

建設機械の稼働に伴う騒音による学校への影響

事業計画地周辺においては、用地②及び用地③に隣接して吹田市立山田東中学校及び大阪府立山田高等学校が立地している。各学校において騒音の調査と予測を行った。

1 騒音調査

(1) 調査内容

ア 調査項目

調査項目は、等価騒音レベル (L_{Aeq}) とした。

イ 調査方法

測定方法は、JIS Z 8731 : 2019「環境騒音の表示・測定方法」及び「学校環境衛生の基準」(平成 21 年文部科学省告示第 60 号、令和 8 年 2 月 27 日最終改正) に準拠し、1 時間ごとに窓を開けたときの状態、閉めたときの状態で等価騒音レベルを測定した。

ウ 調査地点

調査地点は、表 1 及び図 1 に示すとおりである。各学校において、事業計画地(用地②及び用地③)における工事中的影響が最も大きくなると想定される教室内とし、事業計画地側の窓側と反対側の 2 か所で測定を行った。なお、学校環境衛生の基準では、測定位置は教室の窓側と廊下側で測定を行うこととなっているが、山田東中学校は、両側とも窓となっているため、ここでは窓側と反対側という表記とした。

表 1 調査地点

調査地点	教室
山田東中学校	4 階多目的室 (4 階)
山田高等学校	501 号室 (5 階)

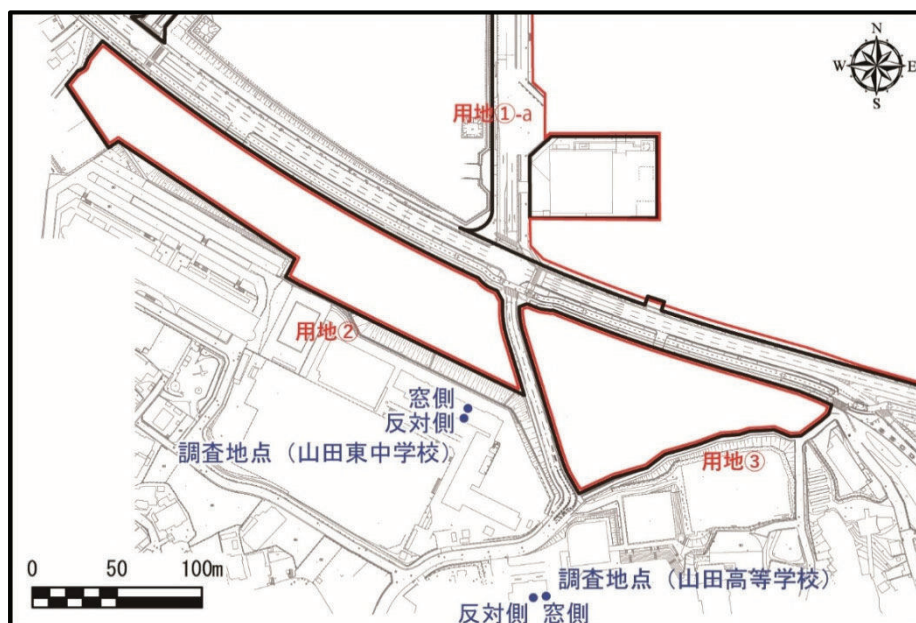


図 1 調査地点



図 2 (1) 測定状況 (山田東中学校)



図 2 (2) 測定状況 (山田高等学校)

エ 調査日時

調査日時は、表 2 に示すとおりである。

表 2 調査日時

調査地点	調査日時
山田東中学校	令和 8 年 6 月 5 日（金）8：00 ～ 18：00
山田高等学校	令和 8 年 5 月 28 日（木）8：00 ～ 18：00

（２）調査結果

各調査地点における 5 分間ごとの等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）の平均値は、表 3 に示すとおりである。

校内で発生する音（以下、「校内音」という。）を含む場合及び校内音を除外した場合、さらに窓の開閉状況について整理した。

山田東中学校の調査結果は、いずれも学校環境衛生の基準値を下回っていた。

山田高等学校の調査結果は、窓を閉じた状態で校内音を含む場合は学校環境衛生の基準値を上回ったが、それ以外の場合は基準値を下回っていた。

表 3 等価騒音レベル調査結果

単位：dB

調査地点	窓の 開閉状態	測定結果（ L_{Aeq} ）※1				学校環境衛生 の基準値
		校内音※2を含む		校内音※2を除外		
		窓側 (計画地側)	反対側	窓側 (計画地側)	反対側	
山田東中学校	閉	43	44	35	33	50
	開	47	44	45	39	55
山田高等学校	閉	51	51	38	37	50
	開	53	52	46	44	55

※1 パトカー等の緊急車両による音は除外した。

※2 校内音

山田東中学校：校内放送（チャイムを含む）

山田高等学校：校内放送（チャイムを含む）、生徒らの会話、クラブ活動等に伴う音

2 騒音予測

(1) 予測内容

ア 予測項目

予測項目は、教室内の等価騒音レベル (L_{Aeq}) とした。

イ 予測手法

予測は、まず、建設機械の種類、台数及び位置から、騒音の距離減衰式を用いて建設機械の稼働による教室外壁位置における騒音レベル（以下、「屋外騒音レベル」という。）を予測した。次に、屋外騒音レベルから、外壁面の透過損失及び教室内の吸音力を用いて、教室内の騒音レベルを予測した。

(ア) 予測式

a 屋外騒音レベルの予測式

屋外騒音レベルの予測式は、以下に示す日本音響学会の ASJ CN-Model 2007 を用いた。

$$L_{Aeff,i} = L_{WAeff,i} - 8 - 20\log_{10}(r_i) + \Delta L_{cor,i}$$

ここで、 $L_{Aeff,i}$: 教室外壁位置における i 番目の建設機械からの騒音レベル

$L_{WAeff,i}$: i 番目の建設機械の A 特性実効音響パワーレベル (dB)

r_i : i 番目の建設機械の中心から予測点までの距離 (m)

$\Delta L_{cor,i}$: 伝搬に影響を与える各種要因に関する補正量の和 (dB)

$$\Delta L_{cor,i} = \Delta L_{dif,i} + \Delta L_{grnd,i} + \Delta L_{airr,i} + \Delta L_{etc,i}$$

ここで、 $\Delta L_{dif,i}$: i 番目の建設機械からの騒音に対する回折に伴う減衰に関する補正量 (dB)

$\Delta L_{grnd,i}$: i 番目の建設機械からの騒音に対する地表面の影響による減衰に関する補正量 (=0dB)

$\Delta L_{airr,i}$: i 番目の建設機械からの騒音に対する空気の音響吸収の影響に関する補正量 (=0dB)

$\Delta L_{etc,i}$: i 番目の建設機械からの騒音に対するその他の影響に関する補正量 (=0dB)

b 回折減衰量

音源と受音点との間に障壁が存在するときは、音は騒音伝搬の過程において音波の回折により減衰する。

回折補正量 (ΔL_{dif}) は、遮音壁の上部の回折パス ($\Delta L_{d,1}$) における補正量と遮音壁の高さを 0m とした下部の回折パス ($\Delta L_{d,0}$) における補正量の差として、次式を用いた。

$$\Delta L_{dif} = \Delta L_{d,1} - \Delta L_{d,0}$$

$$\Delta L_{d,0} = \begin{cases} -10\log_{10}\delta - a & \delta > 1 \\ -5 - b\sinh^{-1}(\delta^c) & 0 \leq \delta < 1 \end{cases}$$

ここで、 $\Delta L_{d,1}$: 遮音壁の上部の回折パスにおける補正量 (dB)

$\Delta L_{d,0}$: 遮音壁の高さを 0m とした下部の回折パスにおける補正量 (dB)

ΔL_d : $\Delta L_{d,1}$ または $\Delta L_{d,0}$

a, b, c, d : 定数 (a=18.4、b=15.2、c=0.42、d=0.073)

なお、建設工事現場では、使用される材料の音響透過損失が十分でない場合には、回折音以外に遮音材自体を透過する音の寄与を考慮する必要がある。透過音を考慮した回折補正量（ $\Delta L_{\text{dif,trns}}$ ）を次式によって計算し、回折補正量（ ΔL_{dif} ）の代わりに用いた。

$$\Delta L_{\text{dif,trns}} = 10 \log_{10} \left(10^{\Delta L_{\text{dif}}/10} + 10^{\Delta L_{\text{dif,slit}}/10} \cdot 10^{-R/10} \right)$$

ここで、 ΔL_{dif} : O_1 を回折点とした回折補正量 (dB) (図 3 参照)

$\Delta L_{\text{dif,slit}}$: $O_0 \sim O_1$ をスリット開口と考えたときの回折補正量 (dB) (図 3 参照)

R : 遮音材の音響透過損失 (dB)

※防音シートを設置した場合、 $R=10$ 、遮音壁（万能塀）を設置した場合、 $R=20$ とした。

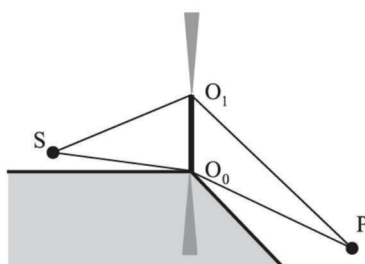


図 3 透過音計算の考え方

c 教室内平均騒音レベルの予測式

教室内平均騒音レベルは、以下に示す式を用いた。

$$L2 = L1 - TL + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$$

ここで、 $L1$: 屋外騒音レベル (dB)

$L2$: 教室内の平均騒音レベル (dB)

TL : 外壁面の平均透過損失 (dB)

S : 外壁面の面積 (m^2)

A : 教室内の平均吸音力

$$A = \sum \alpha_i S_i$$

ここで、 α_i : 各部材の吸音率

出典)「建築物の遮音性能基準と設計指針」(1999年2月、(社)日本建築学会)

なお、外壁面の平均透過損失 TL は、以下に示す式により算出した。

$$TL = 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} = 10 \log_{10} \frac{\sum S_i}{\sum \tau_i S_i}$$

$$\tau_i = 10^{-TL_i/10}$$

ここで、 τ : 平均透過率

S_i : 外壁面の各部材の面積 (m^2)

τ_i : 各部材の透過率

TL_i : 各部材の透過損失 (dB)

d 教室内等価騒音レベルの予測式

教室内等価騒音レベルは、以下の式を用いて予測した。

$$L_{Aeq}=10\log_{10}\frac{1}{T}\left(\sum_i T_i\cdot 10^{L_{pA,i}/10}\right)$$

ここで、 L_{Aeq} ：教室内等価騒音レベル（dB）

T ：対象とする時間区分の時間（s）（授業時間帯32,400s）

T_i ：工事時間（s）（建設機械の稼働時間28,800s）

$L_{pA,i}$ ：予測地点（教室内）における等価騒音レベル（dB）

ウ 予測地点

予測地点は、各学校の教室とした。なお、予測高さは、山田東中学校は4階、山田高等学校は5階の床面から1.2mとした。

表4 予測地点

予測地点	位置
山田東中学校 1	用地②に近接する教室
山田東中学校 2	用地③に近接する教室
山田高等学校	用地③に近接する教室

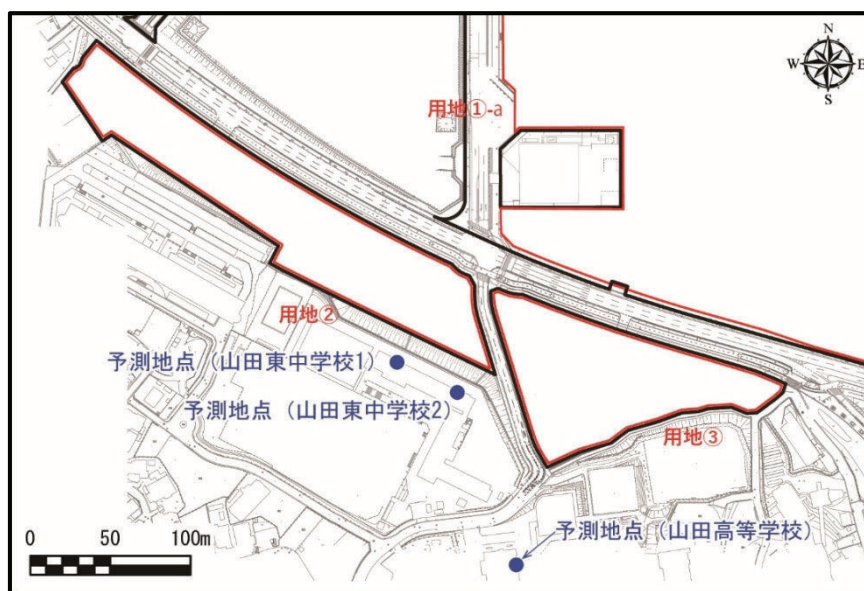


図4 学校予測地点

エ 予測対象時期

予測対象時期は、工事最盛期とした。予測対象時期は、表 5 及び表 6 に示すとおりである。

表 5 予測対象時期

予測地点	予測対象時期
山田東中学校 1	51 か月目（用地②工事最盛期）
山田東中学校 2	30 か月目（用地③工事最盛期）
山田高等学校	30 か月目（用地③工事最盛期）

表 6 予測対象時期

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目
用地①ーa												
用地②												
用地③												

30か月目
(用地③)
51か月目
(用地②)

オ 評価対象時間

授業時間帯として、8～17 時とした。

カ 予測条件

（ア）屋外騒音レベルの周波数特性

屋外騒音レベルの周波数特性は、「建設工場騒音の予測モデル“ASJ CN-Model 2007”」（2008 年、（社）日本音響学会）より、建設機械の周波数特性とし、表 7 に示すとおり設定した。

表 7 建設機械の周波数特性

周波数（Hz）	125	250	500	1k	2k	4k
相対音圧レベル	－10	－4	0	1	－1	－5

出典）「建設工場騒音の予測モデル“ASJ CN-Model 2007”」（2008 年、（社）日本音響学会）より作成。

(イ) 教室の諸元

a 透過損失

各部材の透過損失は、表 8 に示すとおりとした。

表 8 (1) 透過損失 (山田東中学校)

位置 \ 周波数 (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
外壁・梁 (コンクリート)	33	36	47	53	58	64
上段窓・中段窓・戸上部 (ガラス)	17	19	24	29	33	25
腰壁・戸下部 (アルミ)	8	11	14	20	26	30

出典)「騒音制御工学ハンドブック [資料編]」(2001 年 4 月、(社) 日本騒音制御工学会)

表 8 (2) 透過損失 (山田高等学校)

位置 \ 周波数 (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
外壁 (コンクリート)	33	36	47	53	58	64
上段窓・中段窓 (ガラス)	17	19	24	29	33	25
換気扇	17	13	12	16	15	17

出典)「騒音制御工学ハンドブック [資料編]」(2001 年 4 月、(社) 日本騒音制御工学会)

b 吸音率

各部材の吸音率は、表 9 に示すとおりとした。

表 9 (1) 吸音率 (山田東中学校)

位置 \ 周波数 (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
外壁・梁 (コンクリート下地モルタル仕上げ)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
間仕切壁 (石こうボード)	0.26	0.14	0.09	0.06	0.05	0.05
上段窓・中段窓・扉上部 (普通のガラス窓)	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
腰壁・扉下部 (アルミ)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

出典)「騒音制御工学ハンドブック [資料編]」(2001 年 4 月、(社) 日本騒音制御工学会) 等より作成。

表 9 (2) 吸音率 (山田高等学校)

位置 \ 周波数 (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
外壁・梁 (コンクリート下地モルタル仕上げ)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
間仕切壁 (石こうボード)	0.26	0.14	0.09	0.06	0.05	0.05
上段窓・中段窓・扉上部 (ガラス)	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
換気扇	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85
扉下部 (鉄部)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
天井 (合板 3 mm、空気層 45 mm)	0.19	0.38	0.18	0.09	0.10	0.12
床 (檜フローリング)	0.10	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
開口部	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

出典)「騒音制御工学ハンドブック [資料編]」(2001 年 4 月、(社) 日本騒音制御工学会) 等より作成。

(2) 予測結果

教室内騒音レベルの予測結果は、表 10 に示すとおりである。山田東中学校 2 及び山田高等学校の窓を閉めた状態以外の予測結果は、学校環境衛生の基準値を上回ると予測した。

表 10 教室内騒音レベルの予測結果

単位：dB

予測地点	予測対象 時期 (工事区域)	窓の 開閉 状態	予測値 (L_{Aeq})	現況値 (L_{Aeq})	合成値 (L_{Aeq})	学校環境衛生 の基準値
山田東中学校 1	51 か月目 (用地②)	開	63.8	45	64	55
		閉	52.4	35	53	50
山田東中学校 2	30 か月目 (用地③)	開	59.1	45	59	55
		閉	47.6	35	48	50
山田高等学校	30 か月目 (用地③)	開	57.4	46	58	55
		閉	46.9	38	47	50

注) 1. 予測値は、窓側（計画地側）の教室等価騒音レベルである。

2. 現況値は、校内音を除外した窓側（計画地側）の評価時間帯における等価騒音レベルである。

対策として、用地②及び用地③に高さ 3m の遮音壁（万能塀）の設置を想定した（図 5 参照）。

想定した対策ありの予測結果は、表 11 に示すとおりである。予測結果は、学校環境衛生の基準値以下になると予測した。

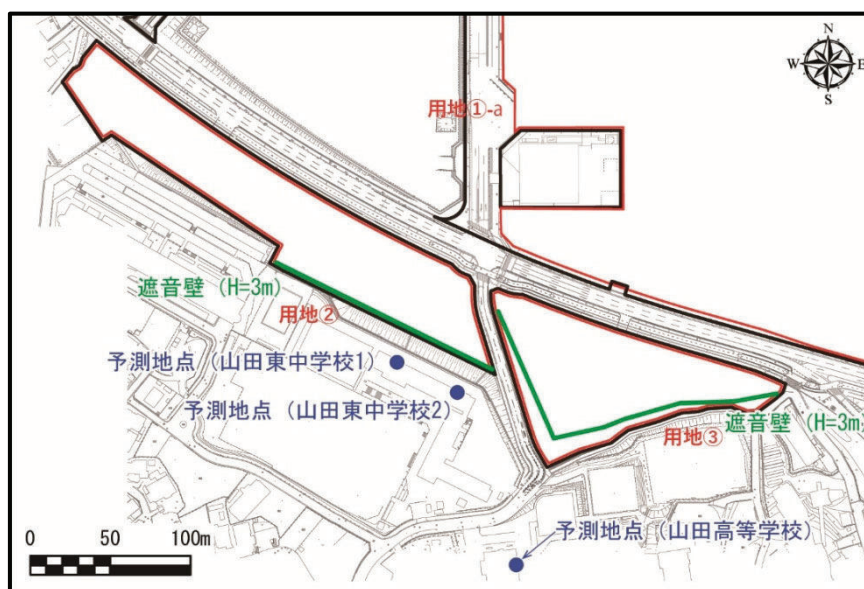


図 5 遮音壁位置

表 11 教室内騒音レベルの予測結果（対策あり：遮音壁 H=3m）

単位：dB

予測地点	予測対象 時期 (工事区域)	窓の 開閉 状態	予測値 (L_{Aeq})	現況値 (L_{Aeq})	合成値 (L_{Aeq})	学校環境衛生 の基準値
山田東中学校 1	51 か月目 (用地②)	開	54.7	45	55	55
		閉	43.3	35	44	50
山田東中学校 2	30 か月目 (用地③)	開	50.3	45	51	55
		閉	38.8	35	40	50
山田高等学校	30 か月目 (用地③)	開	49.2	46	51	55
		閉	38.7	38	41	50

注) 1. 予測値は、窓側（計画地側）の教室内等価騒音レベルである。

2. 現況値は、校内音を除外した窓側（計画地側）の評価時間帯における等価騒音レベルである。