야생조류 투명창 충돌 저감 가이드라인

2019. 5.

환경부

목 차

Ⅰ. 총칙 ····· 1

1. 목적 ····· 1

2. 적용대상 ····· 1

3. 적용범위 ····· 1

4. 용어의 정의 ····· 1

Ⅱ. 충돌 원인 및 저감 원리 ····· 2

1. 야생조류 충돌 원인 ····· 2

2. 야생조류 충돌 저감 원리 ····· 3

3. 방음벽 및 건물 설계 시 고려사항 ····· 6

Ⅲ. 야생조류 충돌 저감 방안 ····· 7

1. 방음벽 ····· 7

2. 건축물 ····· 12

3. 기타 유리 인공구조물 ····· 25

야생조류 투명창 충돌 저감 가이드라인

Ⅰ 총칙

1. 목적

이 가이드라인은 『야생생물 보호 및 관리에 관한 법률』 제4조의 규정에 의거 **야생조류의 투명창 충돌에 의한 폐사를 줄이기 위해 투명방음벽과 건축물 등의 설계 및 관리 시, 설계사, 행정기관 등 관련 기관, 건축주, 일반국민** 등이 **활용**할 수 있는 **조류충돌 저감 방안을 제시**하는 데 그 목적이 있다.

2. 적용대상

1) 도시개발, 산업단지개발, 도로 및 철도의 건설 및 이와 유사한 사업 시 설치하는 투명방음벽
2) 건축물의 유리창
3) 버스정류장이나 지하철 출입구와 같은 유리 인공구조물

3. 적용범위

1) 이 가이드라인에서 제시되는 저감 방안은 투명창 충돌에 의한 조류폐사를 예방하기 위한 방안으로 투명방음벽 설치에 적용함을 원칙으로 하며, 건축물 유리창 및 투명방음벽외 인공구조물에 대한 저감 방안 도입은 권장사항으로 한다.
2) 이 가이드라인은 투명방음벽·건축물 공사의 입찰·발주, 용역, 설계평가 시 활용할 수 있다.

4. 용어의 정의

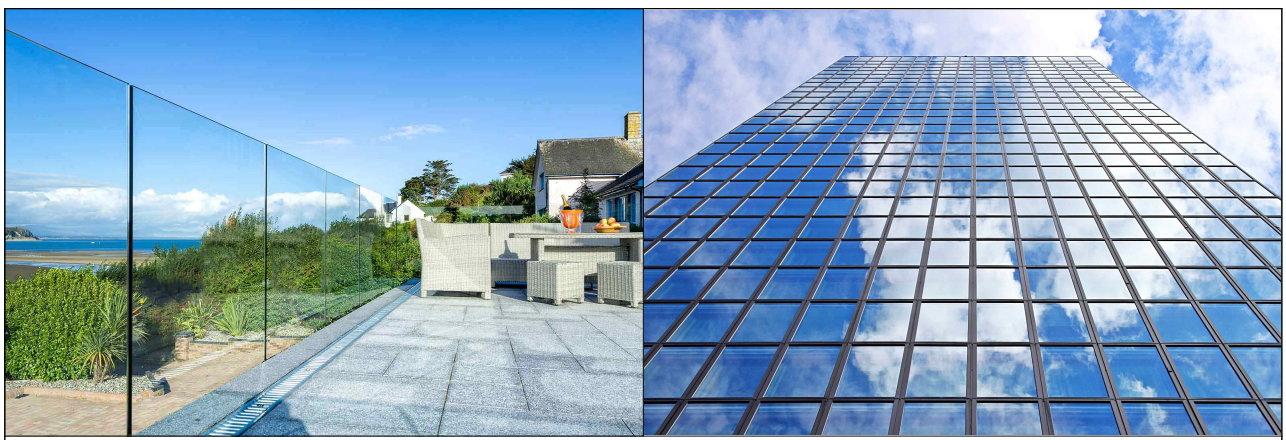
1) “야생조류”란 산과 들 또는 강 등 자연 상태에서 서식하는 조류의 종(種)을 말한다.

2) “투명방음벽”이란 소음을 저감 및 차단하기 위해 사용하는 투광성 판재로서 투명 플라스틱 수지 또는 접합 유리를 사용해 제작·설치하는 인공 구조물을 말한다.
3) “프리트 패턴(prit pattern)"이란 유리 위에 세라믹 등의 도료를 사용하여 일정한 형태로 실크 인쇄한 뒤 열처리한 것을 말한다.
4) “데칼”이란 데칼코마니(décalcomani)로 일정한 무늬를 종이에 찍어 다른 표면에 옮겨 붙이는 장식기법을 일컫는 용어로, 인쇄기에 넣을 수 없는 물체에 무늬를 새기거나 상표를 붙일 때 사용하는 방식을 말한다.
5) “유리블록”이라 함은 단열과 방음효과를 확보하기 위해 공기층이 있는 육면체의 블록 형태로 만들어낸 유리 제품으로, 유리면의 문양과 두께에 따라 다양한 벽면을 구성할 수 있는 제품을 말한다.

Ⅱ 충돌 원인 및 저감 원리

1. 야생조류 충돌과 폐사 원인

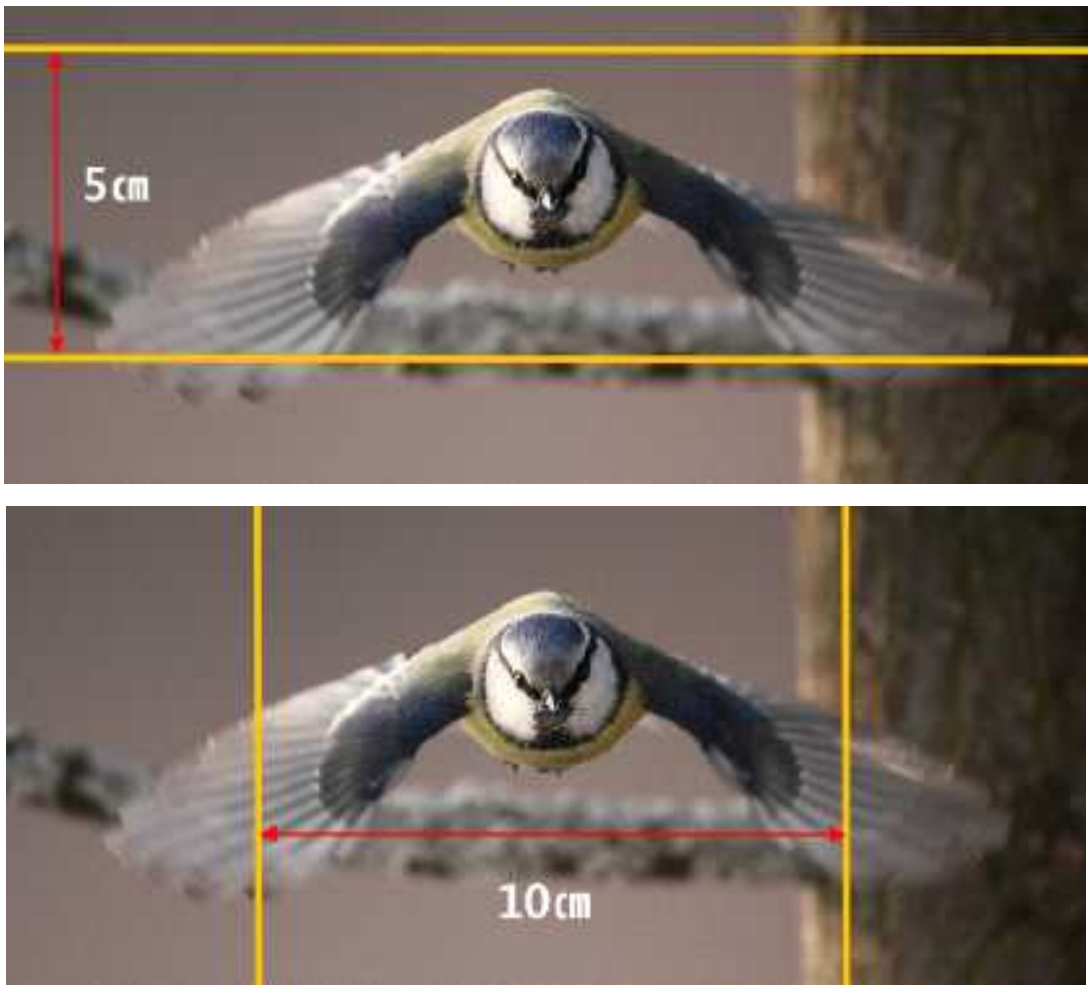
1) 유리는 **투명성과 반사성**이 있어 야생조류가 인지하지 못하거나, 실제 **자연환경**으로 인식되어 위협요인으로 작용한다.
2) 야생조류는 종에 따라 차이가 있으나, 눈이 머리 측면에 위치하여, 전방거리 감각이 떨어져서 전방구조물 인식이 어렵다.
3) 조류는 비행속도가 빨라 충돌 시 신체 충격이 매우 크며, 비행에 적응한 가벼운 골격으로 인해 두개골 골절 등의 신체손상이 쉽게 나타난다.



<1> 유리나 투명판은 투명성과 반사성의 문제를 가지고 있다.

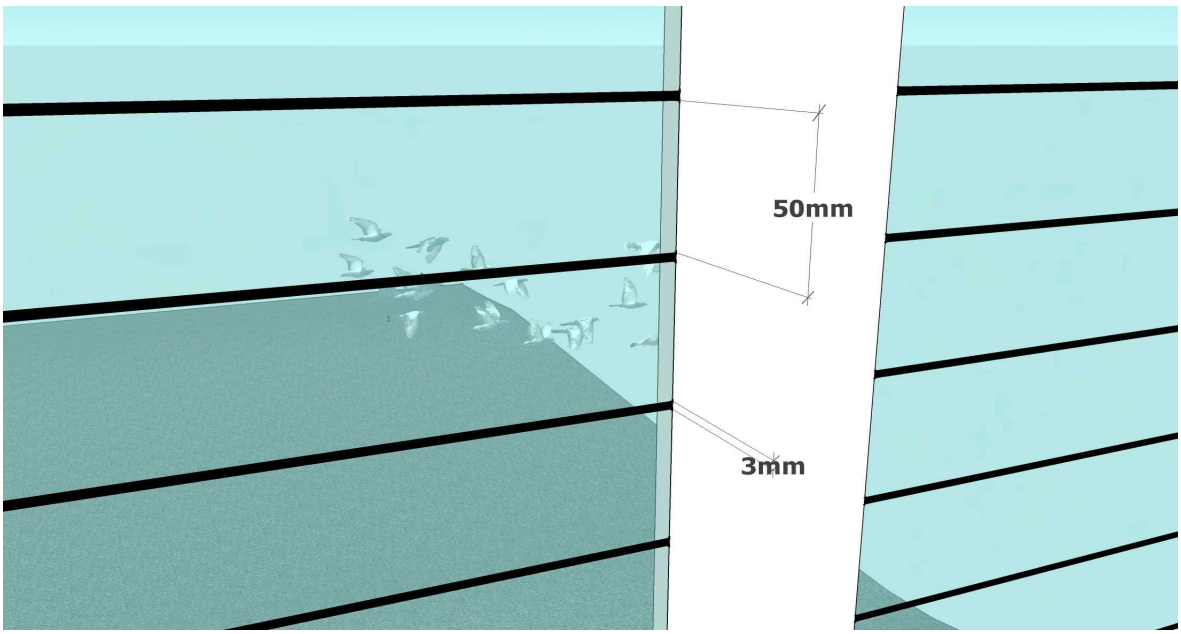
2. 야생조류 충돌 저감 원리

1) **불투명한 소재를 활용**하거나, 투명한 소재를 쓰더라도 **패턴, 불투명도, 색깔** 등을 활용하여, 조류가 통과하려 하지 않도록 설계한다.
2) 대부분의 조류는 **패턴의 높이가 5㎝, 폭이 10㎝ 미만**일 경우 그 사이를 통과해서 날아가려고 시도를 하지 않는다.
3) 조류들이 장애물로 인식할 수 있도록 **가로무늬의 경우 최소 3㎜, 세로무늬의 경우 6㎜ 이상의 굵기**로 무늬를 그려야 명확한 인식할 할 수 있다. 특히 검정색과 주황색을 함께 배치할 경우 최선의 저감 방안이 될 수 있다.

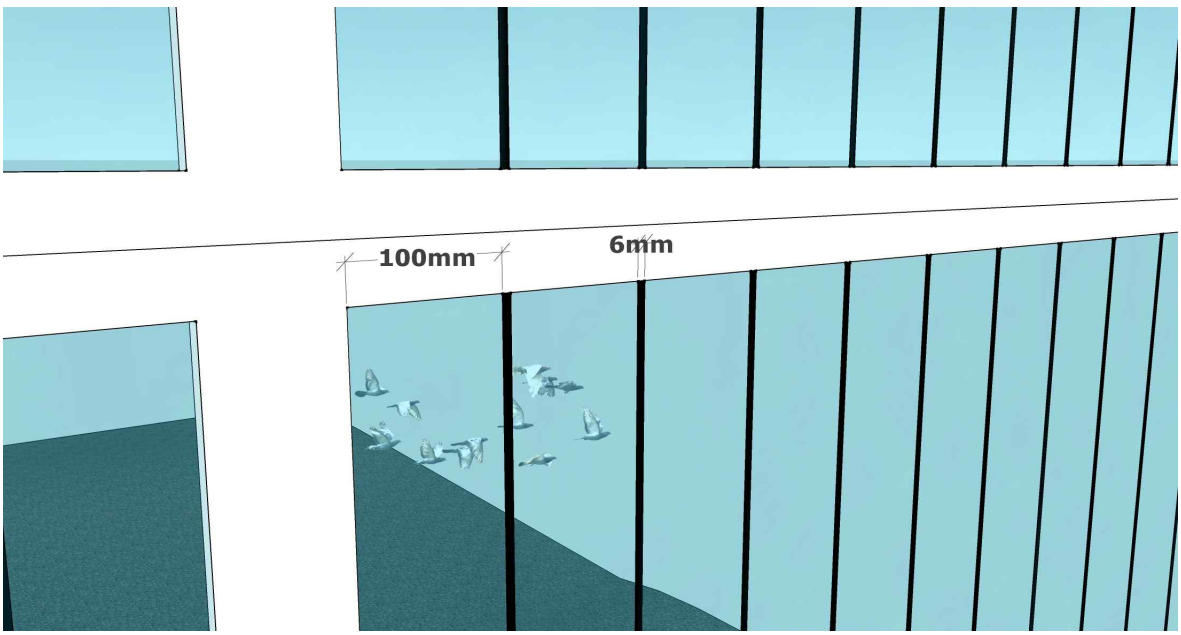


<2> 5×10 규칙을 적용하면 새들이 통과하지 않는다.

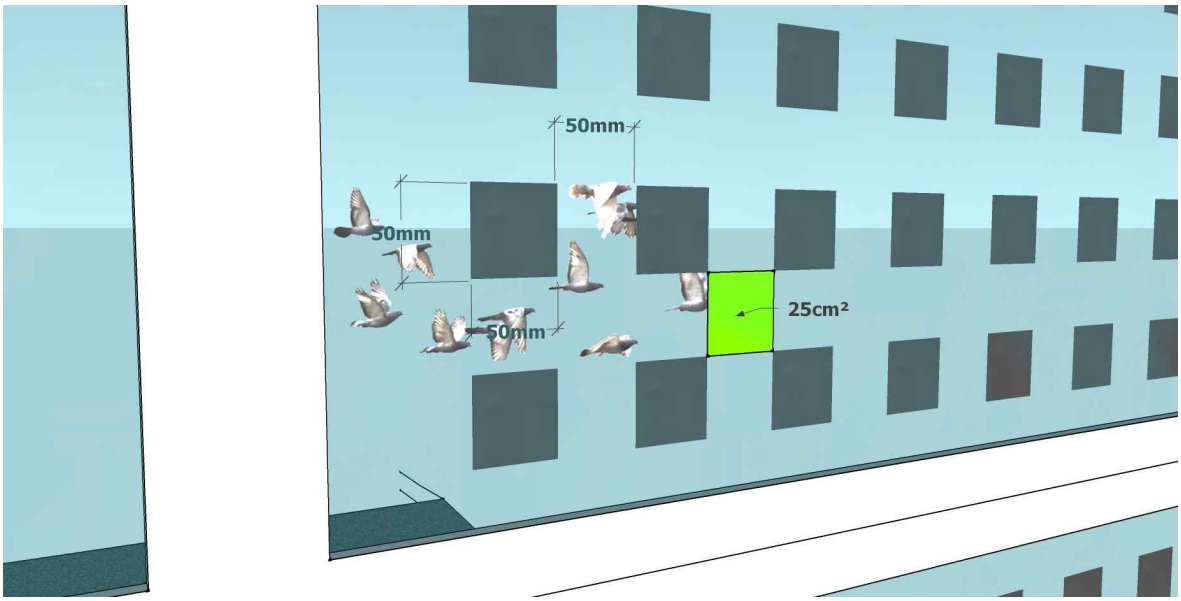
3) 무늬 간 간격 **5㎝ 이하**의 **수평 무늬, 10㎝ 이하**의 **수직무늬, 그밖에 빈 공간 50㎠ 이내**의 **다양한 무늬**를 활용한다. 비정형 무늬를 사용할 경우 5×10의 규칙을 최대한 따라야 한다.



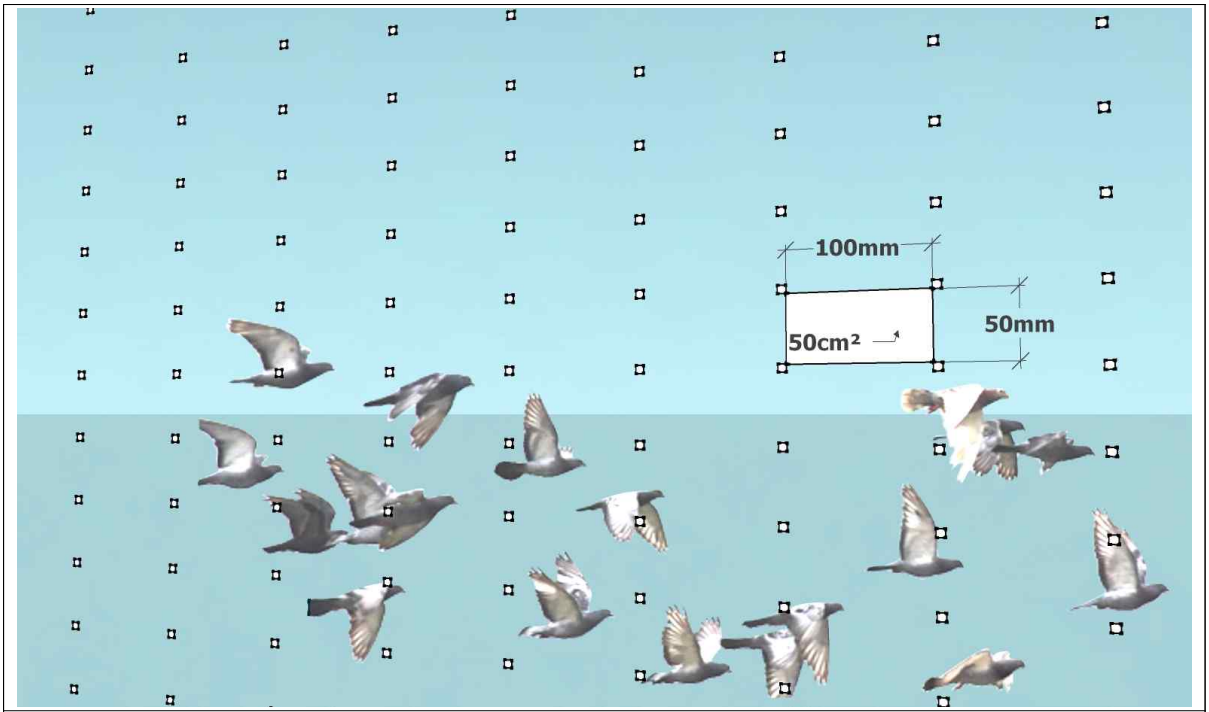
<3> 수평무늬 : 무늬 간 간격 5㎝ 이내, 무늬 두께는 3㎜ 이상



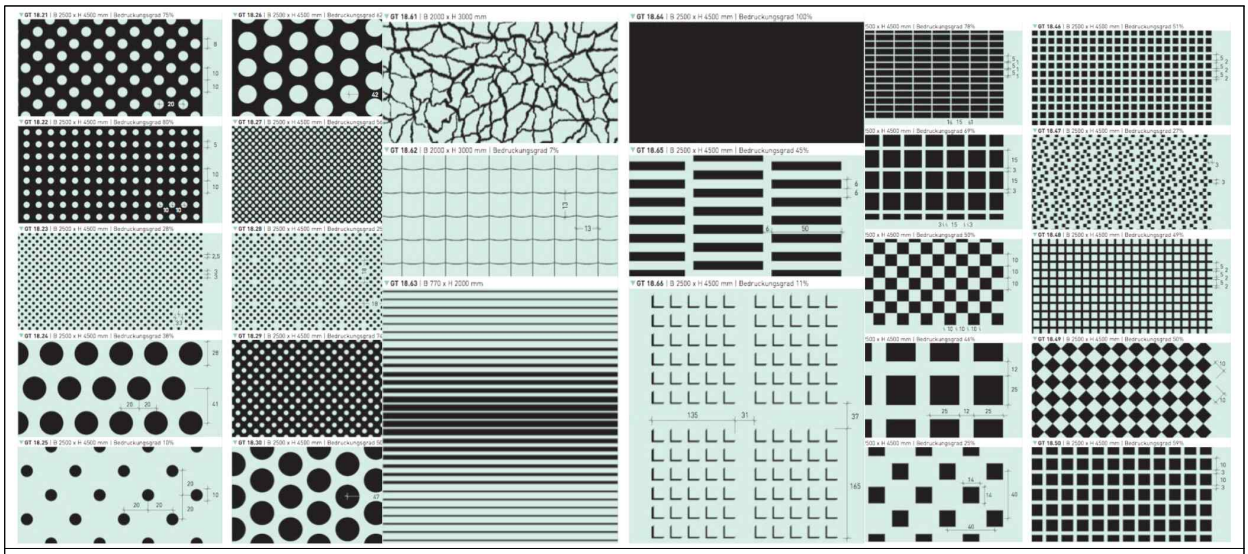
<4> 수직무늬 : 무늬 간 간격 10㎝ 이내, 무늬 두께 6㎜ 이상



<5> 격자형 등의 기타 무늬 : 무늬 간 면적 50㎠이내



<6> 도트 무늬 : 무늬 간 면적 50㎠이내



<7> 다양한 유형의 유리 문양을 활용할 수 있다(Birdlife Swiss)

3. 방음벽 및 건물 등 인공구조물 설계 시 고려사항

○ **방음벽의 경우 시야나 경관확보가 불필요한 위치에는 투명방음벽 설치를 최소화하고, 태양광 전지 패널 등 불투명 소재를 활용한다.**

- 5×10 규칙이 적용된 **다양한 무늬를 삽입한 접합유리**를 활용하여 방음벽을 제작한다.
- 기존 투명 방음벽은 5×10 규칙이 적용된 조류충돌 방지테이프나 지속가능한 효과적인 제품을 부착한다.

○ **건물 외관에 유리사용을 최소화하거나 조류충돌을 회피할 수 있는 다양한 건축 혁신 디자인을 적용한다.**

- **자외선 반사 특수 유리**나 **5×10 규칙이 적용**된 충돌 방지 무늬 삽입 유리, 또는 **불투명 소재**의 유리를 활용한다.
- **기존 건물 유리창은** 5×10 규칙이 적용된 패턴 무늬가 있는 '조류충돌 방지테이프'를 부착하거나, 줄 늘어뜨리기 등을 적용한다.

○ **버스정류장이나 지하철 출구 유리 구조물 등 유리 인공구조물을 설치할 경우 프리트 패턴 인쇄 방식 등 다양한 저감 방안 디자인을 적용한다.**

- **5×10 규칙이 적용**된 충돌 방지 무늬 삽입 유리, 또는 프리트 패턴 인쇄유리, **불투명 소재**의 유리를 활용한다.

Ⅲ 야생조류 충돌 저감 방안

1. 방음벽

○ 민가와 떨어진 곳이나 실제 투과성 효과가 필요 없는 곳 등 투명 방음벽을 설치할 필요가 없는 경우에는 가급적 흡음형 또는 비투광성 방음벽으로 설계하는 것을 권장한다.

○ 도로 위의 눈을 녹이기 위한 목적이나, 경관 등 도시미관을 위하여 투명방음벽을 설치할 경우에는 최소한의 투명판을 설치하되, 저감 기법이 도입된 투명방음판을 사용한다.

<8> 흡음형 방음벽 사례

<9> 도로의 눈을 녹이기 위한 혼합 투명방음벽 사례

1) 신규 혹은 교체 투명방음벽

가) 적용방법

○ 신규 투명 방음벽의 설치 혹은 기존 방음판 노후화에 따른 교체 시에는 야생조류 유리창 충돌 저감 기법이 적용된 투명방음판을 사용한다.

○ 5×10 규칙이 적용된 다양한 무늬를 삽입한 접합유리를 활용하여 방음벽을 제작한다.

○ 일반적으로 투명방음판의 경우 무늬나 문양을 유리 내부(선입 또는 망입 방음판, 실크스크리닝 기법 등) 혹은 외부면(방음판 외벽 면에 에칭, 프리트 패턴 등으로 무늬를 새기는 기법 등)에 넣어야 한다.

○ 무늬나 문양 크기는 **수평의 경우** 무늬너비는 **최소 3㎜ 이상**이고, 무늬 간 **내부 간격은 5㎝ 이하**로 한다.

○ 무늬나 문양 크기는 **수직의 경우** 무늬너비는 **최소 6㎜ 이상**이고 무늬 간 **내부 간격은 10㎝ 이하**로 한다.

○ 다만 **비정형 혹은 기하학적 무늬**를 사용할 경우 무늬 사이의 공간은 **50㎠ 이내**로 한다. **기준은 5×10 규칙이다.**

○ 태양광 전기패널을 설치하여 전력생산이 가능한 곳은 태양광 전지패널 설치를 권장한다.

○ 위의 저감 기법 이외 조류충돌을 예방할 수 있다고 환경부 장관이 인정하는 경우 다른 방법을 사용할 수 있다.

<10> 최소한의 투명판을 사용한 혼합 방음벽

<11> 실크스크린 기법을 적용한 거주지 특수유리 방음벽 사례

<12> 조류충돌을 방지하기 위해 수평선을 적용한 도로 투명방음벽
(위: 난지캠핑장에 설치된 방음벽, 아래: 아파트 주변에 설치한 투명방음벽)

<13> 태양광 패널을 활용한 방음벽(서울시 영등포구).
하단부 방음벽은 투명하여 여전히 위험한 공간임

2) 기존 투명방음벽

가) 적용방법

○ 시공비용과 내구성을 고려하여 5×10 규칙에 따라 조류충돌 예방 효과가 검증된 테이프 또는 필름을 부착한다.

○ 아크릴물감 등을 이용하여 5×10 규칙에 따라 유리에 크기 6㎜ 이상의 점을 찍는다.

※ 아크릴물감은 벽화에 사용하는 종류로서 자외선 반사자재가 포함되어 오랜 기간 변색되지 않을뿐더러, 내후성과 점착성이 뛰어나고 특히 조류가 인지할 수 있도록 자외선을 반사해 낸다는 장점이 있음

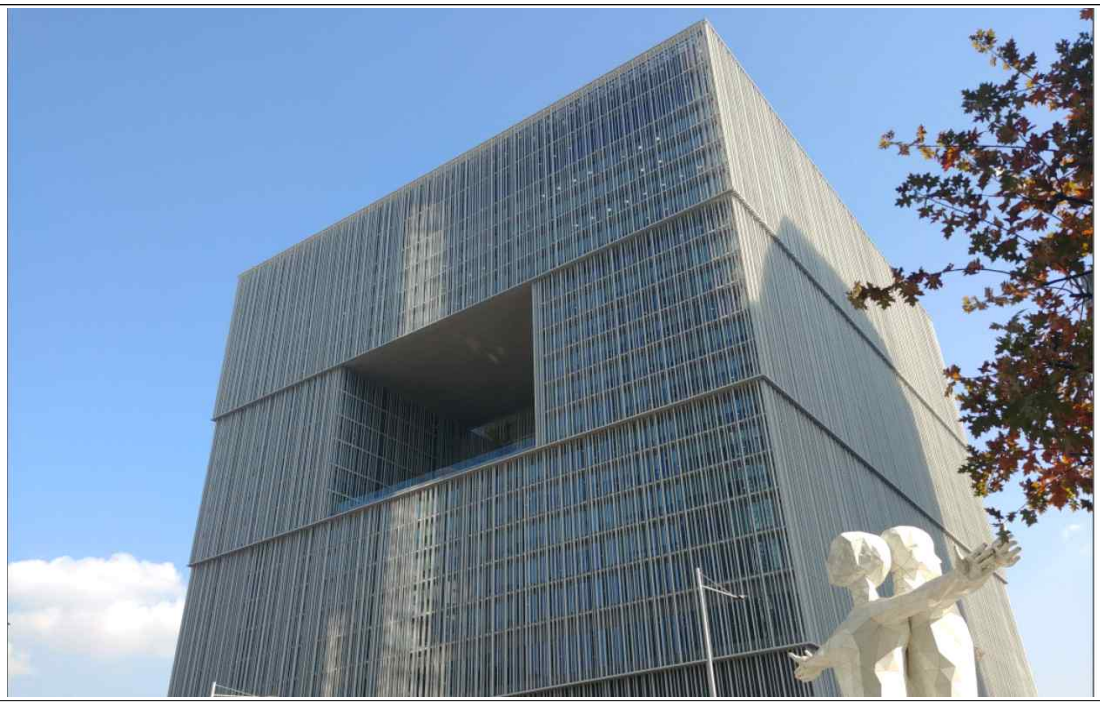
<14> 기존 방음벽에 설치한 도트형 테이프

<15> 기존 방음벽에 설치된 주황색/검정색 도트형 선형무늬

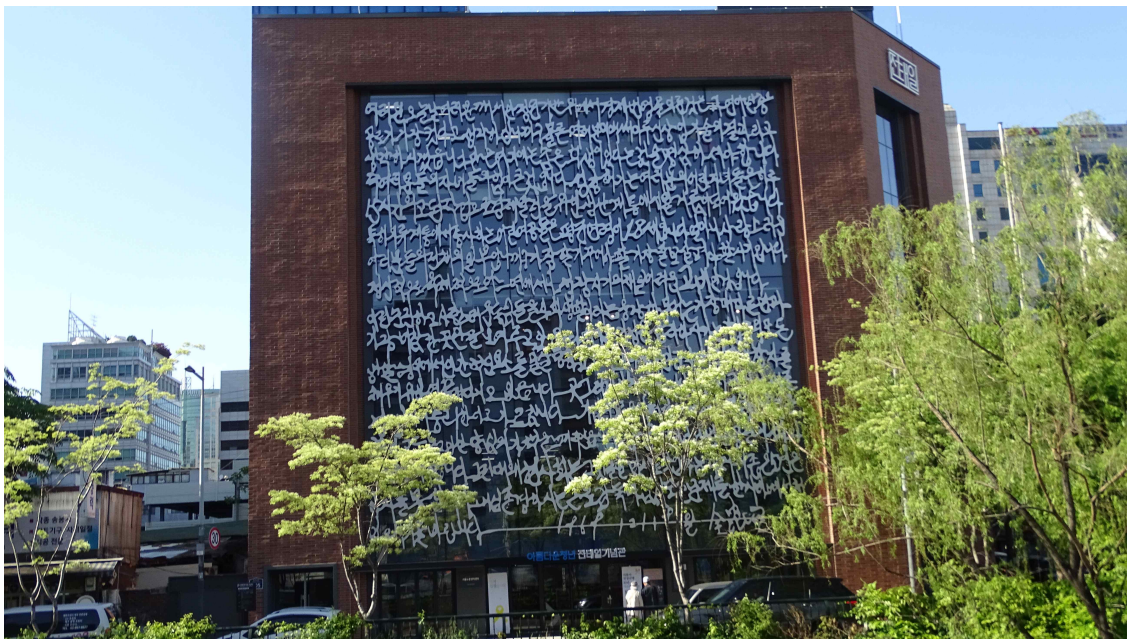
2. 건축물

1) 신축 건축물의 디자인 혁신

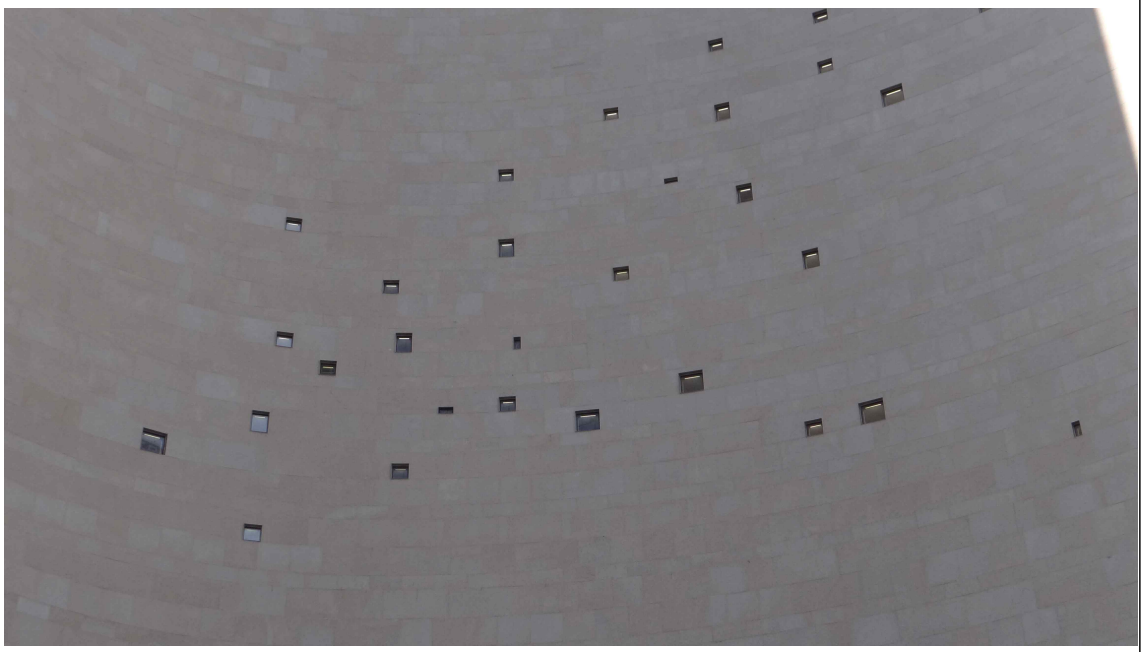
○ 조류가 충돌을 회피할 수 있는 다양한 건축 혁신디자인을 적용한다.



<16> 조류 충돌 저감 건축물 디자인 사례(아모레퍼시픽 사옥)



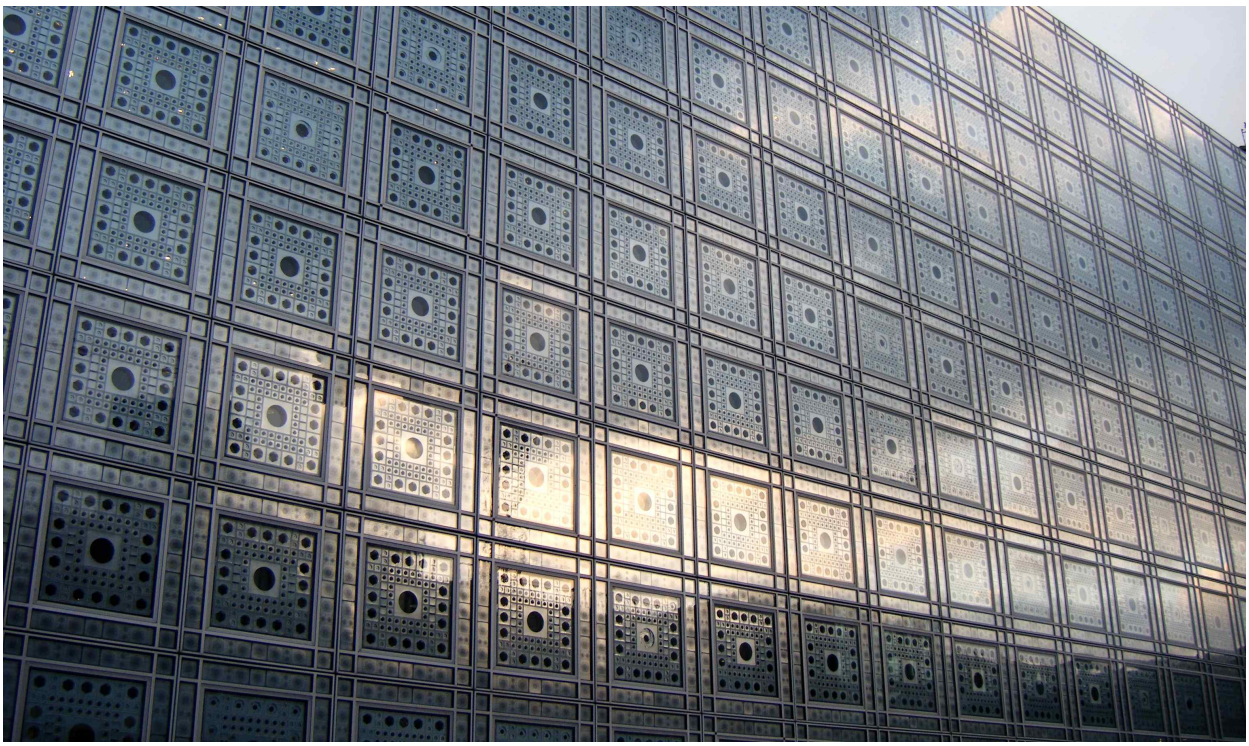
<17> 조류 충돌 저감 건축물 디자인 사례(전태일기념관)



<18> 조류 충돌 저감 건축물 디자인 사례(새문안교회 전면부)

<19> 조류 충돌 저감 건축물 디자인 사례(랑보부두 오렌지큐브 건물, 프랑스

<20> 조류 충돌 저감 건축물 디자인 사례(LEED Gold 방문자센터)



<21> 메탈소재 무늬벽면을 활용한 조류충돌 예방 디자인(프랑스 아랍문화원 건물)

2) 신축 건축물의 특수유리 적용(영구적 방법)

가) 일반 패턴유리*

* 일반 패턴유리 : 세라믹 점(프리트 패턴 종류 중 하나)이나 유약, 기타 자재를 유리에 소결, 부착, 각인하거나 다른 방법으로 유리에 적용해 만들어진 유리로 신규 건물을 시공할 때 가장 유용한 디자인임

- 유리 외부에 적용된 **프리트 패턴(frit pattern) 유리**는 아무리 강한 반사 현상이 일어나도 조류의 눈에 띄기 때문에 가장 탁월한 효과가 있으므로 **5×10 규칙을 적용한다.**
- 세라믹 프리트 유리 제작 시, 색상은 진한 회색, 오렌지색을 권장하며, 흰색은 지양한다.
- 유리 내부에 인쇄된 프리트 패턴의 경우, 특정 각도로 볼 때나 빛 조건이 맞을 경우에만 유리 반사를 막을 수 있으므로 이러한 요소들을 고려하여 적용한다.

<22> 복잡한 패턴이 적용된 건물 에칭 유리

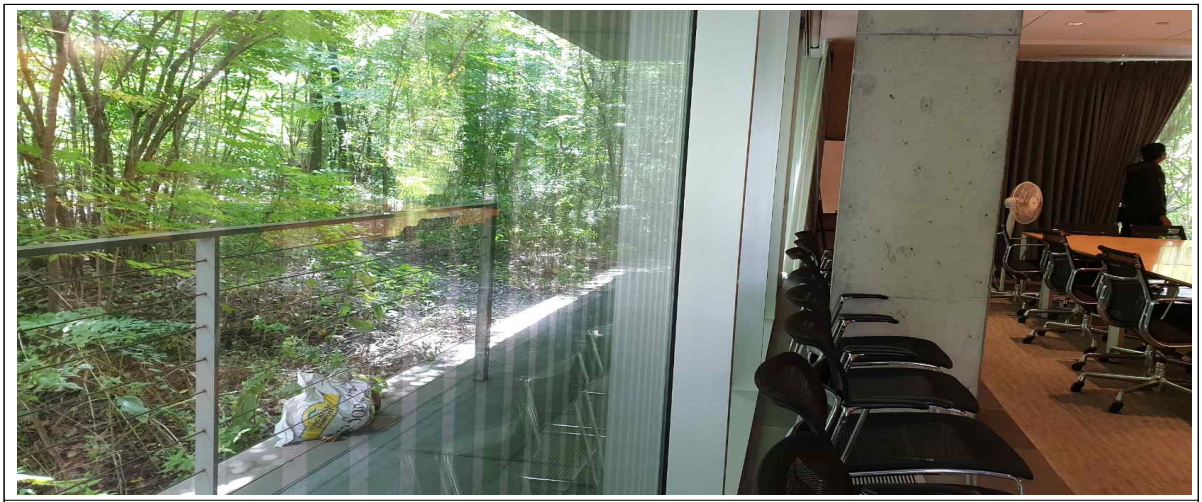
나) 자외선 반사 패턴유리*

* 자외선 반사 패턴유리 : 유리 표면에 자외선반사 패턴이 삽입된 유리로 사람에게는 투명하게 보이나 조류는 유리 내 자외선반사 패턴을 인식할 수 있도록 만들어진 유리

- 20～40% 정도 이상의 자외선 반사가 일어나는 자외선 반사 패턴 유리를 적용한다.

  - 자외선량이 부족한 이른 아침이나 늦은 오후에는 자외선 반사 패턴은 대조도(contrast)가 커야 그 효과를 극대화시킬 수 있으므로, 모든 면을 자외선 반사 재질로 처리하는 것보다 대비가 나타날 수 있도록 패턴 방식으로 적용한다.

<23> 조류에게 인지 가능한 자외선 반사패턴을 원형으로 입힌 유리 활용 사례 (미국 파우더밀 조류가락지 부착센터에서 시험 중인 아놀드유리 시안. 좌 상단이 정상 부위고 원형 무늬는 자외선 반사면이 드러날 수 있도록 입김을 불어서 촬영)



<24> 자외선 반사 유리 활용 사례(미국 브롱스동물원)

다) 불투명과 반투명 유리

- 불투명, 에칭유리*, 색유리, 유리블록 등을 적용한다.

  * 에칭유리: 유리가 불화수소에 부식되는 성질을 이용하여 유리 표면에 그림이나 문양, 문자 등을 새겨 넣은 유리

- 반투명 유리의 경우, 충돌 방지를 위한 5×10 규칙에 따라 다양한 형태의 무늬를 적용해야 한다.

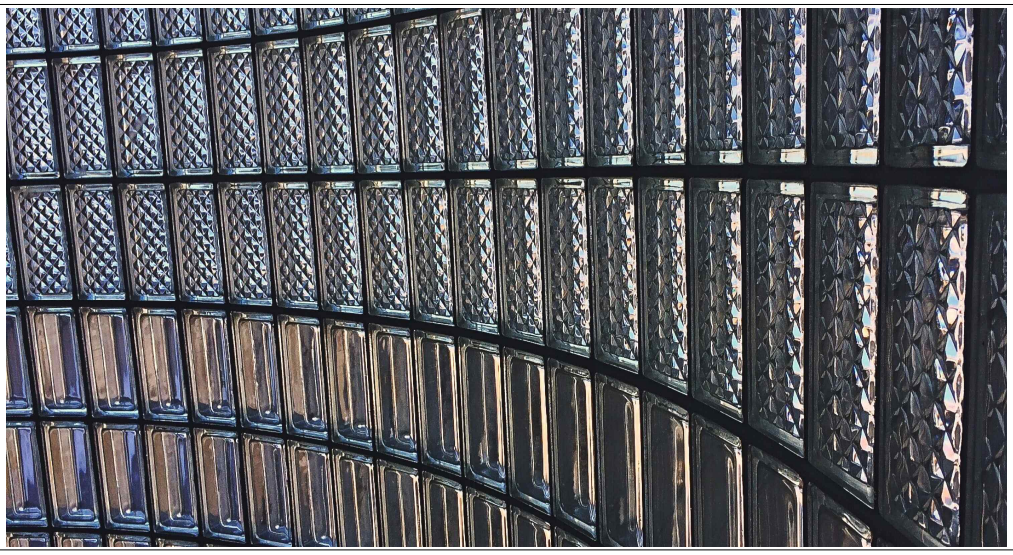
- 유리블록은 건축 시공 자재로서 유리면의 문양과 두께에 따라 다양한 벽면을 구성할 수 있으며, 일반적으로 유색과 반투명 유리블록을 사용하고, 채광량도 변화를 줄 수 있다.

<25> 나무 문양을 새겨 넣은 에칭유리

<26> 색유리가 적용된 건물(레온카스티야 현대미술관, 스페인)

<27> 불투명 색유리 활용 사례, 시카고 IIT McCormick Tribune Campus Center

<28> 불투명 소재의 색유리 활용 사례



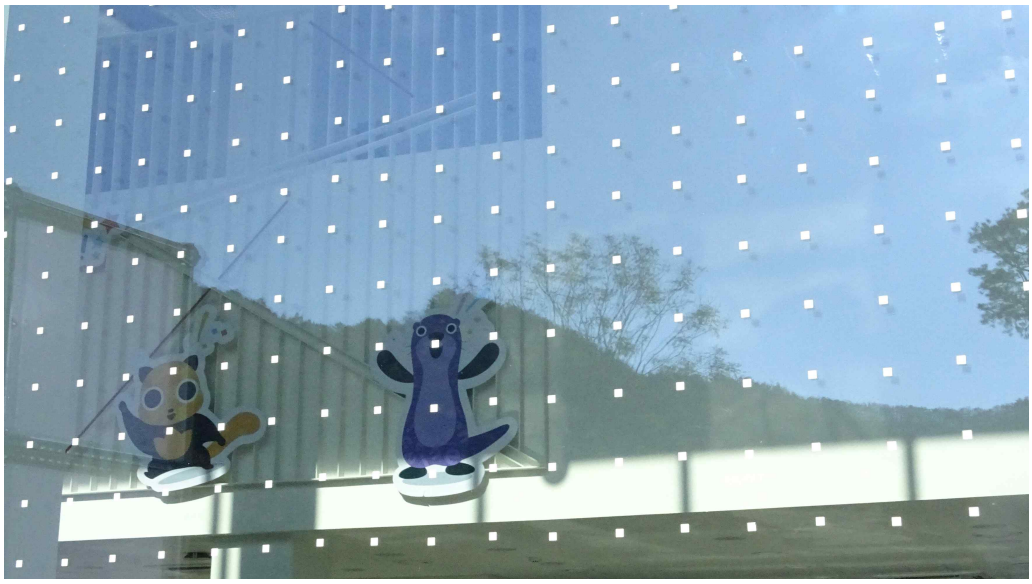
<29> 유리블록을 건물 외관에 활용한 사례

3) 중기적 방법(5년 이상 수명)

가) 데칼과 조류충돌 방지테이프

○ 데칼은 조류 충돌을 막는 데 가장 흔히 사용하는 방법으로, 불특정 무늬의 스티커를 5×10규칙에 따라 유리 바깥쪽에 설치한다. 다만 자외선을 반사하지 못하는 스티커는 내구성이 떨어진다는 단점이 있다. 부착품의 사용 가능 연한을 충분히 고려하여 시공해야 한다.

○ 조류충돌 방지테이프는 조류 충돌 예방 혹은 저감을 위해 개발된 테이프로 실제 실험을 통해 예방 효과가 검증된 제품이어야 하며 5×10 규칙에 따라 부착한다.



<30> 도트형 조류충돌 방지테이프(국립생태원 멸종위기종복원센터)

<31> 자외선 반사형 사각형 조류충돌 방지테이프(국립생태원 시공)

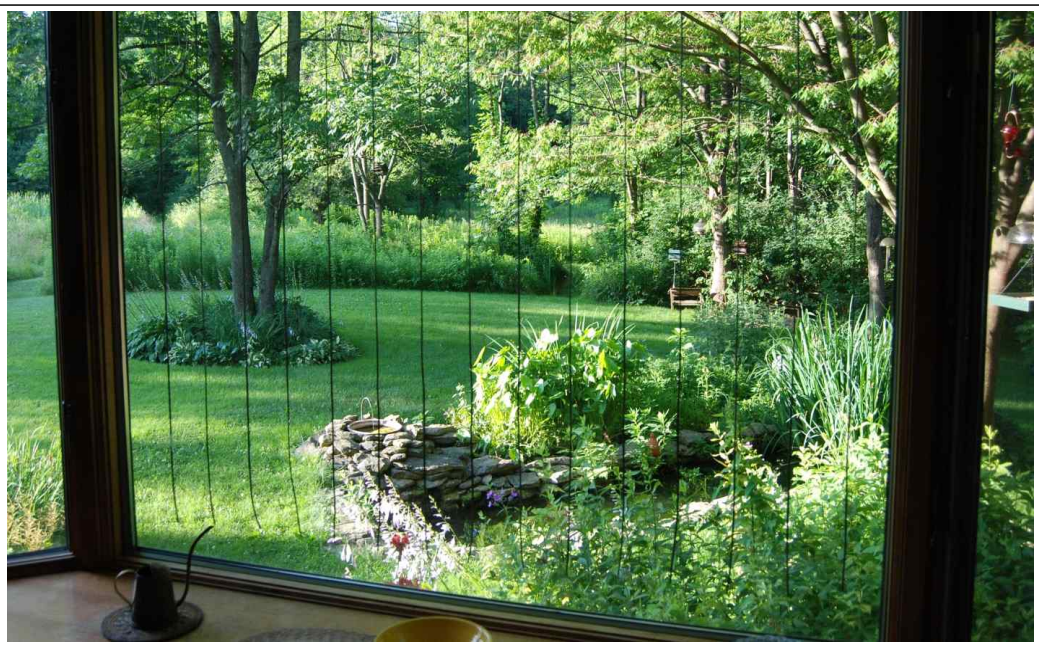
나) 로프의 활용

○ 유리창 바깥 면에서 10㎝ 간격으로 로프나 밧줄을 늘어뜨린다.

○ 줄의 끝단은 유리 아래 끝에서 5㎝ 정도 떨어뜨리는 방법과 유리 아래까지 내려 고정하는 두 가지 방법이 있다.

○ 활용하는 줄은 수축이 발생하지 않는 낙하산줄(Parachute cord) 등을 사용해야 하며, 6㎜ 정도 굵기의 적당한 로프나 줄을 설치한다.

<32> 아코피안(Acopian) 충돌 방지줄 활용 사례(국립생태원)



<33> 아코피안(Acopian) 충돌 방지줄 활용 사례(Dr. Peter Saenger)

다) 그물, 방충망, 창살, 외부 차광막

○ 그물, 방충망, 창살, 외부 차광막 등을 유리창 외부에 설치하는 것으로도 조류충돌을 예방할 수 있다.

○ 그물망 설치 시 유리창에서 5㎝ 정도 떨어뜨려 조류의 충돌 충격을 최소화한다. 단, 너무 미세하거나 엉키기 쉬운 그물 제품은 오히려 조류를 죽일 수 있으므로 주의한다.

○ 차광막은 태양열이나 빛을 조절하는 데 효과가 있으며 조망을 극대화하고 시간대에 따라 조류를 보호하거나 햇빛가림도 극대화할 수 있다.

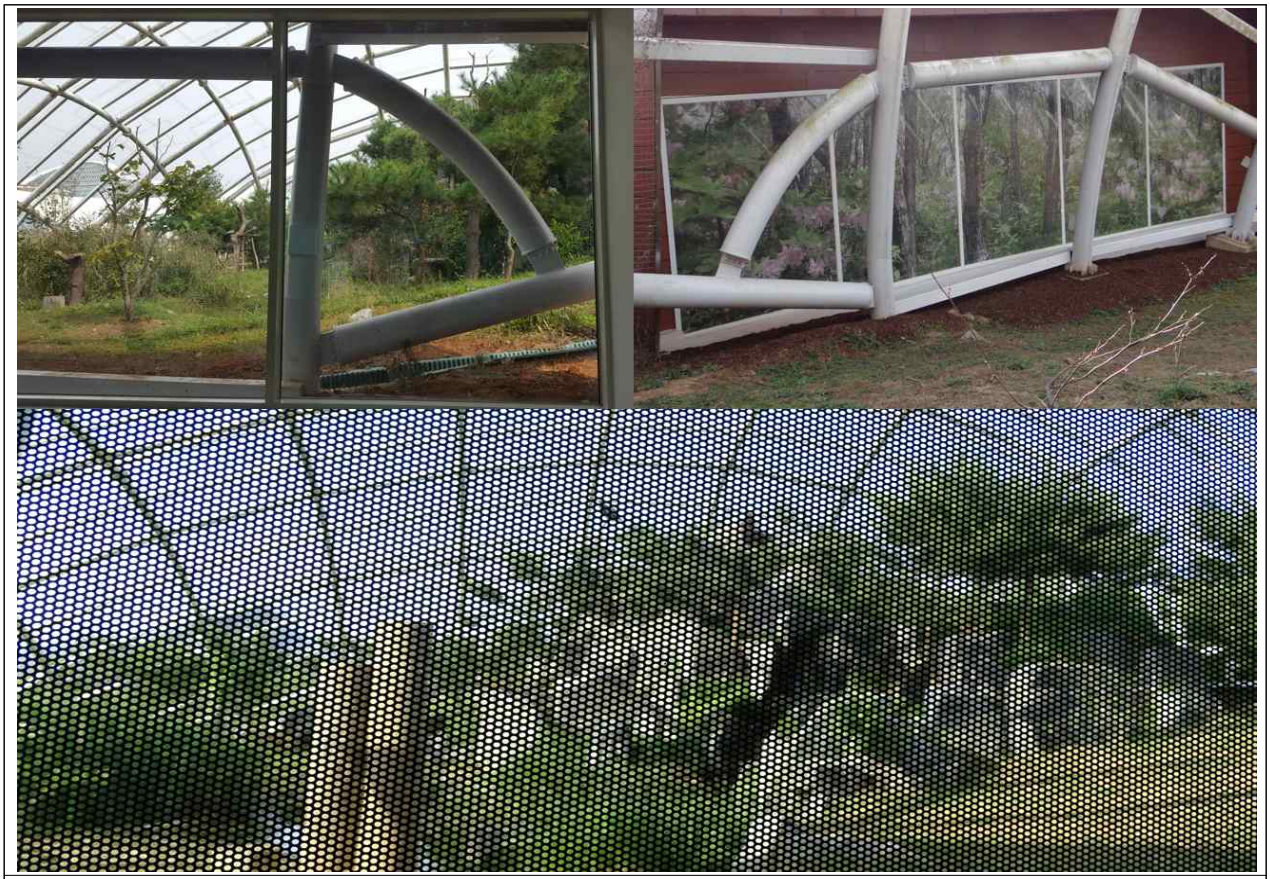
<34> 충돌방지 그물망 활용 사례(새가 얽히지 않게 굵은 두께를 사용한다)

<35> 유리 외측 설치 블라인드 활용 사례(국립생태원)

라) 창문 필름

○ 타공필름이나 원웨이필름(one way film)으로 알려져 있으며, 흔히 유리 외부 면에 시트지 방식으로 부착한다.

○ 필요에 따라 바깥 면에는 원하는 그림이나 사진을 인쇄하여 디자인을 강조할 수도 있다.



<36> 타공필름 활용 사례(국립생태원)

좌상: 타공필름 부착 후 건물 내부에서 밖을 바라본 모습
우상: 타공필름 부착 후 건물 외부에서 유리창을 바라본 모습
하: 건물 내부에서 타공필름을 확대한 모습

4) 단기적 방법

가) 스티커나 물감, 잉크를 적용하는 방법

○ 가정이나 작은 건물에서 조류를 보호하기 위해 단기적인 방편이 필요한 경우 페인트나 아크릴물감, 스티커를 사용하여 유리에 패턴을 입히거나 포스트잇 같은 접착식 메모장을 사용한다.

○ 아크릴물감 등을 이용하여 5×10 규칙에 따라 유리에 크기 6㎜ 이상의 점을 찍는다.

※ 아크릴물감은 벽화에 사용하는 종류로서 자외선 반사자재가 포함되어 오랜 기간 변색되지 않을뿐더러, 내후성과 점착성이 뛰어나고 특히 조류가 인지할 수 있도록 자외선을 반사해 낸다는 장점이 있음

<37> 아크릴물감 활용 사례(국립생태원)

<38> 아크릴물감 활용 사례(국립공원 조류연구센터 관찰대)

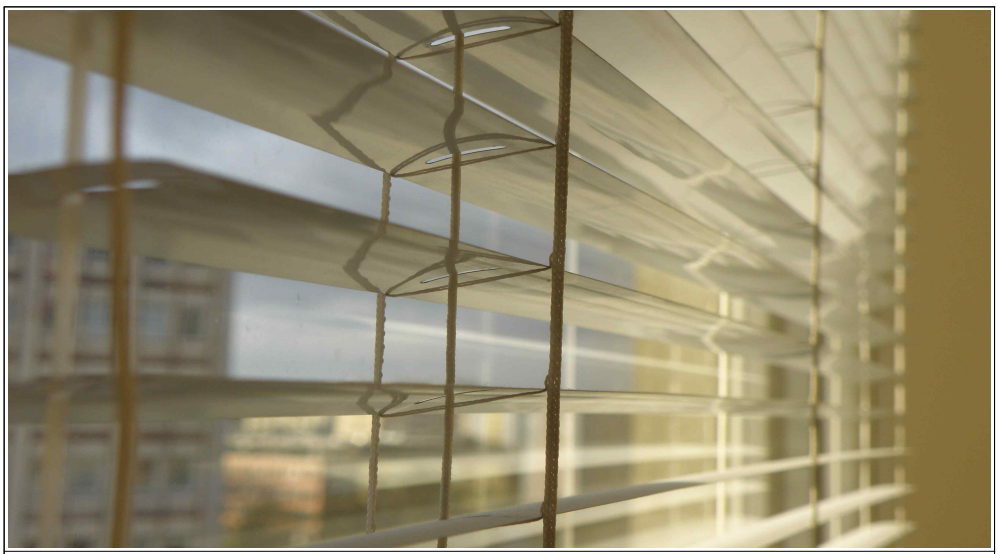
<39> 대학 카페의 유리에 아크릴물감으로 그린 무늬
(캐나다 브리티시컬럼비아대학 구내 건물)

나) 유리 내측에서 적용하는 방법

○ 옅은 블라인드나 셰이드를 설치한다.

○ 고층 아파트 등 외측 적용이 어려운 경우 내측에 스티커나 물감, 잉크를 적용해도 일정부분 효과를 얻을 수 있다.

○ 다만, 외측에 적용한 만큼 효과를 볼 수는 없다는 점을 알아야 한다.

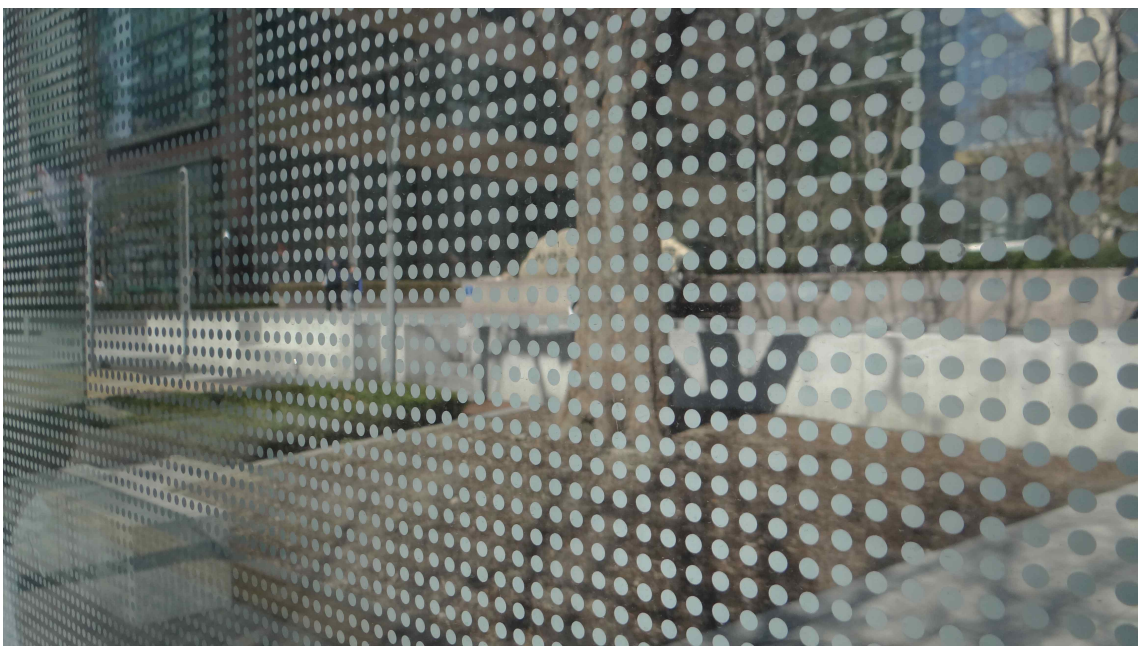


<40> 실내 버티컬 스크린도 충돌 예방에 도움이 됨

3. 기타 유리 인공구조물(버스정류장 및 지하철 출구 등)

○ 버스정류장이나 지하철 출입구와 같은 인공구조물은 주변을 확인할 수 있도록 유리 구조물로 구성되는 경우가 많다. 이러한 경우 건축물 유리 저감 방안과 동일한 방법으로 조류 충돌사고를 예방할 수 있다.

<41> 기하학적 선 무늬를 그려 넣은 버스 정류장(스위스 바젤)



<42> 프리트 패턴 인쇄 유리 인공구조물