



4. 일반적인 열선매입 방법과 핫스웨이 방법 기술의 비교

Comparison of other company systems and technologies

Hots-way system

Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

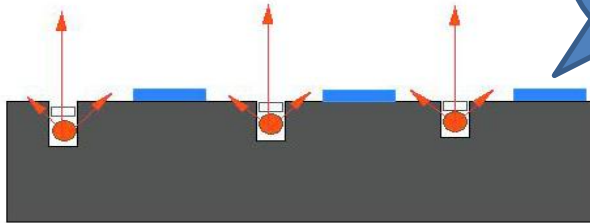
도로 표면 결빙방지 효과

❖ 일반 열선 도로결빙해제 장치

- 결빙방지 및 해제 효과가 미미하다.
- 에너지 비용이 많이 든다.

수직으로 열이 발산하여 도로표면으로 열 전달이 잘 안 된다.

외부온도가 영하로 내려가면 발열선의 열이 옆으로 전도 되지 못하고 수직으로 작용한다.



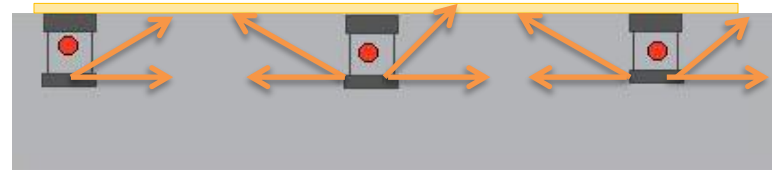
도로 커팅 옆으로 열이 전달 안 된다

❖ 핫스웨이 도로결빙방지 장치

- 도로표면에 전해지는 온도 범위가 크다.
- 열이 전달되는 속도가 매우 빠르다.
- 소비전력이 매우 적다

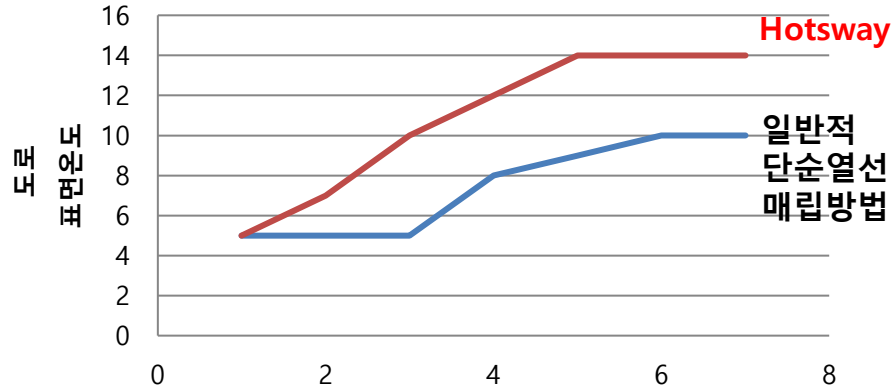
수직 열을 차단하고 내부공간에 집열(執熱)하여 측면도로를 가열한다.

도로표면이 전반적으로 열이 전달된다.



22 ■ 핫스웨이 도로결빙방지 시스템 과 일반적 열선매립방법 열(熱) 전달 비교

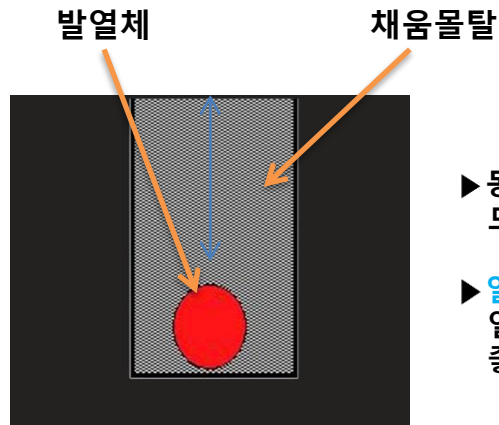
차트 제목 : 도로표면 열 전달 비교표



■ Hotsway 공법과 일반열선매설공법의 차이

*도로표면 열 전달속도실험

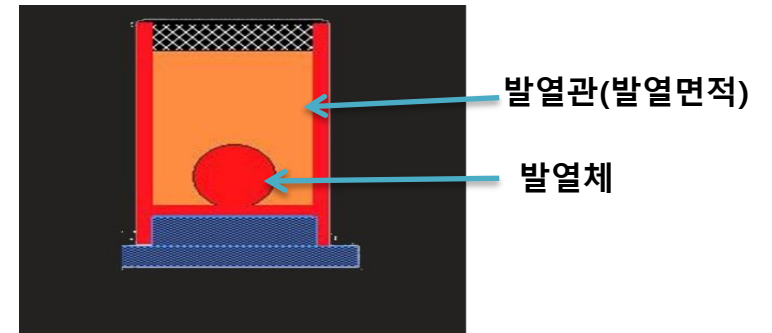
발열시간	일반열선 매설공법	Hotsway 공법	외부 기온
0시간	5	5	3
1시간	5	7	2
2시간	5	10	1
3시간	8	12	0
4시간	9	14	0
5시간	10	14	0
6시간	10	14	-1



● 일반도로-결빙방지장치 방법

- ▶ 동일한 조건에서 발열장치를 가동하였을 때 도로표면에 전도열을 시험한 결과이다.
- ▶ 일반방법에 비해 Hotsway방법이 50% 이상 열 전달이 빠르고 결빙해제효율은 30% 이상 좋다.

◎ 발열면적이 10배 이상 크다.



● Hotsway 발열시스템 방법

Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

도로 표면 열 전달 비교시험

● 실험준비

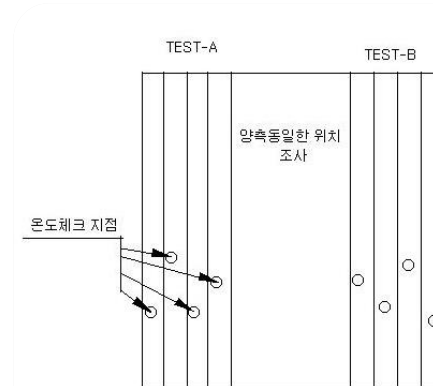
- 1) 비교구간 도로커팅 후 - 동일한 규격, 위치, 열선, 커팅 깊이, 간격, 준비
- 2) 동일하게 각각의 방법으로 열선 매입 후 동일한 조절장치로 발열시작

● 실험과정

외부환경 조건을 같이기 위해 태양의 간섭이 없는 야간에 시험 실시
저녁 8시부터 새벽 5시까지 계속 실험 한 결과임

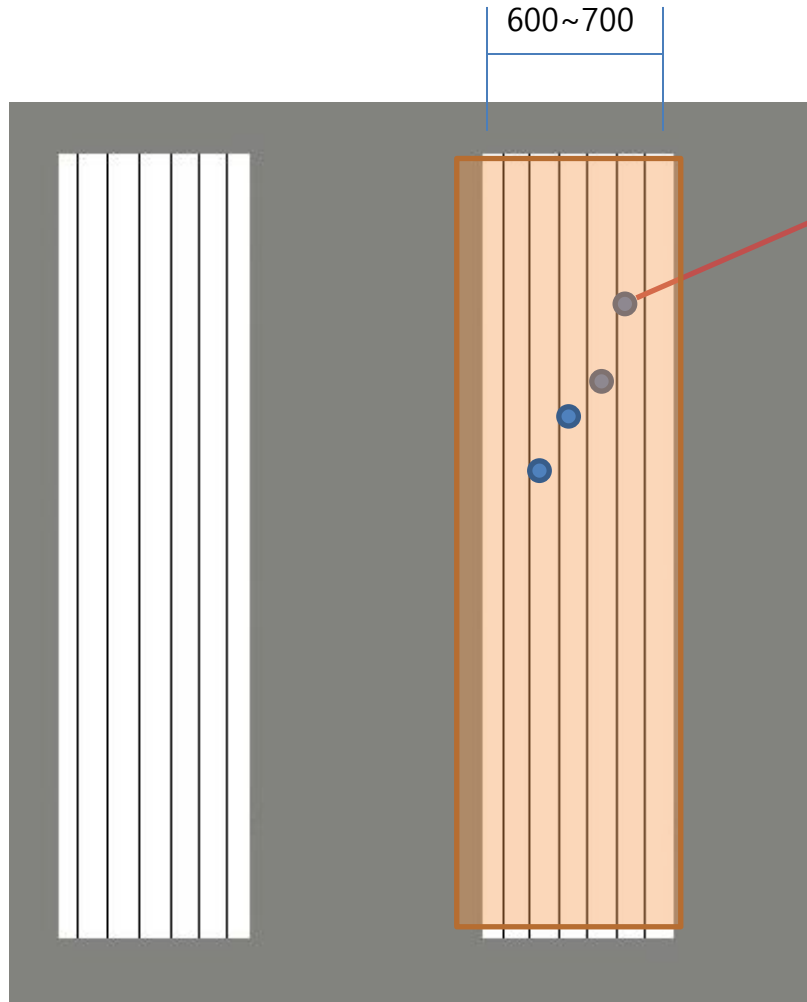
● 실험결과

- 1) TEST-A는 40분 후 부터 표면온도가 상승했다.
- 2) TEST-B는 3시간 후 부터 표면온도가 상승했다.
- 3) 전체 유지온도도 많은 차이가 있었다.
- 4) 도로 열 표면적에서는 많은 차이를 보였다.
- 5) 열 유지상태도 차이가 많이 났다.



Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

■ 열 전도의 효과



폭 넓게
도로의 면에 열 체크 지점.

영하권으로 하강하는 겨울철의
도로 면에 열을 옆으로 전달하는 것이
쉽지 않다.

열은 기온의 차가 크면 클수록 수직으로 상승한다.
지중의 열이 도로 면으로 퍼지게 하는 기술은 매우 어렵다.

핫스웨이 도로결빙방지시스템은
이러한 조건에서도 도로표면으로 열 전달을 빠르게 하는
특수한 원리이다.

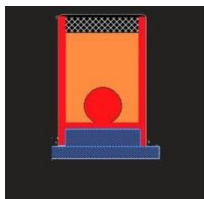
Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

열 전도의 효과

물질에 따른 열전도도			
물질	열전도도 (w/mk)	물질	열전도도 (w/mk)
그래핀	4800~!5300	콘크리트	1.7
은	900~2300	유리	1.1
구리	429	얼음	2.2
금	318	석면	0.16
알루미늄	237	나무	0.04~0.4
철	89	물	0.6
납	35	공기	0.025
스텐레스	12~45	오일	0.1~0.2

예시의 참고적인 설명으로 열전도에 대한 효율을 보충하여 설명하면 도로결빙방지 시스템의 발열체의 열효율과 발열면적, 발열체와 주변의 물체의 열전도율이 실제 도로면으로 열을 전달해 주는 에너지 효율에 직접적인 영향이 엄청난 차이를 보인다는 것을 알 수 있다.

발열체에서 발생한 열을 어떻게 전달하느냐 하는 것이 도로결빙방지 효과의 차이를 보이는 기술이다.

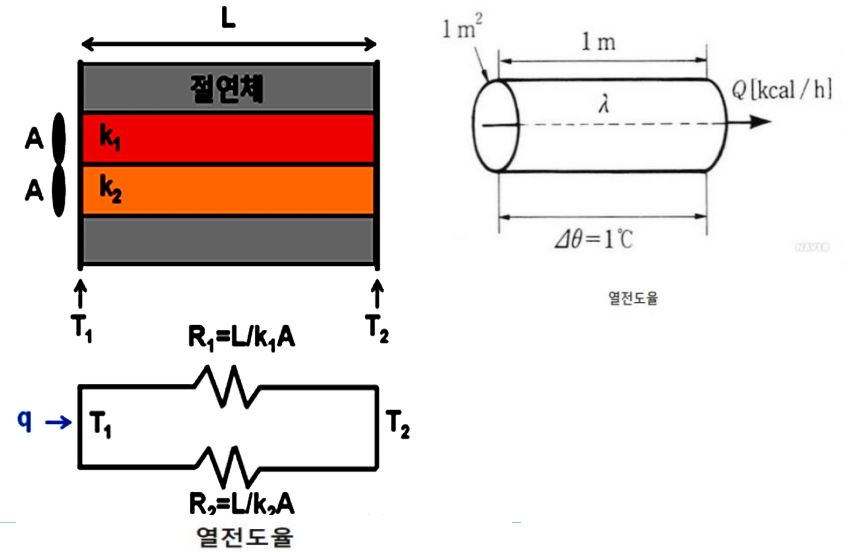


Hotsway-Anti-Freezing Apparatus on Rodway

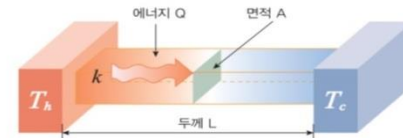
발열면적을 크게 하고 열전도율이 좋은 소재로 열효율을 최대로 좋게 하였다.

열관류율

이 때 왼쪽 부분의 온도는 T_1 , 오른쪽 부분의 온도는 T_2 , 열이 흐르는 단면적의 크기가 A 라 하자. 이 때 두 물체의 열저항은 각각 $R_1 = L/k_1A$, $R_2 = L/k_2A$ 이다. 이 두 저항을 병렬 연결시킨 총 열저항 $R = R_1R_2/(R_1 + R_2)$ 로 구할 수 있고 총 열저항은 $L/(k_1 + k_2)A$ 이다.



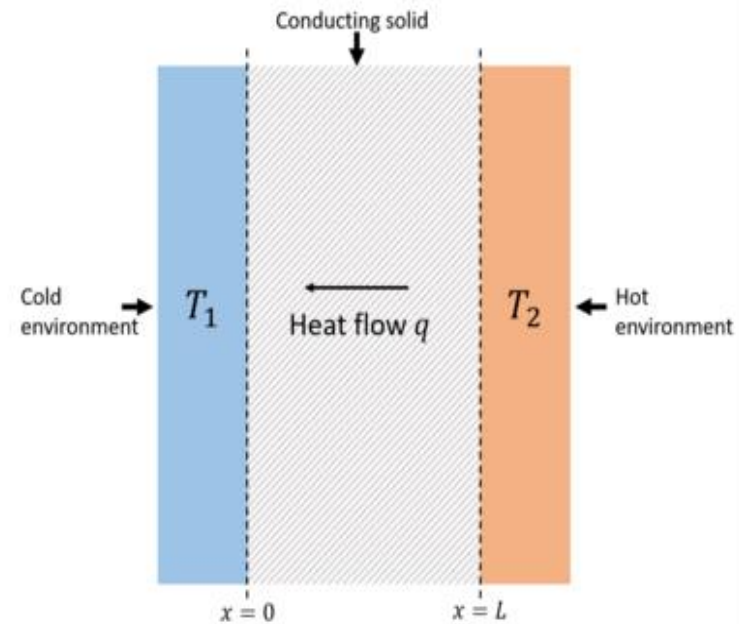
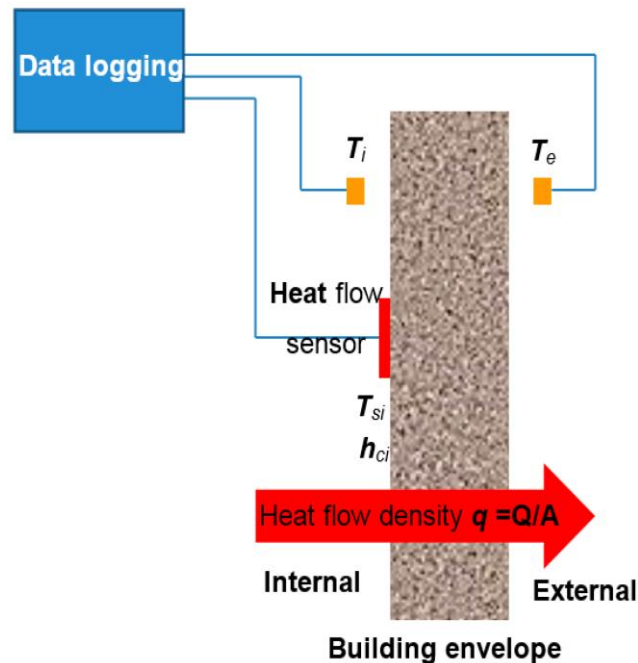
구체적인 크기의 모양을 가진 물체가 실제로 열을 전달하는 정도이다.



Technology Comparison Summary

□ Thermal Transmittance

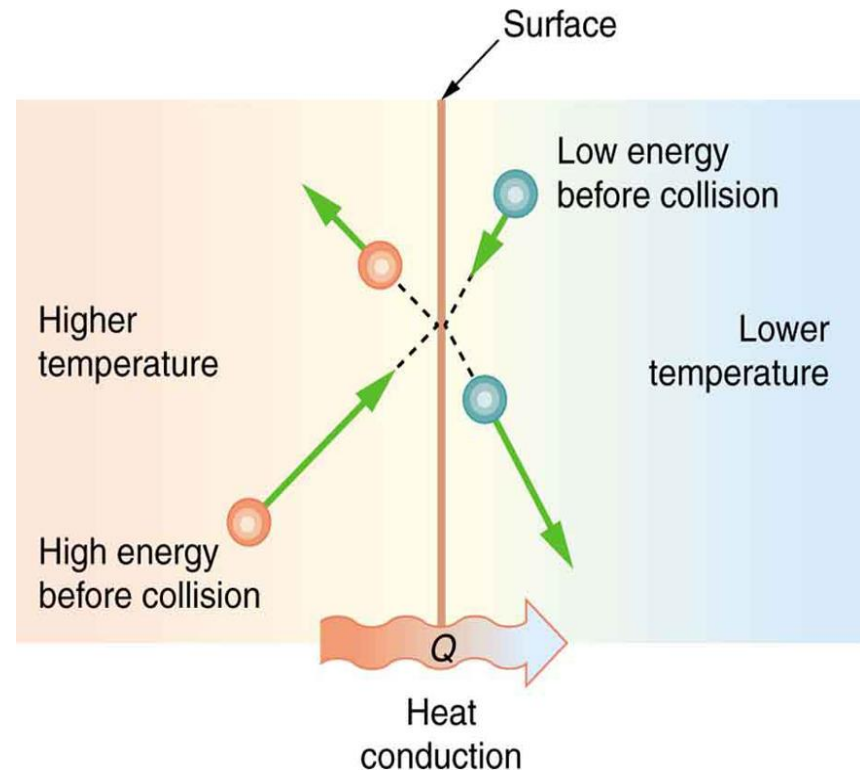
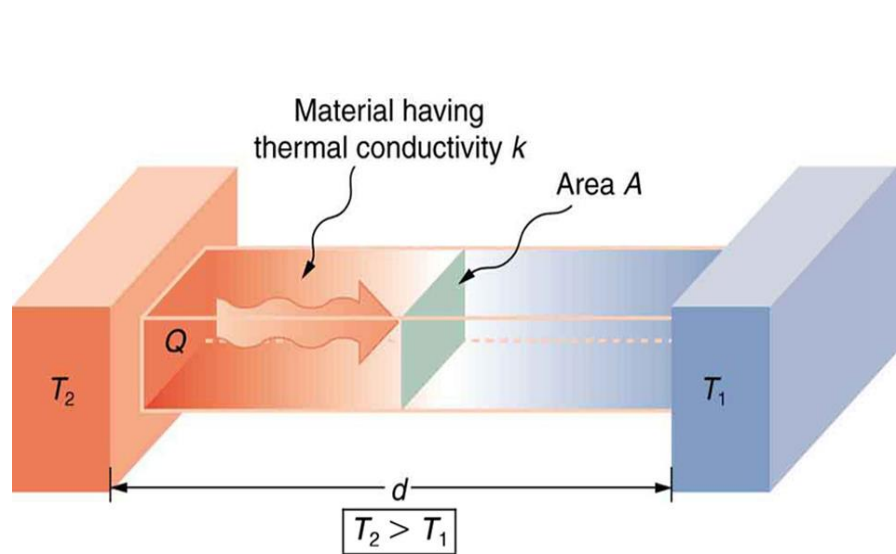
- Thermal transmittance (U-value) defines the ability of an element of structure to transmit heat under steady-state conditions. It is a measure of the quantity of heat that will flow through unit area in unit time per unit difference in temperature of the individual environments between which the structure intervenes.



Technology Comparison Summary

□ Thermal Conductivity

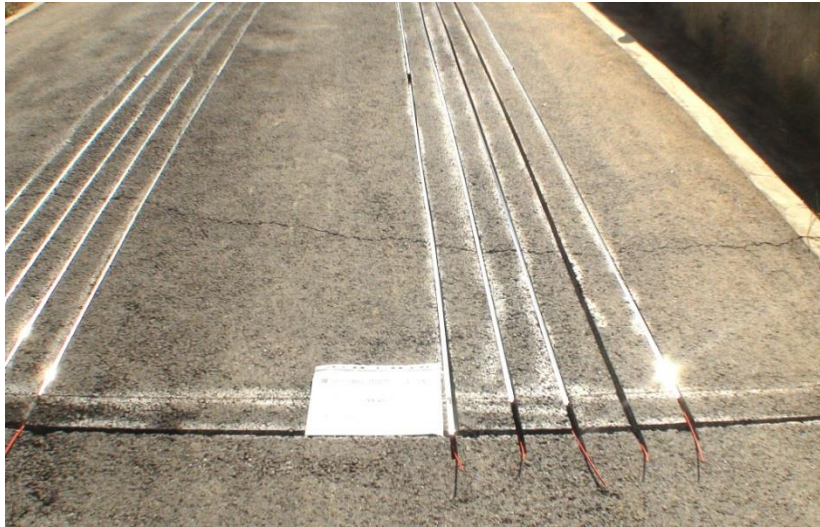
- Thermal conductivity can be defined as the rate at which heat is transferred by conduction through a unit cross-section area of a material, when a temperature gradient exists perpendicular to the area.



Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

■ 핫스웨이 도로결빙방지 시스템 장치 설치

600~700



핫스웨이 도로결빙방지시스템은

알루미늄관을 이용한 열 전달방식으로
도로의 표면에 열 전도가 빠르게 전달되는 장치이다.

Perfectly solves slip accidents in the icy section on the road.

■ 기술의 효율성

▣ 핫스웨이-도로결빙방지시스템의 효율성 비교

구분	소비전력	결빙방지 효율	발열체	열 전달 속도	내구성	발열 장치
Hotsway 시스템	40W/m	90%	CN-3	매우 빠름	양호	알루미늄 발열관+열선
일반열선 시스템	50W/m	60%	금속열선 탄소섬유	많이 늦음	보통	단순열선

◆ 관리비용은 적다
Low cost

Hotsway



◆ 효율은 높다
A high degree of efficiency.

■ 기술비교정리

◆ 동일한 도로 결빙 방지 시스템과 비교한 기능과 결빙 방지 능력 비교

형식&효율 비교 설명			
순번	구분	기존 일반 열선 삽입 System	Hotsway 결빙 방지 System
1	발열기관 구조	단순 열선	발열관의 열이 지중에 집열(集熱) 되도록 한 별도의 장치
2	도로 표면 열 전달	50% 이상 수직상승 - 50% 이하 표면 전도	80% 이상 도로 면 전도열로 변환
3	전기사용량	고열이 필요하고 전기 소모가 많음	열효율이 좋아서 전기소비량이 30% 정도 적음
4	설치방법	간단하다	간단하다
5	시스템 수명	5년	10년
6	하자보수 간편도	간단하다	간단하다
제원 비교 설명			
순번	구분	기존 일반 열선 삽입 System	Hotsway 결빙 방지 System
1	발열관 형태 규격	일반 열선	상.하 고무 캡, 알루미늄 발열관 사용
2	소비전력 (10m 5라인)	50w/m	40w/m
3	조절기	조절기 없음	특수 온도조절기 사용, 지중열선 온도조절장치
4	발열선	일반 금속 열선 또는 카본블랙압축열선	CN-3-저항선
5	열효율	보통	우수(원적외선 복사열)
6	발열체 수명	10년	10년
7	설치방법	주행 방향 직선. 곡선	주행 방향, 직선. 곡선
8	도로면 열 전달효율	50%	80% 이상