

木造3階建共同住宅の研究開発事業報告書

付 録

付録－1	木造床衝撃音の学術研究論文に関する調査結果	
1.	主要な研究論文・解説一覧	3
2.	主要な研究の概要	13
付録－2	(社)木造住宅産業協会の実験報告書	
1.	平成4年度および平成5年度の実験結果まとめ	33
付録－3	(社)ツーバイフォー建築協会の実験報告書	
1.	床衝撃音実験報告書(平成4年度 その1)	105
2.	床衝撃音実験報告書(平成4年度 その2)	109
3.	床衝撃音実験報告書(平成5年度)	171
付録－4	(社)石膏ボード工業会の試験報告書	
1.	建築用構成パネル(床用)の性能試験	219

平成6年3月

(財)日本住宅・木材技術センター

付 録 ー 1

木造床衝撃音の学術研究論文に関する

調査結果

1. 主要な研究論文・解説の一覧
2. 主要な研究の概要

1. 主要な研究論文・解説の一覧

(1) 日本建築学会 論文報告集

- 1) 「木質系床構造の重量衝撃源に対する床衝撃音低減方法に関する研究」, 井上、木村、宮崎, 日本大理工、熊谷組技研, 建築学会計画系論文報告集第382号, 1987.12, pp.1~9, <論文:木質系構造: : ●>
- 2) 「木質系構造の床衝撃音低減工法に関する実験的研究 - . . . -」, 福島、安岡、小林、藤井, 建築研究所、東京大工、大和ハウス、東洋大, 建築学会計画系論文報告集第419号, 1991.1, pp.11~20, <論文:木質系構造: 模型実験: ●>
- 3) 「高剛性方式の木質系床構造における床衝撃音の予測手法に関する研究」, 井上、木村、矢島, 日本大理工、大和ハウス, 建築学会計画系論文報告集第425号, 1991.7, pp.21~29, <論文:木質系構造: 予測計算方法: ●>

(2) 日本建築学会 大会学術講演梗概集

- 4) 「木質系一戸建プレハブ住宅における床パネルの床衝撃音実験」, 瀬田、藪下、菅原、下村、塩田, 飛鳥建設技研, 建築学会大会梗概集, 1978.9, pp.137~138, <論文:木質系構造: 測定試験方法: ●>
- 5) 「木造床構造における床衝撃音低減方法の研究(その1. 開発要点と床衝撃音の改善効果)」, 井上、木村、宮崎, 日本大理工, 建築学会大会梗概集, 1986.8, pp.47~48, <論文:木質系構造: : ●>
- 6) 「木造床構造における床衝撃音低減方法の研究(その2. 建物各部における振動測定結果による検討)」, 木村、井上、宮崎, 日本大理工, 建築学会大会梗概集, 1986.8, pp.49~50, <論文:木質系構造: : ●>
- 7) 「住宅二階床衝撃振動の実験的研究 その1 実験結果」, 小島、小谷、舟木、中尾, 積水ハウス試験研究所, 建築学会大会梗概集, 1987.10, pp.111~112, <論文:木質系構造: : ●>
- 8) 「住宅二階床衝撃振動の実験的研究 その2 解析結果」, 小谷、小島、中尾、石川, 積水ハウス試験研究所, 建築学会大会梗概集, 1987.10, pp.113~114, <論文:木質系構造: : ●>
- 9) 「木造床構造における床衝撃音低減方法の研究(その3. パネル床の振動特

- 性と下室空間の音響特性)」、木村、井上、宮崎，日本大理工、熊谷組技研，建築学会大会梗概集，1987.10，pp.115-116，〈論文：木質系構造：：●〉
- 10)「高剛性床パネルを用いた鉄骨系工業化住宅における床衝撃音低減方法に関する研究」，木村、井上、池田、藤本、池上、矢島，日本大理工，建築学会大会梗概集，1988.10，pp.387-388，〈論文：木質系構造：：●〉
- 11)「乾式浮き床方式を用いた木質系床構造の床衝撃音低減方法に関する研究」，木村、井上、藤本、池田，日本大理工，建築学会大会梗概集，1988.10，pp.389-390，〈論文：木質系構造：浮き床工法：●〉
- 12)「構成材が異なる高剛性床パネル単体の基本性能試験（鉄骨系工業化住宅における．．．）」，池田、木村、井上、小林、高橋，日本大理工、大和ハウス、日本ノボパン，建築学会大会梗概集，1988.10，pp.391-392，〈論文：木質系構造：：●〉
- 13)「木質系床構造の床衝撃音の低減工法に関する模型実験解析」，福島、安岡，東京大工，建築学会大会梗概集，1988.10，pp.393-394，〈論文：木質系構造：模型実験：●〉
- 14)「高度な床衝撃音遮断性能をもつ木質系床構造の現場実験結果」，小林、高橋、藤井、安岡，大和ハウス、日本ノボパン、東洋大、東京大工，建築学会大会梗概集，1988.10，pp.395-396，〈論文：木質系構造：：●〉
- 15)「木質系床構造の床衝撃音低減対策と壁面振動について」，矢島、木村、井上、藤本、河原，日本大理工，建築学会大会梗概集，1989.10，pp.285-286，〈論文：木質系構造：：●〉
- 16)「木質系床構造の床衝撃音の低減工法に関する模型実験解析 その2 -天井構造と床板の細分化に関する検討-」，福島、安岡，東京大工，建築学会大会梗概集，1989.10，pp.287-288，〈論文：木質系構造：模型実験：●〉
- 17)「高剛性パネル床構造の床衝撃音特性」，河原、木村、井上、藤本、矢島，日本大理工，建築学会大会梗概集，1989.10，pp.289-290，〈論文：木質系構造：：●〉
- 18)「木造床+A L C の床衝撃音遮断性能 その1 実験棟床衝撃音測定について」，及川、根田、山下，旭化成建材、旭化成住建、信州大，建築学会大会梗概集，1989.10，pp.291-292，〈論文：木質系構造：：●〉
- 19)「木造床+A L C の床衝撃音遮断性能 その2 木造戸建て住宅床衝撃音測定について」，根田、及川、山下，旭化成住建、旭化成建材、信州大，建築学会大会梗概集，1989.10，pp.293-294，〈論文：木質系構造：：●〉
- 20)「木造床+A L C の床衝撃音寄与率について」，及川、根田、山下，旭化成建材、旭化成住建、信州大，建築学会大会梗概集，1990.10，pp.367-368，〈論文：木質系構造：基礎的検討：●〉

- 21) 「木造床+ALCの床衝撃音による加速度振動レベルの測定例」, 根田、及川、山下, 旭化成住建、旭化成建材、信州大, 建築学会大会梗概集, 1990.10, p p.369~370, <論文:木質系構造: :●>
- 22) 「床衝撃音時の打振床面積の広さと遮音等級Lとの関係」, 長谷川、角張、山下, 信州大, 建築学会大会梗概集, 1990.10, pp.377~378, <論文:実務的検討:木質系構造:●>
- 23) 「木質系床構造床構造における床衝撃音予測のための床版・壁面のインピーダンス特性の検討」, 矢島、木村、井上、渡部, 日本大理工, 建築学会大会梗概集, 1990.10, pp.381~382, <論文:木質系構造: :●>
- 24) 「木質系床構造における床衝撃音予測のための天井効果量の検討」, 渡部、木村、井上、矢島, 日本大理工, 建築学会大会梗概集, 1990.10, pp.383~384, <論文:木質系構造:実務的検討:●>
- 25) 「縮尺模型実験による木造軸組ALC床の床衝撃音低減に関する研究 その1...」, 井上、長谷川、角張、西川、山下, 信州大, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.247~248, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 26) 「縮尺模型実験による木造軸組ALC床の床衝撃音低減に関する研究 その2...」, 及川、根田、角張、西川、長谷川、井上、山下, 信州大、旭化成住建, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.249~250, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 27) 「縮尺模型実験による木造軸組ALC床の床衝撃音低減に関する研究 その3...」, 西川、角張、長谷川、井上、山下, 信州大, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.251~252, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 28) 「縮尺模型実験による木造軸組ALC床の床衝撃音低減に関する研究 その4...」, 角張、長谷川、西川、井上、山下, 信州大, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.253~254, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 29) 「縮尺模型実験による木造軸組ALC床の床衝撃音低減に関する研究 その5...」, 根田、及川、角張、西川、長谷川、井上、山下, 信州大、旭化成住建, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.255~256, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 30) 「枠組壁工法モデル床の振動モードに関する研究」, 外崎、末吉, 森林総研, 建築学会大会梗概集, 1991.9, pp.259~260, <論文:木質系構造:基礎的検討:●>
- 31) 「木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その1—多次元スペクトル...—」, 西川、角張、井上、佐藤、山下, 信州大、松下電器産業, 建築学会大会梗概集, 1992.8, pp.77~78, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 32) 「木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その2—多次元スペクトル

- ．．．一」，角張、西川、井上、佐藤、山下，信州大、松下電器産業，建築学会大会梗概集，1992.8，pp.79-80，〈論文：木質系構造：模型実験：●〉
- 33)「木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その3—木造軸組ALC床＋浮き床の効果—」，根田、他5名，旭化成住建、他，建築学会大会梗概集，1992.8，pp.81-82，〈論文：木質系構造：浮き床工法：●〉
- 34)「縮尺模型による木質系床構造のインピーダンス特性の検討」，横田、木村、井上、渡部，日本大理工，建築学会大会梗概集，1992.8，pp.87-88，〈論文：木質系構造：模型実験：●〉
- 35)「木質系床構造における衝撃インピーダンスの推定」，渡部、木村、井上、横田，日本大理工，建築学会大会梗概集，1992.8，pp.89-90，〈論文：木質系構造：：●〉
- 36)「木造建築物の水平加力前後における遮音性能について」，折田、福島，ベターリビング、建築研究所，建築学会大会梗概集，1992.8，pp.91-92，〈論文：木質系構造：：●〉

(3) 日本建築学会 支部研究報告

- 37)「木質系一戸建プレハブ住宅における床パネルの床衝撃音に関する基礎的実験」，藪下、菅原、下村、瀬田、塩田，飛鳥建設技研，建築学会関東支部研究報告，1978.3，pp.153-156，〈論文：木質系構造：測定試験方法：●〉
- 38)「ダンピングシートを用いた床板の音響放射特性改善に関する研究」，福原、菅田，リオン、セントラルガラス，建築学会九州支部研究報告，1988.3，pp.13-16，〈論文：木質系構造：：●〉

(4) 日本音響学会 研究発表会講演論文集

- 39) 「床衝撃音の材料特性」, 高橋、田中、島根大, 音響学会秋季講演論文集, 1976.10, pp.227-228, <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 40) 「木質系床構造に対する床衝撃力と床衝撃音の関係」, 井上、木村、宮崎、川井, 日本大理工、ミサワ総研, 音響学会秋季講演論文集, 1985.9-10, pp.649-650, <論文:測定試験方法:木質系構造:●>
- 41) 「動吸振器を用いた戸建住宅の床衝撃音対策」, 山口、鈴木、飯田, プリヂェストーン, 音響学会秋季講演論文集, 1985.9-10, pp.651-652, <論文:低減工法開発:木質系構造:●>
- 42) 「ツーバイフォー構法床の音響性能について」, 田中, 建築研究所, 音響学会秋季講演論文集, 1986.10, pp.585-586, <論文:木質系構造::●>
- 43) 「木質系床構造における床衝撃音改善方法の検討」, 井上、木村、宮崎, 日本大理工, 音響学会秋季講演論文集, 1986.10, pp.587-588, <論文:木質系構造::●>
- 44) 「木造住宅の床衝撃による室内音予測に関する研究」, 岩重、高橋、太田, 広島大、島根大, 音響学会春季講演論文集, 1987.3, pp.541-542, <論文:木質系構造:予測計算方法:●>
- 45) 「木造床の重量床衝撃音遮断性能について」, 田中, 建築研究所, 音響学会秋季講演論文集, 1987.10, pp.627-628, <論文:木質系構造::●>
- 46) 「鉄骨系工業化住宅の重量床衝撃音低減方法の検討」, 井上、木村、藤本, 日本大理工, 音響学会春季講演論文集, 1988.3, pp.545-546, <論文:木質系構造::●>
- 47) 「大断面梁を用いた木造床の重量衝撃音遮断性能について」, 田中, 建築研究所, 音響学会秋季講演論文集, 1988.10, pp.631-632, <論文:木質系構造::●>
- 48) 「大規模木造における重量床衝撃音遮断性能」, 田中、福島, 建築研究所, 音響学会春季講演論文集, 1990.3, pp.667-668, <論文:木質系構造::●>
- 49) 「木質系構造住宅の床衝撃音低減—多次元スペクトル解析の適用と効果—」, 山下, 信州大, 音響学会秋季講演論文集, 1992.10, pp.759-760, <論文:木質系構造:模型実験:●>

(5) 日本音響学会 建築音響研究委員会資料

- 50) 「木造浮床による床衝撃音遮断性能の向上」, 塩田、田中、高橋, 島根大, 音響学会建築音響研究会資料 AA84-42, 1984.12, , <論文:木質系構造:浮き床工法:●>
- 51) 「木造住宅の床衝撃音の防音システム」, 高橋、中尾, 島根大, 音響学会建築音響研究会資料 AA88-18, 1988.9, , <論文:木質系構造:浮き床工法:●>
- 52) 「大断面集成材を用いた床の重量床衝撃音レベル」, 田中, 建築研究所, 音響学会建築音響研究会資料 AA88-19, 1988.9, , <論文:木質系構造::●>
- 53) 「木質系床構造の床衝撃音低減工法の検討」, 福島、安岡、小林、高橋、藤井, 東京大工、大和ハウス、日本ノボパン、東洋大, 音響学会建築音響研究会資料 AA88-20, 1988.9, , <論文:木質系構造:模型実験:●>
- 54) 「木質系床構造の床衝撃音遮断性能の改善方法の検討」, 井上、木村、藤本, 日本大理工, 音響学会建築音響研究会資料 AA88-21, 1988.9, , <論文:木質系構造:浮き床工法:●>

(6) 日本騒音制御工学会 騒音制御

- 55) 「木質系建築物の床衝撃音遮断性能の改善方法」, 井上, 日本大理工, 騒音制御 Vol.14 No.4 (解説), 1990.8, pp.12-16, <解説:木質系構造: : ● >
- 56) 「木質系構造の床衝撃音に関する実大建屋実験と縮尺模型実験」, 福島, 建築研究所, 騒音制御 Vol.14 No.4 (技術報告), 1990.8, pp.34-37, <技術報告:木質系構造:模型実験: ● >

(7) 日本騒音制御工学会 技術発表会論文集

- 57) 「制振シートを用いた床板の音響放射特性」, 福原、菅田, リオン、セントラルガラス, 騒音制御工学会発表会論文集, 1988.9, pp.121-124, <論文:木質系構造: : ● >

(8) 日本音響材料協会 音響技術

- 58) 「木造住宅の床衝撃音対策例」, 山口, ブリヂストン, 音響技術 No.46, 1984.6, pp.7-11, <解説:木質系構造:低減工法開発:●>
- 59) 「プレハブ住宅の防音」, 大嶋、岡野、柴田、中尾、柳瀬、吉岡、安岡, 住宅メーカー各社、東京大工, 音響技術 No.46, 1984.6, pp.13-27, <解説:木質系構造::◎>
- 60) 「木造住宅の防音改装事例(1)」, 古賀、中嶋, 大建工業, 音響技術 No.46, 1984.6, pp.35-37, <解説:木質系構造:事例報告:○>
- 61) 「木質系床構造の床衝撃音低減方法」, 井上, 日本大理工, 音響技術 No.59, 1987.9, pp.29-34, <解説:木質系構造::●>
- 62) 「工業化住宅における床衝撃音遮断性能の現状」, 中尾、乾、岡野, 積水ハウス、大和ハウス、ナショナル住産, 音響技術 No.66, 1989.6, pp.27-32, <解説:木質系構造::●>
- 63) 「木造2×4住宅の床衝撃音の遮断工法の検討」, 高瀬, 総合技術開発, 音響技術 No.77, 1992.3, pp.58-61, <解説:木質系構造::●>

(9) 建設省建築研究所監修 建築技術

- 64) 「木造住宅の床の音響性能」，田中，建築研究所，建築技術 No.424，1986.12，pp.155-163，<解説：木質系構造：：●>
- 65) 「木質系床構造の床衝撃音対策」，井上，日本大理工，建築技術 No.435，1987.11，pp.151-155，<解説：木質系構造：：●>

2. 主要な研究の概要

	研 究 内 容	研 究 機 関	論文発表時期
1	各種建築物の床衝撃音遮断性能に関する測定調査例	都立大佐藤研	1963.5～ 1963.10
2	プレファブ住宅における素足歩行の床衝撃音ときしみ音	都立大佐藤研	1965.10～ 1966.10
3	中層パイロットハウスの音響性能	建築研究所	1972.10～ 1972.10
4	2"×4"住宅の床衝撃音改善方法	建築研究所	1986.10～ 1986.12
5	大断面集成材使用の木造建築物の床衝撃音	建築研究所	1987.10～ 1990.3
6	木質系一戸建プレハブ住宅の床衝撃音	飛島技研	1978.3～ 1978.9
7	木質系床構造の床衝撃音低減方法の検討 その1	日大木村研	1986.8～ 1987.12
8	木質系床構造の床衝撃音低減方法の検討 その2	日大木村研	1988.3～ 1990.8
9	木質系床構造のインピーダンス特性および 予測計算の検討	日大木村研	1990.10～ 1992.8
10	木質系構造の床衝撃音低減工法の開発	東大安岡研, 建研 東洋大藤井研 他	1988.9～ 1991.1

	研 究 内 容	研 究 機 関	論文発表時期
1 1	木造浮き床の検討	島根大高橋研	1984.12
1 2	木造住宅の床衝撃音特性	広島大岩重研, 島根大高橋研	1987.3
1 3	木造住宅の床衝撃音の防音システム	島根大高橋研	1988.9
1 4	ダンピングシートを用いた床板の音響放射特性	リオン, セントラルガラス	1988.3~ 1988.9
1 5	木造床+A L C版の床衝撃音 その1 (実大実験)	信州大山下研	1989.10~ 1990.10
1 6	木造床+A L C版の床衝撃音 その2 (模型実験と北-レントスペクトル解析)	信州大山下研	1991.9~ 1992.8
1 7	プレハブ住宅の防音、および、工業化住宅の床衝撃音遮断性能について	プレハブメーカー各社, 東大安岡研	1984.6, 1989.6

各種建築物の床衝撃音遮断性能に関する測定調査例	
床衝撃音の測定例について	音響学会講演 1963.5
各種建物における床衝撃音について	建築学会論報集 1963.9 (号外)
高層アパートの音響しゃ断特性の調査	建築学会論報集 1963.10
床衝撃音の現状と対策	建築学会論報集 1963.10 (号外)
佐藤 (東京都立大学)	
<p>1. 研究目的 タッピングマシンを自作し、各種建物の床衝撃音レベルを実測する。</p> <p>2. 研究方法 D I N規格等で規定されている標準床衝撃源 (タッピングマシン) を自作し、それを用いて各種建物の床衝撃音レベルを計測して、D I N規格の評価曲線と比較検討する。測定対象の建物は、校舎 (普通コンクリートRC造, 鉄骨造にPCコンクリート床版, 鉄骨造に打込みコンクリートスラブ, 木造) と高層アパート (壁式RC造) である。 なお、図等で示されている床衝撃音レベルの測定結果は、受音室の吸音力10㎡に補正した基準化床衝撃音レベルとなっている。</p> <p>3. 主要な結果または結論 測定結果はすべてタッピングマシン (軽量衝撃源) による結果であり、考察等もその衝撃源による結果を対象としたものである。</p> <p>1) 梁直上などの特異点は、測定結果が大きく変化する。</p> <p>2) 木造は低周波数域の遮断性能が悪く、RC造では逆に高周波数域の遮断性能が悪い。</p> <p>3) 鉄骨造のPC版使用と現場打込みでは、前者の方が直下階の床衝撃音レベルは後者より大きい。それ以外の伝搬音は現場打込みより小さい。</p> <p>4) 床仕上げ材の施工は、高周波数域の遮断性能はかなり改善できるが、低周波数域は改善効果が小さい。また、根太床のような空気層を有する床については、低周波数域で、ビニールタイル床より改悪となる場合がある。</p> <p style="text-align: right;">など</p> <p style="text-align: right;">(文章作成: 福島)</p>	

プレファブ住宅における素足歩行の床衝撃音ときしみ音	
プレファブ住宅の騒音遮断力測定結果について	音響学会講演 1965.10
プレファブ住宅の床衝撃音と”きしみ”の現象について	音響学会講演 1965.10
キシミの騒音について	建築学会論報集 1966.10 (号外)
佐藤 (東京都立大学)	
<p>1. 研究目的 プレファブ住宅を用いて、実際の素足歩行による床衝撃音レベルとタッピングマシンの試験結果を比較検討するとともに、鉄骨住宅において発生するきしみ音の発生機構について検討する。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>1) 対象建物 : プレファブの鉄骨住宅</p> <p>2) 床構造 : 「デッキプレート+合板+塩ビタイル」+テックス天井(吊下)</p> <p>3) 衝撃源 : ①タッピングマシン ②大学生による実歩行(素足, フェルト貼りスリッパ履き)</p> <p>4) 測定方法 : 実歩行については、各人につき比較的音の強いものを数個ずつとって、その最大値を全員について平均する。</p> <p>3. 主要な結果または結論</p> <p>1) 実歩行の結果をNC曲線上にプロットすると、歩行者(5人)の平均は、ややNC-30を下回る程度になるが、人によってはこの曲線を上回る者もいた。</p> <p>2) タッピングマシンの結果とは、特に高周波数域で大きく異なる。</p> <p>3) ”きしみ”は、鉄骨梁上を歩行した場合に発生する。デッキプレートが鉄骨梁と擦れて発生するためで、”きしみ”の防止には、歩行によりデッキプレートが鉄骨梁上で横方向へ変位しないようにすることが大切である。</p>	
(文章作成: 福島)	

木質系床構造の床衝撃音低減方法の検討 その1	
木造床構造における床衝撃音低減方法の研究 (その1. 開発要点と床衝撃音の改善効果)	建築学会大会 1986.8
木造床構造における床衝撃音低減方法の研究 (その2. 建物各部における振動測定効果による検討)	建築学会大会 1986.8
木質系床構造における床衝撃音改善方法の研究	音響学会講演 1986.10
木質系床構造の床衝撃音低減方法	音響技術 1987.9
木造床構造における床衝撃音低減方法の研究 (その3. パネル床の振動特性と下室空間の音響特性)	建築学会大会 1987.10
木質系床構造の床衝撃音対策	建築技術 1987.11
木質系床構造の重量衝撃源に対する床衝撃音低減方法に関する研究	建築学会論報集 1987.12
木村, 井上, 宮崎 (日本大学理工)	
<p>1. 研究目的 木造床構造の重量衝撃源に対する床衝撃音低減方法を研究するため、実物大の木造建築物を製作し、床衝撃音の発生に対する天井・壁の振動の寄与について検討を加えると同時に、床衝撃音遮断性能の改善方法について実験的に種々の検討を行う。</p> <p>2. 研究方法 1) 8畳の実物大の在来構法木造2階建の試作建屋を製作。三段階に分けて改良。 ①第1段階：床の高剛性パネル化、および、遮音天井の付加。 ②第2段階：第1段階+下室壁面の高剛性化。 ③第3段階：第2段階の結果をみて各部の改良。 2) 測定項目：JIS-A-1418による床衝撃音レベルの測定。 重量衝撃源加振時の各部位の振動速度レベル測定。</p> <p>3. 主要な結果または結論 1) 在来工法の性能：軽量衝撃源 L-80 (250Hz帯域で決定(板張り)) 重量衝撃源 L-80 (63Hz帯域が100dB以上) 床面だけではなく、下室壁面の振動応答が大きい。 2) 第1段階：重量衝撃源の床衝撃音遮断性能 L-65。 天井面より壁面の応答が10dB高くなっていた。壁面改良の要あり。 3) 第2段階：壁面の剛性強化。 L-55 (L数57)。 遮音天井は低域でも10dBの遮音効果を得ており、必要不可欠。 4) 第3段階：壁面をさらに改造。 L-55 (L数53)。 壁断面を一般在来工法とあまり変えなくても、釘打ちと接着剤を併用して間柱と壁面材を一体化した改善方法でよい。 5) 結論：木造建築物でも、床構造, 天井, 下室のかべ構造などの対策を総合的に行えば、在来工法を大きく変化させなくても、重量衝撃源に対し、遮音等級でL-55程度のコンクリート構造並みの性能が得られる。 (文章作成：宮崎, 福島)</p>	

木質系床構造の床衝撃音低減方法の検討 その2	
鉄骨系工業化住宅の重量床衝撃音低減方法の検討	音響学会講演 1988.3
木質系床構造の床衝撃音遮断性能の改善方法の検討	音響学会建音研 1988.9
高剛性床パネルを用いた鉄骨系工業化住宅における床衝撃音低減方法に関する研究	建築学会大会 1988.10
乾式浮き床方式を用いた木質系床構造の床衝撃音低減方法に関する研究	建築学会大会 1988.10
構成材が異なる高剛性床パネル単体の基本性能試験 (鉄骨系工業化住宅における床衝撃音低減方法の研究)	建築学会大会 1988.10
木質系床構造の床衝撃音低減対策と壁面振動について	建築学会大会 1989.10
高剛性パネル床構造の床衝撃音特性	建築学会大会 1989.10
木質系建築物の床衝撃音遮断性能の改善方法	騒音制御 1990.8
木村，井上，藤本，池田，池上，矢島，河原塚（日本大学理工）	
<p>1. 研究目的 高剛性化方式による床衝撃音改善方法の継続版である。高剛性化方式の鉄骨系，木造系工業化住宅への適用や、木質系構造の浮き床工法の検討などを行う。</p> <p>2. 鉄骨系工業化住宅への高剛性化方式の適用</p> <p>1) 実験建屋：八畳2室の総2階建て鉄骨系住宅。</p> <p>2) 実験構造：①床パネル 三種類（パネル内根太背によりL-65、L-60、L-55用） ②床断面 梁間に高剛性パネルを落とし込む方式。 床パネル上に合板を接着剤と釘打ちで床構造一体化。 ③天井 防振吊り天井。天井裏にグラスウール設置。 ④壁面 独立遮音内装パネルを使用。 L値については</p> <p>3) 実験結果：L-65パネル使用 L-60 (L数60) } 予想以上だが、 L-60パネル使用 L-55 (L数57) } パネルによる L-55パネル使用 L-55 (L数55) } 差異が小さい。 (重量衝撃源による床衝撃音レベルの他、各部位の振動応答の結果あり。)</p> <p>3. 浮き床構造を用いた重量床衝撃音改善例</p> <p>1) 実験建屋：十畳1室の総2階建て鉄骨系工業化住宅。</p> <p>2) 実験構造：①基本床 高剛性パネルを梁間に落とし込む方式。 ②緩衝材 短冊状のグラスウール (64k, 厚さ25mm) 部分設置。 ③浮き床層 鉄格子 (グレーチング) + 上面パチングメタル。</p> <p>3) 実験結果：在来構法床L-75 上記仕様でL-60に改善。</p> <p style="text-align: right;">(文章作成：宮崎，福島)</p>	

木質系床構造のインピーダンス特性および予測計算の検討	
木質系床構造における床衝撃音予測のための床版・壁面のインピーダンス特性の検討	建築学会大会 1990.10
木質系床構造における床衝撃音予測のための天井効果量の検討	建築学会大会 1990.10
高剛性方式の木質系床構造における床衝撃音の予測手法に関する研究	建築学会論報集 1991.7
時系列上からみた床衝撃音応答波形の評価について	建築学会大会 1991.9
縮尺模型による木質系床構造のインピーダンス特性の検討	建築学会大会 1992.8
木質系床構造における衝撃インピーダンスの推定	建築学会大会 1992.8
木村，井上，矢島，渡部，横田（日本大学理工）	
<p>1. 研究目的</p> <p>高剛性化方式を用いることを前提として、木質系床構造における重量床衝撃音の発生系の解明を行い、床衝撃音の予測計算法を確立することを目的として発生系お各要因を整理し、高剛性パネル構造としたときの床パネルの振動特性、下室壁面への振動伝達特性、下室天井の遮音効果量について、より詳細な検討を行う。</p> <p>2. 研究方法および主な研究結果</p> <p>三種類の実験建屋（木造系2，鉄骨系1）を用いて主に以下の3項目を検討。</p> <p>1) 床衝撃時の床パネルの振動特性：梁上の中央点をインパルスハンマーで加振し、近傍の振動速度を計測してインピーダンス特性を求める。</p> <p>①床構造の固有振動数の推定方法：軸組構造 梁の支持端部を単純支持と仮定。梁と壁が一体化した構造。梁支持端を固定支持。</p> <p>②重量床衝撃音で対象とする周波数領域では、-6dB/oct.の周波数特性を示し、バネインピーダンスが支配的。バネインピーダンスは梁の曲げバネにほぼ対応</p> <p>③衝撃インピーダンスの算定法は非常に難しい。高剛性パネル方式を用いた床構造では、無限板を想定した駆動点インピーダンスの計算値に比べ、実測値は、1/5程度にまで低下してしまう。</p> <p>④高剛性パネル床構造の全時間応答インピーダンス特性は、JIS法に基づく床衝撃音の測定結果にはほとんど影響を与えない。</p> <p>2) 床パネルから下室壁面への振動伝達特性：加振源にインパルスハンマーを用いて、床面上，壁面の駆動点インピーダンスと床面上から壁面への伝達インピーダンスを計測。</p> <p>①高剛性化パネル方式では、床板から壁面への振動伝達率は4壁とも同程度。</p> <p>②振動伝達率は、床板および壁面の駆動点インピーダンス値から予測可能。</p> <p>3) 下室天井の遮音特性：独立遮音天井の有無による重量床衝撃音レベル差異、および、床パネル加振点と天井中央点の振動速度応答を測定。</p> <p>①透過損失という考え方より、空気層と天井をバネ・質量系と考えた方がよい。</p>	
（文章作成：宮崎，福島）	

中層パイロットハウスの音響性能	
中層パイロットハウスの音響性能 その1 住戸間	建築学会大会 1972.10
中層パイロットハウスの音響性能 その2 対外および住戸内	建築学会大会 1972.10
パイロットハウスの音響性能	音響学会建音研 1972.10
久我，伊藤（建築研究所）	
<p>1. パイロットハウスについて 昭和45年度、建設省，通産省，日本建築センターの共催で募集した技術考案競技。住宅の生産技術の開発促進、大量生産方式による需要者の利益増進などを目標に民間企業に考案の応募を求め、書面審査によって優秀作品を選び、さらに試行建設を行って工場内生産加工，運搬，現場施工の各段階を含めて、居住性・安全性・経済性などの総合的な評価を行い、その入選したものをパイロットハウスの名称で推薦する。</p> <p>2. 音響試験項目 多数の応募の中から、低層12例，中層9例が試行建設の段階まで進み、完成作品について音響性能などの現場測定が行われた。音響試験の項目は以下の通りである。</p> <p>①界壁，界床を挟む室間平均音圧レベル差 ②界床の床衝撃音レベル ・衝撃源　：　タッピングマシン ・測定点　：　衝撃点：3点　受音点：3点（床上約1m） ③水洗トイレの排水音 ④窓の遮音性能 ⑤住戸内室間平均音圧レベル差 ⑥換気扇などの発生騒音</p> <p>低層：大阪泉北（測定：ケンオン）　中層：千葉県稲毛（測定：応募各社）</p> <p>3. 床衝撃音レベルに関する主要な結果</p> <p>1）タタミが性能が良く、フローリングが悪い。タイル，カーペットは製品による差が大きい。</p> <p>2）量産方式の住宅では、床についても軽量化に走りやすく、床剛性を増す工夫も貧弱にやり易い。ISO曲線（昭和45年当時）を特に低音域で越えてしまう例が多く、設計手法を早急に確立する必要がある。（ISO曲線と比較して著しく性能が低い4例については、改修が行われた。）</p> <p>3）わが国の素足の住生活に対応した試験方法の確立が急務である。</p>	
（文章作成：福島）	

2”×4”住宅の床衝撃音改善方法	
ツーバイフォー構法床の音響性能について	音響学会講演 1986.10
木造住宅の床の音響性能	建築技術 1986.12
田中（建築研究所）	
<p>1. 研究概要</p> <p>建設省建築研究所では、ツーバイフォー建築協会より依頼されて、枠組壁工法住宅の床の音響性能を改善するために、いくつかの床断面構造を実際に作製して、それらについて空気音遮音性能（音響透過損失）と床衝撃音遮断性能（基準化床衝撃音レベル）の性能試験を行ってきた。上記論文・解説は、それらの試験結果より得られた知見の報告である。</p> <p>2. 研究方法</p> <p>建築研究所建築音響実験棟の第2～第4残響室を用いて、実験室実験で検討する。</p> <p>3. 主要な結果または結論</p> <p>1) 天井裏の吸音材の効果</p> <p>吸音材のある場合と無い場合では、全周波数帯域において1～6dB程度の差があり、中空部分に挿入されている吸音材の効果が確認された。</p> <p>2) 防音シートの裏打ち効果</p> <p>防音シートを施工しておくほうが良い結果を示すことは確かである。しかも音響サイドからではなく、木造住宅の骨となっている木材の腐朽の防止ということから、防音シートは防湿層としての役目を発揮するので、壁内装仕上材あるいは天井板と吸音材の間（中空層のなるべく室内側）に切れ目なく敷き詰めておくことは在来工法、枠組壁工法の区別なく木造住宅では重要なことである。</p> <p>3) 床と天井を振動的に分ける効果</p> <p>床構造と天井構造を振動的に何らかの方法で分けることができれば、その中空層は一般の壁構造などと比較すると大きいので、非常に高い遮音性能が期待できる。また、重量床衝撃音遮断性能も床面に直接衝撃を与えて、下階に放射する音の量を判断する性能なので、床構造と天井構造を振動的に分離してあれば、これも優れた性能を期待することができる（ことを実験結果から示した）。</p> <p>4) 床構造の有効質量を上げる効果</p> <p>天井を直張りした仕様では、シンダーコンクリートの打設効果が、全帯域にわたり数dBから十数dB程度あることが確認できた。</p>	
（文章作成：田中，福島）	

大断面集成材使用の木造建築物の床衝撃音	
木造床の重量床衝撃音遮断性能について	音響学会講演 1987.10
大断面集成材を用いた床の重量床衝撃音レベル	音響学会建音研 1988.9
大断面梁を用いた木造床の重量床衝撃音遮断性能について	音響学会講演 1988.10
大規模木造における重量床衝撃音遮断性能	音響学会講演 1990.3
田中，福島（建築研究所）	
<p>1. 研究目的 建設省では、木造の中層の建築を可能にするべく総合開発プロジェクト「新木造建築技術の開発」を昭和61年度より開始しているが、その中で木造建築の重量床衝撃音遮断性能についても高性能の床工法を開発すべく研究を行う。</p> <p>2. 研究方法</p> <p>1) 実験室実験 : 一般的と考えられる在来工法の床構造と新木造建築物の方向として考えられる集成材を取り上げ、それを梁に用いた床構造の数例について実験室実験を行う。</p> <p>2) 試作建屋実験 : 新木造建築物として考えられる中層建物の中間階を切り出したものを想定した実物大の試作建屋を造り、2種類の床構造（木造I型ビーム使用床，木造BOXビーム使用床）について重量床衝撃音遮断性能を測定する。</p> <p>3. 主要な結果または結論</p> <p>1) 実験室実験 : 集成材の大断面梁の間隔が63Hz帯域の床衝撃音レベルに大きく影響するが、500Hz帯域以上はあまり変化ない。500Hz帯域以上は、ALC版などにより床板の剛性・質量を増加させると、床衝撃音遮断性能が大きく向上する。</p> <p>2) 試作建屋実験 : 試作建屋の床構造はL-60を目標に設計されているが、測定結果ではL-65となった。床構造の剛性不足（予測値に対して）や、壁からの放射音の影響による床衝撃音レベル上昇が原因と思われる。</p>	
（文章作成：田中，福島）	

木質系構造の床衝撃音低減工法の開発	
木質系床構造の床衝撃音低減工法の検討	音響学会建音研 1988.9
木質系床構造の床衝撃音の低減工法に関する模型実験解析	建築学会大会 1988.10
高度な床衝撃音遮断性能をもつ木質系床構造の現場実験結果	建築学会大会 1988.10
木質系床構造の床衝撃音の低減工法に関する模型実験解析 その2 -天井構造と床板の細分化に関する検討-	建築学会大会 1989.10
木質系構造の床衝撃音に関する実大建屋実験と縮尺模型実験	騒音制御 1990.8
木質系構造の床衝撃音低減工法に関する実験的検討 -縮尺模型実験と実大建屋実験における検討-	建築学会論報集 1991.1
福島（建築研究所），小林（大和ハウス工業），高橋（日本ノボパン）， 藤井（東洋大学），安岡（東京大学）	
<p>1. 研究目的 重量衝撃源の床衝撃音に対して高遮断性能な木質系構造の開発を、縮尺模型と実大建屋で実験的に検討する。</p> <p>2. 研究方法 縮尺模型実験と実大建屋実験。</p> <p>1) 縮尺模型実験 : 下室天井構造，下室壁構造，上階床構造を種々変化させ、重量衝撃源による床衝撃音レベル（模型での相等値）だけを測定して、床衝撃音の高遮断性能床工法の基本的考え方を検討する。</p> <p>2) 実大建屋実験 : 縮尺模型実験の結果を基に、下室二重壁，上階床板有孔板とした実大建屋を製作し、重量衝撃源による床衝撃音レベル、屋根裏音圧レベル、各部位振動レベル等、測定項目を増やして実用的工法について検討する。</p> <p>3. 主要な結果または結論</p> <p>1) 縮尺模型実験</p> <p>①床構造と振動的に独立させた天井構造では、中高音域の遮音性能はかなり期待できる。63Hz帯域についてはあまり大きな遮音性能が得がたい。</p> <p>②下室の周壁を二重壁とし、また、上階の床構造を支える外壁をフレーム化することによって、壁からの放射音を大幅に低減できる。</p> <p>③床構造については、床板を有孔とするなど、音響放射インピーダンスを低下させることで、床板を全面的に外した状態と同程度まで放射音が低減できる。</p> <p>④「①～③」の条件を満足させることで、模型実験からの検討ではあるがL-45程度の構造も可能と思われる結果を得ている。</p> <p>2) 実大建屋実験</p> <p>①下室周壁を二重壁（外壁フレーム化せず）、床板を有孔板またはグレーチングとして、L-55程度の結果を得ている。</p> <p>②天井裏の音圧や床板・天井板・内壁の振動測定結果から、やはり、外壁をフレーム化していないため、壁からの放射音の影響が大きく、模型実験までの低減ができなかったと考察している。</p> <p>4. その他 日本繊維板工業会に設置された住宅遮音床システム開発委員会（主査：井上先生）の一貫として行われている。</p>	
（文章作成：福島）	

木造住宅の床衝撃音特性	
木造住宅の床衝撃による室内音予測に関する研究	音響学会講演 1987.3
岩重，太田（広島大学），高橋（島根大学）	
<p>1. 研究目的 木造住宅における下室の床衝撃音は、構造部位のいかなる部分からの音響放射が寄与したものかを検討する。</p> <p>2. 研究方法 島根大学に作られた木造実験住宅においてタイヤおよびISOタッピングマシンにより上階を衝撃した場合の、下階各部位の振動加速度レベルと室内音圧レベルを測定する。各部位の振動加速度レベルから室内音を構成する寄与度が明らかになると同時に、振動レベル加速度測定より室内音予測も可能となる。</p> <p>3. 主要な結果 タイヤによる衝撃とタッピングマシンによる衝撃とでは多少異なった点が見られる。タイヤ衝撃の場合、天井材料による音響遮断効果は比較的少なく主として上階床構造からの音響放射によるものが支配的である。また半実験的に求めた放射係数については、従来の自由空間への放射とは異なり、巨視的な閉空間への放射として考える必要がある。</p>	
（文章作成：岩重）	

木造浮き床の検討	
木造浮床による床衝撃音遮断性能の向上	音響学会建音研 1984.12
塩田，田中，高橋（島根大学農学部）	
<p>1. 研究概要</p> <p>住宅の質向上の一環として、木造住宅の床衝撃音遮断性能向上の課題も今後さらに重要度を増してくるであろう。木造住宅の床衝撃音遮断性能はコンクリート造のそれより相対的に劣ることがこれまでの研究で明らかになった。そこで木造住宅の床衝撃音遮断性能向上について研究を重ね結果、次のような結果を得た。</p> <p>1) 1/4縮尺模型床を用いて、根太セイやその間隔，遮音シートの効果について検討した。遮音シートの使用で200Hz以上の周波数域で遮断効果がはっきり認められた。</p> <p>2) 実物大（6畳間）の実験木造住宅を用い、乾式浮床の緩衝材と床衝撃音遮断性能の関係を検討し、軽音源の場合、基準面に対し浮床によって1～5ランクL値が向上する。重音源に対しては1～2ランク向上する。</p> <p style="text-align: right;">（上記文献中の「内容梗概」）</p> <p>2. 論文の項目</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 木造住宅の床衝撃音測定事例 3. 模型を用いた根太床および天井に関する実験 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 根太間隔と根太のセイ（高さ）の効果 3.2 床構造と遮音性 4. 乾式浮床による床衝撃音遮断性能の向上 <p style="text-align: right;">（文章作成：福島）</p>	

木造住宅の床衝撃音の防音システム	
木造住宅の床衝撃音の防音システム	音響学会建音研 1988.9
高橋，中尾（島根大学農学部）	
<p>1. 研究概要</p> <p>木造住宅の居住性能を向上し、高規格住宅とするためには防火，遮音，耐久性などの多くの技術支援が必要となっている。</p> <p>音の分野ではとくに遮音と床衝撃音の防止についての技術的解決が求められている。RC住宅の床衝撃音の防音は床スラブを厚くして、浮き床構成にすれば殆ど解決に近づくことができる。これに対し、木造住宅では軽量で適当な柔構造であるために、振動が伝搬・励起しやすく床衝撃音の防音対策はRC造とはおのずから異なった対策を必要としている。床衝撃音の防音対策はとくに遮音の困難な木質仕上げ床をとり上げて、床一階下天井系について検討した。</p> <p>1) 床パネルの高剛性化 2) 浮き床化 3) 遮音層（2階床と1階天井間に遮音性の大きい材料を貼る）の設置 4) 遮音天井とその施工法（独立天井と吊り天井）の検討 5) 下室隔壁の設置</p> <p>以上の防音対策によって軽音源L-95がL-50に、重音源ではL-90がL-55に改善される。</p> <p>また、床衝撃音レベルを予測するため、試算をおこなった。即ち重音源の衝撃力、床パネルのインピーダンス，下室吸音力，有効放射面積その他のデータを基本式に代入すると実測値とよい近似がえられ、設計段階で床衝撃音レベルの予測が可能である。</p> <p style="text-align: right;">（上記文献中の「内容梗概」）</p> <p>2. 論文の項目</p> <p>1. 緒言</p> <p>2. 実験</p> <p>2.1 実験住宅</p> <p>2.2 床衝撃音実験</p> <p>3. 結果</p> <p>3.1 床衝撃音改善工法とその効果</p> <p>3.2 床衝撃音レベルの試算</p> <p style="text-align: right;">（文章作成：福島）</p>	

木質系一戸建プレハブ住宅の床衝撃音	
木質系一戸建プレハブ住宅における床パネルの床衝撃音に関する基礎的実験	建築学会関東支 1978.3
木質系一戸建プレハブ住宅における床パネルの床衝撃音実験	建築学会大会 1978.9
藪下，菅原，下村，瀬田，塩田（飛島建設技研）	
<p>1. 研究目的 木質系一戸建プレハブ住宅における各種床パネルの床衝撃音に関する性能比較、および、各種音源の比較検討。</p> <p>2. 研究方法 1) 試験体パネルの種類：各種の天井材・床仕上げ材を用いて、36種類の床パネルを製作。 2) 実験室（受音室）： 寸法：2.8m×1.9m×1.2m 構造：軽量ブロック造 3) 試験体設置方法： 受音室の短辺側天端の設けたアングルで2方向支持。 4) 衝撃源： タッピングマシン（スチールヘッド），タイヤ落下（50cm落下） サッカーボール（1m落下），ソフトボール（1m落下） 5) 測定項目： A特性 FAST PEAK LEVEL</p> <p>3. 主要な結果 1) 天井材については「ベニヤ4mm厚+プラスターボード9mm厚」が、床材については「タタミ仕上げ」が良い性能を示した。 2) 床構造の比較による検討： 各床パネルサンプルの衝撃音の周波数特性について、A特性補正後に最大帯域レベルとなる帯域が、かたい衝撃源ほど高い周波数に移動している。 3) 各サンプルの改善量の大きさに注目すると、衝撃源がサッカーボールの場合には、天井材の効果はプラスターボード貼したものが大きい、タッピングの場合には、天井材の変化以上にタタミの効果が目立ってくる。衝撃源がタイヤの場合には、天井の有無の違いが非常に大きい。 4) 各衝撃源の特性について： 各試験体床パネルに対する各衝撃源のA特性床衝撃音レベルのバラツキについて検討すると、タッピングマシンのバラツキが最も大きく、ソフトボール，サッカーボール，タイヤの順に小さくなる。タッピングマシンの場合には、床仕上げ材の影響が最も大きく、特にタタミの効果、次にシーリングボード下地の効果といった床材の柔らかさが影響している。タイヤ落下については、天井材の影響が大きく、A特性床衝撃音レベルの変動幅は、他の3音源に比べて最も小さい。（本研究での天井材は根太下の板材であり、その有無は床剛性へ大きく影響する。）（文章作成：塩田，福島）</p>	

木造床+ALC版の床衝撃音 その1 (実大実験)	
木造床+ALCの床衝撃音遮断性能 その1 実験棟床衝撃音測定について	建築学会大会 1989.10
木造床+ALCの床衝撃音遮断性能 その2 木造戸建て住宅床衝撃音測定について	建築学会大会 1989.10
木造床+ALCの床衝撃音寄与率について	建築学会大会 1990.10
木造床+ALCの床衝撃音による加速度振動レベルの測定例	建築学会大会 1990.10
床衝撃音時の打振床面積の広さと遮音等級Lとの関係	建築学会大会 1990.10
山下(信州大学), 角張(松下電器), 長谷川(昭和シェル石油), 及川(旭化成建材), 根田(旭化成住宅)	
<p>1. 研究目的 木造戸建て住宅の床構造にALCを組み入れることにより、床衝撃音遮断性能を在来工法に比べて改善させる。</p> <p>2. 研究方法 1) 研究を進める上で、①在来工法を大幅に変えない、②界床仕様等にも適用可能とする、③施工性(コストも含めて)についても配慮することを前提とした改良床とする。 2) 測定項目: JISに基づく床衝撃音測定、受音室内壁面・天井面の音響インテンシティの測定(軽量床衝撃音)、床衝撃後の各部位の振動伝達測定、打振面積のための測定等を行う。</p> <p>3. 主要な結果または結論 1) 木造床にALCを組み入れることにより、従来の工法に比べて2~3ランク改善された。 2) 重量床衝撃音では63Hzがボトムネックとなる。 3) 音響インテンシティ測定により、床衝撃音の全音響パワーに対する天井、壁の放射パワーの寄与率を示した。 4) 各部位の振動伝達では、梁の影響が大きいことを示した。 5) 測定の便宜性、簡易性から床衝撃音打振面積を小さくしたが、1畳相当程度に小さくしても床衝撃音レベルは殆ど変わらなかった。</p>	
(文章作成: 山下)	

木造床+A L C版の床衝撃音 その2 (模型実験とポイントスペクトル解析)	
縮尺模型実験による木造軸組A L C床の床衝撃音低減に関する研究 その1	建築学会大会 1991.9
縮尺模型実験による木造軸組A L C床の床衝撃音低減に関する研究 その2	建築学会大会 1991.9
縮尺模型実験による木造軸組A L C床の床衝撃音低減に関する研究 その3	建築学会大会 1991.9
縮尺模型実験による木造軸組A L C床の床衝撃音低減に関する研究 その4	建築学会大会 1991.9
縮尺模型実験による木造軸組A L C床の床衝撃音低減に関する研究 その5	建築学会大会 1991.9
木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その1	建築学会大会 1992.8
木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その2	建築学会大会 1992.8
木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その3	建築学会大会 1992.8
山下(信州大学), 角張(松下電器), 長谷川(昭和シェル石油), 西川, 井上, 佐藤(信州大学), 及川(旭化成建材), 根田(旭化成住宅)	
<p>1. 研究目的 床衝撃音の低減化のための実験を、実際の建物もしくは実大実験で行うには、大がかりな準備と労力、それに要するコストがかかりすぎて数多くの実験がやりにくい事から、1/2縮尺模型実験を行って、振動伝搬、音響放射等の現象を明らかにし、有効な低減化手段を決定する。</p> <p>2. 研究方法 1/2縮尺にするための実験装置、床衝撃源の開発、解析に多次元スペクトル手法、音響インテンシティ手法を取り入れ、効率よく処理をするための環境整備等からはじまって、解析手法の適応性、解析結果の考察をする。</p> <p>3. 主要な結果または結論 1) 1/2縮尺の重量床衝撃源として競技用自転車(27インチ)空気圧7.5kg/m²、落下高さ15cmとすると相似性を満たす。軽量衝撃源についてもミニタッピングマシンを作成した。 2) 低減対策した模型(6畳)と同じ対策をした実験棟(8畳)で床衝撃音遮音等級を比較したところ模型で2ランク、実験棟で1ランク低減した。 3) 音響インテンシティ測定から実験棟の壁面、天井の音響放射をみると、窓面より窓の周辺から多く放射している事がわかり、窓が壁面の剛性を低下させたことによると考察した。 4) 多次元スペクトル解析により、木造軸組工法の重量床衝撃音遮音を決定する63Hz, 125Hzでは各部位が共通に振動しており、そのため各部位の対策を組み合わせても加算的な効果が期待出来ないと考察した。この結果から、床衝撃源そのものを低減させる事が有効であるとしている。</p> <p style="text-align: right;">(文章作成: 山下)</p>	

木造軸組構造の床衝撃音に関する聴感実験	
木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その4	建築学会大会 1992.8
木造軸組構造における床衝撃音に関する研究 その5	建築学会大会 1992.8
山下（信州大学），角張（松下電器），長谷川（昭和シェル石油），西川，井上，佐藤（信州大学），及川（旭化成建材），根田（旭化成住宅）	
<p>1. 研究目的 床衝撃音を人間の感覚尺度でとらえて考察する。</p> <p>2. 研究方法 主観評価する場合、出来るだけ実音場に近いことが望ましいと考え、無響室内壁面にスピーカーを複数個配置し、指向性マイクロホンを5方向にセットして実際の床衝撃音をマルチレコーダーで録音し、再生する。これについての問題点と木造軸組在来工法の床衝撃音と「木造床+A L C」の床衝撃音のうるささについて主観評価実験を行い、考察する。</p> <p>3. 主要な結果または結論 アナログ方式による録音再生であり、マイクロホン相互に信号が重複しているため、当然ながら理想的な音場再生とはほど遠い結果となったが、主観評価実験から遮音等級が1ランク上昇するとうるささが1ランク上昇する事を示した。しかし、今後これらを含めて、評価手法システムを再構築する必要がある。</p>	
（文章作成：山下）	

ダンピングシートを用いた床板の音響放射特性	
ダンピングシートを用いた床板の音響放射特性改善に関する研究	建築学会九州支 1988.3
制振シートを用いた床板の音響放射特性	騒音制御発表会 1988.9
福原（リオン），菅田（セントラルガラス）	
<p>1. 研究目的 鉄骨プレハブ戸建住宅において、衝撃源の直下階の天井から放射される音の状態を変化させることによる床衝撃音低減を計るため、塩ビ系ダンピングシートを用いる床工法を提案し、その効果を検討する。</p> <p>2. 研究方法 床下地材（根太40×60mm+15mmパーティクルボード+12mmパーティクルボード）と床仕上げ材（カラーフローア）の間にダンピングシートをはさんだ場合と、入れない場合の床衝撃音（重量衝撃源および軽量衝撃源）を測定する。測定項目は、JISに従って求める床衝撃音レベルのほかに、床衝撃音の残響時間、音響インテンシティ計測による天井からの音響放射性能の計測もある。</p> <p>3. 主な結果または結論（上記文献より抜粋） 従来のJIS-A-1418に基づいた評価方法では顕著な効果を明らかにするデータは得られなかったものの、ダンピング材使用による効果を音響インテンシティ法により把握できた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 質量が軽く剛性の小さい板材料に対しての制振効果が大きい。 2) 床の剛性に変化を与え階下天井からの音響放射パワーレベルが小さくなる。 3) 天井からの放射音の残響時間が早くなり、音による圧迫感が軽減される。 4) 軟シート状ダンピングのため室縁部分の施工も容易で、しゃ音材としての効果も期待できる。 5) ダンピング効果を空間への放射音として検討するために、音響インテンシティ手法が有効である。 	
<p>※「3.」は上記文献より抜粋 （文章作成：福島）</p>	

プレハブ住宅の防音、および、工業化住宅の床衝撃音遮断性能	
プレハブ住宅の防音	音響技術 1984.6
工業化住宅の床衝撃音遮断性能の現状	音響技術 1989.6
大嶋（ミサワホーム），岡野（ナショナル住宅産業），柴田（大和ハウス工業），中尾（積水ハウス），柳瀬（旭化成工業），吉岡（積水化学工業），安岡（東京大学）	
<p>1. 上記上側文献の概要</p> <p>1) 全体概要</p> <p>プレハブ住宅の音環境問題をあらゆる角度から検討した結果を解説している文献である。低層集合住宅の音響性能に関しては、界壁と界床の現状工法とその遮音性能がまず提示されており、続いて、遮音性能目標値が示されている。その目標値を念頭に置いた対策工法もいくつか示されている。（全15ページ）</p> <p>2) 目次</p> <p>緒論</p> <p>1. 低層集合住宅における界壁・界床の音響性能</p> <p>1.1 現状 界壁，界床</p> <p>1.2 防音対策例 集合住宅への要求，目標性能，対策例</p> <p>2. 道路騒音とその対策</p> <p>2.1 プレハブ住宅の遮音性能（外周壁）の現状と道路騒音対策</p> <p>2.2 道路交通騒音の対策事例</p> <p>3. オーディオルーム，ピアノレッスン室等の設計・施工例とその性能</p> <p>3.1 兼用室としてのピアノレッスン室，オーディオルームの設計例</p> <p>3.2 音楽室（ピアノレッスン室等）の設計例</p> <p>3.3 音響性能測定</p> <p>2. 上記下側文献の概要</p> <p>1) 全体概要</p> <p>工業化住宅の床衝撃音に関するBCJ基準，現状，対策工法などが簡潔に解説されている。（全6ページ）</p> <p>2) 目次</p> <p>まえがき</p> <p>1. 工業化住宅における測定方法および評価方法</p> <p>1.1 測定方法および評価方法</p> <p>1.2 BCJ認定工業化住宅の性能技術基準</p> <p>2. 鉄骨系住宅の床衝撃音遮断性能</p> <p>2.1 重量床衝撃音遮断性能</p> <p>2.2 軽量床衝撃音遮断性能</p> <p>3. 開発動向と今後の課題</p> <p>3.1 重量床衝撃音対策</p> <p>3.2 軽量床衝撃音対策</p> <p>3.3 今後の課題</p> <p style="text-align: right;">（文章作成：福島）</p>	

付 録 ー 2

日本木造住宅産業協会の実験報告書

1. 平成4年度および平成5年度の

実験結果まとめ

木造軸組工法住宅
床衝撃音実験報告書

1 9 9 4 年 3 月

社団法人 日本木造住宅産業協会

(社) 日本木造住宅産業協会
技術開発委員会
委員長 福本雅嗣

住宅あるいは共同住宅の床遮音については、かねてよりさまざまな問題が発生していることはご周知のことであろう。その中でも共同住宅の居住者において問題が顕在化したケースは数多く報告されている。また、戸建て住宅の分野においても、いくつかの問題点を指摘されてはいたが、技術上の問題よりも個人レベルの感覚の違いを強調してきたきらいがあつたといえる。最近では「優良な木造軸組住宅」基準の一部に遮音性に配慮する必要があるとの項目が加えられたことや、共同住宅に対する金融公庫の融資基準に遮音性能が数値化されるなど、音に対する性能確保への関心が高まりつつある。このような背景のもと、木造軸組工法による住宅を供給する関係団体（(社)日本木造住宅産業協会、(社)日本ハウズビルダー協会、(社)全国中小建築工事業団体連合会）の共同事業として、平成4年、5年度と引き続き共同住宅の床遮音性能確認の作業を実施した。その目的は従来、木造在来工法（あえてこう呼ぶ）による建物は、遮音性能は当然のごとく低いものと決め付けられていた感があり、最近までそれに対する対応策や技術研究は一部の方々をのぞき検討の対象から除外されていた感がある。また、それを供給する側もそれを当然のこととして何らかの対策を施してきていなかったのではなかろうか。平成4年度において建築基準法等の改正が行われ、木造建築物にも耐火及び準耐火の考え方が導入された。これにより準防火地域をのぞく地域で木造による3階建共同住宅の建設が可能となったことはご高承の通りである。そこでは不特定のそれぞれ関係のない世帯が互いに住み分けることであり、冒頭に述べた通り互いが日常生活をするうえでの生活音や、特に床衝撃音問題はさけて通れないことが目に見えている。そういった意味でも、木造軸組工法を対象とした遮音性能向上のための研究と技術開発が急務となってきた。そこで木造軸組工法における遮音性能への基本的な考え方を

①生活実感に比べられる性能とする。

②音についての生活実感は、個人の感覚、生活スタイル、近隣関係などにより相当個人差がでることから、それに対応できるようにする。

③ 個人住宅、共同住宅（分譲、賃貸）などの住宅種別により、求められる性能が異なることから、性能レベルをいくつかに分けて考える必要がある。

④ 建物の構造種別により、目標達成のための手法の難易度が大きく異なることを承知しておく必要がある。

において技術開発を進めていくこととした。

平成4年度においては、建設省及び住宅金融公庫に協力して住宅金融公庫が検討されている、住宅金融公庫賃貸共同住宅の基準仕様の値に、対応可能な技術的確認を行った。引き続き平成5年10月より平成6年2月にかけて、第2回目の測定作業を行った。この2回目の測定は第1回目の作業が、とにかく遮音性能上の基準点を確保することを最大の目標としたため、いくつかの点で実用上コストがかかりすぎることや、施工上、非日常的な部分があった。そこで第2回目は、新しい仕様を加えることや、工法上の工夫を取り入れるなどを行ってより実用的な仕様での性能確認を行った。また、ここではより高い遮音性能目標値も設定し、その可能性についての試行も行っている。2年間に亘って行なった一連の遮音性能確認のための測定作業は取りあえず第1ステップが終了した。

本報告書は2年間に亘って行った作業における全資料であり、このデータを手がかりとして各々の団体に所属する各位が木造軸組工法の共同住宅あるいは戸建住宅での遮音性能向上へ向けて、技術開発を推進して頂けるきっかけとなれば望外の喜びである。

最後に、今回の測定にご協力頂いた

- ・ 住友林業株式会社 筑波研究所
- ・ 社団法人 石膏ボード工業会
- ・ 日本繊維板工業会
- ・ ロックウール工業会
- ・ ALC協会
- ・ 大建工業株式会社
- ・ 吉野石膏株式会社
- ・ 株式会社ノダ
- ・ 三菱製鋼株式会社
- ・ フクビ化学工業株式会社

の方々に対し本稿をかりて厚く御礼申し上げます。

以 上

追記

尚ここで得た貴重な資料はすべて遮音にかかわる以下の委員会

- ・住宅の界床遮音構造研究委員会

委員長 安岡正人

事務局 (財)日本建築センター

- ・住宅金融公庫融資住宅工事共通仕様改訂原案作成委員会 遮音性能部会

主査 野城智也 武蔵工業大学工学部建築学科助教授

事務局 (財)日本住宅・木材技術センター

- ・木造3階建て共同住宅開発供給専門委員会

主査 井上勝夫 日本大学理工学部建築学科助教授

事務局 (財)日本住宅・木材技術センター

に提供し、多くの学識者、行政担当官あるいは他工法の関連技術者等よりの指導を受けることにより、木造軸組工法による共同住宅ひいては戸建住宅の分野での遮音技術レベルの向上に資することとしたい。

目 次

1. 実験方法 P 41 ~ P 54.

2. 結果 P 55 ~ P 102

試験結果一覧 P 55 P 56

各仕様の床衝撃音測定結果 P 57 ~ P 102

実 験 方 法

1. 実験棟

実験棟は住友林業（株）筑波研究所内の実物大木造軸組工法住宅で、1、2階共洋室6畳間で平面内寸は2625mm×3535mmである。また壁は、外壁側より弾性リシン吹付モルタルーアスファルトフェルトーラス下地板ー中空部ーロックウール断熱材ー石膏ボード仕上げという構造である。なお、実験住宅の断面詳細図及び1階、2階平面図を図1、2に示す。

2. 実験日

1993年	1月26日	11月 8日	1994年	1月12日
	1月27日	11月11日		1月24日
	2月 4日	11月15日		1月31日
	2月 5日	11月26日		2月 2日
	2月10日	12月 1日		2月 9日
	2月15日	12月 8日		2月14日
	2月17日			2月21日
	2月18日			
	2月23日			
	2月26日			

3. 床構成

試験体の床構造仕様3種類及び床下地仕様10種類を図3A,3B,4A,4B,4Cに示す。また、床仕上仕様4種類を図5に示す。

4. 下室天井

下室天井材料仕様6種類を図6A,6B,6Cに示す。

5. 床衝撃音実験

2階床衝撃による騒音の測定・解析は、JIS A 1418「建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法」に準拠して行った。軽量衝撃源としてタッピングマシン、重量衝撃源としてバングマシンを使用し、2階床衝撃点を順次衝撃した。

衝撃点5点、測定点5点とした。（図7）

6. 測定方法及び分析方法

床衝撃音の測定は、前記の2つの衝撃源により発生した床衝撃音を下室受音室に設置したマイクロホンで受音させ、1/1オクターブ分析器付騒音計で周波数分析し、床衝撃音レベルを測定した。

以下に本実験で用いた機器を示す。

<衝撃源>

タッピングマシン

RION製

FI-01

バングマシン

RION製

FI-02

<測定・解析>

1/1オクターブ分析器付精密騒音計

RION製

NA-29E

マイクロホン

RION製

NA-29Eの付属ヘッド

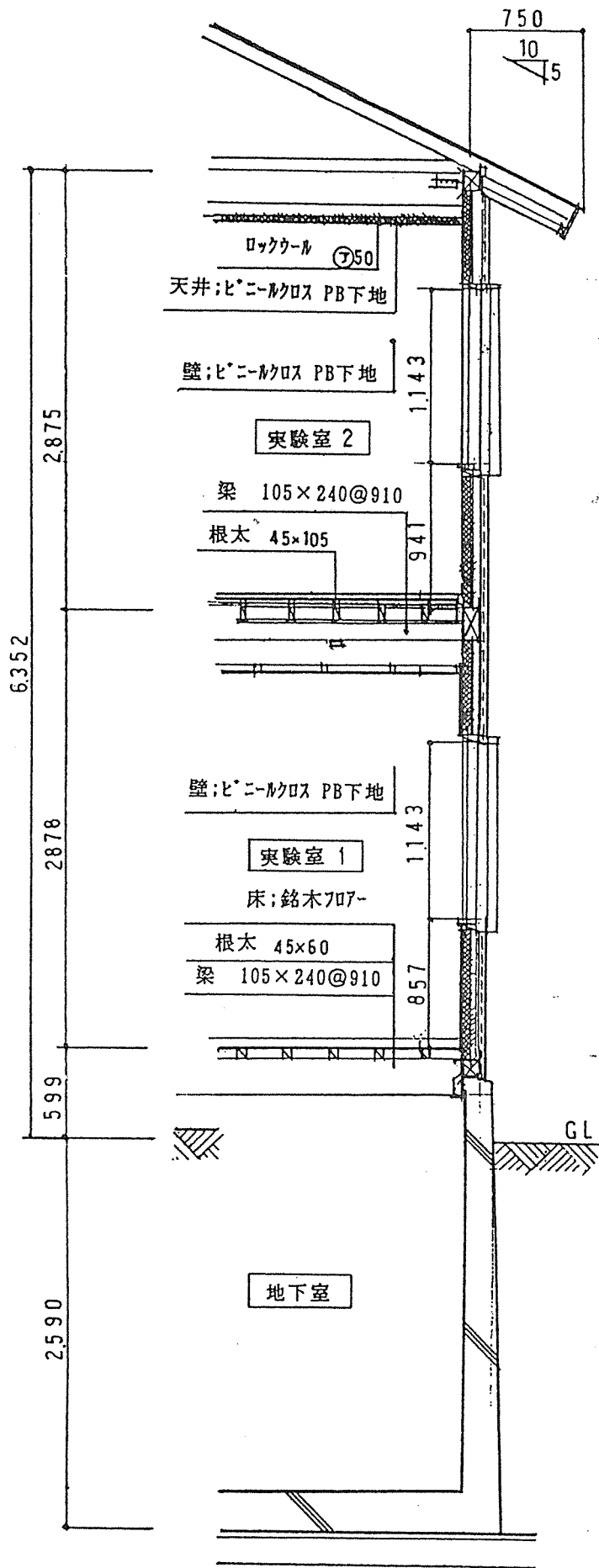


図1 実験住宅の断面詳細図

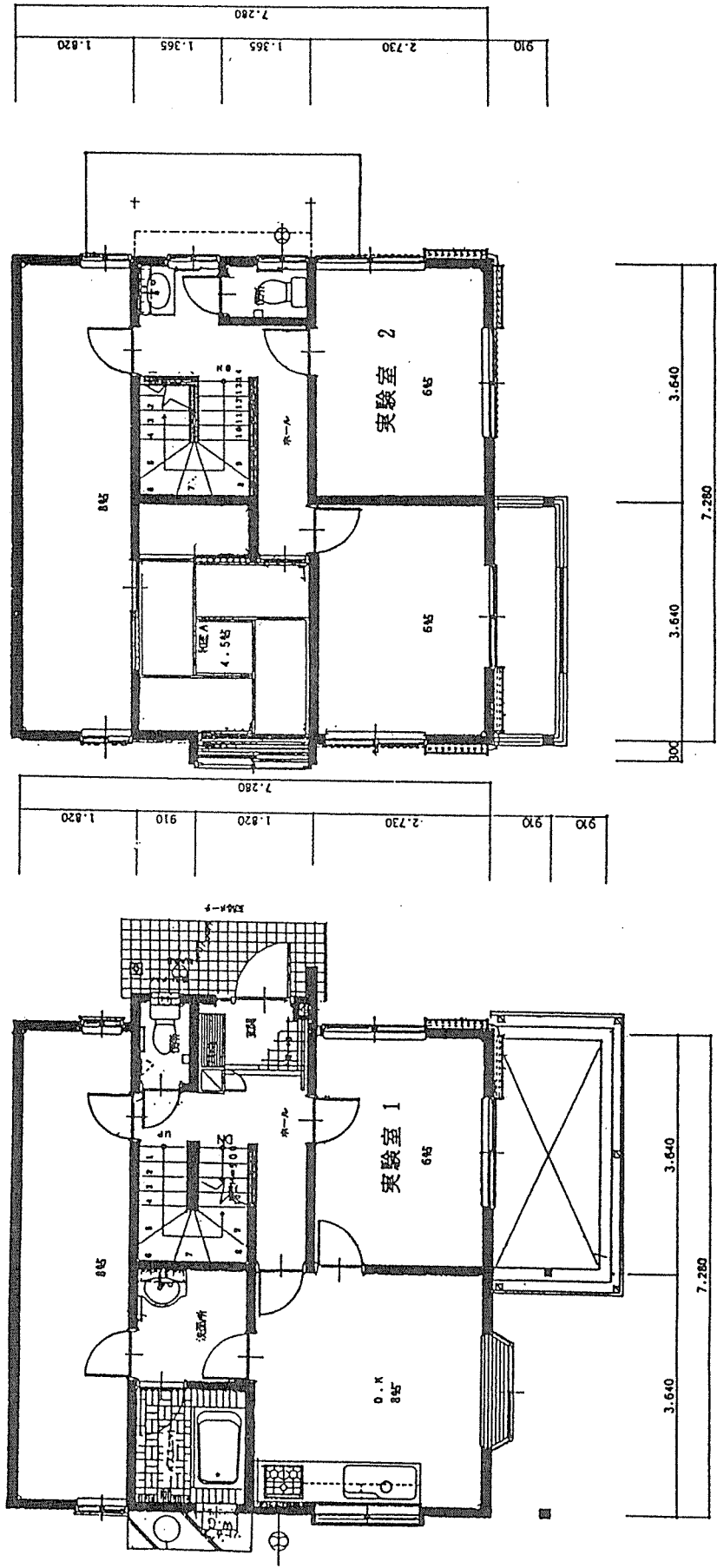


図2 実験住宅の平面詳細図

92 A₁ タイプ

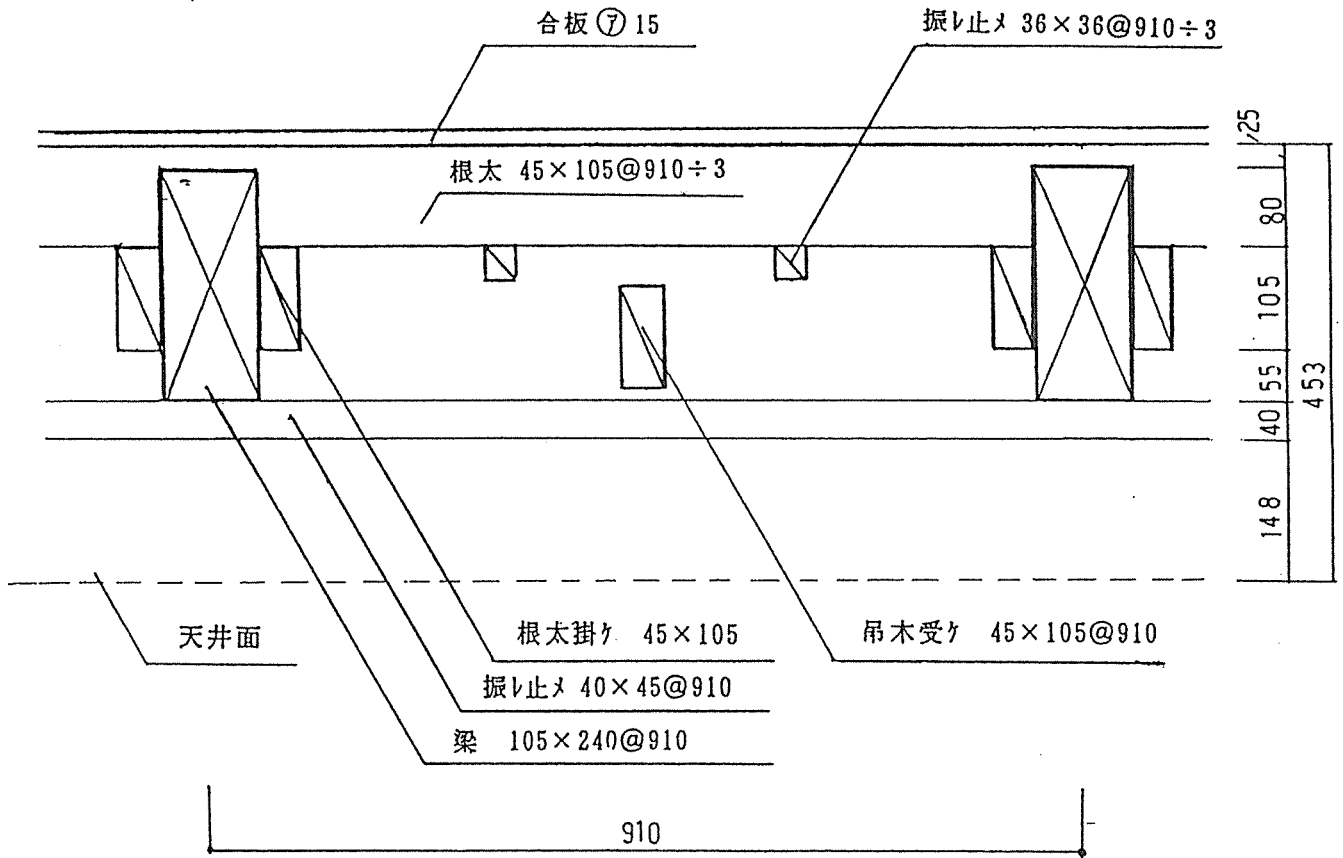
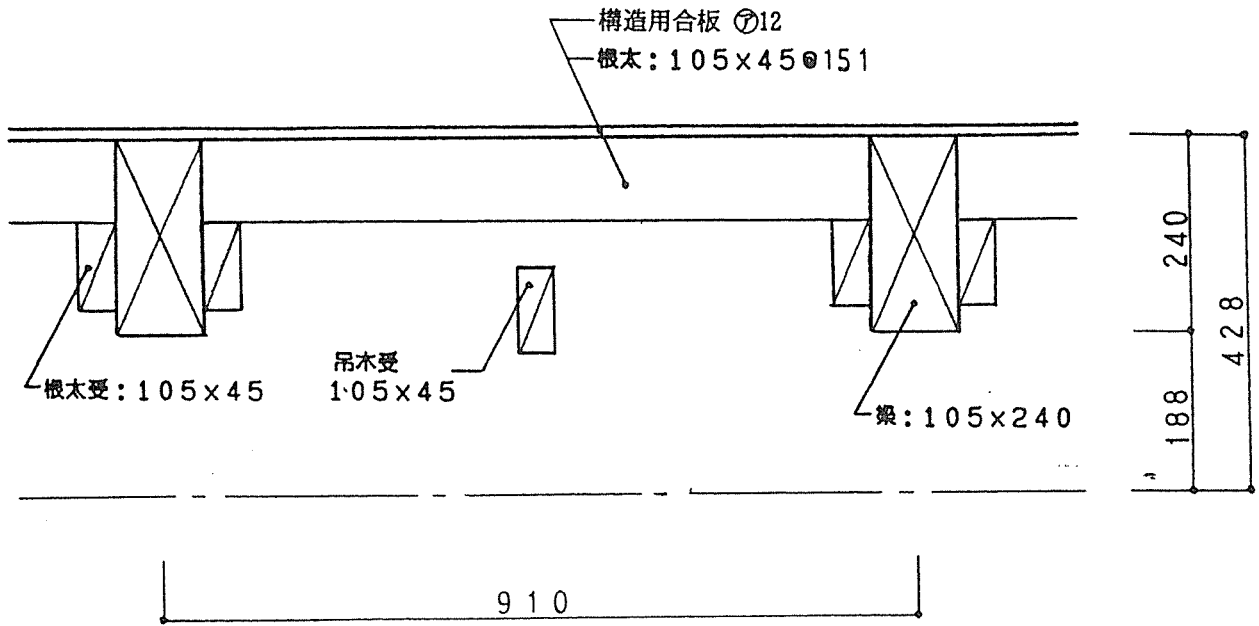


図 3A 試験体の構造仕様

93 A₁ タイプ



93 A₂ タイプ

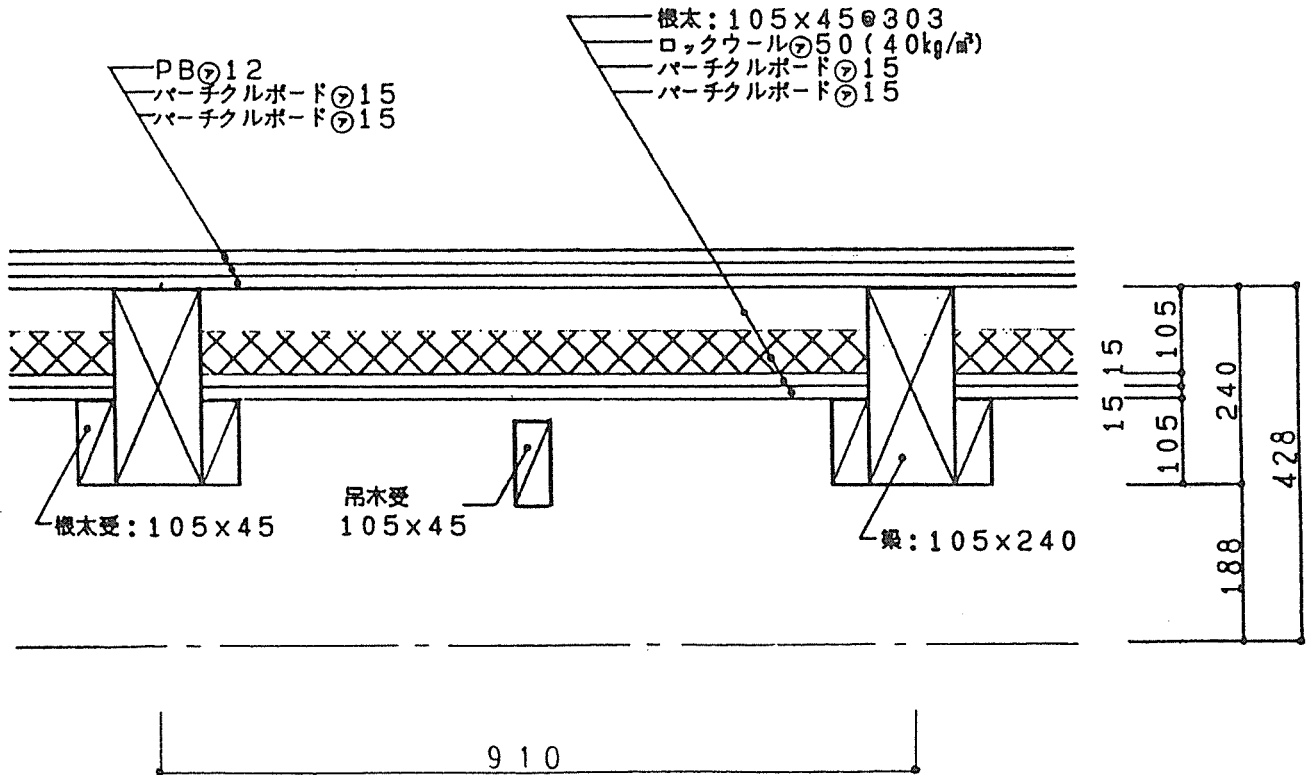
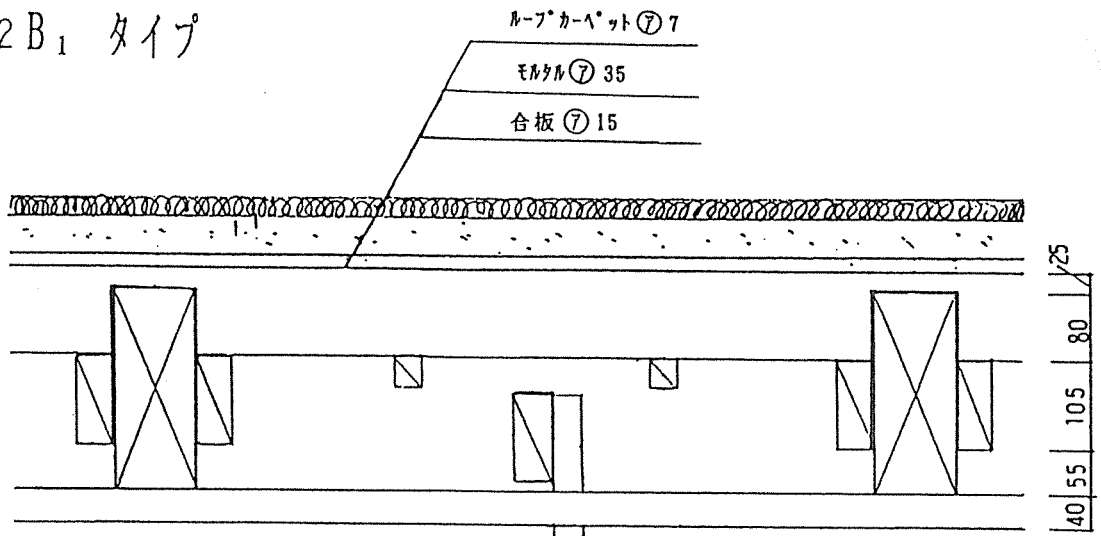
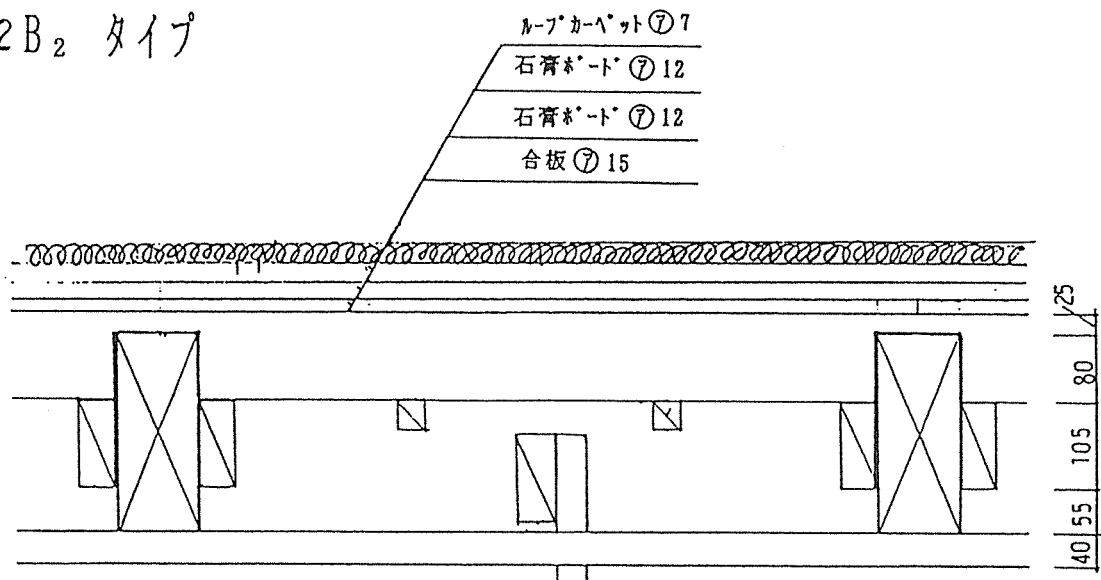


図3B 試験体の構造仕様

92B₁ タイプ



92B₂ タイプ



92B₃ タイプ

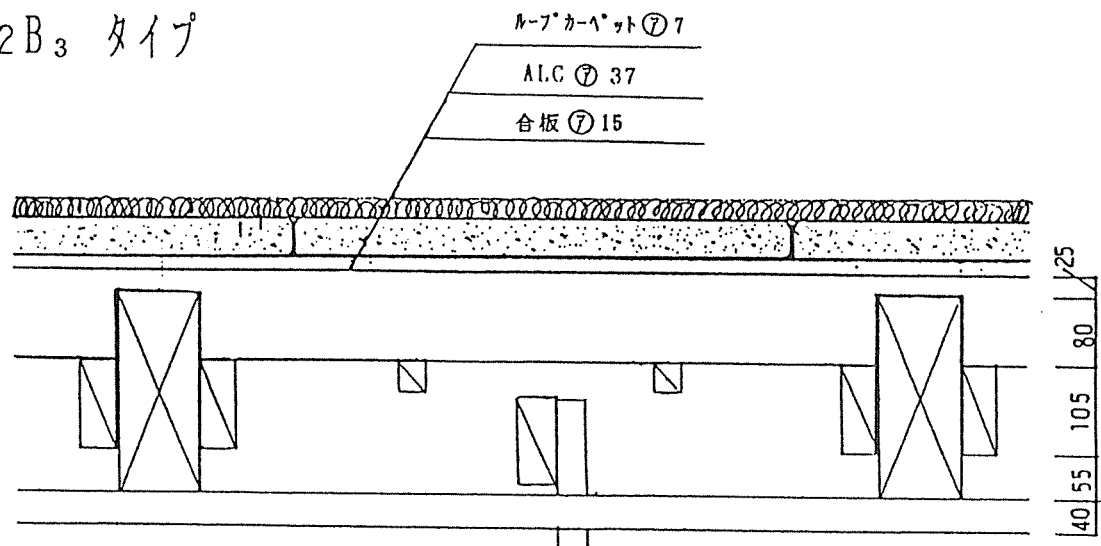
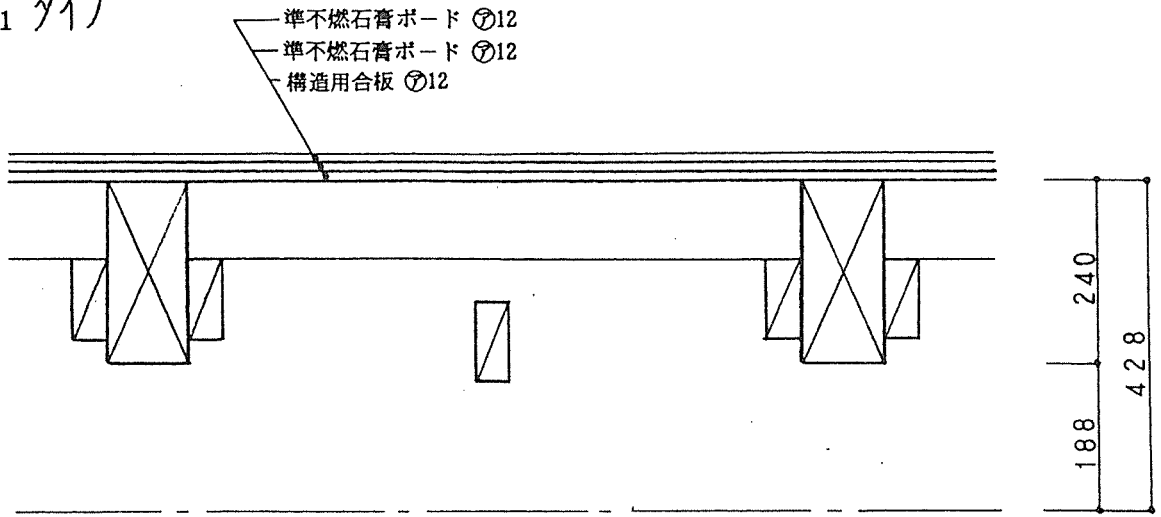
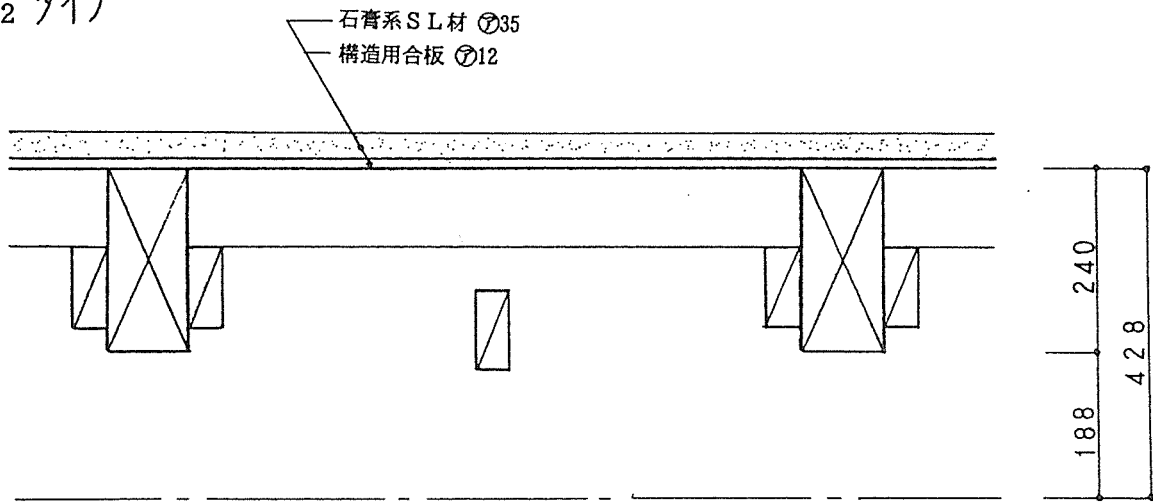


図4A 試験体の床下地仕様

93 B₁ タイプ



93 B₂ タイプ



93 B₃ タイプ

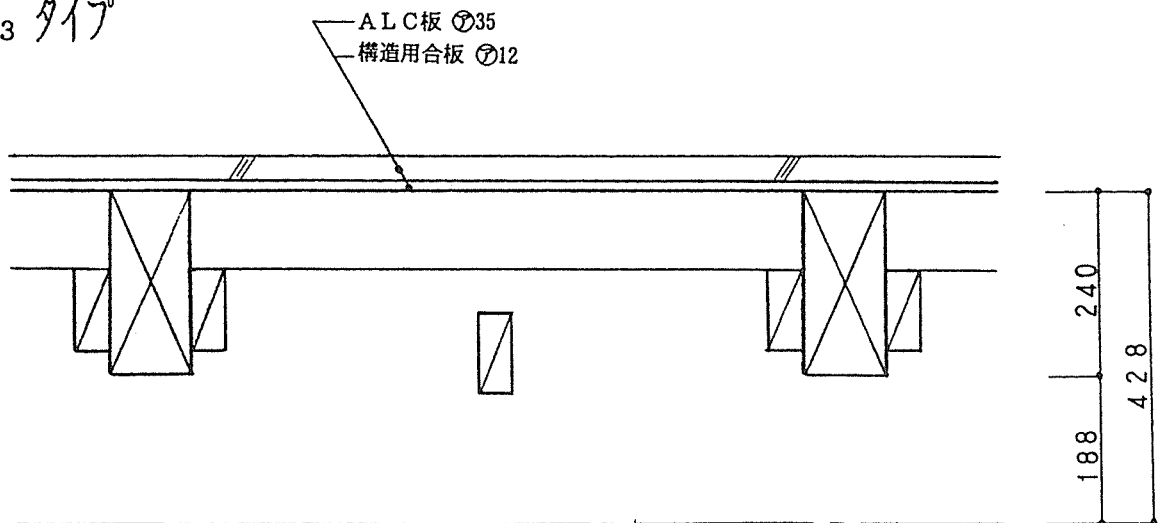
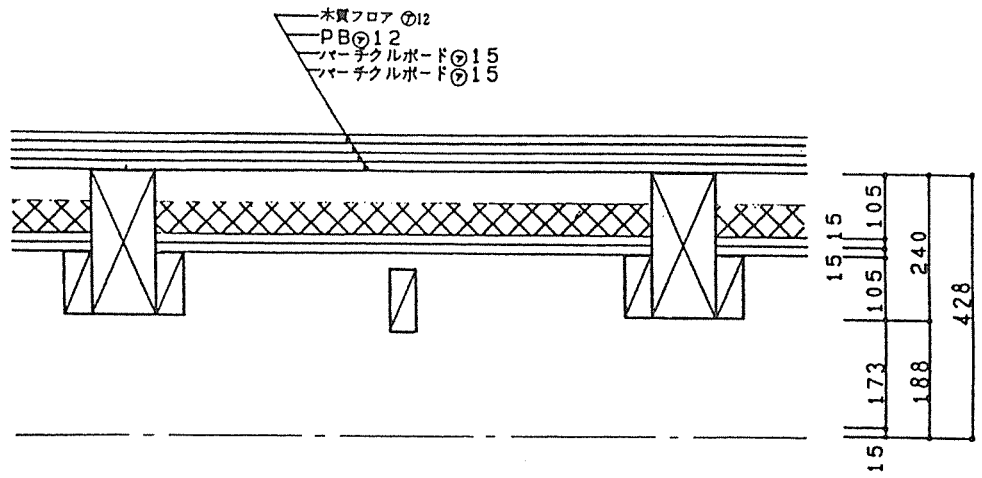
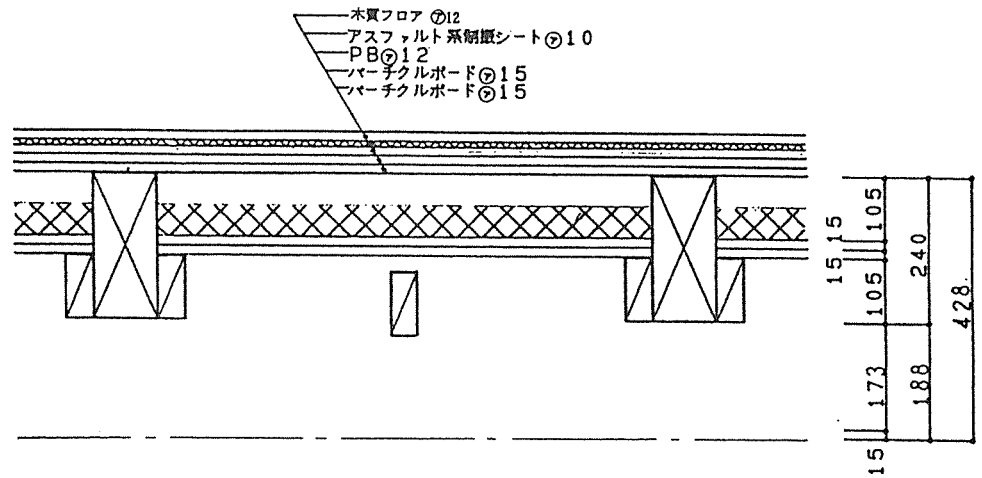


図 4B 試験体の床下地仕様

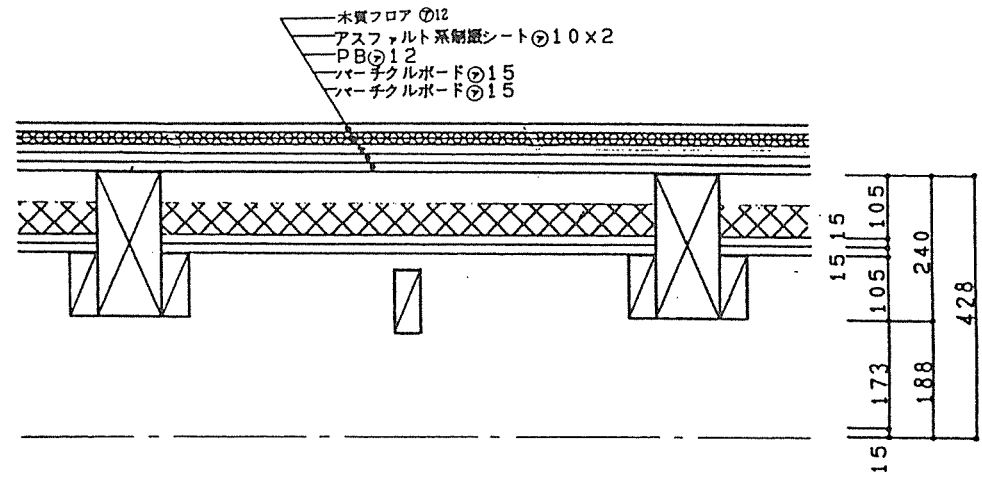
93B₄ タイプ



93B₅ タイプ



93B₆ タイプ



93B₇ タイプ

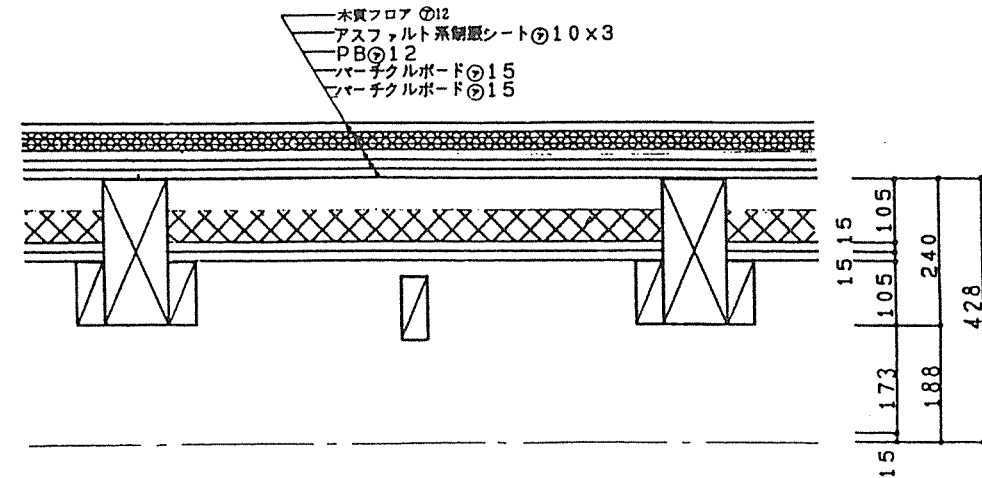
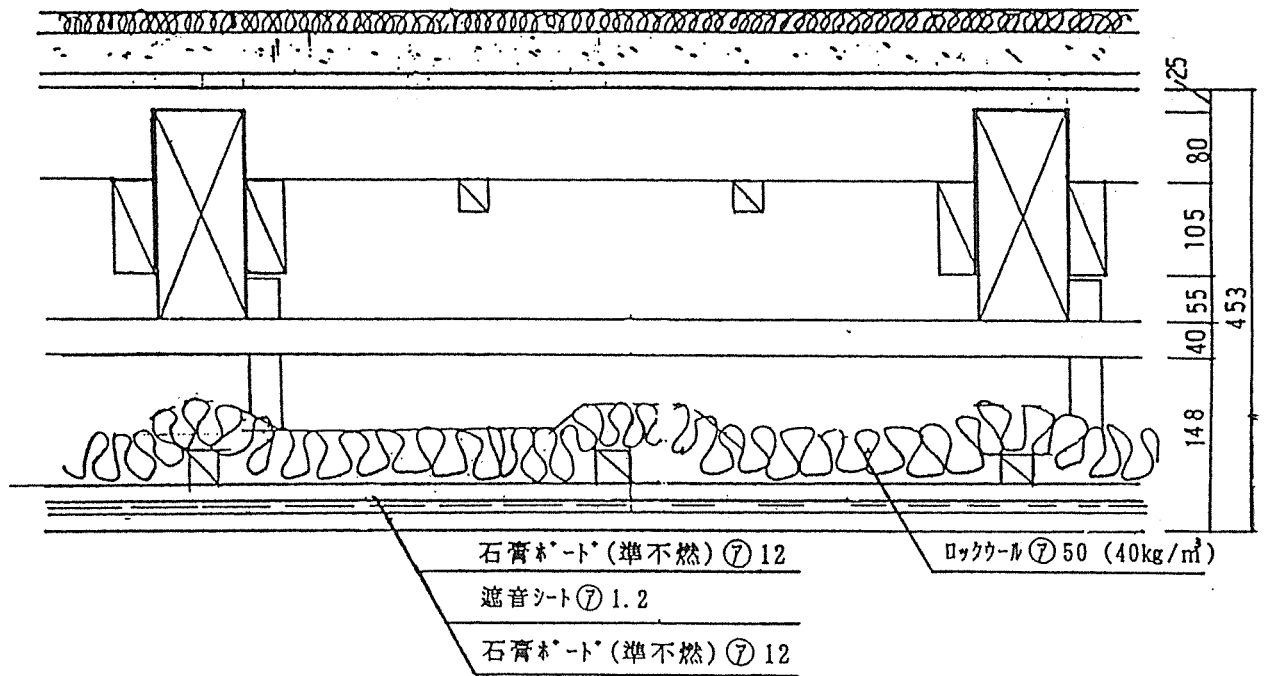


図 4C 試験体の床下地仕様

92C₁ タイプ



92C₂ タイプ

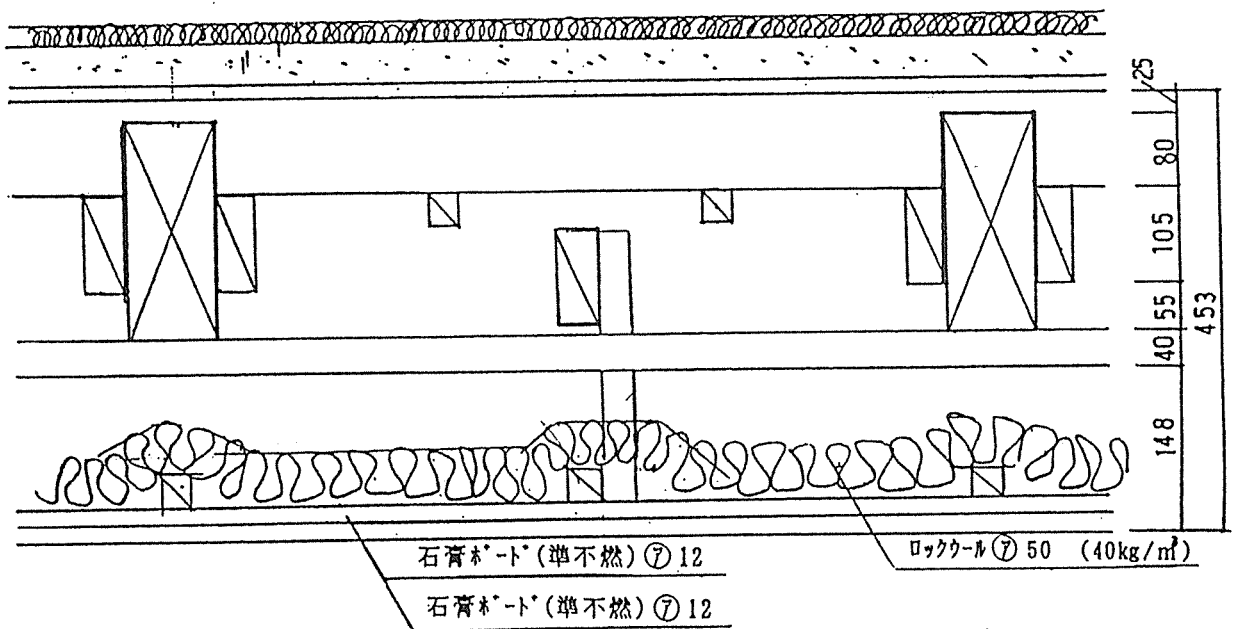
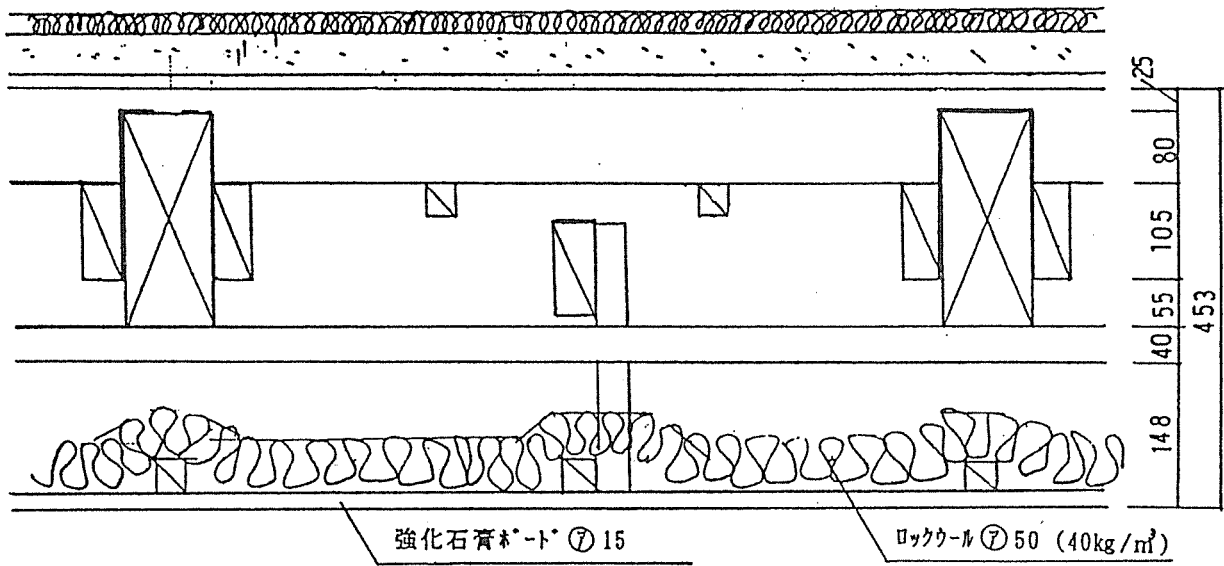


図 6A 試験体の天井材料仕様

92C₃ タイプ



92C₄ タイプ

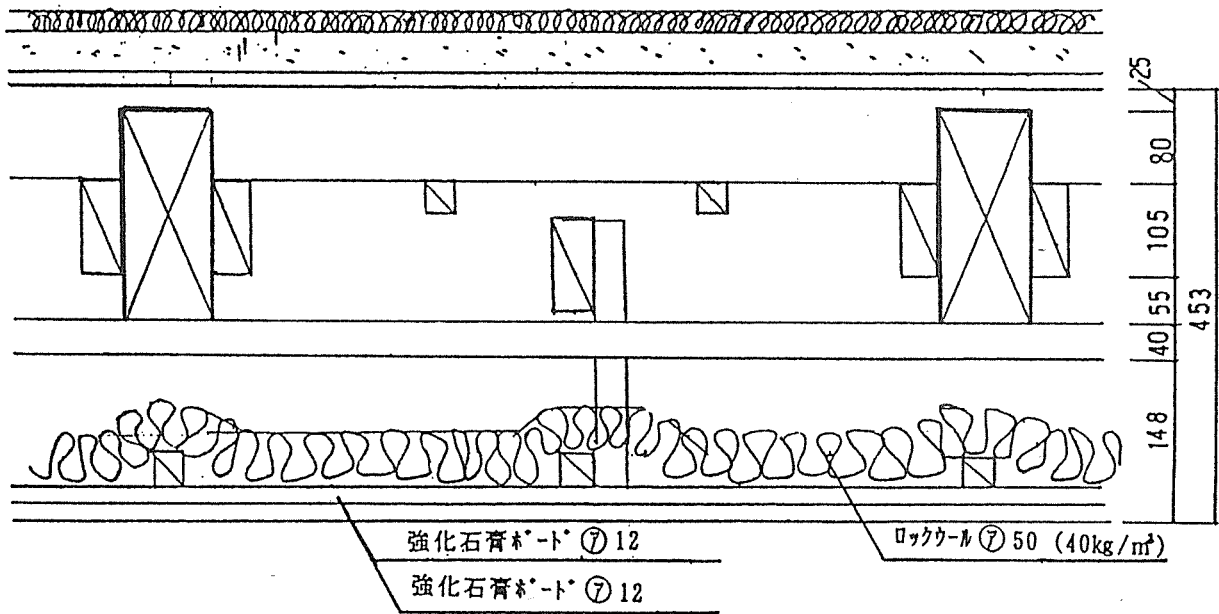
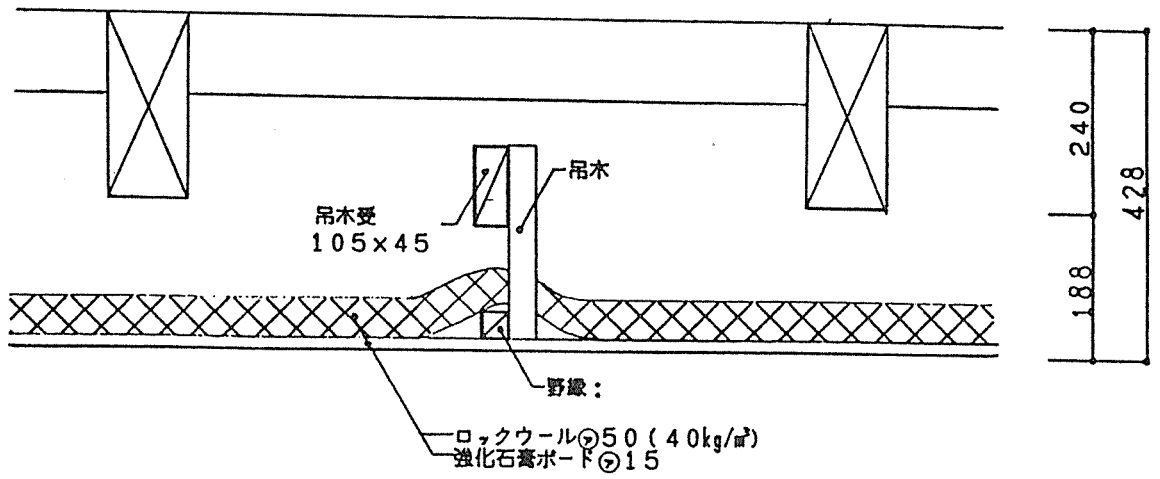


図 6B 試験体の天井材料仕様

93 D₁ タイプ



93 D₂ タイプ

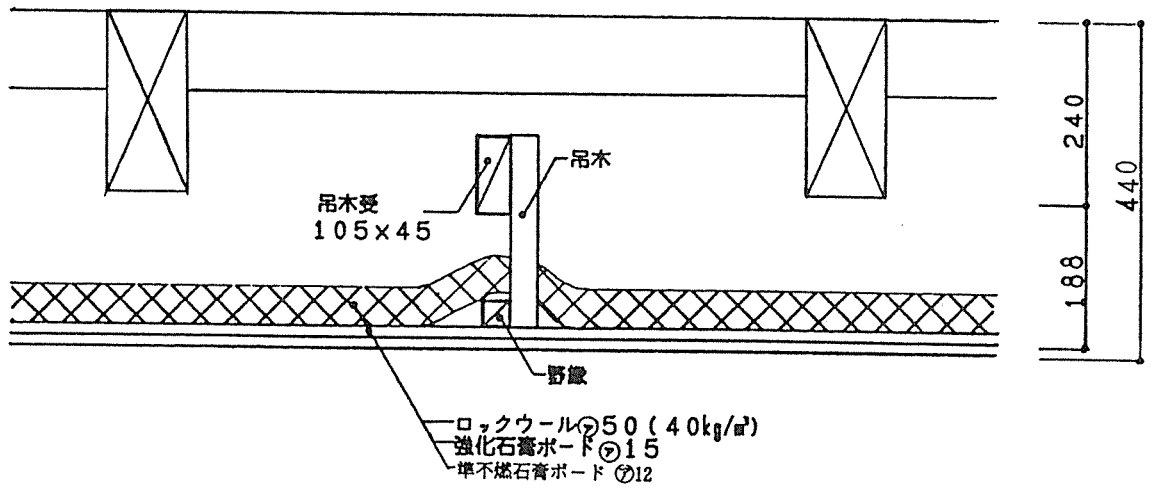
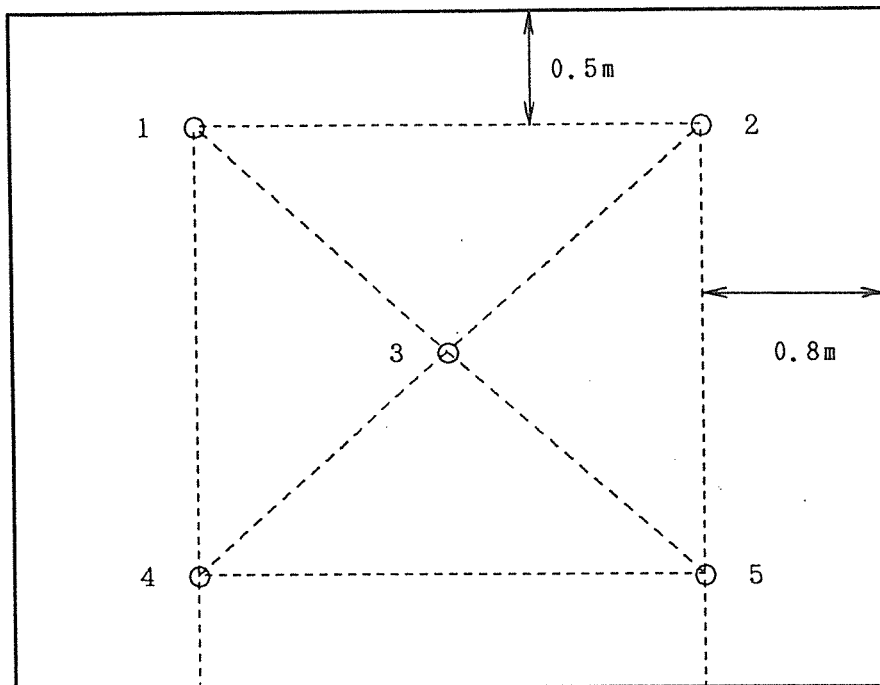
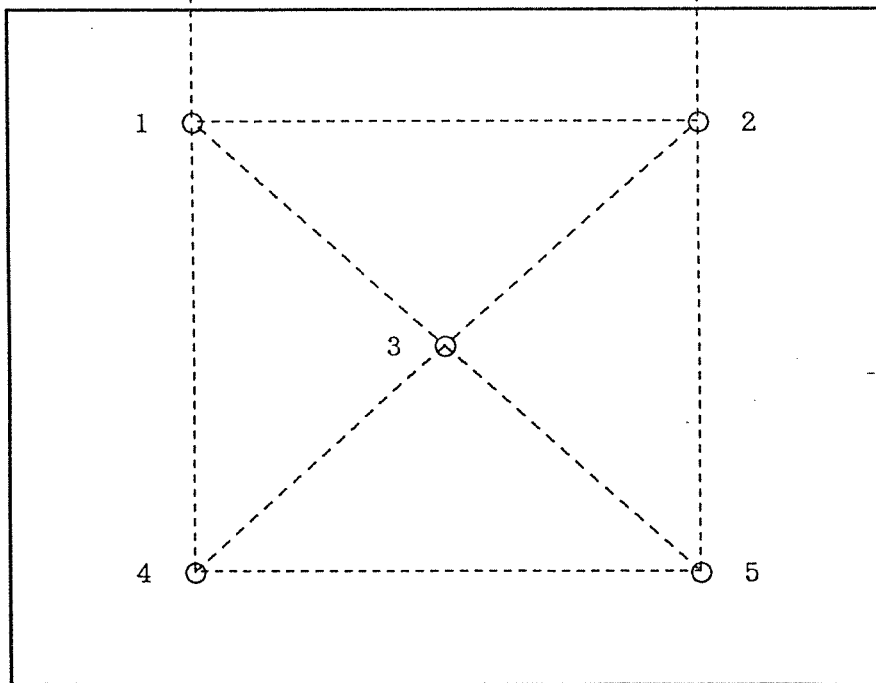


図6C 試験体の天井材料仕様



2 階：衝 撃 位 置



1 階：受音（マイクロホン）位置

図 7 衝 撃 点 及 び 測 定 点 の 位 置

92 試験結果一覧

試 No	床仕様		天井仕様	L等級 (L数)	
	床下地	床仕上	石膏ボード	重量衝撃音	軽量衝撃音
1	モルタル ⑦35	カーペット ⑦7	*⑦12+SS1.2+⑦12 <input checked="" type="checkbox"/>	L-65(65)	L-45(47)
2			⑦12+SS1.2+⑦12	L-60(61)	L-50(48)
3			⑦12+⑦12	L-60(62)	L-50(50)
4			⑦15 <input checked="" type="checkbox"/>	L-65(63)	L-50(50)
5			⑦12+⑦12 <input checked="" type="checkbox"/>	L-60(62)	L-50(50)
6	石膏ボード ⑦12+⑦12		⑦12+⑦12	L-65(66)	L-55(57)
7			⑦15 <input checked="" type="checkbox"/>	L-65(67)	L-55(57)
8			⑦12+⑦12 <input checked="" type="checkbox"/>	L-65(66)	L-55(56)
9			A L C ⑦37	⑦12+⑦12	L-65(66)

* = 天井を梁から吊木で支持

SS = 遮音シート(数値は厚さを示す)

= 強化石膏ボード

93 試 験 結 果 一 覧

試験 No	床 仕 様		天井仕様	L 等 級 (L数)			
	構造	下地材	仕上材	天井材	重量衝撃音	軽量衝撃音	
1	倍根太 構造	石膏二層	クッションフロア	強化石膏ボ ード ㊦15	L-70(69)	L-70(69)	
2		石膏系 SL材 ㊦35	複合フロア		L-65(66)	L-60(62)	
3			防音フロア		L-70(69)	L-55(56)	
4			クッションフロア		L-70(71)	L-70(71)	
5		ALC板 ㊦35	複合フロア		L-70(70)	L-65(65)	
6			防音フロア		L-70(69)	L-55(57)	
7			クッションフロア		L-70(69)	L-70(72)	
8	ダブル スキン パネル 構造	制振 無	木質フロア ㊦12	強化石膏ボ ード ㊦15	L-65(67)	L-70(69)	
9		制振一層			L-65(65)	L-60(61)	
10		制振二層			L-65(63)	L-60(59)	
11		制振三層			L-60(60)	L-60(60)	
12		制振一層			強化石膏ボ ード ㊦15 + 準不燃石膏 ボード ㊦12	L-65(65)	L-60(61)
13		制振二層				L-65(63)	L-60(60)
14		制振三層				L-60(59)	L-60(59)

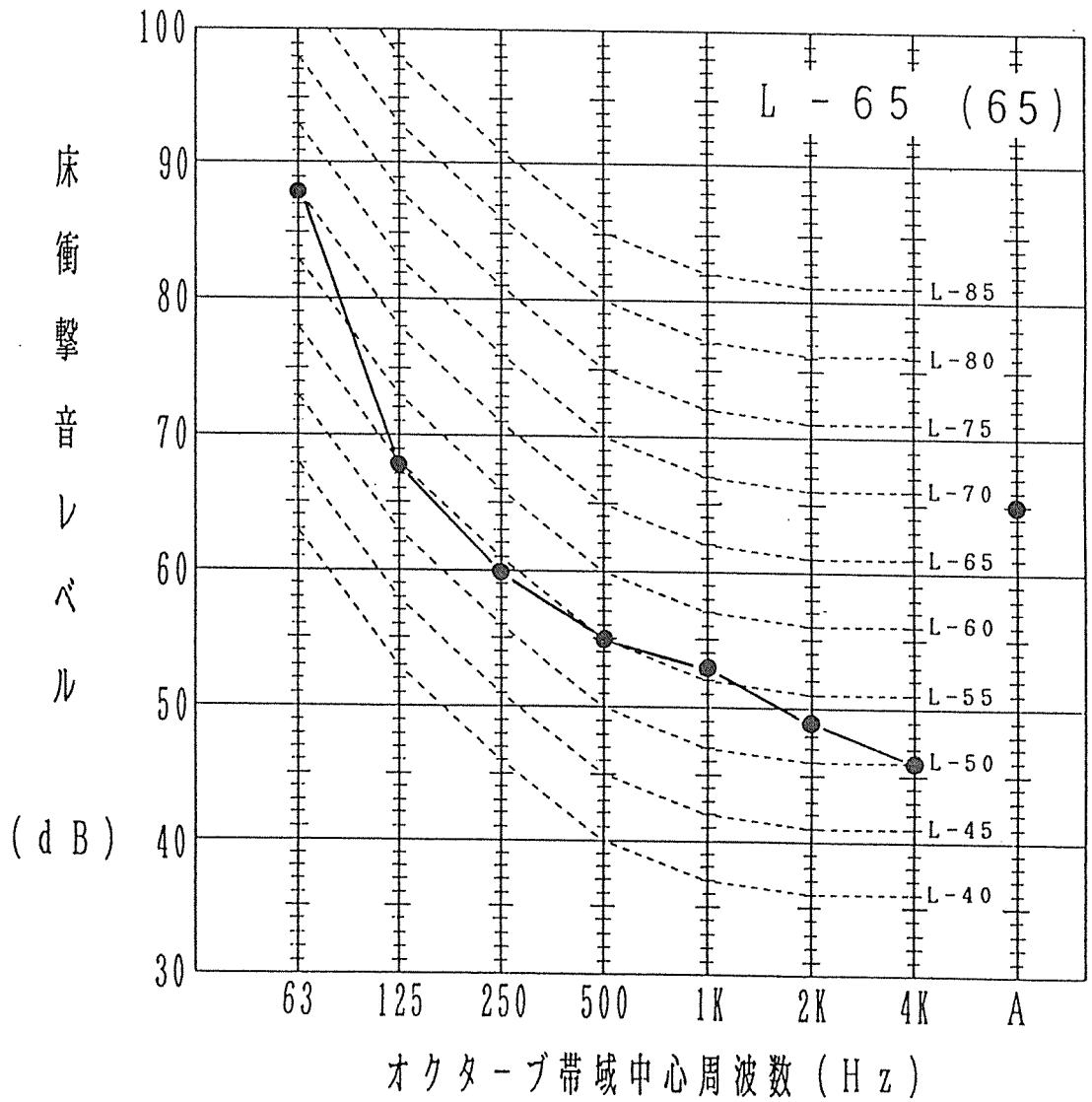
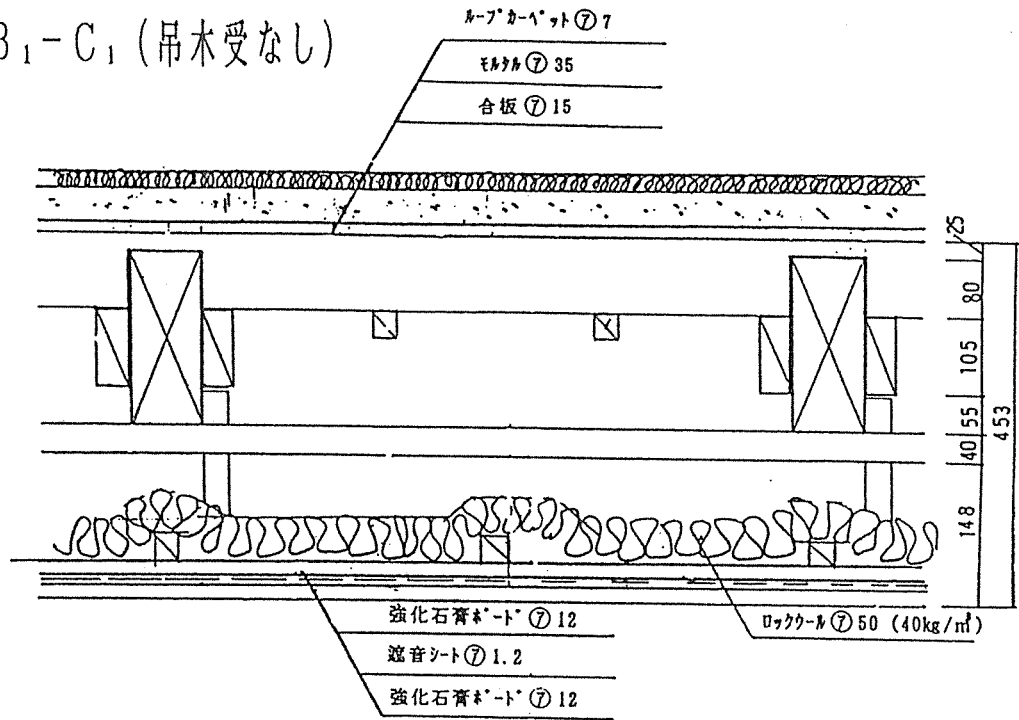
※床下地材欄→石膏層=石膏ボード ㊦12

※床下地材欄→制振層=制振シート ㊦10 (25kg/m²/一層)

※床仕上材欄→複合フロア=木質フロア ㊦12 + インシュレーションボード ㊦9 + 制振マット ㊦4

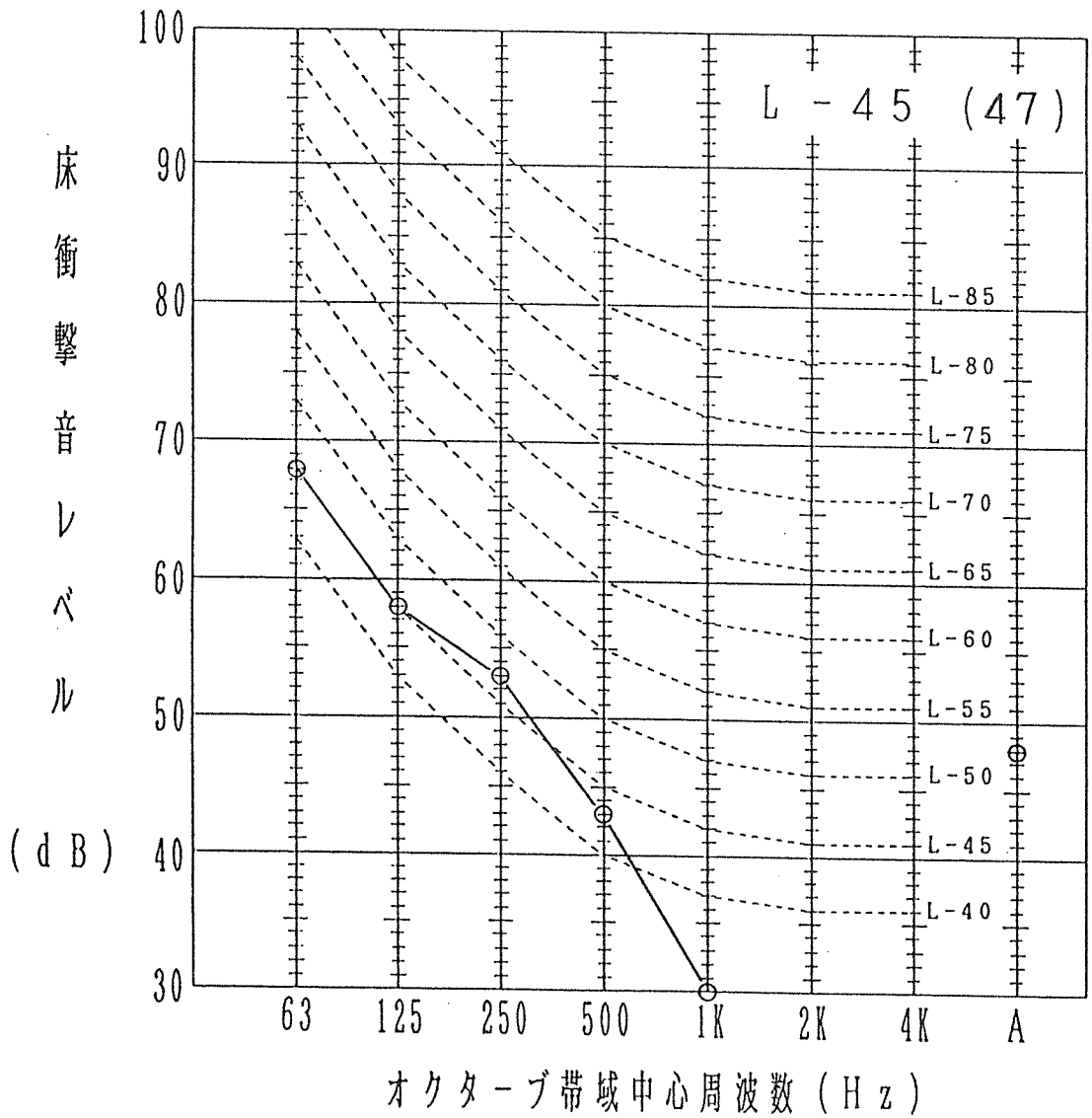
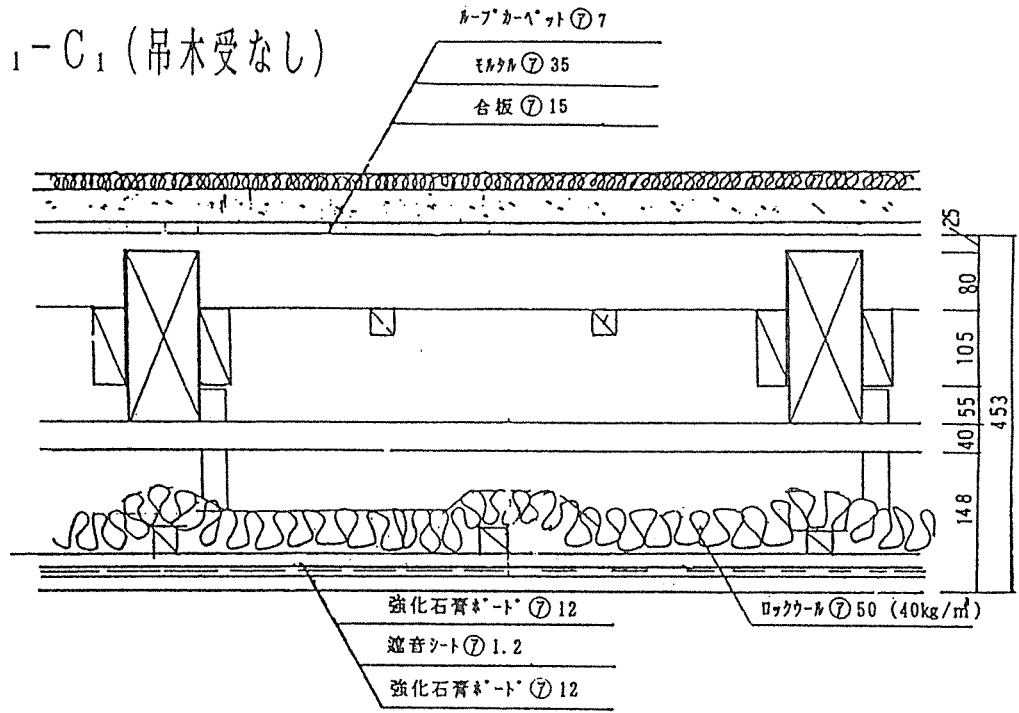
※床仕上材欄→防音フロア=緩衝材付木質フロア ㊦12.3 (L_L-50 ㊦17°)

92 - A₁ - B₁ - C₁ (吊木受なし)



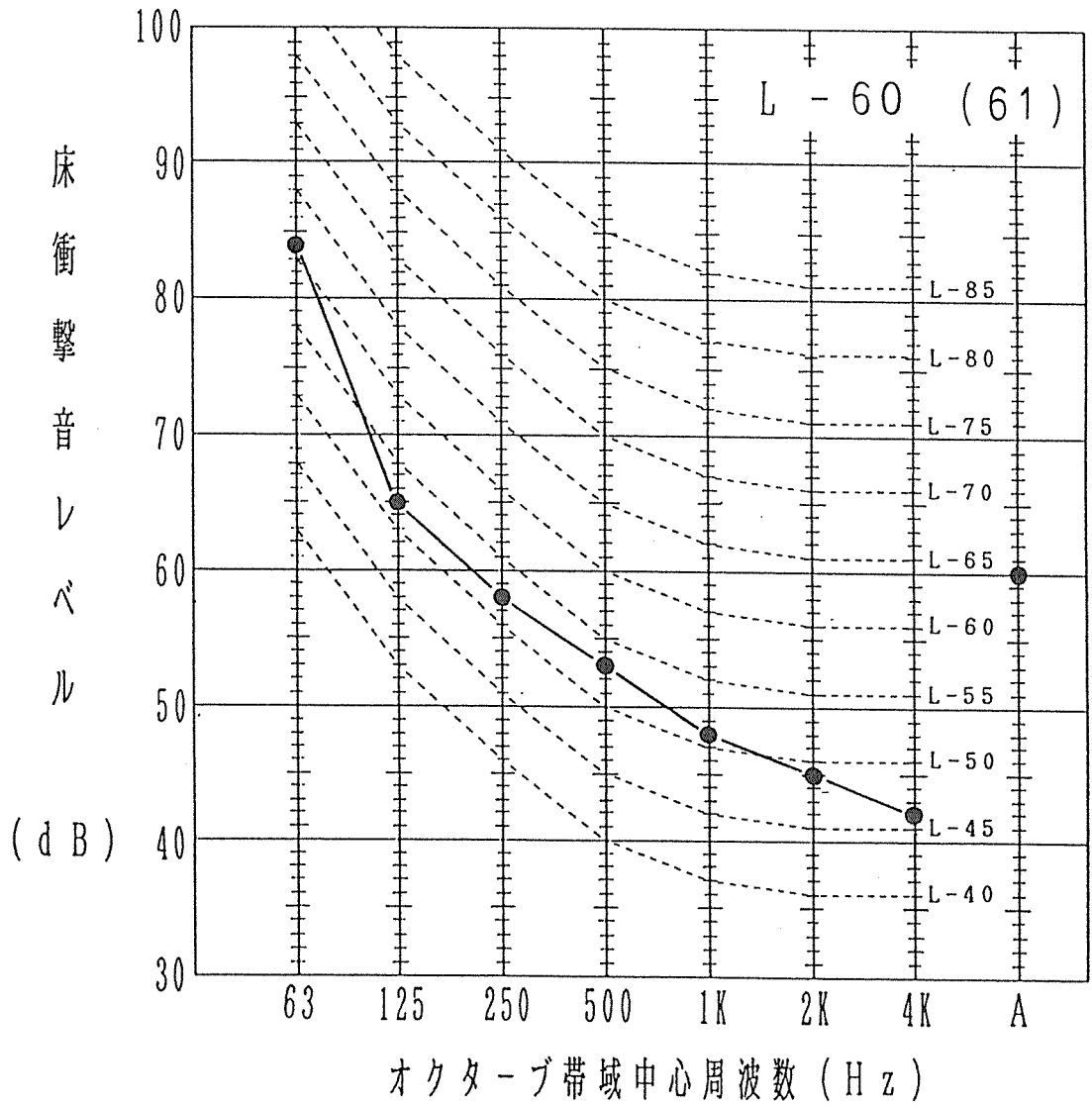
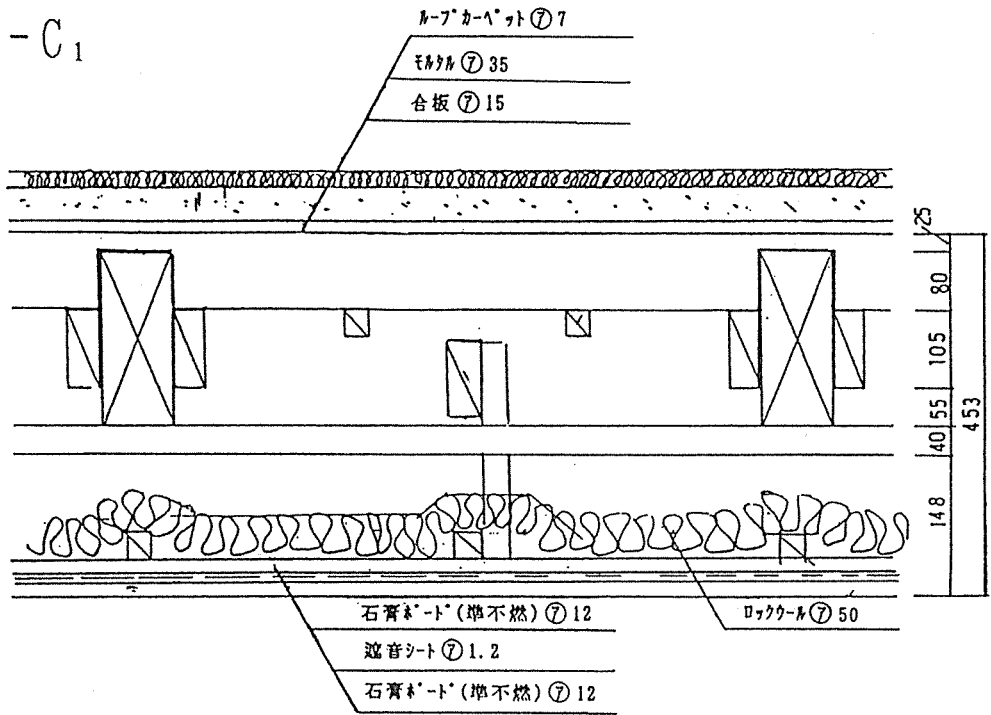
92 No.1 重量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₁ (吊木受なし)



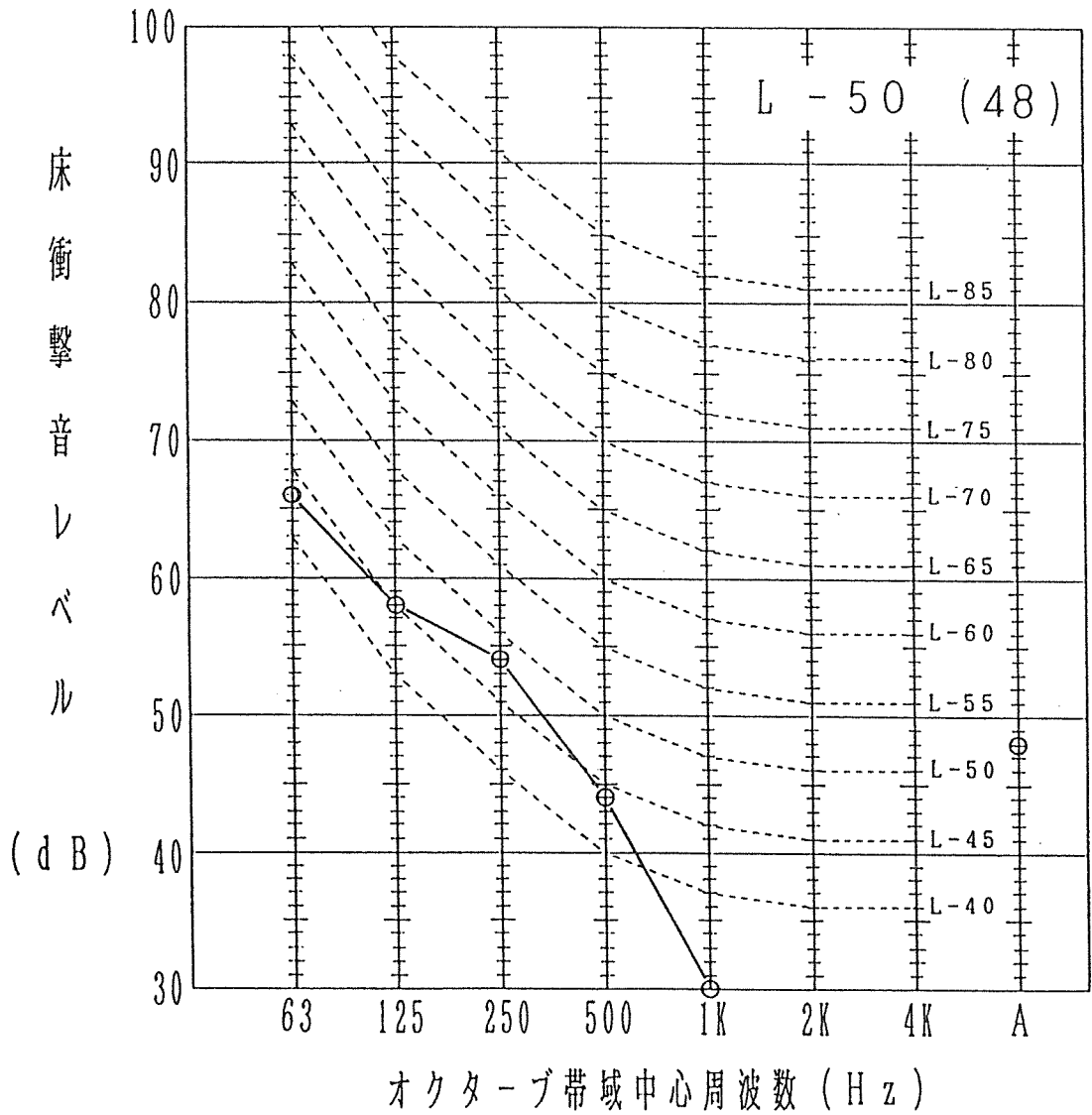
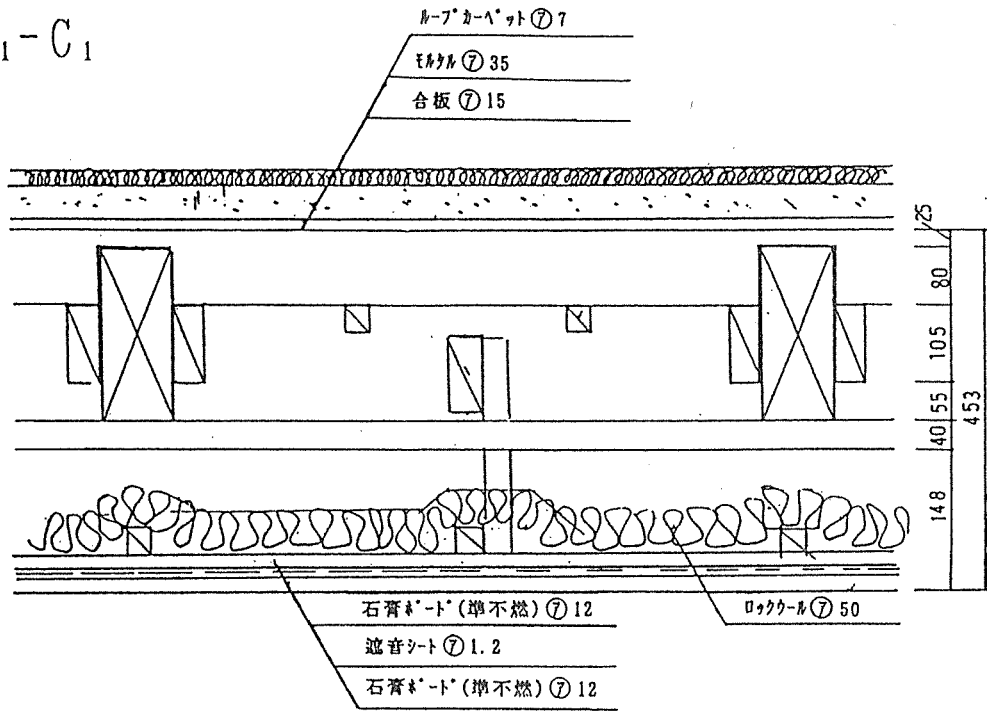
92 No. 1 軽量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₁



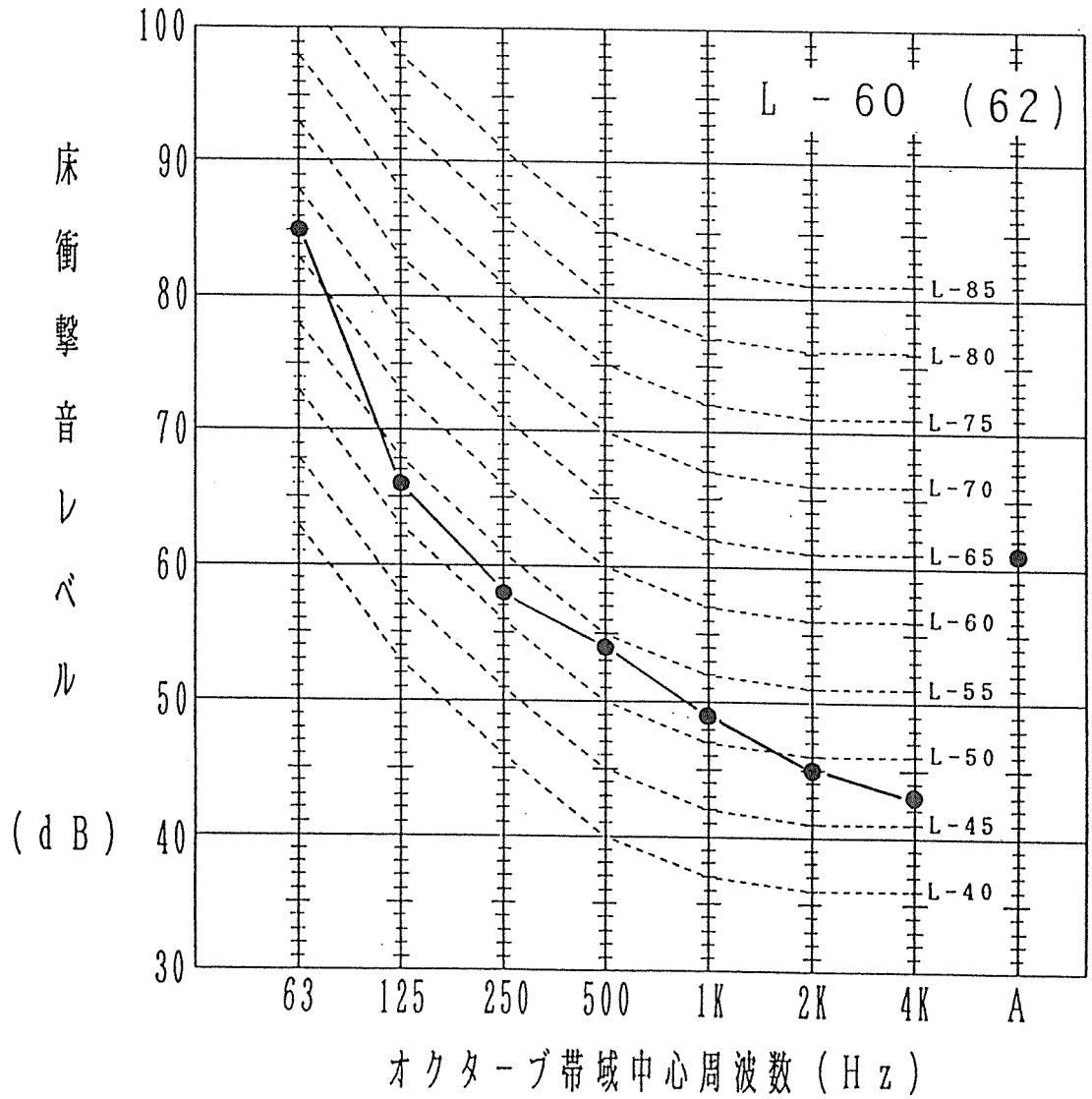
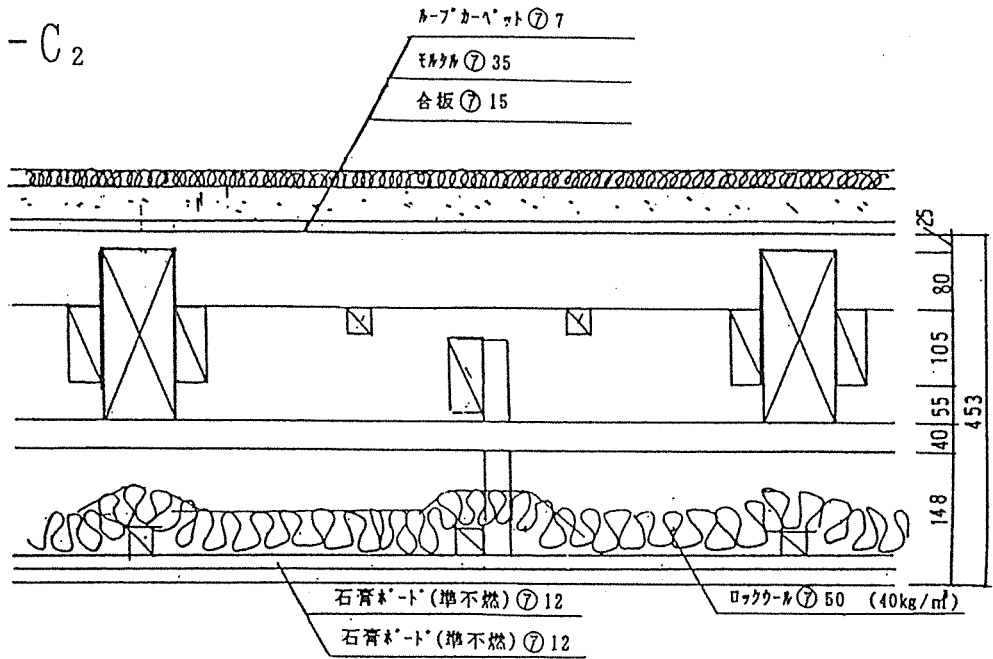
92 No. 2 重量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₁



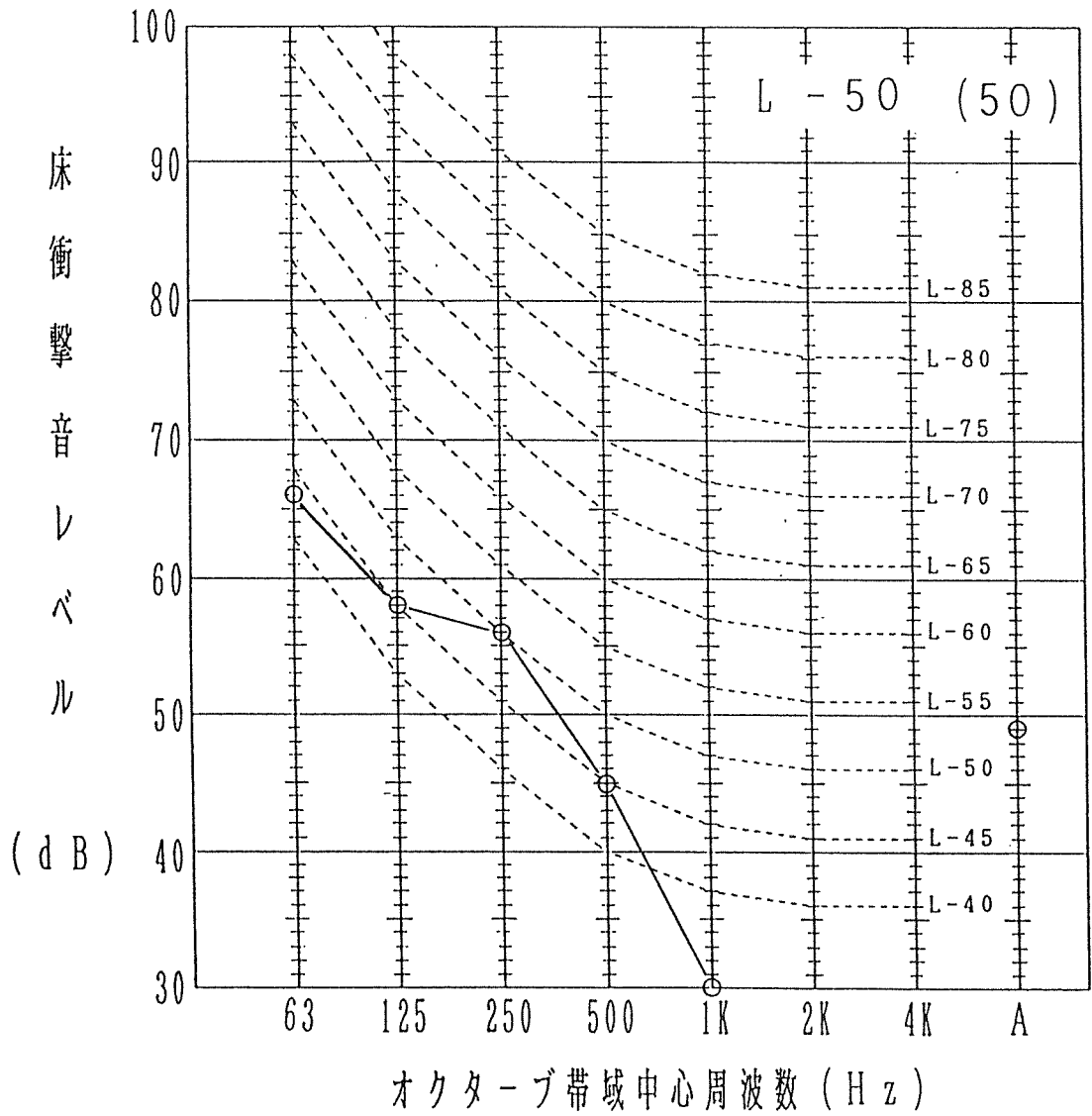
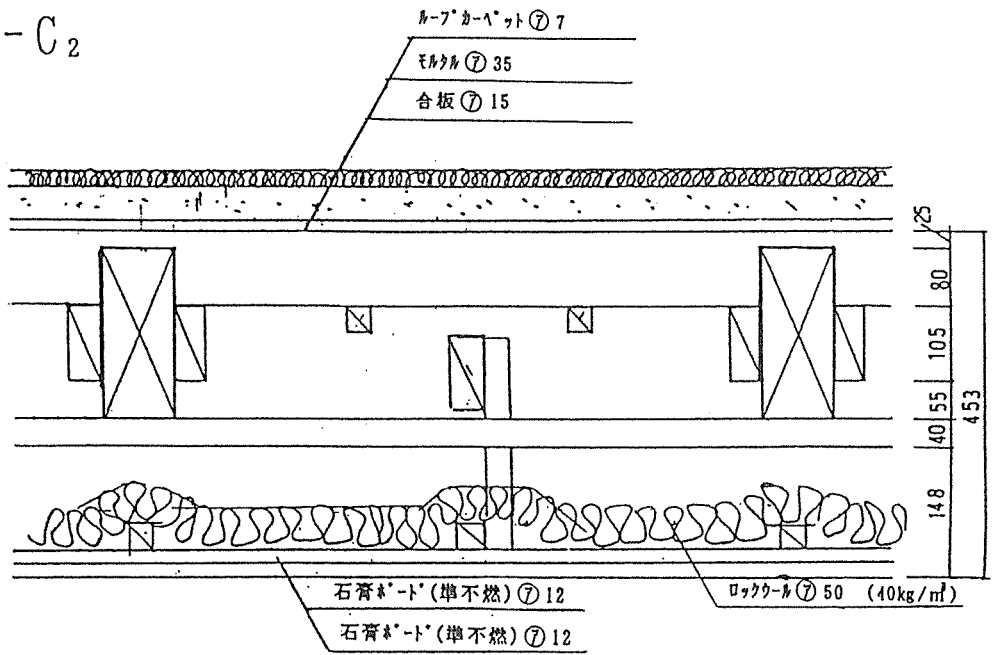
92 No. 2 軽量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₂



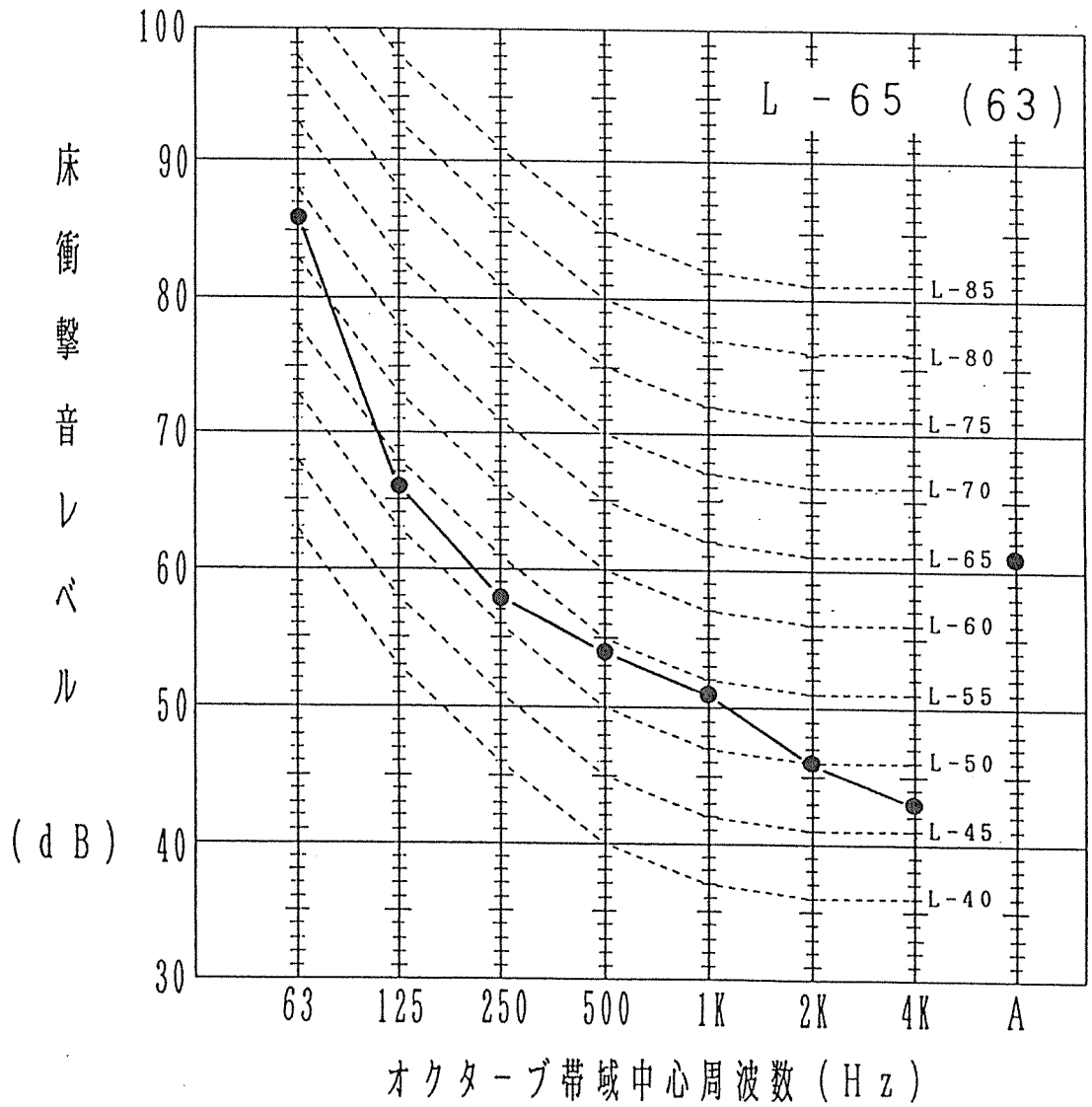
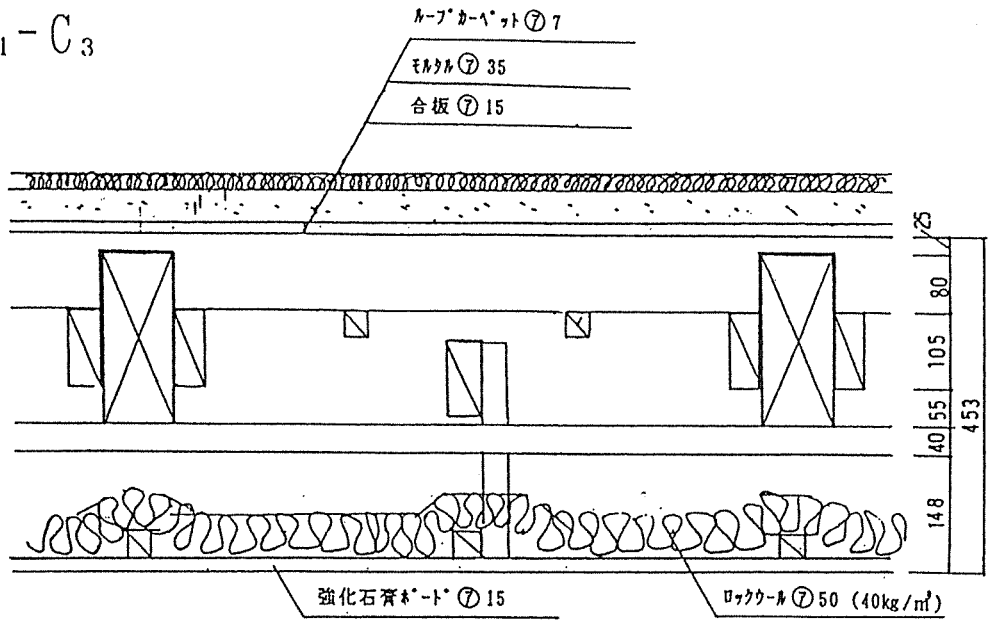
92 No. 3 重量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₂



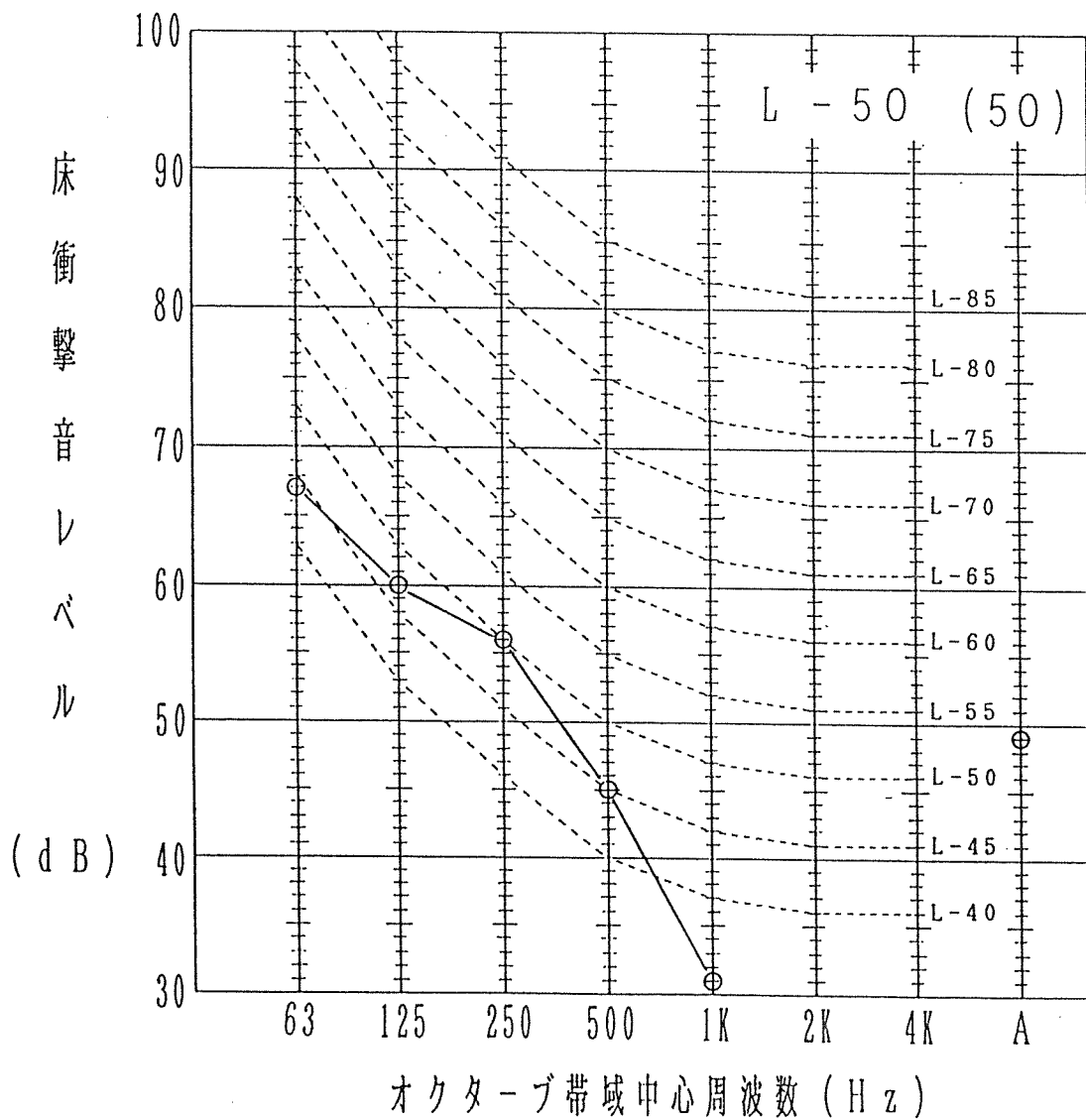
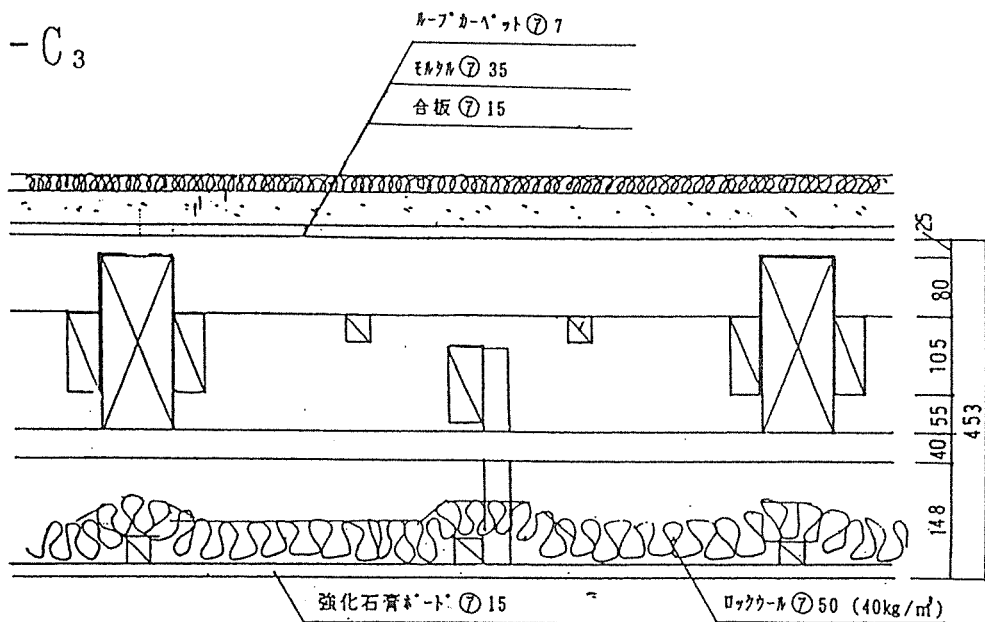
92 No. 3 軽量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₃



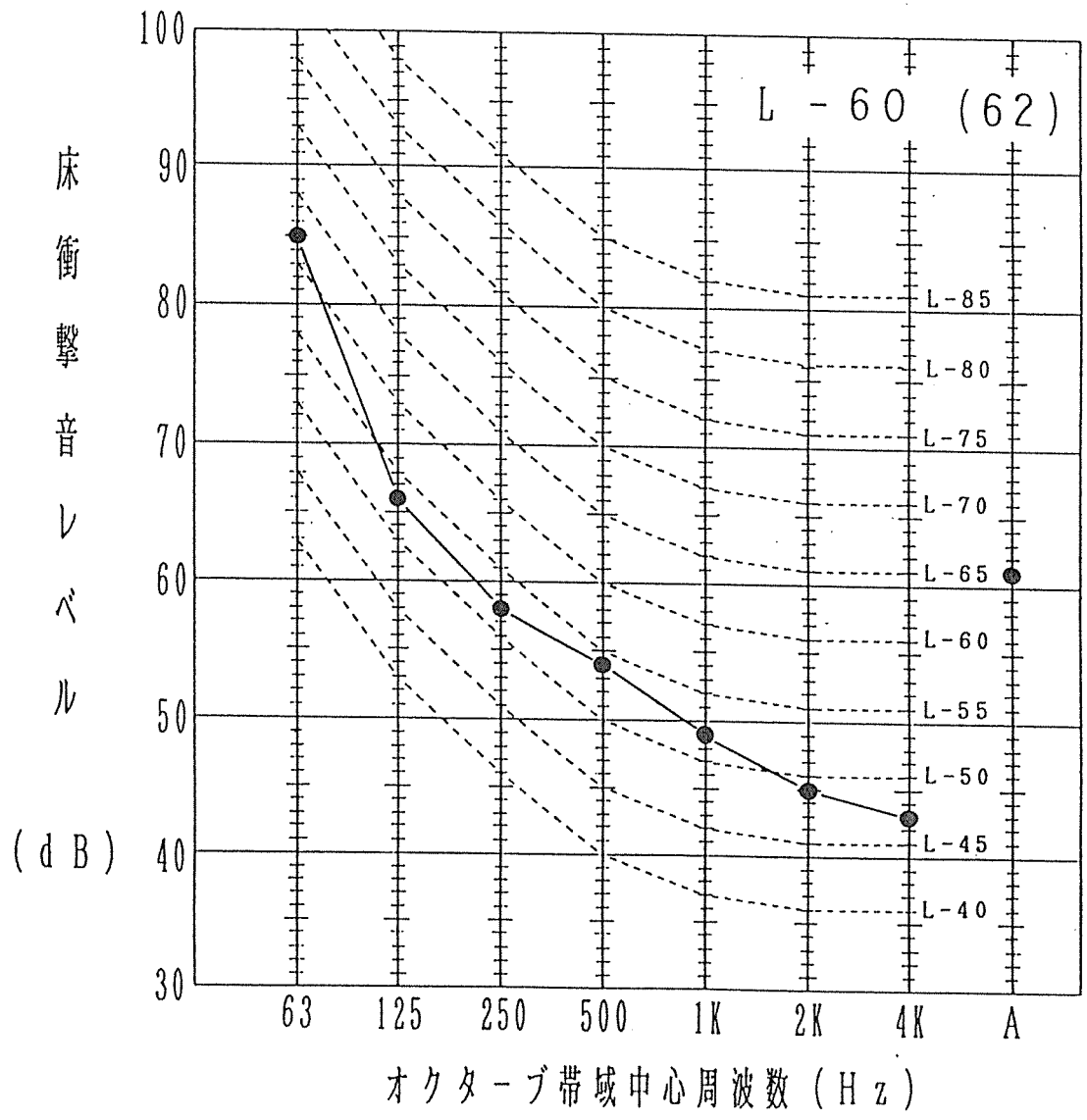
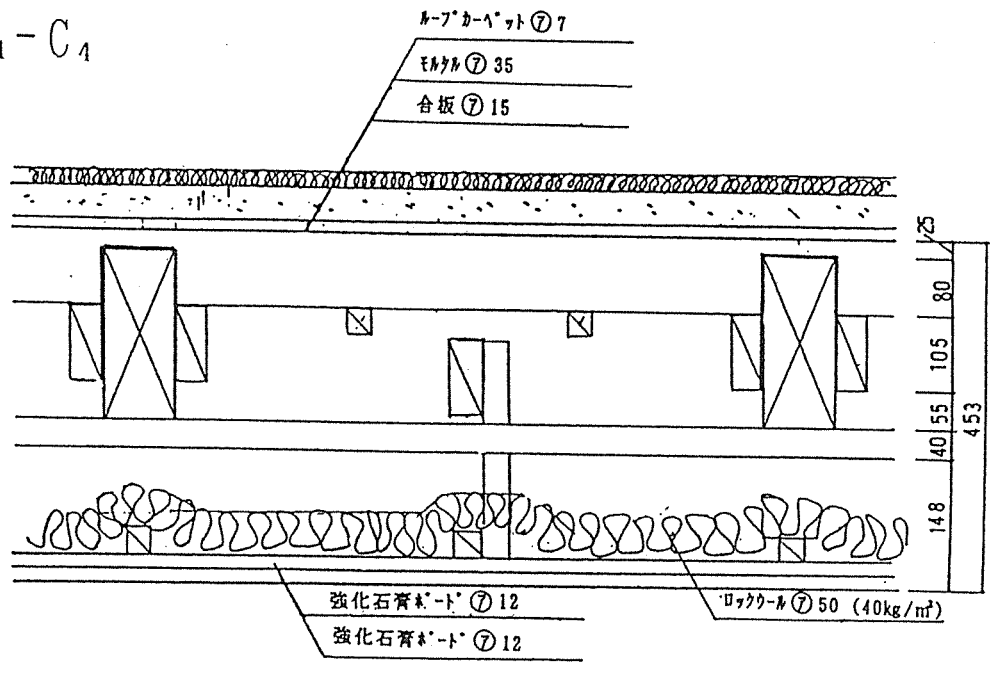
92 No. 4 重量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₃



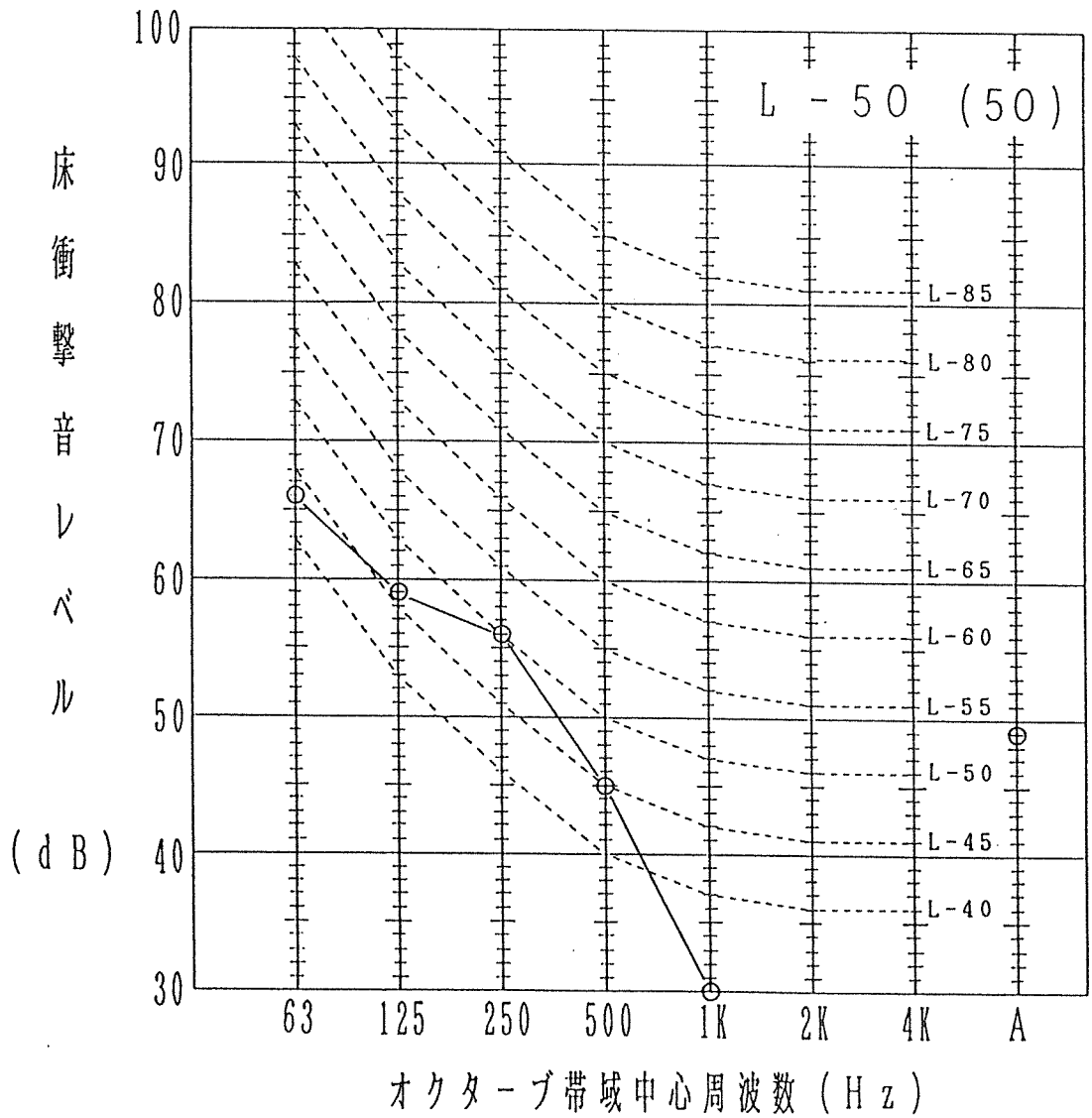
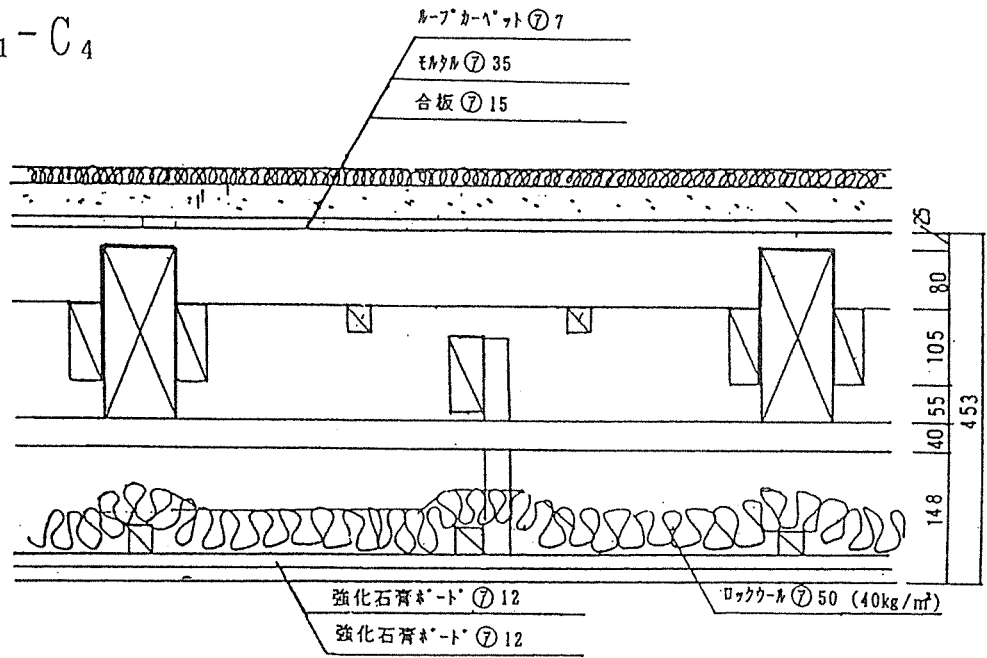
92 No. 4 軽量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₄



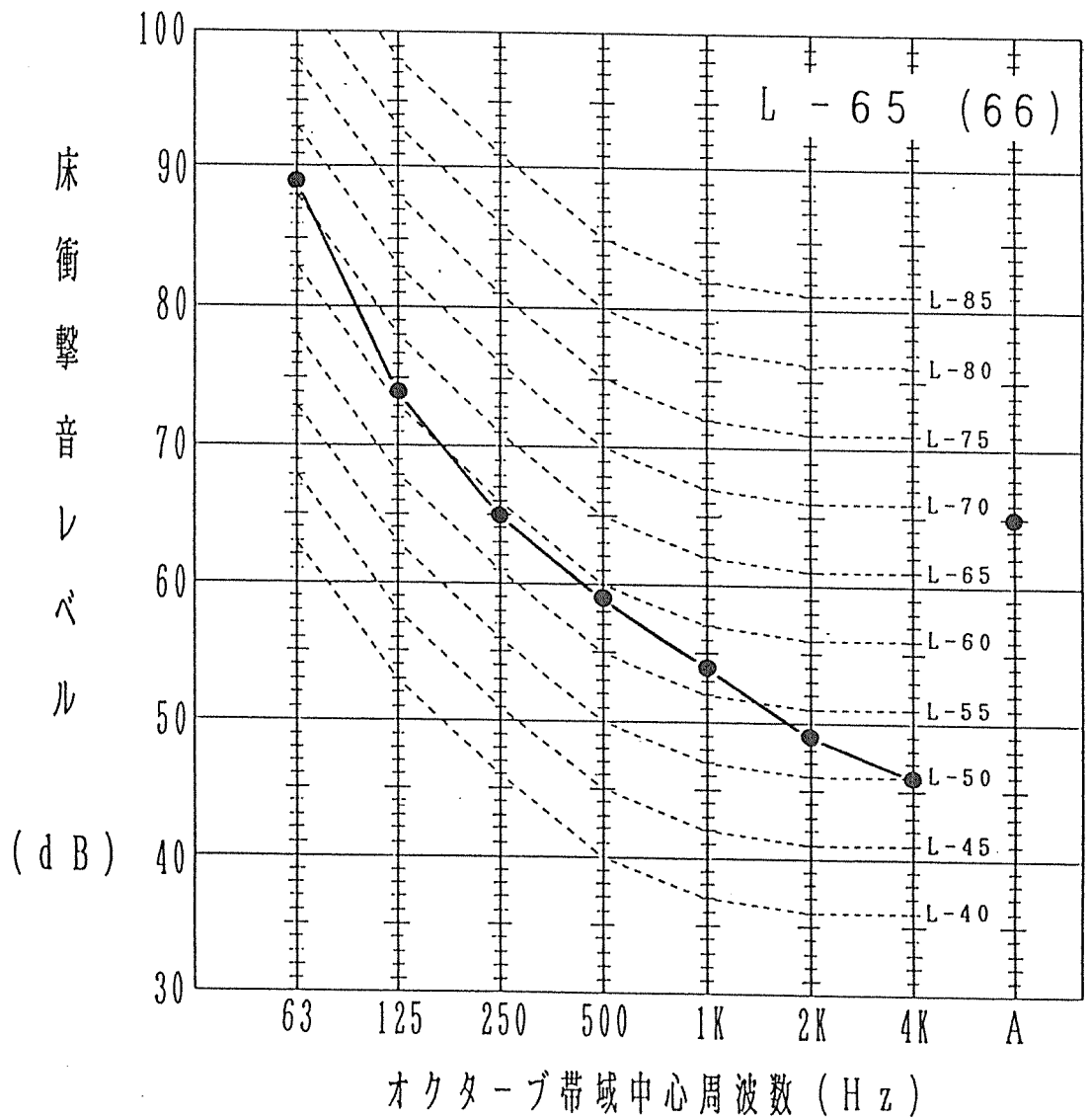
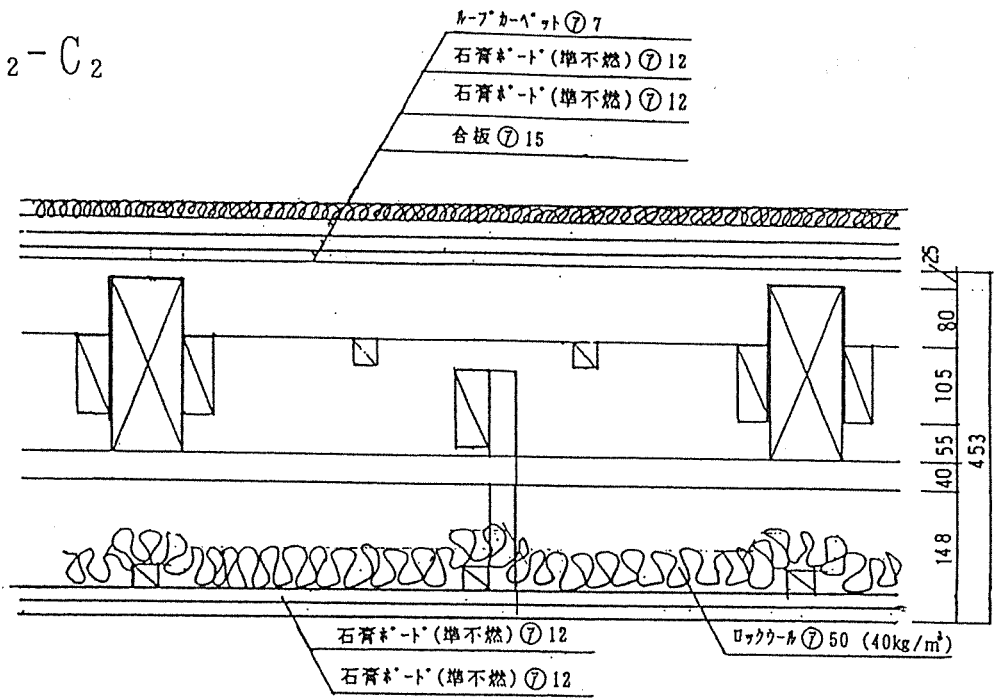
92 No. 5 重量床衝撃音

92-A₁-B₁-C₄



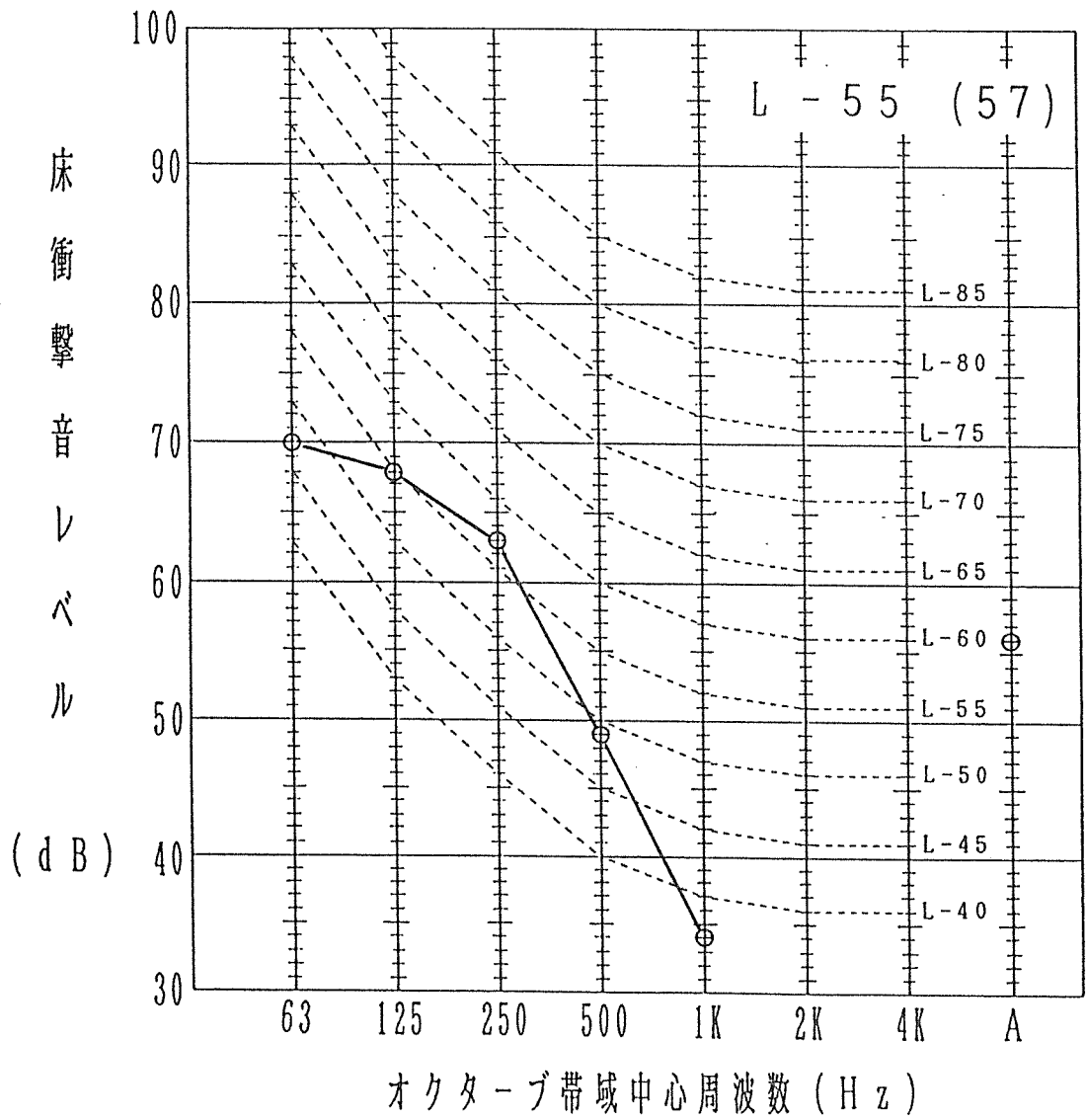
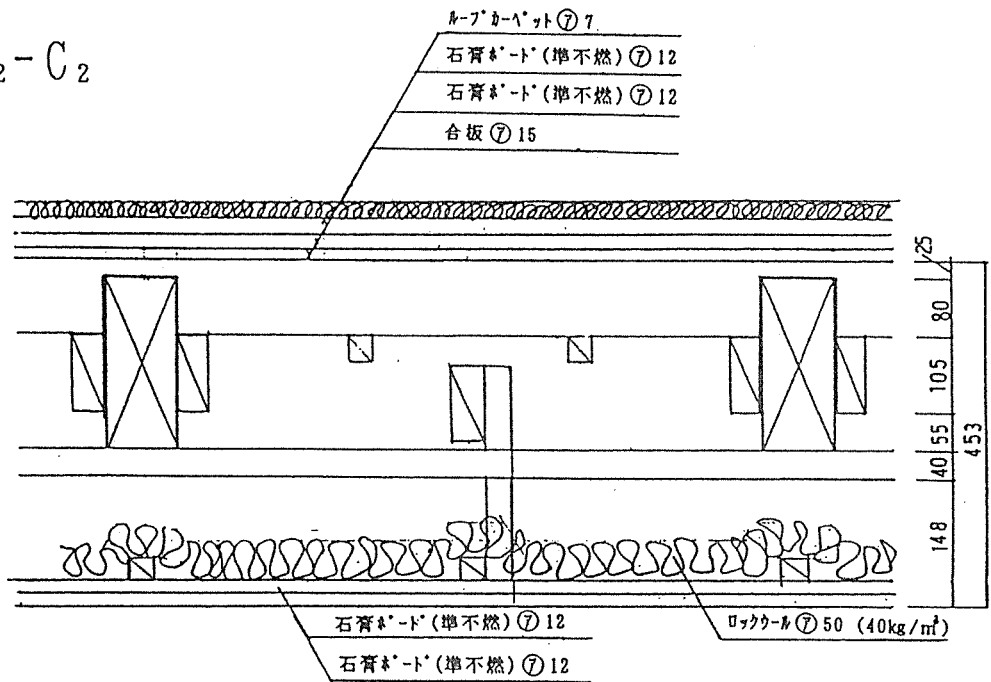
92 No. 5 軽量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₂



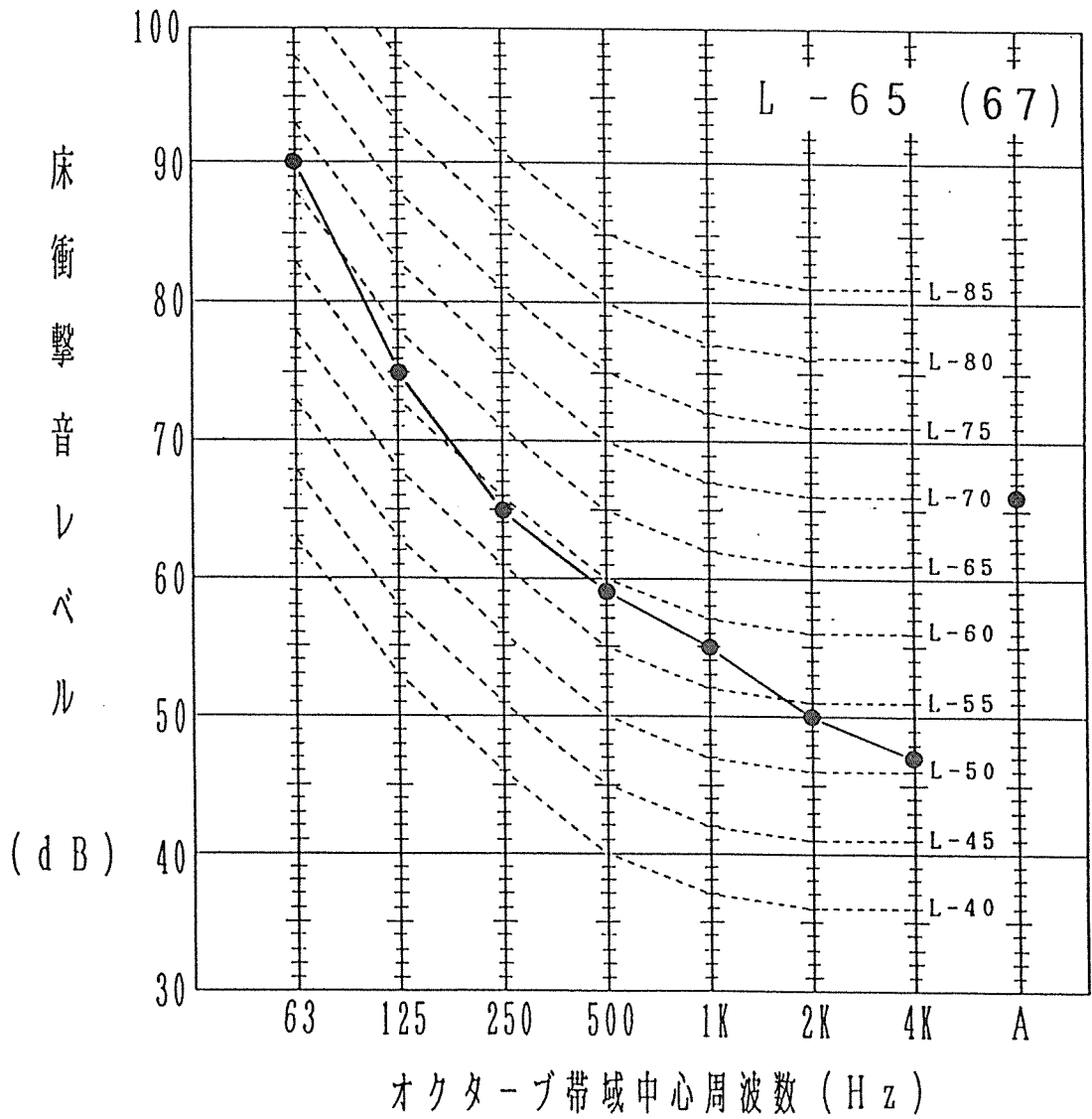
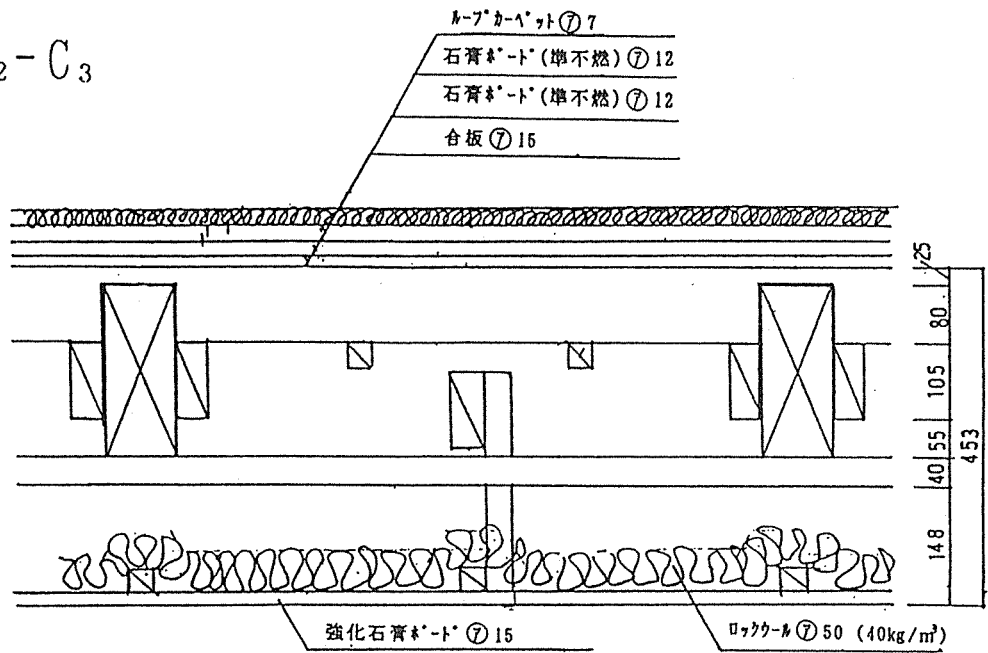
92 No. 6 重量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₂



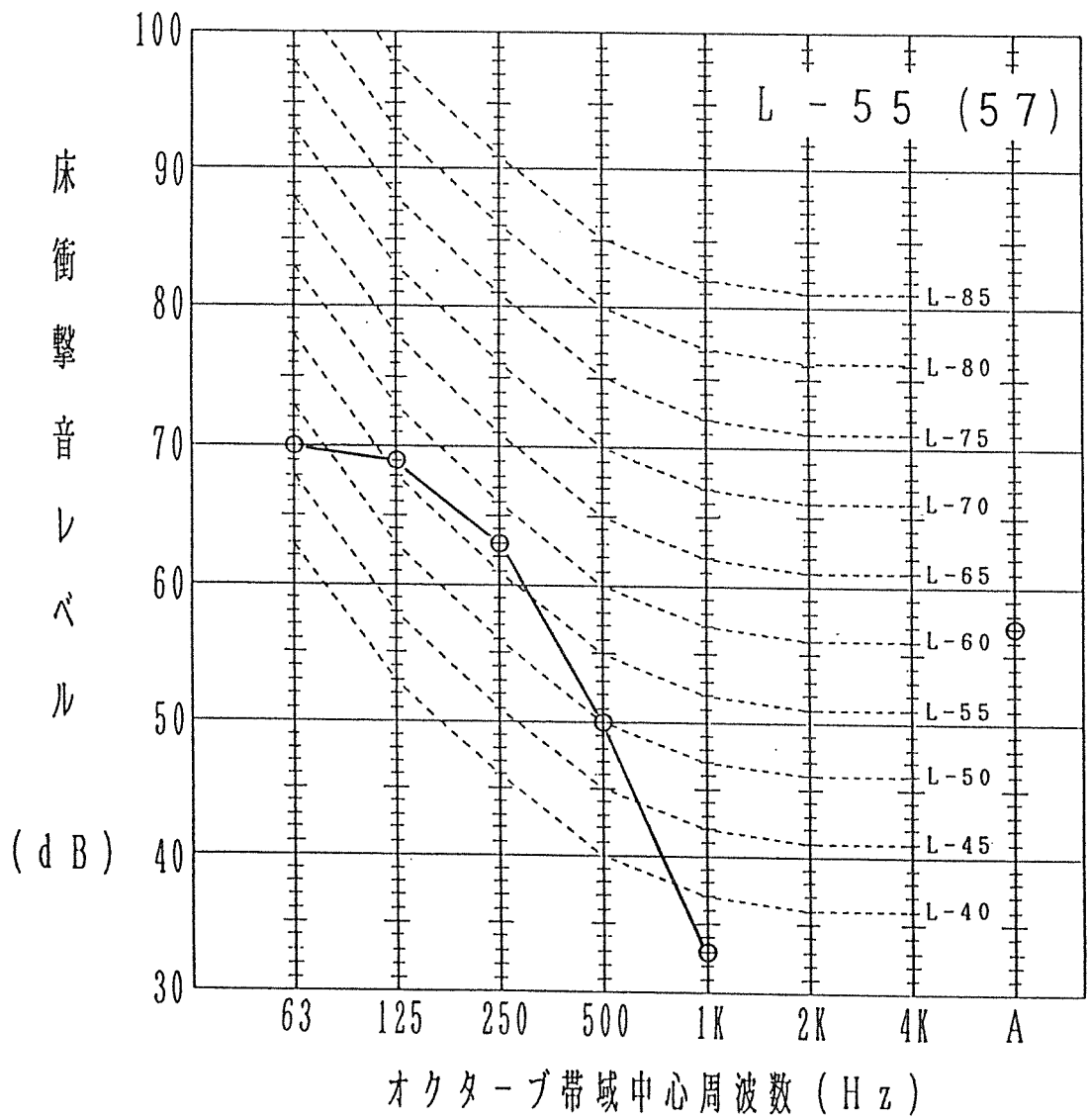
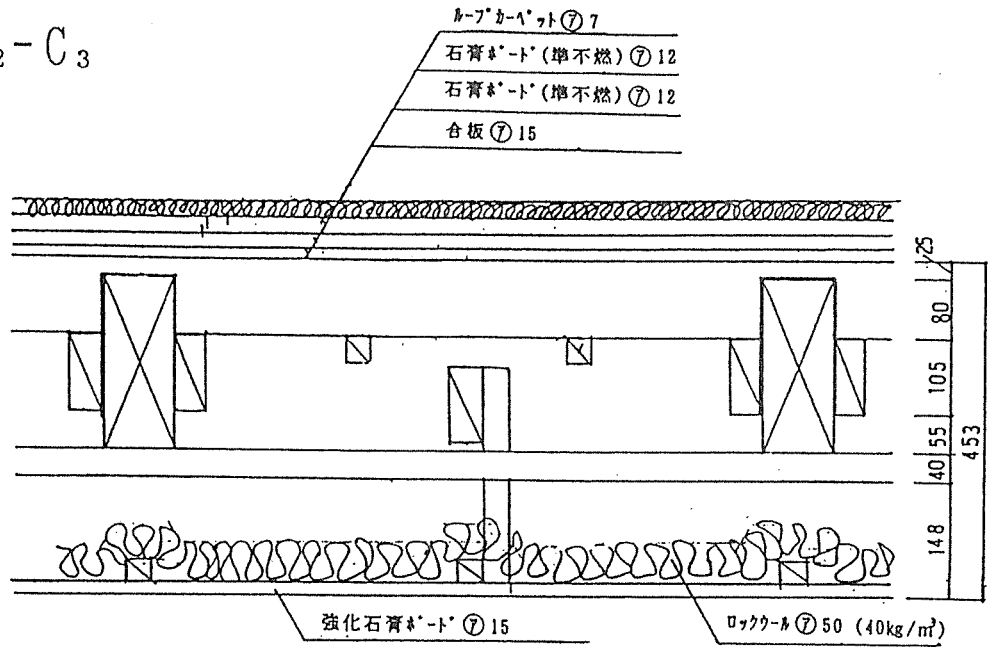
92 No. 6 軽量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₃



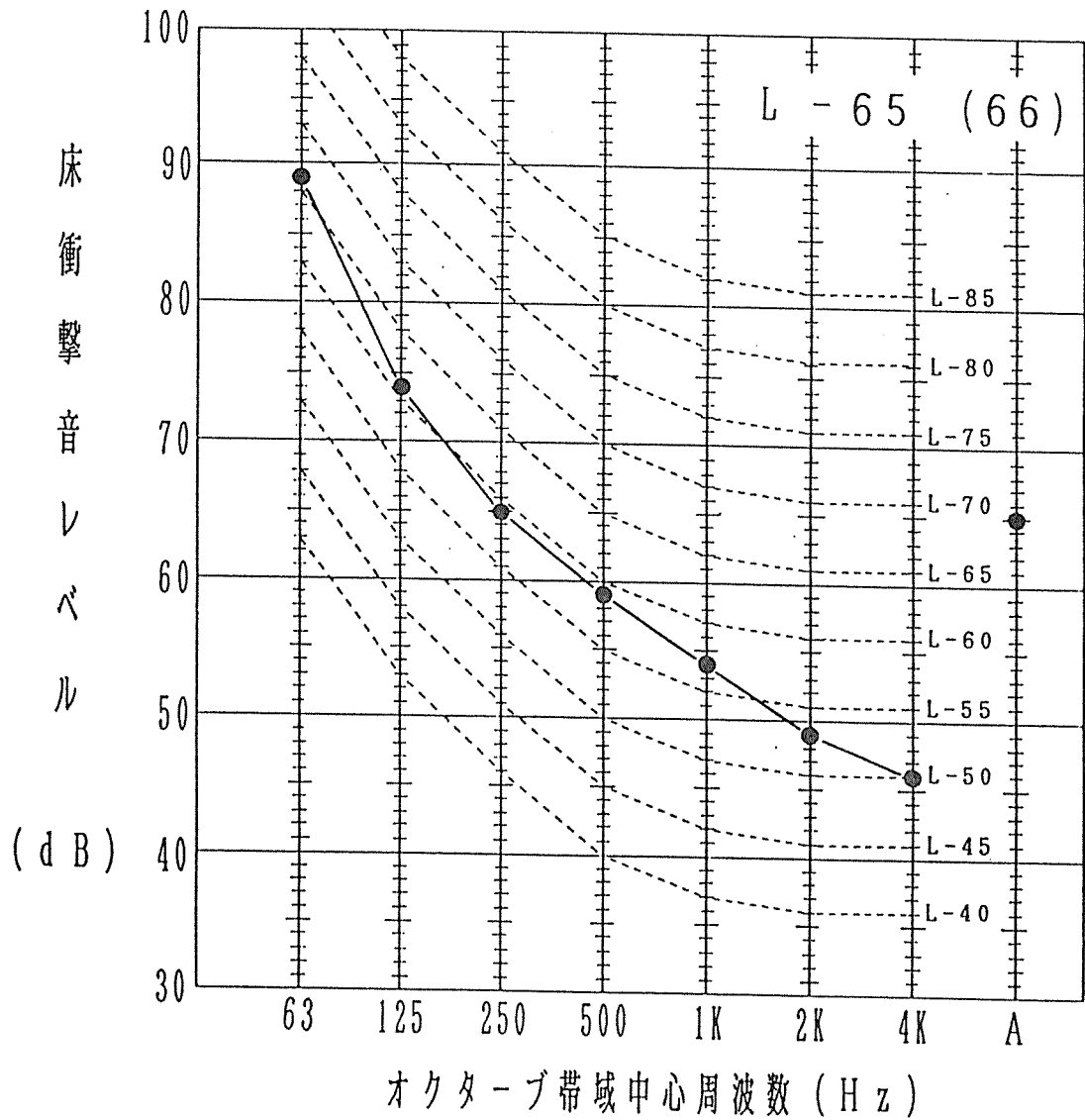
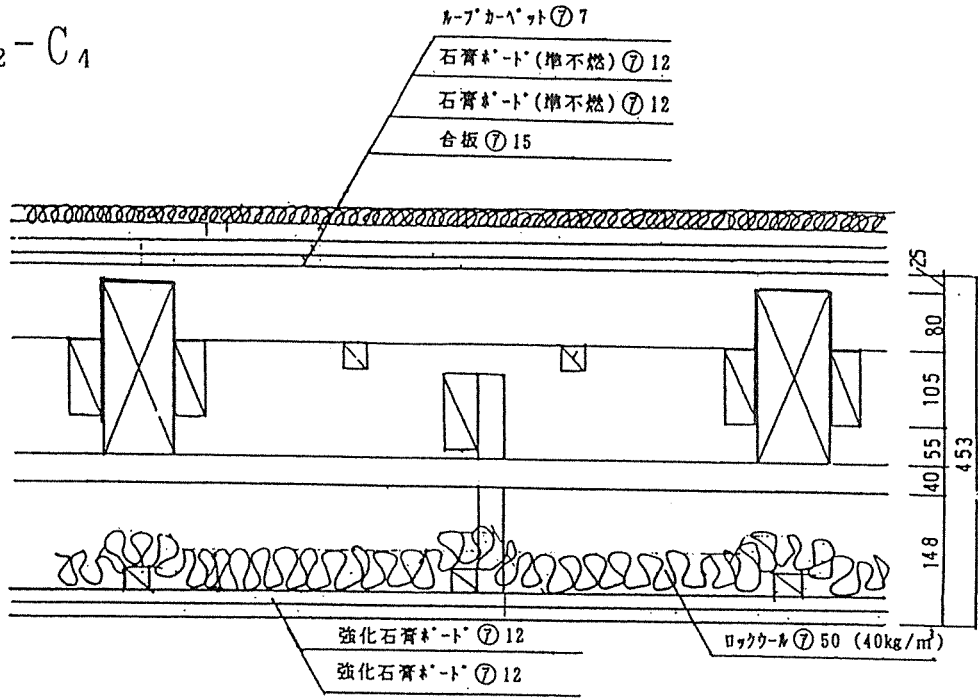
92 No. 7 重量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₃



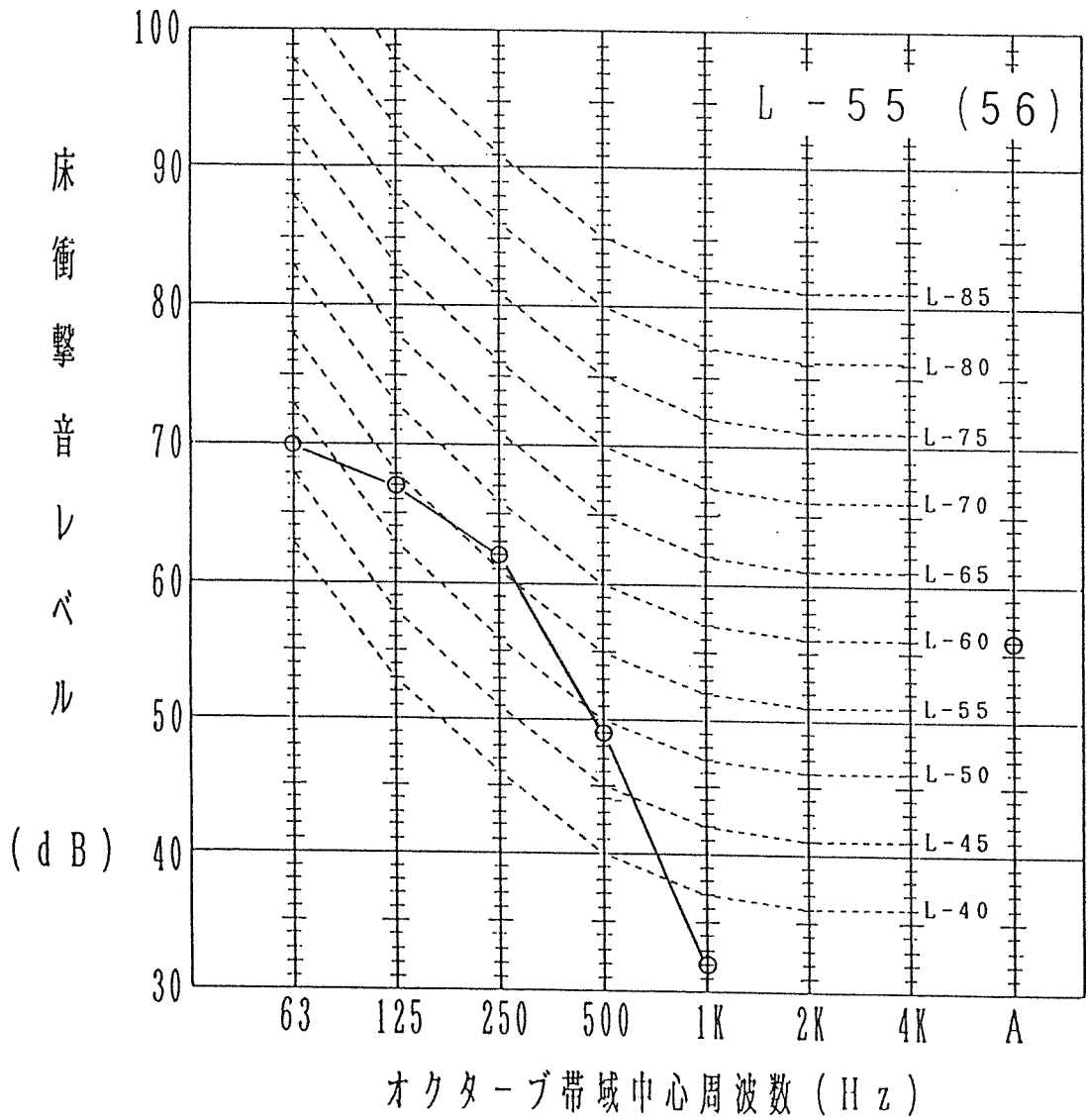
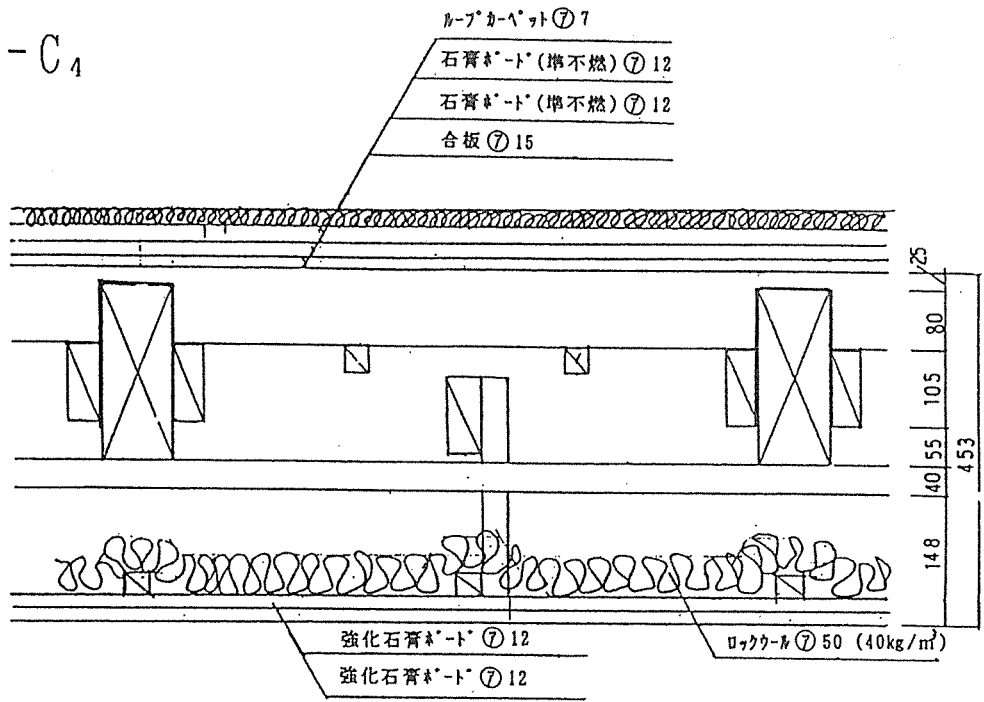
92 No. 7 軽量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₄



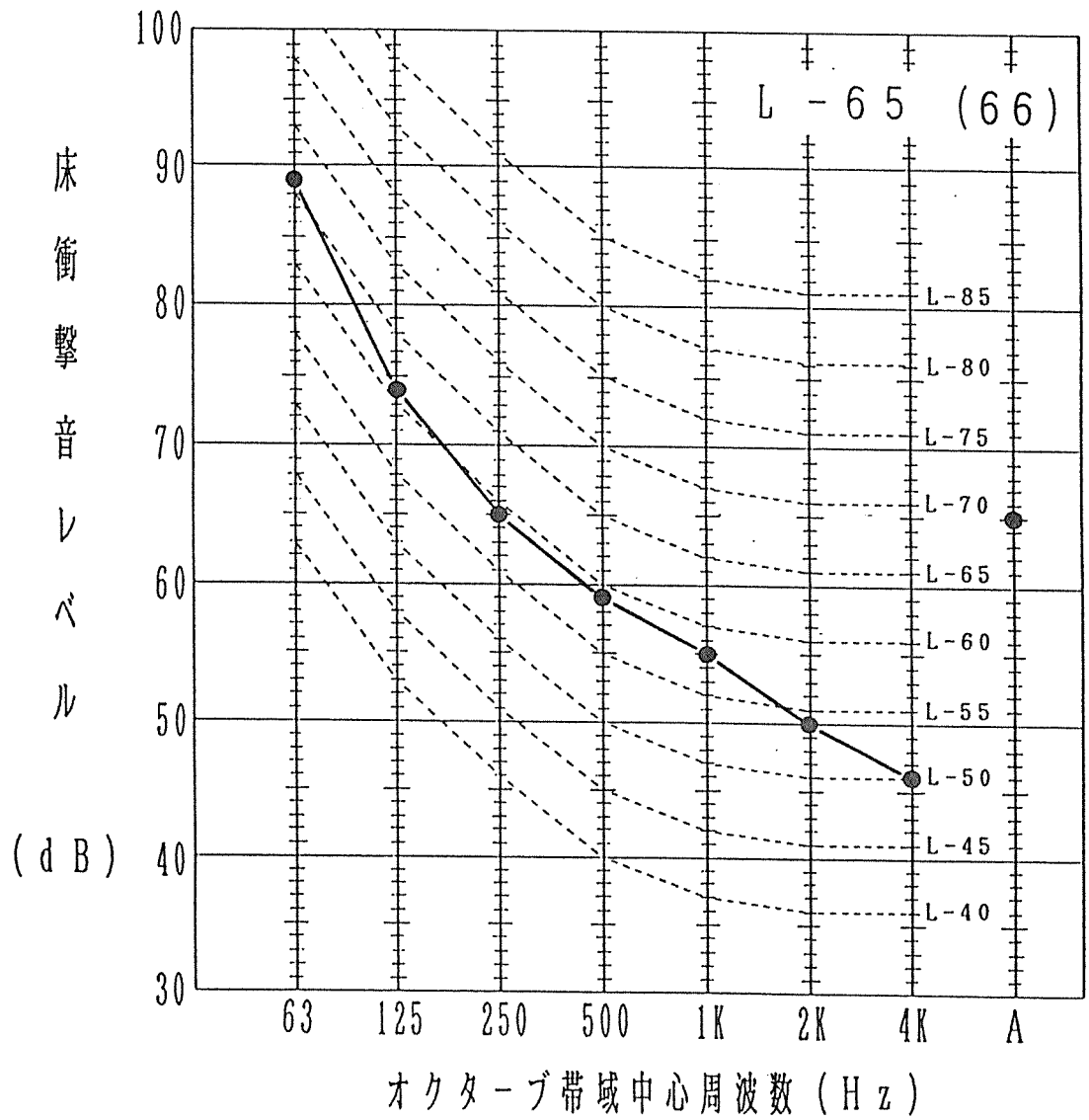
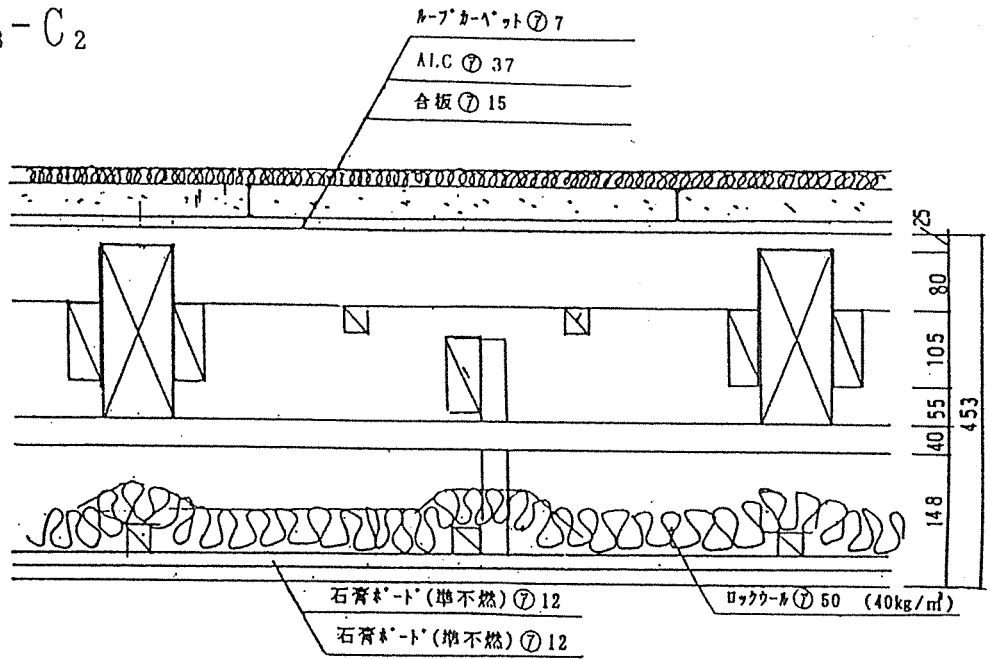
92 No. 8 重量床衝撃音

92-A₁-B₂-C₄



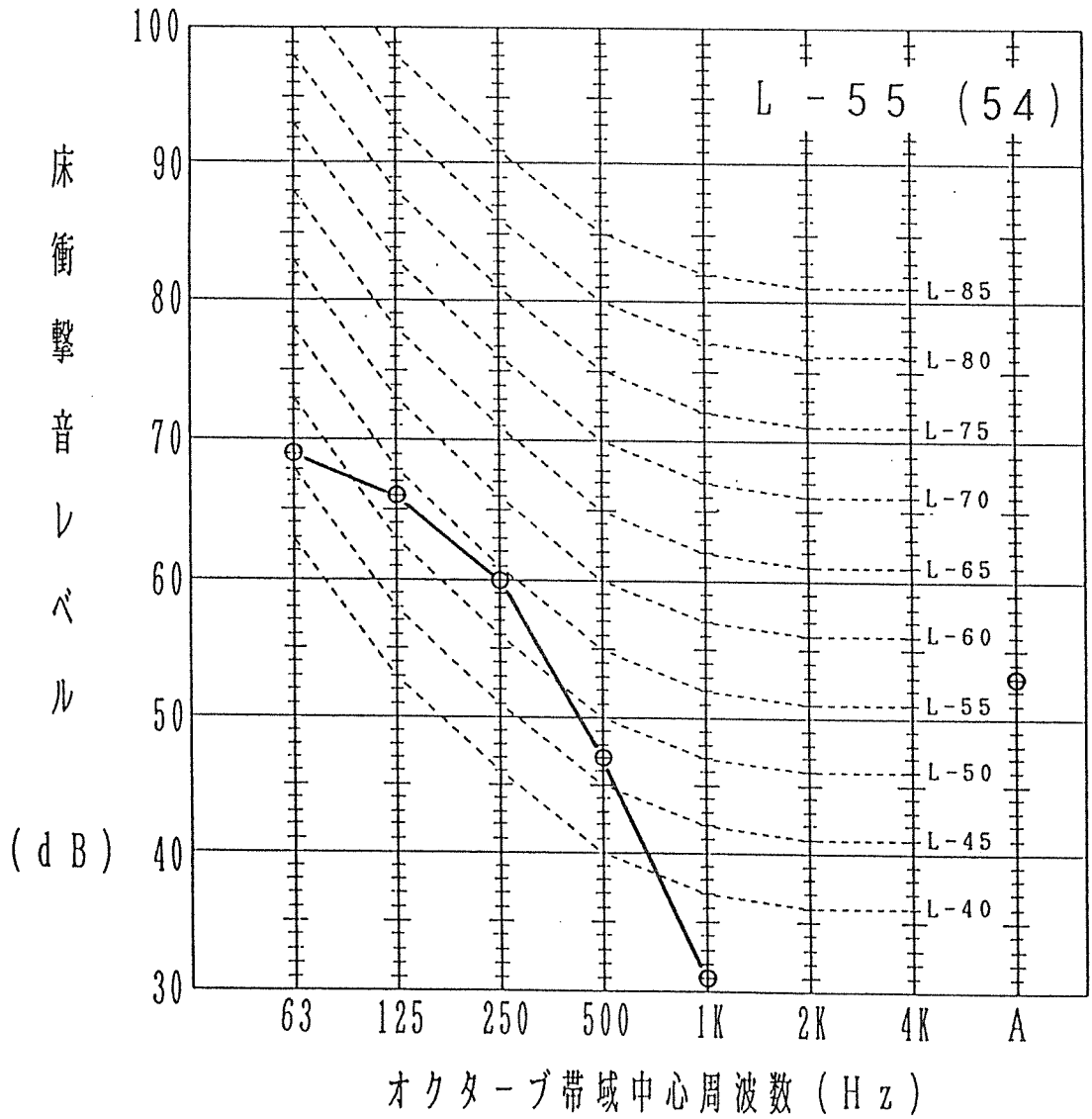
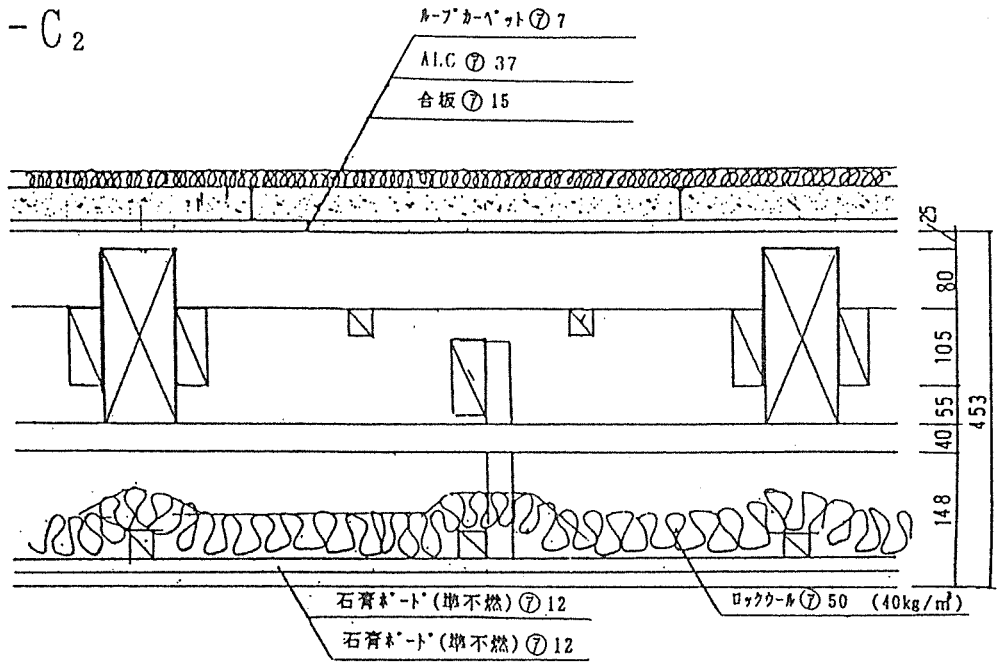
92 No. 8 軽量床衝撃音

92-A₁-B₃-C₂



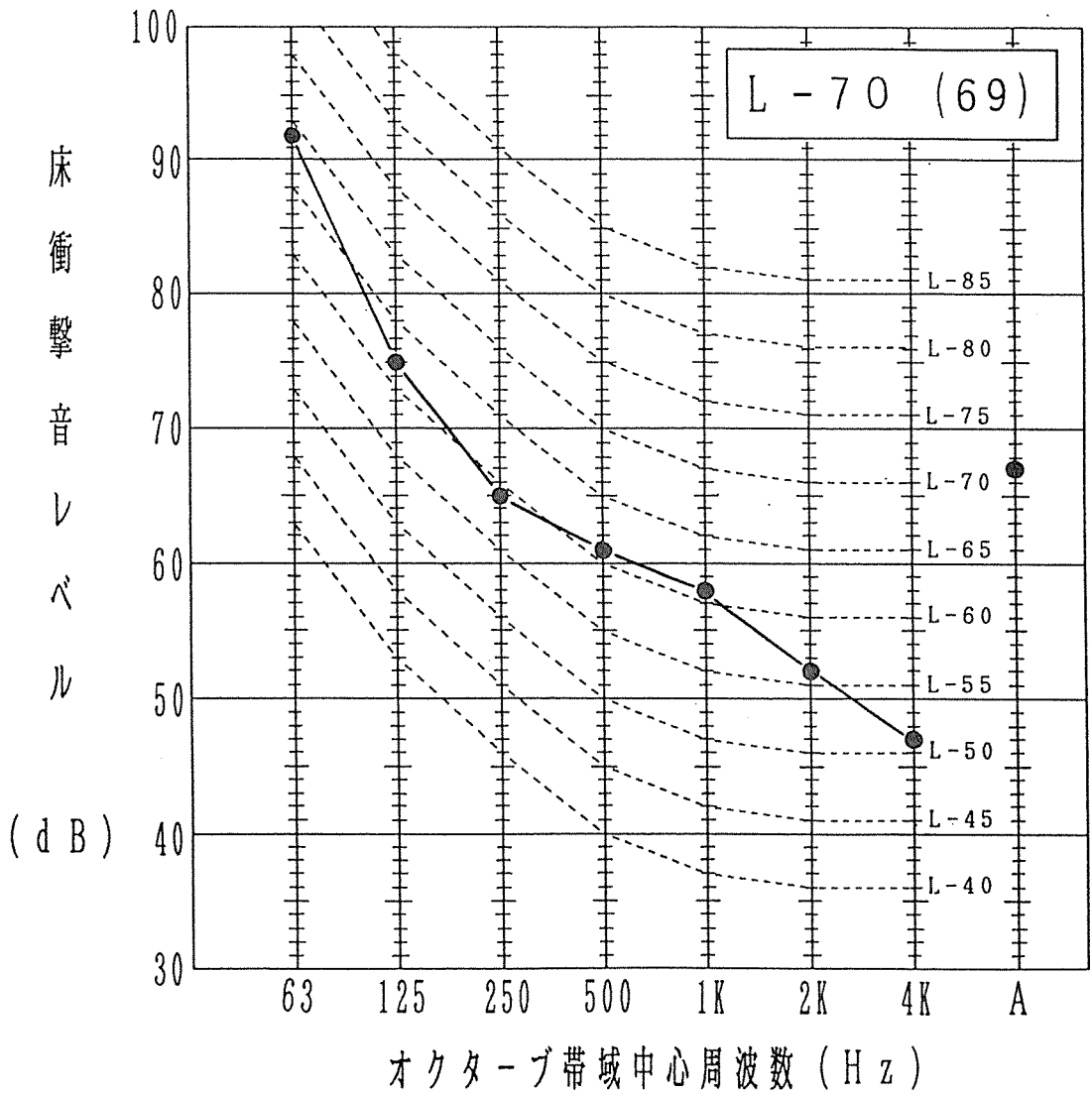
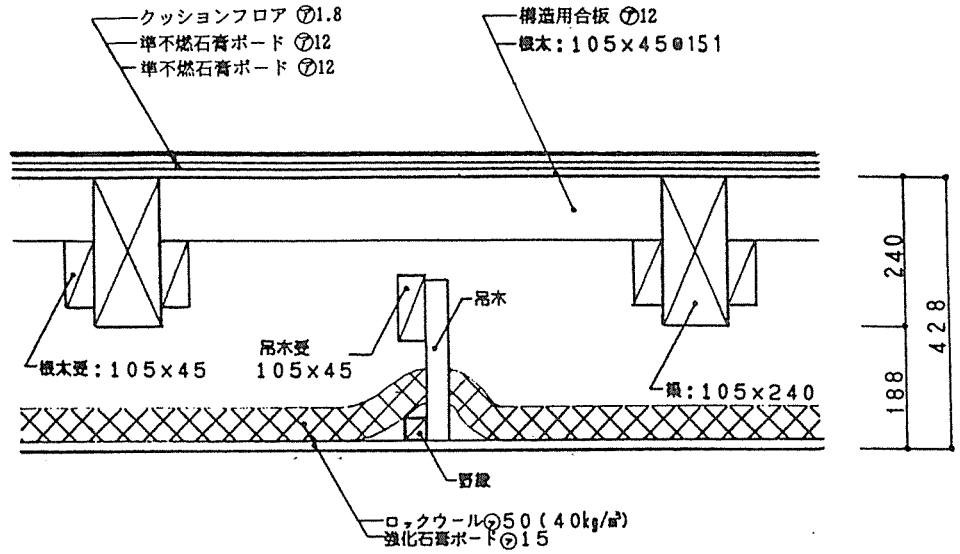
92 No. 9 重量床衝撃音

92-A₁-B₃-C₂



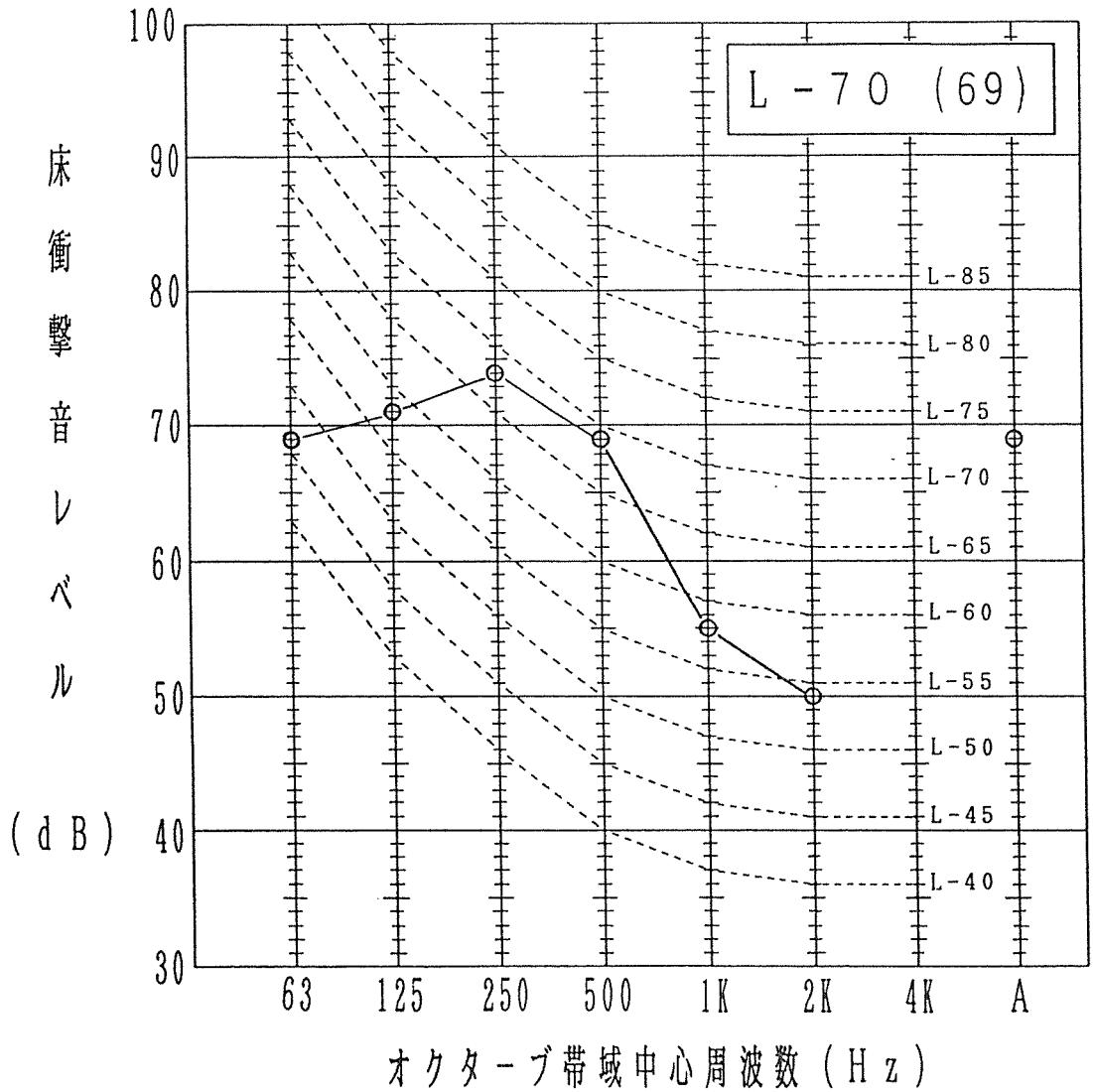
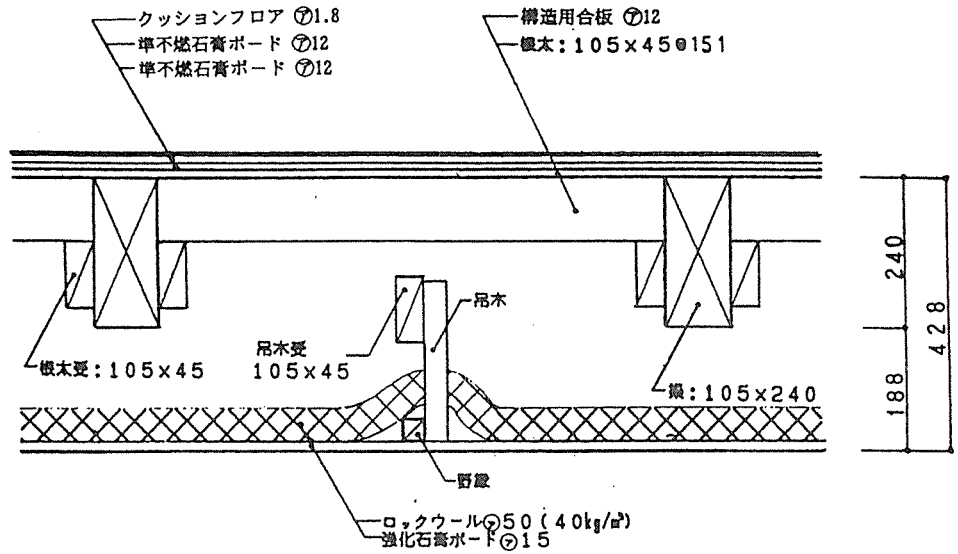
92 No. 9 軽量床衝撃音

93-A₁-B₁-C₃-D₁



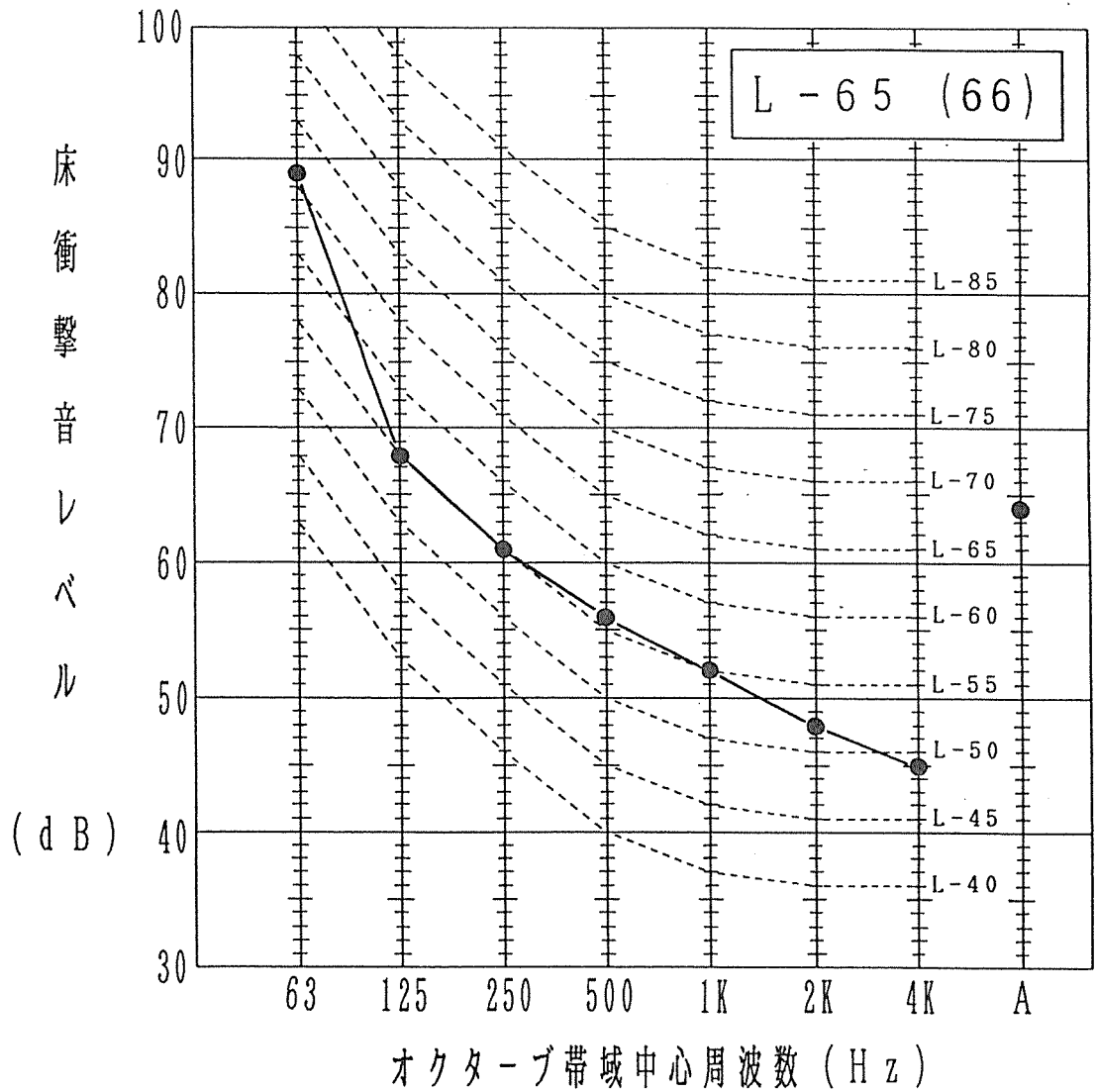
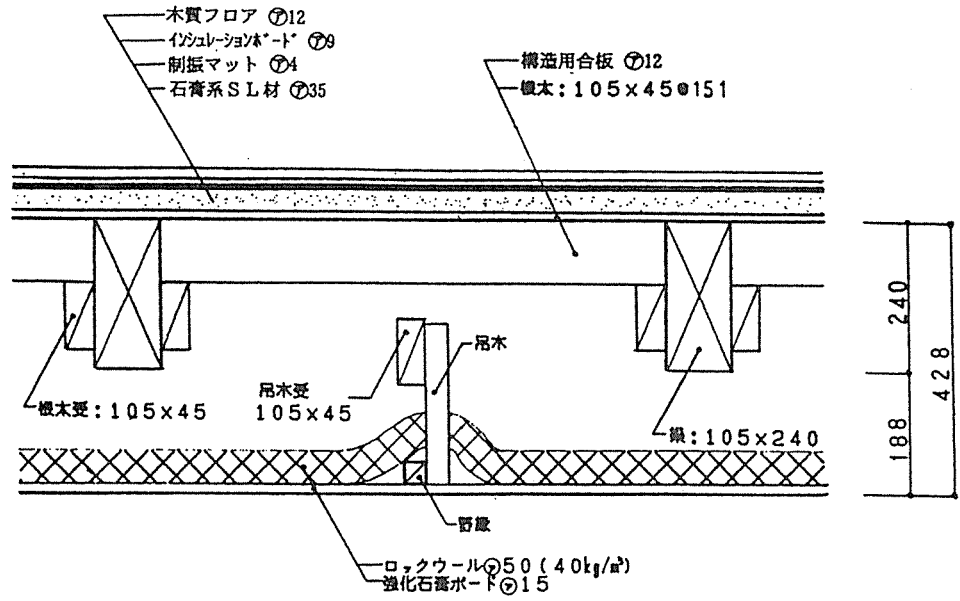
93 No. 1 重量床衝撃音

93-A₁-B₁-C₃-D₁



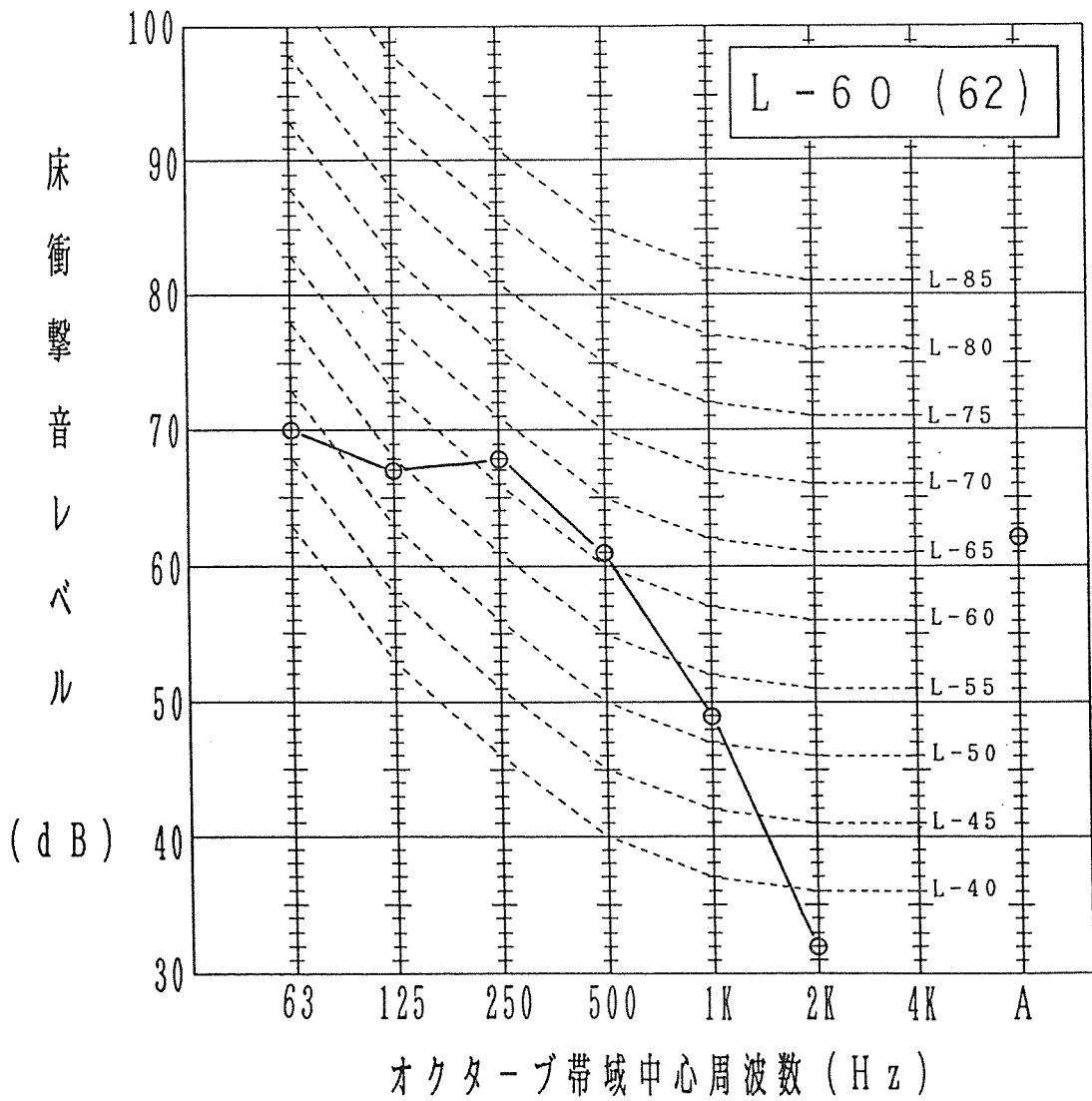
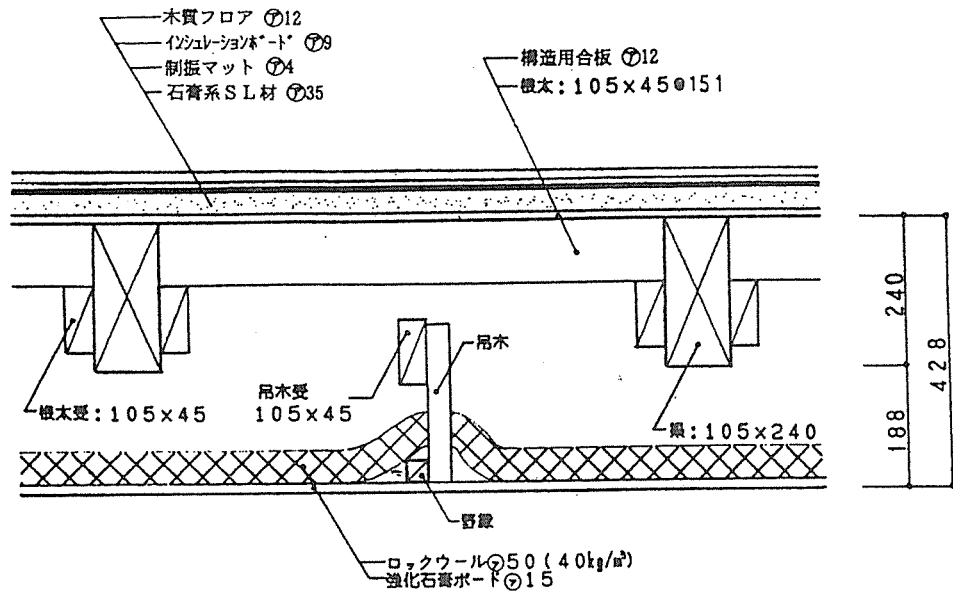
93 No. 1 軽量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₁-D₁



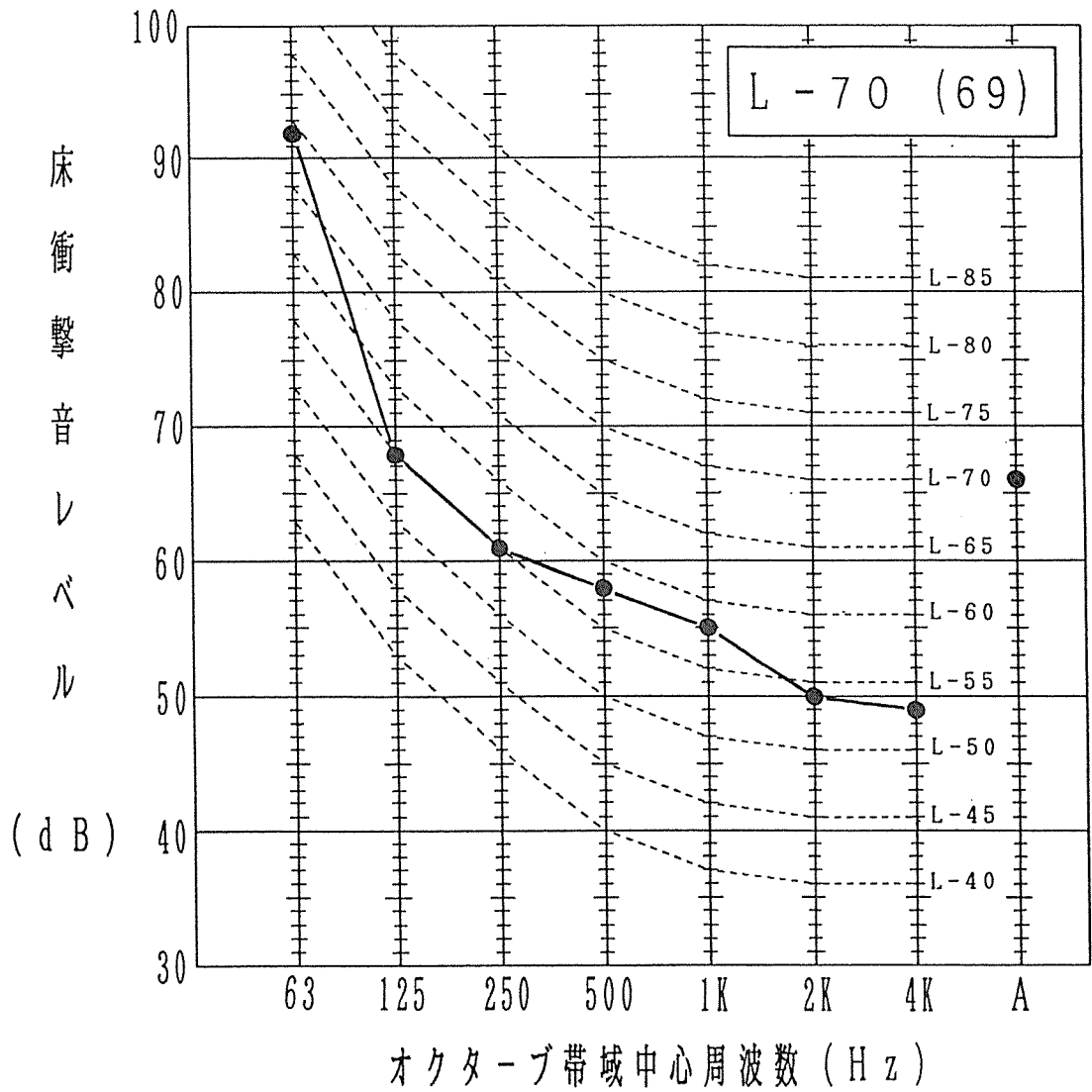
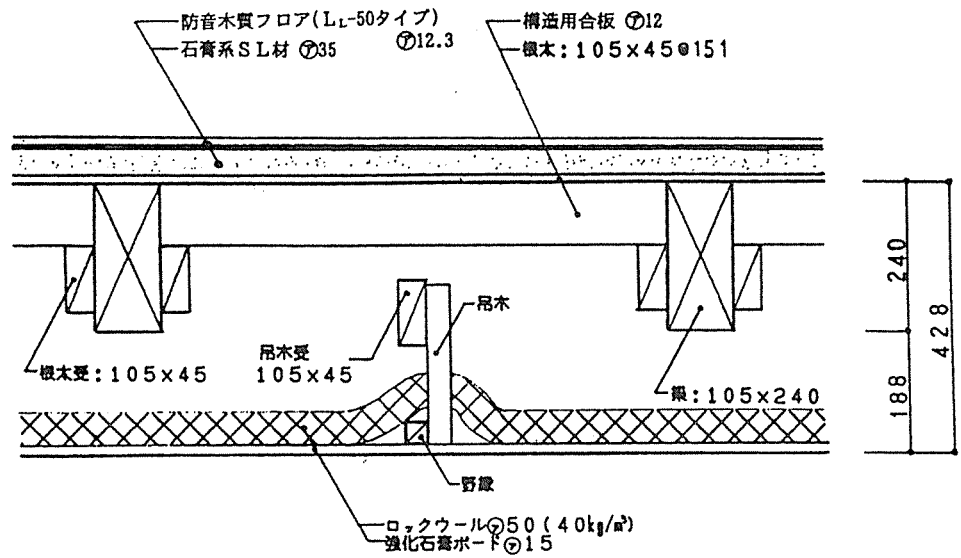
93 No. 2 重量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₁-D₁



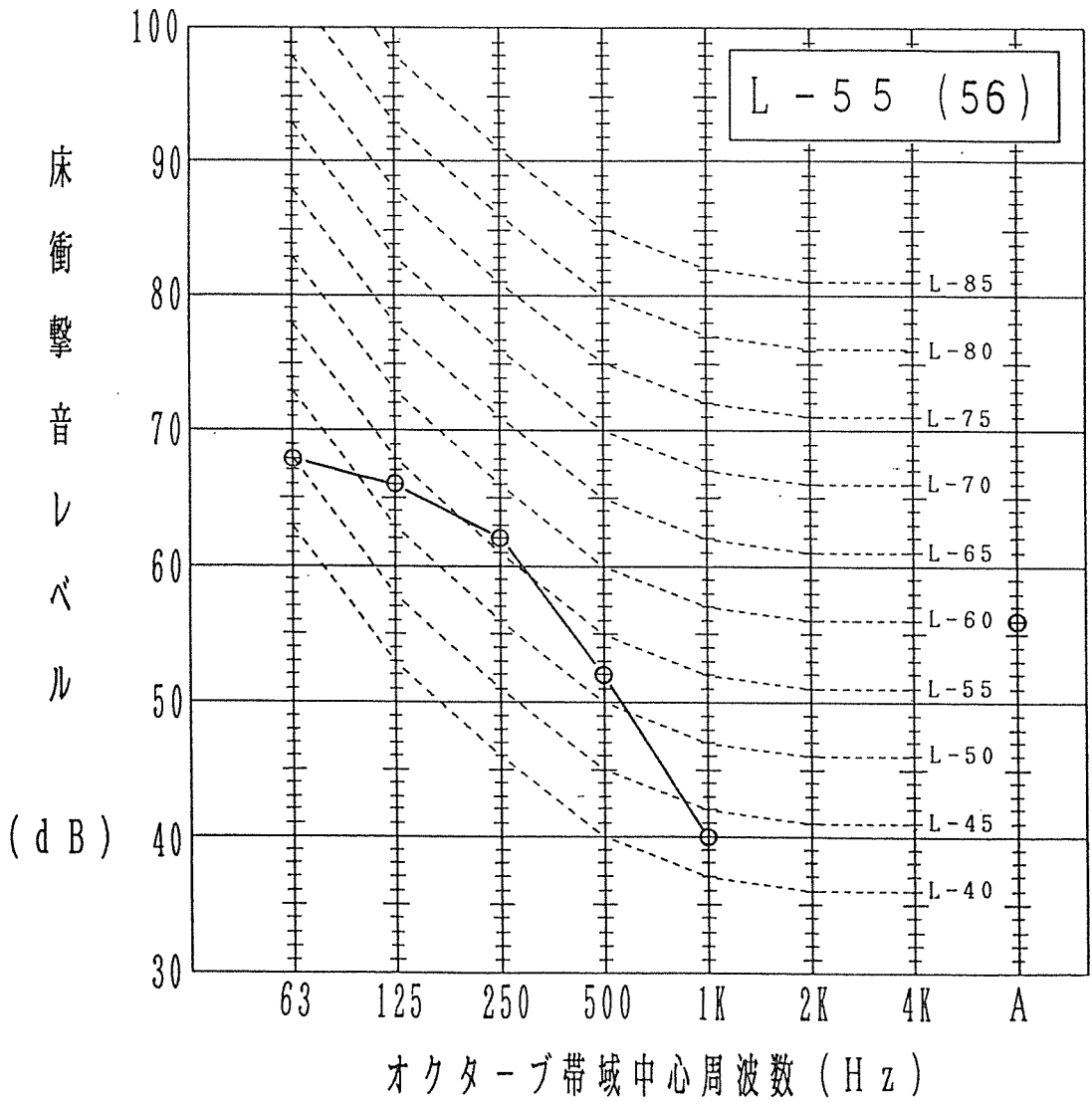
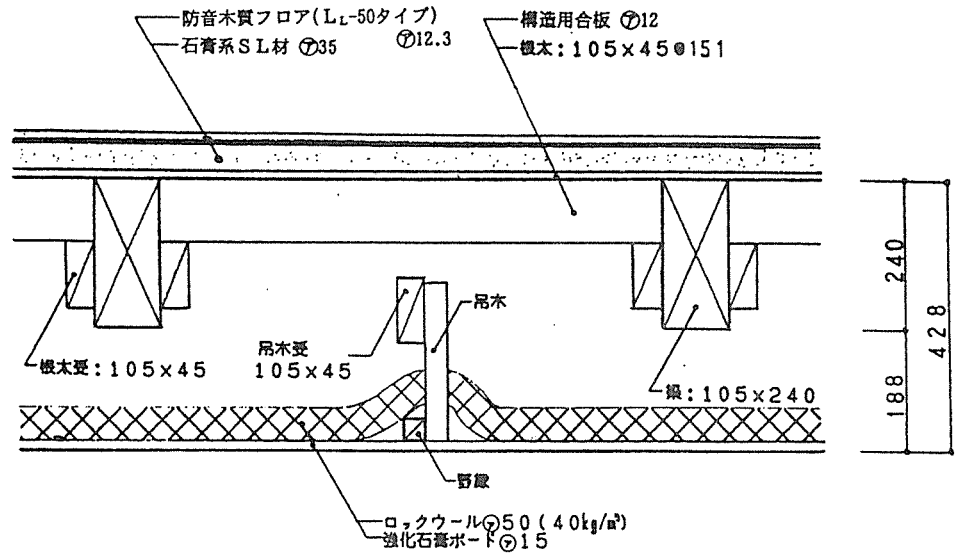
93 No. 2 軽量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₂-D₁



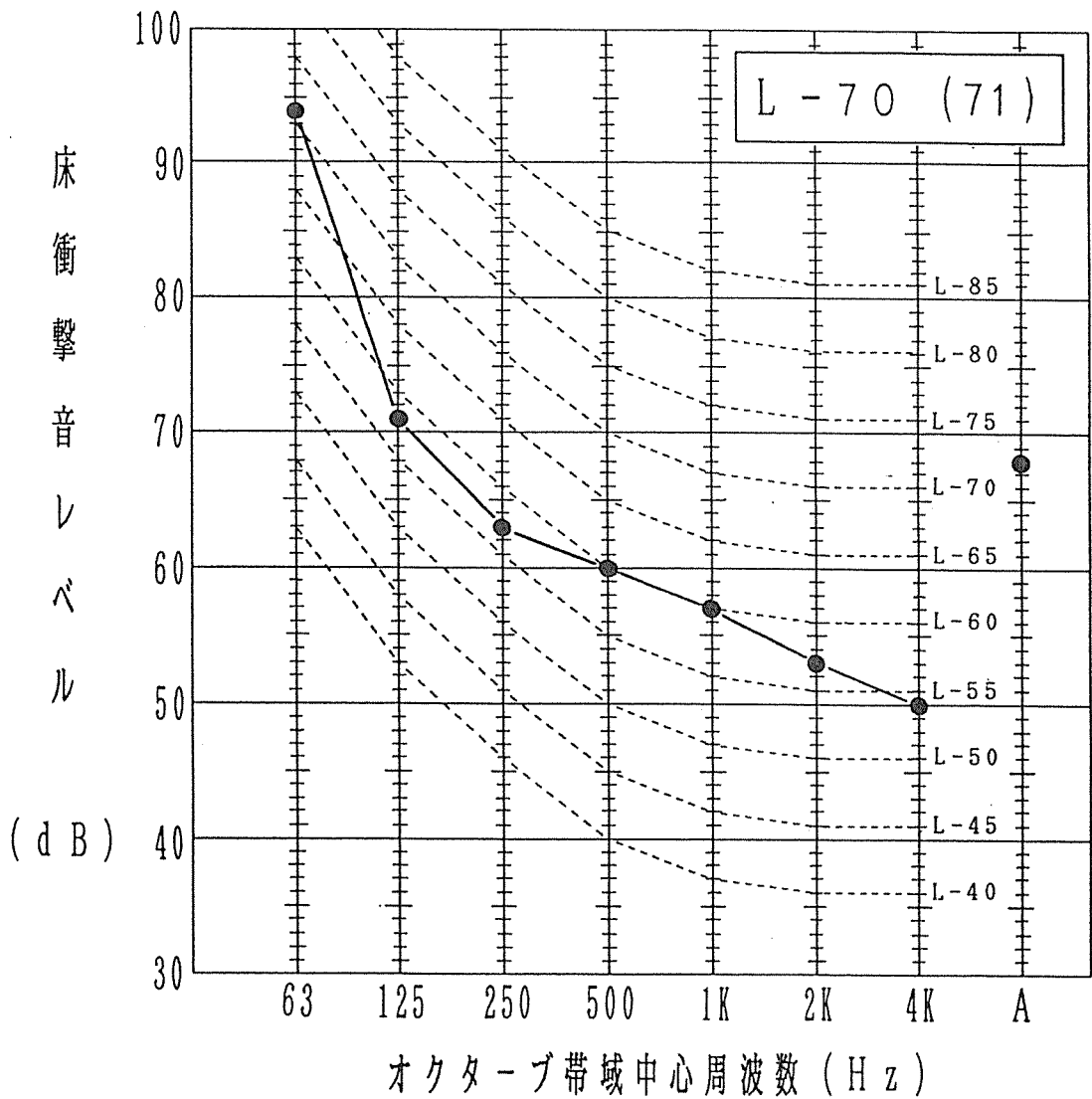
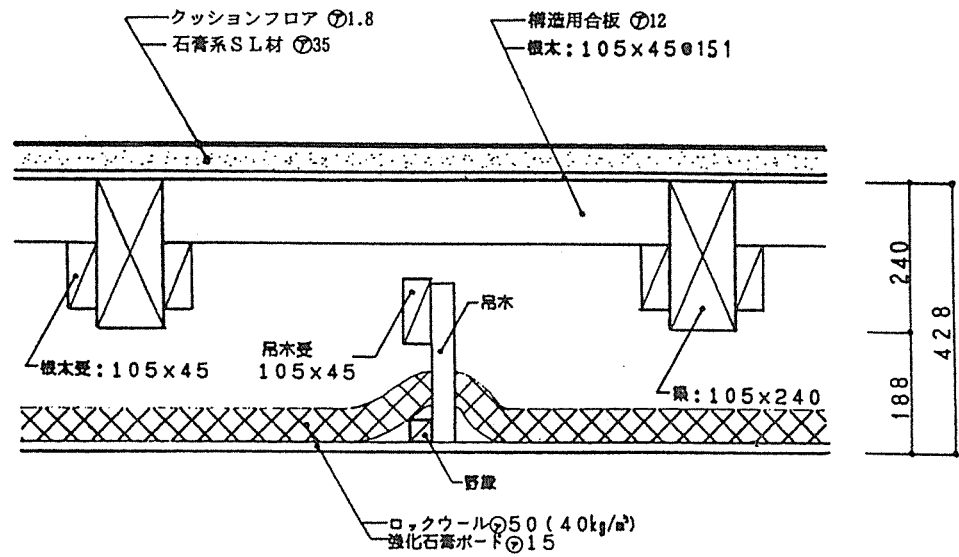
93 No. 3 重量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₂-D₁



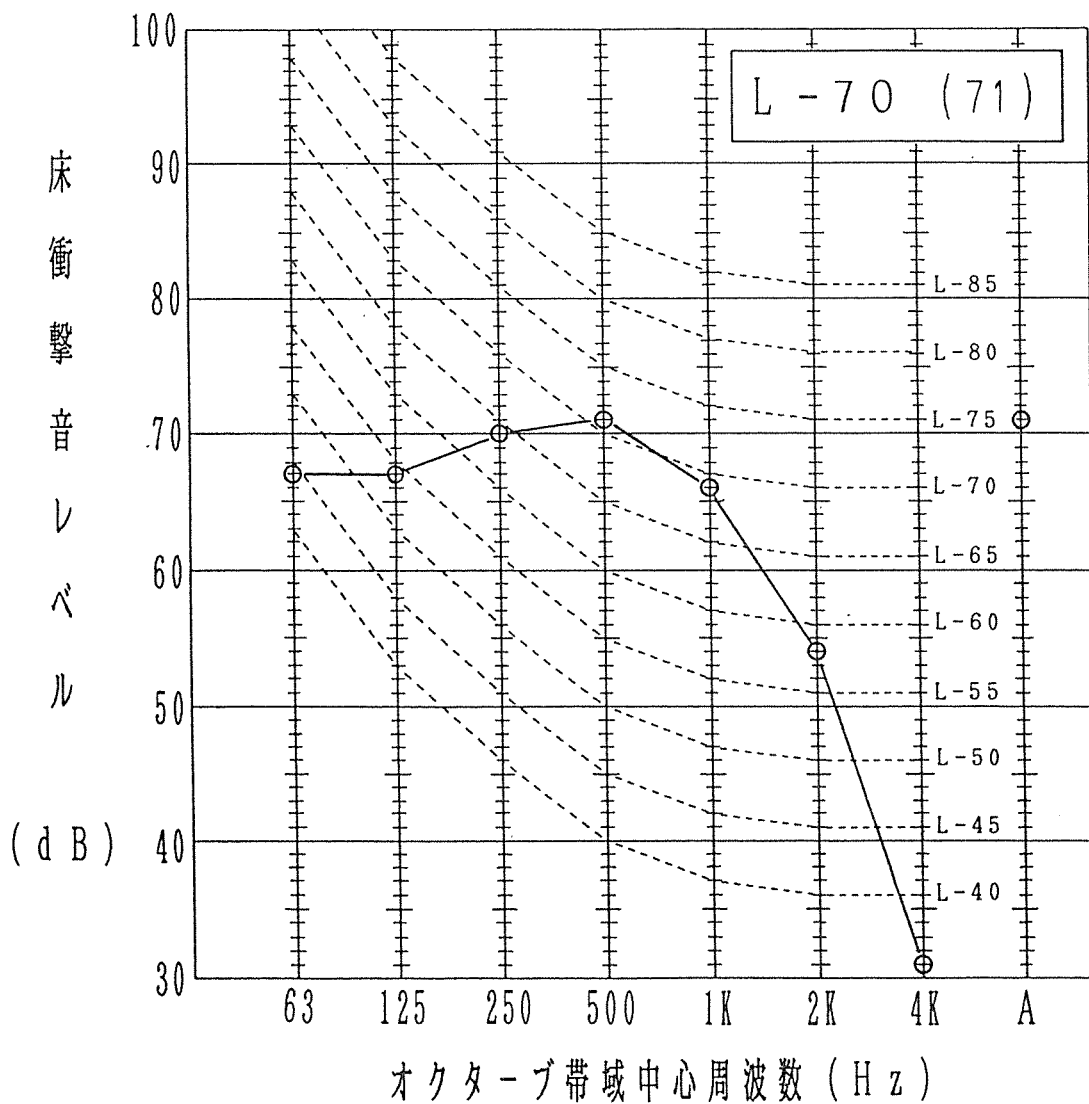
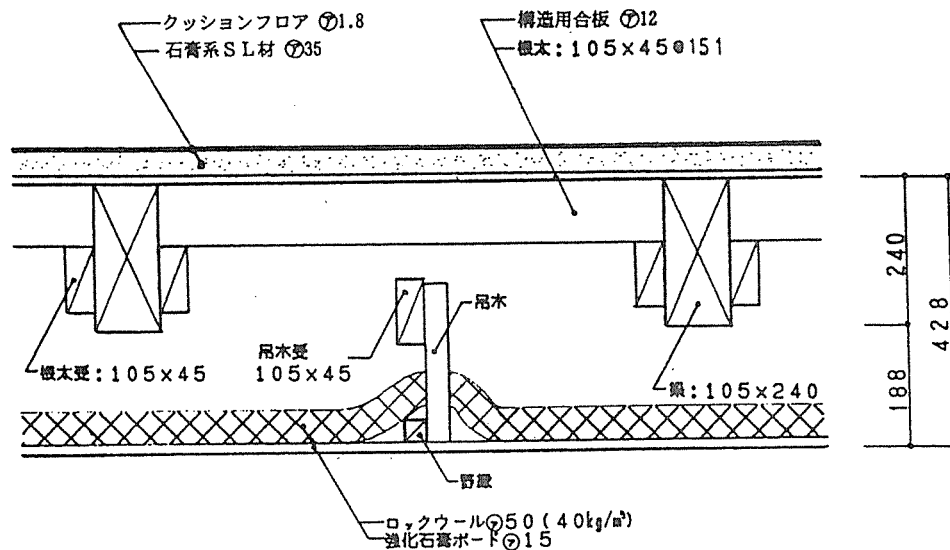
93 No. 3 軽量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₃-D₁



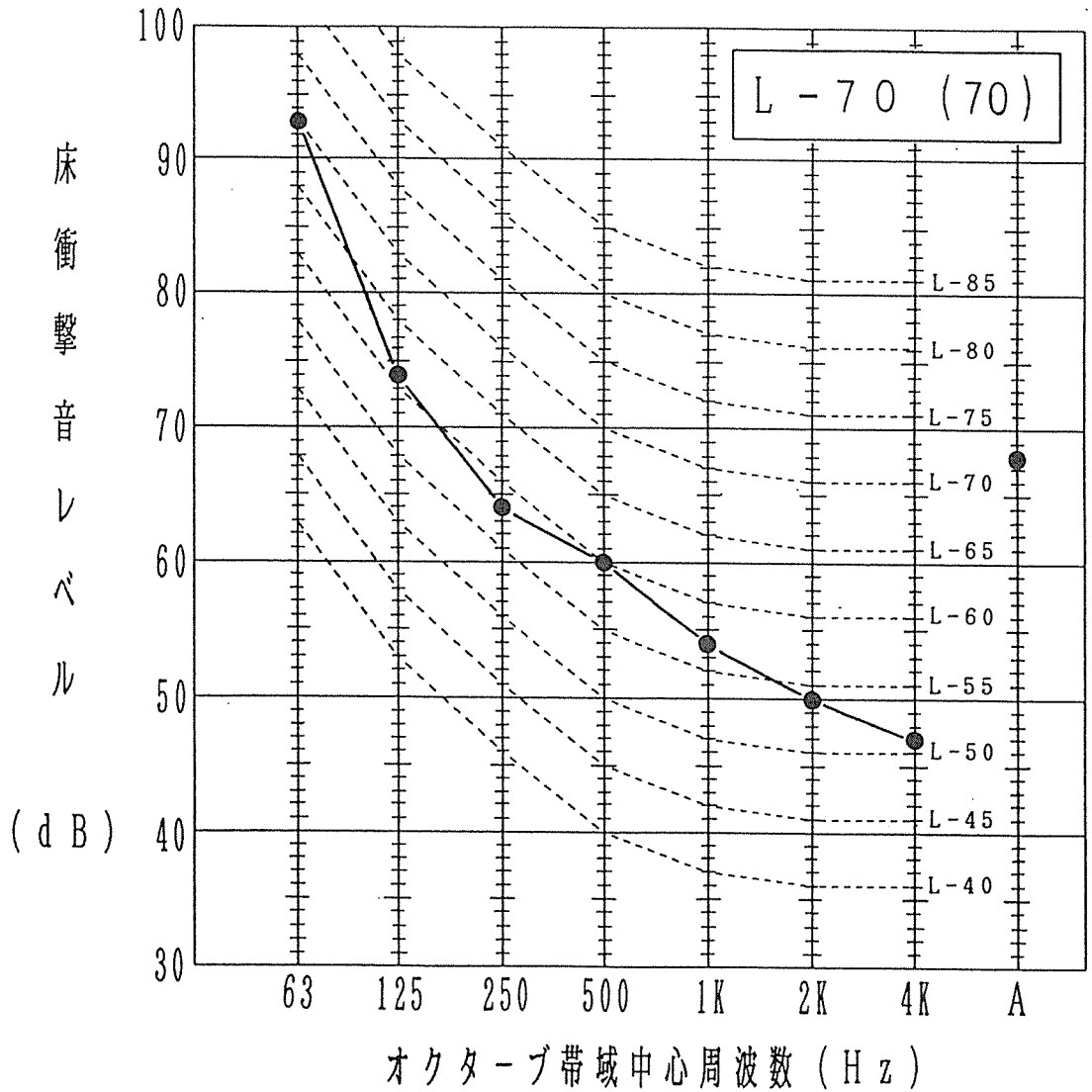
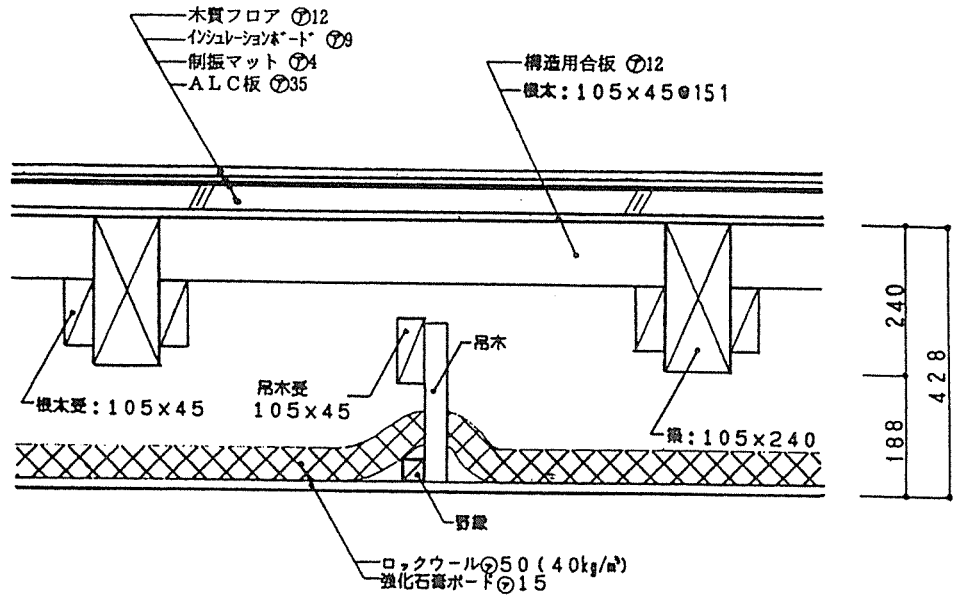
93 No. 4 重量床衝撃音

93-A₁-B₂-C₃-D₁



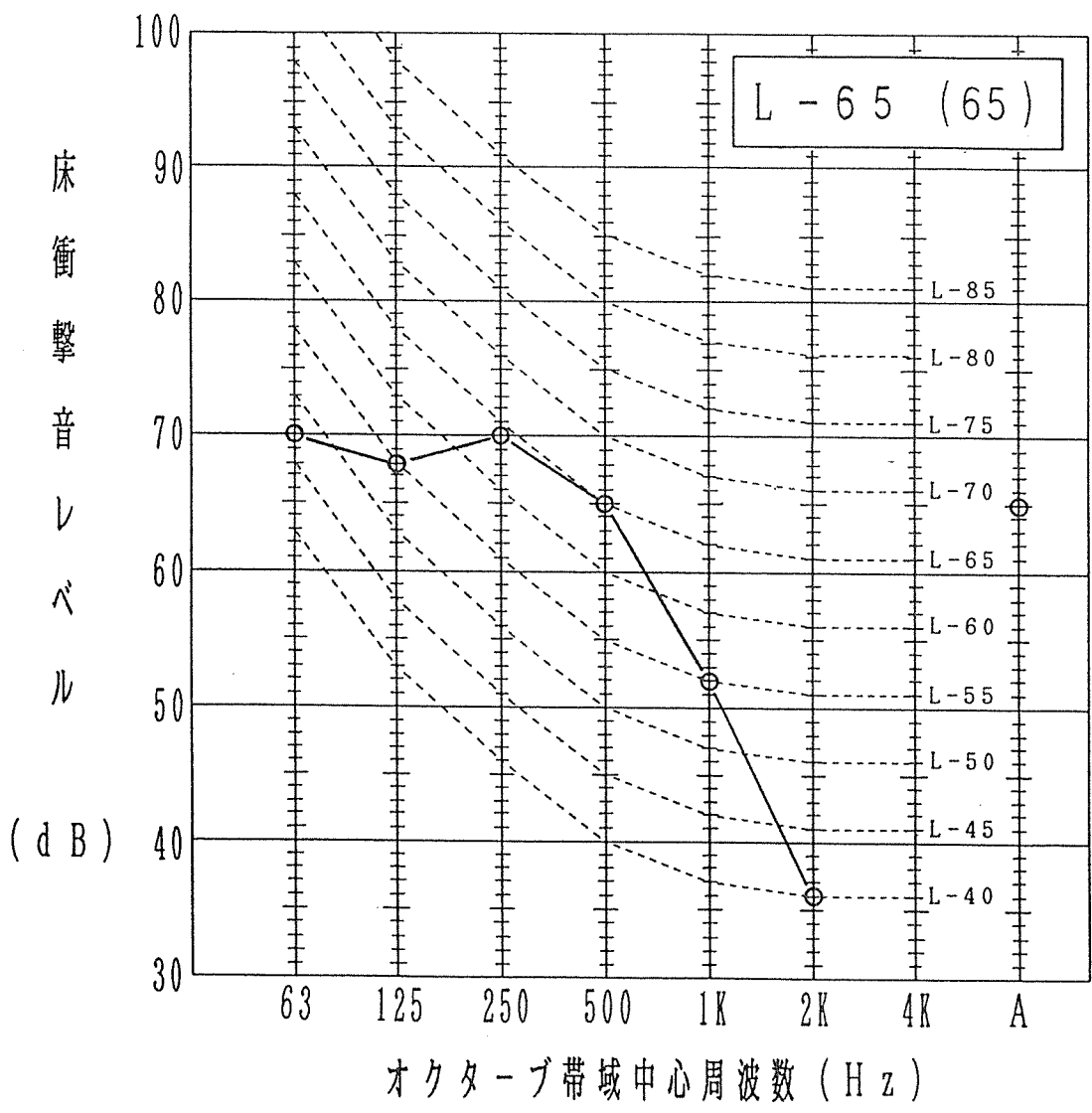
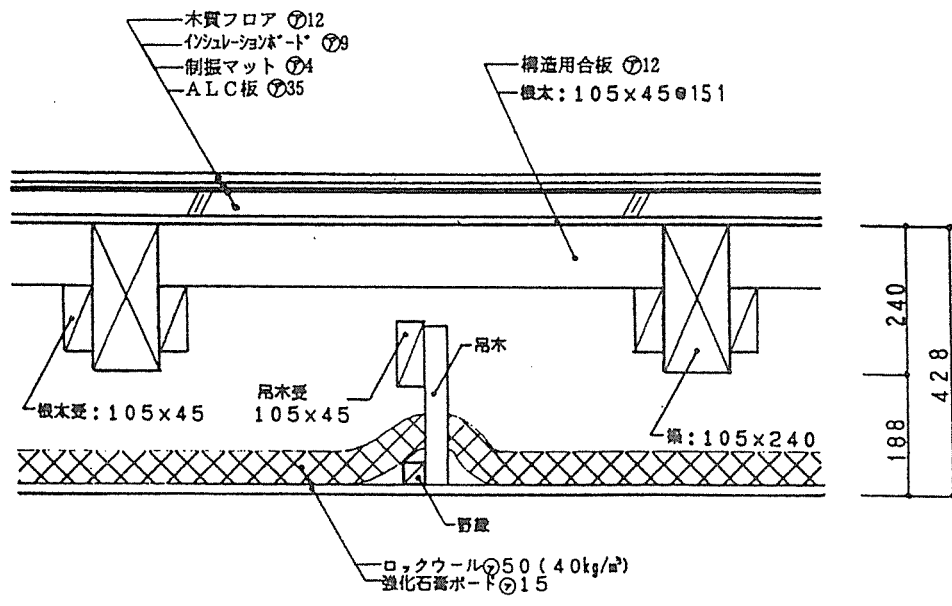
93 No. 4 軽量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₁-D₁



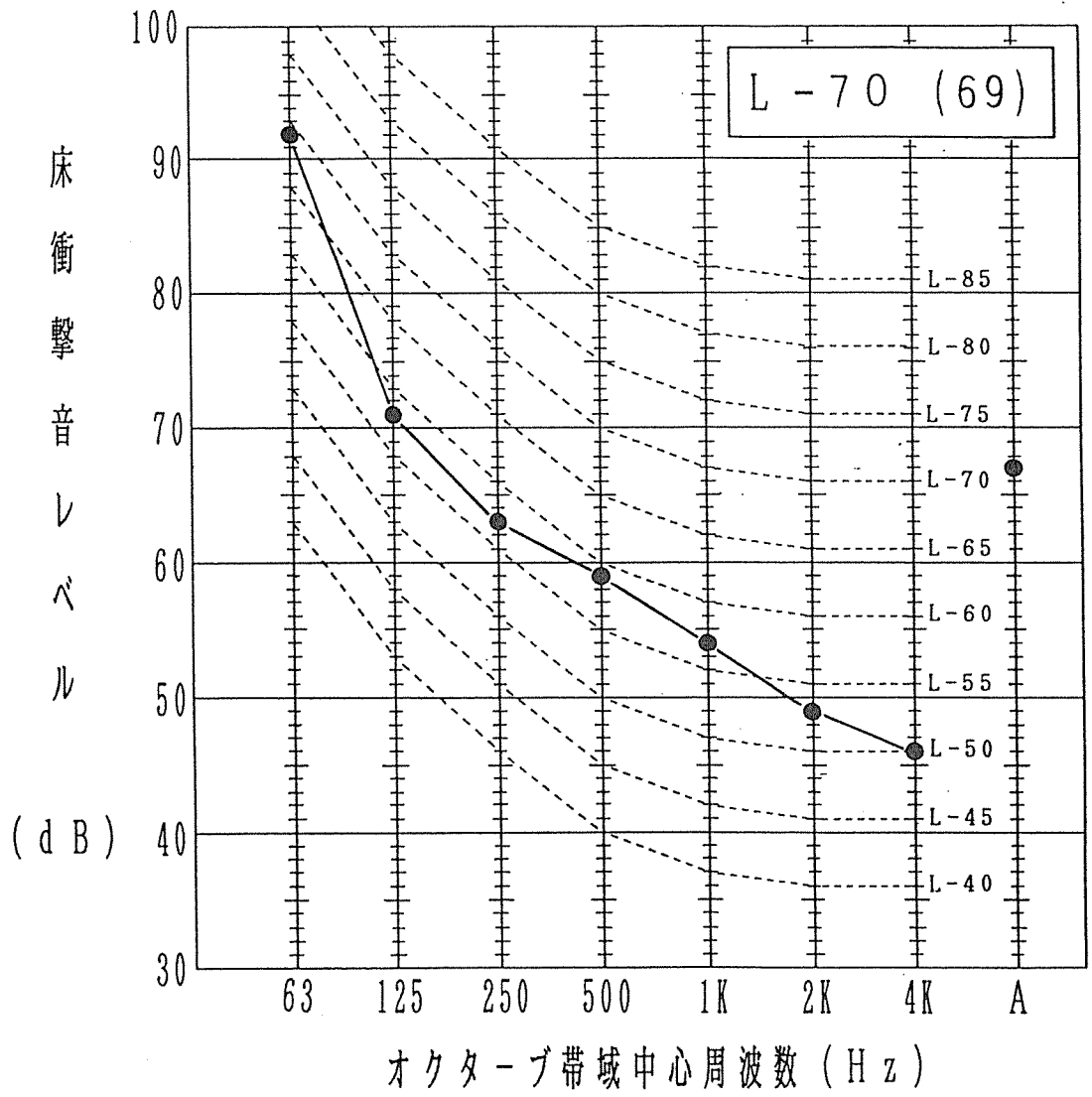
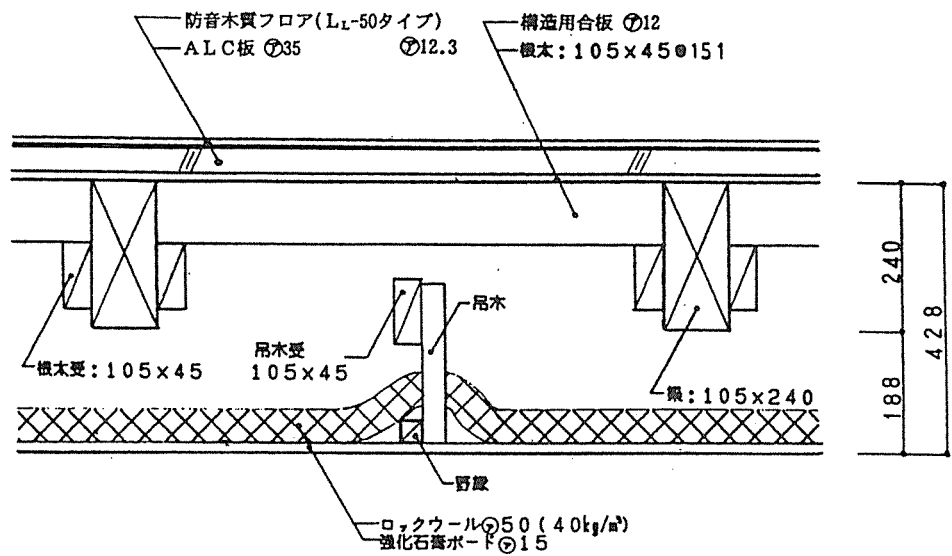
93 No. 5 重量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₁-D₁



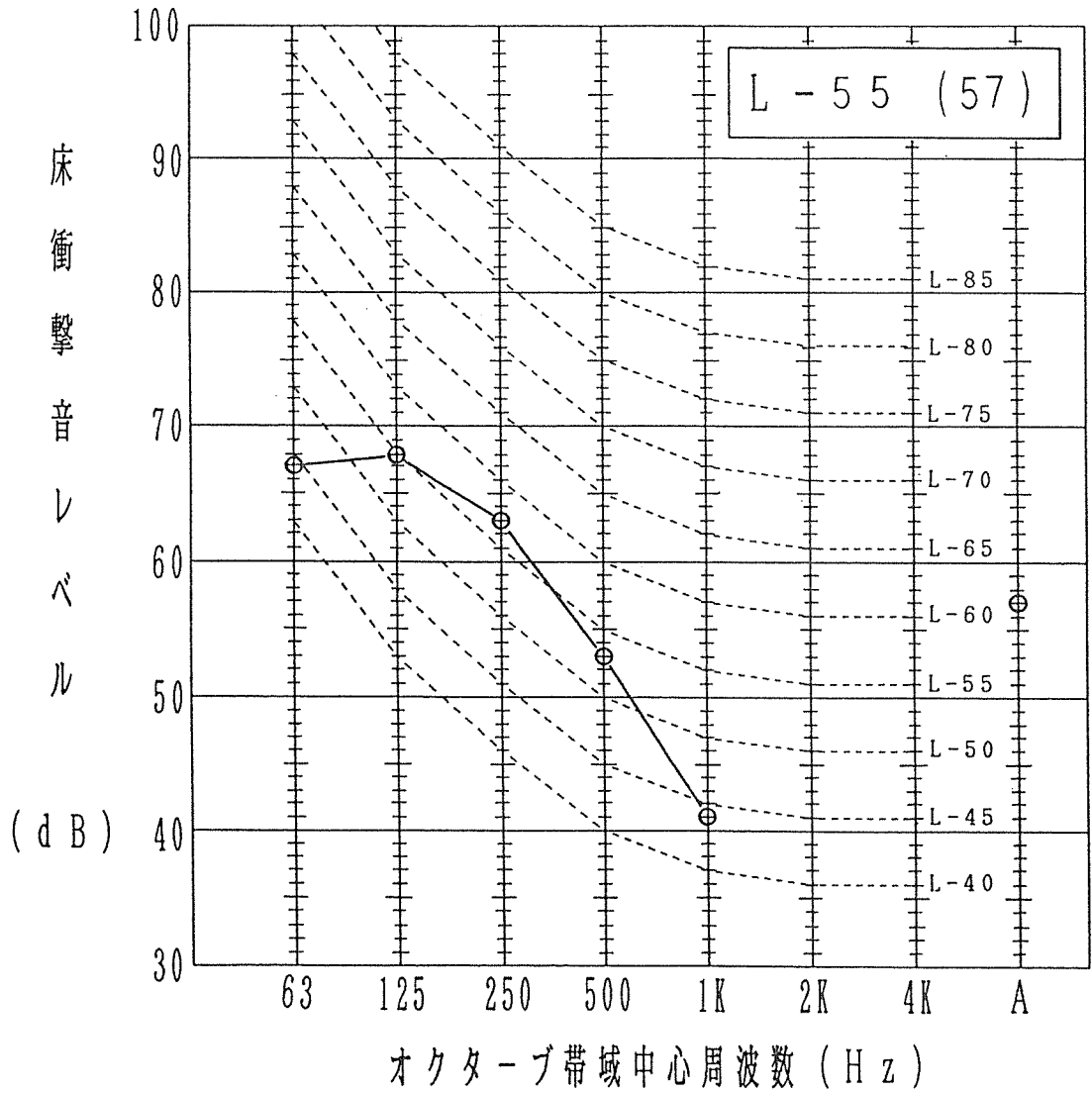
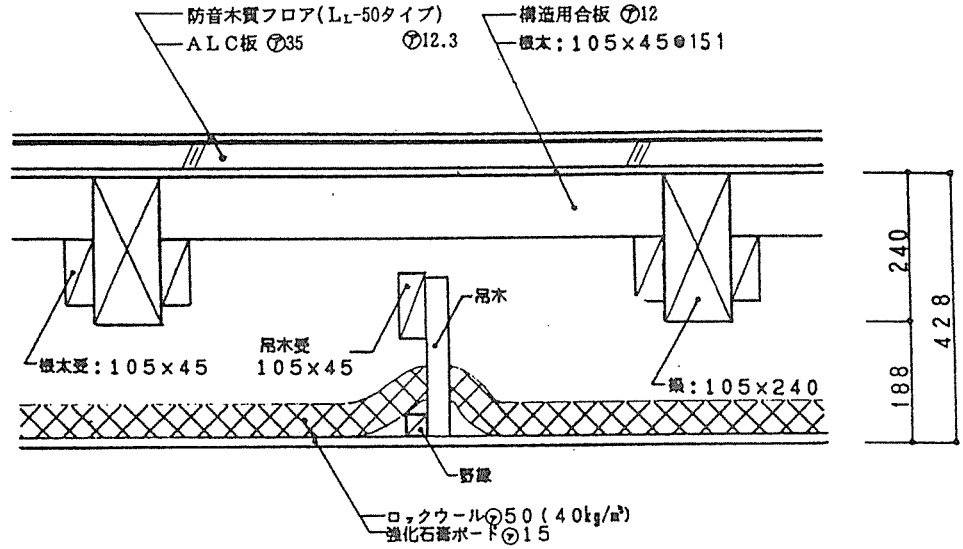
93 No. 5 軽量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₂-D₁



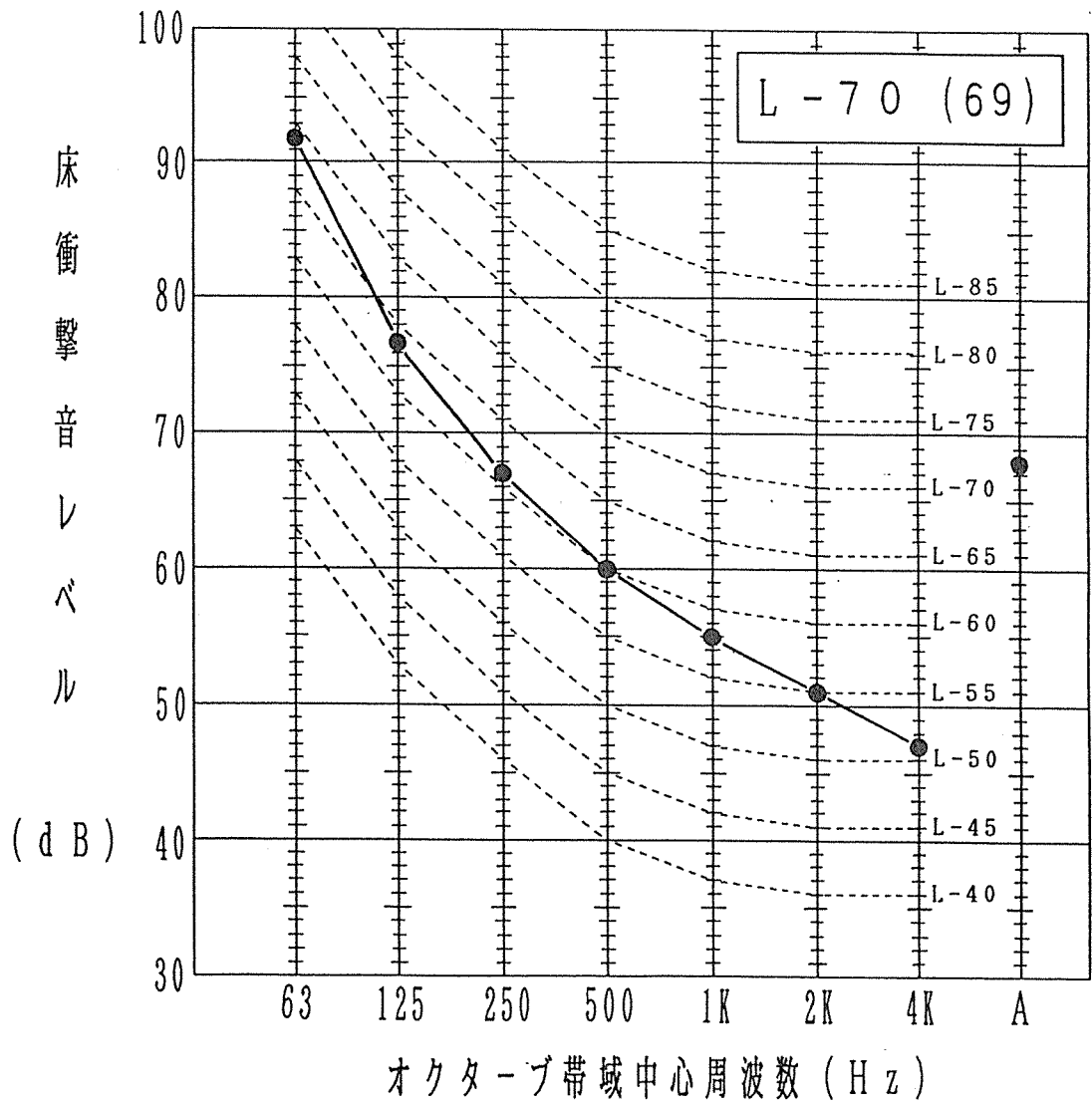
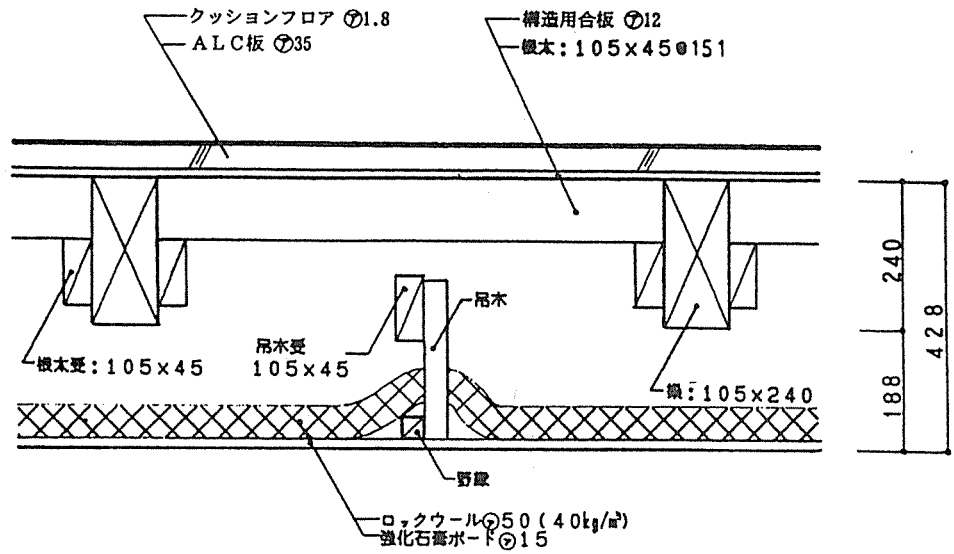
93 No. 6 重量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₂-D₁



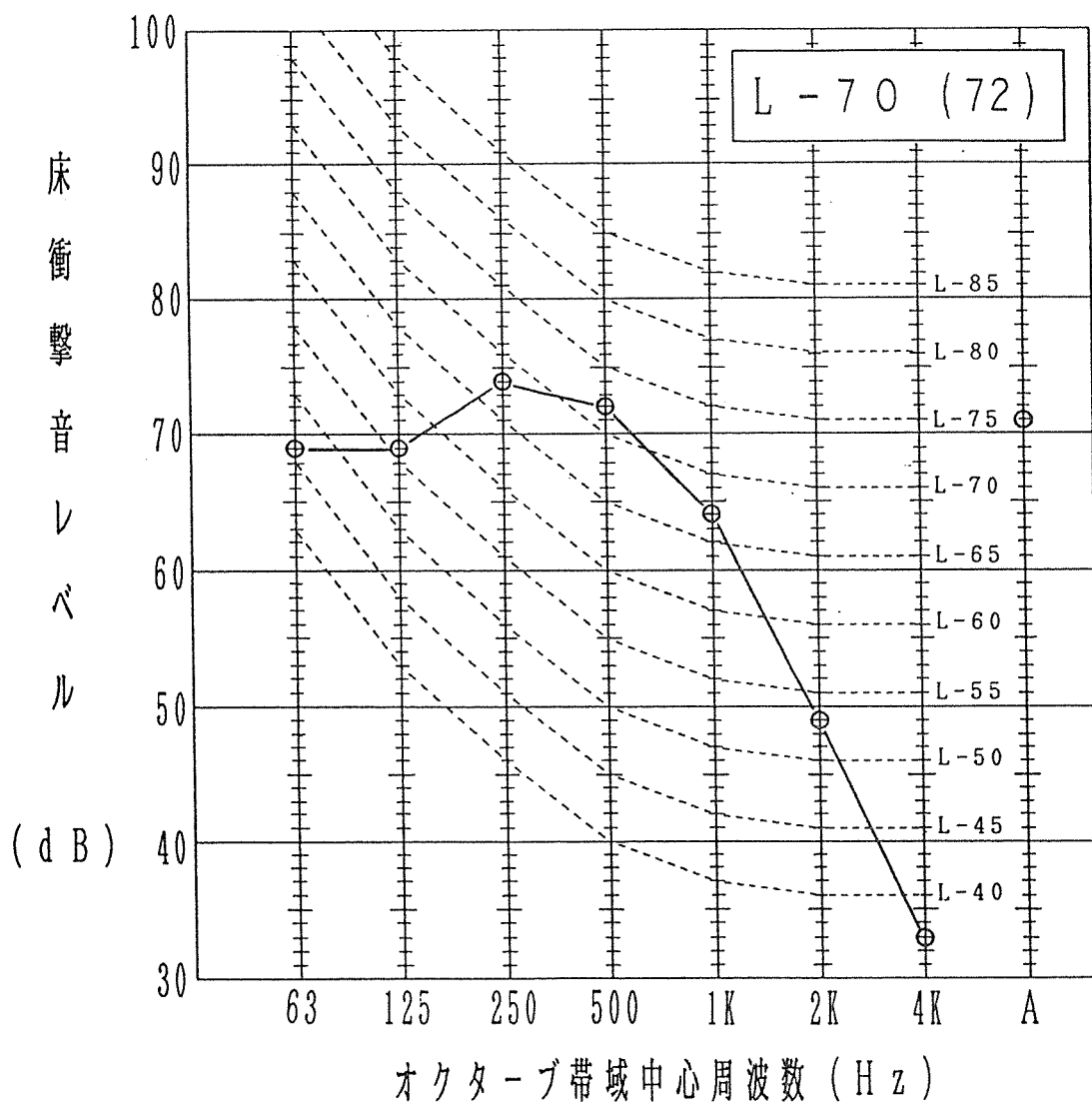
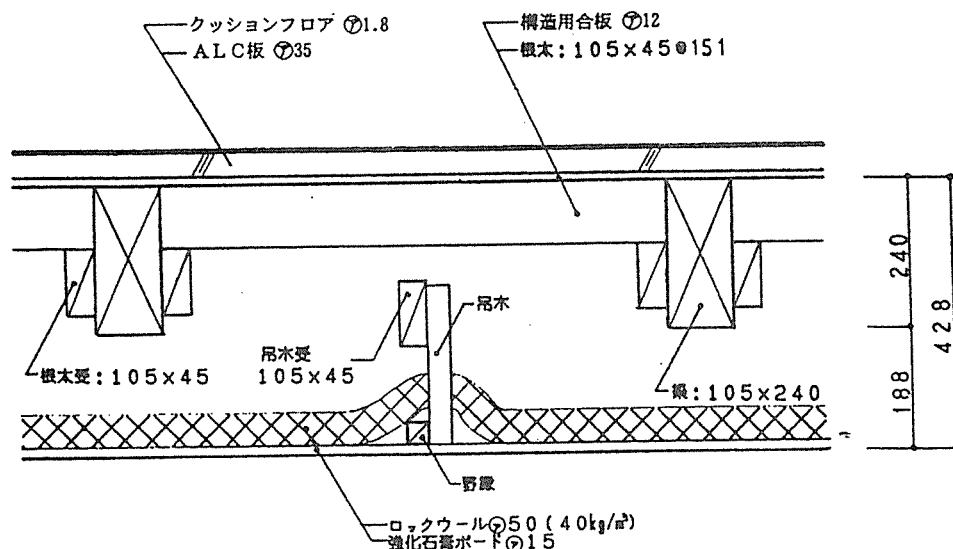
93 No. 6 軽量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₃-D₁



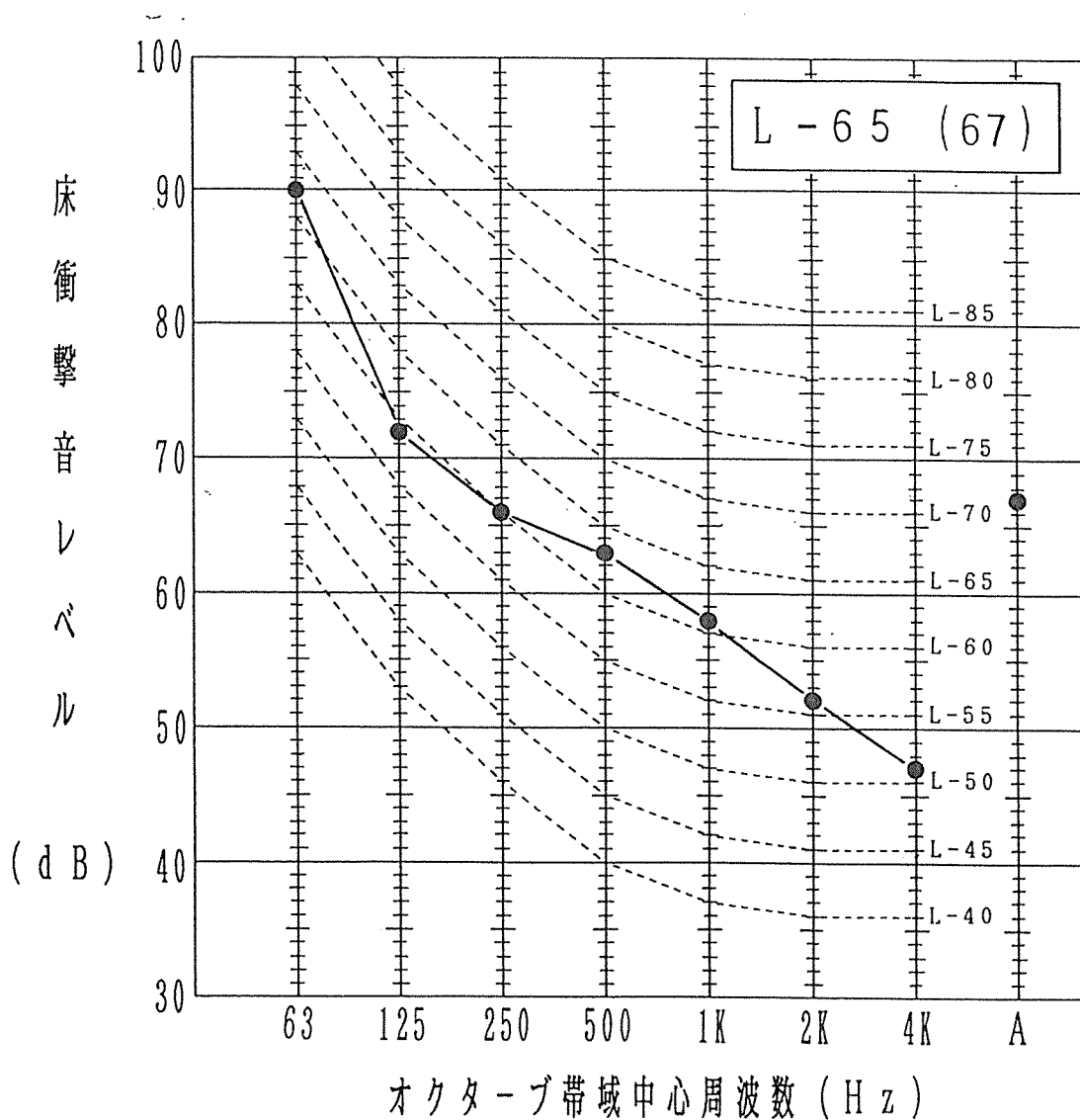
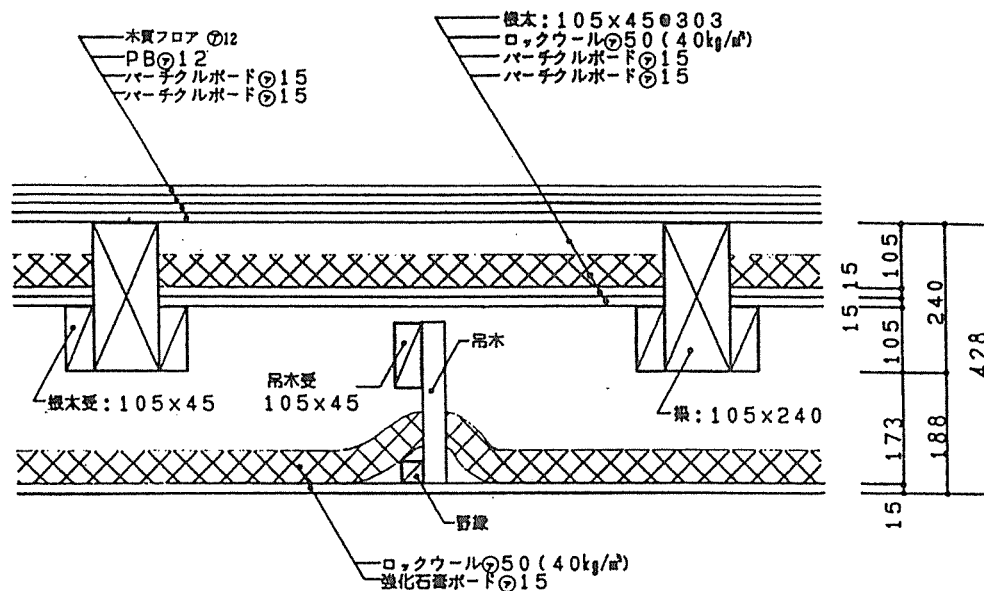
93 No. 7 重量床衝撃音

93-A₁-B₃-C₃-D₁



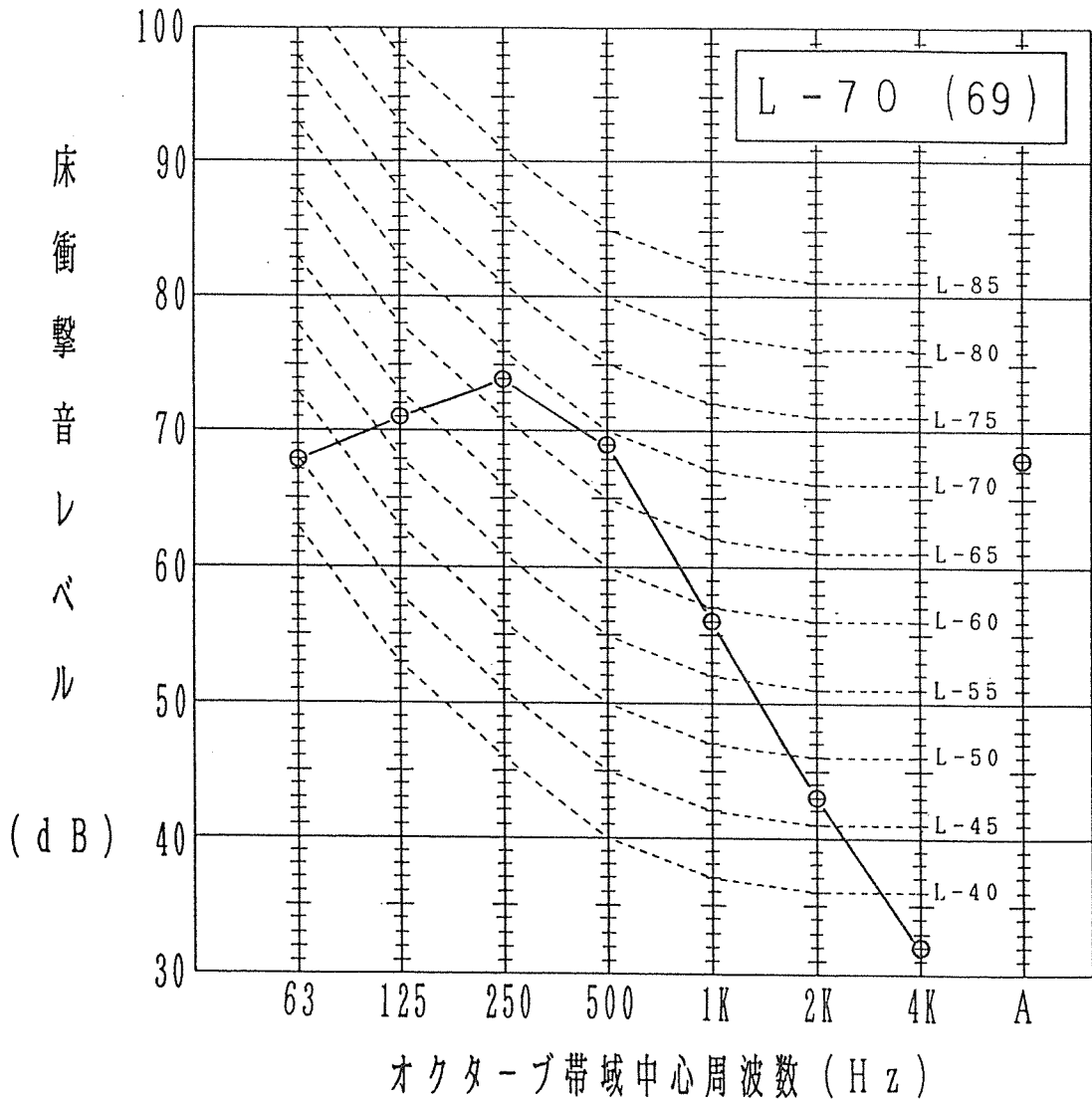
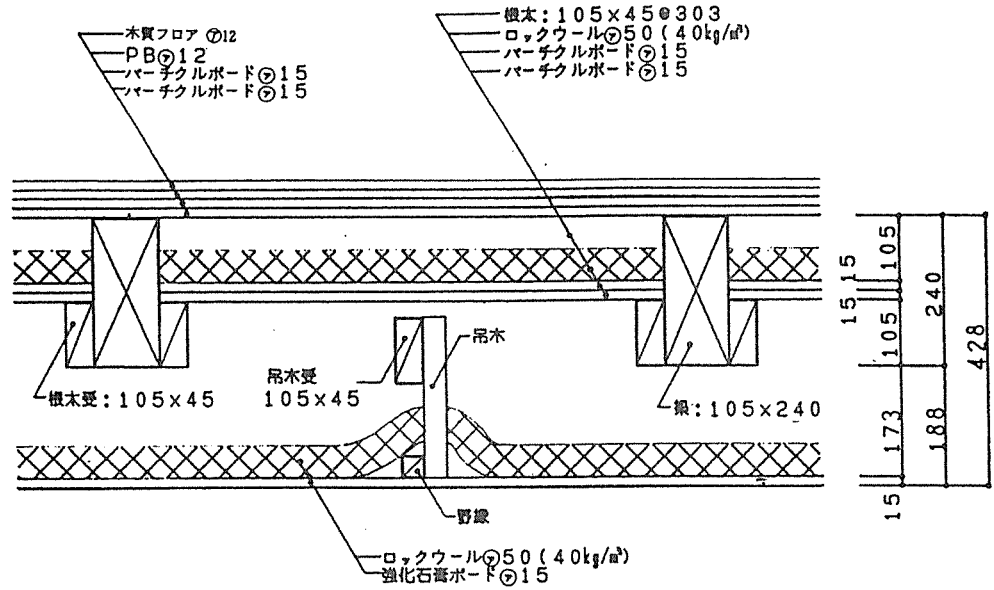
93 No. 7 軽量床衝撃音

93-A₂-B₄-C₄-D₁



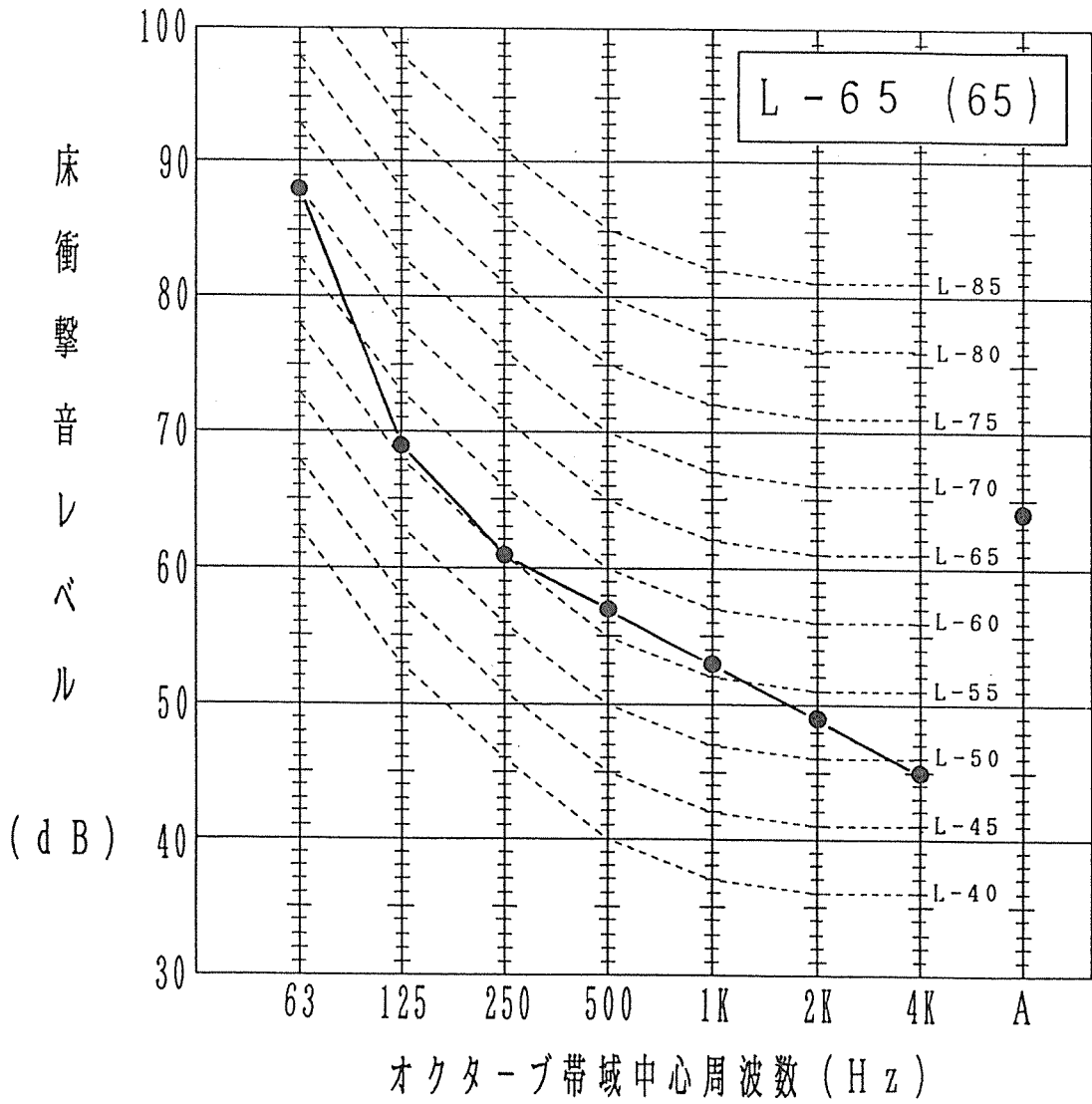
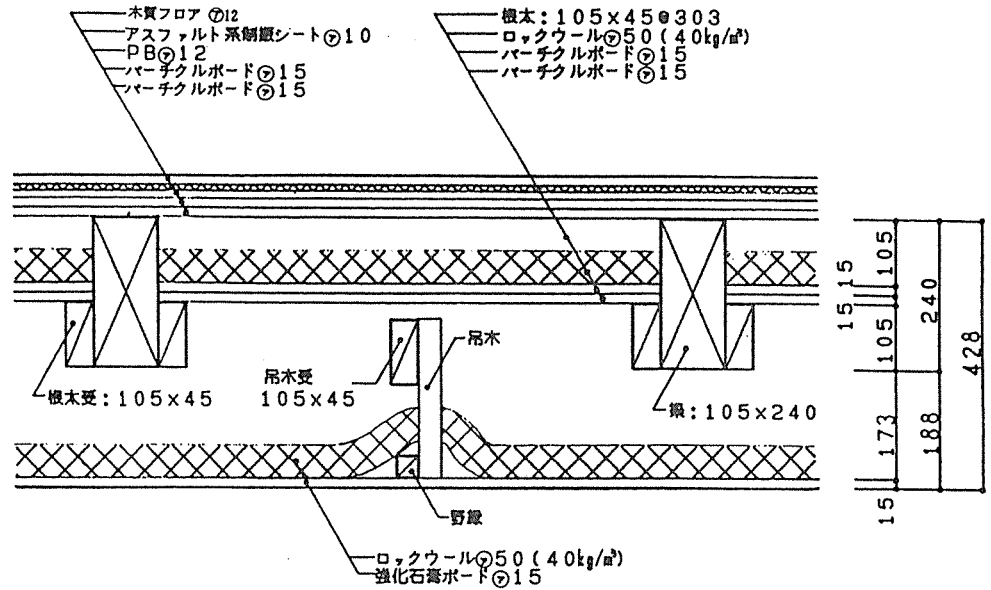
93 No. 8 重量床衝撃音

93-A₂-B₄-C₄-D₁



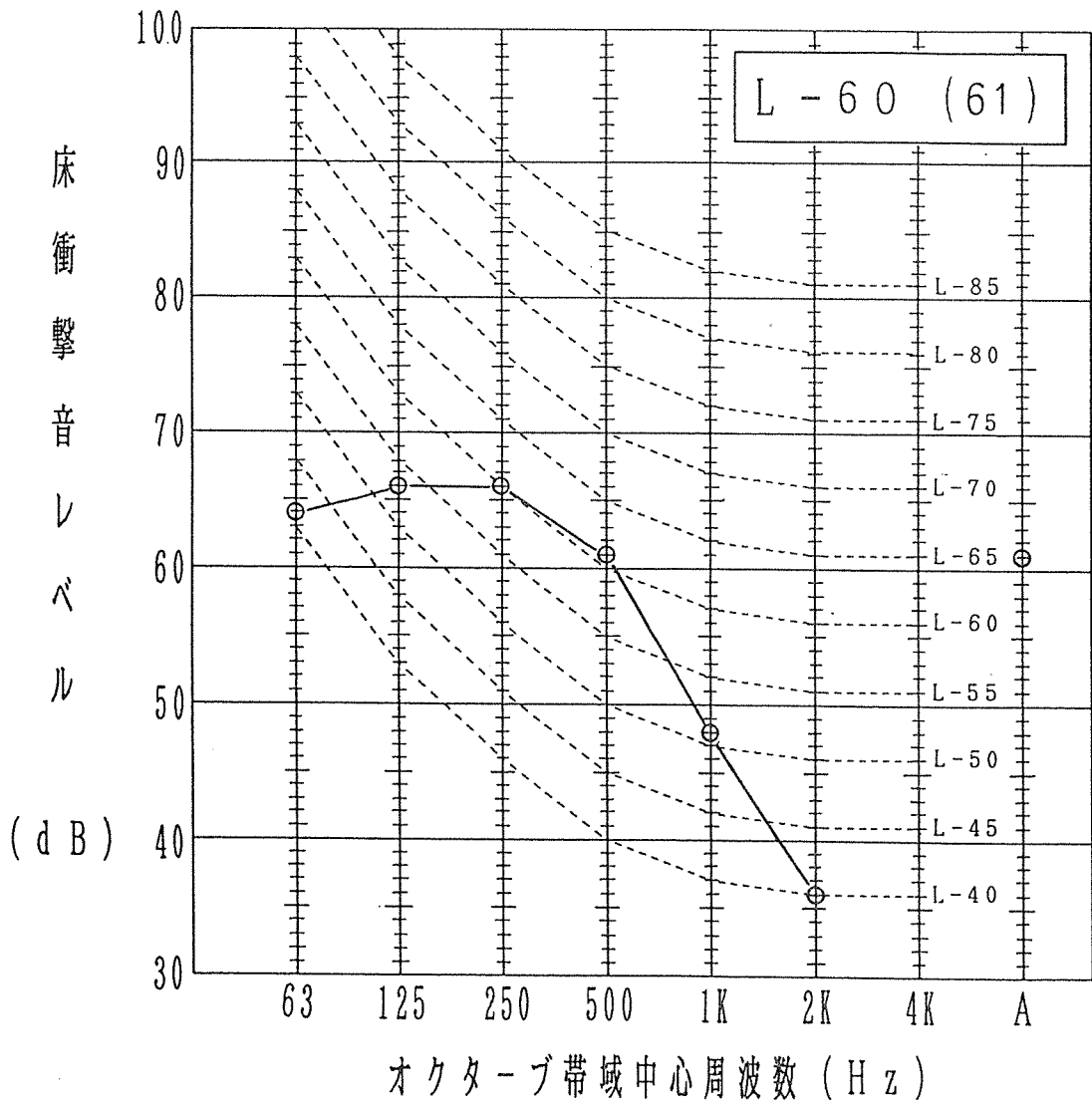
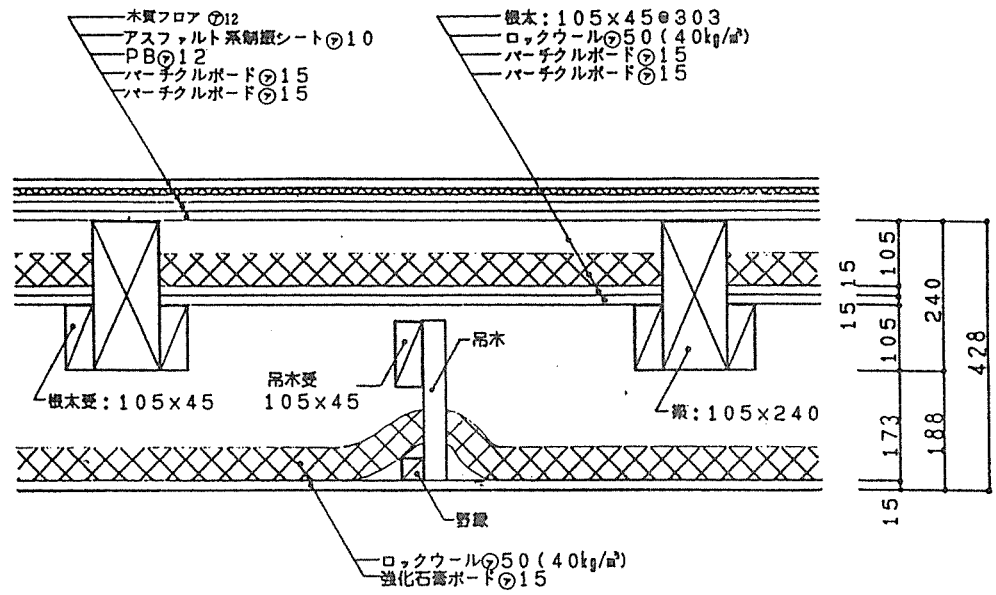
93 No. 8 軽量床衝撃音

93-A₂-B₅-C₄-D₁



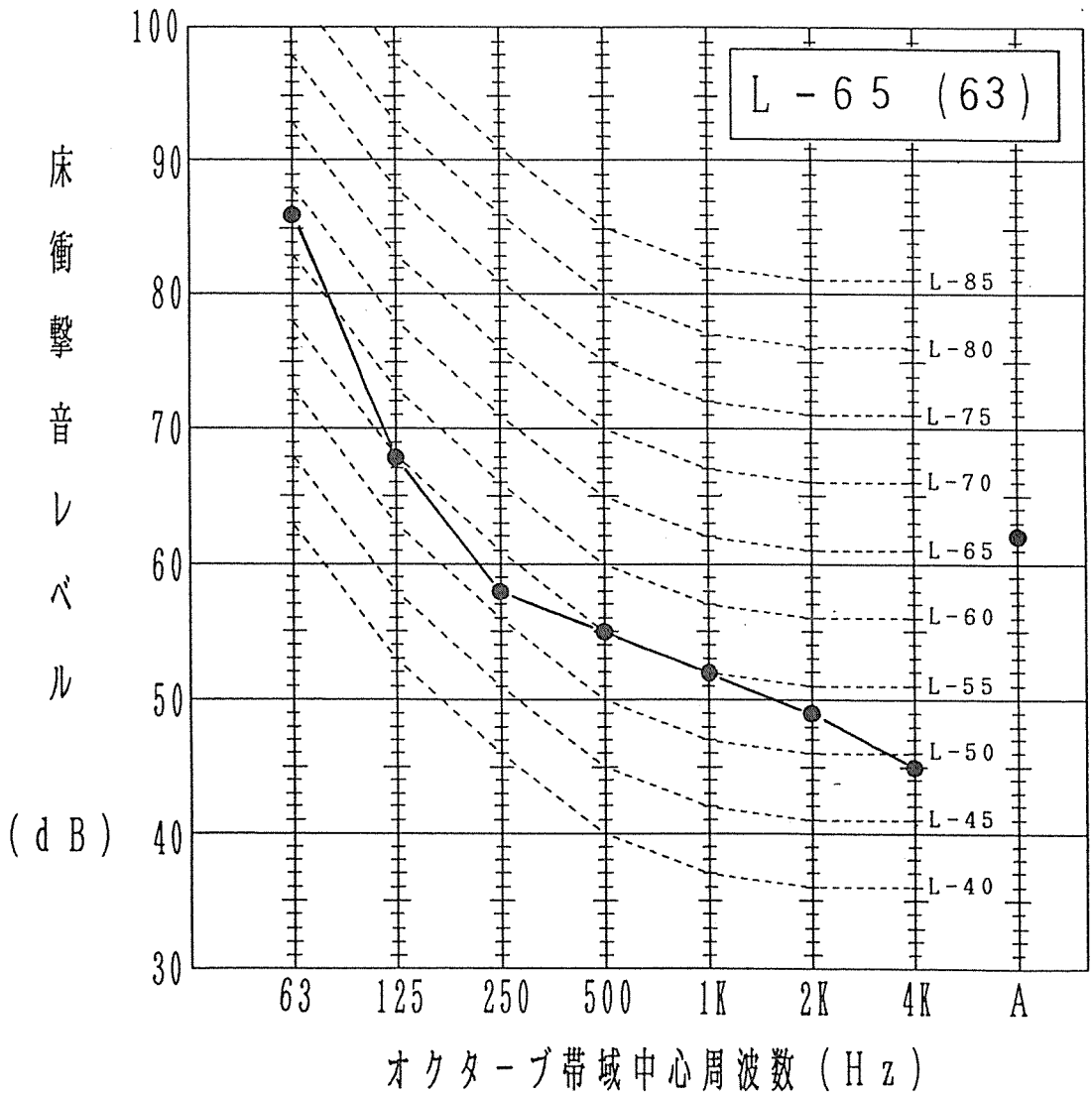
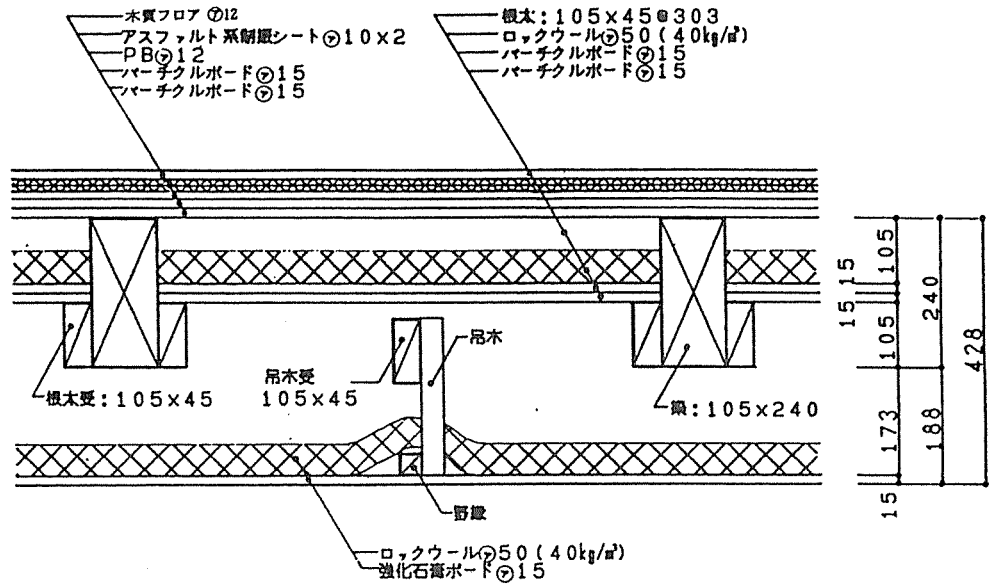
93 No. 9 重量床衝撃音

93-A₂-B₅-C₄-D₁



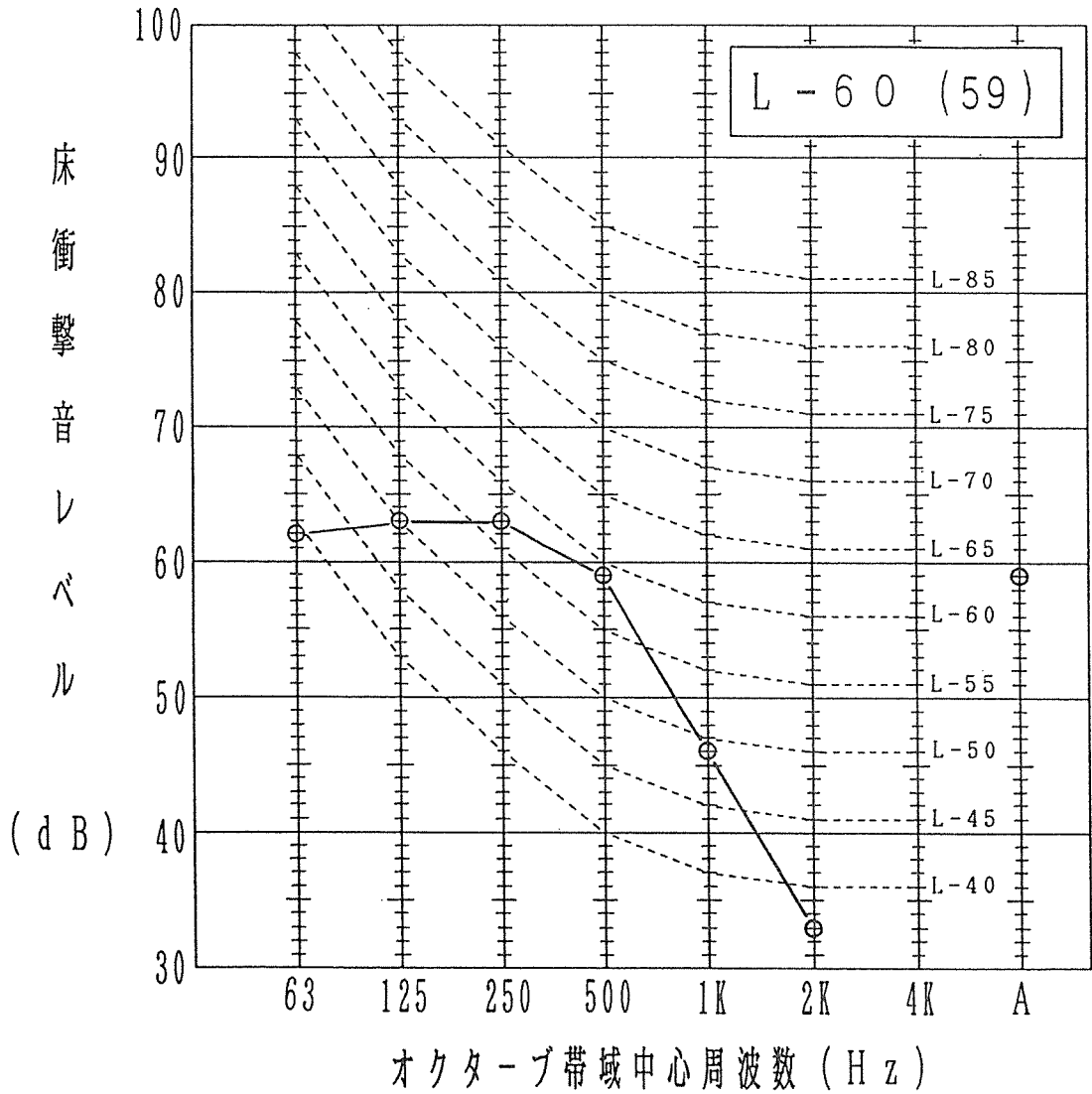
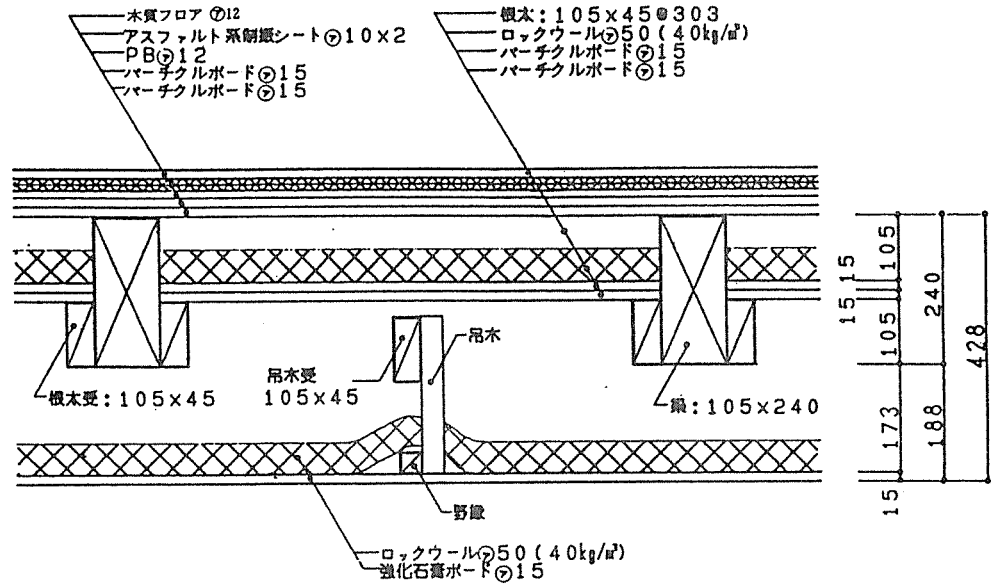
93 No. 9 軽量床衝撃音

93-A₂-B₆-C₄-D₁



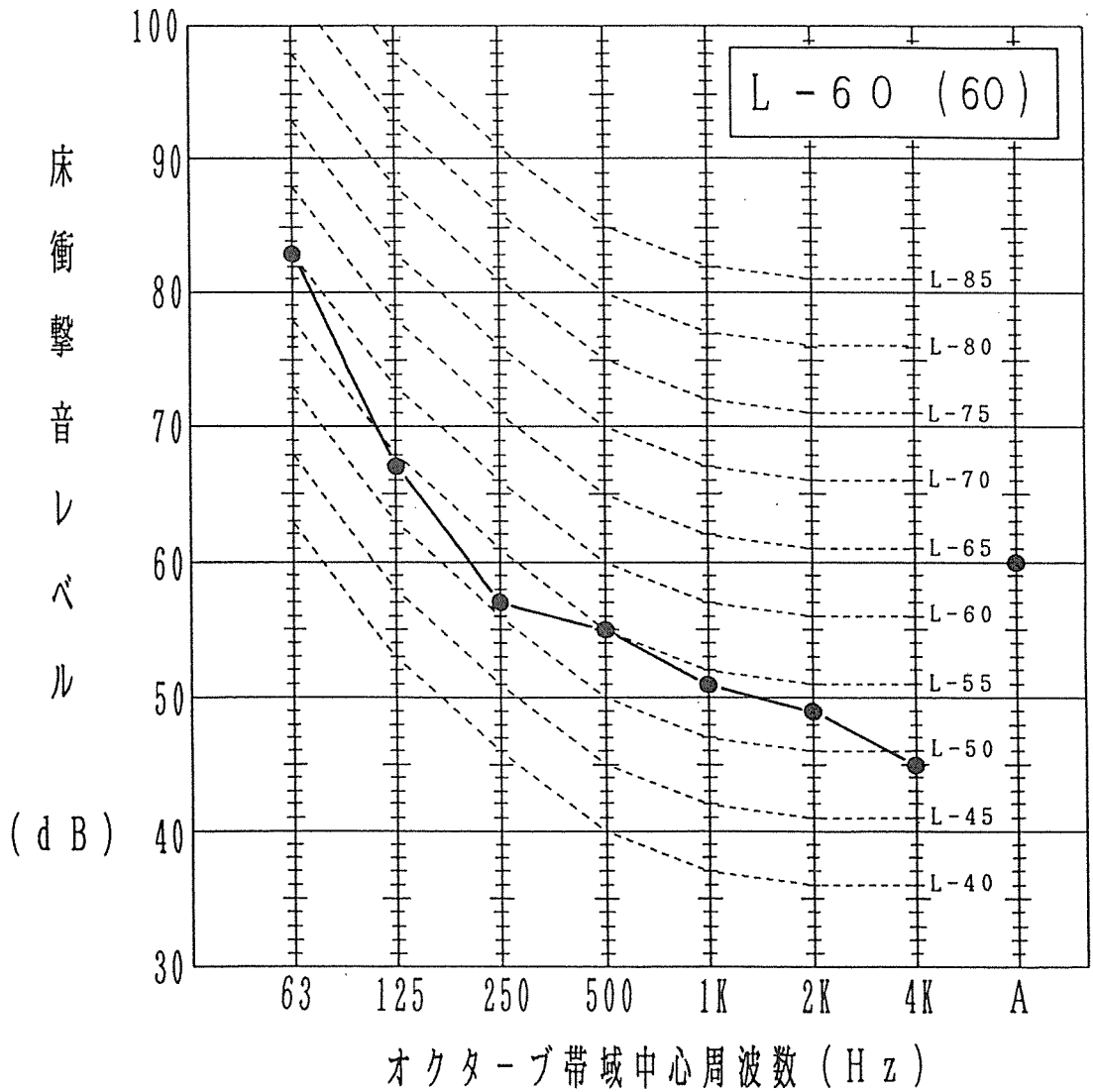
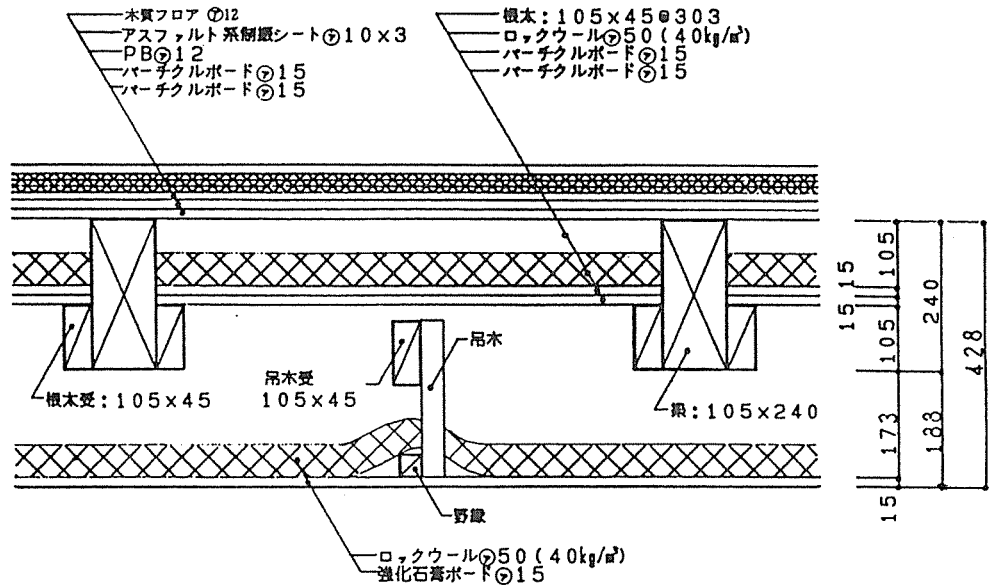
93 No. 10 重量床衝撃音

93-A₂-B₆-C₄-D₁



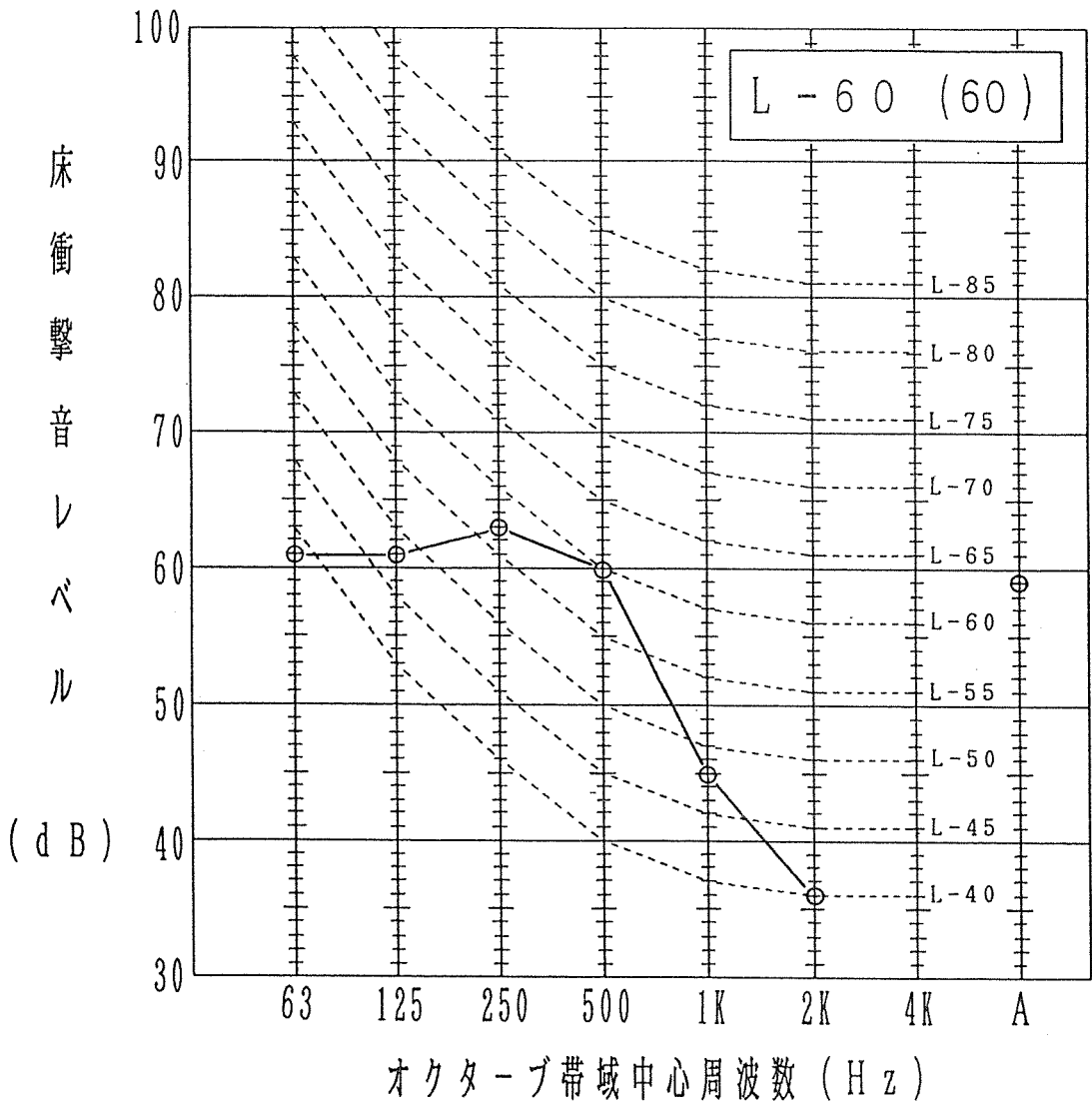
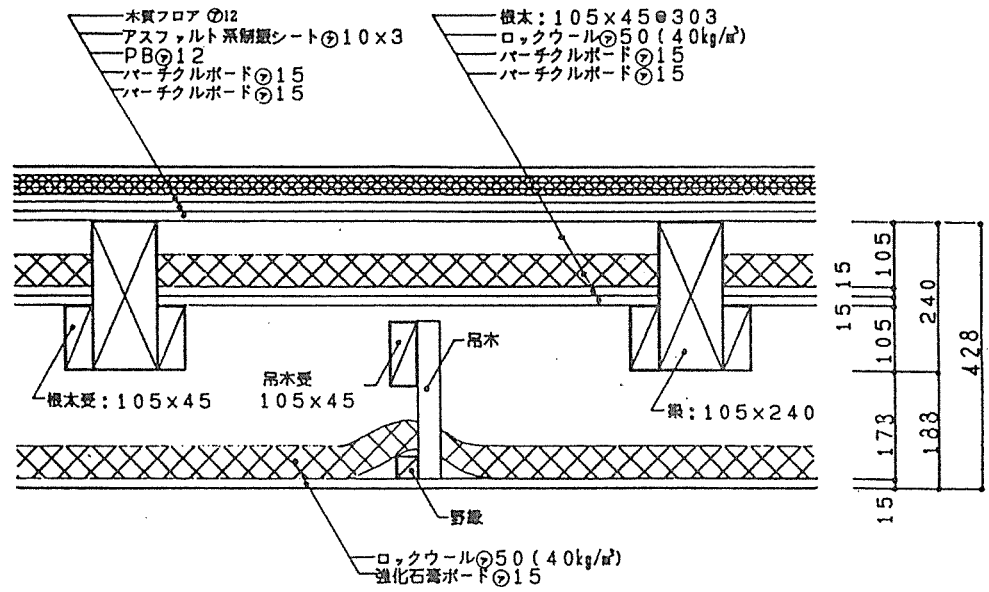
93No. 10 軽量床衝撃音

93-A₂-B₇-C₄-D₁



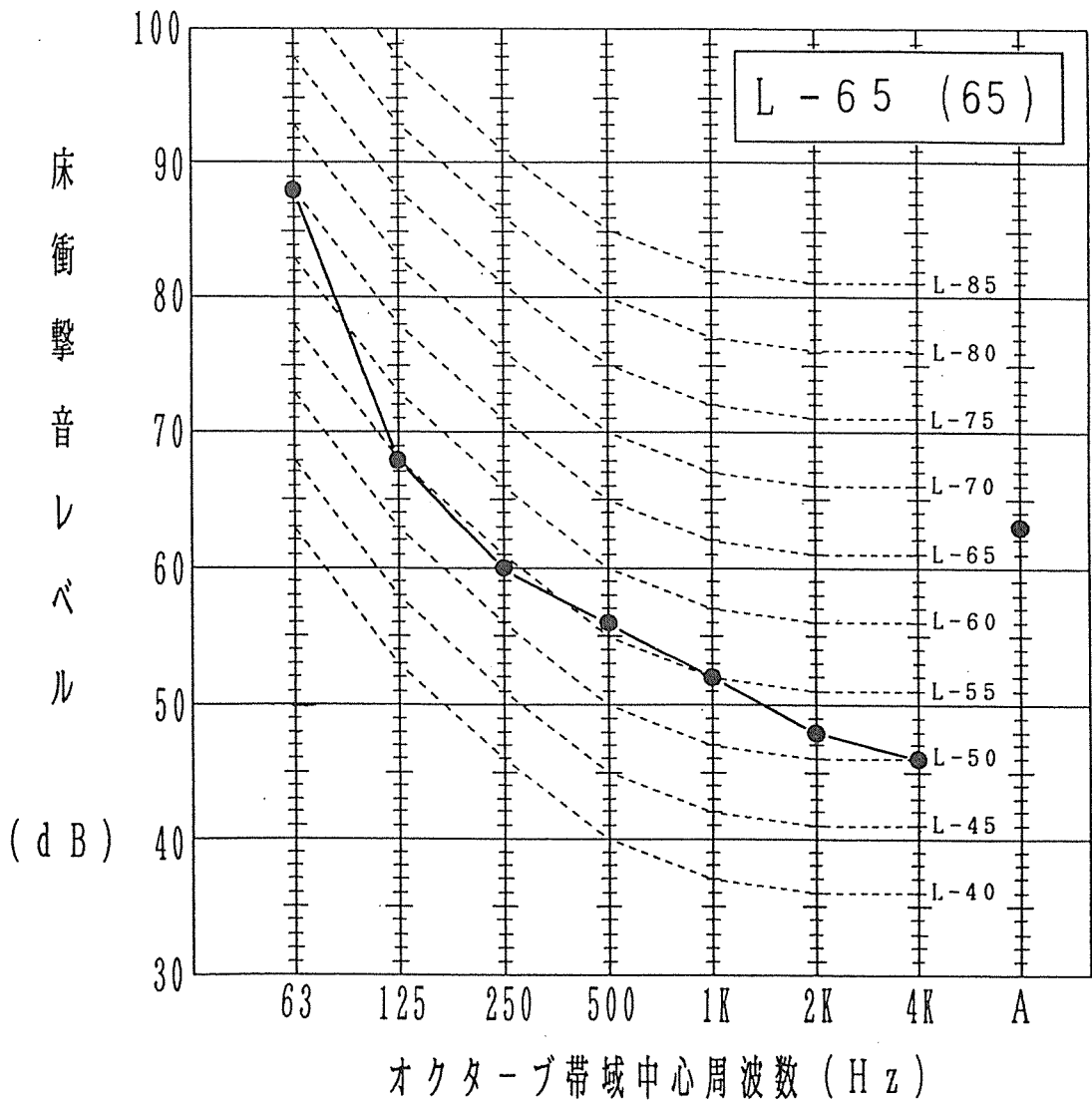
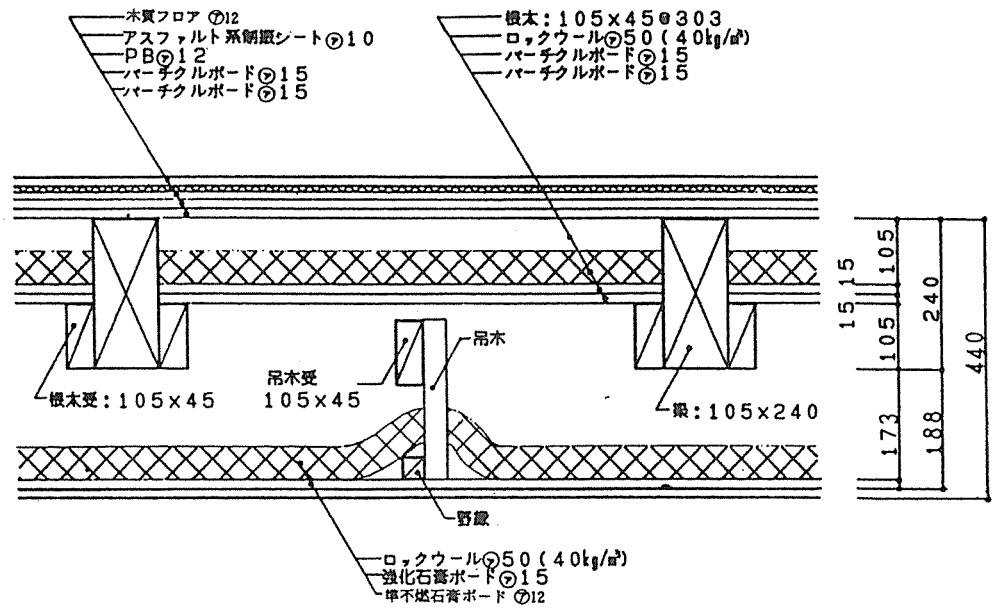
93 No. 11 重量床衝撃音

93-A₂-B₇-C₄-D₁



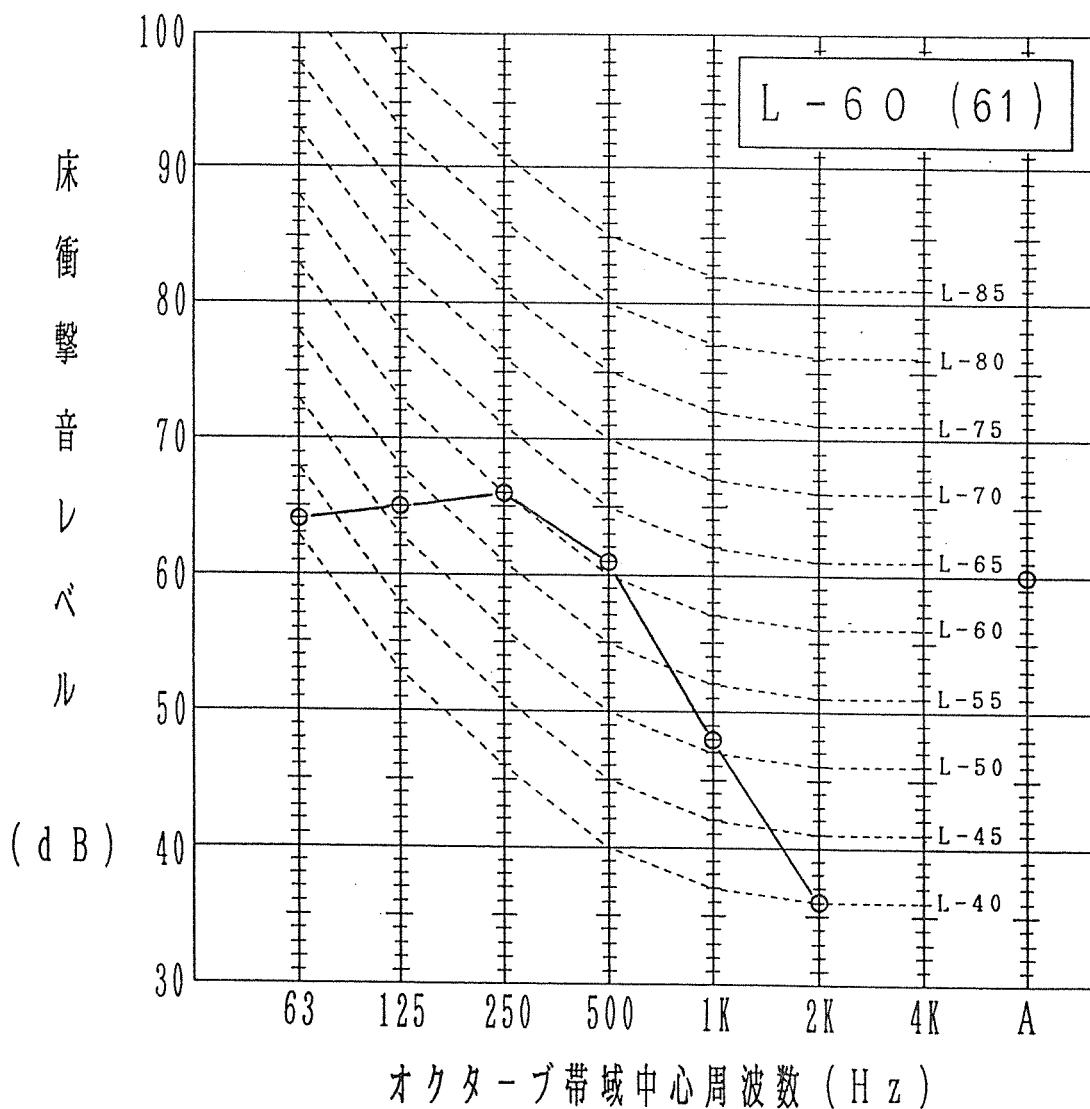
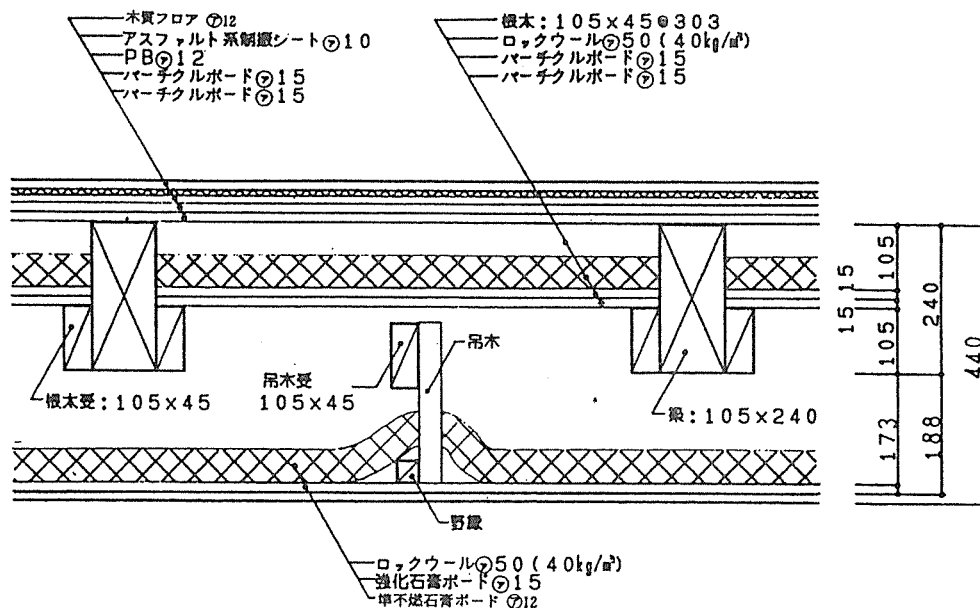
93 No. 1 1 軽量床衝撃音

93-A₂-B₅-C₄-D₂



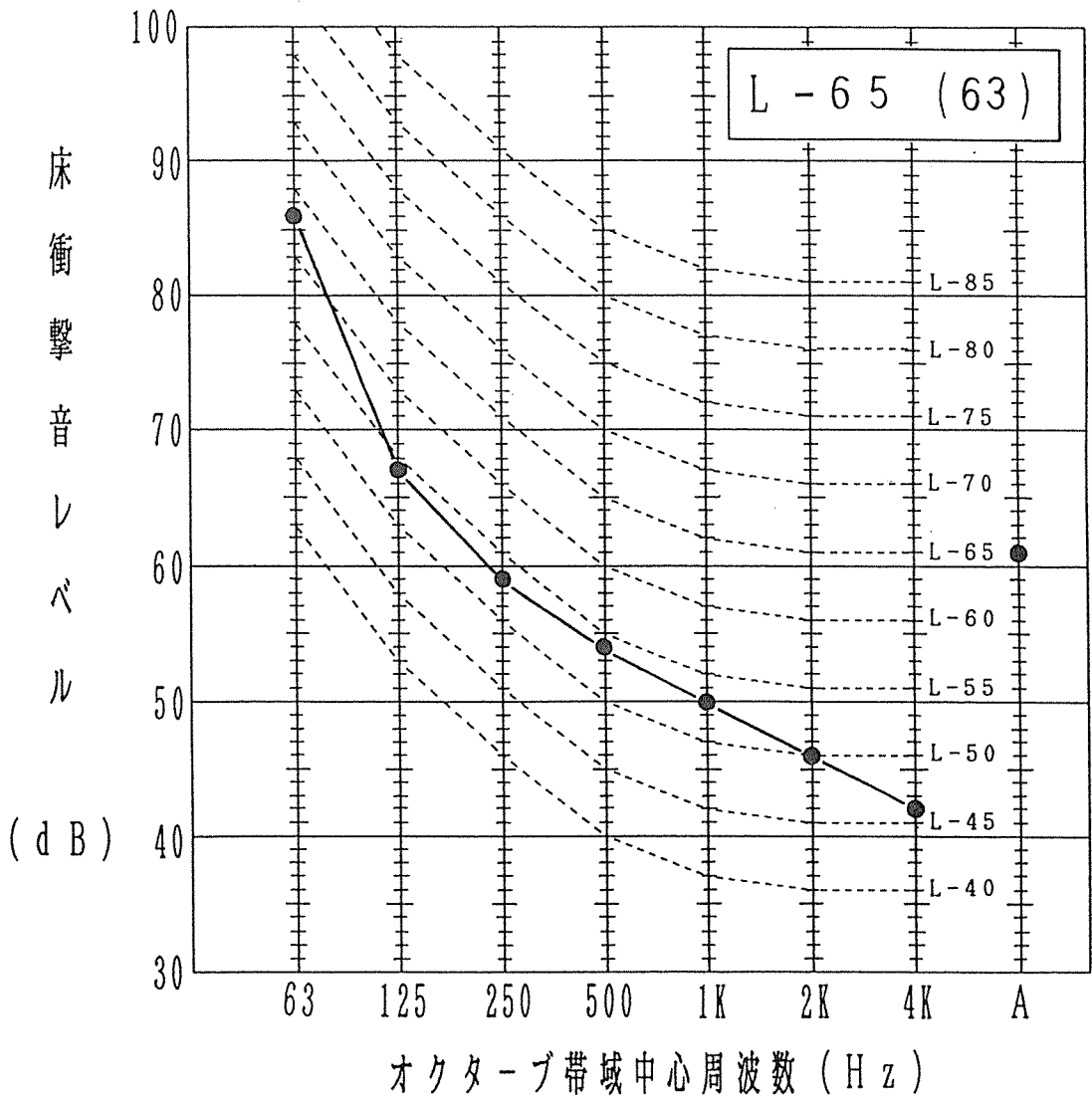
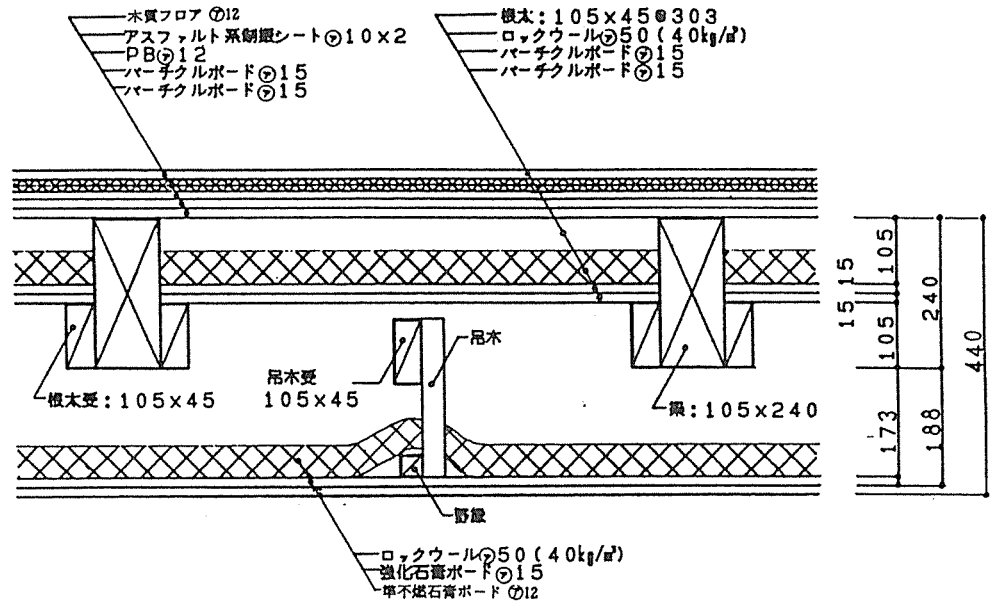
93No.12 重量床衝撃音

93-A₂-B₅-C₄-D₂



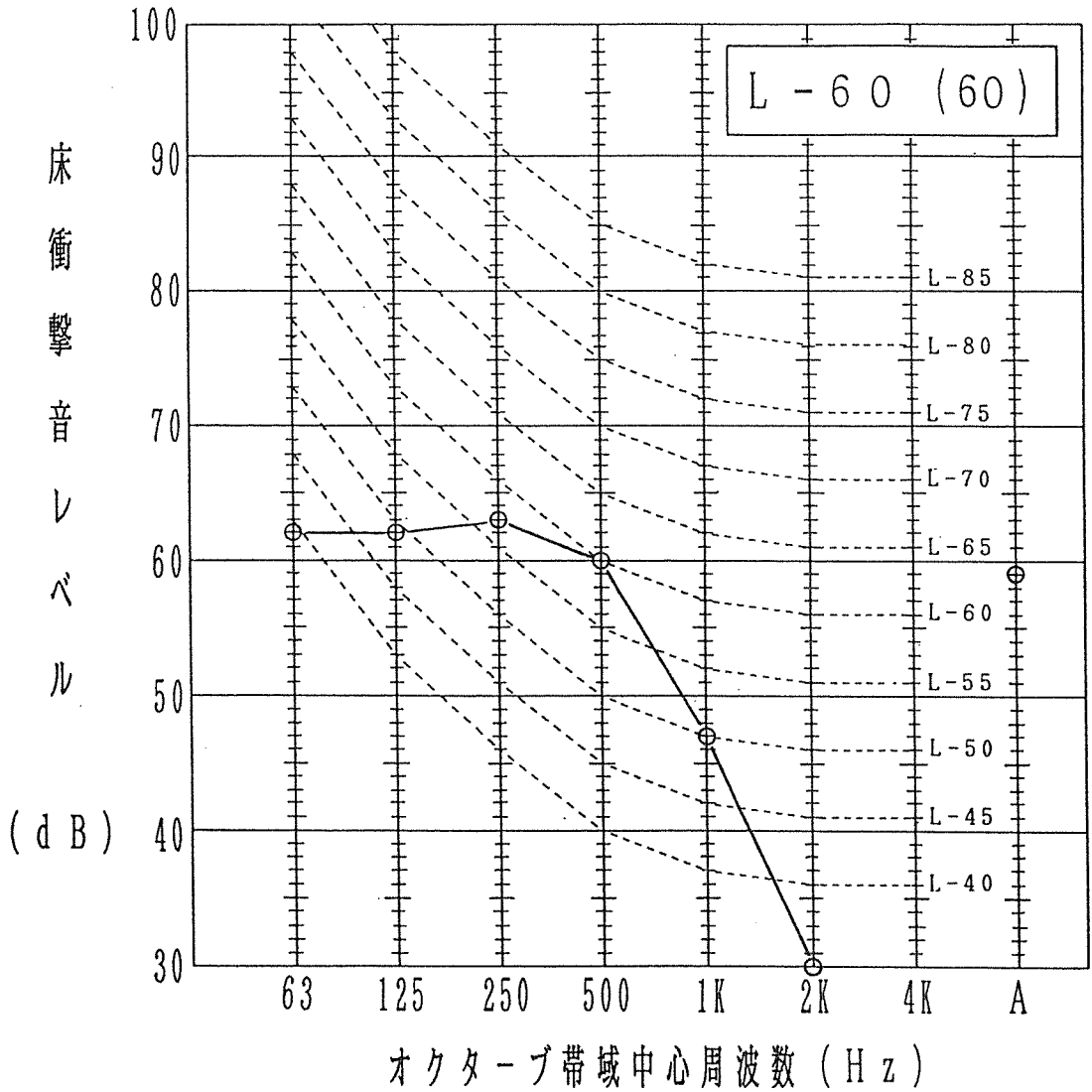
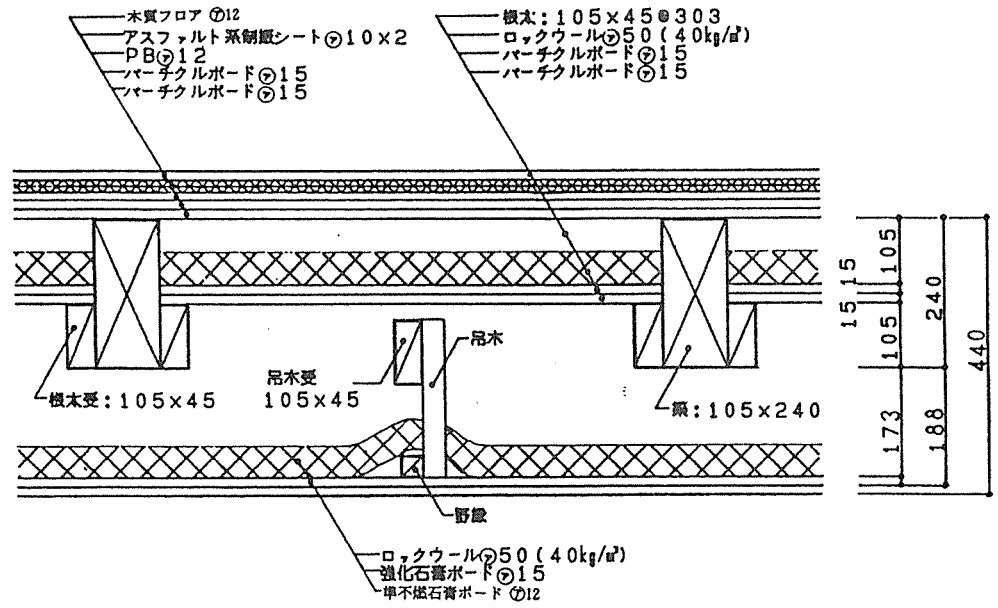
93 No. 12 軽量床衝撃音

93-A₂-B₆-C₄-D₂



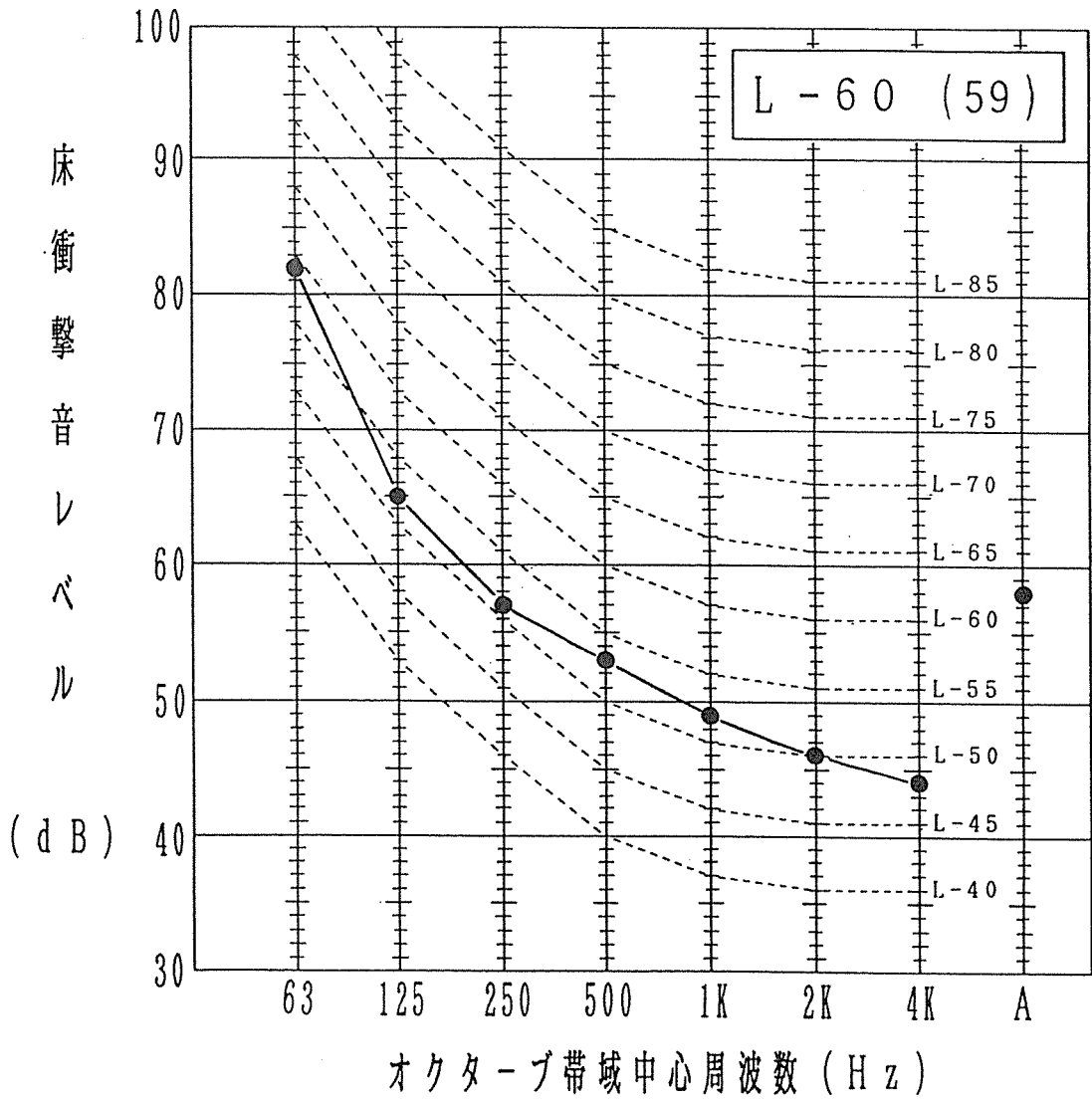
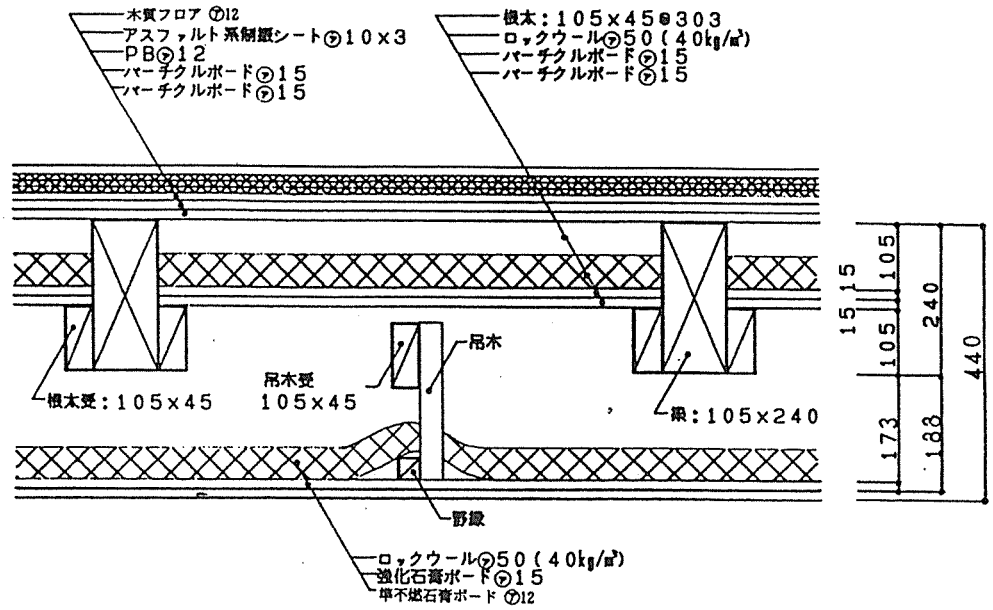
93 No. 13 重量床衝撃音

93-A₂-B₆-C₄-D₂



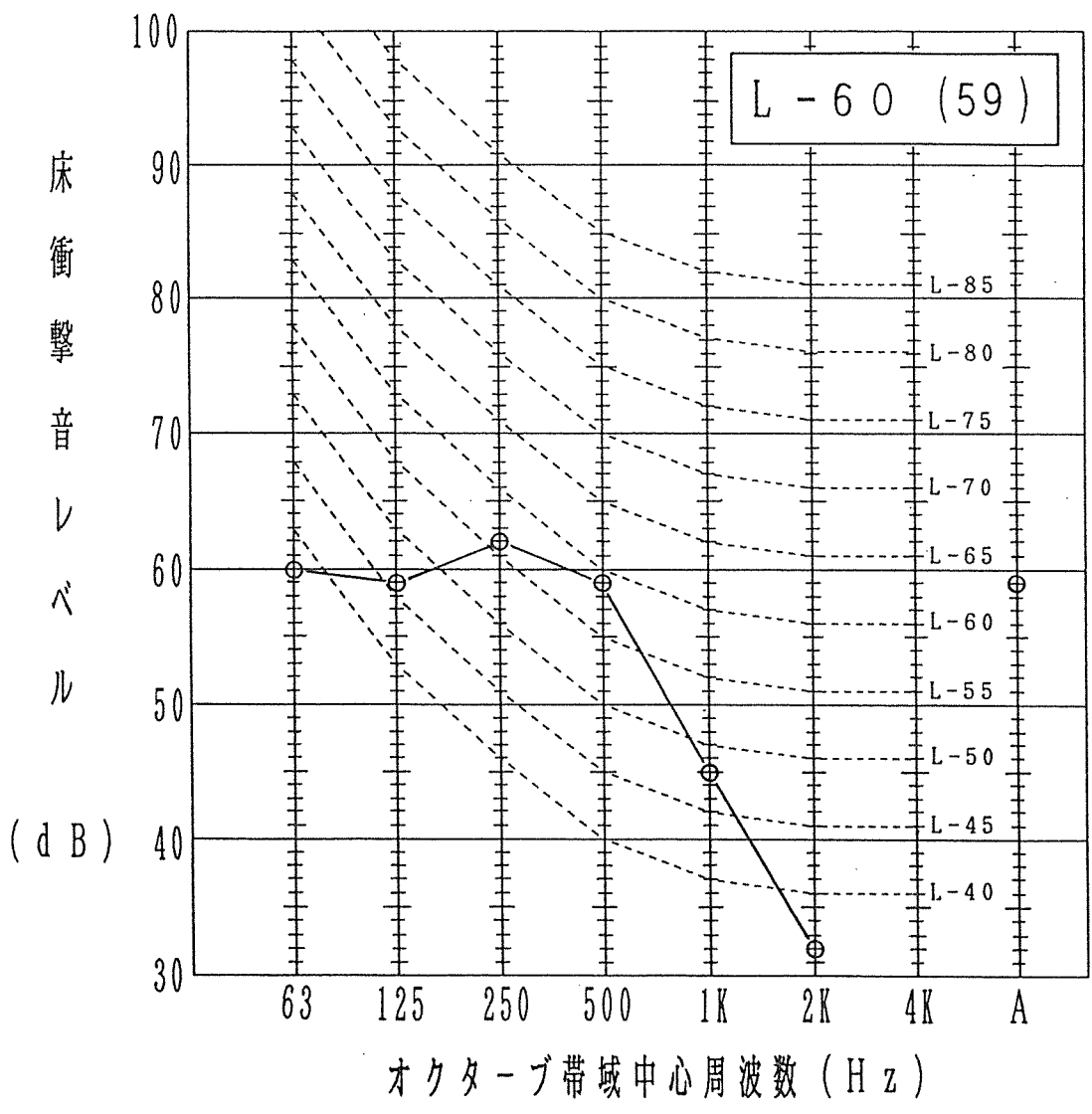
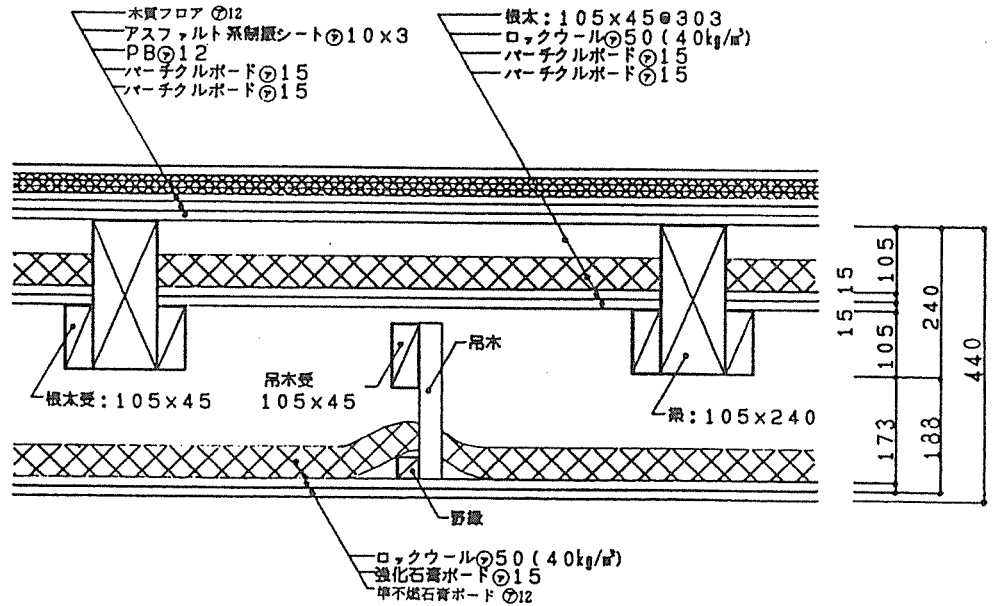
93No. 13 軽量床衝撃音

93-A₂-B₇-C₄-D₂



93No. 14 重量床衝撃音

93-A₂-B₇-C₄-D₂



93No.14 軽量床衝撃音

付 録 ー 3

日本ツーバイフォー建築協会の実験報告書

1. 床衝撃音実験報告書 (平成4年度 その1)
2. 床衝撃音実験報告書 (平成4年度 その2)
3. 床衝撃音模型実験報告書 (平成5年度)

2 X 4 工法住宅
床 衝 撃 音 実 験 報 告 書

1992年12月24日

島根大学農学部
生物材料工学講座



目 次

1. 実験方法 P 109

2. 結果 P 117

試験結果一覧 P 117

各仕様の床衝撃音測定結果 P 118

実験方法

1. 実験棟

実験棟は島根大学内の実物大2×4工法住宅で、和室、8畳間で平面内寸は3640mm×3640mmである。また壁は、外壁側より防火サイディングーアスファルトフェルトー構造用合板ー中空部ーロックウール断熱材ー石膏ボード仕上げという構造である。1階受音室は、実験中は畳敷とし、出入口面を除く3面の壁に吸音用としてカーテンを貼った。なお、実験住宅の断面詳細図及び1階、2階平面図を図1、2に示す。

2. 実験日

1992年 11月18日
11月24日ー11月25日
11月30日
12月 7日
12月10日

3. 床構成

試験体の床下地仕様3種類、床仕上げ仕様3種類を図3、4に示す。

4. 下室天井

下室天井材料は、厚さ12mmの石膏ボードを2枚重ねて使用した(図3-a)。また、床下地がモルタル仕様の際、厚さ15mmの石膏ボード1枚張りとした実験を行った(図3-b)。

5. 床衝撃音実験

2階床衝撃による騒音及び振動レベルの測定・解析は、JIS A 1418 「建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法」に準拠して行った。軽量衝撃源としてタッピングマシン、重量衝撃源としてタイヤ落下を使用し、2階床衝撃点を順次衝撃した。重量衝撃源はJIS規格に定められたタイヤ(空気圧 1.5 kg/cm²、質量 8.2kg、ホイール付き)を使用し、

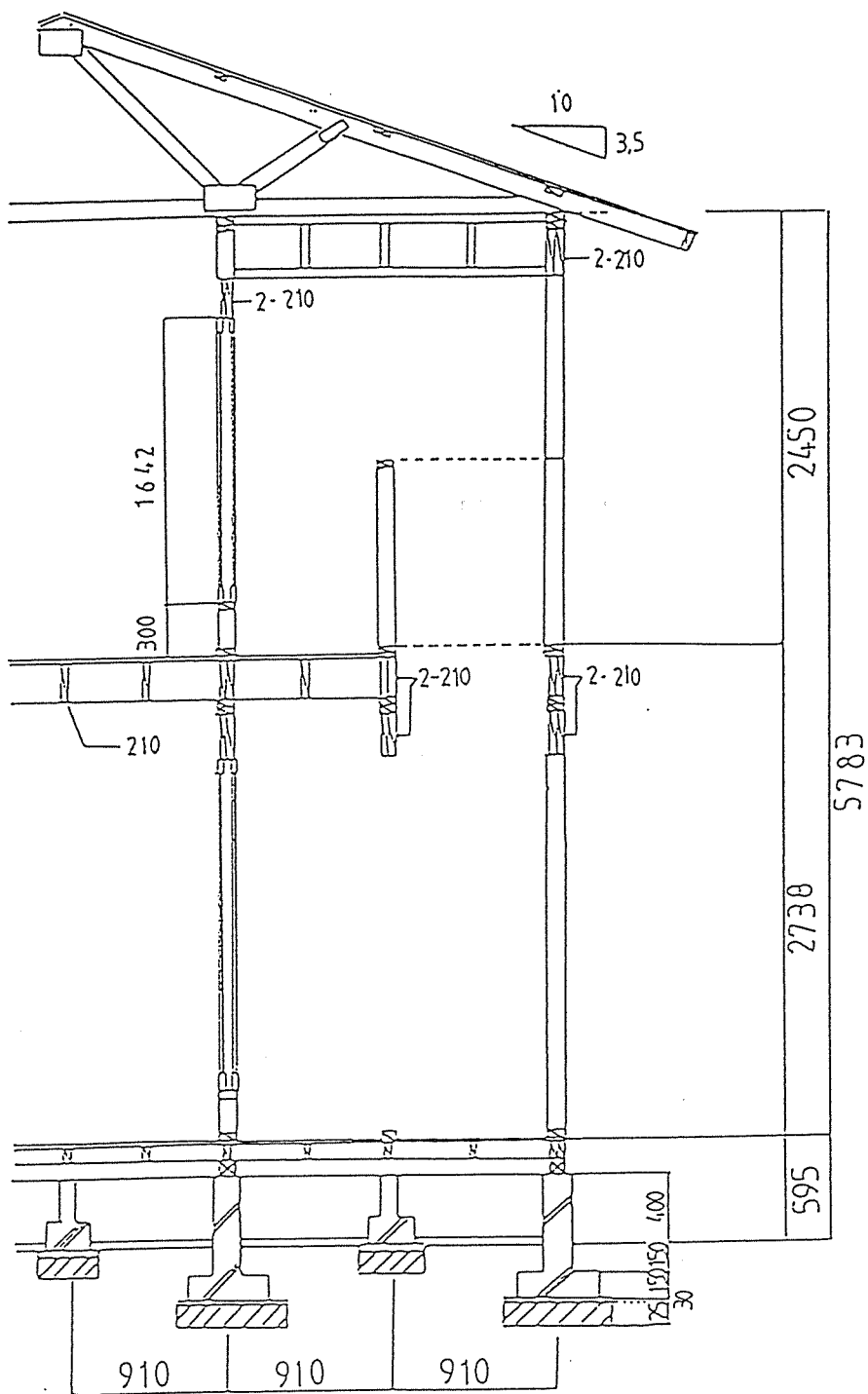
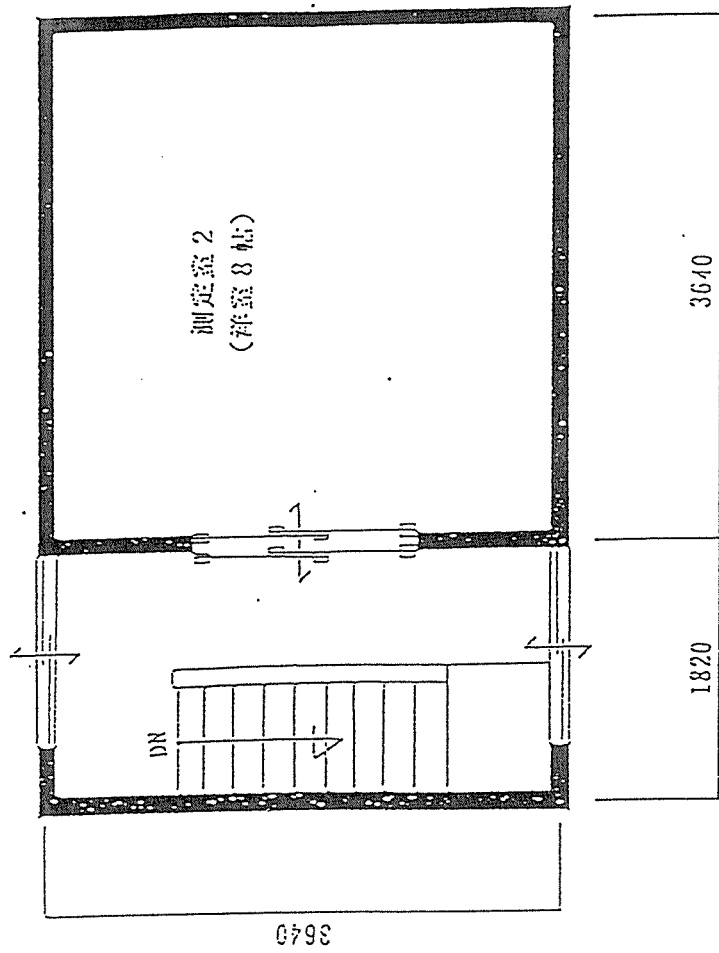
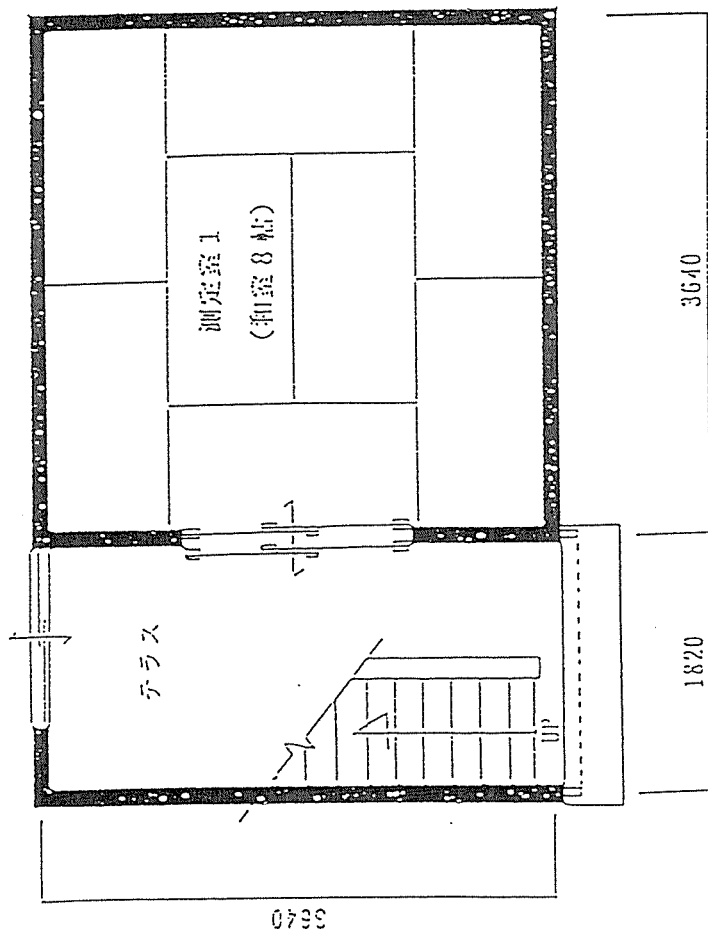


図1 実験住宅の断面詳細図

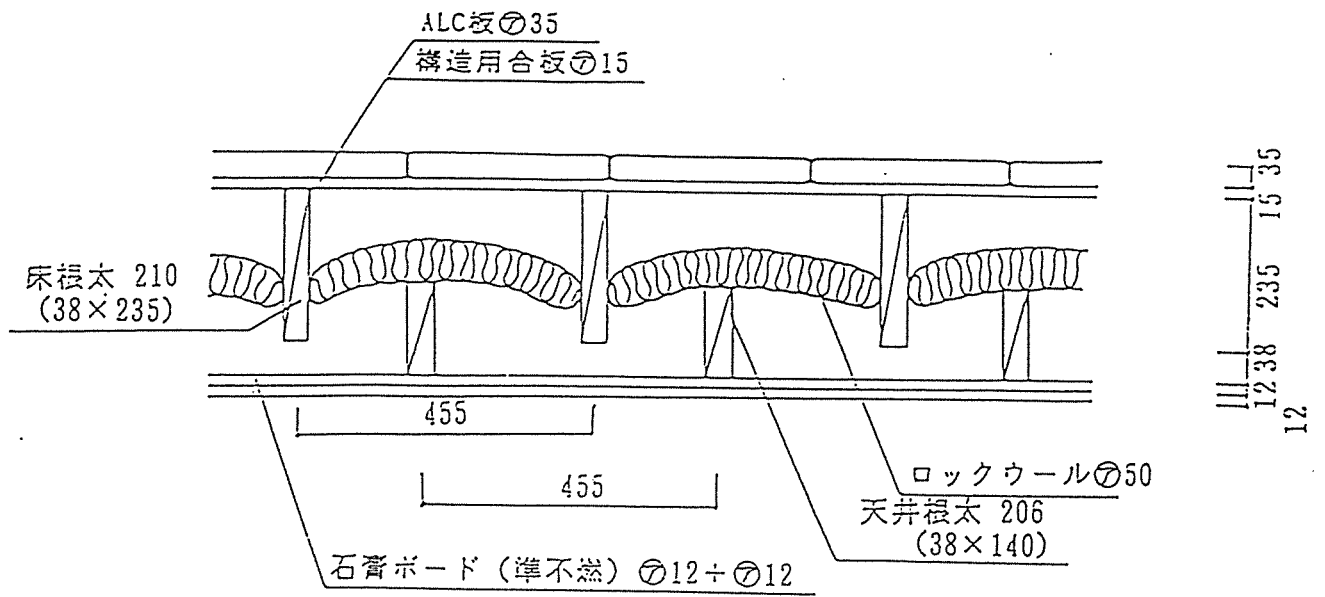


2 階平面図

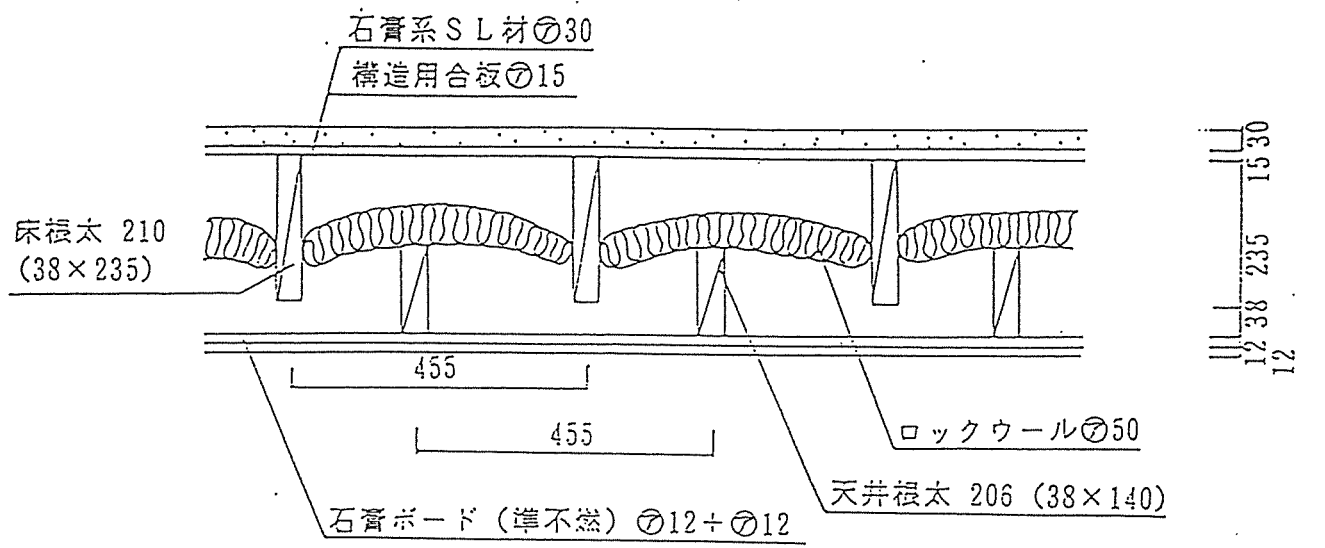


1 階平面図

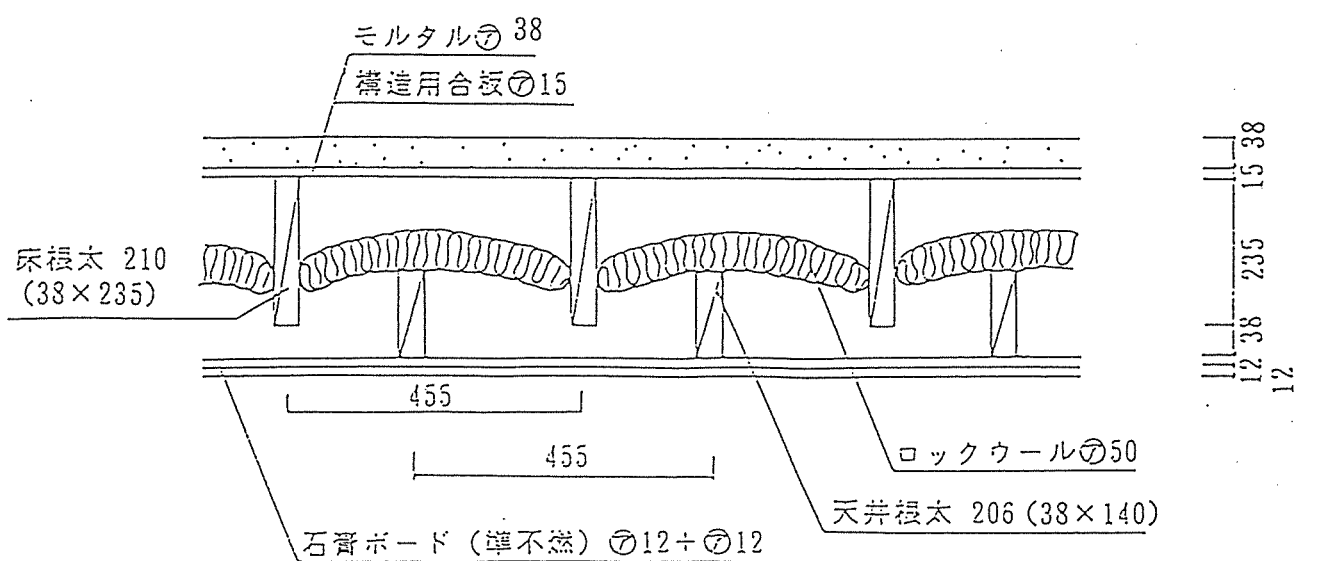
図2 実験住宅の平面詳細図



ALC板



石膏系SL材



モルタル

図3-a 試験体の床下地仕様

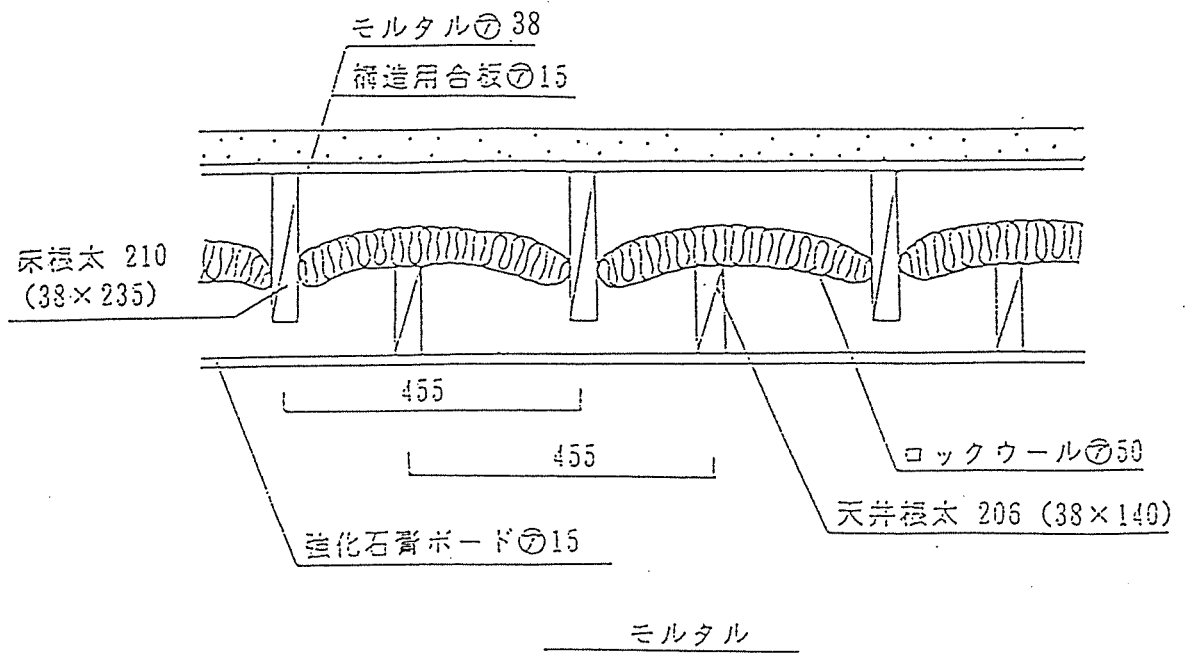
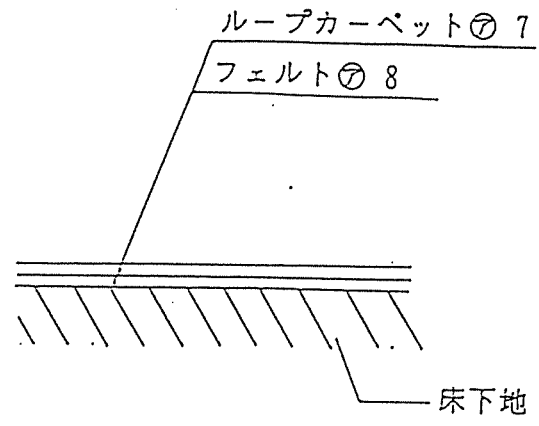
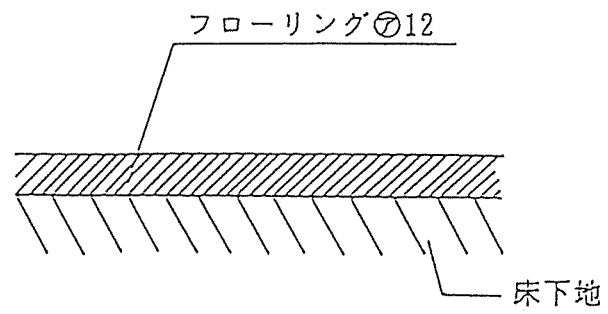


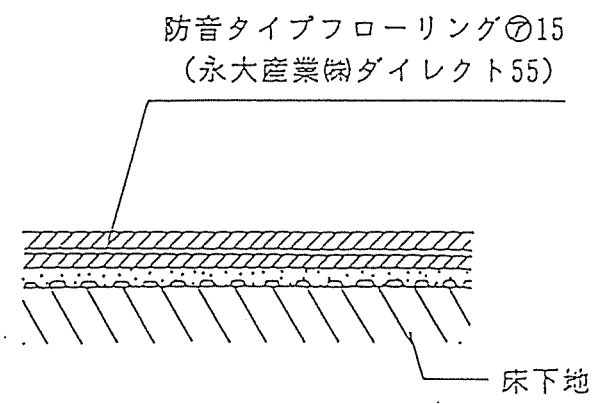
図3-b 試験体の床下地仕様



フェルトカーペット仕様

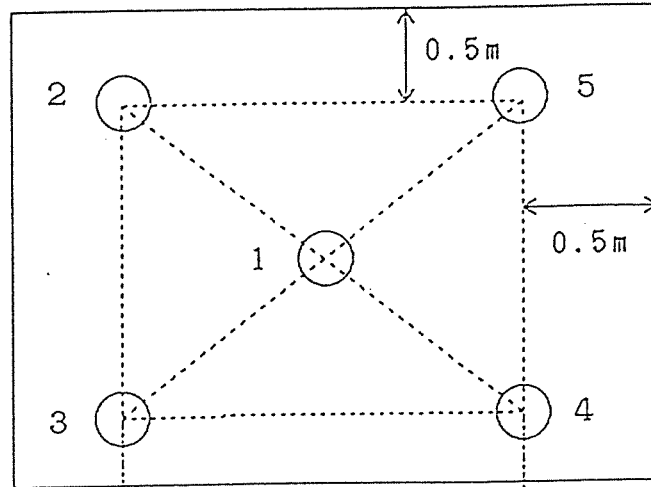


フローリング仕様

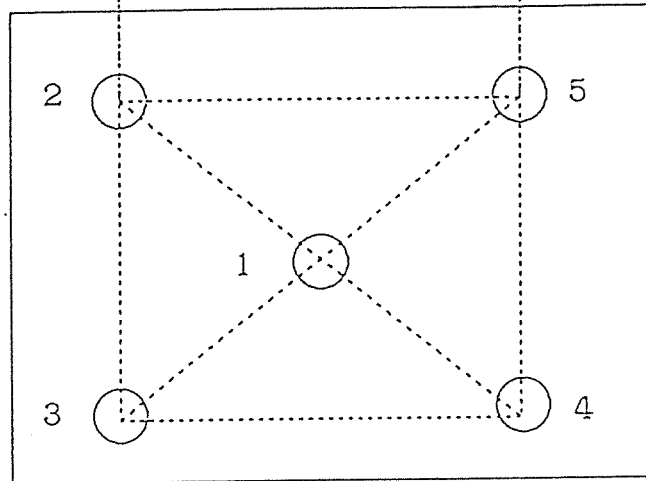


防音タイプフローリング仕様

図4 試験体の床仕上げ仕様



2階：衝撃位置

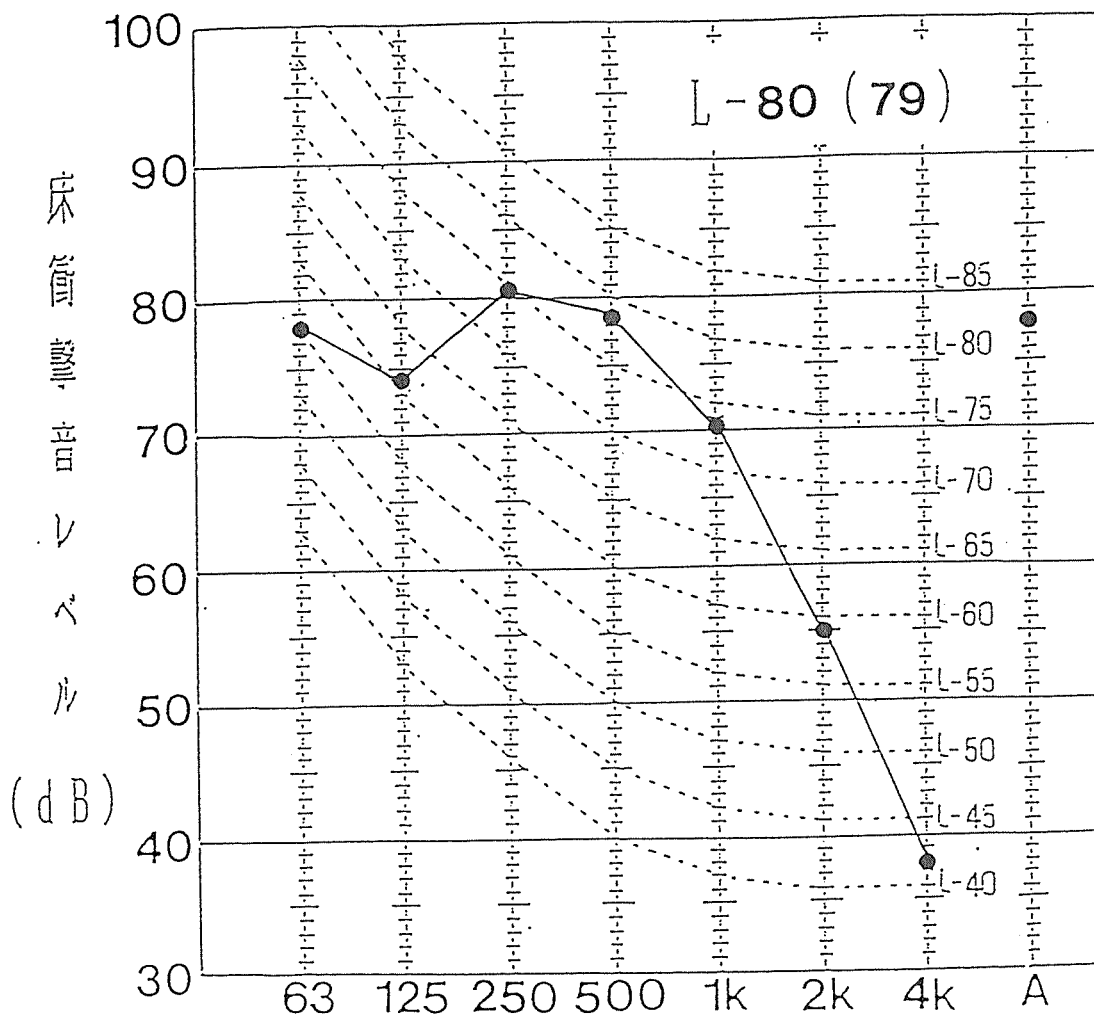
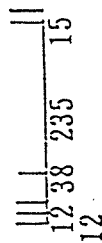
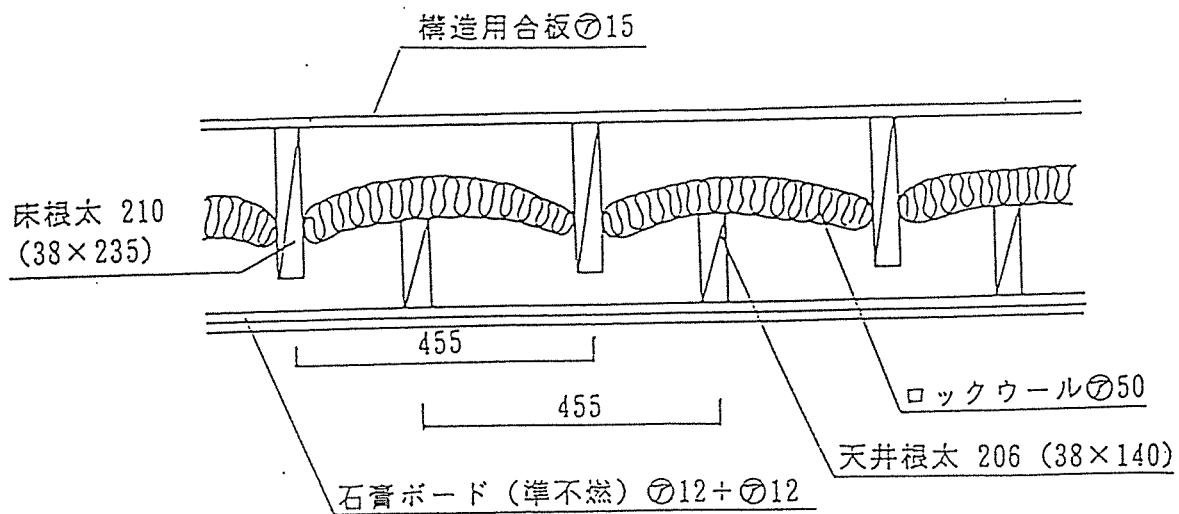


1階：マイクロホン位置

図5 衝撃点及び測定点の位置

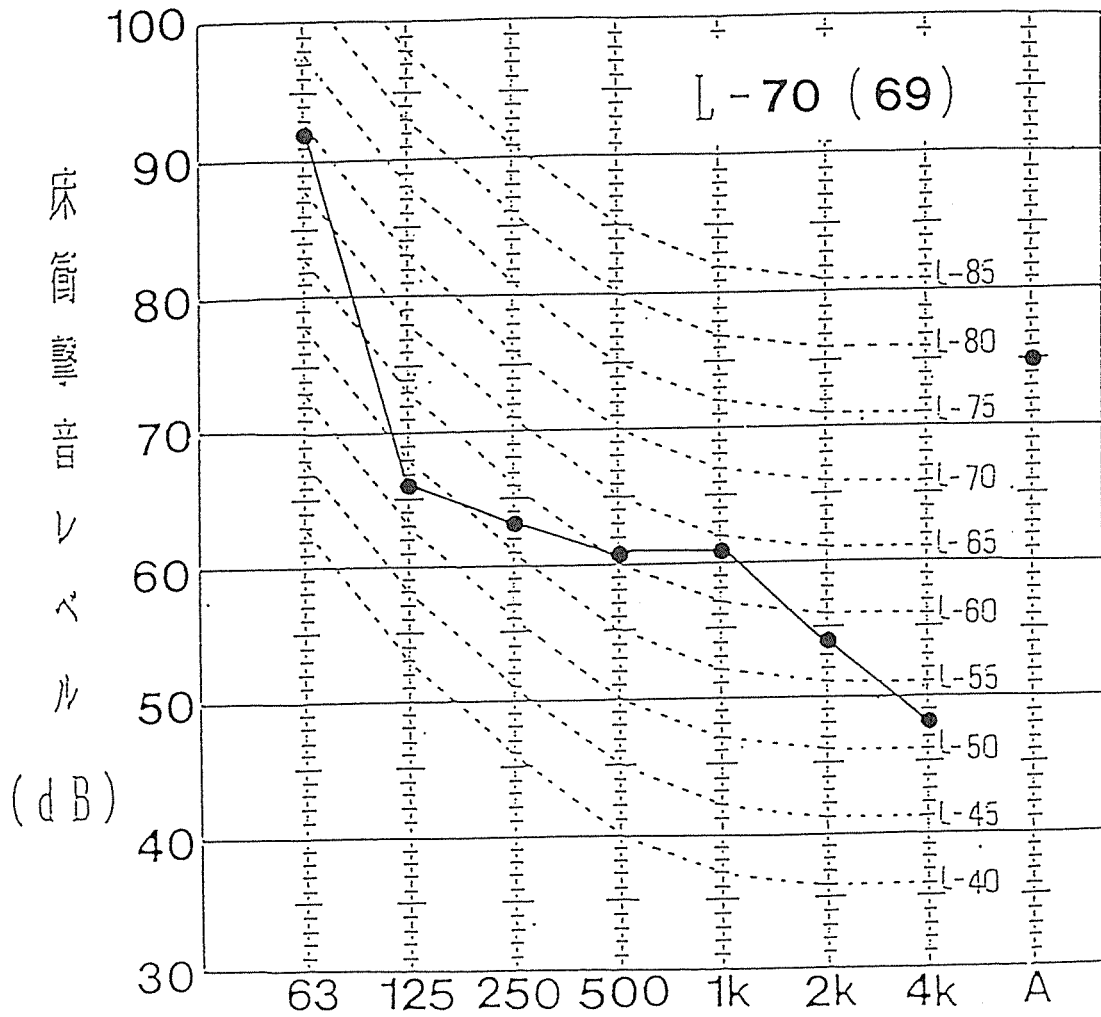
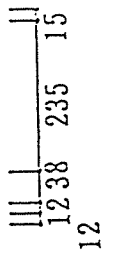
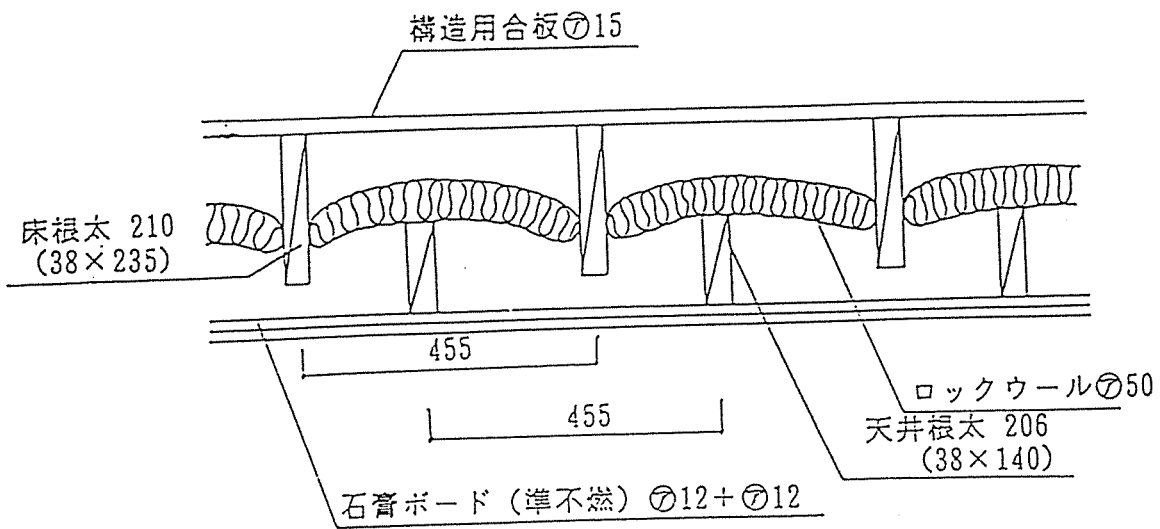
試験結果一覧

	床仕様(mm)		天井仕様(mm)	L等級(L数)		D等級
	床下地	床仕上げ	石膏ボード	重量衝撃音	軽量衝撃音	空気透過音
1	構造用合板 $\phi 15$	無し	$\phi 12 + \phi 12$	L-70(69)	L-80(79)	D-35
2	ALC $\phi 35$	フェルト $\phi 8$ + カーペット $\phi 7$	$\phi 12 + \phi 12$	L-65(65)	L-45(45)	—
3		フローリング $\phi 12$		L-65(67)	L-60(61)	D-45
4		弾性フローリング $\phi 15$		L-65(66)	L-55(55)	—
5	石膏SL材 $\phi 30$	フェルト $\phi 8$ + カーペット $\phi 7$	$\phi 12 + \phi 12$	L-65(66)	L-45(45)	—
6		フローリング $\phi 12$		L-70(69)	L-70(68)	D-50
7		弾性フローリング $\phi 15$		L-70(69)	L-60(60)	—
8	モルタル $\phi 38$	フェルト $\phi 8$ + カーペット $\phi 7$	$\phi 12 + \phi 12$	L-65(64)	L-40(42)	—
9		フローリング $\phi 12$		L-65(67)	L-65(66)	D-45
10		弾性フローリング $\phi 15$		L-65(66)	L-55(56)	—
11		フェルト $\phi 8$ + カーペット $\phi 7$	$\phi 15$	L-65(63)	L-45(43)	—
12		フローリング $\phi 12$		L-65(65)	L-65(64)	D-45
13		弾性フローリング $\phi 15$		L-65(63)	L-60(58)	—



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

1 軽量床衝撃音



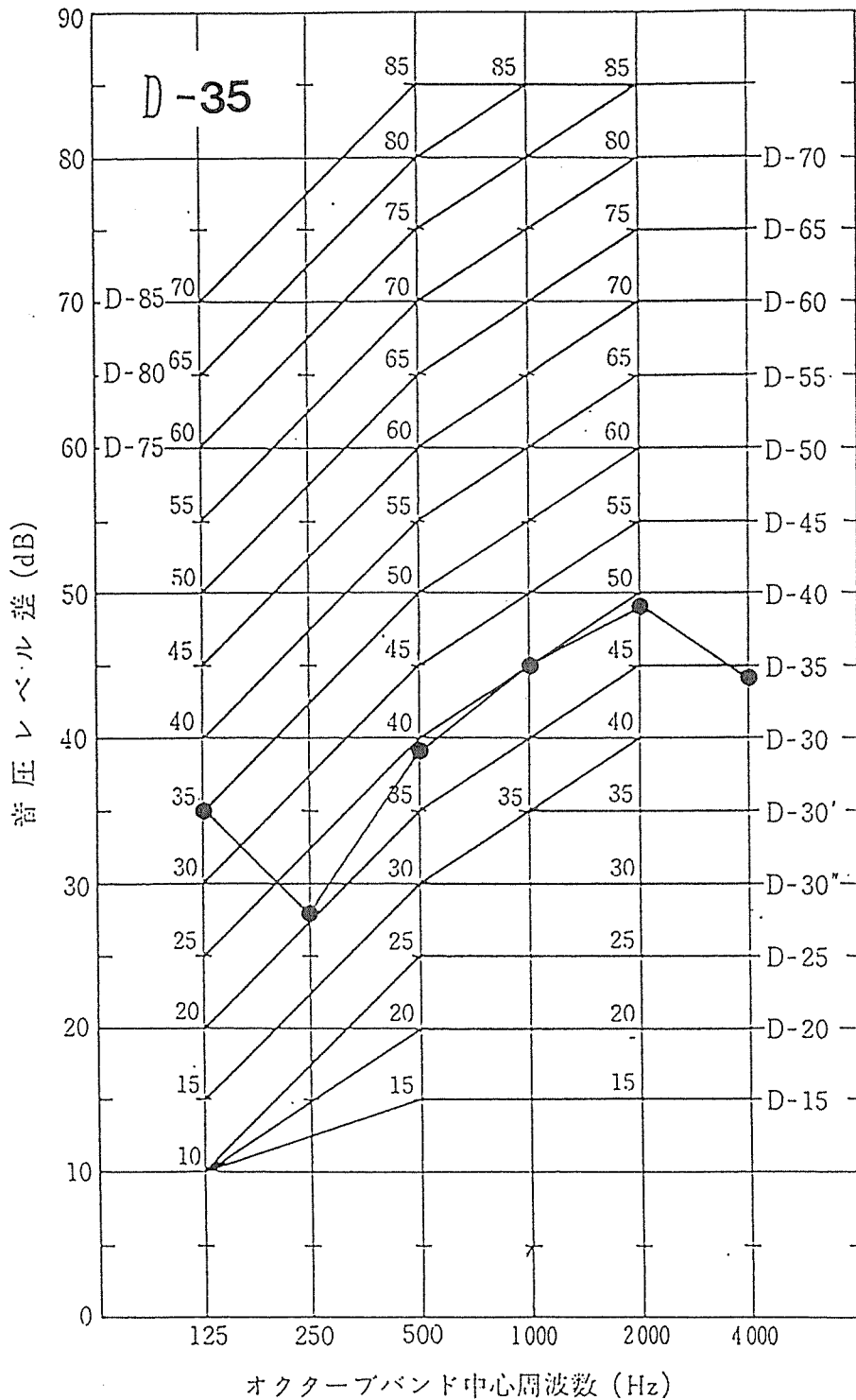
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

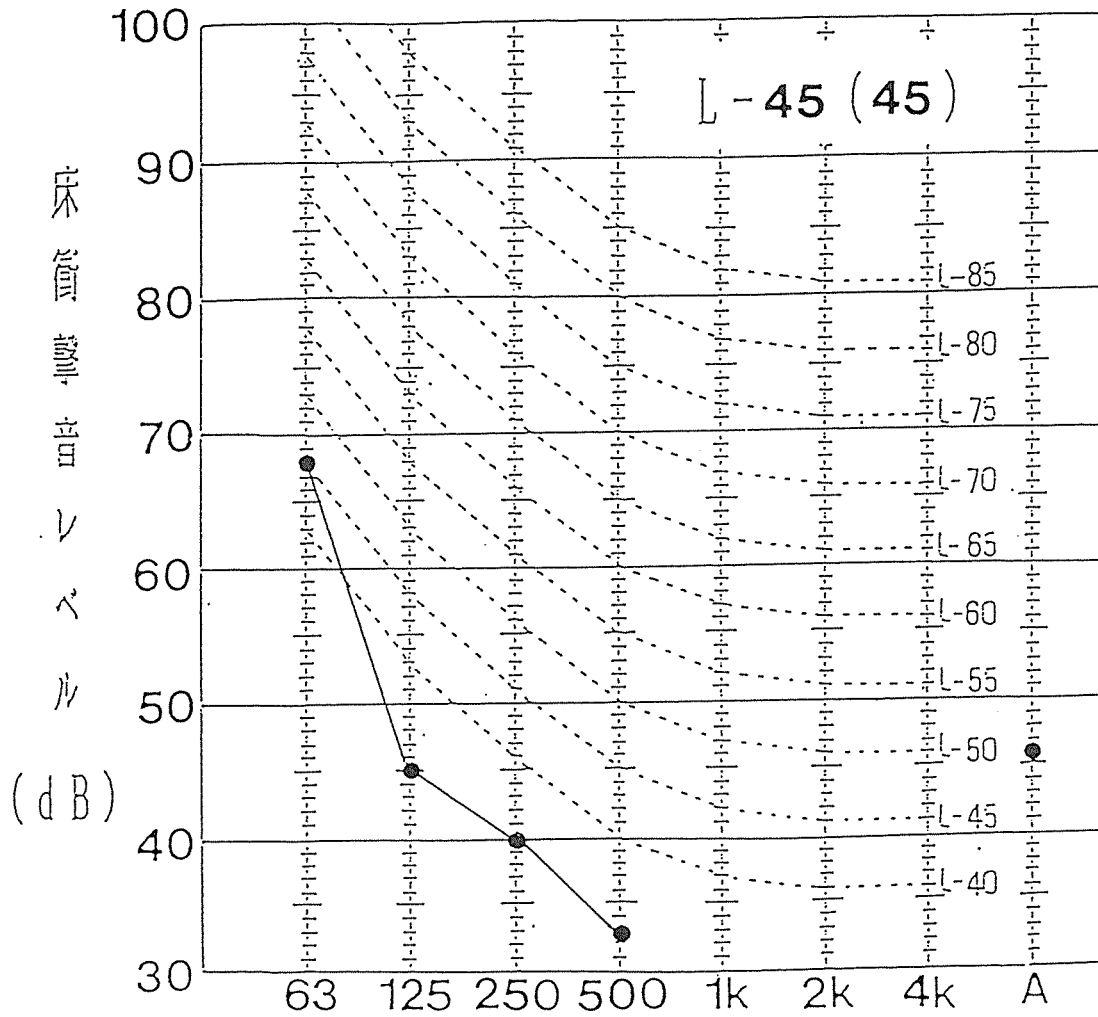
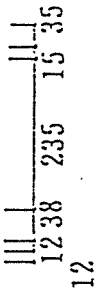
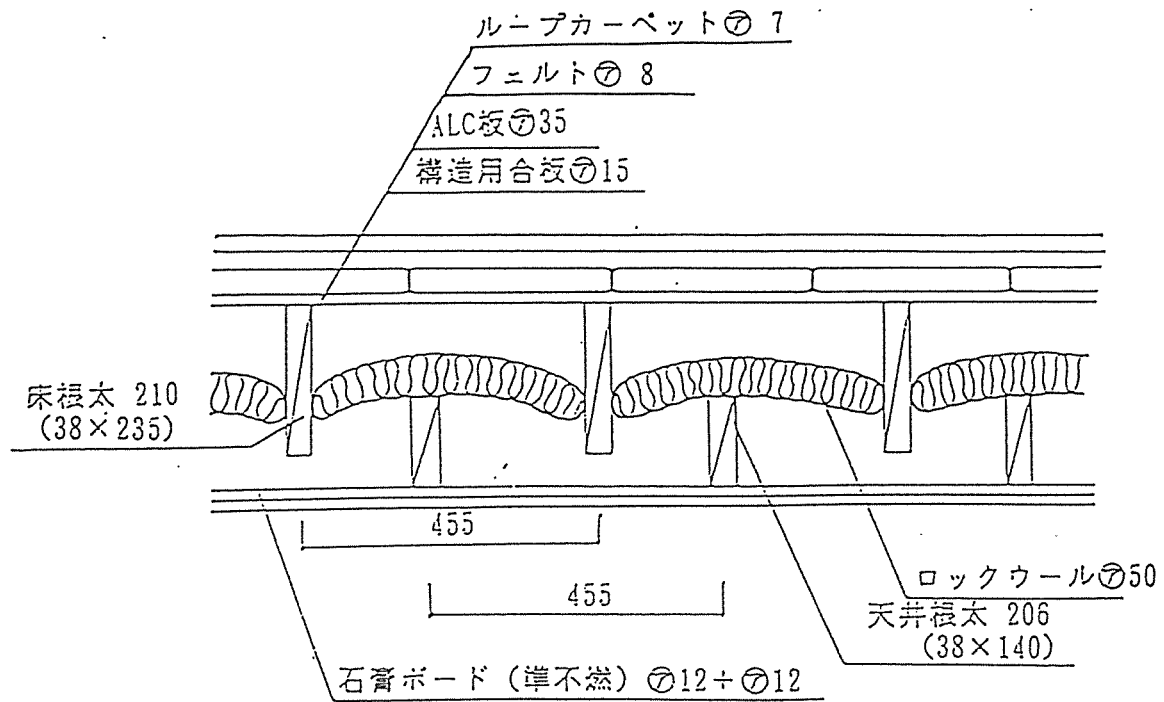
1 重量床衝撃音

床下地 : 構造用合板 厚さ 15 mm

床仕上げ : 無し

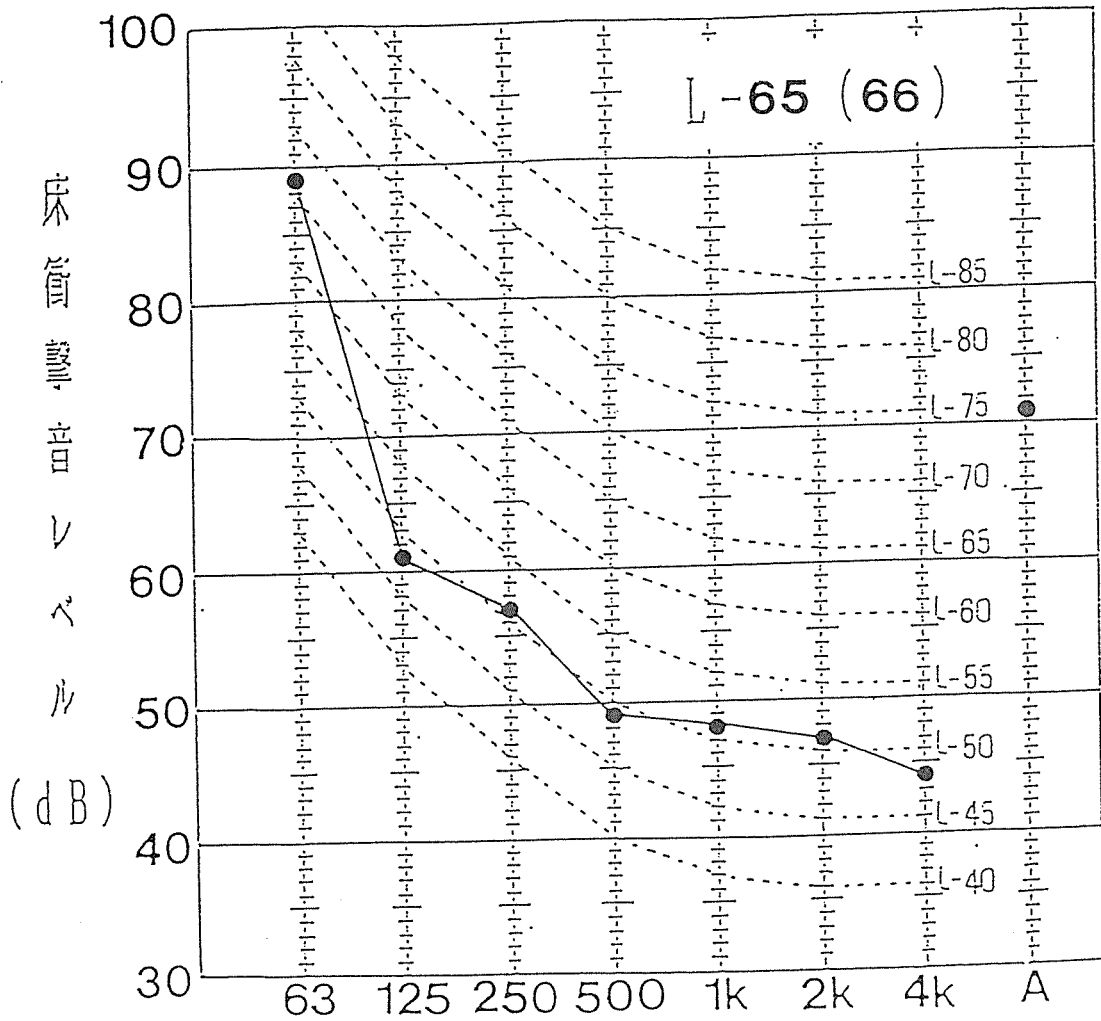
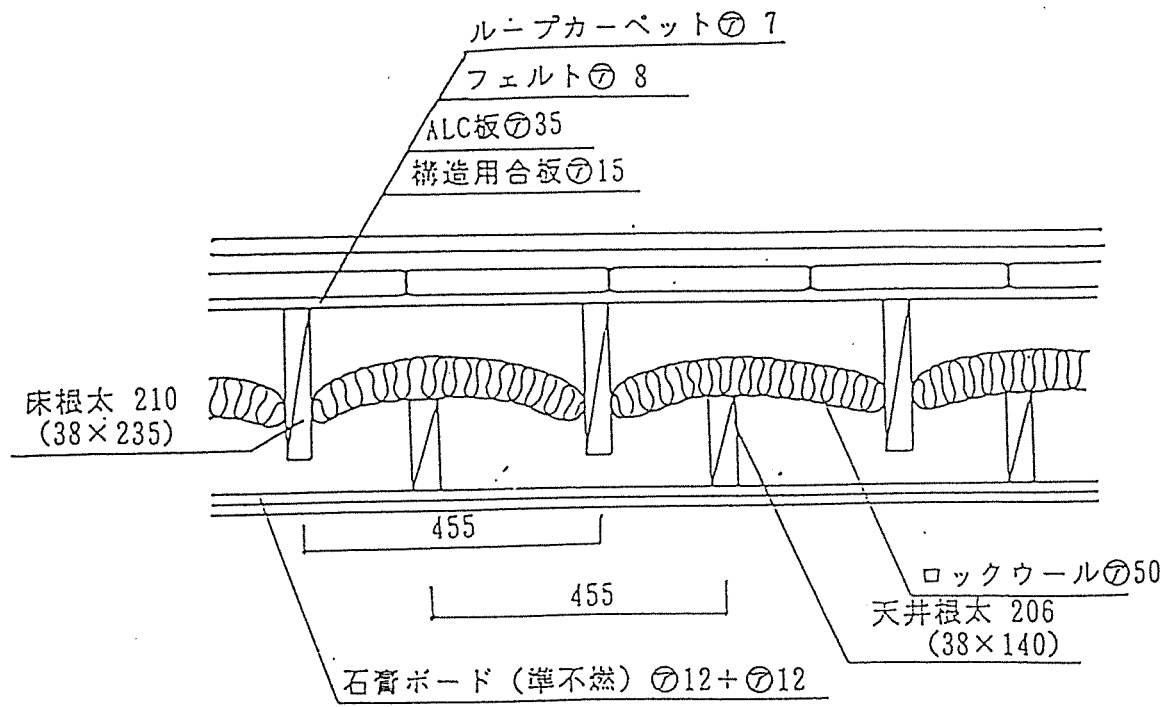
天井仕様 : 石膏ボード 厚さ 12 mm + 12 mm





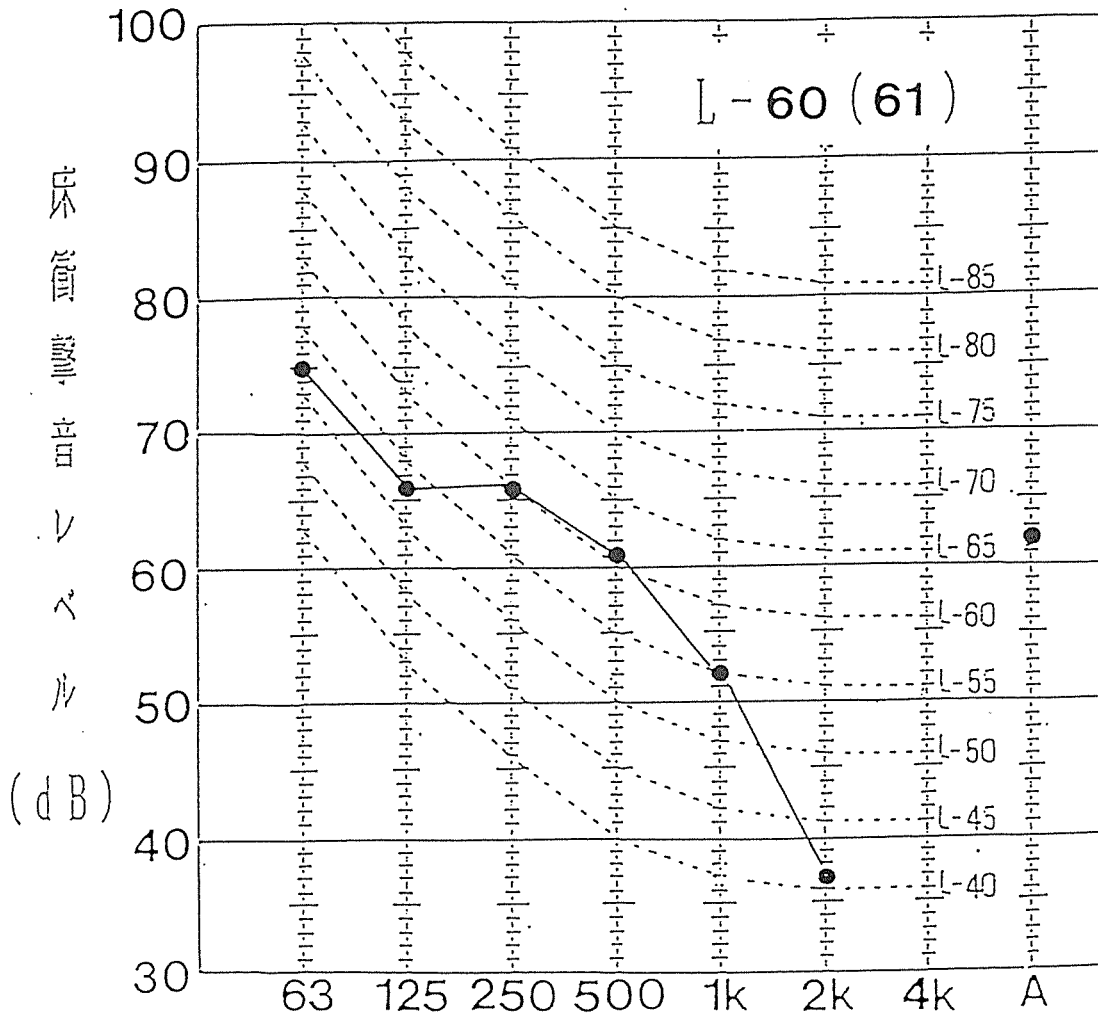
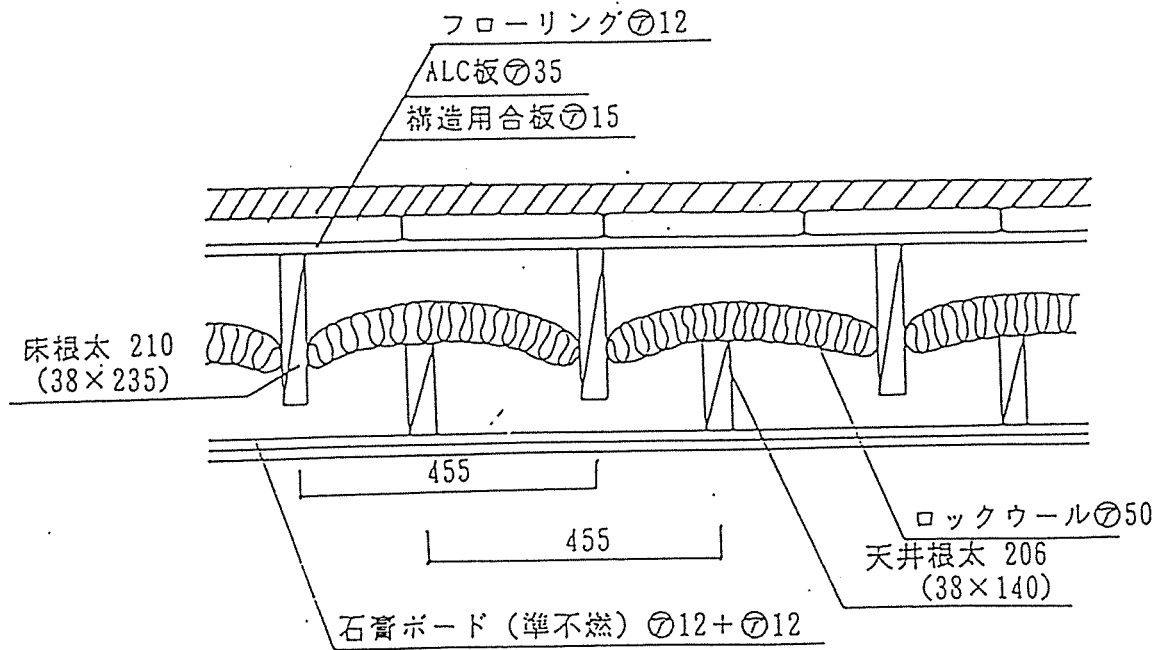
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

2 軽量床衝撃音



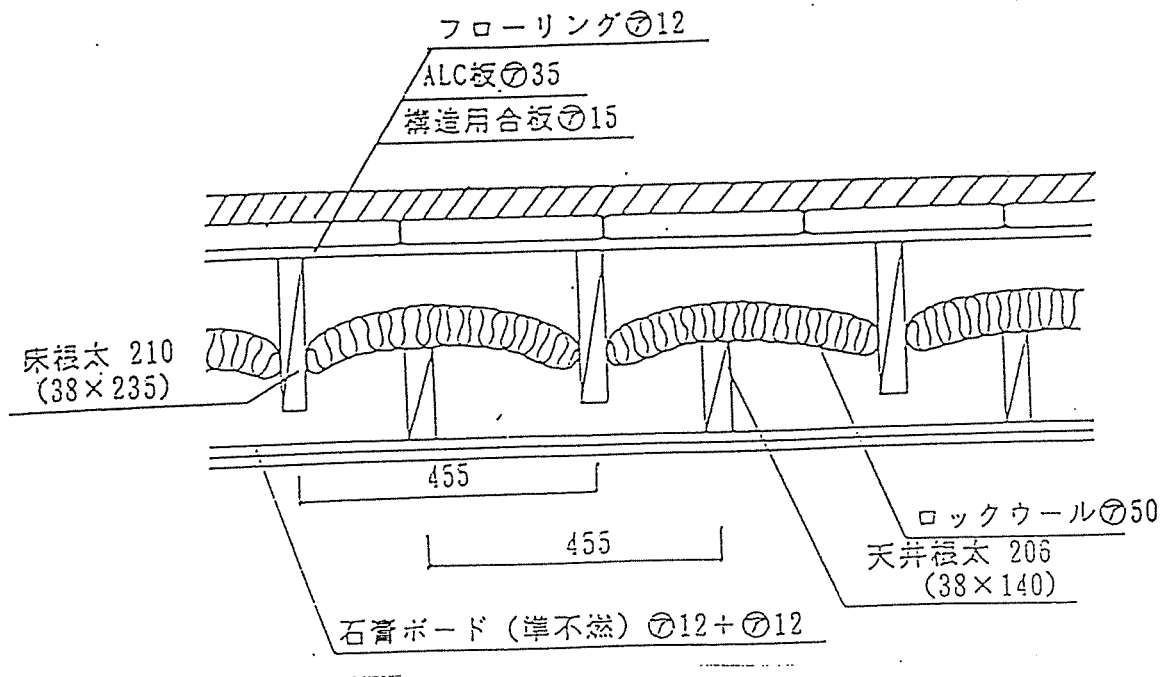
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

2 重量床衝撃音

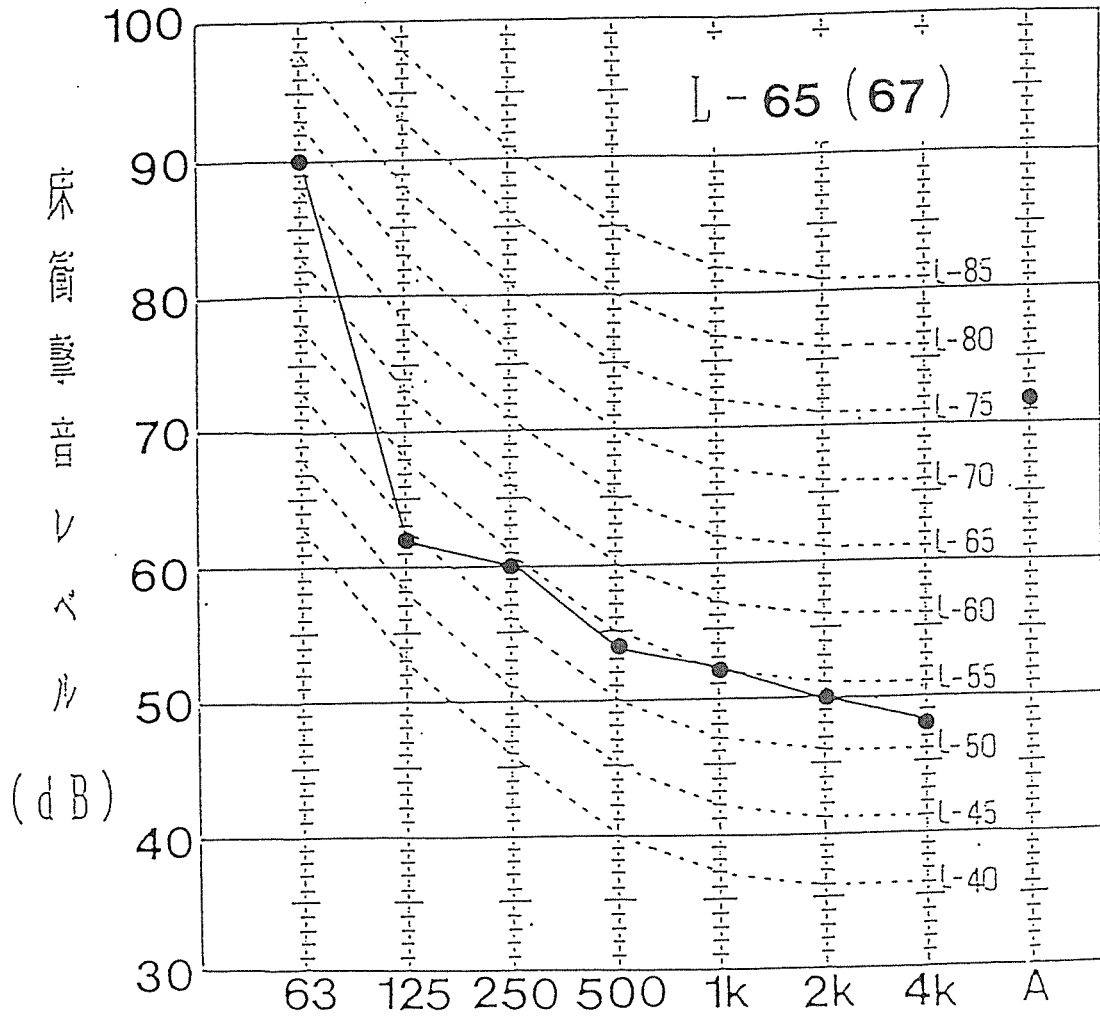


オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

3 軽量床管撃音



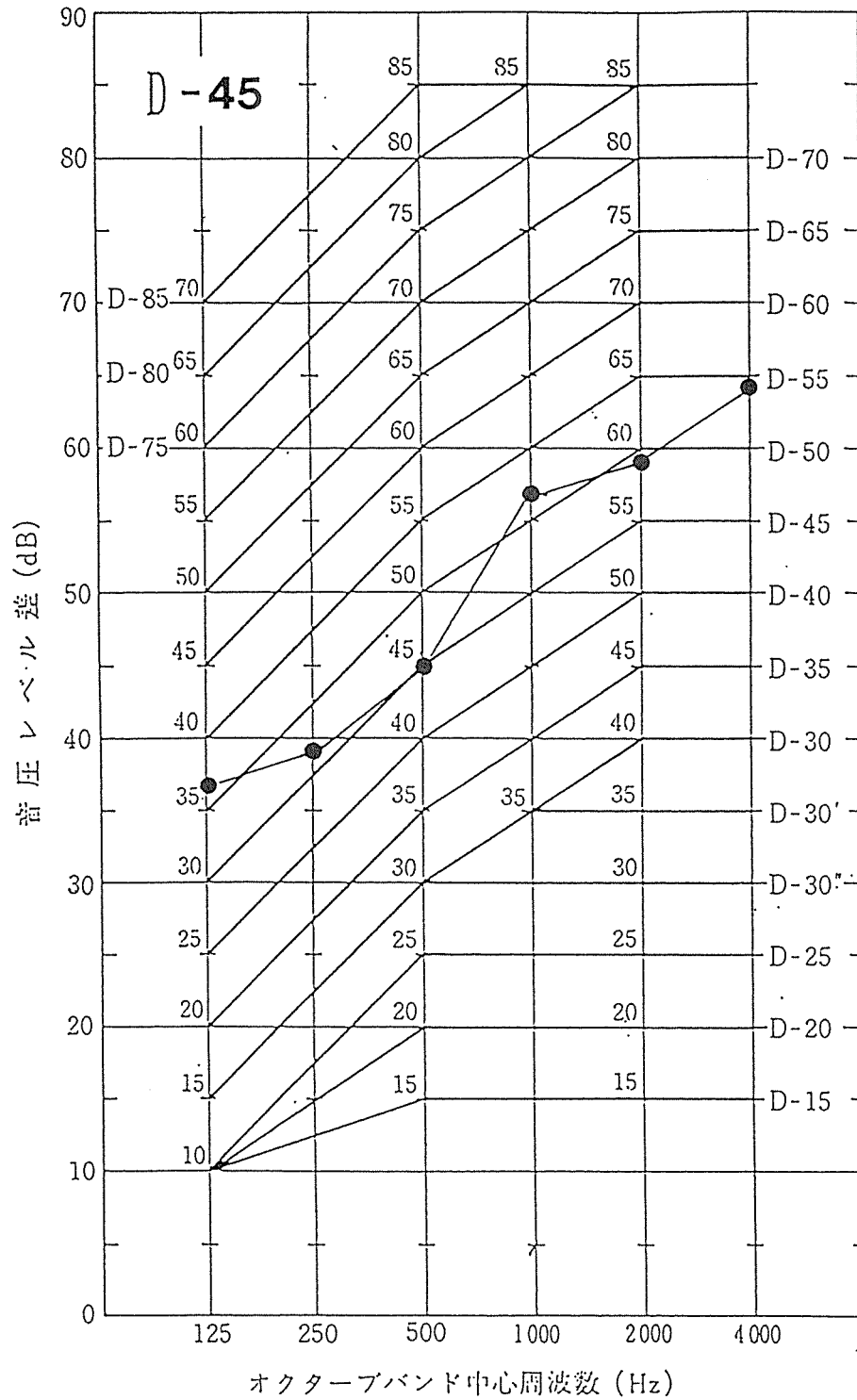
12
12 38 235 15 35

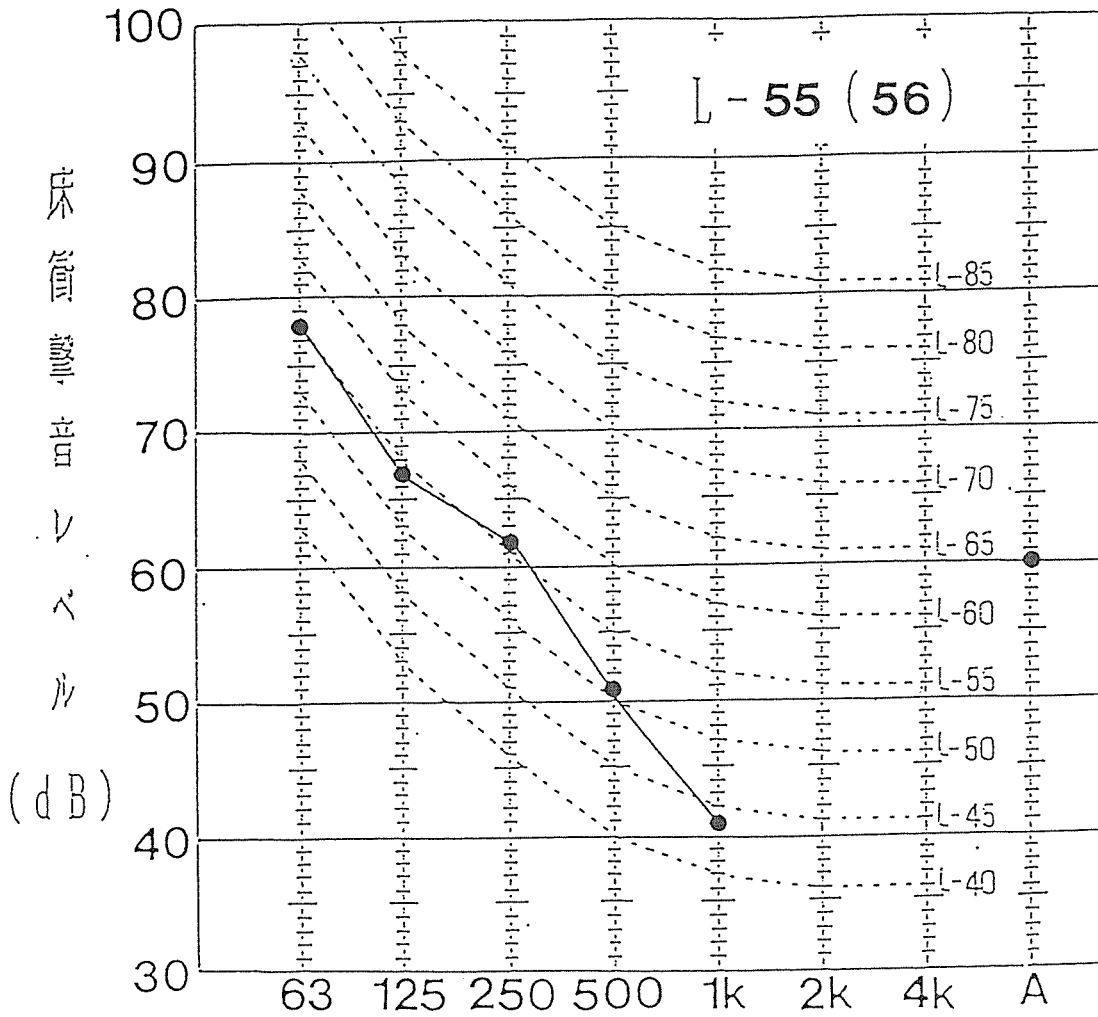
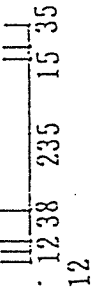
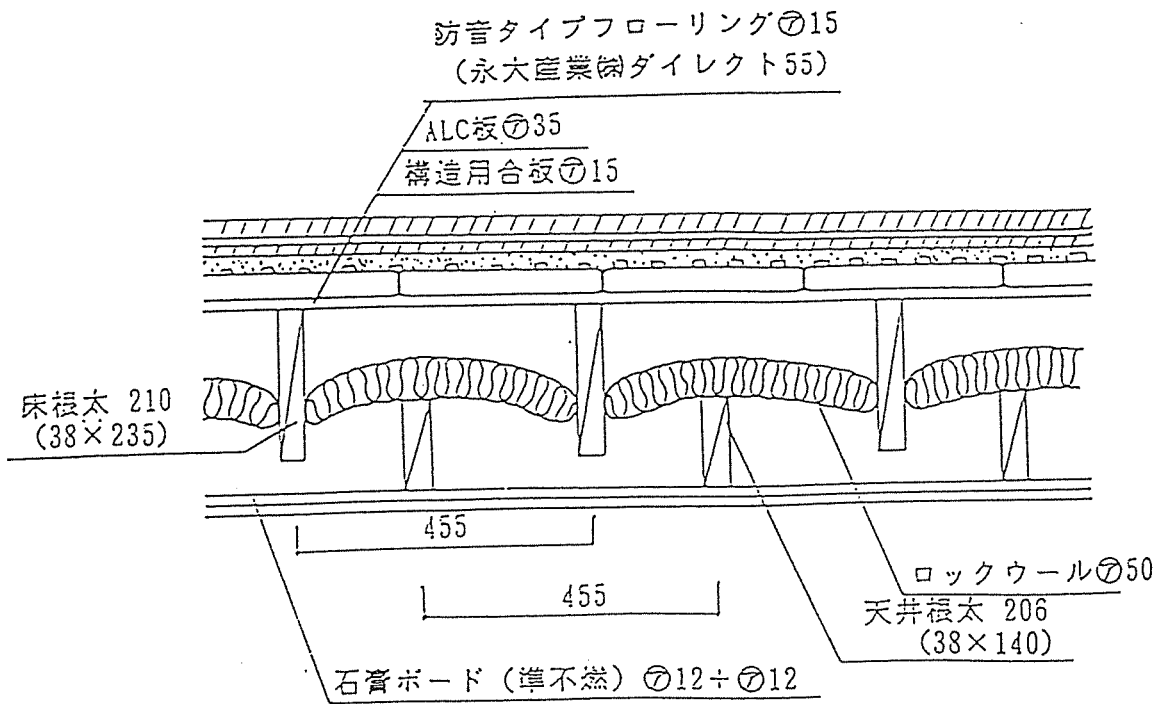


オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

3 重量床衝撃音

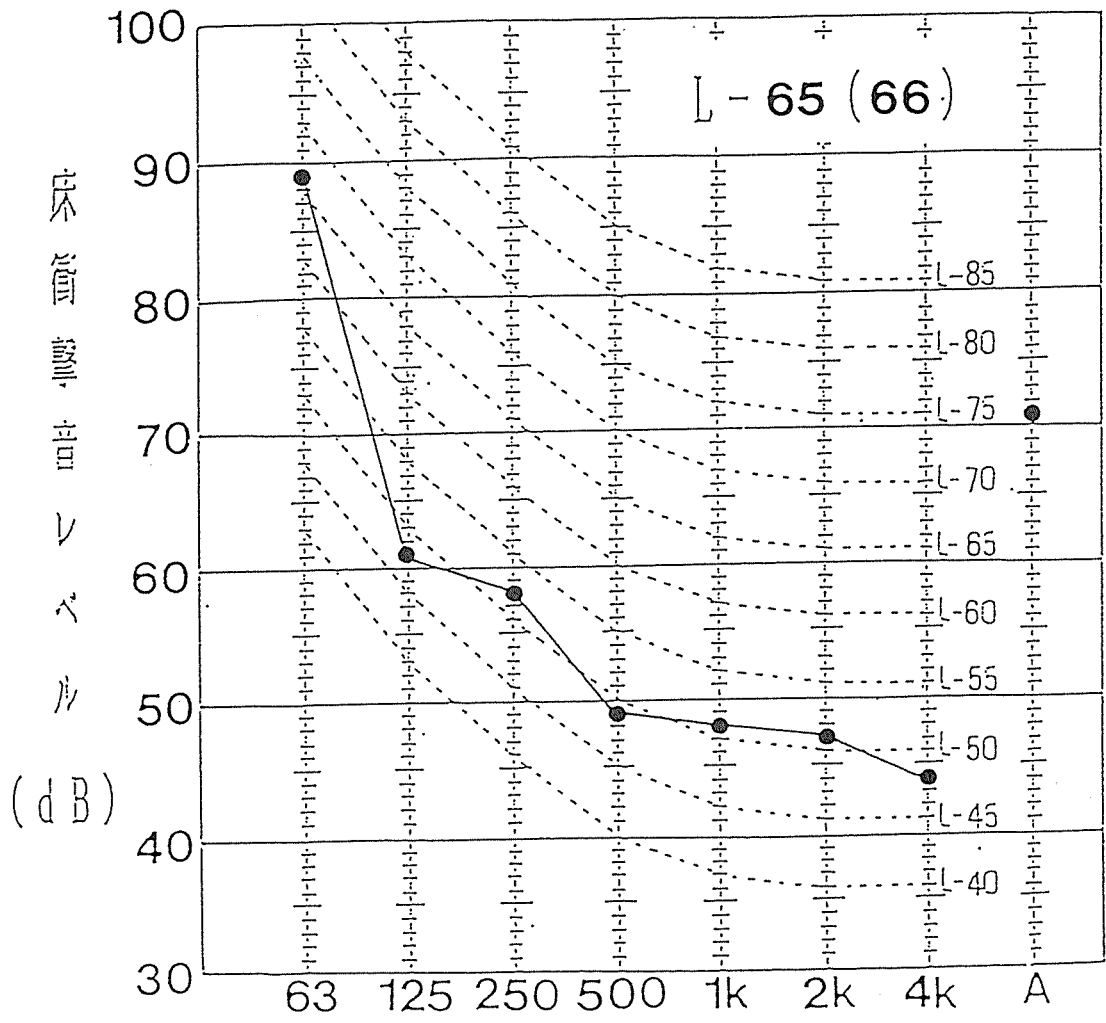
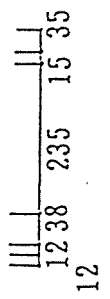
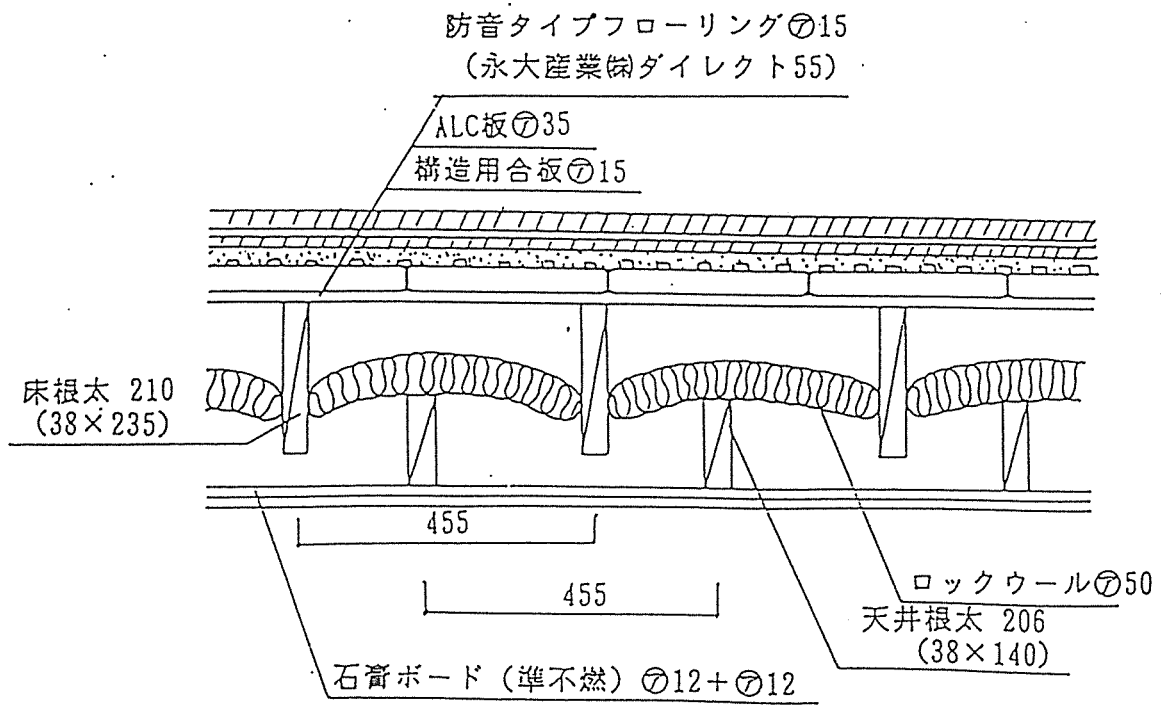
床下地 : ALC 厚さ 35mm
 床仕上げ : フローリング
 天井仕様 : 石膏ボード 厚さ 12mm + 12mm





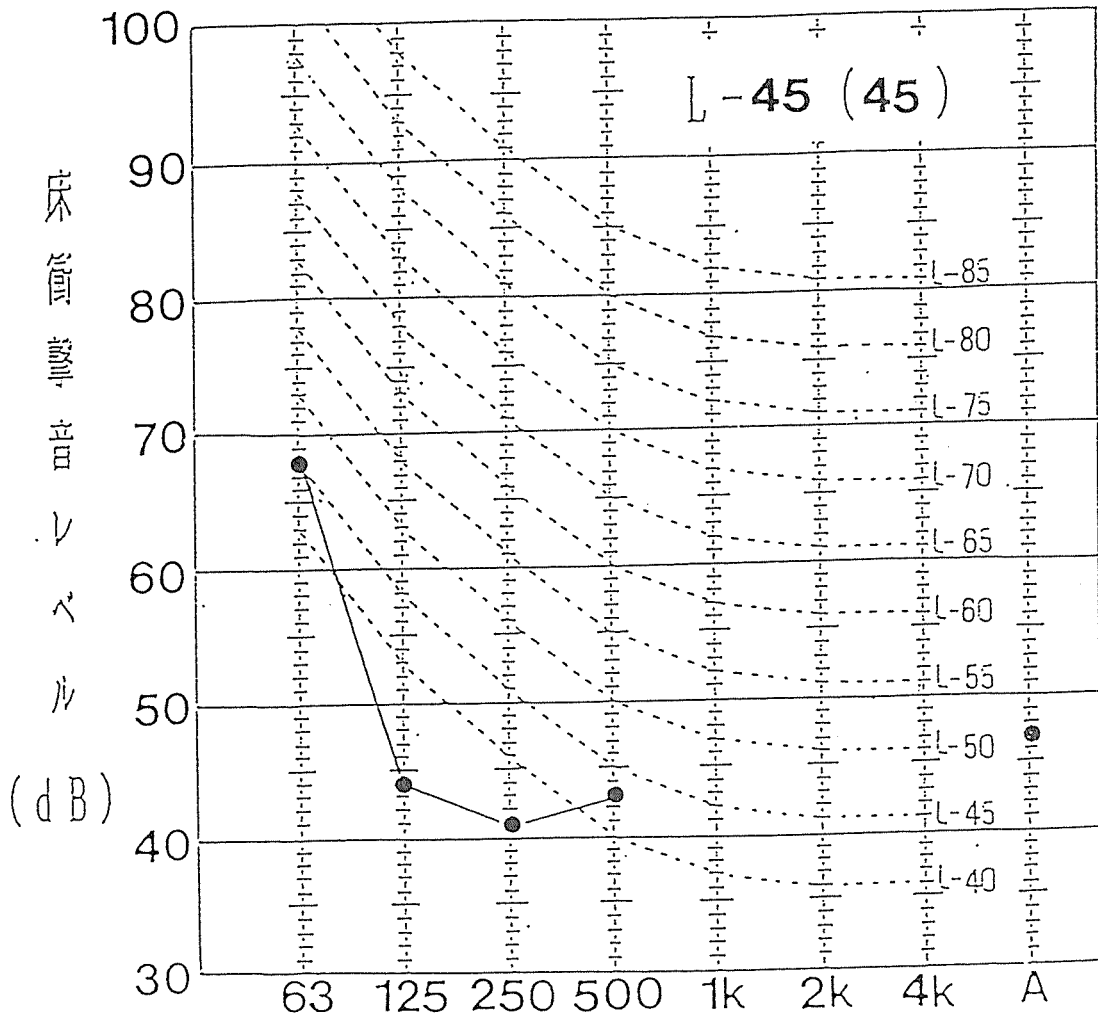
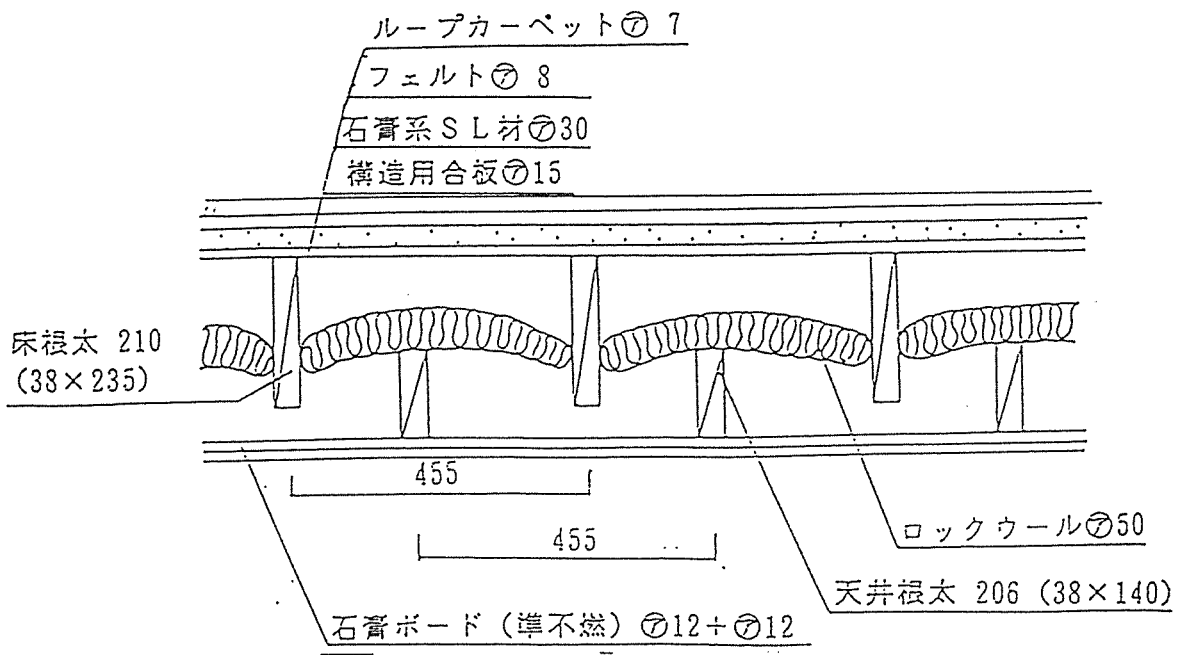
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

4 軽量床衝撃音



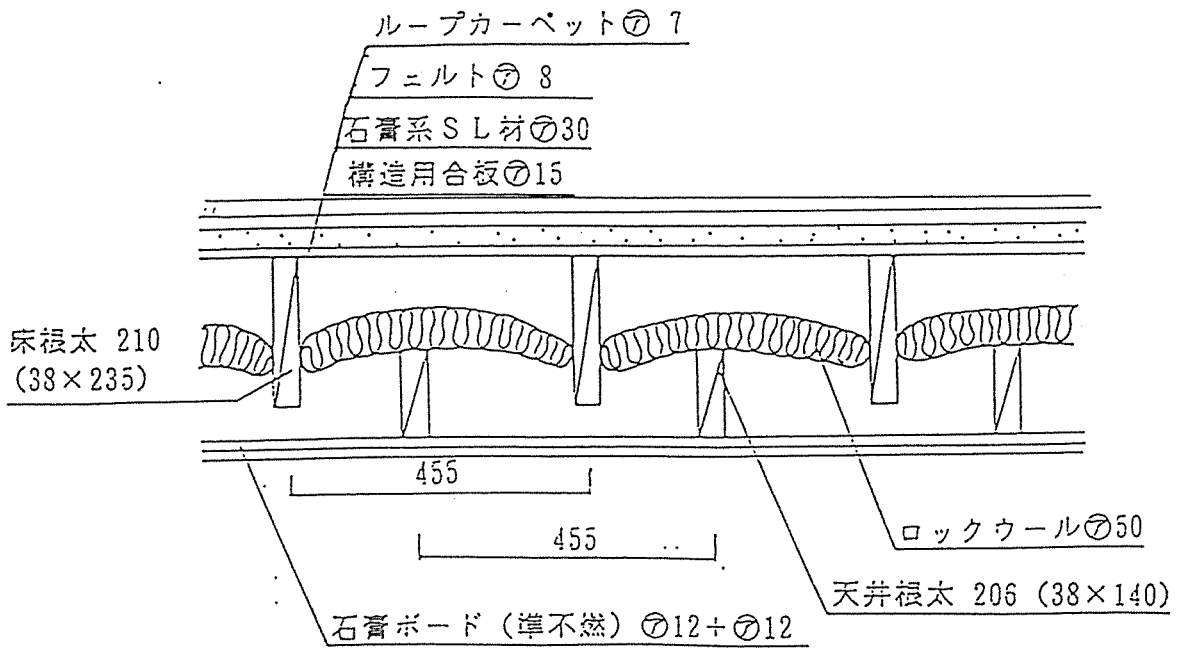
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

4 重量床衝撃音

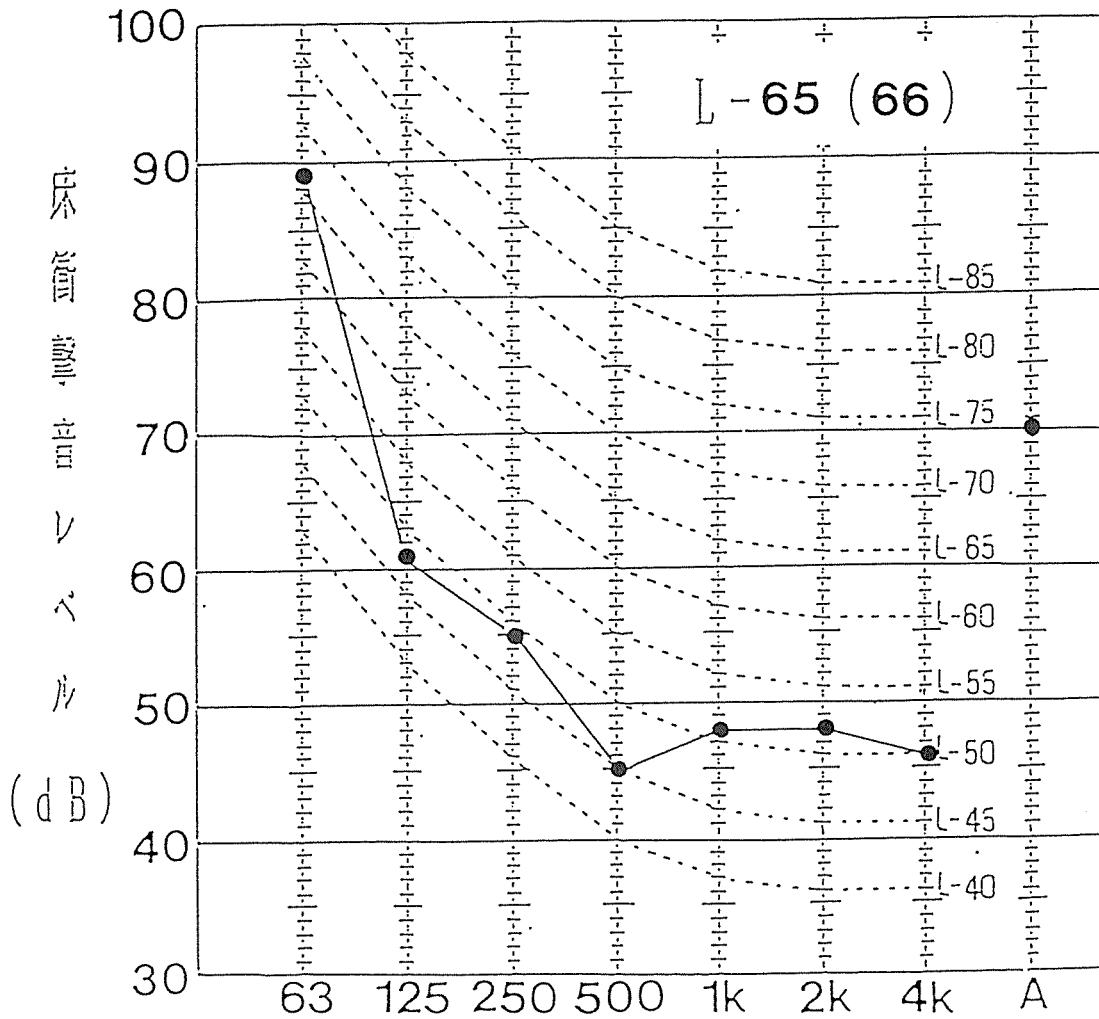


オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

5 軽量床衝撃音

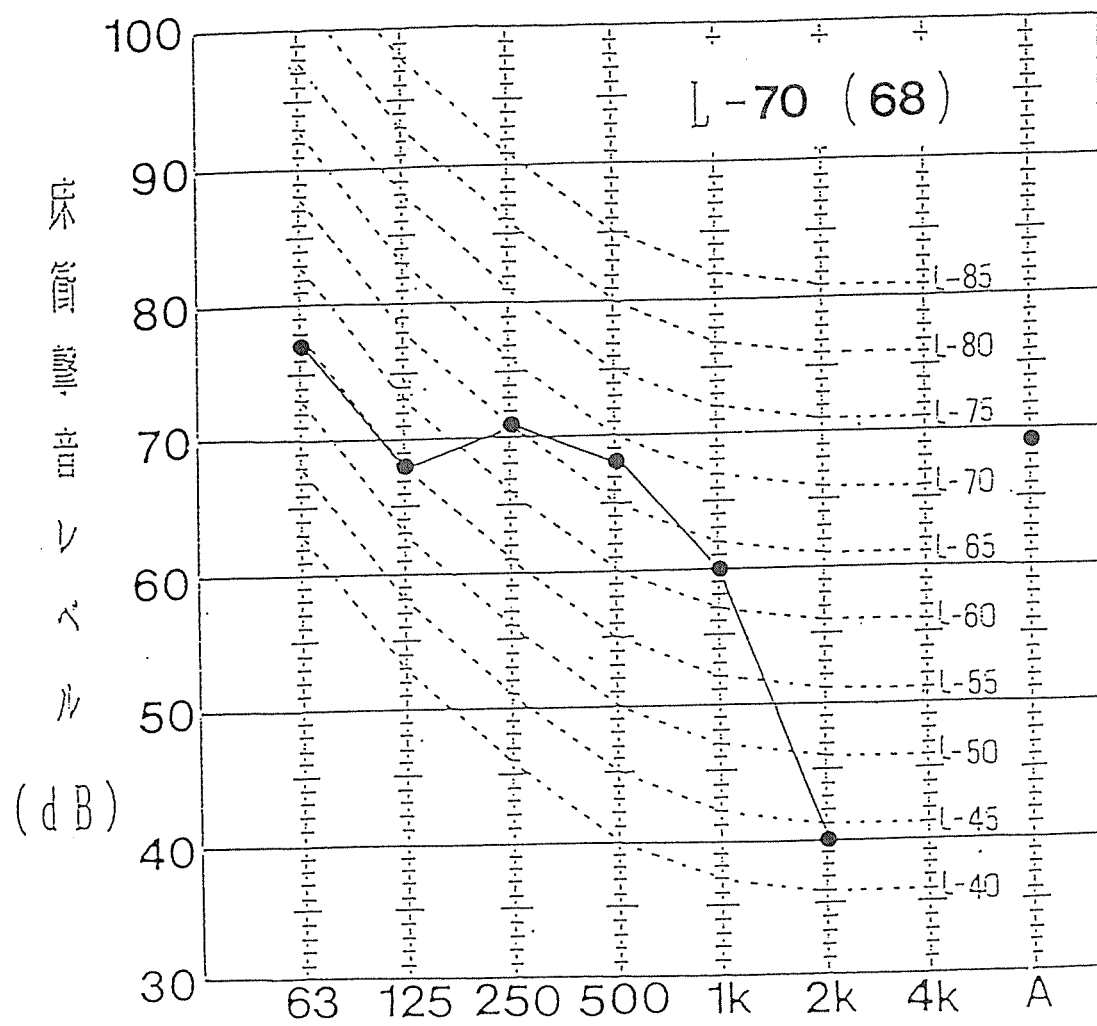
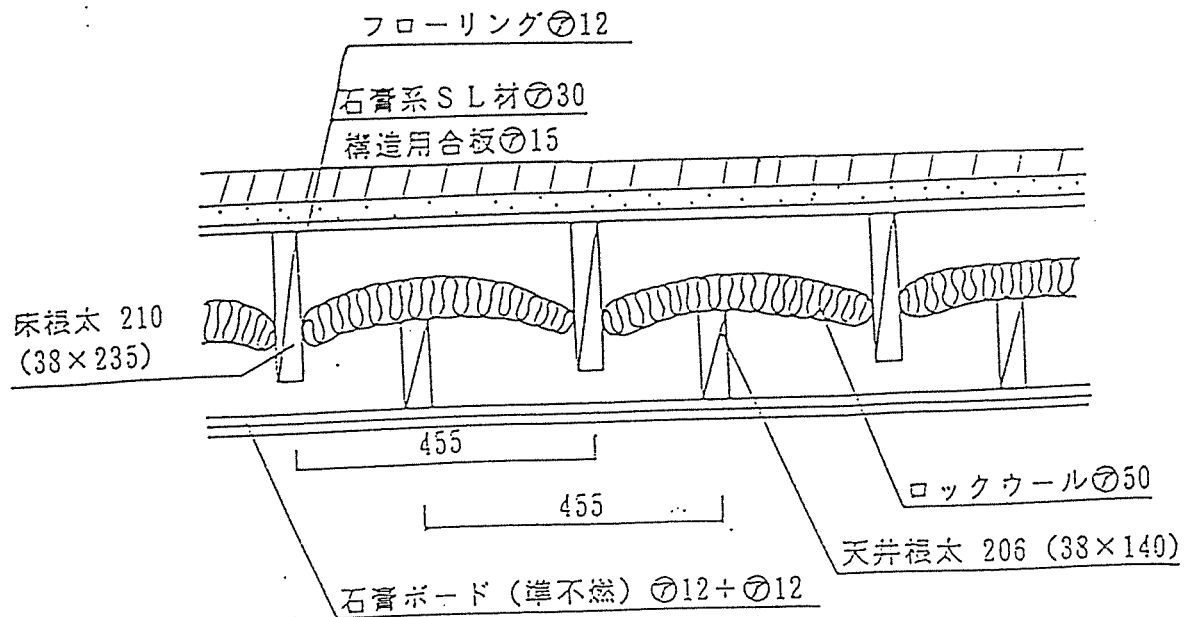


12 38 235 15 30
 12



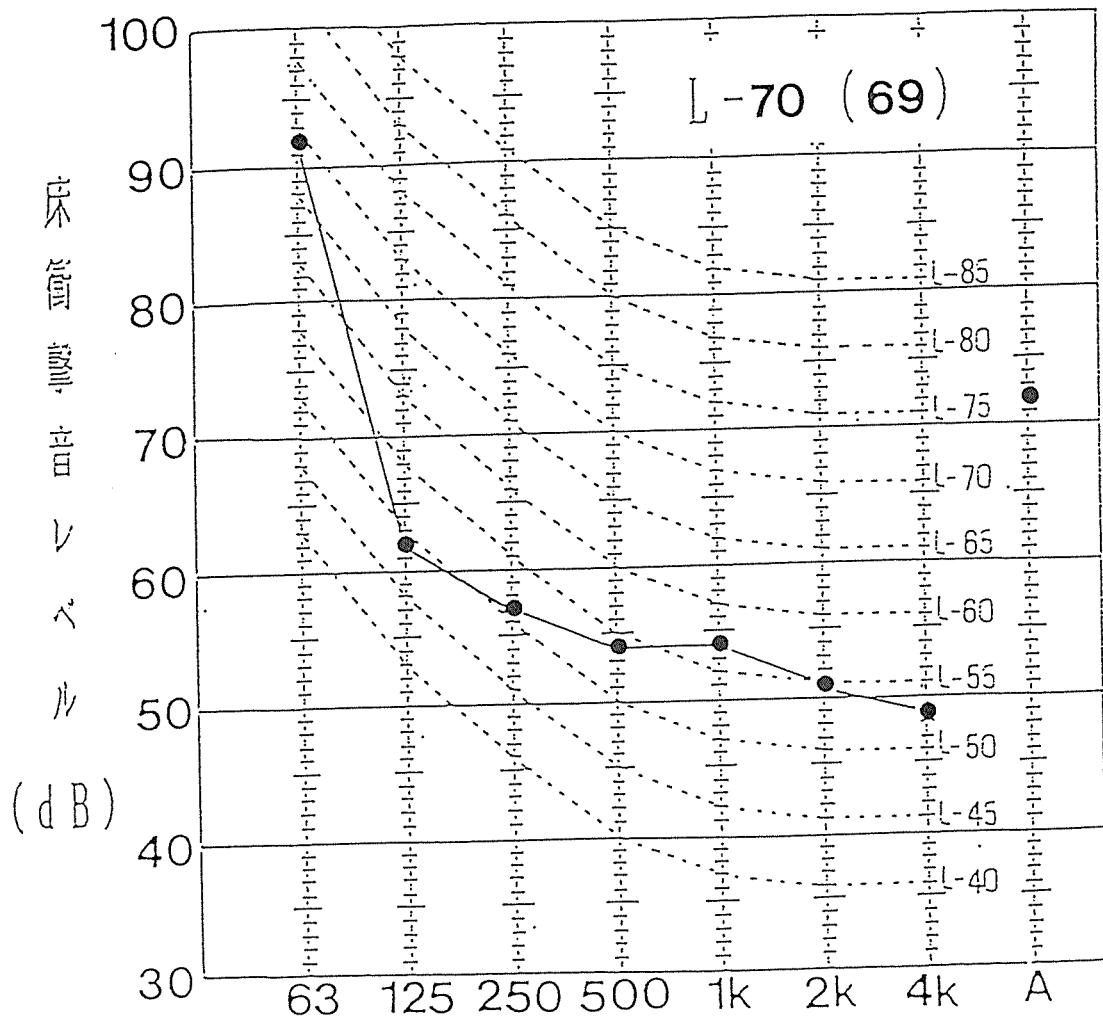
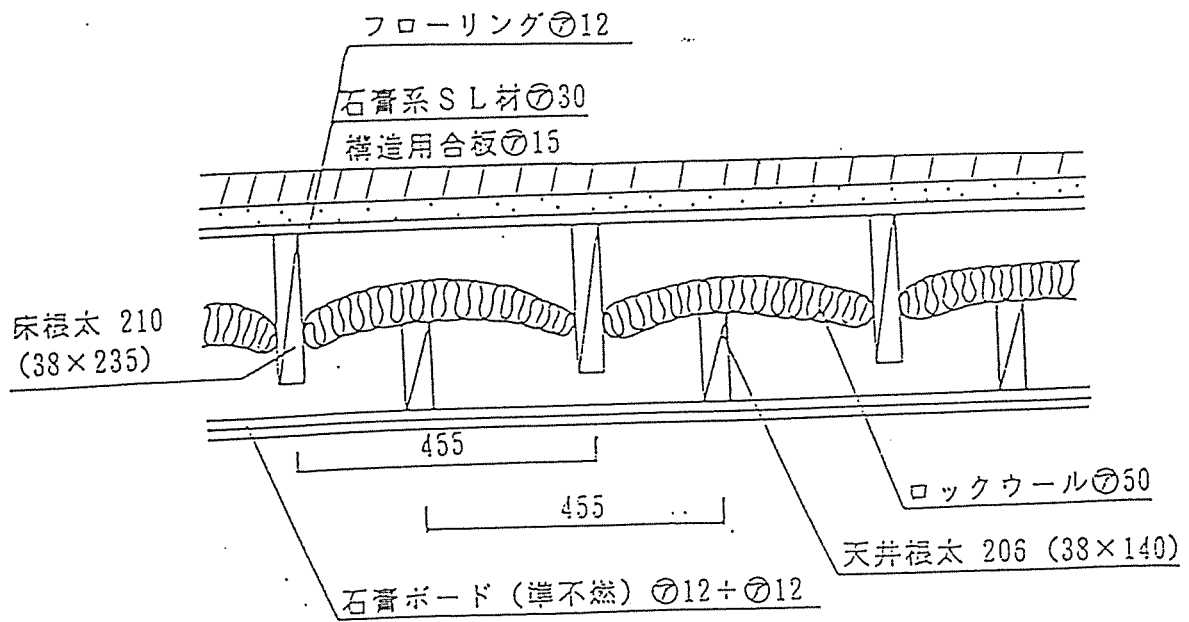
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

5 重量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

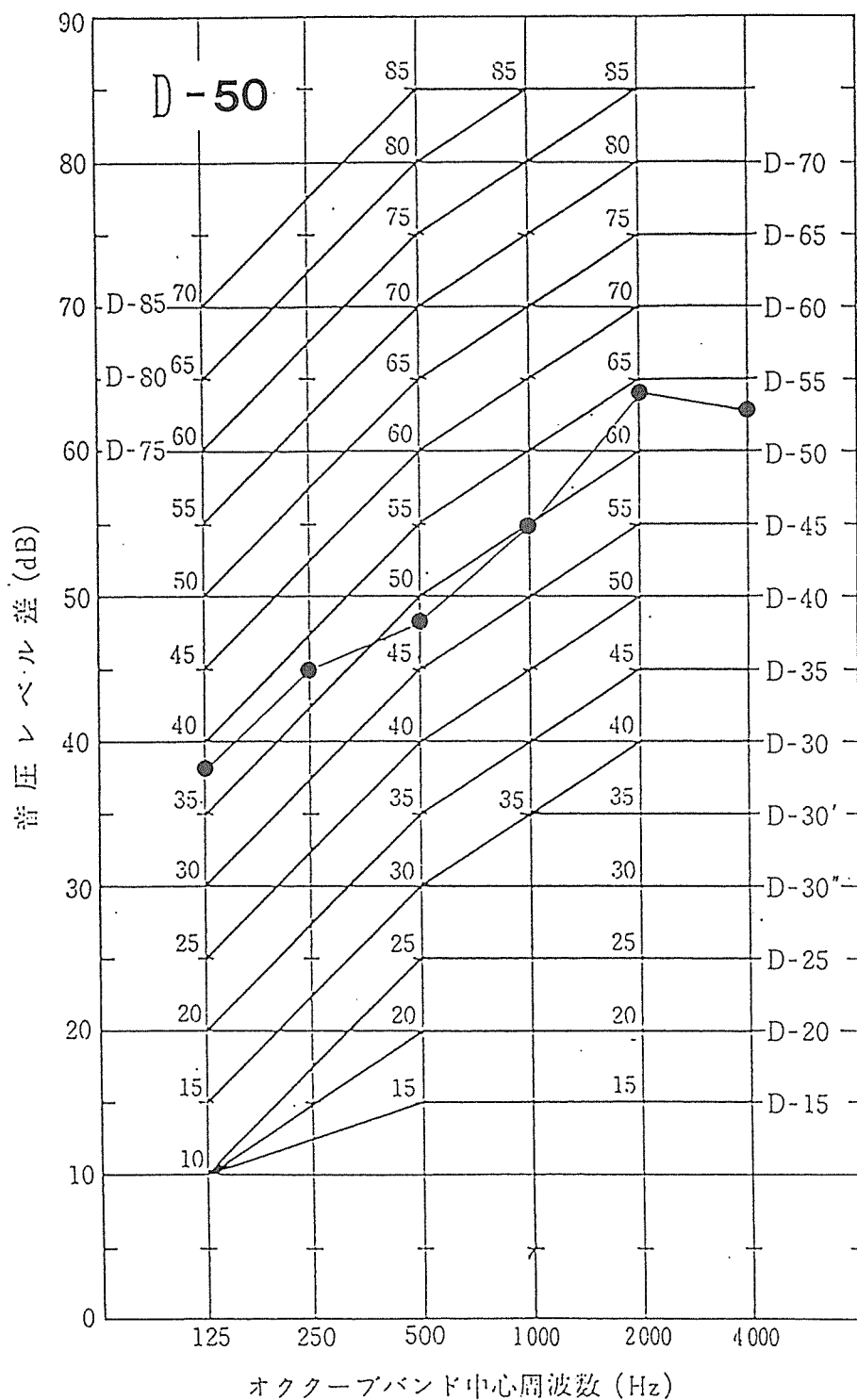
6 軽量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

6 重量床衝撃音

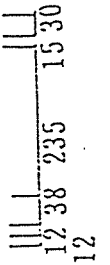
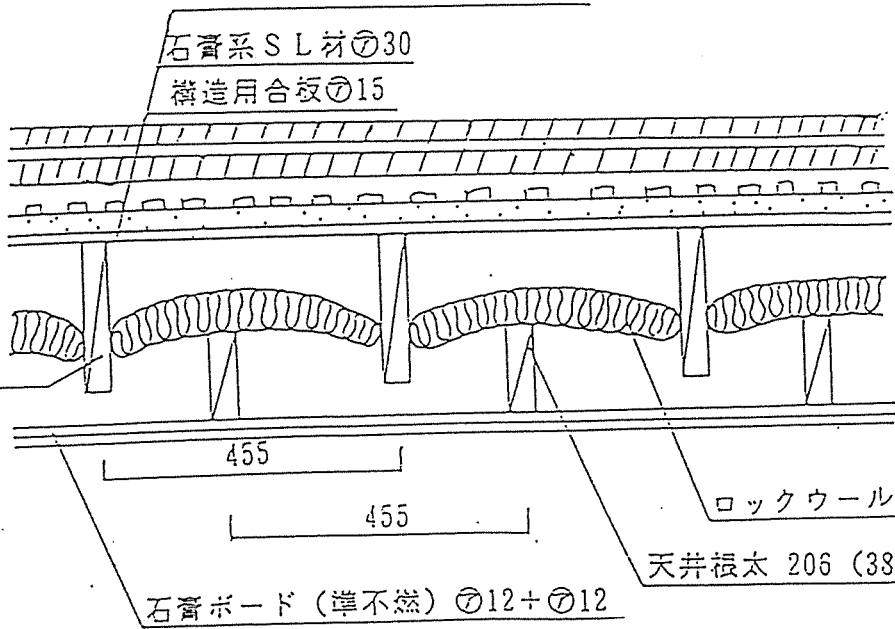
床下地 : 石膏SL材 厚さ30mm
 床仕上げ : フローリング
 天井仕様 : 石膏ボード 厚さ12mm+12mm



防音タイプフローリング①15
 (永大産業㈱ダイレクト55)

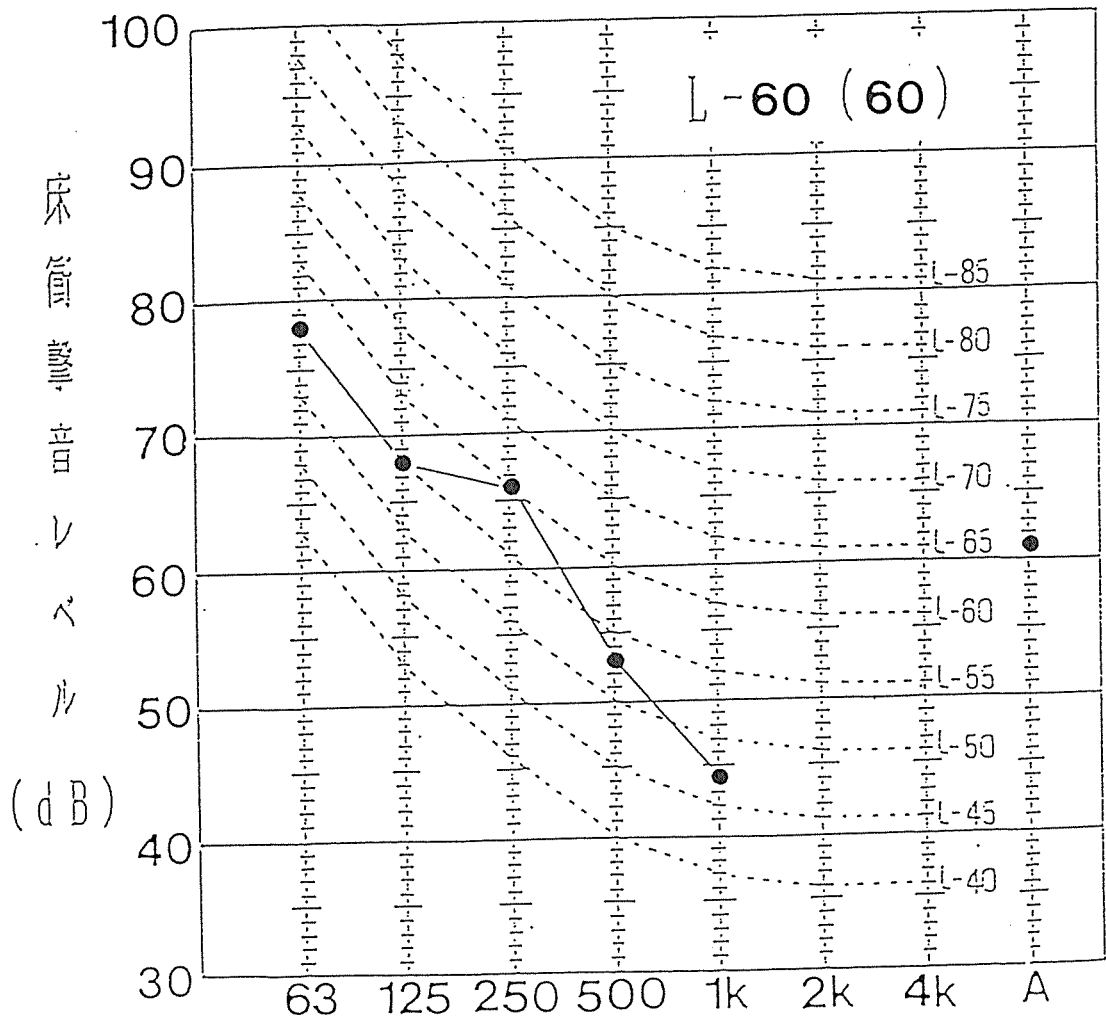
石膏系S L材①30
 構造用合板①15

床根太 210
 (38×235)



ロックウール①50
 天井根太 206 (38×140)

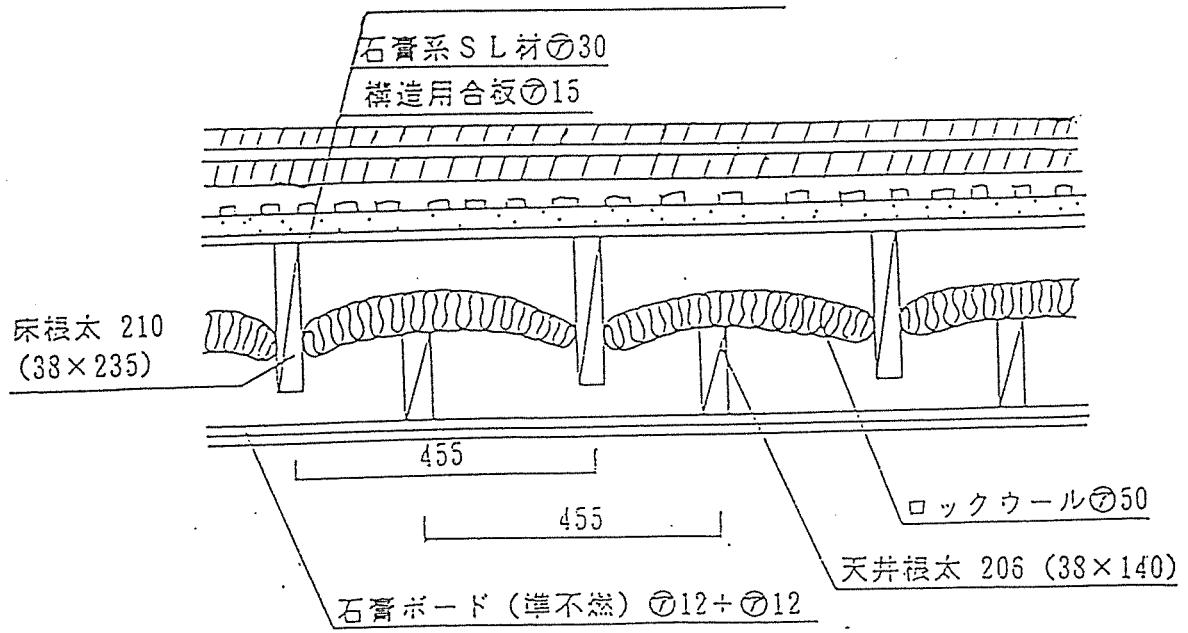
石膏ボード (準不燃) ①12+①12



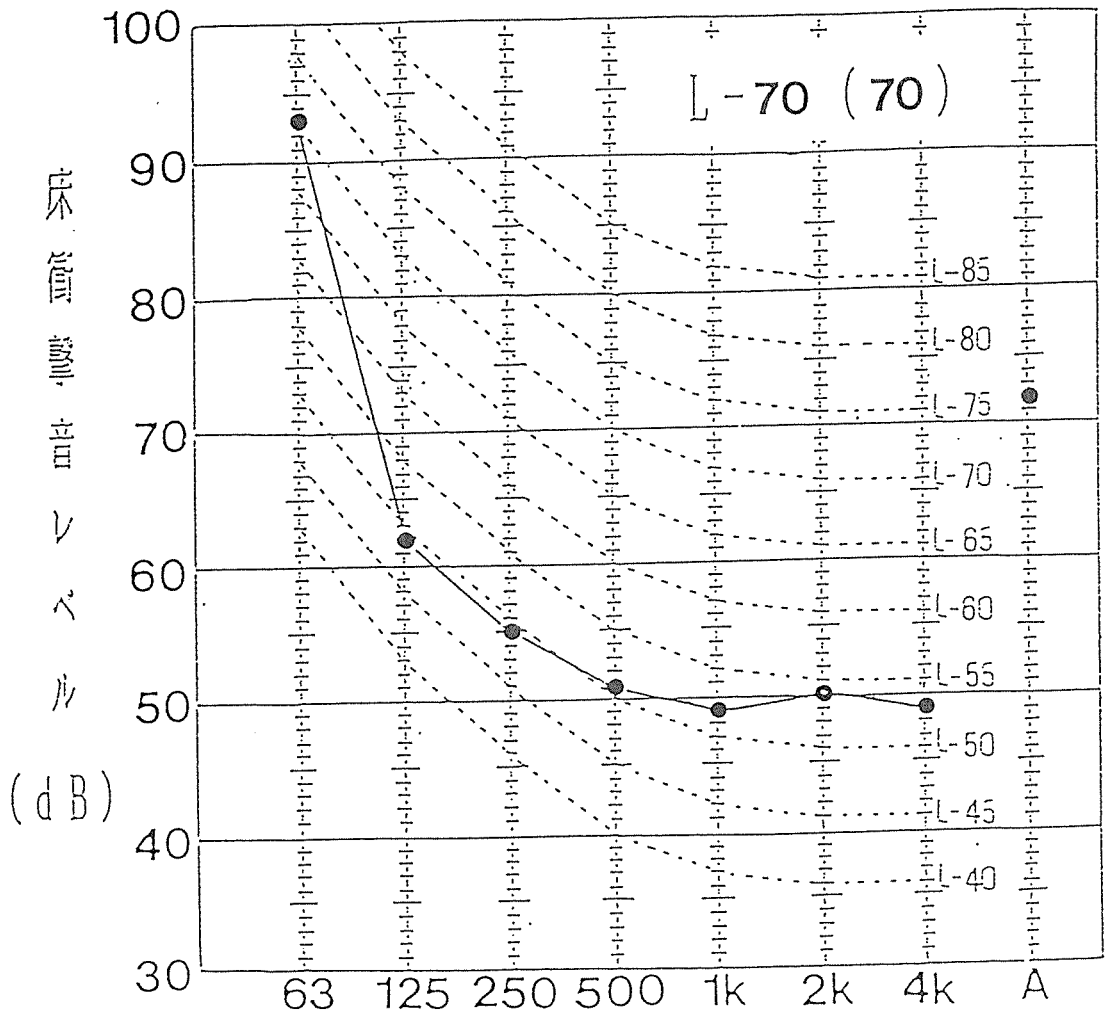
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

7 軽量床衝撃音

防音タイプフローリング①15
(永大産業㈱ダイレクト55)

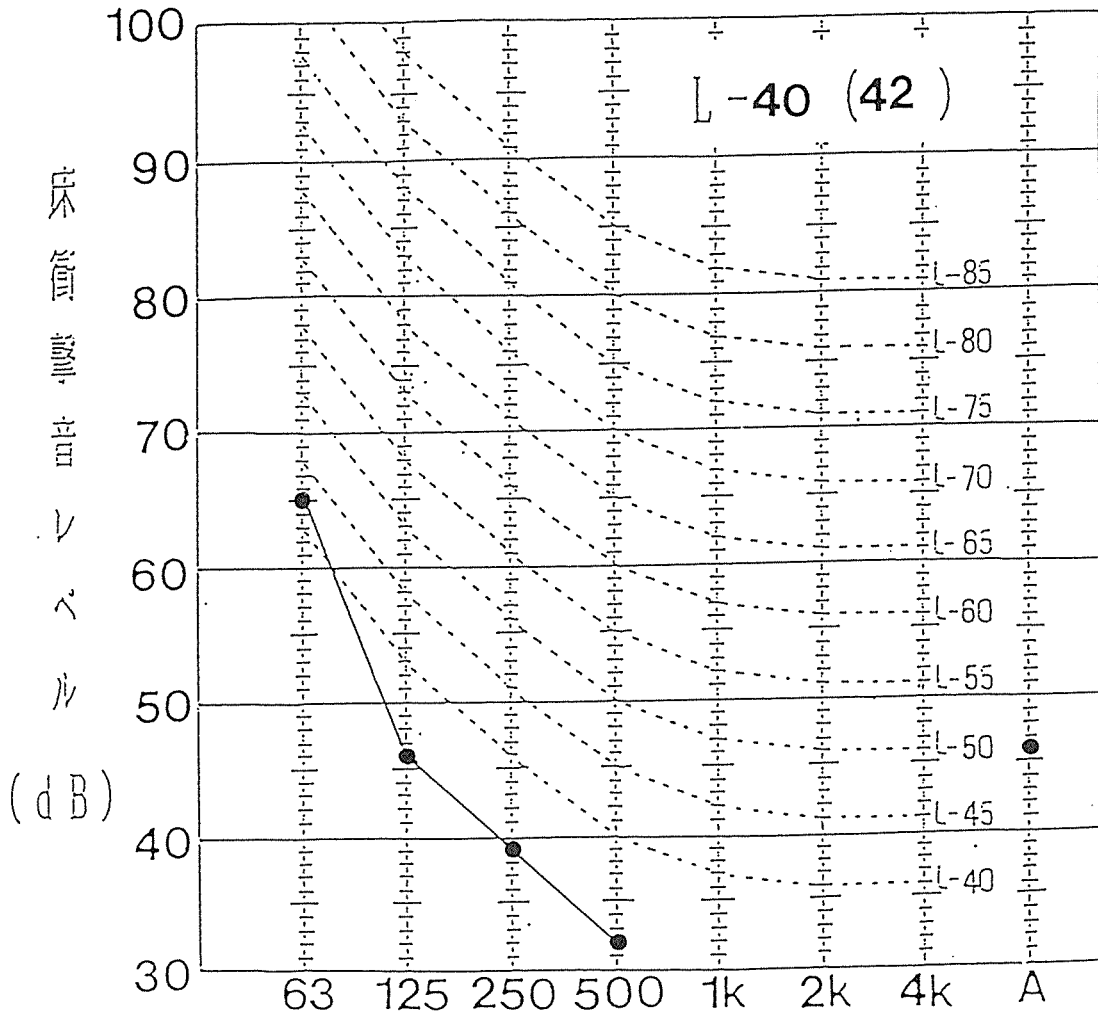
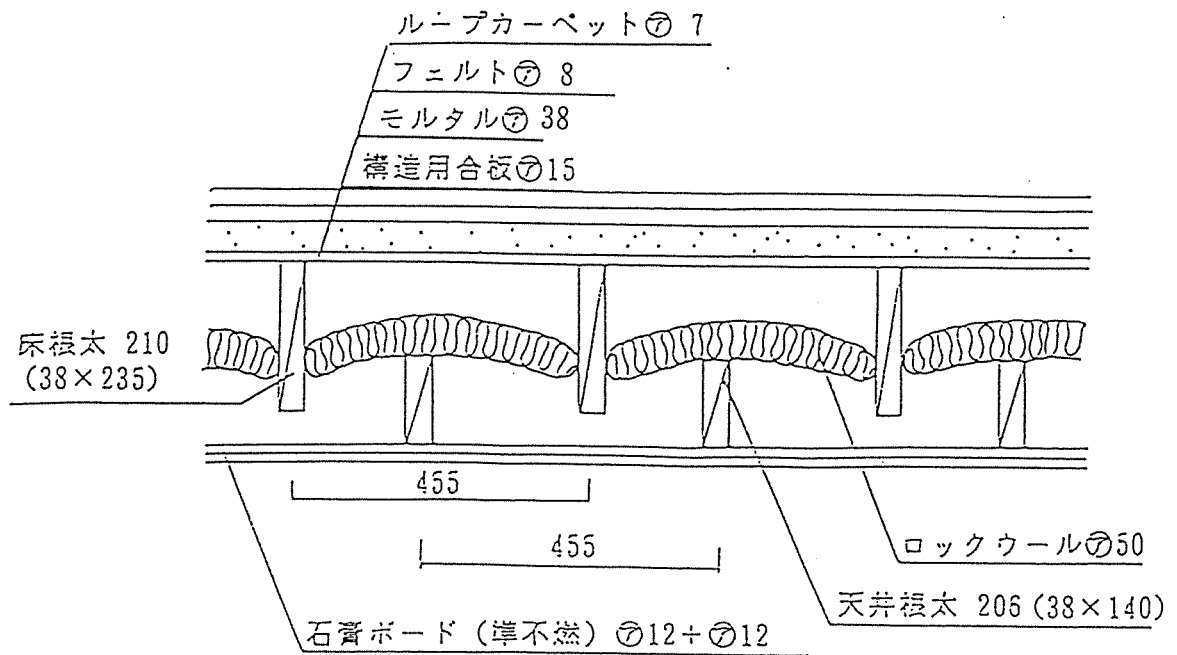


12
38
235
1530
12



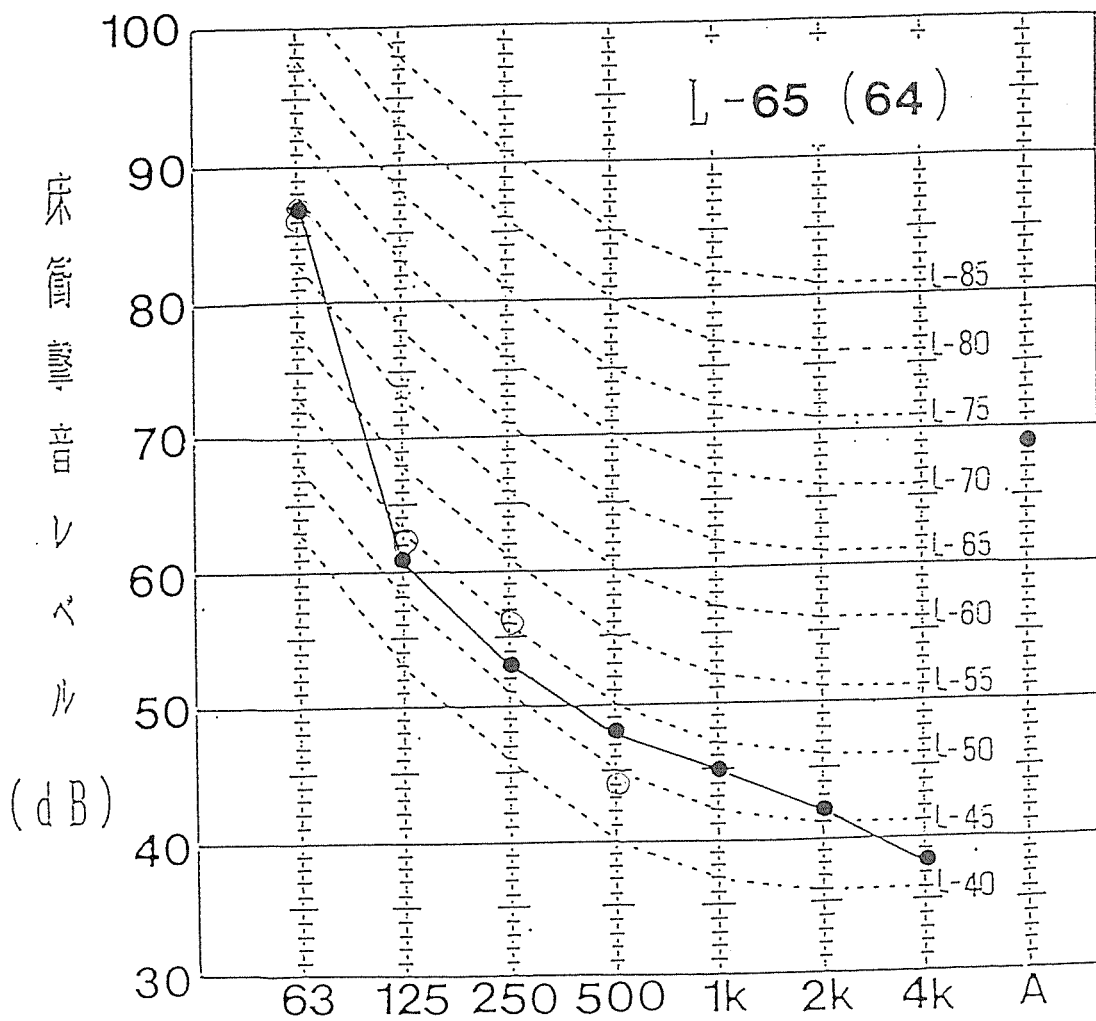
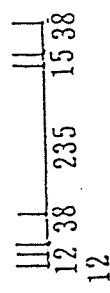
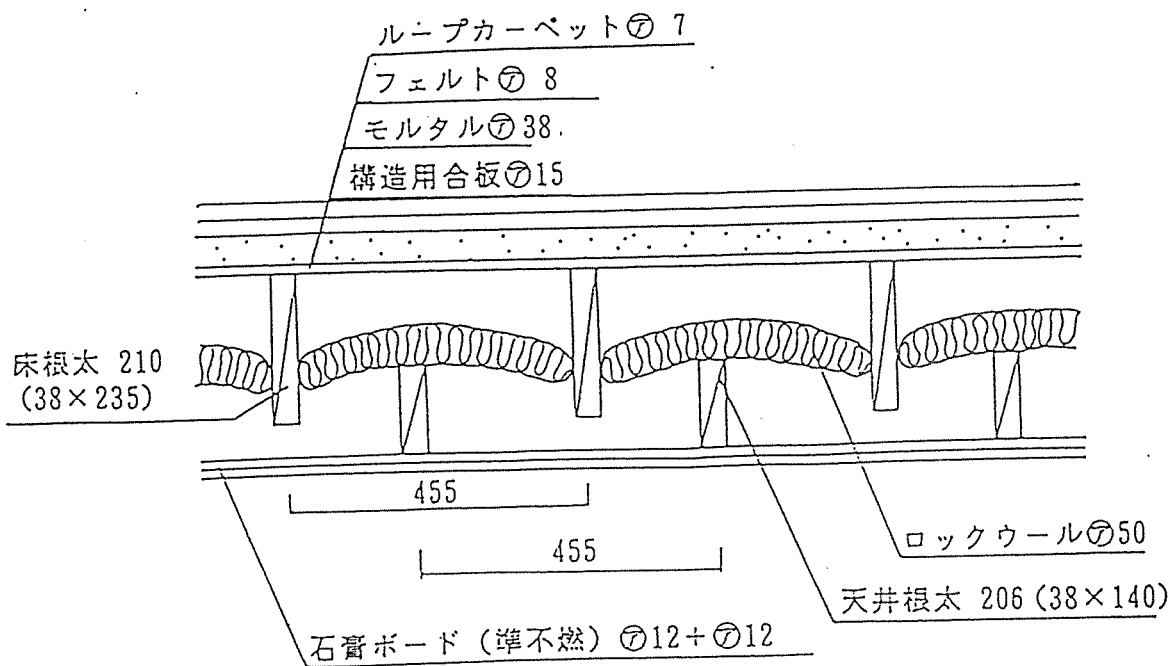
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

7 重量床衝撃音



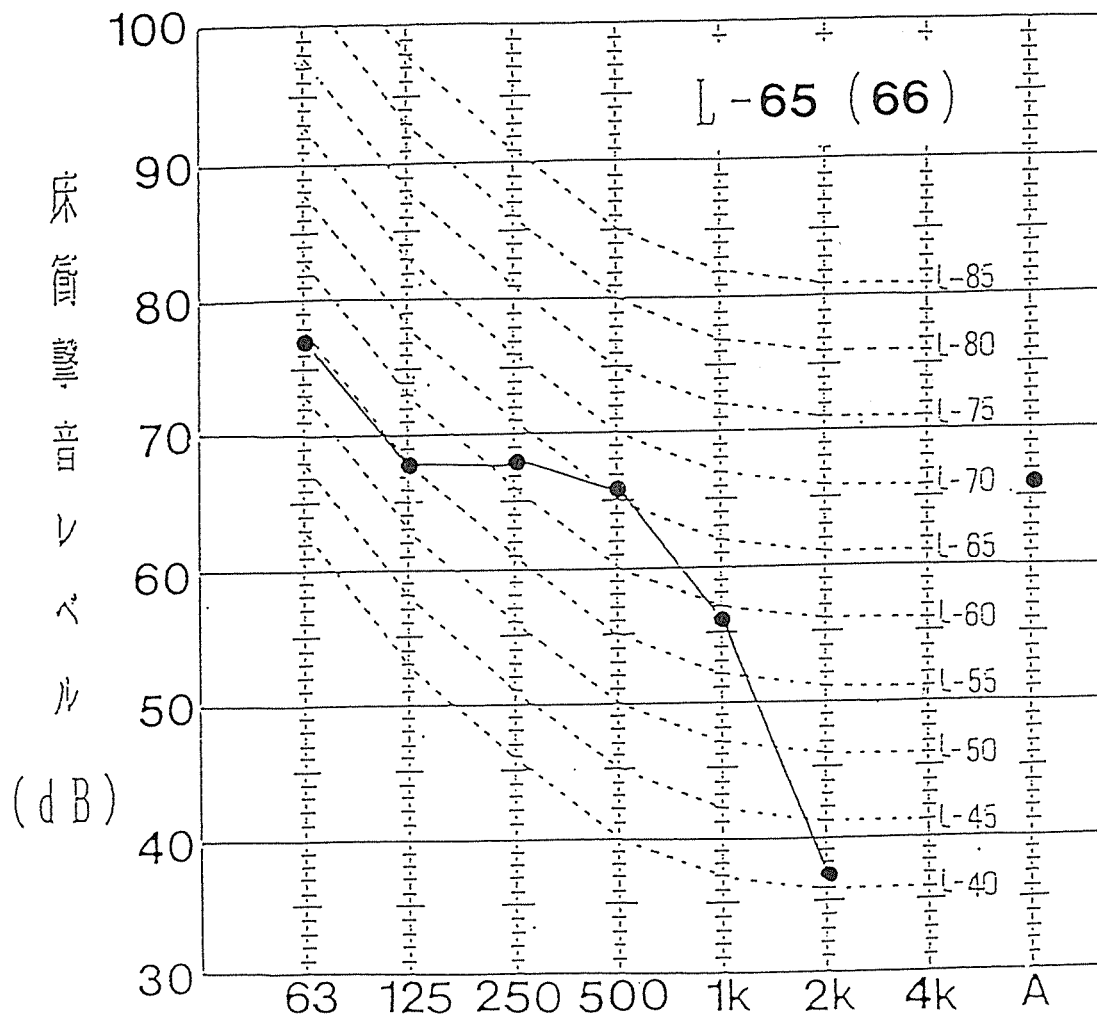
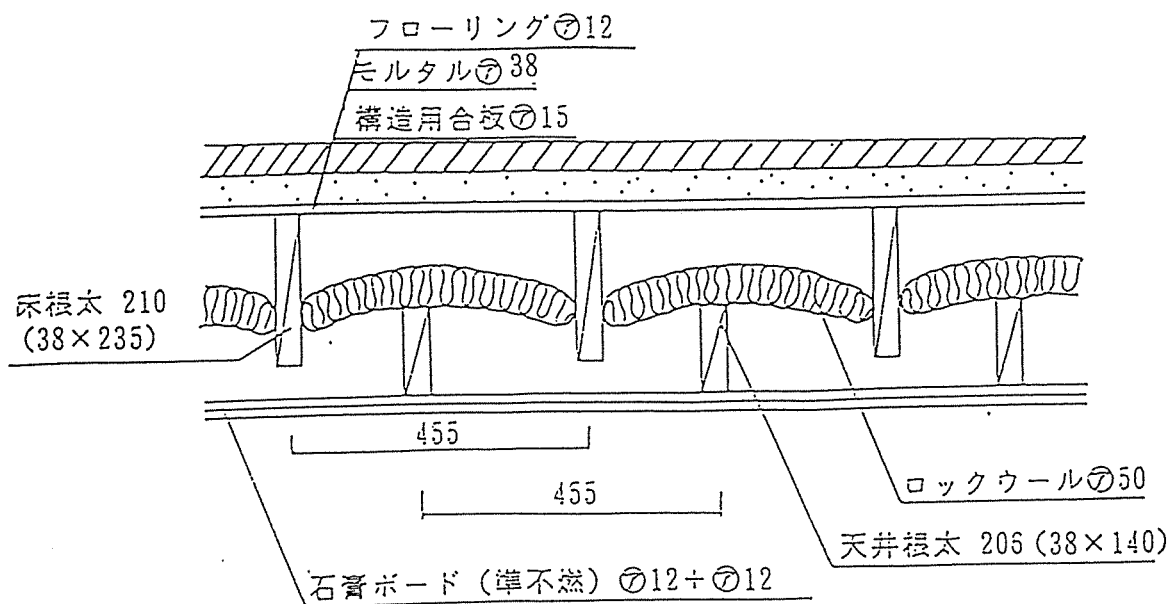
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

8 軽量床衝撃音



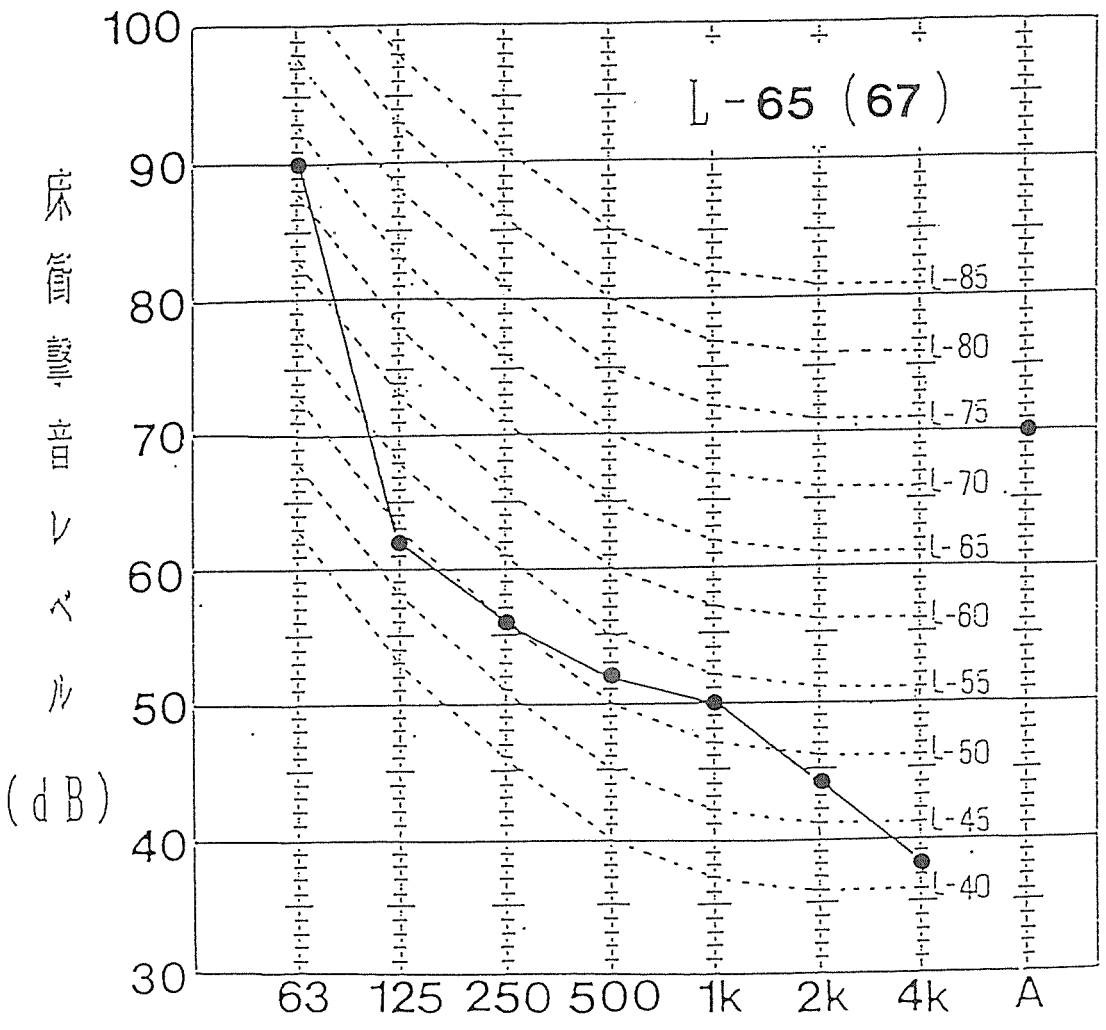
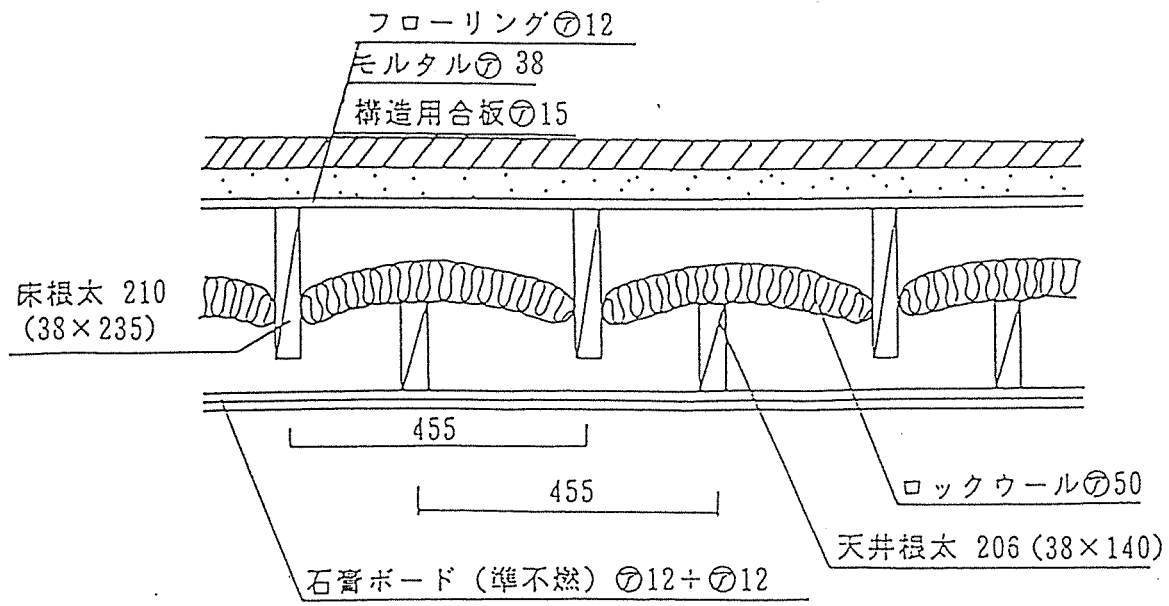
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

8 重量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

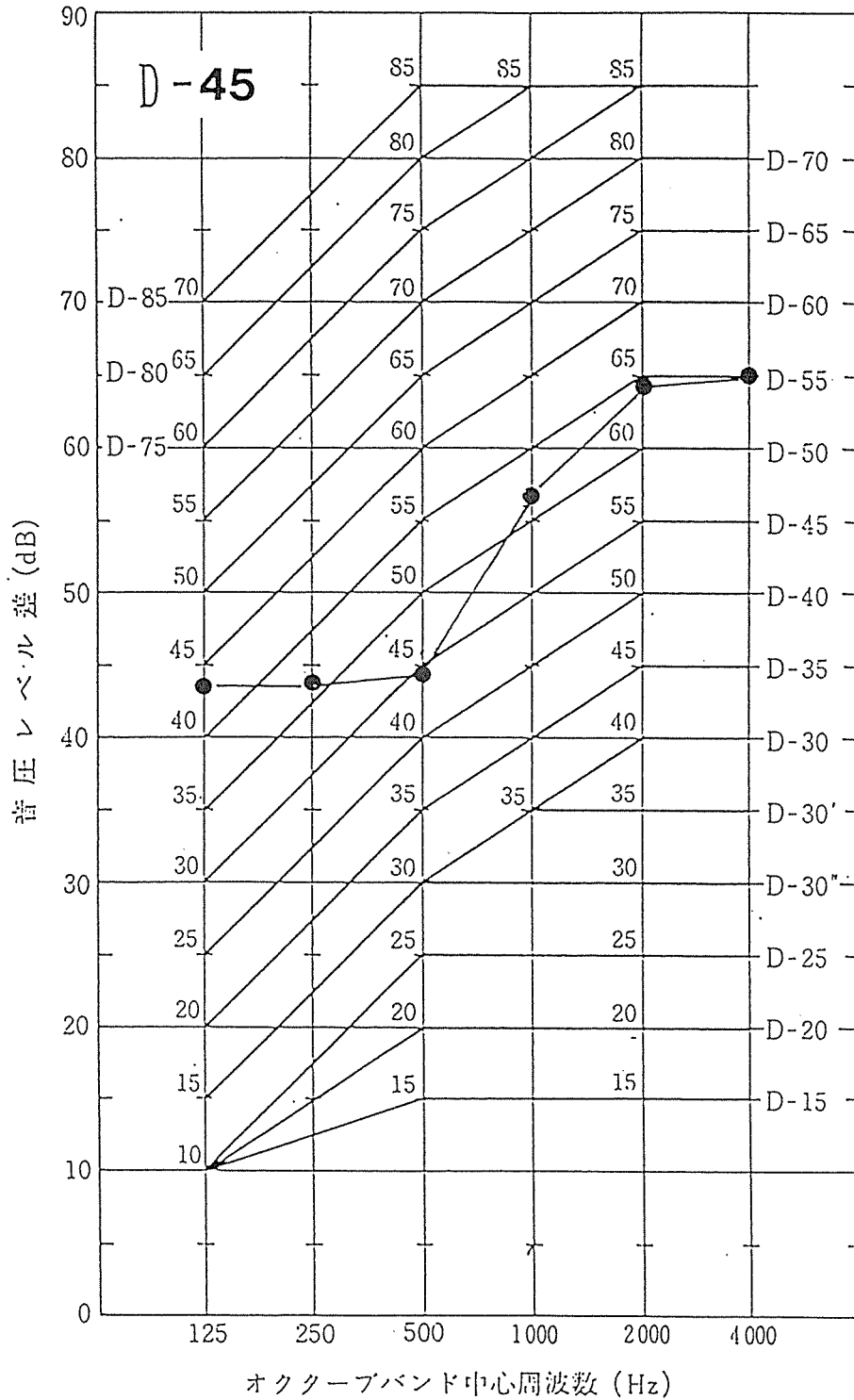
9 軽量床衝撃音



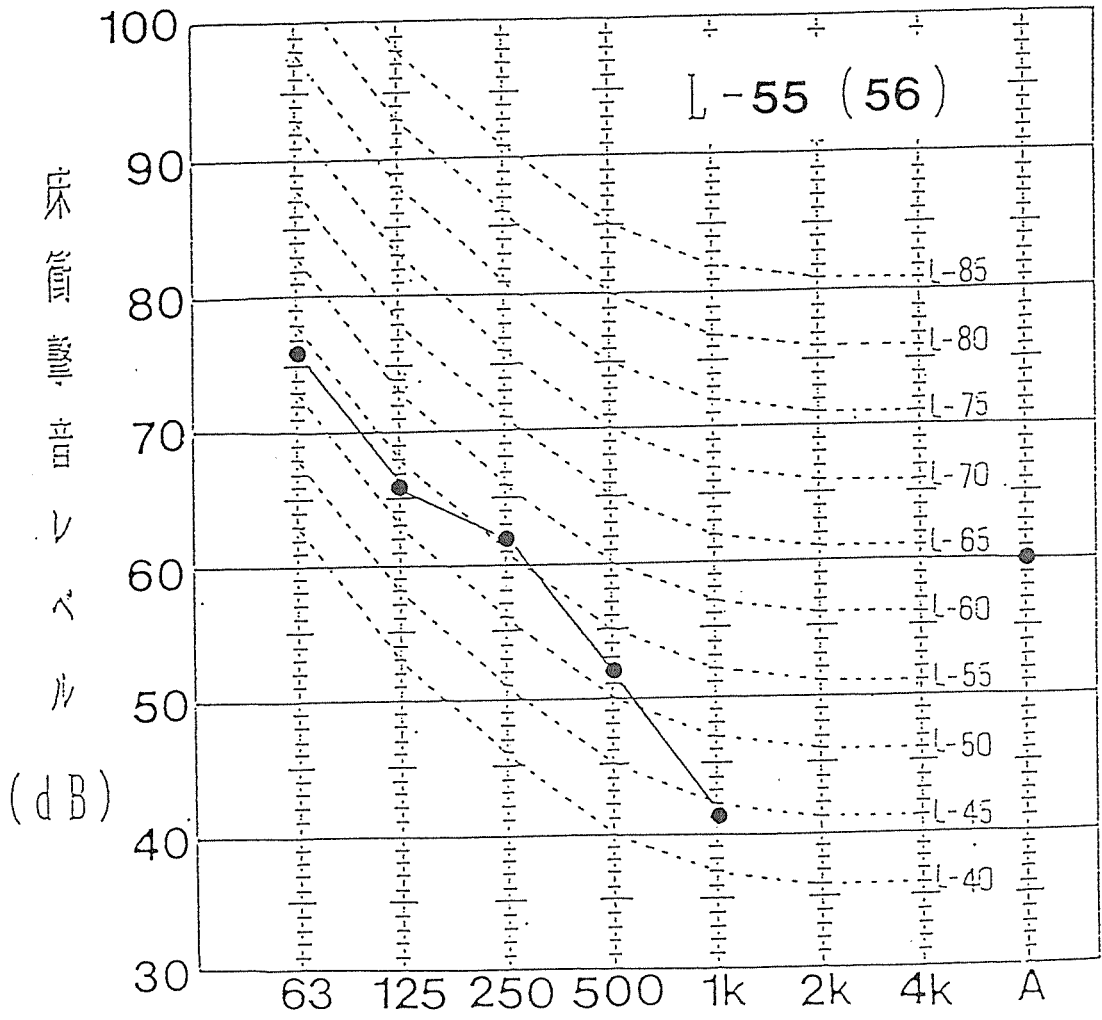
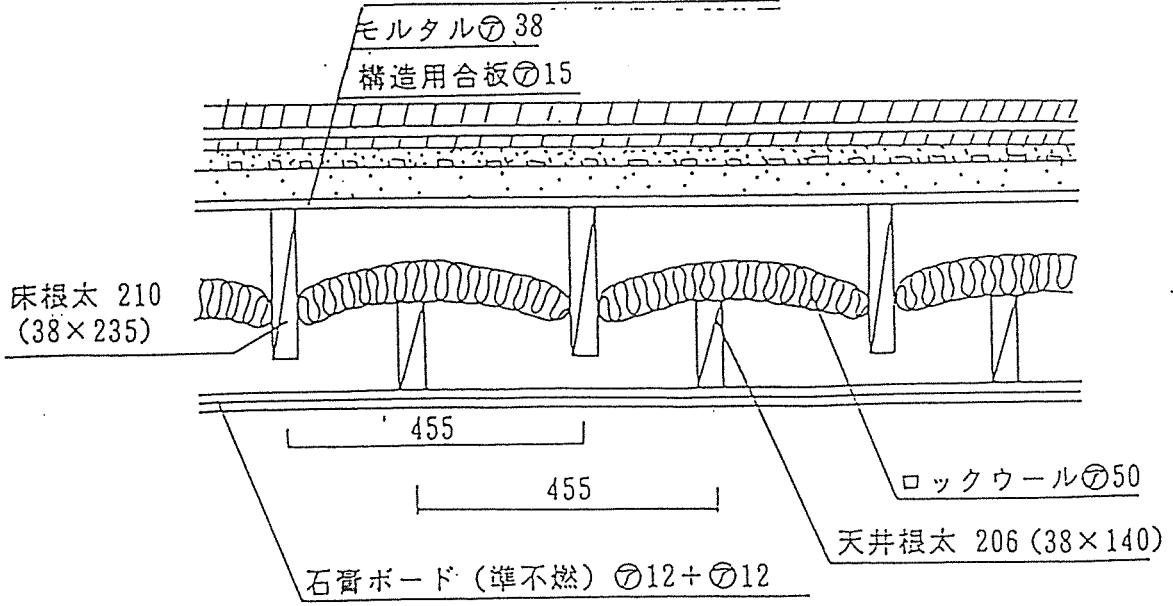
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

9 重量床衝撃音

床下地 : モルタル 厚さ 38 mm
 床仕上げ : フローリング
 天井仕様 : 石膏ボード 厚さ 12 mm + 12 mm



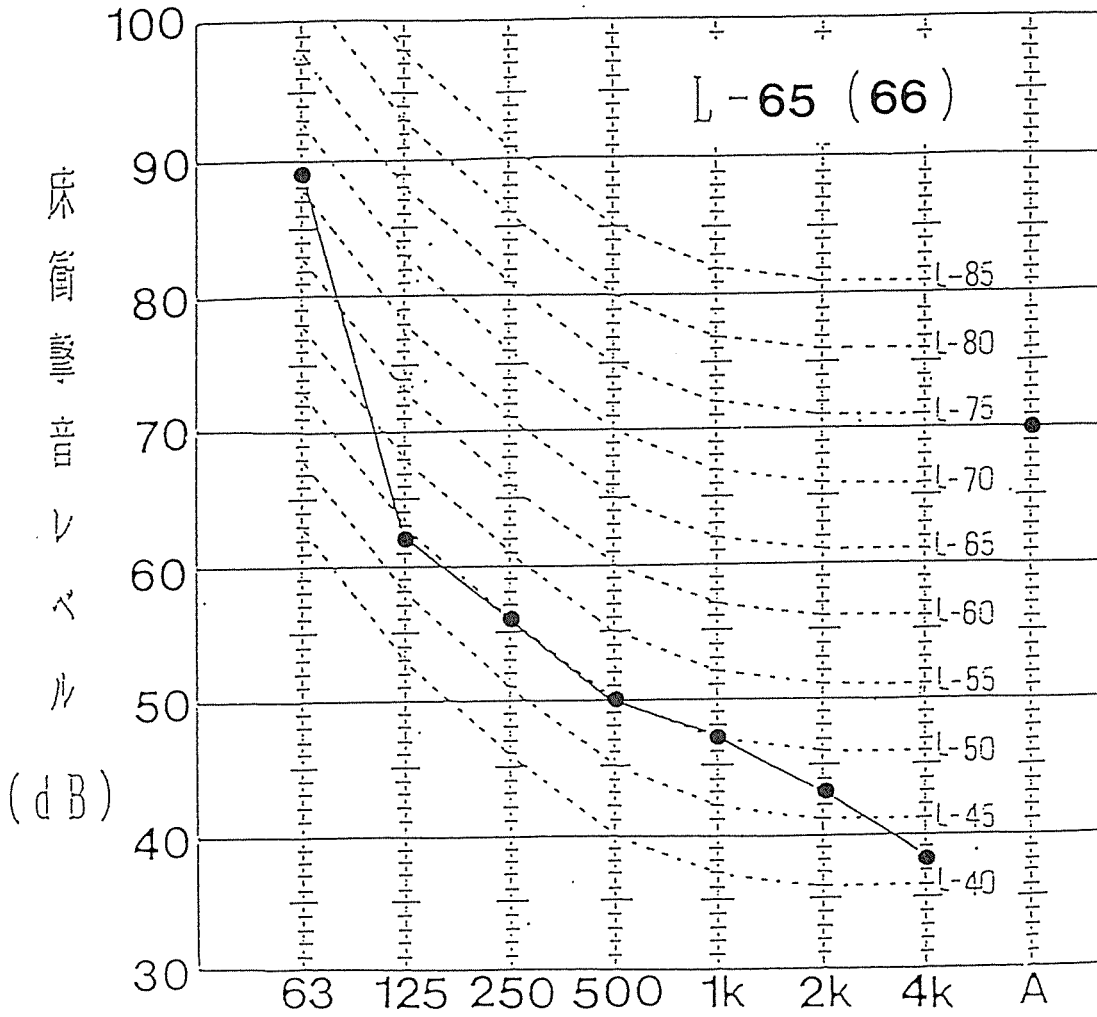
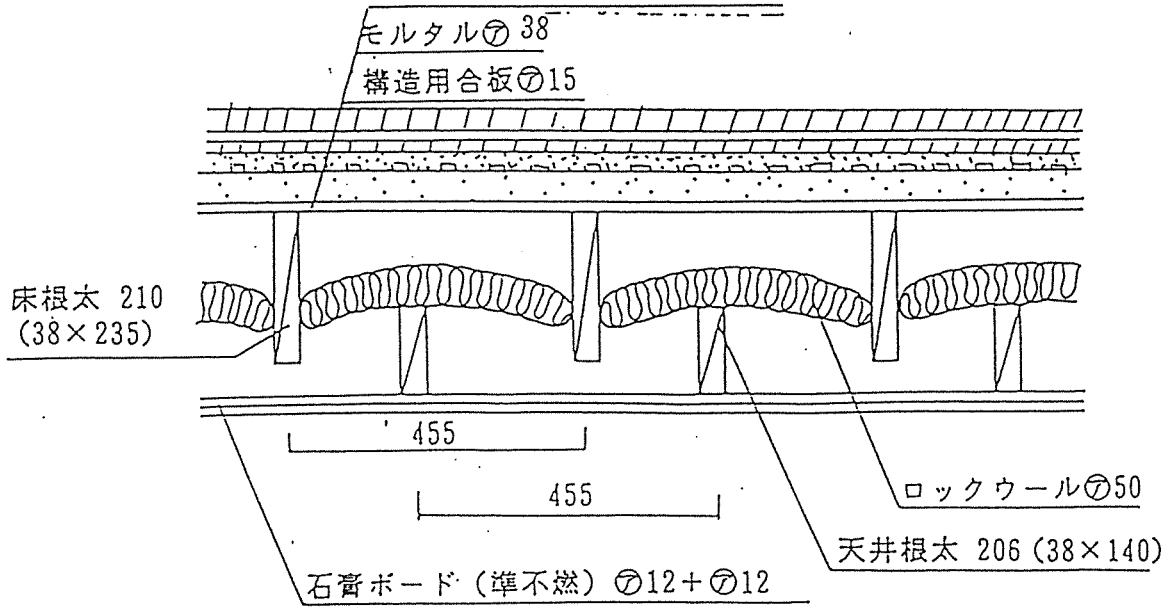
防音タイプフローリング①15
(永大産業(株)ダイレクト55)



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

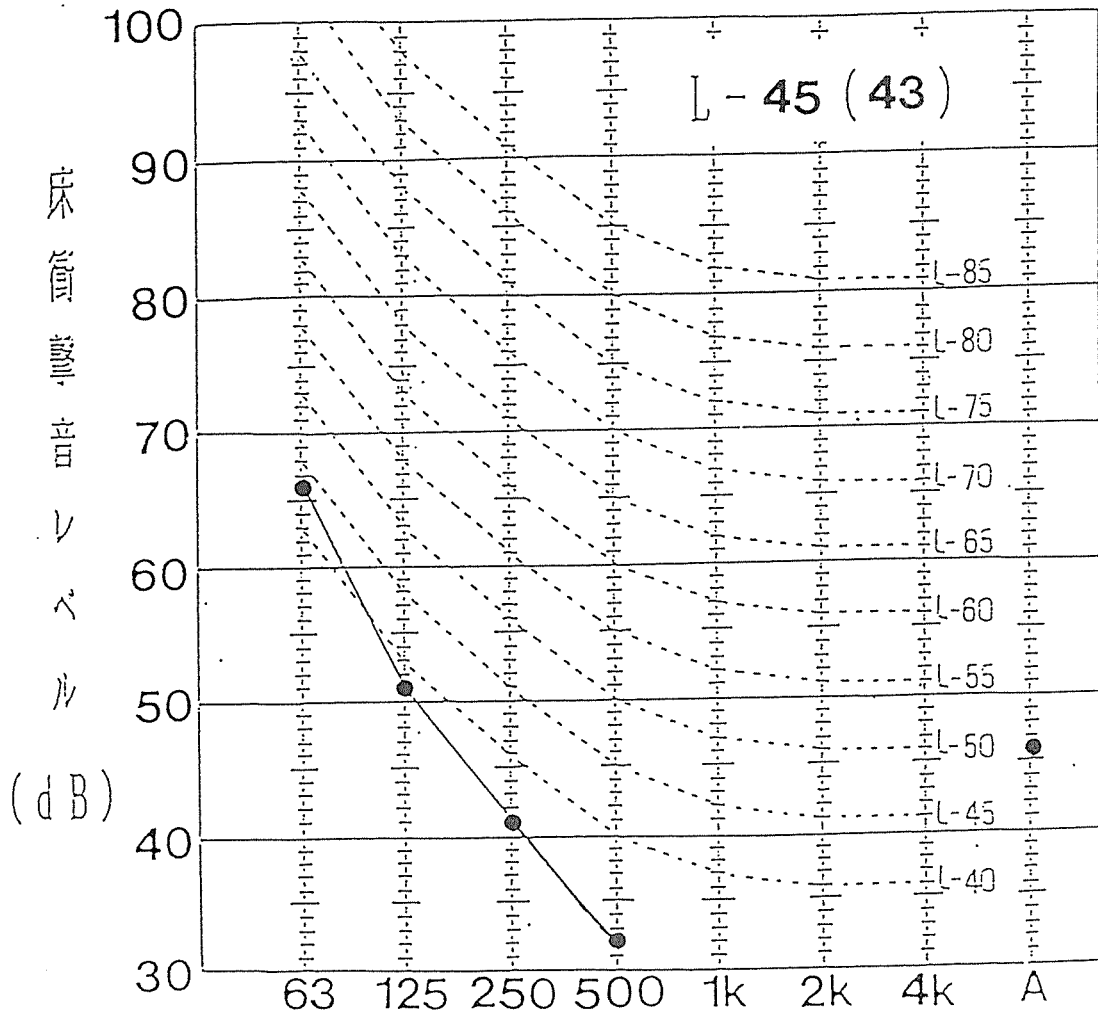
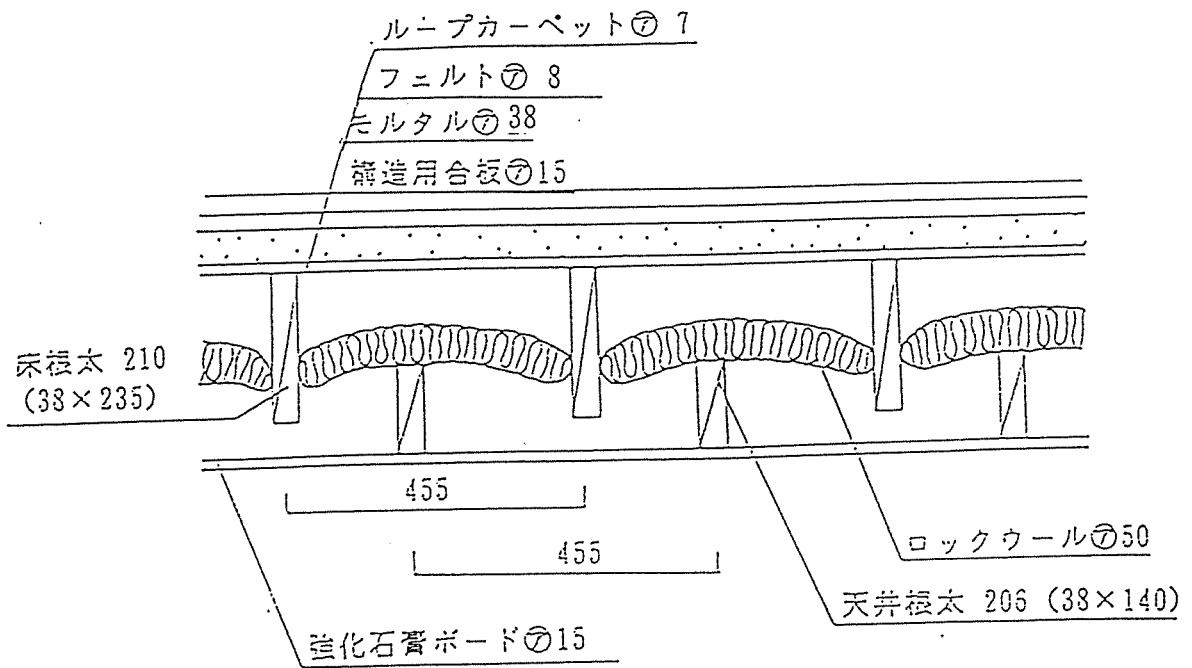
10 軽量床衝撃音

防音タイプフローリング①15
(永大産業㈱ダイレクト55)



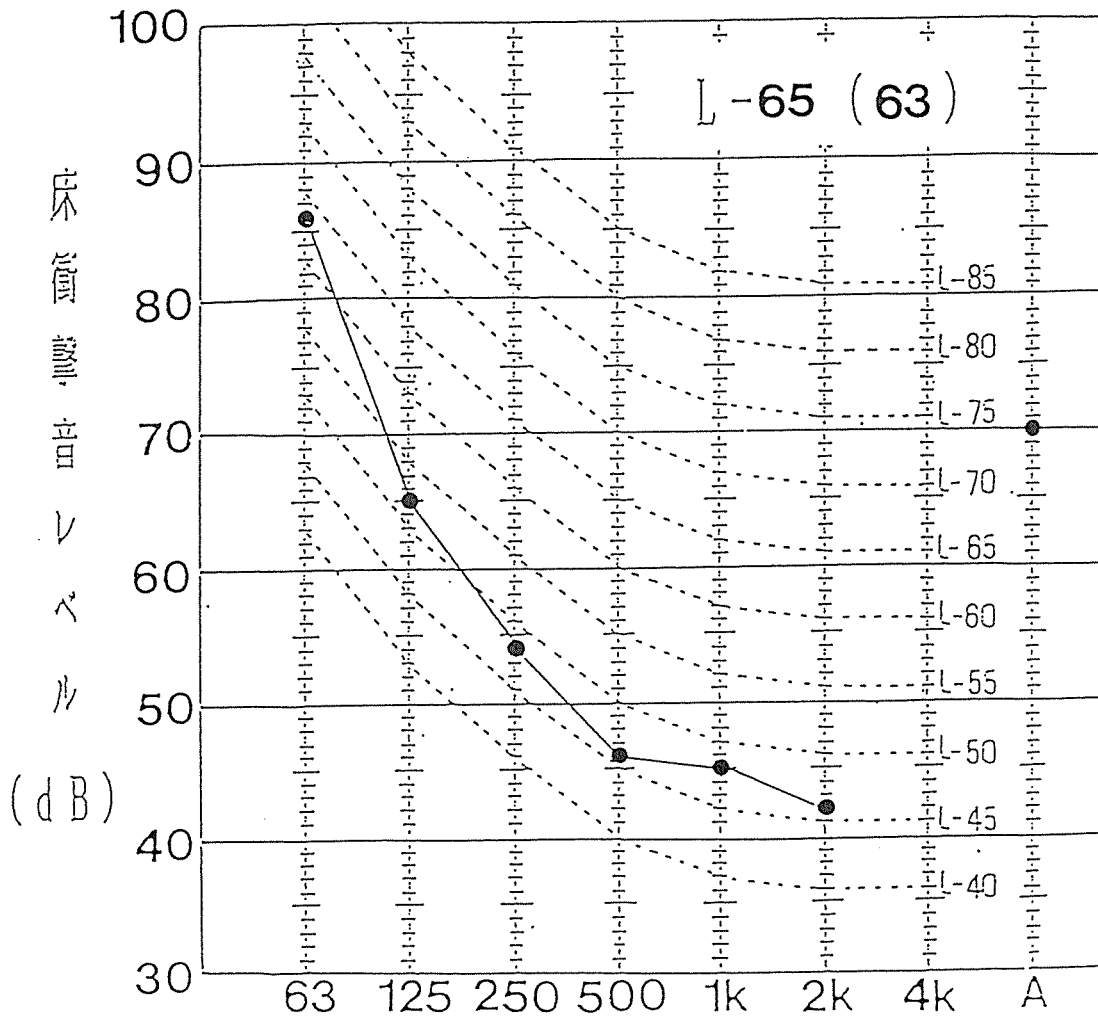
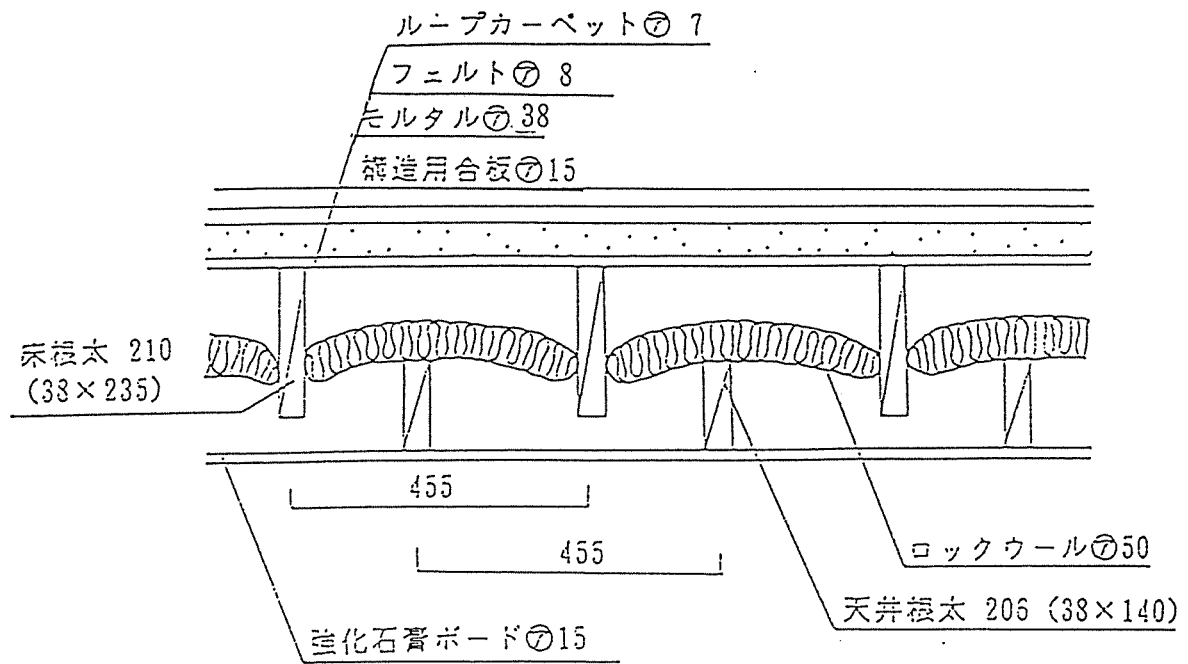
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

10重量床衝撃音



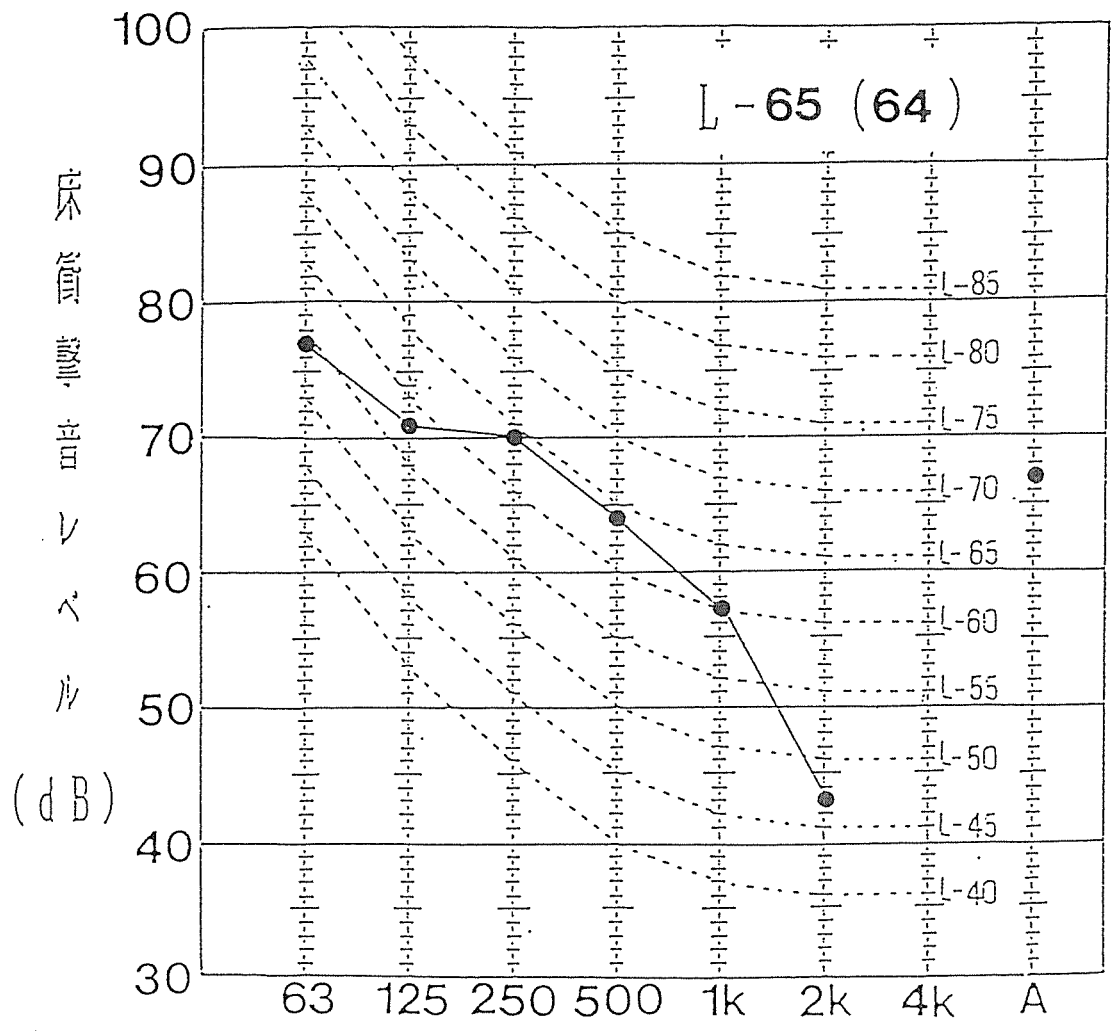
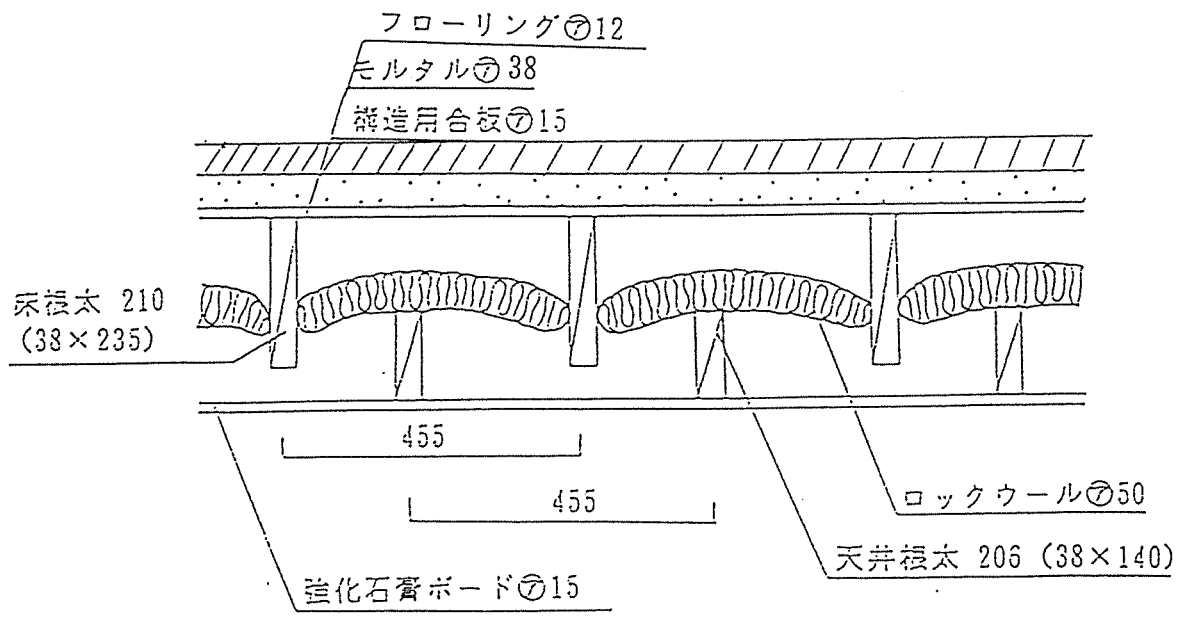
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

11. 軽量床衝撃音



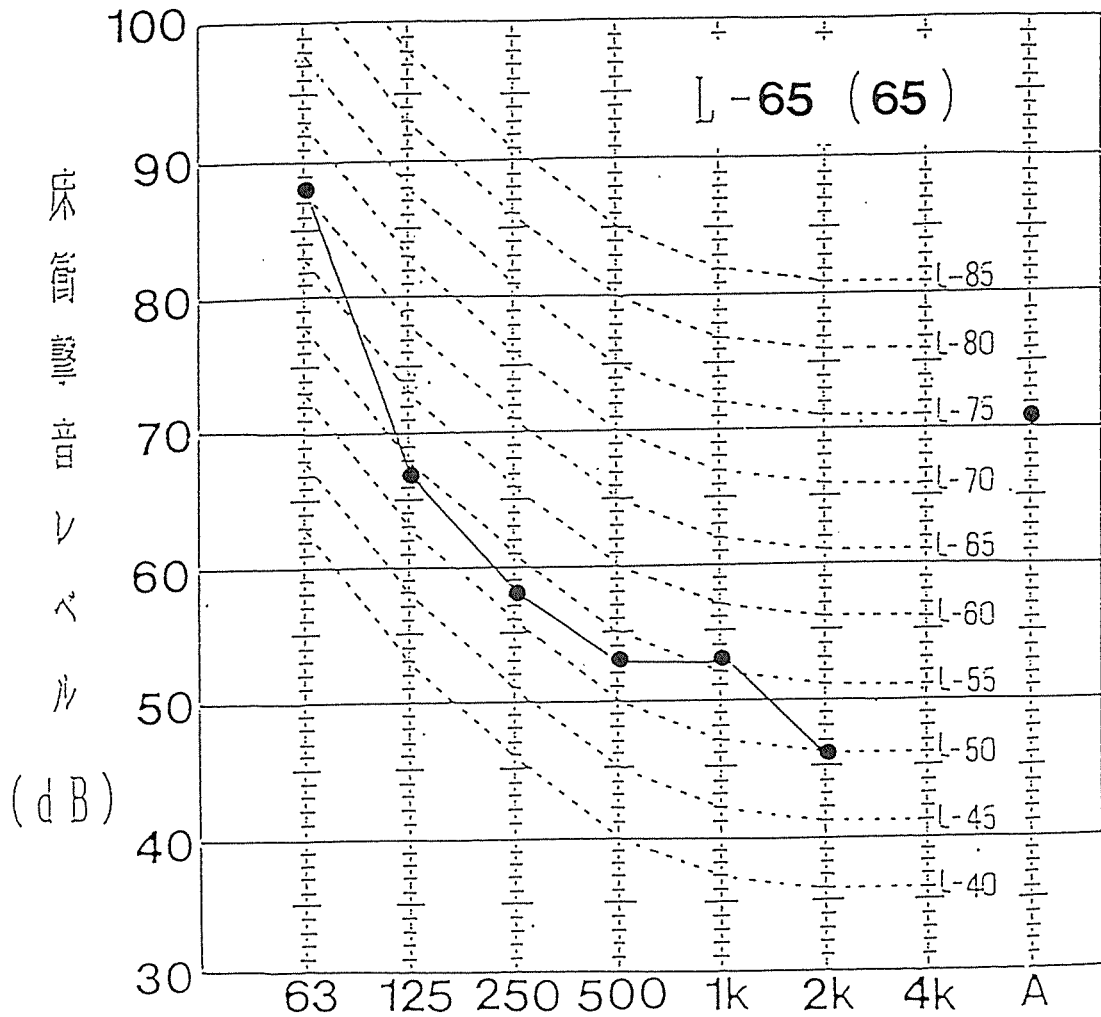
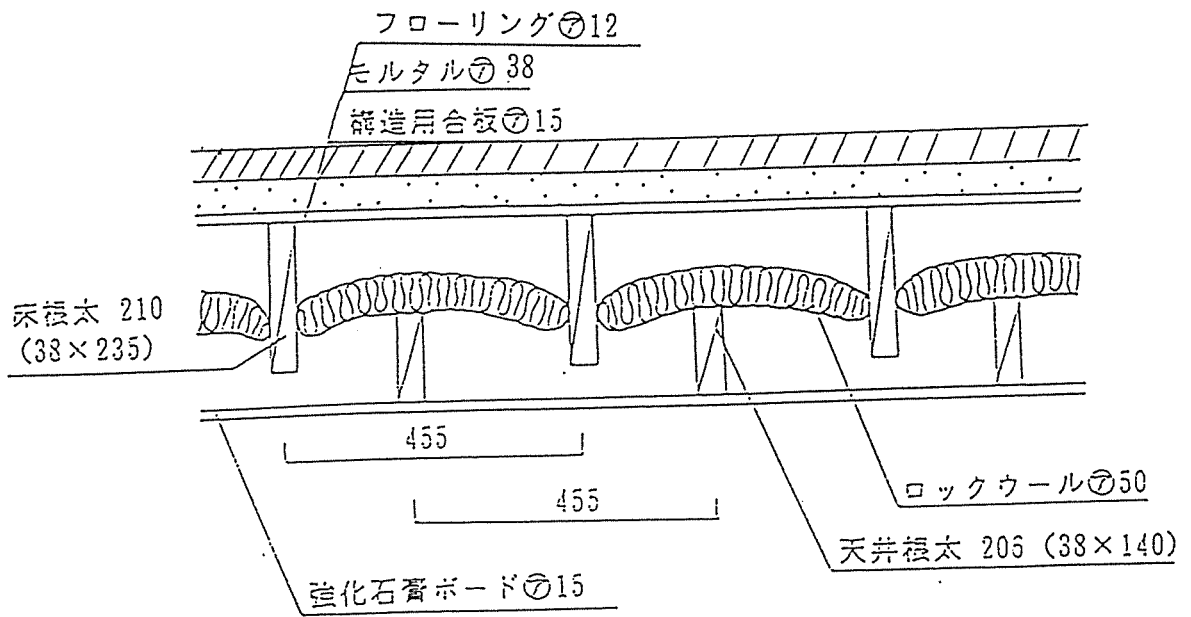
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

11 重量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

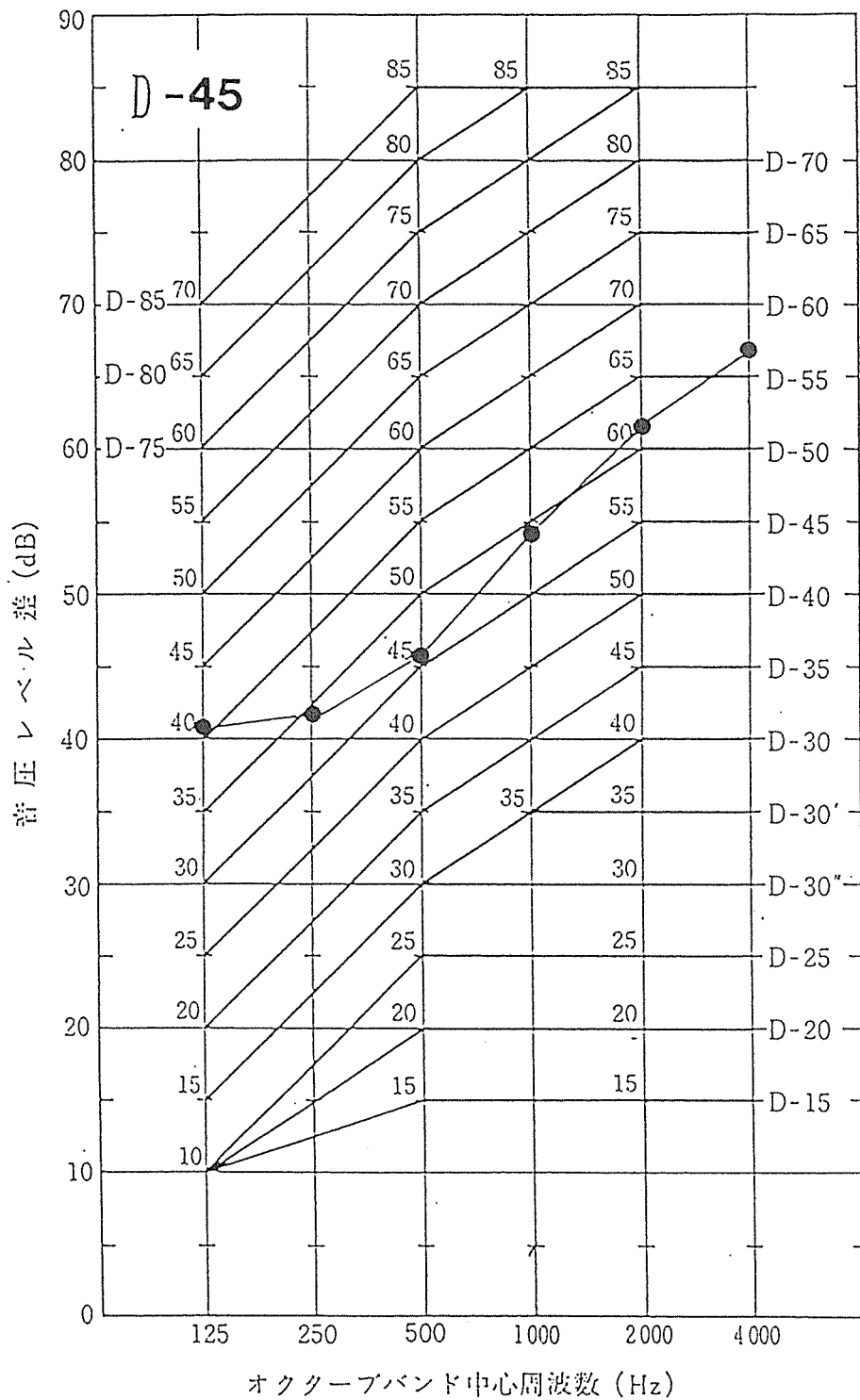
12 軽量床衝撃音



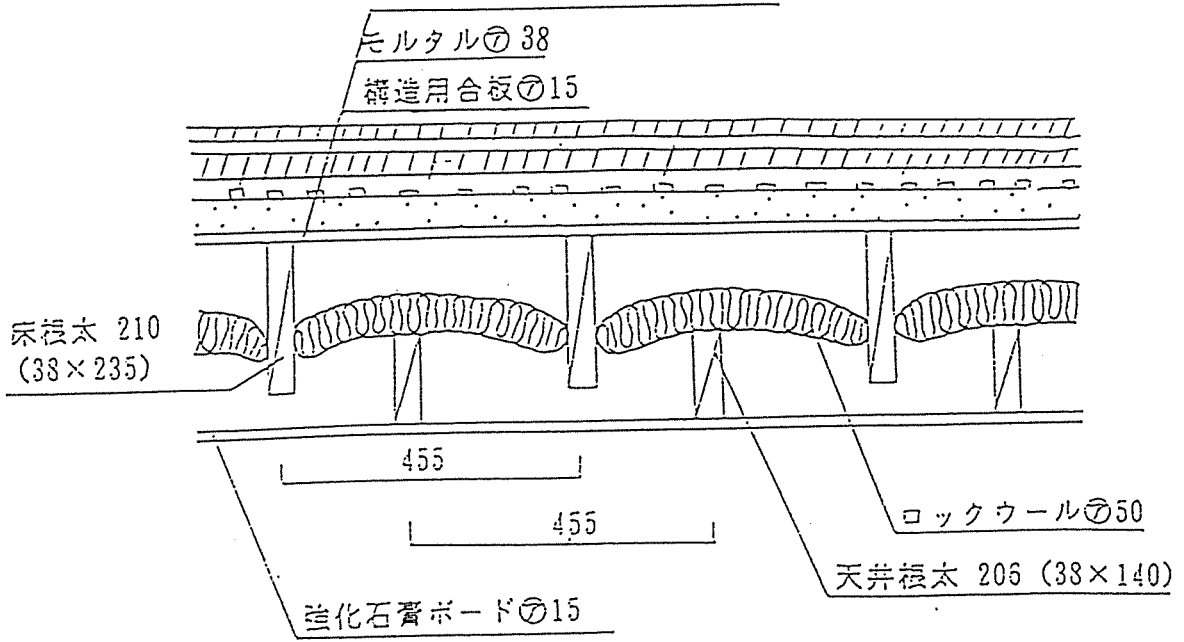
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

12重量床衝撃音

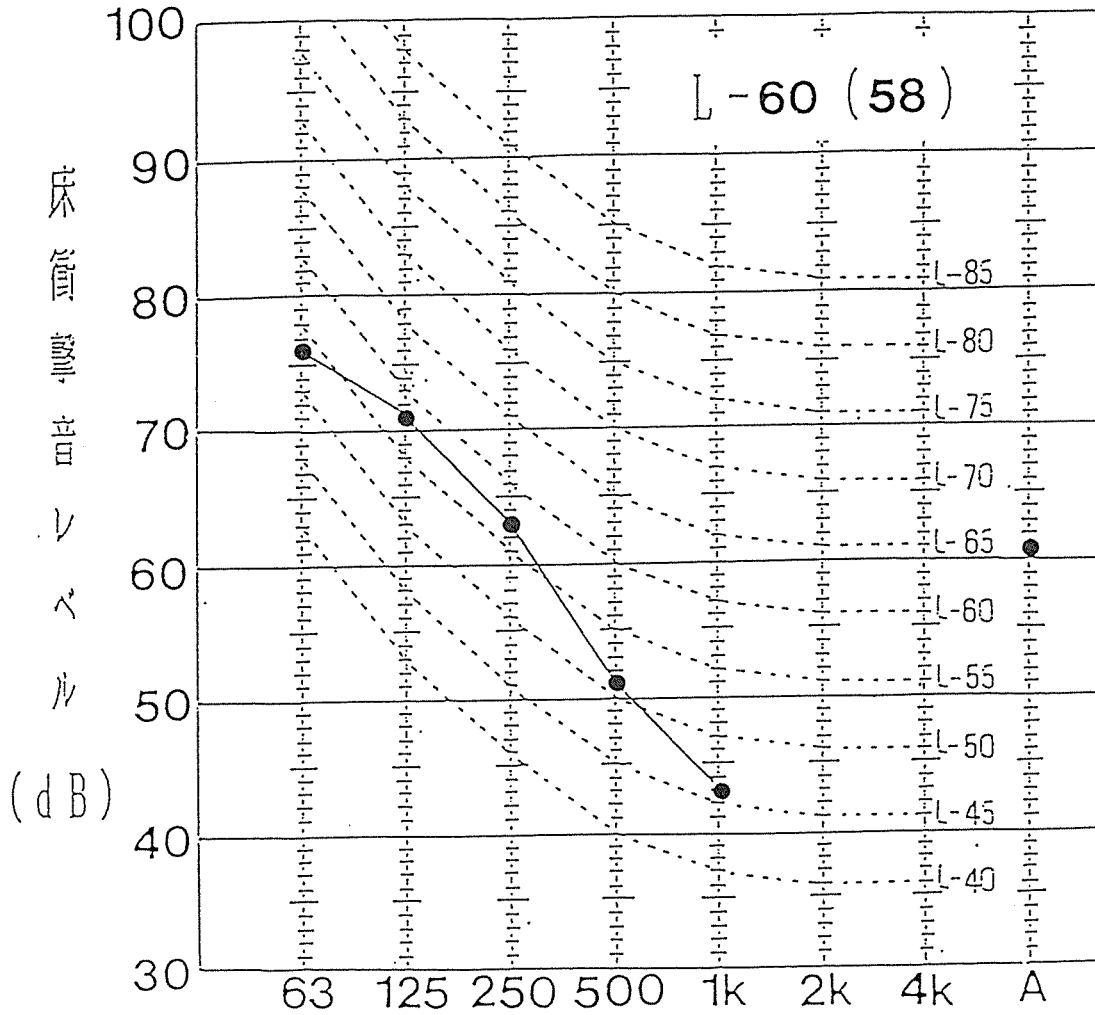
床下地 : モルタル 厚さ 38 mm
 床仕上げ : フローリング
 天井仕様 : 石膏ボード 厚さ 15 mm



防音タイプフローリング①15
(永大産業㈱ダイレクト55)



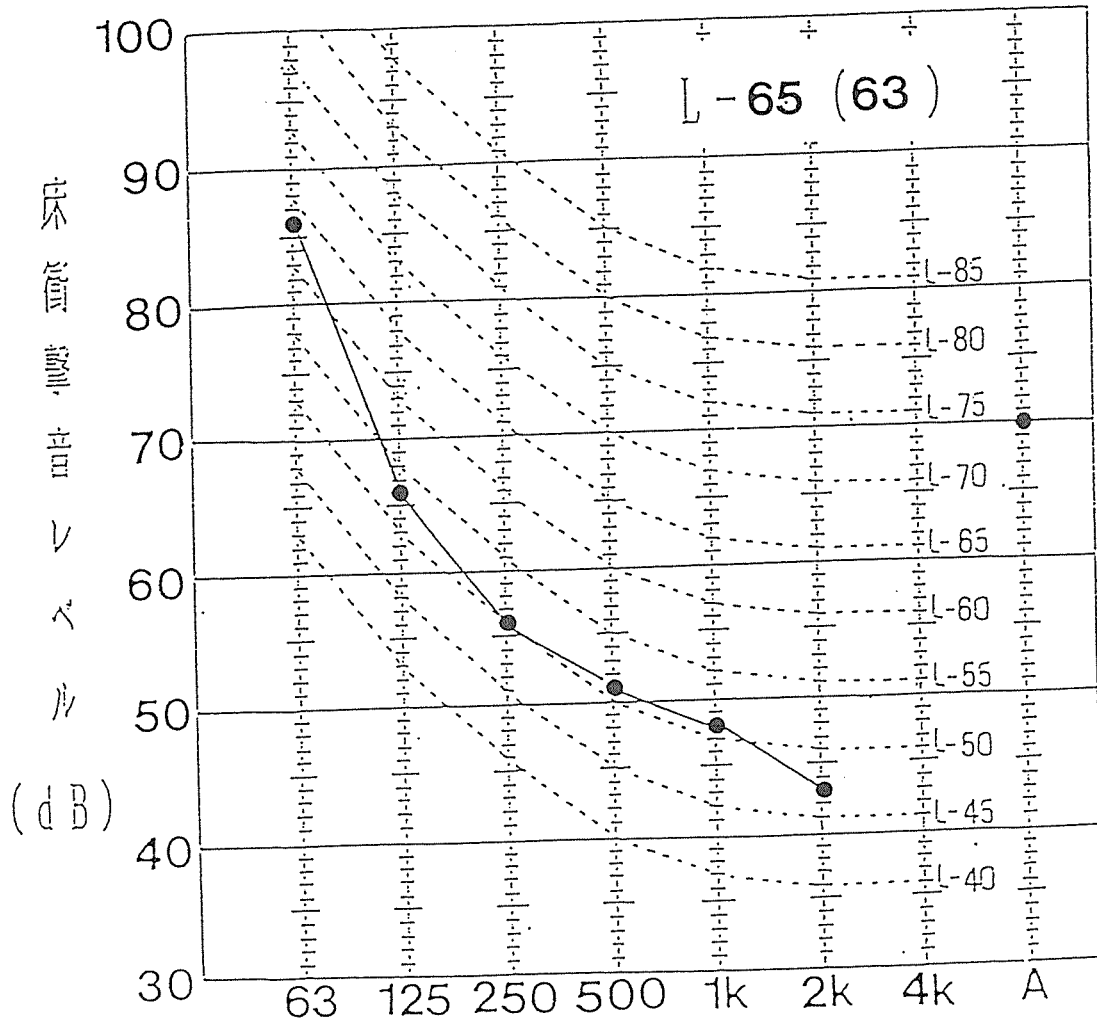
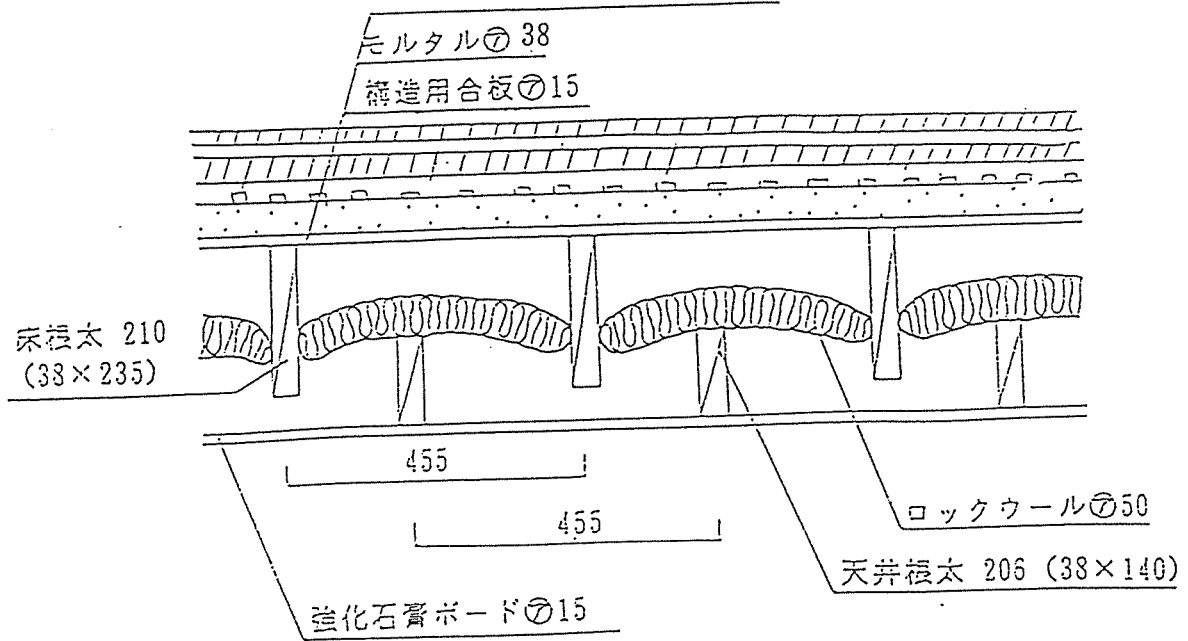
15 38 235 15 38



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

13 軽量床衝撃音

防音タイプフローリング①15.
(永大産業㈱ダイレクト55)



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

13 重量床衝撃音

2 × 4 工法住宅
床 衝 撃 音 実 験 報 告 書

1993年 4月13日

島根大学農学部
生物材料工学講座

目 次

1. 実験方法 P 153

2. 結果 P 160

試験結果一覧 P 160

各仕様の床衝撃音測定結果 P 161

実験方法

1. 実験棟

実験棟は島根大学内の実物大2×4工法住宅で、和室、8畳間で平面内寸は3640mm×3640mmである。また壁は、外壁側より防火サイディング仕上げ厚さ15mm－アスファルトフェルト－構造用合板厚さ9mm－ロックウール断熱材厚さ50mm－石膏ボード厚さ12mm2枚貼りという構造である。1階受音室は、実験中は畳敷とし、出入口面を除く3面の壁に吸音用としてカーテンを貼った。なお、実験住宅の断面詳細図及び1階、2階平面図を図1、2に示す。

2. 実験日

1993年 4月 5日

3. 床構成

試験体の床下地仕様、床仕上げ仕様3種類を図3、4に示す。

4. 下室天井

下室天井材料は、厚さ15mmの石膏ボード1枚張りとして実験を行った(図3)。

5. 床衝撃音実験

2階床衝撃による騒音及び振動レベルの測定・解析は、JIS A 1418 「建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法」に準拠して行った。軽量衝撃源としてタッピングマシン、重量衝撃源としてタイヤ落下を使用し、2階床衝撃点を順次衝撃した。重量衝撃源はJIS規格に定められたタイヤ(空気圧 1.5 kg/cm²、質量 8.2kg、ホイール付き)を使用し、0.9m±0.1mの高さから反復自由落下させた。

衝撃点5点、測定点5点とした(図5)。

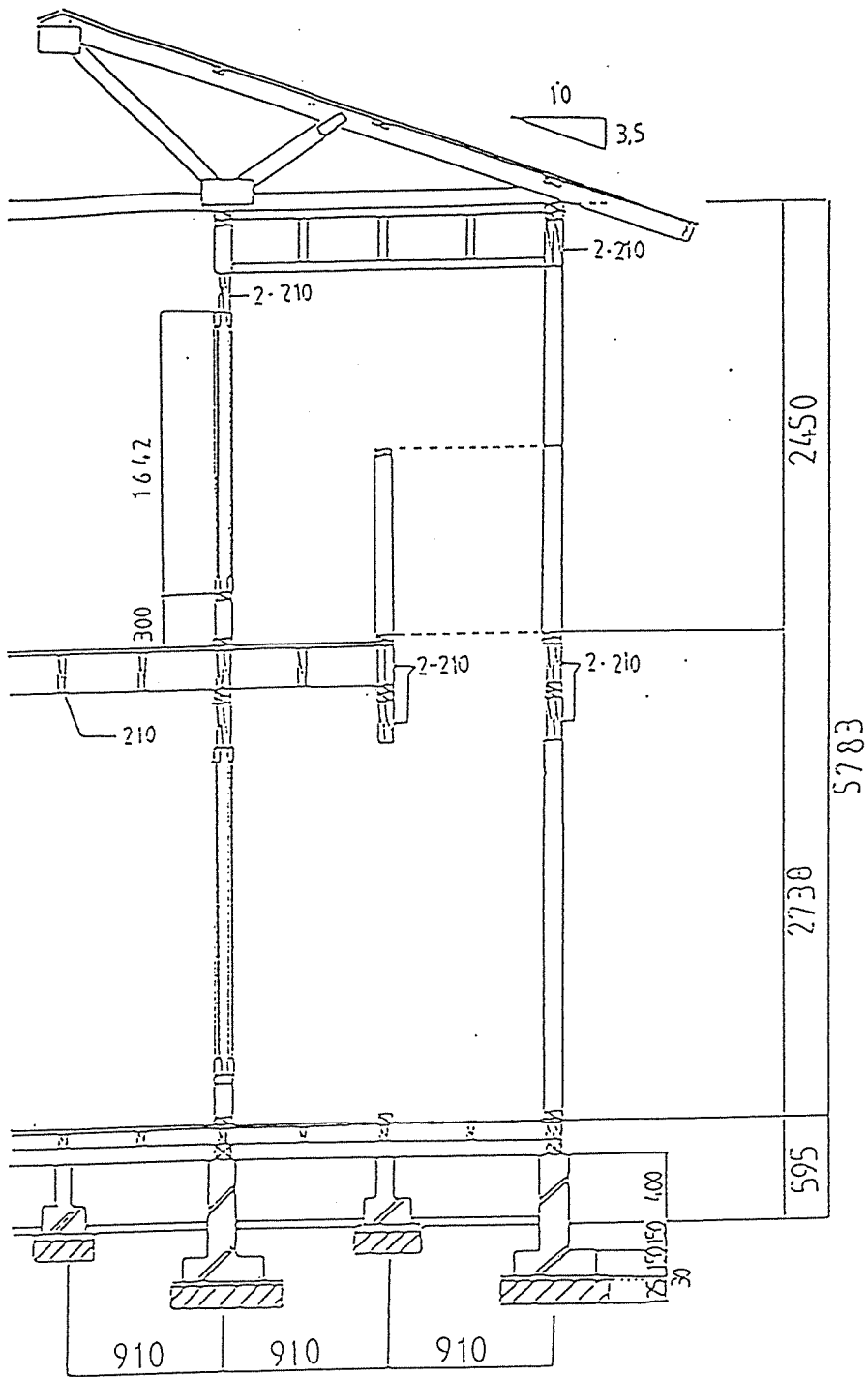
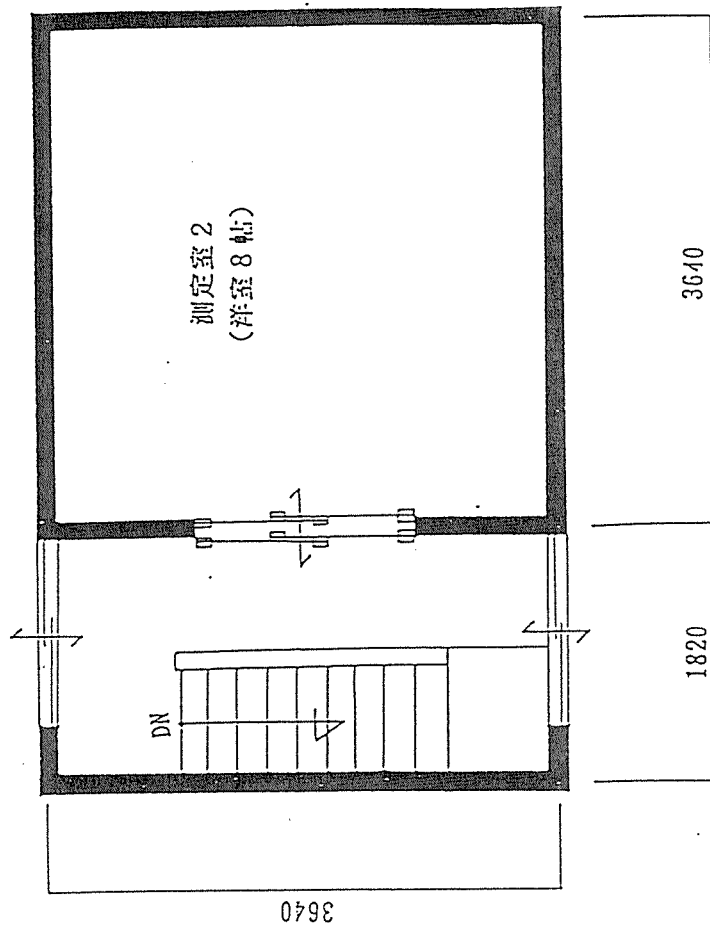
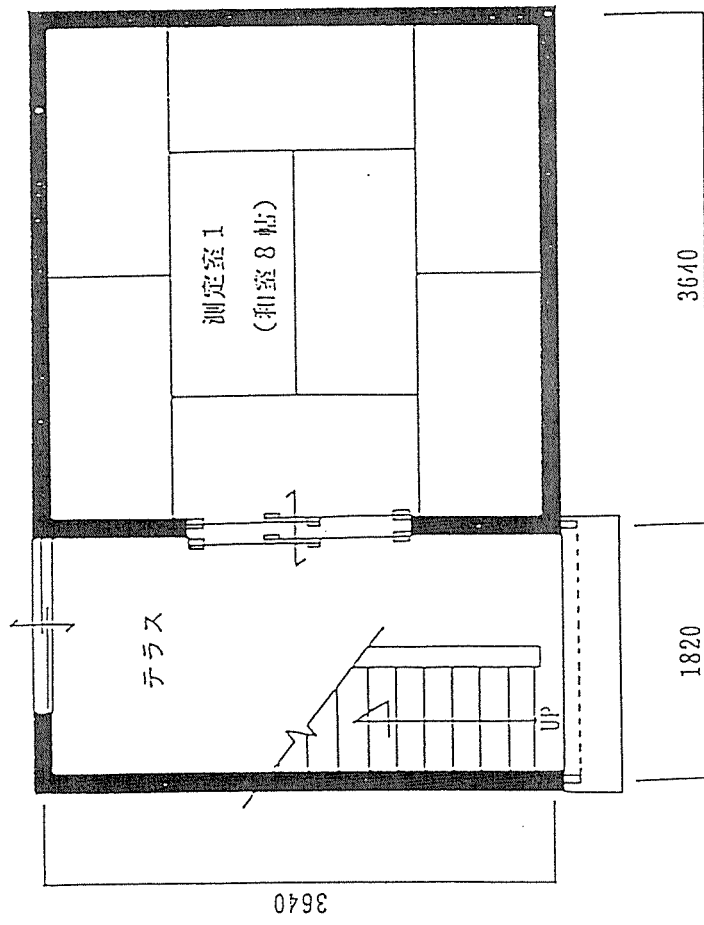


図1 実験住宅の断面詳細図



2階平面図



1階平面図

図2 1階、2階の平面図

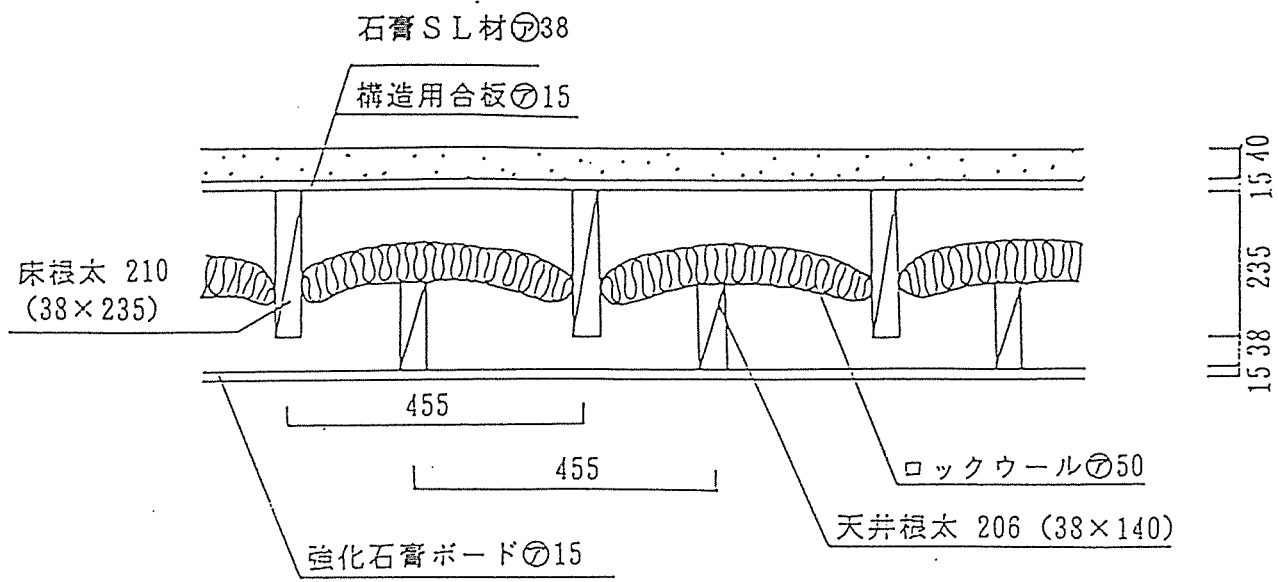
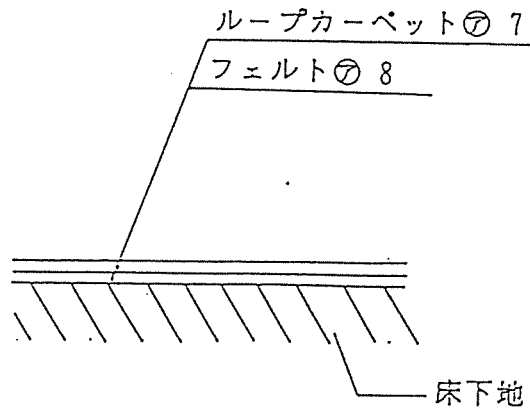
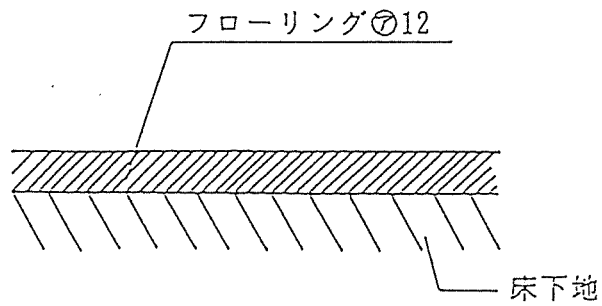


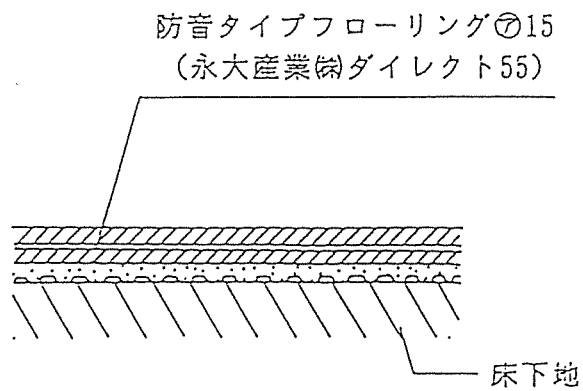
図3 試験体の床下地仕様図



a. フェルトカーペット仕様

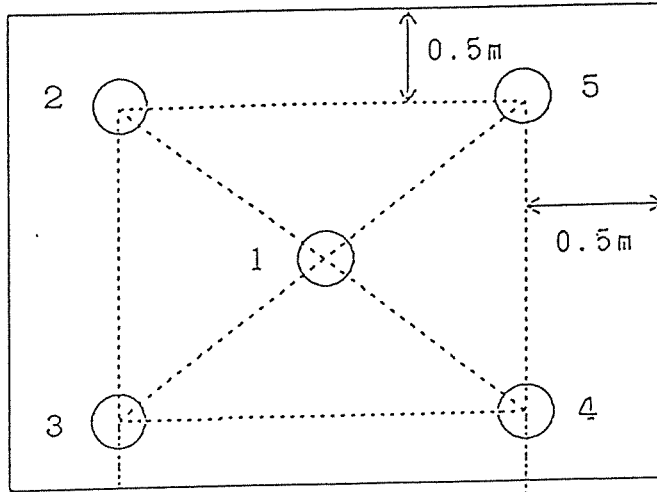


b. フローリング仕様

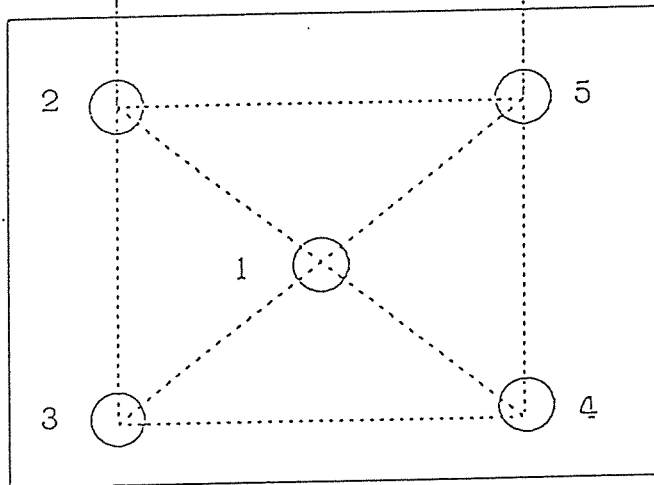


c. 防音タイプフローリング仕様

図4 試験体の床仕上げ仕様図



2階：衝撃位置

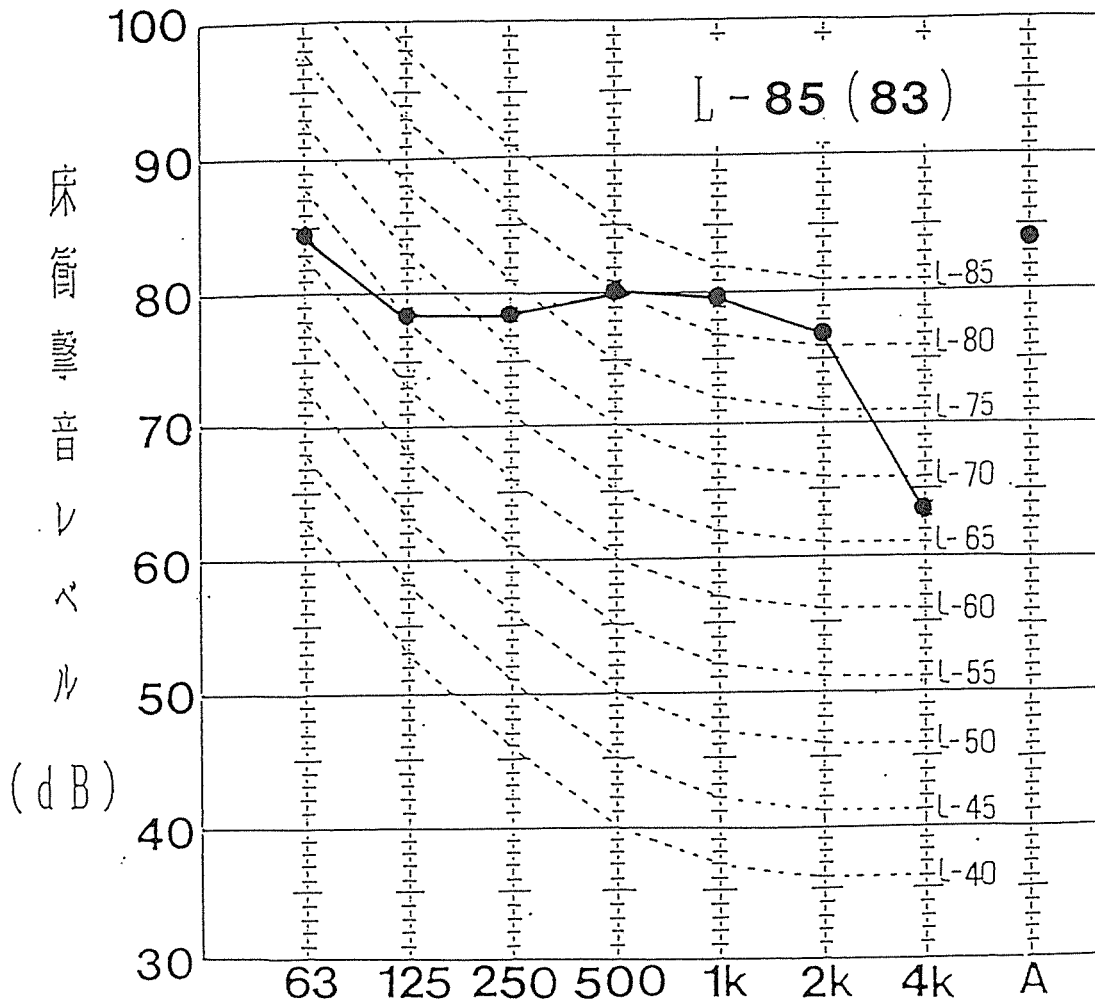
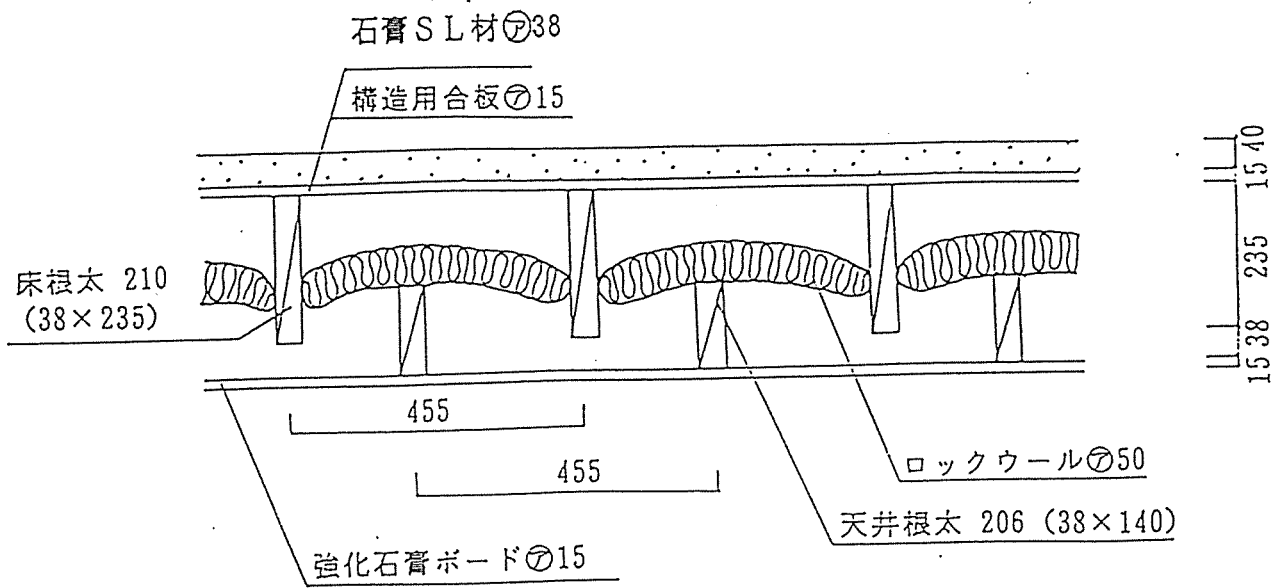


1階：マイクロホン位置

図5 衝撃点及び測定点の位置

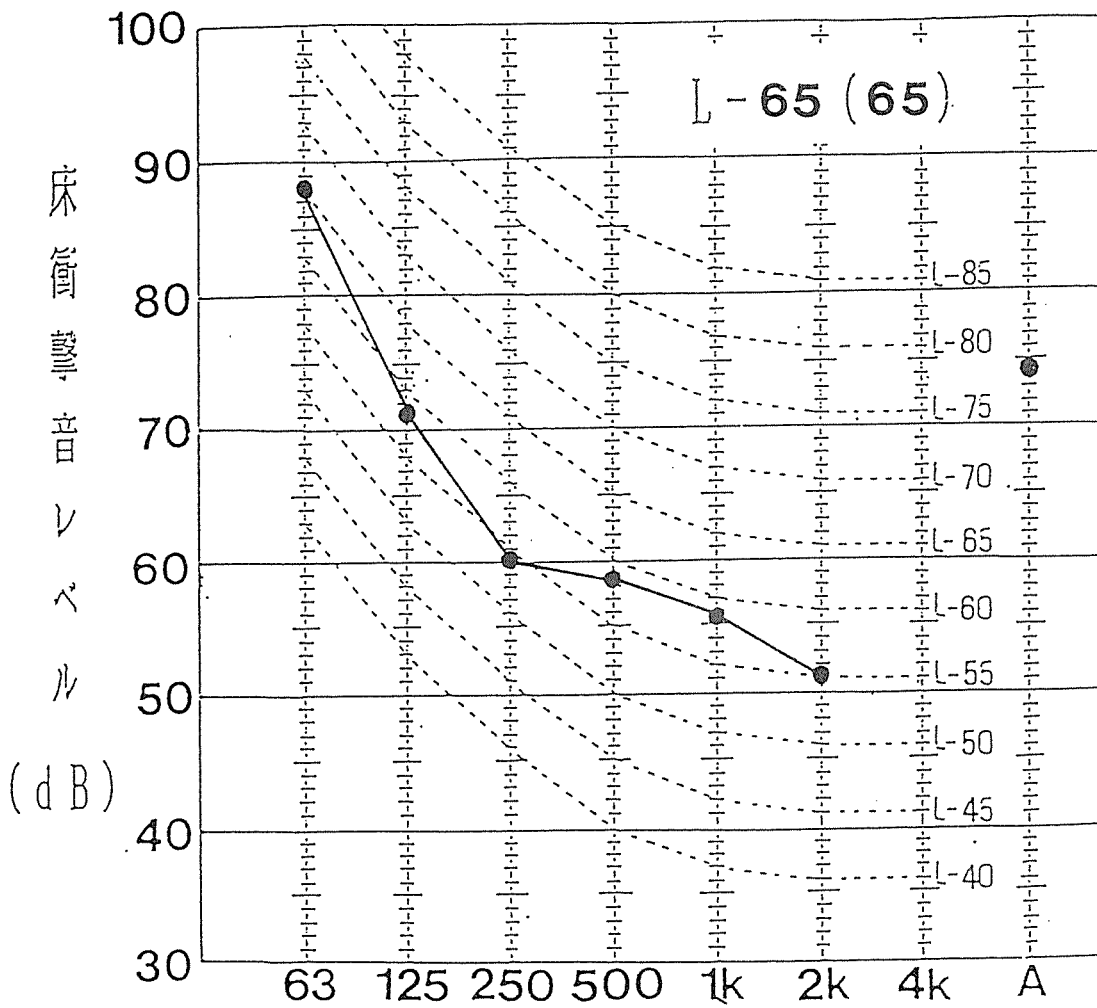
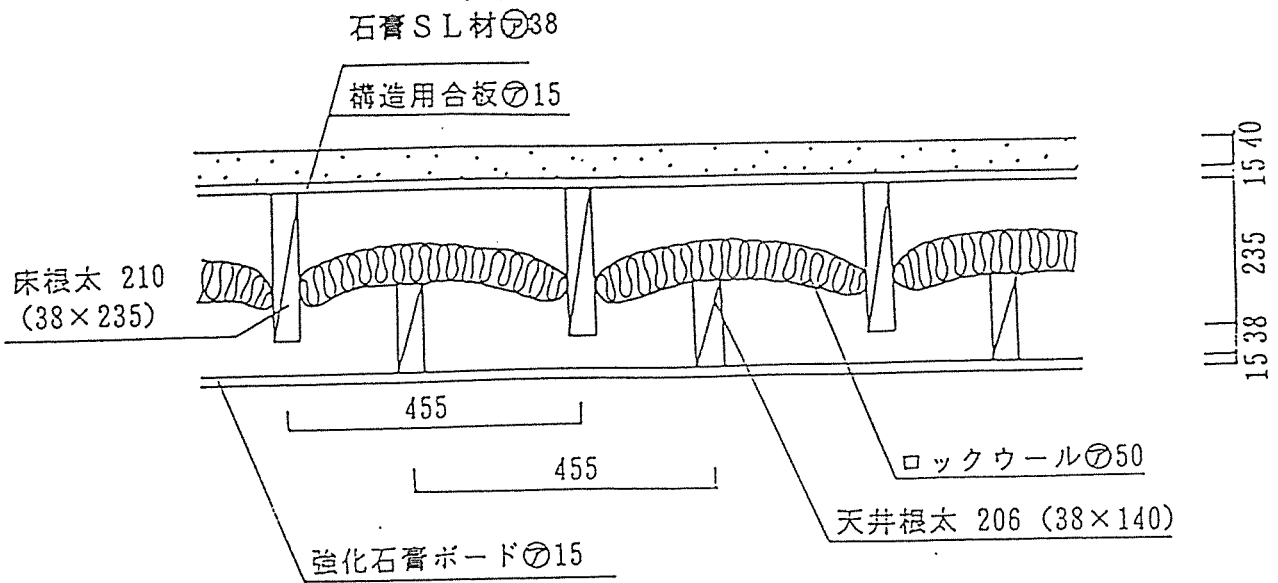
試 験 結 果 一 覧

	床 仕 様(mm)		天井仕様(mm)	L 等 級 (L数)		D等級
	床下地	床仕上げ	石膏ボード	重量衝撃音	軽量衝撃音	空気透過音
1	石膏SL材③8	——	④15	L-65(65)	L-85(83)	——
2		フェルト②8+カーペット⑦		L-65(64)	L-45(44)	——
3		ローリング④12		L-65(65)	L-75(76)	D-45
4		弾性ローリング④15		L-65(65)	L-65(63)	——

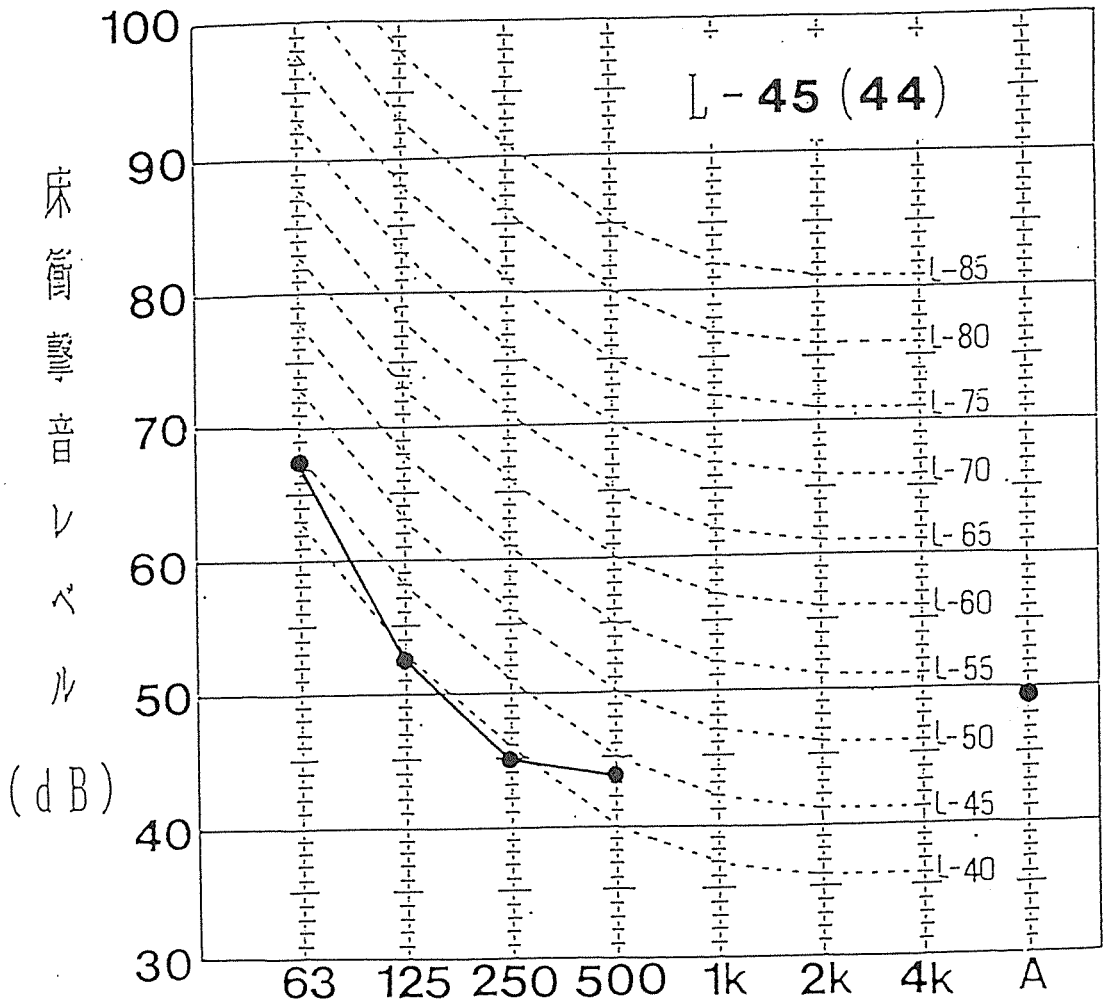
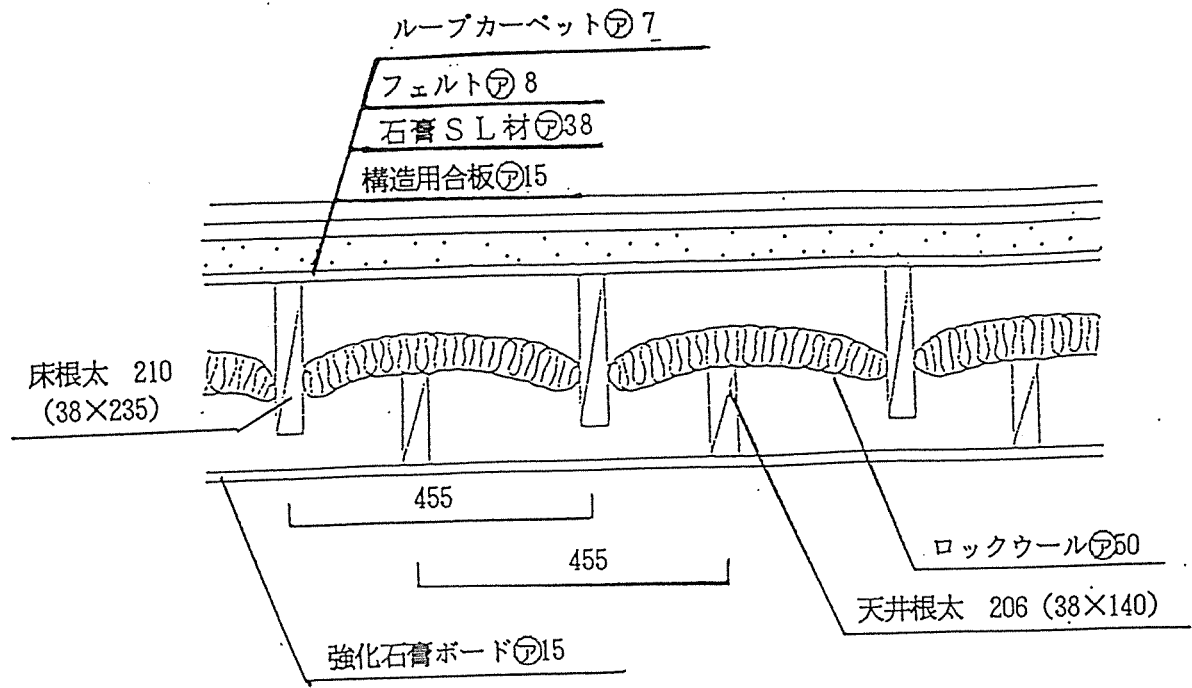


オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

1 軽量床衝撃音

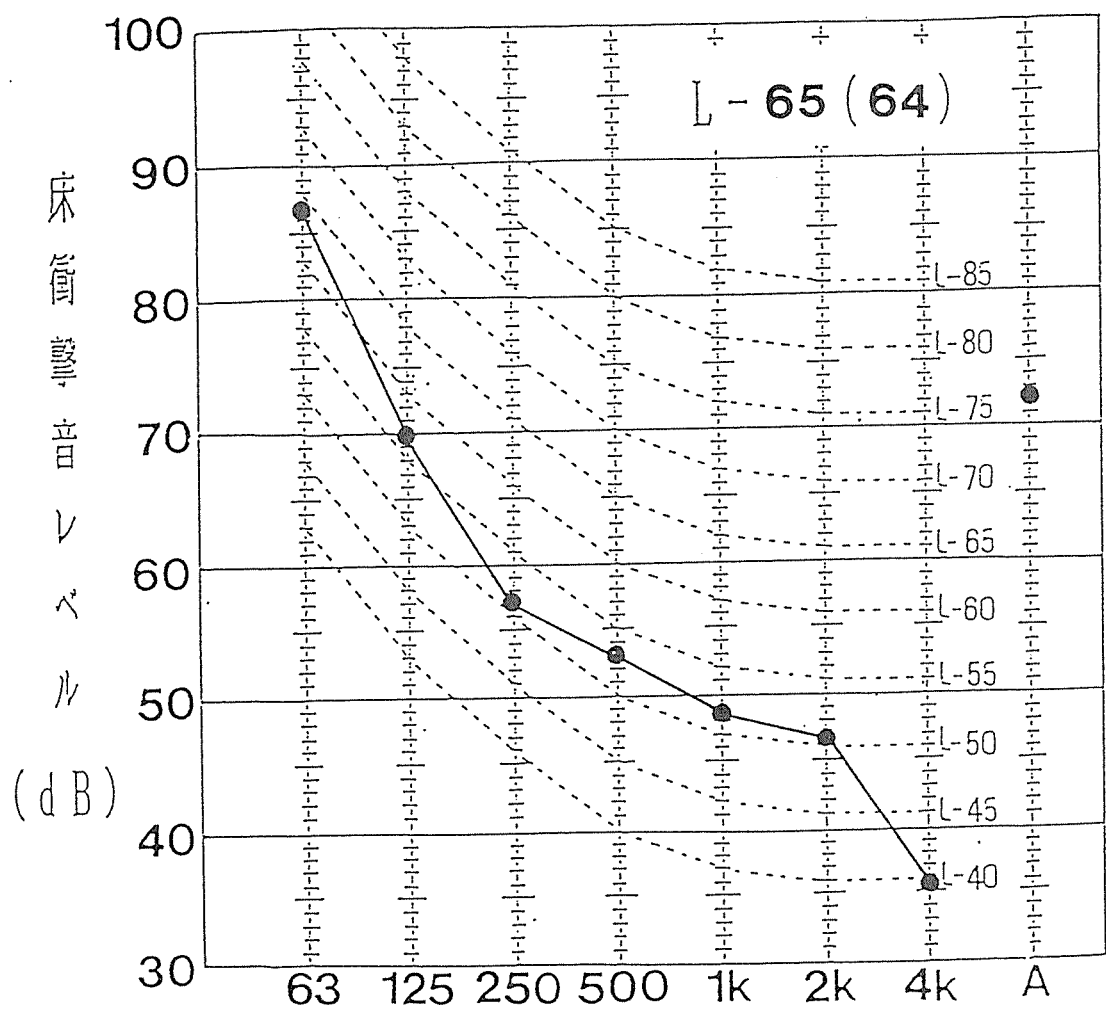
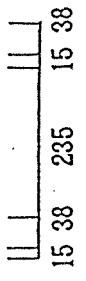
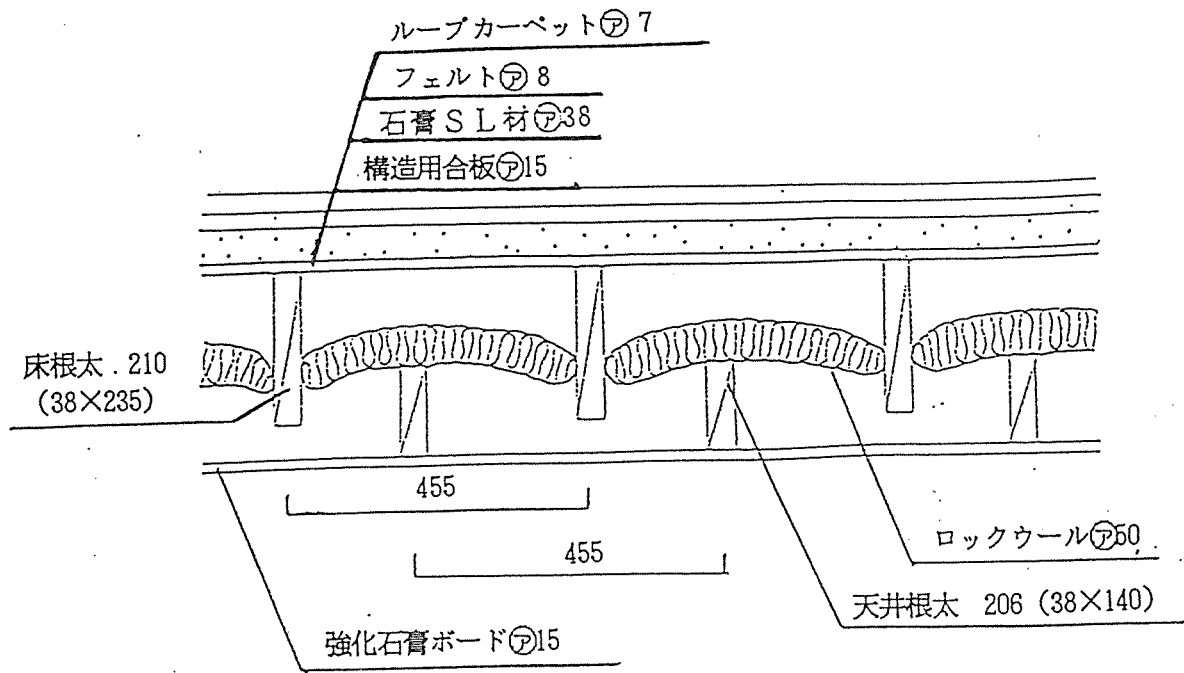


オクターブ帯域中心周波数 (Hz)
 I 重量床衝撃音



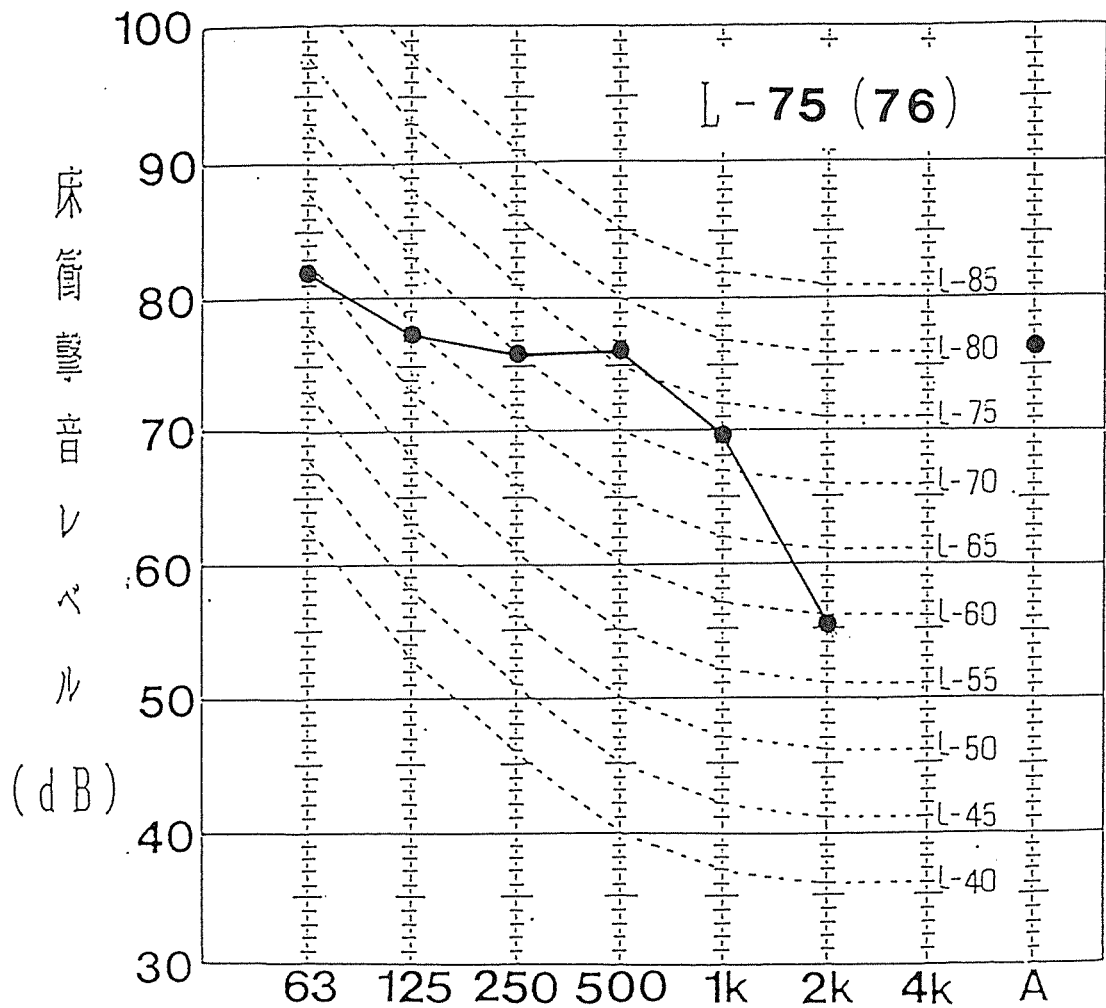
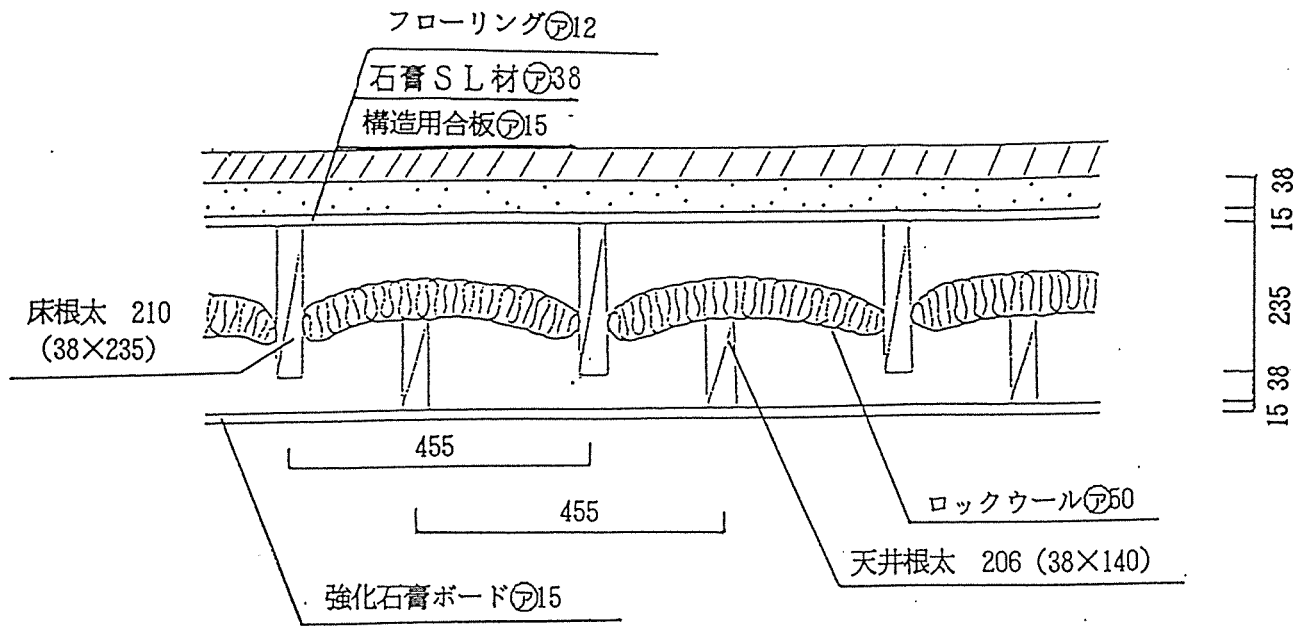
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

2 軽量床衝撃音



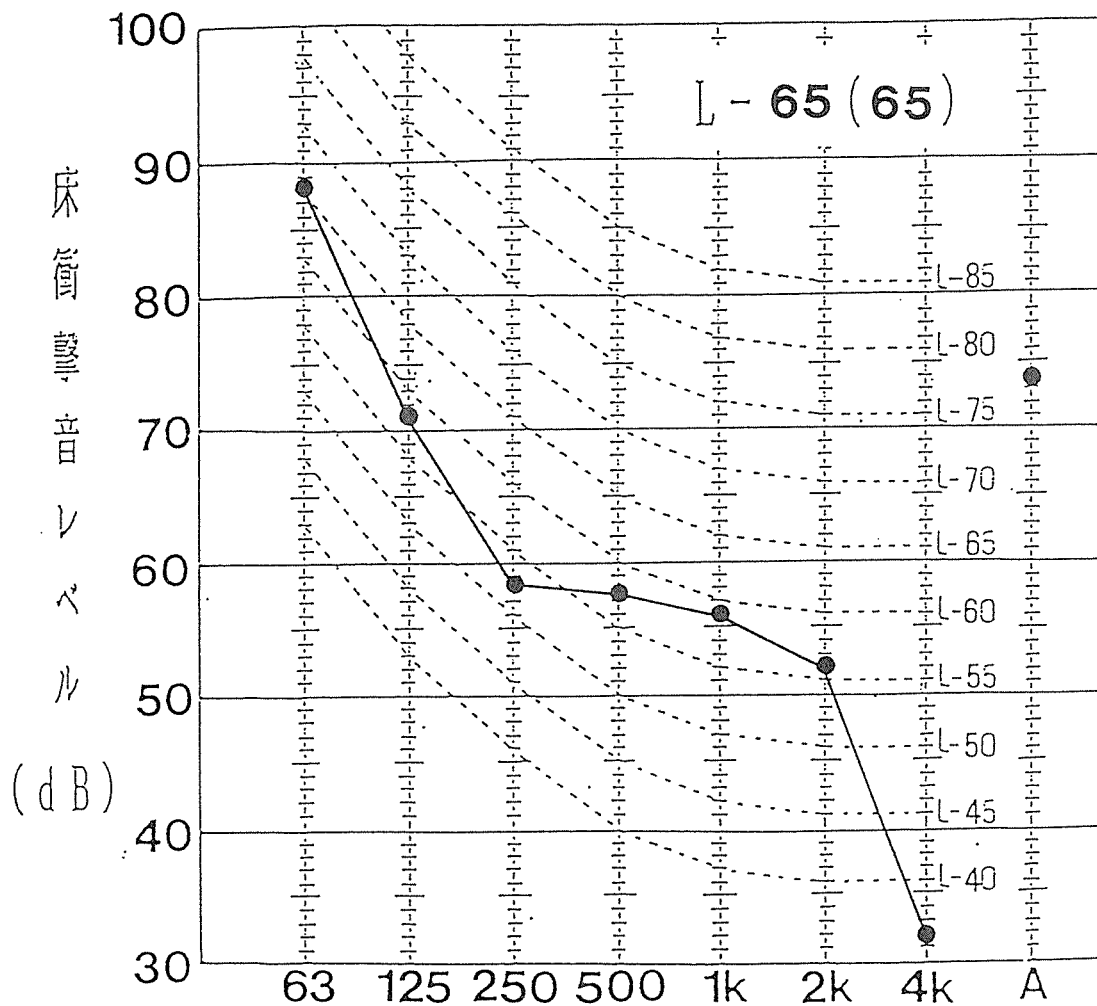
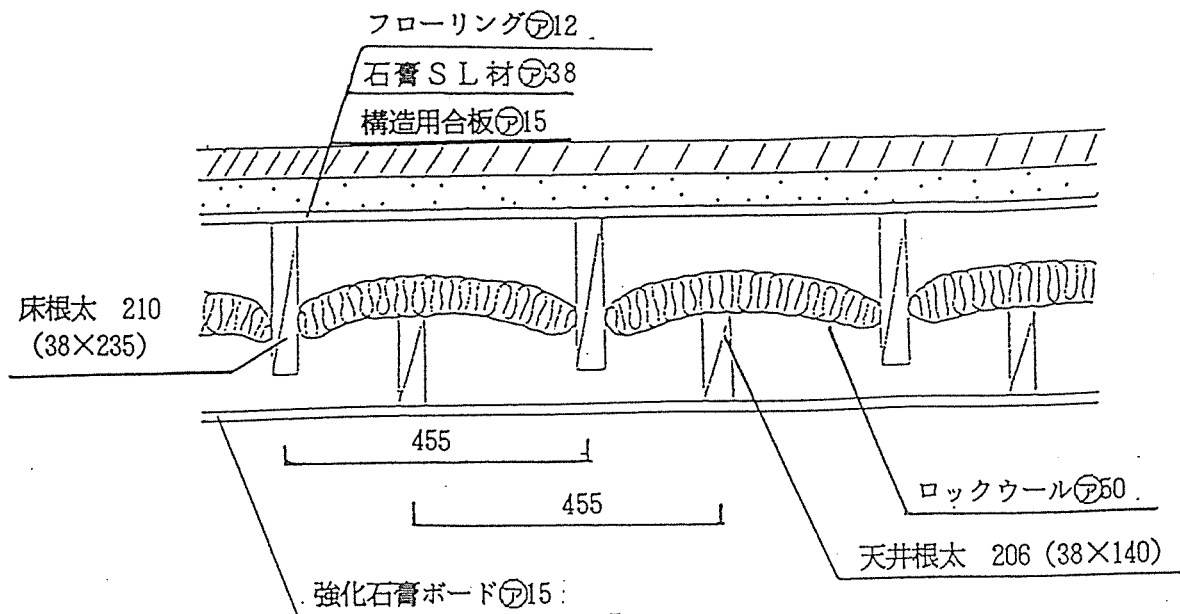
オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

2 重量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

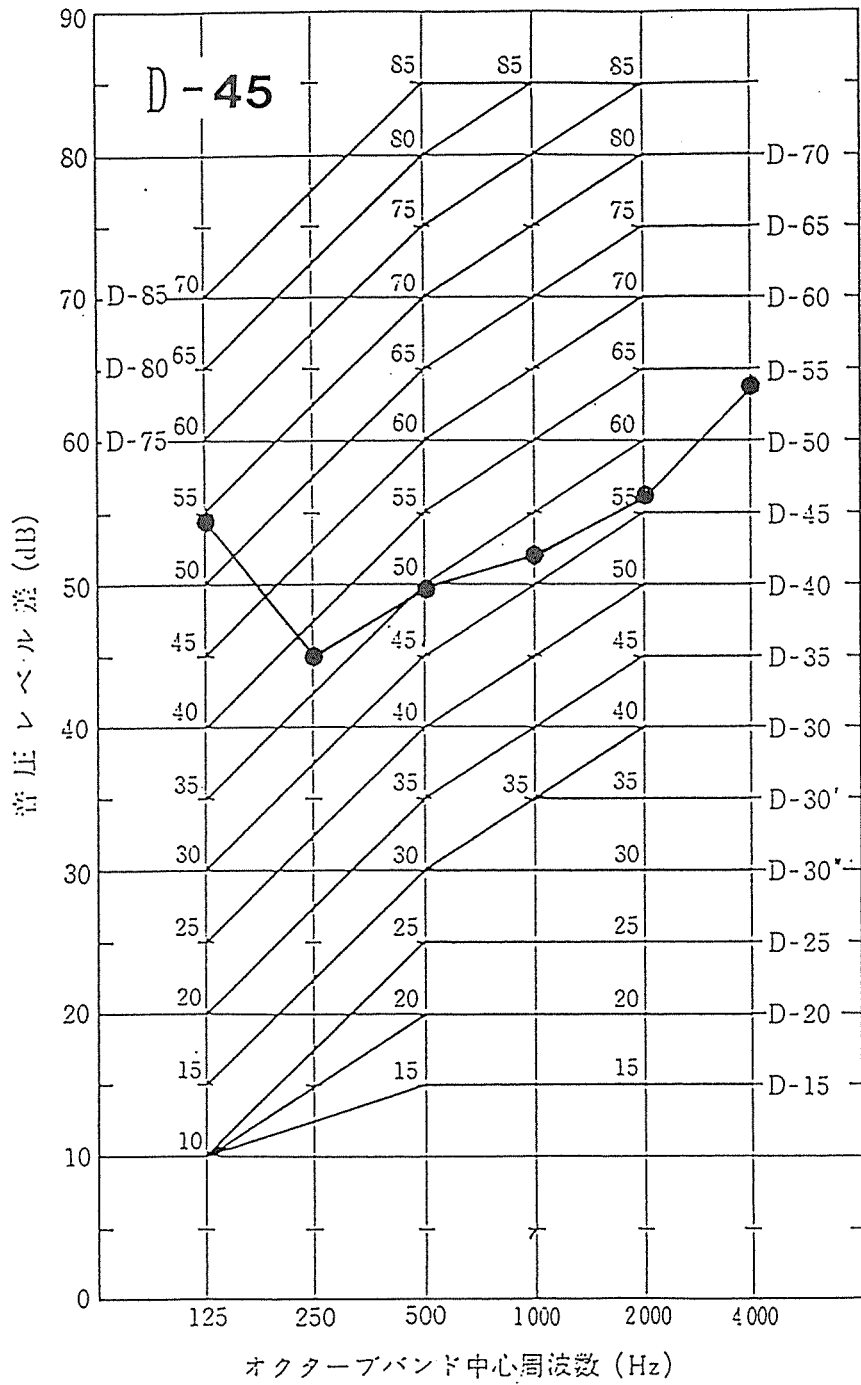
3 軽量床衝撃音



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

3 重量床衝撃音

床下地 : 石膏SL材 厚さ38mm
 床仕上げ : フローリング
 天井仕様 : 石膏ボード 厚さ15mm

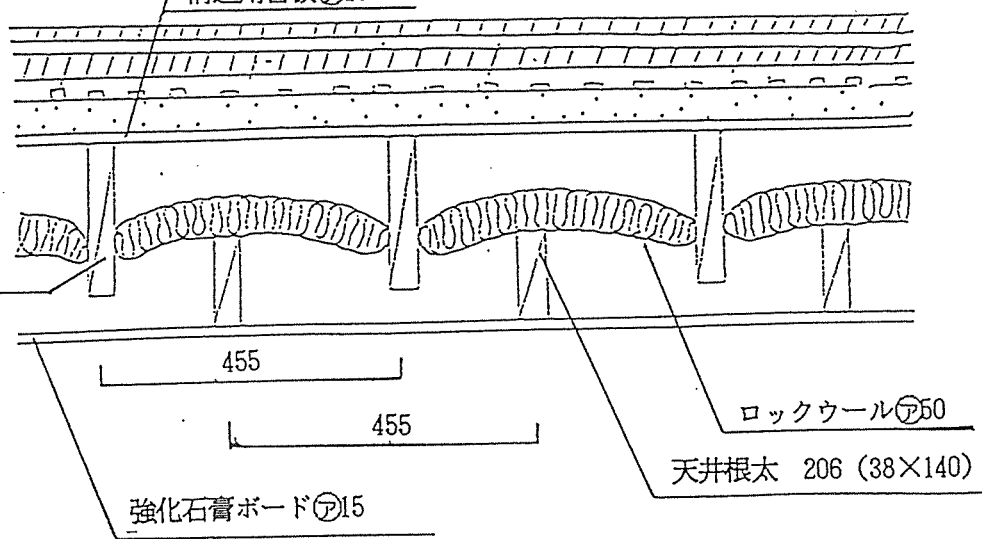


防音タイプフローリング①15
(永大産業(株)ダイレクト55)

石膏SL材①38
構造用合板①15

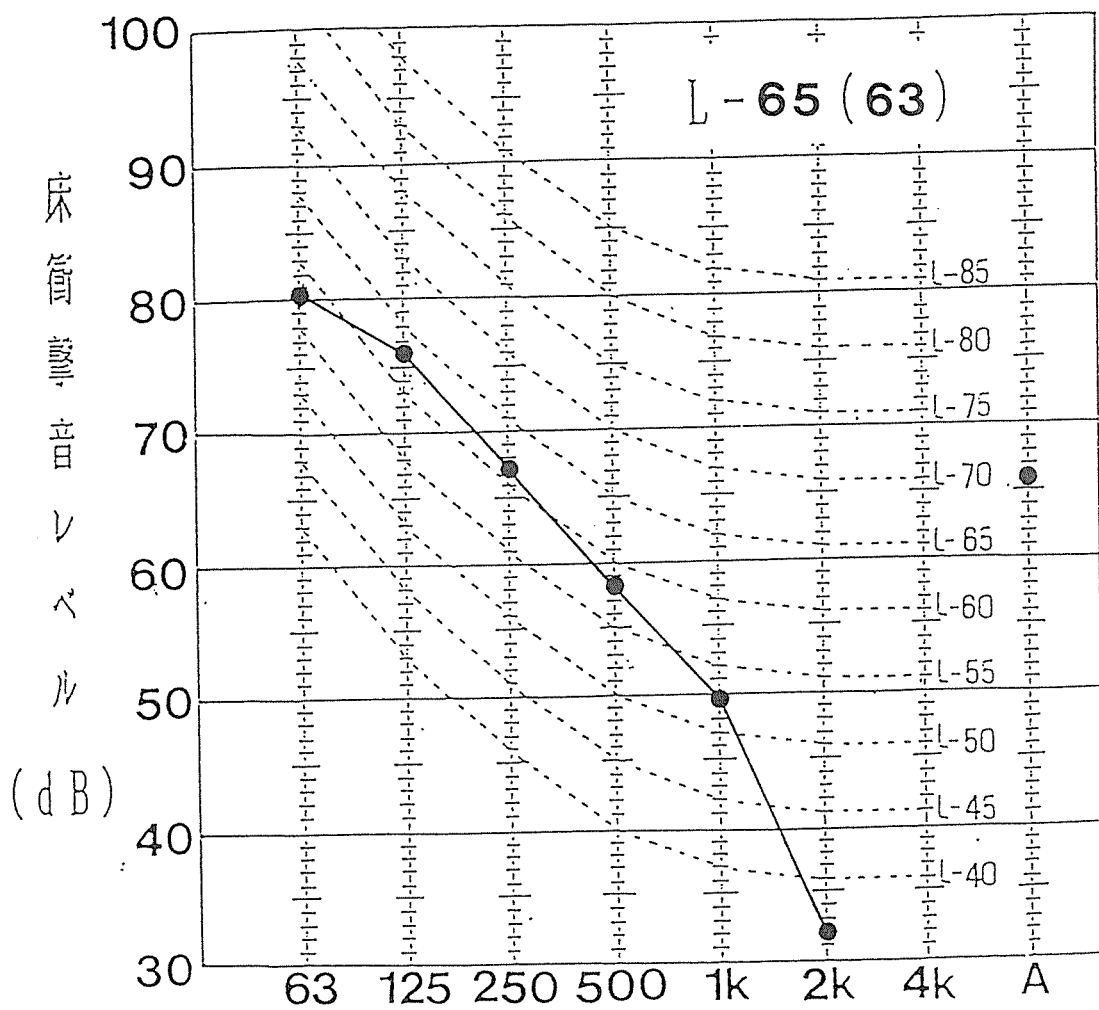
床根太 210
(38×235)

15 38 235 15 38



ロックウール①60
天井根太 206 (38×140)

強化石膏ボード①15



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

4 軽量床衝撃音

防音タイプフローリング⑦15
 (永大産業(株)ダイレクト55)

石膏 S L 材⑦38

構造用合板⑦15

床根太 210
 (38×235)

15 38 235 15 38

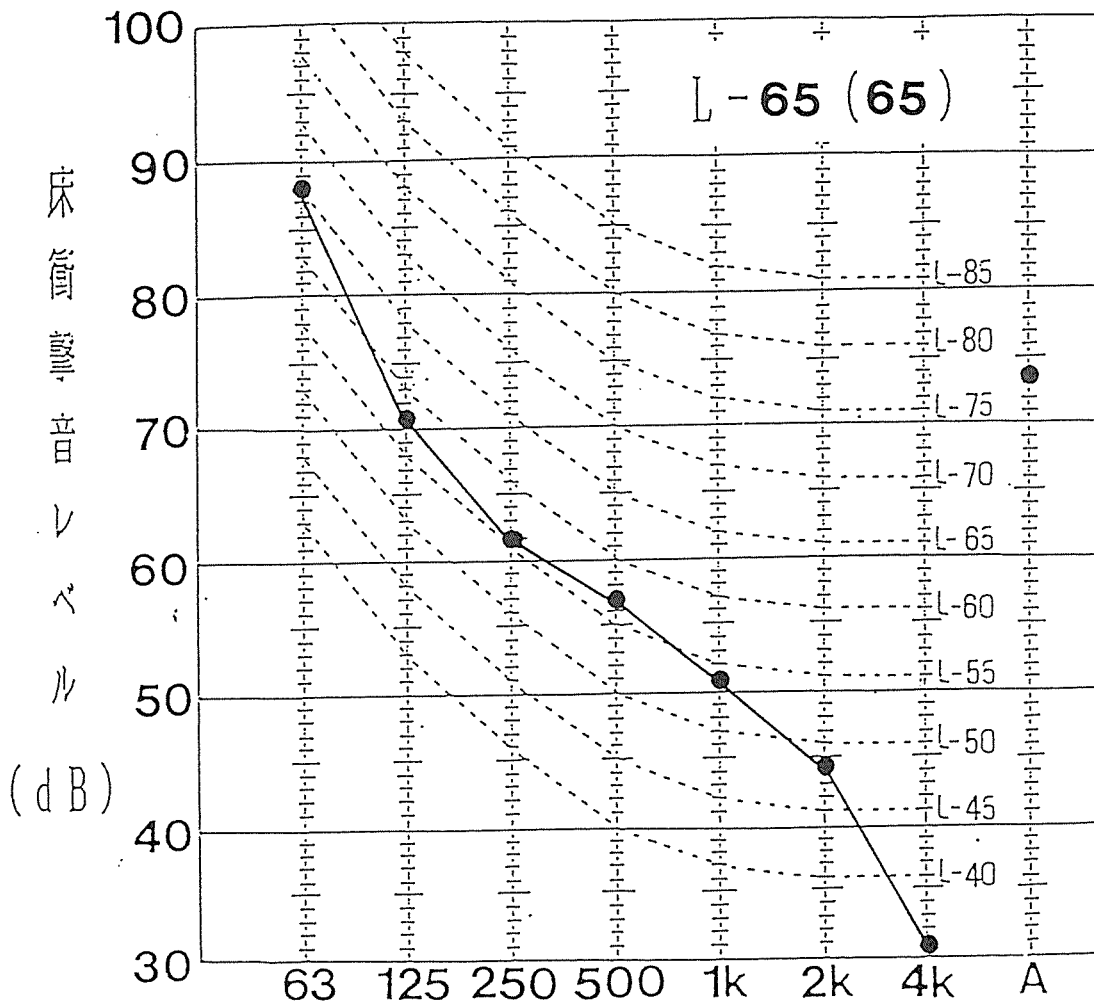
455

455

ロックウール⑦60

天井根太 206 (38×140)

強化石膏ボード⑦15



オクターブ帯域中心周波数 (Hz)

4 重量床衝撃音

建設省建築研究所・日本ツーバイフォー建築協会 共同研究

ツーバイフォー木造共同住宅の
床衝撃音 模型実験研究

1 9 9 4 . 3 . 1 5

日本ツーバイフォー建築協会
建設省建築研究所

実験協力：(株)環境調査事務所

1. 結 論

(1) 研究目的

平成4年度より、木造三階建共同住宅（以下、木三共）の建設が許可されるようになり、さらに平成5年度からは木三共を対象した公庫融資も開始されている。このような状況から、今後、木造共同住宅の建設が拡大される方向にあると判断される。しかし、木造共同住宅はコンクリート系構造の集合住宅に比して界床の遮音性能（床衝撃音遮断性能）が低くなりやすいという問題が、以前から指摘されている。特に重量衝撃源（子供の跳びはね、走り回りなど）による床衝撃音は、コンクリート系構造に比して非常に大きくなることが二三報告されている^{1) 2)}など。

そこで本研究では、ツーバイフォー木造建築技術による共同住宅の重量床衝撃音に関して、

- ① 床上部材（床上の付加重量材または緩衝材）、根太構造、天井材、壁構造による床衝撃音レベルの変化、および、各部位の振動加速度レベルの変化を系統的に実験・整理し、床衝撃音遮断性能が大きく変化する要因を探る
- ② ツーバイフォー木造建築技術の共同住宅の重量床衝撃音高遮断床構造を提案する、すなわち、L-65はもちろん、L-60、L-55の可能性とその一般仕様を検討することを研究目的として、縮尺1/4の模型による実験を行った。

(2) 研究期間

1994年1月24日 ～ 1994年3月18日

(3) 共同研究機関

- ① 建設省建築研究所
住 所 : 茨城県つくば市立原1番地
電 話 : 0298-64-2151 (FAX 0298-64-2989)
- ② 社団法人日本ツーバイフォー建築協会
住 所 : 東京都港区新橋4-2-1 第29森ビル4階
電 話 : 03-3432-4581 (FAX 03-3434-3918)

(4) 費用の分担

- ① 建設省建築研究所
469,000円
- ② 社団法人日本ツーバイフォー建築協会
2,900,000円

(5) 研究担当者および担当内容

① 建設省建築研究所

研究代表者 : 第5研究部 居住環境研究室室長 大澤元毅

研究担当者 : 第5研究部 居住環境研究室主任研究員 福島寛和

内 容 :

ツーバイフォー木造建築物の床衝撃音について、縮尺模型による実験的研究方法の検討と高遮断性能構造の設計方法の考察を行う。

② 社団法人日本ツーバイフォー建築協会

研究代表者 : 技術部長 安藤弘之

研究担当者 : 技術部 佐藤順子

内 容 :

ツーバイフォー木造建築物の床衝撃音高遮断性能床に関する実験的検討を、縮尺模型を用いて行う。

(6) 実験場所

① 建設省建築研究所 建築音響実験棟

② 社団法人日本ツーバイフォー建築協会 事務局

(7) 模型制作協力および実験協力

① 株式会社 環境調査事務所

住 所 : 東京都港区芝5-19-4 芝五ビル内

電 話 : 03-3451-5736 (FAX 03-3453-1705)

代表者 : 代表取締役 石井和俊

実験担当者 : 研 究 員 木村 剛

(8) 報告書作成者

原稿作成担当 : 建設省建築研究所 主任研究員 福島寛和

実験結果整理 : (株)環境調査事務所 研 究 員 木村 剛

2. 実験方法

(1) はじめに

本研究では、縮尺1/4の模型を用いて重量床衝撃音の実験室実験を行った。模型は、ツーバイフォー建築技術による共同住宅を想定したものであるが、建物全体を再現したわけではない。「上階一室（十畳程度）の床構造」と「その下階室周壁、床、および、空間」だけを再現している。下階室も広さは十畳程度で、高さ2.2m程度を想定したものとなっている。上階室の壁や天井、上階室や下階室の隣室、建物の屋根や基礎などは再現していない。

(2) 縮尺模型実験の特徴

木造共同住宅の重量床衝撃音実験を縮尺模型で行うことに対して、表2.1に示すような長所および短所が考えられる。

表2.1 実大実験に対する縮尺模型実験の長所と短所

長 所	短 所
<ul style="list-style-type: none"> ①試験体が小さくなるので、実験費用が安くなる。 ②同様な理由から、実験場所が狭くて済み、屋内での実験も可能である。 ③実験期間を短縮できる。 ④屋内実験なら、実験に必要な部位・部分だけ再現すればよい。 ⑤「床板なし（根太剥出し状態）」のように、実大では実験不可能な状況についても実験可。 ⑥「天井：石膏ボード10cm厚」のように、特定の部材や材料を極限まで厚くした実験が可能。 ⑦実大では低周波数の実験が、模型実験では中高周波数域の実験に変更されるので、低周波ノイズの影響を受けずらくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ①模型の結果を相似則により実大の結果に変換する作業が必要となる。 (多少、特殊な技術である。) ②模型での再現性が実験結果に大きく影響する。特に模型材料の選択が問題となることが多い。また、仕口・継手等の正確な再現が難しくなる。 ③音・振動の検出装置に小型のものが必要となる。 (一般的に小型の方が高価。) ④実物の高周波数域は、模型では超音波域での測定となる。 (超音波用の装置が必要。) ⑤模型用衝撃源に使用できる物を探すか、独自に作成する必要がある。 ⑥模型でのFASTに相当する動特性を有する測定装置が必要となる。
<ul style="list-style-type: none"> (A) 多くの試験体を安価かつ短期間に効率よく実験できる。そのため系統的な実験が行える。 (B) 各試験体の絶対値（L値）より試験体間の相互比較の検討に向いている。 	

(3) 床衝撃音縮尺模型実験の相似則理論の概要

本報告書においては、「(模型) / (実物)」を相似比とする。よって、実物相当値は、模型の結果を相似比で除算することにより求められる。

① 「模型ので使用材料は実物と同一である」と仮定する。この場合、縮尺 $1/n$ の模型では、相似則より、力学関係の基礎相似比が以下のように求められる。

$$\cdot \text{距離の相似比 (=縮尺)} : 1/n \quad (1)$$

$$\cdot \text{時間の相似比} : 1/n \quad (2)$$

$$\cdot \text{力の相似比} : 1/n^2 \quad (3)$$

② その他の代表的物理量の相似比は、単位系より以下のように求めることができる。

$$\cdot \text{速度} : (\text{距離}) / (\text{時間}) = (1/n) / (1/n) = 1 \quad (4)$$

$$\cdot \text{加速度} : (\text{距離}) / (\text{時間}^2) = (1/n) / (1/n)^2 = n \quad (5)$$

$$\cdot \text{質量} : (\text{力}) / (\text{加速度}) = (1/n)^2 / n = 1/n^3 \quad (6)$$

$$\cdot \text{バネ定数} : (\text{力}) / (\text{距離}) = (1/n)^2 / (1/n) = 1/n \quad (7)$$

$$\cdot \text{力積量} : (\text{力}) \times (\text{時間}) = (1/n)^2 \times (1/n) = 1/n^3 \quad (8)$$

$$\cdot \text{運動量} : (\text{質量}) \times (\text{速度}) = (1/n^3) \times 1 = 1/n^3 \quad (9)$$

$$\cdot \text{仕事量} : (\text{力}) \times (\text{時間}) = (1/n)^2 \times (1/n) = 1/n^3 \quad (10)$$

$$\cdot \text{運動エネルギー} : (\text{質量}) \times (\text{速度})^2 = (1/n^3) \times 1^2 = 1/n^3 \quad (11)$$

$$\cdot \text{機械インピーダンス} : (\text{力}) / (\text{速度}) = (1/n)^2 / 1 = 1/n^2 \quad (12)$$

③ ここで、重力加速度だけは変化させがたく、このことが、縮尺模型実験の大きな問題点の一つとなっている。

(4) 縮尺模型について

① 模型の縮尺 (距離の相似比) は $1/4$ とする。

② 模型に関する種々の物理量の相似比は、実物と同様な材料を用いた場合、以下のようになる。

a. 模型の各部寸法 : $1/4$ 倍

b. 材料幅, 材料厚 : $1/4$ 倍

c. 断面二次モーメント : $1/4^4$ 倍

d. 曲げ剛性 : $1/4^4$ 倍

e. 面密度 : $1/4$ 倍 (模型でも 1 m^2 を対象とした場合)

f. 残響時間 : $1/4$ 倍

③ 本縮尺模型実験で再現した範囲は、木造共同住宅一室 (十畳) の上階床と下階室である。基本的に実物とほぼ同様な材料を用い、各寸法だけを $1/4$ にした縮尺模型を作成している。図2.1: 模型の概要図、表2.2: 模型下階室の諸元、表2.3: 模型の使用材料と実物での想定材料、表2.4: 模型と実物の周波数帯域換算表を示す。

④ 以下の部位では、実物と異なる材料を用いている。

a. 下階室外壁 : フレキシブルボード (模型) → ラスモルタル (実物)

b. 内壁 : 厚紙 (2mm) × 2枚 (模型) → PB12mm × 1枚 (実物)

c. 天井 : 厚紙 (2mm) × 2枚 (模型) → PB15mm × 1枚 (実物)

d. 床上部材 : PB9mm × 1枚 (模型) → PB15mm × 2枚 (実物)

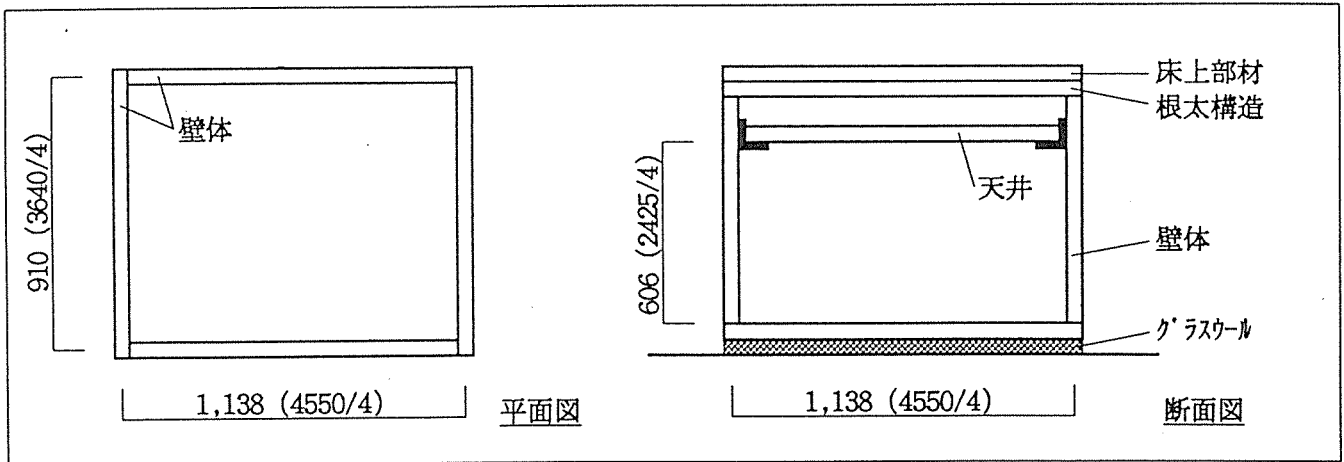


図2.1 模型の概要図

表2.2 製作模型の下階室諸元と実物換算

	製作模型	実物換算
縮尺	1 / 4	—————
下階室内法寸法	1.09m × 0.86m × 0.56m	4.34m × 3.44m × 2.24m
下階室容積	0.523 m ³	33.4 m ³
下階室表面積	4.05 m ²	64.7 m ²
下階室床面積	0.94 m ²	15.0 m ² (約10畳)

表2.3 模型使用材料と実物想定材の一覧

	模型使用材	実物想定材
床上部材	石膏ボード9mm×1 モルタル10,20mm グラスウール 発砲ビーズ	石膏ボード15mm×2 モルタル40,80mm グラスウール 発砲ビーズ
根太材	木材 合板3mm	木材 合板12mm
天井	厚紙2mm×2 厚紙2mm×3 石膏ボード12mm×2	石膏ボード15mm×1 石膏ボード12mm×1 石膏ボード50mm×2
外壁 柱 内壁	フレキシブル板 木材 厚紙2mm×2	ラスモルタル 木材 石膏ボード12mm

表2.4 周波数帯域の換算表

模型	⇒	実物
125Hz帯域	⇒	31.5Hz帯域
250Hz帯域	⇒	63Hz帯域
500Hz帯域	⇒	125Hz帯域
1kHz帯域	⇒	250Hz帯域
2kHz帯域	⇒	500Hz帯域

下階室の外壁仕上げは、実際とほぼ同様な振動特性・音響放射特性を有する材料である。内壁仕上げや天井は、実際より振動しやすい材料であるが、音響放射しづらい材料ともなっている。床衝撃音への影響は不明。（大きな誤差にはならないと思われる）

床上部材の石膏ボードは実物よりやや厚めとなっているので、模型実験の結果はやや低め（危険側）の結果となる。

- ⑤ 模型の下階室床上四隅それぞれに、25cm角・厚さ25mmのグラスウール5枚重ねを設置して、下階室空間の残響時間を調整している。表2.5に模型下階室の残響時間の実測結果、その実物換算結果、平均吸音率を示す。平均吸音率が、一般的な集合住宅居室（洋室）より多少大きくなっているが、補正を必要とする程ではないと思われる。

表2.5 下階室の残響時間（括弧内：実物換算結果）

	125Hz (31.5Hz)	250Hz (63Hz)	500Hz (125Hz)	1kHz (250Hz)	2kHz (500Hz)
残響時間（秒）	0.17 (0.68)	0.11 (0.43)	0.10 (0.39)	0.07 (0.28)	0.10 (0.38)
平均吸音率（-）	0.12	0.18	0.19	0.26	0.20

- ⑥ 模型全体は、厚さ5cmのグラスウール上に弾性支持されている。グラスウールをバネ、模型を質量とした場合（1自由度系）の固有振動数が、測定周波数範囲（125Hz帯域下限周波数(90Hz)以上）より十分小さくなるように調整している。

(5) 衝撃源について

- ① 相似則より、以下のような衝撃力特性となる衝撃源が必要となる。

a. 衝撃波形 : 正弦半波

b. 衝撃時間 : 1/4倍 → 20~22/4=5.0~5.5 (m秒)

c. 衝撃力ピーク値 : 1/16倍 → 3600~4200/16≒225~262 (ニートン)

本実験では、a, bを満足する衝撃源として軟球（A球：約137g）を用いている。実際には6個の軟球を購入して衝撃時間を実測し、それらの中から最も条件を満足している球を選別している。

- ② 落下高さについては、重量衝撃源の運動量に関して相似則を適用し、以下の式から概略値を算出することができる。

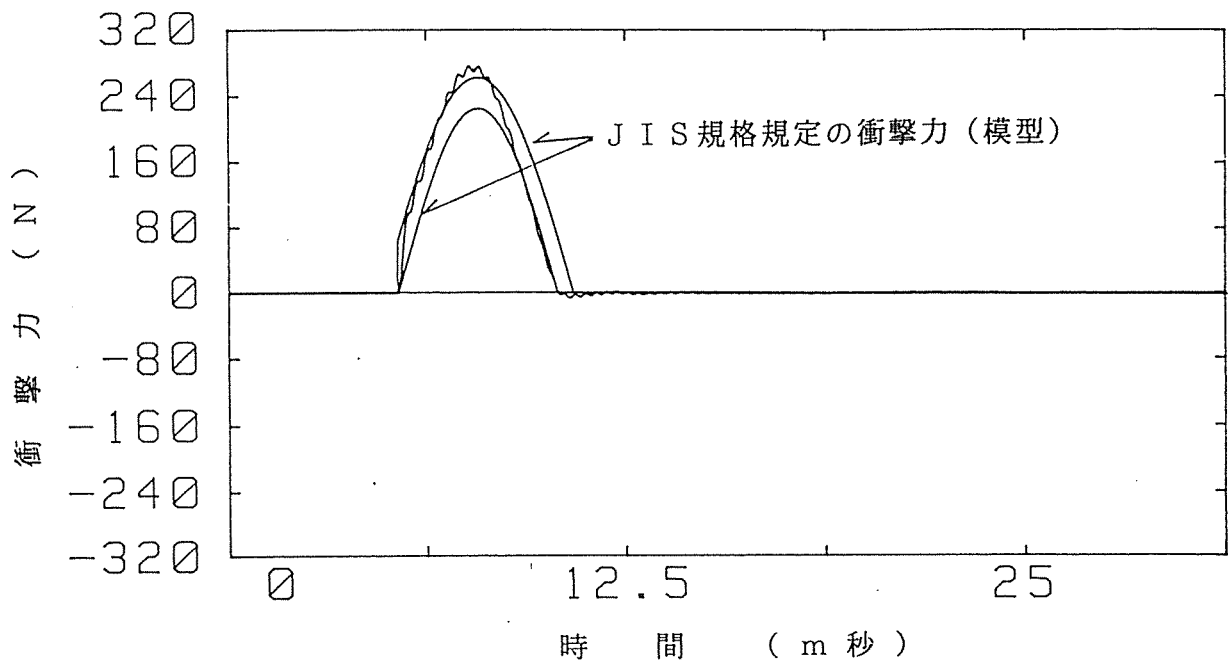
$$\begin{aligned}
 h_M &= h_R \times \left\{ \left(\frac{1}{n} \right)^3 \times \frac{m_R}{m_M} \right\}^2 & (13) \\
 &= 0.9 \times \left\{ (1/4)^3 \times (7.3/0.137) \right\}^2 \\
 &\doteq 0.64 \quad (\text{m})
 \end{aligned}$$

h_M : 模型での落下高さ (m)

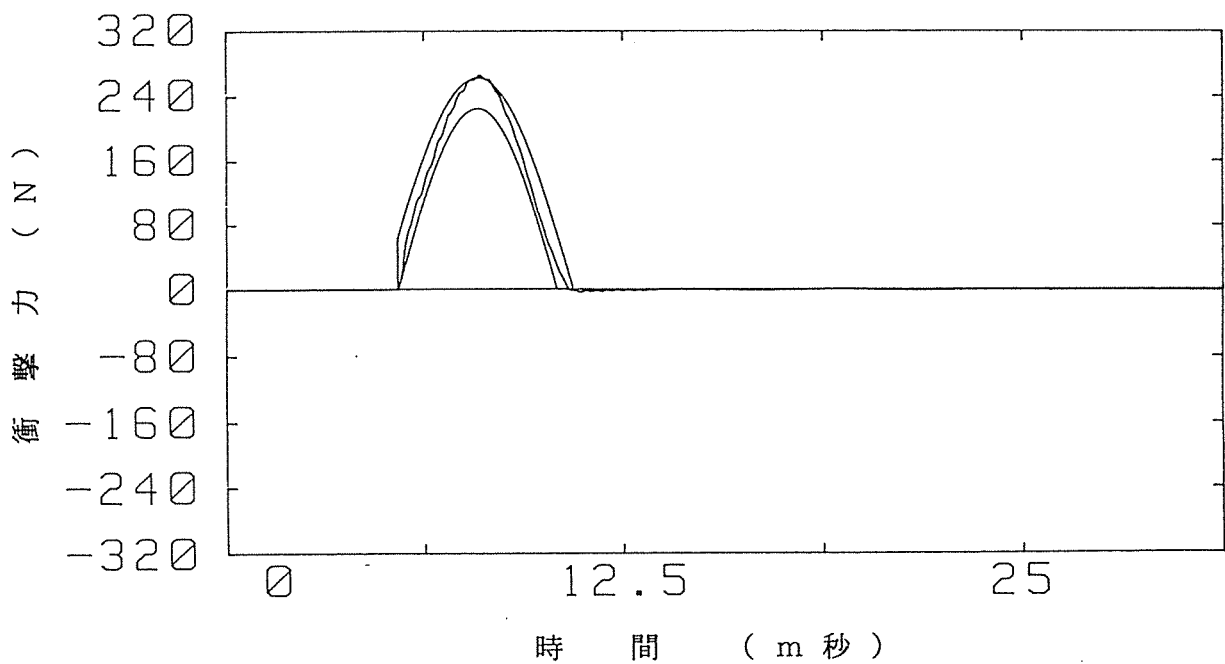
h_R : 実大での落下高さ (m)

m_M : 模型衝撃源の質量 (kg)

m_R : 実大衝撃源の質量 (kg)



(a) 落下高さ64cmの結果



(b) 落下高さ16cmの結果×2倍

図2.2 模型衝撃源（軟球）の落下高さによる衝撃力波形の変化

- ③ 図2.2に、本模型実験で使用した軟球の衝撃力波形を示す。図2.2の(a)は、落下高さを64cmとしたものである。一方、(b)は16cm (64cm/4) から落下させ、実測衝撃力を2倍した結果である。両図とも、J I S規格 (JIS-A-1418) に規定された重量衝撃源の衝撃力の本模型での範囲を付してある。(a)の「64cm落下」は、J I Sの規定からはずれているところがあるが、(b)の「16cm落下×2」はほぼ規定を満足している。また、模型の64cmは実大の約2.6mに相当する。この高さから、予め設定した音源位置 (衝撃点) に正確に落下させるのはかなり困難である。以上から、本実験では落下高さを16cmとし、衝撃力の不足分6dBを床衝撃音の測定結果に加えることにした。よって、床構造の大変形による非線形歪みの影響が含まれていない結果となっていることを、認識しておく必要がある。

(6) 床衝撃音の測定装置について

- ① 受音系関連の相似比は、単位系より以下のように求められる。
- a. 周波数 : 4倍 → $4f$ (Hz)
 - b. 音圧 : 1倍 → 音圧自体は変化なし
 - c. 騒音計時定数 : $1/4$ 倍 → $FAST = 0.125/4 = 0.03125$
 - d. エネルギー積分用単位時間 $1/4$ 倍 → $1/4$ (秒)
- ② ここで問題となるのは、騒音計の時定数である。縮尺 $1/4$ の模型では、「0.03125」の時定数を有する騒音計 (分析装置) が必要となる。本実験では、分析装置に実時間分析器RION社 SA-25を使用している。本装置は時定数0.03の測定が可能である。上記数値とほぼ同様の時定数と判断し、この分析器を用いて、時定数0.03のPEAK LEVELを実物のFAST PEAK LEVEL相当として測定した。
- ③ 本分析装置は $1/3$ オクターブのフィルターしか装備されておらず、 1 オクターブの結果は $1/3$ オクターブの結果を合成して求めている。この方式でエネルギー平均レベルやエネルギー積分レベルはほぼ正確に求められるが、PEAK LEVELについては正確な値が得られない。しかし、その誤差は非常に小さいと判断される。また、理論的にも若干安全側の値 (床衝撃音レベルとして大きい値) を導くことになる。従って、この測定誤差は無視することとした。

(7) 床衝撃音の測定・解析方法 (図2.3参照)

- a. 予め、模型の床上部材 (付加重量材・緩衝材)、根太構造、天井材、下階室周壁 (四面)、下階室床を、それぞれ部位・部材ごとに作成する。
- b. 下階室の床と壁を、弾性支持用のグラスウール上で組み立てる。
- c. 測定位置 (受音点) を3点設定し、マイクロホンを設置する。受音点は下階室の床上約35cm (実大で1.4m) とする。
(測定位置3点はJ I S規格から外れるが測定結果に大きな誤差は生じないと判断。)
- d. 天井材、根太構造、床上部材を設置する。
- e. 上階床に音源位置 (衝撃点) を3点設定する。
- f. 音源位置の1点に、軟球 (模型の重量衝撃源) を上階床の表面上16cmの高さから自然落下させる。

- g. 下階室での発生音をマイクロホンで受音し、実時間分析器で分析する。1オクターブの125Hz帯域（実大の31.5Hz帯域）から2kHz帯域（実大の500Hz帯域）について、時定数0.03のPEAK LEVELを計測する。
- h. 上記の結果に高さの補正6 dBを各帯域の結果に加える。
- i. 周波数の相似則から、各帯域の結果を2オクターブ程低い周波数帯域にずらし、実物換算値を求める。
- j. 音源位置3点、測定位置3点について順次測定を行う。それらの結果をJIS規格に規定された方法に従って平均化し、実物換算の床衝撃音レベルを求める。
- k. 遮音等級曲線に当てはめて、実物換算の遮音等級値（L値）を求める。

（8）各部振動の測定・解析方法（図2.4参照）

- a. 予め、模型の床上部材（付加重量材・緩衝材）、根太構造、天井材、下階室周壁（四面）、下階室床を、それぞれ部位・部材ごとに作成する。
- b. 下階室の床と壁を、模型弾性支持用のグラスウール上で組み立てる。
- c. 測定位置（振動受振点）を、図2.4に示すように
 - 5：上階床下側（長辺方向1/4、短辺方向1/4で根太近傍の位置）
 - 4：天井材下側（長辺方向1/4、短辺方向1/4の位置）
 - 3：下階室長辺壁（長辺方向1/4、高さ方法1/4の位置：内壁側）
 - 2：下階室短辺壁（短辺方向1/4、高さ方法1/4の位置：内壁側）
 - 1：下階室床上側（長辺方向1/4、短辺方向1/4の位置）
 の5点に設定し、振動加速度ピックアップを設置する。
- d. 天井材、根太構造、床上部材（重量付加材）を設置する。
- e. 上階床に音源位置（衝撃点）を3点設定する。
- f. 音源位置の1点に、軟球（模型の重量衝撃源）を上階床の表面上16cmの高さから自然落下させる。
- g. 各部位で発生する振動の振動加速度を計測する。1オクターブの125Hz帯域（実大の31.5Hz帯域）から2kHz帯域（実大の500Hz帯域）について、時定数SLOW（1.0）のPEAK LEVELをエネルギー積分レベル相等値として計測する。
- h. 上記結果に、エネルギー積分値に対する基準時間の補正值6 dBを加える。
- i. さらに、高さの補正6 dBを各帯域の結果に加える。
- j. 周波数の相似則から、各帯域の結果を2オクターブ程低い周波数帯域にずらし、実物換算値を求める。
- k. 各測定位置において、音源位置3点の測定を行う。それらを結果を算術平均して、各測定位置ごとの平均振動加速度レベルを求める。

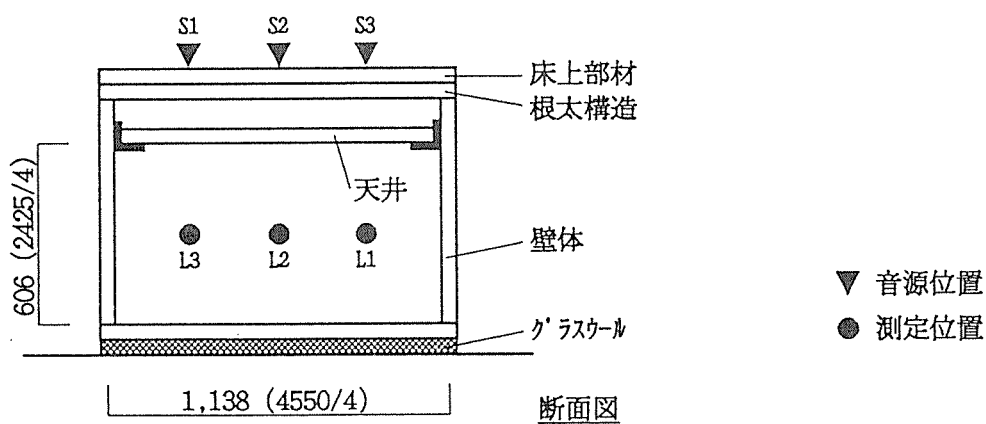
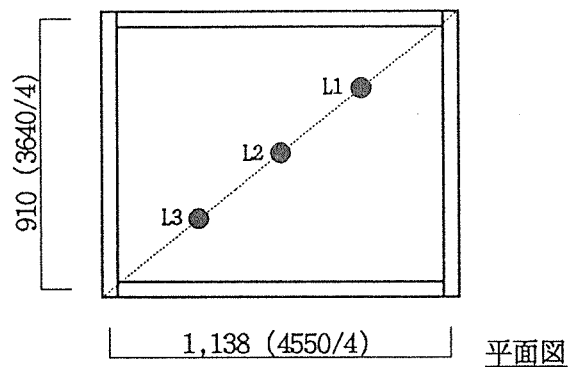
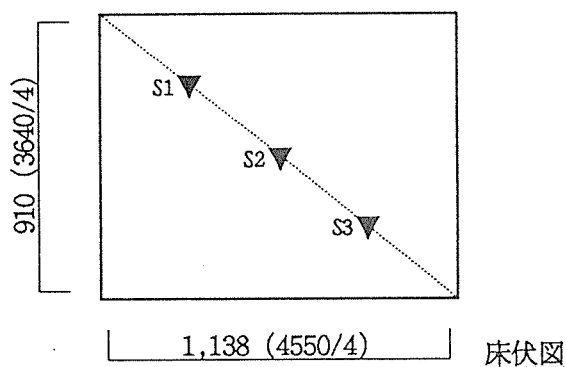
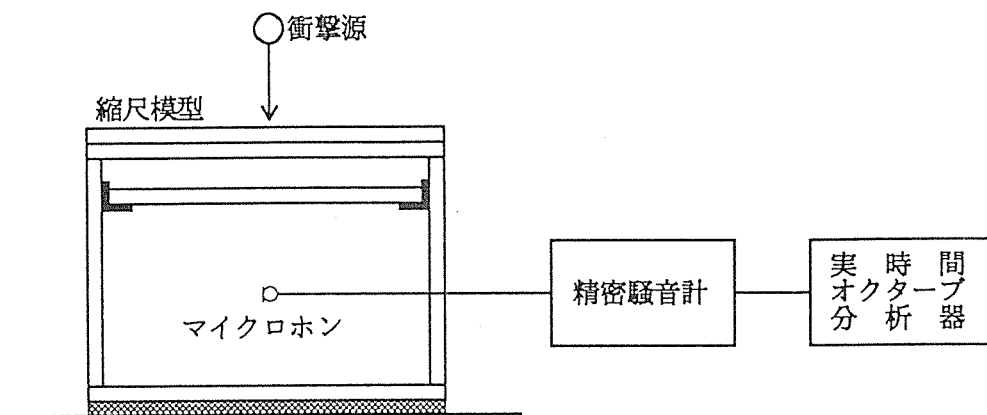


図2.3 床衝撃音レベルの測定装置、および、音源位置・測定位置

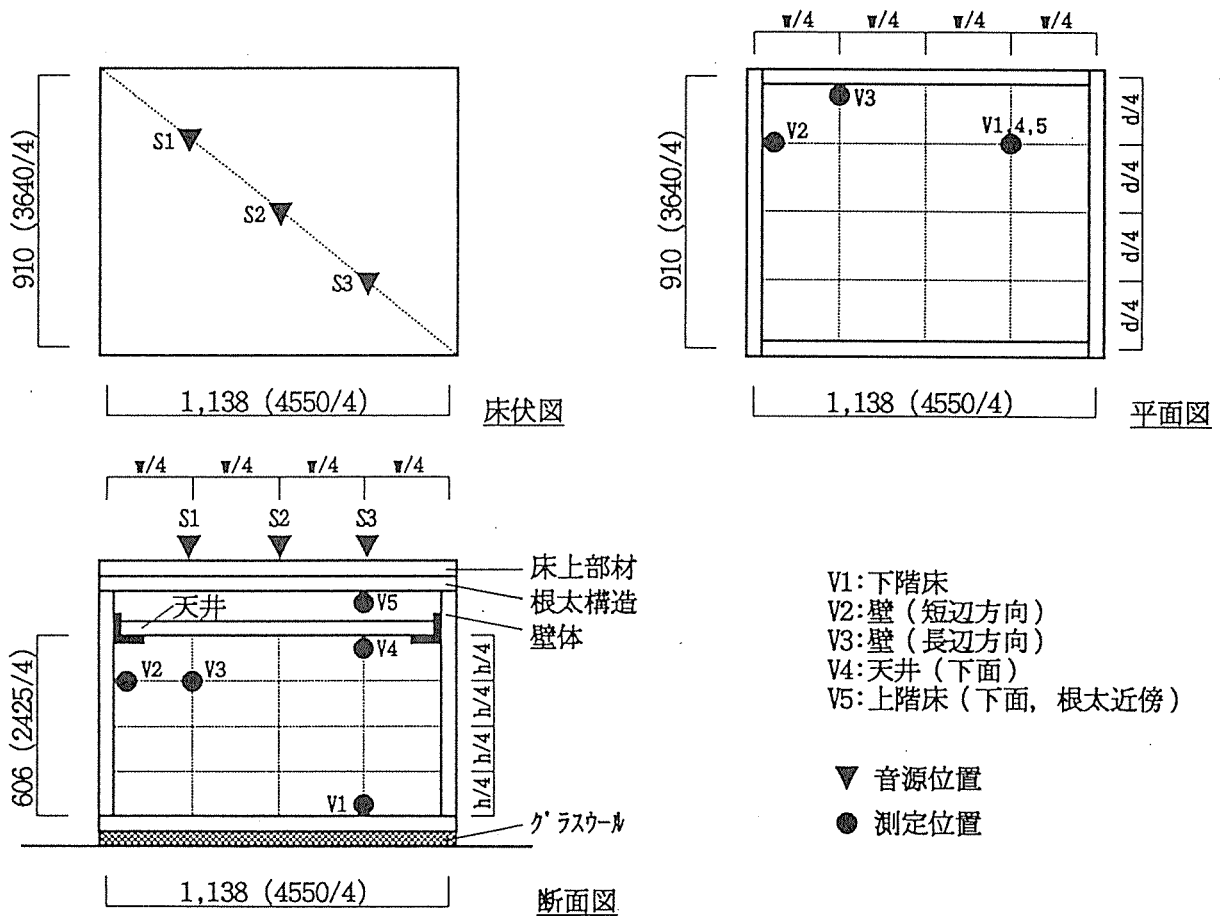
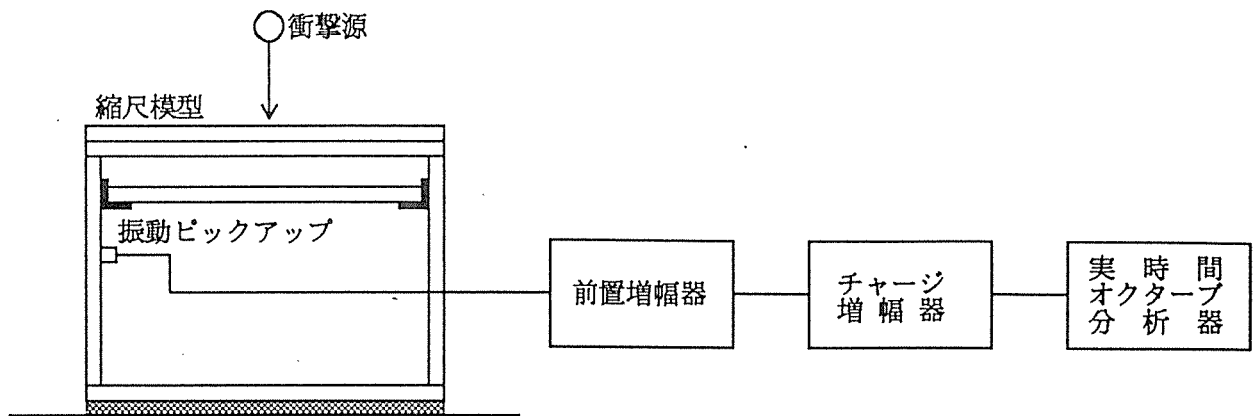


図2.4 各部振動加速度レベルの測定装置、および、音源位置・測定位置

3. 実験結果

(1) 模型実験での誤差要因まとめ

前章までに述べた「本模型実験の誤差要因」をまとめると以下ようになる。本実験の結果を参照するに際して、以下の誤差要因が含まれていることに留意する必要がある。

- ① 重力加速度が相似則から外れている。
- ② 建物全体が再現された模型ではない。対象床構造の周囲は下階室の壁だけである。上階室壁や隣室床がない。それらへの振動エネルギー流出がないことから、下階室の床衝撃音は多少高め（安全側）の結果となると思われる。（前章（1）参照）
- ③ 実際と材料が異なる部分や、実際の状況が正確に再現されていない部分がある。（前章（4）の③参照）
- ④ 落下高さを1/4にし、測定結果に6 dBを加えている。実際の重量床衝撃音実験では、被衝撃側は非線形領域まで変形させられていると考えられるが、衝撃力を弱めているため線形領域の変形に留まっている可能性がある。多少低め（危険側）となっている可能性がある。（前章（5）の③参照）
- ⑤ 衝撃時間、衝撃力に関する相似則は成り立たせているが、JIS-A-1418で規定しているタイヤ衝撃源と比較すると、
 - (a) 実験に用いた模型衝撃源（軟球）の形状は球状である。
 - (b) 模型衝撃源の質量は相似則から約 $114 \pm 6\text{g}$ （実大略 $7.3 \pm 0.4\text{kg} / 4^3$ ）と求められるが、実際に用いた衝撃源は約 137g である。となっており、若干の差異がある。
- ⑥ 測定系の時定数は、 $0.125 / 4 = 0.3125$ とする必要があるが、測定装置の関係で 0.03 を用いている。あまり大きな誤差は生じないと思われるものの、若干大きい（安全側）結果となる。（前章（6）の②参照）
- ⑦ 測定装置の関係で、実際には、1オクターブのFAST PEAK LEVEL（時定数 0.03 のPEAK値）ではなく、 $1/3$ オクターブのFAST PEAK LEVELを合成して1オクターブの結果を求めている。あまり大きな誤差は生じないと思われるが、若干大きい（安全側）結果となる。（前章（6）の③参照）
- ⑧ 床衝撃音の測定位置（受音点）が3点である。（前章（7）のc.参照）

(2) 実験対象の構造

- ① 予め、床上部材：7種類（付加重量材：5種類、緩衝材：2種類）、根太構造：6種類、天井：3種類、下階室の壁構造：2種類を作成し、それぞれから1種類ずつを選択して模型供試体を組み立てている。作成した各部位・部材の断面構造を、図3.1に実物換算した形で示す。
- ② 供試体は、「床上部材なし」も含めると、合計で、 $(7 + 1) \text{種類} \times 6 \text{種類} \times 3 \text{種類} \times 2 \text{種類} = 288 \text{種類}$ となる。しかし、実験時間や実験費用の関係ですべての供試体について実験が行えなかったゆえ、これらのうちから特に重要と思われる50種類の供試体を選択して実験を実施した。

(3) 本模型実験結果と実大実験結果の比較

- ① 図3.2に、実大実験の結果と本模型実験での類似供試体の結果を示す。
- ② 実大実験の結果は、平成3年度に建設省建築研究所で行われた木三共実大火災実験の建屋の測定結果である。
- ③ 両者の差は、63Hz帯域から500Hz帯域（実大）において1～4dB程度となっている。この差は、先に示した種々の誤差要因によるものと考えられる。この程度の誤差が含まれていることに留意すれば、本模型実験の床衝撃音レベルの結果は十分有用であることが確認できる。
- ④ しかし63Hz帯域の4dBの差により、遮音等級は、実大建屋の結果がL-70なのに対し、本模型実験の結果はL-75と、1ランクの差異が生じている。本模型実験の遮音等級の結果は、±5（±1ランク）程度の誤差は十分有していることを認識しておく必要がある。

(4) 遮音等級の結果一覧

- ① 表3.1に、遮音等級の結果一覧。前記のように、遮音等級は実大の結果に対して±1ランク程度の誤差が含まれている可能性は十分あり。
- ② 本表の結果に着目すると、全体としてL-75～L-55となっている。
- ③ 各等級ごとの床断面仕様をまとめると表3.2のようになる。

(5) 天井による床衝撃音レベルの変化

- ① 比較部材：天井石膏ボード ※()内は模型での使用材料
 - ・PB15mm×1枚相等 (厚紙2mm×2枚)
 - ・PB12mm×2枚相等 (厚紙2mm×3枚)
 - ・PB50mm×2枚相等 (PB12mm×2枚)
- ② 実験結果
 - ・図3.3 床上部材：なし 根太構造：210材@455mm 壁構造：206材
 - ・図3.4 床上部材：なし 根太構造：214材@455mm 壁構造：206材
- ③ PB15mm×1枚とPB12mm×2枚では、それほど大差なし。
- ④ PB50mm×2枚は天井材を極限まで厚くした状況を再現。
 - ・PB15mm×1枚と比較して、遮音等級で1～2ランク程度上昇。
 - ・床上部材（付加重量材）がないような場合には、天井石膏ボードを100mm程度まで厚くしてもL-65程度が限界か？

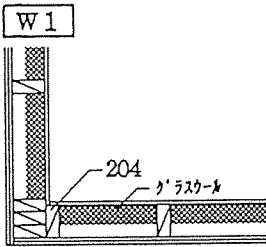
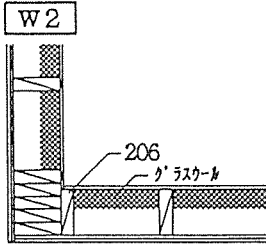
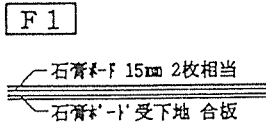
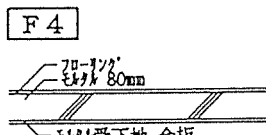
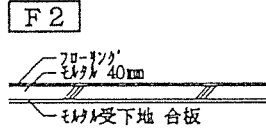
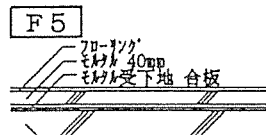
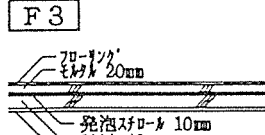
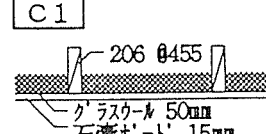
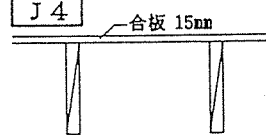
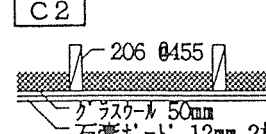

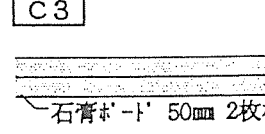
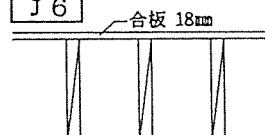
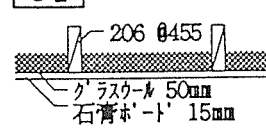
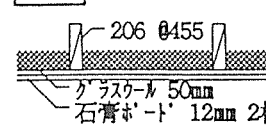
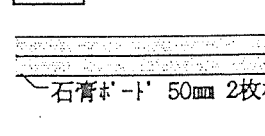
(6) 根太構造による床衝撃音レベルの変化

- ① 比較部材：根太構造（根太材の断面寸法とピッチ）
 - ・2×10 @455mm
 - ・2×10 ダブル @455mm
 - ・2×12 @455mm
 - ・2×14 @455mm
 - ・2×14 @277mm (455mm/2)

- ・ 図3.21 根太構造：214 @455mm 天井：P B15mm×1枚 壁構造：204材
 - ・ 図3.22 根太構造：214 @277mm 天井：P B15mm×1枚 壁構造：204材
- [緩衝部材による変化]
- ・ 図3.23 根太構造：210 @455mm 天井：P B15mm×1枚 壁構造：206材
 - ・ 図3.24 根太構造：210ダガル @455mm 天井：P B15mm×1枚 壁構造：206材
 - ・ 図3.25 根太構造：212 @455mm 天井：P B15mm×1枚 壁構造：206材
- ③ 付加重量材により床衝撃音レベルは全帯域で大幅に変化する。今回の実験範囲では、根太構造による差異より、重量材による差異の方が大きかった。
 - ④ 2×10材@455mmでも、40mm程度のモルタルを床上に敷くことで、L-65は十分満足できそう。2×14@277mmではL-60。
 - ⑤ 付加重量材を設置した場合に比して、床上部材がない場合に、250Hz帯域（実物）の床衝撃音レベルがかなり上昇。これは、床板の根太間での共振によるものと思われる。P B15mm 2枚程度では、まだ若干この影響が見られる。モルタルの厚さを増すほど床板の局部共振の影響が小。63Hz帯域の床衝撃音レベル低下とともに、250Hz帯域での局部共振防止も対策上重要。付加重量材はこの共振を抑える意味でも有効。
 - ⑥ L-60を満足させるには、80mm程度のモルタルを床上に敷く必要があるか？
 - ⑦ L-55を満足させるには、120mm程度のモルタルを床上に敷くことで可能か？
 - ⑧ 緩衝材に実物でグラスウール25mmを用いた床上緩衝部材（合板浮き床）を施工した場合、125Hz帯域以上で大きな改善効果が見られる。しかし、63Hz帯域はあまり変化せず、遮音等級では1ランク程度の改善となっている。
 - ⑨ 従来から、「浮き床層に合板を用いた浮き床」の場合、重量床衝撃音の遮音等級について改善があまり見られないと言われている。しかし、床上部材がない場合がL-75～L-70程度であったので、合板の質量効果も合わせて、1ランク程度の改善が現われたものと思われる。
 - ⑩ 発砲ビーズを用いた場合も、125Hz帯域以上で若干の改善が見られるが、遮音等級は床上部材がない状態と同様となった。

(8) 下階室壁構造による床衝撃音レベルの変化

- ① 比較部材：壁構造の柱材
 - ・ 2×4材 @455mm
 - ・ 2×6材 @455mm
- ② 実験結果
 - ・ 図3.26 根太構造：210 @455mm（床板なし(図3.26参照)） 天井：P B15mm×1
- ③ 壁構造の変化だけを重点的に検討するため、床構造からの放射音を極力下げた状態で実験を行った。そのため、床上部材はもちろん、根太上の床板もはずし、根太材剥出し状態での実験となっている。
- ④ 両者に若干の差異が生じているものの、大差ではない。
- ⑤ 2×4材と2×6材の差異よりは、模型壁の出来・不出来の差の方が大きいように思われる。

部位	供 試 体		
壁 体	 <p>W1 204 ガラスウール</p>	 <p>W2 206 ガラスウール</p>	
床 上 部 材	 <p>F1 石膏ボード 15mm 2枚相当 石膏ボード 受下地 合板</p>  <p>F4 フローリング 合板 80mm 石膏ボード 受下地 合板</p>	 <p>F2 フローリング 合板 40mm 石膏ボード 受下地 合板</p>  <p>F5 フローリング 合板 40mm 石膏ボード 受下地 合板 石膏ボード 80mm 石膏ボード 受下地 合板</p>	 <p>F3 フローリング 合板 20mm 発泡スチロール 10mm 石膏ボード 40mm 石膏ボード 受下地 合板</p>
材	<p>重 量</p>		
材	<p>緩 衝 材</p>		
根 太 構 造	 <p>J1 床板なし 210 Ø455</p>  <p>J4 合板 15mm 212 Ø455</p>	 <p>J2 合板 15mm 210 Ø455</p>  <p>J5 合板 18mm 214 Ø455</p>	 <p>J3 合板 15mm 210 2x Ø455</p>  <p>J6 合板 18mm 214 Ø227</p>
天 井	 <p>C1 206 Ø455 ガラスウール 50mm 石膏ボード 15mm</p>	 <p>C2 206 Ø455 ガラスウール 50mm 石膏ボード 12mm 2枚</p>	 <p>C3 石膏ボード 50mm 2枚相当</p>

注) 数値は実大建屋での寸法

図3.1 作成した各部位・部材の断面構造 一覧

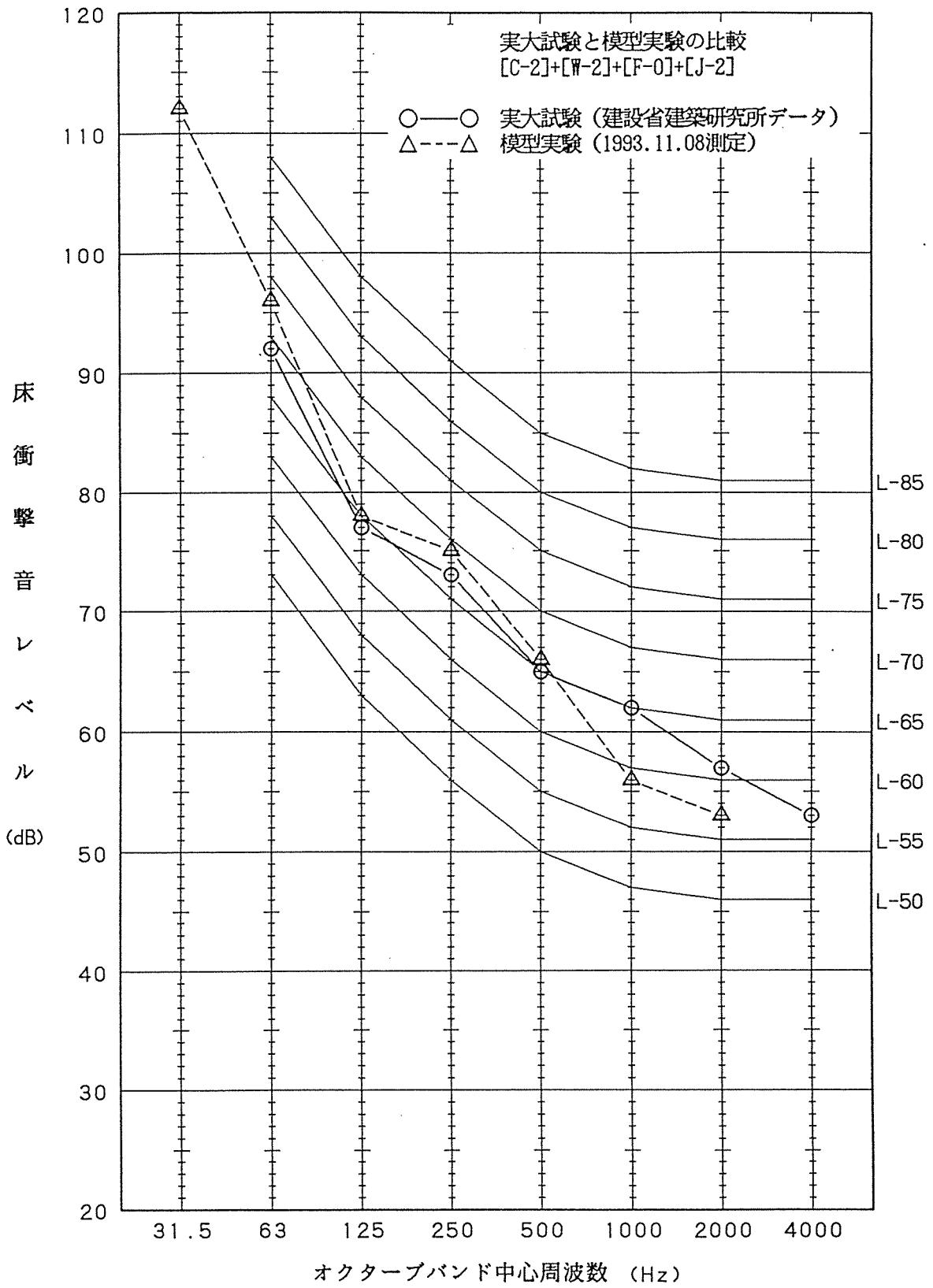


図3.2 実大実験結果と類似模型供試体結果の比較例

表3.1 遮音等級の結果一覧

壁構造 W2:206 天井 C1:石膏ボード 15mm

根太構造		J1	J2	J3	J4	J5	J6
		210 0455 床板なし	210 0455	210 ダブル 0455	212 0455	214 0455	214 0277
F0	なし	L-65 (L数64)	L-75 (L数74)	L-70 (L数71)	L-70 (L数72)	L-70 (L数71)	L-65 (L数65)
F1	石膏ボード 15mm×2枚相当	—	L-70 (L数68)	L-65 (L数66)	L-65 (L数65)	L-65 (L数66)	L-65 (L数65)
F2	モルタル 40mm	—	L-65 (L数64)	L-65 (L数64)	L-65 (L数65)	L-65 (L数63)	L-60 (L数61)
F3	モルタル 20mm +スチロール 10mm +モルタル 40mm	—	L-65 (L数66)	L-65 (L数63)	L-60 (L数61)	—	—
F4	モルタル 80mm	—	—	L-60 (L数60)	L-60 (L数62)	L-60 (L数62)	L-60 (L数60)
F5	モルタル 40mm +モルタル 80mm	—	—	L-55 (L数53)	—	—	—
F6	合板 12mm +グラスウール 25mm	—	L-70 (L数68)	L-65 (L数66)	L-65 (L数65)	—	—
F7	合板 12mm +ビーズ状スチロール	—	L-75 (L数73)	L-70 (L数71)	L-70 (L数69)	—	—

壁構造 W1:204 天井 C1:石膏ボード 15mm

根太構造		J1	J2	J3	J4	J5	J6
		210 0455 床板なし	210 0455	210 ダブル 0455	212 0455	214 0455	214 0277
F0	なし	L-65 (L数65)	L-70 (L数72)	L-75 (L数76)	L-75 (L数75)	L-70 (L数71)	L-70 (L数68)
F1	石膏ボード 15mm×2枚相当	—	L-65 (L数65)	L-65 (L数65)	L-65 (L数65)	L-65 (L数65)	L-65 (L数65)
F2	モルタル 40mm	—	L-60 (L数61)	L-65 (L数64)	L-60 (L数62)	L-65 (L数64)	L-65 (L数63)

壁構造 W2:206 天井 C2:石膏ボード 12mm×2枚

根太構造		J1	J2	J3	J4	J5	J6
		210 0455 床板なし	210 0455	210 ダブル 0455	212 0455	214 0455	214 0277
F0	なし	—	L-75 (L数73)	—	—	L-75 (L数74)	—

壁構造 W2:206 天井 C3:石膏ボード 50mm×2枚相当

根太構造		J1	J2	J3	J4	J5	J6
		210 0455 床板なし	210 0455	210 ダブル 0455	212 0455	214 0455	214 0277
F0	なし	—	L-70 (L数68)	—	—	L-65 (L数67)	—

表3.2 各遮音等級を満足する仕様一覧（縮尺模型実験の結果より）

遮音等級	天井	根太構造	床 上 部 材
L-75~L-70	P B 15mm 1 枚	2×10 @455mm 2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm	な し な し な し
		2×10 @455mm 2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm	ビーズ状スチロール+合板12mm ビーズ状スチロール+合板12mm ビーズ状スチロール+合板12mm
L-70	P B 15mm 1 枚	2×14 @455mm	な し
	P B 50mm 2 枚	2×10 @455mm	な し
L-70~L-65	P B 15mm 1 枚	2×14 @277mm	な し
		2×10 @455mm	P B 15mm 2 枚程度
		2×10 @455mm 2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm	グラスウール25mm+合板12mm グラスウール25mm+合板12mm グラスウール25mm+合板12mm
L-65	P B 15mm 1 枚	2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm 2×14 @455mm 2×14 @277mm	P B 15mm 2 枚程度 P B 15mm 2 枚程度 P B 15mm 2 枚程度 P B 15mm 2 枚程度
	P B 50mm 2 枚	2×14 @455mm	な し
L-65~L-60	P B 15mm 1 枚	2×10 @455mm 2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm 2×14 @455mm 2×14 @277mm	モルタル40~60mm程度
L-60	P B 15mm 1 枚	2×10ダブル @455mm 2×12 @455mm 2×14 @455mm 2×14 @277mm	モルタル80mm程度
L-60~L-55	P B 15mm 1 枚	2×10ダブル @455mm	モルタル120mm程度

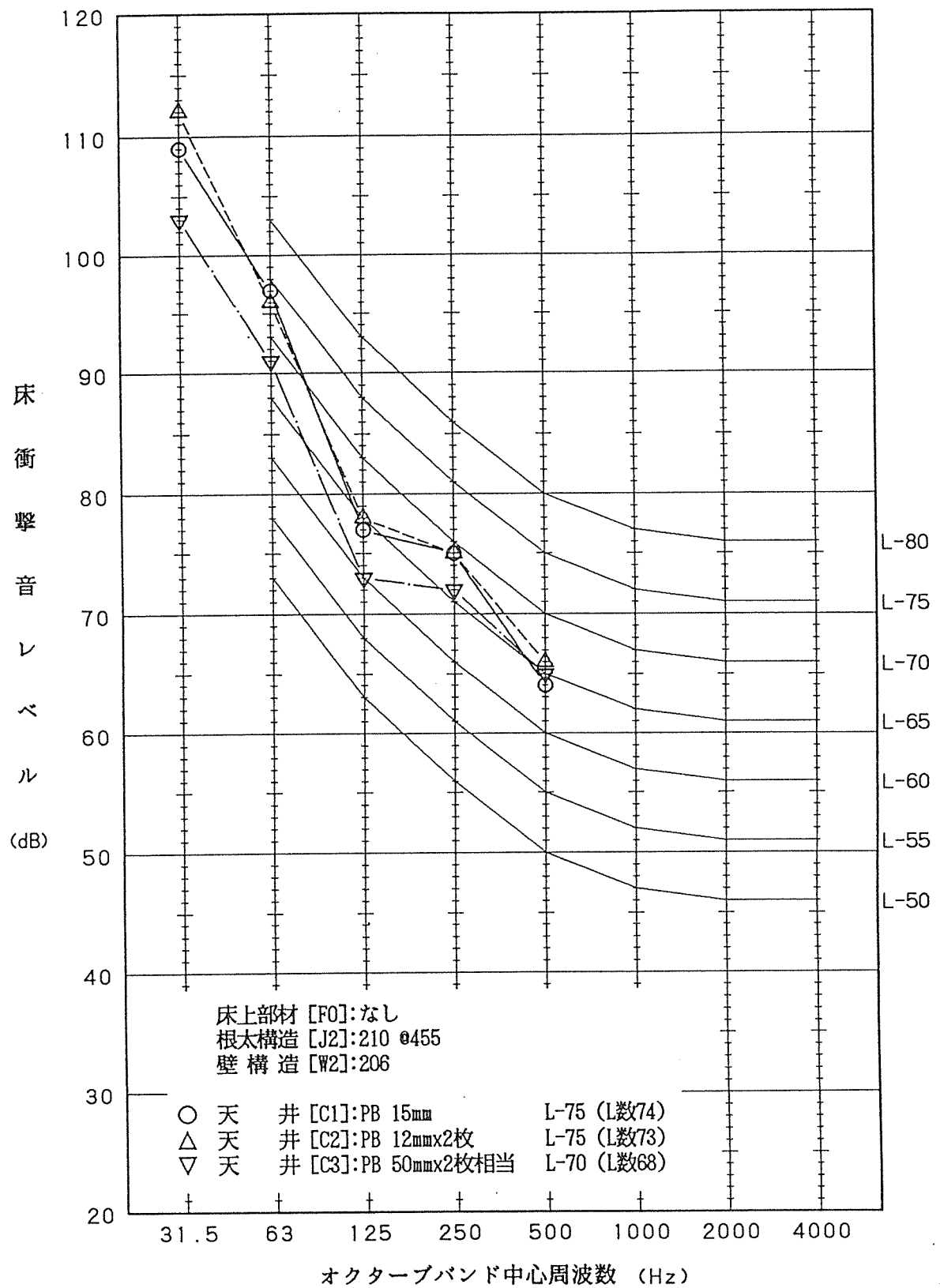


図3.3 天井材による重量床衝撃音レベルの変化 - 1

(床上部材:なし, 根太構造:210材 @455mm, 壁構造:206材)

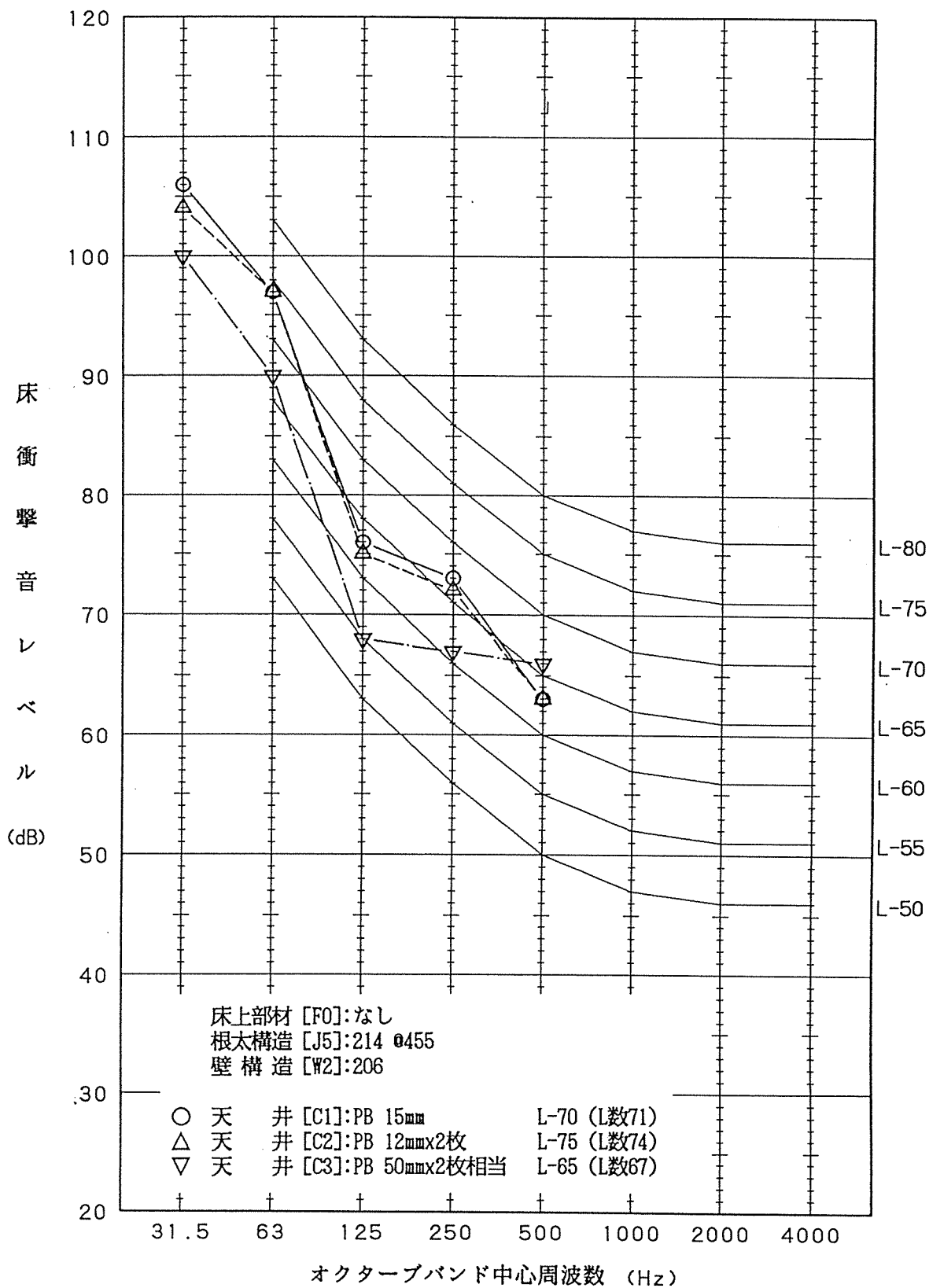


図3.4 天井材による重量床衝撃音レベルの変化 - 2

(床上部材：なし，根太構造：214材 @455mm，壁構造：206材)

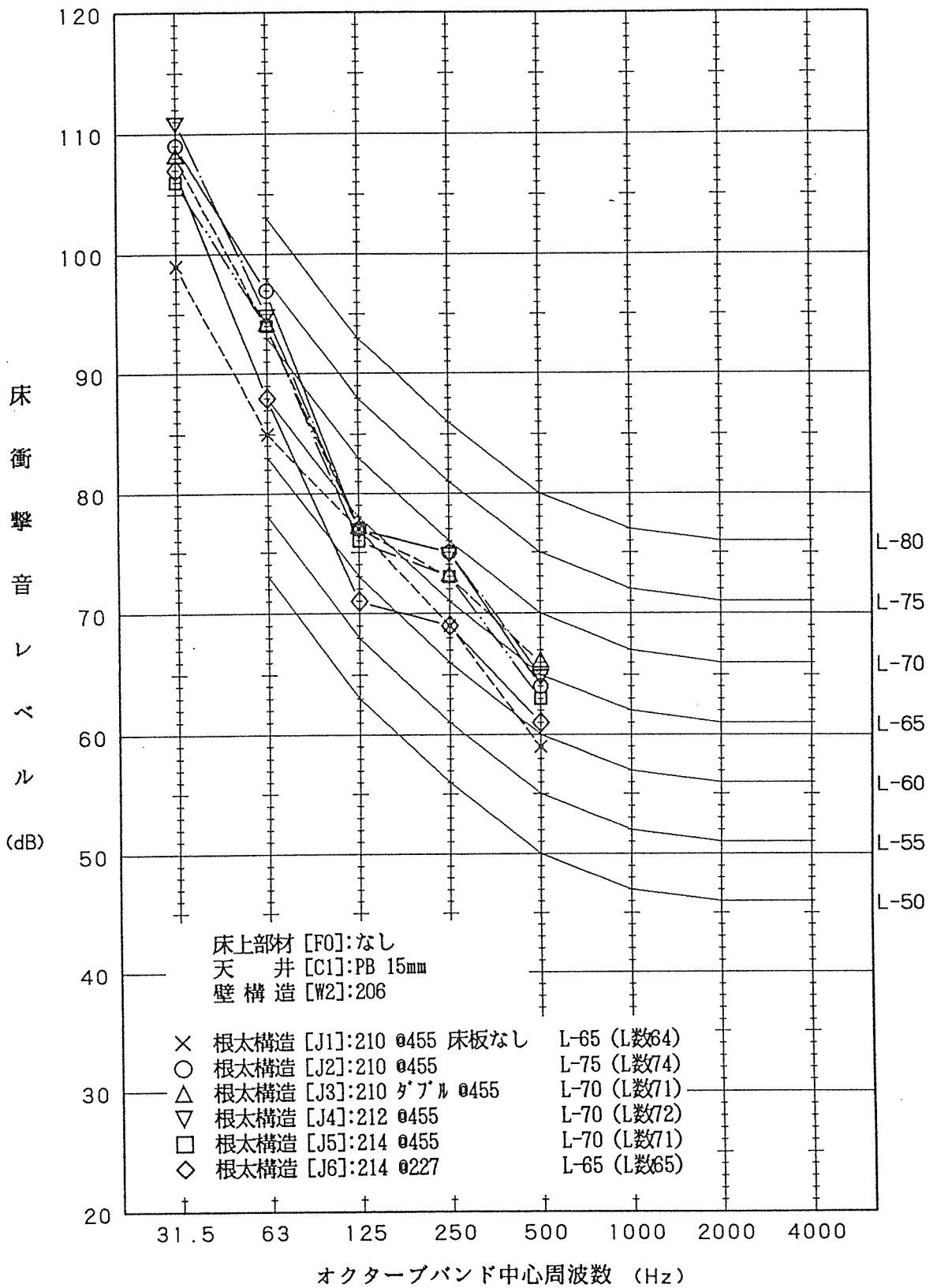


図3.5 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 — 1

(床上部材:なし, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:206材)

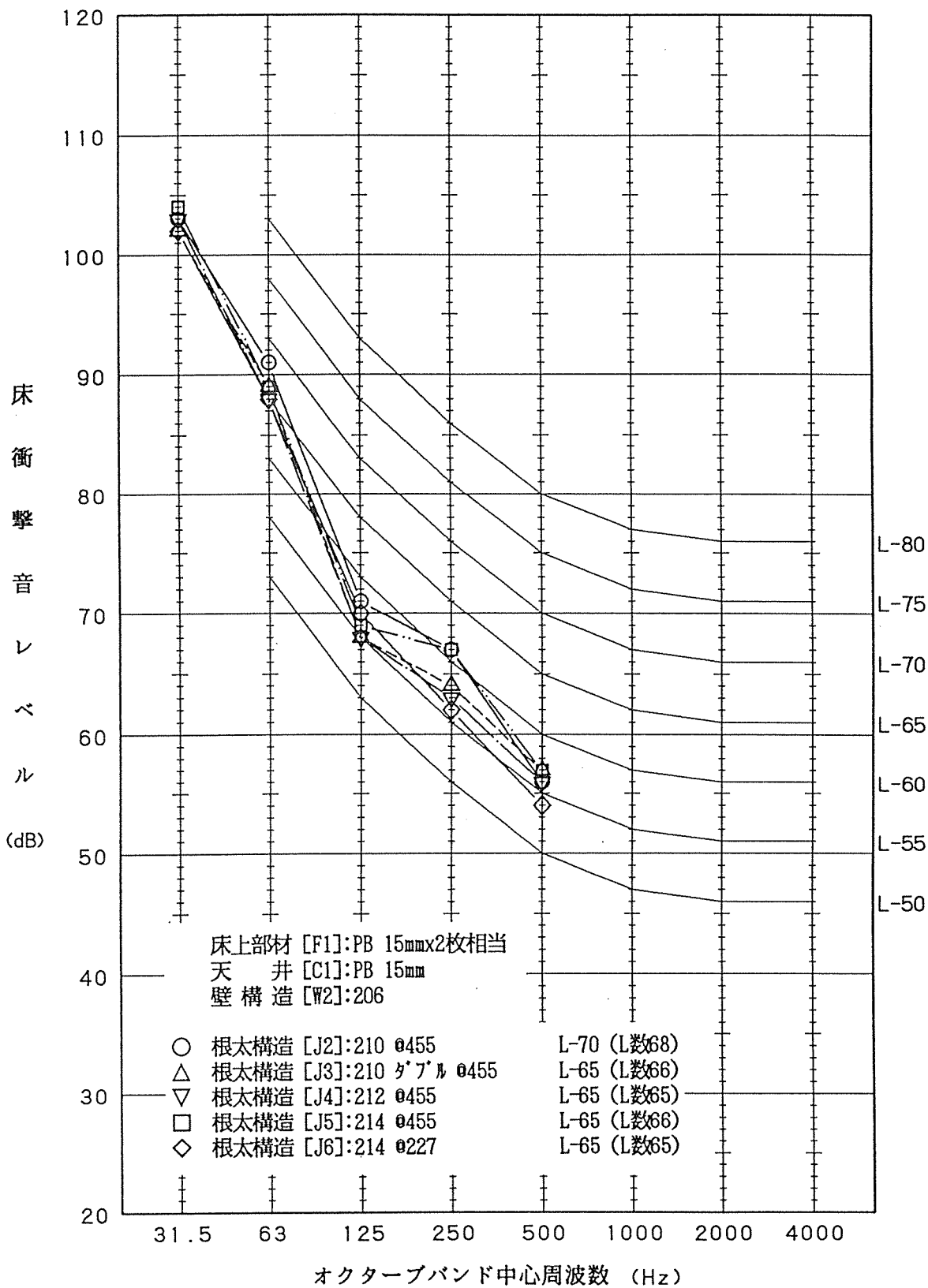


図3.6 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 - 2

(床上部材:PB15mm×2枚相当, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:206材)

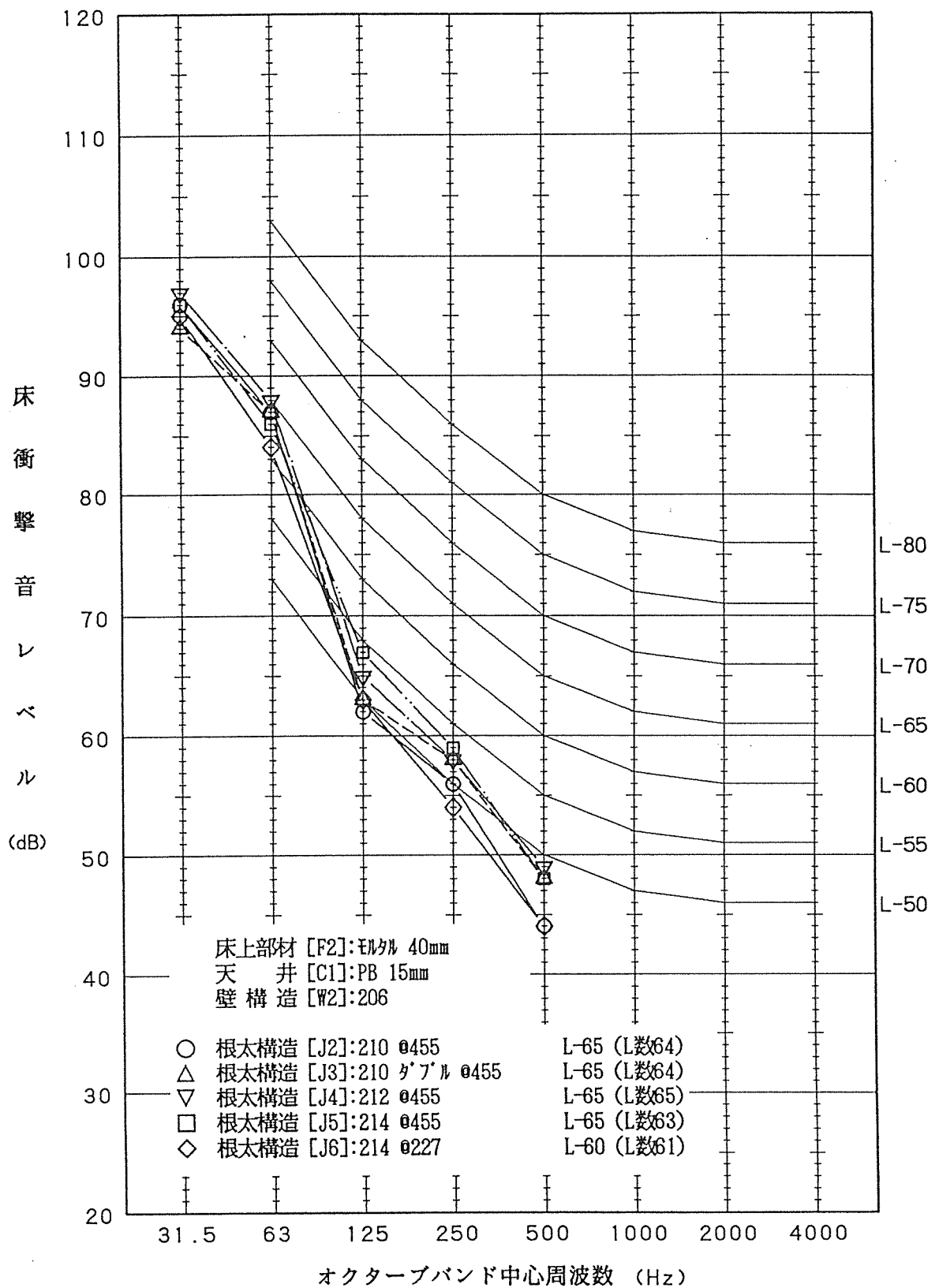


図3.7 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 - 3

(床上部材:モルタル40mm, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:206材)

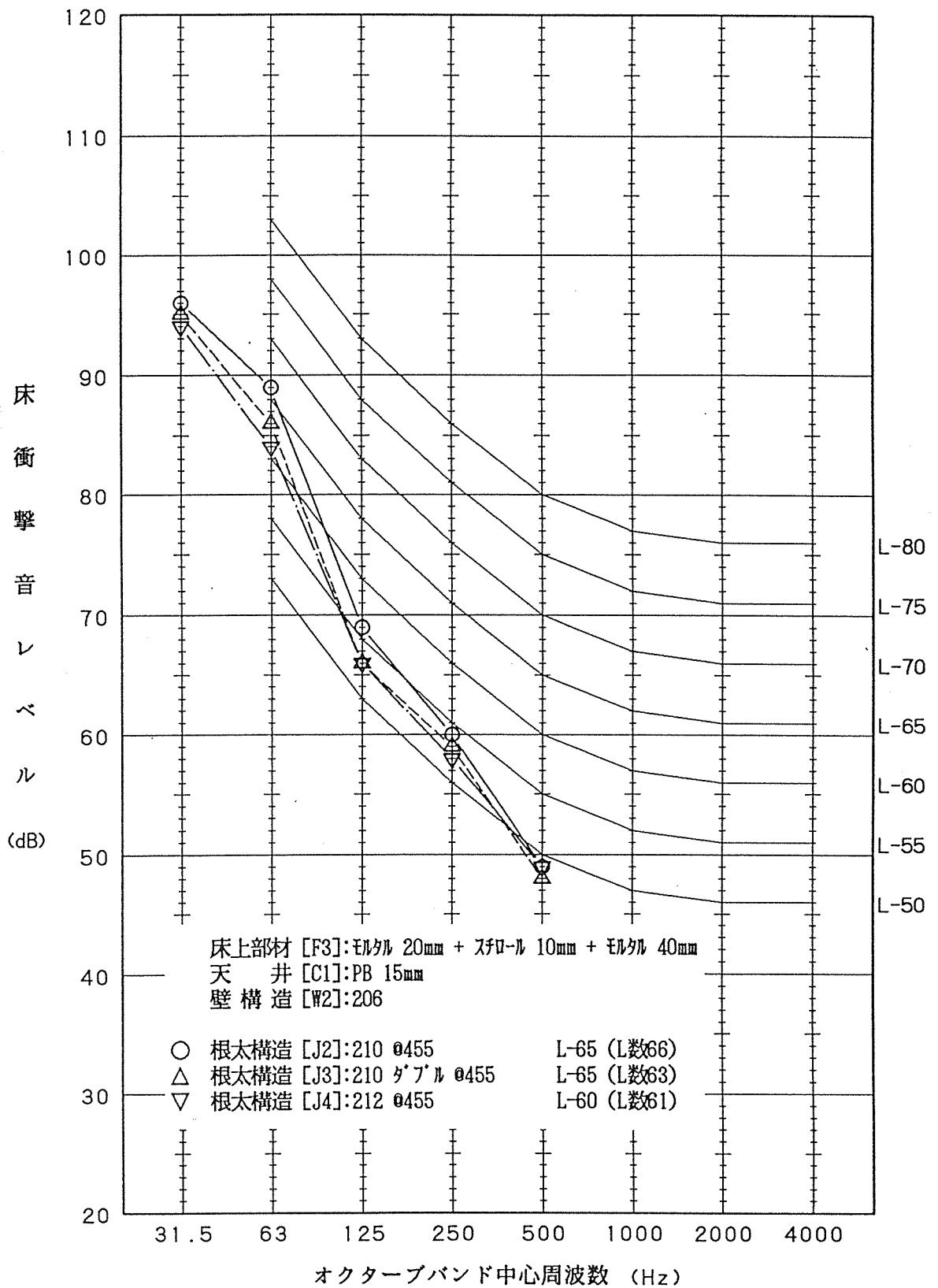


図3.8 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 - 4

(床上部材:モルタル20mm+40mm, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:206材)

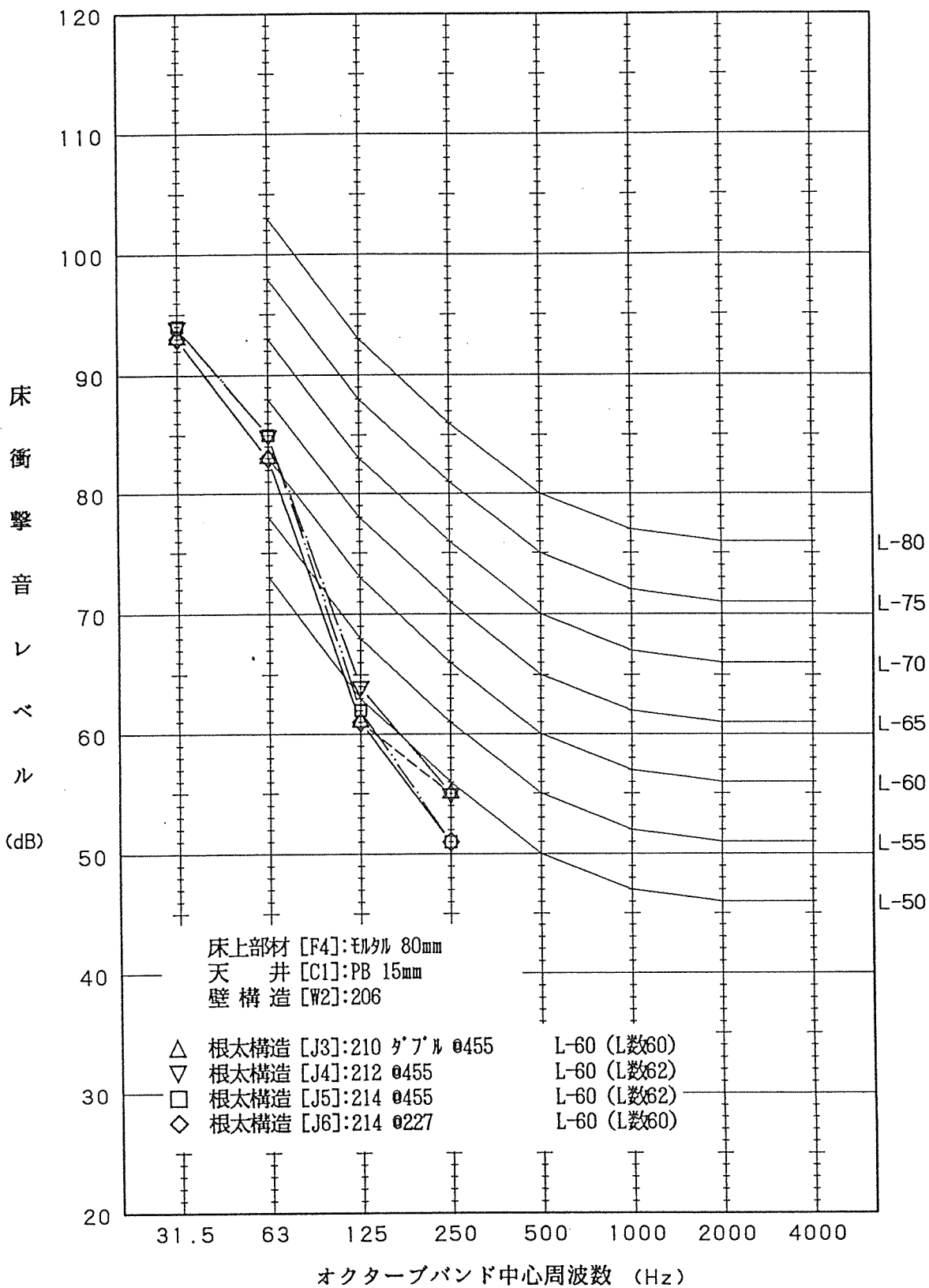


図3.9 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 — 5
(床上部材:モルタル80mm, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:206材)

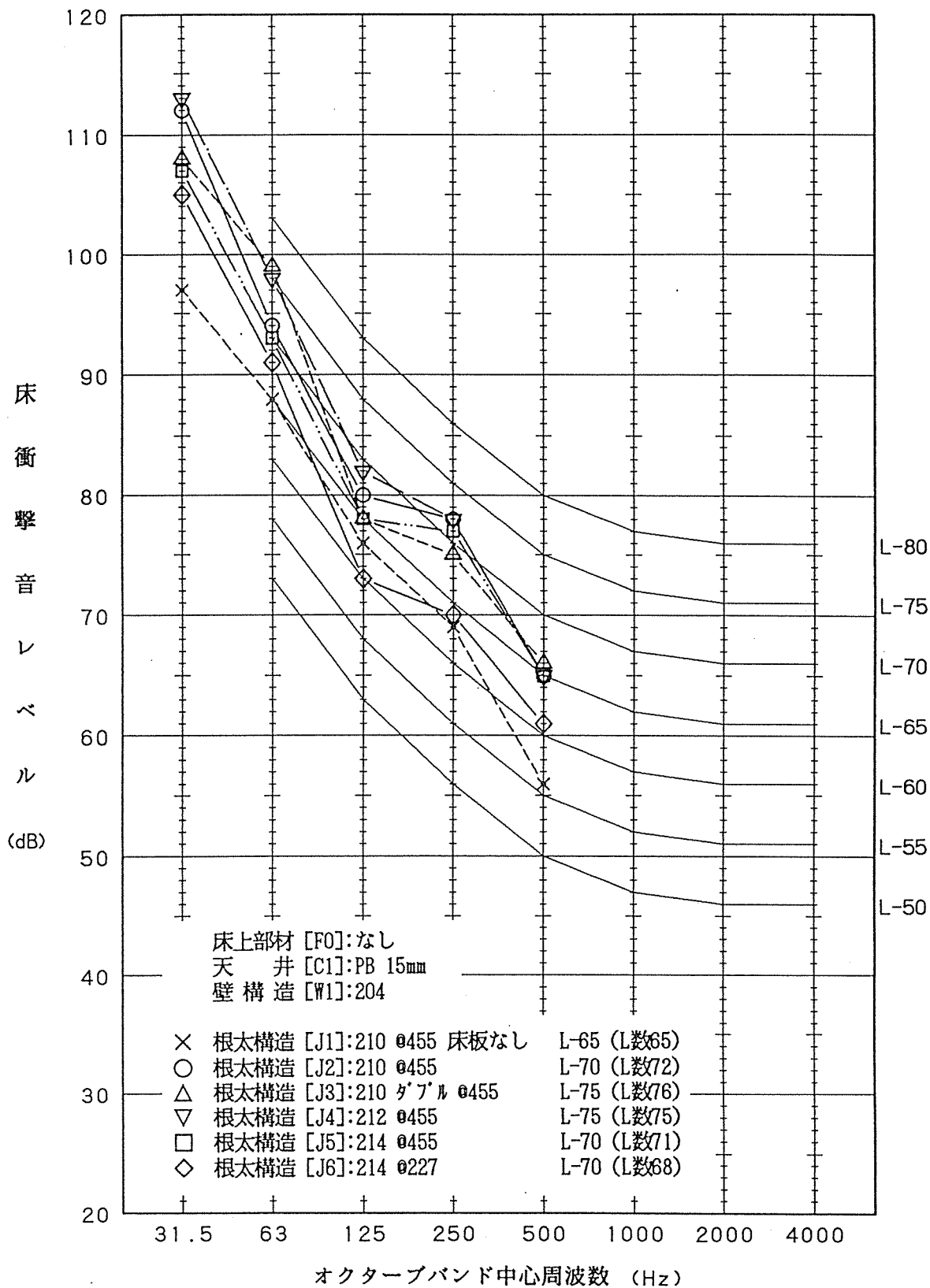


図3.10 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 - 6

(床上部材:なし, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:204材)

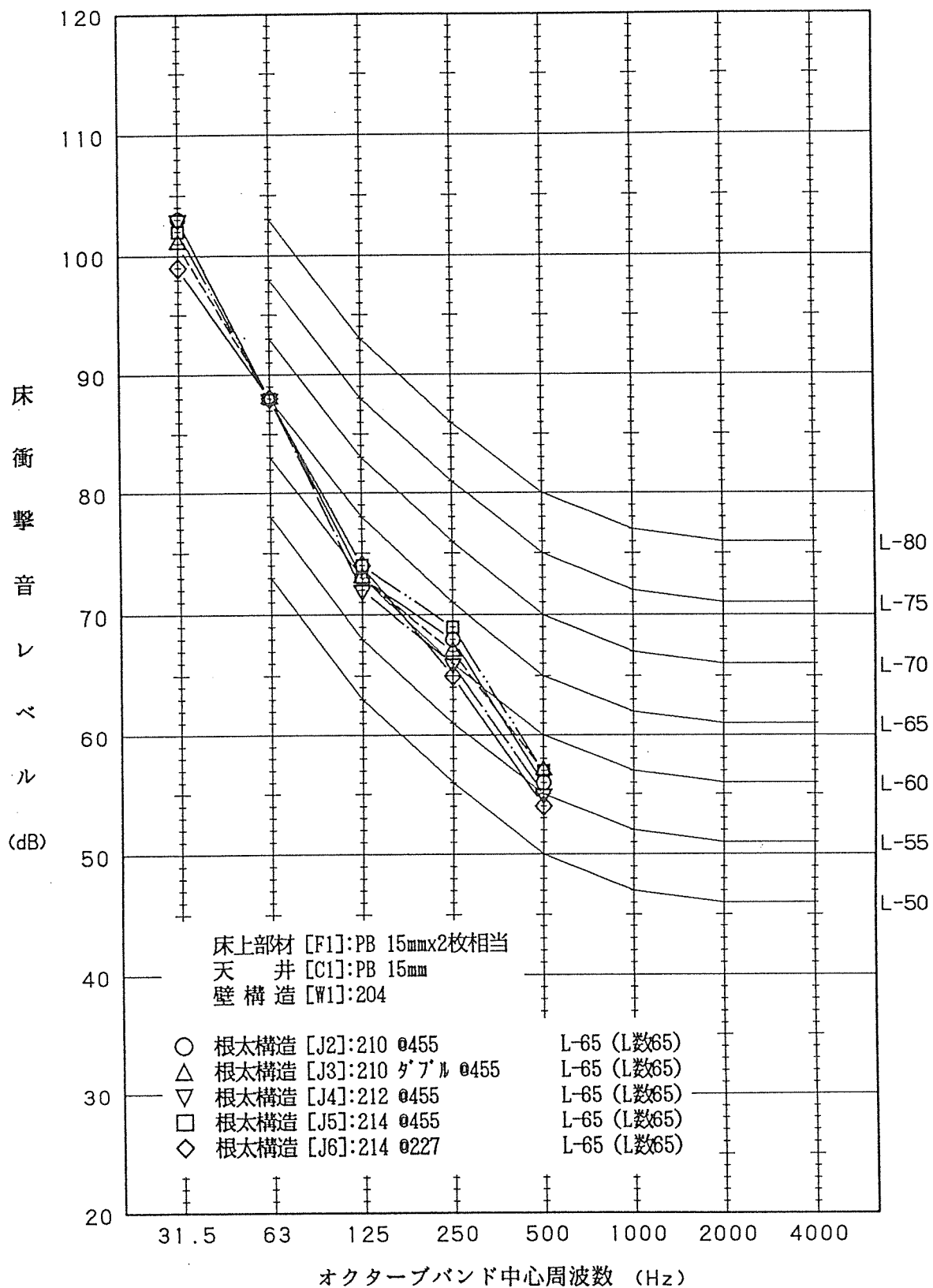


図3.11 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 - 7

(床上部材: PB15mm×2枚相当, 天井: PB15mm×1枚, 壁構造: 204材)

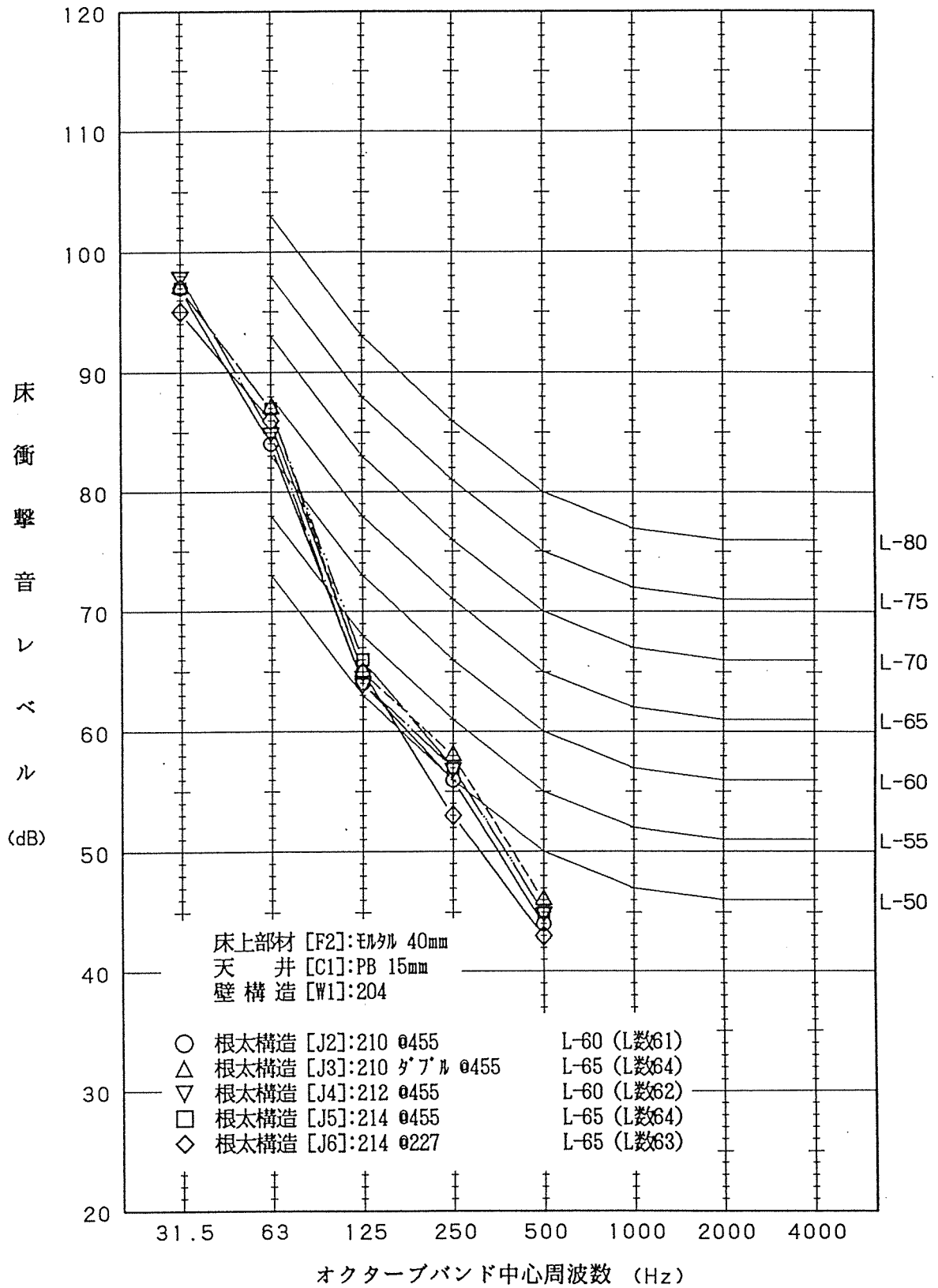


図3.12 根太構造による重量床衝撃音レベルの変化 — 8

(床上部材:モルタル40mm, 天井:PB15mm×1枚, 壁構造:204材)

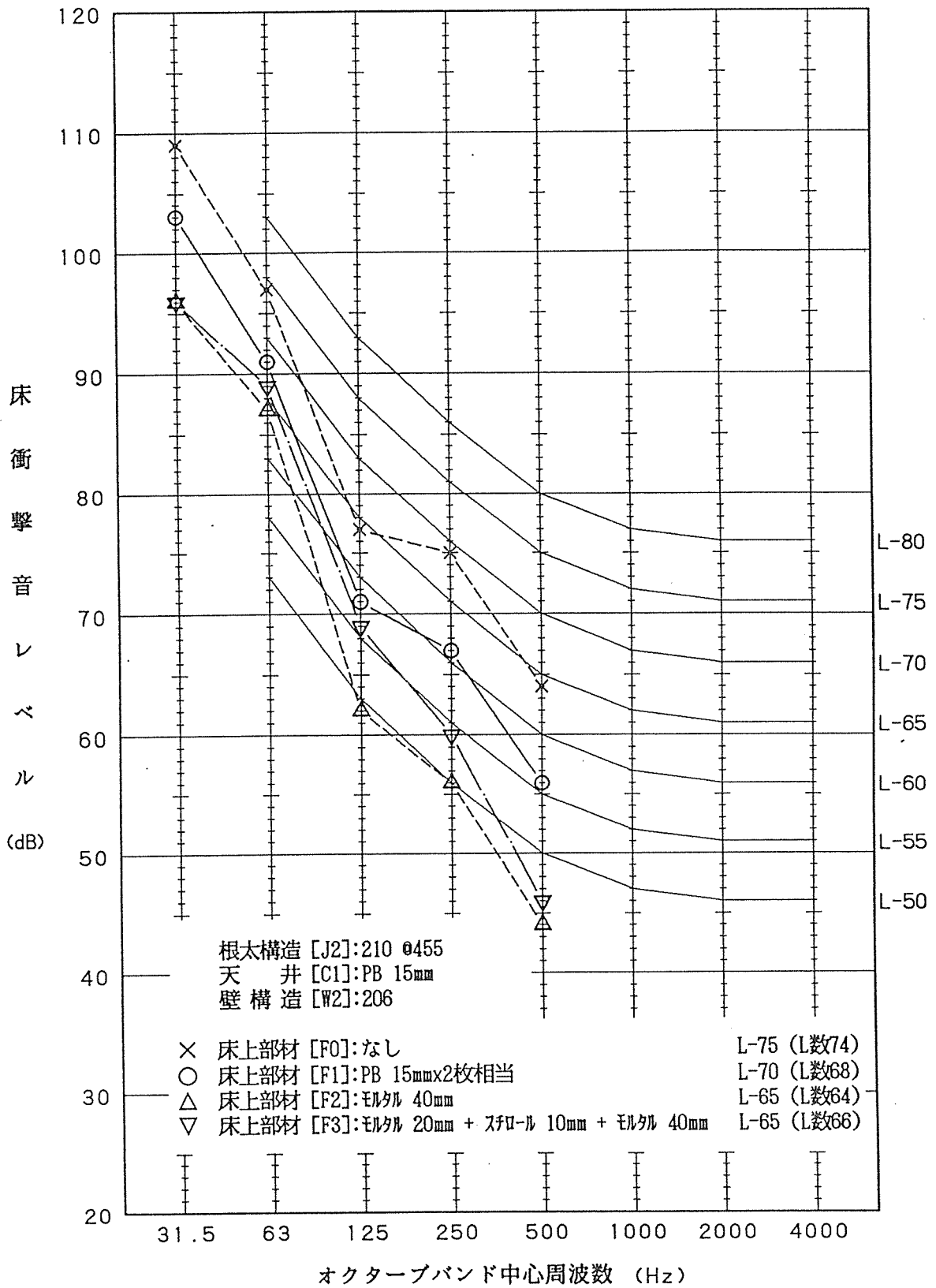


図3.13 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 - 1
 (根太構造: 210 @ 455mm, 天井: PB15mm × 1枚, 壁構造: 206材)

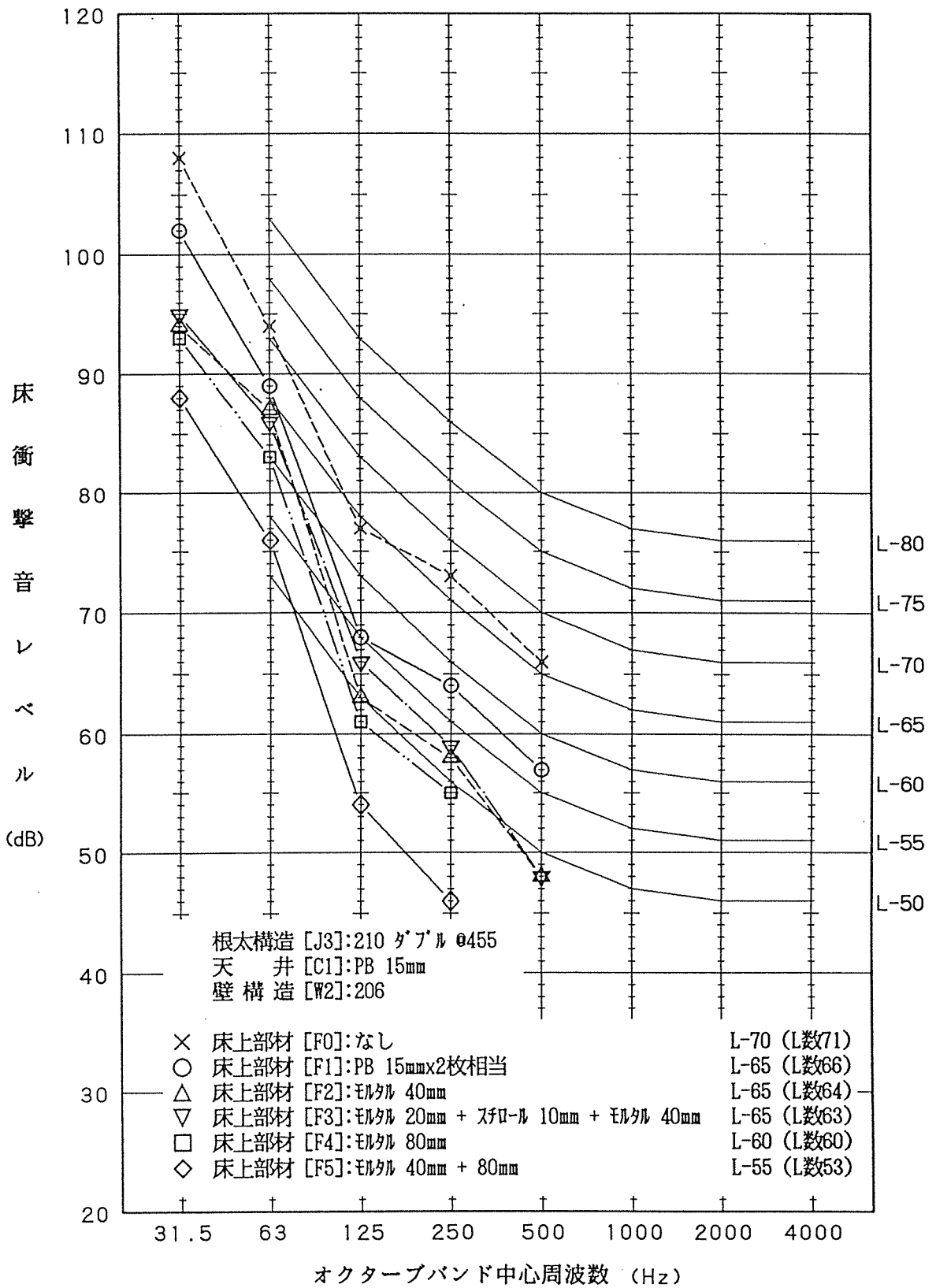


図3.14 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 2
（根太構造：210ダブル ④455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：206材）

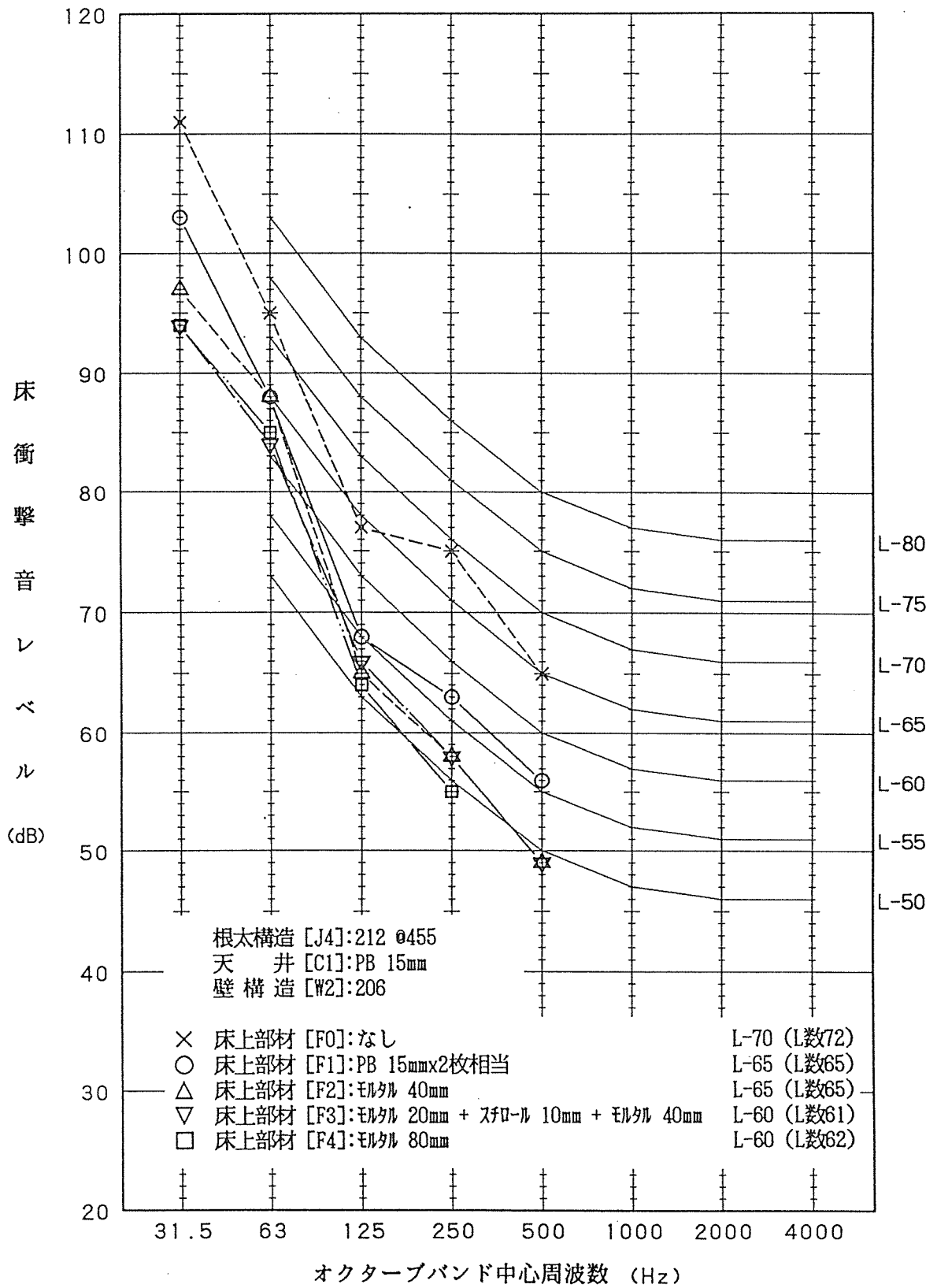


図3.15 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 - 3
 (根太構造: 212 @455mm, 天井: PB15mm×1枚, 壁構造: 206材)

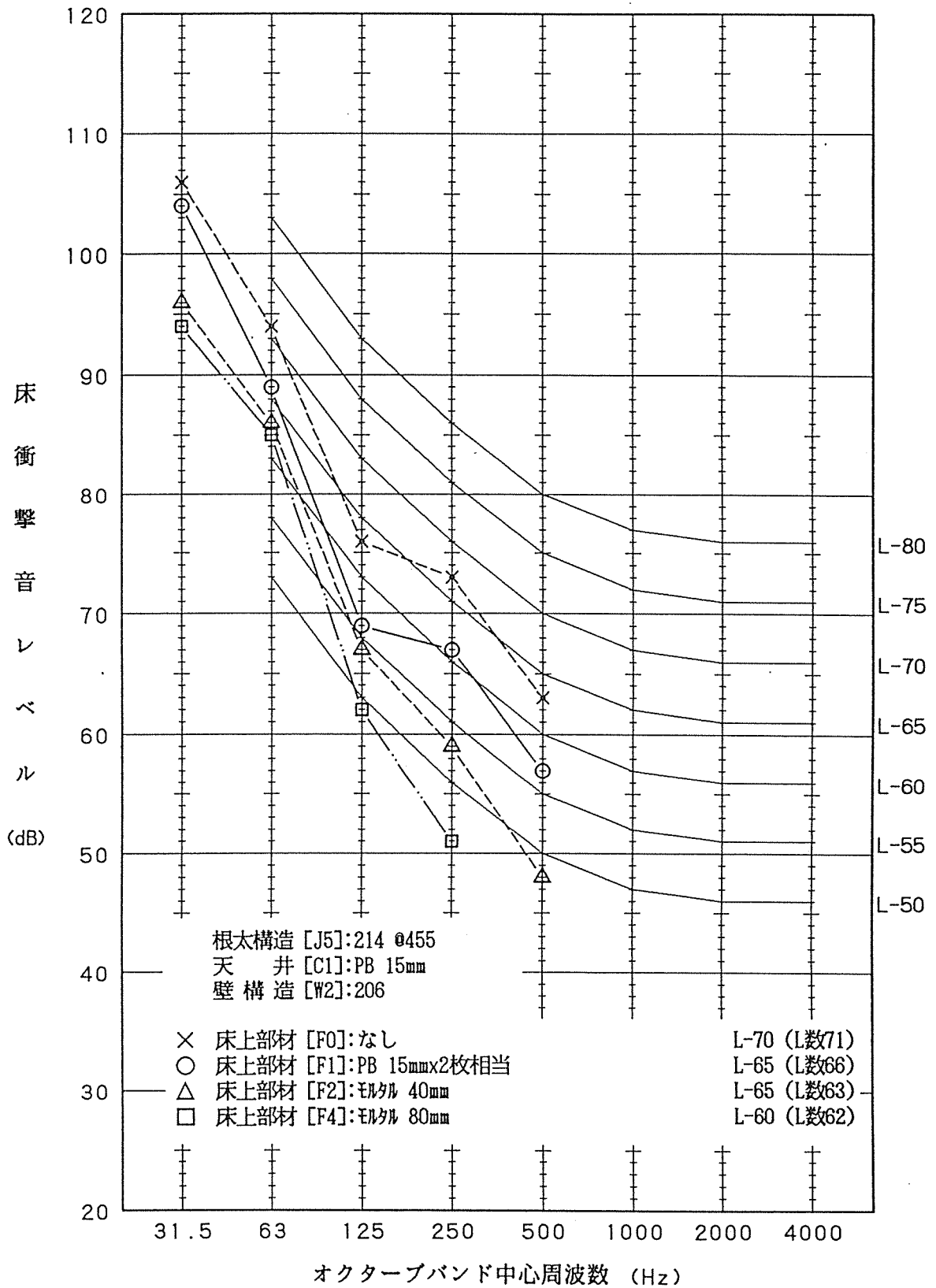


図3.16 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 - 4
 (根太構造: 214 @455mm, 天井: PB15mm×1枚, 壁構造: 206材)

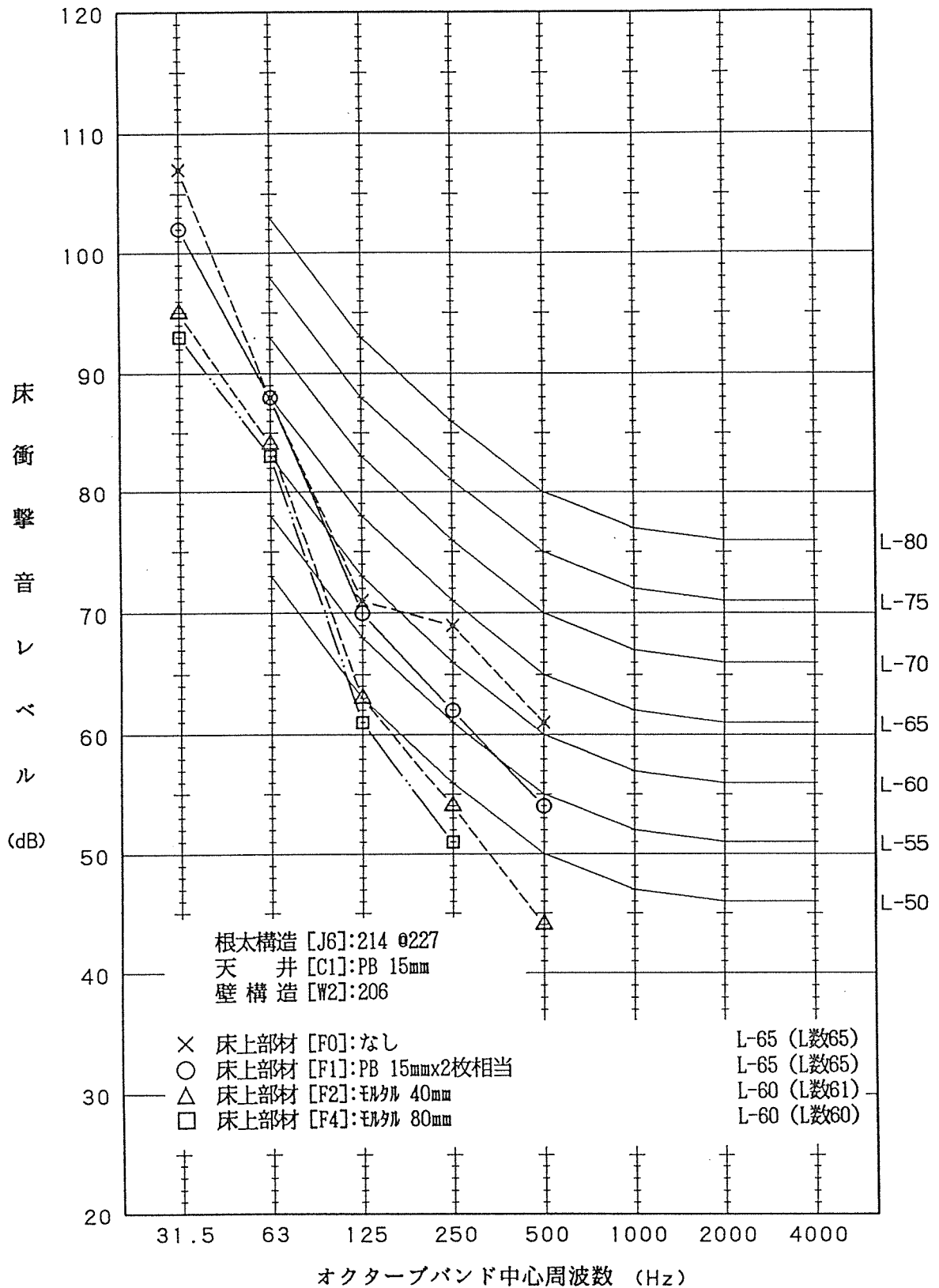


図3.17 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 5
 （根太構造：214 @277mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：206材）

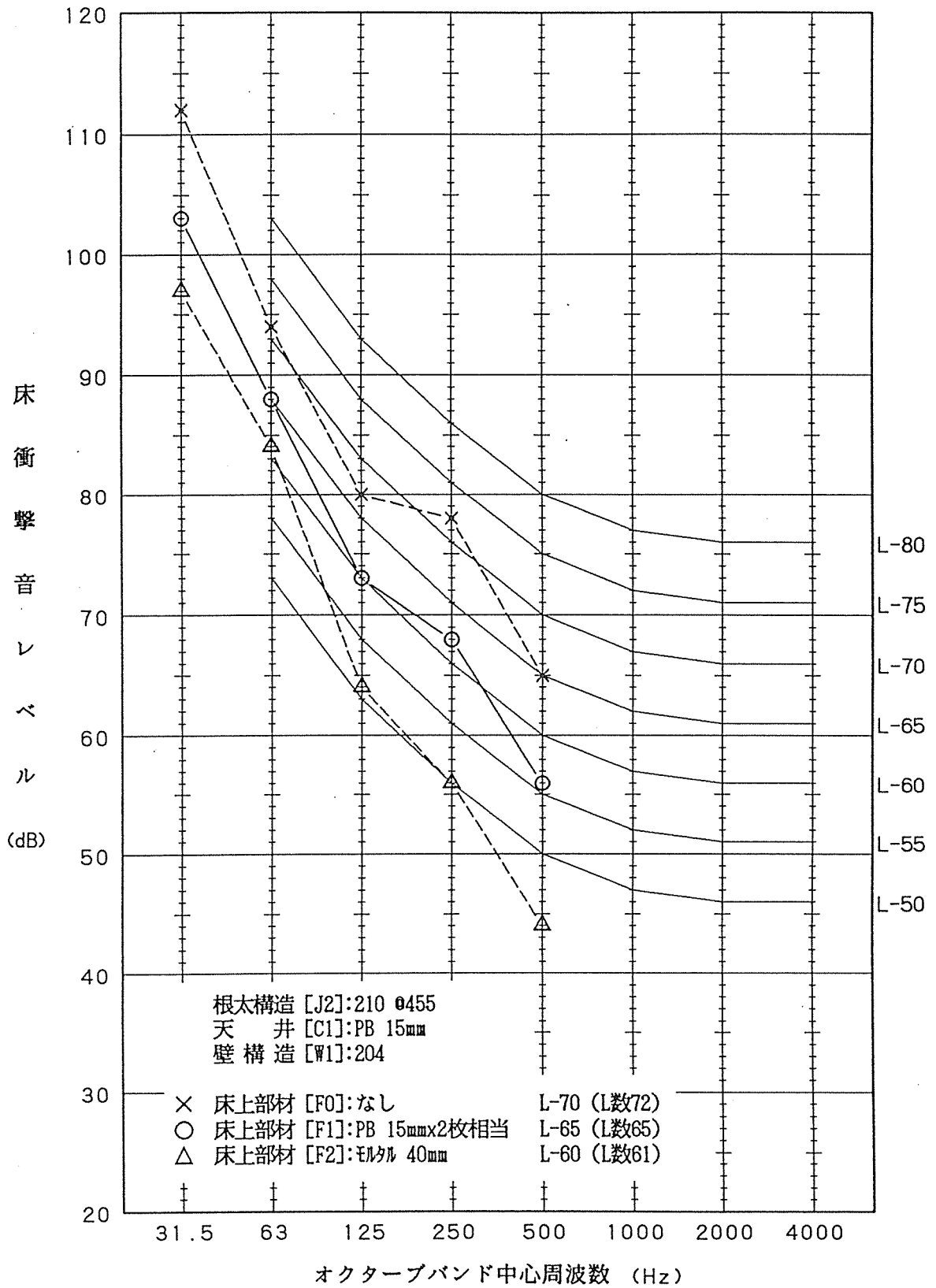


図3.18 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 6
 （根太構造：210 @455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：204材）

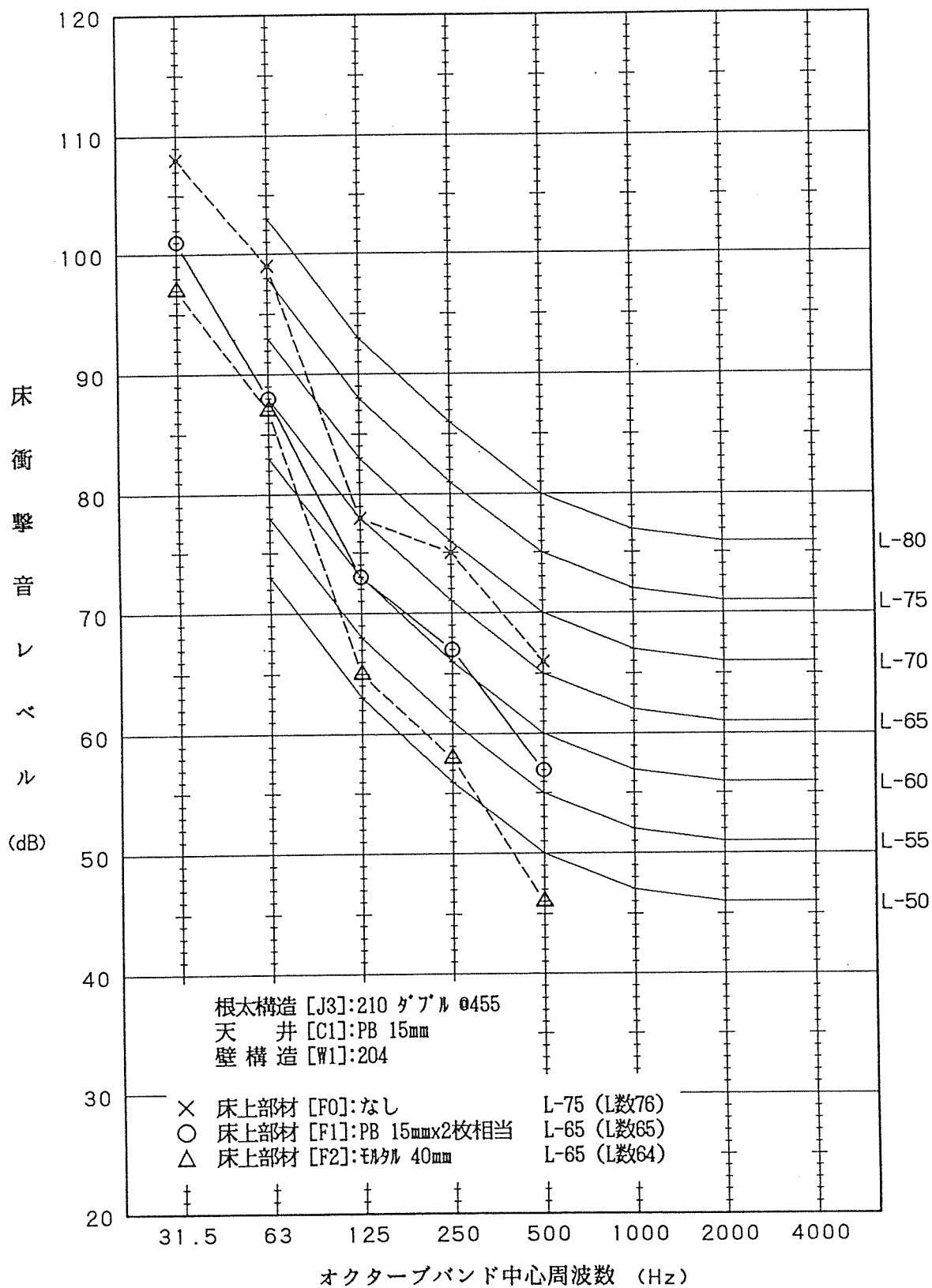


図3.19 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 - 7
 (根太構造: 210ダブル @455mm, 天井: PB15mm × 1枚, 壁構造: 204材)

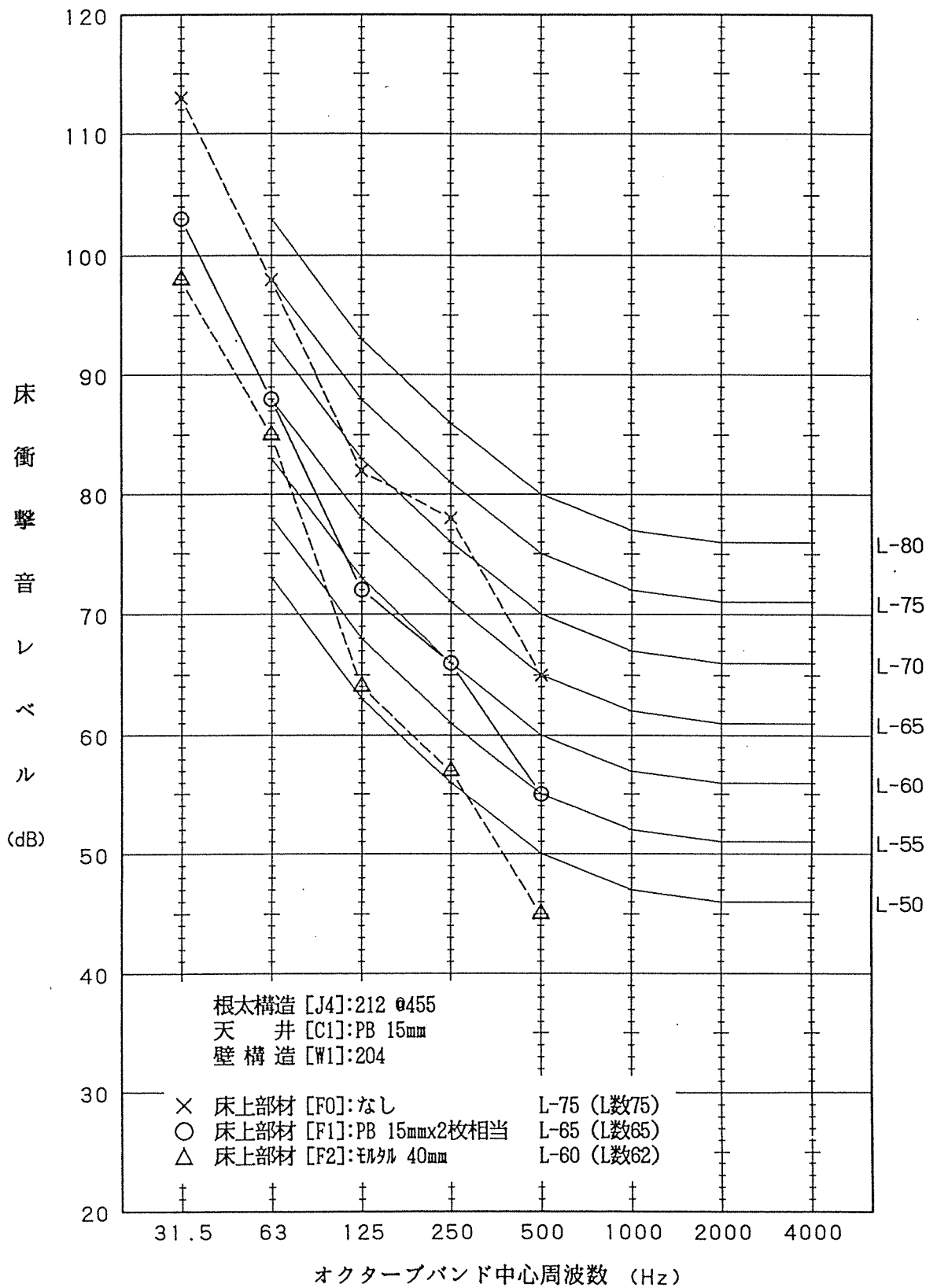


図3.20 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 8
（根太構造：212 @455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：204材）

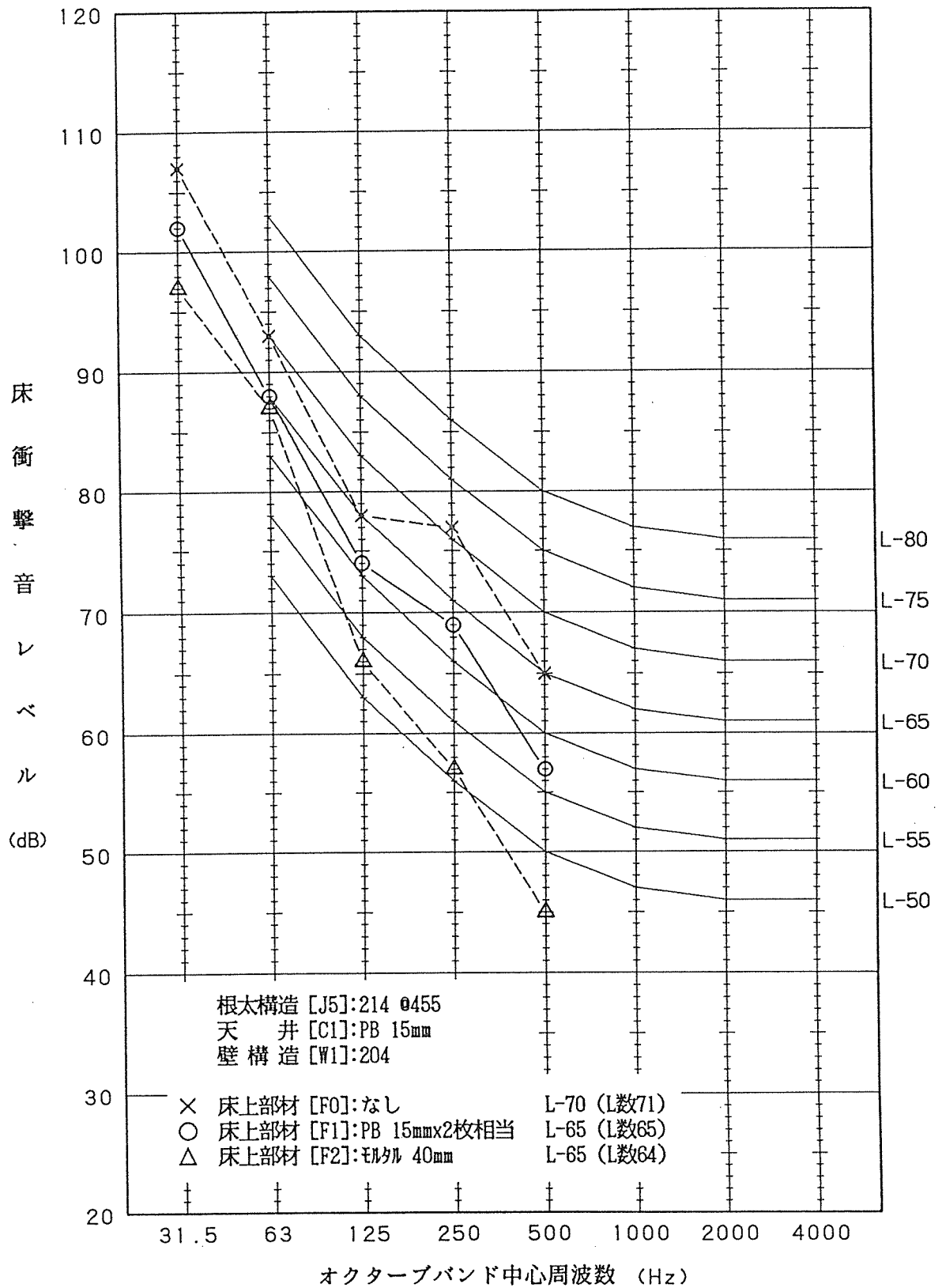


図3.21 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 9

（根太構造：214 @455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：204材）

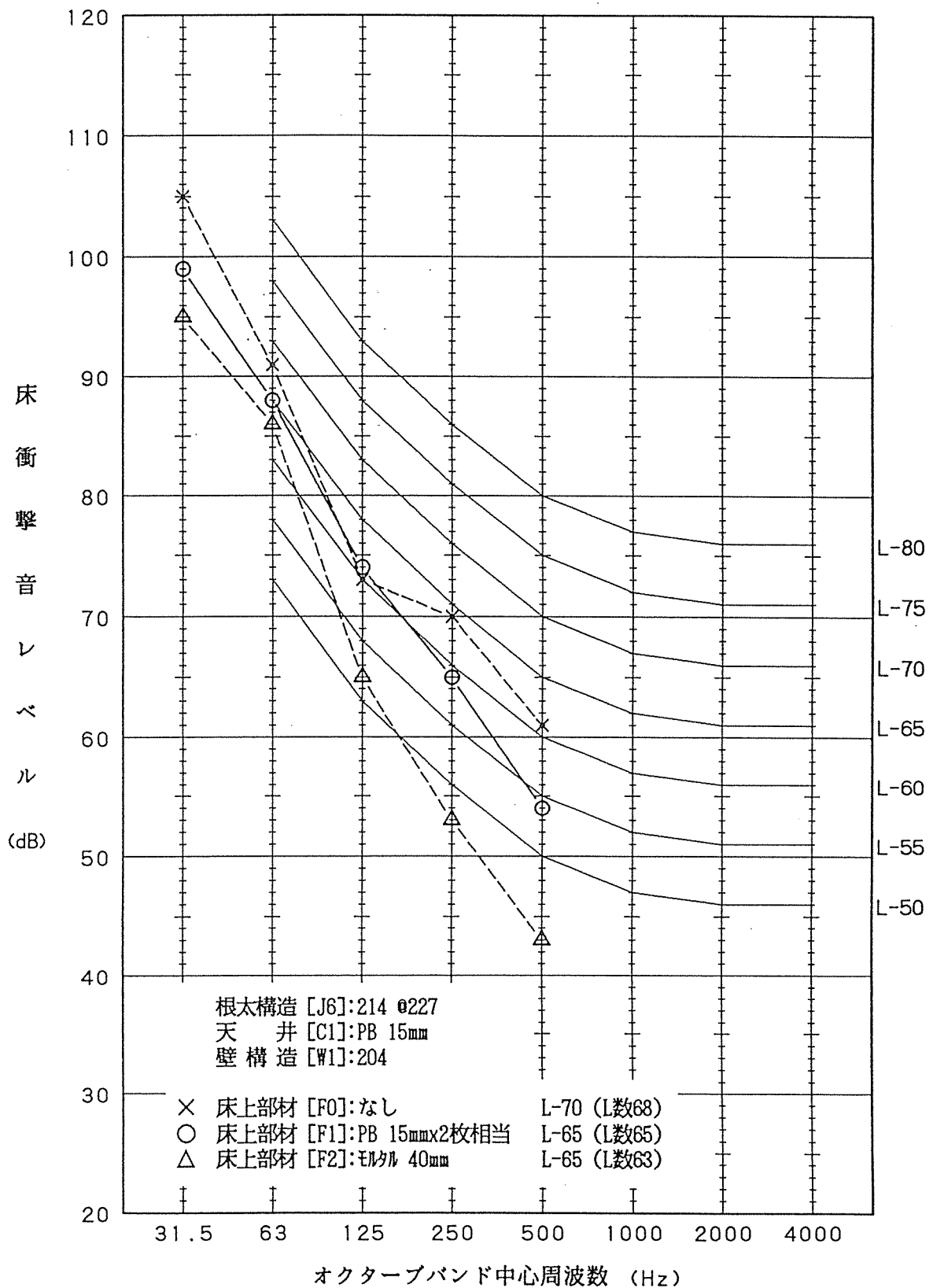


図3.22 床上部材（付加重量材）による重量床衝撃音レベルの変化 — 10
 （根太構造：214 @277mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：204材）

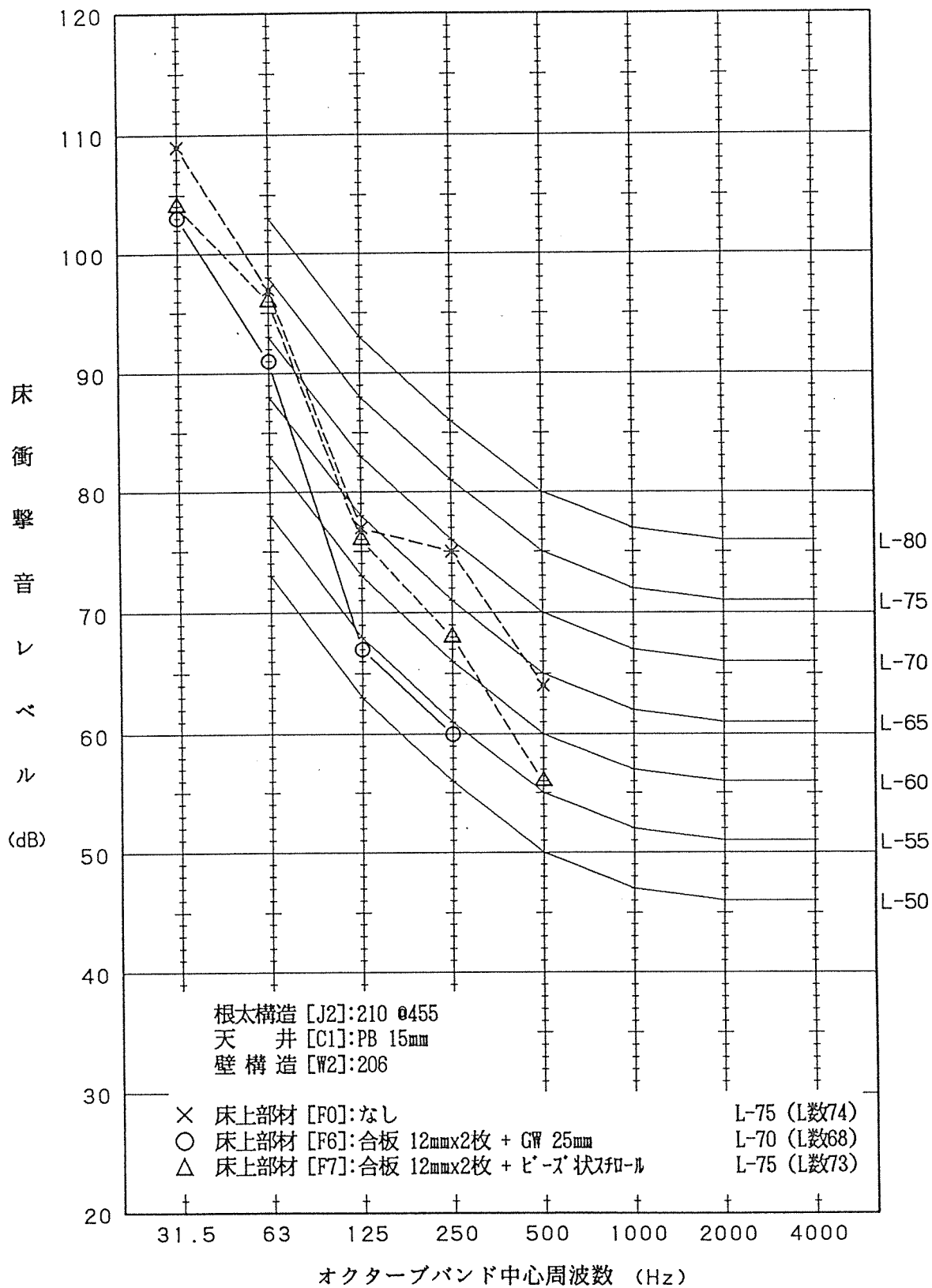


図3.23 床上部材（緩衝層）による重量床衝撃音レベルの変化 — 1
 （根太構造：210 @455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：206材）

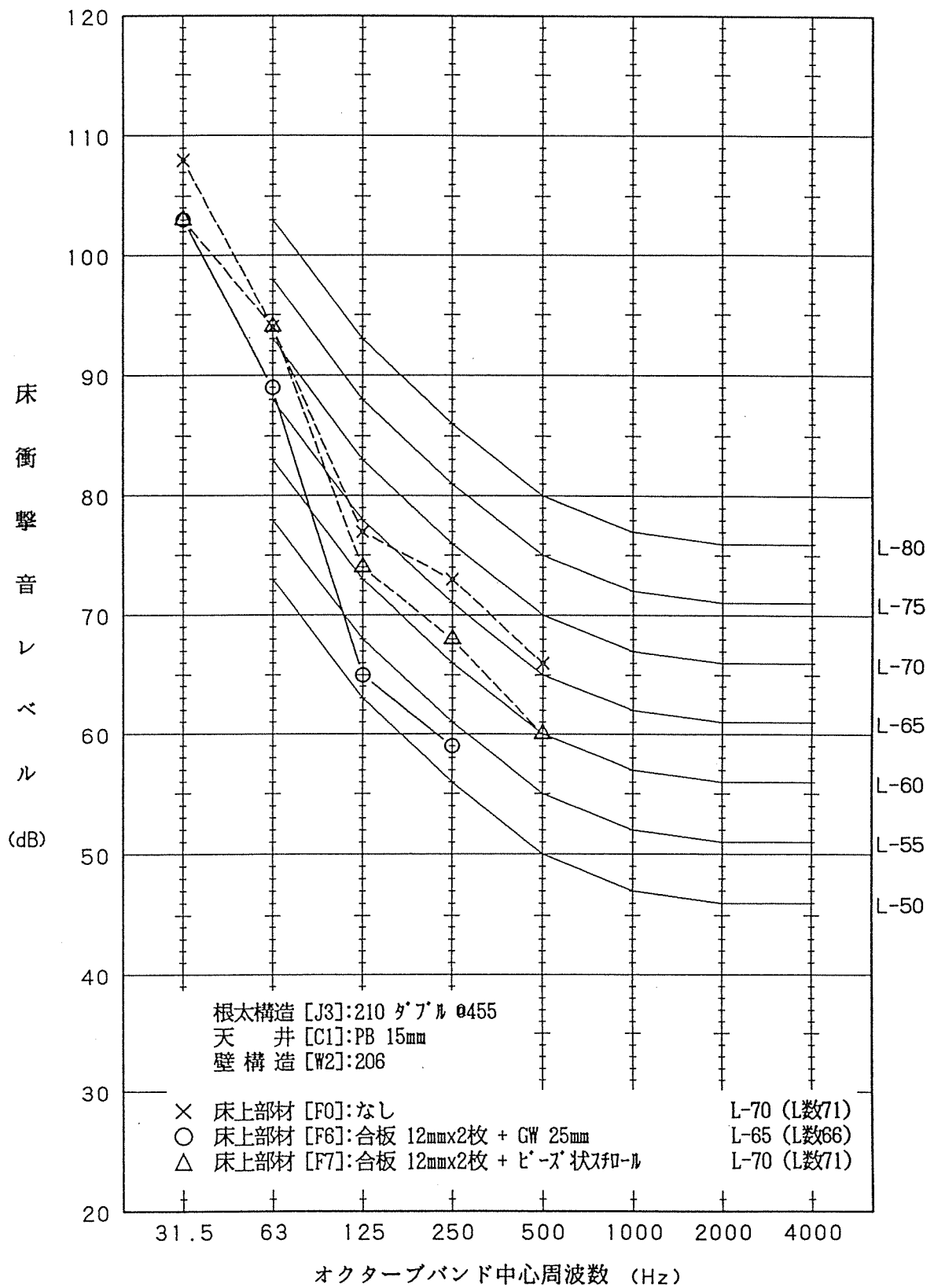


図3.24 床上部材（緩衝層）による重量床衝撃音レベルの変化 - 2
 (根太構造: 210ダブル @455mm, 天井: PB15mm×1枚, 壁構造: 206材)

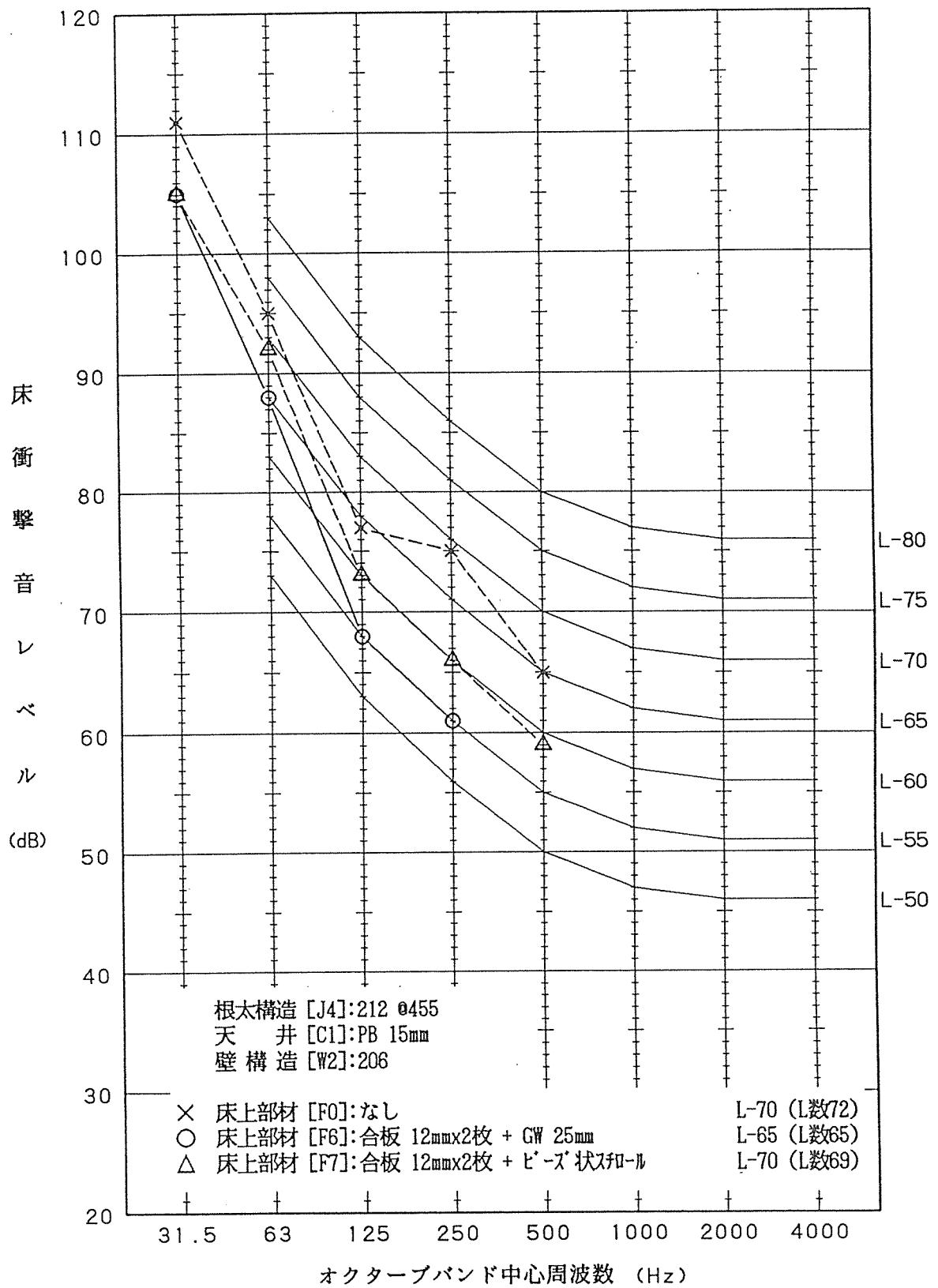


図3.25 床上部材（緩衝層）による重量床衝撃音レベルの変化 - 3
 （根太構造：212 @455mm，天井：PB15mm×1枚，壁構造：206材）

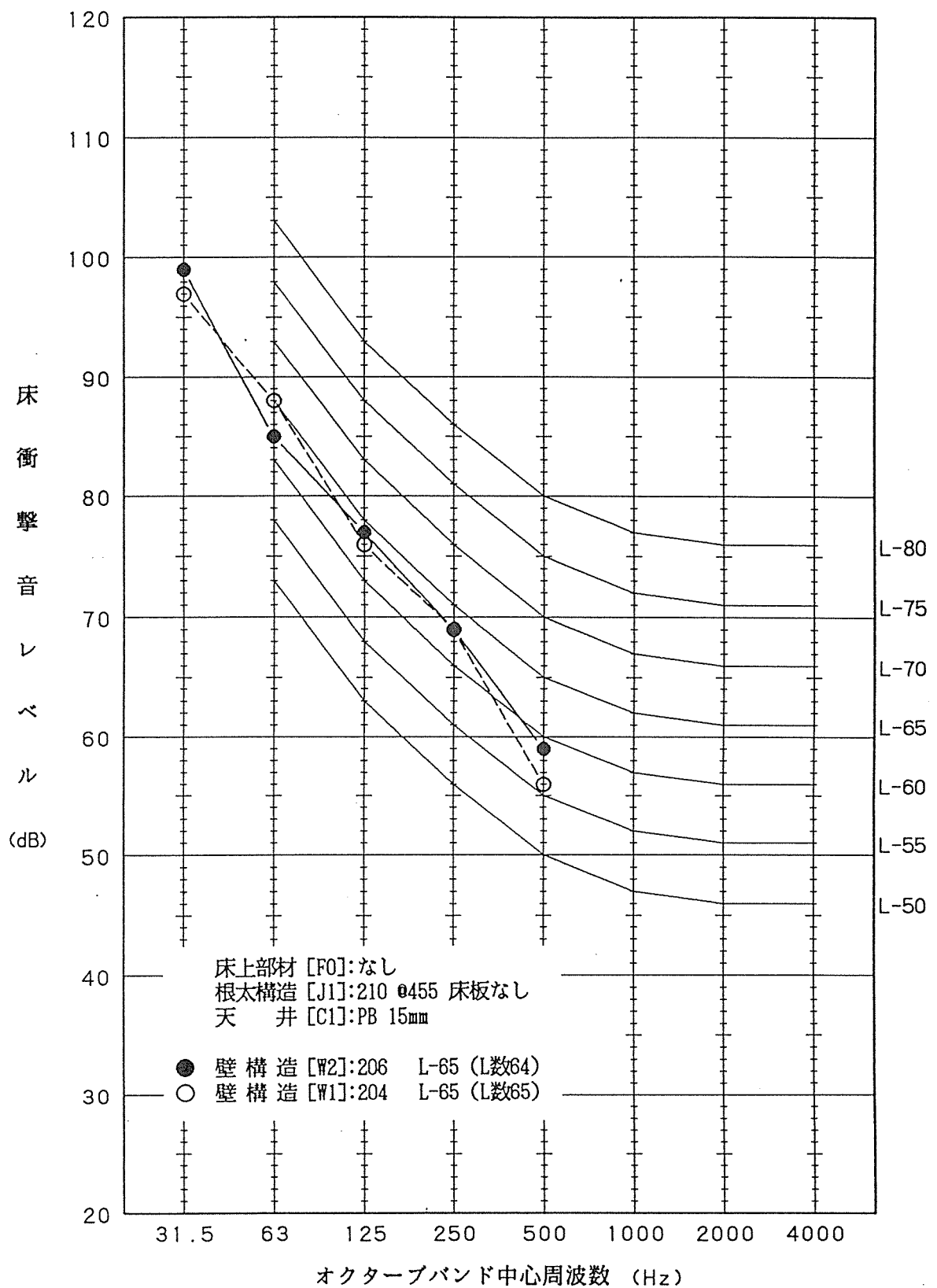


図3.26 下階室壁構造による重量床衝撃音レベルの変化

(根太構造: 210 @455mm (床板なし), 天井: PB15mm×1)

4. まとめ

- (1) 軟球ボールを重量衝撃源とした縮尺1/4の床衝撃音模型実験は、遮音等級の目安や数種類の構造の相互比較を行う上で有効である。
- (2) 木造建築物は軽量であることが重量床衝撃音の遮断性能を低下させている大きな原因と考えられ、床上に重量材を付加することで、床衝撃音レベルを大幅に低減させることが可能と思われる。
- (3) 根太材の断面寸法やピッチを変化させることも床衝撃音レベルに影響を与えるが、今回の実験範囲では、床上の重量材ほどの変化はなかった。
- (4) 天井については、石膏ボード15mm×1枚と12mm×2枚では、それほど大きな差異はなさそうである。石膏ボードを極限(50mm×2枚程度)まで厚くしても、遮音等級は1~2ランク低下する程度である。
- (5) 下階室の壁については、204材と206材で、両者に壁構造の剛性や面密度に大きな差異がないことから推察されるように、床衝撃音レベルの変化もあまりなかった。上記二材による変化よりは、模型の出来・不出来による差の可能性の方が大きいようである。
- (6) 各供試体の遮音等級の結果を表3.1にまとめて示した。また、各遮音等級別に床断面仕様を整理した結果を表3.2に示した。

謝 辞

本実験を行うに際してご協力いただきました関係各団体および個人に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 井上勝夫, 木村翔, 宮崎浩司: 「木質系床構造の重量床衝撃源に対する床衝撃音低減方法に関する研究」, 日本建築学会計画系論文報告集 第382号, pp.1~9, 1987.12
- 2) 折田信生, 福島寛和: 「木造建築物の水平加力前後における遮音性能について」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学 1992年度, pp.91~92, 1992.8
- 3) 福島寛和: 「木質系構造の床衝撃音に関する実大建屋実験と縮尺模型実験」, 騒音制御 Vol.14 No.4, pp.34~37, 1990.8
- 4) 福島寛和, 安岡正人, 小林康彦, 藤井弘義: 「木質系構造の床衝撃音低減工法に関する実験的研究」, 日本建築学会計画系論文報告集 第419号, pp.11~20, 1991.1

付 録. 建設省建築研究所側担当者の個人的見解

床衝撃音遮断性能を低下させるには、標準衝撃源の衝撃力Fによる床振動速度vを低減させる必要がある。両者には、

$$v = F/Z \quad (14)$$

Z：床の機械インピーダンス

の関係がある。すなわち、床構造の機械インピーダンスZを大きくすることが重要ポイントとなる。この機械インピーダンスが、床の無限板インピーダンス Z_{∞} で近似できると仮定した場合、

$$Z \approx Z_{\infty} = 8\sqrt{Bm} \quad (15)$$

B：床の曲げ剛性

$$B = EI$$

E：床のヤング率

I：床の断面二次モーメント

m：床の面密度

となる。すなわち、「床の（断面）曲げ剛性Bを大きくする」か「床の面密度mを大きくする」ことが必要となる。根太構造の変化は前者に、床上部材（付加重量材）の変化は後者に関係が深い。しかし、今回の実験では後者の方がより影響が大きかった。その原因として、以下の二点が考えられる。

- ① 今回の実験における根太材の変化程度では、あまり曲げ剛性が変化していない。より大きな曲げ剛性を得るには、井上先生（日大理工）が提案しているように、根太材の下側にも合板を剛着させて、パネル化させる必要があろう。
- ② 音響放射まで考えると、曲げ剛性の上昇と面密度の上昇とでは床衝撃音レベル低減効果が異なると思われる。床の振動速度vが既知の場合、床構造から放射される音響放射パワーPは、

$$P = \rho c \times \kappa \times v^2 \times S \quad (16)$$

ρc ：空気の音響特性インピーダンス (415kg/m²/s)

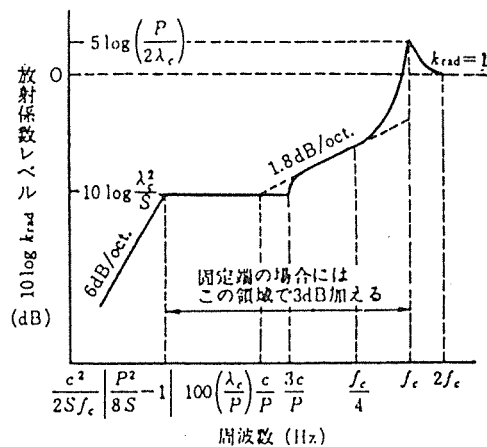
κ ：音響放射率 (—)

v：振動速度 (m/s)

S：音響放射面積 (=床面積) (m²)

と求められる。ここで、 ρc は空気の音響特性値なので変化させられない。Sは、「≒床面積」と考えると、やはり変化させずらい係数である。そこで、vを小さくさせることが目標となり、これが床構造のインピーダンスを上昇させる考え方に通ずる。

一方、音響放射率 κ が乗算させられていることにも注目する必要がある。曲げ振動から自由音場への音響放射する場合について、L. L. Beranekは音響放射率を図5.1のようにモデル化している。他の音響放射研究においても、コインシデンス限界周波数と関係が深い係数として導かれている。当然、音響放射率が小さくなれば床構造からの音響放射パワーPが小さくなり、床衝撃音レベルも小さくなる。



f_c : コインシデンス限界周波数 λ_c : その波長 c : 音速 P : 音響放射板の周長 S : 音響放射板の面積
 図AP.1 Beranekの音響放射率モデル図 (音響放射板は単純支持)

通常、周波数 f に対し、

$$f \ll f_c \text{ の場合} \quad 0 < \kappa < 1$$

$$f = f_c \text{ の場合} \quad \kappa > 1$$

$$f \gg f_c \text{ の場合} \quad \kappa = 1$$

となる。図AP.1からもわかるように、 $f < f_c$ では、周波数 f が低くなるほど、 κ も小さくなる。また、コインシデンス限界周波数より多少低い周波数域では、周波数の若干の変化で音響放射率は大きく変化する。(低い周波数へ少し変化することにより、音響放射率は大幅に低下する。) 特定周波数(例えば63Hz帯域)について着目した場合、床構造のコインシデンス限界周波数を高い周波数へ移動させることは、音響放射率を小さくさせ、音響パワーを減らすこととなるため、床衝撃音低減には有効である。床のインピーダンスを同一にして振動速度 v をほぼ同様な状況にしても、検討対象の周波数 f が「床のコインシデンス限界周波数以上に含まれるか」「以下に含まれるか」で、発生音の大きさが異なってくるわけである。

一方、コインシデンス限界周波数は、

曲げ剛性一定：面密度が上昇 → コインシデンス限界周波数は上昇

面密度一定：曲げ剛性が上昇 → コインシデンス限界周波数は低下

となる。よって、音響放射率も含めて考えると、面密度を上昇させた方が有利との判断ができることになる。検討対象の周波数が63Hz帯域の場合、帯域上限の90Hz以上にコインシデンス限界周波数を移動させることにより、大きな床衝撃音レベル低減が期待できるわけである。

よって、付加重量材の質量を徐々に増加させた場合、63Hz帯域の床衝撃音レベルが突然急激に低下する質量が存在する可能性があるわけである。技術開発者側、設計者側は、床構造のコインシデンス限界周波数にも注意を向け、この周波数が90Hzを越えるように設計することも、63Hz帯域の床衝撃音レベル低減に効果的と思える。しかし、実験的に確認したわけではなく、あくまでも理論上の話なので確たる保証はできないが。

付 録 ー 4

石膏ボード工業会の試験報告書

1. 建築用構成パネル(床用)の性能試験

(建材試験センター試験成績書)

試験成績書

依頼者 住 所 東京都港区西新橋 2-13-12 (石膏会館)

会社名又は団体名 社団法人 石膏ボード工業会

代 表 者 会 長 須 藤 永 一 郎 殿

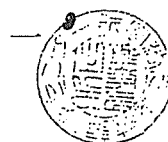
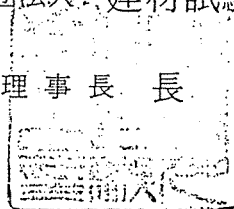
名 称 建築用構成パネル（床用）の性能試験

平成 5年 10月 14日付依頼された試験の結果はつぎのとおりである。

平成 6年 2月 15日

財団法人 建材試験センター

理事長 長 澤 榮



[依頼試験の名称]

建築用構成パネル（床用）の性能試験

[目 次]

1. 試 験 の 内 容	-----	223
2. 試 験 体	-----	223
3. 試 験 方 法	-----	226
4. 試 験 結 果	-----	229
5. 試験の担当者, 期間及び場所	-----	232

1. 試験の内容

社団法人石膏ボード工業会から提出された建築用構成パネル（床用）の性能について下記に示す項目の試験を行った。

- (1) 衝 撃
- (2) 局 部 圧 縮
- (3) 表 面 吸 水

2. 試験体

試験体の記号，寸法等を表-1に，形状を図-1～図-8に示す。また，試験項目と試験体数との組み合わせを表-2に示す。

表-1 試 験 体

記 号	パ ネ ル の 構 成	仕上げ材（木質 フローア-：厚さ 12mm）の有無	寸 法 mm	数 量 （体）
1-1-1	構造用合板（厚さ12mm） 強化せっこうボード（厚さ15mm） 構造用合板（厚さ12mm）	有	550 ×450 ×51	3
1-1-2	構造用合板（厚さ12mm） 強化せっこうボード（厚さ15mm） 構造用合板（厚さ12mm）	無	550 ×450 ×39	4
1-2-1	構造用合板（厚さ12mm） シーリングせっこうボード（厚さ12mm） 構造用合板（厚さ12mm）	有	550 ×450 ×48	1
1-2-2	構造用合板（厚さ12mm） シーリングせっこうボード（厚さ12mm） 構造用合板（厚さ12mm）	無	550 ×450 ×36	2
2-1-1	耐水合板（厚さ12mm） 強化せっこうボード（厚さ15mm） 構造用合板（厚さ12mm）	有	550 ×450 ×51	3
2-1-2	耐水合板（厚さ12mm） 強化せっこうボード（厚さ15mm） 構造用合板（厚さ12mm）	無	550 ×450 ×39	4
2-2-1	耐水合板（厚さ12mm） シーリングせっこうボード（厚さ12mm） 構造用合板（厚さ12mm）	有	550 ×450 ×48	1
2-2-2	耐水合板（厚さ12mm） シーリングせっこうボード（厚さ12mm） 構造用合板（厚さ12mm）	無	550 ×450 ×36	2

表-2 試験体数と試験項目との組み合わせ

記号	衝撃		局部圧縮	表面吸水
	砂上前面支持	対辺単純支持		
1-1-1	1体	1体	-	1体
1-1-2	1体	1体	1体	1体
1-2-1	-	-	-	1体
1-2-2	-	-	1体	1体
2-1-1	1体	1体	-	1体
2-1-2	1体	1体	1体	1体
2-2-1	-	-	-	1体
2-2-2	-	-	1体	1体

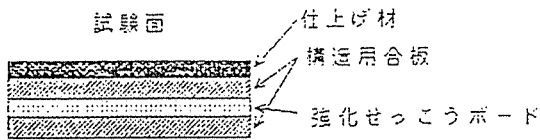


図-1 試験体形状
(記号: 1-1-1)

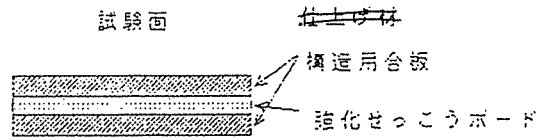


図-2 試験体形状
(記号: 1-1-2)

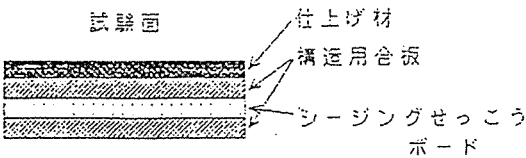


図-3 試験体形状
(記号: 1-2-1)

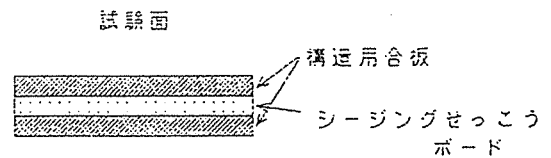


図-4 試験体形状
(記号: 1-2-2)

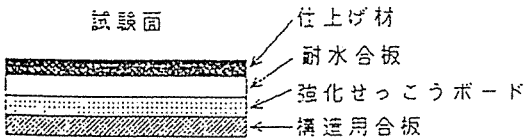


図-5 試験体形状
(記号: 2-1-1)

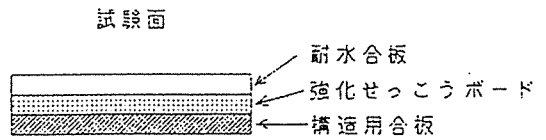


図-6 試験体形状
(記号: 2-1-2)

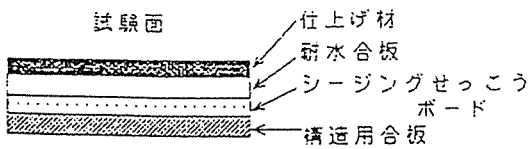


図-7 試験体形状
(記号: 2-2-1)

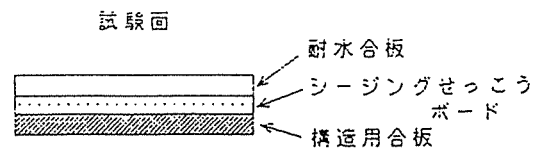


図-8 試験体形状
(記号: 2-2-2)

3. 試験方法

試験体搬入後14日間以上、温度20℃、湿度60%の試験室に静置した後、下記に示す方法により試験を行った。

(1) 衝撃

J I S A 1 4 2 1 (建築用ボード類の衝撃試験方法)に従って試験を行った。
なお、試験体の支持方法は砂上全面支持及び対辺単純支持、おもりはなす形おもり
W1-1000 (質量1000g, 直径52mm), 落下高さは1mとした。
試験状況を写真-1及び写真-2に示す。

(2) 局部圧縮

J I S A 1 4 1 4 (建築用構成材(パネル)およびその構成部分の性能試験方法)に準じて試験を行った。なお、変位量の測定は図-9に示す測定点の100,
200, 300, 400及び500kgの圧入荷重時に行った。
試験状況を写真-3に示す。

(3) 表面吸水

試験体の側面をシールした後、J I S A 1 4 1 4に準じて試験を行った。なお、
試験時の温・湿度条件は上記と同様である。また、試験用わくの内のり面積は
0.16 m²である。
試験状況を写真-4に示す。

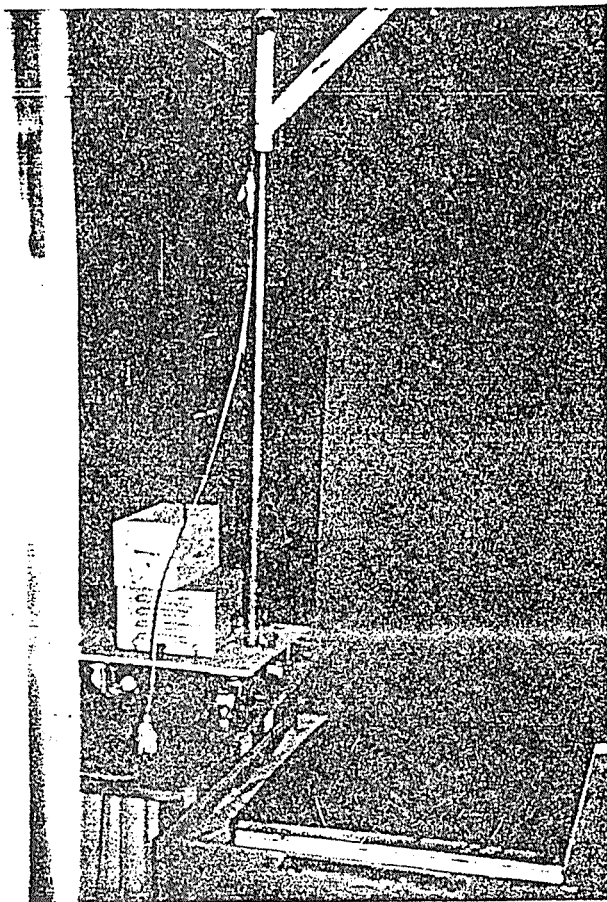


写真-1 衝撃試験状況
(砂上全面支持)

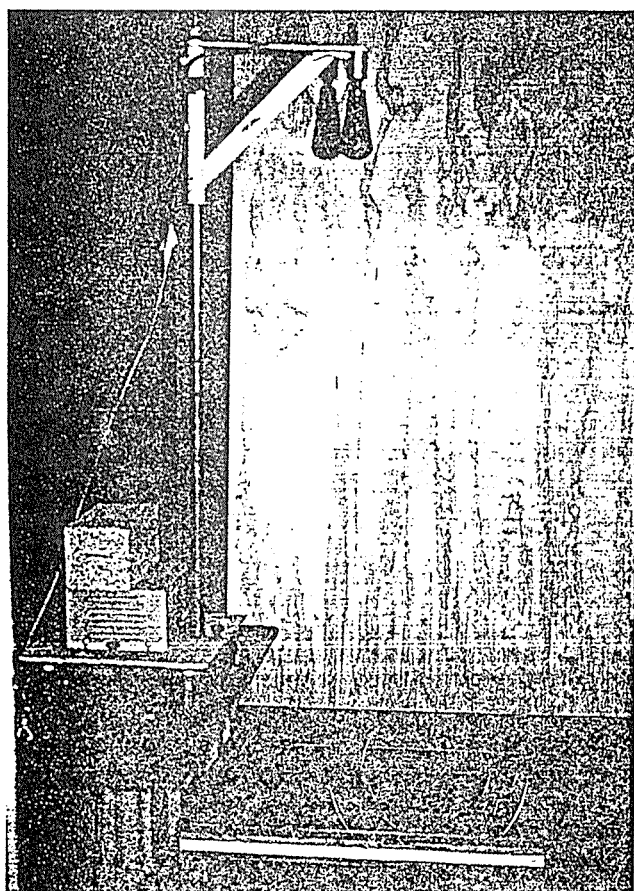


写真-2 衝撃試験状況
(対辺単純支持)

(財) 建材試験センター

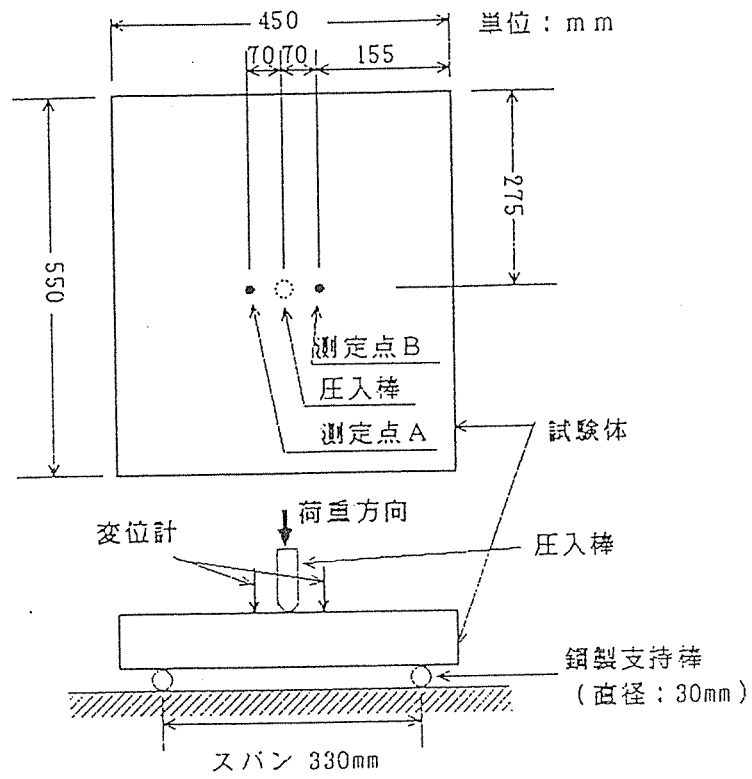


図-9 局部圧縮試験方法

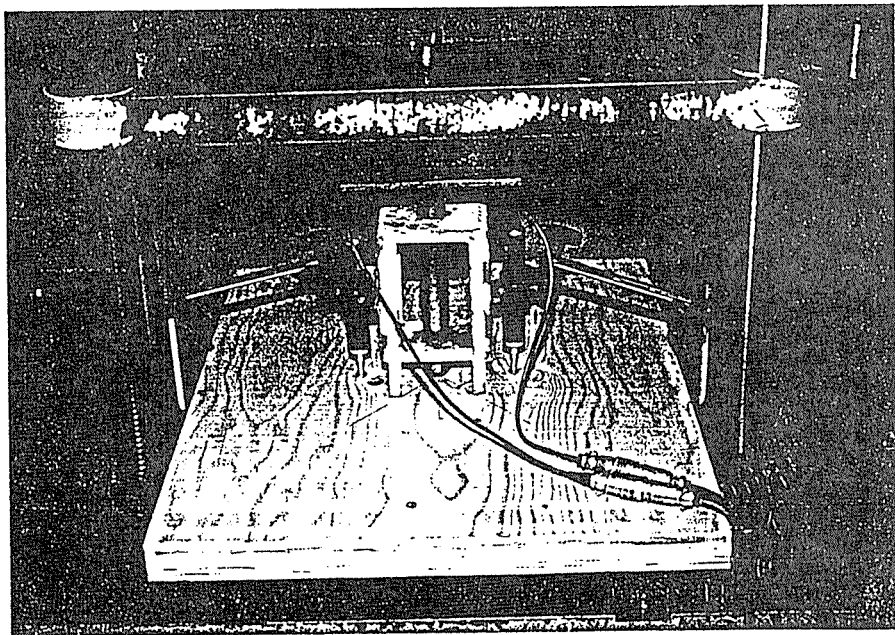


写真-3 局部圧縮試験状況

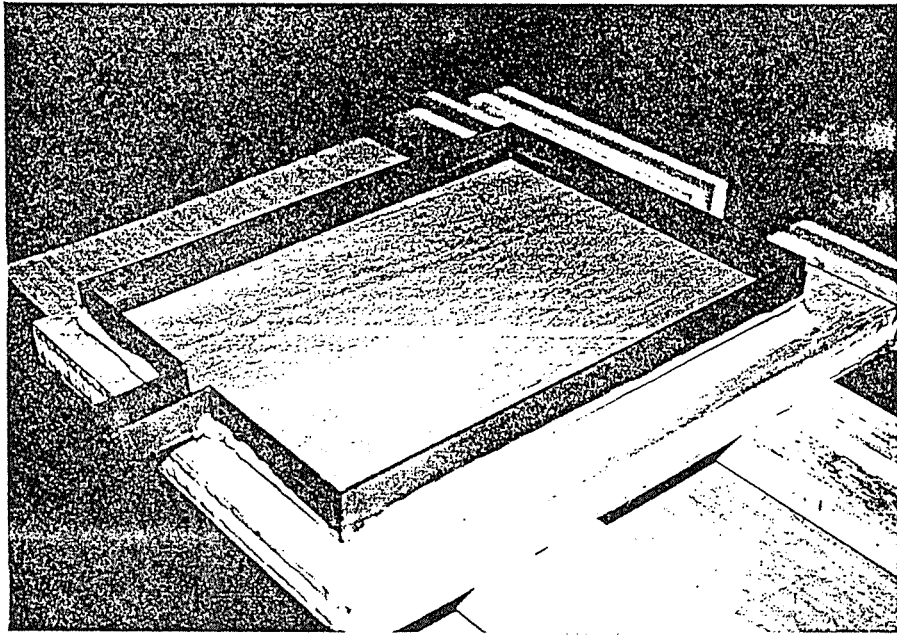


写真-4 表面吸水試験状況

4. 試験結果

- (1) 衝撃試験の結果を表-3に示す。
- (2) 局部圧縮試験の結果を表-4に示す。
- (3) 表面吸水試験の結果を表-5に示す。

表-3 衝撃試験結果

記号	試験結果	
	砂上全面支持	対辺単純支持
1-1-1	直径約18mmのへこみが生じ、その深さは約0.8mmであった。その他は異状なし。	直径約12mmのへこみが生じ、その深さは約0.4mmであった。その他は異状なし。
1-1-2	直径約17mmのへこみが生じ、その深さは約0.6mmであった。その他は異状なし。	直径約18mmのへこみが生じ、その深さは約0.6mmであった。その他は異状なし。
2-1-1	直径約17mmのへこみが生じ、その深さは約0.5mmであった。その他は異状なし。	直径約13mmのへこみが生じ、その深さは約0.3mmであった。その他は異状なし。
2-1-2	直径約18mmのへこみが生じ、その深さは約0.5mmであった。その他は異状なし。	直径約14mmのへこみが生じ、その深さは約0.4mmであった。その他は異状なし。

試験日 1月21日

(財) 建材試験センター

表-4 局 部 圧 縮 試 験 結 果

記 号	圧入荷重 kgf	変 位 量 mm		
		測 定 点 A	測 定 点 B	平 均
1-1-2	100	0.18	0.16	0.17
	200	0.26	0.24	0.25
	300	0.33	0.30	0.32
	400	0.39	0.35	0.37
	500	0.45	0.41	0.43
1-2-2	100	0.17	0.17	0.17
	200	0.29	0.30	0.30
	300	0.40	0.40	0.40
	400	0.50	0.52	0.51
	500	0.65	0.65	0.65
2-1-2	100	0.28	0.21	0.24
	200	0.44	0.37	0.40
	300	0.56	0.49	0.52
	400	0.66	0.59	0.62
	500	0.76	0.69	0.72
2-2-2	100	0.54	0.66	0.60
	200	0.80	0.91	0.86
	300	0.93	1.05	0.99
	400	1.04	1.16	1.10
	500	1.15	1.26	1.20

試験日 1月17日

表-5 表面吸水試験結果

見下り台紙

記号	注水後 経過時間 (時間)	試験結果		
		わくを付けた試験体質量 g	表面吸水量 g/m ²	裏面透水の有無 ~ パネルの 吸水性
1-1-1	注水前	11333	-	-
	1	11336	19	無
	4	11339	38	無
	24	11346	81	無
	48	11352	119	無
1-1-2	注水前	8639	-	-
	1	8681	262	無
	4	8699	375	無
	24	8726	544	無
	48	8743	650	無
1-2-1	注水前	10130	-	-
	1	10148	112	無
	4	10157	169	無
	24	10164	212	無
	48	10170	250	無
1-2-2	注水前	7642	-	-
	1	7685	269	無
	4	7707	406	無
	24	7766	775	無
	48	7799	981	無
2-1-1	注水前	10995	-	-
	1	10996	6	無
	4	10998	19	無
	24	11007	75	無
	48	11015	125	無
2-1-2	注水前	8260	-	-
	1	8269	56	無
	4	8278	112	無
	24	8299	244	無
	48	8315	344	無
2-2-1	注水前	10482	-	-
	1	10484	12	無
	4	10486	25	無
	24	10495	81	無
	48	10502	125	無
2-2-2	注水前	7706	-	-
	1	7717	69	無
	4	7726	125	無
	24	7749	269	無
	48	7765	369	無

試験日 1月13日~28日

(財) 建材試験センター