

学校施設の音環境(推奨残響時間)を満足するロックウール化粧吸音板

はじめに

(社)日本建築学会から、平成 20 年 3 月に教育・学習活動を効果的に行なう際に必要な建築音響基準の制定を目的として、「学校施設の音環境保全規準・設計指針」(以下、保全基準)が発表されました。この保全基準では、「室内騒音」「遮音性能」「床衝撃音遮断性能」「残響時間」の音響特性について推奨値を提案しています。

この中で、推奨残響時間を満足する事例としてロックウール化粧吸音板が取り上げられています。

この保全基準を元に、学校施設の音環境を設計するに当り、ロックウール化粧吸音板がそれぞれの種類により、どのように関するのかについて内容解析を行いました。

1. 学校施設に求められる音響基準

(1) 推奨残響時間と平均吸音率

表1 部屋のタイプによる推奨残響時間と平均吸音率

響きの程度	部屋の概要	残響時間	平均吸音率(参考) (500Hz, 1kHz の平均)
中庸な響き	普通教室 (200m ³ 程度)	0.6 秒	0.2 程度
	特別教室 (300m ³ 程度)	0.7 秒	0.2 程度
	体育館 (5000m ³ 程度)	1.6 秒	0.2 程度
短めの響き	音楽練習室: プラスバンド練習用 (300m ³ 程度)	0.6 秒	0.25 程度
	視聴覚室 (300m ³ 程度)	0.4 秒	0.3 程度
多少長めの響き	音楽練習室: 合唱、器楽練習用 (300m ³ 程度)	0.9 秒	0.15 程度

保全基準 P9 から抜粋

引用文献

(社)日本建築学会: 日本建築学会環境基準 AIJES-S001-2008 学校施設の音環境保全規準・設計指針、2008

2. ロックウール化粧吸音板を天井に設定した場合の残響時間の推定

(1) 残響時間の推定(計算結果)

実際に計算を行うと、次の表2のようになります。

いずれも普通教室(200m³程度)、音楽練習室:ブラスバンド練習用(300m³程度)の残響時間の推奨値の基準を満たします。

12mm捨張り工法(剛壁密着)では、より高い吸音性能を求められる視聴覚室(300m³程度)にも使用出来ます。

表2 ロックウール化粧吸音板を使用した場合の残響時間の推定

	12mm 捨張り工法 (剛壁密着)	9mm 捨張り工法 (剛壁密着)	12mm 直張り工法 (剛壁密着)	9mm 直張り工法 (剛壁密着)
残響時間 (200m ³ 程度)	0.45 秒	0.54 秒	0.55 秒	0.55 秒
普通教室(200m ³ 程度)の 残響時間推奨値 0.6 秒				
残響時間 (300m ³ 程度)	0.47 秒	0.57 秒	0.58 秒	0.58 秒
視聴覚室(300m ³ 程度)の 残響時間推奨値 0.4 秒				
音楽練習室:ブラスバンド練習用 (300m ³ 程度)の 残響時間推奨値 0.6 秒				

: 計算値から残響時間を満足する工法

これらは以下に示す前提条件による計算結果であり、全ての条件を満たすものではありません。

(2) 計算の設定条件

残響時間

残響時間は下式により計算されます。

$$\text{残響時間(秒)} = 0.16 \times \text{室容積(m}^3\text{)} / \text{室内総吸音力} \quad \dots\dots A$$

$$\text{吸音力(m}^2\text{)} = \text{吸音率} \times \text{材料の面積(m}^2\text{)} \quad \dots\dots B$$

表2の残響時間は、保全基準の 学校施設の音環境保全規準 5-4-3 留意点(2)の机、椅子等の影響を加味して、Aで求めた値(秒) - 0.1(秒)としています。

吸音率は 500Hz、1000Hz の平均吸音率を使用しています。

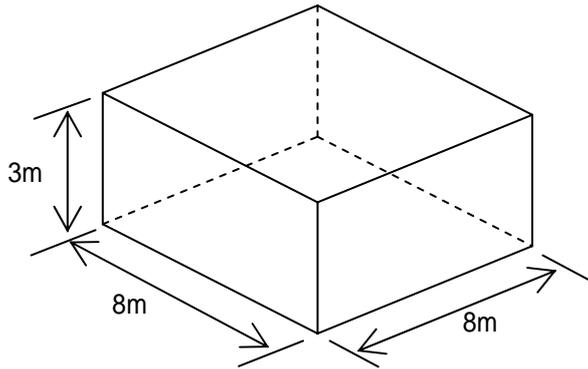
壁、床の仕上材料は状況に応じて変更されるため、平均吸音率は 0.1 としています。

普通教室、視聴覚室、音楽練習室:ブラサウンド練習用の設定

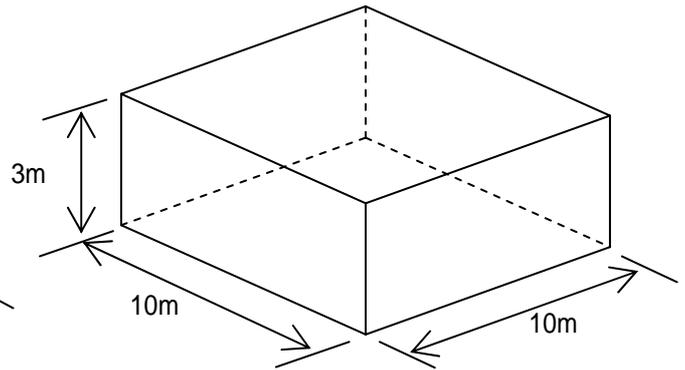
普通教室(200m³程度)の設定

視聴覚室(300m³程度)

音楽練習室:ブラサウンド練習用(300m³程度)の設定



- 表面積 : 224m²
- 体積 : 192m³



- 表面積 : 320m²
- 体積 : 300m³

(3) 普通教室(200m³程度)について

それぞれの場合の残響時間の推定

12mm 捨張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1kHzの平均吸音率	面積(m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (12mm 剛壁密着)	0.55	0.69	0.62	64	39.68	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	96	9.6	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	64	6.4	
総吸音力							55.7
残響時間		= 0.16 × 室容積(m ³) / 室内総吸音力					0.55
残響時間(机、椅子あり)		- 0.1秒					0.45

9mm 捨張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1kHzの平均吸音率	面積 (m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (9mm 剛壁密着)	0.32	0.68	0.50	64	32	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	96	9.6	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	64	6.4	
総吸音力						48.0	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.64
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.54

12mm 直張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1kHzの平均吸音率	面積 (m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (12mm 剛壁密着)	0.51	0.47	0.49	64	31.36	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	96	9.6	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	64	6.4	
総吸音力						47.4	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.65
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.55

9mm 直張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1kHzの平均吸音率	面積 (m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (9mm 剛壁密着)	0.43	0.54	0.49	64	31.04	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	96	9.6	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	64	6.4	
総吸音力						47.0	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.65
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.55

(4) 視聴覚室(300m³程度)及び音楽練習室:グラスバンド練習用(300m³程度)について
 それぞれの場合の残響時間の推定

12mm 捨張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1 kHzの平均吸音率	面積(m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (9mm 剛壁密着)	0.55	0.69	0.62	100	62	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	120	12	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	100	10	
総吸音力						84.0	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.57
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.47

9mm 捨張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1 kHzの平均吸音率	面積(m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (9mm 剛壁密着)	0.32	0.68	0.50	100	50	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	120	12	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	100	10	
総吸音力						72.0	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.67
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.57

12mm 直張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1 kHzの平均吸音率	面積(m ²)	吸音力	
天井	ロックウール化粧吸音板 (12mm 剛壁密着)	0.51	0.47	0.49	100	49	
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	120	12	
	後 : 掲示板	0.15	0.15				
	横 : ガラス	0.18	0.12				
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	100	10	
総吸音力						71.0	
残響時間						$= 0.16 \times \text{室容積(m}^3) / \text{室内総吸音力}$	0.68
残響時間(机、椅子あり)						- 0.1秒	0.58

9mm 直張り工法の場合

部位	仕上材料	500Hz	1000Hz	500Hz, 1kHzの平均吸音率	面積 (m ²)	吸音力
天井	ロックウール化粧吸音板 (9mm 剛壁密着)	0.43	0.54	0.49	100	48.5
壁	前 : 黒板	0.08	0.05	0.1 (仮定)	120	12
	後 : 掲示板	0.15	0.15			
	横 : ガラス	0.18	0.12			
床	木造床仕上げ	0.12	0.11	0.1	100	10
総吸音力						70.5
残響時間		= 0.16 × 室容積(m ³) / 室内総吸音力				0.68
残響時間(机、椅子あり)		- 0.1秒				0.58

3. その他の機能

(1) ロックウール化粧吸音板の吸音特性-1

人の聴覚は 1000Hz ~ 4000Hz が最も感度が高いといわれています。人の話し声は 250Hz ~ 1500Hz であり、ロックウール化粧吸音板は 1000Hz ~ 4000Hz の高周波数域において良好な吸音特性を示しますので、ざわざわした耳障りな反響音が抑えられ、人の話し声が明瞭に聞こえます。

(2) ロックウール化粧吸音板の吸音特性-2

ロックウール化粧吸音板は、多孔質材料であるため、素材自体で吸音効果を実現しています。したがって、背後空気層がとれなくても吸音効果を発揮します。