주택연구자료

공동주택의 바닥충격음 저감방안

주거환경에 관한 입주자의 질적인 요구수준이 높아지면서 소음은 주거환경의 중요한 평가인자로 등장하고 있다. 특히 실내소음 중 온돌바닥을 통한 충격 소음은 주거생활을 위축시키고 인접세대간의 갈등까지 유발하고 있어 국가 및 관련학계, 주택을 건설공급하는 민간 건설회사 등에서도 관심이 고조되고 있어 이에 대한 대책이 시급하게 대두되고 있다.

따라서 본지는 바닥 충격음을 저감시킬 수 있는 방안을 강구하기 위해 대한주택공사에서 연구한 자료를 토대로 온돌구조의 차음성능을 파악, 문제점을 규명하고 충격음을 저감시킬 수 있는 설계시안을 현장에 시공, 측정분석하여 열적인 성능저하없이 충격음을 저감시킬 수 있는 재료 및 공법을 발췌, 연재키로 한다. 〈편집자 글〉

IV. 바닥충격음 레벨의 측정 및 평가

측정방법

측정개요

바닥충격음에 대한 평가시 측정 결과치에 영향을 미치는 요소들을 다각적으로 비교분석하기 위하여 주택공사 아파트 신축 현장에 설계시안별 측정대상 구조를 시공한 후 현장 실험을 실시하였다. 현장 측정의 개요는 〈표4-1〉과 같으며, 측정대상 구조의 배치도 및 단위평면도는 〔그림 4-1〕과 같다.

측정방법

측정방법은 KS F 2810(건축물 현장에 있어서 바닥충격음 측정방법)에 의거 실시하였다. 경량충격음 실험은 음원으로써 KS기준에 맞는 경량충격음 발생기(Tapping Machine, B&K Type3204)를 사용하고 중량충격음 실험은 Tire(520-10-4PR)를 사용하였다.

측정위치는 음원실의 경우 측정대상바닥의 대각선 중앙점과 벽체에서 1m 떨어진 4곳을 선정하였고, 수음실에서도 같은 방법으로 5장소를 선정하여, 각각 3회씩 150회를 측정했다. 마이크로폰의 높이는 1.5m로 하였고, 측정주파수 대역은 50~5000 Hz사이의 1/3 Octave Band로 측정한 후 1/1 Octave Band로 환산하였다.

측정결과 및 평가

본 절에서는 바닥구조의 부위별 변화 즉, 바닥마감재, 온돌구성층, 완충재 및 천장구조의 변화에 따른 바닥충격음 레벨을 비교하였다.

바닥구조의 음향성능을 비교하는데 사용되는 차음지수는 JIS의 Lr치, ISO의 Ii(충격음 지수), 미국의 IIC가 있다. 이중 JIS는 경량 충격시에 대해 바닥구조의 음향성능만을 평가하고 있다.

여기서는 국제적으로 인정받고 있는 ISO충격음지수를 경량충격시에 1/3옥타브밴드로 구한 바닥충격음 레벨로부터 식(2.26)에 의해 구했다. 또한 JIS차음지수를 1/1옥타브밴드별 바닥충격음 레벨로부터 구하여 설계시안의 차음성능을 평가하였다.

설계시안-A.B

A안 및 B안은 대한주택공사에서 공급하고 있는 연탄보일러 난방과 중앙공급식 난방의 온돌구조이다. A안과 B안의 단면구조상의 차이점은 A안은 자갈이 90㎜이며 B안은 60㎜이다. 즉 B안이 A안에 비해 두께가 30㎜, 면밀도가 51kg/㎡만큼 더 작다. 따라서 이 두 구조의 차음성능변화량에 의해 두께 및 면밀도의 변화에 따른 효과를 파악할 수 있다.

콘크리트 슬래브와 같이 일체로 되어있을 때는 두께 및 면밀도가 감소할 때 바닥의 강성이 작아져 바닥충격음 레벨은 증가하지만 A안과 B안은 여러층이 불연속층을 이루고 있기 때문에 이론적 해석이 불가능하다.

〈표4-1〉 현장 측정개요

측정대상구조	측 정 장 소	바닥면적	시공기간	측정기간
B,C,E,F G,H,I,J B-F-1,B-F-2 B-C-1,C-C-1	전남 광양군 광양읍 칠성리 대한주택공사 아파트 신축현장	11.88㎡ (3.3M×3.6M)	87.7.4 ~7.7	87.7.20 ~7.25
A,D A-F-1 A-F-2	전북전주시삼천동대한주택공사 아파트 신축현장	-	87.8.14 ~8.15	87.8.31 ~9.1

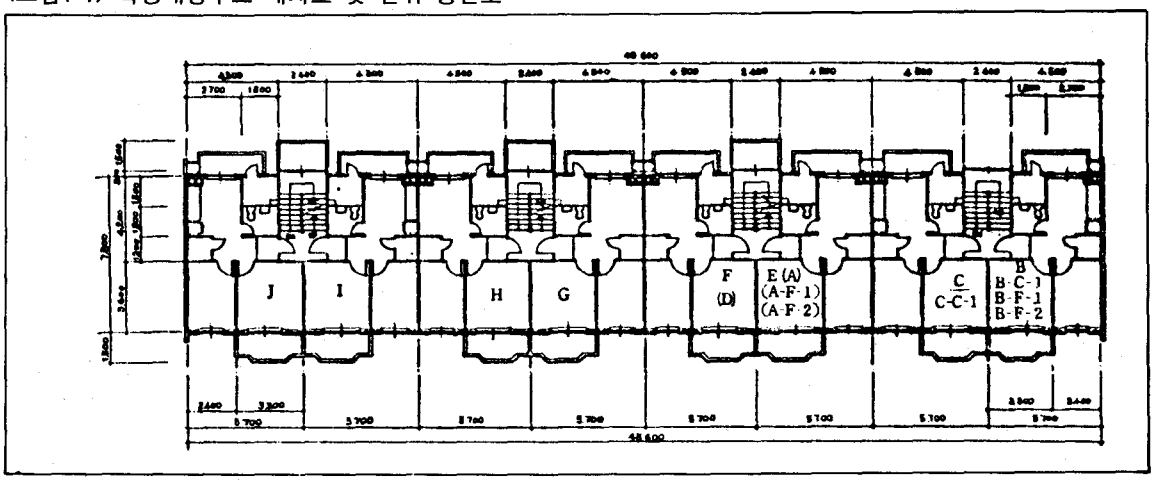
〈표4-2〉 A, B안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원 Lr	경량충격원 Ii	경량충격원 L
A 안 (dB)	75	71	45
B 안 (dB)	76	69	51

A안의 차음지수는 B안에 비해 경량충격시 Lr지수는 1 dB 낮아 차음성능이 좋아졌으나, ISO충격음지수 Ii는 2 dB증가하여 차음성능이 더 나쁘다. 중량 충격시에는 Lr지수가 6 dB 낮아 차음성능이 더 좋다. 경량 충격시 Lr지수와 ISO충격음지수의 결과가 반대로 된것은, ISO기준이 고주파(1,000Hz~3,200Hz)에서 JIS 기준보다 훨씬 아래에 있기 때문에 이러한 결과로 되었다.

주파수별로 A안과 B안의 결과치를 비교해 보면, A안과 B안은 경량 충격시 500Hz에서

<그림4-1> 측정대상구조 배치도 및 단위 평면도



차음지수가 가장 높으며, 중량 충격시에는 A안은 125Hz, B안은 500Hz의 차음지수가 높다.

설계시안－C

C안은 B안의 바닥구조를 개선시킨 것으로, 바닥슬래브 위에 무공스티로폴을 설치하고, 마감모르터층과 벽체 사이에도 스티로폴(K.S 4호) 10㎜를 삽입하여 절연구조로 한 것이며, B안은 슬래브 위에 직경 50㎜의 구멍을 @300 간격으로 뚫어 놓은 유공스티로폴을 시공하고, 마감모르터는 벽체에 연결시켜 마감한 구조이다.

따라서 이 두 구조의 차음성능변화를 파악하면 절연효과를 알 수 있다.

C안의 차음지수는 B안에 비해 경량 충격시 L지수는 5dB, ISO충격음지수는 2 dB 낮아져 음향성능이 향상되었다. 이렇게 차음성능이 개선된 것은, 온돌구성층의 충격음을 슬래브면에 전달시킨 스티로폴구멍의 모르터를 제거하고 벽과 마감모르터층도 절연시킴으로써, 모르터마감층에서 발생한 진동이 벽체 및 슬래브에 전달되지 않았기 때문이라고 판단된다.

각 주파수별로 C안과 B안의 결과치를 비교해 보면, 경량충격시 1000Hz이상인 경우 10 dB이상의 차음효과를 얻을 수 있어 고주파수 대역에 대한 효과가 큰 것으로 나타났으나, 125Hz에서는 다소 그 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

중량 충격원에서도 63, 125Hz이하와 1000 Hz이상에서는 효과가 적었으나, 그 외 주파수

<표4-3> C안과 B안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	Li	L
C 안 (dB)	71	67	46
B 안 (dB)	76	69	51

<표4-4> D안과 C안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	Li	L
D 안 (dB)	60	59	52
C 안 (dB)	71	67	46

에서는 2.1~9.7dB까지의 차음효과를 얻을 수 있었다.

설계시안－D

D안은 C안의 완충재로 사용한 일반 스티로폴 3호대신, 스티로폴 방음보드를 사용한 구조이다. 이때 스티로폴의 두께는 같으나 밀도가 각각 20kg/m³, 16kg/m³이다.

C안과 D안은 결국 완충층만이 다르기 때문에, 두 구조의 바닥 차음성능의 차이를 알면 완충층 변화에 따른 효과를 파악할 수 있다.

D안의 차음지수는 C안에 비해 경량 충격시 L지수는 11dB, ISO 충격음지수는 8dB 낮아져 차음성능이 개선되었다.

중량 충격시에는 D안이 63Hz에서 바닥충격음 레벨이 C안에 비해 6dB증가하였으나, 63 Hz에서의 측정오차를 고려한다면 3~4dB 증가하였을 것이다.

경량 충격시 D안의 차음성능이 8~11dB만

큼 개선된 것은 C안보다 밀도가 더 적은 스티로폴 방음보드를 사용하여 스프링계수를 낮게 함으로써, 완충재의 진동흡수가 많았기 때문이다.

중량 충격시에는 D안이 C안에 비해 스프링계수가 낮아짐에 따라 고음역에서는 진동흡수가 많았으나, 저음역에서는 공진에 의해 차음성능이 나빠졌다.

주파수별로 살펴보면 경량 충격시 C안은 125Hz와 500Hz사이에, D안은 125Hz 대역에서 공진이 일어나 바닥충격음 레벨의 피크치가 있으며 중량충격시에는 63Hz대역에서 공진이 일어난 것으로 생각된다. 즉, 식(2.24)에 의해 D안의 스프링계수가 작아짐에 따라 공진주파수가 저주파수쪽으로 이동한 것이다.

설계시안-E.F

E안은 C안의 자갈 60㎜, 누름몰탈 30㎜, 스티로폴 20㎜ 대신 경량단열판 50㎜, 모래 20㎜로 시공하였으며, D안은 누름몰탈 25㎜, 질석보드 25㎜, 질석골재 20㎜로 시공하여 시공성을 개선시킨 것이다. 이러한 바닥구조의 차이로 차음성능은 〈표4-5〉와 같이 변화하였다.

E.F안의 차음지수는 C안에 비해, 경량 충격시 L지수는 각각 9dB, 4dB, ISO지수는 각각 5dB, 1dB이 증가하였으며, 중량 충격시에도 L지수가 각각 9dB, 4dB이 증가하여 차음성능이 나빠졌다.

경량 및 중량 충격시 E.F안이 C안에 비해 차음성능이 떨어진 것은, 온돌구성층의 면밀도가 낮고 경량단열판 및 질석보드의 스프링계수가 높아 진동흡수가 일어나지 않았기 때문이다.

〈표4-5〉 E.F안과 C안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	li	L
E안 (dB)	80	72	55
F안 (dB)	75	68	50
C안 (dB)	71	67	46

〈표4-6〉 G.H안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	li	L
G안 (dB)	62	57	48
H안 (dB)	80	70	49

주파수별로 살펴보면 대체로 고주파쪽으로 갈수록 E.F안과 C안의 차이가 커지고 있다. 이 이유는 경량단열판 및 질석보드의 스프링상수가 높아져 강성이 커짐에 따라, 공진주파수가 C안에 비해 고주파 대역에서 형성되었기 때문이다.

설계시안-G.H

G안은 대골스레트를 사용하였으며, H안과 비교할 때 온돌구성층의 면밀도는 각각 172kg/㎡, 170kg/㎡로 거의 차이가 없고 완충재도 같으며 온돌구성층의 구조만 다르다. 따라서 이 두바닥의 차음성능변화량으로부터 온돌구성층의 구조변화에 따른 음향성능 개선량을 파악할 수 있다. 〈표4-6〉은 G, H안의 차음성능을 보다 쉽게 파악하기 위해 차음지수를 구한 결과이다.

G안의 차음지수는 H안에 비해 경량충격시 L지수는 18dB, ISO충격음지수는 13dB이 낮아졌으며, 중량충격시에도 L지수가 1dB이 낮아져 차음성능이 개선되었다.

경량 및 중량충격시 G안이 H안에 비해 차음성능이 개선된 것은 G안에서 사용한 대골스레트가 모르터층과 완충재인 록울을 분리시켜, 시공시모르터층의 수분이 록울에 흡수되지 않게 함으로써, 모르터층의 강성이 높아지고, 록울의 성능이 정상적으로 유지되어 충격음을 흡수했기 때문이라고 판단된다.

주파수별로 살펴보면 경량충격시 63Hz를 제외하고 전주파수대역에서 G안에 H안보다 10dB이상 차음성능이 좋으며, 중량충격시에는 250Hz~500Hz에서 6dB이상 바닥충격음레벨이 개선되었다. 그러나 63Hz~125Hz 저주파대역에서는 개선효과가 거의 없으며, 이는 63Hz대역에서 록울완충재의 공진 현상때문이라 판단된다.

설계시안-I

I안과 H안에 사용한 완충재의 밀도는 각각 120kg/㎥, 80kg/㎥이며, I안은 H안에 사용하지 않은 폴리에틸렌 필름을 사용하여 누름 모르터층과 록울을 분리시켰다. 따라서 이 두 온돌구조의 차음성능을 파악하면, 밀도의 변화와 폴리에틸렌 필름의 사용에 의한 효과를 알 수 있다.

〈표4-7〉은 I안의 차음성능을 보다 쉽게 파악

〈표4-7〉 I안과 H안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	li	L
I 안 (dB)	58	53	47
H 안 (dB)	80	70	49

〈표4-8〉 J안과 I안의 차음지수

충격원 / 시안종류 / 차음지수	경량충격원		중량충격원
	L	li	L
J 안 (dB)	57	50	40
I 안 (dB)	58	53	47

하기 위해 차음지수를 구하고 H안과 비교한 것이다.

I안의 차음지수는 H안에 비해, 경량충격시 L지수는 22dB, ISO충격음지수는 13dB 낮아져 차음성능이 크게 개선되었으며, 중량충격시에도 L지수가 2dB 낮아져 차음성능이 개선되었다.

경량 및 중량충격시 차음성능이 개선된 것은, 폴리에틸렌 필름이 G안의 스레트와 같은 역할을 하여 록울의 성능이 정상적으로 유지되었기 때문이라고 판단된다.

주파수별로 살펴보면 I안이 저주파 수대역으로 갈수록 차음성능 개선량이 더 증가하고 있는 데, 이는 공진주파수가 63Hz이하에 있기 때문이라 판단된다.

설계시안－J

I안은 완충재의 두께가 25㎜인 반면 J안은 40㎜이며, 바닥슬래브 위에 기초모르터 30㎜를 추가 시공하였다. 따라서, 이 두 구조의 차음성능을 파악하면, 완충재의 두께변화와 기초모르터의 사용에 따른 효과를 알 수 있다.

〈표4-8〉은 J안의 차음성능을 보다 쉽게 파악하기 위해 차음지수를 구하고 I안과 비교한 것이다.

J안의 차음지수는 I안에 비해, 경량충격시 L지수는 1dB, ISO충격음지수는 3dB 낮아져 차음성능이 개선되었으며, 중량충격시에도 L지수가 7dB 낮아져 차음성능이 개선되었다.

경량 및 중량충격시 J안이 I안에 비해 차음성능이 개선된 것은, 완충재의 두께가 커져 스프링상수가 낮아짐에 따라 〈표2-12〉와 같이 약 2Class개선되었기 때문이다. 온돌구성층의 두께가 80㎜일때 2Class가 상승하면 바닥충격음 레벨은 약 2~3dB개선되고 있으나, J안은 경량충격시에는 1~3dB 중량충격시에는 7dB개선되어, 중량충격시 차음개선량이 기준치보다 훨씬크다. 이렇게 기존의 연구결과와 개선량이 차이가 나는 것은 첫째, 공진주파수가 63Hz대역 이하에서 형성되었기 때문이며, 둘째 J안이 I안에 비해 완충층의 두께만을 변화시킨 것이 아니라 슬래브 위에 기초몰탈 30㎜를 두어 면밀도를 증가시켰기 때문이다.

주파수별로 살펴보면 경량충격시에는 고주파수 대역에서보다 저주파수 대역에서 음향성능이 크게 개선되었으며, 중량충격시는 전 주파수 대역에서 음향성능이 균등하게 개선되었다.

설계시안－마감재

표면마감재의 효과를 검토하기 위해 온돌바닥 마감모르터층 위에 모노륨과 카페트를 깔고 바닥충격음 레벨을 측정하였다.

〔그림4-2〕는 경량충격시 바닥마감재가 있을 때와 없을 때의 바닥충격음 레벨차를 구한 후 (+)쪽을 개선된 량으로 나타낸 것이다.

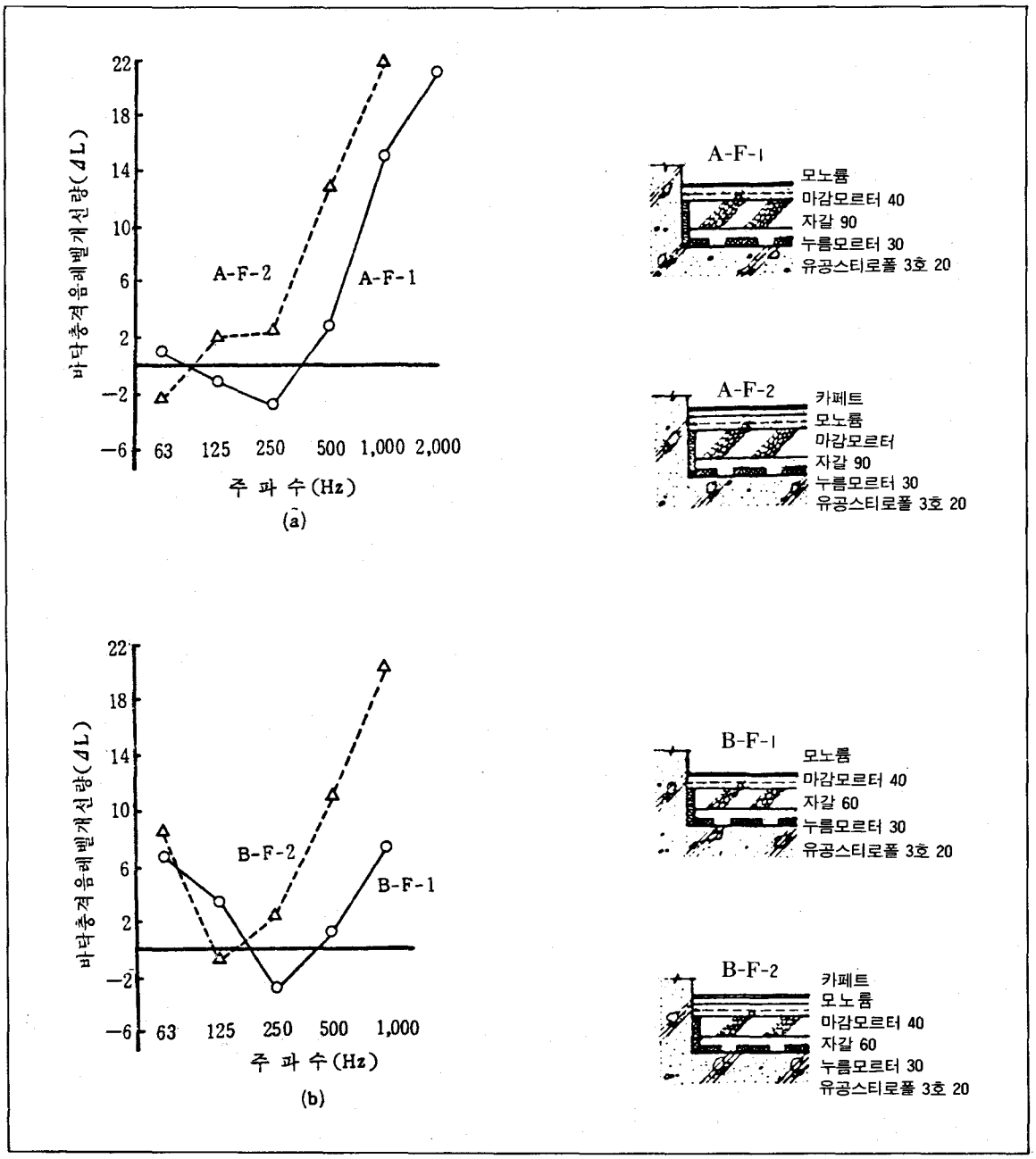
그림에서 A-F-1과 B-F-1은 모노륨을 바닥마감재로 사용한 경우로서 500Hz 이상에서 바닥충격음 레벨이 크게 개선되었으나, 250Hz에서 3dB이상 차음성능이 증가한 이유는 주파수 대역이 충격력의 고유주파수와 일치하기 때문에 공진현상이 일어난 것이며, 충격력의 고유주파수는 2.2절의식 (2.8)과 식 (2.9)에 의해 계산한 결과 255Hz였다.

A-F-2와 B-F-2는 모노륨 위에 카페트를 깐 경우로서 250Hz이상에서 바닥충격음 레벨이 2.3~26.1dB 개선되었으나 125Hz 이하에서는 개선량이 일정치 않음을 알 수 있다. 특히 그림 (b)에서 공진주파수가 250Hz에서 125Hz로 이동한 것은 식 (2.8)의 독립변수인 바닥마감재의 스프링상수가 작아졌기 때문이다. 카페트만의 스프링상수는 재료에 따라 다르나 대별하여 나이론 (98~100%), 울 (99%), 아크릴 (90~95%) 순으로 스프링상수가 작다.

〈표4-9〉는 경량충격시 바닥마감재의 변화에 따른 차음지수를 나타내고 있다.

경량충격시 바닥마감재는 500Hz이상의 대역에서 충격음감쇄효과가 있어 차음지수가 약간 개선되었다. A안의 경우는 모노륨 사용시 L지수가 2dB, ISO지수는 10dB개선되었다. B안의 경우는 모노륨 사용시 L지수가 1dB

<그림4-2> 바닥마감재에 의한 바닥충격음 레벨 개선량(경량충격)



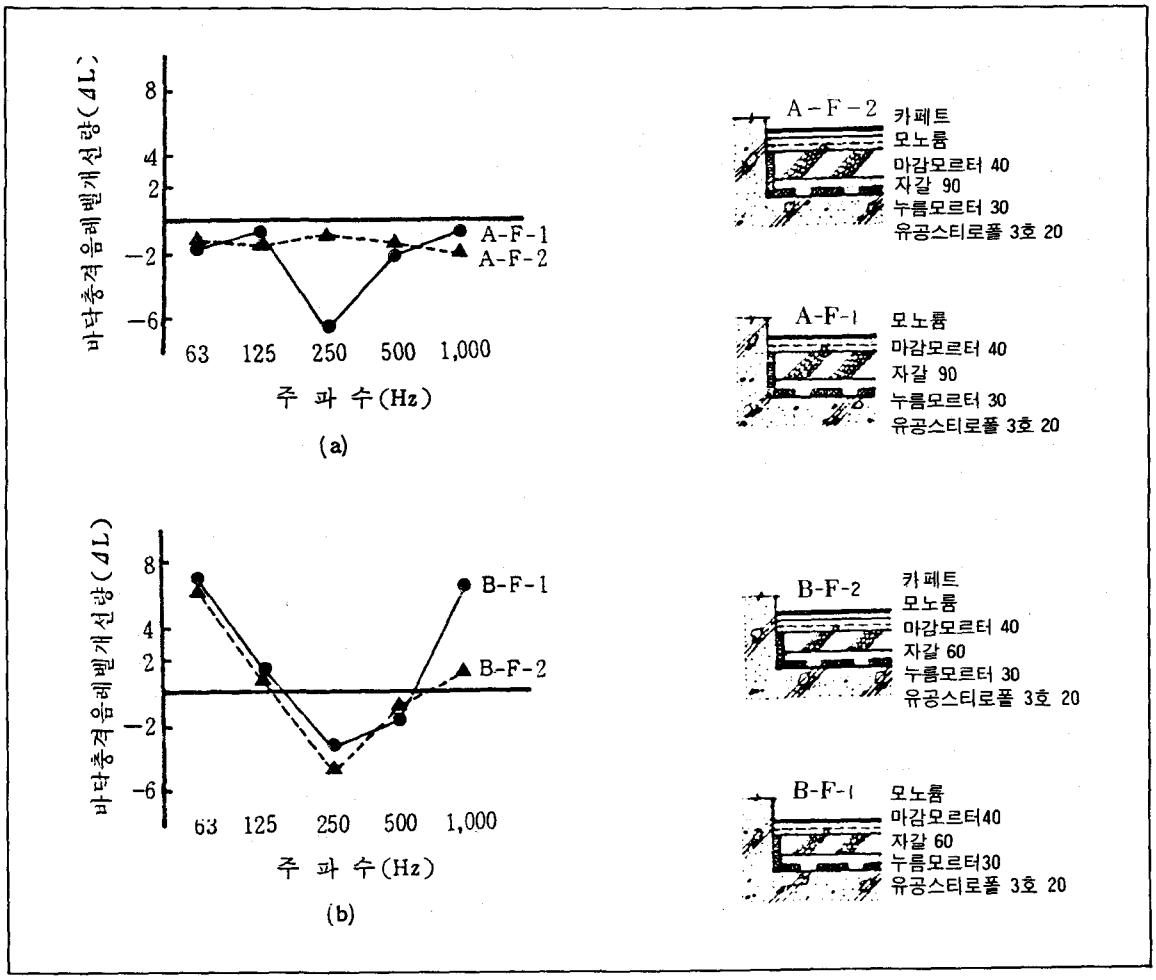
ISO충격음지수는 개선되지 않았으며, 모노륨+카페트 사용시 L지수는 6dB ISO 충격음지수는 4dB개선되었다.

〔그림4-3〕은 중량충격시 바닥마감재가 있을 때와 없을 때의 바닥충격음 레벨차를 구한 후 (+)쪽을 개선된 양으로 나타낸 것이다.

〔그림4-3〕의 (a) (b)에서 차음성능이 거의 개선되지 않고 오히려 차음성능이 떨어지고 있다. 즉 충격원이 타이어와 같이 부드러운 경우는 바닥마감재에 의한 차음성능이 거의 개선되지 않는다.

〈표4-10〉은 중량충격시 바닥마감재의 변화에 따른 차음지수를 나타내고 있다. 중량충격시 바닥마감재는 모노륨사용시나 모노륨+카페트

〈그림4-3〉 바닥마감재에 의한 바닥충격음 레벨 개선량(중량충격)



〈표4-9〉 경량충격시 바닥마감재의 변화에 따른 차음지수

설계시안종류 / 바닥마감재	차음지수	A 안		B 안	
		L	Ⅱ	L	Ⅱ
바닥마감재 사용전	(dB)	75	71	76	69
모노륨 사용시	(dB)	73	66	75	69
모노륨+카페트 사용시	(dB)	69	61	70	64

〈표4-10〉 중량충격시 바닥마감재의 변화에 따른 차음지수

설계시안의 종류 / 바닥마감재	차음지수	A 안	B 안
		L	L
바닥마감재 사용전	(dB)	45	51
모노륨 사용시	(dB)	49	55
모노륨+카페트 사용시	(dB)	50	54

사용시에 차음지수가 증가하여 차음성능이 오히려 나빠졌다.

즉 바닥마감재는 중량충격시 바닥충격음레벨 개선효과가 거의 없음이 확인되었다.

설계시안－천장구조

천장설치시의 효과를 검토하기 위해 B안 및 C안의 바닥구조에 천장을 설치하여 바닥충격음 레벨을 측정하였다.

〔그림4-4〕와 〔그림4-5〕에서 B-C-1의 구조는 B안의 천정에 압축스티로폴 9㎜+방수석고보드 9㎜를 천정에 설치한 것이며, C-C-1의 구조는 C안의 천정에 라왕각재 (30㎜×30㎜) @900으로 반자틀을 설치한 후 석고보드 7㎜를 붙인 구조이다.

〔그림4-4〕는 경량충격시 천장을 설치했을때와 사용하지 않았을 때의 바닥충격음 레벨차를 구한 후 (+)쪽을 개선된 량으로 나타낸 것이다.

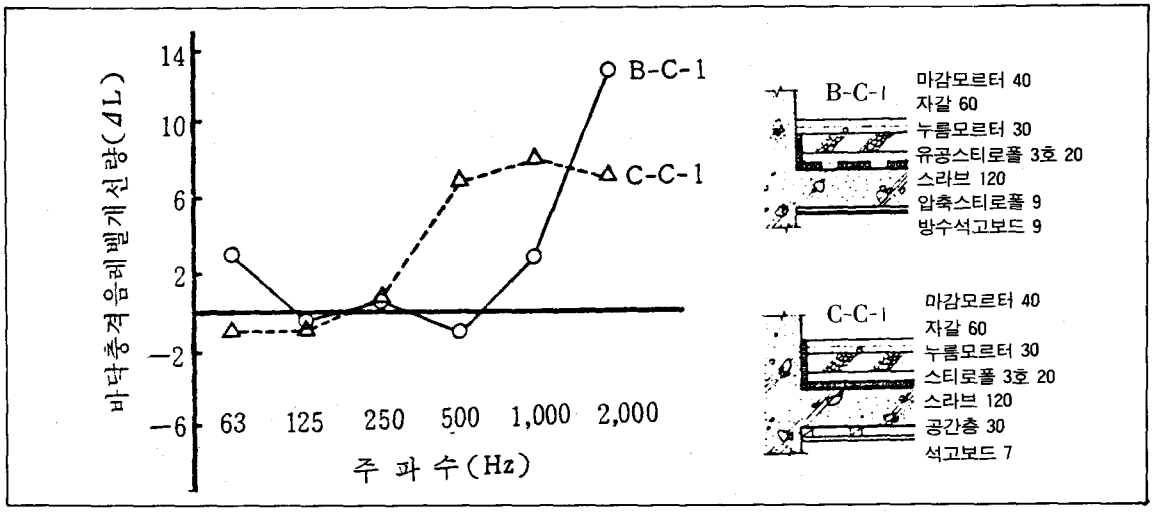
B-C-1안은 1,000Hz 이상에서 바닥충격음 레벨이 3dB이상 개선되었으나 500Hz 이하에서 0에 가깝다. 500Hz 이하에서 차음성능이 거의 개선되지 않은 것은 공명투과주파수의 영향으로, 압축스티로폴이 있는 층을 공기층이라 가정했을 때 공명투과주파수는 식(2.6)에 의해 587Hz이었다.

C-C-1안은 500Hz 이상에서부터 바닥충격음 레벨이 크게 개선되었으나 250Hz 이하에서는 공명투과주파수 영향으로 차음성능이 떨어졌다. 이 구조의 공명투과주파수는 154Hz이며 B-C-1안과 마찬가지로 공진주파수가 천장의 차음성능이 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

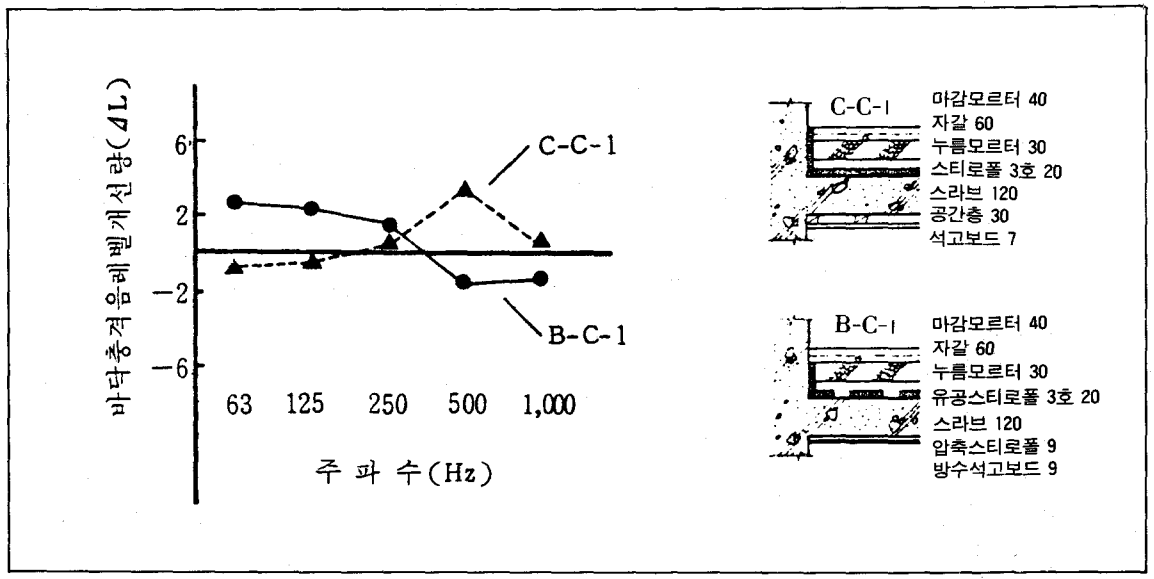
〔그림4-5〕는 중량충격시 천장을 설치했을 때와 설치하지 않았을 때의 바닥충격음 레벨차를 구한 후 (+)쪽을 개선된 량으로 나타낸 것이다.

B-C-1안과 C-C-1안이 전 주파수에서 바닥충격음 레벨이 거의 개선되지 않았다. 중량충격음은 파장이 긴 저주파음을 많이 발생하며, 이 음은 천장재에 부딪혀 반사 또는 흡수되기

〈그림4-4〉 천장에 의한 바닥충격음 레벨 개선량(경량충격)



〈그림4-5〉 천장에 의한 바닥충격음 레벨 개선량(중량충격)



보다는 대부분 투과한다.

따라서 천장과 거의 일체로 구성된 천장재를 가진 B-C-1안과 C-C-1안의 바닥충격음 레벨은 거의 개선되지 않았다.

〈표4-11〉은 경량 및 중량충격시 천장설치시의 효과를 보다 쉽게 비교하기 위해 각 설계시안의 차음지수를 구한 결과이다.

표에서 나타나듯이 천장재를 설치했을때의 효과는 2dB이내임을 알 수 있다.

즉 천정에 보드를 시공할 경우 보드 자체가 가지고 있는 차음량보다 더 적게 차음되고 있음을 알 수 있으며, 바닥마감재를 사용했을 때와 같이 특정주파수에서 차음량이 떨어지고 있음을 알 수 있다.

천정재의 차음량을 최대한으로 하기 위해서는 바닥 슬래브와 천정이 완전히 절연되어야 하며 공진현상이 일어나지 않도록 바닥슬래브와 천정사이에 글래스울을 넣어 시공하거나 최소한 공진주파수에 대한 검토후 공기층의 두께를 결정해야 한다.

설계시안－마감모르터

마감모르터층의 강성변화에 따른 바닥충격음 개선효과를 평가하기 위해 모르터층의 보강재별 강성의 변화를 파악하고 이를 D안의 바닥구조에 시공한 후 바닥충격음 레벨을 측정하였다. 모르터층의 보강재로는 메탈라스, 와이어메슈 #8, 와이어메슈 #10을 사용하였으며 강성의 변화를 파악하기 위해서, 압축변형이나 전단변형을 무시할 때 강성과 비례관계가 있는 휨파괴 하중을 측정하였다.

〈표4-11〉 천장설치시의 차음지수

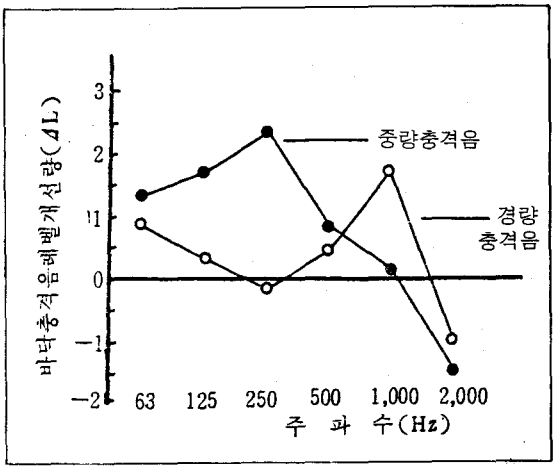
시안종류 \ 충격원	차음지수	경량충격원 L	경량충격원 II	중량충격원 L
B-C-1안	(dB)	78	69	53
B 안	(dB)	76	69	51
C-C-1안	(dB)	70	67	46
C 안	(dB)	71	67	46

〈표4-12〉 시안별 휨파괴하중

구분 \ 시안종류	시안-I (메탈라스)	시안-II (와이어메슈)	시안-III (와이어메슈)
규 격	KS-1호 0.45kg/㎡	#8 150×10	#10 100×100
휨파괴하중(kg/㎠)	436	386	698
경제성(원/㎡)(%)	599 (100)	605 (101)	465 (77.7)

* 시안크기 400×400×40, 휨파괴하중은 5회 측정후 평균값을 구했음.

〈그림4-6〉강성의 변화에 의한 바닥충격음 레벨 개선효과



〈표4-13〉 시안별 차음지수 비교

시안종류 \ 충격원	차음지수	경량충격원 L	경량충격원 II	중량충격원 L
시안 - I (메탈라스 사용)	(dB)	45	46	37
시안 - II (와이어메슈 #8 사용)	(dB)	45	46	38

측정결과는 〈표4-12〉와 같으며, 강성의 크기를 순서대로 나열하면 시안-III, 시안-I, 시안-II와 같이 된다.

〔그림4-6〕는 강성의 변화에 따른 바닥충격음 레벨의 개선량을 파악하기 위해 강성이 작은 시료-II를 사용했을 때와 이보다 강성이 큰 시료-I을 사용했을 때의 바닥충격음 레벨차를 구하여 (+)쪽을 개선된 량으로 나타낸 것이다.

시료-I을 시료-II와 비교했을때,

경량충격시 250Hz 대역과 2,000Hz 대역에서 처음성능의 개선량은 없으나, 그 이외의 주파수에서는 차음성능이 개선되었다. 중량충격시에는 2,000Hz를 제외한 모든 주파수에서 차음성능이 개선되었다. 경량충격시 250Hz대역에서 차음성능이 전혀 개선되지 않은 것은 식(2.7)에 의해 공진주파수가 265Hz에서 발생하였기 때문이다. 중량충격시 2,000Hz를

〈표4-14〉 JIS기준에 의한 각 시안의 음향성능 평가

구 분		경량충격음레벨차음등급							
		L-45	L-50	L-55	L-60	L-65	L-70	L-75	L-80
중량충격음레벨차음등급	L\40	1급		J 2급	3급				
	L\45				I		C C-C-1	A	
	L\50				G			B F A-F-1 A-F-2	H
	L\55				D		B-F-2	B-F-1	E B-C-1
	L\60								

〈표4-15〉 ISO기준에 의한 각 시안의 음향성능평가

시 안	차음지수(Ii)	ISO기준	비교(ISO기준-차음지수)	평가
A	71	60	−11	×
B	69	〃	−9	×
C	67	〃	−7	×
D	59	〃	+1	○
E	72	〃	−12	×
F	68	〃	−8	×
G	57	〃	+3	○
H	70	〃	−10	×
I	53	〃	+7	○
J	50	〃	+10	○
A-F-1	66	〃	−6	×
A-F-2	61	〃	−1	×
B-F-1	69	〃	−9	×
B-F-2	64	〃	−4	×
B-C-1	69	〃	−9	×
C-C-1	67	〃	−7	×

제외한 모든 주파수에서 차음성능이 개선된 것은 마감모르터층의 강성이 커짐에 따라 모르터층의 휨강도가 증가함으로써, 식(2.10)에 의해 충격음에 대한 임피던스(저항)가 증가했기 때문이다.

〈표4-13〉는 경량 및 중량충격시 강성의 변화에 의한 바닥충격음레벨의 개선효과를 보다 쉽게 비교하기 위해 각 설계시안의 차음지수를 구한 결과이다.

〈표4-13〉에서 알 수 있듯이 경량충격시에는 모르터층의 강성이 큰 시안-I과, 이보다 강성이 적은 시안-II와의 차음지수는 변함없으나, 중량충격시에는 1dB 감소하여 차음성능이 약간 개선되었다.

이 두 시안의 휨파괴하중의 차이가 50kg/㎠ 밖에 안되므로 처음 성능이 거의 개선되지 않고 있으나, 시안-III을 사용하여 휨파괴하중을 약 200~300kg/㎠이상 증가시킨다면, 모르터 마감층의 휨강도가 증가함으로써 경량 및 중량충격시 바닥충격음레벨이 상당히 개선되리라 판단된다.

각 설계안의 외국기준과의 비교

지금까지 경량 및 중량충격시 L지수 및 ISO 충격음 지수에 의해 구성재료의 변화 및 공법에 따른 각 설계안의 차음성능을 비교하였다.

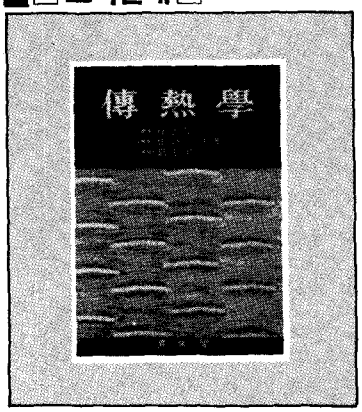
여기서는 각 설계안의 차음지수를 일본 JIS 기준 및 ISO기준과 비교하여 종합적으로 평가하였다.

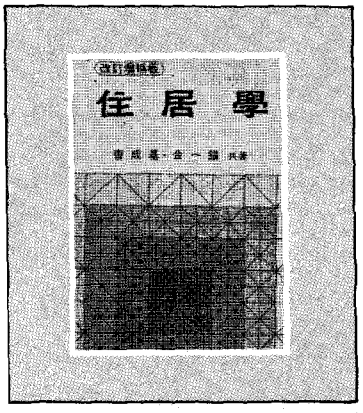
〈표4-14〉는 각 설계안의 차음지수로부터 차음등급을 구한 후, 일본 건축학회 기준과 비교한 것이다. 표에서 차음등급이 1급에 해당하는 설계안은 하나도 없으며, J안만이 일본 건설학회 허용치인 2급에 해당하고 있다. D,G,I안은 법규상 최저치인 3급에 해당하며, 그외 시안은 최저치에 훨씬 못미친다.

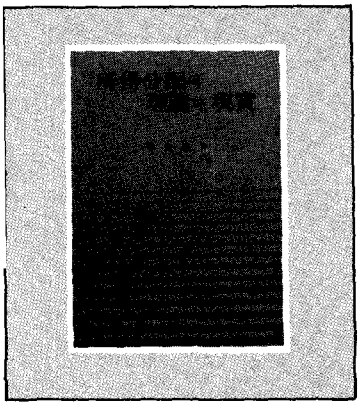
〈표4-15〉는 경량충격시 각 설계안의 차음성능을 ISO 기준과 비교한 것이다. D,G,I,J안만이 ISO기준에 만족하고 있다.

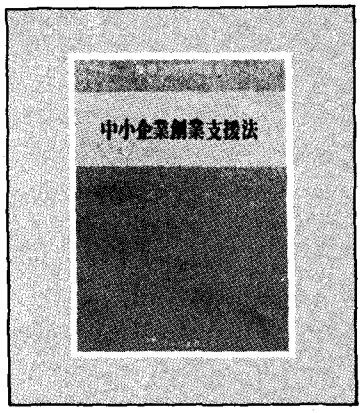
〈표4-14〉와 〈표4-15〉의 결과를 종합하면 ISO기준에 의한 평가결과도 일본 기준과 거의 같으며, C안 및 D안이 음향성능과 경제성 측면에서 보았을 때 현실적으로 바람직한 구조이며 G안은 시공성만 개선된다면 권장할 만한 구조이다. J안은 음향성능은 우수하지만 건설원가 상승폭이 크고 I,J안은 앞으로 쾌적한 음환경의 요구가 증대되었을때 검토할 수 있는 구조이다.

□도서안내□









전열학

열역학이 평형상태에 있는 계를 취급하는 학문이라고 하면 전열학은 온도차의 결과로서 물체만에 일어나는 에너지 전달을 탐구하는 과학이며 동력공학분야에서 중요한 위치를 차지하고 있을 뿐만 아니라 그 응용범위 또한 매우 넓다.

이 책은 열공학에 관해 오랜 기간 강의를 해온 저자가 상변화에 대한 전열과 물질전달 및 전열의 응용기기에 이르기까지 이해하기 쉽도록 통계적으로 평이하게 설명하였다.

또한 실용적인 취지를 고려하여 예제를 삽입하고 이론식이나 선도(線圖)의 용법을 기술했다. 이 책은 전열학에 관한 교과서겸 참고서로 각종 분야의 현장기술자에게 좋은 지침서가 될 것이다.

서정윤외 공저/청문각/정가 7,500원/TEL 989-7421

주거학

이 책은 주택이 주생활을 담는 그릇이라는 뜻에서 주생활과 주건축을 이해하기 쉽도록 연결했고, 특히 도시주택의 사회성과 양식주택에 대한 이해를 주택의 흐름과 관련지어 생각할 수 있도록 했다.

또한 주거의 환경조건을 보다 합리적인 안목에서 다룰 수 있도록 유도했고 깊은 이론이나 전문적인 부분은 피하고 알기 쉽게 엮었다.

그리고 주택의 에너지 절약과 새로운 에너지원의 활용을 논의했고 집합(集合) 주택이 높아진 비중을 고려하여 이 분야의 이해를 돕도록 하였다.

조성기 김일진공저/동명사/정가 6,000원/TEL 739-5240

소득분배의 이론과 현실

경제학은 인간의 욕망이 무한히 큰데 비해 이를 충족시켜 주는 수단이 되는 경제적 자원은 한정되어 있다는 현실인식으로부터 출발하고 있다. 그러므로 경제학에 있어서의 연구의 초점은 자연히 희소한 경제적 자원을 어떻게 하면 효율적으로 배분하고 또한 사람들 사이에 공평하게 분배할 수 있느냐에 맞춰지게 된다.

이 책에서는 2~3년의 기간에 걸쳐 쓰여진 분배문제에 관한 기존 연구업적의 서베이 논문을 체계적으로 정리함과 아울러 이러한 이론적 논의를 우리 사회의 현실에 적용시켰다.

이준구지음/다산출판사/정가 7,500원/TEL 717-3661

중소기업창업지원법

중소기업창업지원법에서는 중소기업을 창업하는 사람을 전담지원하는 중소기업 창업투자회사와 중소기업상담회사의 설립을 제도화하는 등 창업과 관련되는 각종의 인·허가 업무의 간소화를 추진하도록 규정하고 있다. 이 책에서는 이 법령의 해설을 시도하면서 중소기업을 창업하려는 사람에게 안내서로서 역할을 다할 수 있도록 창업과 관련되는 고시, 공고 또는 훈령 등에 이르기까지 일체를 정리하여 기술하였다.

성광원지음/재단법인법령편찬보급회/정가 6,000원/TEL 267-7737