치를 고려할 수 있으나 가급적 창문의 면적을 적게 하고 직달 일사 유입이 없도록 하며 불가피할 경우 shading wall fin 등을 설치하여 일사의 유입을 억제시킨다.(그림 5)

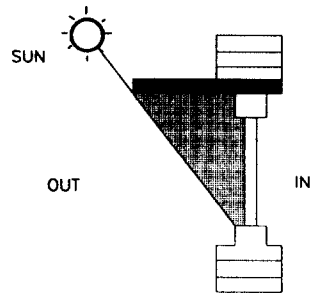


그림 5 일사의 차단장치 예

(6) 정빙실 배치

링크빙면으로부터 거두어들이는 눈을 처리하고 정빙기를 보관 관리하는 장소를 두며 실의 배치는 정빙기가 용이하게 빙면으로 진입할 수 있어야 한다.(그림 6)

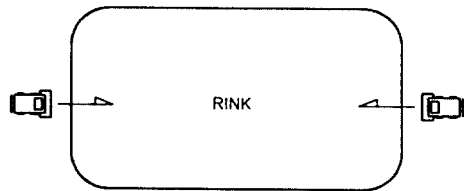


그림 6 정빙기의 진입방향

(7) 대셔 보드(dasher board)⁹⁾

대셔 보드는 링크의 빙면과 복도 경계를 구분하며 선수의 안전을 위하여 설치하는 것으로서 착, 탈이 용이하고 시공이 간편하며 견고하여야 한다.

대셔보드 시스템은 냉각관 배열 방식에 따라서 브라운 주 배관 및 서브헤드의 설치와 밀접한 관계를 가지기도 하며 냉각관이 대셔보드 하단 부를

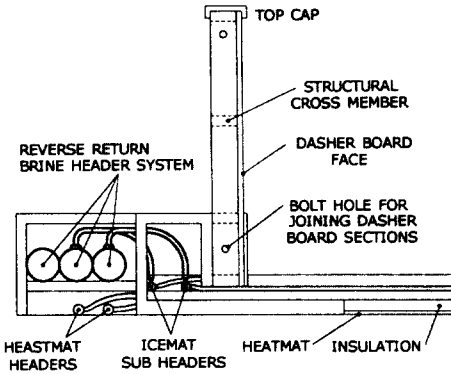


그림 7 대서보드와 냉각배관 상세도

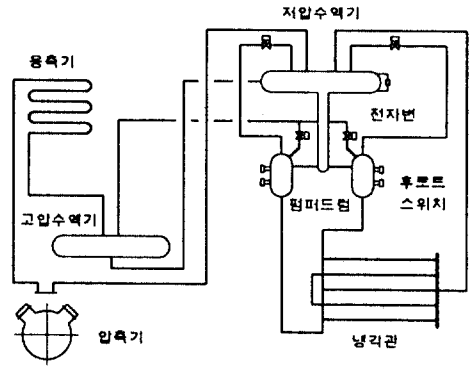


그림 8 직접 액상 냉매 순환 계통도⁶⁾

통과하기도 하므로 정확한 설계, 시공이 요구된다.(그림 7)

(8) 기계실의 배치

동결용 냉동 기계실의 위치는 배관이 링크 장으로 쉽게 연결될 수 있는 위치에 배치하여야 하며 경우에 따라서 동결 배관용 핏트로의 진입이 용이해야 한다.

기계실의 면적이 냉동기의 설치 대수와 용량에 따라 달라지게 되며 유지 보수 공간 및 반, 출입을 고려하여야 한다.

(9) 냉각관 설치용 슬라브

얼음 하단의 콘크리트 슬라브는 냉각관의 설치 방식에 따라 두께가 달라지나 몇 가지 유의사항을 반영하여야 한다.

- ① 슬라브 두께, 80mm ~ 120mm
- ② CRACK 방지 조치
- ③ 콘크리트 믹스의 적정 압축 강도
- ④ 슬라브 표면 오차, ± 1/8"이내
- ⑤ 표면 처리 : 전용의 장비 이용
- ⑥ 콘크리트 충격 강도, 수분율 실험
- ⑦ 완성후 압축 강도

3. 동결설비

3.1 용도별 얼음 온도

얼음의 용도별 유지 온도는 참고문헌마다 약간의 차이가 있으나 별 문제가 되지 않으며 각종 연

맹에도 얼음에 대한 유지 온도의 정확한 제시가 없는 상황이다. 다만 빙면의 상태가 용도에 따라 바뀌어져야 하기 때문에 이에 대한 설비적 대응 방안이 모색되어야 한다.(표 2)

표 2 얼음 기준 온도^{3), 4)}

용도	중심온도(℃)	상태
아이스하키	-5	hard
피겨스케이팅	-3	dry
레크레이션	-2 ~ -3	wet

3.2 브라인 온도^{3), 4)}

기온 등에 따라 다르지만 얼음의 온도를 적정하게 유지하기 위해서는 외기 습구 온도 7.2℃, 얼음 두께 38mm일 때 브라인 온도는 표 3과 같다.

특히 부하가 많을 때에는 -11~-13℃로 낮게 유지하여야 하며 냉각관을 폴리에틸렌 관으로 사용시에는 강관사용시에 비해 온도를 2~3℃ 낮게 한다.

표 3 용도별 브라인 온도

용도	온도℃
아이스하키	-9
레크레이션	-8
컬링	-6.6
피겨	-6.0

3.3 얼음의 두께

얼음의 두께는 얇을 수록 에너지 소비량이 적게 되어 경제적이지만 크랙의 발생과 관의 손상이 발생할 수 있으므로 냉각관의 설치 상태나 사용 상태에 따라 적정하게 선정되어야 한다.(표 4)

표 4 냉각관과 얼음두께

냉각관		두께 mm
영구식		32~50
개방식 (PE 또는 EVA 수지제)	34 ∅	90~100
	15 ∅	60~70
	9.5 ∅	55~65

* PE : polyethylene

EVA : ethylene vinyl acetate

3.4 시스템 선정

동결 시스템에 있어서 냉매 순환 방식은 주로 간접 냉매 순환 방식(brine)과 직접 액상 냉매 순환 방식(DLR : direct liquid ref.)이 사용되고 있으나 경제성 면에서 브라인 방식이 유리하기 때문에 시공 예가 더 많다.

· 별도의 냉매 공급 펌프가 필요하지 않으며 1차 냉매가 직접 냉각관으로 유입되어 열 취득에 의해 신속하게 냉매액이 기화하게 되어 동결시키는 방식이며 사용 냉매는 주로 R-22를 사용한다.

· 브라인 냉동기를 설치하고 순환 펌프에 의해 순환하는 밀폐 배관 계통을 구성한다.

브라인 입·출구 온도(Δt °C)을 작게 할 경우 순환 펌프의 동력이 커지므로 에너지 측면의 설계가 요구된다.(그림 9)

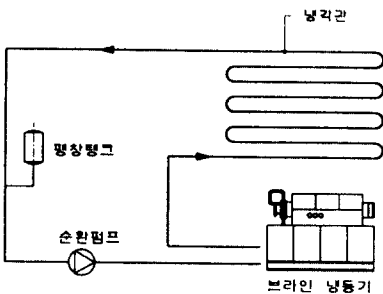


그림 9 간접냉매 순환방식¹³⁾

3.5 피트 배열¹⁴⁾

주 배관과 헤더의 위치에 따라 브라인 순환 방법과 관내 유속이 달라지므로 열관류율이나 빙질이 달라질 수 있다. 또한 건축의 장애 요인으로 인해 피트 계획이 수정 될 수도 있다.

(1) 센터 피트(center pit)

· 주헤더를 링크장 가운데에 배치하는 방식으로 헤더에서 소구경 냉각관이 분기된다. 하부에 주헤더 및 서브헤더를 수용할 수 있는 dry pit를 설치하여 누수시 점검이 용이하도록 한다.

헤더 및 배관을 얼음 속에 매설하는 경우도 있으나 간이형 링크에 적합하며 만약의 누수시에 대책 수립이 어렵다.(그림 10)

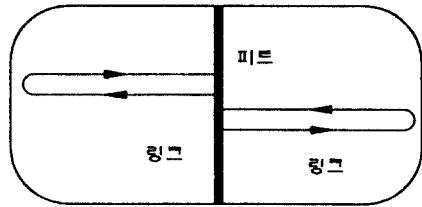


그림 10 센터 피트 방식 Flow

(2) 측면 피트(side pit)

· 주 배관 및 헤더를 한쪽 측면에 배치하는 방식으로 헤더에서 소구경 냉각관이 분기된다.

주 배관과 헤더는 링크면 하부에 피트를 설치하거나 링크주변 바닥을 raised floor로 구성하여 설치할 수도 있으며 대셔보드를 이용한 설치 방법도 고려해 볼 수 있다. 이 방식은 냉각관이 대셔보드 하부를 통과하게 되므로 건축과의 구체적인 협의가 요구된다.(그림 11)

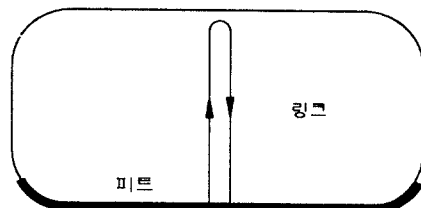


그림 11 측면 피트 방식 Flow

(3) 엔드 피트(end pit)

· 길이 방향의 양단에 주헤더를 배치하는 방식으로 헤더에서 소구경 냉각관이 분기된다. 역환수(reverse return)방식이 이루어지도록 양측에 공급, 환수헤더가 설치되어야 한다.

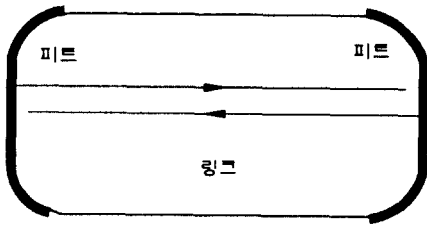


그림 12 엔드 피트 방식 Flow

이 강관은 외면에 내 부식성 코팅재를 도포할 수 있다.

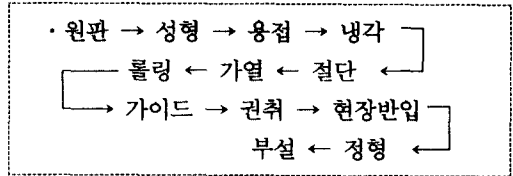


그림 13 PIC 강관 제조과정

3.6 냉각관의 재질과 설치

(1) 재질의 선정¹⁰⁾

냉각관의 재질은 표 5와 같이 강관, 스텐레스강관, 동관, 폴리에틸렌관, 합성수지관등 여러 가지를 사용할 수 있으나 선정 상의 주안점으로는 내 부식성, 시공 후의 하자 발생 빈도, 시공의 용이성, 경제성 등을 들 수 있다.

따라서 영구 바닥 구조와 개방 바닥 구조로 나누어 볼 때 전자의 경우는 강관 계열을, 후자는 PE, 또는 EVA수지 계열을 선정하는 것이 일반적이다.

(2) 관설치

1) PIC 강관

· 배관용 PIC(pipe in coil)는 신일본 제철에서 제조되며 1본의 길이를 60m이상 공급이 가능하고 시공 효율과 용접부위에서 발생할 수 있는 문제점을 해결한 무이음 배관재이다.(그림 13)

2) 배관용 탄소강관 계열

· 열전도율이 높아 브라인 온도를 높게 할 수 있는 잇점이 있으며 영구 바닥으로 할 경우 그림 14와 같이 콘크리트 내에 매설하여 사용한다. 가장 일반적인 배관재이나 부식에 약하고 누수에 대책이 미흡하다.

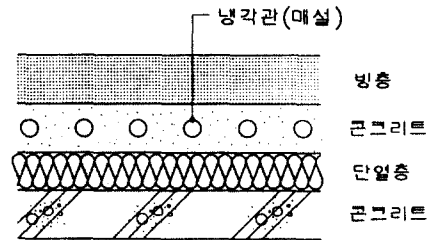


그림 14 냉각관의 매설

3) 폴리에틸렌 계열

· 영구 바닥에 채용할 수도 있으나 적용의 예가 적고 매립시 내구 연수를 예측하기 어렵다. 팽창 계수가 크고 열 전도율이 낮으므로 개방식 바닥에 적용하는 것이 유리하다. 모래를 포설할 수 있다. (그림 15)

표 5 관 종류별 열적 특성

관 종류	규 격	선팽창 계수	열 전 도 율
배관용 탄소강관	KSD-3507	11.2×10 ⁻⁶ /℃	4.6kcal/m·h℃
STS관(316L)	KSD-3576	16.7×10 ⁻⁶ /℃	14kcal/m·h℃
동 관	KSD-5301	16.8×10 ⁻⁶ /℃	332kcal/m·h℃
폴리에틸렌관	LD	18×10 ⁻⁵ /℃	0.216~0.288kcal/m·h℃
EVA 수지		12×10 ⁻⁵ /℃	0.216~0.288kcal/m·h℃

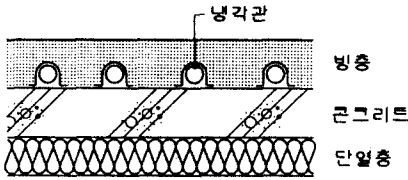


그림 15 냉각관의 노출

(4) EVA 수지 계열

· 아이스 매트 또는 아이스판넬이라고도 하며 매트형은 접합된 2개의 관이 나란히 붙어 있어 소구경 쌍관이라고도 한다.(그림 16) 아이스판넬은 수지판 위에 소구경 냉각관이 접합되어 일체를 이루며 냉각관의 관경과 피치가 작으므로 브라인 순환량을 적게하여야 한다. 열 용량이 적으므로 급격한 부하변동에 대한 추종성이 적으나 반송동력이 작으므로 운전비의 절약을 기대할 수 있다. 모래를 포설할 수 있다.

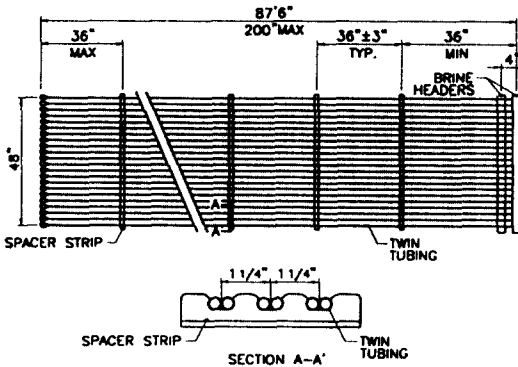


그림 16 소구경 냉각관 배열

3.7 동결부하¹⁴⁾

빙상장 부하량은 초기 동결과 평상시 동결 부하로 나누어 부하량을 산정(표 6)하여야 하며 초기 동결시간을 얼마로 정할 것인가와 동결시기를 잘 선택하므로써 경제적인 동결 장치를 선택할 수 있다. 동결시간은 용도에 따라 급히 열려야 하는 상업용 링크의 경우를 제외하고는 사용목적에 알맞는 시간의 설정이 중요하다. ASHRAE에서는 12시간내지 16시간이내에 결빙하도록 요구하고 있으나 장비 용량이 과다하게 되므로 적정여부 판단이 필요하다.

표 6 동결부하 구분 요약

부하구분	초기동결시 부하	운전시 부하
구조물 냉각	○	×
실내공기 냉각	○	×
관 류 열	○	○
일 사	○	○
실 내	○	○
결 빙	○	△(정빙)

(1) 부하량

아이스링크의 부하량 산출은 실제로 정확하게 산출하기가 어렵다. 부하구분에 따라 부하량을 산정하는 것이 일반적이며 초기 동결 부하의 경감을 위한 방법의 모색이 필요하다. 동결 완료후에는 빙면에서의 열 취득분 만큼의 실내부하량을 감소시킬 수 있다.(그림 17), (그림 18)

-링크상 하부 구조체, 링크상내 실내공기 및 얼음을 얼리기위한 부하들이 주요인
-초기 동결시 ICE RINK 부하 QT = Q1+Q2+Q3+Q4+Q5 로 산정

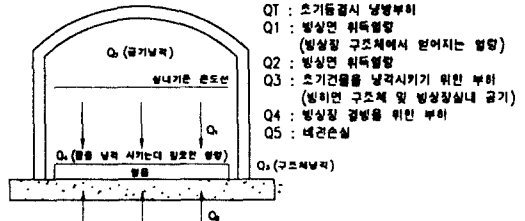


그림 17 초기동결시 부하패턴

-얼음이 얼러있는 상태에서 링크상 외부에서 취득되는 부하와 링크상 내의 skating 인원의부하가 주요인
-ICE RINK 운영시 부하 QO = QA+QB+QC+QD+QE 로 산정

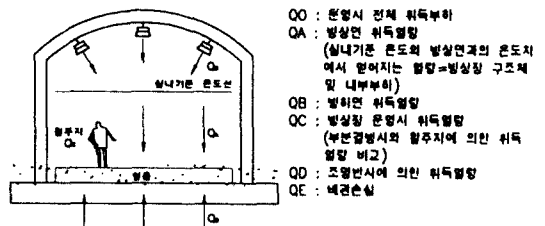


그림 18 정상운전시 부하 패턴

(2) 냉동기 용량

최초 결빙시의 부하량과 정상운전시의 부하량이 다르고 냉동기 용량은 최초 결빙에서 완전결빙까지의 소요시간을 얼마로 정하느냐에 따라 달라지

게 되므로 운전조건을 여러형태로 나누어 합리적인 용량이 선정될 수 있도록 하여야 한다. 냉동기의 용량을 감소시키기 위하여 최초결빙시점을 겨울로 이동 시키거나 결빙시간을 신축적으로 조정하는 등의 기술적 검토가 신중히 이루어져야 한다.

3.8 브라인 순환

(1) 브라인

2차 냉매로 사용되는 브라인은 주로 염화칼슘(CaCl₂)과 에틸렌글리콜을 사용하며 물로 희석하여 임의 농도로 조절하여야 한다.

부식성이 약간 있기 때문에 부식 방지제를 첨가해야 한다.

(2) 순환량¹⁾

· 브라인 순환량은 냉각관의 규격과 관계가 있는데 대구경관(high flow)과 소구경관(low flow)을 사용하게 되며 링크에서의 입출구 브라인 온도차는 대구경관 1~2℃로 유지하고 매트형 링크는 5~6℃의 온도차를 갖도록 한다.

- 냉동 kW당 0.18~0.27 l/s
- $\Delta t = \frac{860\text{kcal}}{0.18 \times 3,600} = 1.3^\circ\text{C}$
- 냉동 kW당 0.04 l/s
- $\Delta t = \frac{860\text{kcal}}{0.04 \times 3,600} = 6^\circ\text{C}$

3.9 응축기(condenser)

(1) 증발식 응축기(evaporative condenser)

빙상장의 경우 년중으로 냉동기가 가동되기 때문에 운전비용이나 유지관리면을 고려한 응축기의 선택이 중요하다.

증발식 응축기(그림 19)는 동절기 운전이 용이하고 특히 수냉식 응축기에 비해 응축압력저하시 대응성이 양호하다.

(2) 냉각탑(cooling tower)

가장 일반적인 수냉각 방식으로 냉동효율이 높고 초기 투자비용을 적게 할 수 있는 장점이 있으나 동절기 운전시 동결의 염려가 있고 냉각수의 과냉각으로 인한 냉매 순환량 감소 등의 불안정

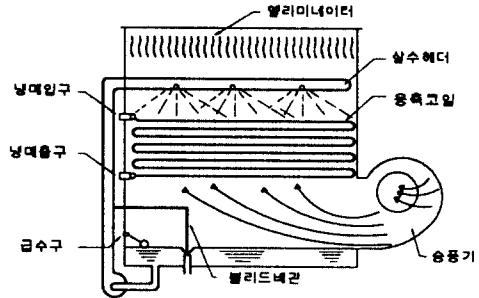


그림 19 증발식 응축기

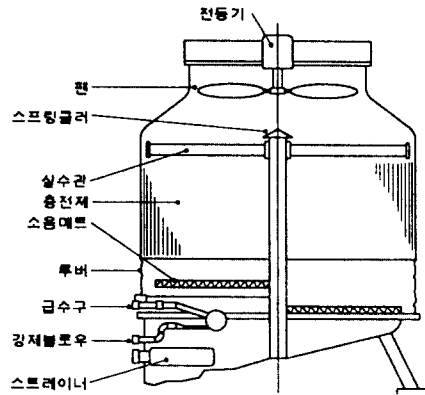


그림 20 냉각탑

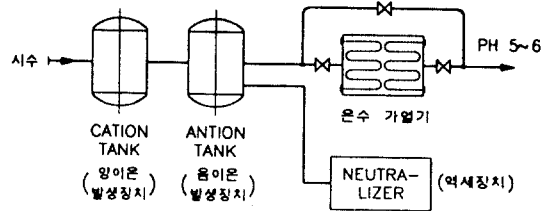


그림 21 제빙용수 공급계통도

운전 대책이 요구된다.

3.10 제빙용수(ice water)

빙상장의 제빙 용수는 얼음의 질에 영향을 줄 수 있는 중요한 부분이다. 급수는 수중의 미네랄 성분이 적어야하며 알칼리도가 낮은 얼음을 형성하기 위하여 연수로의 전환이 필요하다. 최적의 PH(수소이온 농도) 유지는 빙질을 좋게 하여 활주 속도를 증가시키고 얼음 두께를 보다 얇게 하

여 결빙 속도를 빨리하므로서 냉동기의 운전 시간을 단축시키는 요인이 된다. 또한 수증의 공기를 제거하는 장치 또는 공기 제거제를 주입하여 미세 기포를 제거하므로서 양질의 투명한 얼음을 얻는데 주력하여야 한다.

4. 환기와 제습

4.1 개요

실내 빙상장내의 환기와 제습은 매우 중요하다. 활주자에게 신선 외기를 공급하는 것은 당연하지만 특히 하절기 공기 중의 수분량이 실내에 비해 상당히 크므로 실내 결로를 유발하지 않는 조건의 탈습 외기를 만들어 내는 것이 쉽지 않다. 물론 실내 결로의 발생은 실내·외 간의 수증기압차에 의한 투습(그림 22)도 중요한 요인이 되므로 이에 대한 확실한 대책을 수립하여야 한다. 또한 실내의 노점 온도가 낮아지는 것을 방지하기 위하여 난방을 고려할 수 있다.

• 결로 발생에 의한 피해

- ① 건물내 표면 응축수에 의한 마감재의 변형 및 부식 촉진
- ② 천정 결로시 응축수의 낙수로 빙질 유지 어려움(역고드름 현상)
- ③ 습도 상승으로 전기배선등 접속부의 부식 발생
- ④ FOG 발생 빈번(활주자 시야 확보 어려움)
- ⑤ 빙면 얼음질 저하(수증기의 표면 동결)
- ⑥ 소극적인 외기 도입으로 실내 공기질 저하 (특히 정빙기 운영시)

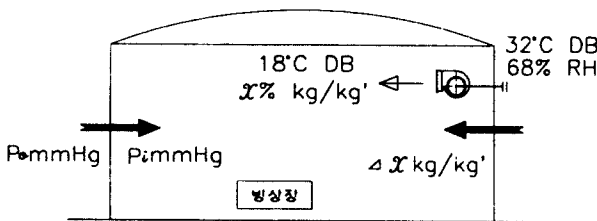


그림 22 실내 수분량 상승⁵⁾

4.2 도입 외기량 산정

외기의 도입은 활주 인원수 또는 면적당 도입량을 산정할 수 있으나 위에서 언급한 바와 같이 결로 발생 직접 원인이 될 수 있으므로 일정한 외기를 취입하기보다는 실내의 조건에 따라서 가변적으로 취하는 것이 보다 합리적인 운영 방식이다.

예를들어 외기중의 수분량이 많을 때에는 최소 외기의 도입 또는 차단하는 방법도 적용 가능하며 실내의 이산화탄소(CO₂) 농도에 의한 외기도입량 조절도 고려해 볼 수 있는 방안이다.

ASHRAE standard 62,²⁾
Ice arenas(playing area) : 5.4cmh/m'

4.3 외기조화기(make-up air dehumidifier)

(1) 냉각 제습식

• 가장 일반적인 냉각식 제습방식으로 제작이 비교적 용이하나 전력에너지에 의한 것이므로 운전비용이 고가이다. 출구 공기조건에 따라 3단의 DX-coil을 사용 할 수도 있으며 동력 1kW당 1.0

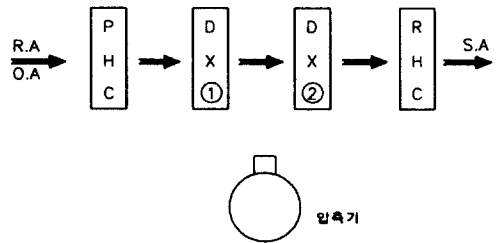


그림 23 냉각제습 과정도

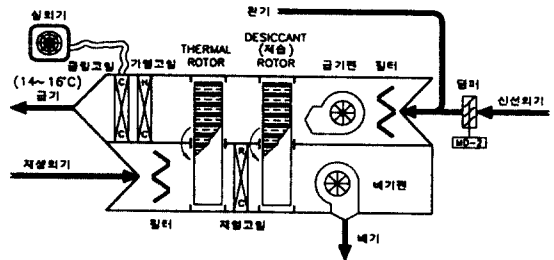


그림 24 흡습제습 과정도

~2.3kg/hr로서 비교적 감습량이 적으므로 별도의 소형 제습기를 설치하는 경우도 있다.(그림 23)

(2) 흡습제습식(desiccant wheel)¹²⁾

· desiccant에 의한 제습방식으로 wheel이 내장되어 습기를 배기 측으로 배출하며 흡습 로우터를 통과한 공기는 적정온도로 냉각되어 실내로 급기된다.(그림 24) 재생용 가열원이 필요하나 냉각제습식에 비해 에너지 비용이 40% 정도 줄어든다. 제습제는 titanium silicate를 사용한다.

4.4 덕트배열(layout)

실내에서 급기덕트의 적절한 배치가 요구된다. 일면으로는 천장면의 경로 차단을 위한 급기가 이루어져야 하며 거주자를 위한 급기도 고려되어야 한다. 급기공기는 방면에 영향을 줄 수 있으므로 직접급기는 피하여야 하나 Fog의 발생가능성이 예상될 경우 이를 위한 급기 덕트 및 급기구의 설치 위치가 고려 될 수 있다.

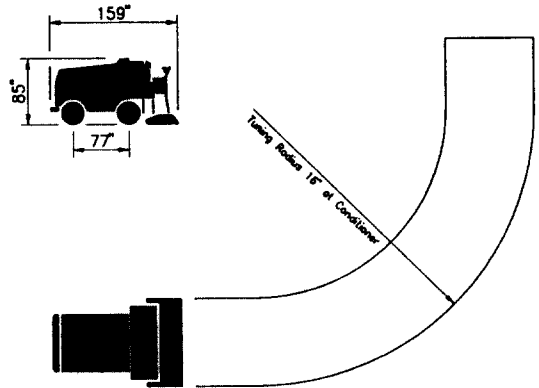


그림 25 정빙기의 동선 확보 반경

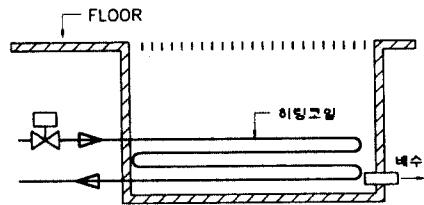


그림 26 멜팅포트 상세도

5. 정빙실(zamboni) 설비¹¹⁾

정빙실은 정빙기를 주차시키고 깎아진 눈(snow)을 처리하는 곳으로서 눈을 녹이는 melting pot와 급수 공급 설비가 갖추어져야 한다. 정빙실의 위치는 정빙기가 링크로의 진입이 용이한 곳에 배치하여야 하며 통상, 1대의 정빙기를 두는 것이 일반적이나 주어진 시간내에 빙면을 유지해야 할 경우에는 2대의 배치도 고려해야 한다. 또한, 정빙기의 사용연료는 배터리 구동, 가솔린, LPG 등이 사용되나 충분한 환기가 이루어 지지 않는 상황일 경우에는 배터리구동 방식이 유리할 것으로 판단된다.

5.1 멜팅포트(melting pot)

멜팅포트의 용량은 링크 한 면을 기준으로 할때 이에 적합한 포트의 크기와 가열용량을 갖추어야 한다. 가열원으로 전기, 증기, 온수, 냉동기의 폐열 등을 이용할 수 있으나 눈을 신속히 처리할 수 있는 열원의 선택이 중요하다.(그림 26)

5.2 급수장치

전항에서 언급된 내용이나 정빙기에 보급을 위한 급수설비가 필요하며 정빙기의 탱크용량에 따라 급수관경이 달라지게 되고 정빙기 기종에 따라 용량은 200 l ~400 l가 되므로 이에 적절한 급수 계획이 요구되며 60°~70℃의 가열수 공급이 이루어지도록 계획하여야 한다.

6. 향후 발전 방향

6.1 시스템의 경제성

시스템 선정은 반드시 경제성이 우선 되어야 하는바 초기투자비와 운전비용 및 양호한 빙질의 유지는 빙상장의 주요조건이므로 다음의 사항을 충분히 검토하여 시행하는 것이 중요하다.

- (1) 심야 전력을 이용한 축열 장치(현재 심야 전력 이용해택 없음)
- (2) 신속한 얼음 형성을 위한 물질 응용
- (3) 내부식성 냉각관재의 선택

- (4) 실측을 통한 적정부하량의 산정
- (5) 보다 양호한 빙질의 제조와 관리방법

6.2 결로 발생의 억제

결로 발생 억제를 위해서는 건축 또는 설비적 측면이 다같이 연구되어야 할 부분으로서 특히 건축부분에서 실내 빙상장에 대한 특수성에 대해 이해도가 낮고 관심 또한 적으므로 설비 기술자의 대응 능력 향상이 보다 더 요구된다.

- (1) 단열 및 투습 방식을 고려한 건축재료 선정
- (2) 저가의 외기조화기 및 제습기 개발(빙상장 사용조건 고려)
- (3) 건축의 적극적인 해결 방안 유도

6.3 대셔보드(dasher board)

대셔보드는 건축공사이지만 냉각관과 교차 될 수 있는 부분으로서 설비와 밀접한 관계에 있다. 동결용 브라인 배관과 헤더가 board와 일체를 이룰 수 있는 제품의 개발은 초기투자비의 감소와 연관되고 시공이 단순해지며 다양한 설계가 가능해질 수 있기 때문이다.

7. 맺음말

향후 우리 나라의 인공 아이스링크장 보급은 국민 총생산(GNP)의 증가시 빠른 속도로 진행될 것으로 보인다. 이미 슷트랙은 세계정상에 있고 이에 힘입어 잇따른 동계올림픽의 유치에 추진되고 있는 것으로 보인다. 또한 빙상은 저렴하고 레저를 겸한 가족스포츠이므로 잠재적 성장 가능성이 예상된다. 여태까지의 빙상장 동결설비에 대한 인식을 달리하고 학문과 이론에 근거한 정확한 설계기술의 정립은 물론 앞으로의 수요에 대비하고

최상의 빙질 제조기술이 세계기록의 단축을 선도해 나아간다고 볼 때 우리의 기술이 주목받을수 있는 계기가 될 것으로 생각된다. 향후 보다 진일 보한 아이스링크장의 설비기술이 개발되어지길 기대한다.

참 고 문 헌

1. ASHRAE, 1986, Refrigeration Handbook Chapter 34.
2. ASHRAE Standard 62-1989.
3. 공기조화 냉동 위생 공학편람 제3권 냉동 제4장 특수용용 설비.
4. 공기조화 위생 공학편람 II. 공기조화편 제5장 체육 오락시설, 국제 이연사 발행.
5. 냉동 공조기술, 1989.2, 한국냉동공조기술협회 발행.
6. 목동 실내 빙상 경기장 설계사례(박봉태, 오지현).
7. OFFICIAL RULE BOOK 1994, (아이스하키 국제 경기 규칙).
8. Olympic Solidarity Curling Clinic(대한 컬링 경기 연맹).
9. ICEMAT Grid system for permanent and portable ice rinks, CALMAC. USA.
10. 아이스 스케이트링크(株), KATO corporation Japan.
11. Zamboni USA.
12. SERVICE REPORTER, JULY 1994, Desiccant Cooling Keeps Hollywood on ice.
13. 북성설계, 1996, 춘천시 실내 빙상장 기본 설계 보고서.
14. 북성설계, 1997, 대전서구 실내 빙상장 설계 보고서.