

# 바람의 피해와 풍공학

김 동 혁

(대한 주택공사 주택연구소 풍공학 박사)

## 1. 머리말

근래에 들어서는 도시 건물의 형태가 초고층화되고 있으며, 이로 인하여 비자연적으로 발생하는 돌풍 즉, 건물바람에 의한 여러가지 불편함과 치명적인 사고를 유발시키고 있어 문제가 되고 있다. 가장 보편적인 문제는 보행자들에게 불편함을 야기시키는 것이라고 할 수 있다.

뿐만 아니라 바람의 피해는 인명 피해까지 발생할 정도로 심각해질 수도 있다. 조사에 의하면 1991년 한 해만 해도 우리 나라에서는 다음과 같은 바람의 피해가 발생하였다.

부산 A 극장의 영화 선전 간판이 떨어져 행인 3명이 머리를 맞아 중경상을 입음.(부산일보, 2월 20일)

K시 공설 운동장내 테니스장 백보드가 돌풍으로 무너져 2명 사망, 1명 중상.(부산일보, 2월 20일)

광주군 P 급속 자재 창고의 길이 16m, 높이 5m의 콘크리트 담벽이 넘어져 3명 사망, 1명 중상. (부산일보, 2월 20일)

인천 K 관광 주차장 담벽이 돌풍으로 무너져 행인 1명 사망, 2명 중상.(한겨레신문, 7월 21일)

○ 서울 M 아파트 8,9단지, Y 아파트 일대 유리창 수십장 파손. (한겨레신문, 7월 21일)

○ 서울 양천구의 S 아파트 유리창이 깨지면서 파편으로 거주민 1명 팔과 다리에 찔림. (한겨레신문, 7월 21일)

○ 서울 동작구 돌풍에 고가도로 철망 떨어져 1명 사망. 유족에게 국가에 배상책임. 서울 민사지법 판결. (동아일보, 10월 30일)

○ 한강의 J 고층아파트에서 발코니에 입주자가 설치한 알루미늄새시 프레임이 통채로 떨어져 아래층의 자동차가 대파되었음. (피해자와의 인터뷰)

위의 사건들은 91년도 신문에 보도된 자료에 의한 것일 뿐 체계적인 조사가 이루어 진다면 사고의 정도나 범위가 보다 폭넓게 확인될 수 있다고 판단된다. 더구나 위의 예들은 사람들의 만족도 파악에 국한될 수 있는 성격의 것이 아니라, 생명에 관계될 만큼 심각한 문제를 제기하고 있어, 사건의 성격으로 보아 피해자가 어떤 형태의 피해 보상을 요구할 것인지를 가정해 볼 때, 사건의 파급 효과가 건물주나 행정관서의 입장으로 보아 간과해서는 안 될 것으로 판단된다.

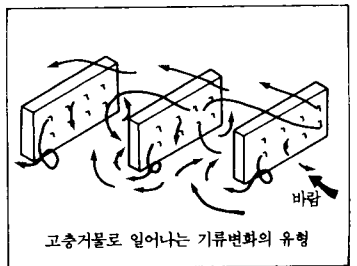
## 2. 건물 주변에 발생하는 바람의 피해

### 가. 다운 워시 혹은 건물 하강 풍 (Down wash)

고층 건물이 바람을 받을 때 건물에 부딪친 바람이 아래로 흐르는 현상이며, 흔히 다운 워시 (Down wash) 라고 표현한다. 이는 바람이 바람을 마주하고 있는 고층 건물의 전면 상단부에 부딪쳤을 경우 바람은 사방으로 흩어지게 되나 이중 아래로 향하는 바람은 건물 및 건물 주위에 있는 사람들에게 적지 않은 영향을 미치게 된다.

이 경우 좀더 심하면 문제가 심각해질 수도 있는데, 한 예로 영국에서는 이 다운 워시로 인하여 한 명이 사망하는 일이 발생, 희생자의 가족이 건물주와 건축가를 고소한 일이 발생하였다.

이 문제를 해결하기 위하여 대략 두가지 해결 방법이 제시될 수



있는데 이를 살펴보면

1) 건물의 형태 자체를 원형이나 8각형 등의 다변형의 형태를 취함으로써 이를 근본적으로 피할 수 있다. 이러한 형태의 건물의 경우, 바람이 건물에 부딪친 후 바람의 방향이 수직 방향보다는 수평 방향으로 유도시킬 수 있게 되며 따라서 건물 주변의 보행자에게 미치는 영향을 줄일 수 있다.

2) 통상 장방형의 형태를 갖추고 있는 고층 건물의 경우 벽면이 거의 평면에 가까우므로 경우에 따라 지상층 위에 캐노피(canopy)를 설치하거나 격자형, 수평 및 수직 관형의 다양한 요철을 가미한 디자인을 사용함으로써 다운 위시를 감소시키거나, 더 나아가 건물 벽면에 미치는 풍압 자체를 감소시킬 수 있다. 아울러 가능하다면 건물 주위에 수목을 설치하여 다운 위시의 영향을 감소시킬 수도 있다.

3) 또한 건물의 저층부가 돌출될 경우 다운 위시 바람이 보행자들에게 직접 영향을 미치지 않도록 막아주는 역할을 해주기도 한다.

다른 방법으로는 바람부는 방향의 앞쪽에 저층 건물이 배치될 경우 낮은 건물 뒤의 공간에 형성되는 난류에 의하여 다운 위시의 직접적인 영향을 감소시킬 수도 있다.

#### 나. 건물 표면의 풍압

근래에 들어 초고층 글라스 타워가 세워지면서 건물 표면에 가해지는 풍압을 신중히 고려하여 효율적인 유리의 두께가 정해져야 하는 문제가 등장되고 있다. 이와관



계된 예는 미국 보스톤의 존 행콕 타워(John Hancock Tower)로써 이 건물은 바람으로 인하여 상당수의 유리 판넬이 떨어져나가 전체 유리 판넬을 다시 교체하게 되었다

최근 미국 시카고의 110층 높이의 시어즈 타워(Sears Tower)에는 약 56Km/h의 거스트가 발생하여 자갈이나 커다란 돌덩어리가 바람에 날려 위로 치솟은 후 88층의 유리 판넬을 깬 후 그 파편으로 다른 유리창 90장이 파손된 사건이 있었다. 다행히 이 사건으로 인한 인명 피해는 없었다. 건물측은 모든 기술적 책임을 디자인한 Skidmore Owings & Merrill (S·O·M)측에 물었었다.

#### 다. 소용돌이 (Vortices)

건물의 각진 부위나 고층 건물

의 바람부는 방향 뒷쪽에 형성되는 높은 난류도를 지닌 바람으로서 사람이나 차를 흔들리게 할 수 있을 정도이며, 건물 주위에 먼지나 쓰레기들이 지상에서 솟아 올라 부유하여 거주자들에게 피해를 입히게 되는 경우가 있다.

시드니의 한 호텔 건물의 경우, 건물의 입구가 위치한 전면부가 깊숙히 들어가 있으며 윗부분이 아래부분을 덮으면서 넓게 돌출되어 있는 디자인으로 되어 있다. 이 경우 후퇴된 전면부에는 강력한 소용돌이가 발생하기 때문에 호텔 투숙객이 출입시 어려움을 겪거나 자동차가 주차한 후 문을 제대로 열 수 없거나 강풍에 문이 급작히 열려 문이 망가지는 등 많은 불편을 초래하게 되었다.

풍동 실험에 의한 조사에 의하

면 전면 후퇴부 양측면에 인위적으로 천천히 도는 실린더형의 가설물을 설치함으로써 소용돌이의 형성을 방지하고, 난류도를 줄일 수 있는 효과를 얻을 수 있다고 밝혀졌으나 미적으로 보아 크게 바람직하지 않은 해결 방법이라는 숙제가 남겨져 시행되지 않았던 예도 있다.

건물 주위에 흐르는 바람의 경우 상당히 강력한 풍속을 형성하므로 건물 옆을 지나가는 차가 흔들릴 정도의 영향을 미치고 있다. 옥상에 설치한 헬리콥터 착륙장에서 헬리콥터 착륙시 옆 건물로 인한 바람 때문에 헬리콥터에 미치는 영향과 뉴욕의 PANAM빌딩 옆에 위치한 경비행기 착륙장에서 건물로부터 발생한 강풍이 경비행기 착륙시 비행기에 미치는 바람의 영향 등이 좋은 예라고 할 수 있다.

#### 라. 채널링 혹은 골바람 (Channeling)

도시 보행자들을 괴롭히는 바람의 하나는 고층 건물 사이에 있는 큰 길을 따라서 부는 바람이다. 이 길은 댐의 수문을 열어 물길을 튼 것같이 바람의 통로가 된다. 이 경우 바람의 성격이 강한 난류도를 지날 경우 풍속이 16Km/h 만 되어도 걸기에 불편을 느끼게 된다. 미국 보스톤의 경우 1764년 이후 매년 하나 이상의 건물이 생겨남으로써 평상시의 미풍이 돌풍으로 변해 시민들에게 불편을 준 경우가 상당히 있었으며, 그 여파로서 최근에서만 6백 50만건의 소송이 제기되고 있다.

지상층에 위치한 아케이드와 같은 지역에 일어날 수 있는 현상으

로 강한 바람이 좁게 열린 공간으로 기압 차이에 의해 침투하여 들어가게 되는 경우도 이에 해당된다.

고층 건물의 디자인에 많이 사용되는 기법중에는 건물 하부에 넓은 공용 공간을 설치하는 것이 있으며, 때로는 이 공간에 아케이드가 설치되어 건물 하부를 관통하곤 한다. 이때 하부에 뚫린 공간이 강한 바람에 시달리게 되는 경우가 흔히 있다.

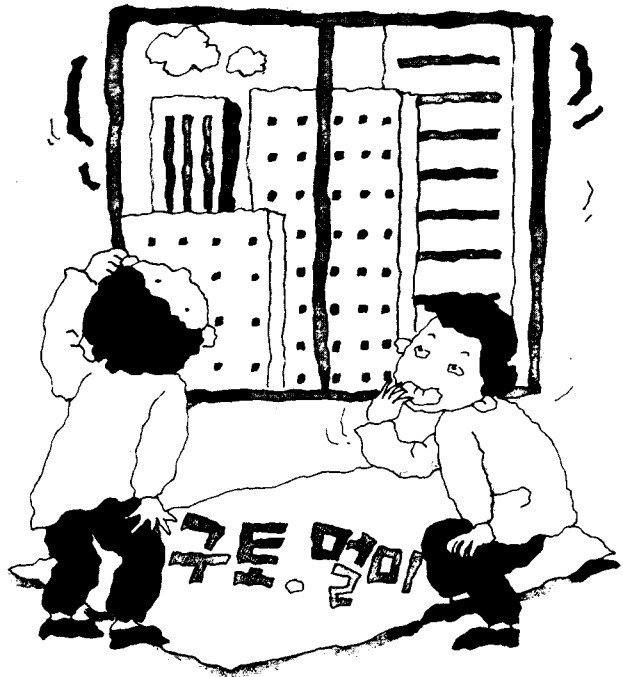
이의 좋은 예가 미국 Massachusetts Institute of Technology (MIT)의 Earth Science Building이다.

이 건물은 84m 높이의 건물에 6.5m 높이의 아케이드가 지상면에 뚫려있는데 때로는 이 아케이드를 통과하는 바람의 속도가

35~40m/s에까지 달할 때가 있었다. 동시에 측정된 건물 지붕 높이에서의 풍속은 18~22m/s이었으며, 이때 아케이드에 붙어 달치는 강풍으로 아케이드 내의 점포문이 망가지는 등 피해가 발생하였다. 따라서 바람의 유입을 막기 위해 임시로 나무 판자 벽을 설치한 후 풍동 실험을 통하여 대안을 모색하였다.

실험 결과에 의하면 회전문이 설치된 유리벽을 설치한 것이 효과적이라는 결론이 내려졌으며, 그대로 반영되었다.

이와 비슷한 또 한가지의 예는 미국 Boston Prudential Center의 광장에서 발생하였던 사건으로써 보행자가 바람에 날려서 광장에 설치된 연못(reflecting pool)에 빠진 사건이다. 이로 인하여



광장에 관유리를 일렬로 영구적으로 설치하여 바람을 막는 조치를 취하기도 하였다.

하와이의 와이키키 해변에 위치한 초고층 호텔의 경우 리조트 호텔의 특징을 충분히 살리기 위하여 로비가 해변가를 면하게 계획되었으나 문을 열 때마다 강한 바람이 들어쳐 문을 여닫기가 어려움은 물론, 로비 내부로 바람이 들어쳐 내부 공간에 혼란이 일어나게되는 불편함이 초래하였다. 이 문제 역시 로비 입구에 회전문을 설치하여 해결이 되었다.

다른 예로서 1971년 멜본과 주베르 (Melbourne and Joubert)는 호주 모나쉬 대학의 폭 140m, 깊이 13m 높이 50m의 노출 콘크리트 슬라브형 건축물 주위에 풍속 10m/s의 돌풍이 불어 사람들이 균형을 잡는데 곤란을 겪는다고 보고한 바 있다.

호주의 대형 고층 아파트의 경우를 보면 바람이 거센 날이 아니라라도 모서리에 위치한 발코니에는 항상 세찬 바람이 스쳐 지나가게 되므로 거주자들의 발코니 사용이 기껏해야 1년에 한두번이며, 발코니에 내놓은 화분들이 바람에 넘어지고 깨지는 일이 발생하였다. 이 건물 지상층은 작은 박스형 라운지와 기둥을 제외하고는 오픈되어 있는데 지상층 역시 강풍에 시달리는 지역으로 차를 세우고 차문을 열 경우 바람 때문에 차문이 급작스럽게 열려 탑승자들이 깜짝 놀라는 일이 빈번이 일어나고 있었다.

수영장의 경우 바람이 항상 불어 거의 사용되고 있지 않으며, 심지어는 지상층에 위치한 우편함도

바람 때문에 뚜껑이 열리면서 우편물이 날아가기도 하였다. 심한 경우에는 옷이 바람에 시달려 옷이 트러지는 일이 발생하기도 하였다.

#### 마. 바람으로 인한 건물 주변의 오염 문제

건물의 보일러, 굴뚝, 환기구, 에어컨 배기구 등의 높이나 위치가 잘못되어 오염된 공기가 바람을 타고 실내로 다시 들어오게 되는 문제점이 발생할 수 있다.

시드니의 서클러 Quay (Circular Quay)에 위치한 대형 건물은 서측벽에 에어컨 배출구를 설치하였으나 서풍이 불 경우 배출 능력이 현저히 저하되는 일이 발생하였다. 이 경우 배출구에 적절한 방충 장치를 설치하여 문제를 해결할 수 있었다. 따라서 공조 시스템에 있어서 에어컨 쿨링 타워의 위치 및 흡·배기구의 위치가 바람의 영향과 함께 신중히 고려되어야 할 과제로 등장된다. 예를 들어 바람을 받는 건물쪽 반대편에 위치한 배기구에서 배출되는 오염된 공기가 같은 면에 위치한 흡입구로 다시 유입되는 일이 생길 수 있다. 이 경우 보일러의 굴뚝 높이가 적당치 않아 굴뚝에서 발생하는 연기가 바람부는 쪽에서 보아 건물 후면부로 흘러 들어 갈 경우 문제는 더욱 심각해진다. 시드니의 한 보험회사 건물의 경우 옆에 위치한 건물의 보일러 굴뚝에서 배출된 연기가 건물 옥상에 위치한 쿨링 타워의 물을 오염시키는 일이 발생하기도 하였다.

최근 한국에서도 신문에 보도되어 잘 알려진 레지오넬라균은 건물 옥상에 설치된 에어컨 쿨링 타

워의 유지 관리가 잘 되지 못해 발생하는 균으로서 상당히 높은 치사율을 갖는 무서운 균이다. 에어컨 쿨링 타워에서 발생한 균이 물보라에 섞이고 바람에 날려 자체 건물의 에어컨 흡입구로 들어가 건물 내부에 퍼진다든가 혹은, 다른 건물에 침투되면 오염의 파급 효과는 더욱 커지게 된다. 따라서 이를 사전에 방지하기 위하여는 건물이 지어지기전 에어컨 쿨링타워의 위치와 바람이 부는 방향 및 세기를 고려하여 풍동 실험에서 모의 실험하면, 오염된 공기의 확산 정도를 사전에 예측할 수 있고 만약의 경우 피해 정도를 줄일 수 있는 대안을 제시할 수 있다.

#### 바. 바람의 영향으로 인한 건물의 거동

바람으로 인한 건물의 거동이란 고층 건물이 풍력에 의한 힘을 받고 건물의 형태 및 건물 주위에 형성되는 소용돌이성 난류에 의하여 진동하는 것을 말한다. 그 정도가 심하면 멀미, 구토 등의 현상이 거주자들에게 일어난다.

바람으로 인한 건물의 진동은 여러 형태가 있으나 짧은 주파수의 진동은 건물 입주자들에게 멀미를 일으키는 등 부작용을 낳게 하고 있다. 특히 요사이 초고층 건물에 적용되는 철골조 구조물은 이러한 점에서 취약하며, 미국 시카고의 시어즈 타워나 한국의 63빌딩같은 경우는 바람이 심할 경우 상층부에서 일하는 사람들이 멀미를 호소하고 있다. 건물 거동의 정도는 형태에 따른 차이는 있으나 건물의 높이가 증가될수록 그 정도가 커지며 초고층 건물의

설계에 있어 중요하게 고려해야 할 요인으로 등장하고 있다. 국내의 최고층 건물인 여의도 63빌딩의 경우 '태풍이 불거나 바람이 세찰 때 건물이 흔들리는 바람에 현기증이 나고, 일부 직원들 중에는 멀미 증세를 보여 구토까지 한다' 라는 보고도 있었다. 건물의 저동은 움직이는 사람보다 가만히 앉아있는 사람에게 더 크게 느껴지며 다시 말해 사무실에서 일하는 사람들에게 더욱 불리한 것이 되기 때문에 건물의 종류에 따른 충분한 고려가 있어야 한다.

이러한 현상을 줄이기 위하여 사용되는 자동 감쇄 시스템(Damper System)은 건물의 흔들림을 즉각 감지하고 반대 방향으로 일정량의 질량을 자동으로 움직이게 하는 능동형 진동 감쇄 시스템(Active Damper System)과 건물의 흔들림을 매달아 놓은 구조체의 질량으로 흡수하는 수동형 진동 감쇄 시스템(Passive Damper System)으로 대별된다. 더 나아가 엄청난 무게의 콘크리트 등의 중량을 시계 추같이 매달아 바람으로 인하여 움직이는 건물의 힘을 흡수하는 질량 진동 감쇄 시스템(Mass Damper System)과 물과 같은 유체를 용기에 담아 건물 상층부에 설치하여 건물의 흔들림을 유체가 흡수하는 액체 진동 감쇄 시스템(Liquid Mass Damper System)으로 대별되고 있다.

액체 진동 감쇄 시스템에는 더 나아가 유체를 담은 용기의 형태 및 유체의 이동 저항 방식에 따라 액체 컬럼 슬러시 진동 감쇄 시스템(Liquid Column Slush Damper System)과 액체 질량 진동 감쇄

시스템(Liquid Mass Damper System) 및 두가지를 합친 액체 컬럼 질량 진동 감쇄 시스템(Liquid Column/Mass Damper System)이 있다. 그 효율성은 건물의 형태와 높이에 따라 영향이 있으나 최근의 연구 결과에 따르면 수동형 액체·질량 진동 감쇄 시스템이 가장 효율적인 것으로 밝혀지고 있다.

위의 진동 감쇄 시스템(Damper System)외에 트러스의 구조체 완충 장치를 설치하여 흔들림을 흡수시키는 진동 감쇄 시스템이 있다. 시카고의 시어즈 타워의 경우 이러한 시스템을 건물 전체에 수천개 설치하여 건물의 진동을 줄이기 위한 노력을 하였으나, 실제 입주자들의 경우를 보면 상층부 거주자들중 민감한 사람들은 바람이 많이 부는 날 약간의 멀미 때문에 아래층으로 내려와 커피를 마시고 휴식을 취하는 사람이 있어 문제점은 아직도 내재해 있다고 볼 수 있다.

호주 시드니시 중앙에 위치한 시드니 타워의 경우 완공후 장기간 실측을 통하여 고유 진동 주기를 파악한 후 원형 띠 모양의 물탱크를 구조체에 매달아 수동형 진동 감쇄 시스템을 사용하였으나, 1차 모드(1st mode) 진동만이 감소되고 2차 모드 진동이 감소되지 않아 다시 원형 띠모양의 수동형 질량 진동 감쇄 시스템을 설치하여 타워의 흔들림을 현저히 줄일 수 있었다.

일본 동경의 한 건물의 경우 직경 2m의 원통형에 반가량의 물을 채우고 12개를 겹쳐 쌓고 이와 같은 원형의 수동형 액체 진동 감

쇄 시스템을 옥상위에 9개 설치하여 건물의 흔들림을 효과적이고 경제적으로 막고 있는 예도 있다.

능동형 질량 진동 감쇄 시스템의 경우 수동형 액체 진동 감쇄 시스템보다 상당히 복잡한 장치를 요하고 엄청난 경비가 소용되는 단점이 있으나 건물의 인텔리젼트화를 통한 선전 효과를 노리기 위하여 일본의 경우 활발히 연구되고 있다.

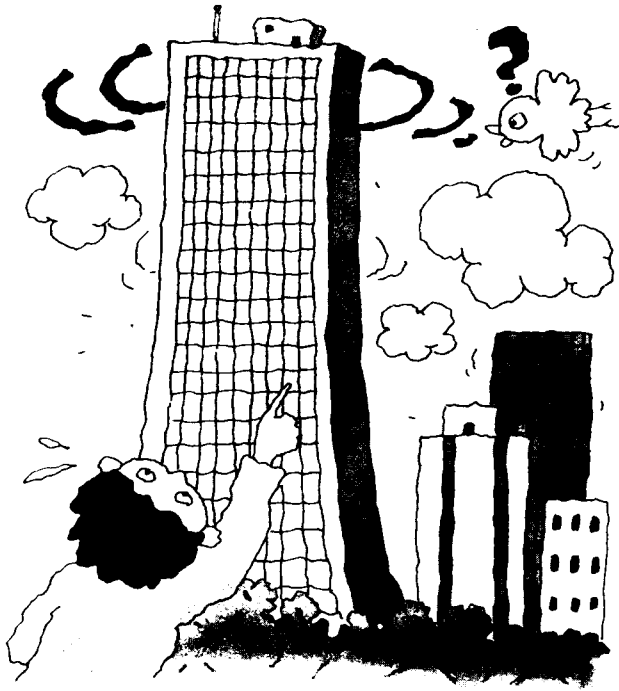
본인의 경험 및 설치비의 많고 적음에 비추어 볼 때 굳이 능동형 질량 진동 감쇄 시스템을 선호하고 싶지는 않으며, 차라리 수동형 컬럼·질량 진동 감쇄 시스템이 가장 효과적이라고 판단된다.

일본의 요코하마에 새로 건설중인 랜드 마크 타워는 상층부에 능동형 질량 진동 감쇄 시스템을 설치하고 있으나, 건물 상층부내 공간 이용률을 높이기 위하여 이중의 진자 장치(Pendulum)를 설치하고 있으며 질량체(Mass)도 콘크리트가 아니라 납을 사용하고 있다.

최근 일본에서 발표된 논문에 의하면 질량의 형태를 한 개의 덩어리로 하지 않고 여러개로 나누어 넓은 분야의 주파수대에 맞추어 각각의 질량체를 튜닝(Tuning)하면 훨씬 높은 진동 감쇄 효과를 얻을 수 있음이 증명된 바 있다.

이러한 진동 감쇄 시스템을 설치할 경우 가장 중요한 것은 건물 자체의 고유 진동 주기(Natural Frequency)를 파악하고 설치할 진동 감쇄 시스템을 건물의 고유 진동 주기에 맞게 튜닝(Tuning)하는 일이다.

건물의 고유 진동 주기 측정 방



법은 가속도기를 사용하여 진동 주기를 측정하고 측정된 데이터를 파워 스펙트럼 분석 방법을 사용하여 알아 낼 수 있다. 때로는 건물 준공 직전 타워 크레인이 해체되기 전 크레인에 추를 아래 위로 흔들리게 하여 진동 주기를 인위적 충격에 주어 잔향 진동을 측정하여 분석하면 건물의 고유 진동 주기를 알 수 있다.

건물이 지어지기 전 건물의 고유 진동 주기를 동적 구조 해석 방법(Dynamic Analysis)을 통하여 산출할 수도 있으나, 건물의 질량을 쉽게 알 수 있어도 건물의 경직성(Sitffness)를 정확히 산정하기 힘들기 때문에 정확한 결과치를 기대하기 힘든 실정이다.

호주의 약 22개 건물과 4개의 타워를 대상으로 건물의 고유 진

동 주기를 실측한 결과 동적 해석에 의한 결과치는 실측보다 훨씬 많이 빗나간 것이 밝혀졌으며, 오히려 경험치로 산출된  $46/h = \text{Natural Frequency}$ , 즉 46을 건물의 높이로 나누는 경험적인 공식이 실측치와 훨씬 유사하다는 흥미로운 결과가 도출되었다.

디자인과 장비 값을 합한 댐핑 장치의 설치비를 대략 말한다면 일본의 예를 들어 볼 수 있다. 수동형 액체 진동 감쇄 시스템은 건설비의 약 0.5%, 수동형 질량 진동 감쇄 시스템은 건설비의 약 1%, 능동형 질량 진동 감쇄 시스템은 건설비의 약 2%로 산정하고 있다.

외국의 경우 건물의 진동을 고려한 건물의 종류에 따른 평가 기준을 설정하여 구조 설계에 고

려함은 물론 건물의 심의에도 적용하고 있다. 세워질 건물의 고유 진동수의 측정은 건물이 세워지기 전에 모델을 사용하여 간단한 풍동 실험(aerodynamic test)을 통하여 측정될 수 있다.

이에 대한 좋은 예가 1977년 410m의 110층 규모의 미국의 세계무역센터(World Trade Center)를 상대로한 주변 건물주의 고소 사건이다. 이 고소 사건은 세계무역센터 주위에 위치한 36층 높이의 메트로 폴리탄 생명보험회사가 제기한 것으로서 서풍이 불 때면 세계무역센터 건물의 존재로 인하여  $18\text{m/s} \sim 27\text{m/s}$ 의 강풍이 발생하여 건물이 흔들려 구조적으로 위험하다고 판단되어 소송이 되었다.

캐나다 웨스턴 온타리오 대학(Universirty of Western Ontario)의 경제층 풍동연구소(Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory)는 이 소송 사건 해결을 위하여 풍동 실험을 실시한 결과 메트로폴리탄 생명보험건물은 구조적으로 문제는 없으나 바람에 견디어내기 위한 유지비로 US \$ 10,000,000가 필요하다는 결론을 내렸다.

#### 사. 방수

고층 건물에 있어서 바람과 동반된 비가 들이칠 경우 창호의 기밀성이 약하여 비가 들이치거나 스며드는 경우가 있다.

비가 올 경우 비는 고층 건물주위를 지나는 바람의 흐름에 따라 움직이게 되는데 바람부는 방향을 마주하고 있는 건물 전면부의 상단부와 후면부의 일부는 비가 중력 방향의 반대 방향으로 흐르게

된다. 이러한 현상으로 말미암아 발생하는 누수로 인한 문제점의 한 예로써 United Nations Secretariat Building을 들 수 있다. 이러한 현상을 막기 위하여 팽창성 있는 개스킷(Resilient 혹은 Inflatable Gasket)을 사용하면 효과를 볼 수 있기도 하다.

#### 아. 분수대 등 기타 야외 공간 주위 바람에 의한 영향

분수대, 놀이터, 휴게시설과 같은 공공 지역의 위치가 잘못 선정되어 바람에 의한 피해가 발생되고 그에 따른 사용 효율성이 저하되는 경우가 흔히 있다.

고층 건물 주변에 분수대를 설치할 경우 분수대의 위치가 잘못 선정되었을 경우 분수대에서 뿜어져 나온 물방울이 바람에 따라 흩어져 주변 사람들에게 피해를 입히는 것은 물론 결과적으로 분수대로서의 역할을 제대로 발휘하지 못하는 일이 발생한다.

한 예로 남아프리카의 헤어그라트(Heergracht)에 설치된 수직 분사형 분수대를 들 수 있는데 위의 문제로 인하여 주변에 있는 신호대 위에 컵형 풍속계를 설치한 후 풍속의 정도에 따라 분수 높이가 자동으로 조절되게 함으로써 효율적으로 문제점을 해결하였다. 이와 비슷한 해결 방법이 호주 시드니의 칩플리 스퀘어(Chieflly Square)에 있는 분수대에도 적용되었다.

고층 아파트 단지내의 야외 휴식공간이나 어린이 놀이터의 경우에도 그 배치가 잘못될 경우 바람으로 인한 불편함 및 일조량의 부족으로 사용률이 저하될 수 있을 가능성이 높으므로 적절한 배치에



더욱 신경을 쓸 필요가 있다고 생각된다.

#### 자. 건물 주변에 적절한 수목의 배치

고층 건물 주위에 위치한 수목이 강풍에 시달리게 됨으로써 잎이 떨어지고 수명이 단축되며, 방풍의 효과가 저하되는 경우가 있을 수 있다. 이 경우 수목의 종류를 잘 선택하여 바람의 폐해를 잘 견딜수 있는 수종을 심어 놓는 것이 바람직하다.

특히 우리 나라 여름의 경우 복사열로 인한 문제도 있고 대부분의 주거 건물이 남향이므로 남쪽에는 활엽수 등을 심어 복사열을 차단하는 효과를 얻음과 동시에 서풍 및 북서풍이 주로 부는 겨울에는 서쪽 및 북서쪽에 침엽수를 배치하여 방풍효과를 기대하는 것

이 효과적이라 판단된다.

또한 건물 모서리에 집중적으로 수목을 배치한다. 수목 배치시 나무의 하부에는 생울타리나 낮은 벽체를 쌓아 방풍의 효과를 최대한화시키기 바람직하다.

#### 차. 건물 주위의 소용돌이로 인한 쓰레기와 먼지의 피해

고층 건물의 모서리와 바람을 받는 건물 전면부에 후퇴된 지역이 있을 경우 와류(vortex)가 형성되어 먼지나 쓰레기가 모이고 위로 치솟으면서 보행자에게 불편함을 초래하게 됨은 물론, 주변 건물의 개구부로 침투하는 피해가 발생된다. 호주 시드니의 한 지역은 바람이 심하게 불지 않을 때도 와류 문제가 발생한 보고도 있었다.

이때 건물 풍하면에서 와류의

중심점이 되는 지점에 나무와 잔디가 깔린 조경 지역을 설치하면 와류의 조성을 막는 반면 작은 자갈 등 부유물이 지상에서 올라가는 것을 사전에 막는 효과를 얻을 수 있다.

### 카. 바람에 의한 소음

창틀이나 난간 혹은 건물 디테일에 의해 형성된 틈에 바람이 통과함으로써 오르간 파이프 공명 현상이 일어나 소음을 일으키는 경우 뿐만 아니라 건물과 건물사이의 좁은 틈사이를 통과하는 바람으로 인하여 '웅웅'대는 소음이 발생할 수도 있다

특히 창 틈사이에서 발생하는 바람에 의한 소음 정도는 약70dB 까지 증가될 수 있는 것으로 밝혀진 바 있다. 고층 주택의 경우 바람이 유리창에 부딪치는 소음 또는 새시나 통기구에서 나는 소리가 있으며, 고층으로 올라갈수록 소음피해는 더 심해진다. 강풍시에는 수면을 방해할 정도로 심해지기 때문에 이 분야의 연구는 앞으로 많은 발전이 기대된다.

이를 위한 일반적인 방지책으로서 바람의 영향을 받는 면적을 될 수 있으면 최소화하고, 건물의 모서리 부분을 튼튼하게 하거나, 곡률이 큰 형태를 취하게 하거나, 건물 외부에 진동을 일으키기 쉬운 부분을 되도록 적게 한다. 즉 난간 등의 진동을 일으키기 쉬운 것들은 접속부나 몸체의 연결부에 방진 장치를 삽입하는 등의 대책이 효과적이다.

### 타. 겨울철 건물 주위에 쌓이는 적설의 위치에 대한 고려

극지방은 물론 스키장 등이 위치하고 있는 산악 지역에서의 건

물은 눈에 위한 적설 하중은 물론, 바람에 의하여 운반된 눈이 적설 현상(snow drifting)에 의하여 건물 주위 및 테라스 등에 쌓이게 되는 문제점을 안고 있다. 이로 인하여 건물의 효율성이 저하됨은 물론 제설 작업 때문에 소요되는 인력과 에너지 및 시간의 낭비가 초래된다.

특히 지붕 위에 쌓인 눈이 시간이 지남에 따라 지붕에서 흘러내려 지상층으로 떨어질 경우 밑에 사람이 있어 심하게 다치는 사고가 발생할 수 있으므로 설계시 이에 대한 충분한 고려가 있어야 한다. 호주 스노우 마운틴 스키장의 경우, 호텔 현관 입구 위에 쌓인 눈에 대한 문제점도 간단한 풍동실험이나 공기 대신 물을 사용한 실험(water channel test)을 통하여 쉽게 해결되었다.

### 3. 풍동 실험을 통한 풍환경 영향 평가의 필요성

앞에서 언급한 바와 같이 바람이라는 존재는 환경의 한 요인으로써 인간 생활에 음으로 양으로 커다란 영향을 미치고 있으나, 초고층 건물이 도심에 밀집되어 등장함에 따라 피해야 할 부정적인 요인으로써 부각되고 있는 듯이 보인다.

그러나 바람이라는 것은 존재 자체를 부인 할 수 없는 존재이며 다만, 인간이 만들어 내는 고층 건물로 인해 피해를 발생시키면서, 우리에게 알려지지 않았던 새로운 모습을 보여주고 있는 것이라고 할 수 있다. 아울러 그러한 문제점들 또한 누구나 한번쯤은 겪어본 불편함이라 생각한다. 대부

분의 사람들은 이러한 불편함 그 자체를 어쩔 수 없는 것이라 생각하며 감수하고 넘어가고 있지만 사실상 이러한 문제는 문제의 정도에 따라 건물이 고층화가 될수록 앞의 예에서 본 바와 같이 심각한 과급 효과를 발생시킬 수 있다.

바람으로 인한 피해는 그 피해의 대상자가 우선 사람이라는 것과 건물로 인하여 인위적으로 발생하는 피해로 인하여 사람이 피해를 입는 일이 있을 수 없다라는 인식의 변환이 이루어지고, 문제 해결을 위한 환경적인·건축적인·행정적인 적극성이 뒷받침된다면 해결 및 대응 방법은 의외로 간단하다고 할 수 있다.

바람으로 인한 피해를 사전에 방지하기 위하여는 풍동 실험을 통하여 충분히 사전에 감지될 수 있다.

풍동 실험이란 지상면을 흐르는 바람을 적절한 스케일에 맞추어 인위적으로 모의 발생시킨 후 모델을 사용하여 건물이 지어지기전 건물 주변의 환경적인 영향이나, 건물면에 가해지는 풍압의 측정, 구조적인 계산을 하여 건물의 흔들림을 사전에 측정하거나 건물 주변의 공기 오염 정도를 사전에 예측하는 등의 실험을 말한다.

다만 그 결과 자체가 계획 및 설계 단계에 충분히 감안되어 건물의 디자인에 반영됨은 물론 건물의 설계 및 환경 영향 평가 과정에 포함이 된다면 효과적이라 판단되며, 더 나아가 보다 안락한 바람직한 주거 환경 창출에 크나큰 도움이 될 수 있으리라 생각한다. ☉