

技術解説

소음과 주거환경 Noise and Residential Environments

이 광 태
(Gwang-Tae Lee)
(경남대 건축공학과)

I. 머릿말 (건축환경과 인간과의 상호작용)

그림1은, 인간계에 외부 환경이 작용하였을 시에, 인간이 어떠한 행동과 반응을 보이고 어떻게 실내환경을 형성(개량과 조절)시킬까를 개관하여 나타내어 보인 것이다.

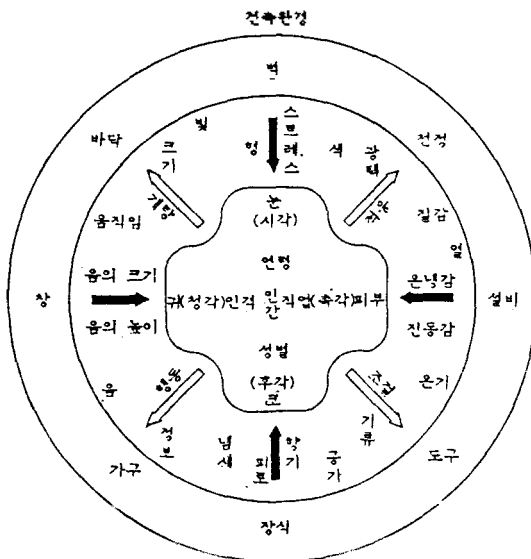


그림 1. 건축환경과 인간의 상호작용

실내공간은 건축의 외부(벽, 창, 지붕등)에 의해서 외부환경의 직접적인 영향으로부터 보호되고 있다.

건축의 외부가 패시브(passive)적으로 적절히 설계되어 있으면, 바깥의 험악한 환경조건하에서도 실내를 쾌적한 상태로 유지할 수가 있고, 그곳까지는 미치지 못할 경우라도 액티브(active)한 수단인 환경조절설비의 도움을 빌려, 경제적으로 적은 경비에 의해 보다 쾌적한 실내환경을 만들어 낼 수가 있다. 그러나 현대사회와 같이 인간이 자리잡고 있는 건축적인 환경으로부터의 피해가 지나치게 클 때에는, 우리 인간들은 이러한 환경 문제에 적응할 수 있었던 본래의 자연적인 감각과 자기제어의 시스템을 상실하고 마는 한계에까지 이르게 된다. 따라서 미래의 건축이란 인간과 환경간의 사이버네틱(cybernetic) 상호관계를 여하히 살려서라도 생활의 즐거움을 건설하는 것이 되지 않으면 안된다.

II. 건축환경과 주거환경성능

2.1 건축환경

최근 우리나라에도, 고도경보화 사회로 나아감에 따라, 오피스빌딩의 인텔리겐티화와 홈 오토메이션등의 하드웨어(hardware)적인 면에서의 질적 향상이 눈에 크게 띄고 있다. 반면 그곳에서 활용하고 있는 인간에게 있어서는 정량 적절한 거주환경이 확보되어 있는 것일까하는 점에 관한한, 많은 의문이 따른다.

환경요소가운데 인간의 육체적인 건강과 안전에 직접 관계하는 것이 '空氣環境', '溫熱環境', '水環境' 등이며, 생활감, 視認性, 분위기등의 심리적인 건강이나 문화적 생활에 직접 관계하는 것이 '光環境', '音環境'등의 이른바 정보환경이라고 할 수 있다. 인간에 관해서 보다 바람직한 거주환경을 창조해나가기 위해서는, 쾌적성·보건성·안전성등의 '건축환경의 質'들이 바르게 인식되고, 이들 모든 환경요소들이 종합적으로 평가되고 조화를 취했을 때 가능할 수 있는 것이다.

지금까지의 환경평가는 환경요소들을 개별적으로 그리고 물리량에만 국한하여서 행하여지는 경우가 많았다. 그러나 환경의 주체인 인간은 주위로부터 수많은 자극을 받고 있고, 또한 그들에 반응해 나가면서 종합적으로 환경을 평가하고 있다. 그리고 평가 대상의 항목으로는, 음, 빛, 열, 공기, 물등의 물리요소에 더해서 인체의 생리·심리반응 혹은 사회경제정세와 인간관계에 까지 이르고 있다. 따라서 적절한 거주환경을 위하여는, 평가에 있어 사회경제정세 및 인간관계까지 취급하는 것은 불가능에 가깝지만, 상기의 다섯가지의 물리요소와 그것들에 관련하는 심리생리반응에 관하여서는 종합적인 평가가 행하여 질 수 있도록 상호간의 연관과 영향을 검토할 필요가 있다.

2.2 거주환경성능

도시에서의 인구집중과 세대의 세분화에 수반하여, 주택에 대한 수요가 급격히 증가함으로써 주택정책은 아직까지도 '양의 확보'라는 수준을 벗어나지 못하고 있다. 그러나 한편에서는 근년 국민의 생활수준의 향상과 더불어, 주택문제는 '양의 확보'에서 '질의 확보'로 비중이 이행되고 있는 경향이 있다.

이와같은 정세에서 값 싸고 질 좋은 주택을 대량으로 공급하고, 사용자가 그것을 합리적으로 선택하여 취득할 수 있기 위하여는, 다음의 기본적인 정보들을 대상으로 하여, 주거환경성능을 종합적으로 평가하여야 한다.

1 주택내외에 있어서 환경향복말로 물리량의 측정

→ 건물에 대한, 건물내외의 온도, 습도, 조도에 대한

③ 설문조사를 통해서 거주자본인의 의식(피해감, 가해감등)에 대한 공정하고 신뢰성 높은 정보의 수집

물론 환경을 평가하는 거주자의 입장이 상당히 다양한 분포를 갖고 있기 때문에, 표준적 계량법과 평가법을 이용하여 종합적인 판단을 행하지 않으면 안된다. 또한 사용자의 현재적인 문제 뿐만 아니라 잠재적인 문제에 관해서 까지도 정확히 파악하고, 사용자에게 주거환경 개선을 위한 정보도 제공하여야만 한다.

III. 음환경과 쾌적성

건축환경과 거주환경성능의 평가에 관한 한, 환경요소 단독의 평가에 관해서 조차도 아직 충분한 검토가 행하여 졌다고는 말할 수 없는 단계로서, 종합적인 평가수법에 관하여서는 앞으로의 과제로 남겨두고, 이하에서는 음환경의 문제에 국한하여 취급하기로 한다.

음환경 문제는, 바람직하지 못한 음을 제어하고, 바람직한 음환경을 만들어 내는 것으로 다음의 두가지로 대별된다.

① 소음제어

② 좋은 음환경의 설계와 창조

종래의 음분야에 있어서의 관심은 음에 있어서 최대적해 요인인 소음을 배제하는 '소음의 최소화'에 있었던 것같지만, 그것이 그러하지 않게 될 수 있는 기술레벨에 도달한 지금, 다음의 관심은 '보다 쾌적한 음이 있는 환경'을 만들어 내는 것으로 옮겨가고 있는 것 같다. 이하에서 '적극적인 쾌적'에서 '적극적으로 쾌적'으로 전환하는 것이라리.

'적극적으로 쾌적'으로 전환하는 음환경이라는 입장에서 음의 문제를 취급하게 될 때에는, 인간의 정신현상·행동이라는 심리적 문제와 음의 물리적 사실과의 관계성, 우리들의 생활환경에 관계가 매우 하여 나가야 하는 것이다.

3.1 소음에 의한 감각적 심리적 영향

소음임상의 진단과정을 간단히 정리하여 보면,

1. 건물내외의 음향은 어떤 수준으로 되고 있는가

을 거쳐서 대뇌피질 청각영역에 도달하는 동안 雜聽, 聽取妨害가 일어나고, 또한 소음의 크기(loudness)에 부가하여 순음성분, 충격성, 음질의 시간적인 변화등이 종합되어서 느끼지는 귀에 지음란(noisiness)이라는 感覺的 被害가 일어난다.

2. 청신성 정보의 측면으로부터 들어오는 일관성이 망양제를 구동시키고, 뇌질에 들어온 정보가 대뇌 주변계의 정보의 작용을 혼란시킴으로서, 睡眠·休養 防害와 精神作用防害(공분의 주의·집중력을 낮춤)을 일으킨다.

3. noisiness에 수반해서 대뇌 주변계에서 불쾌, 초조, 회, 비탄등의 情緒的인 影響이 일어난다. 그 때문에 자율신경계와 내분비계를 자극하게 되고, 身體的 影響(맥박·혈압·호흡·위장의 변화, 피부 혈관의 수축, 호르몬의 불균형등)을 일으킨다.

4. 이상의 소음의 직접적 영향, 간접적 영향이 종합되어 annoyance(불쾌감, 방해감, 귀찮음)가 생기게 된다. annoyance가 커다란 영향을 입어지면 憤怒·진정·소용등의 個人的·集團的 行動으로 발전한다.

이들 소음영향개구에에서 무엇보다도 중요한 것은 난청이다. 음원 가까이에서 95dB(A) 이상이 되고 소음은 계속 직감이 자주 높고, 소음 개음치음이 높게되고, 음질에서 떨어져면서 대령이 감소하는 경우가 대부분이기 때문에, 헤드기 소음이나 철도소음의 경우, 부근 부근에 대해서 청각장애의 위험을 거의 무시할 수가 있다. 오히려 80~85dB(A)의 도로 교통소음이나 리벳치기·드라즈미 용접음등의 공장 소음에 장시간 노출되어 있는 환경의 경우가 (특히 3000~6000Hz 부근에서) 청력장애에의 위험은 더욱 크지게 된다.

3.2 주거 환경에 영향을 주는 소음

소음은, 각종 방해 중에서도 일상생활에 가장 밀접한 관계를 가지고 있고, 그 발생원도 다종다양하기 때문에, 그 발생원, 발생원으로부터의 전파, 그리고

흡'의 두 가지로 나눌 수가 있다. '공적·무의식소음'은 소음레벨이 비교적 높고, 시간변동과 일변동이 심하고, 장시간 폭로되는 음으로, 교통소음(자동차소음, 오토바이소음, 열차소음, 비행기소음등), 공장소음, 건설소음등이 있다. '유의식 소음'은 소음레벨은 낮지만, 들리면 잡음 잘 수 없다든지, 초조하다든지 하는 심리적 영향을 일으키기 쉬운 바음으로 자동차 경적음, 심야영업소음(특히 카라오케등의 음향기기음), 휴지교화·물품판매등의 스피카음, 학교·유치원의 시끄러운 소리, 관공시등의 사이렌음등이 있다. 소음의 항목별 진정을 보면, 공사사업장 소음이 압도적으로 많고 다음에 건설작업의 소음, 심야영업소음, 자동차소음, 항공기소음, 열차소음의 순으로 많은 진수를 점하고 있다. 그러나 외부근원소음의 경우 불만지적이 가장 많은 것은 가까운 곳의 자동차 경적음이고, 다음이 휴지교화·물품판매등의 스피카음, 애완동물·가족의 웃음소리등의 순으로 되어 있다.

(2) 실내소음

주거내 발생소음은 크게 생활환경에 수반된 소음, '설비·기기소음', '악기·음향기기·정보기기의 소음'등의 3가지로 나눌 수가 있다.

생활환경에 수반된 소음은 생활이 생활하면서 말하는 것으로, 기기로부터 발생하는 소음은 제외한다. 목소리, 기침, 재제기등의 생리적인 것과 박수등이 있다. 인간이 행동할시에 조심하면 컨트롤할 수 있는 소음이 대부분이다.

가정생활원수품의 하나가 되어 있는 전기제품의 소음·진동의 문제도 최근 그 지각이 상하게 요구되고 있다. 특히 문 에어컨, 실내난방기, 전조음, 전기 청소기 및 전기개나기, 환풍기등의 소음이 생활소음의 문제로서 많이 이어지고 있다. 그러나 이러한 문제해 대응되어 꼭 해결 등이, 최근의 과학기술의 발달한 진보를 배경으로 저수문화에 따라 요구제반의 소음·진동은, 생활환경에 대한 영향을 줄여나가고 있다.

악기음, 음향기기·정보음은 그 음을 듣고서 들리는 것일, 소음 현상도 있는 생활환경이지만, 소음이 될 수 없지만, 그 이외의 사람등에게 있어서는

3.2.1 공적(公的)소음

1) 교통소음

원부소음을 크게 '公的·無意識騒音'과 '有意職騒

듣기 싫은 방해음이다. 특히 피아노, 첼로, 드럼등은 공기음 뿐만이 아니고 고체음도 발생하기 때문에 특히 주의를 요한다.

이들 실내소음원에 관한 근린소음중, 텔레비전·스테레오음, 이웃사람의 이야기소리, 떠드는 소리, 우는 소리와 콜러음이 비교적 타인에게 큰 쉼을 끼치고 있다.

3.2.2 고체전파소음

이웃간의 경계벽이 충분한 두께의 콘크리트로 지어져 있으면, 차음규정을 충분히 만족시키고 이웃집으로부터의 공기전파음에 대해서 코다란 문제를 발생시키지는 않는다. 그러나 콘크리트는 가장 좋은 차음재이기는 하지만, 콘크리트 구조체에 직접 충격이나 진동을 가하면 고체음이 생겨나 구조체를 따라 전파하고 근린주거에 소음이 거의 감쇄되지 않은 채로 방사되어 버린다. 따라서 이와 같은 고체전파음에 대한 거주자의 불만이 많을 수 밖에 없고, 변소·욕실·부엌의 '給排水設備音', 현관문·창사쉬등의 '開閉摩擦音', 튀튀기등에 의한 중량'바닥衝擊音'등으

로 대표된다.

주택외의 경우가 주택내의 경우보다 불만지각이 높고, 주택외에서도 발생강도별로서는 '상위층으로부터'의 지각이 압도적으로 많고, 다음에 '이웃집, 아랫층, 이웃棟으로부터'의 순으로 되어 있다. 그러나 이웃棟으로부터의 지각은 극히 적다.

IV. 음에 관한 주거환경성능

그림 2는, 불쾌적인 소음·진동을 발생시키는 '소음·진동원'으로부터 '건축공간에 있어서 음향적 요구'를 만족시키기 위하여, 소음·진동의 전파경로를 차단하는 감쇄제어 대책의 측면에서, '음향 관한 주거환경성능'을 실내, 이웃, 외부라는 공간의 가운데에 위치시켜 본 것이다. 그림 2를 기본으로 해서 이하에서 이들에 대한 설명과, 주택의 환경성능을 어떻게 정량화 규격화 하고 평가나 설계시공에 결부시켜 나갈 것인가라는 방향설정에 까지 이끌고자 한다.

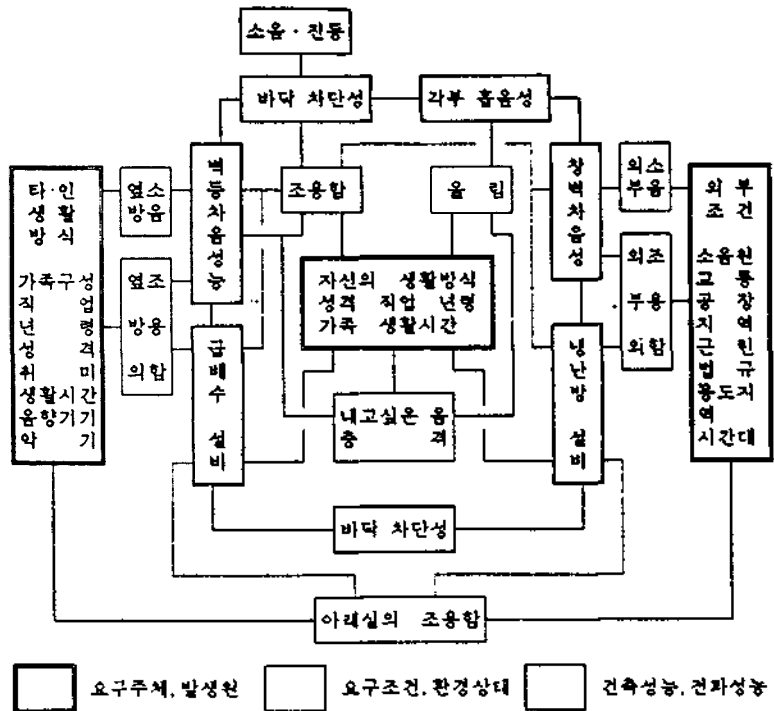


그림 2. 음에 관한 주거환경성능의 공간체계

4.1 건축공간에 있어서의 음향적 요구

건축공간에 있어서의 음향적 거주성을 검토하는 경우, 프라이버시, 잘 울림, 조용함, 즉

① 주위에 마음을 두지 않고 자유롭게 음을 낼 수 있는 행위가 가능할 것,

② 듣고 싶은 음이 보다 잘 들릴 것,

③ 듣고 싶지 않은 음이 들리지 않을 것

이라는 세가지의 요구를 생각할 필요가 있다. 어느 것도 생리보다는 교차의 심리레벨에서의 요구이다.

①에 관해서는, 노래를 부르거나 악기를 연주하여도 폐를 꺼치지 않고, 또한 어린아이가 주거공간의 여기저기를 뛰어 돌아다니고 뒹뒹기를 할 수 있어야 한다.

②에 관해서는, 실의 사용목적에 적합한 울림을 확보하여야하는 것이다. 언제라도 좋아하는 음악을 희망하는 음량으로 들을 수 있고, 조용한 음악일지라도 방해받지 않고서 들을 수 있지 않으면 안된다. 또한 외부와 선화통화를 하고 있을 때라도 내부소음에 의해서 청취방해받지 않도록 하여야 한다.

③에 관해서는, 우선 실내소음이 낮을 것, 수면·휴양, 공부·독서등의 정신작업이 방해받지 않아야 할 것이 필요하다.

4.2 음에 관한 건축물의 거주성과 표준화

다음 여섯가지가 음에 관한 건축물의 거주성의 대표적인 것이다.

공기음에 대해서는,

- ① 외부소음의 '遮斷'성능
- ② 설비·기계소음의 '靜密'성능
- ③ 열방간의 차단성능
- ④ 동일실내에서의 음의 '傳播'성능

고체음에 대해서는,

- ⑤ 급배수소음의 '防止'성능
- ⑥ 바닥충격음의 방지성능

실제 건축물의 이들 음향성능은 소스 각각에 대한 기준치를 각각 별도로 설정하여야 하고 각각의 측정방법과 평가량이 설정되어 지고, 또한 평가판단을 위한 평가기준도 준비되어야 할 필요성이 점점 인식되어 지고 있다. 이것은 설계자와 시공자뿐만 아니라 사용자에 대해서도 보다 큰 도움이 될 수가 있다. 즉 건축계획자·

설계자는 고려하여야만 하는 성능 항목과 설계 목표의 지침을 제공받게 되고, 시공자·관리자는 수주한 주택에 대한 성능을 제공받게 되고, 시공자·관리자는 수주한 주택에 대한 성능을 명확하게 예측할 수가 있고, 시공상이 결함에 따른 염려와 경비지출로부터 해방될 수가 있다. 또한 사용자는 임주의 상형 예측이 가능하고, 적당한 주택관리 방법에 대한 판단 기준을 얻을 수 있다.

음에 관한 건축성능, 즉 '遮斷', '靜密', '傳播', '防止'등에 관한 표준화의 내용을 '測定', '評價', '基準'이라는 세개의 항목에 대해서 '바깥과 안', '방과 방', '방안'등이 공간성능과 개구부·외주벽등의 '부위성능'으로 대별하여 구체화하고, 이들 각 항목별 내용에 관해서 규격화하는 작업이 각 국가별(JIS, DIN등)·국제적(ISO)으로 추진되어 오고 있다. 각 성능에 대한 측정, 특히 평가와 기준등에 대해서 규격은 아직 불비하기는 하지만, 새로운 규격의 작성 작업으로서 여러 항목이 현재 심의 되고 있으므로, 앞으로는 종합·동일적인 측면에서의 규격화가 기대된다.

우리나라의 경우, JIS 규격을 그대로 혹은 변용해서 사용하고 있는 실정이다. 많은 각 종의 건축구법·새료가 국제적 일반화가 이루어지고 있고, 그것에 더해서 건축설계 및 시공의 국제화도 급속히 진전되고 있는 실정이고 보면, 국제적인 국제화도 급속히 진전되고 있는 실정이고 보면, 국제적인 공통의 측정·평가·표시방법이 점점 필요시되고 있다. 그러나 건축이란, 재료·구조 더 나아가는 생활양식까지 나라·지역의 기후풍토에 의해서 달라하고 있기 때문에, 무조건적으로 국제적인 통일된 방법만으로 평가하는 것은 곤란하고, 성능에 따라서는 나라마다 다른 측정·평가법 및 기준설정이 필요하다.

4.3 설계·시공 프로세스에서의 음향적 성능의 실현방법

음에 관한 요구 원형성능을 실현시키는 방법으로서 액티브(active)한 제어도 없는 것은 아니지만, 일반적으로 패시브(passive)한 제어가 주된 것으로 되어 있다. 이러한 패시브한 음향조성에서 주역이 되는 것은, 부지선정과 배치계획, 평단면계획, 부위의 구벽계

획, 마감재료의 선택 및 시공이다.

일차적으로는, 적절히 부지를 선정하고 배치 및 평단면을 계획함으로써, 유원으로부터 수음자를 격리시켜야 한다. 그리고서도 만족한 수준에 도달하지 못할 경우에 부위의 구법설계와 마감재로이 선정에 의해서 실현시켜 나가도록 하여야 한다. 그러나 음향설계의 결과는 전부 평·단면이나 구법·재료 사양으로서 표현되기 때문에, 잠재화된 음향적 배려를 도면으로부터 읽어 낼 수가 있다고 하여도, 아무래도 형태적인 마감의 오차나 코스트가 우선하기 때문에, 음향적으로는 결함건축이 되기가 쉽상이다. 그러므로 음향적인 구법설계와 함께 시공관리가 특히 중요하며, 음향적인 요구를 性能仕様으로서 顯在化하고, 性能發注로서 담보시키는 것이 요청되는 바이다.

도면접수에서 시공완료 인도까지의 과정중 음향성을 확보한다는 측면에서 중요한 과정과 그들 각 과정에서의 시공상의 유의점을 정리하여 보면,

① 설계도면체크: 설계의도를 충분히 조사하고, 불명확한 점이 있으면 설계자에게 충분히 확인시킨다. 이것을 놓치거나 오해를 하여서 적산을 하면, 시공에 임해서는 예산부족이 발생하고 불충분한 결과를 초래하게 된다.

② 시공계획의 검토: 주로 디테일에 관한 것이다. 시공오차를 흡수할 수 있도록 각 부위의 마감방법을 시공업자, 음향기술 용역업체 및 설계자의 3자와 조정을 해나가면서 체크한다. 시공의 품질을 결정하는 8할은 이러한 계획시점에서의 충분한 검토에 의해서 결정된다.

③ 시공관리: 나머지 2할은 이계획을 얼마만큼 충실하게 실시한 것인가에 따라 결정된다. 일상관리, 모형실험에 의한 성능확인, 중간검사 및 검수추진을 위한 측정법의 확립이 중요하다.

V. 맺음말 (靜穩한 생활환경 확보방책의 문제점)

지금까지 상술한 內的·個別的 측면에서의 문제해결방법 만으로는 급격히 변화하는 소음환경에 적응하여 나가기에는 역부족의 점이 너무나 많은 것

같다. 소음방지·공해방지라는 外的·公共的인 측면에서의 국가적인 지원이 무엇보다도 중요시되고 있다. 그래서 어하에 靜穩한 생활환경을 확보하기 위하여 국가적 혹은 공공적 측면에서 해결하지 않으면 안되는 아홉 개의 과제를 제시해보았다.

① 토지이용의 재편성: 토지이용의 혼재로 소음에 관한 환경기준의 달성이 곤란함으로, 자연지형을 고려한 용도지역의 재분배가 필요하다.

② 주거간의 차음성능의 강화: 특히 바닥충격음레벨의 최고한도 규정, 스타브 두께와 강성의 증강, 뜬 바닥의 채용등이 요구된다.

③ 非定期音, 純音成分性·衝擊姓의 음등에 대한 평가기준의 확립: 비정상소음중 변동소음과 간헐소음의 평가법으로는 L_{eq} 등이 확립되어 있으나, 불쾌감과 소음의 비정상정과의 관계는 아직 정립되어 있지 못하다.

④ 주택주변 사용기기의 저소음화

⑤ 실내 허용소음레벨의 제안: 주택내에서 사용되는 소음 발생기의 허용 파워레벨과 내장흡음재의 흡음력의 설계지침을 제공하기도 한다.

⑥ 주택주변에서 현저한 소음발생을 일으키는 영업행위의 금지

⑦ 거주구역주변에서의 생활행동의 규범화: 공동주택등의 입주시 소음발생의 제한에 관련된 서약을 요구한다.

⑧ 지방행정의 근원소음문제해결에 적극적으로 참가: 법률에 의한 단속보다, 주민들이 개개지구의 실상에 대응한 대책을 신청하고, 진정문제는 주민 상호협력에 의해서 해결하도록 하여야 한다.

9. 방음방진 기술의 개발에 국가적 조성금의 마련

참 고 문 헌

1. J.E. Moore-Fruba, Design for noise reduction, Architectural Press, 1966, pp.34~39.
2. 이광대, "고속도로 주변의 교통 소음에 이르기까지에 관한 연구", 서울대 석사논문

筆者紹介

- ▲이 광 태(정회원) 1953년 11월 15일생
1976년 2월 : 서울대학교 졸업(공학
사)
1981년 8월 : 서울대학교 대학원
(공학석사)
1989년 3월 : 東京大學 대학원수료
(공학박사)
현재 : 경남대학교 공과대학 건축공
학과 부교수