

## 태풍 피해의 교훈과 내풍설계



김종락  
숭실대학교 교수

본 원고 중에 일부는 기준에 발표된 자료도 포함되어 있다.

### 1. 내풍설계의 기본과 목표

지난 3, 4년 동안에는 대형태풍에 의한 피해가 많았다. 부산 자성대 및 신감만 부두의 컨테이너 전도사고 및 부산 아시아드 경기장의 스커트 막구조의 파단 등 태풍으로 피해규모가 점점 커지고 있다.

이와 같은 재해는 피해를 입는 그 이상의 큰 교훈을 남기고 있다. 구조설계시의 풍하중을 명확히 평가하였는지?

구조물에 작용하는 국부풍압력은 충분히 평가 확인하고 이에 대한 안전율이 명확히 확보되었는지?

이와 같은 구조해석 및 부재설계에 따라 충분한 품질이 확보하였는지? 더욱이 건설공사의 특성에 따라 공중, 공정에 따른 검사확인, 공사중간 또는 준공시의 감리 및 검사는 각각의 임무와 권한에 따라, 자만 없이 충분히 실행하였는지?

구조적인 새로운 시스템을 적용하거나 규모가 커진 구조물을 과거의 관습에 의한 설계 과정에서는 기술력, 기술자의 자만은 없었는지?

엔지니어링 업무 또는 시공 업무 과정에서 복잡한 문제를 내가 왜 나서서 제안해야 하는지 라고 생각하며 간과한 것은 없었는지?

선 공정, 후 공정에서 재난을 유발시킬 수 있는 요인 예측과 대비에 간과한 것은 없었는지?

시설물의 자연재해는 재해 발생을 막아야 한다. 최소화해야 한다. 그러기 위해서 발생된 재해의 결과로부터 간과, 왜곡 없이 엄정하게 조사하고 분석하여 그 교훈으로부터 재해 방지의 대안을 찾아야 한다.

교훈을 찾아내고 구조기술분야 모두의 반성이 필요하고, 이에 따른 새로운 내풍설계 기법과 기준 등이 정비되어야 한다.

### 2. 태풍의 피해(예)

최근의 태풍의 피해로 가장 큰 것은 2002년도 8월 30일 ~ 9월 1일 까지 제주도를 거쳐 울진으로 북동진한 2002년도 15호 태풍 루사와 제주도를 거쳐 남해안에 집중적으로 피해를 가져온 2003년도 14호 매미라 할 수 있다.

태풍도래 시 제주고산 기상관측소의 순간최대 풍속이 56.7m/s를 기록한 것은 지상의 기상관측소의 관측 기록으로 최대를 나타냈다.

보도 내용으로 보면 고산기상대 직원들의 표현으로 다음과 같이 보도 되었다. 지난달 31일 한경면 고산리 수월봉 해발 80m 지점에 설치된 풍속계의 순간최대풍속이 56.7m를 기록한 데 대해 고산기상대 직원들이 태풍 '루사'의 위력에 놀랐다. 고산기상대 직원들은 당시 설치물 피해조사를 위해 서로 끈으로 몸을 묶고 건물 밖으로 나왔다가 강풍에 불려 나가지 않기 위해 나무 기둥을 붙잡은 채 간신히 버텼다. 한 직원은 "몸무게가 70~80kg 되는 장정들도 강풍에서 있 기조차 힘들었다"며 "당시 어린이가 있었다면 그대로 바람에 날려갈 을 것"이라고 회상했다.

여기서 설계자로서 중요 시 해야 하는 것은 내풍설계 방법에 따른 기본 풍속의 의미와 기준화 시간이다. 설계풍하중 산정의 기본풍속은 10분간 평균풍속이다. 태풍도래 시에 발표되는 풍속은 평균시간 2~3초의 순간풍속이므로 1/1.5~1/3.0이 될 때도 있다. 기술자는 여기에 오관하지 않기를 기대한다.

〈사진1〉은 (제주일보) 북제주군 조립식 상가 건물이 태풍에 날려 전 붓대를 덮쳤고 주변의 교통이 마비된 사례이다. 이후 현장에서 건물 잔해와 전봇대를 철거하고 있는 것을 나타낸 것이다.



〈사진 1〉 전봇대 철거

〈사진 2〉는 31일 오전 제주시 일도2동 대창빌라 외벽에 쌓았던 벽돌이 강풍에 떨어져 내리면서 밑에 있던 승용차 4대가 완파되자 시청 직원들이 나와 행인 통제선을 치고 있다. 또 벽돌이 떨어지면서 전기줄이 단선돼 일대 아파트 단지 5천여 가구가 2시간이 넘도록 정전된 사례를 나타낸 것이다.



〈사진 2〉 떨어진 외벽체

〈사진 3〉은 2002년 15호 태풍 루사가 한반도를 강타한 1일 부산시 강서구 대저동 양곡저장탱크가 강풍에 쓰러져 있는 것을 나타낸 것이다. 2002.9.1. [부산=연합뉴스]



〈사진 3〉 쓰러진 양곡저장탱크

〈사진 4〉는 제주도 서귀포시 하효동 일주도로변 전신주 6개가 부러져 하루 종일 교통이 통제된 것을 나타낸 것이다. 8월31일



〈사진 4〉 부러진 전신주

2003년 제14호 태풍(매미)는 2003년 9월 12일에 경남사천으로 내습하여 13일 새벽에 동해안으로 진출하였으며 이로 인한 피해도 대단하다.

〈사진 5〉는 부산 신감만 부두 컨테이너 크레인의 전도사고의 예이다. 단일 사고현장의 피해정도는 가장 큰 사례로 남을 것이다.



〈사진 5〉 신감만 부두 컨테이너 크레인의 전도

태풍의 피해를 살펴볼 때는 사회 시설 및 구조물은 급속도로 대단위, 대규모, 대형화 되어 가고 있으며, 태풍의 내습빈도 및 풍속의 크기가 변하며 도래하고 있다는 점을 간과해서는 안 된다.

이제 기상재해는 사회의 규모와 시설물의 규모에 따라 큰 피해를 유발시킨다. 국민들의 안전을 위협하고 동시에 재산 피해액도 크게 증가하고 있다는 것을 항상 명심해야 한다. 특히 태풍에 대한 피해는 사전에 피해를 줄일 수 있는 준비를 할 수 있는 재난이다. 지진과는 달리 태풍이 형성되면 진로를 예측할 수 있는 과학기술이 개발되어 활용되고 있으므로 몇 시간 크기는 하루 정도 대비할 수 있는 시간적인 여유가 있다. 또한 피해 예상 분석도 가능하므로 사전에 예상피해

를 예측하고 대비책 강구 및 행동요령을 수립하고 국민의 안전을 위해 국가적인 안전 점검 확인 시스템을 구축하고 또 관리 되어져야 한다. 특히 2003년 8월 말의 태풍(매미) 때는 부산, 마산등지에서는 원 목적치장의 태풍 대비책의 간과로 많은 생명이 희생되었다. 더욱이 태풍이 도래하여 해일이 발생하고 있는데도 불구하고 파도 구경하다가 변을 당할 수도 있다. 이러한 일은 다시는 발생하지 않도록 해야 한다. 다른 기회에 발표할 예정이나, 건축물의 외장재의 박리비산, 창유리의 파손비산 등 많은 사례들이 있다. 더욱더 내풍설계를 강화하고 확인하는 시스템 구축이 시급하다.

### 3. 건축물 및 시설물의 태풍피해의 유형

강풍은 지진과 달리 지표면 위의 대기경계층에 노출된 부분에 심하게 변동하는 풍속이 시설물에 도래하고, 그 풍속은 풍압, 풍력으로 시설물의 표면에 작용하며, 또한 창유리나 벽을 통하여 보, 기둥에 작용하여 지반에 수평력으로 전달되게 된다.

우선 풍압, 풍력의 전달 위치별로 구분하여 피해의 유형을 크게 구

분하면 다음과 같다.

- ① 골조의 파손, 기초부의 파손
- ② 지붕골조의 파손
- ③ 지붕의 부착물의 파손 박리, 비산
- ④ 지붕위의 지붕마감재파손
- ⑤ 벽체의 전도파손
- ⑥ 벽마감재 파손
- ⑦ 벽체의 부착물 파손, 박리, 비산
- ⑧ 창유리의 파손, 창틀의 파손
- ⑨ 골뚝의 전도, 파손
- ⑩ 광고판, 표지판의 전도, 파손, 박리, 비산
- ⑪ 송전탑의 전도, 파손
- ⑫ 가로수의 전도
- ⑬ 전주의 전도, 파손
- ⑭ 해일 등 부가적인 피해

피해유형별 피해양상 및 대비책, 인명피해 여부를 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 구조물관련 태풍에 의한 주요 피해유형

파 손 · 피해구분	파손, 피해유형	피해 양 상	대 비 책	인명피해여부
건축물	지붕적치물의 비산 지붕위 부착물 파손, 비산 지붕마감재 파손, 박리, 비산 지붕골조의 파손, 파괴 부착물(간판, 광고판) 파손, 박리, 비산 벽마감재 파손, 박리 벽체의 파손, 전도 골조의 파손, 파괴 뼈대골조의 파손, 붕괴	주변건물에 비산 주변건물에 비산 주변건물에 비산, 및 수해방수기능상실 건물기능상실	비산방지대책 비산방지대책 마감재적정성, 고정방식개선 등 정착방법개선 설계시공 검토	가능성 많음
건축물의 창유리	창유리의 비산파손 유리의 비산 창틀, 샷시의 낙하, 비산	지상 보행자의 사상 주차차량파손	파손형태 · 파손율 조정 창유리보호 · 덧문설치	가능성 많음
풍진동, 거주성	불안, 거주성 상실	구토, 불안, 기능마비	건물강성향상	거의 없음
송전탑 · 전신주 가로수 · 광고판	파손, 박리, 비산	주변에 비산 추가파손	내풍설계점검 · 부착물의 고정 정착방법 개선	가능성 많음
도로표지판	파손, 전도, 비산, 박리	전도비산에 따른 주행차량사고	내풍설계 점검, 정착방법개선	가능성 많음
기타시설물	전도, 비산	산업시설 파손, 추가파손	내풍설계 점검	가능성 많음
해일 및 부가적인 피해	건물의 전체소실, 붕괴 건물의 일부파손 지하구조물 침수	건물기능상실 지역 및 도시기능상실	해일대비 제한 해일침수대비 제한 지하구조물 제한	가장크다.

우선 여기서 소유주, 사용자, 거주자와 공공 및 보행자 등 모두에게 피해를 최소화해야 한다. 해당건물의 부착물, 마감재의 파손, 박리, 비산에 의한 피해 등이 발생했을 때의 또한 보행자 및 공공에 대한 피해가능성과 그 피해보상 등에 대하여 분명한 책임한계를 정해두어야 한다.

광고판, 표지판 등은 태풍이외에는 공공을 위하여 중요한 역할을 한다. 도로의 표지판은 특히 없어서는 안 될 시설물로 평소에는 길잡이

역할을 하지만, 태풍에 의해 전도, 파손, 박리, 비산하면, 끔찍한 무기가 된다. 주행 중인 차량을 덮쳐 큰 교통사고의 원인이 되기도 했다. 물론 태풍이 도래할 때는 외부 출입을 삼가야 하고 차량의 도로주행도 통제해야 한다. 가로수, 도로변의 전주 등은 사고와 직결되는 시설로 이들 개개의 안전을 완벽하게 확보한다는 것은 매우 어려운 일이다.

또한 우리나라의 아파트에서는 창유리 파손시의 비산을 줄이는 역

할을 하는 발코니, 베란다의 최외곽에 까지도 거주자가 임의로 조망 보전을 위하여 알미늄샷시 유리창을 설치하여 왔다. 이들 창유리는 안전을 검토하고 샷시 설치 시 고정철물의 안전지침도 없다. 장차 도래할 태풍에 대한 대비가 시급하다. 또한 태풍은 반드시 해일을 동반한다. 해일 가능성에 대해 충분히 해석하고 대비책을 강구하며 재해 피난 시나리오를 작성해야 한다. 또한 지하구조 및 건축제한을 제안해야 한다.

#### 4. 2003, 태풍의 특성과 힘

우리나라의 강풍은 태풍, 저기압, 계절풍, 전선 등이 있으며 우리나라에 도래하는 태풍은 저기압, 계절풍 및 전선 등 보다 더 큰 피해를 유발하게 된다.

여기서는 2003년 14호 태풍(매미)에 대하여 알아본다. 태풍(17m/s)은 북태평양 적도 부근에서 발생하여 일본, 중국, 필리핀 등지로 이동하여 폭풍우를 동반하며 점차 발달하여 20km/h 이상의 속도로 서북서진 하다가 북위 25°~30° 부근에서 방향을 전환하기도 하며 북동진하여 우리나라 부근에서는 더욱 가속되어 진행속도가 40~50km/h로 되기도 한다. 지난 9월 11일부터 큰 피해를 유발한 200314호(매미)태풍의 진로 및 태풍위성사진은 <그림 1>, <사진 6>과 같다. 이 태풍은 유난히도 위력이 크며 풍속도 크고, 해일이 심했으며 제주고산 관측소 등에서 59.7m/s의 최대순간풍속으로 지금까지의 기록을 갱신하기도 했다. 저기압의 영향으로 발생한 태풍은 중심에서부터 임의지점에 도래하는 해수면, 지표면의 다양한 돌기에 의해서 각란을 일으키고 풍향풍속이 순간순간 크게 변동한다.

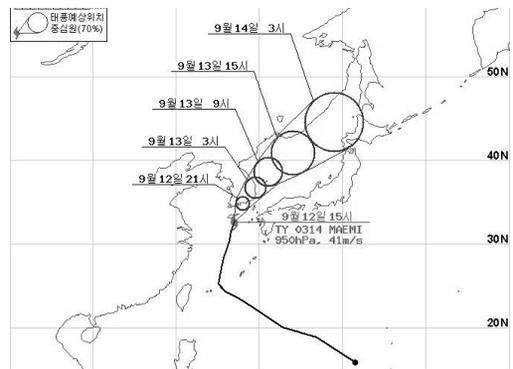
우선 최대순간풍속과 평균풍속을 구분한다. 최대순간풍속은 강풍의 지속시간 중 가장 높은 풍속으로 3배형 풍속계이므로 2~3초의 반응 풍속에 해당된다. 기상대발표 평균풍속은 매 정시 10분전으로부터 정시까지의 10분간 풍속의 평균값이다. 주변지역에 따라 서로 다른 경우도 있으나, 강풍이 불 때의 최대순간 풍속은 평균 풍속에 대해 1.5~3.0배 높은 값을 나타낸다.

또한 이러한 변동특성을 가지며 지표면부근에서는 돌기 등 노출도의 저항에 의해 낮은 풍속이었으나 고도가 높아질수록 풍속은 증가한다. 바람은 언덕, 건물에 맞부딪히면 에너지 손실 없이 풍향방향으로 중속되어 흘러가게 되며 건물에 대해서는 치명적인 압력으로 타격을 가하게 된다. 건축물 주변의 바람의 흐름을 보면 바람을 받는 전면에는 건물을 밀어내는 힘이 작용하고 측면과 배면은 건물 외곽으로 빨아내는 힘이 작용하는 데 특히 모서리부에는 그 힘이 더욱 크다. 이러한 현상은 본 건물형상 규모는 물론 주변의 구조물과 지형, 노출도에 따라 크게 차이가 있다.

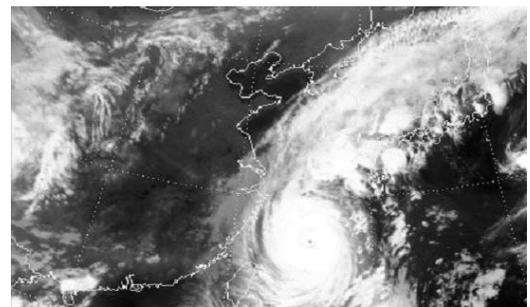
#### 5. 풍하중기준과 안전확인 절차정비

2000년 건설교통부에서는 건축법 시행령432호 「건축물 구조기준 등에 관한 규칙」에서는 최소 하중 및 외력의 산정방법의 골격을 정하고 사단법인 대한건축학회에서 건축물 하중기준 등에 관한 기준을 정해두고 있다.

우리나라는 지역별로 기본 설계 풍속을 정해놓고 있는데 이 값은 10분간 평균풍속의 100년 재현 기대 값으로 정한 것이므로 지역별 도래 가능한 최대순간 풍속으로 환산하기 위하여 1.5~3배를 적용한다. 또한 지역할증은 물론 구조물이 바람에 의한 휨과 가스트 영향계수(1.5~2.5)를 감안하여 안전을 확보하도록 정해두고 있다. 또한 하중 기준 속에는 일반적인 광고판의 설계하중도 산정할 수 있도록 제정되어 있다.



<그림 1> 200314호(매미)의 진로(9월 12일 15시 현재 및 예상 진로)



<사진 6> 위성사진 9월 11일 12시 현재

베란다의 최외곽에 까지도 설계와는 달리 거주자가 임의로 조망보전을 위하여 알미늄샷시 유리창을 설치하여 왔다. 이들 창유리는 안전을 검토하고 샷시 설치 시 고정철물의 안전지침도 없다. 장래에 도래할 태풍에 대한 대비가 시급하다. 태풍은 반드시 해일을 동반한다. 해일 가능성에 대해 충분히 해석하고 대비책을 강구하며 지하구조 및 건축제한을 제안해야 한다.

## 6. 창유리의 파손과 교훈

건물의 배치에 따른 풍속의 증가와 건물형상에 따라 벽면에는 다양한 풍압력이 작용한다. 그럼에도 불구하고 해안에 고층, 초고층 주거 건물이 건설되었다. 과연 충분한 내풍설계가 이루어졌는지? 더욱이 부적절한 설계와 시공으로 피해가 발생되었다. <사진7,8>은 이미 복구공사가 진행된 부분도 있으나 샷시 창유리(베란다 샷시)파손의 전형적인 예이다. 부산지역에서는 해운대 신시가지, 수영만일대, 광안리일대, 남천동일대에서는 거의 모든 건물에서 창유리 파손이 발생하였다. 남천동에서는 사진9와 같이 내압의 변동에 따라 실내 전체에 피해가 발생하였으며 이를 보수하고 있는 상태이다.



<사진 7> 창유리파손 예(일부보수완료상태)



<사진 8> 창유리 파손예



<사진 9> 창유리파손으로 실내보수공사 진행

풍속의 활증 및 국부풍압에 의한 저항력이 부족하여 극심한 창유리의 피해가 발생했다. 사진 10의 창유리 파손 상태를 보면 창틀, 샷시까지 비산한 흔적을 볼 수 있다. 이때에 지상에서 보행자가 있었다면 어떻게 되었을까?



<사진 10> 비산낙하한 샷시와 창유리

<사진11>은 동백섬, 수영만 부근의 H카멜리아 아파트이며, 여기서는 창유리 파손이 전혀 없었다. 조사한 결과 창유리의 종류는 파악되지 않았으나 2장의 8mm 페이글라스로 풍압에 견딜 수 있도록 시공되었다. 충분한 태풍설계에 따라 시공되면 피해를 극복할 수 있다는 좋은 예가 되었다.



<사진 11> 창유리가 건전한 예, 동백섬부근 카멜리아아파트

## 7. 창유리의 올바른 내풍설계

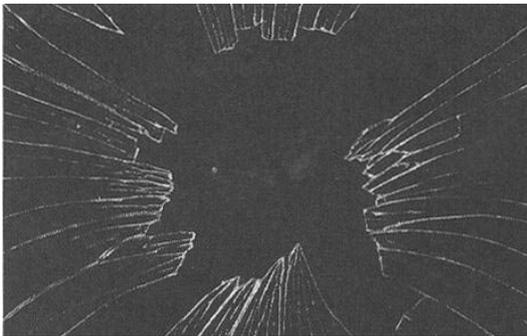
이번 2003년 14호 태풍(매미)의 내습으로 전국각지에 크게 작게 샷시, 창유리의 피해가 발생했다. 이제는 판유리 제조업협의회 및 샷시 제조업협의회, 창유리 공사협의회 등을 재구성하고 설계기준 및 시공기술지침서 등을 정비하여 다시는 이런 피해가 발생하지 않게 하는 장치가 만들어지기를 기대한다.

더욱이 고층의 창유리가 파손 박리되면 낙하하면서 높이의 1.5배 이상 거리까지 비산하여 주차장에 주차된 자동차의 지붕에 꽂히기도 하는 등 여러 사고를 경험한 적이 있다. 유리는 조망을 보전하고, 실내에 빛을 유입하는 등 기능상으로 보면 유용한 건재이다. 그러나 유리에는 눈으로 볼 수 없는 십만분의 1mm정도의 원자크기보다 조

금 큰 미세균열이 존재하는 재료이며, 유리의 종류에 따라 낙하율과 파편의 형상이 다르다. 약간의 흠 또는 부분 충격에 의해 쉽게 깨지는 재료인 만큼 사용 장소에 따라 주의해야 한다.

〈그림2~5〉는 창유리 종류별 충격시험결과를 나타낸 것이다. 일반 유리 (플로우트유리 이하 일반유리)는 낙하하는 파편은 창, 칼과 같은 것으로 비산 시에는 치명적인 인명피해를 유발시킨다. 강화유리는 낙하물은 많으나 둔각의 10mm각 미만의 작은 조각으로 인명피해를 줄이기 위하여 열처리된 유리이다. 필름유리는 파손 시에 파편이 떨어지지 않게 유리나 유리에 고분자 필름을 붙여 놓은 것이며 고가이다. 망입유리는 파손 시 파편을 줄이기 위해 만들어진 재료이다.

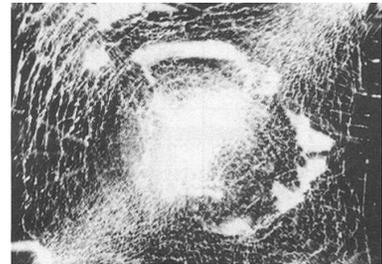
미국, 독일, 영국, 호주, 일본 등에서는 강화유리, 필름유리, 망입유리, 일반유리에 대하여 충격시험에 따른 등급 분류를 하고 창유리의 적용위치, 기능에 따라 설계 시공하고 있다. 특히 건물외면 출입구에 가까운 창에 대해서는 엄격하게 관리하여 필름유리, 강화유리로 시공하고 있다는 점을 유념해야 한다.



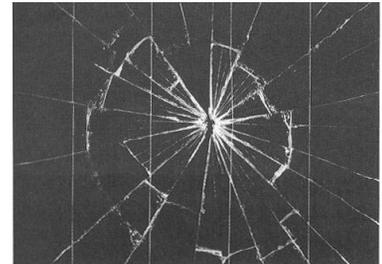
〈그림 2〉 일반유리(5mm)의 충격시험결과



〈그림 3〉 강화유리(5mm)의 충격시험결과



〈그림 4〉 필름유리(5mm)의 충격시험결과



〈그림 5〉 망입유리(10mm)의 충격시험결과

### 8. 지붕 및 부착물의 피해와 교훈

2003년 14호 태풍(매미)에 의한 지붕피해는 주로 경량지붕에 많이 발생했다.〈사진 12〉, 〈사진13〉과 같이 지붕위 광고판은 설계시공이 부실한 경우 큰 사고를 발생시켰다. 당연히 광고판의 표면재는 비산하며 임의 위치의 건물 또는 공공에 피해를 입혔을 것으로 추측된다.



〈사진 12〉 지붕재의 박리비산



〈사진 13〉 지붕위 광고판의 파손 비산

공장건축물 등 특히 박리 파손이후 기계, 설비 등을 위하여 신속하게 보수되어 졌다. 특히 공업단지 내에서도 막대한 피해를 입었다. 이제는 비구조 부재 및 마감재의 안전을 위하여 설계시 안전확인 및 허가 확인제도를 강화하고 설계기준 등의 제정 준비를 충실하게 해야 한다. 지붕의 부착물 등에서도 안전이 확보된 것은 있으나 특히 지붕의 광고판 등의 설치 시에는 파손 박리 시의 공공피해를 생각해 서라도 해당위치의 도래 가능한 설계풍속, 풍압을 명확히 파악하고 구조기술사의 안전 확인이 반드시 필요하다.

### 9. 건축물의 진동에 의한 불안 및 거주성의 피해

2003년 14호 태풍(매미) 때는 태풍의 영향권에 접근해서 동해바다를 지나갈 때까지 고층 건물(아파트 포함) 여러 지역에서 풍진동에 대한 불안 및 거주성의 피해가 있었다.



〈사진 14〉 부산 해안도로변피해현장

지금은 상세하게 조사되지 않았으나 부산 일부지역의 고층 아파트에서는 거주자가 대피하는 소동까지 있었다. 물론 이와 같은 진동은 건물을 구성하는 기둥, 보, 바닥, 벽 등의 구조재의 파손이 수반되지 않은 상태에서 오는 진동이나 강풍우를 수반하는 태풍 시에 반드시 함께 일어나는 현상으로 참을 수 있는 한계도 개인에 따라 서로 다르며, 골조의 구성 및 골조의 강한 정도에 따라 다르므로 장치는 그 지표를 선정하고 재난 시에는 이 지표에 따라 움직임 요령도 준비할 필요가 있다.

### 10. 시설물의 내풍설계

시설물 중에서 자체 중량이 큰 구조물이 태풍에 의한 진도 피해 등은 그 예가 많지 않으나, 도로 표지판, 광고탑 및 송전철탑 등 태풍에 의해 사고가 발생하면 생활 기반에 막대한 지장을 초래한다.

여기서 내풍설계에 대한 접근 및 그 대책에 대하여 생각해 보자. 앞서서도 이야기를 했으나, 강풍은 지역에 따라 산, 바다, 평야, 도심자 등 지역별로 풍속의 할증, 난류강도 등 내풍설계에 중요한 고층건물이 운집해 있는 경우 지역 조건에 따라 풍속이 감소, 할

증 하게 된다. 이는 터널효과, 계곡효과 등 여러가지의 복잡한 조건에 의해 변화한다. 여기에 대해 현실적으로 도로 표지판 등의 시설물도 전국 어디에 가도 거의 똑같은 부재를 사용하고 있는 듯하다.

물론 강풍이 불 때는 도로의 차량교통을 통제해야 한다. 그러나 긴급차량의 주행 시에 이와 같은 시설물의 진도 또한 탈락된 표지판이 차량을 덮칠 경우, 엄청난 사고로 연결될 것이다.

특히 공공시설물의 경우, 공공에 대해 태풍시의 안전 대책을 충분히 검토하고 그 대책을 마련하였는지?

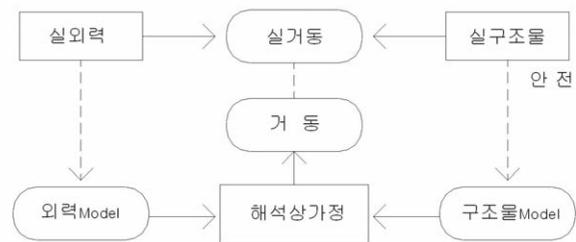
지역 특성, 국소지형, 주변 노출도에 따라 충분한 검토와 함께, 공공의 안전을 최우선으로 한 내풍설계가 이루어 져야 할 것이다.

### II. 내풍설계의 목표와 기본

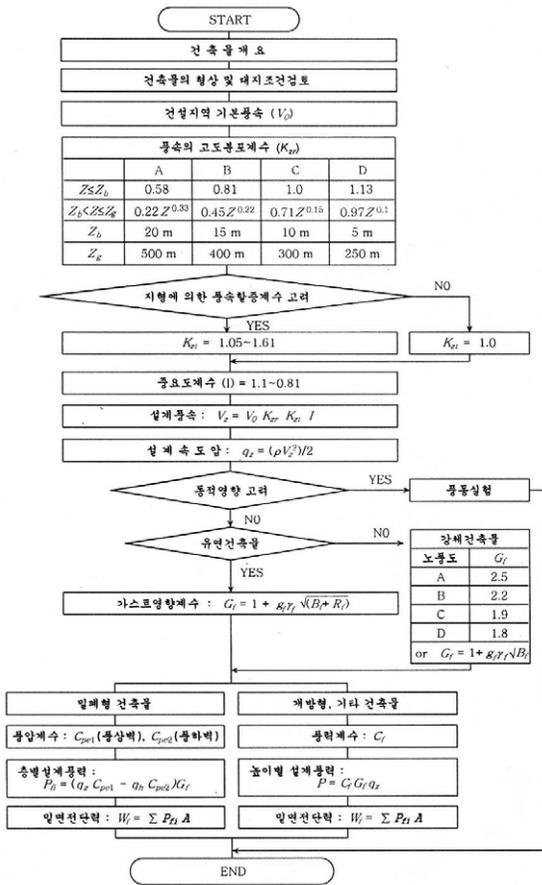
우리나라에서의 구조물 설계를 주체적으로 관계하는 기술자는 건축 구조 기술사 650여명에 엔지니어링 업무를 수행하는 기술자 약 1300여명으로 추정하면 약 2000여명이 된다.

이와 같은 구조기술에 경험과 기술적인 책임을 가진 기술자가 있으므로 현재 한국의 건축물, 구조물, 도시 등이 실현되었다.

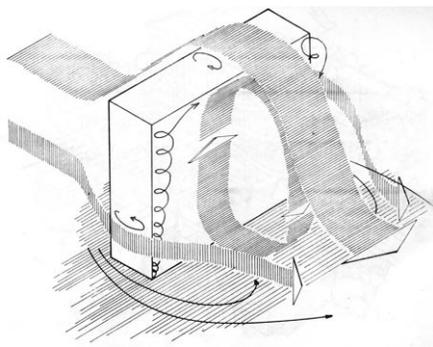
구조기술자는 끊임없이 기술력을 향상시키고 경우에 따라 공정, 유지관리에 문제에 예견되는 경우에는 일보의 양보도 하지 않아야 하며 강한 결정권을 행사해야 한다.



〈그림6〉 구조설계의 목표



〈그림7〉 구조골조용 풍하중 산정의 흐름도



〈그림8〉 건물주변의 기본적인 공기의 흐름

〈그림6〉은 구조설계의 목적을 나타낸 것이다. 구조설계의 최종목표는 실제의 중력장에서의 모든 외력에 대하여 실구조물이 기능을 발휘하며 충분히 안전하게 하는 것이다.

구조설계시에 대입하는 외력은 전부가 인위적으로 모델화한 것이다. 그 위에 모델화된 구조물에 해석상의 가정을 도입하여 거동을 평가·설계하므로 결코 실구조물의 거동이라 할 수 없다. 특히 이와 같은 가정과 모델을 기본으로 계산기를 이용하여 얻어지는 결과가 거

동의 전부를 파악한 것처럼 생각해서는 안된다. 그러기 위해 외력에 대해서 건설교통부 제정 하중기준은 최소하중이며 특히 풍하중의 경우 엄밀하게 산정된 값을 설계하중으로 정해야 한다.

〈그림7〉은 풍하중의 산정의 흐름도를 나타낸 것이다. 기준풍속의 지역구분도가 작성되었고 100년재현기대치로 10분간 평균 풍속 25m/s~45m/s로 정해두고 있다. 건축물의 내풍설계를 위한 풍하중 기준은 건설부령으로 정해둔 것을 2000년 6월에 개정하였다. 우리의 내풍설계는 지표면 10m 높이에서 10분간 평균풍속을 설계 기본 풍속으로 정해두고 구조물용, 지붕골조용 및 의장재 설계용으로 구분하였고, 설계속도압은 다음 식으로 구할 수 있게 했다.

임의 높이에서의 설계 속도압은

$$q_z = 1/2 \cdot \rho \cdot \overline{V_z^2}$$

지붕면 평면 높이에서의 설계속도압도

$$q_z = 1/2 \cdot \rho \cdot \overline{V_z^2}$$

〈그림8〉은 건물주변의 기본적인 공기의 흐름을 나타낸 것이다. 와류의 발생·박리풍속·하중의 변화생성·치수에 따른 공기력 특성 등 불규칙적이고 복잡하다. 이에 풍하중기준에서 제시한 강체구조의 일정규모 이상의 경우 주변기류, 압력, 진동실험 등을 선정 실시하고 설계한다. 특히 건설후의 풍환경의 변화, 빌딩풍에 대한 대책 등을 수립하여 주변을 이해 시켜야 하므로 10층 정도 규모가 되면 주변기류에 대한 실험을 한다. 국내의 풍동의 보유수는 6개소 이상으로 추정되고, 15여 년간의 연구성과로 바람에 의한 진동특성을 예측하고 있다. 자연의 큰 힘에 대비하지 못하거나 소홀하게 대비한 것은 없었는지? 자연의 힘을 바로 알고 건설하게 대비하여 재해를 극복 최소화 하기위한 업무 등에 간과한 것은 없었는지? 우리의 기술자 업무환경에서도 되풀이 확인 할 수 있기를 기대한다.

## 12. 마무리

재해는 우리에게 막대한 물질 손해와 인명의 손실을 가져왔다. 그러면서 동시에 귀중한 교훈을 우리에게 준다. 200215호 및 2003년 14호 태풍(매미)도 수많은 교훈을 남기고 있다. 기술자로서 기술적 자만 또는 지나친 사업욕심에 의한 경제성 추구에서 온 안전성의 부족은 없었는지 기술사, 기술자는 이와 같은 개발 사업자들에 대한 사회적인 패트롤 역할도 필요하다. 귀중한 교훈으로부터 국가의 재산과 인명피해를 최소화하기 위한 노력이 필요하다.