

新港ふ頭周辺騒音等予測業務
予測結果

令和 3 年 3 月

ムラタ計測器サービス株式会社

-目次-

1) 騒音	1
a. 現地調査	1
b. ふ頭から発生する騒音の予測	1
ア) 予測地域	1
イ) 予測地点	1
ウ) 予測対象時期	1
エ) 予測手法	2
オ) 予測条件	4
カ) 予測結果	4
2) 振動	6
a. 現地調査	6
b. 振動の予測	6
ア) 予測地域	6
イ) 予測地点	6
ウ) 予測対象時期	6
エ) 予測手法	6
オ) 予測条件	6
カ) 予測結果	7
3) 低周波音	8
a. 現地調査	8
b. 低周波音の予測	8
ア) 予測地域	8
イ) 予測地点	8
ウ) 予測対象時期	8
エ) 予測手法	8
オ) 予測条件	8
カ) 予測結果	9
4) 大気質	10
a. 大気質の予測	10
ア) 予測地域	10
イ) 予測地点	10
ウ) 予測対象時期	10
エ) 予測項目	10
オ) 予測手法（長期予測）	10
カ) 予測手法（短期予測）	18
キ) 予測結果	20

1) 騒音

a. 現地調査

新港ふ頭内の騒音の現況値については、横須賀市が実施したデータ提供を受けた。

環境騒音：令和2年12月25日（金）17時～12月26日（土）17時

L_{eq} 昼間（6-22時）：54dB 夜間（22-6時）：47dB

b. ふ頭から発生する騒音の予測

7) 予測地域

フェリー就航に伴い発生する騒音が影響する地域とした。

イ) 予測地点

フェリー就航に伴い発生する騒音が影響する、図1-1に示す敷地境界付近及び周辺住居付近（保全対象）とした。

ウ) 予測対象時期

フェリー就航に伴い発生する騒音が定常状態となる時期とした。

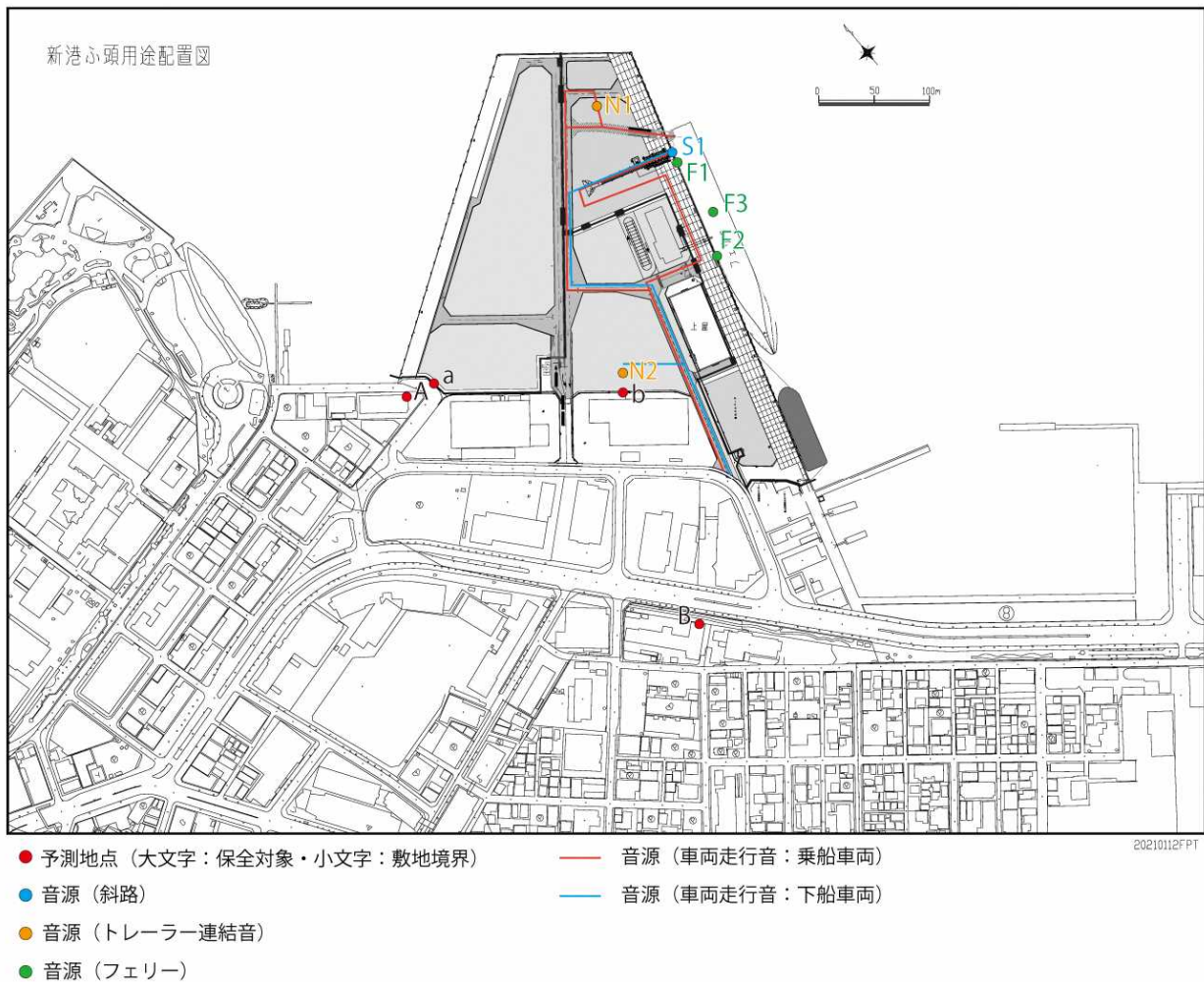


図1-1 騒音発生源及び予測地点図

エ) 予測手法

フェリー就航に伴い発生する騒音は、騒音の伝搬理論式と複数音源による騒音レベルの合成式を用いて予測した。

なお、フェリー就航に伴い発生する騒音の音源は以下とした。

- ・フェリーに積み込みを行う大型車が走行する斜路の段差で発生する騒音
- ・トレーラーヘッドとシャーシの切り離し・交換作業に伴う騒音
- ・敷地内を走行する大型車の車両走行音
- ・停泊時及び入出港時にフェリーから発生する騒音

上記の騒音パワーレベルについては、類似事例で測定を行いその結果から騒音パワーレベルを算出した。

フェリー就航に伴い発生する騒音の予測手順は、図 1-2 のとおりである。

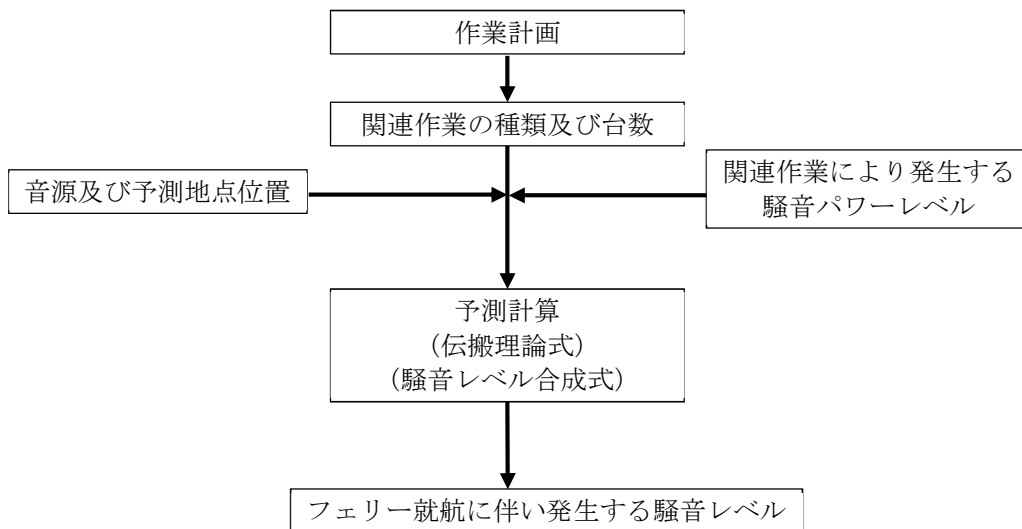


図 1-2 フェリー関連騒音の予測手順

a) 計算式

【伝搬理論式】

$$L_{An} = L_{WAN} - 8 - 20 \log_{10} r_n + \Delta L_{cor,i}$$

- i : 伝搬に影響を与える要因 ($i=1$: 回折、 $i=2$: 透過損失)
- L_{An} : 予測点における騒音レベル (dB)
- L_{WAN} : 発生源 n の騒音パワーレベル (dB)
- r_n : 発生源 n 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 (回折、透過損失、地表面効果、空気の音響吸収) の和 (dB)

【音源の騒音パワーレベル】

各音源の騒音パワーレベルについては、類似事例の測定結果から下表のとおり設定した。

車両走行音については、ASJ-RTN model (2018)の値が類似事例の実測結果と同程度であったため、ASJ-RTN model (2018)の値を採用した。

表 音源ごとの騒音パワーレベル

単位：dB

音源	騒音パワーレベル (L_{WA})	基準距離騒音レベル (1m)
フェリー停泊時	L_{Aeq} 112.9	104.9
フェリー出港時	L_{Aeq} 114.3	106.3
斜路上り	L_{Amax} 113.8	105.8
	L_{AE} 109.9	101.9
斜路下り	L_{Amax} 107.4	99.4
	L_{AE} 104.6	96.6
トレーラー連結音	L_{Amax} 108.2	100.2
	L_{AE} 102.3	94.3
車両走行音	L_{Amax} 103.2	95.2
参考：車両走行音 ASJ-RTNモデル (3車種区分・大型車20km/h)		95.0

【回折による減衰量】※本予測では考慮しない

$$\Delta L_{cor,1} = \begin{cases} -10 \log_{10} \delta - 18.4 & \delta \geq 1 \text{ (予測点から音源が見えない)} \\ -5 - 15.2 \sinh^{-1}(\delta^{0.42}) & 0 < \delta \leq 1 \text{ (予測点から音源が見えない)} \\ -5 + 15.2 \sinh^{-1}(\delta^{0.42}) & 0 < \delta \leq 0.073 \text{ (予測点から音源が見える)} \\ 0 & 0.073 < \delta \text{ (予測点から音源が見える)} \end{cases}$$

δ : 行路差 (= $a+b-c$)

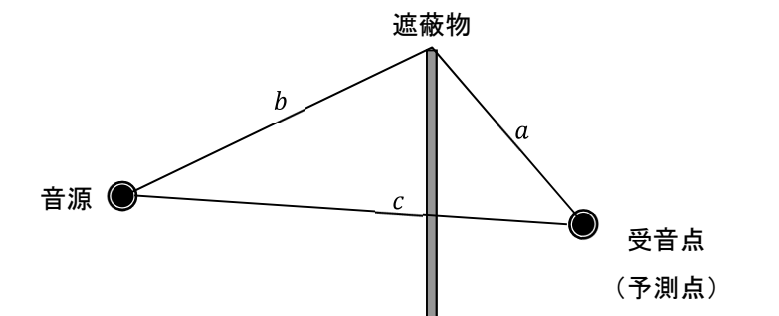


図 回折減衰イメージ

【透過損失による減衰量】※本予測では考慮しない

$\Delta L_{cor,2}$ は遮蔽物の材質により設定

【複数音源による騒音レベルの合成式】

$$L_A = 10 \log_{10}(10^{L_{A1}/10} + 10^{L_{A2}/10} + \dots + 10^{L_{An}/10})$$

L_A : 予測地点での合成騒音レベル (dB)

L_{An} : 予測地点での発生源 n からの騒音レベル (dB)

わ) 予測条件

騒音の発生条件は作業計画を基に、作業位置、作業回数を設定して予測を行った。

予測に用いた各音源の発生回数、継続時間は、表 1-1 のとおりである。

等価騒音レベルについては、フェリーからは作業時間内に定常的に発生しているとした。斜路及びトレーラー連結音については衝撃騒音を単発騒音暴露レベルとみなし、一作業あたりの発生回数で乗じて求めた。車両走行音は対象となる走行車線を通る台数及び走行速度で按分し、それぞれの音源からの騒音を合成し各時間帯の騒音レベルを予測した。

夜間最大騒音レベルについては、フェリーから発生する定常音に、衝撃騒音である斜路及びトレーラー連結音をそれぞれ合成し、夜間の最大騒音レベルを求めた。

表 1-1 予測に用いた作業条件

音源	音源位置	継続時間or 発生回数		
		22時以前	22時台	23時台
フェリー (停泊時)	F3	21:00~23:30		
フェリー (出港時)	F3	20:30~ 21:00	-	23:30~ 24:00
斜路 (上り)	S1	0回	23回	84回
斜路 (下り)	S1	101回	53回	0回
トレーラー連結音	N1	10回	29回	18回
	N2	10回	0回	14回
車両走行音 (20km/h走行)	乗船ルート	30台	62台	62台
	下船ルート	111台	29台	14台

か) 予測結果

予測結果について表 1-2 に示す。

時間帯ごとの等価騒音レベルについては、保全対象では地点 A で昼間 46 デシベル、夜間 50 デシベル、地点 B では昼間 45 デシベル、夜間 49 デシベルである。

最大値については、保全対象では地点 A では夜間 58 デシベル、地点 B では夜間 56 デシベルである。

表 1-2 (1) 等価騒音レベル (時間帯ごと)

昼間 (6時~22時) 単位: dB

予測地点		騒音発生源				環境基準 (C類型)
		定常騒音 (フェリー)	衝撃騒音 (斜路・トレー ラー連結)	場内車両 走行音	合成値	
保全 対象	A	44.9	23.1	39.4	46	60
	B	43.7	20.8	38.7	45	70※
敷地 境界	a	45.7	23.9	40.4	47	60
	b	49.9	37.1	47.8	52	60

夜間 (22時~6時) 単位: dB

予測地点		騒音発生源				環境基準 (C類型)
		定常騒音 (フェリー)	衝撃騒音 (斜路・トレー ラー連結)	場内車両 走行音	合成値	
保全 対象	A	49.1	32.8	44.0	50	50
	B	47.8	30.4	43.1	49	65※
敷地 境界	a	49.8	33.5	45.0	51	50
	b	54.0	40.4	52.6	56	50

※幹線交通を担う道路に近接する空間についての環境基準を示す
注: 環境基準を上回った値は網掛けで示す

表 1-2 (2) 等価騒音レベル (フェリー停泊・入出港時間帯)

昼間作業時間 (20時30分~22時) 単位: dB

予測地点		騒音発生源				環境基準 (C類型)
		定常騒音 (フェリー)	衝撃騒音 (斜路・トレー ラー連結)	場内車両 走行音	合成値	
保全 対象	A	55.2	33.4	49.7	56	60
	B	54.0	31.1	49.0	55	70※
敷地 境界	a	56.0	34.2	50.7	57	60
	b	60.2	47.4	58.0	62	60

夜間作業時間 (22時~24時) 単位: dB

予測地点		騒音発生源				環境基準 (C類型)
		定常騒音 (フェリー)	衝撃騒音 (斜路・トレー ラー連結)	場内車両 走行音	合成値	
保全 対象	A	55.1	38.8	50.0	56	50
	B	53.8	36.4	49.1	55	65※
敷地 境界	a	55.9	39.5	51.0	57	50
	b	60.0	46.5	58.6	62	50

※幹線交通を担う道路に近接する空間についての環境基準を示す
注: 環境基準を上回った値は網掛けで示す

表 1-2 (3) 夜間最大騒音レベル (23 時台)

単位: dB

予測地点		定常騒音 (フェリー停泊時)	衝撃騒音最大値 (斜路・トレーラー連結)	合成値	規制基準 (県条例 夜間)	
保全 対象	A	54.7	55.5	サイドランプ乗船	58	50
	B	53.4	53.2	サイドランプ乗船	56	50
敷地 境界	a	55.5	56.3	サイドランプ乗船	59	50
	b	59.6	75.2	南側トレーラー連結音	75	50

注: 規制基準を上回った値は網掛けで示す

2) 振 動

a. 現地調査

振動の現況値についての現地調査は行っていない。

b. 振動の予測

7) 予測地域

フェリー就航に伴い発生する振動が影響する地域とした。

イ) 予測地点

フェリー就航に伴い発生する振動が影響する敷地境界付近（図 1-1、地点 a, b）とした。

ウ) 予測対象時期

フェリー就航に伴い発生する振動が定常状態となる時期とした。

エ) 予測手法

フェリー就航に伴い発生する振動についての予測式は、「道路環境影響評価の技術手法（平成 24 年度版）」（平成 25 年 3 月、国土技術政策総合研究所資料 第 714 号、土木研究所資料 第 4254 号）に示されている建設機械の稼働に係る予測式を用いた。

【点振動源の伝搬理論式】

$$L(r) = L(r_0) - 15 \log_{10} \left(\frac{r}{r_0} \right) - 8.68\alpha(r - r_0)$$

$L(r)$: 振動減から r [m] 地点（予測点）の振動レベル (dB)
$L(r_0)$: 振動減から r_0 [m] 地点（基準点）の振動レベル (dB)
r	: 振動減から予測点までの距離 (m)
r_0	: 振動源から基準点までの距離 (m)
α	: 内部減衰定数 (0.01)

カ) 予測条件

予測に用いた振動源は、表 2-1 のとおりである。

作業により発生する振動源としては、車両の走行及びフェリー出港時のサイドスラスタ[※]からの振動レベルを設定した。

設定した振動レベルについては、類似事例での測定結果から得られた振動レベルとした。

※サイドスラスタ：船を横方向に動かすための動力装置

表 2-1 予測に用いた作業条件

振動源	基準距離	基準距離 振動レベル (L_{10})
車両走行振動	10m	33.8
サイドスラスタ	4.2m	43.7

か) 予測結果

フェリー就航に伴い発生する振動の予測結果は、表 2-2 のとおりである。

敷地境界での振動レベルの予測結果は、大型車の走行に伴う振動レベルでは地点 a では 10 デシベル以下、地点 B では 26 デシベル、フェリー出港時のサイドスラスタから発生する振動レベルでは、地点 a, 地点 b とともに 10 デシベル以下となった。

表 2-2 フェリー就航に伴い発生する振動の予測結果 (L_{10})

(単位: デシベル)

振動源		予測地点	振動源からの距離(m)	予測結果 (L_{10})
最近傍車両走行路		a	148.3	10以下
		b	26.0	26.2
F2	フェリー	a	280.4	10以下
		b	149.7	10以下

3) 低周波音

a. 現地調査

低周波音の現況値についての現地調査は行っていない。

b. 低周波音の予測

ア) 予測地域

フェリー就航に伴い発生する低周波音が影響する地域とした。

イ) 予測地点

フェリー就航に伴い発生する低周波音が影響する保全対象付近（図 1-1、地点 A, B）とした。

ウ) 予測対象時期

フェリー就航に伴い発生する低周波音が定常状態となる時期とした。

エ) 予測手法

フェリー就航に伴い発生する低周波音についての予測式は、音の伝搬理論式により G 特性音圧レベル及び 1/3 オクターブバンド音圧レベルを予測した。

【伝搬理論式】

$$L_{A,i} = L_{WA,i} - 8 - 20 \log_{10} r_i$$

- $L_{A,i}$: 予測点における音圧レベル (dB)
- $L_{WA,i}$: 音源の音圧パワーレベル (dB)
- r_i : 発生源から予測点までの距離 (m)

オ) 予測条件

予測に用いた低周波音源は、表 3-1 のとおりである。

低周波音源としては、フェリー停泊時の船からの低周波音及びフェリー出港時のサイドスラスターからの低周波音圧レベルを設定した。

設定した低周波音圧レベルについては、類似事例での測定結果から得られた G 特性音圧レベル及び 1/3 オクターブバンド音圧レベルとした。

表 3-1 予測に用いた条件（音源ごとのパワーレベル L_{eq} ）

（単位：デシベル）

低周波音源	G特性音圧レベル	1/3オクターブバンド音圧レベル（平坦特性） 中心周波数帯（Hz）																			
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
停泊時	113.0	104.5	102.3	99.2	103.0	102.4	99.6	99.5	94.7	95.3	96.0	98.1	95.9	95.6	99.3	101.9	109.7	115.3	110.5	103.1	106.6
出港時サイドスラスター	115.8	88.6	85.4	84.4	83.6	82.7	82.8	82.7	91.7	102.0	98.5	104.9	103.7	100.4	98.4	107.8	103.1	108.2	113.9	103.6	104.6

か) 予測結果

フェリー就航に伴い発生する低周波音の予測結果は、表 3-2 のとおりである。

周辺住居付近での G 特性音圧レベルの予測結果は、停泊時では 55 デシベル程度フェリー出港時のサイドスラスタから発生する低周波音圧レベルでは 58 デシベル程度となった。

表 3-2 (1) フェリー就航に伴い発生する低周波音 (G 特性) の予測結果 (L_{Geq})

(単位: デシベル)

音源位置・種類		予測地点	G 特性 音圧レベル	参照値
F2	停泊時	A	54.8	92
	エンジン音	B	53.6	
F2	出港時	A	58.0	
	サイドスラスタ	B	57.3	

※参照値は「低周波音問題対応の手引書」(平成 16 年、環境省)に示されている、心身に係る苦情(室内における不快感)の参照値である

※参照値とは低周波音の苦情が発生した際によせられた苦情が低周波音に寄るものかどうかを判断するための目安。

表 3-2 (2) フェリー就航に伴い発生する低周波音 (1/3 オクターブバンド) の予測結果 (L_{eq})

(単位: デシベル)

音源位置・種類	予測地点	1/3オクターブバンド音圧レベル (平坦特性) 中心周波数帯 (Hz)																				
		1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	
F3	停泊時	A	46.3	44.1	41.0	44.8	44.2	41.4	41.3	36.5	37.1	37.8	39.9	37.7	37.4	41.1	43.7	51.5	57.1	52.3	44.9	48.4
	B	45.1	42.9	39.8	43.6	43.0	40.2	40.1	35.3	35.9	36.6	38.7	36.5	36.2	39.9	42.5	50.3	55.9	51.1	43.7	47.2	
F2	出港時	A	30.8	27.6	26.6	25.8	24.9	25.0	24.9	33.9	44.2	40.7	47.1	45.9	42.6	40.6	50.0	45.3	50.4	56.1	45.8	46.8
	サイドスラスタ	B	30.1	26.9	25.9	25.1	24.2	24.3	24.2	33.2	43.5	40.0	46.4	45.2	41.9	39.9	49.3	44.6	49.7	55.4	45.1	46.1
物的苦情参照値									70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99			
心身苦情参照値													92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

※参照値は「低周波音問題対応の手引書」(平成 16 年、環境省)に示されている、物的苦情(建具等のがたつき)及び心身に係る苦情(室内における不快感)の参照値である

※参照値とは低周波音の苦情が発生した際によせられた苦情が低周波音に寄るものかどうかを判断するための目安。

4) 大気質

a. 大気質の予測

7) 予測地域

フェリーの煙突から発生する大気汚染物質が影響する地域とした。

イ) 予測地点

フェリーの煙突から発生する大気汚染物質が影響する予測地域内の周辺住居付近（図 1-1 地点 A）とし、また周辺住居が集合住宅であり、高さ 1.5m、10m、20m、30m で予測を行った。

ウ) 予測対象時期

フェリーの煙突から発生する大気汚染物質が定常状態となる時期とした。

エ) 予測項目

フェリーの煙突から発生する大気汚染物質は表 4-1 の項目について数値計算予測を行った。予測手順は図 4-1 のとおりである。

表 4-1 予測項目及び内容

項目	内容
長期平均濃度予測 (年平均値)	・ 二酸化硫黄、二酸化窒素について、年間の拡散予測を実施する。
短期平均濃度予測 (1 時間値)	・ 二酸化硫黄、二酸化窒素について、大気安定度中立時における一時間値の予測を実施する。

カ) 予測手法（長期予測）

フェリーの煙突から発生する二酸化窒素及び浮遊粒子状物質濃度の長期平均濃度の予測は「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(公害研究対策センター、平成 12 年) (以下、「NOx マニュアル」という。) に基づく大気拡散式により行った。

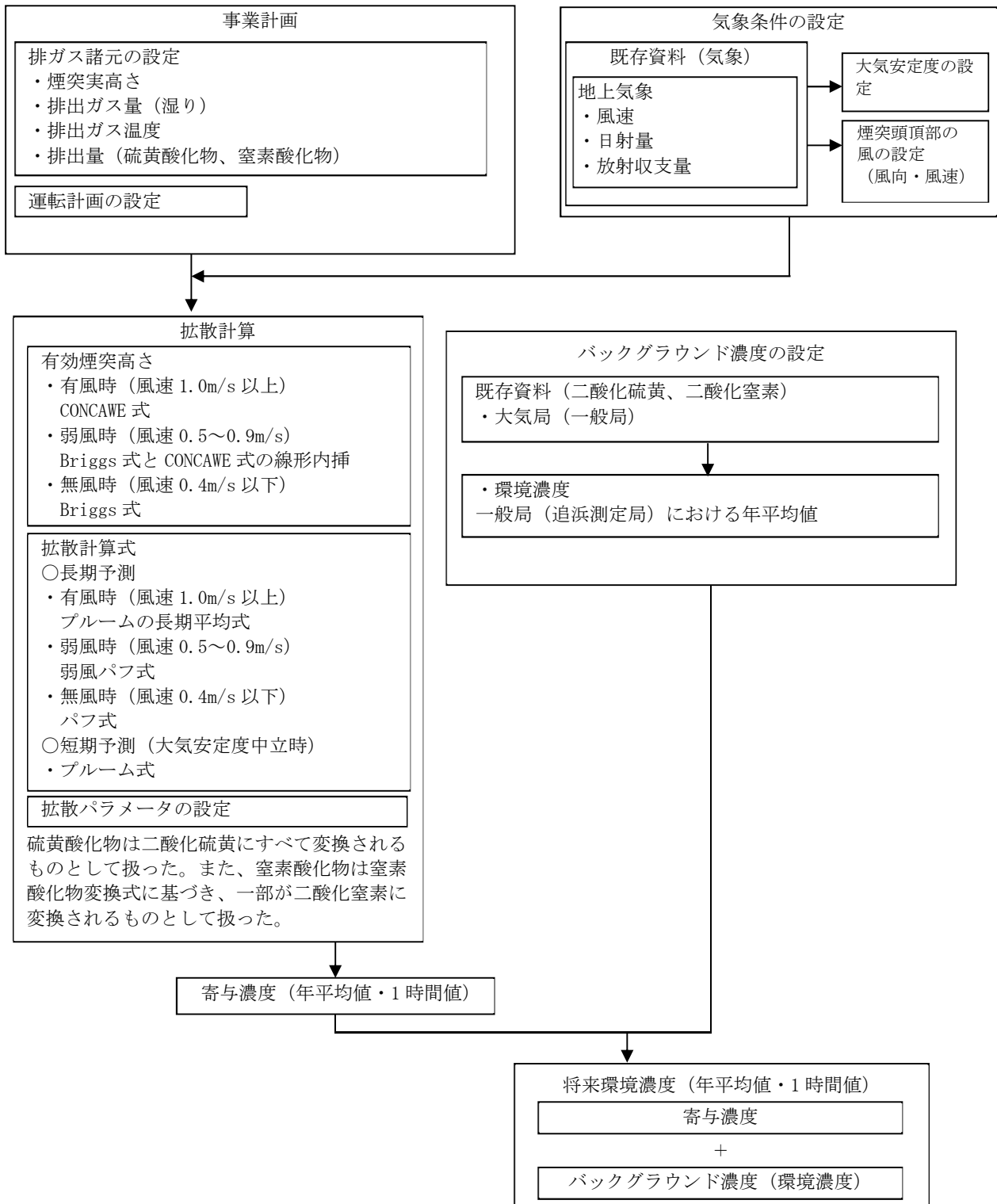


図 4-1 フェリーから発生する大気汚染物質濃度の予測手順

a) 計算式

i. 拡散計算式

有風時（風速 1.0m/s 以上）についてはブルーム式を、弱風時（風速 0.5～0.9m/s）については弱風パフ式を、無風時（風速 0.4m/s 以下）については無風パフ式を用いて予測計算を行った。

(i) <ブルーム式（有風時：風速 1.0m/s 以上）>

$$C(R, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot \frac{Q_p}{\pi R \sigma_z u}} \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \times 10^6$$

ここで、 $C(R, z)$: 予測地点 (R, Z) の濃度 (ppm または mg/m³)

R : 点煙源と計算点の水平距離 (m)

z : 予測地点の高さ (m)

Q_p : 煙源発生強度 (m³/s または kg/s)

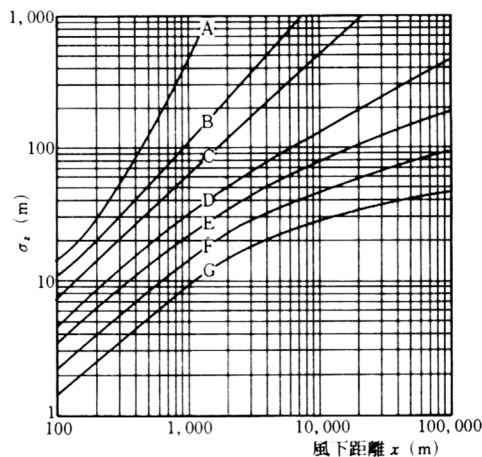
u : 煙突実体高さにおける風速 (m/s)

σ_z : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)

H_e : 有効煙突高さ (m)

なお、 σ_z は、図 A 及び表 A に示す近似関数を用いて算出した。

図 A パスキル・ギフォード図 (σ_z)



出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(公害研究対策センター、平成 12 年)

表 A パスکیل・ギフォード図の近似関数 (σ_z)

$$\sigma_z(x) = \gamma_z \cdot x^{\alpha_z}$$

大気安定度	α_z	γ_z	x : 風下距離 (m)
A	1.122	0.0800	0 ~ 300
	1.514	0.00855	300 ~ 500
	2.109	0.000212	500 ~
A-B	1.043	0.1009	0 ~ 300
	1.239	0.03300	300 ~ 500
	1.602	0.00348	500 ~
B	0.964	0.1272	0 ~ 500
	1.094	0.0570	500 ~
B-C	0.941	0.1166	0 ~ 500
	1.006	0.0780	500 ~
C	0.918	0.1068	0 ~
C-D	0.872	0.1057	0 ~ 1,000
	0.775	0.2067	1,000 ~ 10,000
	0.737	0.2943	10,000 ~
D	0.826	0.1046	0 ~ 1,000
	0.632	0.400	1,000 ~ 10,000
	0.555	0.811	10,000 ~
E	0.788	0.0928	0 ~ 1,000
	0.565	0.433	1,000 ~ 10,000
	0.415	1.732	10,000 ~
F	0.784	0.0621	0 ~ 1,000
	0.526	0.370	1,000 ~ 10,000
	0.323	2.41	10,000 ~
G	0.794	0.0373	0 ~ 1,000
	0.637	0.1105	1,000 ~ 2,000
	0.431	0.529	2,000 ~ 10,000
	0.222	3.62	10,000 ~

注：中間段階の大気安定度における α_z 、 γ_z について、 α_z はその前後の大気安定度の α_z の算術平均値、 γ_z はその前後の大気安定度の γ_z の幾何平均値を用いた。

出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(公害研究対策センター、平成 12 年)

(ii) <弱風パフ式 (弱風時：風速 0.5~0.9m/s) >

$$C(R, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \cdot \frac{Q_p}{\pi \gamma} \cdot \left\{ \frac{1}{\eta_-^2} \cdot \exp\left(-\frac{u^2(z-H_e)^2}{2\gamma^2\eta_-^2}\right) + \frac{1}{\eta_+^2} \cdot \exp\left(-\frac{u^2(z+H_e)^2}{2\gamma^2\eta_+^2}\right) \right\} \times 10^6$$

$$\eta_-^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z - H_e)^2$$

$$\eta_+^2 = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z + H_e)^2$$

$$R^2 = x^2 + y^2$$

ここで、 α 、 γ は弱風時の拡散パラメータ、その他の記号の意味は有風時と同様である。

(iii) <パフ式 (無風時：風速 0.4m/s 以下) >

$$C(R, z) = \frac{Q_p}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} \gamma} \cdot \left\{ \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z - H_e)^2} + \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z + H_e)^2} \right\} \times 10^6$$

ここで、 α 、 γ は無風時の拡散パラメータ、その他の記号の意味は有風時及び弱風時と同様である。なお、弱風時と無風時の α と γ の値は、表Bのとおりである。

表B 弱風時、無風時の α 、 γ の値

大気安定度	弱風時		無風時	
	α	γ	α	γ
A	0.748	1.569	0.948	1.569
A-B	0.659	0.862	0.859	0.862
B	0.581	0.474	0.781	0.474
B-C	0.502	0.314	0.702	0.314
C	0.435	0.208	0.635	0.208
C-D	0.342	0.153	0.542	0.153
D	0.270	0.113	0.470	0.113
E	0.239	0.067	0.439	0.067
F	0.239	0.048	0.439	0.048
G	0.239	0.029	0.439	0.029

出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(公害研究対策センター、平成12年)

b) 予測条件

i. 排出源の諸元

(i) 大気汚染物質の排出量

排出源の諸元は、窒素酸化物については類似フェリーでの排出量データを基に、想定される使用条件ごとの排出量を設定した。二酸化硫黄については「NOx マニュアル」に記載の燃料中の硫黄分からの硫黄酸化物排出量算出の下式から設定した。それぞれの排出量は表4-2のとおりである。

$$S = W \cdot s \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{22.4}{32}$$

ここで、

- S : 硫黄酸化物排出量 (m³N/隻)
- W : 燃料使用量 (kg/隻)
- s : 燃料中の硫黄分 (重量%)

表4-2 排出源の諸元

項目	排出条件			
	入出港時 (20時、23時各15分)	荷役作業時 (21時～24時)	停泊時 (24時間)	
使用エンジン (出力)	主機4台 (25%) 補機3台 (50%)	補機1台 (75%)	補機1台 (50%)	
湿りガス量	m ³ N/h	32422.5	24008	16447
燃料使用量	kg/h	738.5	521.8	359.3
SO _x 排出量	mL/h	718.0	507.3	349.3
NO _x 排出量	mL/h	5013.9	3129.0	2180.7
温度	℃	50℃ (排ガスはスクラバーにより冷却)		
煙突高	m	32 (ファンネル高さ)		
週間利用率	-	6/7日	6/7日	1/7日

※燃料中の硫黄分は0.5%とした

(ii) 有効煙突高さ

有効煙突高さ (H_e) は、次式のとおり、煙突の実高さ (H_0) と煙の上昇高さ (ΔH) の和で表される。

$$H_e = H_0 + \Delta H$$

ここで、

H_e : 有効煙突高さ (m)

H_0 : 煙突の実高さ (m)

ΔH : 煙突からの排ガスの上昇高さ (m)

煙突からの排ガスの上昇高さ (ΔH) は、「NOx マニュアル」を参考に、有風時 (風速が 1 m/s 以上の場合) には CONCAWE 式を、無風時 (風速が 0.4 m/s 以下の場合) には Briggs 式を用いて求めた。

また、弱風時 (風速が 0.5~0.9 m/s の場合) には、Briggs 式の値と CONCAWE 式の値から内挿して求めた。

<CONCAWE 式>

$$\Delta H = 0.0855 \cdot Q_H^{\frac{1}{2}} \cdot u^{-\frac{3}{4}}$$

ここで、

ΔH : 煙突からの排ガスの上昇高さ (m)

Q_H : 排出熱量 (J/s)

$$Q_H = \rho \cdot Q \cdot C_p \cdot \Delta T$$

ρ : 排出ガス密度 (1.293×10^3 g/m³)

Q : 単位時間あたりの排出ガス量 (m³/s)

C_p : 定圧比熱 (1.00563 J/K·g)

ΔT : 排出ガス温度と気温 (15°C) との温度差 (°C)

u : 煙突頂部における風速 (m/s)

<Briggs 式>

$$\Delta H = 0.979 \cdot Q_H^{\frac{1}{4}} (d\theta/dz)^{-\frac{3}{8}}$$

ここで、

($d\theta/dz$) : 温位勾配 (°C/m) (昼間 : 0.003、夜間 : 0.01)

その他の記号の意味は、CONCAWE 式と同様である。

ii. 気象条件

風向及び風速は、横須賀市内の大気常時監視測定局である追浜行政センター測定局（高さ：24.2m）、日射量は横浜市内の本牧測定局、放射収支量は横浜市内の長浜測定局の2018年4月～2019年3月の気象観測結果を用いた。

排出源高さの風速は、「道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）」（国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人土木研究所、平成25年）に基づき、べき法則により排出源の高さ（32m）の風速に補正して用いた。

なお、べき指数は周辺の状況より1/5（郊外）とした。

$$U = U_0(H/H_0)^\alpha$$

- U : 求める高さ H (m) への換算風速 (m/s)
 U_0 : 基準高さ H_0 (m) の風速 (m/s) 、 $H_0 = 24.2$
 α : べき指数（市街地：1/3、郊外：1/5、障害物のない平坦地：1/7）

c) バックグラウンド濃度

大気汚染物質のバックグラウンド濃度は、表4-3に示す横須賀市内の大気常時監視測定局である追浜行政センター測定局の過去5年間の平均値を設定した。

大気汚染物質のバックグラウンド濃度は、表4-4のとおりである。

表 4-3 追浜行政センター測定局大気質測定結果（2015～2019年度）

年度	二酸化窒素 (ppm)	窒素酸化物 (ppm)	二酸化硫黄 (ppm)
2019年度	0.013	0.017	0.003
2018年度	0.013	0.017	0.003
2017年度	0.014	0.018	0.003
2016年度	0.015	0.019	0.004
2015年度	0.015	0.019	0.004
平均	0.014	0.018	0.003

表 4-4 バックグラウンド濃度

予測地点	項目	バックグラウンド濃度
地点 A	二酸化窒素	0.014 ppm
	窒素酸化物	0.018 ppm
	二酸化硫黄	0.003 ppm

d) 窒素酸化物から二酸化窒素への変換

窒素酸化物 (NO_x) から二酸化窒素 (NO₂) への変換は、「NO_xマニュアル」に示す指数近似モデル I 式を使用した。

計算式は、以下のとおりである。

$$[NO_2] = [NO_x]_D \cdot \left[1 - \frac{\alpha}{1+\beta} \{ \exp(-Kt) + \beta \} \right]$$

ここで、 $[NO_2]$: NO₂の濃度 (ppm)

$[NO_x]_D$: NO_xの濃度 (ppm)

α : 排出源近傍でのNO/NO_x比 (0.9)

β : 平衡状態を近似する定数 (昼夜とも 0.3)

t : 拡散時間 (s)

K : 実験定数 (1/s)

$$K = r \cdot u \cdot [O_3]_B$$

r : 定数 (0.00618)

u : 風速 (m/s)

$[O_3]_B$: オゾンバックグラウンド濃度 (ppm)

変換式に必要なオゾンバックグラウンド濃度は、追浜測定局における 2019 年度のオキシダント濃度の昼間の年平均値 (0.032ppm) とした。

e) 年平均値から日平均値の年間 98%値 (又は年間 2%除外値) への変換

二酸化窒素及び二酸化硫黄の年平均値から日平均値の年間 98%値 (又は年間 2%除外値) への変換は、横須賀市内の追浜測定局、西測定局、久里浜測定局における 2010 年度～2019 度の年平均値と日平均値の年間 98%値 (又は 2%除外値) との関係性から推定した。

算定式は、以下のとおりである。

$$\langle \text{二酸化硫黄} \rangle \quad y_{SO_2} = 1.9442x_{SO_2} + 0.0011$$

$$\langle \text{二酸化窒素} \rangle \quad y_{NO_2} = 1.6329x_{NO_2} + 0.0115$$

ここで、 y_{SO_2} : 二酸化硫黄の日平均値の 2%除外値相当値 (ppm)

y_{NO_2} : 二酸化窒素の日平均値の年間 98%値相当値 (ppm)

x_{SO_2} : 二酸化硫黄の年平均値 (ppm)

x_{NO_2} : 二酸化窒素の年平均値 (ppm)

か) 予測手法 (短期予測)

フェリーの煙突から発生する二酸化窒素及び浮遊粒子状物質濃度の短期平均濃度の予測は「NOx マニュアル」に基づく大気拡散式により行った。

なお、短期予測については煙源位置が固定された状態でかつ排出量の多い、「荷役作業時」の条件下での予測を行った。気象条件については、事前に気象条件を変えた場合の予備検討を行い、最も保全対象への影響が大きい条件を求め、風速：5m/s、大気安定度：中立 (D) とした。

a) 計算式

i. 拡散計算式

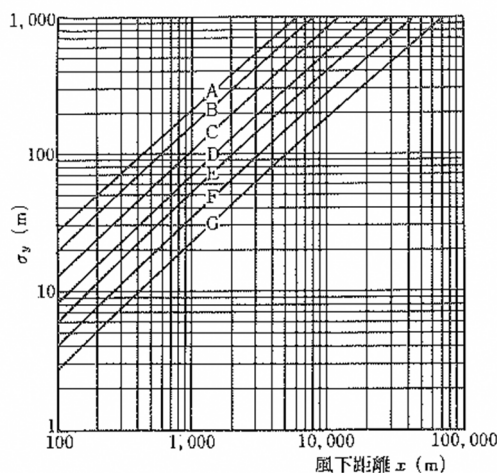
< プルーム式 (有風時：風速 1.0m/s 以上) >

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \times 10^6$$

- ここで、 $C(x, y, z)$: 予測地点 (x, y, z) の濃度 (ppm または mg/m³)
 x : 風向に沿った風下距離 (m)
 y : x 軸に直角な水平距離 (m)
 z : x 軸に直角な鉛直距離 (m)
 Q_p : 煙源発生強度 (m³N/s または kg/s)
 u : 煙突実体高さにおける風速 (m/s)
 σ_y : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)
 σ_z : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)
 H_e : 有効煙突高さ (m)

なお、 σ_z については「オ) 予測手法 (長期予測)」で示した近似関数を用いた。また、 σ_y については、図 B 及び表 C に示す近似関数を用いて算出した。

図 B パスキル・ギフォード図 (σ_y)



出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版) (公害研究対策センター、平成 12 年)

表 C パスキル・ギフォード図の近似関数 (σ_y)

$$\sigma_y(x) = \gamma_y \cdot x^{\alpha_y}$$

大気安定度	α_y	γ_y	x : 風下距離 (m)
D	0.929	0.1107	0 ~ 1,000
	0.889	0.1467	1,000 ~

出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(公害研究対策センター、平成 12 年)

b) 予測条件

i. 排出源の諸元

(i) 大気汚染物質の排出量

大気汚染物質の排出量については、「オ」予測手法(長期予測)」における「荷役作業時」の排出量を用いた。

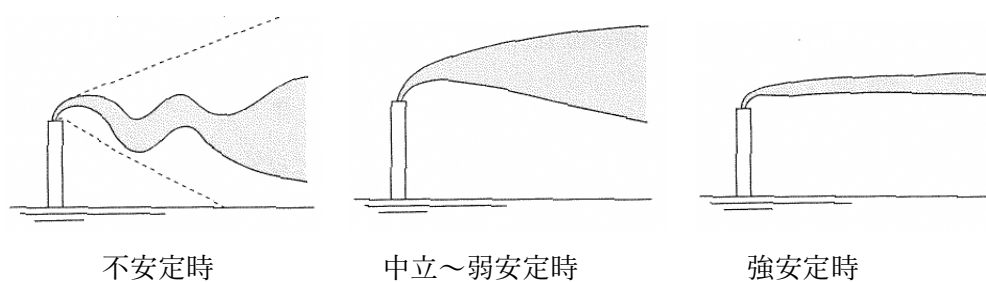
(ii) 有効煙突高さ

有効煙突高さについては、「オ」予測手法(長期予測)」と同様とし、風速 5m/s での有効煙突高さを用いた。

ii. 気象条件

気象条件については予備検討の結果、風速：5m/s、大気安定度：中立(D)とした。風向は保全対象が風下の中心となるように設定した。

参考図 大気安定度の概念図



c) バックグラウンド濃度

大気汚染物質のバックグラウンド濃度は、「オ」予測手法(長期予測)」と同様とした。

d) 窒素酸化物から二酸化窒素への変換

窒素酸化物 (NO_x) から二酸化窒素 (NO_2) への変換は、「オ」予測手法(長期予測)」と同様とした。

e) 年平均値から日平均値の年間 98%値 (又は年間 2%除外値) への変換

年平均値から日平均値の年間 98%値 (又は年間 2%除外値) への変換は、「オ」予測手法(長期予測)」と同様とした。

㌘) 予測結果

フェリーから発生する二酸化窒素及び二酸化硫黄濃度の年平均値の予測結果は、表 4-5 のとおりである。また、1 時間値の予測結果については、表 4-6 のとおりである。また、拡散範囲での等濃度線を長期予測について図 4-2、短期予測（予測高さ 30m）について図 4-3 に示す。

フェリーから発生する二酸化窒素濃度の年平均値の寄与濃度は、地点 a では 0.000044～0.000099ppm であり、これにバックグラウンド濃度を加えた将来環境濃度は 0.014044～0.014099ppm、寄与率は 0.3～0.7%であると予測する。年平均値から求めた日平均値の年間 98% 値は 0.034～0.035ppm と予測する。

フェリーから発生する二酸化硫黄濃度の年平均値の寄与濃度は、地点 a では 0.000050～0.000110ppm であり、これにバックグラウンド濃度を加えた将来環境濃度は 0.003050～0.003110ppm、寄与率は 1.6～3.5%であると予測する。年平均値から求めた日平均値の年間 98% 値は 0.007ppm と予測する。

表 4-5 (1) フェリーから発生する二酸化窒素濃度の長期予測結果

予測地点	予測高さ (m)	年平均値				日平均値の年間 98% 値	環境基準
		NO ₂					
		寄与濃度 (ppm)	バックグラウンド濃度 (ppm)	将来環境濃度 (ppm)	寄与率 (%)	将来環境濃度 (ppm)	
		A	B	C=A+B	A/C		
A (近隣住居付近)	1.5	0.000044	0.014	0.014044	0.3%	0.034	日平均値が 0.04～0.06ppm 以下のゾーン内又はそれ以下
	10	0.000047	0.014	0.014047	0.3%	0.034	
	20	0.000057	0.014	0.014057	0.4%	0.034	
	30	0.000099	0.014	0.014099	0.7%	0.035	

表 4-5 (2) フェリーから発生する二酸化硫黄濃度の長期予測結果

予測地点	予測高さ (m)	年平均値				日平均値の 2%除外値	環境基準
		SO ₂					
		寄与濃度 (ppm)	バックグラウンド濃度 (ppm)	将来環境濃度 (ppm)	寄与率 (%)	将来環境濃度 (ppm)	
		A	B	C=A+B	A/C		
A (近隣住居付近)	1.5	0.000050	0.003	0.003050	1.6%	0.007	日平均値が 0.04ppm 以下
	10	0.000052	0.003	0.003052	1.7%	0.007	
	20	0.000064	0.003	0.003064	2.1%	0.007	
	30	0.000110	0.003	0.003110	3.5%	0.007	

フェリーから発生する二酸化窒素濃度の一時間値の寄与濃度は、地点 a では 0.000455～0.0012417ppm であり、これにバックグラウンド濃度を加えた将来環境濃度は 0.014455～0.026417ppm と予測する。

フェリーから発生する二酸化硫黄濃度の一時間値の寄与濃度は、地点 a では 0.000517～0.014120ppm であり、これにバックグラウンド濃度を加えた将来環境濃度は 0.003517～0.017120ppm と予測する。

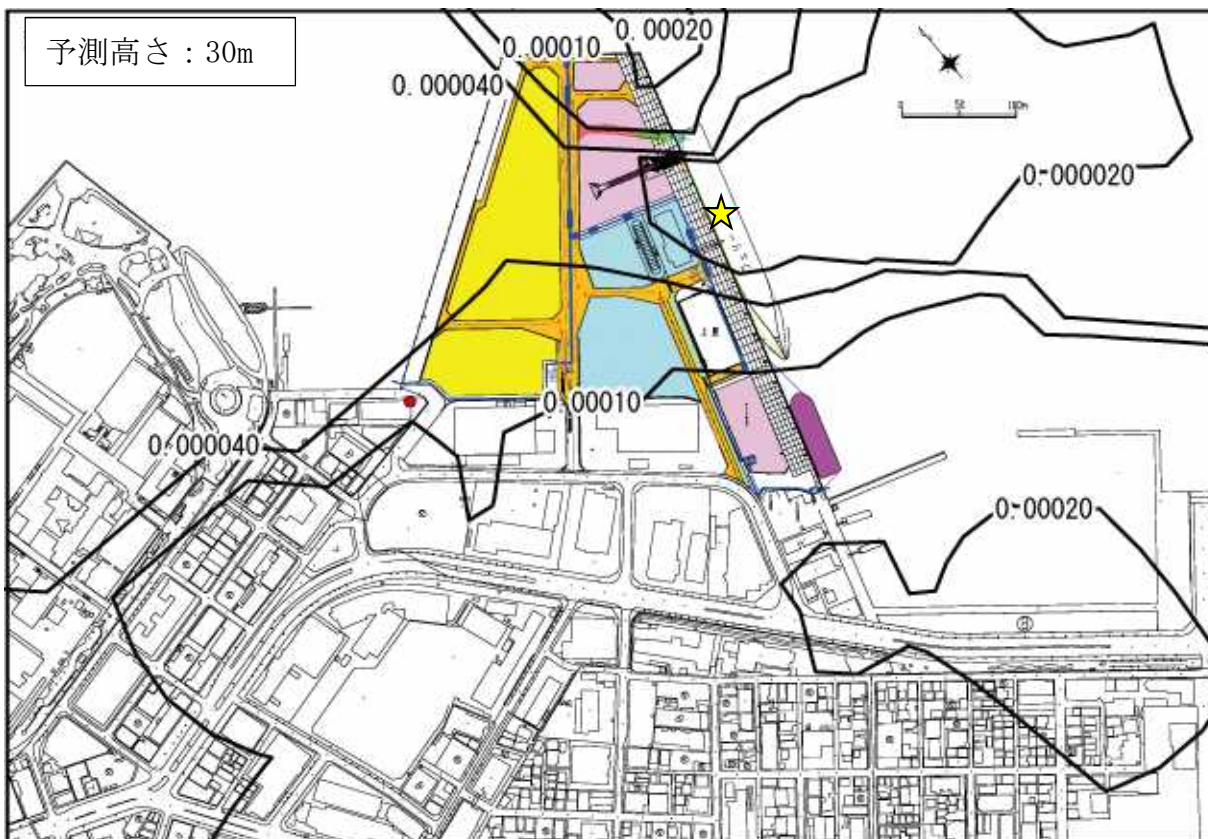
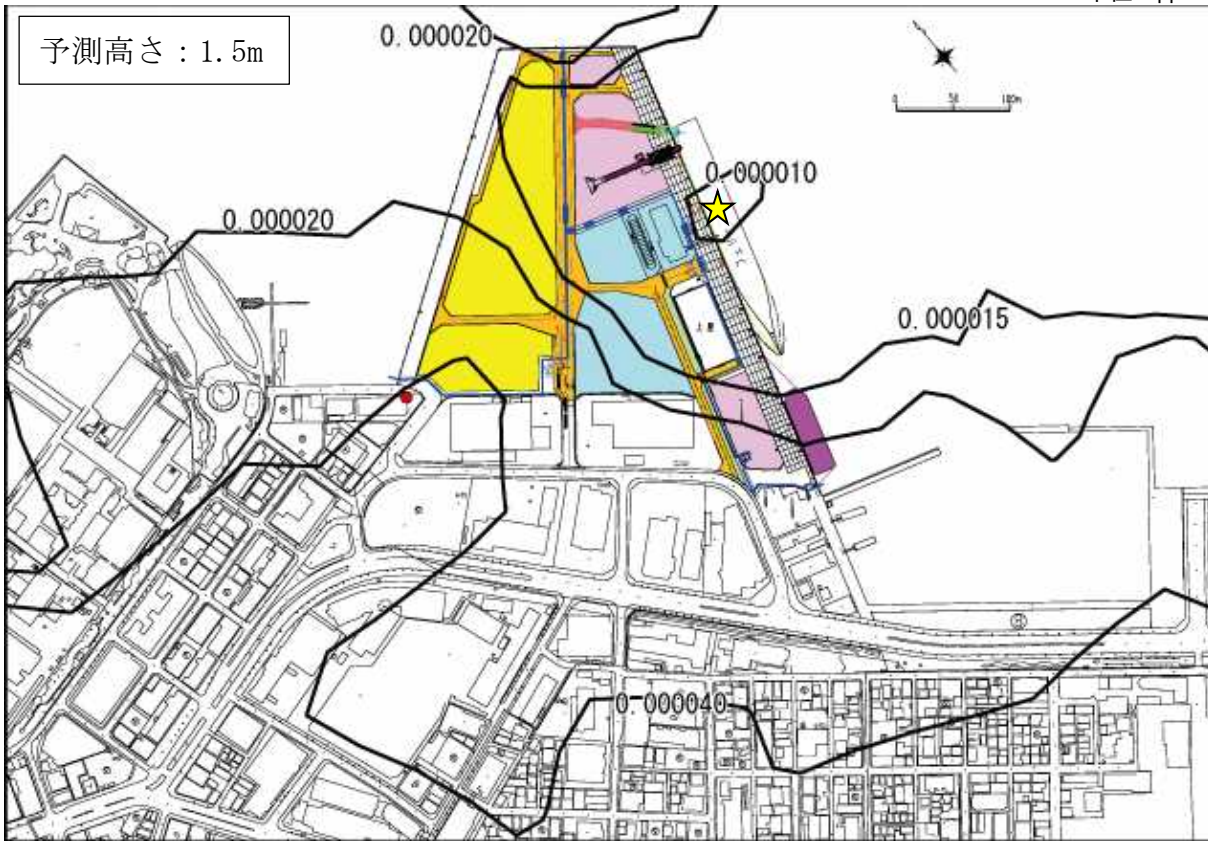
表 4-6 (1) フェリーから発生する二酸化窒素濃度の短期予測結果

予測地点	予測高さ (m)	1 時間値				指針値
		NO ₂				
		寄与濃度 (ppm)	バックグラウンド濃度 (ppm)	将来環境濃度 (ppm)	寄与率 (%)	
		A	B	C=A+B	A/C	
A (近隣住居付近)	1.5	0.000455	0.014	0.014455	3%	1 時間暴露として 0.1～0.2ppm
	10	0.001320	0.014	0.015320	9%	
	20	0.004982	0.014	0.018982	26%	
	30	0.012417	0.014	0.026417	47%	

短期暴露指針値は、昭和 53 年の中央公害対策審議会答申による短期暴露の指針値を示す。

表 4-6 (2) フェリーから発生する二酸化硫黄濃度の短期予測結果

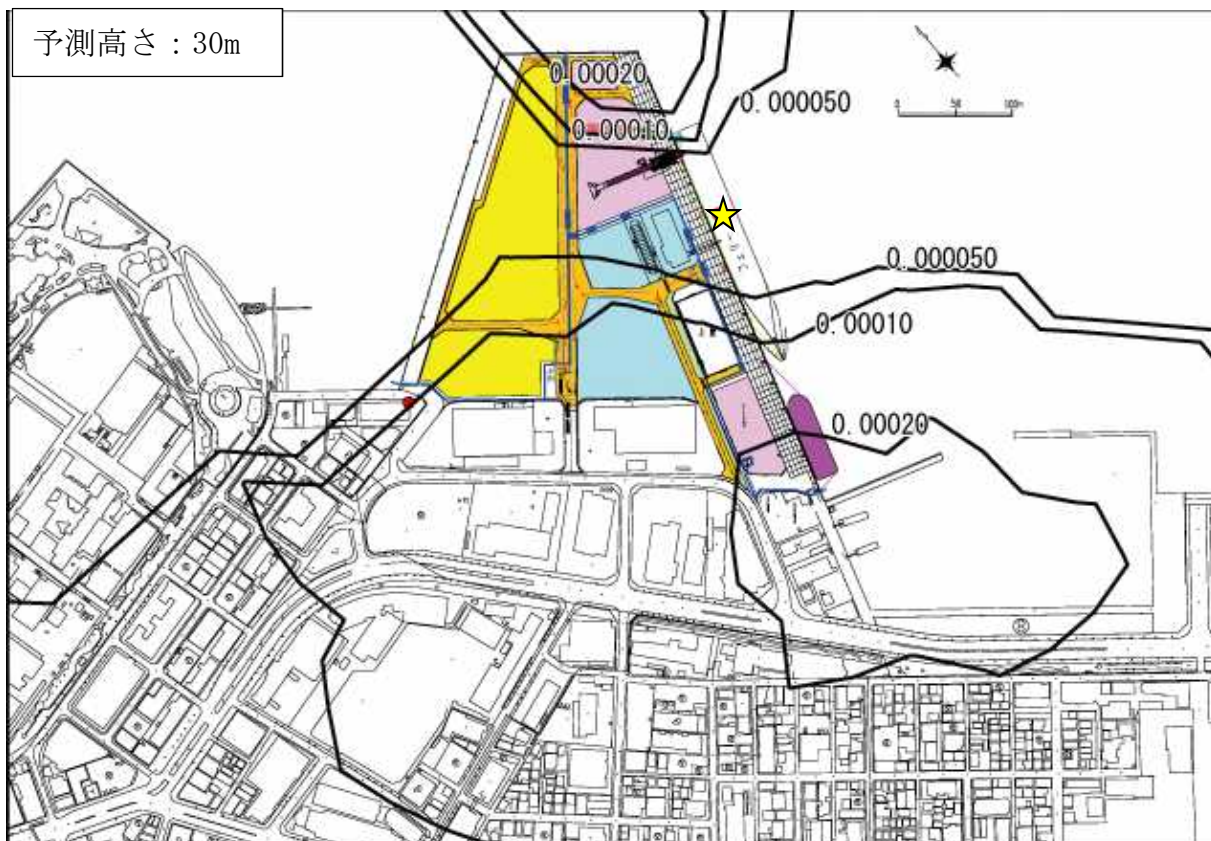
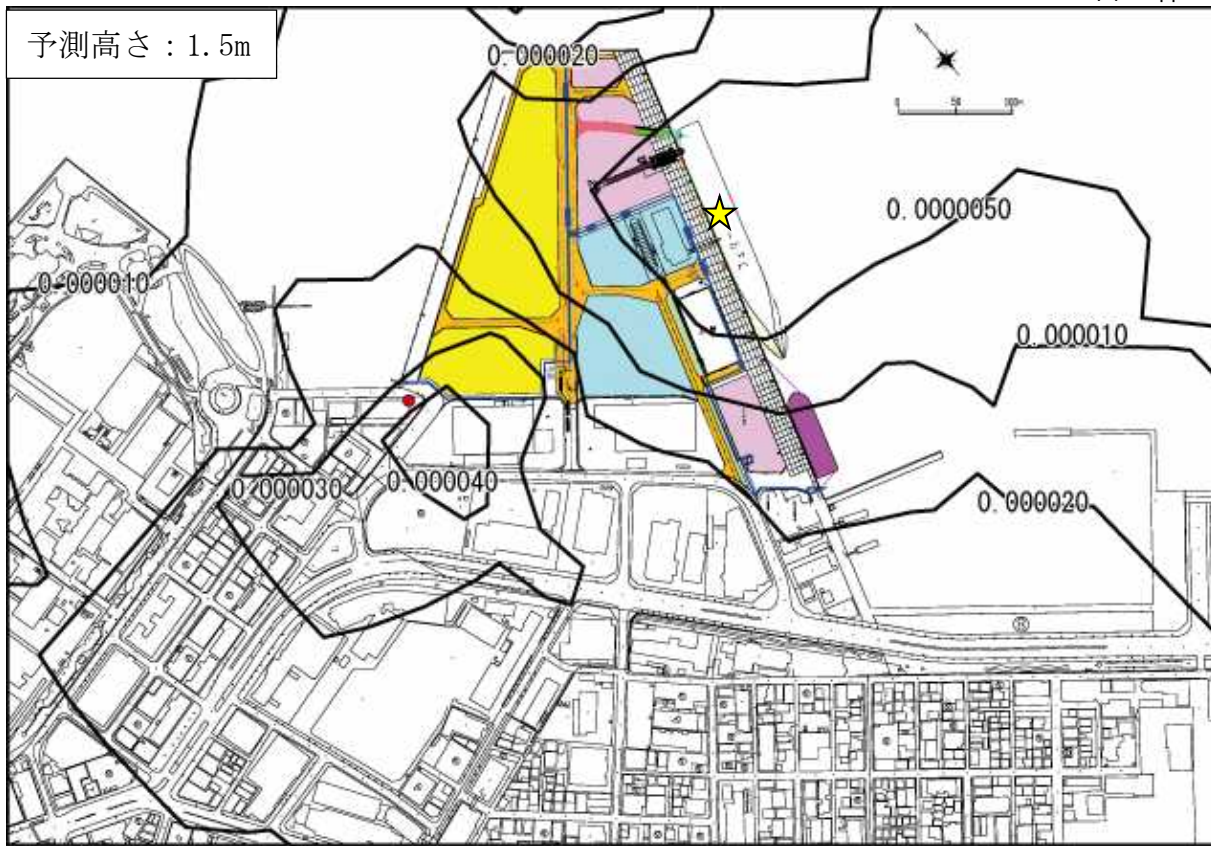
予測地点	予測高さ (m)	1 時間値				環境基準
		SO ₂				
		寄与濃度 (ppm)	バックグラウンド濃度 (ppm)	将来環境濃度 (ppm)	寄与率 (%)	
		A	B	C=A+B	A/C	
A (近隣住居付近)	1.5	0.000517	0.003	0.003517	15%	1 時間値が 0.1ppm 以下
	10	0.001501	0.003	0.004501	33%	
	20	0.005666	0.003	0.008666	65%	
	30	0.014120	0.003	0.017120	82%	



凡 例 ★：フェリー煙突 ●：予測地点

注：等濃度線はスプライン補間を行っているため予測点の結果と異なる場合がある。

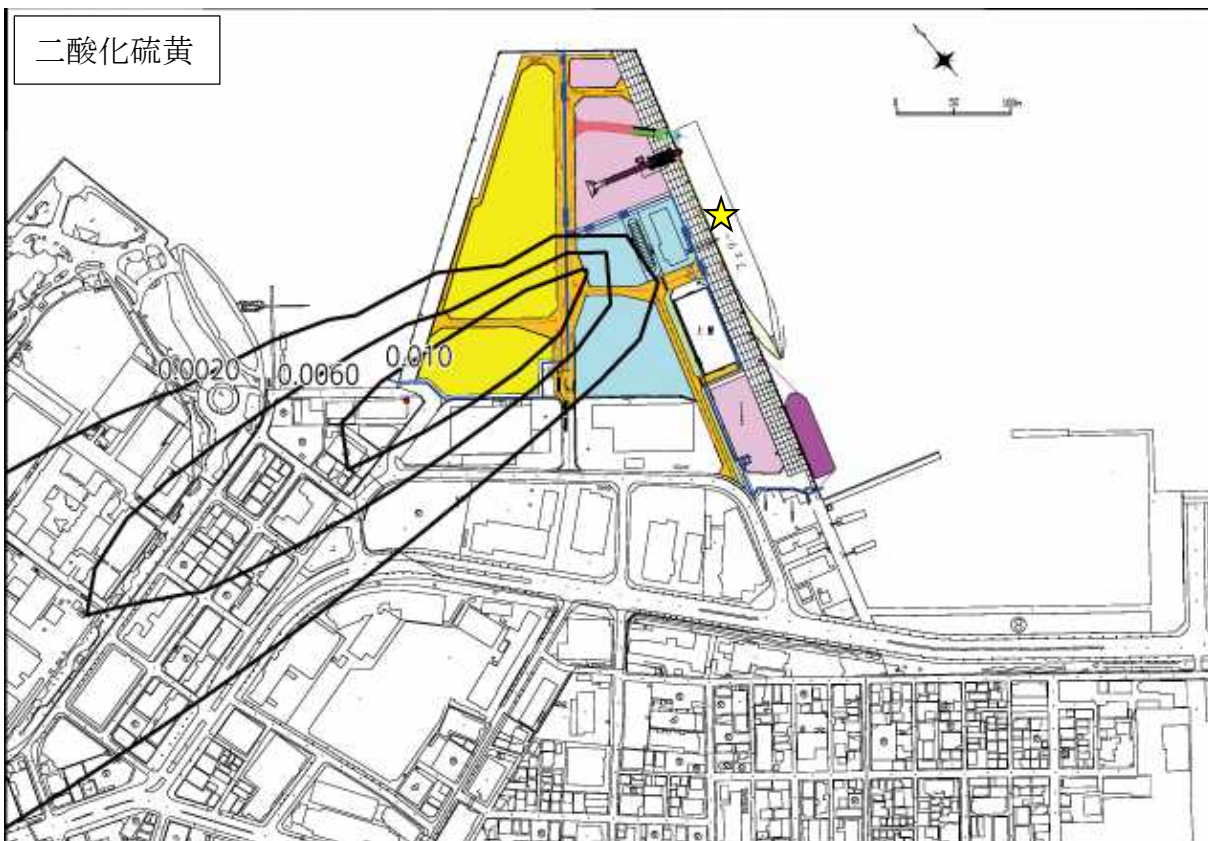
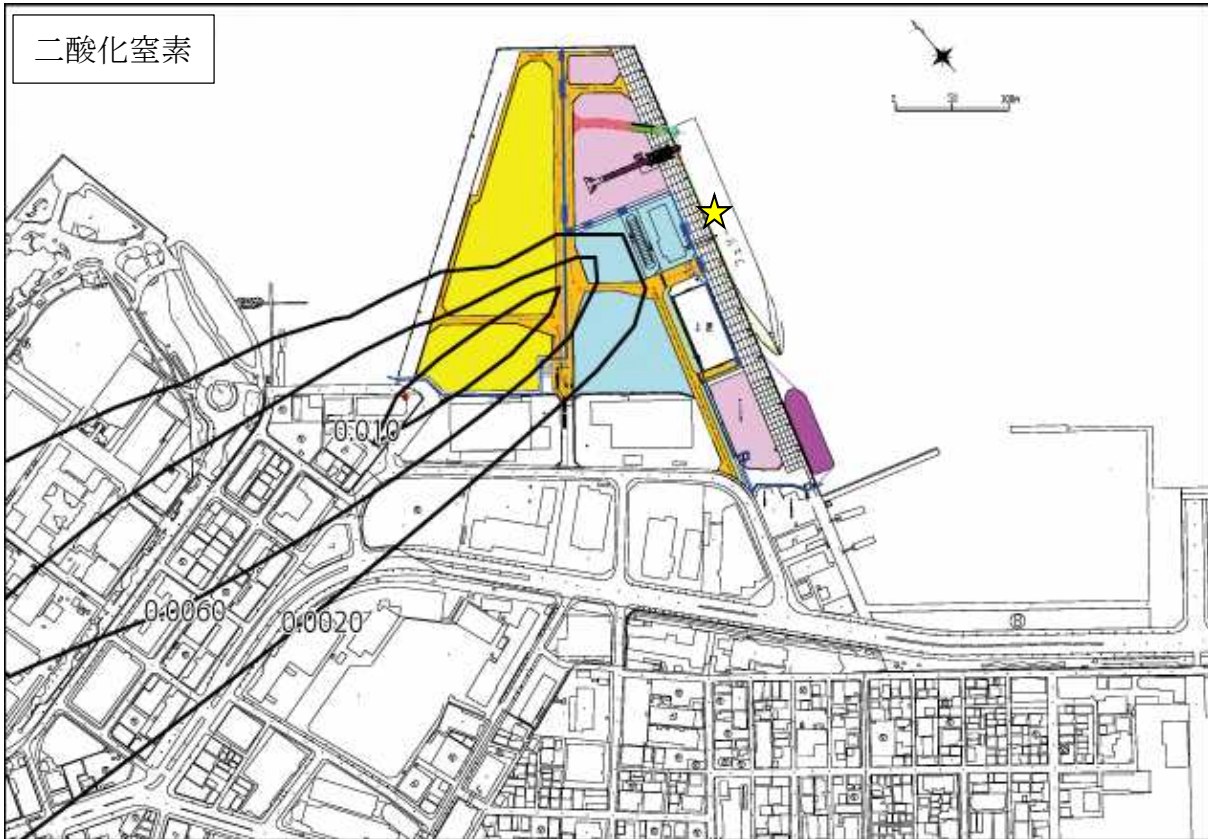
図 4-2 (1) 二酸化窒素の拡散範囲（長期予測）



凡例 ★：フェリー煙突 ●：予測地点

注：等濃度線はスプライン補間を行っているため予測点の結果と異なる場合がある。

図 4-2 (2) 二酸化硫黄の拡散範囲（長期予測）



凡 例 ★：フェリー煙突 ●：予測地点

注：等濃度線はスプライン補間を行っているため予測点の結果と異なる場合がある。

図 4-3 短期予測の拡散範囲（予測高さ：30m）