

3 自動車・船舶からの大気汚染物質排出量算定

2 船舶からの大気汚染物質排出量管理手法と手順

1 船舶登録台帳の作成と船舶管理ノートの作成

川崎港に入港する船舶を対象として、環境庁大気保全局大気規制課編「窒素酸化物総量規制マニュアル [増補改訂版]」(平成7年9月)の方法に準じて、大気汚染物質(NO_x, PM, SO_x)の排出量を算定します。

船舶からの大気汚染物質の排出量算定は、大別すると航行時と停泊時に区分されますが、航行時は船舶が国内及び海外へと広範囲に移動するため、算定の範囲決定が困難であることから、事業所からの排出量として管理できないと考えられます。

このため、事業者による船舶からの大気汚染物質管理は、川崎港停泊時の排出量を対象とします。

算定フロー



船舶登録台帳の作成

船舶の運行管理は非常に複雑であることから、船舶仕様を担当する部署から、事前に船種、船名、年式、内航・外航区分、総トン数、搭載機関の種類とその諸元等、大気汚染物質排出量算定のための情報を収集・整理し、船舶登録台帳を作成します。

船舶の航行動力機関の種類は、ディーゼル主機船とタービン主機船に分けられます。後者は主に10万総トン級の大型タンカーに搭載されることが多いです。

船舶にはこのほかに荷役動力、積荷加温、冷暖房、厨房等の動力源として補機ディーゼル機関と補助ボイラを搭載しています。但し、タービン主機船は、これら機関を搭載せず停泊時や航行時の荷役動力、積荷加温、冷暖房等も主ボイラでまかなう場合が多いようです。

したがって、停泊時の動力源として、ディーゼル主機船では補機ディーゼル機関と補助ボイラが、タービン主機船では主ボイラが稼働しています。

これら機関の運転に伴って大気汚染物質が排出されることになります。

船舶登録台帳

登録No.	船 種	船 名	築造年	内航外航区分	総トン数	主機の種類別
1	貨物船	環境丸	1995	内	3,400	D
2	タンカー	クリーン丸	1990	内	5,800	D
3	タンカー	エコロジー号	1992	外	120,000	T

主機の選別 D:ディーゼル主機船 T:タービン主機船

*記載のない場合は、100,000GT以上のタンカーをタービン主機船とし、その他はディーゼル主機船とします。
船 種 フルコンテナ船、タンカー、貨物船

船舶管理ノートの作成

事業者は、事業活動に伴い川崎港港内に停泊する船舶の着・離岸日時、荷役時間、燃料消費量をまとめた運行管理ノートを作成し、入港船舶の実績情報を整理し管理します。

船舶管理ノート

登録 No.	船 名	接 岸			離 岸			荷役 時間数	停泊時の燃料使用実績							
						補助ボイラ又は主ボイラ				補機ディーゼル機関						
		月	日	時	月	日	時		種別	S分 (wt.%)	密度	使用量 (ℓ)	種別	S分 (wt.%)	密度	使用量 (ℓ)
1	環境丸	11	11	8	11	12	8	11	C	2.0	0.89	780	C	2.0	0.89	1,000
2																
3																
4																
5																
6																

燃料：A重油、B重油、C重油

燃料のS分（wt.%）の記入がない場合は、次の川崎市調査による性状データを使用します。

機関 区分	補助ボイラ又は主ボイラ		補機ディーゼル	
	S分(wt.%)	密 度	S分(wt.%)	密 度
内航船	1.52	0.92	0.80	0.88
外航船	2.55	0.96	1.03	0.88

2 大気汚染物質排出量（NOx, SOx, PM）の算定

登録番号1（環境丸）の例

☐ 船種（記載）	貨物船	☐ 燃料使用量（記載値）	補機ディーゼル：1,000 ℓ
☐ 内・外航区分	内航区分		補助ボイラ：780 ℓ
☐ 停泊時に稼働する機関	補機ディーゼル、補助ボイラ	☐ 停泊時間数	24時間（着岸日時－離岸日時）
☐ 総トン数（記載値）	3,400G/T	☐ 荷役時間数（記載値）	11時間
☐ 燃料の硫黄分、密度 （記載値）	補機ディーゼル：2.0%, 0.89 補助ボイラ：2.0%, 0.89	☐ 非荷役時間数	13時間（停泊時間数－荷役時間数）

停泊時間数は、着岸が11月11日8時、離岸が12日8時であるから、停泊時間数は24時間となります。

各機関からの停泊時の大気汚染物質排出量は、荷役時と非荷役時別に別表に示す算定式から算定し、両者の合計排出量を停泊時の排出量とします。

なお、燃料消費量はできるだけ管理することが望ましいが、その把握が困難な場合は表3.2.2に示す算定式を使用します。

硫酸酸化
SOx

補機ディーゼル

燃料消費量、S分、密度が記載されているので次式によりSOx排出量を算定します。

$$\text{SOx} = \text{燃料消費量} \times \text{S分} / 100 \times \text{密度} \times 2$$

$$= 1,000 \times 2.0 / 100 \times 0.89 \times 2 = 35.60 \text{kg}$$

補助ボイラ

燃料消費量、S分、密度が記載されているので次式によりSOx排出量を算定します。

$$\text{SOx} = \text{燃料消費量} \times \text{S分} / 100 \times \text{密度} \times 2$$

$$= 780 \times 2.0 / 100 \times 0.89 \times 2 = 27.77 \text{kg}$$

停泊時の排出量

補機ディーゼルと補助ボイラからの排出量を合計します。

$$\text{停泊時SOx排出量}$$

$$= \text{補機ディーゼルのSOx排出量}$$

$$+ \text{補助ボイラのSOx排出量}$$

$$= 35.60 + 27.77 = 63.4 \text{kg}$$

窒素酸化物
NOx

補機ディーゼル

・ 荷役時

$$\text{NOx} = 53.14 \times \text{総トン数}^{0.456} \times \text{荷役時間数} \times 10^{-3}$$

$$= 53.14 \times 3,400^{0.456} \times 11 \times 10^{-3} = 23.83\text{kg}$$

・ 非荷役時

$$\text{NOx} = 23.95 \times \text{総トン数}^{0.456} \times \text{荷役時間数} \times 10^{-3}$$

$$= 23.95 \times 3,400^{0.456} \times 13 \times 10^{-3} = 12.69\text{kg}$$

補助ボイラ

$$\text{NOx} = \text{燃料消費量}(\ell) \times \text{密度} \times \text{NO}_{\text{XEF}}$$

$$= 780 \times 0.89 \times 0.0059 = 4.09\text{kg}$$

停泊時の排出量

補機ディーゼルの荷役時と非荷役時及び補助ボイラからのNOx排出量を合計します。

停泊時NOx排出量

$$= \text{補機ディーゼル荷役時のNOx排出量}$$

$$+ \text{補機ディーゼル非荷役時のNOx排出量}$$

$$+ \text{補助ボイラのNOx排出量}$$

$$= 23.83 + 12.69 + 4.09 = 40.6\text{kg}$$

粒子状物質
PM

補機ディーゼル

燃料消費量(ℓ)、密度が記載されているので次式によりPM排出量を算定します。

$$\text{PM} = \text{燃料消費量}(\ell) \times \text{密度} \times \text{PM}_{\text{EF}}$$

$$= 1,000 \times 0.89 \times 0.004 = 3.56\text{kg}$$

補助ボイラ

燃料消費量(ℓ)、密度が記載されているので次式によりPM排出量を算定します。

$$\text{PM} = \text{燃料消費量}(\ell) \times \text{密度} \times \text{PM}_{\text{EF}}$$

$$= 780 \times 0.89 \times 0.003 = 2.08\text{kg}$$

停泊時の排出量

補機ディーゼルと補助ボイラからの排出量を合計します。

停泊時PM排出量

$$= \text{補機ディーゼルのPM排出量}$$

$$+ \text{補助ボイラのPM排出量}$$

$$= 3.56 + 2.08 = 5.6\text{kg}$$

大気汚染物質排出量のまとめ

SOx : 63.4kg

NOx : 40.6kg

PM : 5.6kg

表3.2.2 大気汚染物質排出量算定のまとめ

項 目	補機ディーゼル	補助ボイラ又は主ボイラ																																																								
硫黄酸化物 (SOx)	運行管理ノートに記載された燃料消費量と燃料性状から算定します。 SOx＝燃料消費量（ℓ）×S分（wt.％）／100×密度（kg/ℓ）×2 （注）1. 燃料消費量が把握できない場合は、次段に示す算定式を使用します。 2. 定数の2は、硫黄含有量からSO₂の相当重量に換算するものです。 SO₂分子量（64）÷Sの分子量（32）＝2																																																									
	燃料消費量が把握できない場合は、総トン数から機関の出力を換算し、負荷率等を考慮し荷役時又は非荷役時における1時間当たりの燃料消費量を回帰式に当てはめた算定式を使用します。 F＝aX^b×T F： 荷役時又は非荷役時の燃料消費量（kg／隻） X： 総トン数（GT） T： 荷役または非荷役時間数 <table><tr><th>船 種</th><th>区 分</th><th>a</th><th>b</th></tr><tr><td rowspan="2">フルコンテナ船</td><td>荷役時</td><td>0.292</td><td>0.588</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.292</td><td>0.588</td></tr><tr><td rowspan="2">タンカー （注）</td><td>荷役時</td><td>1.378</td><td>0.363</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>1.138</td><td>0.363</td></tr><tr><td rowspan="2">貨物船</td><td>荷役時</td><td>2.180</td><td>0.392</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.997</td><td>0.392</td></tr></table> （注）ディーゼル主機船。タービン主機船は補機ディーゼルの搭載しないことが多い。	船 種	区 分	a	b	フルコンテナ船	荷役時	0.292	0.588	非荷役時	0.292	0.588	タンカー （注）	荷役時	1.378	0.363	非荷役時	1.138	0.363	貨物船	荷役時	2.180	0.392	非荷役時	0.997	0.392	燃料消費量が把握できない場合は、総トン数から機関の出力を換算し、負荷率等を考慮し荷役または非荷役時における1時間当たりの燃料消費量を回帰式に当てはめた算定式を使用します。 F＝aX^b×密度×T F： 荷役時又は非荷役時の燃料消費量（kg／隻） X： 総トン数（GT） T： 荷役又は非荷役時間数 <table><tr><th>船 種</th><th>区 分</th><th>a</th><th>b</th></tr><tr><td rowspan="2">フルコンテナ船</td><td>荷役時</td><td>0.130</td><td>0.67</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.130</td><td>0.67</td></tr><tr><td rowspan="2">タンカー （注1）</td><td>荷役時</td><td>0.220</td><td>0.88</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.055</td><td>0.88</td></tr><tr><td rowspan="2">タンカー （注2）</td><td>荷役時</td><td>5.360</td><td>0.58</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.576</td><td>0.58</td></tr><tr><td rowspan="2">貨物船</td><td>荷役時</td><td>0.151</td><td>0.67</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>0.130</td><td>0.67</td></tr></table> （注1）ディーゼル主機船 （注2）タービン主機船	船 種	区 分	a	b	フルコンテナ船	荷役時	0.130	0.67	非荷役時	0.130	0.67	タンカー （注1）	荷役時	0.220	0.88	非荷役時	0.055	0.88	タンカー （注2）	荷役時	5.360	0.58	非荷役時	0.576	0.58	貨物船	荷役時	0.151	0.67	非荷役時	0.130
船 種	区 分	a	b																																																							
フルコンテナ船	荷役時	0.292	0.588																																																							
	非荷役時	0.292	0.588																																																							
タンカー （注）	荷役時	1.378	0.363																																																							
	非荷役時	1.138	0.363																																																							
貨物船	荷役時	2.180	0.392																																																							
	非荷役時	0.997	0.392																																																							
船 種	区 分	a	b																																																							
フルコンテナ船	荷役時	0.130	0.67																																																							
	非荷役時	0.130	0.67																																																							
タンカー （注1）	荷役時	0.220	0.88																																																							
	非荷役時	0.055	0.88																																																							
タンカー （注2）	荷役時	5.360	0.58																																																							
	非荷役時	0.576	0.58																																																							
貨物船	荷役時	0.151	0.67																																																							
	非荷役時	0.130	0.67																																																							
窒素酸化物 (NOx)	総トン数から機関の出力を換算し、負荷率等を考慮し、荷役時又は非荷役時における1時間当たりのNOx排出量を回帰式に当てはめた算定式を使用します。 NOx＝aX^b×10⁻³ NOx： 荷役又は非荷役1時間当たりのNOx排出量（kg／隻／h） X： 総トン数（GT） <table><tr><th>船 種</th><th>区 分</th><th>a</th><th>b</th></tr><tr><td rowspan="2">フルコンテナ船</td><td>荷役時</td><td>5.743</td><td>0.684</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>5.743</td><td>0.684</td></tr><tr><td rowspan="2">タンカー （注）</td><td>荷役時</td><td>34.91</td><td>0.422</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>27.93</td><td>0.422</td></tr><tr><td rowspan="2">貨物船</td><td>荷役時</td><td>53.14</td><td>0.456</td></tr><tr><td>非荷役時</td><td>23.95</td><td>0.456</td></tr></table> （注）ディーゼル主機船。タービン主機船は補機ディーゼルの搭載しないことが多い。	船 種	区 分	a	b	フルコンテナ船	荷役時	5.743	0.684	非荷役時	5.743	0.684	タンカー （注）	荷役時	34.91	0.422	非荷役時	27.93	0.422	貨物船	荷役時	53.14	0.456	非荷役時	23.95	0.456	燃料消費量あたりのNOx排出原単位を使用します。 NOx＝燃料消費量（kg）×EF EF：0.0059kg／kg																															
	船 種	区 分	a	b																																																						
フルコンテナ船	荷役時	5.743	0.684																																																							
	非荷役時	5.743	0.684																																																							
タンカー （注）	荷役時	34.91	0.422																																																							
	非荷役時	27.93	0.422																																																							
貨物船	荷役時	53.14	0.456																																																							
	非荷役時	23.95	0.456																																																							
粒子状物質 (PM)	燃料消費量にPM排出係数を乗じて算出する方法。 PM＝燃料消費量（kg）×EF EF：0.004（PM，kg／kg）	燃料消費量にPM排出係数を乗じて算出する方法。 PM＝燃料消費量（kg）×EF EF：0.003（PM，kg／kg）																																																								