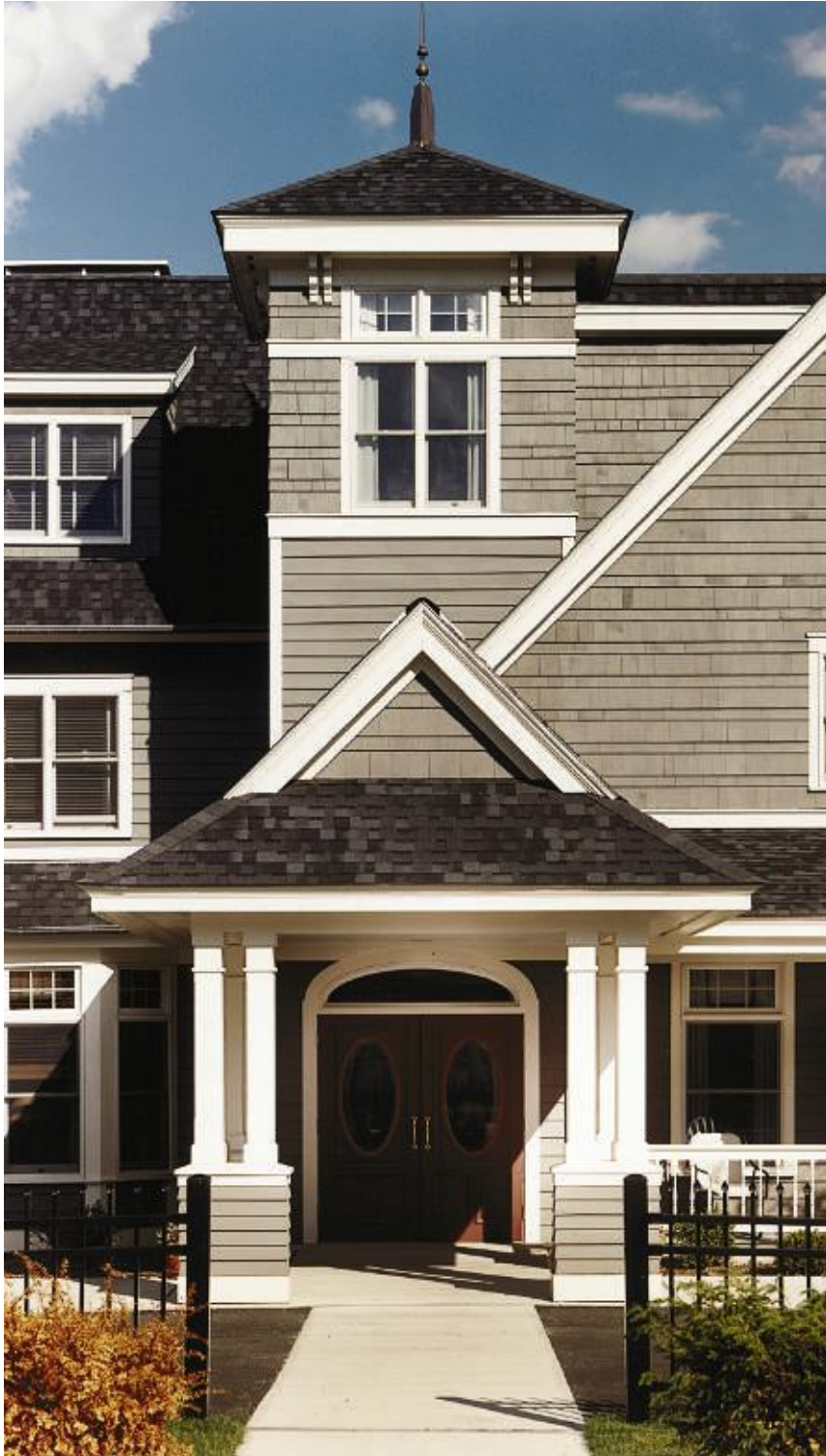




Canada Wood
캐 나 다 우 드

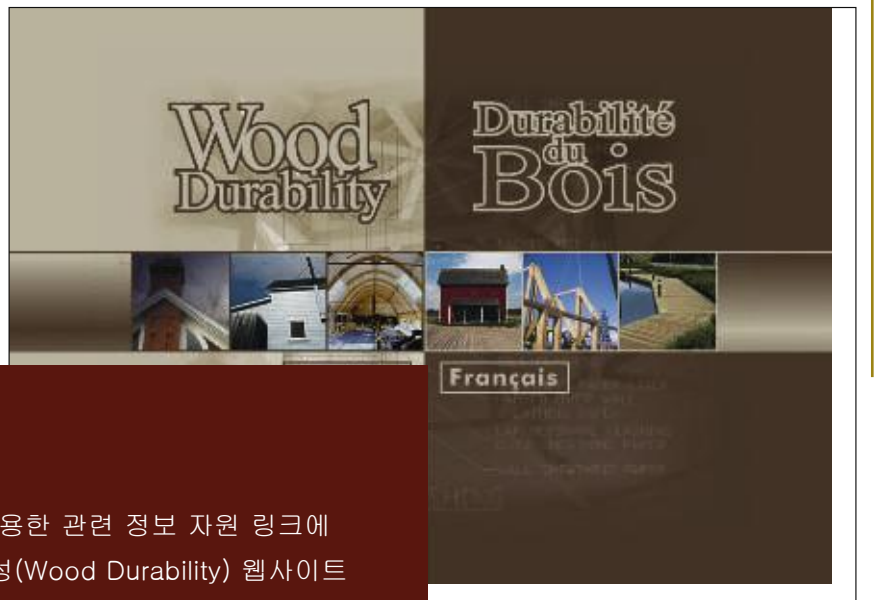


수분과 목조건물

INTERNATIONAL

Building series | NO. 1

국제 건축 회보



더 자세한 정보 및 유용한 관련 정보 자원 링크에
관해서는, 목재 내구성(Wood Durability) 웹사이트
www.durable-wood.com.

를 방문해 주시기 바랍니다.

이 사이트에서 관련 간행물을 PDF 파일로 다운로
드 받을 수 있습니다.

소개



사진 1: 건물이 지어진 초기 시대를 그대로 연상케하는 훌륭한 목제품 장식. 정기적인 관리만 해주면 목재는 오랜 기간을 견딜 수 있음.

역사를 통하여, 나무를 자재로 사용할 수 있었던 곳에서는 어디든 나무가 건축자재로서 인기를 끌었습니다. 왜냐하면 나무의 강도, 경제성, 작업성, 미적 요소 및 내구성이 반복적으로 증명되어 왔기 때문입니다.

일본과 중국의 고대 사원들 및 노르웨이의 전통 목조교회로부터 북미와 유럽에서 1800년대에 세워진 수많은 건물에 이르기까지, 목조건축은 나무가 오랜 기간을 견뎌낼 수 있음을 증명해왔습니다. 하지만 목조건축의 예술과 기술은 시간이 흐름에 따라 변화해왔습니다.

물이 나무의 적이라는 것은 일반적인 오해입니다. 많은 목조건물들이 비가 오고 습윤한 지역에 존재하므로 이는 반드시 사실이라고 할 수 없습니다. 건물에서 물을 관리하는 방법을 알고 있는 것이 관건입니다. 물로부터 건물을 보호하는 것은 중요한 설계 기준으로 화재나 구조적 붕괴로부터 건물을 보호하는 것만큼이나 중요합니다.

설계사, 시공업체, 건축주들은 건물 외피(외벽과 지붕)의 기능

에 대한 보다 깊은 이해를 하고 있습니다. 여기에는 창문, 문, 사이딩, 덮개 멤브레인, 공기 및 수증기막, 덮개, 골조 등의 성능이 포함됩니다. 제대로 된 내구성 시공을 하려면 목재 및 여타 건축자재의 성능과 특성을 반드시 이해한 다음, 건물 설계에서 명료화 시켜야 합니다.

나무와 물은 본래 매우 친화성이 있는 물질입니다. 나무는 대량의 습기를 흡수하고 배출하는 데 아무런 문제가 없으며, 단지 나무가 너무 오랫동안 지나치게 젖은 상태로 있는 경우에 문제가 생기는 것입니다. 건물에 물이 스며들지 않도록 제대로 시공되면, 나무는 모든 종류의 기후에서 건축자재로서의 성능을 훌륭하게 해냅니다. 그 예로, 북미지역에 있는 주택의 90%는 나무로 지어졌습니다.

이 간행물의 주요 초점은 외벽으로의 빗물 침투 제어방법을 다루는 것입니다. 빗물침투는 특히

사진 2: 노르웨이 우르네스의 전통 목조교회 - 현재의 모습이 12세기 초로 거슬러 올라가는 노르웨이에서 가장 오래된 전통 목조교회. 심지어 더 오래된 교회의 목재부품들이 건축에 사용됨.

강우량이 많은 기후지역에서 모든 건축자재에 대한 수분문제의 주요 원천이 됩니다.





사진 3: 목조 콘도미니엄

가외의 노력이 들어가는 현대 콘도미니엄

특히 캐나다 밴쿠버의 습윤한 서부연안 기후를 위해 설계되고 시공된 이러한 목조 콘도미니엄들은 최신 디자인과 진보된 방수시스템을 통합한 시공법을 적용하는 가외의 노력이 들어갑니다. 주요 특징에는 개발업체가 “우산구조(Umbrella Architecture)”라고 부르는 것이 포함되는데 이는 다층 레인스크린 벽 시스템과 결합된 대형 돌출부와 경사진 지붕을 강조합니다. 시공 기간 중의 현장 테스트, 품질 검사 및 팀으로 구성된 엔지니어들과 건물외피 전문가들과의 협력 또한 이러한 최신 시공 접근법에서 없어서는 안될 부분이었습니다.

주요 시공 세부사항:

건물외피에 물이 새어드는 것을 방지하는 벽 비흘림,

내구성이 있는 경사면 삼목 사이딩 및 방부처리된 난연 No. 1 적삼목 지붕 청결,

벽 위의 가압방부처리된 19 x 38 mm 보조목, 19 mm의 공간과 배수면 생성,

벽 위의 9.5mm 침엽수 합판, 상단과 하단 각각 스티드 통풍구 공간,

외벽과 경계벽을 위한 38 x 89 mm 핑거조인트(fin-gerjoined) 스티드 및 S-P-F 바닥 장선 등의 가마 건조 골조 자재, 그리고

단판적층재(LVL), 평행으로 배열한 집성재(PSL), 목조 지붕 트러스 등의 신세대 공학목제품.

수분과 목재

다음과 같은 이유로 목재의 함수율을 이해하는 것은 중요합니다:

- 함수율의 변화는 목재 부재의 수축과 팽윤을 초래하고,
- 높은 함수율은 곰팡이와 부후균의 성장을 초래함. 함수율(MC)은 목재의 무게에 대비한 목재가 함유하는 수분의 양을 측정하는 것임. MC는 백분율로 표시되며 목재에 함유된 수분의 무게를 전건상태의 목재의 무게로 나누어 산출.

일부 제재목은 인공건조라는 뜻의 KD 등급이 매겨지고, 이 또한 제조 당시 건조상태였음을 의미합니다.)

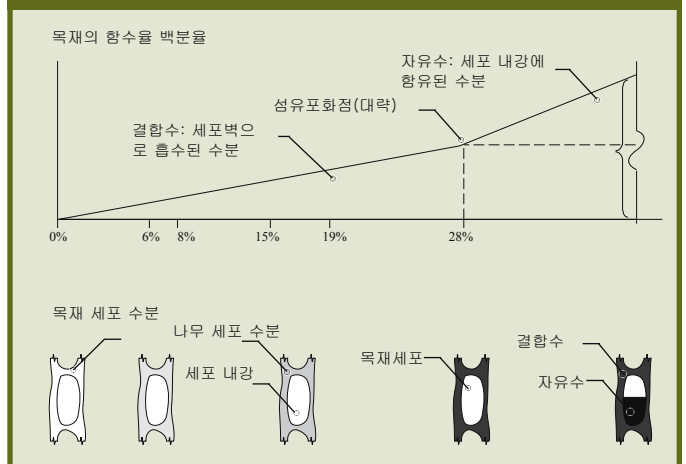
2. 28%: 이는 모든 목질 섬유가 수분으로 완전히 포화되었을 때의 목재의 평균 섬유포화점입니다. 함수율이 섬유포화점을 넘어하면, 수분이 세포를 채우기 시작합니다(표 1 참조). 목재의 함수율이 장기간 동안 섬유포화점을 초과하는 경우 일반적으로 목재가 썩기 시작합니다. 섬유포화점은 또한 목재에 팽윤이 일어나는 경계점입니다.

기억해야 할 두 가지 중요한 MC 수치는 다음과 같습니다:

1. 19%: MC가 19% 이하일 경우, 나무가 “건조”하다고 말합니다. (그림 1 참조) 이같은 함수율의 제재목은 건조한 표면 또는 제조 당시 건조상태였음을 뜻하는 S-DRY 등급이 매겨집니다. (주:

목재는 함수율이 변화함에 따라 수축이나 팽윤이 일어나지만, 단지 수분이 세포벽에서 흡수되거나 제거될 때만 가능합니다. 이는 목재의 함수율이 섬유포화점 아래로 떨어질 경우에만 발생합니다. 실내에서 사용되는 목재는 결국 8-14% 함수율 수준에서 안정됩니다. 옥외의 경우는 12-18%.

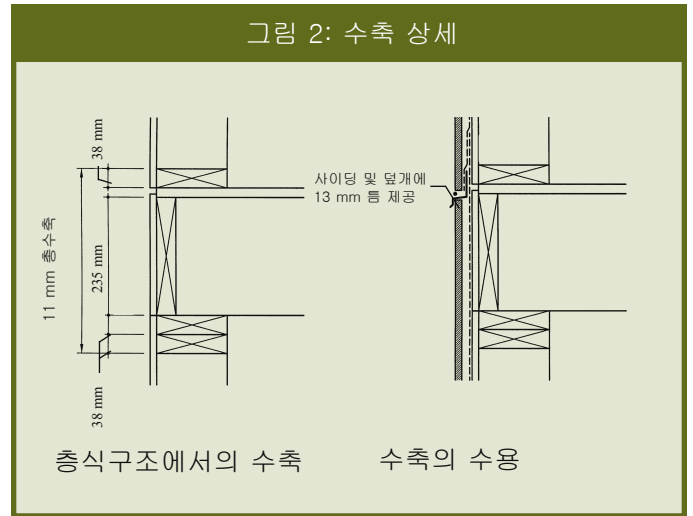
그림 1: 목재의 수분제어



수축과 팽윤

목재는 자체의 섬유포화점 이하에서 수분이 줄어들거나 늘어날 때 수축하거나 팽윤합니다. 함수율이 5% 변화할 때마다 제재목의 폭이나 두께에는 1%의 치수변화가 생깁니다. 제재목에서 수축은 대개 부재의 폭방향으로 일어나며 섬유방향과 평행하게 일어나는 부재의 길이방향으로의 수축은 벽스터드의 수직방향 수축처럼 거의 무시할 수 있습니다. 목구조에서 수축은 주로 벽의 깔도리와 바닥 장선과 같은 수평부재에서 발생합니다. 3층, 4층, 5층으로 설계된 건물에서는, 누적수축이 외벽 클래딩과 같은 건물의 피에 영향을 미칠 수 있습니다. (그림 2 참조) 수축을 허용하는 설계에 대한 특별한

배려가 반드시 필요합니다. (www.cwc.ca를 방문하여 목재의 수축률과 팽윤률을 측정하는 소프트웨어 도구인 deltaCALC를 시험해 보십시오.) 예를 들면, 목구조가 벽돌 치장벽, 콘크리트 블록 엘리베이터 샤프트나 층계탑, 또는 철골조 건물요소와 결합되는 경우, 다층건물의 서로 다른 자재에서 발생하는 움직임이 주는 누적된 영향이 상세도와 시방서에서 반드시 고려되어야 합니다.



고층 목조건물에서의 수축

고층 목조건물에서는, 건물외피 부품 간의 결합부에 대한 설계를 할 때 반드시 수축차를 허용해야 합니다. 목조건물의 3층에 있는 이 창문의 25 mm 폭 실린트 연결부는 창틀과 조적식창문턱 사이에 설치되었습니다. 목골조가 수축함에 따라, 연결부는 창문이 부착되어 있는 골조와 함께 아래로 움직임이 허용됩니다. 만약 연결부가 겨우 13 mm 폭이라면, 창틀은 콘크리트 창문턱의 상단 가장자리 위로 끼이게 되어 부서질 가능성이 있습니다.

건조목의 사용을 시방서에 명기하는 것이 수축의 최소화를 향한 중요한 단계입니다. 건조목을 사용하는 것은 구입 이전에 대부분의 수축이

이루어져 있는 장점이 있습니다 (목재는 MC가 28%에서 19%로 떨어지면서 대부분의 자체 수축이 일어남). 또한 제품이 설치 후에도 대개 동일한 치수로 유지되기 때문에 한층 예측 가능한 사용중 성능을 제공합니다.

수축과 휨을 피하는 또 다른 방법은 합판, OSB, 핑거조인트 스테드, I-장선, 구조용 집성재와 같은 집성한 목제품들을 사용하는 것입니다. 이러한 제품들은 작은 나무조각들을 함께 접착해 만들어집니다. 집성한 목제품은 단일 조각 내에 혼합된 목질의 배향을 갖고 있어 한쪽이 다른 한쪽의 움직임을 억제합니다. 예를 들면, 합판은 이러한 자체억제 기

능을 지닌 단판의 나무결이 서로 직각이 되도록 배열한 형태를 이룹니다. 여타 제품들에서는, 움직임이 finger-jointed 스테드에서와 같이 아주 작은 부분에 국한되고 전체에서 평균을 이루게 됩니다.

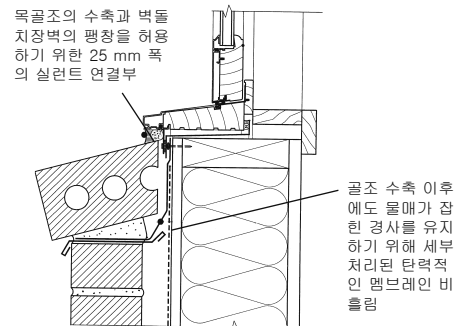




사진 4: 창문과 문의 개구부 주위에 비닐링과 함께 사용하여 건물이 건조한 상태를 유지하도록 도와주는 내후막

썩음

목재는 자연적인 생분해성 물질입니다. 목재의 내구성에 해를 미치는 주요한 원인은 생물에 의해 목재의 질이 저하될 수 있다는 것입니다. 건물에 사용된 목재는 다양한 균류, 곤충 및 해충(海蟲)들의 잠재적인 먹이 원천이 됩니다. 이렇게 목재를 파괴하는 유기체들은 목재구조를 구성하는 복합 중합체를 붕괴시키는 능력을 갖고 있으나 일반적으로 물이 없으면 불가능합니다. 정상적인 시공상황에서, 함수율은 곰팡이가 자라기 위한 안전한계보다 훨씬 낮습니다. 단지 부실 시공으로 많은 양의 물이 침투할 때에만 목재가 썩게 될 위험이 생겨나는 것입니다.

목재에 서식하는 균류는 곰팡이, 변색균, 연부후균, 목재 부후균으로 분리될 수 있습니다. 곰팡이와 변색균은 목재의 색깔을 변색시키지만 목재에 구

조적인 해를 입히진 않습니다. 연부후균과 목재 부후균은 목재의 강도를 떨어뜨리며 부후균은 건물의 성능악화 문제의 주범이 됩니다.

썩음은 균류 증식을 포함하는 일련의 과정들이 초래하는 결과입니다. 이러한 균류의 포자는 연중 대부분 공기 중에 편재하나 특정 조건 하에서만 문제를 일으킵니다. 목재 부후균은 먹이의 근원으로 목재가 존재해야 하며 균등한 기온, 산소 및 물을 필요로 합니다. 물은 보통 이들 가운데서 우리가 쉽게 통제할 수 있는 유일한 요소입니다. 일반적으로, 부후균은 함수율이 20% 미만인 경우 목재에 퍼지거나 목재에서 활동할 수 없습니다. 일반적인 건물이나 보호된 지역에서, 목재의 MC는 일년 내내 20% 미만입니다.

목재 부후균은 또한 목자

재에 뿌리를 내리기 위하여 곰팡이 및 변색균과 같은 여타 유기체와 경쟁해야 합니다. 부후균은 목재가 썩기 시작하기 전부터 미리 제어하는 것이 더 쉽습니다. 왜냐하면 이러한 사전조건이 애초부터 성장률을 억제할 수 있기 때문입니다.

썩음과 곰팡이는 수분과 관련된 목재의 손상을 말하는 정황에서 상호교환적으로 사용되곤 하는 용어들입니다. 그 차이를 이해하는 것이 중요합니다. 곰팡이균은 목재(및 많은 여타 자재)에서 자랄 수 있으나 목재의 구조적인 성분을 먹어 치우는 것은 아닙니다. 그러므로, 곰팡이는 목재에 큰 손상을 입히지는 않으며 이 때문에 곰팡이균은 목재 부후균이 아닙니다. 하지만, 일부 곰팡이 종류는 사람의 건강문제와 관련이 있어 왔으며, 그렇기 때문에 많은 양의 곰팡이에 거주자가 노출되면 건축제품에 물리적인 손상을 입히는 지 여부와 상관없이 잠재

적인 우려사항이 되는 것입니다. 불행하게도, 곰팡이와 건강 사이의 관계는 아직 전적으로 알려지지 않은 상태입니다. 우리는 늘 공기 중에 있는 일부 곰팡이와 더불어 안전하게 살고 있으며, 그렇기 때문에 경계선의 문제, 개인별 민감성 및 보건 전문가와 건축 과학자들에 의해 측정될 필요가 있는 기타 변수들이 여전히 분명하게 존재합니다.

곰팡이보다 한 단계 높은 부후균은 목재의 기초 구조를 붕괴시키고 강도를 떨어뜨립니다. 부후균은 사람의 건강문제와는 아무런 관련이 없습니다.

곰팡이와 썩음은 반드시 함께 발생하는 것은 아니며, 서로의 존재를 알려주는 지표도 아닙니다. 수분 조건이 지속적으로 젖은 상태인 경우 곰팡이에서 부후균으로 점진적인 전이가 일어나는 경향이 있습니다.

수분하중

내구성을 위한 설계는 수분 하중을 이해하고 수분하중이 어떻게 건축자재와 상호작용을 하는지 이해하는 것에서 시작됩니다. 물은 어디서 오나요? 어떻게 운반되나요? 어떻게 제어할 수 있나요? 어떻게 제거할 수 있나요?

모든 건물의 수분흐름은 건축제품의 때이른 품질저하를 초래할 수 있는 물의 누적이거나 저장을 방지하기 위해 반드시 관리되어야 합니다. 물은 강철제품을 부식시키고, 콘크리트 제품에서 파편과 균열을 만들며, 목제품에서 균류를 발생시켜 품질저하를 초래합니다.

수분의 균형

건물외피에서 수분을 제어하기 위한 두 가지 일반적인 전략이 있습니다:

- 건물 표면의 수분하중 제한, 그리고
- 수분에 대한 내성을 최대화하고 수분하중에 적합한 수준으로 설계 및 시공

핵심 설계 목표는 건물외피를 건조하게 유지하고, 수분의 균형을 이루는 것입니다. 수분의 균형은 함수율의 수준을 내성 수준 이하로 유지시키기 위한 건습 메커니즘이 균형잡혀 있는 상태입니다.

“하중”의 개념은 고정하중, 활하중, 풍하중, 지진하중 및 열하중 등이 설계 과정에 기

본적으로 사용되는 구조설계 분야에 잘 정립되어 있습니다. 유사하게, 수분하중은 건물 위에 놓여지는 것이며 이러한 하중은 건물외피 설계에 있어 반드시 고려되고 균형이 이루어져야 합니다. 이 하중의 본질과 중요성은 기후적 상황뿐만 아니라 건물의 사용 용도에 따라 크게 달라질 것입니다. 다음 부분에서는 건물에 이러한 수분하중을 생성시키는 가장 일반적인 수분의 출처에 대해 설명합니다.

수분의 출처

건물 내 및 주변에 있는 수분의 출처는 많습니다. 실내에 있는 수분 출처에는 건물 거주자와 그들의 활동이 포함됩니다. 일부 연구에 의하면 4인 가족은 하루에 38리터의 수증기를 만들어낼 수 있다고 합니다.

외부에 있는 수분 출처로는 강수량, 관개 시스템, 지하수 등이 있습니다. 수증기 또한 외부 환경에 존재하여 특정 기후에서는 건물외피에 심각한 영향을 미칠 수도 있습니다.

수분의 추가적인 출처에는 시공수분라고 일컫는 것이 있습니다. 이는 시공기간 동안 콘크리트, 그라우트, 나무 및 여타 건축자재에 함유되어 있는 물입니다. 이같은 수분량은 상당할 수 있으므로 건물외피의 마무리 이전 또는 이후에 건조시켜야 합니다.

마지막으로, 빗물, 특히 바람과 몰아치는 빗물은 건물외피의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 수분 출처이며, 이 간행물의 초점입니다.

수분 이동 메커니즘

건물 부재 안으로 또는 부재를 통해 수분이 이동하는 것은 보통 4가지 수분 이동 메커니즘 중 하나에 의해 이루어집니다. 액체흐름, 모세관 현상, 대류, 또는 확산이 그것입니다. 건물외피로 침투하는 액체흐름과 모세관 현상은 주로 빗물과 지하수와 같은 외부 출처의 수분에 의해 일어납니다. 반면, 확산이나 공기 이동에 의해 건물외피로 침투하는 수분의 이동은 실내 또는 외부 출처 습기에 의해 일어납니다.

액체흐름은 추진력(중력 또는 기압의 차이로 초래되는 흡입력 등)의 작용에 의한 물의 움직임입니다.

모세관 현상은 표면장력으로 초래되는 다공성 자재 내에서 발생하는 액체수분의 움직임입니다. 모세관 현상 또는 모세관 흡입은 두 자재 사이에 형성된 작은 공간에서도 일어날 수 있습니다.

공기 이동은 공간과 자재들을 통한 공기의 흐름으로 초래되는 수증기의 움직임을 말합니다.

확산은 수증기 기압 차이로 발생하는 수증기의 움직임입니다.

4가지 이동 메커니즘 가운데, 액체흐름과 모세관 이동이 가장 심각합니다. 그러므로, 비 침투와 지하수 제어가 여러 세대에 걸쳐 시공업체와 설계업체들의 주관심사였던 것은 놀랄만한 일이 아닙니다. 공기 이동과 수증기 확산도 중요하긴 하지만 수분 문제를 일으키는 데 있어서는 중요성이 덜하고 분명하지 않은 기여요소들입니다.

노출

건물외피 조립물의 설계는 있을 수 있는 수분에 대한 노출을 평가하는 작업에 기초를 두어야만 합니다. 노출도가 높은 지역에서는 한층 더 보호적인 설계가 필요합니다. 외부의 경우, 설계상의 노출 및 수분 하중 설계는 주로 다음과 같은 3가지 조건의 기능 가운데 하나에 해당됩니다:

1. 대기후: 지역별 기후 표준
2. 미기후: 부지, 태양 노출, 바람 노출, 주변 건물과의 관계, 식생 및 지형과 같은 해당지역별 요소
3. 건물 설계: 처마 돌출부와 장식 돌출부 같은 보호 특징

노출 수준은 단일 건물에서도 매우 다양할 수 있으며 외벽 조립물의 설계는 이러한 차이를 반영할 수 있습니다. 하지만 수분 노출은 매우 복잡한 문제이기 때문에, 기후적 측면에서만, 즉 건물과는 별도로 측정하는 것을 선호합니다.

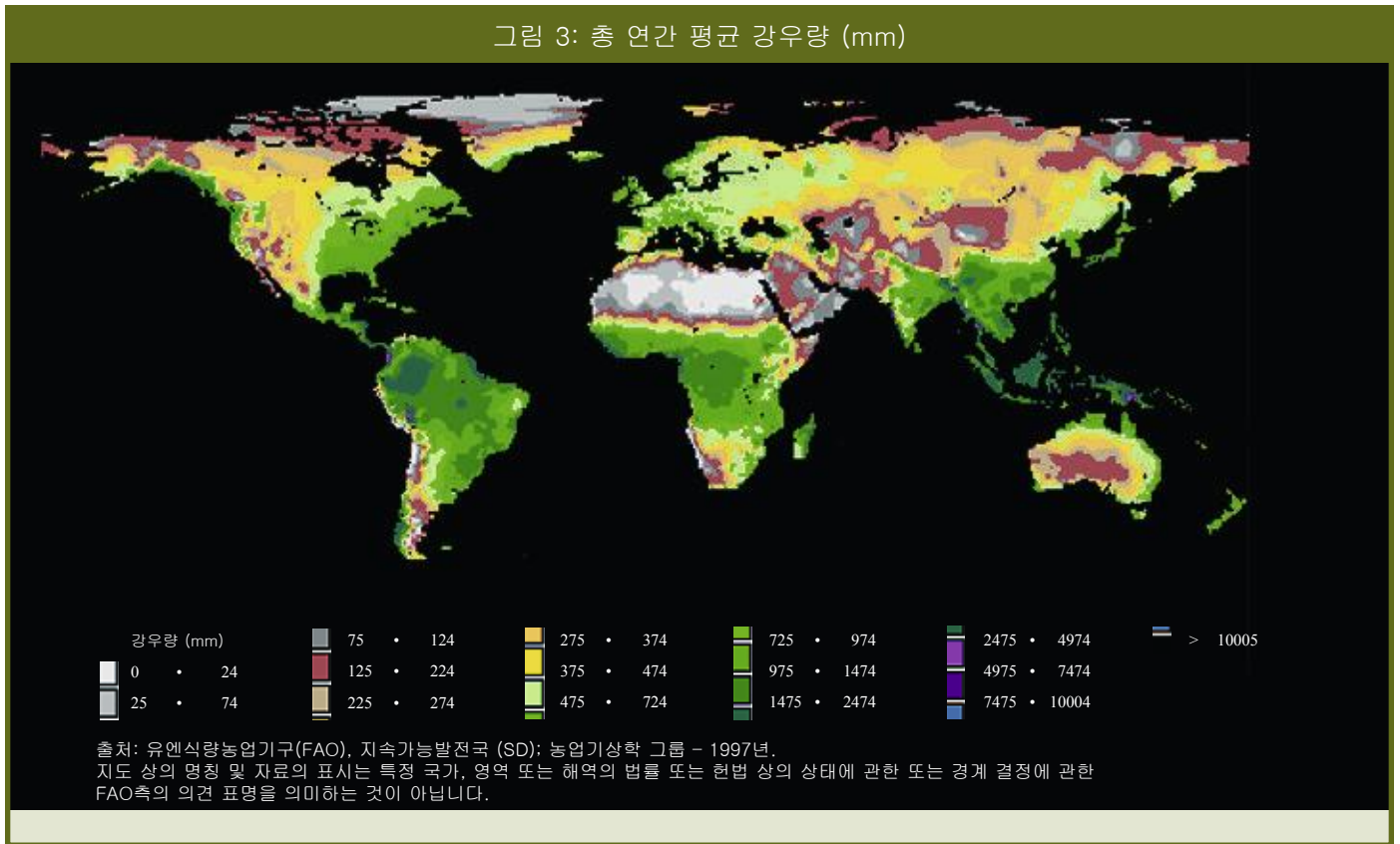
상이한 기후에서 노출도를 특성화하는 쉬운 방법은 비에 대한 노출구역을 이용하는 것입니다. 연간 평균 강수량 자료는 쉽게 구할 수 있고 많은 지역에서 노출 등급을 정의하는데 사용되어져 왔습니다. (그림 3 참조) 하지만 이 접근법은 한계가 있습니다. 왜냐하면 어떤 지역에서는 장기간 바람과 몰아치는 비가 오고 건기가 짧은 대신 다른 지역에서는 짧은 기간 동안 장대비가 오고 그 후

에 긴 건기가 오기 때문입니
다. 이 접근법은 수분 하중을
높여주고 하는 바람의 영향
을 함께 고려하여 개선될 수
있습니다.

건축 과학자인 Joseph
Lstiburek과 다른 과학자들이
개발한 노출도를 측정하는
또 다른 세부화된 방법들에
서는 강수량, 기온, 습도 및
실내 기후를 고려합니다. 이
러한 요소들이 다같이 합쳐
져 건물외피에 작용하는 환
경적 하중을 정의하고 설계
자에게 벽체의 종류를 선정
하는데 필요한 기준을 제공
해줍니다.

전반적으로, 노출수준이 높
아지면 건물외피 조립물
의 이상적인 성능을 보장하
기 위해 반드시 적합한 수분
제어 전략이 선택되어야 합
니다.

그림 3: 총 연간 평균 강수량 (mm)



목조 건물을 위한 수분 설계

건물에 영향을 미치는 수분 출처와 이동 메커니즘은 많고 복잡합니다. 반드시 제어 전략을 개발하여 이러한 각각의 출처와 메커니즘을 효과적으로 다루어야 합니다.

근간의 수많은 연구들이 수분과 관련한 주요한 메커니즘 실패는 외벽을 통한 빗물 침투라고 결론을 내렸습니다. 빗물 침투 제어를 위한 전략 개발은 내구성을 위한 설계에 있어 최우선 순위 사항입니다.

빗물 침투 제어

빗물 침투 제어를 위한 두 가지 일반적인 전략이 있습니다:

- 건물표면과 조립물에 접촉하는 빗물의 양을 최소화.
- 조립물 위 또는 내부에 축적되는 빗물을 관리.

빗물 침투에 대한 역학은 잘 정립되어 있습니다. 건물 조립물을 통한 물의 침투는 다음 세 가지 조건이 동시에 일어날 때에만 가능합니다:

1. 조립물에 틈새나 구멍이 존재
2. 틈새 가까이에 물이 존재
3. 틈새를 통해 물이 들어가도록 힘이 가해짐

물의 침투를 허용하는 틈새의 최소 크기는 물에 가해지는 힘과 관련하여 다양합니다.

물의 침투를 제어하려면, 있을 수도 있는 숨겨진 추진력을 이해하는 것이 필수적입니다. 여기에는 중력, 표면장력, 모세관 흡인력, 운동량(동적 에너지) 및 기압 차이가 포함됩니다. (그림 4 참조)

그렇다면 물의 침투는 침투에 필수적인 3가지 조건 중 하나를 제거하여 제어할 수 있는 것입니다. 건물설계와 세부 전략은 다음과 같이 개발될 수 있습니다:

- 조립물에 있는 틈새의 숫자와 크기를 줄임.

- 모든 틈새에 물이 접근하지 못하게 함.
- 틈새를 통해 물을 침투하도록 만들 수 있는 모든 힘을 최소화하거나 제거함

그림 4: 빗물 침투를 일으키는 주요 추진력 (Figure 4)

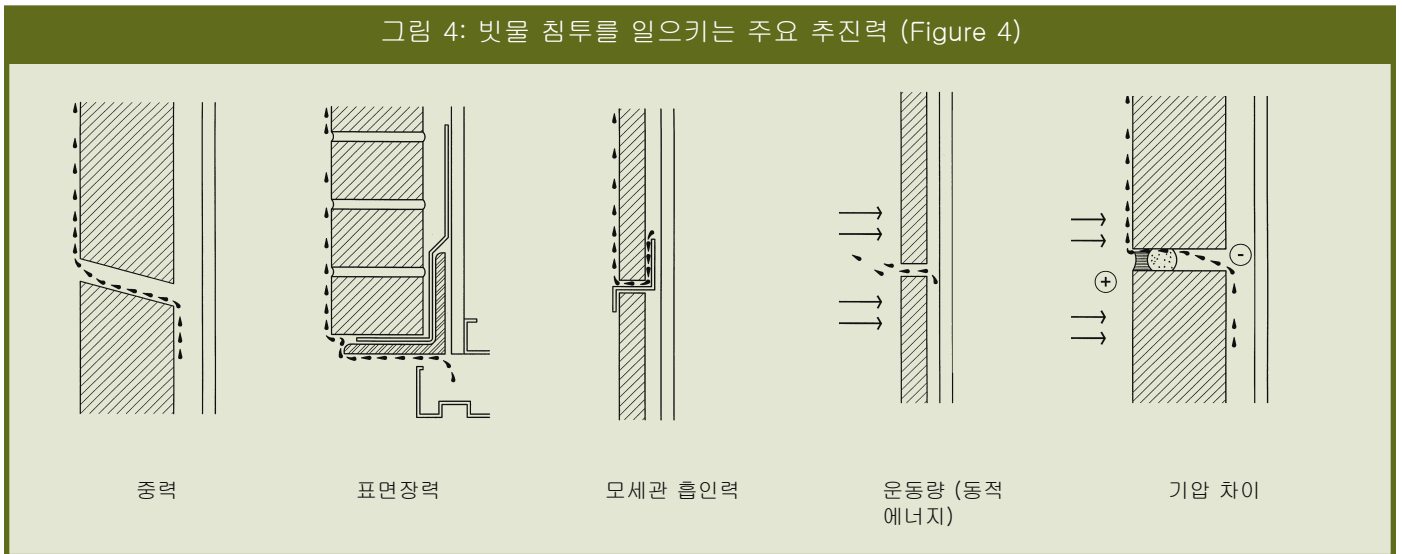
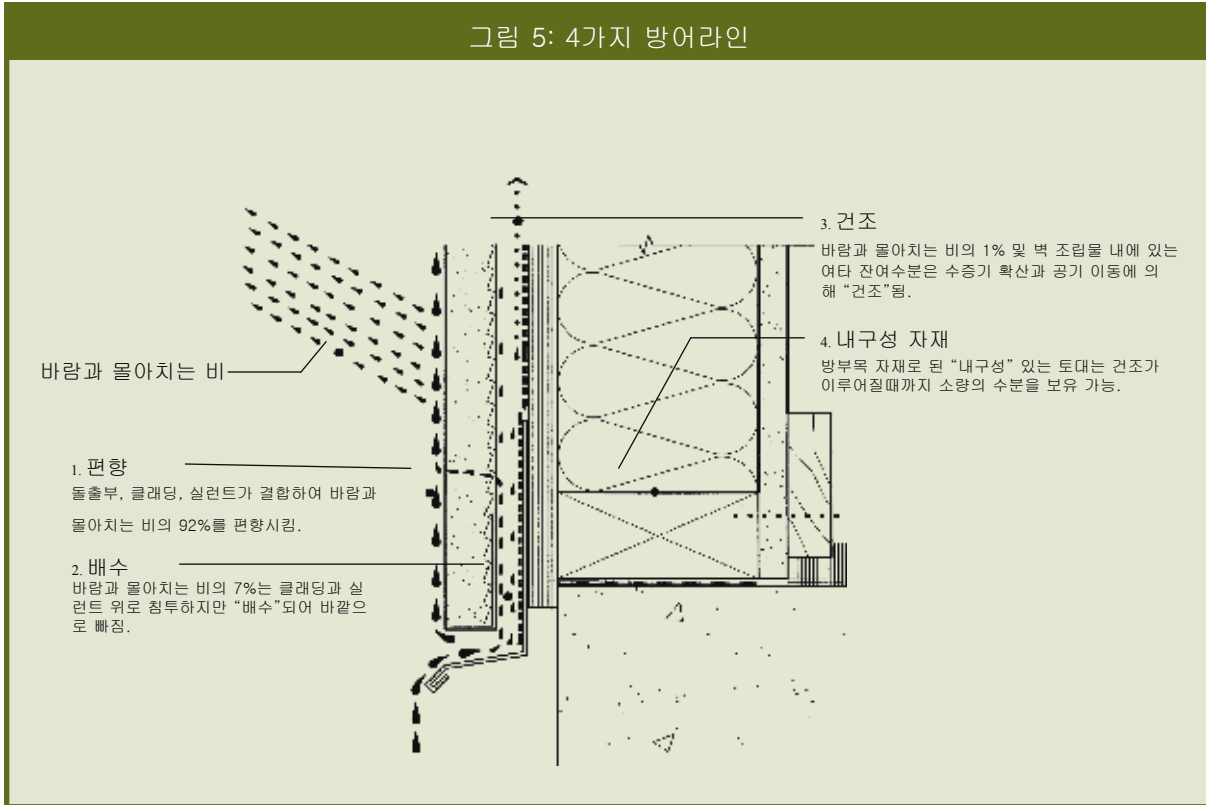


그림 5: 4가지 방어라인



4D 전략

이러한 일반적인 물 관리 전략은 4D라고 일컫는 다음과 같은 설계 원칙으로 명료화되어져 왔습니다. (그림 5 참조): 편향(deflection), 배수(drainage), 건조(drying), 내구성 자재(durable materials)

비 침투 제어의 측면에서, 편향이란 건물로부터 비를 편향시켜 건물외피에 주어지는 빗물 하중을 최소화시키는 설계요소 및 설계상세입니다. 배수, 건조 및 내구성 자재는 일단 물이 외피에 닿거나 침투했을 경우에 관리법을 다루는 원칙들입니다.

이러한 원칙들은 두 가지 다른 규모로 설계에 적용될 수 있습니다. 거시규모에서는, 건물과 지붕 형태, 큰 덩어리로 설계, 부지, 자재 표현 및 심지어 스타일 문제를 다루는 설계 방식들이 존재합니다. 미시규모에서는, 설계상세 방식들이 존재하며 이는 물 관리방식이 효과가 있는지 여부를 결정합니다. 설계상세 방식은 자재, 설치작업 순위, 시공성 및 경제성 있는 방법들 간의 관계에 관련됩니다. 시행착오를 거쳐 경험적으로 개발된 이러한 방식들의 대부분은 여러 세기 동안 건축업체들에 의해 이용되어 온 반면, 기타 방식들은 과학적인 연구와 실험의 결과로 보다 최근에 개발되었

습니다. 이 원칙들은 자재의 선정에도 적용됩니다.

대부분의 노출에 있어, 효과적인 빗물 관리는 다수의 방어라인을 수용하는 것입니다. 이를 종종 중복성이라고 일컫습니다. 중복성의 개념은 설계와 시공 공정의 본질적인 한계를 인정하는 것이 수반됩니다. 완벽함은 쉽게 성취될 수 없으며 설계와 시공에서의 오류는 발생합니다.

수분 위험도가 높은 곳에서는 이러한 오류가 건물외피의 성능에 심각한 영향을 미칠 수도 있습니다. 중복적인 시스템은 오류가 생길 수 있는 경우에 대비한 백업 보호

를 제공해줍니다. 4D는 비 침투 및 이로 인해 초래되는 문제들에 대처하는 4가지 별도의 방어라인으로 이해될 수 있습니다.

편향

편향은 첫번째 원칙이자 물 관리에 있어 주요한 우선순위 사항입니다. 건물 외관에 빗물이 접근하지 못하게 하고 건물외피에 물이 침투하는 가능성을 최소화시키려는 의도입니다. 편향 원칙을 이용하면 외벽에 닿는 빗물의 양이 효과적으로 줄어든다는 것이 역사적으로 판명된 수많은 건물 설계 방식들에서 분명하게 나타납니다.

여기에는 다음의 예들이 포함됩니다:

1. 일반적인 바람으로부터 보호되도록 건물의 위치 선정.
2. 외벽의 상단에 규모 있는 지붕 돌출부 및 채수장치 제공.
3. 빗물이 스며들지 않게 하는 구조적 세부처리 제공.

충분한 폭을 지닌 돌출부가 있는 경사 지붕은 수분 위험도가 높은 지역에서 목조건물의 장기적 내구성을 유지하게 도울 수 있는 개별적인 설계요소입니다. (그림 6 참조) 편향기법은 돌출 창문턱, 비흘림 및 물끊기 가장자리와 같은 설계상세 방식에서 소규모로 적용됩니다. 클래딩과 실런트도 편향 방어라인의 일부로 간주됩니다. 편향에만 의존하는 물 관리 전략은 물에 의한 위험도가 높은 지역들에서는 위험할 수도 있습니다.

사진5: Girvin Cabin - Decatur Island, Washington에 있는 이 목조 스튜디오와 주택은 창문 벽으로부터 빗물을 편향시켜 기능적이고 건축상으로도 주변환경에 어울리는 두드러진 돌출부를 사용함.

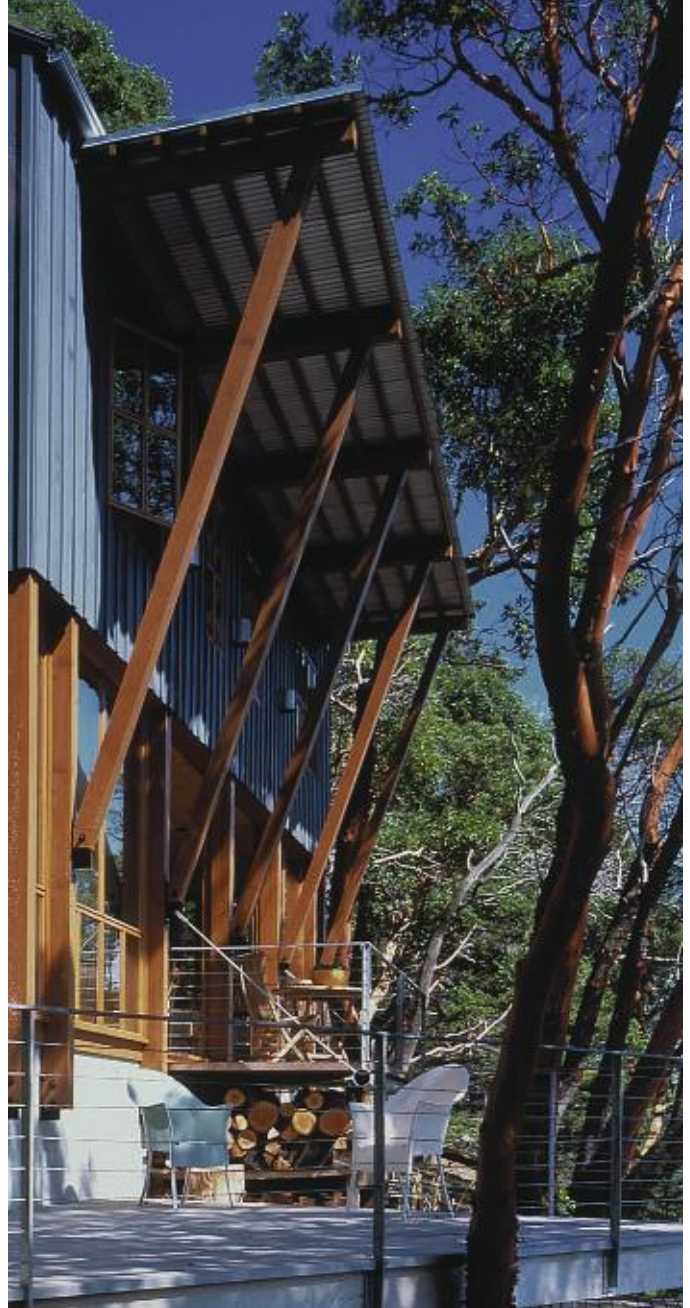
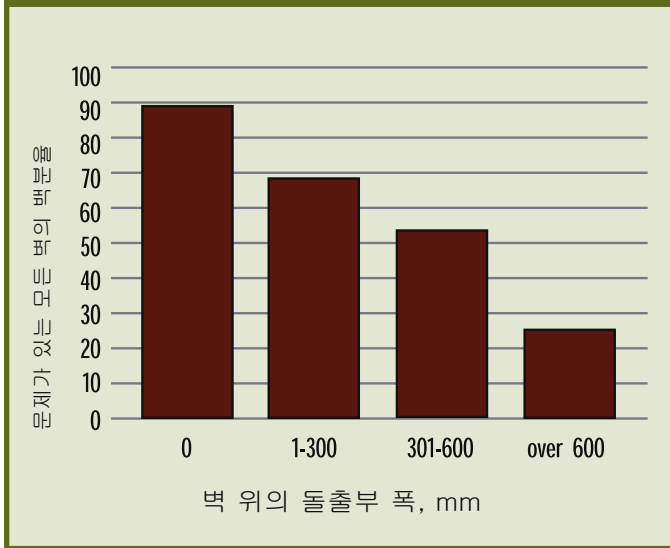


그림 6: 벽 성능에 주어지는 돌출부의 효과



배수

배수는 비 침투 제어에 관한 다음 원칙으로, 편향 다음으로 두 번째 빗물 관리 역량을 지닙니다. 배수 원칙을 구체화하는 건축설계 방식들에는 경사 지붕과 수평 부분에서의 경사진 표면이 포함됩니다.

설계상세 단계에서, 배수는 벽 조립물 내에서 우발적으로 축적된 수분을 모아 중력의 흐름으로 클래딩의 외부면으로 또는 그 위로 돌려 보내어 성취됩니다. 가장 간단한 형태로는, 클래딩과 덮개 사이의 조립물 내에 배수면을 추가하여 성취할 수 있습니다. 목조건축에서, 배수면은 대개 방습막(건물지, 펠

트 또는 방습지)으로 구성되어 있으며 가장 중요한 것은 배수면이 창문 및 문 비흘림과 어떻게 작용하는 가입니다. 배수는 일반적으로 벽 조립물에서 중복성을 제공하는 주요한 방법입니다. 배수공간은 클래딩과 배수면/덮개 사이에 공기층을 두게하는 보다 정교한 특징을 갖습니다. 이 공기층은 배수면이 지나치게 젖지 않게 물을 막아 주어 모세관 단절의 역할을 합니다. 추가적으로, 공기층이 특히 기압을 균등하게 해주는 기능을 제공하는 경우 또 다른 편향법으로 간주될 수 있습니다. 왜냐하면, 기압을 균등하게 해줌으로서 비 침투의 배후에 있는 주 추진

력(기압 차이)을 중화시켜 클래딩을 통해 배수 공간으로 흘러 들어가는 수분량을 감소시키기 때문입니다.

건조

건조는 벽 조립물이 통풍(공기 이동)과 수증기 확산으로 축적된 수분을 제거하는 메커니즘입니다. 클래딩 및 벽 덮개/골조의 건조 가능성을 반드시 고려해야 합니다. 배수 목적으로 도입된 공간들은 후면 통풍에 의해 클래딩 자재를 건조시키는 방법도 제공해줍니다. 덮개 및 골조를 건조시키는 것은 종종 별개의 문제이며 방습막과 수증기막 자재 선정에 의해 크게 영향을 받습니다. 외벽 조

립물은 반드시 외부 또는 실내에 대한 충분한 건조를 허용하도록 설계되어야 합니다. 클래딩, 수증기막, 그리고 실내 마감 자재의 투과성은 전반적인 건조 잠재력에 큰 영향을 미칩니다. 이 분야는 현재 연구자들에 의해 연구되고 있습니다.



사진 6: 수분이 외부로 빠져 나가는 데 도움을 주는 바닥라인 결함부의 교차 중공 비흘림.

내구성자재

내구성 자재는 반드시 수분 내성이 요구되는 모든 지역에서 사용을 위해 선정되어야 합니다. 편향, 배수 및 건조로 목재 부품의 함수율을 20% 아래로 효과있게 유지하지 못하는 경우, 목재의 썩음방지가 증진되어야 합니다. 목골조 부재의 경우, 이는 목재 방부제로 가압처리하여 성취할 수 있습니다. 토대가 콘크리트 기초와 접촉하는 곳에 방부목을 사용하는 것은 이 원칙을 따르는 일반적인 설계상세 방식입니다.

건축적 표현을 수반하는 건물 설계 방식은 장기적인 내구성에 대한 고려사항들과 조화를 이루어야 합니다. 내후성 특성 및 유지관리 요건들이 고려되어야 합니다. 예를 들면, 목골조 벽에 부착된 치장벽돌은 노출에 대한 등급이 매겨져야 하고, 조적벽에 사용되는 금속 띠쇠는 충분히 방청처리가 되어야 합니다. 기후에 직접 노출되는 목재 사이딩과 문선은 천연적으로 썩지 않는 자재이거나 방부목 자재여야 합니다.



사진 7: Vancouver, BC의 Choklit 공원 근처에 있는 Windgate 타운 하우스는 수분 관리 전략의 일환으로 경사진 지붕 및 돌출부와 결합하여 층 높이에 장식적인 옥외 처마돌림판을 사용함.

외벽을 위한 빗물 관리 전략

목조건물에서는 표면 밀봉, 밀폐막, 레인스크린 등의 3가지 기본 외벽형태가 존재하며, 각각은 분명한 개념적 빗물 관리 전략을 토대로 합니다. 주어진 건물에 대한 외벽을 설계할때, 적합한 시스템을 선정하고 설계 및 설계상세 과정을 통해 일관성을 유지하며 시공팀에게 시스템의 상세를 명확하게 전달할 필요가 있습니다.(표 1 참조)

모든 전략을 함께 적용

표면 밀봉(face seal) 벽은 클래딩의 표면에서 수밀성과 기밀성을 성취하기 위하여 설계됩니다. (그림 7 참조) 클래딩 및 여타 벽 부재 경계면 내의 연결부는 연속성을 제공하기 위해 밀봉됩니다. 클래딩의 외부 표면은 유

일한 주배수경로입니다. 중복성은 없습니다. “표면 밀봉”은 반드시 비 침투 제어를 효과적으로 제공하는 완벽한 상태로 시공 및 관리되어야 합니다. 하지만, 빗물에 노출되어 있는 벽에서 그렇게 완벽함에 의존하는 것은 문제가 있습니다. 대체로, 표면 밀봉 벽은 수분 위험도가 높지않은 깊숙한 돌출부 아래나 처마 안쪽 부분과 같이 아주 제한적인 양의 물이 클래딩 표면에 유입되는 경우에만 사용되어야 합니다.

밀폐막 벽은 소량의 물이 클래딩의 표면을 넘어서 유입될 수도 있다는 사실을 인정하고 설계됩니다. (그림 8 참조) 이 벽들은 벽 조립을 내의 배수면을 비 침투에 대한 2차 방어라인으로 구체화합니다. 클래딩의 표면이 여전히 주배수경로이지만, 벽 내에서 2차 배수가 이루어집니

다. 밀폐막 벽의 예로는 아스팔트 펠트 방습막과 합판 덮개 바로 위에 설치하는 목재 사이딩이 있습니다. 내수성 펠트는 배수면을 구성합니다. 또한 이러한 클래딩 시스템 내의 배수가 클래딩 위에서 일부 공기층의 제공으로 (아무리 불연속적이라 하더라도) 증진됨에도 불구하고, 방습막 위에 설치된 비닐 사이딩과 배수 EIFS(외벽단열 마감시스템) 또한 밀폐막 벽으로 간주되어야 합니다. 밀폐막 전략은 많은 외벽에 사용하기에 적합하며 비와 바람에 노출되는 정도가 낮거나 중간인 지역에서 좋은 효과를 기대할 수 있습니다. 그러나, 노출도가 높거나 심한 곳에서의 효과는 보장할 수 없습니다. 모든 경우에 있어서, 2차 방어라인의 완성도는 설계업체의 적합한 설계상세와 시공업체의 올바른 설치에 크게 좌우됩니다.

표 1: 외벽 및 창문에 대한 수분 제어 전략을 위한 성능 기대치

노출 수준	표면 밀봉	밀폐막	레인스크린	기압을 균등하게 하는 레인스크린
높음	나쁨	나쁨	양호	좋음
중간	나쁨	나쁨	좋음	좋음
낮음	양호	좋음	좋음	좋음
없음	좋음	좋음	좋음	좋음

출처: 브리티쉬 컬럼비아주 연안기후 목골조 외피 최고 시공법 안내서 - 캐나다 모기지 & 주택공사, www.cmhc-schl.gc.ca

노출도가 높은 곳에서 조립물의 성능과 서비스 수명을 최대화하려면, 레인스크린 조립물의 사용이 고려되어야 합니다.

레인스크린 벽은 클래딩 후면과 건물지 사이에 있는 조립물에 배수 공간 (최소 9.5 mm 폭)을 구제화하여 물 관리를 한 단계 높은 수준으로 만들어 줍니다. (그림 9 참조) 배수 공간은 모세관 단절 역할을 하여 물의 침투로부터 증가된 보호를 제공하며, 그럼으로써 대부분의 물이 방습지와 접촉하는 것을 막아줍니다. 공기층은 또한 클래딩의 후면을 통풍해주는 역할을 하여 클래딩의 건조를 용이하게 만들고 수증기의 역할 동으로 초래되는 벽 골조에서의 잠재적인 수분 축적을 완화시킵니다. 레인스크린 벽의 예로는 벽돌 치장벽(보통 1인치나 2인치 공기층을 두고 설치)과 수직 보조목 위에 설치하는 스테코 클래딩(일반적으로 19 x 64 mm의 가압 방부처리된 목재를, 400 mm 중심간격으로 시공)이 있습니다. 레인스크린 벽은 비와 바람에 대한 노출도가 높은 모든 지역에서 사용하기에 적합합니다.

그림 7: 표면 밀봉 벽 조립물

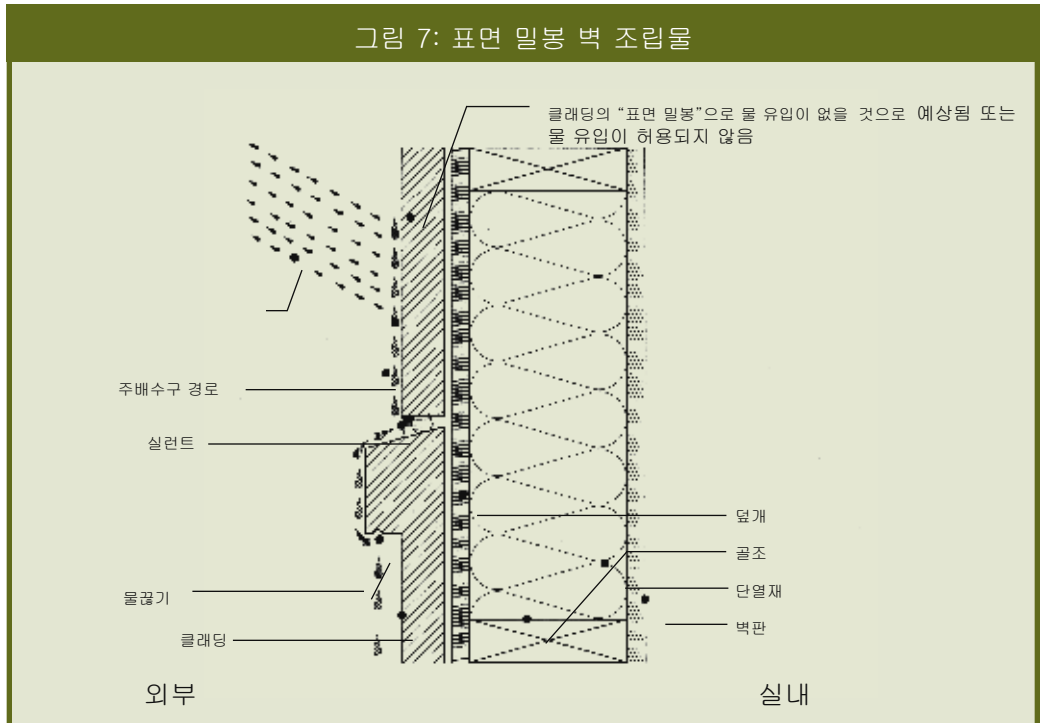


그림 8: 밀폐막 벽 조립물

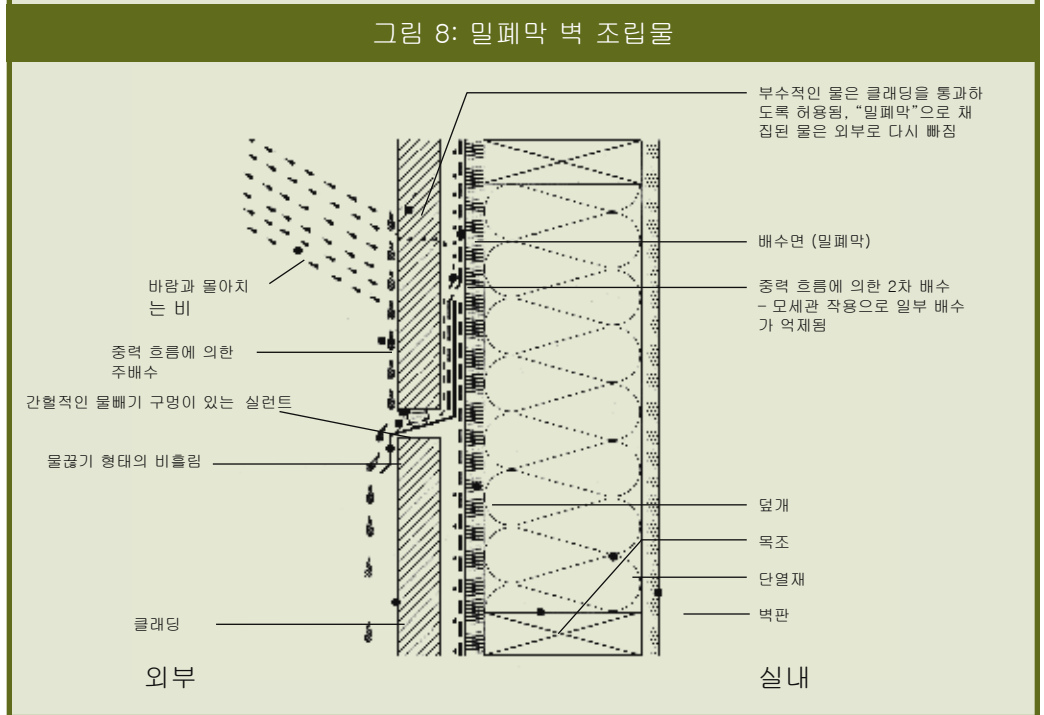


그림 9: 레인스크린 벽 조립물 (Figure 9)

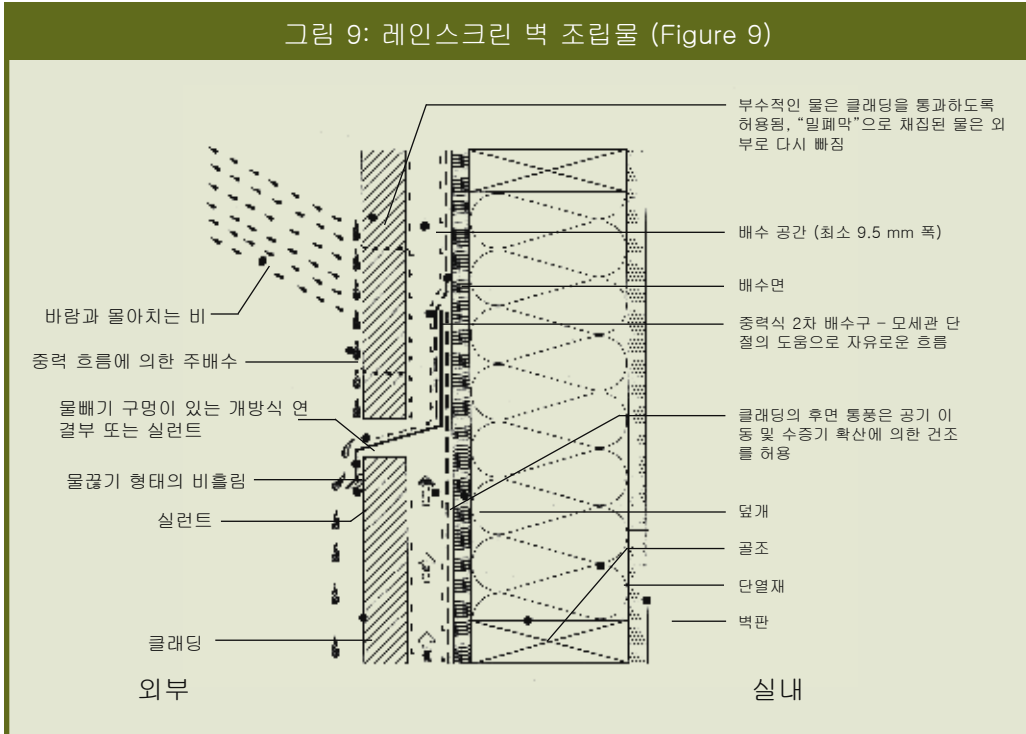
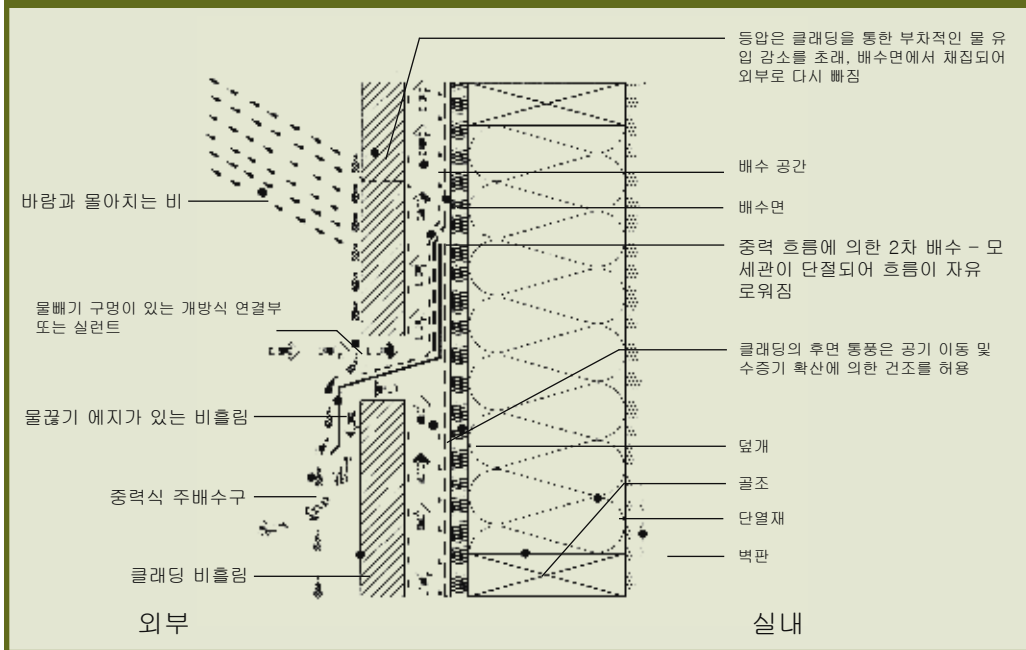


그림 10: 기압을 균등하게 하는 레인스크린 벽(Figure 10)



기압을 균등하게 하는 레인스크린은 기초 레인스크린 전략의 발전을 보여줍니다. (그림 10 참조) 이 벽들은 구획화 및 배수공간의 통풍량을 증가시켜 배수 성능을 개선시키는 것을 구체화합니다. 벽 표면에 바람이 불면, 공기는 통풍구를 따라 클래딩의 후면에 있는 공간으로 유입됩니다. 이 공기가 구획화되어 밀폐된 배수 공간을 나뉘므로써 적절하게 포용되어지면 클래딩 전체에 기압이 균등하게 되어지고, 그럼으로써 물이 침투하게 만드는 주요 배후 추진력 중 하나를 제거하게 됩니다. 개념상으로는 이 기술을 통해 모든 레인스크린 조립물의 배수 기능을 강화시킬 수 있지만, 이 전략은 벽돌 치장벽에 가장 일반적으로 적용됩니다. 기압을 균등하게 하는 레인스크린은 모든 종류의 노출면에 사용이 적합하며 물 관리 측면에서 가장 높은 잠재적 성능을 제공해줍니다.

품질 보증

장기적인 내구성은 건물의 설계, 시공, 운용 및 유지관리 등의 품질에 대한 함수입니다. 내구성을 성취하기 위해서는, 건물 수명기간 동안의 모든 단계에서 품질 보증이 필수적입니다.

품질 보증은 제품과 서비스가 명시된 요건을 만족시킬 것을 확인해 주는데 필요한

그러한 계획되어지고 체계화된 조치들입니다. 품질 보증의 기본 원칙은 모든 사람들이 자신의 업무 기준에 대한 책임을 인정하는 것입니다. 내구성에 대한 문제점들을 피하려면, 구조물이 서비스 수명을 다할 때까지 구조물에 대한 구상, 계획, 시공, 운용 및 유지관리의 모든 과정 동안 적절하고 조화있는

품질 조절 의무를 관련된 모든 사람들에게 부여해야 합니다. (표 2 참조)

예를 들면, 캐나다에서는 캐나다표준협회(Canadian Standards Association, CSA)가 1995년에 발간한 S478-95 ‘건물의 내구성에 대한 지침’에서 건물 설계, 시공, 운용 및 유지관리에 관

한 품질 보증 절차 개요를 폭넓게 다루고 있습니다. 국제표준기구(ISO)와 미국재료시험협회(ASTM)를 비롯한 여타 표준기구들도 자신들의 표준에 내구성 문제를 다루기 시작하고 있습니다.

표 2: 품질 보증 및 시공 공정

건물 수명주기 단계	품질 보증 활동
개념	<ul style="list-style-type: none"> • 건물과 부재에 대한 적합한 성능 수준 설립
설계 <ul style="list-style-type: none"> - 상세 - 명시 	<ul style="list-style-type: none"> • 자재, 부재 및 조립물에 대한 성능기준 규정 • 성능의 수용성 및 성취성 확인 • 테스트 옵션 명시 (실물크기 모형, 현장 등)
입찰	<ul style="list-style-type: none"> • 성능 사양서를 포함한 설계 도서 검토 • 필요요건 수락 (시공사) • 입찰 수락 (건축주)
시공	<ul style="list-style-type: none"> • 다음을 통한 조절 <ul style="list-style-type: none"> - 공정 및 제품 검토 - 샘플링 및 테스트 - 하자부분 수정 - 작업 인증
인계	<ul style="list-style-type: none"> • 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 운용된 상태에서 시험하여 완공된 건물의 성능을 확인
용 및 유지관리	<ul style="list-style-type: none"> • 성능 감시 • 성능 저하 또는 피해 여부 검사 • 문제점 조사 • 작업 인증
개보수	위에 나와있는 개념 및 설계 항목과 동일함

국제캐나다표준협회(CSA International)의 허락 하에, 국제캐나다표준협회(178 Rexdale Blvd., Toronto, Ontario, M9W 1R3)가 판권을 보유하고 있는 CSA 표준 S478-95 ‘건물의 내구성에 대한 지침’에서 자료를 받았습니다. 본 자료의 사용이 허용되었지만, 국제캐나다표준협회는 정보가 제시된 방식이나 그 해석에 대해 책임을 지지 않습니다. 캐나다표준협회는 캐나다와 국제시장에 있는 기업, 업계, 정부 및 소비자들에게 서비스를 제공하는 비영리 회원제 협회입니다. 이 해결방안 중심 기구는 공공 안전 및 건강, 품질높은 삶의 증진, 환경 보호에 대한 도움, 무역 촉진과 같은 실질적인 필요를 다루는 표준을 개발하기 위하여 캐나다 내외 세계에서 노력하고 있습니다.

결론

목조건물은 장기적인 내구성을 증명해온 기록이 있습니다. 목재는 환경적인 장점, 사용하기 쉽다는 점 및 비용 경쟁성 덕분에 지속적으로 선택하는 자재가 될 것입니다. 올바른 건물외피 설계 원칙을 정확히 적용하면, 모든 자재는 내구성과 관련하여 좋은 성능을 보여줄 것입니다.

내구성 있는 시공의 필요성은 건강한 건물을 창출해야 하는 사안 그 이상의 것이 있습니다. 왜냐하면 우리는 우리 사회에 미치는 환경적 영향을 최소화하기 위하여 건물을 내구성 있게 지어야 하기 때문입니다. 사실, 목조건물은 온실가스 배출, 수질오염 지수, 에너지 사용, 폐기물 및 생태자원의 사용과 같은 요인들을 포함하는 수명주기비용관점(life cycle cost perspective)에서 고려할 때, 여타 자재들과 비교하여 성능이 좋습니다. 하지만, 목재의 환경적 장점은 건물이 장기적인 내구성을 위하여 설계되고 시공될 경우에만 성취될 수 있습니다.

건축가인 James Cutler씨는 열정과 열변으로 건축 설계 및 설계상세 공정을 통한 “목재에 대한 존중”에 대해 말해왔습니다. 여기에는 수분으로부터 목재를 보호하는 개념이 포함되어 있으며, 이는 내구성을 위한 설계의 본질입니다.

사진 8: 돌출부는 수분으로부터 목재 보의 끝면성유를 보호



결론

목조건물은 장기적인 내구성을 증명해온 기록이 있습니다. 목재는 환경적인 장점, 사용하기 쉽다는 점 및 비용 경쟁성 덕분에 지속적으로 선택하는 자재가 될 것입니다. 올바른 건물외피 설계 원칙을 정확히 적용하면, 모든 자재는 내구성과 관련하여 좋은 성능을 보여줄 것입니다.

내구성 있는 시공의 필요성은 건강한 건물을 창출해야 하는 사안 그 이상의 것이 있습니다. 왜냐하면 우리는 우리 사회에 미치는 환경적 영향을 최소화하기 위하여 건물을 내구성 있게 지어야 하기 때문입니다. 사실, 목조건

물은 온실가스 배출, 수질오염 지수, 에너지 사용, 폐기물 및 생태자원의 사용과 같은 요인들을 포함하는 수명주기비용관점(life cycle cost perspective)에서 고려할 때, 여타 자재들과 비교하여 성능이 좋습니다. 하지만, 목재의 환경적 장점은 건물이 장기적인 내구성을 위하여 설계되고 시공될 경우에만 성취될 수 있습니다.

건축가인 James Cutler씨는 열정과 열변으로 건축 설계 및 설계상세 공정을 통한 “목재에 대한 존중”에 대해 말해왔습니다. 여기에는 수분으로부터 목재를 보호하는 개

념이 포함되어 있으며, 이는 내구성을 위한 설계의 본질입니다.

제작 출처

표지 (Front Cover)
건축가 - CBT Architects
사진작가 - Edward Jacoby

사진 1: (Photo 1)
사진작가 - Klaus Brinkmann

사진 2: (1Photo 2)
디자이너: William Hughes
사진작가: 캐나다 환경청

사진 3: (Photo 3)
개발업자 - Polygon
Lanesborough Development Ltd.
건축가 - Neate Staniszakis Doll
Adams Architects
건물외피 엔지니어 -
Morrison Hershfield Ltd.

사진 4: (Photo 4)
목조건물 기술 소개 - 캐나다
목재협의회 (Canadian Wood
Council)

사진 5: (Photo 5)
건축가 - Miller/Hull 파트너쉽
사진작가 - Michael Skott

사진 6: (Photo 6)
Wood Design & Building 잡
지, 2000년 여름호

사진 7: (Photo 7)
건축가 - Nancy Mackin
Architecture
사진작가 - Antony Redpath &
Peter Powles

사진 8: (Photo 8):
건축가 - James Cutler
사진작가 - Art Grice

그림 1: (Figure 1)
Wood Reference Handbook -
캐나다목재협의회 (Canadian
Wood Council)

그림 6: (Figure 6)
브리티쉬 컬럼비아주 연안기
후지역
건물외피 부실시공 조사 - 캐나
다 모기지 & 주택 공사
www.cmhc-schl.gc.ca



Canada Wood
캐 나 다 우 드

캐나다 우드 한국 사무소
4th Fl, Shinhan Bldg.,
128-4 Nonhyon-Dong, Kangnam-Gu
Seoul, Korea 135-010
전화: (82-2) 3445-3834
팩스: (82-2) 3445-3835
웹사이트: www.canadawood.or.kr

캐나다 우드 중국 사무소
425 Hong Feng Road
Pudong New Area
Shanghai 201206, China
전화: (86-21) 5030-1126 (Ext.209)
팩스: (86-21) +86 (21) 5030-2916
이메일: info@canadawood.cn
웹사이트: www.canadawood.cn

캐나다 우드 유럽 사무소
12A Place Stéphanie
B-1050 Brussels, Belgium
전화: (32-2) 512 5051
팩스: (32-2) 502 5402
이메일: info@canadawood.info

캐나다 우드 영국 사무소
PO Box 1
Farnborough, Hants
United Kingdom
GU14 6WE
전화: (44-1252) 522545
팩스: (44-1252) 522546
이메일: office@canadawooduk.org

캐나다 우드 베이징 사무소
Room 909 East Ocean Center
No. 24A JianGuoMen Wai Street
ChaoYang District
Beijing, China 100004
전화: (86-10) 6515 6182
팩스: (86-10) 6515 6184
웹사이트: www.canadawood.cn

캐나다 우드 일본 사무소
Tomoecho Annex-11 9F
3-8-27 Toranomom
Minato-ku
Tokyo 105-0001, Japan
전화: (81-3) 5401-0531
팩스: (81-3) 5401-0538
웹사이트: www.canadawood.jp



Canada Wood
Produits de bois canadien

