

얼음의 전단강도



김주범
한국건설안전기술협회 고문
(jbc0809@hanmail.net)

1. 머리말

지난 겨울은 무척이나 추웠었다. 실제 기온 자체도 많이 내려갔었지만 추운 날씨가 오랫동안 지속되어 몸을 한껏 움츠리게 하였었다.

1976년 겨울도 지난 해 겨울과 비슷하게 영하 10℃ 이하의 기간이 약 두 달 정도 지속되었었다. 이때 경기도에 있는 아산호, 남양호가 얼음 두께 30~50cm 정도로 두껍게 얼어 호수와 육상과의 경계면인 경사면 보호공에 많은

피해를 입히게 되었다. 이를 계기로 얼음의 강도가 얼마나 되는지를 알고자 압축강도시험을 하게 되었다.

2. 기상 현황

1976년 12월 1일부터 1977년 2월말까지 3개월 동안 영하의 추위가 계속되었는데, 1977년 1월 31일에는 최저 영하 19.4℃까지 내려갔다. 그림 1에서 보이는 바와 같이 1976년 12월 26일부터 1977년 2월 23일까지의 약 두 달간은 최저기온이 거의 영하 10℃ 내외를 유지하였다.

3. 시험

1) 자연 결빙 시료

1977년 2월 6일, 호수면에 결빙된 얼음을 채취하여 시험편의 크기를 5x5x5cm의 입방체로 만들었다. 시험 시 하

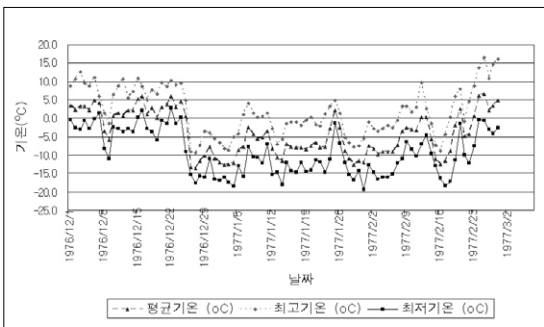


그림 1. 1976년 12월 ~ 1977년 2월의 기온 변화(수원관측소)

얼음의 전단강도



그림 2. 남양호 결빙 전경



그림 3. 빙압에 의한 사면 보호공 붕괴

표 1. 자연 결빙 시료에 대한 압축강도시험 결과

구 분	시료번호	압축강도(kg/cm ²)	비 고
수평방향	1	11.52	압축하중을 수면에 평행하게 가함
	2	(5.04)	
	3	11.52	
	4	9.05	
	평균	10.7	
수직방향	1	34.87	압축하중을 수면에 직각으로 가함
	2	25.20	
	3	26.66	
	4	20.88	
	5	34.56	
	6	32.40	
	7	36.00	
	평균	30.08	

주) ()안의 값은 차이가 커서 평균에서 제외함

중 재하방향은 결빙된 면에 대하여 수직방향과 수평방향으로 구분하여 압축강도시험을 실시하였다.

시험 결과, 수평방향 재하 시 압축강도는 평균 10.7kg/cm², 수직방향 재하 시 압축강도는 평균 30.08kg/cm²으로

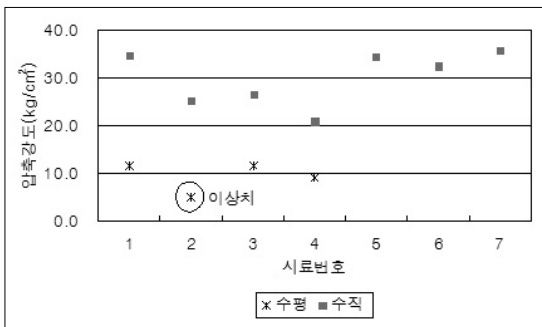


그림 4. 수평 및 수직 방향 압축강도(자연 결빙 시료)

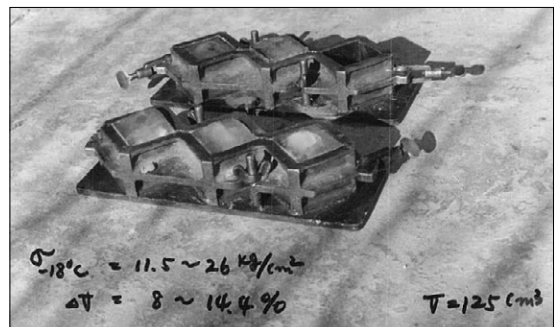


그림 5. 인공 결빙 시료

표 2. 인공 결빙 시료에 대한 압축강도시험 결과

구 분	1977년 2월 16일 제작, 17일 시험		1977년 2월 17일 제작, 19일 시험	
	시료번호	압축강도(kg/cm ²)	시료번호	압축강도(kg/cm ²)
수평방향	1	20.88	1	25.20
	2	16.56	2	20.88
	3	25.90	3	16.56
			4	19.44
	평 균	21.11	평 균	20.52
수직방향	1	(11.52)	1	20.88
	2	20.88	2	25.20
			3	20.16
	평 균	20.88	평 균	22.08
비 고	결빙온도	-15.3℃	결빙온도	-18.3℃

주) ()안의 값은 차이가 커서 평균에서 제외함

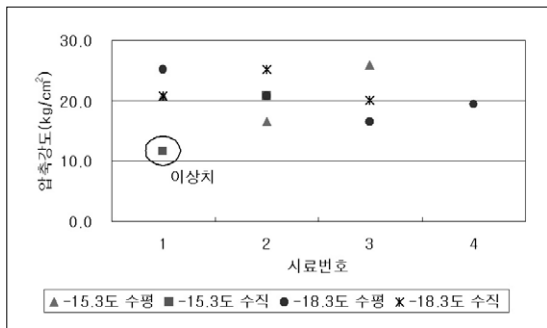


그림 6. 수평 및 수직 방향 압축강도(인공 결빙 시료)

로 재하방향에 따라 뚜렷한 방향성을 보인다.

2) 인공 결빙 시료

일정 용기에 물을 담아 냉장고에서 각각 -15.3℃ 및 -18.3℃로 1일 간 급속하게 냉동하여 시료를 만들었으며, 시험은 같은 방법으로 실시하였다.

시험 결과, 결빙온도 -15.3℃일 때는 수평방향 압축강도가 다소 크고, 결빙온도 -18.3℃일 때는 수직방향 압축강도가 다소 크게 나타났으나 그 차이는 크지 않다.

수평방향 압축강도와 수직방향 압축강도의 크기 또한 그 차이가 크지 않아 자연 결빙 시료에서와는 달리 뚜렷한 방향성을 찾아볼 수 없었으며, 팽창율은 최대 13%까 지 나타났다.

또한, 결빙온도의 차이가 크지 않아서 그런지 결빙온도에 따른 압축강도의 차이도 크지 않았다.

4. 맺음말

자연 결빙 시료에서는 수평방향 압축강도와 수직방향 압축강도는 뚜렷한 방향성을 보이며, 그 크기의 비는 1:3 정도이다.

그 이유는 물이 얼 때 물에 함유된 공기가 미세한 기포 형태로 상승하면서 기공을 만든 것이 마치 나무의 섬유와 같은 역할을 한 것으로 판단된다.

반면에 인공 결빙 시료에서는 뚜렷한 방향성을 나타내지 않았으며, 결빙온도에 따른 차이도 크지 않았다.

(참조 : 한국농공학회지, 1977년 12월호)