

第 4 章 案件別評価結果

第4章 案件別評価結果

4.1 要約

4.1.1 大連製鋼

4.1.1.1 プロジェクト実施内容

第三製鋼所新設

電気炉大型化（集塵設備含む）

鋳造連続化

過熱炉改造

石炭ガス脱硫装置の新設

φ750圧延設備改造

電気設備

圧延設備改造

水処理施設

4.1.1.2 環境影響評価

現状の問題点	<p>① 大気環境では第1工場の電炉からのばいじんが排出基準を著しく超えており、周辺に影響を与えている。これらの電炉は旧式で生産性に劣り、小型電気炉が9基もある。従って、生産性を考慮した集塵装置の設置は困難である。また、第1工場自体も老朽化が進み、密閉化が難しく、集塵装置・フード・ダクト等の取り付けが困難である。</p> <p>② 第2製鋼工場の集塵機は正常に作動しているが、一部建屋からの漏れが見られる。</p> <p>③ 線材工場の鉛浴炉（熱処理炉）からの鉛排気濃度が高い。また、硫酸による酸洗工程での硫酸水の飛散が激しい。さらに、設備も旧式であり、生産性を考慮した改造は難しい。</p> <p>④ ガス発生炉からの排水、特にSS、石油タール類は排出基準を超えている。当施設の廃水処理施設（沈殿池・冷却塔等）は設備も古く、汚損、異臭が激しい。</p>
対策	<p>① 電炉のばいじん対策 第1工場の小型電炉9基廃棄し、90t電炉1基を新設する。それに伴い、建屋も建替え集塵機を設置し、大幅にばいじん排出量を削減する。また、電炉本体をドグハウスで覆うことにより、集塵効率の向上とアーク音を遮断することによる騒音対策を行う。第2工場の30t電炉は1基を廃棄し、1基のみを残す事とする。</p> <p>② 線材工場の生産工程からの鉛廃棄・硫酸飛散対策 旧式冷延機を更新、熱処理炉を真空電熱炉洗浄工程では、無酸霧洗浄及びショットブラスト方式を採用し、有害物質の使用削減を図る。</p> <p>③ ガス発生炉からの水質汚染物質対策 ガス発生炉を現状の一段式ガス発生炉から二段式とする。これによりフェノール・タールSS含有の汚染水が非常に少なくなる。また、ガス冷却塔は冷却水に汚染物質が混入する直接冷却方式から間接冷却方式とする。一方、ガスは外部からの都市ガス購入より代替する案も検討されている。ガス発生炉を廃棄すればガス発生炉からの汚染物質はゼロになる。</p>

対策効果	① 電炉更新		
	ばいじん排出量	4152t/y	→ 777t/y
	PM10 環境濃度	環境基準の 75 倍	→ 環境基準の 7.5% (到達濃度最大地点で評価)
	② 線材工場改造		
	排気硫酸濃度	2mg/m ³	→ 0.05mg/m ³
	③ ガス発生炉更新		
	SS	1081t/y	→ 765t/y
	メタン	2.16t/y	→ 0.4t/y
	石油類	91.3t/y	→ 25.5t/y
		* 外部都市ガス導入の場合は水質汚濁物質発生量ゼロ	

4.1.1.3 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-1-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位: 万元)

総投資額	自己資金	借入金		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
128,093	39,606	53,402	37,585	7,500

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-1-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税後	税前
財務評価	内部収益率 (FIRR、%)	15.41	19.20
	投資回収年数 (含建設期間)	8.19	7.40
経済評価	内部収益率 (EIRR、%)	23.47	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 4.5 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-1-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
			+10	-10	+10	-10	+10	-10
財務評価	内部収益率 (税前)	19.20	17.67	20.96	11.61	24.19	28.59	6.47
	投資回収年 (税前)	7.40	7.71	7.08	9.60	6.68	6.00	12.23
	内部収益率 (税後)	15.41	14.20	16.80	9.56	19.43	22.75	5.71
	投資回収年 (税後)	8.19	8.52	7.85	10.35	7.35	6.66	12.60
経済評価	内部収益率	23.47	21.72	25.48	15.91	28.37	33.47	10.28

4.1.2 大連セメント

4.1.2.1 プロジェクト実施内容

- 石炭ミル更新
- セメントミル新設
- キルン余熱発電増強
- キルン排ガス調湿塔装置（集塵効率改善）
- 原料ミル内散水設備（集塵効率改善）
- 工場構内緑化・舗装（二次集塵対策）
- エアコンプレッサー室統合

4.1.2.2 環境影響評価

現状の問題点	<p>①生産設備の老朽化による多量の発塵やトラブルが多く発生する。</p> <p>②石炭粉砕機の能力不足で燃料供給が間に合わず適正な生産管理が困難である。</p> <p>③石炭の粉砕系に集塵機が設置されていない。</p> <p>④原料の粉砕系に付置している電気集塵機の除塵効率が低く発塵が多い。</p> <p>⑤セメント粉砕系では集塵機を設置しているものが少なく発塵が多い。また、設置されていても容量不足のため発塵が多い。</p> <p>⑥工場内の清掃、緑化、道路舗装が不足しているため、2次発塵がある。また、建屋の老朽化による粉塵及び騒音の大気中への放出がある。</p>
対策	<p>①石炭粉砕機の改造 現有の石炭粉砕機の3基（7t/h2基、8t/h1基）を廃止して15t/hの粉砕能力のもの2基を新設する。粉塵削減対策としては、建屋を密閉式にしてバグフィルターの集塵機を設置して高効率の集塵と騒音対策も同時に実施する。</p> <p>②セメント粉砕機の改造 現有のセメント粉砕機 No1（8t/h）の1基、No 2、3、8、9（17t/h）4基を廃止して径3.8m、長さ9mの帯式圧力粉砕機（75t/h）1基を新設する。粉塵削減対策としては、建屋を密閉式にした上全ての粉砕機にバグフィルター集塵機を設置して高効率の集塵と騒音対策を同時に実施する。</p> <p>③原料粉砕機 現有の粉砕機の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、粉砕機にバグフィルターを設置して高効率の集塵と騒音対策を同時に実施する。</p> <p>④破砕系 現有の破砕及び水砕系の粉塵対策として建屋を密閉式にした上全ての粉砕機にサイクロン+バグフィルターの2段集塵機を設置して集塵と騒音対策を同時に実施する。</p> <p>⑤石炭乾燥機 現有の乾燥機の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、全ての粉砕機にバグフィルターを設置して集塵と騒音対策を同時に実施する。</p> <p>⑥製品包装系 製品包装系の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、全ての包装機にバグフィルターの2段集塵機を設置する。</p> <p>⑦暖房用ボイラー 暖房用ボイラーにバグフィルターを設置して高効率の集塵を実施する。</p> <p>⑧道路舗装の強化と清掃 工場内の未舗装部分を舗装する。定期的に道路の清掃・散水を行う。</p> <p>⑨敷地の緑化 建屋、道路以外の敷地全てに植栽し騒音の軽減と粉塵の飛散を防止する。</p>

	<p>⑩騒音対策</p> <p>空気圧縮機騒音はかなりの高音を発生するので圧縮機そのものを防音壁で隔離すると共に吸・送入口にサイレンサーを設置し、基準値を達成する。</p> <p>原・燃料の粉砕系は工場敷地中心部に配置し、周辺への影響を軽減すると共に収納する建屋を整備する。</p>																																
対 策 効 果	<p>①粉塵発生量</p> <table border="1"> <tr><td>粉砕系</td><td>3250t/y</td><td>→</td><td>184.1t/y</td></tr> <tr><td>破碎系</td><td>455t/y</td><td>→</td><td>19.8t/y</td></tr> <tr><td>水砕系</td><td>260t/y</td><td>→</td><td>11.3t/y</td></tr> <tr><td>原料粉砕</td><td>660t/y</td><td>→</td><td>14.6t/y</td></tr> <tr><td>石炭粉砕</td><td>1730t/y</td><td>→</td><td>56.0t/y</td></tr> <tr><td>セメント</td><td>2700t/y</td><td>→</td><td>32.9t/y</td></tr> <tr><td>包装系</td><td>91t/y</td><td>→</td><td>1.6t/y</td></tr> <tr><td>計</td><td>9146t/y</td><td>→</td><td>320.3t/y</td></tr> </table> <p>②PM10 環境濃度</p> <p>環境基準の5倍 → 環境基準の10% (到達濃度最大地点で評価)</p>	粉砕系	3250t/y	→	184.1t/y	破碎系	455t/y	→	19.8t/y	水砕系	260t/y	→	11.3t/y	原料粉砕	660t/y	→	14.6t/y	石炭粉砕	1730t/y	→	56.0t/y	セメント	2700t/y	→	32.9t/y	包装系	91t/y	→	1.6t/y	計	9146t/y	→	320.3t/y
粉砕系	3250t/y	→	184.1t/y																														
破碎系	455t/y	→	19.8t/y																														
水砕系	260t/y	→	11.3t/y																														
原料粉砕	660t/y	→	14.6t/y																														
石炭粉砕	1730t/y	→	56.0t/y																														
セメント	2700t/y	→	32.9t/y																														
包装系	91t/y	→	1.6t/y																														
計	9146t/y	→	320.3t/y																														

4.1.2.3 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-2-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位：万元)

総投資額	自己資金	借入金		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
16,500	4,200	8,300	4,000	-

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-2-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税後	税前
財務評価	内部収益率 (FIRR、%)	9.41	11.67
	投資回収年数 (含建設期間)	11.23	9.90
経済評価	内部収益率 (EIRR、%)	14.45	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 2.99 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-2-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
			+10	-10	+	-10	+10	-
財務評価	内部収益率 (税前)	11.67	10.52	12.84	7.352% 0.00	21.72	22.31	-8.64% -1.66
	投資回収年 (税前)	9.90	10.64	9.30	27.00	6.48	6.31	0.00
	内部収益率 (税後)	9.41	8.51	10.34	7.74% 0.00	17.20	17.52	-8.306% 0.00
	投資回収年 (税後)	11.23	11.99	10.58	27.00	7.47	7.32	0.00
経済評価	内部収益率	14.45	13.15	15.78	9.036% 0.00	24.51	25.93	-9.136% 0.00

4.1.3 大連染料

4.1.3.1 プロジェクト実施内容

- 発電所
- 苛性ソーダ製造設備
- 廃硫酸濃縮装置

4.1.3.2 環境影響評価

現 状 の 問 題 点	<p>①大連染料は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。 大連染料は市の中心部に近く、これらの環境汚染が付近の住民の多くに影響を与えている。大連市は都市計画のマスタープランを推進しており、大連染料も移転対象に含まれている。移転地は大連市の北側にある塩島地区が決定している。</p> <p>②硫化黒製造工程から発生する硫化水素が排出基準をこえている。 プロセスからは種々のガスが発生するが硫化水素は年間25t 排出され、排出基準を超えている。</p> <p>③苛性ソーダの製造工程でアスベストを使用しており、これらが労働環境に影響を及ぼしている。 苛性ソーダはアスベスト隔膜法（1500t/y）、イオン交換膜法（10000t/y）で製造している。このうち、アスベスト隔膜法では、アスベスト膜の交換時に作業員がアスベストを吸引する恐れがある。また、塩素を含んだ排水及び排気による環境汚染がある。</p> <p>④硫酸濃縮工程では旧式の直接加熱式を採用しており、釜からの漏洩等による硝基物、硫酸等の影響がある。 硫酸濃縮設備は直火式濃縮釜方式により行われている。濃縮釜からの発生ガスを海水により冷却吸収処理しているが、吸収しきれない NOx ガスが大気へ放出されている。吸収水は硫酸、硝基物を含んだ排水として放流されている。</p> <p>⑤水質では、COD、SS 等が排出基準を超えている。</p>
対 策	<p>①市の中心部からの環境汚染対策 現在の市中心部である中山区寺兒溝から大連市北部塩島地区に移転する。この工場敷地は大連新光化工場の構内にある。周辺は住居地区は大きく離れている。</p> <p>②大気汚染対策 現在塩島地区の工場の電力は、塩酸カリ工場の発電所から生産される電力を使用している。大連染料移転後は電力が不足することもあり、75 万t ボイラーを有する発電所を建設する。本ボイラーは循環流動床型とし、炉内脱硫を行う。また、従来の発電所用ボイラーは新発電所の発電装置が故障等で使用できなくなった場合のみ稼働する計画である。従って、塩酸カリ工場の発電所は通常稼働しないこととなる。</p> <p>③硫化黒生産工程における硫化水素ガス汚染対策 加硫生産プロセスで発生したガスは、硫酸吸収塔によりアンモニアを取り除き、双塔アルカリで吸収され硫化水素が取り除かれる</p> <p>④苛性ソーダ製造工程からのアスベスト等による汚染対策 苛性ソーダ製造方法をイオン交換膜法に改造する。これによりアスベスト膜交換が不要になる。さらに、最近のイオン交換膜法には極、膜の改良、蒸発システムの改良、熱回収システムの改良などが織り込まれており大幅な省エネルギーが可能となる。</p> <p>⑤硫酸濃縮工程における NOx ガス等の汚染対策 硫酸濃縮方法を従来の直接加熱法から、間接加熱による真空蒸発濃縮法に改善する。</p> <p>⑥ジニトロ塩化ベンゼンの水洗水における対策 2 台の直列活性炭吸着塔によりニトロベンゼンを吸着する。</p> <p>⑦ジニトロフェノールの分離水と商品ピクリン酸の水洗水における対策 排水を電気多相触媒酸化法により処理した後、石灰石で中和して排水する。</p> <p>⑧加硫凝縮水の対策 硫黄に硫化第 2 鉄を加え沈殿させ濾過し、次塩素酸ナトリウムを加え排出しているが、欠点としてスラッジが多く排出される。これらを電気多相触媒酸化法にすることによりスラッジを低減できる。</p>

	<p>⑨硫酸濃縮過程からの排水 大気対策で示したように真空蒸発濃縮法に改善する。これにより排水はなくなる。</p> <p>⑩廃棄物対策 炉からのスラッジは、建設材料・舗装材料等、可能なかぎり総合的に利用される。また、クロロピクリン渣液等は大連化学アルカリ廃液捨て場に処分される。</p> <p>⑪騒音対策 騒音対策としては、出来る限り低騒音型の設備を導入するとともに、隔音、消音、振動低減等の低減対策をとる。</p>																																						
対 策 効 果	<p>① 大気汚染物質排出量</p> <p>燃焼 塩島地区 SO₂ 1365t/y → 737t/y</p> <p>(内訳)</p> <table border="0"> <tr> <td>大連染料</td> <td>SO₂</td> <td>1102t/y</td> <td>→</td> <td>600t/y</td> </tr> <tr> <td>塩素酸カリ</td> <td>SO₂</td> <td>1365t/y</td> <td>→</td> <td>137t/y</td> </tr> </table> <p>プロセス</p> <table border="0"> <tr> <td>Cl₂</td> <td>7.44t/y</td> <td>→</td> <td>3.89t/y</td> </tr> <tr> <td>H₂S</td> <td>24.5t/y</td> <td>→</td> <td>4.05t/y</td> </tr> <tr> <td>NOx</td> <td>17.42t/y</td> <td>→</td> <td>1.35t/y</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>11.45t/y</td> <td>→</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Na₂S</td> <td>8.84t/y</td> <td>→</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>② 水質汚濁物質排出量</p> <table border="0"> <tr> <td>COD</td> <td>2604t/y</td> <td>→</td> <td>211t/y</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>3811t/y</td> <td>→</td> <td>209t/y</td> </tr> </table>	大連染料	SO ₂	1102t/y	→	600t/y	塩素酸カリ	SO ₂	1365t/y	→	137t/y	Cl ₂	7.44t/y	→	3.89t/y	H ₂ S	24.5t/y	→	4.05t/y	NOx	17.42t/y	→	1.35t/y	SO ₂	11.45t/y	→	0	Na ₂ S	8.84t/y	→	0	COD	2604t/y	→	211t/y	SS	3811t/y	→	209t/y
大連染料	SO ₂	1102t/y	→	600t/y																																			
塩素酸カリ	SO ₂	1365t/y	→	137t/y																																			
Cl ₂	7.44t/y	→	3.89t/y																																				
H ₂ S	24.5t/y	→	4.05t/y																																				
NOx	17.42t/y	→	1.35t/y																																				
SO ₂	11.45t/y	→	0																																				
Na ₂ S	8.84t/y	→	0																																				
COD	2604t/y	→	211t/y																																				
SS	3811t/y	→	209t/y																																				

4.1.3.3 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-3-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位: 万円)

総投資額	自己資金	借入金内訳		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
36,383	7,927	22,800	5,656	-

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-3-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税後	税前
財務評価	内部収益率 (FIRR, %)	15.55	19.47
	投資回収年数 (含建設期間)	8.68	7.74
経済評価	内部収益率 (EIRR, %)	20.92	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 2.85 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-3-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
			+10	-10	+10	-10	+10	-10
財務評価	内部収益率 (税前)	19.47	18.32	20.76	17.70	21.17	22.64	15.98
	投資回収年 (税前)	7.74	7.99	7.49	8.16	7.38	7.13	8.66
	内部収益率 (税後)	15.55	14.67	16.55	14.17	16.88	18.03	12.83
	投資回収年 (税後)	8.68	8.95	8.40	9.16	8.28	7.99	9.66
経済評価	内部収益率	20.92	19.34	22.75	20.87	20.96	24.10	17.43

4.1.4 大連製薬

4.1.4.1 プロジェクト実施内容

一期工事

30T アリスロ系製薬

50T エリスロ

その他製剤

注射用

二期工事

輸出向注射用原薬

輸出向内服原薬

輸出向ジヒドロストレプトマイシン注射用

ストレプトマイシン原料薬

4.1.4.2 環境影響評価

現状の問題点	<p>①大連製薬は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。</p> <p>②工場は老朽化し、反応釜等の施設も古く生産効率が悪く、生産工程から発生する化学物質の漏洩が大きい。</p> <p>③大気環境はばいじんが排出基準を超えているが、生産プロセスから発生する種々の化学物質は業界基準を大きく超えており、環境への影響が大きい。</p> <p>④水質環境は殆ど無処理のまま下水に放流されているため、pH、BOD、COD、SS等が大きく排出基準を超えている。また、硫酸亜鉛の垂れ流し等生産過程から発生する無機・有機化学物質も大幅に環境基準を超えている。</p> <p>⑤大量に発生する菌渣等の廃棄物の下水への放流も水質悪化の要因である。また、悪臭・騒音でも周辺住民から苦情がよせられている。</p>
対策	<p>①市の中心部からの環境汚染対策 現在の大连市中心部である沙河区解放広場付近から大连市北部甘井子区西北部に移転する。本敷地は既に取得済みであり住民移転等の問題はない。</p> <p>②施設の更新 新工場は最新式の施設を導入することにより、設備から漏洩による大気への排出等をできるかぎり減少させる。</p> <p>③大気汚染対策 燃焼による大気汚染対策では、30t ボイラーに脱硫・脱硝設備を導入する。また、ばいじん対策としては集塵機を設置することにより排出基準以下にすることが可能である。生産プロセスから発生する有害化学物質は、漏洩しない設備の導入、また発生した化学物質をプロワー吸引し活性炭処理する等の対策を行う。</p> <p>④水質汚染対策 従来、殆ど無処理のまま下水に放水していた水質汚濁物質は処理池を設置し基準以下の濃度にしてから排水する。</p> <p>⑤その他 悪臭は、大気化学物質の対策と同様に活性炭処理することにより影響を軽減させる。騒音は出来る限り低騒音型の機器を導入し、建屋の構造に吸音・密閉性を高める等の対策を行う。</p>

対 策 効 果	① 大気汚染物質排出量			
	燃焼			
	SO ₂	260t/y → 161.2t/y		ばいじん 500t/y → 252.6t/y
	アモニア			
	アセトン	136t/y → 23.9t/y		
	酢酸メチル	300t/y → 7.1t/y		
	② 水質汚濁物質排出量			
	COD	10074t/y → 312.8t/y		
	SS	1314t/y → 312.8t/y		
	③ 廃棄物			
薬滓 溶剤抜粋法による亜鉛回収				
硫酸亜鉛	500t/y → 16.7t/y			
④ 悪臭				
ブロー吸引による活性炭吸着				

4.1.4.3 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-4-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位：万元)

総投資額	自己資金	借入金		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
46,750	22,750	24,000	-	-

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-4-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税後	税前
財務評価	内部収益率 (FIRR、%)	13.36	18.10
	投資回収年数 (含建設期間)	9.03	7.70
経済評価	内部収益率 (EIRR、%)	22.54	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 8.19 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-4-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
			+10	-10	+10	-10	+10	-10
財務評価	内部収益率 (税前)	18.10	16.60	19.83	9.68	25.27	26.57	7.49
	投資回収年 (税前)	7.70	8.05	7.36	10.71	6.42	6.27	12.00
	内部収益率 (税後)	13.36	12.22	14.67	7.00	18.91	19.91	5.39
	投資回収年 (税後)	9.03	9.43	8.62	12.37	7.46	7.28	13.67
経済評価	内部収益率	22.54	20.67	24.73	15.04	29.06	30.79	12.54

4.1.5 大連春海熱電所二期工事

4.1.5.1 プロジェクト実施内容

高圧循環式流動床ボイラー
 抽気式蒸気タービン発電ユニット
 付属設備
 供給設備及びパイプライン

4.1.5.2 環境影響評価

現 状 の 問 題 点	<p>①周辺環境 春海熱電所は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。</p> <p>②大気 大気では、ばいじんが排出基準を超えている。また、SO₂は脱硫せずそのまま大気中に排出している。</p> <p>③水質 水質環境は工業排水で、pHが排出基準を超えており、生活排水はCODが大きく排出基準を超えている。</p> <p>④騒音 騒音が環境基準を超えており、周辺住民に大きな影響を与えている。特に住宅地区に面した南側では、騒音の影響が大きい。</p> <p>⑤廃棄物 廃棄物はボイラー燃焼にともない発生する石炭灰が殆どであり、現状ではすべてを廃棄処分している。</p>												
対 策	<p>①周辺環境 春海熱電所第2期工事が完成による供熱能力向上に伴い、周辺の中小ボイラーの22箇所を廃止する。</p> <p>②大気 循環流動床の炉内脱硫、及び燃焼管理等の徹底により集塵効率を向上させる。</p> <p>③水質 pH自動制御による管理及び生活排水処理装置の導入</p> <p>④騒音 消音装置による騒音源の減少、室内の密閉の徹底</p> <p>⑤廃棄物 石炭灰の有効利用等の促進</p>												
対 策 効 果	<p>①周辺環境 以下の周辺の施設及び能力が休止となる。 供熱所 21、ボイラー基数 27、供熱 119 t/h、熱量 166,868GJ/y 2期工事と同能力(130t/h)を10t/hの小型ボイラー代替した場合と比較して削減効果を算出。以下の削減が見込まれる。 石炭：53,778t/y、SO₂：1158t/y、NOx：772t/y、ばいじん：405t/y</p> <p>②大気</p> <table border="0"> <tr> <td>SO₂排出量</td> <td>3724t/y</td> <td>→</td> <td>1141.4t/y</td> </tr> <tr> <td>ばいじん排出量</td> <td>541 t/y</td> <td>→</td> <td>743.4 t/y</td> </tr> <tr> <td>NOx 排出量</td> <td>1103.5 t/y</td> <td>→</td> <td>1813.6 t/y</td> </tr> </table> <p>ばいじん最大推定濃度は 165.7mg/m³ となり排出基準をクリアー、他の汚染物質もすべて、排出基準をクリアー</p>	SO ₂ 排出量	3724t/y	→	1141.4t/y	ばいじん排出量	541 t/y	→	743.4 t/y	NOx 排出量	1103.5 t/y	→	1813.6 t/y
SO ₂ 排出量	3724t/y	→	1141.4t/y										
ばいじん排出量	541 t/y	→	743.4 t/y										
NOx 排出量	1103.5 t/y	→	1813.6 t/y										

③水質	pH 自動分析装置と中和剤自動投入装置を設置、コンピュータ制御により運用される。生活排水は汚水処理装置を設置。これらにより排出基準2類をクリアー
④騒音	徹底した音源の制限、伝播ルート等の制限等により騒音環境基準1類をクリアー
⑤廃棄物	セメント原料として利用等、石炭灰の有効利用の促進等により廃棄物の減量化ができる。

4.1.5.3 財務経済評価

(1) 投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-5-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位: 万元)

総額	自己資金	借入金		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
35,826	10,000	20,200	5,475	151

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-5-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税前	税後
財務評価	内部収益率 (FIRR, %)	17.06	12.97
	投資回収年数 (含建設期間)	7.29	8.68
経済評価	内部収益率 (EIRR, %)	18.35	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 2.78 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-5-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
			+10	-10	+10	-10	+10	-10	
財務評価	税前	内部収益率 (%)	17.06	15.48	18.92	16.71	17.40	20.04	13.86
		投資回収年数	7.29	7.77	6.80	7.39	7.19	6.54	8.36
	税後	内部収益率 (%)	12.96	11.77	14.37	12.71	13.22	15.21	10.55
		投資回収年数	8.67	9.21	8.11	8.78	8.56	7.82	9.85
経済評価	内部収益率 (%)	18.35	16.70	20.28	16.87	19.78	21.47	15.00	

4.1.6 大連ガス新工場（一、二期製造設備及び供給設備）

4.1.6.1 プロジェクト実施内容

一期工事

ガス製造設備（低圧2筒式変成装置）
原料用LPG球形タンク
LPG加圧設備（ポンプ）（球形タンク送込用）
都市ガス用低圧ホルダー
LPG圧縮機
ガス供給用圧縮機
（ユーティリティ）ボイラー
ボイラー用純水装置
ガス供給用中圧導管（新工場～市内導管間）
市内導管敷設
中央電気室（受変電・配電室）
中央制御室
事務所

二期工事

ガス製造設備（低圧2筒式変成装置）
原料用LPG球形タンク
LPG加圧設備（ポンプ）（球形タンク送込用）
都市ガス用低圧ホルダー
ガス供給用圧縮機
ガス供給用中圧導管（新工場～市内導管間）
市内導管敷設
原料LPG輸送導管（湾精油基地～新工場間）
LPG輸送用ポンプ

4.1.6.2 環境影響評価

<p>現状の問題点</p>	<p>①周辺環境 大連ガス会社は第1工場・第2工場とも市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。</p> <p>②大気 大気環境では第1工場の種々の施設から SO₂、H₂S、NO_x、CO が排出基準を超えている。また、第2工場でも、SO₂、H₂S、CO、NH₃ が排出基準を超えている。施設が老朽化していることから、漏洩等による影響も考えられる。</p> <p>③水質 水質環境に関しては、排水処理されずに、排出される汚水も多いことから種々の水質汚濁物質が排出基準を超えている。第1工場では COD、フェノール、シアン化合物、油類、アンモニア性窒素、硫化物で遼寧省地方排出基準の2級を超えている。第2工場でも、COD、フェノール、アンモニア性窒素、硫化物で排出基準を超えている。これらは、大連湾汚染の一因となっている</p> <p>④廃棄物 廃棄物はガス発生炉での石炭灰が第1工場で2206t/年、第2工場で4205t/年排出される。</p>
<p>対策</p>	<p>①周辺環境 大連市北部に新工場を新設することにより、市中心部の第1・第2工場の操業を休止する。</p> <p>②大気 燃料を石炭・重油から LPG に転換させる。また、コークス炉からの都市ガス生成システムから、LPG を加熱・改質するシステムに変更することにより大気汚染物質を大幅に削減できる。</p> <p>③水質 大気と同様に生産方式を転換することにより、大幅に水質汚濁物質の排出量が低減できる。</p> <p>⑤廃棄物 生産方式の転換により、廃触媒・暖房用ボイラーの石炭灰程度しか発生しない。</p>
<p>対策効果</p>	<p>①周辺環境 新工場周辺は住民は多くなく、工場から居住区域までは、ある程度の距離もある。従って、現状の工場がある市中心部に比べ環境に与える影響は、種々の汚染物質等の排出量の低減とあいまって非常に少なくなる。</p> <p>②大気 SO₂ 排出量 382 t/y → 41 t/y ばいじん排出量 910 t/y → 14 t/y NO_x 排出量 422 t/y → 92 t/y CO 排出量 4515 t/y → 103 t/y 汚染物質は、排出基準をクリアー</p> <p>③水質 COD 1014 t/y(1639 mg/l) → 10 t/y(30 mg/l 未満) フェノール 58 t/y → 微量 油類 5 t/y → 微量 SS 127 t/y → 微量 すべて排出基準をクリアー</p> <p>④廃棄物 石炭灰 6411 t/y → 330 t/y 廃触媒 0 → 5 t/y 廃棄物は適正に処理される。</p>

4.1.6.3 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-6-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位: 万円)

	総額	自己資金	借入金		
			長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
一期工事	32,297.75	32,297.75	-	-	-
二期工事	33,859.39	14,095.55	-	18,300.00	1,463.84
合計	66,157.14	46,393.30	-	18,300.00	1,463.84

(2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-6-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税前	税後
財務評価	内部収益率 (FIRR, %)	5.73	4.72
	投資回収年数 (含建設期間)	14.19	14.35
経済評価	内部収益率 (EIRR, %)	6.12	

(3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR) $\geq 1.84 > 1.0$ OK

(4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-6-3(3) 感度分析表

区分	項目		基準値	投資額		製造費		販売収入	
				変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
				+10	-10	+10	-10	+10	-10
財務評価	税前	内部収益率 (%)	5.73	5.27	6.23	2.11	8.79	10.00	0.21
		投資回収年数	14.19	14.76	13.63	19.56	11.44	10.64	22.78
	税後	内部収益率 (%)	4.72	4.33	5.13	1.87	7.09	8.02	0.21
		投資回収年数	14.35	14.82	13.87	19.56	12.13	11.47	22.78
経済評価	内部収益率 (%)		6.12	5.67	6.61	2.97	8.85	10.09	1.12

4.1.7 大連市環境管理近代化整備計画

4.1.7.1 プロジェクト実施内容

環境管理センタービルの建設

自動モニタリングデータ収集、分析、管理、環境管理指揮センターの機材設備

大気自動モニタリングシステムと気象自動観測システム用建物と機材設備

煙の黒さの自動監視システム用建物と機材設備

交通騒音・振動及び自動車排ガスモニタリング、振動モニタリングシステム用建物と機材設備

環境モニタリング分析センター実験室の機材設備

水質モニタリング強化用機材設備

環境教育施設建物と機材設備

視察・トレーニング

(プロジェクト実施期間及び評価期間：1999～2010 年の12年間)

4.1.7.2 財務経済評価

(1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-7-2(1) 総投資額及び資金計画 (単位：万元)

総投資額	建築費 (補助金)	機材設備 (補助金)	機材設備 (外国援助金)	視察・トレーニング (外国援助金)
13,569	6,170	405	5,884	1,110

(2) 内部収益率

財務内部収益率 (FIRR) : 3.07% (税前/税後)

経済内部収益率 (EIRR) : 3.07%

(3) 感度分析

表Ⅲ-4-1-7-3(2) 感度分析表

項目	基準値	投資額		運営費用		運営収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+5.0	-5.0	+5.0	-5.0	+5.0	-5.0
内部収益率	3.07	2.53	3.66	1.26	4.96	6.42	-0.07

4.2 案件別検討結果

4.2.1 大連製鋼

4.2.1.1 概要

大連製鋼は1905年創業の歴史ある製鋼所であり、大連市政府直轄の国営企業である。現有炉としては、1950年代に設置された10～20t電気炉9基（第一製鋼工場）、1972年代に増設された30t電気炉2基（第二製鋼工場）の計11基がある。大連市では唯一、中国内では中堅クラスの特種鋼メーカーで、高速工具鋼、ステンレス鋼、バネ鋼、軸受鋼、合金工具鋼、合金構造鋼、炭素工具鋼、炭素構造鋼などの特殊鋼を生産しているが、特に小型で老朽化した電気炉を備えた第一製鋼工場は、集塵装置がなく、粉塵を建物の屋根からそのまま排出している状態であり、大連市において大気汚染防止対策が必要な重点工場の一つに挙げられている。

(1) 所在地

大連市甘井子区（図Ⅲ-1参照）

(2) 工場規模及び従業員数

敷地面積	139万 m ²
緑地面積	15.5万 m ²
現有設備固定資産投資額	119,321 万元
固定資産残存価値（簿価）	2,080 万元
従業員数	12,000 人
内、管理職	1,500 人
技術員	1,600 人

(3) 工場配置図

図Ⅲ-4-2-1-1(1)の通り。

(4) 工場組織

図Ⅲ-4-2-1-1(2)の通り。

(5) 現有主要設備

電気炉 10 ton	3 基 (第一製鋼所)
15 ton	3 基 (第一製鋼所)
20 ton	3 基 (第一製鋼所)
30 ton	2 基 (第二製鋼所)
初圧延機 750	1 基
ブルーム圧延機 650 圧延機	3 基
製品圧延機	6 組
薄板圧延機	3 基
鋼管圧延機	1 基
各種冷間引抜き圧延機	35 組
鍛造 (スチーム)・ハンマー	7 基
精密鍛造機	1 基
石炭ガス発生炉	10 基
酸素発生器 3,200 m ³ /h	1 基
蒸気発生ボイラー	9 基
石炭キルン 51 m ³	3 基

(6) 主要製品及び生産規模

製鋼能力	35 万 t/年
製品生産能力	25~27 万 t/年
原料	スクラップ、銑鉄、合金鉄、造滓材
粗鋼生産量 (1996 年 1~12 月)	30 万 t/年
主要製品生産量	下表

表 III-4-2-1-1(1) 主要製品生産量

鋼種	生産量	
	万 t/年	(%)
炭素構造鋼	7.75	(31)
炭素工具鋼	0.46	(2)
合金構造鋼	5.75	(25)
合金工具鋼	0.46	(2)
軸受鋼	4.60	(20)
バネ鋼	2.76	(12)
ステンレス鋼	0.92	(4)
高速工具鋼	0.92	(4)
総計	23.60	(100)

(7) 製品製造プロセス

図Ⅲ-4-2-1-1(3)の通り。

(8) 工場改善計画

第一製鋼工場の電気炉には、はじめのうち電炉 3 基に 1 基の集塵機が設置されていたが、炉側のローカルフード方式では、効率が悪く作業性にも影響したので、その後取外され、現在では集塵機能なしの運転が行われていて、粉塵発生の元凶となっている。旧式で 10~20 t の小型電気炉は生産性が著しく悪く、また、建物自体も老朽化が進んでいるうえに、集塵装置やフード、ダクトなどの取付けが難しく、密閉性も確保できない構造になっているので、この第一製鋼工場を閉鎖し、90 t の大型電気炉を装備した第三製鋼工場を新設することが、当該工場改善計画の主要な内容となっている。その第三製鋼工場の設備フローとレイアウトを示すと、それぞれ、図Ⅲ-4-2-1-1(4)、図Ⅲ-4-2-1-1(5)のようになる。

一方、第二製鋼工場では 30 t 電気炉 2 基に対し、それぞれ天井フードの集塵装置が取付けられている。集塵装置は、1992 年と 1994 年に新設されたもので、いまなお良好に機能しているが、建物の密閉性が不完全であるために粉塵が漏れるという問題が生じている。その解決策として、現在、生産性の向上も兼ねた建物の改造工事が行われているところであり、第二製鋼工場は、新設の第三製鋼工場と併存して、今後も継続運転される計画になっている。第二製鋼工場と第三製鋼工場の設備計画生産フローは図Ⅲ-4-2-1-1(6)に示す通りである。

次に、1958 年に設置されたガス発生炉は老朽化が進んで、フェノール、SS、油分などを含んだ汚水を排出する劣悪な環境汚染源となっている。その環境対策として、現有のガス発生炉 10 基を廃棄し、ガス発生量は現状と同じ 18 億 m³/年としたまま生産性向上を図って、高効率の最新型二段間接冷却式ガス発生炉 8 基に更新する計画が立てられている。

(9) 工場改善後の製品生産量

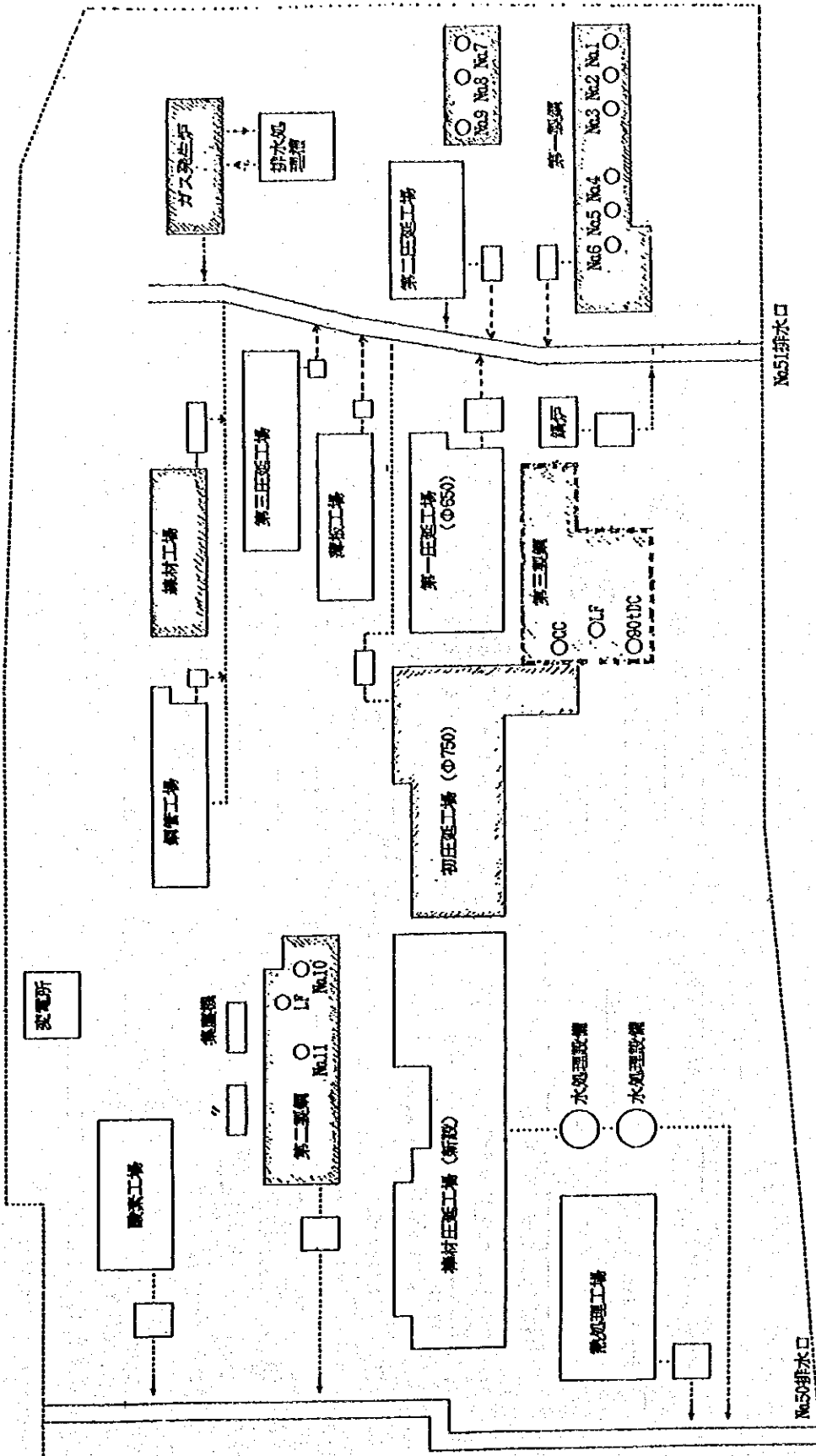
表Ⅲ-4-2-1-1(2) 工場改善後の製品生産量

鋼種	生産量	
	万 t/年	(%)
炭素構造鋼	13.5	(27)
炭素工具鋼	1.0	(2)
合金構造鋼	13.5	(27)
合金工具鋼	1.0	(2)
軸受鋼	10.0	(20)
バネ鋼	5.5	(11)
ステンレス鋼	3.5	(7)
高速工具鋼	2.0	(4)
総計	50.0	(100)

(10) 工場改善計画主要設備仕様

表Ⅲ-4-2-1-1(3) 工場改善計画主要設備仕様

No.	項目	主要設備仕様
1	電気炉	UHP DC 電気炉、24"電極 1 本、EBT 90t 出鋼、残湯 15t
2	二次精練設備	LF 炉 1 基、定格容量 90t VD 炉 1 基、定容容量 90t
3	連铸機	円弧式ブルーム、曲率半径 12m、ミスト冷却 ブルーム寸法 260×320、260×260、150×150 mm
4	φ750 圧延機 ブルーム工程改造	900t シャー後面の搬送ローラーテーブル、反転冷却床、 ピレット収集装置、徐冷設備、矯正機、探傷機、研磨設備 主電動機更新、圧延機新設、400t シャー 1 基新設 鋸断機 1 基新設、ウォーキングビーム加熱炉 1 基増設
5	集塵装置	合流式、炉蓋直引、ドグハウス、建屋大屋根、LF 炉、出鋼口 バグフィルター方式、容量 50 万 m ³ /h、130℃ 燃焼塔、ガススクーラー塔、各 1 基
6	フリッカ対策	フリッカー補償装置 (SVC) 導入
7	騒音対策	ドグハウスで 90t 電気炉の 100dB 以上の騒音を遮断し、 85dB 以下にする。
8	予熱装置	炉蓋直引集塵装置高温排ガス 1,000℃ (Max) を利用、装入 スクラップを予熱、スクラップ予熱で溶解電力原単位を削減す る。
9	ガス発生炉更新	旧式一段式ガス発生炉 10 基を廃棄、高効率二段式ガス発生炉 8 基に更新 ガス冷却器、ガス洗浄装置を間接冷却方式にする。 ガス発生炉、ガス冷却間にサイクロン方式集塵機を取付ける。 冷却水は冷却塔の循環水だから、貯水槽・沈殿槽不要 汚水燃焼処理炉設置



図III-4-2-1-1(1) 工場配置図

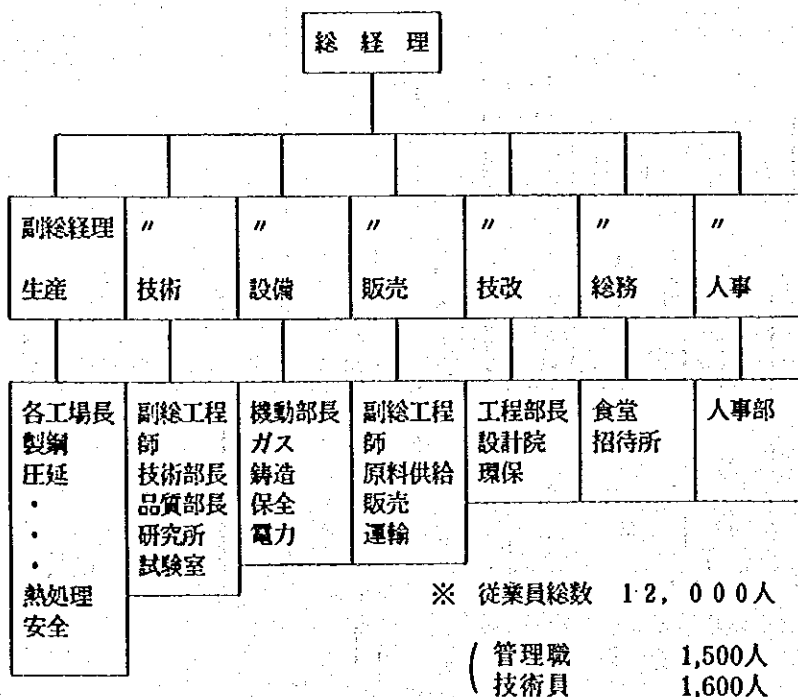
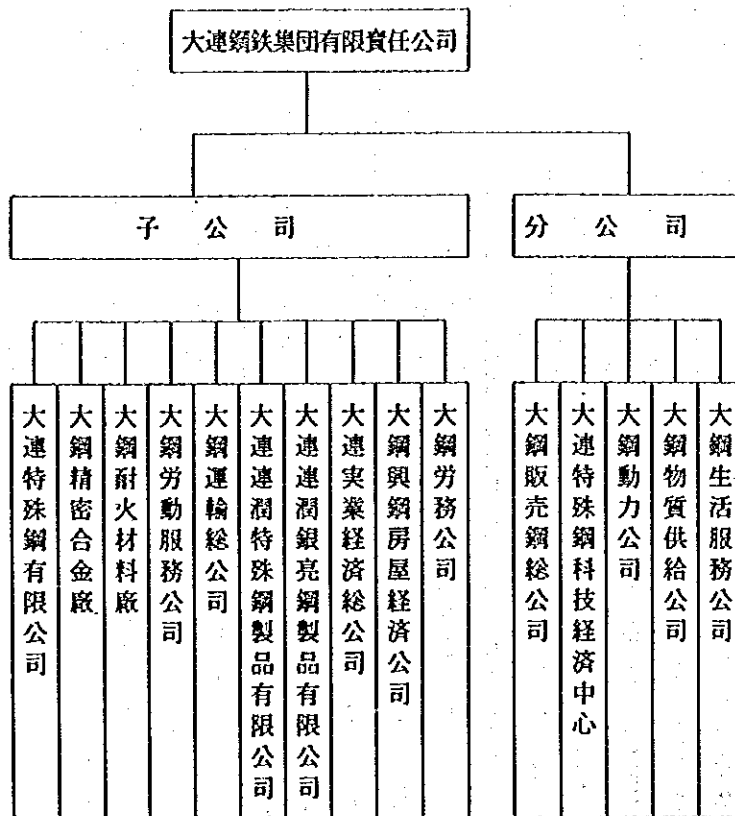
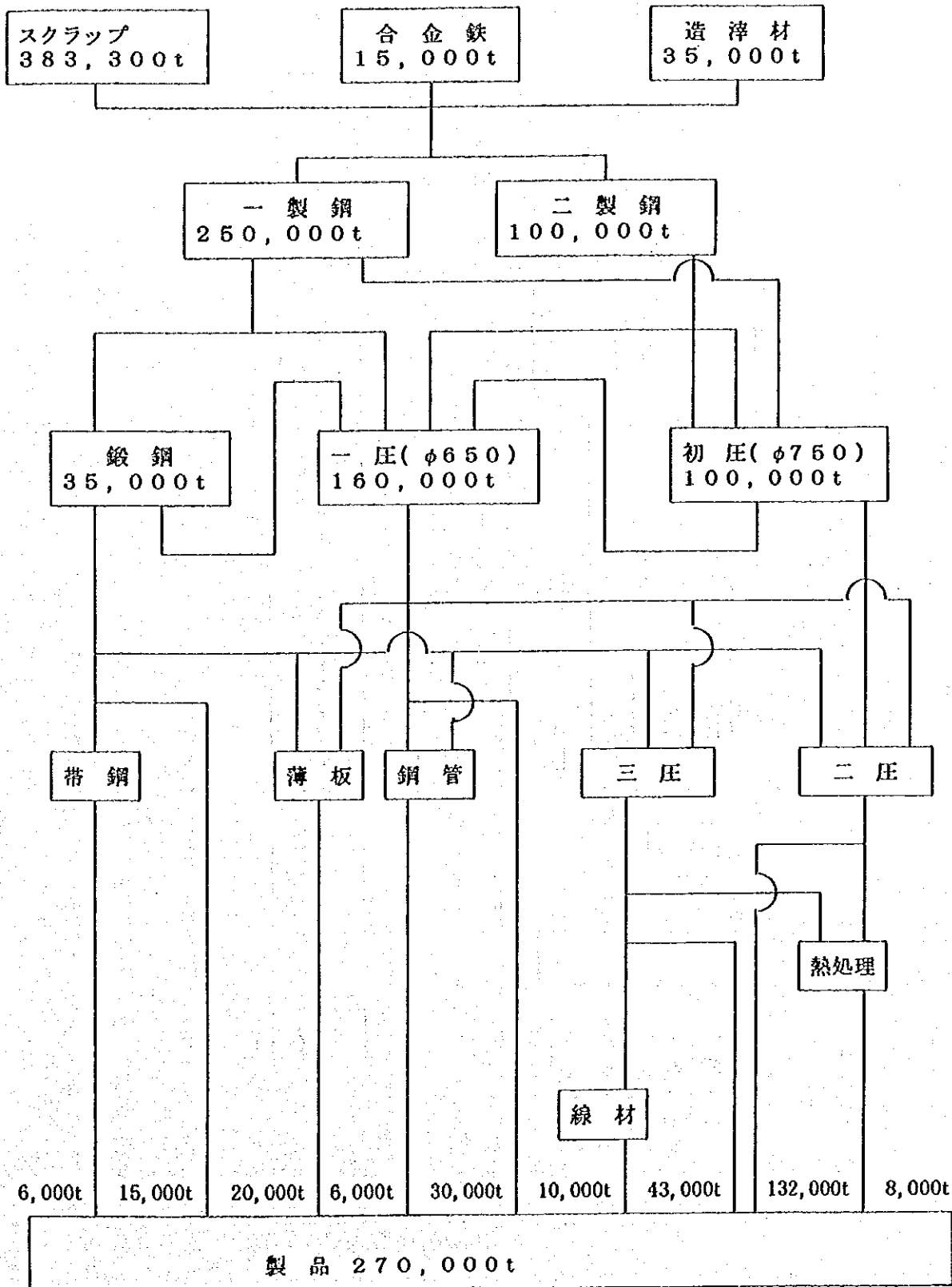
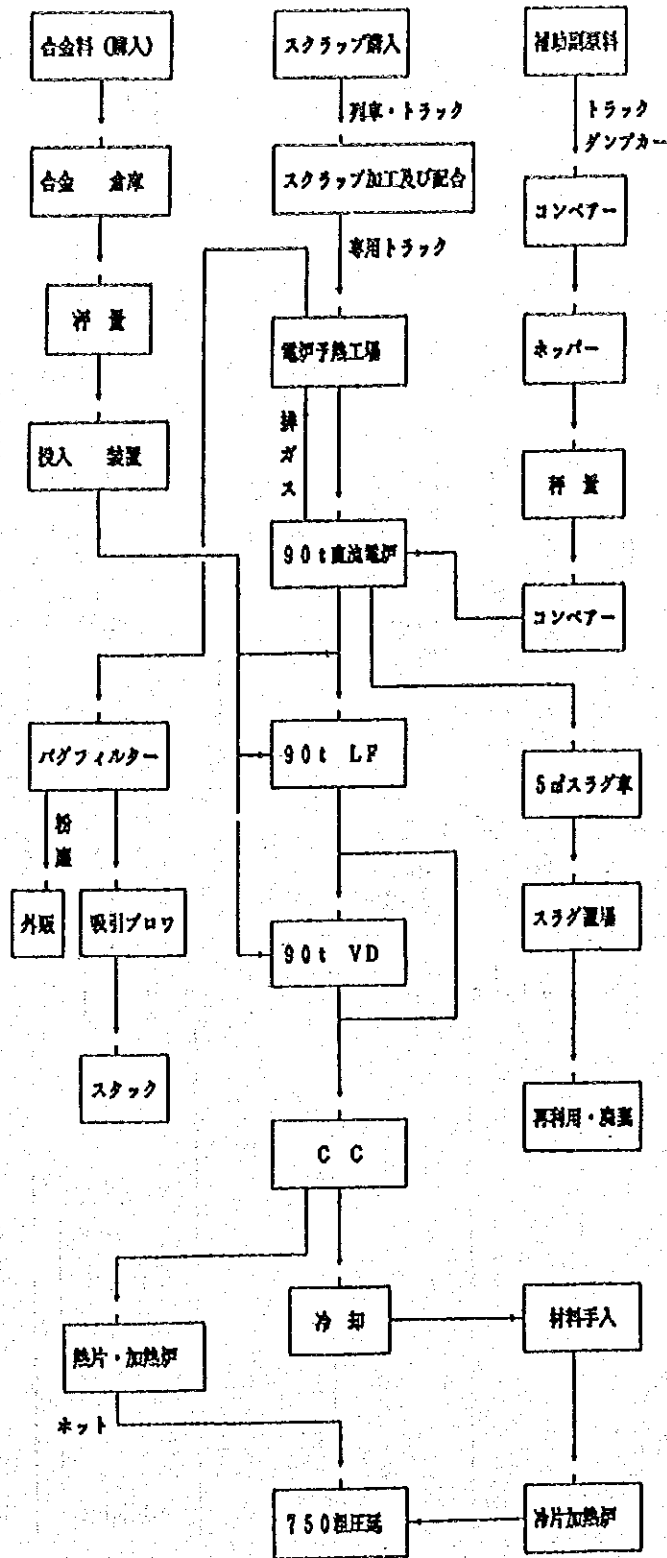


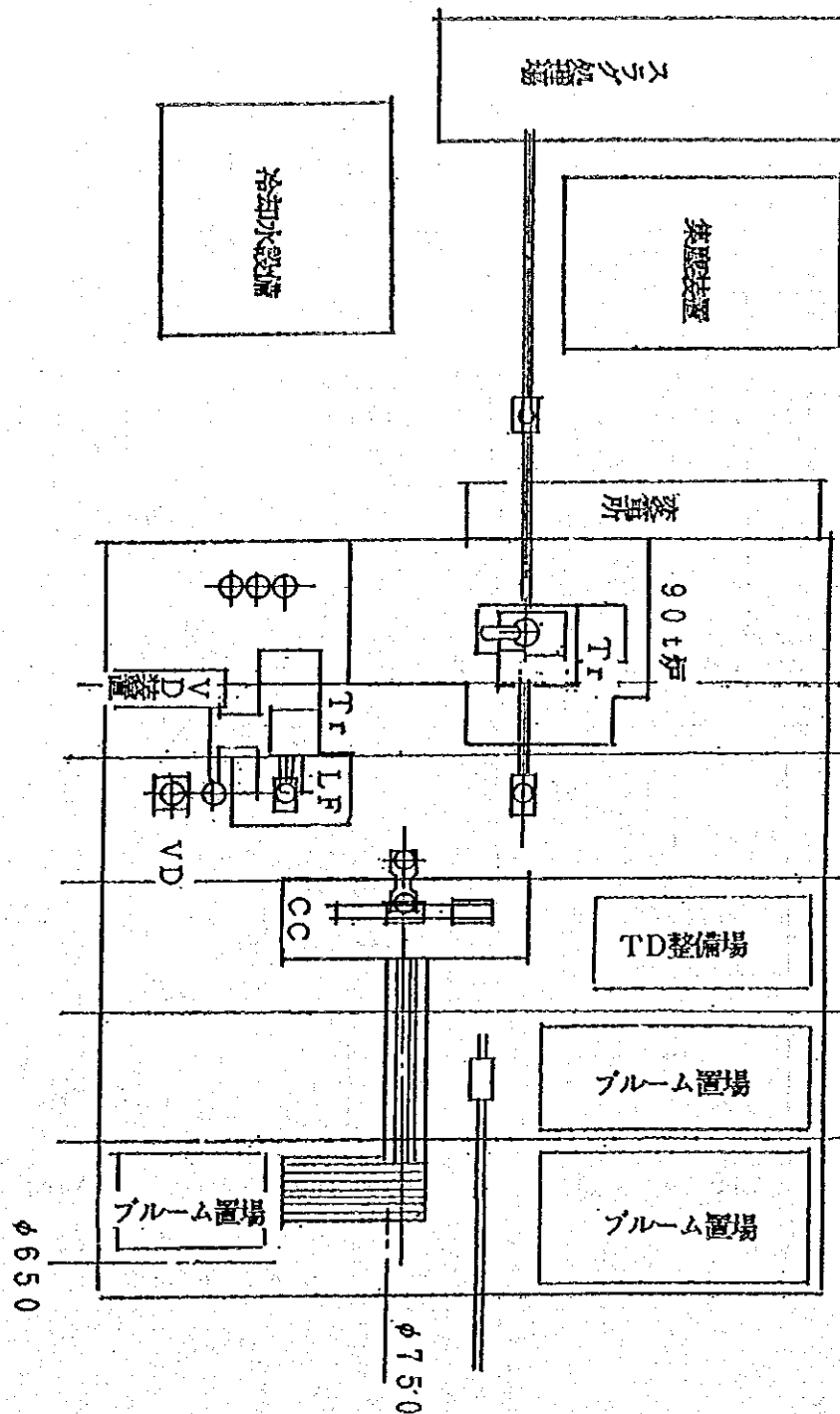
圖 III-4-2-1-1(2) 組織圖



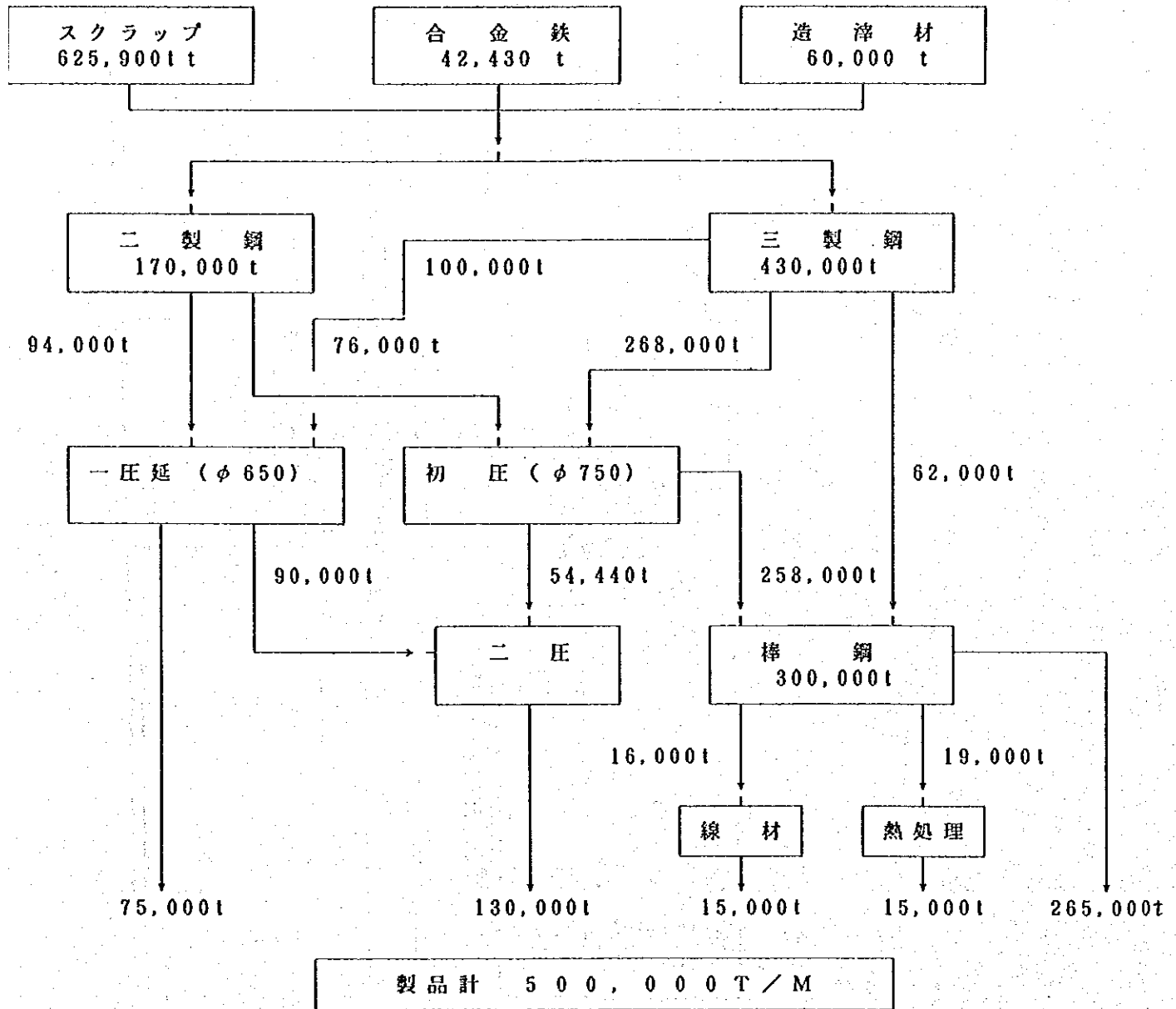
図III-4-2-1-1(3) 製品製造プロセス



図III-4-2-1-1(4) 第三製鋼工場設備フロー



図III-4-2-1-1(5) 新設90t電炉工場レイアウト



図III-4-2-1-1(6) 工場改善後の設備計画生産フロー

4.2.1.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連製鋼は旧式の施設として、10t 電気炉×3 基、15t 電気炉×3 基、20t 電気炉×3 基があり、集塵装置が取り付けられているが、全く機能しておらず、ばい煙は建屋屋根からそのまま排出されている。1972 年に増設された第 2 製鋼工場の 30t 電気炉×2 基は、集塵装置が十分機能している。

線材工場では鉛浴炉（熱処理炉）からの鉛排気濃度が高く、酸洗工程では硫酸水の飛散が激しく、作業環境上問題がある。

石炭を原料としたガス発生炉は老朽化が著しい。また、沈殿池、冷却塔は汚損が激しく異臭もひどい。このガス発生炉から水質汚染物質（SS、石油類タール、フェノール）が排出される。

(2) スクリーニング結果

大連製鋼を現状分析し、大連製鋼がどの環境項目に関し影響を与えているか調査した。本調査は、クリーナープロダクション報告書、大連環境モデル都市計画案、工場ヒアリング調査、その他 JICA 調査に基づき、環境項目に関して評価を加えた。これらの評価に基づき、環境影響評価に関する重点項目の絞り込みを行った。なお、スクリーニングワークシートは JICA 環境影響配慮ガイドラインを参考に、中国での評価項目を加えた。

表III-4-2-1(1) 大連製鋼スクリーニングリスト

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有 無 不明	工事に伴う住民移転なし
	2	経済活動	土地等の生産機会の変失、経済構造の変化	有 無 不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有 無 不明	工事による交通量の増大
	4	地域分断	交通の障害による地域社会の分断	有 無 不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有 無 不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の障害	有 無 不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有 無 不明	電炉からの粉じんによる環境影響
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有 無 不明	
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落石、事故等の危険性の増大	有 無 不明	
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有 無 不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有 無 不明	
	12	地下水	過剰揚水等による枯渇、造成工事による汚染	有 無 不明	241万t/年の揚水
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有 無 不明	
	14	海岸・海域	埋立や高沢の変化による海岸侵食や海岸生物の変化	有 無 不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖障害、種の絶滅	有 無 不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有 無 不明	
公 害	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の障害、文化財保護	有 無 不明	
	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有 無 不明	集塵装置がないことによる大気汚染
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有 無 不明	入浴発生がからの排水汚染
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有 無 不明	
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有 無 不明	電炉からの騒音
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有 無 不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有 無 不明	

「交通・生活施設」

大連鉄鋼も大連化学と同様に、既存施設の改良であることから、交通・生活施設の影響は建設に伴う工事車輛の増大等による僅少のインパクトである。これらは、混雑時間帯での工事車輛乗り入れを規制する等により回避できる。従って、環境影響評価での評価項目対象から除く。

「保健衛生・健康状態」

第一製鋼工場の電炉からの煤塵は集塵装置が全く機能していないため、従業員の作業環境にある程度のインパクトをもたらす可能性がある。また、周辺住民に対しても同様なインパクトが考えられる。具体的な影響程度については調査が行われておらず不明である。従って、環境影響評価では大気部門の環境基準の観点から評価する。

「廃棄物」

廃棄物は電炉スラグ、ガス発生炉煙滓、電炉ダスト、スケール等であるが、建築資材等に再利用されている廃棄物も多い。また、再利用されない廃棄物は自社内の広い保管ヤードに貯えられているため、周辺環境へのインパクトは殆どない。従って、環境影響評価での評価項目対象から除く。

「地下水」

地下水の揚水は年間 241 万 t である。なんらかのインパクトがあるものと考えられる。

「大気汚染」

保健衛生・健康状況の項目で記述したように、粉塵汚染による大きなインパクトがあると考えられる。

「水質汚濁」

石炭ガス発生炉は設置後 40 年経過しており老朽化が目立つ。このガス発生炉からの排水は SS、フェノール等による汚染がはげしく、大きなインパクトがある。

「騒音・振動」

電炉の鉄溶融の際に発生する騒音により、周辺環境に多少のインパクトがある。

「悪臭」

石炭ガス発生炉排水を処理する沈殿池から悪臭があり、多少のインパクトがある。

(3) 排出量の現状

1) 大気及び廃棄物

・工場の排出量（CP 調査後工場に確認）を表Ⅲ-4-2-1(2)に示す。

表Ⅲ-4-2-1(2) 大気汚染物質及び固体廃棄物排出量

項目	区分	排出量	合計
排ガス	製鋼電炉	35,000 万 m ³ /年	283,994 万 m ³ /年
	重油加熱炉	189,870 万 m ³ /年	
	石炭ボイラー	22,356 万 m ³ /年	
	ガス発生炉	36,768 万 m ³ /年	
粉塵	製鋼電炉	3570t/年	4,152t/年
	石炭ボイラー	45.6t/年	
	重油加熱炉	152.8t/年	
	耐火物工場	383.9t/年	
SO ₂	石炭ボイラー	331.1t/年	1,272t/年
	重油加熱炉	840.4t/年	
	ガス発生炉	100.7t/年	
CO	製鋼電炉	1,200t/年	1,256t/年
	石炭ボイラー	35.2t/年	
	重油加熱炉	20.2t/年	
	ガス発生炉	1.0t/年	
廃滓	電炉スラグ	6.0 万 t/年	9.65 万 t/年
	レンガ屑	0.75 万 t/年	
	コークス滓	1.8 万 t/年	
	タール油	0.3 万 t/年	
	圧延スケール	0.8 万 t/年	

・スタックガス濃度の測定

JICA 調査団による 30t 電炉工場の煤塵、及び石炭ボイラーにおける大気汚染物質の測定結果を表Ⅲ-4-2-1(3)～(4)に示す。排出基準は遼寧省汚水与廃気排放標準（DB21-60-89）とし、石炭ボイラー煙突高さは 60m とした。測定された施設からの排出量に関しては、排出基準を超える施設はない。特に、30t 電炉ばいじんに関しては、現在の集塵機が正常に機能していることを示している。

表Ⅲ-4-2-1(3) 電炉ばいじん測定結果 : 排出基準 150mg/m³

項目	単位	酸化期		精練期	
		バグ入側	バグ出側	バグ入側	バグ出側
煤塵濃度	mg/nm ³	84	3.7	310	7.5
煤塵排出量	kg/h	1.5	0.067	5.6	0.14
集塵率	%	95.5		97.5	

表Ⅲ-4-2-1(4) 石炭ボイラー測定結果

	乾き排ガス	SO ₂	NOx	ばいじん	CO
濃度		110.0mg/m ³	530.0mg/m ³	57.0mg/m ³	38.0mg/m ³
排出量	33,000Nm ³ /h	3.36kg/h	17.49kg/h	1.88kg/h	1.25kg/h
基準値		150kg/h	48kg/h	150mg/m ³	789kg/h

表Ⅲ-4-2-1(5)に大連製鋼各煙突毎の排出量を示す。本煙突における排出量は CP 調査をもとに、燃料使用量と排出係数から計算された推定値の比で割り振った値である。各排出量は工場側に確認済みである。排出基準は遼寧省地方基準 (DB21-60-89) に拠り、ばいじんは 150mg/m³、SO₂、NOx は煙突高さから二次補間した値とした。

電炉からのばいじん排出量は、排出基準を大きく超過している。また、一部の煙突で窒素酸化物の排出基準を超過している。

表Ⅲ-4-2-1(5) 煙突毎の排出基準との比較

企業名	煙突 No.	煙突仕様						煙突高さ (m)	燃料/1時間当り年間の総量 (万kg)	総量係数 (t)	燃料消費率 (kg/m ³) 排出基準 (150kg/h)	排出係数・濃度・排出基準					
		経度			緯度							SO ₂ 年当り排出量 (t)	SO ₂ 排出基準 (kg/h)	SO ₂ 排出係数 (kg/t)	NOx 年当り排出量 (t)	NOx 排出基準 (kg/h)	NOx 排出係数 (kg/t)
		度	分	秒	度	分	秒					年当り排出量 (t)	年当り排出量 (kg)	年当り排出量 (kg)	年当り排出量 (t)	年当り排出量 (kg)	年当り排出量 (kg)
大連製鋼 (石炭ボイラー)	A01	121	36	33	38	57	37	47	55,109.81	47.88	8.69	255.72	36.47	81.00	266.22	29.43	28.60
	A02	121	36	32	38	57	37	47	31,230.05	23.72	7.59	195.41	27.88	81.00	119.00	16.76	28.60
	A05	121	36	29	38	57	36	60	22,356.00	45.60	20.40	331.10	47.25	150.00	231.00	32.96	43.00
	B01	121	36	40	38	57	47	35	1,748.88	1.33	7.59	10.91	1.56	45.00	6.30	0.70	14.00
	B07	121	36	19	38	57	44	32	3,497.77	2.66	7.59	21.89	3.12	36.00	13.30	1.90	11.40
	B08	121	36	19	38	57	44	32	3,497.77	2.66	7.59	21.89	3.12	36.00	13.30	1.90	11.40
	B09	121	36	19	38	57	43	32	3,747.61	2.85	7.59	23.45	3.35	36.00	14.25	2.03	11.40
	B10	121	36	19	38	57	43	32	4,247.29	3.23	7.59	26.58	3.79	36.00	16.15	2.30	11.40
	B11	121	36	19	38	57	43	32	3,977.45	3.04	7.59	25.01	3.57	36.00	15.20	2.17	11.40
	B12	121	36	20	38	57	43	32	4,497.13	3.42	7.59	28.14	4.02	36.00	17.10	2.44	11.40
	B13	121	36	28	38	57	43	50	28,981.49	22.01	7.59	181.34	25.88	90.00	110.00	15.70	32.70
	B14	121	36	39	38	57	44	52	26,732.93	20.30	7.59	15.63	2.23	99.60	101.00	14.41	35.50
	B16	121	36	34	38	57	47	21	5,636.49	4.17	7.59	34.39	4.91	30.00	20.90	2.98	6.30
	B22	121	36	44	38	57	45	8	976.97	0.94	10.36	-	-	-	10.70	-	
	B25	121	36	29	38	57	49	35	1,501.54	1.33	8.85	-	-	-	17.70	-	
	B26	121	36	27	38	57	48	30	1,255.42	1.14	8.79	-	-	-	15.30	-	
	B27	121	36	26	38	57	48	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B28	121	36	23	38	57	50	20	1,861.31	1.71	9.17	-	-	-	22.00	-	
	B29	121	36	23	38	57	48	20	1,334.02	1.42	9.28	-	-	-	18.00	-	
	B30	121	36	20	38	57	52	40	1,671.43	1.52	9.08	-	-	-	19.00	-	
B31	121	36	21	38	57	59	20	775.75	0.66	8.56	-	-	-	9.10	-		
B32	121	36	21	38	57	58	25	1,045.38	0.95	9.07	-	-	-	12.30	-		
B33	121	36	20	38	57	58	22	1,415.35	1.33	9.38	-	-	-	16.70	-		
B34	121	36	21	38	57	59	40	3,131.25	2.94	9.39	-	-	-	37.10	-		
B36	121	36	13	38	57	49	25	497.18	0.38	7.63	-	-	-	5.80	-		
B37	121	36	15	38	57	52	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B38	121	36	14	38	57	49	20	119.92	0.09	7.91	-	-	-	1.40	-		
B40	121	36	23	38	57	43	30	77.45	-	-	-	-	-	-	-	-	
B41	121	36	36	38	57	48	38	1,174.25	1.14	9.70	-	-	-	13.90	-		
B42	121	36	34	38	57	52	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B43	121	36	12	38	57	43	35	77.45	-	-	-	-	-	-	-	-	
C01	121	36	42	38	57	37	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C02	121	36	37	38	57	37	9.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C03	121	36	40	38	57	48	5.6	23,333.33	3,300.00	1,414.29	-	-	-	-	-		
C04	121	36	40	38	57	48	5.6	-	383.90	-	-	-	-	-	-	-	
C05	121	36	59	38	57	47	6.5	11,666.66	270.00	9.63	-	-	-	-	-		
C06	121	36	39	38	57	52	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C06	121	36	38	38	57	52	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C10	121	36	36	38	58	2	7.0	36,768.00	-	-	100.70	14.37	30.00	-	-		
C11	121	36	36	38	58	2	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C12	121	36	36	38	58	2	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C13	121	36	36	38	58	2	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C14	121	36	37	38	58	2	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C15	121	36	43	38	57	45	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C16	121	36	43	38	57	45	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C17	121	36	41	38	57	38	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C18	121	36	43	38	57	38	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
U01																	
(合計)								28994	4152		1272			1983			

2) 水質

1995 年大連市環境部弁公室から提供された 1995 年データベースより水質汚染物質排出量を表Ⅲ-4-2-1(6)に示す。年間排出量から年平均濃度を算出し、排出基準と比較した結果、SS、COD、石油類が排出基準を超えている。また、表Ⅲ-4-2-1(7)は JICA 調査団による測定結果（排水口 51 の排水量を大連製鋼のみの寄与分に修正した）であるが、SS が排出基準を超えている。

表Ⅲ-4-2-1(6) 水質測定値（1995 年データベースより引用）

排水口 No.	50 排出量 (t/年)	50 平均濃度 (mg/l)	51 排出量 (t/年)	51 平均濃度 (mg/l)	排出基準 (2 級) (mg/l)	合計
年間排水時間数	8760		8760			
年間排水量 (万 ton/y)	273		237			510
浮遊物 (ton/y)	193	70.7	471	198.7	150	664
化学的酸素要求量 (ton/y)	167	61.2	569	240.1	100	736
生化学的酸素要求量 (ton/y)	0		0		80	0
水銀 (ton/y)	0		0		0.02	0
カドミウム (ton/y)	0		0		0.1	0
鉛 (ton/y)	0		0		1.0	0
六価クローム (ton/y)	0		0		0.5	0
砒素 (ton/y)	0		0		0.5	0
フェノール (ton/y)	0.219	0.08	1.146	0.48	1.0	1.365
シアン (ton/y)	0.007	0.0026	0		0.5	0.007
石油類 (ton/y)	17.47	6.40	30.34	12.8	10	47.81
硫化物 (ton/y)	0		0		2.0	0
アンモニア性窒素 (ton/y)	0		0		25	0

表Ⅲ-4-2-1(7) JICA 調査水質負荷量測定結果

区画	工場名	排水路 No.	排水量			COD		SS		総窒素		総リン	
			淡水量 (m ³ /日)	海水量 (m ³ /日)	合計 (m ³ /日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)
4	大連鋼鐵集団	50	9,020	0	9,020	29.0	261.6	170.0	1533.4	19.0	171.4	0.12	1.08
		51	5,180	0	5,180	53.0	274.5	170.0	880.6	75.0	388.5	0.41	2.12
		合計	14,200	0	14,200		536.1		2414.0		559.9		3.20

(4) 環境濃度の現状

1) 大気

a) 長時間平均値の推定

大連製鋼から排出される現状の大気汚染物質による年平均値の等濃度線図を図Ⅲ-4-2-1(1)～(4)に示す。大連製鋼からのPM10の影響は $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ の範囲が工場南側及び北側に出現している。国家環境基準(GB3095-1996)によれば、PM10の年平均値二級基準は $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ である。従って、南側の海岸沿い及び北側1kmの範囲では、環境基準値の75%を大連製鋼だけで占めていることになる。すなわち、大連製鋼だけで環境基準の殆どの濃度を占めていることになる。同様にSO₂は北側に $0.008\text{mg}/\text{m}^3$ の範囲があり、その地域ではSO₂環境基準値二級の $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ の13%、NO_xは最大地域で12%を大連製鋼だけで占めている。この結果から大連製鋼では、粉塵による影響が最も大きく周辺の住民の健康等に悪影響を及ぼしている。

b) 短期平均濃度の推定

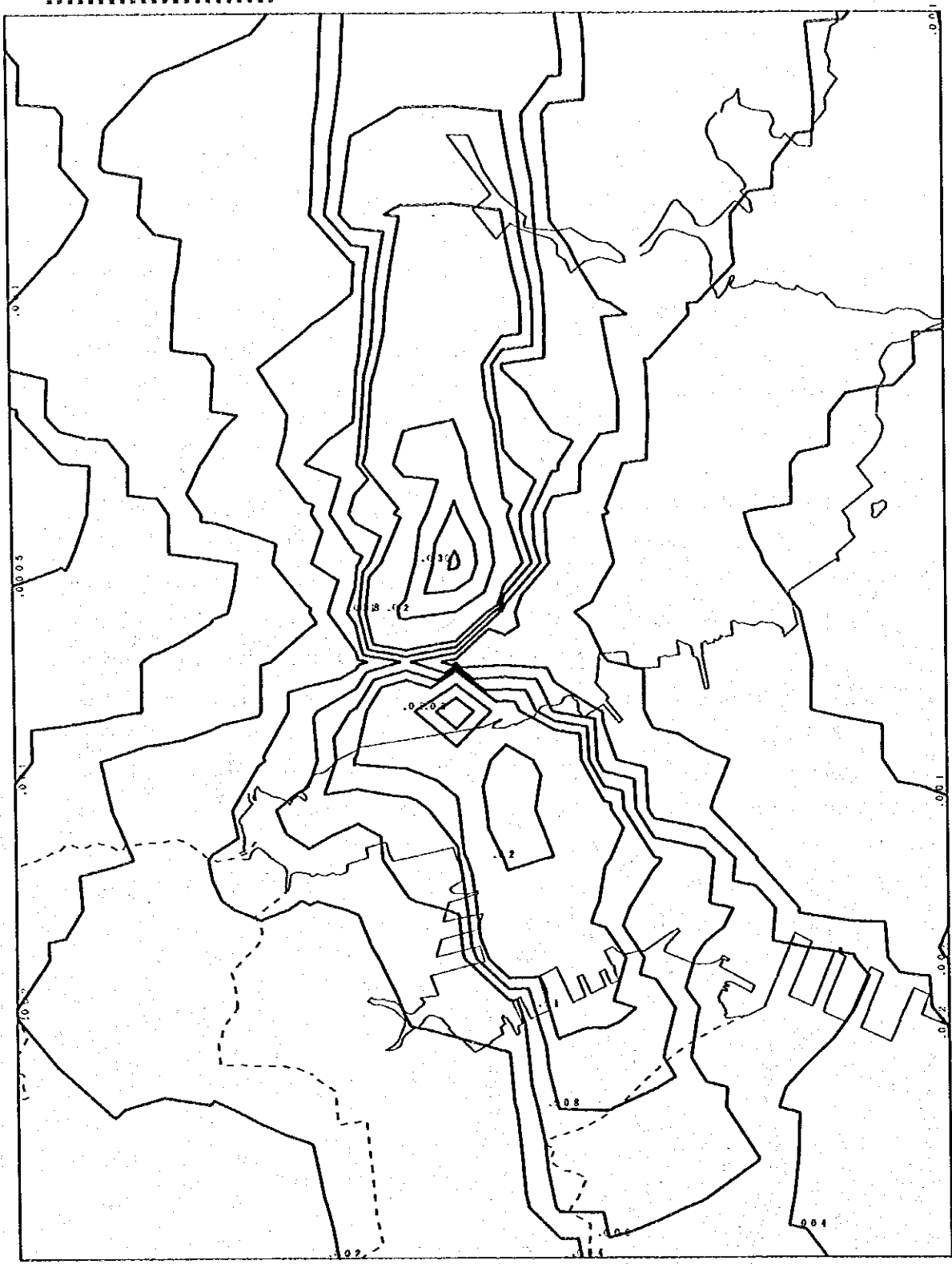
短期的な影響を考慮するため、30分平均値と1日平均値を推定した。工場に複数本の煙突がある場合、濃度プロファイルは、すべての煙突が同一地点に存在すると仮定した計算を行った。気象条件は最も頻度の多い風速2m/s、安定度はDとした。図Ⅲ-4-2-1(5)にPM10の1次粒子のみの計算結果(DUST)、とガス状物質からの変質も考慮した計算結果(SPM)を示す。濃度プロファイルによると、PM10は日平均の2級基準 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を大幅に超えている。また、図Ⅲ-4-2-1(6)にSO₂、NO_x、NO₂の濃度プロファイルを示す。SO₂に関しては日平均値の環境基準 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 及時間値の環境基準 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ を若干下回っている。また、NO₂に関しては環境基準内にあるものの、NO_xは1日平均値が環境基準を超えている。本計算は最多頻度で発生する気象条件下での結果であり、高濃度現象が生じ易い気象条件、例えば不安定時では環境基準を超えるケースが多発することが推測される。これらの観点から大連製鋼からの寄与による現状の大気汚染は極めて厳しい状態にある。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION



大連製鋼 現状

0 1 2 3 (mg/m³)



図III-4-2-1(1) PM10年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連製鋼 現状



0 1 2 3 ¹⁰⁰ (mg/m³)

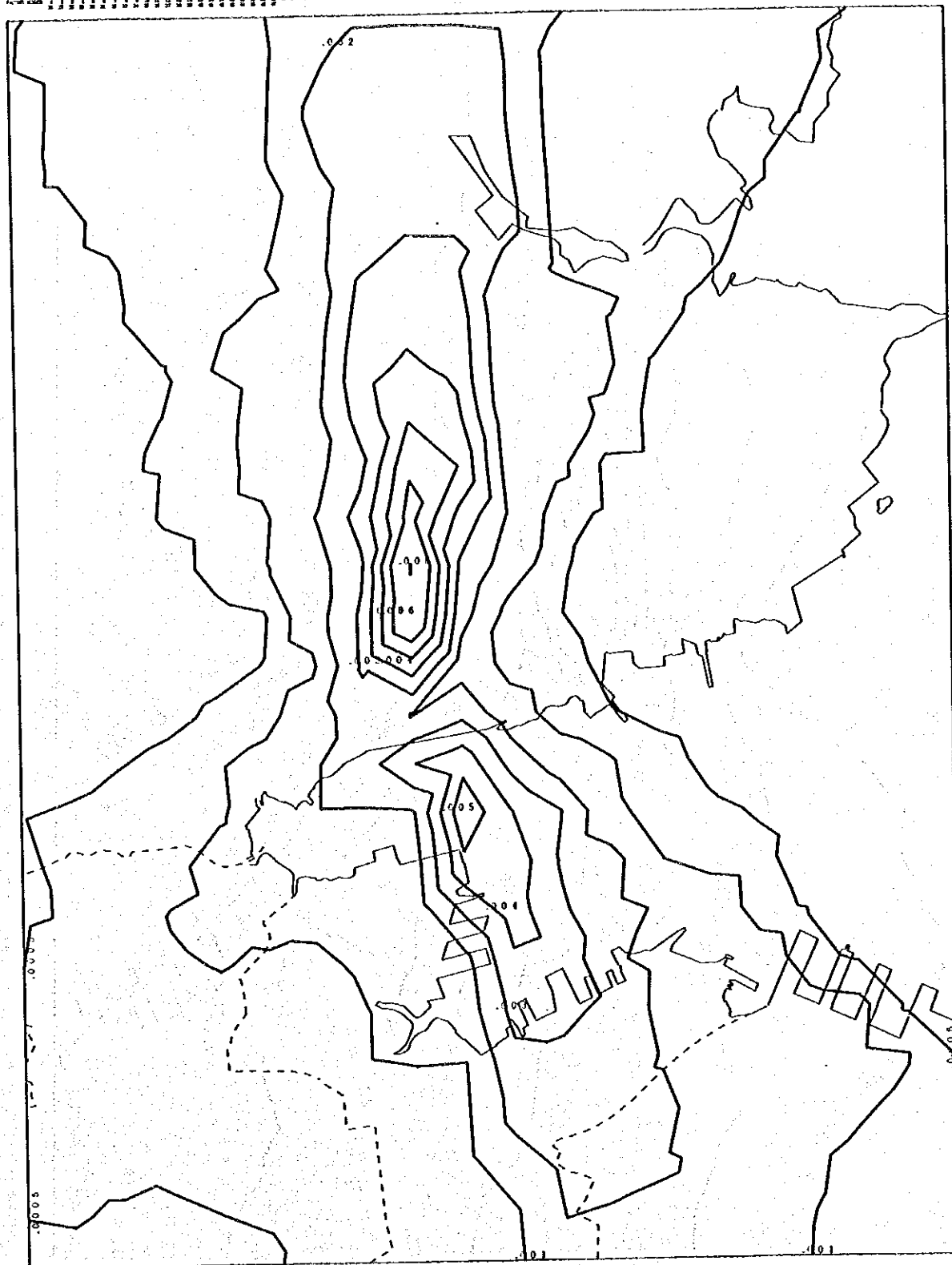


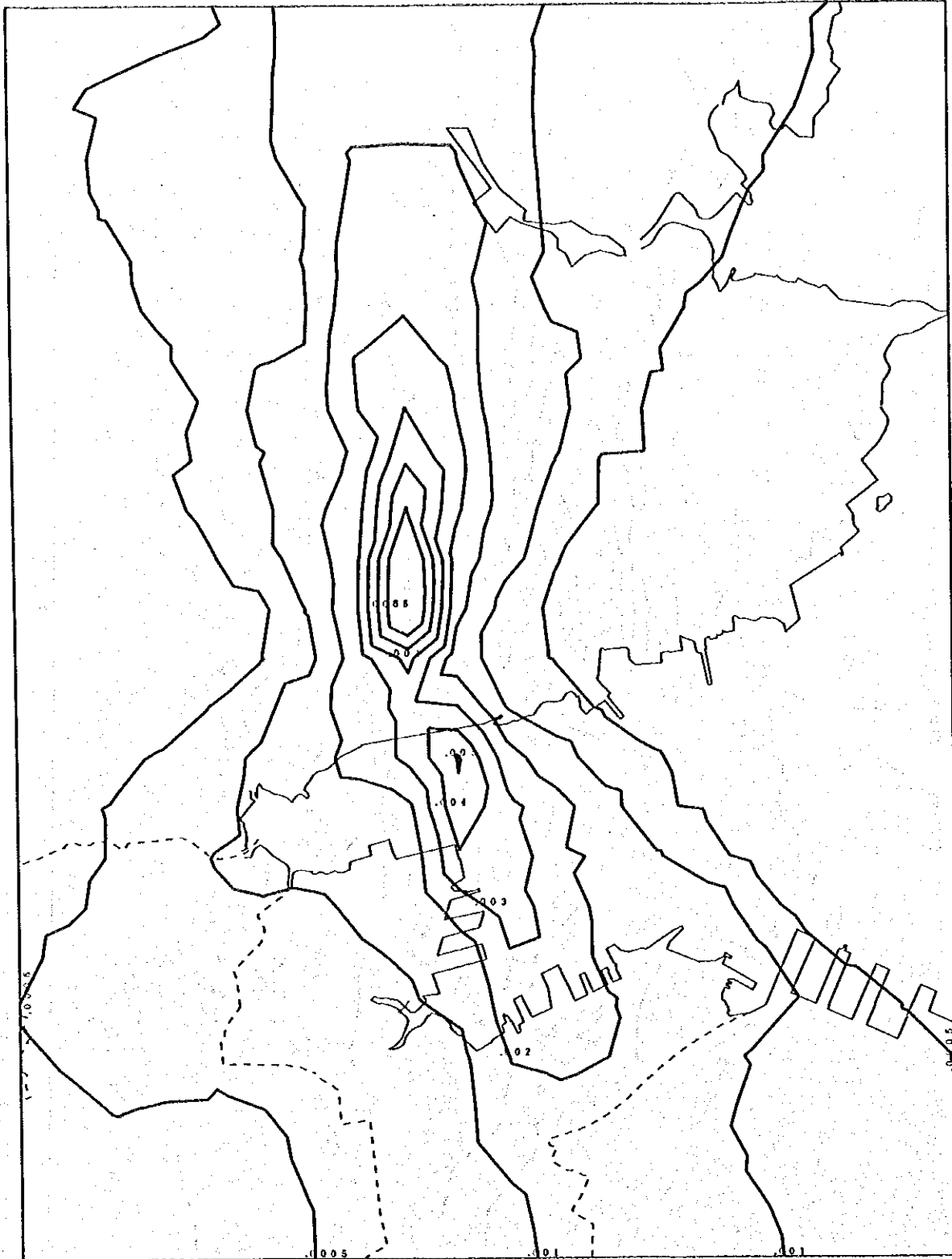
图 III-4-2-1(2) SO₂年平均濃度图 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連製鋼 現状



0 1 2 3 (μg/m³)



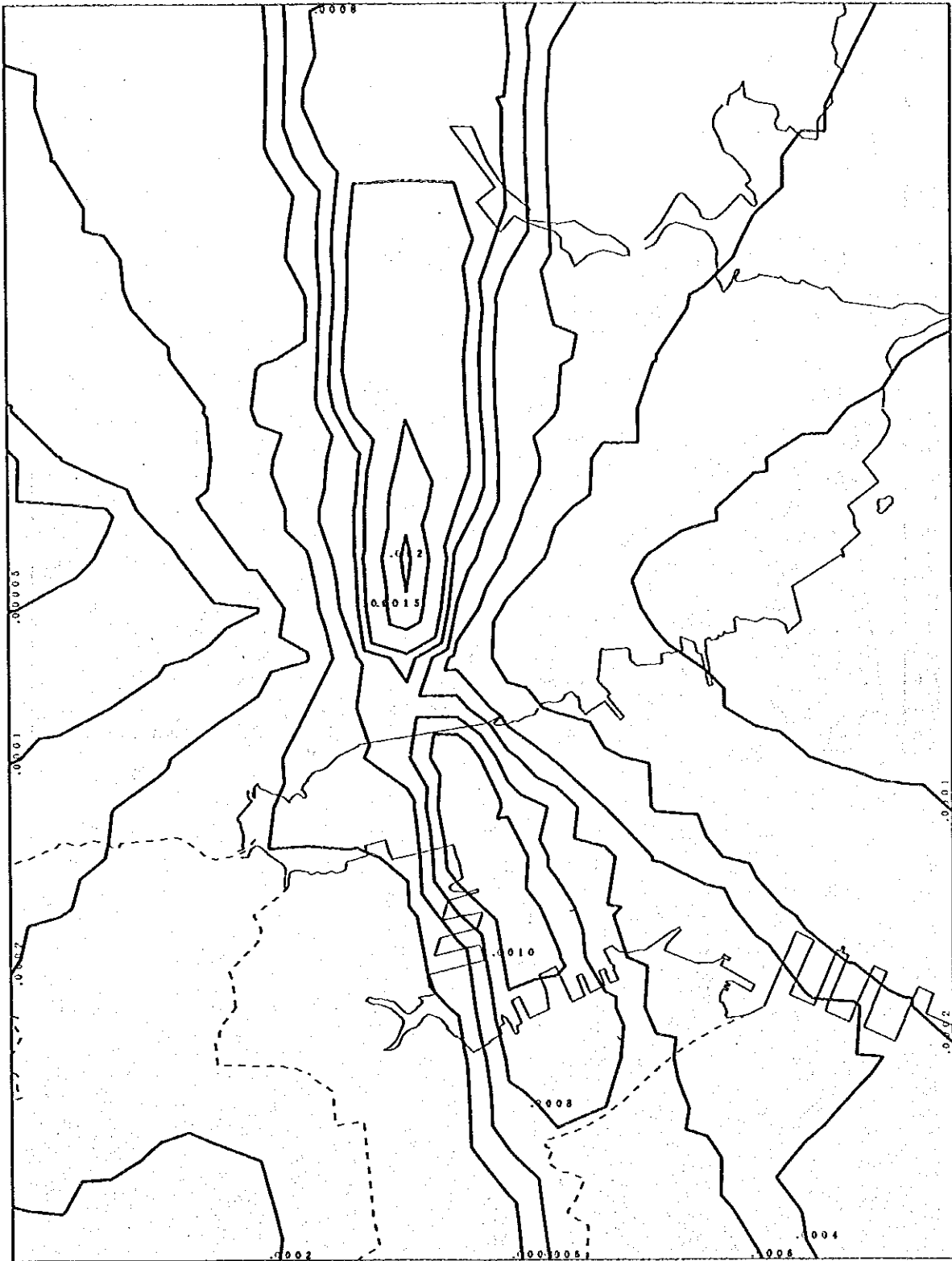
図III-4-2-1(3) NO_x年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

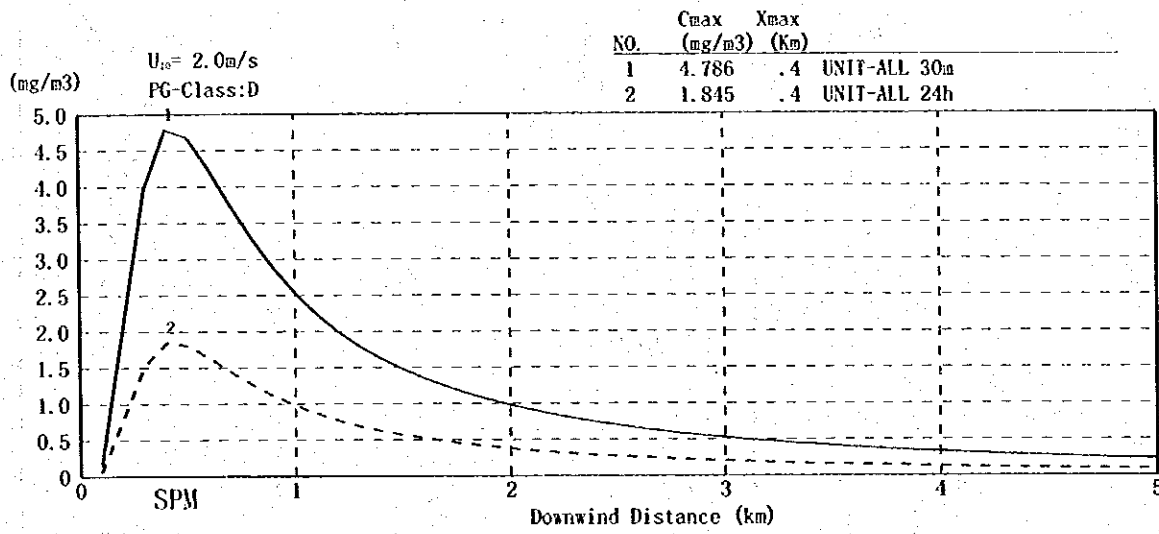
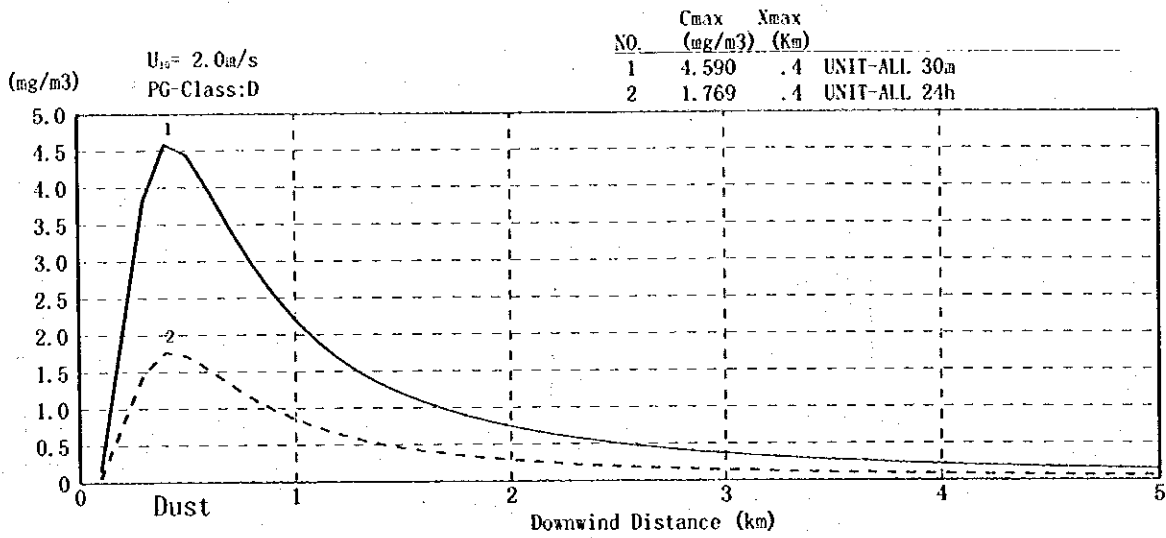
大連製鋼 現状



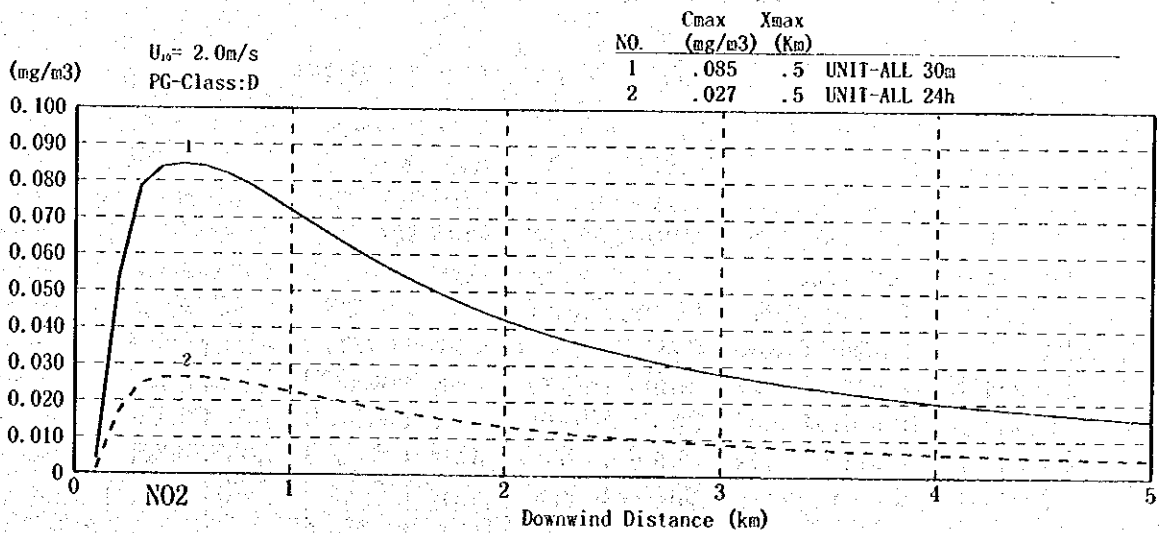
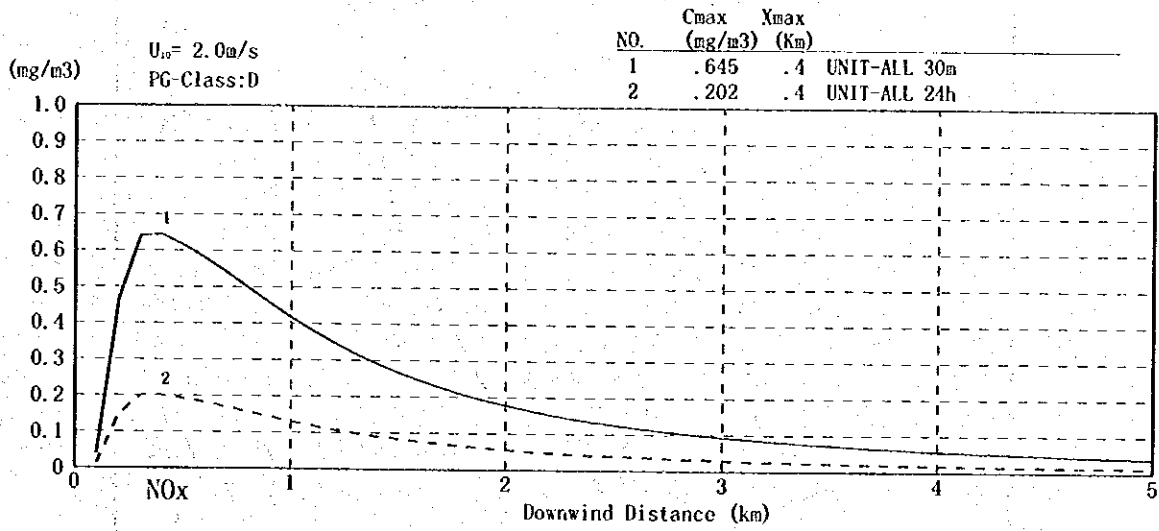
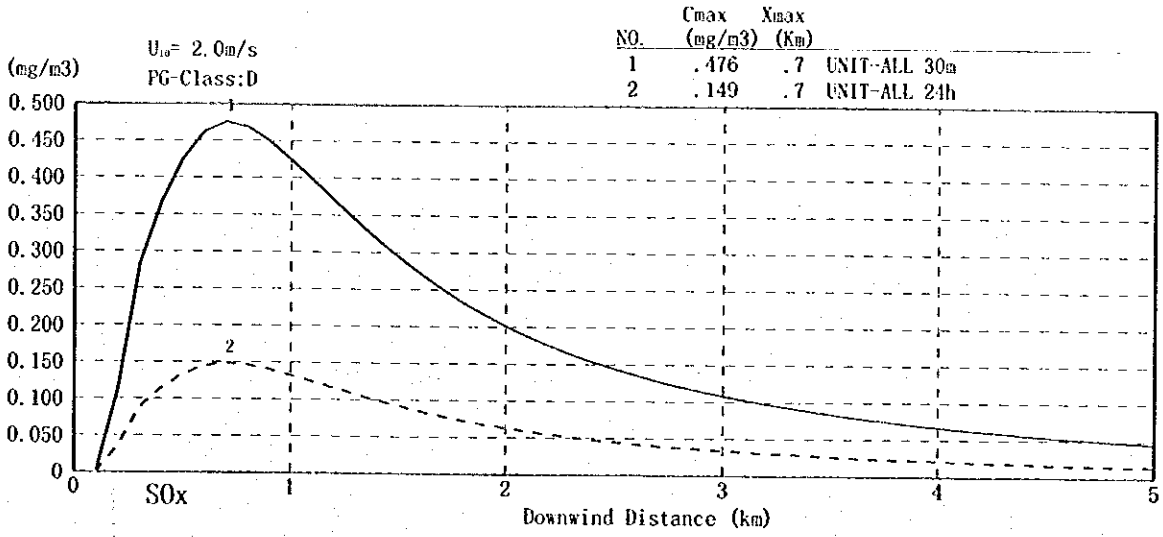
0 1 2 3 (mg/m³)



図III-4-2-1(4) NO₂年平均濃度図(現状)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-1(5) 大連製鋼 (現状) (短時間値)

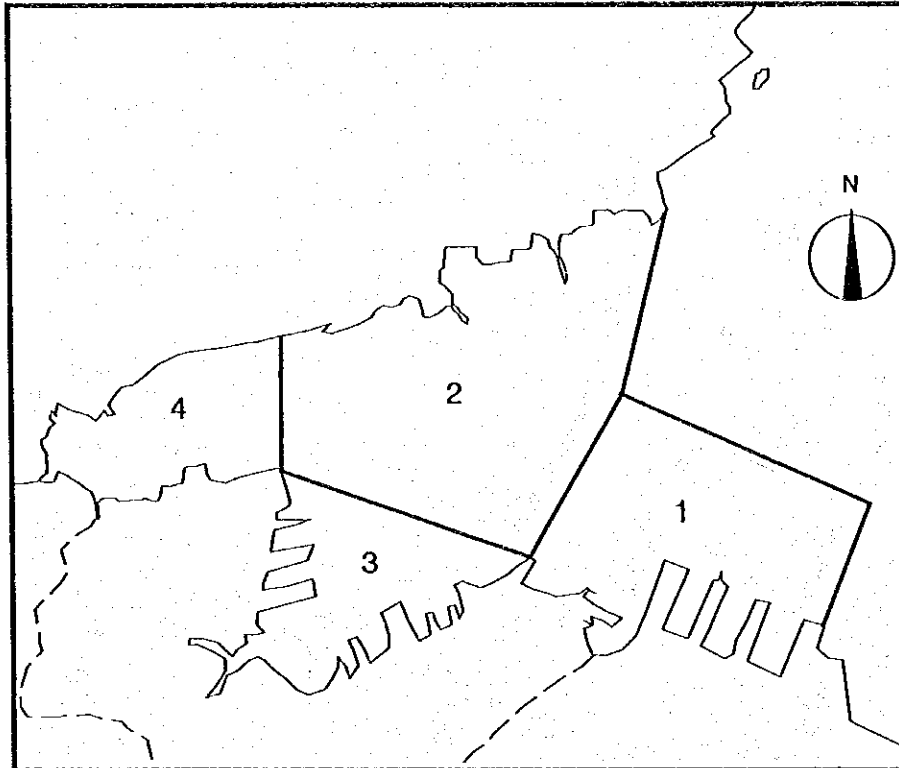


CONCAWE & Plume
 図III-4-2-1(6) 大連製鋼(現状)(短時間値)

2) 水質

先の表Ⅲ-4-2-1(7)の負荷量に基づき、大連製鋼からの水質汚濁物質（COD、SS、N、P）の臭水套水域での濃度を予測した。臭水套ブロックは図Ⅲ-4-2-1(7)に示す区域に分割されている。

表Ⅲ-4-2-1(8)に大連製鋼からの寄与のみの水質汚濁物質予測濃度を示す。



図Ⅲ-4-2-1(7) 臭水套ブロックでの分割

表Ⅲ-4-2-1(8) 水質汚濁物質寄与濃度

	COD (mg/l)		SS (mg/l)		Total-N (mg/l)		Total-P (mg/l)	
	予測値	実測地	予測値	実測地	予測値	実測地	予測値	実測地
1ブロック	0.002	1.87	0.010	5.1	0.002	2.85	0.0000	0.068
2ブロック	0.011	1.73	0.049	5.8	0.011	3.95	0.0001	0.059
3ブロック	0.011	2.15	0.049	8.5	0.011	3.10	0.0001	0.060
4ブロック	0.091	3.00	0.408	13.9	0.095	3.40	0.0005	0.120

(5) 現状の問題点と対策

1) 問題点

大気環境では電炉（30t 以外）工場からのばいじんが排出基準を著しく超えており、周辺に影響を与えている。これらの電炉は旧式で生産性に劣り、小型電気炉が 9 基もある。従って、生産性を考慮した集塵装置の設置は困難である。また、第 1 工場自体も老朽化が進み、密閉化が難しく、集塵装置・フード・ダクト等の取り付けが困難である。

第 2 製鋼工場の集塵機は正常に作動しているが、一部建屋からの漏れが見られる。

線材工場の鉛浴炉（熱処理炉）からの鉛排気濃度が高い。また、硫酸による酸洗工程での硫酸水の飛散が激しい。さらに、設備も旧式であり、生産性を考慮した改造は難しい。

ガス発生炉からの排水、特に SS、石油タール類は排出基準を超えている。当施設の廃水処理施設（沈殿池・冷却塔等）は設備も古く、汚損、異臭が激しい。

これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

- (a) 電炉のばいじん排出量
- (b) 線材工場の生産工程からの鉛排気・硫酸水飛散による労働環境
- (c) ガス発生炉からの水質汚染物質の排出

2) 対策

先の問題点を解決するために、以下の対策を考慮した。

(a) 電炉のばいじん対策

第 1 工場の小型電炉 9 基廃棄し、90t 電炉 1 基を新設する。それに伴い、建屋も建替集塵機を設置し、大幅にばいじん排出量を削減する。また、電炉本体をドグハウスで覆うことにより、集塵効率の向上とアーク音を遮断することによる騒音対策を行う。第 2 工場の 30t 電炉は 1 基を廃棄し、1 基のみを残す事とする。

(b) 線材工場の生産工程からの鉛廃棄・硫酸飛散対策

旧式冷延機を更新、熱処理炉を真空電熱炉洗浄工程では、無酸霧洗浄及びショットブラスト方式を採用し、有害物質の使用削減を図る。

(c) ガス発生炉からの水質汚染物質対策

ガス発生炉を現状の一段式ガス発生炉から二段式とする。これによりフェノール・タール SS 含有の汚染水が非常に少なくなる。また、ガス冷却塔は冷却水に汚染物質が混入する直接冷却方式から間接冷却方式とする。一方、ガスは外部からの都市ガス購入により代替する案も検討されている。ガス発生炉を廃棄すればガス発生炉からの汚染物質はゼロになる。

(6) 将来の改善効果

1) 大気

(a) 排出量の推定

大連製鋼からの聞き取り調査によると、工場全体の燃料使用量は以下のようになる。

表Ⅲ-4-2-1(9) 将来の年間燃料使用量

対象年	重油使用量	ガス使用量	石炭使用量 (ボイラー)
1997年	75,500t	157,300千m ³	34,300t
2010年	54,600t	10,3000千m ³	30,500t

現状のガスは自社のガス発生炉（石炭使用量：59,100t）で生産されたものを使用しているが、将来は低硫黄の都市ガスを外部から調達することも検討されている。

(b) 大気汚染物質排出量

a) ばいじん排出量

現状の第2工場の30t電炉は1基廃棄することから、排出量は半分となる。従って、現状の排出量は270t/年であるから135tとなる。

90t電炉に関しては、生産量1t当たりの粉塵が12kgとして推定すると、生産量430,000tに対して、ばいじん排出量が5160tとなる。集塵機の効率を98%とすると103.2tの排出量となる。

b) その他の排出量

重油使用量の削減比でSO₂、NO_xの排出量を推定した。

(c) 排出基準達成状況

電炉からのばいじん排出量は現状の3,570t/年から238.2t/年と3,332tも減少することになる。新設電炉のばいじん排出基準は100mg/m³となるが、粉塵の濃度はバグフィルターの吸引能力を、40万m³/h、年間稼働率80%に設定すると3.7mg/m³となり十分に排出基準をクリアーする。

表Ⅲ-4-2-1(10) 対策実施後の煙突毎の排出基準との比較

企業コード	企業名	煙突No.	煙突 高度 (m)	燃焼工工程 年別排出量 (万t/a)	粉塵 (t)	粉塵濃度 (mg/m ³) 排出基準 0.003mg/m ³	排出量・濃度・排出基準値					
							SO ₂ 年別排出量 (t)	SO ₂ 時間別排出量 (kg/h)	SO ₂ 排出基準 (kg/h)	NO _x 年別排出量 (t)	NO _x 時間別排出量 (kg/h)	NO _x 排出基準 (kg/h)
02110094	大連製鋼 (石炭ボイラー)	A01	47	39,855.41	34.63	8.69	184.94	26.39	81.00	149.14	21.28	3.04
		A02	47	22,585.58	17.15	7.59	141.32	20.17	81.00	86.06	12.28	1.75
		A05	60	19,874.48	40.54	20.40	294.35	42.00	150.00	205.36	29.30	4.18
		B01	35	1,264.79	0.96	7.59	7.91	1.13	45.00	4.56	0.65	0.09
		B07	32	2,529.58	1.92	7.59	15.83	2.26	36.00	9.62	1.37	0.20
		B08	32	2,529.58	1.92	7.59	15.83	2.26	36.00	9.62	1.37	0.20
		B09	32	2,710.27	2.06	7.59	16.96	2.42	36.00	10.31	1.47	0.21
		B10	32	3,071.64	2.33	7.59	19.22	2.74	36.00	11.68	1.67	0.24
		B11	32	2,890.95	2.20	7.59	18.09	2.58	36.00	10.99	1.57	0.22
		B12	32	3,252.32	2.47	7.59	20.35	2.90	36.00	12.37	1.76	0.25
		B13	50	20,959.42	15.92	7.59	131.15	18.71	90.00	79.55	11.35	1.62
		B14	52	19,333.25	14.68	7.59	11.31	1.61	99.60	73.04	10.42	1.49
		B16	21	3,975.06	3.02	7.59	24.87	3.55	30.00	15.11	2.16	0.31
		B22	8	906.92	0.94	10.36	-	-	-	10.70	1.53	-
		B25	35	1,501.54	1.33	8.85	-	-	-	17.70	2.53	-
		B26	30	1,295.42	1.14	8.79	-	-	-	15.30	2.18	-
		B27	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B28	20	1,861.31	1.71	9.17	-	-	-	22.00	3.14	-
		B29	20	1,534.02	1.42	9.28	-	-	-	18.00	2.57	-
		B30	40	1,671.43	1.52	9.08	-	-	-	19.00	2.71	-
		B31	20	275.75	0.66	8.56	-	-	-	9.10	1.30	-
		B32	25	1,045.58	0.95	9.07	-	-	-	12.30	1.76	-
		B33	22	1,415.35	1.33	9.33	-	-	-	16.70	2.33	-
		B34	40	3,131.75	2.94	9.39	-	-	-	37.10	5.29	-
		B36	25	497.18	0.38	7.63	-	-	-	5.80	0.83	-
		B37	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B38	20	119.92	0.09	7.91	-	-	-	1.40	0.20	-
		B40	30	77.45	-	-	-	-	-	-	-	-
		B41	38	1,174.25	1.14	9.70	-	-	-	13.90	1.98	-
		B42	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B43	35	77.45	-	-	-	-	-	-	-	-
		C01	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C02	9.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C03	5.6	23,333.33	103.2	44.23	-	-	-	-	-	-
		C03-2	5.6	-	383.90	-	-	-	-	-	-	-
		C04	6.5	11,666.66	135.00	9.63	-	-	-	-	-	-
		C05	19.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C06	12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C11	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C12	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C13	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C14	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C15	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C16	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C17	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
C18	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
U01	(小計)	-	196918	777	-	902	-	-	876	-	-	

(d) 将来環境濃度

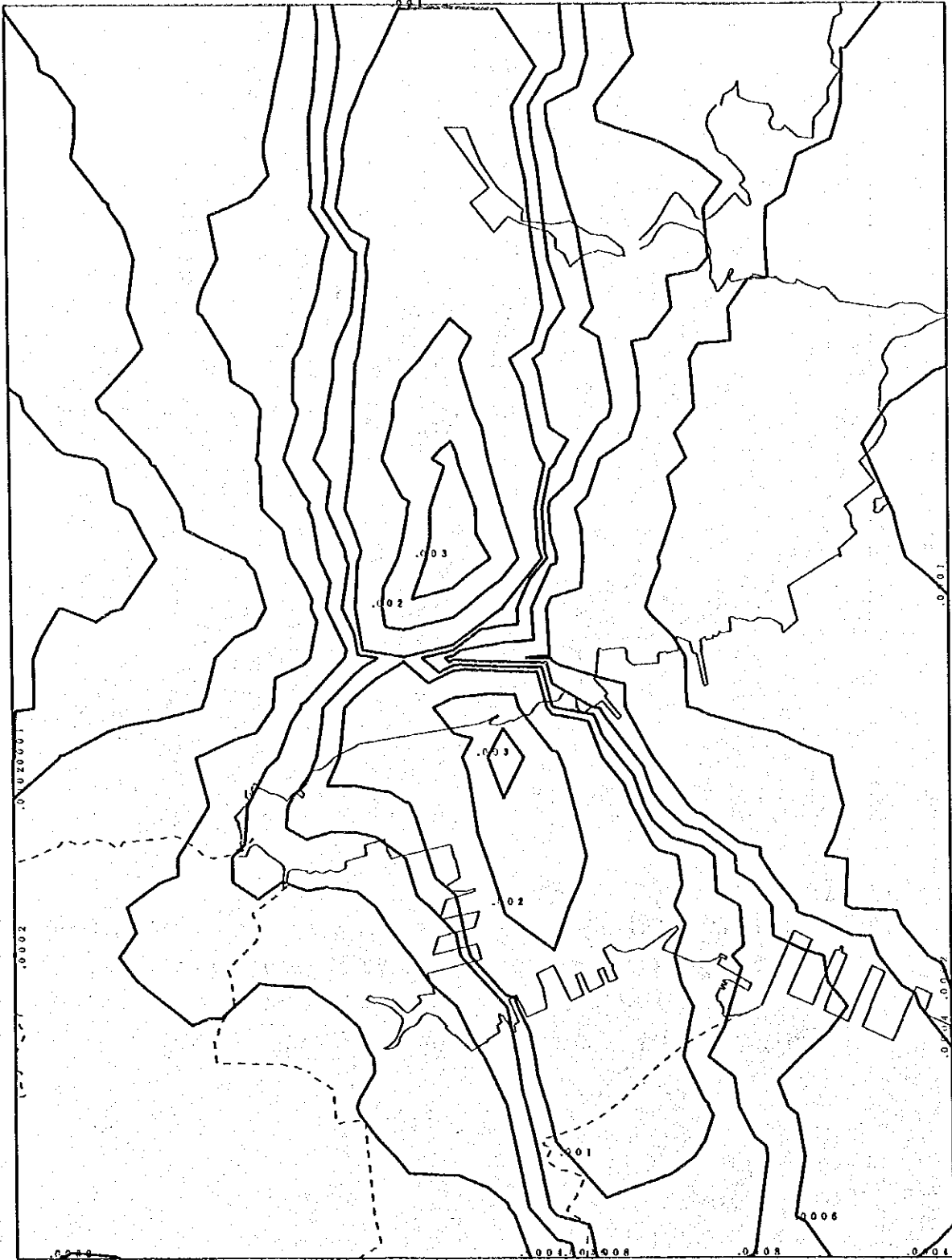
図Ⅲ-4-2-1(8)~(11)に対策後の長期平均濃度を示す。粉塵対策を行うとPM10の環境濃度は現状の約1/10程度となり、最大濃度曲線も0.003mg/m³と大幅な環境改善となる。従って、大連製鋼における環境基準に対する寄与率は7.5%と大きく低減する。SO₂及びNO_xは若干の改善が見られるが、大きな変化はない。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連製鋼 将来



0 1 2 3 (mg/m³)



図III-4-2-1(8) PM10年平均濃度図(将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連製鋼 将来



0 1 2 3 km (mg/m³)

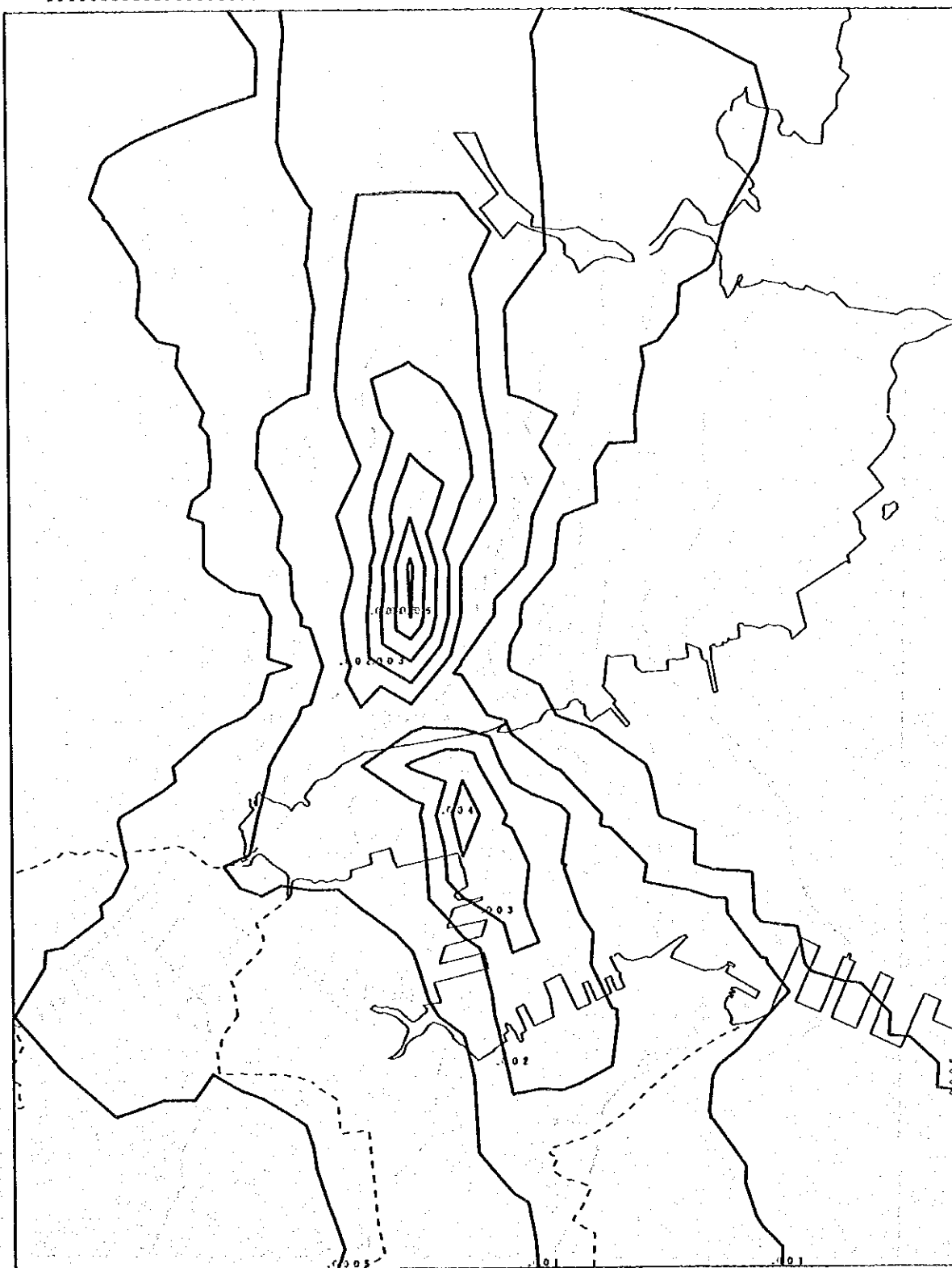


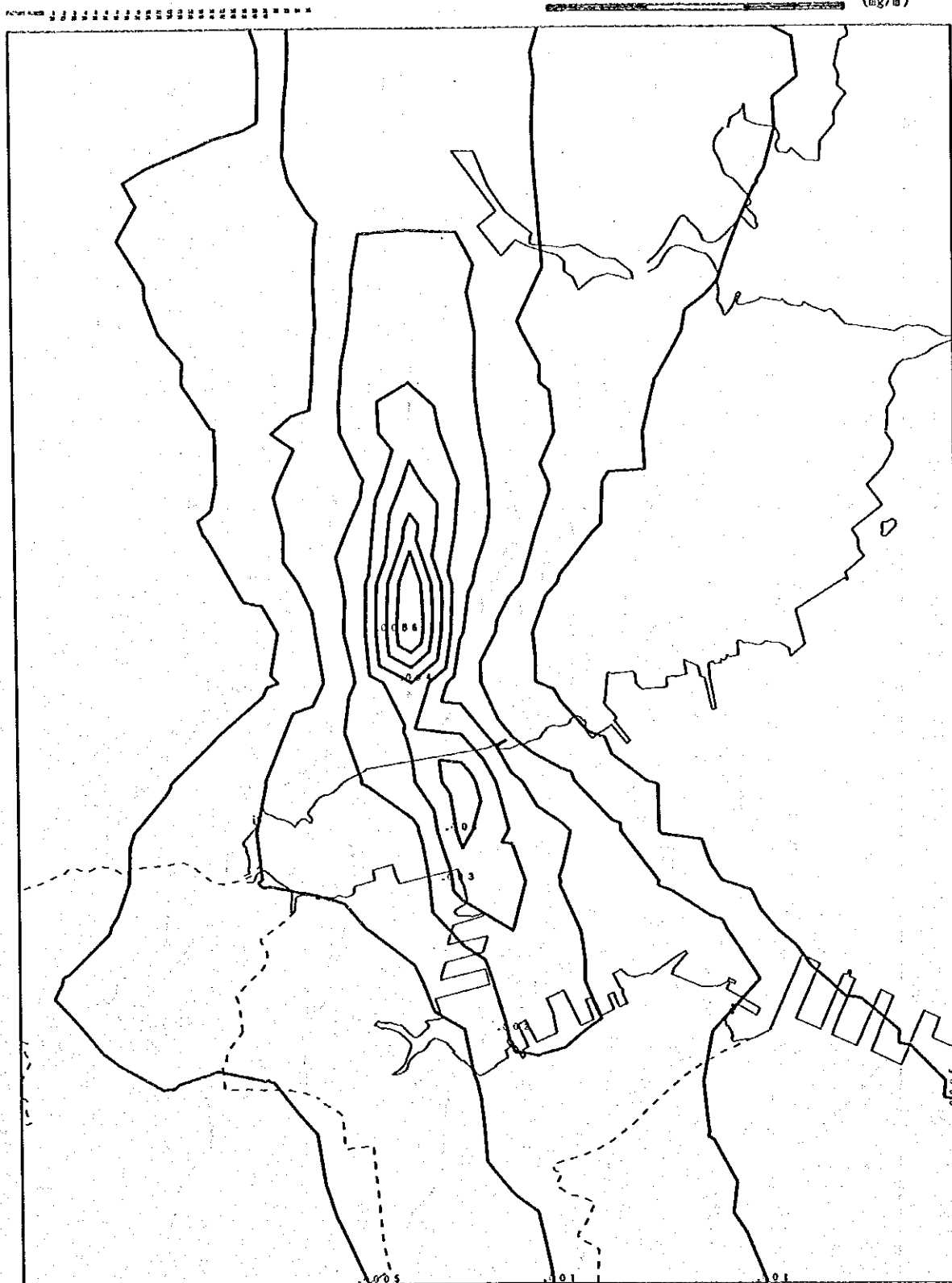
图 III-4-2-1(9) SO₂年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連製鋼 将来



0 1 2 3 (mg/m³)



图Ⅲ-4-2-1(10) NO_x 年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

大連製鋼 将来



0 1 2 3 km (mg/m³)

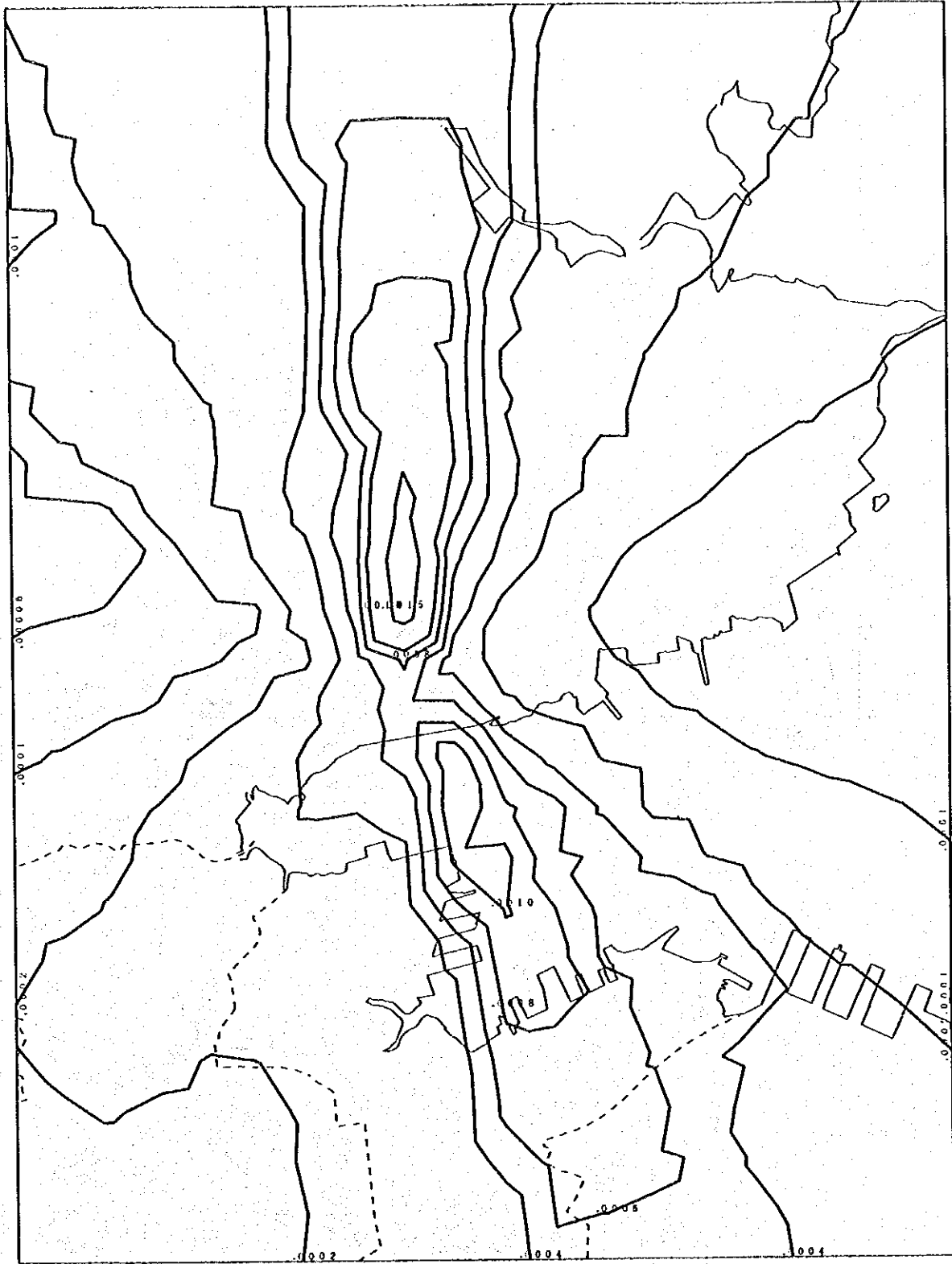
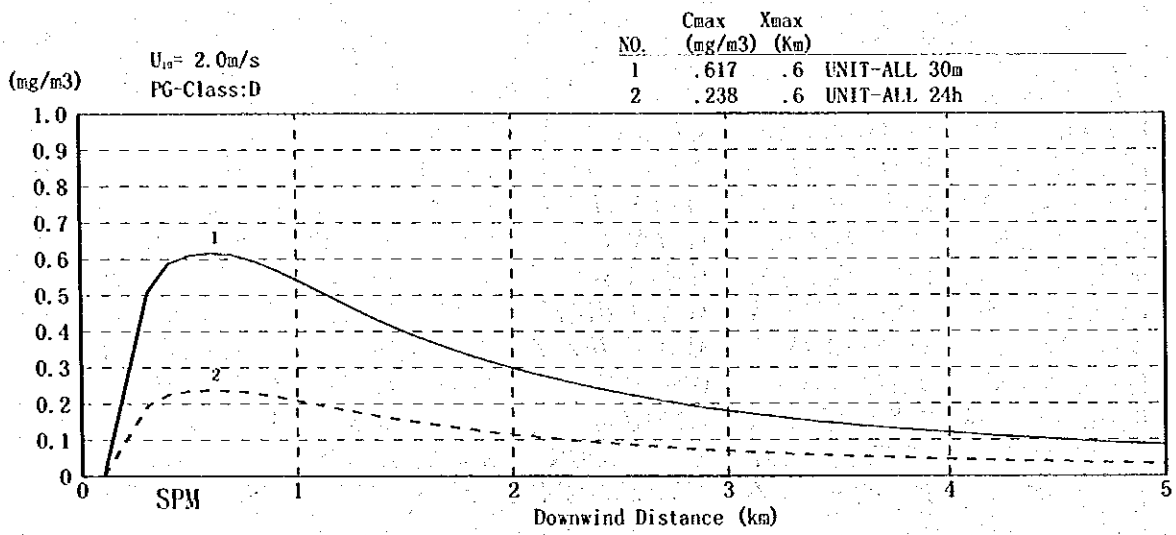
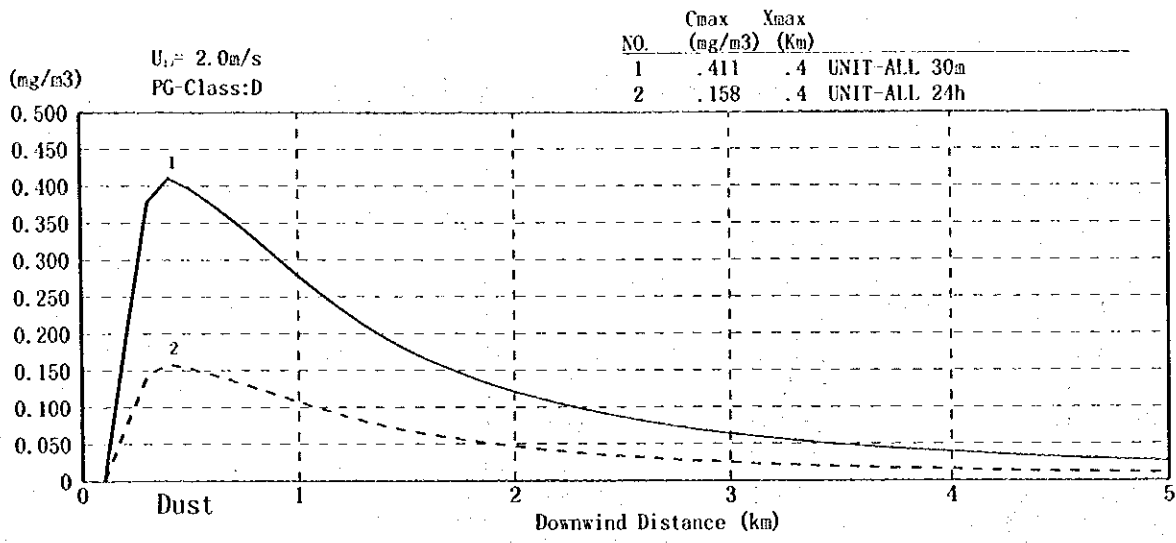
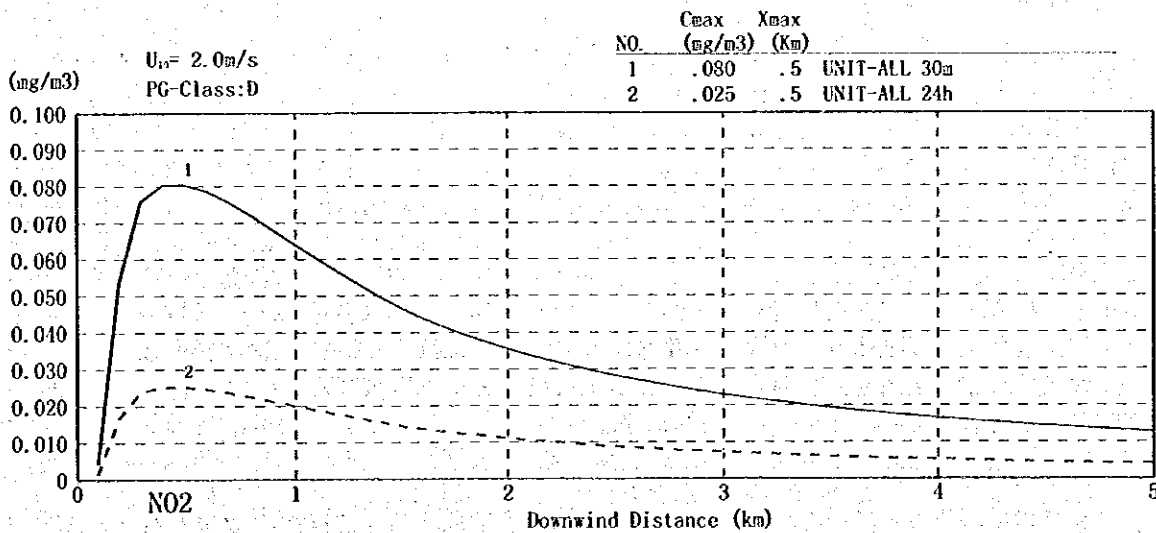
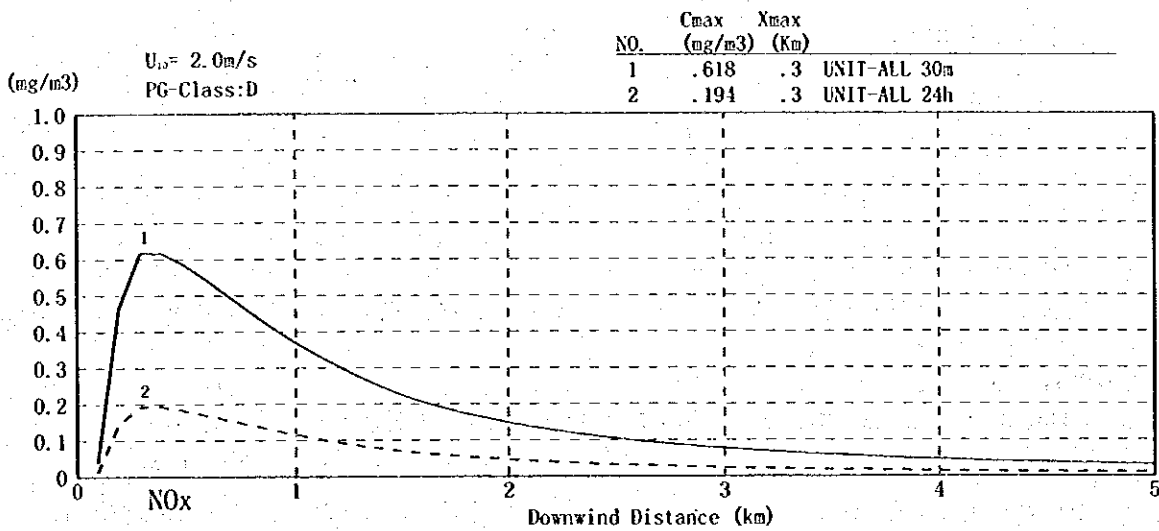
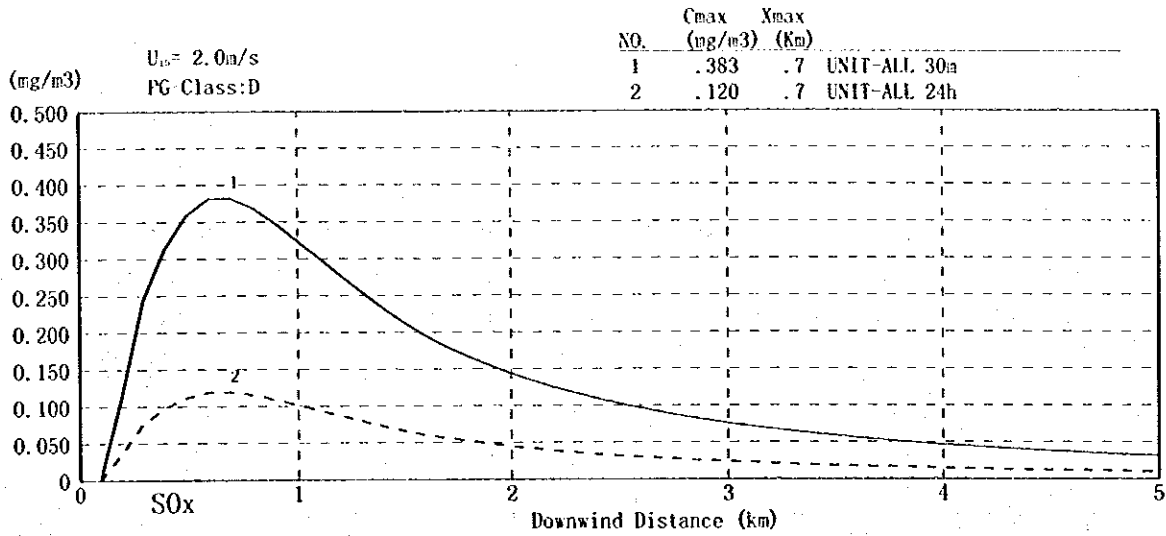


図 III-4-2-1(11) NO₂年平均濃度図 (将来)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-1(12) 大連製鋼(将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-1(13) 大連製鋼(将来) (短時間値)

2) 水質

水質汚濁物質はガス発生炉の更新により大きな効果を見ることが出来る。すなわち現状では、ガス発生炉が原因で排出基準を満足していると考えられる物質、SS、石油類等が大きく減少する。CP調査によればガス発生炉を更新することによる水質汚濁物質は以下の通り減少する。ガス発生炉の更新の代替案として検討されている、外部ガスの導入によるガス発生炉の廃止を行えば、表Ⅲ-4-2-1(11)の将来水質汚濁物質の排出はすべてゼロとなる。

表Ⅲ-4-2-1(11) ガス発生炉代替効果による水質汚濁物質排出量 (CP調査)

		SS	フェノール	石油類
現 状	排出量(t/y)	1,081	2.16	91.3
	排出濃度(mg/l)	212	0.487	17.9
将 来	排出量(t/y)	765	0.36	25.5
	排出濃度(mg/l)	150	<0.1	5
排出基準(mg/l)		150	1.0	10

3) 騒音

90t 直流電炉では 100db 以上の騒音が発生することが予想される。電炉全体を覆うドグハウスを設置することにより、音源でのレベルを 85db 以下に低減させる。

4) 地下水

地下水に関しては、現状で 241 万 t/年の揚水がある。この多くはガス発生炉で使用されるが、間接冷却方式にすることにより使用水を削減することができる。しかし、水の有効利用の観点から水循環利用率を増大させる対策が必用となる。大連市の適正な地下水使用量に関しては、地下水位・涵養量等の調査が別途必用となる。

5) 悪臭

悪臭に関しては、ガス発生炉の更新により大きく改善される。外部ガスを導入することになれば、問題は解決される。

(7) 結論

大連製鋼からの環境の負荷は、旧電炉から排出される粉塵の汚染が最も大きい。旧電炉をすべて廃棄し、新型電炉を設置するとともに、建屋を新築し集塵機を設置することにより粉塵の発生量を大幅に減少できる。また、水質対策として二段式ガス発生炉の代替と間接冷却方式の導入が計画されている。これにより SS、フェノール、石油類の減少が見込める。しかし、水質対策の代替案として、外部から低硫黄都市ガスの導入の計画もある。後者の場合、ガス発生炉からの水質汚濁物質の排出がなくなるだけでなく、燃焼による SO₂ の排出も減少することになる。従って、本報告では、電炉及び建屋の新設と集塵機の設置、都市ガス転換を推薦する。これらの対策を行えば大連製鋼の改造は可能と考える。

4.2.1.3 プレF/S (財務・経済評価)

(1) 財務評価

1) 前提条件

事業開始年：	1999年 (仮設定)
建設期間：	3年
事業評価年数：	18年
減価償却費：	15年
年賦償還費：	7年
販売税率：	17%
付加価値税率：	4%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-1-3(1) 総投資額

単位：万元

No	項目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	総計	その内、外貨
1	基本設備投資	32,122	65,952	13,085	10,368	121,527	52,606
1.1	鉄鋼工場設備	30,163	52,410	11,840		94,413	
1.1.1	電炉ライン	7,017	17,633	4,175		28,825	
1.1.2	連铸ライン	6,878	13,020	2,436		22,334	
1.1.3	付帯ライン	5,686	5,563	713		11,962	
1.1.4	環境対策	2,728	1,792	537		5,057	
1.1.5	供給ライン	6,300	5,180	2,520		14,000	
1.1.6	付属設備	376	6,396	753		7,525	52,606
1.1.7	ガス発生炉	1,178	2,826	706		4,710	
1.2	φ750圧延設備改造	1,959	13,542	1,245		16,746	
1.2.1	電気設備	108	4,009	338		4,455	
1.2.2	圧延設備	1,700	9,398	891		11,989	
1.2.3	水処理	151	135	16		302	
1.3	予備費				10,368	10,368	
2	建設期間中金利				6,566	6,566	796
I	建設費 (I+2)	32,122	65,952	13,085	16,934	128,093	53,402
II	運転資金 (Iを含む)						
	総投資額 (I+II)	32,122	65,952	13,085	16,934	128,093	53,402

資金計画： 自己資金 32,023万元 + 借入金 96,070万元

表Ⅲ-4-2-1-3(2) 借入金内訳

借入金の種類	借入金額 (万元)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
長期借入金 (外国)	53,402	10	30	1.00
長期借入金 (国内)	42,668		11	8.01
運転資金	7,500		1	8.01
短期借入金				

3) 販売収入、販売税及び付加

表Ⅲ-4-2-1-3(3) 100%稼動時販売収入、販売税及び付加

項目	単位	単価 (元)	改善後 (W)		現有設備 (W/O)	
			数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
(1) 鋼材販売収入 (含税)	ton	4,300	500,000	215,000	270,000	116,100
(2) 鋼材販売収入 (不含税)			(1)÷1.17	183,761	(1)÷1.17	99,231
(3) 販売付加価値税			(2)×0.04	7,350	(2)×0.04	3,969
(4) 都市維持建設税			(3)×0.07	515	(3)×0.07	278
(5) 教育費及び付加			(3)×0.03	221	(3)×0.03	119
販売税及び付加				8,086		4,366

4) 変動費

表Ⅲ-4-2-1-3(4) 100%稼動時変動費

項目	単位	単価 (元)	改善後 (W)		現有設備 (W/O)	
			数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1 原材料費						
1.1 スクラップ	ton	1,100	625,900	68,849	383,300	42,163
1.2 合金鉄	ton	7,000	42,430	29,701	15,000	10,500
1.3 造滓材	ton	230	60,000	1,380	35,000	805
1.4 石炭 (ガス発生炉)	ton	300	50,000	1,500		
1.5 その他補助・消耗材				55		
計				101,485		53,468
2 燃料及び動力						
2.1 重油 (圧延)	ton	1,200	22,750	2,730	8,900	1,068
2.2 電力 (製鋼)	万 kWh	0.5	20,000	10,000	16,500	8,250
2.3 電力 (圧延)	万 kWh	0.5	1,750	875	830	415
2.4 電力 (ガス発生炉)	万 kWh	0.47	280	132	590	277
2.5 電極 (製鋼)	ton	17,000	750	1,275	1,440	1,440
2.6 蒸気 (ガス発生炉)	ton	95	6,000	57	36,485	347
2.7 水 (ガス発生炉)	ton	1.5	36,000	5	115,558	173
計				15,074		11,970

5) 固定費

表Ⅲ-4-2-1-3(5) 固定費

No	項目	単位	改善後 (W)			現設 (W/O)		
			単価 (元)	数量	金額 (万元)	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	人件費	ton	20	500,000	1,000	44.8	300,000	1,344
2	修繕維持費	式		1	3,800		1	490
3	その他費用	式		1	9,000		1	7,000
3.1	工場管理費	式		1	4,500		1	6,000
3.2	販売費	式		1	4,500		1	1,000
	計				13,800			8,834

6) 減価償却費

表Ⅲ-4-2-1-3(6) 減価償却費

No	項目	償却固定資産 (万元)	残存価値 (%)	償却年数 (年)	減価償却費 (万元/年)
1	減価償却費	118,093	0	15	7,873

7) 製造費

表Ⅲ-4-2-1-3(7) 100%稼働時製造費

No	項目	単位	単価 (元)	改善後 (W)		現有設備 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費	式		1	101,485	1	53,468
2	燃料及び動力費	式		1	15,074	1	11,970
3	人件費	式		1	1,000	1	1,344
4	修繕維持費	式		1	3,800	1	490
5	減価償却費	式		1	7,873		
6	財務費用	式		1	4,810		336
6.1	その内、支払利息	式		1	3,310		336
7	その他費用	式		1	9,000	1	7,000
8	総製造費 (1+2+3+4+5+7)				143,042		74,608
	製造原価 (8-4-5-6.1)				131,859		74,272

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-1-3(8) 経済評価投資額調整計算表

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	合計	
1	固定資産投資	52,606	68,921	121,527	52,606	58,553	111,159	-10,368
1.1	建築工事		32,122	32,122		32,122	32,122	
1.2	設備費	52,606	13,346	65,952	52,606	13,346	65,952	
1.3	据付工事費		13,085	13,085		13,085	13,085	
1.4	その他							
1.5	予備費		10,368	10,368				-10,368
2	建中金利	796	5,770	6,566				-6,566
I	建設費 (1+2)	53,402	74,691	128,093	52,606	58,553	111,159	-16,934
II	運転資金							
	合計 (I+II)	53,402	74,691	128,093	52,606	58,553	111,159	-16,934

2) 製造費調整

表Ⅲ-4-2-1-3(9) 経済評価製造費調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	改造後 (W)							
1.1	原材料費	式		1	101,485		1	101,485
1.2	燃料及び動力	式		1	15,074		1	15,074
1.3	人件費	式		1	1,000		1	1,000
1.4	修繕維持費	式		1	3,800		1	3,800
1.5	財務費用	式		1	1,500		1	1,500
1.6	その他費用	式		1	9,000		1	9,000
	合計				131,859			131,859
2	現設 (W/O)							
2.1	原材料費	式		1	53,468		1	53,468
2.2	燃料及び動力	式		1	11,970		1	11,970
2.3	人件費	式		1	1,344		1	1,344
2.4	修繕維持費	式		1	490		1	490
2.5	財務費用	式		1	336		1	336
2.6	その他費用	式		1	7,000		1	7,000
2.7	合計				74,272			74,272
3	増分 (W-W/O)				57,587			57,587

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-1-3(10) 経済評価販売収入調整計算書 (100%稼働時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	改造後 (W)							
1.1	販売収入	式		1	215,000		1	215,000
2	現設 (W/O)							
2.1	販売収入	式		1	116,100		1	116,100
3	増分 (W-W/O)				98,900			98,900

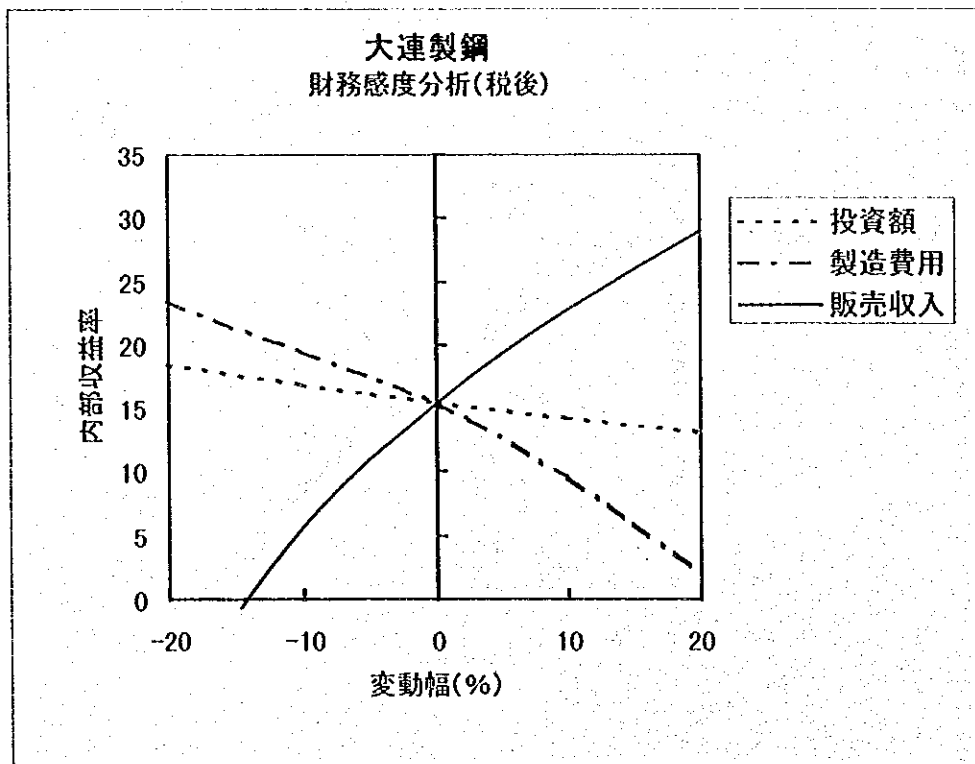
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部収益率 (FIRR) : 15.41% (所得税後) 19.20% (所得税前)
 投資回収年数 (含建設期間) : 8.19年 (所得税後) 7.40年 (所得税前)
 安定性の検討 : 4.5 > 1.0 OK
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-1-3(10)及び図Ⅲ-4-2-1-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-1-3(11) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
税前	内部収益率 (%)	19.20	17.67	20.96	11.61	24.19	6.47
	投資回収年数	7.40	7.71	7.08	9.60	6.68	12.23
税後	内部収益率 (%)	15.41	14.20	16.80	9.56	19.43	5.71
	投資回収年数	8.19	8.52	7.85	10.35	7.35	12.60



図Ⅲ-4-2-1-3(1) 財務感度分析図

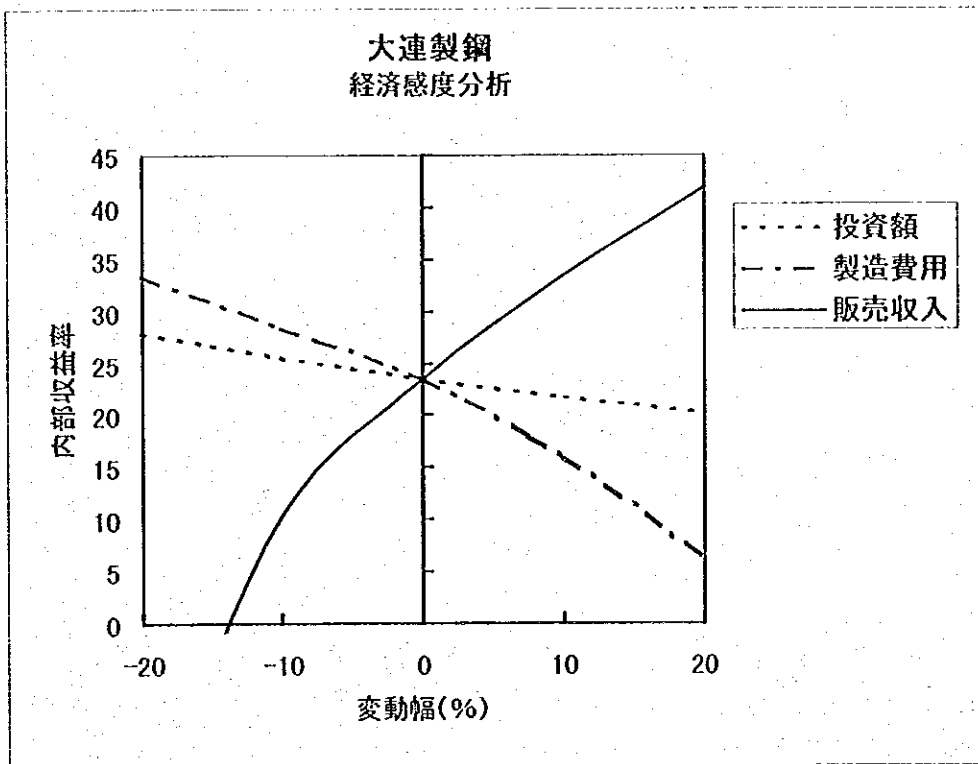
2) 經濟計算

經濟內部收益率 (EIRR) : 23.47%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-1-3(12)及び図Ⅲ-4-2-1-3(2)参照

表Ⅲ-4-2-1-3(12) 經濟感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部收益率 (%)	23.47	21.72	25.48	15.91	28.37	33.47	10.28



図Ⅲ-4-2-1-3(2) 經濟感度分析図

4.2.2 大連セメント

4.2.2.1 概要

大連セメントは、1907年に日本の小野田セメント（株）大連支社として設立された中国で2番目に古いセメント工場である。セメント生産設備としては乾式余熱ボイラー付キルン4基を所有し、73万t/年の生産能力を持ちながら、設備の老朽化により、近年の生産量は50万t/年以下にとどまっている。また、粉塵の総排出量は8,340t/年と極めて高く、大連周水子国際空港に近接していることもあって、当該セメント工場の粉塵防止策を講じて粉塵排出量を削減することが、大連市の大気汚染防止対策における緊急課題の一つとなっている。

(1) 所在地

大連市甘井子区（図Ⅲ-1参照）

(2) 工場規模及び従業員数

敷地面積	95万m ² （内、生産設備 26.7万m ² ）
緑地面積	3.3万m ²
年間生産額	6,453万元（1995年度）
年間販売収益	658万元（1995年度）
従業員数	2,200人
内、管理部門	600人
現場部門	1,600人

(3) 工場配置図

図Ⅲ-4-2-2-1(1)参照

(4) 工場組織

図Ⅲ-4-2-2-1(2)参照

(5) 現有主要設備

表Ⅲ-4-2-2-1(1) 現有主要設備リスト

No	設備	規格・寸法	数量	能力
1	キルン (乾式余熱ボイラ付)	φ4.0m×L75.0m	1基	29.2 t/h
2	キルン (乾式余熱ボイラ付)	φ3.0/3.5m×L60.0m	3基	18.5 t/h
3	原料ミル (ボイラ乾燥粉碎)	φ3.5m×L10.0m	2基	75 t/h
4	セメントミル (ボイラ)	φ2.0m×L5.5m	1基	7t/h
5	セメントミル (ボイラ)	φ2.15m×L11.0m	3基	17t/h
6	セメントミル (ボイラ)	φ2.2m×L11.0m	1基	17t/h
7	セメントミル (ボイラ)	φ3.0m×L5.5m	1基	45t/h
8	石炭ミル (ボイラ)	φ2.0m×L7.0m	2基	7t/h
9	石炭ミル (ボイラ)	φ2.0m×L9.0m	1基	8t/h
10	余熱ボイラー	HG-F-2900	1基	39kg,25t/h
11	余熱ボイラー	DH1972-25/400	2基	25kg,18t/h
12	余熱ボイラー	HG-F-1650	1基	39kg,20t/h
13	タービン発電機 (石炭焚)	N3-240FK-3-2	4基	3,000kW/6.3kV
14	セメント袋詰機	HG-6J-L	1基	90~100t/h

(6) 製品別生産量

表Ⅲ-4-2-2-1(2) セメント種類別生産・出荷推移表 (単位: t/年)

	種類	1992	1993	1994	1995	1996
生産	普通 425#R	333,664	365,050	346,935	312,233	367,138
	普通 525#	-	-	-	13,311	34,685
	A級油井セメント	30,233	16,450	18,003	22,257	40,936
	輸出五羊セメント	46,155	38,708	35,172	22,147	7,376
	セメント (計)	410,052	420,208	400,110	369,948	450,135
	クリンカー	392,854	408,516	396,137	403,909	435,798
出荷	普通 425#R	323,785	347,456	344,267	328,925	368,489
	普通 525#	-	-	-	16,455	34,936
	A級油井セメント	25,693	23,256	15,756	17,545	38,387
	輸出五羊セメント	40,993	33,782	36,332	19,685	9,582
	セメント (計)	390,471	404,494	396,355	382,610	451,394
	クリンカー	59,999	37,633	49,068	64,190	56,945

(7) セメント製造フロー

図Ⅲ-4-2-2-1(3)参照

(8) 現有設備の物質収支

図Ⅲ-4-2-2-1(4)参照

(9) 工場改善計画

大連セメントの工場改善計画は、環境面で粉塵排出量を削減することと、生産面では中国のセメント需要増加予測に対応して730,000t/年に増強することを目的とし、下表のような概要となっている。

表Ⅲ-4-2-2-1(3) 工場改善計画概要

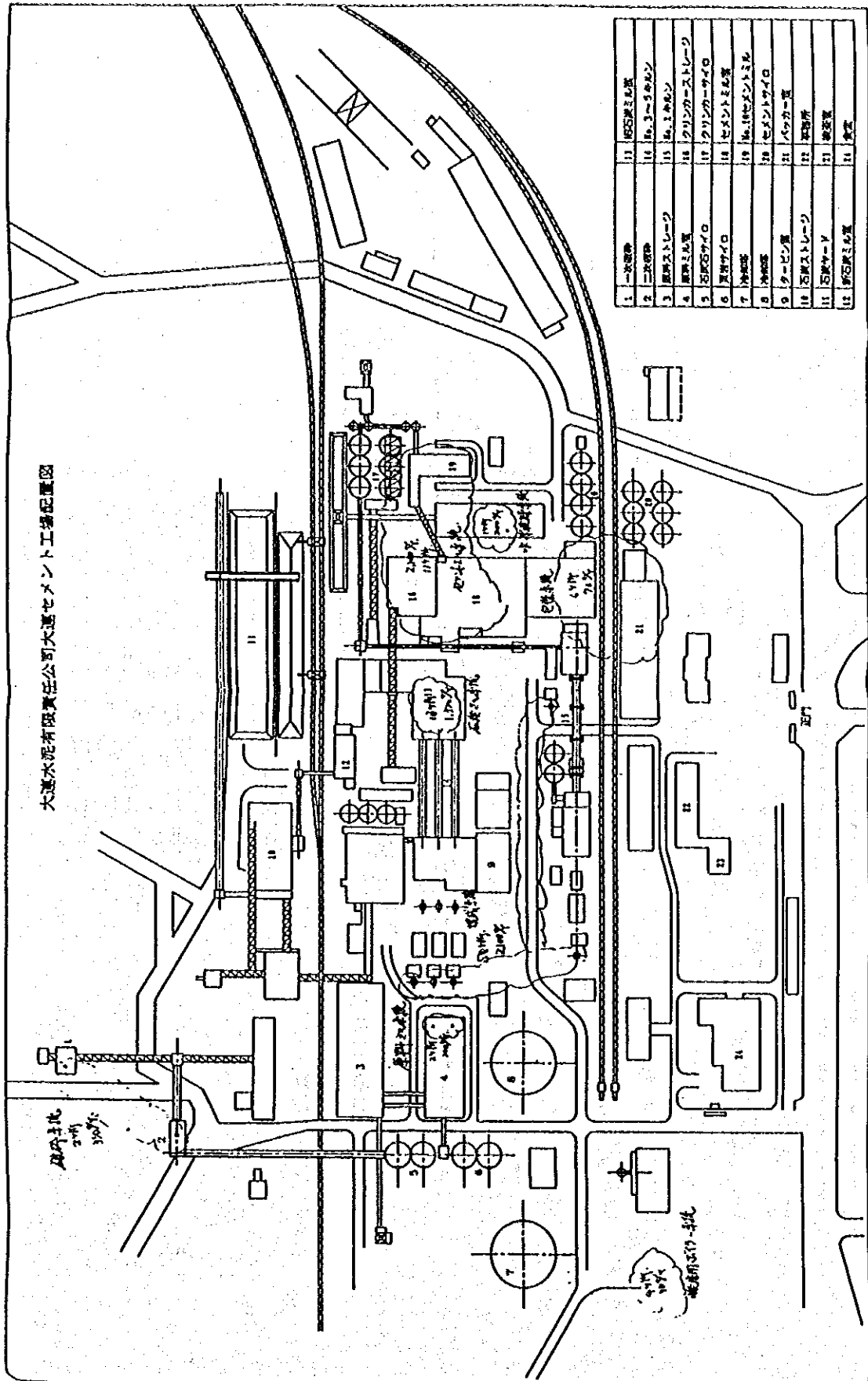
No.	項目	現有設備	改善計画
1	石炭ミル系	石炭ミルに集塵機が設置されていないので発塵が多い。また、セメント生産量73万t/年に対しては能力不足である。	現有石炭ミル3基を廃止して、集塵機を備えたボールミル1基を新設し、粉塵排出量を削減させると共に生産力を増強する。
2	セメントミル系	集塵機の容量不足及び集塵機が設置されていない箇所が多く発塵が多い。また、設備の老朽化が進んで、73万t/年のセメント粉砕は困難である。	合計80t/hの現有小径セメントミル5基を廃止して、85t/hの大径セメントミル1基を新設する。また、セメントミル周辺に設置されている11基のバグフィルターを取替・増強する。
3	キルン余熱発電	現有の3,300kW発電機4基は、旧式で熱効率が悪くて、ボイラ系統でも蒸気漏れが多い。また、73万t/年のセメント増産にすると、自家発電量が不足し、買電量が増えて電力コストが上昇する。	既設No.1ボイラの余熱ボイラは中圧ボイラであるが、No.3、4ボイラの余熱ボイラは低圧だから中圧ボイラに取替える。発電機は12,000kW、6,000kW 2基を新設して、現有3,300kWの発電機は予備とする。
4	キルン排ガス調湿塔装置	ボイラ調湿塔に調湿装置が設置されていないので、ボイラ排ガス温度が高く、排ガス用電気集塵機の煙突から発塵が多い。	調湿装置を設置して、ボイラ排ガス温度を適正範囲まで低下させ、その加湿強化により、電気集塵機の集塵効率アップを図る。
5	原料ミル内散水設備	原料ミルでは石炭の燃焼ガスを使って乾燥・粉砕を行い、その排ガスは電気集塵機で除塵後大気に放出している。しかし、排ガス中の水分が6%程度と低いと、ガス温度が80℃程度と低いにも拘らず、規制値以上で発塵している。	ミル内散水設備を設置してミル内散水を2m ³ /h程度実施すれば、排ガス中の水分は10%まで上昇するので、電気集塵機での集塵効率はアップして、排出ガス濃度は、排出基準値以下の100mg/Nm ³ 程度まで低減できると予想される。
6	工場構内緑化と舗装	セメント工場は粉体を扱うため、設備外に粉が漏れる。未舗装の部分は清掃もしにくいと、二次粉塵が発生する。	工場構内の緑化率、舗装率を上げて、設備外に漏れた粉体を掃除しやすいようにし、二次粉塵を低減させる。
7	エアコンレシー室統合	工場内にエアコンレシー室が3カ所に分散。エアコンレシーも老朽化し、地下埋設冷却水管の腐食、圧縮空気配管の損傷などが見られ、漏風が多い。	分散したエアコンレシー室を1カ所に統合して、運転人員を1/3に削減。また、エアコンレシーの取替（同能力6基から4基）や圧縮空気配管の取替などを行う。

(10)工場改善後の物質収支

図Ⅲ-4-2-2-1(5)参照

(11)工場改善後の設備フロー

石炭ミル：	図Ⅲ-4-2-2-1(6)参照
セメントミル：	図Ⅲ-4-2-2-1(7)参照
余熱ボイラー：	図Ⅲ-4-2-2-1(8)参照
キルン排ガス調湿装置：	図Ⅲ-4-2-2-1(9)参照
原料ミル内散水設備：	図Ⅲ-4-2-2-1(10)参照



1	一次選別	11	185t貯蔵庫
2	二次選別	12	16.3-3号倉庫
3	原料ストレーン	13	16.3号倉庫
4	原料ミル室	14	クリンカー-ストレーン
5	185tサイロ	15	クリンカー-サイロ
6	原料サイロ	16	セメントミル室
7	水塔	17	16.1セメントミル
8	水塔	18	セメントサイロ
9	タービン室	19	パッカー室
10	石灰ストレーン	20	研究所
11	石灰ヤード	21	検査室
12	185t貯蔵庫	22	倉庫

図III-4-2-2-1(1) 工場配置図

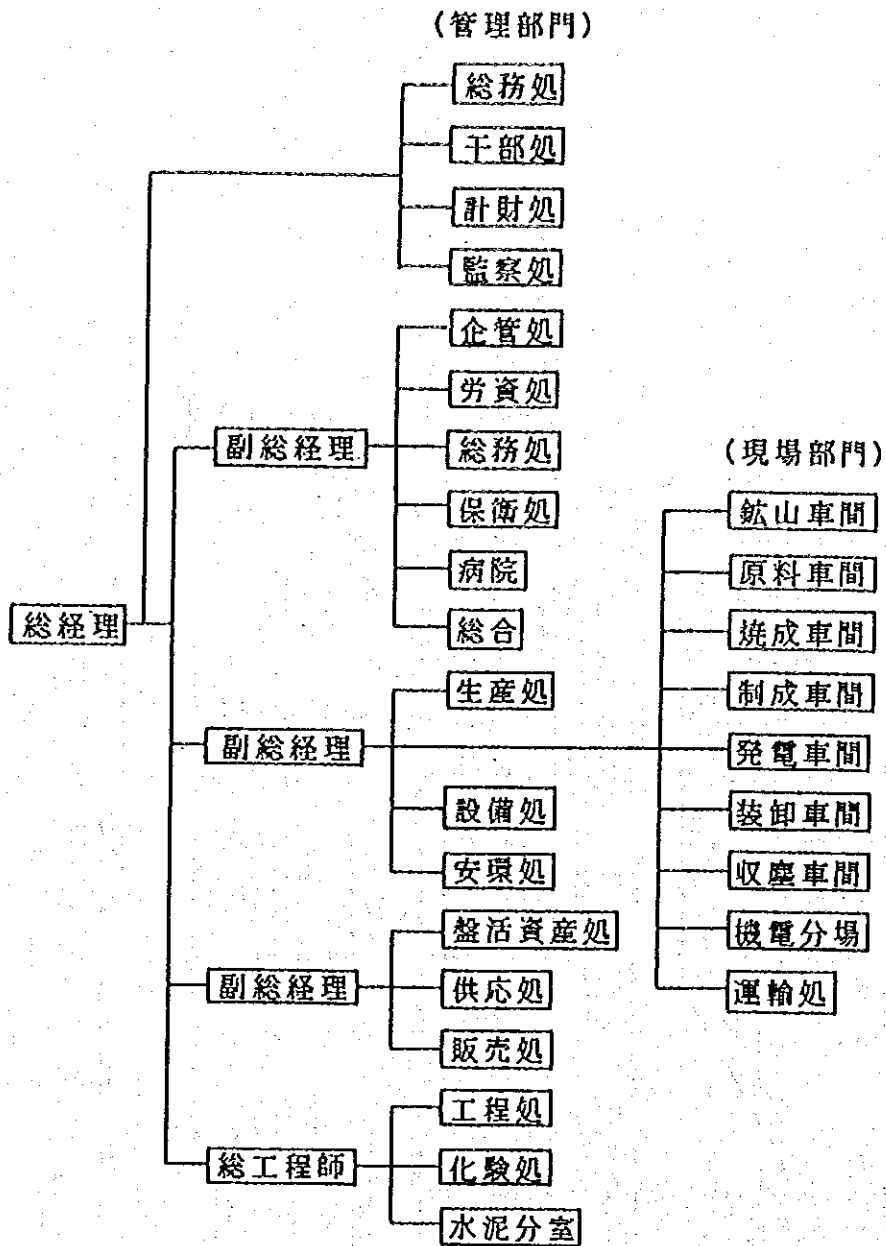
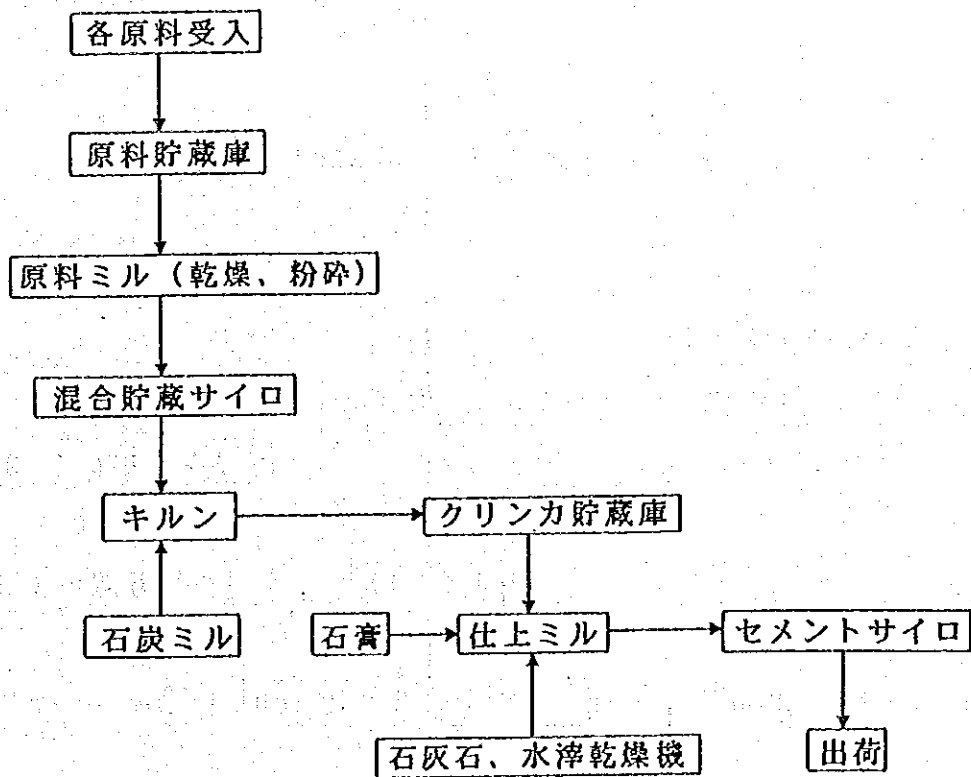
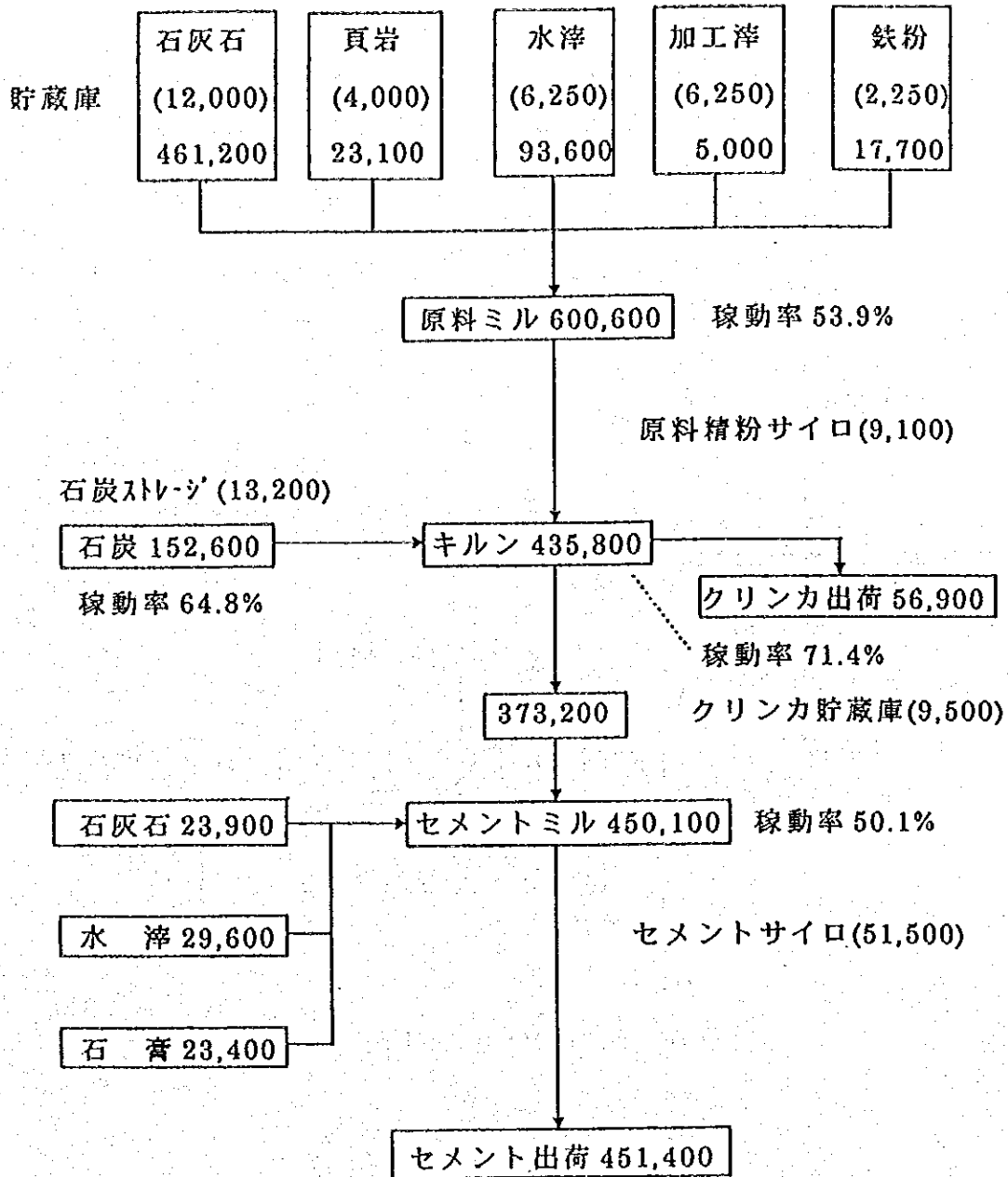


圖 III-4-2-2-1(2) 工場組織圖



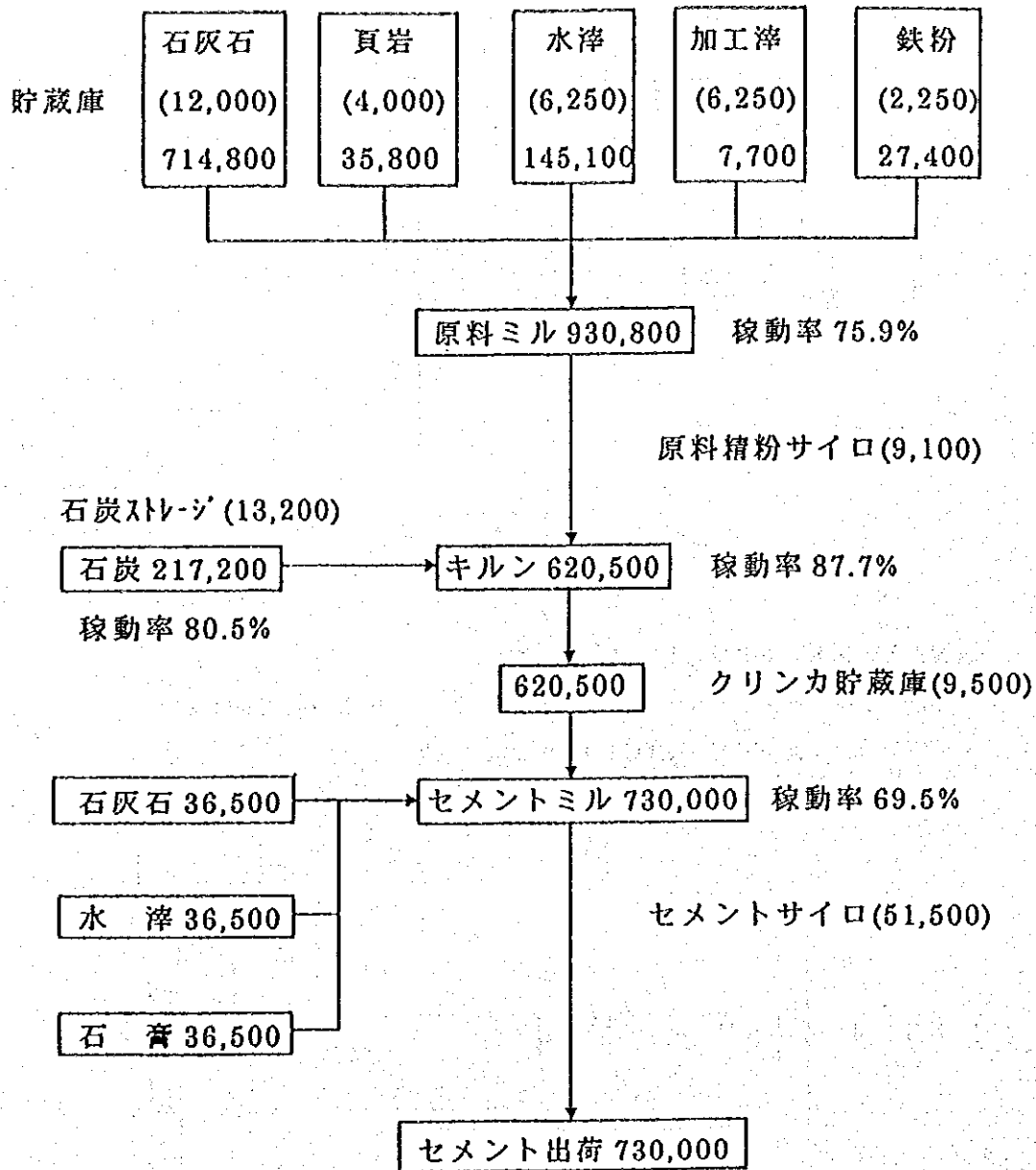
図Ⅲ-4-2-2-1(3)セメント製造フロー

(1996年実績、単位：ト/年、貯蔵庫は () でトン)



図III-4-2-2-1(4) 現有設備の物質収支

(単位：ト/年、貯蔵庫は () でトン)

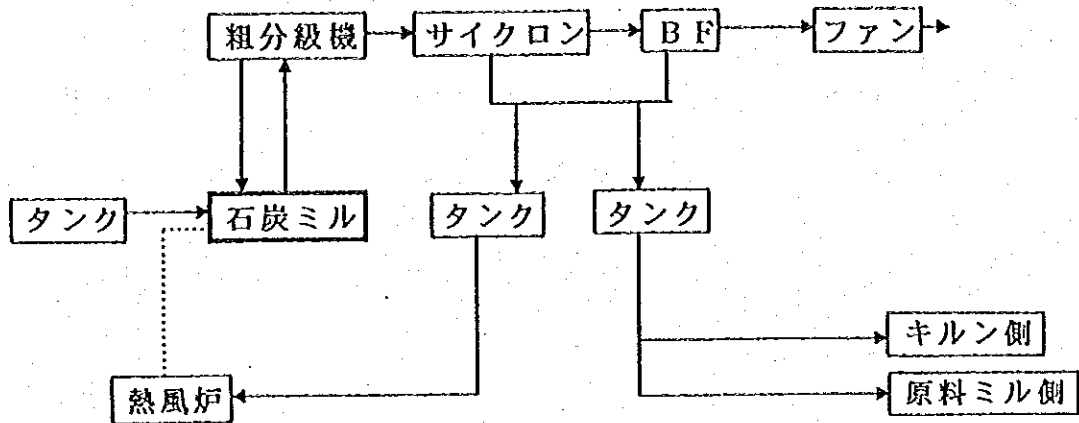


図III-4-2-2-1(5) 工場改善後の物質収支

石炭ミル

石炭ミルスペック：15.4t/h (80%残分12%)

ミルモータ480kw



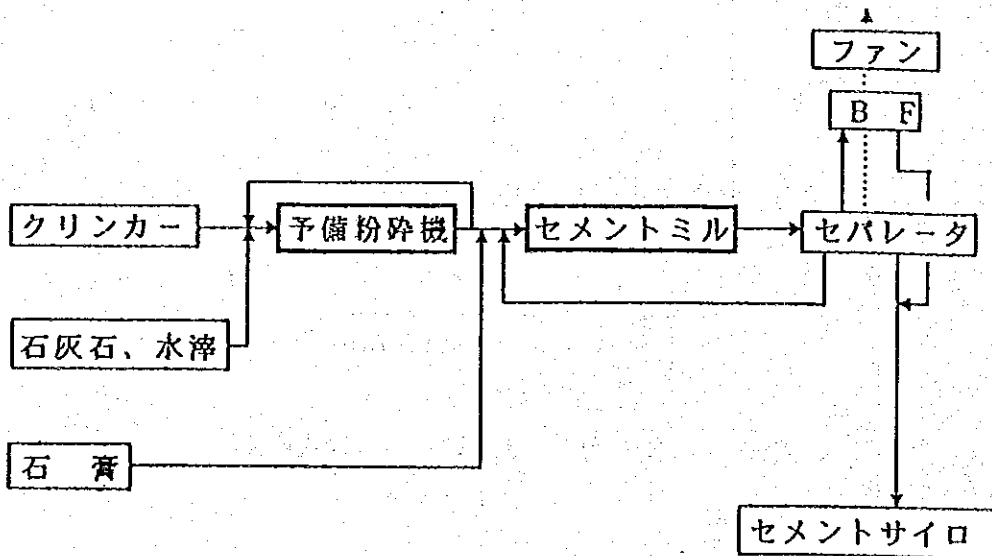
セメントミル

主要設備：セメントミル生産能力85t/h

(水滓、石灰石各5%混合し同時粉碎、ブレン3,000cm³/g、2,000kw)

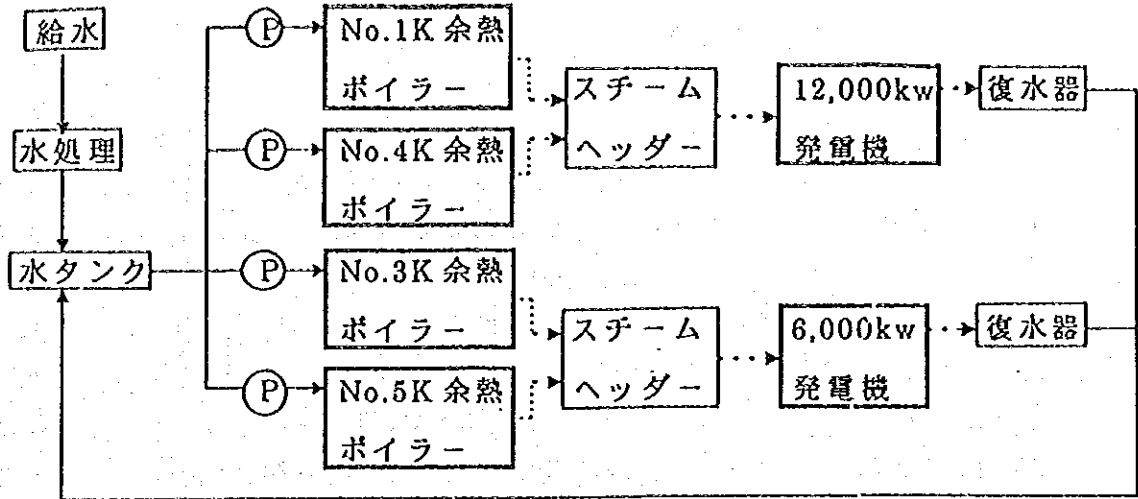
予備粉砕機 川崎重工社CKP 90t/h、650kw

セパレータ O-セバ (高効率セパレータ)



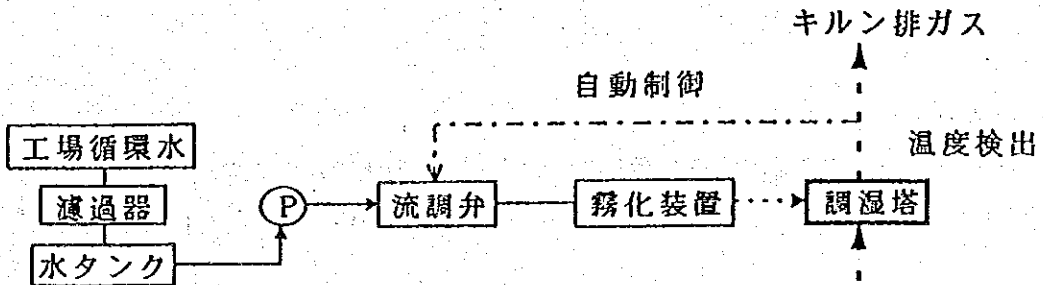
図Ⅲ-4-2-2-1(6) 工場改善後の設備フロー (a)

余熱ボイラー

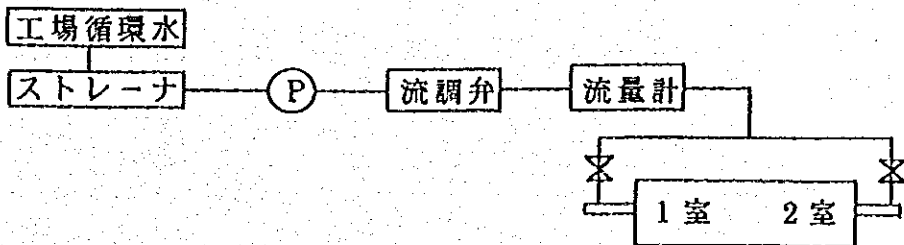


キルン排ガス調湿塔装置

各キルン同設備



原料ミル内散水設備



図III-4-2-2-1(7) 工場改善後の設備フロー (b)

4.2.2.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連水泥集团有限公司は1907年に「日本国小野田洋灰(株)大連支社」として設立された中国で第2番目に古いセメント工場である。大連セメント工場は、乾式予熱ボイラー付きキルンを有し、セメント生産能力として年産73万トンであるが、設備の老朽化で正常な運転が出来ず稼働率が低く、最近の生産能力は年間55万トンに低下している。主要な生産設備は、原料ミル、セメント焼成用キルン、セメントミル、石炭ミル、予熱ボイラー、発電機等でありこれらが汚染物質の発生源となっている。

汚染物質の主なものはボイラー等から発生するばいじんと原料ミル、セメント焼成用キルン、セメントミル、石炭ミルから発生する粉塵であり、これらの設備には集塵機が殆ど設置されておらず、設備されているものでも十分機能を発揮していないものもある。作業環境は悪く、工場内の至るところに粉塵が蓄積している状態で近接している飛行場での飛行機の発着にも影響している。

工場廃水にはボイラーや機械設備の冷却水等があるが少量である上、殆ど汚染物質を含んでいない。

騒音の発生源は、粉塵と同様ボイラーや原料ミル、セメント焼成用キルン、セメントミル、石炭ミル等でかなり高いレベルの騒音が発生している。

(2) スクリーニング結果

大連セメント工場の現状を分析して、大連セメント工場がどの環境項目に影響を与えているかを調査し、環境影響を評価するための重点項目の絞り込みを行った。

表Ⅲ-4-2-2(1) 大連セメントスクリーニング

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有・無・不明	工事に伴う住民移転なし
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・無・不明	工場周辺の地価が上昇しない
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・無・不明	視界不良による航空機離発着障害
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・無・不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・無・不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有・無・不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有・無・不明	粉じんによる労務環境
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有・無・不明	セメント製造にかかる廃棄物は軽微
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有・無・不明	
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有・無・不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有・無・不明	
	12	地下水	過剰揚水等による枯渇、造成工事による汚染	有・無・不明	
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有・無・不明	
	14	海岸・海域	埋立や海況の変化による海岸侵食や海岸生物の変化	有・無・不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有・無・不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・無・不明	
	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の阻害、文化財保護	有・無・不明	
公 害	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有・無・不明	特に粉じんによる大気汚染影響
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有・無・不明	セメント製造による水質汚濁は軽微
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・無・不明	
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有・無・不明	原料ミルによる騒音
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・無・不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・無・不明	

「経済活動」

工場から排出される粉塵の影響で周辺の大気環境に与える影響は大きく、工場周辺の団地の価格が上昇しない等、経済活動に影響がある。

「交通・生活施設」

工場から排出される粉塵の影響で気象条件によっては視界が不良となり、近傍の水子飛行場から離発着する航空機に影響を及ぼしている。

「保健衛生・健康状態」

工場内の古い設備については、集塵装置が装備されていないか、装備されていても機能していないものも多くある。従って、工場から排出される粉じんは、労働環境及び一般環境に大きなインパクトをもつと同時に、人体の健康に関しても被害を及ぼしている可能性がある。

「大気汚染」

保健衛生・健康状況の項目で記述したように、大きなインパクトがあると考えられる。

「騒音・振動」

原料ミル、セメントミルからの騒音により、労働環境に影響をもたらしている。

「経済活動」「交通・生活施設」「保健衛生・健康状態」の分野は、粉塵による大気汚染が主な原因と考えられるため、環境影響評価では大気部門の環境基準の観点から評価する。

(3) 排出量の現状

1) 大気

(a) 燃料・原料

CP 調査における大連セメントの原料、燃料の使用量は製品 45 万トンの結果である。ヒアリング調査によれば 1997 年のセメント生産量は 55 万トンであることから、現在、大連セメントで使用されている原料、燃料は以下の通りである。

表 III-4-4-2(2) 大連セメントの原料、燃料使用量 (t/年)

セメント焼成 (55 万トン/年)

種別	使用量	硫黄含有量
石炭	208,800	1.0%
石灰石	572,500	0
頁岩	28,700	0
水滓	116,200	0
加工滓	6,200	0
鉄粉	22,000	0

セメント混合用 (t/年)

石灰石	29,700
水滓	37,000
石膏	29,200

(b) 排出量推定

石炭燃焼排ガス量

$$\text{基本式： } A_o = 8.89c + 26.7h + 3.3s$$

$$G_o = (m-0.21)A_o + 1.867c + 11.2h + 0.8n + 0.7s + 1.2w$$

m：理論燃焼では1、ボイラーでは2、焼成炉では4とした。

石炭組成は他省の同等の石炭を参考とした。

A_o：理論空気量 Nm³/kg

G_o：理論燃焼湿りガス量 Nm³/kg

c：炭素、h：水素、n：窒素、s：硫黄、w：水分

石灰石分解ガス量：石灰石1トン当たり、0.224 Nm³

ばいじん排出量

CP調査の排出量を生産量45万tとし、現在生産量55万トンとして、比例で算出した。

硫黄酸化物

ボイラー： $G'_{so_2} = B \cdot s \cdot 1.6$

キルン： $G''_{so_2} = B \cdot s \cdot 0.4$

G_{so2}：SO₂排出量 (t/y)

B：石炭使用量 (t/y)

s：硫黄含有率

窒素酸化物

$$G_{nox} = 1.63B (\beta \cdot n + 10^{-6} V_y \cdot C_{nox})$$

G_{NOx}：NO_x排出量 (t/y)

B：石炭使用量 (t/y)

β：燃料中の窒素のNOへの変換率=35%

V_y：排ガス量 (Nm³/kg)

C_{NOx}：燃焼時の温度により生ずるNO濃度 (93.8mg/Nm³)

n：窒素含有率 (%)

(c) 現状の燃料・原料と大気汚染物質排出量

大気汚染物質排出量は、1997年の燃料・原料の使用量から前述の算定方法による
と次表のようになる。

表Ⅲ-4-2-2(3) 現状の燃料・原料・大気汚染物質排出量

	施設	石炭 (t/y)	石灰石 (t/y)	排ガス (1000m ³ /y)	SO ₂ (t/y)	NOx (t/y)	粉塵 (t/y)	粉塵濃度 g/m ³
1	1 キルン	63,146	179,765	839,695.76	252.58	350	1,021	1.48
2	3 キルン	36,591	104,195	486,581.76	146.36	203	592	1.48
3	4 キルン	54,155	153,430	720,070.60	216.62	300	871	1.48
4	5 キルン	47,464	135,110	631,158.84	189.89	263	766	1.48
5	破碎系	0	0	114,048.00	0	0	455	3.74
6	水淬系	0	0	57,024.00	0	0	260	4.28
7	原料乾燥	4,818	0	121,991.76	77.09	27	0	
8	原料粉砕	0	0	228,096.00	0	0	660	1.07
9	石炭乾燥	1,882	0	47,652.24	30.11	10	0	
10	石炭粉砕	0	0	114,048.00	0	0	1,730	18.5
11	セメントミル	0	0	456,192.00	0	0	2,700	7.22
12	包装系	0	0	114,048.00	0	0	91	0.75
13	暖房ボイラ	744	0	7,536.72	11.904	4	30	6.9
	合計	208,800	572,500	3,938,143.68	924.554	1157	9,176	

注) ヒヤリング調査で得られなかった項目については、通産省編「セメント業のばい煙処理技術」や東京都の調査結果等を参考に推定した。

(d) 大連セメント工場における現在の大气汚染物質排出量と排出基準との比較

遼寧省の地方基準 (DB21-60-89) では、現状の粉塵及び煤塵の排出基準は 150mg/m³ である。石炭乾燥以外ではすべての工程において排出基準を超えている。また、国家基準 (GB4915-96) と現状の排出量を比較すると表Ⅲ-4-2-2(4)のようになる。大連セメント工場の排出基準は 2 級基準の適用である。但し、当該工場での基準は、遼寧省の地方基準が優先されることから、参考として比較した。

表III-4-2-2(4) セメント工場の現状と排出基準 (GB4915-96)

施設	SO ₂				NO _x				粉塵及び煤塵			
	濃度 mg/m ³		排出量 kg/t		濃度 mg/m ³		排出量 kg/t		濃度 mg/m ³		排出量 kg/t	
	現状	基準	現状	基準	現状	基準	現状	基準	現状	基準	現状	基準
焼成炉	300	400	1.46	1.2	417	800	20.3	2.4	1480	150	7.21	0.6
破砕系									3740	100	0.75	0.6
水淬系									4280	150	2.10	0.6
原料乾燥	632		0.103		221		0.036		-	150	-	0.6
原料粉砕									1070	150	0.33	0.6
石炭乾燥	632		15.99		210		5.31		-	150	-	0.6
石炭粉砕									1850	150	0.01	0.6
水泥粉砕									7220	100	0.006	0.07
包装									750	100	0.0002	0.07
ボイラー	1579	300			531							

表に示す通りセメント焼成炉（回転式キルン）では硫黄酸化物はほぼ基準内であるが窒素酸化物は排出量で大幅に超過している。キルン以外の施設では粉じんが濃度、排出量ともに大幅に基準を超過している。

ボイラーでは既設の場合、2級基準の 300mg/m³ に対して現状が 1579mg/m³ で大幅に基準を超過し、さらに許容煙突高度 45m に基準に対して現在の煙突は 15m でどちらも基準に達していない。但し先にも述べた通り、当該工場は遼寧省の地方基準の順守が義務付けられているため、これらの比較は参考である。

2) 水質

乾式ボイラー付きセメント焼成炉は石灰質原料と粘度質原料とが、粗砕及び乾燥され適当な割合に調合され、更に微粉砕されてキルンで焼成する。

この方式では各種機器の冷却、ボイラー用水、工場内での散水等に水を使用するが殆どが循環使用されるため廃水として放出されるのはごく僅かである。

石灰や粘度等は溶解度が小さく水質を汚濁する恐れは少ないが、セメントは水質をアルカリ性にするので散水などを行う場合は注意が必要である。

3) 騒音

騒音の発生源は主に空気圧縮機、原料・石炭・セメント等の粉砕機（ミル）で 90～110db 程度の騒音を発生し、大幅に騒音基準を超過している。

表Ⅲ-4-2-2(5) 商業・工業地区の騒音環境基準 (2類)

Leq : dB (A)

適用区域	昼間	夜間
2類	60	50

現状では騒音環境基準2類 (GB3096-93) を超えており、周辺への影響があるため、何らかの対策が必要となる。

4) 廃棄物

乾式余熱ボイラー付きセメント焼成炉では燃料として石炭を使用するため燃焼残分として灰が発生するがセメント焼成では灰もセメントの原料とするため工程上では廃棄物は発生しない。

故障などで炉が停止した場合の半成品も回収利用可能である。

(4) 環境濃度の現状

1) 大気

(a) 長期平均濃度の推定

セメント製造工程から排出される大気汚染物質は硫酸化物以外は排出基準を大幅に超過していることから、かなり高い環境濃度が予想されるため、大気汚染物質の影響を年平均値モデルにより推定した。図Ⅲ-4-2-2(1)~(4)に大連セメントからの年平均値を示す。PM10の年平均値は工場周辺で最大 0.2mg/m³の濃度となっている。PM10の国家環境基準 (GB3095-1996) 二級での年平均濃度が 0.04mg/m³である。従って、大連セメントだけで環境基準の500%となる。すなわち、大連セメントだけで環境基準の5倍も汚染していることになる。このことから、大連セメントの影響がいかに大きいかが明白である。SO₂に関しては、最大濃度地域が北側で 0.004mg/m³となっている。これは環境基準二級の7%に該当する。また、NO_xは環境基準の8%の寄与率である。

(b) 短期平均濃度の推定

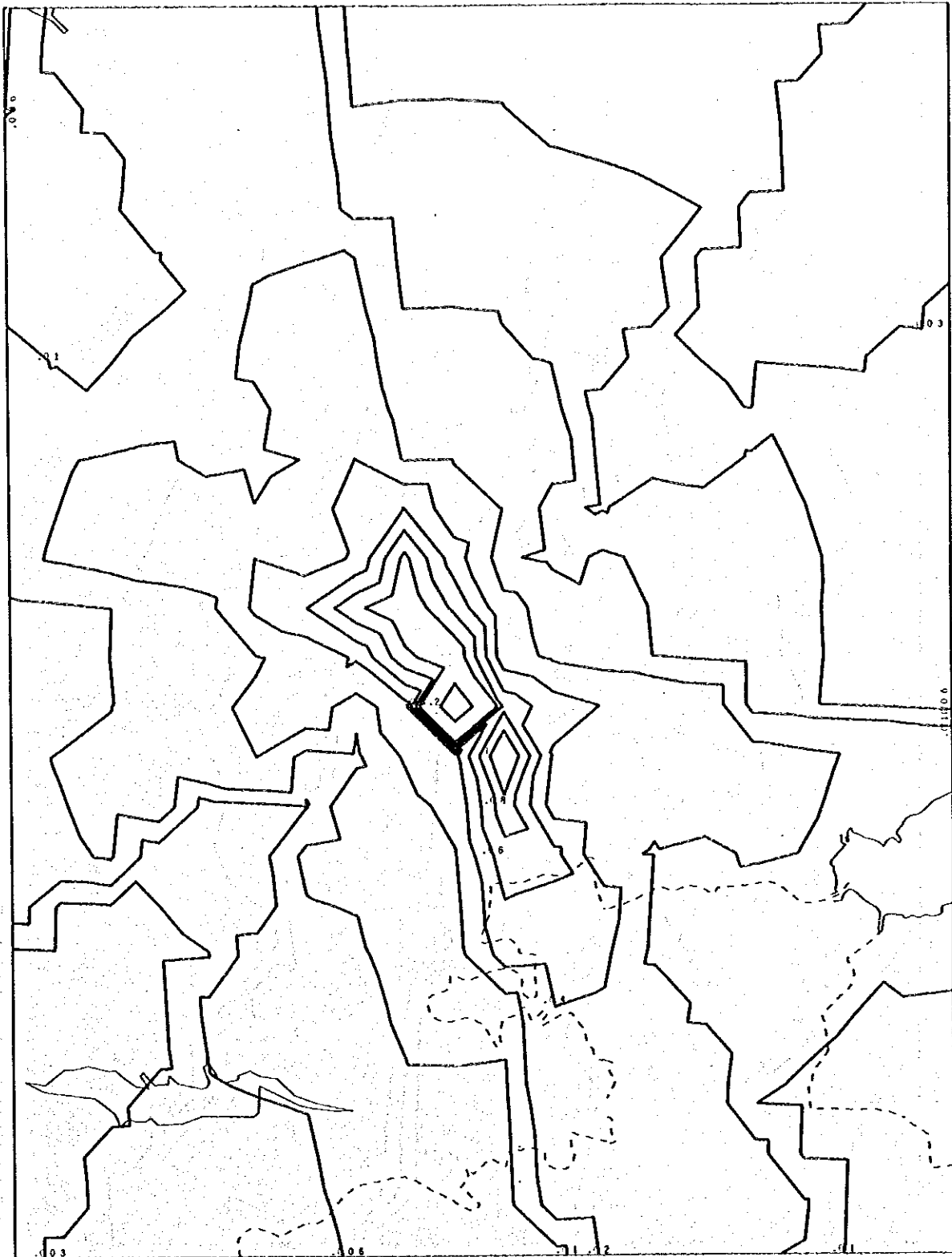
図Ⅲ-4-2-2(5)~(6)に30分平均値と1日平均値の濃度プロファイルを示す。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連市内 現状



0 1 2 3 (ug/m³)



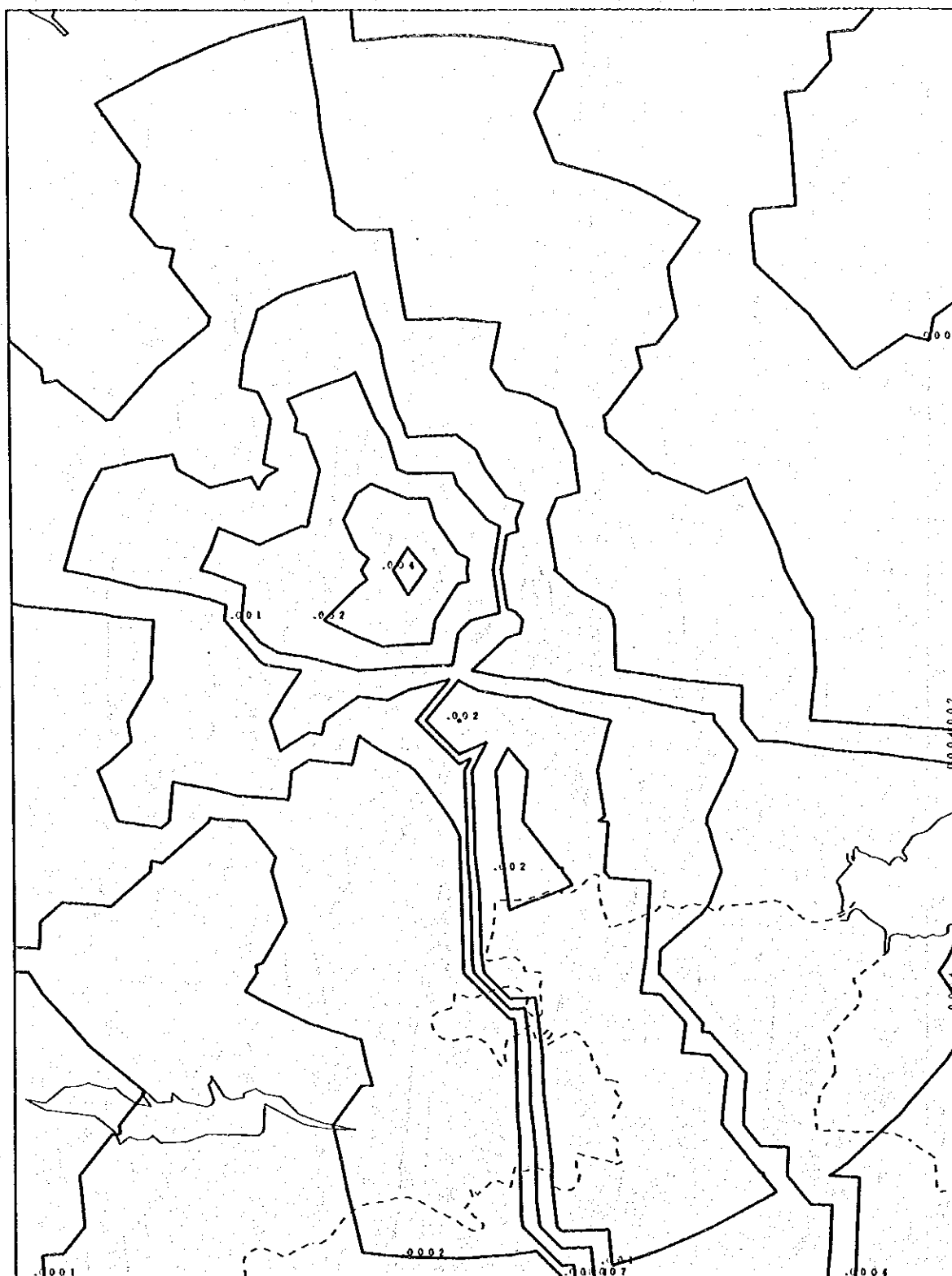
図III-4-2-2(1) PM10年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連市内 現状



0 1 2 3 (mg/m³)



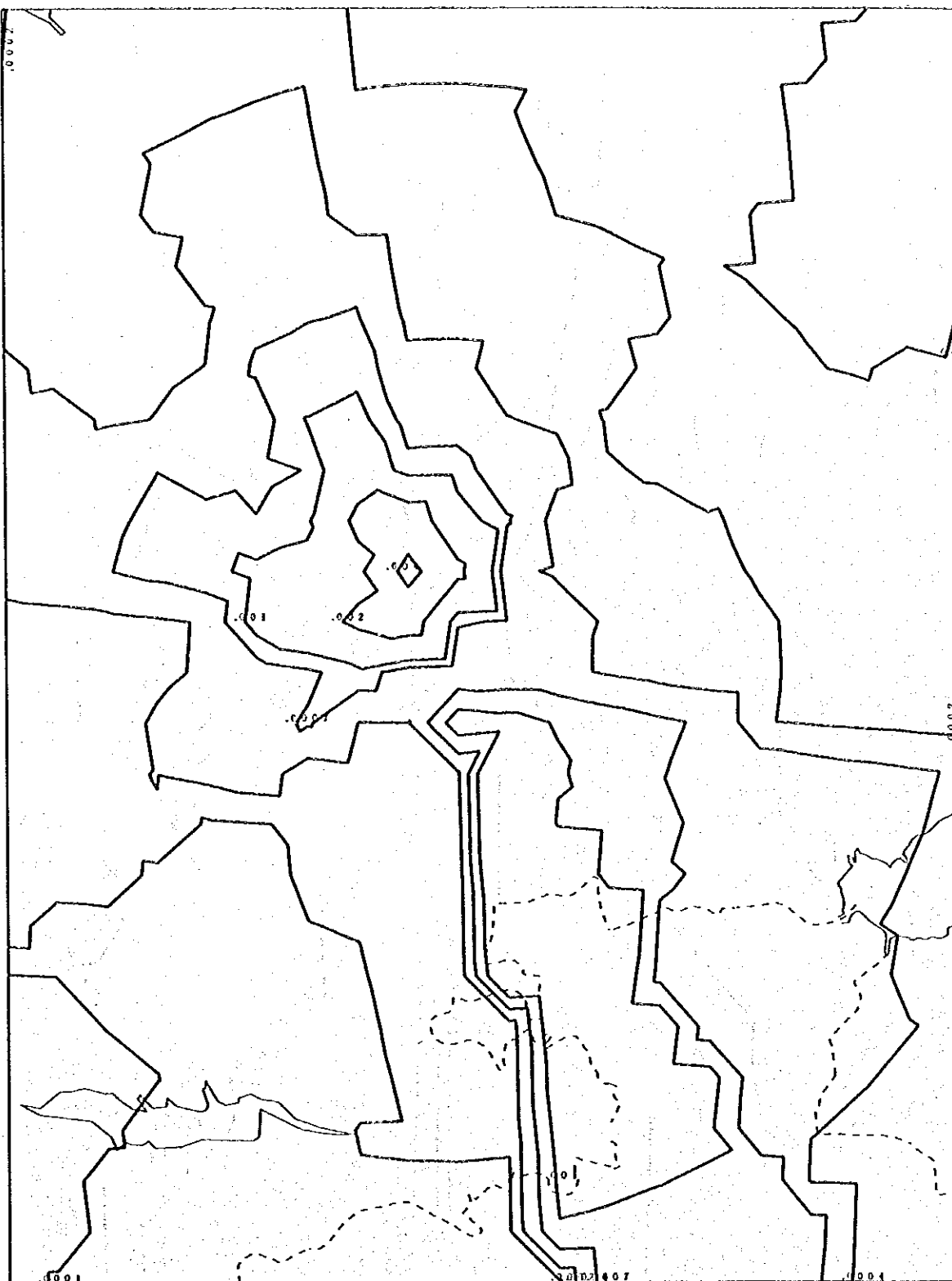
図III-4-2-2(2) SO₂年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連市内 現代



0 1 2 3 (mg/m³)



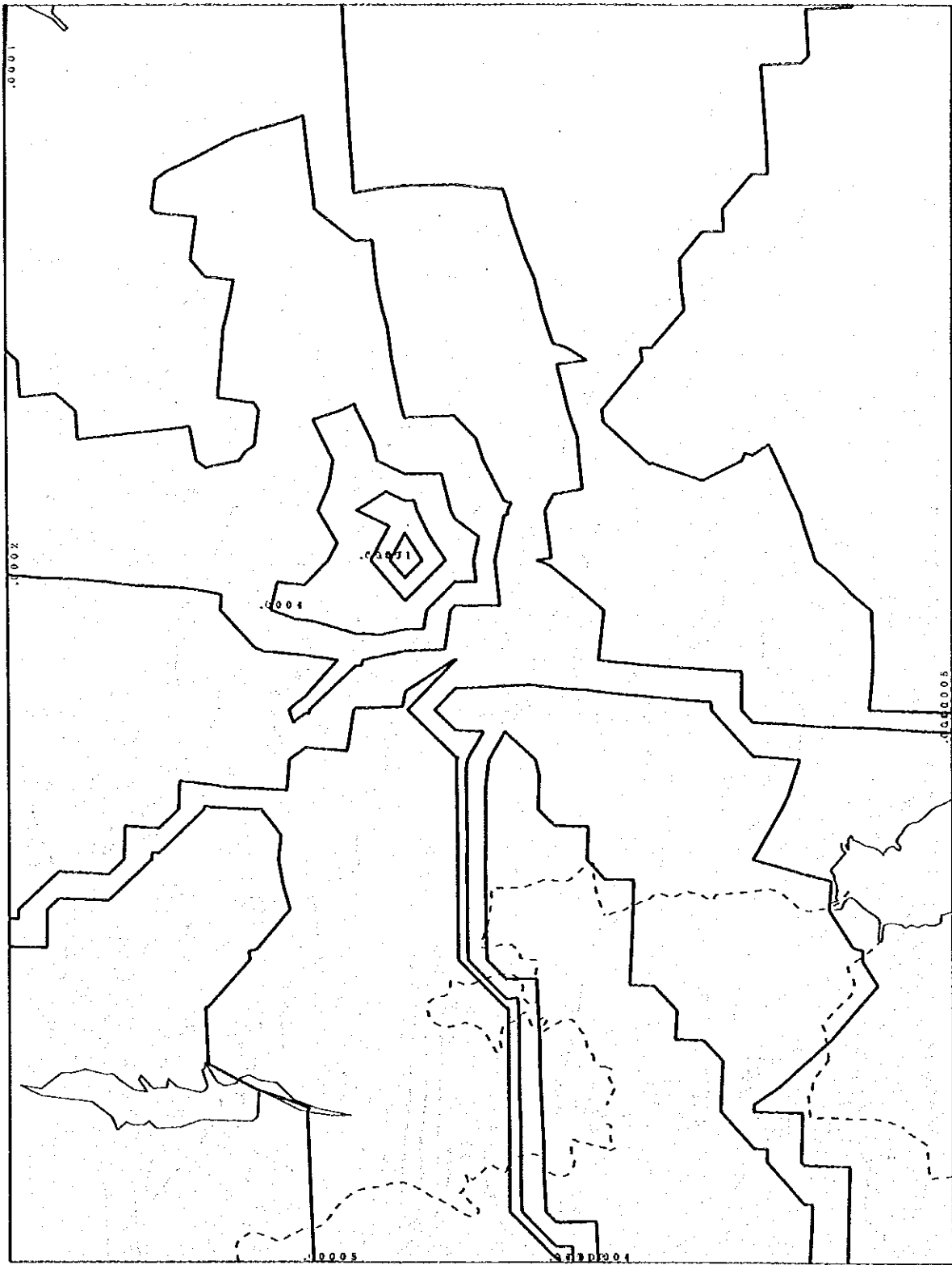
图Ⅲ-4-2-2(3) NO_x年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

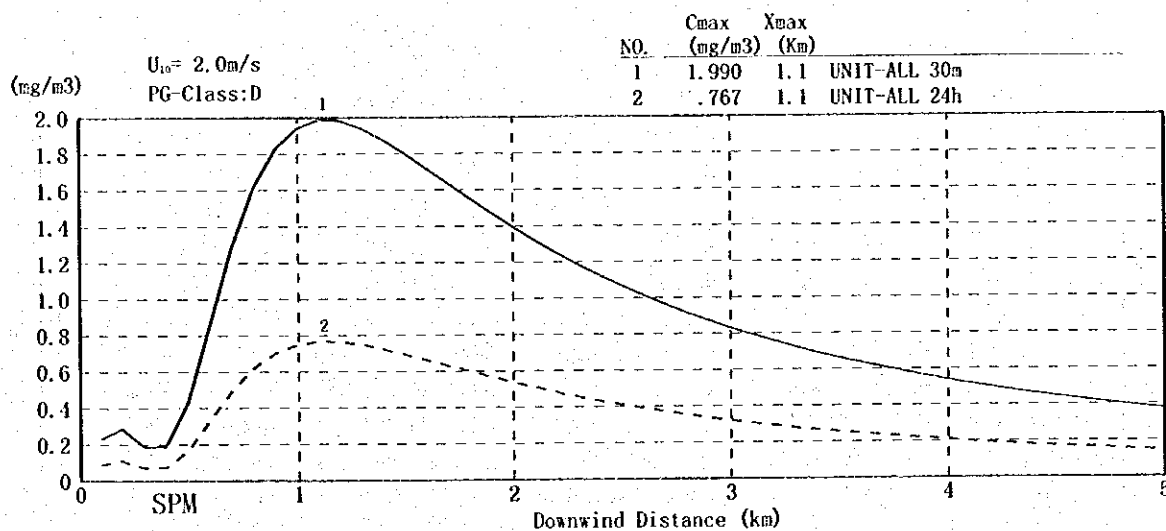
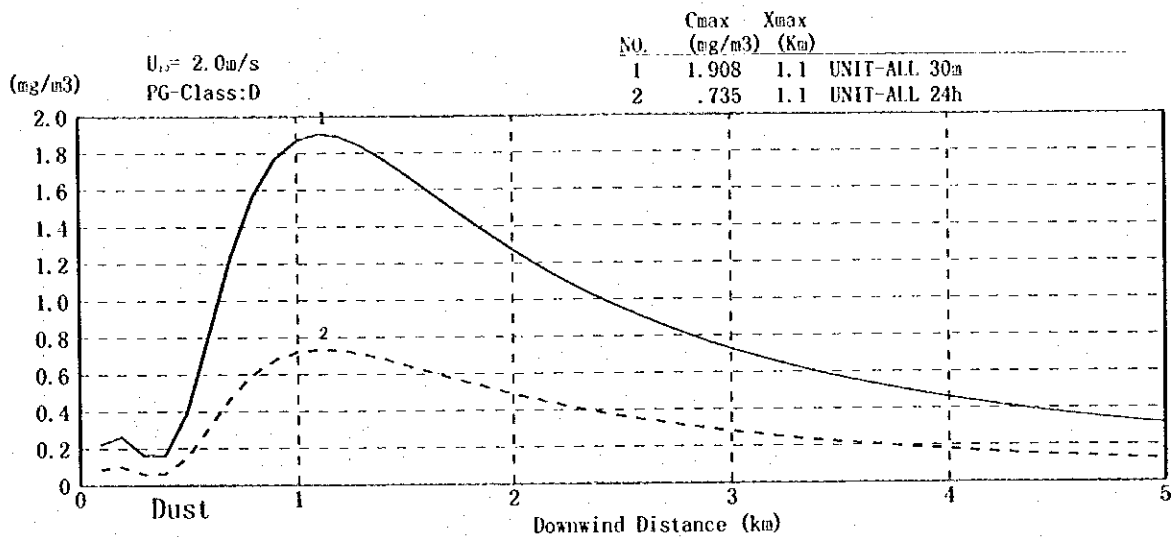
大連市内 現状



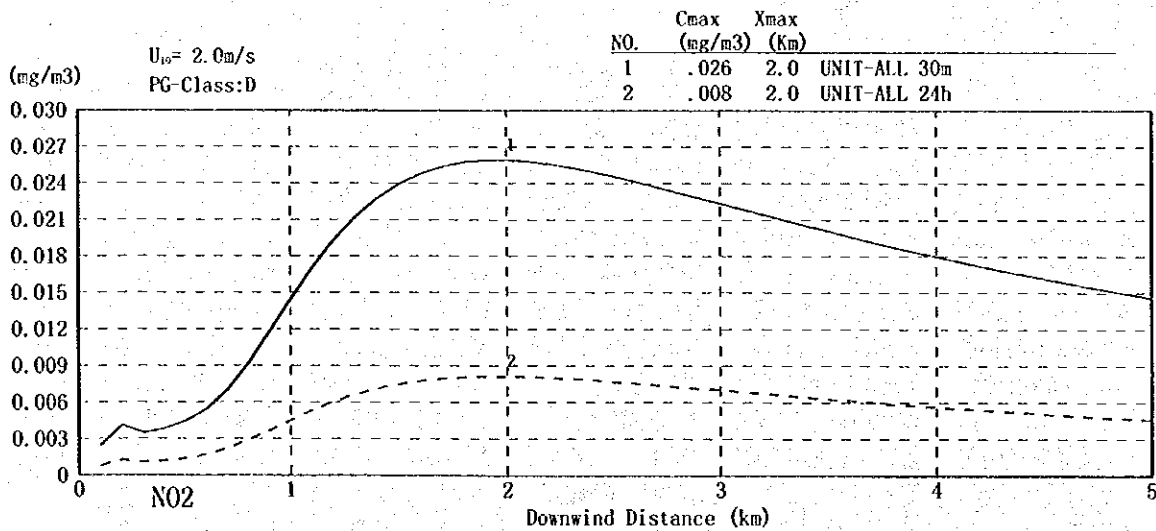
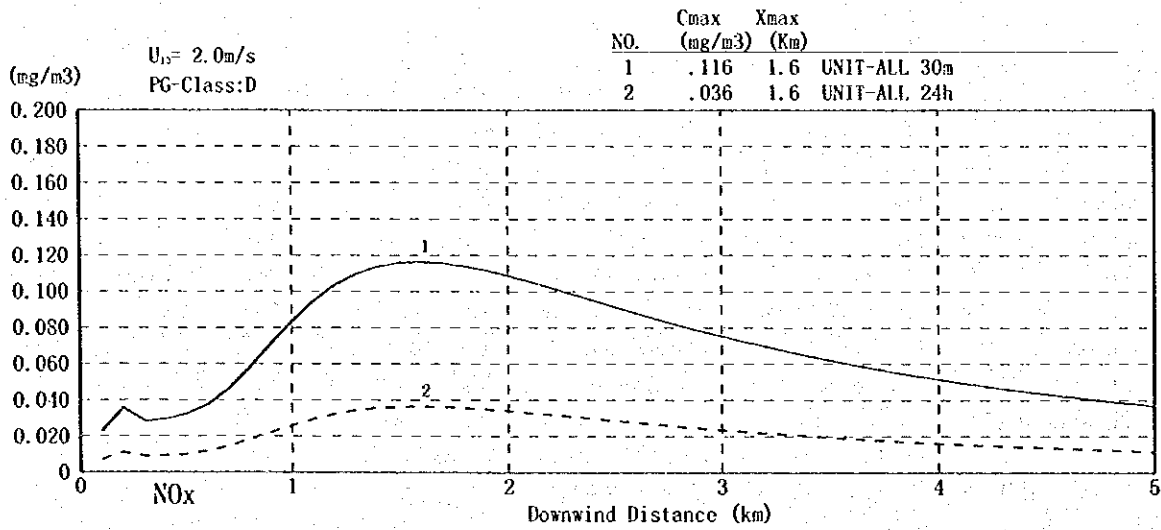
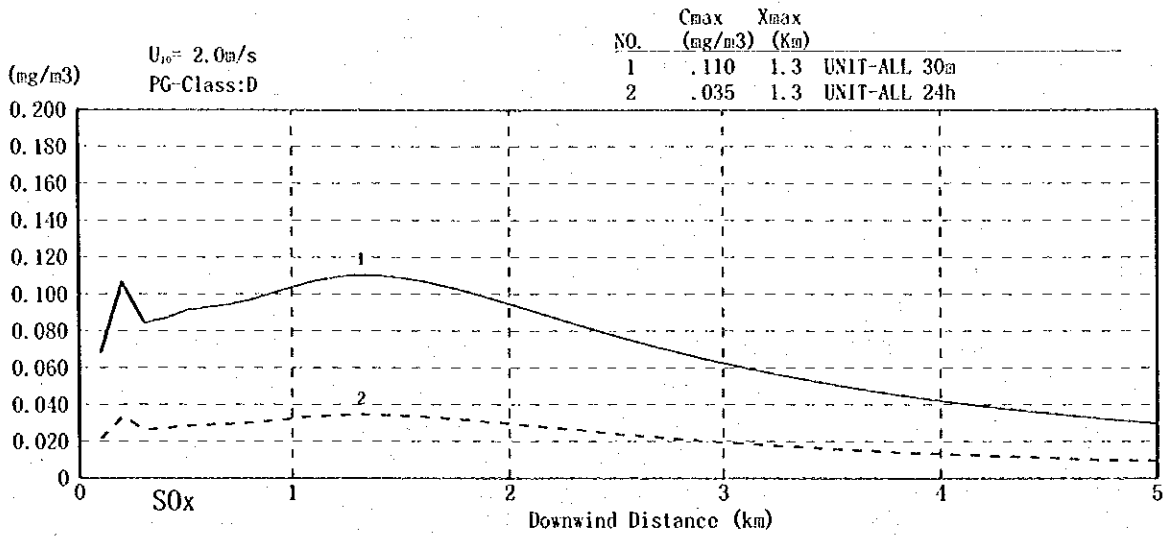
0 1 2 3 (mg/m³)



図III-4-2-2(4) NO₂年平均濃度図(現状)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-2(5) 大連セメント(現状)(短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-2(6) 大連セメント (現状) (短時間値)

(5) 現状の問題点と対策

1) 問題点

大連セメント工場における大気汚染物質の排出量や大気環境の現状から硫黄酸化物以外は基準を超過している。この原因を調査した結果によると以下のような事が挙げられる。

1. 生産設備の老朽化による多量の発塵やトラブルが多く発生する。
2. 石炭粉砕機の能力不足で燃料供給が間に合わず適正な生産管理が困難である。
3. 石炭の粉砕系に集塵機が設置されていない。
4. 原料の粉砕系に付置している電気集塵機の除塵効率が低く発塵が多い。
5. セメント粉砕系では集塵機を設置しているものが少なく発塵が多い。また、設置されていても容量不足のため発塵が多い。
6. 工場内の清掃、緑化、道路舗装が不足しているため、2次発塵がある。また、建屋の老朽化による粉塵及び騒音の大気中への放出がある。
7. キルンは熱効率が悪く、電気集塵機の効率も悪い。

2) 対策

現状の問題点で指摘した諸問題は全て粉塵に関するもので、基本的には年産73万トン为目标として設備の改善、高効率の集塵機を設置して大気汚染物質の排出及び環境基準を達成するための対策が中心となる。原料・燃料等の粉砕系は粉塵ばかりでなく、騒音の発生源でもあるので設備を工場境界線より離れた中心部に設置する。

(a) 粉塵

a) 石炭粉砕機の改造

現有の石炭粉砕機の3基(7t/h2基、8t/h1基)を廃止して、15t/h、20t/hの粉砕能力のものをそれぞれ1基新設する。

粉塵削減対策としては、建屋を密閉式にしてバグフィルターの集塵機を設置して高効率の集塵と騒音対策も同時に実施する。

b) セメント粉砕機の改造

現有のセメント粉砕機No1(8t/h)の1基、No2、3、8、9(17t/h)4基を廃止して径3.8m、長さ9mの带式圧力粉砕機(110t/h)1基を新設する。

粉塵削減対策としては、建屋を密閉式にした上全ての粉砕機にバグフィルター集塵機を設置して高効率の集塵と騒音対策を同時に実施する。

c) 原料粉砕機

現有の粉砕機の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、粉砕機にバグフィルターを設置して高効率の集塵と騒音対策を同時に実施する。

d) 破碎系

現有の破碎及び水淬系の粉塵対策として建屋を密閉式にした上全ての粉碎機にサイクロン+バグフィルターの2段集塵機を設置して集塵と騒音対策を同時に実施する。

e) 石炭乾燥機

現有の乾燥機の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、全ての粉碎機にバグフィルターを設置して集塵と騒音対策を同時に実施する。

f) 製品包装系

製品包装系の粉塵対策として建屋を密閉式にしたうえ、全ての包装機にバグフィルターの集塵機を設置する。

g) 暖房用ボイラー

暖房用ボイラーにバグフィルターを設置して高効率の集塵を実施する。

h) 道路舗装の強化と清掃

工場内の未舗装部分を舗装する。定期的に道路の清掃・散水を行う。

i) 敷地の緑化

建屋、道路以外の敷地全てに植栽し騒音の軽減と粉塵の飛散を防止する。

(b) 騒音対策

空気圧縮機騒音はかなりの高音を発生するので圧縮機そのものを防音壁で隔離すると共に吸・送入口にサイレンサーを設置し、基準値を達成する。

原・燃料の破碎系は工場敷地中心部に配置し、周辺への影響を軽減すると共に収納する建屋を整備する。

(6) 将来の改善効果

1) 大気

(a) 原・燃料使用量

現在のセメント生産量 55 万トンから 73 万トンに変更する計画であり、計画変更に伴う原・燃料の使用量は次のようになる。

表Ⅲ-4-2-2(6) 原・燃料使用量 (t/年)

種目		現在	将来
原料	石灰石	572,500	649,700
	頁岩	28,700	32,500
	水淬	116,200	131,900
	加工淬	6,200	7,000
	鉄粉	22,200	24,900
合計		745,600	846,000
燃料	石炭	208,800	217,200
添加材	石灰石	29,700	36,500
	水淬	37,000	36,500
	石膏	29,200	36,500
合計		95,900	109,500

(b) 大気汚染物質排出量

将来の生産量73万トンに改造した場合の大連セメント工場における大気汚染物質の排出量は表Ⅲ-4-2-2(7)のようになる。また、対策後の大気汚染物質の排出量は表Ⅲ-4-2-2(8)のようになる。セメントミルで基準(GB4915-96)を超えるが、遼寧省の地方基準100mg/m³はクリアする。

表Ⅲ-4-2-2(7) 将来大気汚染物質排出量

	施設	石炭 (t/y)	石灰石 (t/y)	排ガス (1000m ³ /y)	SO ₂ (t/y)	NOx (t/y)	粉塵 (t/y)	粉塵濃度 g/m ³
1	1キルン	65,812	204,005.80	878,877.22	263.2	364.7	1,156	1.32
2	3キルン	38,010	118,245.40	507,693.50	152	210.7	670.6	1.32
3	4キルン	56,472	174,119.60	753,938.32	225.9	313	987	1.31
4	5キルン	49,350	153,329.20	659,116.70	197.4	273.5	868	1.32
5	破碎系	0	0	228,096.00	0	0	396.9	1.74
6	水淬系	0	0	171,072.00	0	0	226.8	1.33
7	原料乾燥	5,072	0	128,423.04	20.3	28.1	-	-
8	原料粉砕	0	0	228,096.00	0	0	291	1.28
9	石炭乾燥	1,740	0	44,056.80	27.4	9.6	-	-
10	石炭粉砕	0	0	684,288.00	0	0	1,120	1.64
11	セメントミル	0	0	547,430.00	0	0	1,647	3
12	包装系	0	0	114,048.00	0	0	79.1	0.69
13	暖房ボイラ	744	0	7,536.72	11.9	4.1	30	3.98
	合計	217,200	649,700.00	4,952,672.30	898.1	1203.7	7472.4	

表III-4-2-2(8) ばいじん排出量と排出基準との比較 (GB4915-96)

施設	除去率 (%)	濃度		粉じん排出量		
		排出濃度 (mg/m ³)	基準 (mg/m ³)	製品単位排出量(kg/t)	排出基準 (kg/t)	年間排出量 (t/y)
焼成炉	95.0	66	100	0.2520	0.30	184.1
破碎系	95.0	87	100	0.0305	0.30	19.8
水淬系	95.0	66	100	0.0975	0.04	11.3
原料乾燥系	95.0	—	100	—	0.04	—
原料粉碎系	95.0	64	100	0.0172	—	14.6
石炭乾燥系	95.0	—	100	—	—	—
石炭粉碎系	95.0	82	100	0.2578	—	56.0
セメント	98.0	60	50	0.0451	—	32.9
包装系	98.0	14	50	0.0022	—	1.6
ボイラ	95.0	199	250	—	—	1.5
合計						321.8

73 万トン生産工程からの粉じんの発生は電気集塵機やバグフィルターを設置して適正な運転管理を行えばほぼ排出基準を達成することが可能である。

更に、電気集塵機では粉じんの電気抵抗値を適正な値にするため加湿等を行うことやマルチサイクロンを前置し 2 段集塵装置にすれば集塵効率を 99.9%程度に向上させることが可能である。

2 段集塵装置での総合効率(η)は次式で求められる。

$$\eta = \eta_p + (100 - \eta_p) \eta_s / 100$$

η_p : 一次集塵機の効率 (%)

η_s : 二次集塵機の効率 (%)

例 : η_p を 80%、 η_s を 99.5%にした場合の総合効率は 99.9 となる。

硫黄酸化物の濃度

表III-4-2-2(9) 硫黄酸化物の排出濃度

施設	濃度	
	(mg/m ³)	基準
焼成炉	0.299	400
原料乾燥炉	0.159	—
石炭乾燥炉	0.622	—
ボイラ	1.579	—

硫黄酸化物の排出濃度規制値はセメント焼成炉(キルン)にのみであり、キルン内での吸収があるため基準値を容易に達成できる。

窒素酸化物の濃度

表Ⅲ-4-2-2(10) 窒素酸化物の排出濃度

施設	濃度	
	(mg/m ³)	基準
焼成炉	415	800
原料乾燥炉	219	—
石炭乾燥炉	218	—
ボイラー	544	—

窒素酸化物の排出濃度も硫黄酸化物と同様、セメント焼成炉（キルン）のみに基準があり、大連セメント工場の施設では基準を達成しており、燃焼器や燃焼方法を変更しなければ削減対策は必要ない。

(c) 煙突の規制

・セメント製造設備

新設の場合の煙突高さ規制値は次表のようである。

表Ⅲ-4-2-2(11) 窒素酸化物の排出濃度

施設	濃度		
	240~700	700~1200	>1200
焼成炉	45	60	80
粉砕・乾燥 破砕・冷却	20	25	30

大連セメント工場の焼成炉の煙突は 50m であるのに対し、基準ではセメント生産量 2000t/日（73 万 t/年）の煙突の高さ規制は 80m 以上となっている。従って、国家基準（GB4915-96）に従うならば、煙突高さを規制値に合うよう改造する必要がある。

(d) 対策後の環境濃度

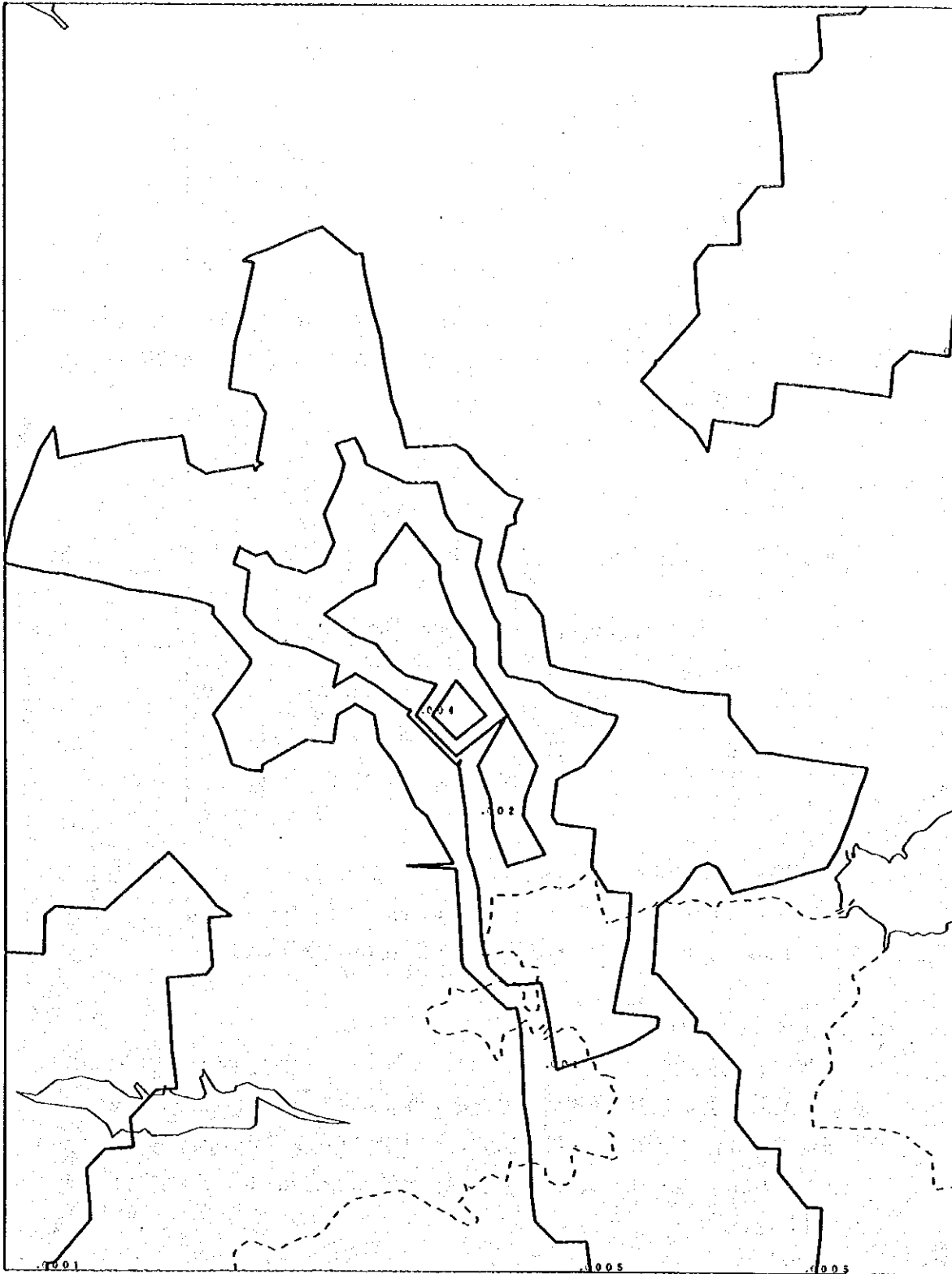
大気汚染対策を行った後の年平均値濃度コンターを図Ⅲ-4-2-2(7)~(10)に示す。PM10 の環境濃度の最大は工場周辺で最大 0.004mg/m³ となっている。対策の効果により現状の 1/50 にまで濃度が減少している。これは、環境基準の 10% に該当し、大連セメントの粉塵対策により大気環境は大きく改善される。SO₂ は現状と比較して大きな変化はない。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連市内 将来



0 1 2 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



図III-4-2-2(7) PM10年平均濃度図(将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連市 将来



0 1 2 3 ¹⁰ (mg/m³)

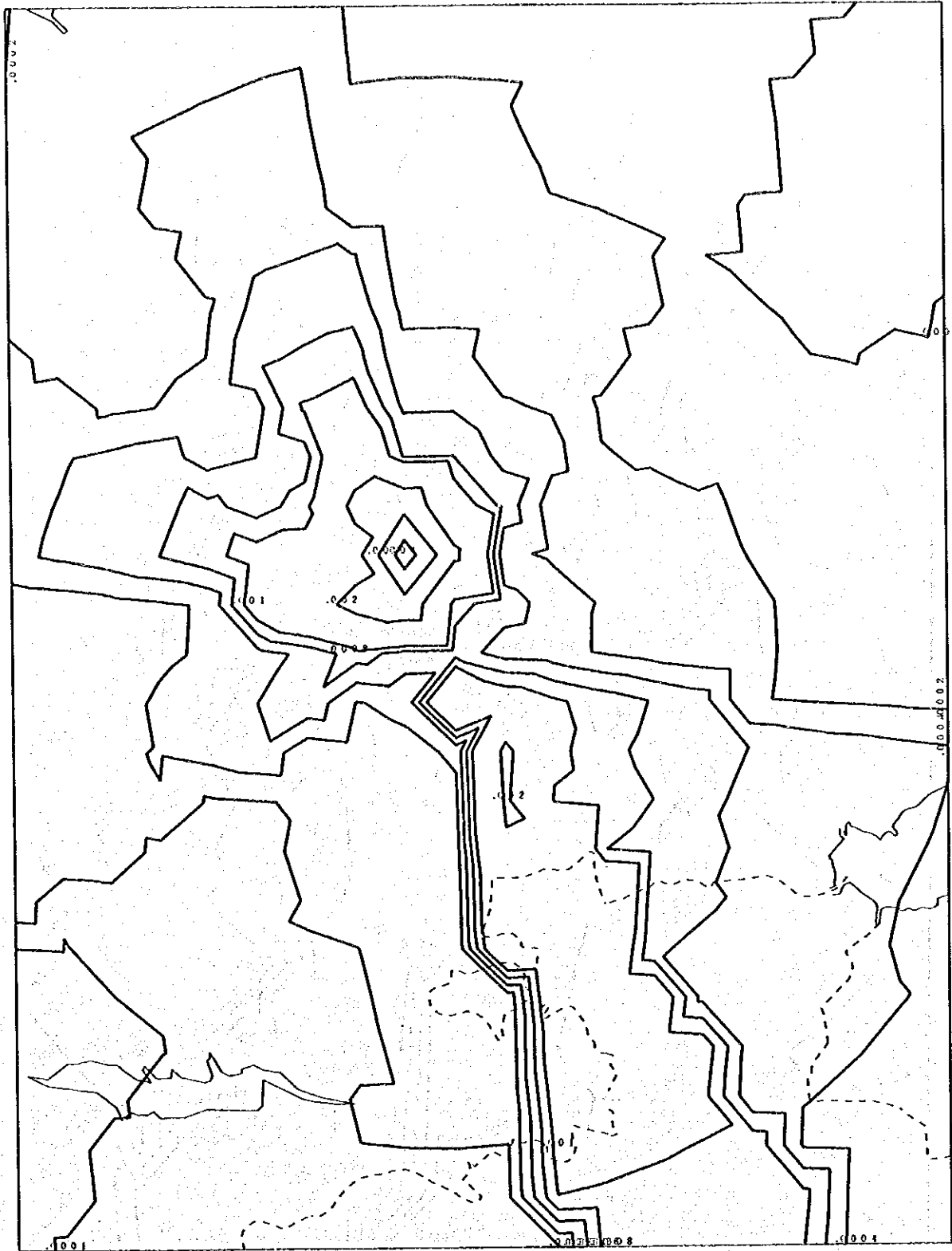


图 III-4-2-2(8) SO₂年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連市外 将来



0 1 2 3 km (mg/m³)

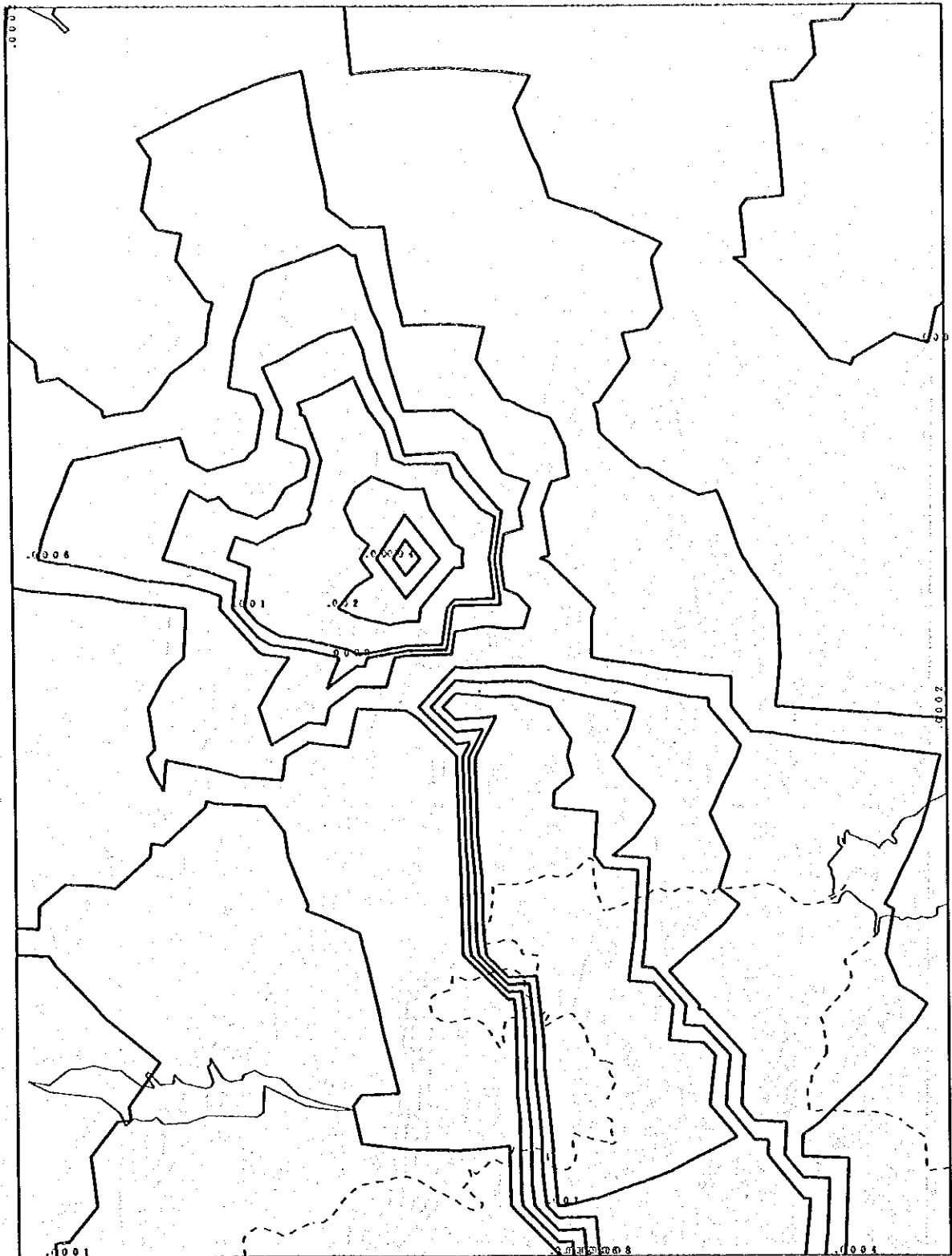


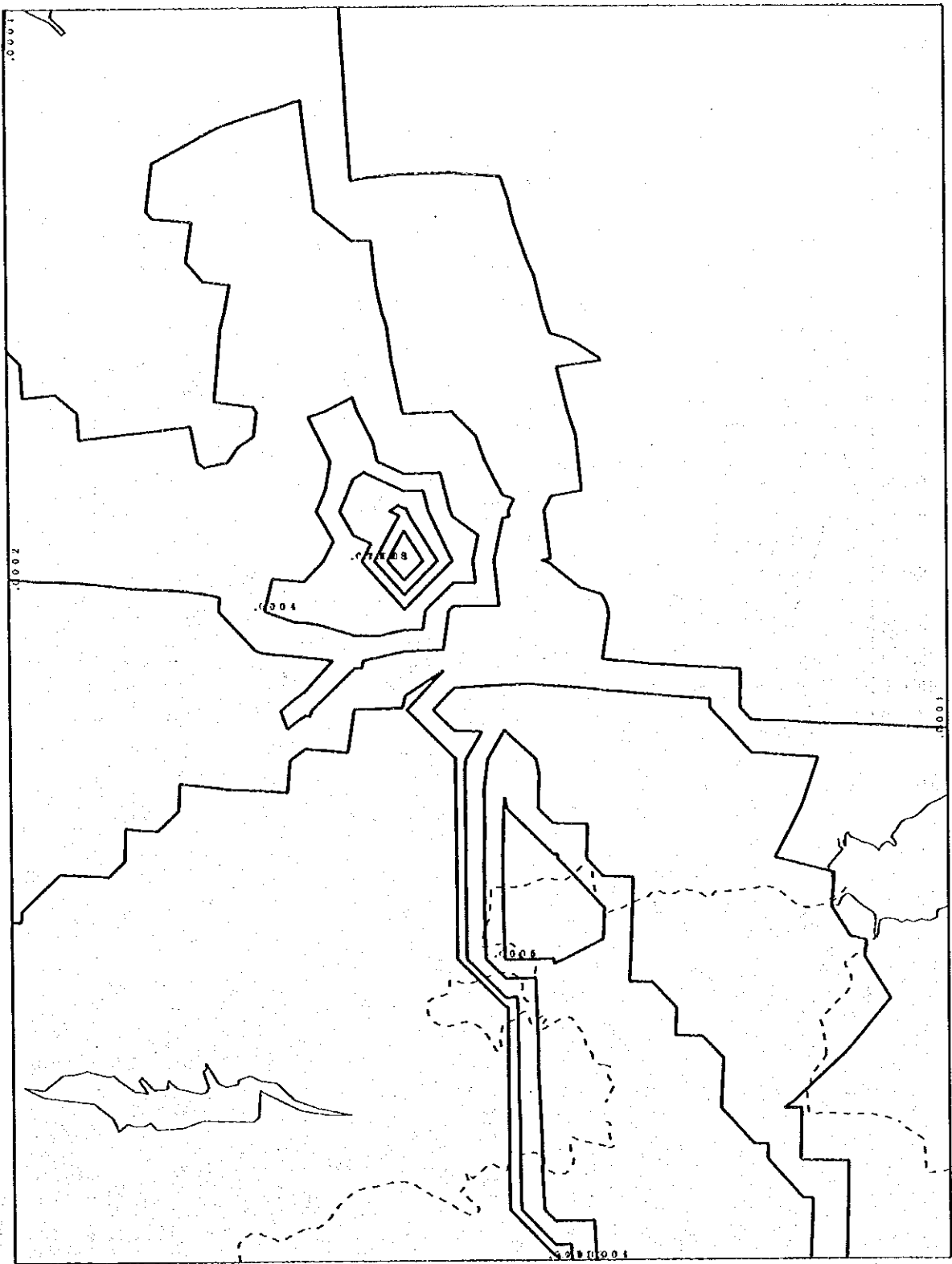
图 III-4-2-2(9) NO_x 年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

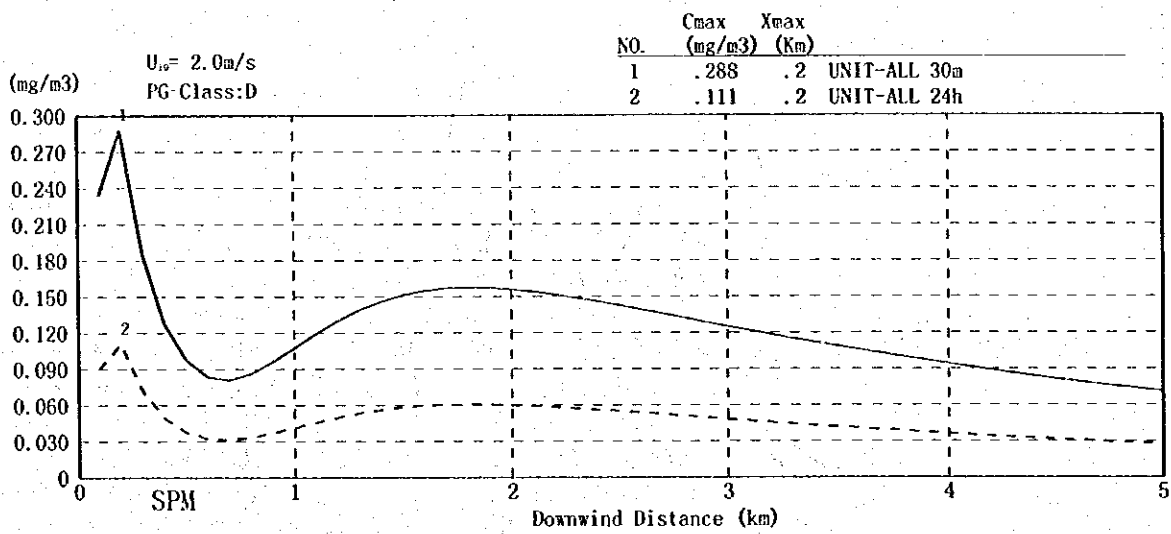
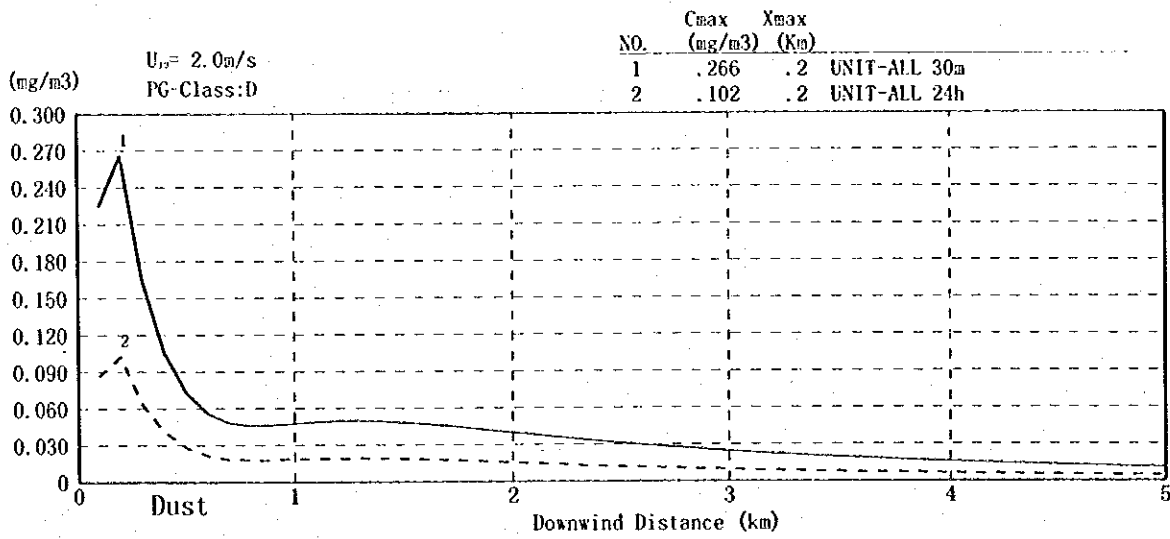
大連市 将来



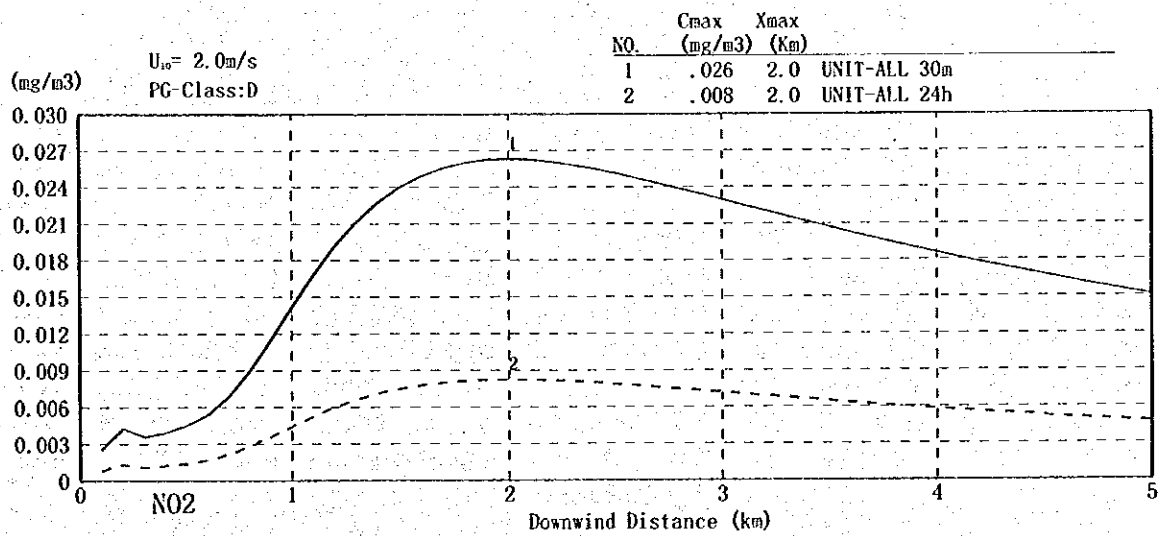
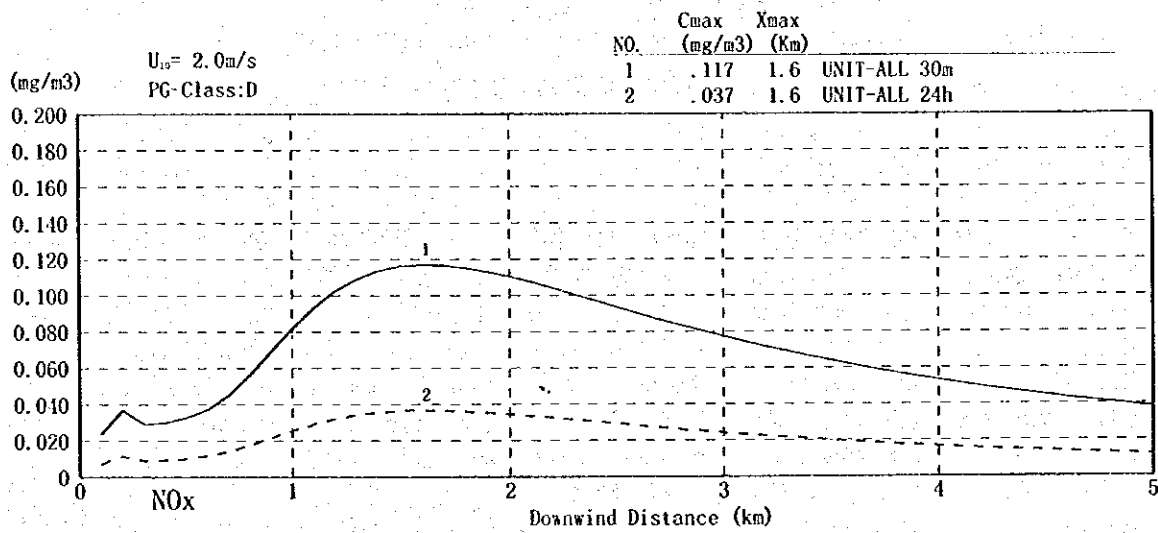
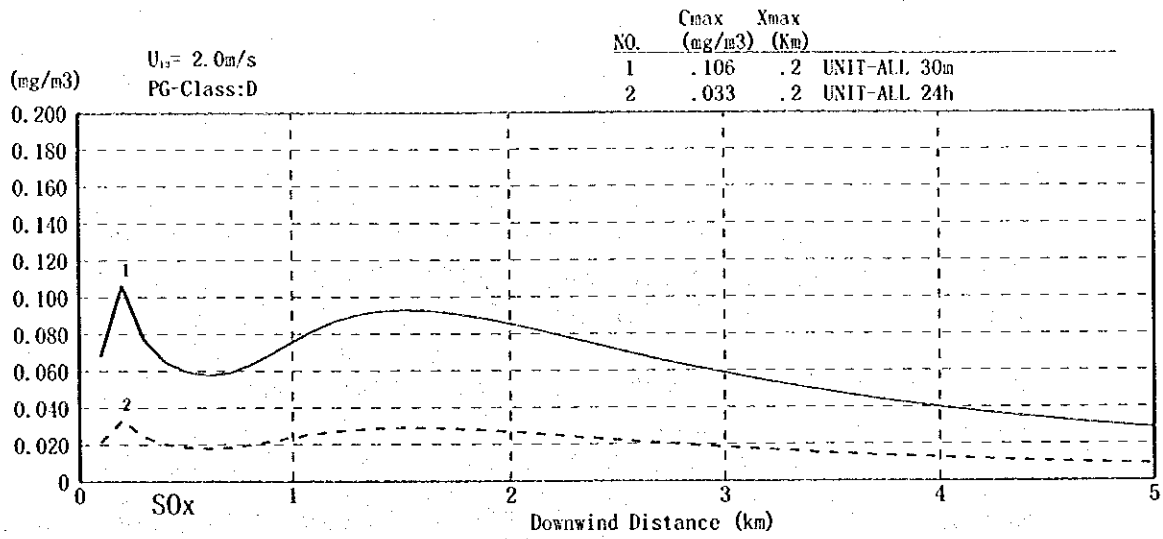
0 1 2 3 (mg/m³)



図III-4-2-2(10) NO₂年平均濃度図 (将来)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-2(11) 大連セメント (将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-2(12) 大連セメント (将来) (短時間値)

(7) 結論

大連セメントは、燃原料破碎、製品粉碎等種々の生産プロセスから発生する粉塵により、周辺の住民及び、空港における航空機の離発着にまで影響を及ぼしている。従って、粉塵を大気中に放出しない集塵機の設置が主たる対策となる。それと同時に、老朽化した生産設備とプロセスを改善する必要がある。本報告では生産プロセスを以下に分類し、対策を提案した。

1. 焼成炉は余熱ボイラーによりエネルギーを回収することにより、省エネを目指す。また、吸湿塔の設置により95%以上の集塵効率を目標とする。
2. 破碎系はサイクロン（効率80%）+バグフィルターを設置し効率を95%以上とする。
3. セメントミル及び包装はバグフィルターのみで98%以上を目標とする。
4. その他はバグフィルターで95%以上の高効率を目標とする。

上述のような高効率を達成するためには、集塵機能力等に留意して適切に設置しなければならない。これらの対策を施行すれば環境に大きな負荷をかけない工場の改造は可能である。

4.2.2.3 プレF/S (財務経済評価)

(I) 財務評価

1) 一般条件

事業開始年：	1999年 (仮設定)
建設期間：	2年
事業評価年数：	27年
減価償却費：	25年 (残存価値5%)
販売税率：	17%
付加価値係数：	6.5%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-2-3(1) 総投資額

単位：万元

No	項目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	総計	その内、外貨
1	固定資産投資	1,863	9,817	1,630	1,845	15,155	8,175
1.1	石炭ミル	272	1,488	147		1,907	}
1.2	セメントミル	1,228	5,021	446		6,695	
1.3	キルン余熱発電	297	1,936	593		2,826	
1.4	キルン排ガス調湿装置		869	157		1,026	
1.5	原料ミル内散水装置	14	398	142		554	
1.6	構内緑地及び舗装				340	340	
1.7	コンプレッサ室統合	52	105	145		302	
1.8	その他				618	618	
1.9	予備費				887	887	
2	建設期間中金利				445	445	125
I	建設費 (1+2)	1,863	9,817	1,630	2,290	15,600	8,300
II	運転資金				900	900	
	総投資額 (I+II)	1,863	9,817	1,630	3,190	16,500	8,300

資金計画： 自己資金 4,200 万元 + 借入金 12,300 万元

表Ⅲ-4-2-2-3(2) 総投資額

借入金の種類	借入金額 (万元)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
長期借入金 (外国)	8,300	10	30	0.75
同上: (国内銀行手数料)				0.55
長期借入金 (国内)	4,000	5	5	8.01
運転資金				
短期借入金				

3) 販売収入

表Ⅲ-4-2-2-3(3) 100%稼働時販売収入、販売税及び付加

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	普通 4253 セメント	ton	330	270,000	12,210	370,000	12,210
2	普通 5253 セメント	ton	340	250,000	8,500	150,000	5,100
3	輸出用五羊セメント	ton	380	30,000	1,140		
4	A 級油井セメント	ton	400	80,000	3,200	30,000	1,200
(1)	販売収入 (含税)			730,000	25,050	550,000	18,510
(2)	販売収入 (不含税)			(1)÷1.17	21,410	(1)÷1.17	15,821
(3)	付加価値税			(2)×0.065	1,392	(2)×0.065	1,028
(4)	都市維持建設税			(3)×0.07	97	(3)×0.07	72
(5)	教育費付加			(3)×0.03	42	(3)×0.03	31
	販売税及び付加				1,531		1,131

4) 変動費

表Ⅲ-4-2-2-3(4) 100%稼働時販売収入、販売税及び付加

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費						
1.1	石灰石	ton	14	778,180	1,089	583,570	817
1.2	頁岩	ton	18	27,740	50	20,560	37
1.3	水滓	ton	50	209,510	1,048	161,600	808
1.4	鉄粉	ton	80	32,850	263	25,630	205
1.5	石膏	ton	170	40,150	683	29,300	498
1.6	耐火煉瓦	ton	0.14		180		180
1.7	鋼球		4		75		50
	計				3,388		2,595
2	燃料及び動力費						
2.1	石炭	ton	245	223,390	5,473	165,510	4,055
2.2	電力 (CP : W)	kWh	0.24			57,250,000	1,374
2.3	電力 (現設 : W/O)	kWh	0.16	78,125,000	1,250		
	計				6,723		5,429

5) 固定費

表Ⅲ-4-2-2-3(5) 固定費

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	人件費	式		1	550	1	510
2	修繕維持費	式		1	2,400	1	2,100
3	財務費用 (不含利息)	式		1	215	1	150
4	販売費	式		1	2,100	1	1,500
5	管理費	式		1	3,000	1	2,600
	計				8,265		6,860

6) 減価償却費

表Ⅲ-4-2-2-3(6) 減価償却費

No.	項目	償却固定資産 (万元)	残存価値 (万元)	償却年数	減価償却 (万元)
1	減価償却費	15,600	1,325	25	571

7) 製造費

表Ⅲ-4-2-2-3(7) 100%稼働時製造費

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費	式		1	3,388	1	2,595
2	燃料及び動力費	式		1	6,723	1	5,429
3	人件費	式		1	550	1	510
4	修繕維持費	式		1	2,550	1	2,100
5	減価償却費	式		1	571	1	
6	財務費用	式		1	620	1	150
6.1	その内、支払利息				405		
7	管理費	式		1	3,000	1	2,600
7.1	その内、土地使用料				510		510
8	販売費	式		1	2,090	1	1,580
9	総製造費 (1+2+3+4+5+6+7+8)				19,492		14,964
9.1	その内、固定費 (9-1-2-6)				8,761		6,790
9.2	変動費 (9-9.1)				10,731		8,174
10	製造原価 (9-5-6.1)				18,516		14,964

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-2-3(8) 経済評価投資額調整計算表

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	合計	
1	固定資産投資	8,175	7,004	15,179	7,779	6,489	14,268	-911
1.1	建築工事		1,863	1,863		1,863	1,863	
1.2	設備費	7,582	2,235	9,817	7,582	2,235	9,817	
1.3	据付工事費		1,630	1,630		1,630	1,630	
1.4	その他	197	761	958	197	761	958	
1.5	予備費	396	515	911				-911
2	建中金利	125	296	421				-421
I	建設費 (1+2)	8,300	7,300	15,600	7,779	6,489	14,268	-1,332
II	運転資金		900	900		900	900	
	合計 (I+II)		8,200	16,500	7,779	7,389	15,168	-1,332

2) 製造費調整

表Ⅲ-4-2-2-3(9) 経済評価製造費調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	改造後 (W)							
1.1	原材料費	式		1	3,388		1	3,388
1.2	燃料及び動力	式		1	6,723		1	6,723
1.3	人件費	式		1	550		1	550
1.4	修繕維持費	式		1	2,550		1	2,550
1.5	財務費用	式		1	215		1	215
1.6	その他費用	式		1	5,090		1	5,090
	合計				18,516			18,516
2	現設 (W/O)							
2.1	原材料費	式		1	2,595		1	2,595
2.2	燃料及び動力	式		1	5,429		1	5,429
2.3	人件費	式		1	510		1	510
2.4	修繕維持費	式		1	2,100		1	2,100
2.5	財務費用	式		1	150		1	150
2.6	その他費用	式		1	4,180		1	4,180
2.7	合計				14,964			14,964
3	増分 (W-W/O)				3,552			3,552

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-2-3(10) 経済評価販売収入調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	改造後 (W)							
1.1	普通 4253 ㊦	式		1	12,210		1	12,210
1.2	普通 5253 ㊦	式		1	8,500		1	8,500
1.3	輸出用五羊㊦	式		1	1,140		1	1,140
1.4	A 級油井㊦	式		1	3,200		1	3,200
	計				25,050			25,050
2	現設 (W/O)							
2.1	普通 4253 ㊦	式		1	12,210		1	12,210
2.2	普通 5253 ㊦	式		1	5,100		1	5,100
2.3	輸出用五羊㊦	式						
2.4	A 級油井㊦	式		1	1,200		1	1,200
	計				18,510			18,510
3	増分 (W-W/O)				6,540			6,540

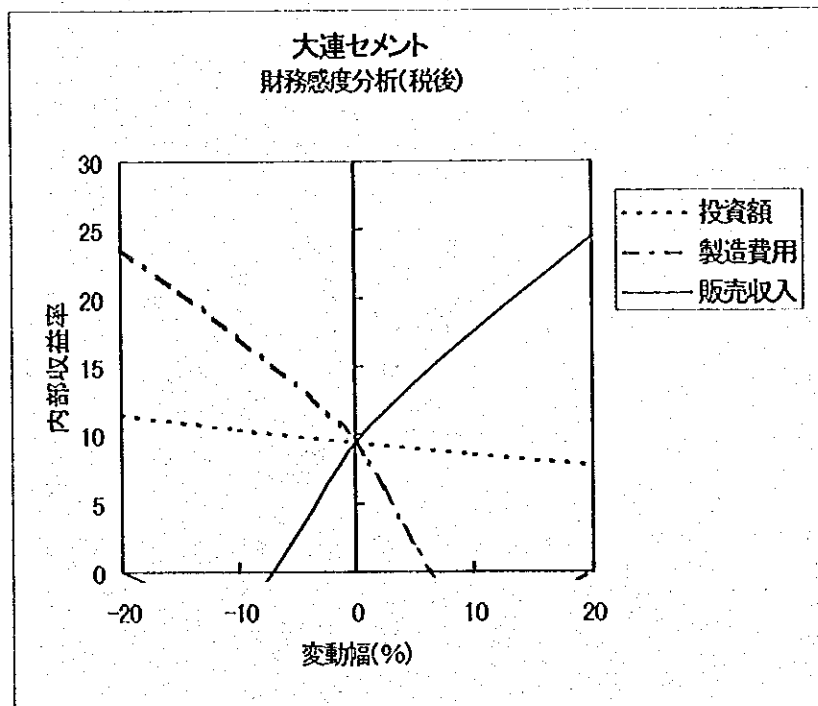
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部収益率 (FIRR) : 9.41% (所得税後) 11.67% (所得税前)
 投資回収年数: 11.23年 (所得税後) 9.90年 (所得税前)
 安定性の検討: 2.99 > 1.0 OK
 感度分析: 表Ⅲ-4-2-2-3(11)及び図Ⅲ-4-2-2-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-2-3(11) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+	-10	+10	-	
税前	内部収益率 (%)	11.67	10.52	12.84	+7.352% 0.00	21.72	22.31	-8.64% -1.66
	投資回収年数	9.90	10.64	9.30	27.00	6.48	6.31	0.00
税後	内部収益率 (%)	9.41	8.51	10.34	+7.74% 0.00	17.20	17.52	-8.306% 0.00
	投資回収年数	11.23	11.99	10.58	27.00	7.47	7.32	0.00



図Ⅲ-4-2-2-3(1) 財務感度分析図

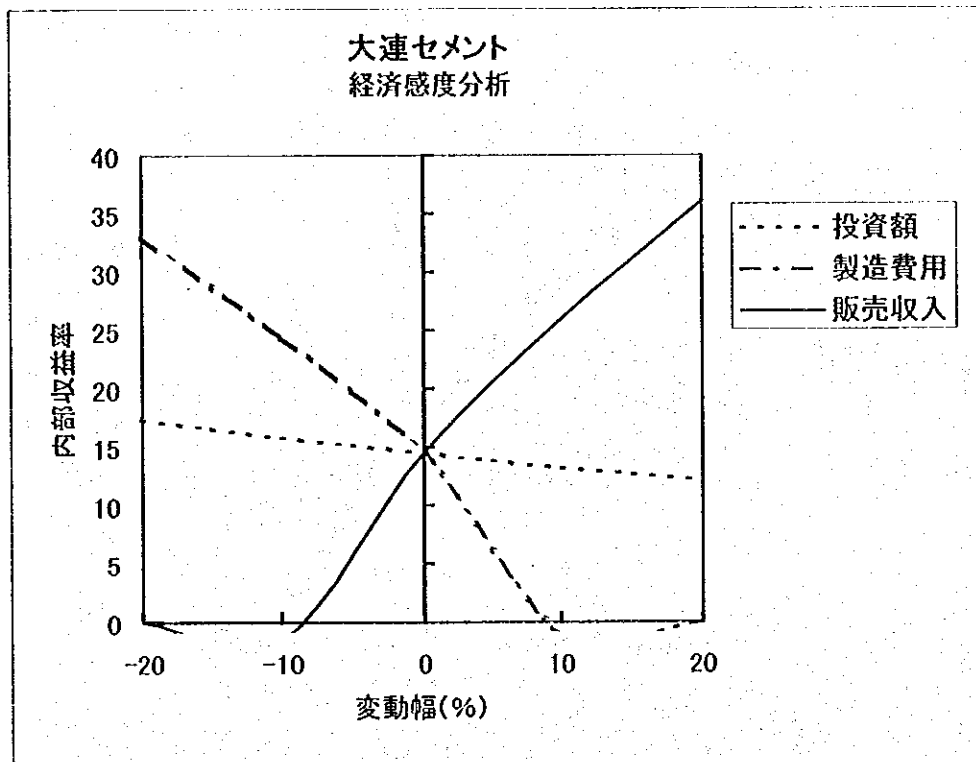
2) 経済計算

経済内部収益率 (EIRR) : 14.45%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-2-3(12)及び図Ⅲ-4-2-2-3(2)参照

表Ⅲ-4-2-2-3(12) 経済感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-9.136
内部収益率 (%)	14.45	13.15	15.78	0.00	24.51	25.93	0.00



図Ⅲ-4-2-2-3(2) 経済感度分析図

4.2.3 大連染料

4.2.3.1 概要

大連染料は1918年設立の古い歴史を持つ、吉林に次ぐ中国第2の規模の染料生産基地である。1996年11月には大化集団有限責任会社に統合され大化グループの一社になった。主な製品は、硫化染料、染料中間体、火工製品、苛性ソーダ、農薬等がある。1996年の輸出産品による売上げは、当年度の売上げの65%以上を占めている。しかし、工場設立後80年を経過し、設備の老朽化、生産システムの陳腐化が進んでいる。また、環境汚染の観点からも、汚染防御が遅れており早急な対策が必要である。

(1) 所在地

現有	大連市中山区寺儿沟（図Ⅲ-1参照）
新設	大連市甘井子区塩島（図Ⅲ-1参照）

(2) 工場規模及び従業員数

敷地面積	現有：55万m ² 新設：22万m ² （緑地面積2万m ² を含む）
従業員数	2,627人
内、工程技術者	241人

(3) 工場配置図

現有工場（図Ⅲ-4-1-3-1(1)）、新設工場（図Ⅲ-4-1-3-1(2)）の通り。

(4) 工場組織

図Ⅲ-4-1-3-1(3)の通り。

(5) 主要製品及び生産規模（1997年）

生産額	24,601 万元
売上げ	24,017.9 万元
税金	832.2 万元
利潤	254.9 万元
主要製品表	Ⅲ-4-1-3-1(1)

表Ⅲ-4-1-3-1(1) 主要製品生産量

製品名称	現有装置能力 (t/年)	将来生産量 (t/年)
クロロピクリン	4200	7000
ピクリン酸	4200	6000
ジニトロクロロベンゼン	12500	25000
再生硫酸	15000	35000
硫化黒	7000	17000
チオ硫酸ナトリウム	2000	8000
苛性ソーダ	25000	20000

(6) 原料/製品関連

図Ⅲ-4-1-3-1(4)の通り。

(7) 工場改善計画

大連染料の環境負荷排出量の大連環境モデル地区内の主要工場の中で占める割合は、大気 0.8%、水質 7.0%、廃棄物 3.0%で特に水質の COD 排出量は約 21%を占め、更に染料製造設備からの排水の色相の問題もあって大連湾を汚染する主要な発生源となっている。また、工場が市の中心部に近い住宅地に位置することから、工場からの環境負荷排出量の環境への影響は大きい。

大連市は、市の環境整備のために多くの環境対策を実施している。その対策の一つに、市中心部（住宅地）に位置し、環境負荷排出量の多い工場を郊外に移転する計画があり、大連染料もその対象に含まれていて、市から早急に移転するように命じられており、移転作業は既に始まっている。

工場には、大連染料はもとより、周辺の工場の電力及び熱蒸気を賄う供熱発電所を建設する。この発電所は 75t/h の循環流動床ボイラーを 2 基、12000kw 発電ユニットを一基有し、炉内脱硫・集塵機の設置により SO₂ 及びばいじん排出量を低減をする。また、苛性ソーダ製造設備では、従来のアスベスト隔膜法（図Ⅲ-4-1-3-1(5)）を廃棄し、イオン交換膜法設備（図Ⅲ-4-1-3-1(6)）を設置することにより、アスベストによる労働環境及び塩素を含んだ排水の減少等の改善をはかる。大連染料では、ジニトロクロロベンゼン製造設備（図Ⅲ-4-1-3-1(7)）からの廃酸とピクリン酸製造設備からの廃酸を 95%硫酸に濃縮し回収（図Ⅲ-4-1-3-1(8)）しているが、現在の直火式濃縮釜より連続式真空蒸発濃縮法に改造することにより NO_x 排出ガスの発生がなくなるとともに、硝基物を含んだ排水を大幅に削減することができる。

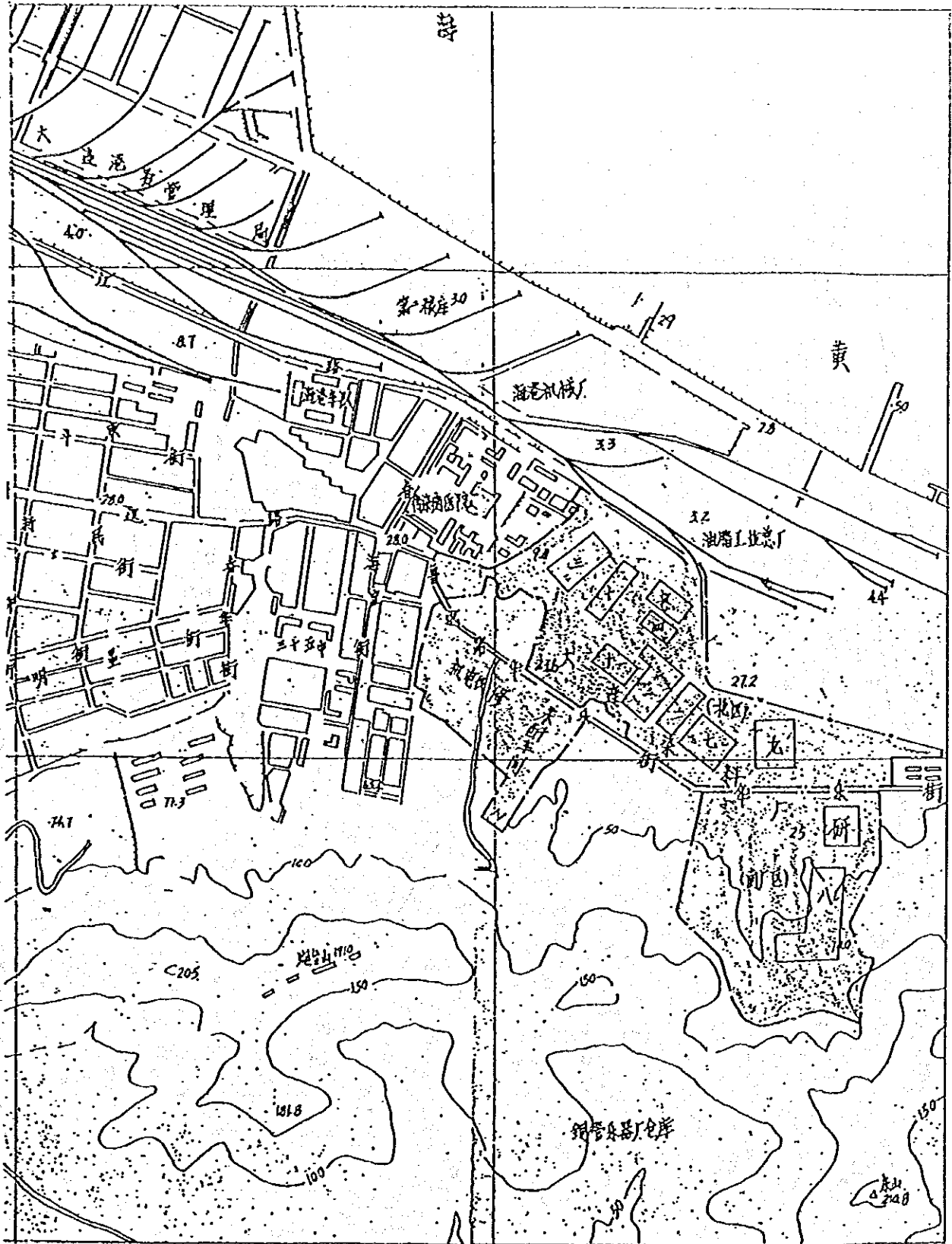


图 III-4-1-3-1(1) 大连染料现有工场配置图

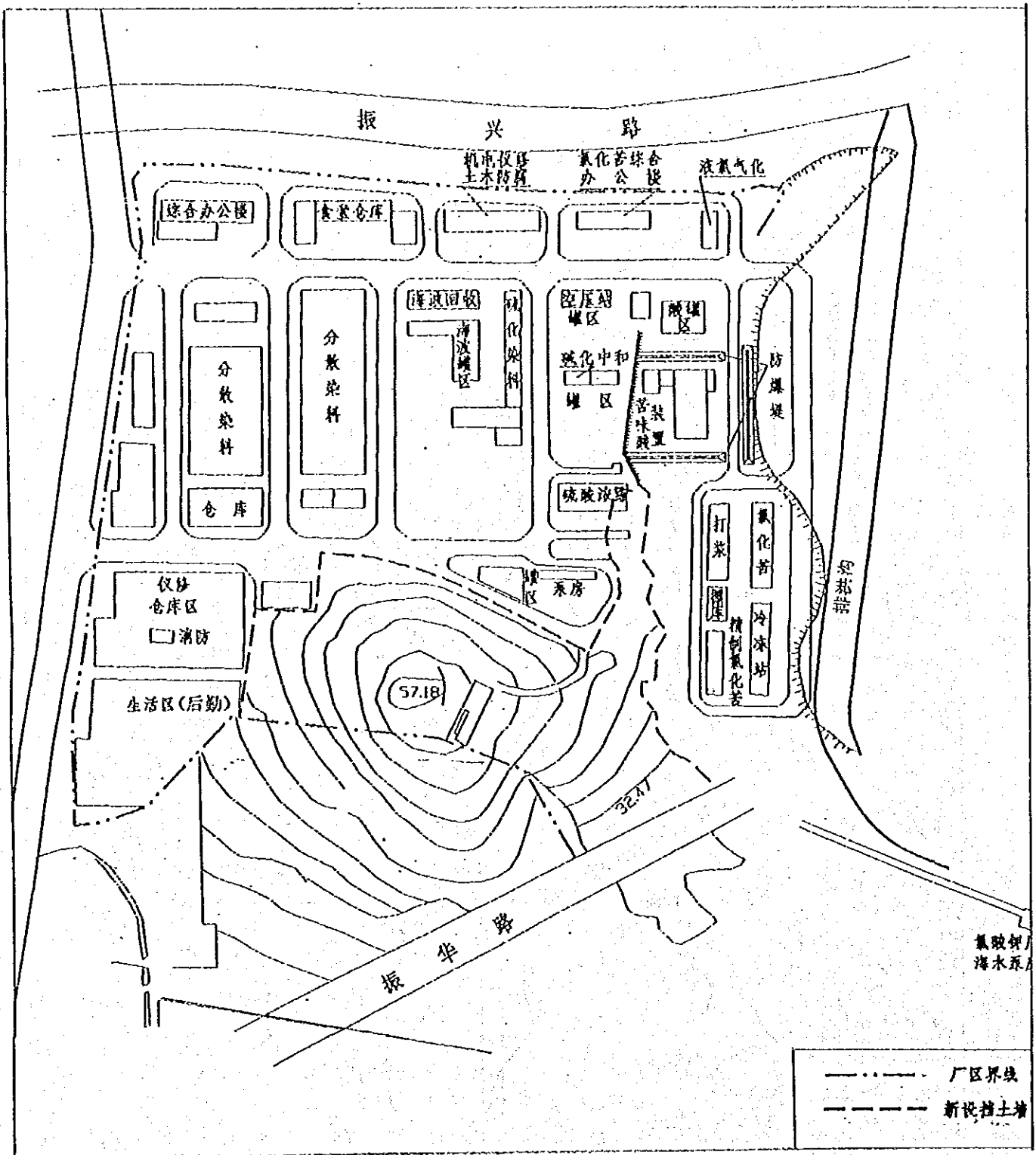
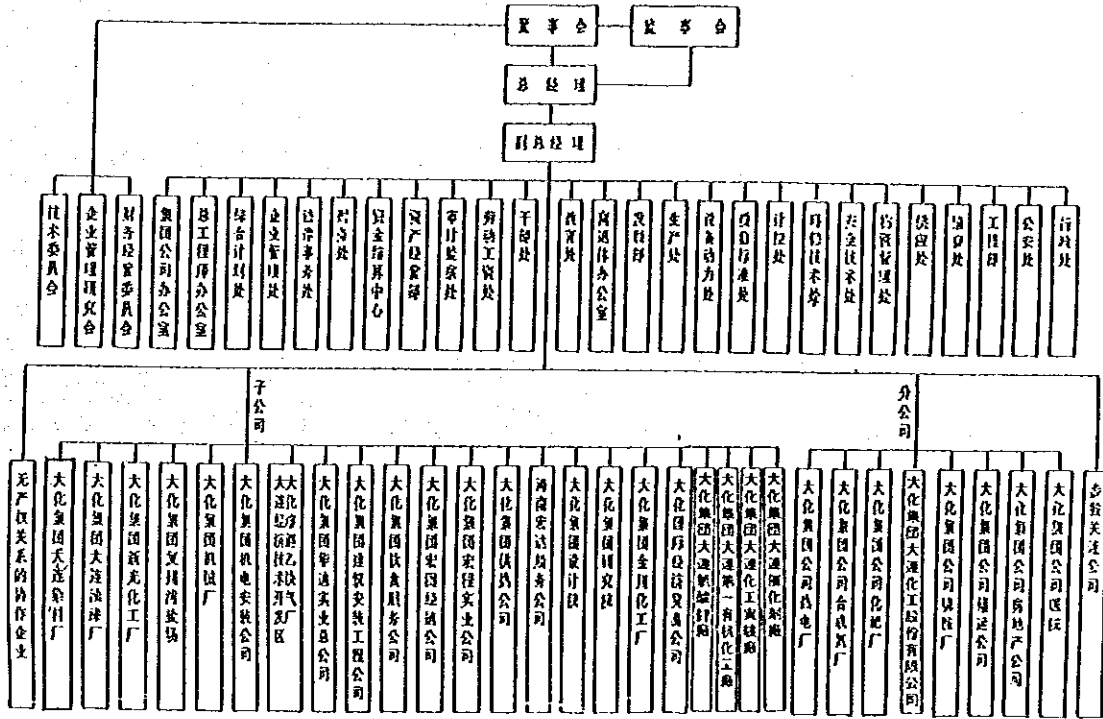


图 III-4-1-3-1(2) 大连染料新工場配置图

1997年10月現在



组织图及人员

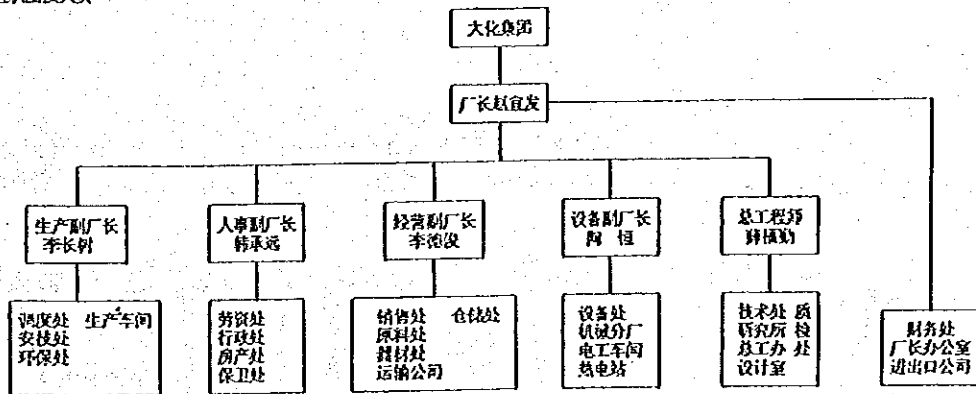
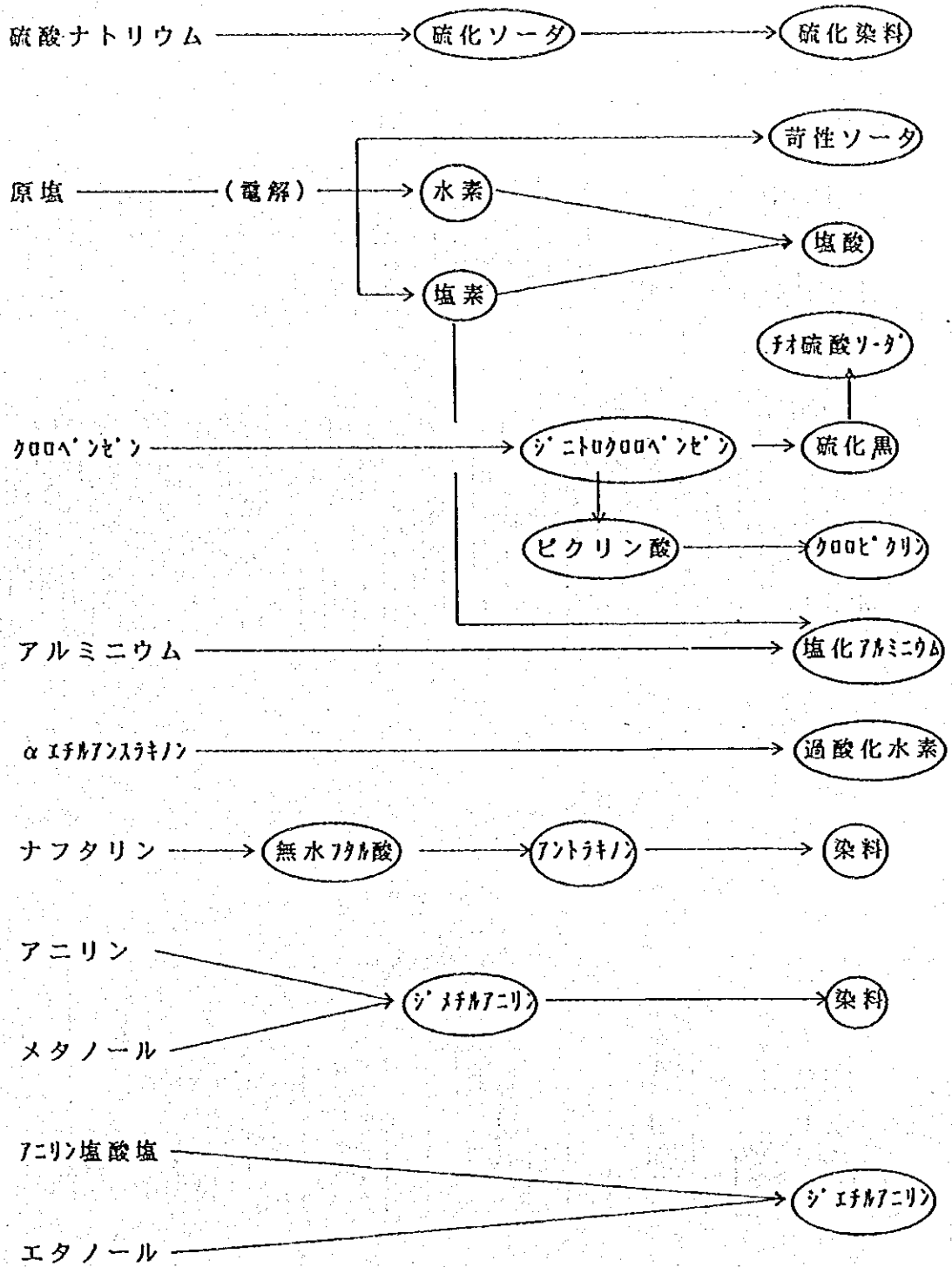
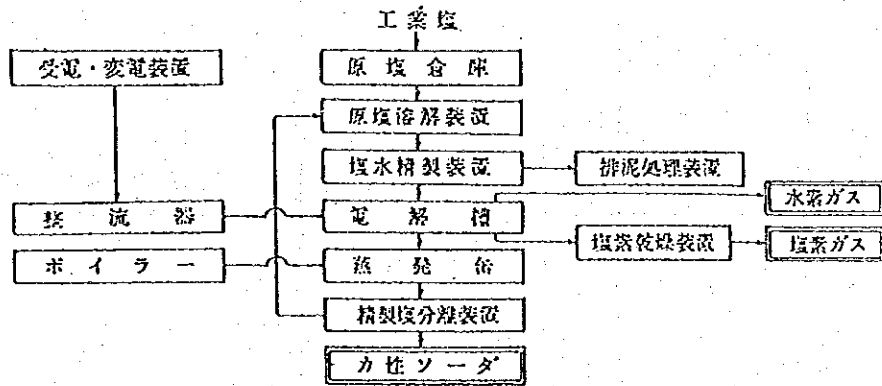


图 III-4-1-3(3) 组织图



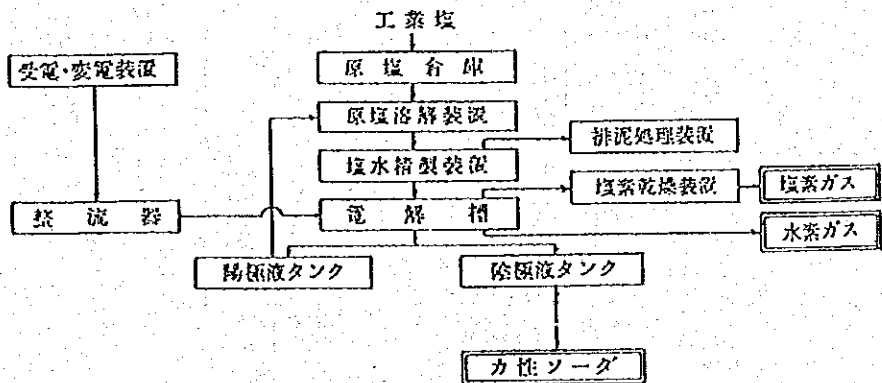
図III-4-1-3(4) 原料/製品関連図

アスベスト隔膜法電解設備

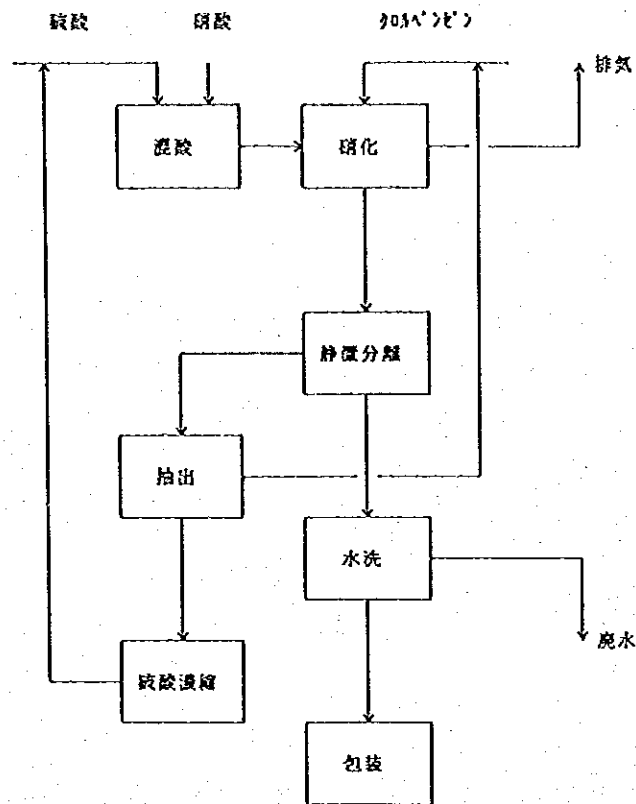


図III-4-1-3(5) 苛性ソーダアスベスト隔膜法電解設備製造工程

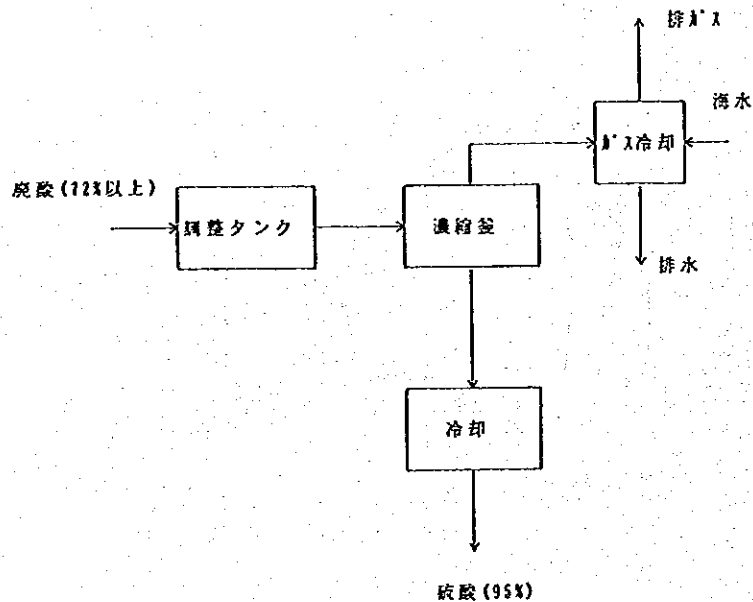
イオン交換膜法電解設備



図III-4-1-3(6) 苛性ソーダイオン隔膜法電解設備製造工程



図III-4-1-3(7) ジニトロクロロベンゼン製造フロー



図III-4-1-3(8) 硫酸濃縮設備フロー

4.2.3.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連染料は 1918 年設立の古い歴史を持つ、吉林に次ぐ中国第 2 の規模の染料生産基地である。1996 年 11 月には大化集団有限責任会社に統合され大化グループの一社になった。主な製品は、硫化染料、染料中間体、火工製品、苛性ソーダ、農薬等がある。1996 年の輸出産品による売上げは、当年度の売上げの 65%以上を占めている。しかし、工場設立後 80 年を経過し、設備の老朽化、生産システムの陳腐化が進んでいる。また、環境汚染の観点からも、汚染防御が遅れており早急な対策が必要である。

大連染料工場は大連市の東部にある寺兒溝にあり、大連港を進出するためのゴールド航路に隣接している。このように、工場が市の中心部に近い住宅地に位置することから、工場からの環境負荷排出量の環境への影響は大きく、大連市政府が提出した「都市汚染の徹底的解消」、「北の香港を建設する」、「最大の都市になることを求めず、一番よい都市になることを求めず」という都市建設方針と全体計画に基づいて、大連染料工場は異なる敷地への移転が必要であるとされている。

大連染料の環境負荷排出量の大连環境モデル地区内の主要工場の中で占める割合は、大気 0.8%、水質 7.0%、廃棄物 3.0%で特に水質の COD 排出量は約 21%を占め、更に染料製造設備からの排水の色相の問題もあって大連湾を汚染する主要な発生源となっている。すでに工場では一部移転が開始されている。

(2) スクリーニング結果

表Ⅲ-4-2-3(1) 大連染料スクリーニングリスト

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有 無・不明	工場移転に伴う住民移転
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・無・不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有 無・不明	工場移転による交通量増大
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・無・不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有 無・不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有 無・不明	
	7	環境衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有 無・不明	
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有 無・不明	発電所からの灰等
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有 無・不明	
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有 無・不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有 無・不明	
	12	地下水	過剰揚水等による枯渇、造成工事による汚染	有 無・不明	
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有 無・不明	
	14	海岸・海域	埋立や海況の変化による海岸侵食や海岸生物の変化	有 無・不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有 無・不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有 無・不明	
	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の阻害、文化財保護	有 無・不明	
公害	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有 無・不明	発電所からの大気汚染
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有 無・不明	化学物質による水質汚濁
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有 無・不明	
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有 無・不明	
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有 無・不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有 無・不明	種々の化学物質生成過程

「住民移転」

工場移転に伴う住民移転の可能性あり。但し、工場用地は既に確保され、一部移転が始まっているため住民移転問題は解決されたものとする。

「交通・生活施設」

工場移転に伴い、工事車輛、原料及び製品の輸送車輛、通勤のための車輛等により多少のインパクトが生じる可能性がある。

「保健衛生・健康状態」

大気汚染に伴う、呼吸器系の疾患等が発生する可能性がある。

「廃棄物」

発電所の集塵機から排出される灰と炉滓が主であり、年間 6297t が工場専用の投棄場に廃棄されている。従って、環境に及ぼすインパクトは少ないと考えられる。

「大気汚染」

発電所からの煤塵、SO₂、NO_xの排出により、大きなインパクトがある。

「水質汚濁」

硫酸製造設備における精製過程での排水は有害物質を含み、SS 濃度が高く、大きなインパクトがある。

「土壌汚染」

大連化学と同様に海岸沿いに立地するため（現況・移転後共）、土壌汚染の可能性は小さい。

「悪臭」

工場では、メタノール系物質、芳香族系物質が扱われており、これらが大気中に排出された場合には悪臭が発生する可能性がある。

当該工場における「住民移転」「交通・生活施設」「土壌汚染」に関しては、影響が少ないと考えられるため、対象項目から除いた。また、「保健衛生・環境状態」に関しては、大気汚染の分野から評価した。

(3) 排出量の現状

1) 大気

(a) 燃料使用量

工場ヒアリング調査によれば 1997 年現在、大連染料で燃焼に用いられた燃料は以下の通りである。

表 III-4-2-3(2) 現状の燃料使用量 (t/年)

燃料種類	使用量 (万 t/年)	硫黄含有量 (%)
石炭	8.63	0.7
重油	0.34	2.0

(b) 排出量推定式

排ガス量

$$\text{石炭} : V_0 = 0.251 \times Q_L / 1000 + 0.278$$

$$\text{重油} : V_0 = 0.203 \times Q_L / 1000 + 2$$

$$\text{石炭} : V_y = 1.04 \times Q_L / 4187 + 0.77 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

$$\text{重油} : V_y = 1.11 \times Q_L / 4187 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

V_0 : 理論空気量 (Nm³)

V_y : 排ガス量 (Nm³/kg)

Q_L : 燃料低発熱量 (KJ/kg) (石炭 : 18837KJ/kg、重油 : 40614KJ/kg)

α : 空気過剰係数 (石炭 1.5、重油 1.3)

ばいじん排出量

$$\text{石炭} : G_d = 10^{-6} Q_y \cdot C(1 - \eta) \times K$$

$$\text{重油} : G_d = 0.76 B \times 10^{-3}$$

G_d : ばいじん排出量 (t/y)

Q_y : 排ガス量 (Nm³/y)

C : ポーラー出口ばいじん平均濃度 (石炭 2200mg/Nm³)

K : 不均衡係数 (1.0~2.0)

η : 集塵機効率 (%)

硫黄酸化物排出量

$$\text{石炭} : G_{SO_2} = 1.6 \cdot B \cdot S(1 - \eta_s)$$

$$\text{重油} : G_{SO_2} = 2 B \cdot S$$

G_{SO_2} : SO₂ 排出量 (t/y)

η_s : 脱硫率 (0%)

B : 燃料使用量 (t/y)

S : 硫黄含有率

窒素酸化物排出量

$$G_{NOx} = 1.63B(\beta \cdot n + 10^{-6} V_y C_{NOx}) (1 - \eta_n)$$

G_{NOx} : NO_x 排出量 (t/y)

β : 燃料に含まれる窒素が燃焼により NO の変化率 (%)

(石炭 : 35%、重油 : 36%)

C_{NOx} : 燃焼時温度により生成される NO の濃度 (mg/Nm³): (93.8mg/Nm³)

n : N 含有率 (石炭 : 0.7%、重油 : 0.14%)

η_n : 脱硝率

(c) 現状の燃焼による大気汚染物質排出量

石炭の集塵後排出濃度を 264.5mg/Nm³とし、前述の式より以下の排出量となる。

表Ⅲ-4-2-3(3) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

	排ガス量 (Nm ³ /年)	SO ₂ (t/年)	ばいじん (t/年)	NOx (t/年)
石炭	6.90×10 ⁸	966.56	182.51	469.31
重油	4.72×10 ⁷	136.00	2.58	8.12
計	7.37×10 ⁸	1102.56	185.09	477.43

(d) プロセスからの大気汚染物質排出量

大連染料資料によればプロセスから大気中に排出される排出量は以下の通りである。硫化水素が排出基準を超えている。

表Ⅲ-4-2-3(4) プロセスからの汚染物質排出量 (t/年)

汚染源名称	汚染物質	年間排出量 (ty)	時間排出量 (kg/h)	排出基準 (kg/h)
カドミウム蒸留工程	Cl ₂	7.20	1.0	2.0
硫化黒工程	H ₂ S	24.5	3.50	0.3
硫化アガリ浸取工程	Na ₂ S	8.84	1.26	
硫化アガリ転炉工程	SO ₂	11.45	1.64	30
塩素水加圧工程	Cl ₂	0.15	0.02	2.0
ピクリン酸水洗硝化工程	NOx	17.42	2.48	6.0
アトキソ工程	HCl	0.68	0.10	0.4
イソ膜脱塩素工程	Cl ₂	0.09	0.01	2.0
複酸素水酸化塔工程	7v-7	0.61	0.09	
塩酸工程	HCl	0.06	0.01	0.4

(e) 測定調査

1997にJICA調査団による測定結果は、表Ⅲ-4-2-3(5)の通りであり、すべて排出基準を満足する。なお、発電所ボイラー排出基準を以下に示す。

$$q = K_1 \cdot K_d \cdot q_0$$

q: 排出基準値(kg/h)

Kd: 繰り返し加算する係数(1.0)

K1: 地区調整係数 (大連: 0.9) q0: (DB21-6089)表 11

表Ⅲ-4-2-3(5) 大連染料発電所測定結果:1997JICA測定

	排出量 (kg/h)	濃度 (mg/m ³)	排出基準
排ガス量(Nm ³ /h)	62000		
SO ₂	35.4	571	810kg/h
NOx	22.3	359	468kg/h
ばいじん	6.2	100	1170kg/h

・工場の排出量（CP 調査後工場に確認）を表Ⅲ-4-2-3(6)に示す。煙突からの燃焼における大気汚染物質排出量は排出基準を超えていない。

表Ⅲ-4-2-3(6) 煙突毎の排出基準との比較

	煙突高さ (m)	SO ₂			ばいじん			NO _x		
		年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)	年間排出量	排出基準 (kg/h)	基準対応排出量・濃度	年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)
発電所煙突	100	966.56	810	137.9	182.51	1170 (kg/h)	26.0 (kg/h)	469.31	468	67.0
重油キルン	40	136	30	0.61	2.58	150 (mg/m ³)	54.7 (mg/m ³)	8.12	20	1.16

2) 水質

1995 年大連市環境部弁公室から提供された 1995 年データベースより水質汚染物質排出量を表Ⅲ-4-2-3(7)に示す。年間排出量から年平均濃度を算出し、排出基準と比較した結果、すべての排水口で SS、COD が排出基準を超えている。また、7 番を除く排水口でフェノールが、4 番排水口で硫化物が排出基準を超えている。

表Ⅲ-4-2-3(7.1) 水質測定値（1995 年データベースより引用）

排水口 No.	4		5		排出基準 (二級) (mg/l)
	排出量 (t/y)	平均濃度 (mg/l)	排出量 (t/y)	平均濃度 (mg/l)	
年間排水時間数	8,760		8,760		
年間排水量 (万 ton/y)	187.5		278.1		
浮遊物 (ton/y)	829.7	442.5	1,686.7	606.5	150
化学的酸素要求量 (ton/y)	955.0	509.3	599.5	215.6	100
生化学的酸素要求量 (ton/y)	0		0		80
水銀 (ton/y)	0		0		0.02
カドミウム (ton/y)	0		0		0.1
鉛 (ton/y)	0		0		1.0
六価クローム (ton/y)	0		0		0.5
砒素 (ton/y)	0		0		0.5
フェノール (ton/y)	3.516	1.88	2.979	1.07	1.0
シアン (ton/y)	0		0		0.5
石油類 (ton/y)	0		0		10
硫化物 (ton/y)	4.62	2.46	3.17	1.14	2.0
アンモニア性窒素 (ton/y)	0		0		25

表III-4-2-3(7.2) 水質測定値

排水口 No.	6		7		排出基準 (二級) (mg/l)	合計 (t/y)
	排出量 (t/y)	平均濃度 (mg/l)	排出量 (t/y)	平均濃度 (mg/l)		
年間排水時間数	8,760		8,760			
年間排水量 (万 ton/y)	153.2		293.0			911.8
浮遊物 (ton/y)	473.6	309.1	821.2	280.3	150	3,811.2
化学的酸素要求量 (ton/y)	376.4	245.7	672.8	229.6	100	2,603.7
生化学的酸素要求量 (ton/y)	0		0		80	0
水銀 (ton/y)	0		0		0.02	0
カドミウム (ton/y)	0		0		0.1	0
鉛 (ton/y)	0		0		1.0	0
六価クローム (ton/y)	0		0		0.5	0
砒素 (ton/y)	0		0		0.5	0
フェノール (ton/y)	3,378	2.20	0,832	0.28	1.0	10.71
シアン (ton/y)	0		0		0.5	0
石油類 (ton/y)	0		0		10	0
硫化物 (ton/y)	1.55	1.01	4.16	1.42	2.0	13.5
アンモニア性窒素 (ton/y)	0		0		25	0

表III-4-2-3(8) 負荷量 (大連染料廠・現況:実測結果)

区画	工場名	排水路 No	排水量			COD		SS		総窒素		総リン	
			淡水量 (m ³ /日)	海水量 (m ³ /日)	合計 (m ³ /日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)
区画外	大連染料廠	4	744	6,856	7,600	120.0	912.0	560.0	4256.0	50.0	380.0	0.14	1.06
		5	783	7,212	8,000	50.0	400.0	300.0	2400.0	11.0	88.0	0.11	0.88
		6,7	4,015	36,985	41,000	24.0	984.0	270.0	11070.0	9.7	397.7	2.60	106.60
		合計	5,542	51,058	56,600		2296.0		17726.0		865.7		108.54

3) 廃棄物

大連染料からの環境保護統計報告表によると廃棄物の状況は以下の通りであり、一部は建設材料等として再利用されており、残りは工場専用投棄場に廃棄している。

表III-4-2-3(9) 大連染料から排出される廃棄物の種類と量 (t/y)

	炉渣	塩泥	硫化 アノリ渣	石膏渣	炭活性炭	加圧 アノリ渣液	生活ゴミ	総計
排出量	27,284	2,444	2,157	4,528	203	100,126	927	138,225

(4) 環境濃度の現状

1) 大気

(a) 長時間平均濃度の推定

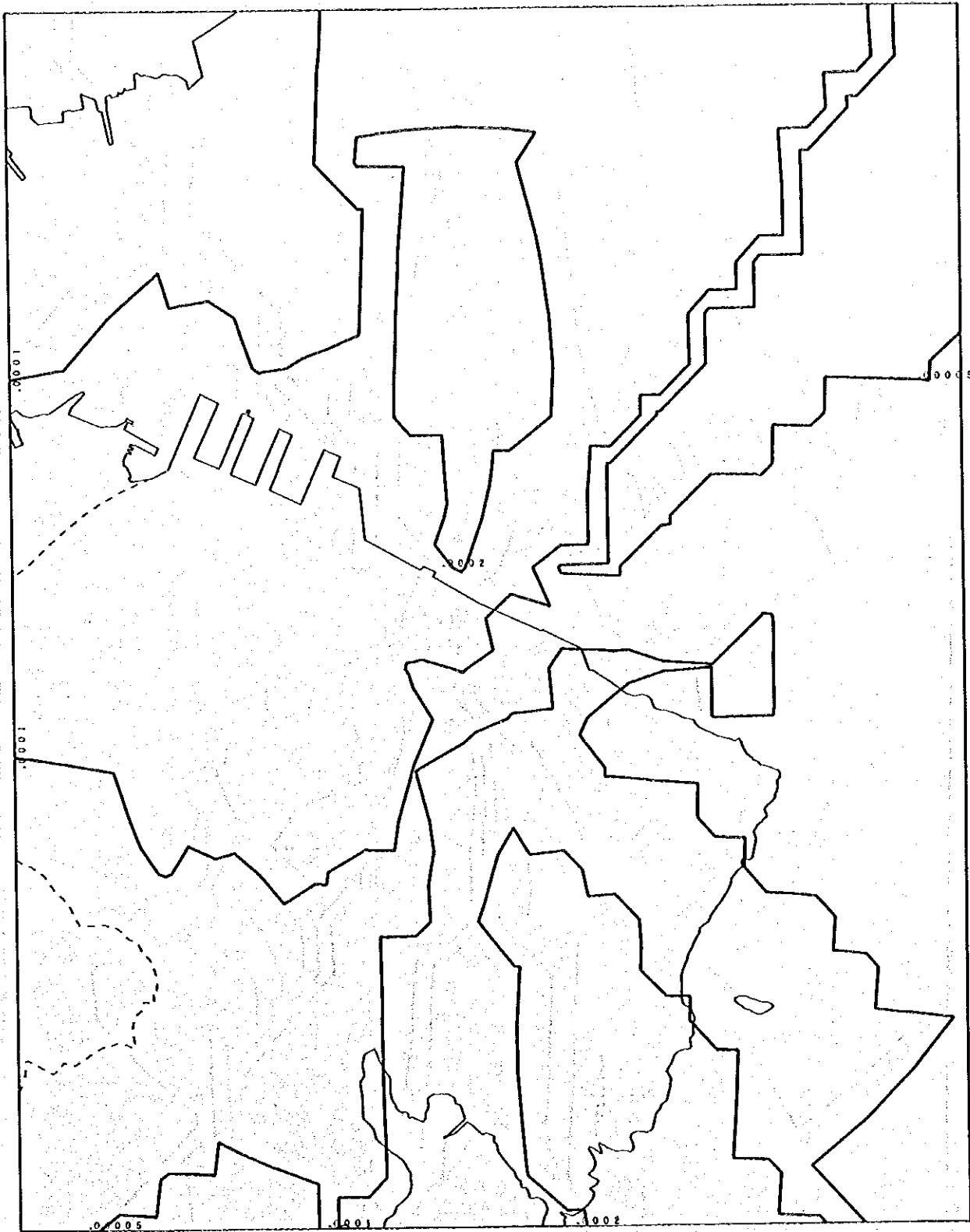
図Ⅲ-4-2-3(1)～(4)に現状の年平均値濃度を示す。工場の北側に最大で、SO₂濃度 0.001mg/m³の地域が出現している。また、工場南側でも 4km 程度にわたって 0.001mg/m³の地域が存在する。これらの地域では、SO₂環境基準 2 級の 1.7%を占める程度である。PM10、NO_x についても最大濃度エリアでそれぞれ環境基準の 0.5%、0.2%と大きな寄与にはなっていない。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連染料 現状



0 1 2 3 (mg/m³)



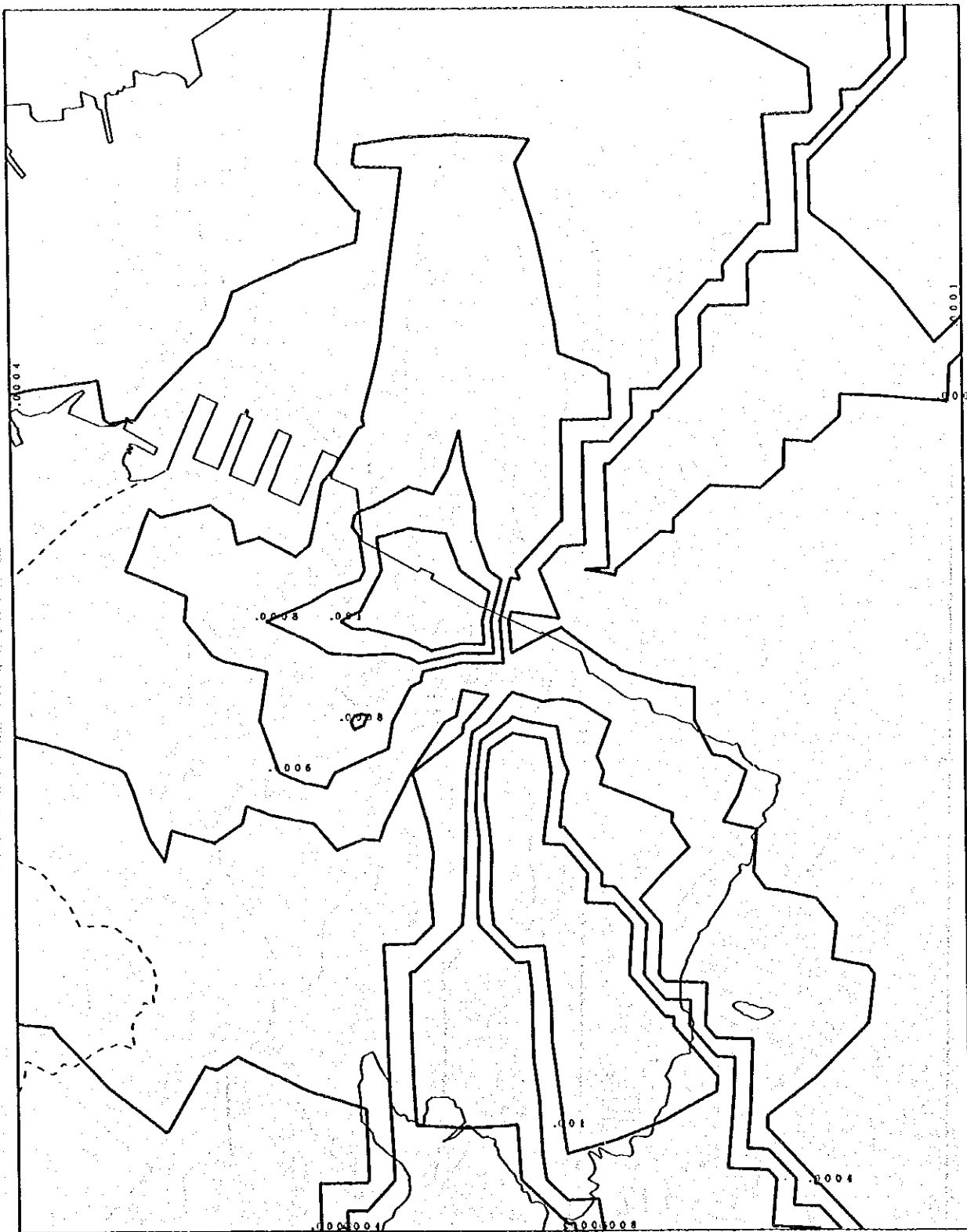
図III-4-2-3(1) PM10年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連染料 現状



0 1 2 3 km (mg/m³)



図Ⅲ-4-2-3(2) SO₂年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連染料 現状



0 1 2 3 (μg/m³)

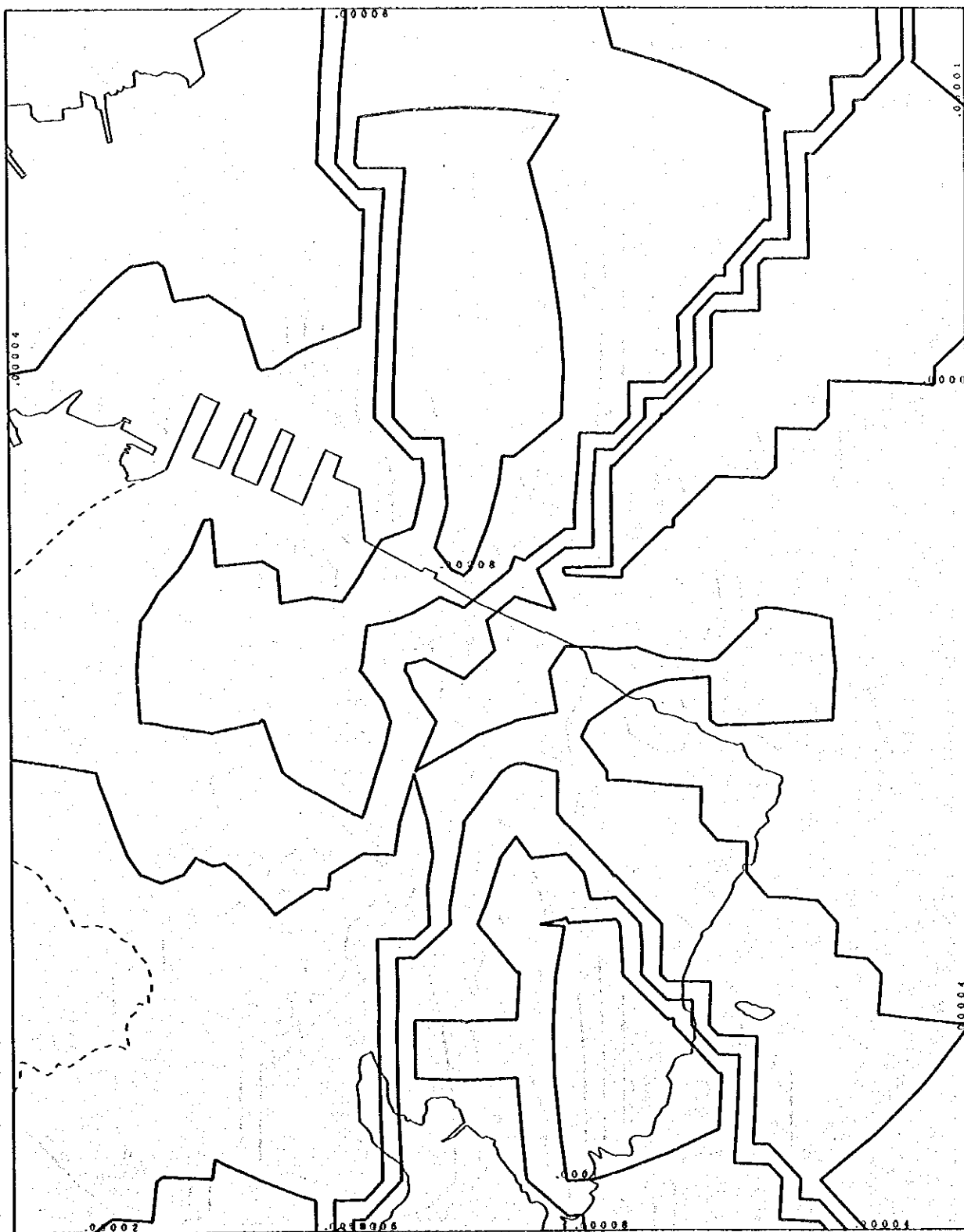


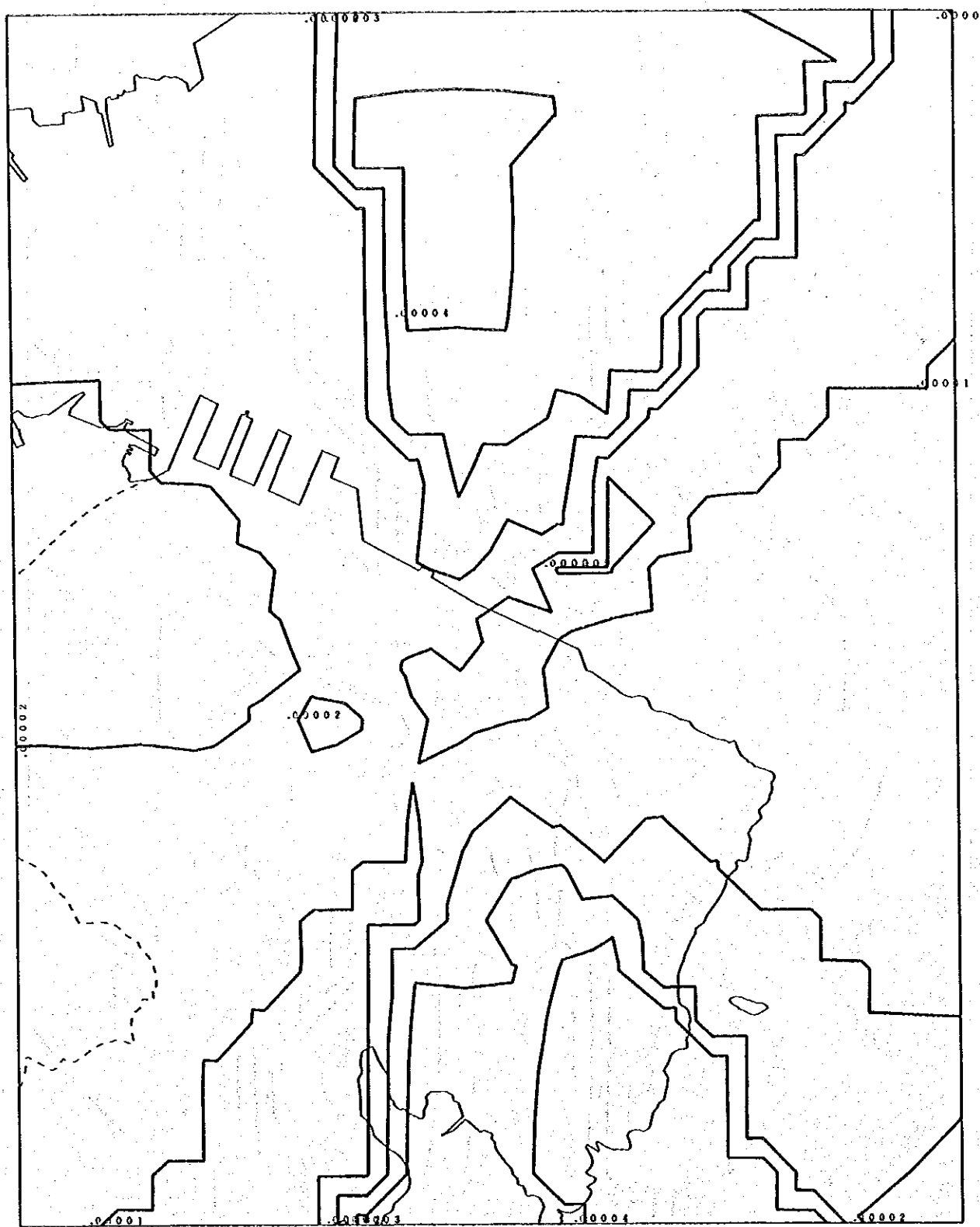
图 III-4-2-3(3) NO_x 年平均濃度图 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

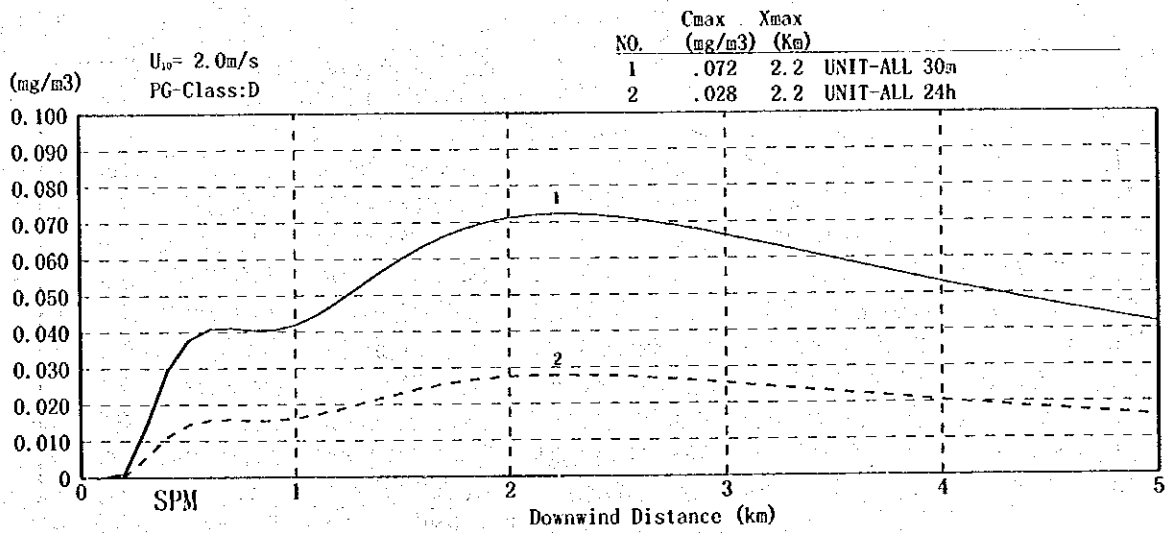
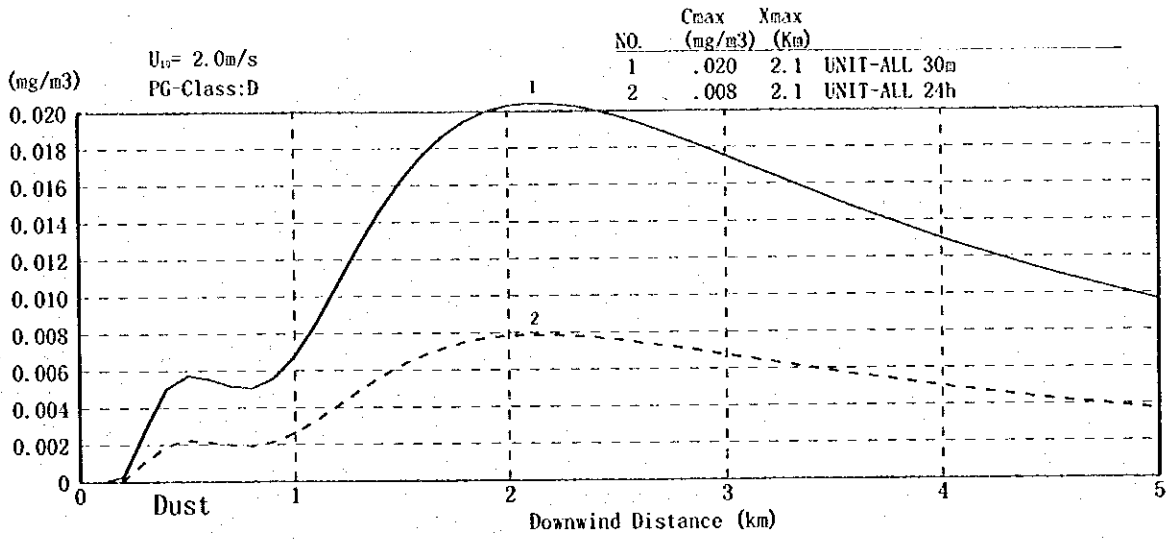
大連染料 現状



0 1 2 3 km (mg/m³)

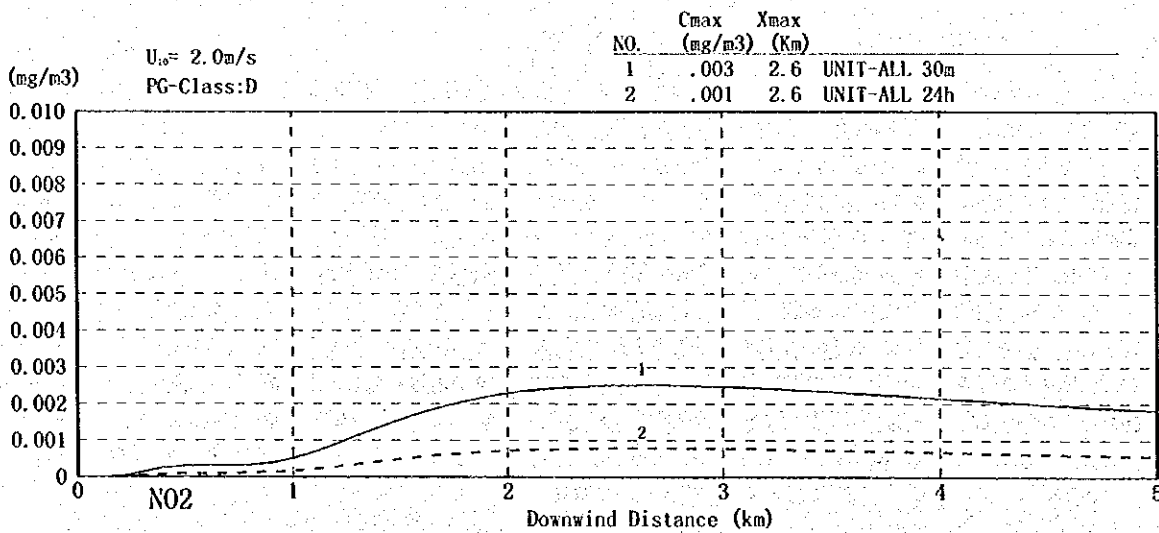
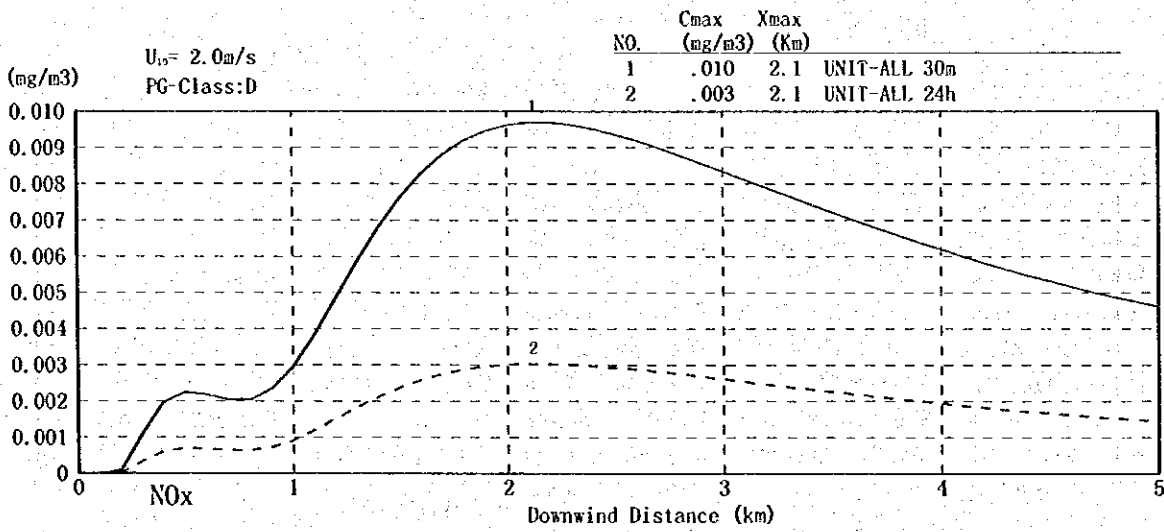
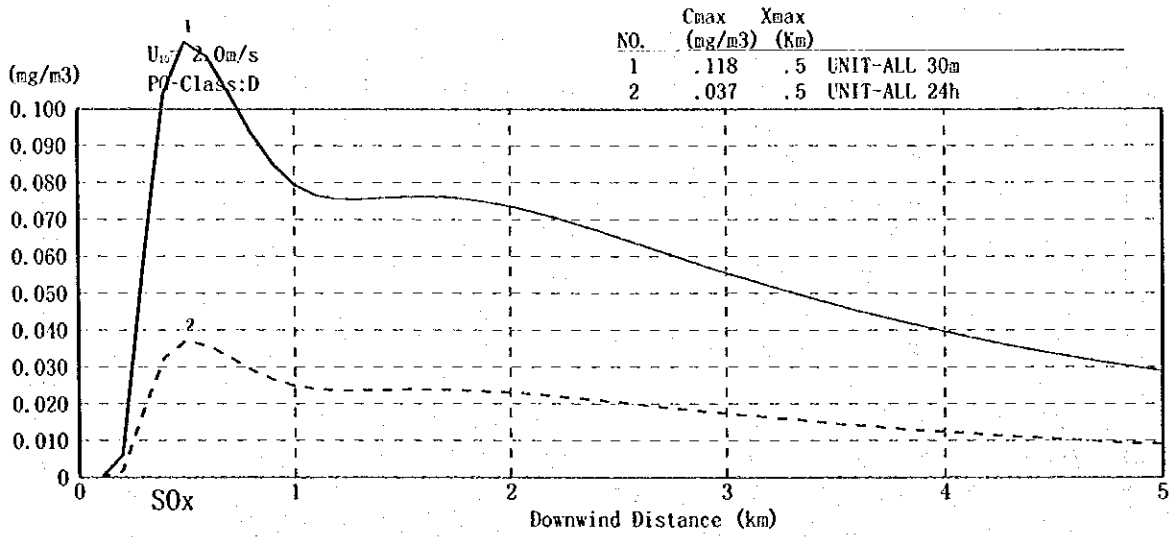


图III-4-2-3(4) NO₂年平均濃度图(現状)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-3(5) 大連染料(現状)(短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-3(6) 大連染料(現状)(短時間値)

(5) 現状の問題点と対策

1) 問題点

大気環境では燃焼にともなう汚染物質に関してはすべて排出基準を満足している。しかし、発電に利用している石炭ボイラーは脱硫装置がなく年間 967t もの SO₂、183t のばいじん、470t もの NO_x を排出している。また、プロセスからは種々のガスが発生するが、硫化水素は年間 25t 排出され、排出基準を超えている。

苛性ソーダはアスベスト隔膜法 (1,500t/y)、イオン交換膜法 (10,000t/y) で製造している。このうち、アスベスト隔膜法では、アスベスト膜の交換時に作業員がアスベストを吸引する恐れがある。また、塩素を含んだ排水及び排気による環境汚染がある。

硫酸濃縮設備は直火式濃縮釜方式により行われている。濃縮釜からの発生ガスを海水により冷却吸収処理しているが、吸収しきれない NO_x ガスが大気に放出されている。吸収水は硫酸、硝基物を含んだ排水として放流されている。

水質に関しては、COD、SS 等が排出基準を超えており大連湾汚染の原因となっている。

大連染料は市の中心部に近く、これらの環境汚染が付近の住民の多くに影響を与えている。大連市は都市計画のマスタープランを推進しており、大連染料も移転対象に含まれている。移転地は大連市の北側にある塩島地区が決定している。

これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

1. 大連染料は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。
2. 硫化黒製造工程から発生する硫化水素が排出基準をこえている。
3. 苛性ソーダの製造工程でアスベストを使用しており、これらが労働環境に影響を及ぼしている。
4. 硫酸濃縮工程では旧式の直接加熱式を採用しており、釜からの漏洩等による硝基物、硫酸等の影響がある。
5. 水質では、COD、SS 等が排出基準を超えている。

2) 対策

先の問題点を解決するために、以下の対策を考慮した。

(a) 市の中心部からの環境汚染対策

現在の大連市中心部である中山区寺兒溝から大連市北部塩島地区に移転する。この工場敷地は大連新光化工工場の構内にある。周辺は住居地区は大きく離れている。

(b) 大気汚染対策

現在塩島地区の工場の電力は、塩酸カリ工場の発電所から生産される電力を使用している。大連染料移転後は電力が不足することもあり、75t ボイラーを有する発電所を建設する。本ボイラーは循環流動床型とし、炉内脱硫を行う。また、従来の発

電所用ボイラーは新発電所の発電装置が故障等で使用できなくなった場合のみ稼動する計画である。従って、塩酸カリ工場の発電所は通常稼動しないこととなる。

(c) 硫化黒生産工程における硫化水素ガス汚染対策

加硫生産プロセスで発生したガスは、冷却された後、双塔アルカリで吸収され硫化水素が取り除かれる

(d) 苛性ソーダ製造工程からのアスベスト等による汚染対策

苛性ソーダ製造方法をイオン交換膜法に改造する。これによりアスベスト膜交換が不要になる。さらに、最近のイオン交換膜法には極、膜の改良、蒸発システムの改良、熱回収システムの改良などが織り込まれており大幅な省エネルギーが可能となる。

(e) 硫酸濃縮工程における NO_x 等の汚染対策

硫酸濃縮方法を従来の直接加熱法から、間接加熱による真空蒸発濃縮法に改善する。

(f) 排水対策

排水対策は以下の製造工程毎に行われる。

- ・ジニトロ塩化ベンゼンの水洗水における対策

2台の直列活性炭吸着塔によりニトロベンゼンを吸着する。

- ・ジニトロフェノールの分離水と商品ピクリン酸の水洗水における対策

排水を電気多相触媒酸化法により処理した後、石灰石で中和して排水する。

- ・加硫凝縮水の対策

硫化ナトリウム生産工程に還流する。

- ・硫酸濃縮過程からの排水

大気の対策で示したように真空蒸発濃縮法に改善する。これにより排水は大きく減少する。

(g) その他

炉からのスラッジは、建設材料・舗装材料等、可能なかぎり総合的に利用される。また、クロロピクリン渣液等は大連化学アルカリ廃液捨て場に処分される。

騒音対策としては、出来る限り低騒音型の設備を導入するとともに、隔音、消音、振動低減等の低音対策をとる。

悪臭に関しては、パイプや生産設備からの漏洩が大きな原因であったため、各種設備の新設にあたり漏洩を防ぐ構造にする。

(6) 将来の改善効果

1) 大気

(a) 燃料使用量

大連染料の二期工事終了後の工場全体の燃料使用量は以下ようになる。

表Ⅲ-4-2-3(10) 将来の年間燃料使用量

対象断面	重油使用量	石炭使用量
二期工事終了後	2,800t	145,300t

(b) 燃焼による大気汚染物質排出量

石炭の集塵後排出濃度を $264.5\text{mg}/\text{Nm}^3$ とし、脱硫率 70% とすると前述した推定式より以下の排出量となる。燃焼から排出される大気汚染物質はすべて排出基準 (DB21-6089) をクリアしている。

表Ⅲ-4-2-3(11) 将来の汚染物質排出量 (t/年)

		発電所	重油精製	計
排ガス量 (Nm^3/y)		1.16×10^9	2.89×10^7	1.19×10^9
煙突高さ (m)		80	30	
S O 2	年間排出量 (t/y)	488.21	112.00	600.21
	時間排出量 (kg/h)	69.66	15.98	85.64
	排出基準 (kg/h)	396	21	
ば い じ ん	年間排出量 (t/y)	174.00	2.13	176.13
	時間排出量 (kg/h)	24.83	0.30	25.13
	排出濃度 (mg/m^3)	150	73.7	
排出基準		414 (kg/h)	100 mg/m^3	
N O x	年間排出量 (t/y)	555.05	6.68	561.73
	時間排出量 (kg/h)	79.20	0.95	
	排出基準 (kg/h)	234	8.0	

(c) 大連塩素酸カリ工場の発電所操業短縮効果

大連染料の発電所が完成した時点で、従来から塩島地区周辺に電力を供給していた大連塩素酸カリ工場の火力発電所は操業を短縮する計画である。大連染料からのヒアリング調査によれば、周辺の電力及び熱供給は基本的に大連染料発電所でまかなう。但し、大連染料発電所が故障・定期点検等の原因で操業できない場合にのみ、大連塩素酸カリ工場の発電所を操業させる。従って、現在の利用率の 1 割程度しか操業しない。表Ⅲ-4-2-3(12)に塩素酸カリ工場の排出量を示す。

表Ⅲ-4-2-3(12) 塩素酸カリ工場大気汚染物質排出量

	排ガス量	SO ₂	ばいじん	NOx
現状年間排出量	8.18×10 ⁸ Nm ³	1364.9t/y	200t/y	863.6t/y
時間排出量	9.34×10 ⁴ Nm ³	155.81kg/h	22.83kg/h	98.58kg/h
排出基準 ¹⁾		450kg/h	702kg/h	279kg/h
将来排出量	8.18×10 ⁷ Nm ³	136.5t/y	20t/y	86.4t/y

注) ¹⁾DB21-60-89 煙突高さ 80m

(d) 生産プロセスからの大気汚染物質排出量

a) 主要製品生産量

二期工程終了後の主要製品生産量は以下の通り計画されている。また、製造に必要な原料の使用量を表Ⅲ-4-2-3(14)に示す。

表Ⅲ-4-2-3(13) 将来の主要製品生産量

製品名称		生産量 (t/y)	商品量 (t/y)
クロロピクリン		7,000	7,000
ピクリン酸		6,000	670
ジニトロ塩化ベンゼン		25,000	6,200
再生硫酸		35,000	—
硫化黒		17,000	17,000
ハイポ		8,000	8,000
苛性ソーダ		20,000	13,200
苛性ソーダ副産品	塩酸	17,500	—
	塩素水	6,000	6,000
	水素	500	500
	塩酸	10,000	9,270

表Ⅲ-4-2-3(14) 将来の原料の使用量

原材料名称	規格(%)	年間使用量 (t/y)	原材料名称	規格(%)	年間使用量 (t/y)
クロロピクリン	99.0	14,020	苛性ソーダ	100	6,860
硫酸	92.5	8,852	石灰	85.0	14,980
硝酸	97.2	18,611	塩素	95.0	12,950
純アルカリ	90.5	444	海塩	100	35,220
硫黄	99	9,850	硫化アルカリ		17,480
塩酸		730			

b) 生産プロセスからの大気汚染物質排出量

・NO_x 排ガス対策

主に苛性アルカリとハイポの混合液体吸収法を利用して処理する。生産プロセスで発生するNO_x 排ガスを高圧ブローアで、噴射シャワータワーに送り込み、切底部から排出する。一方、ポンプで苛性アルカリとハイポの混合液体を切上部に送り、混合液体を上から下に噴射して、下からの排ガスと接触し反応させ、排ガスの中にあるNO_x を消耗させる。排出基準以下になることは大連市化学工業管理局環境保護観測所が測定した結果より明らかである。その後、30mの煙突で排出する。

・Cl₂の排ガス対策

Cl₂の排ガスをアルカリ溶液の吸収法で処理する。生産プロセスで発生するCl₂の排ガスを冷却して、アルカリ溶液の吸収塔に送り込み、塔の底部から排出する。一方、アルカリ溶液は循環ポンプで吸収塔の上部に送り、上から下に噴射して、下からの排ガス気流と接触させる。この処理により排ガスの中にあるCl₂を消耗させる。排出基準以下になることは大連市化学工業管理局環境保護観測所が測定した結果より明らかである。その後、30mの煙突で排出する。

・硫化黒の排ガス処理

硫化黒の加硫プロセスで発生したガスは冷却後、双塔アルカリで硫化水素を取り除く。回収溶液は多硫化ナトリウムのプロセスに戻る。

・CCL₃NO₂の排ガス防止対策

CCL₃NO₂の排ガスは主にCCL₃NO₂の包装プロセスから排出される。包装のプロセスで、製品から揮発するCCL₃NO₂の排ガスが大気に排出することを防止するために、密閉性を保つ。

・HCLの排ガス防止対策

HCLを水で吸収した後、アルカリ溶液吸収塔で反応させる。その後30mの煙突から排出する。

表III-4-2-3(15) 将来の生産プロセスからの汚染物質排出量 (t/年)

汚染源	汚染質	排ガス量 (Nm ³ /y)	年間排出量 (t/y)	排出濃度 (mg/Nm ³)	時間排出量 (kg/h)	煙突高さ (m)	排出基準 (kg/h)
ジエチル塩化ベンゼン硝化工程	NO _x	2.5×10 ⁵	0.05	198.69	0.007	30	8.0
トリクロロ酸水洗硝化工程	NO _x	6.55×10 ⁶	1.30	198.69	0.18	30	8.0
クロロベンゼン蒸留工程	Cl ₂	6.85×10 ⁷	3.84	56	0.53	30	2.5
硫化黒加硫工程	H ₂ S	1.81×10 ⁸	4.05	22.39	0.56	40	0.7
塩素水加圧工程	Cl ₂	5.49×10 ⁵	0.04	<65	0.006	30	2.5
付膜脱塩素工程	Cl ₂	2.10×10 ⁵	0.01	<65	0.001	30	2.5
塩酸工程	HCl	1.33×10 ³	0.08	58.6	0.01	20	0.4

(c) 対策後の環境濃度

燃焼に関して大気汚染対策を行った場合の環境濃度の年平均値を図Ⅲ-4-2-3(7)～(10)に示す。図は大連染料からの寄与分だけを示しているが、実際には大連塩素酸カリ工場の発電所の利用率が落ちるため、周辺の濃度低減効果はさらに大きくなる。SO₂の陸上最大濃度は工場の北側に1kmの範囲で出現する0.002mg/m³のエリアである。この地域では、大連染料による影響のみで、環境基準の3.3%程度にしかならない。また、PM10、NOxもそれぞれ環境基準の0.5%、0.2%と大きな寄与とはならない。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連染料 将来



0 1 2 3 (mg/m³)

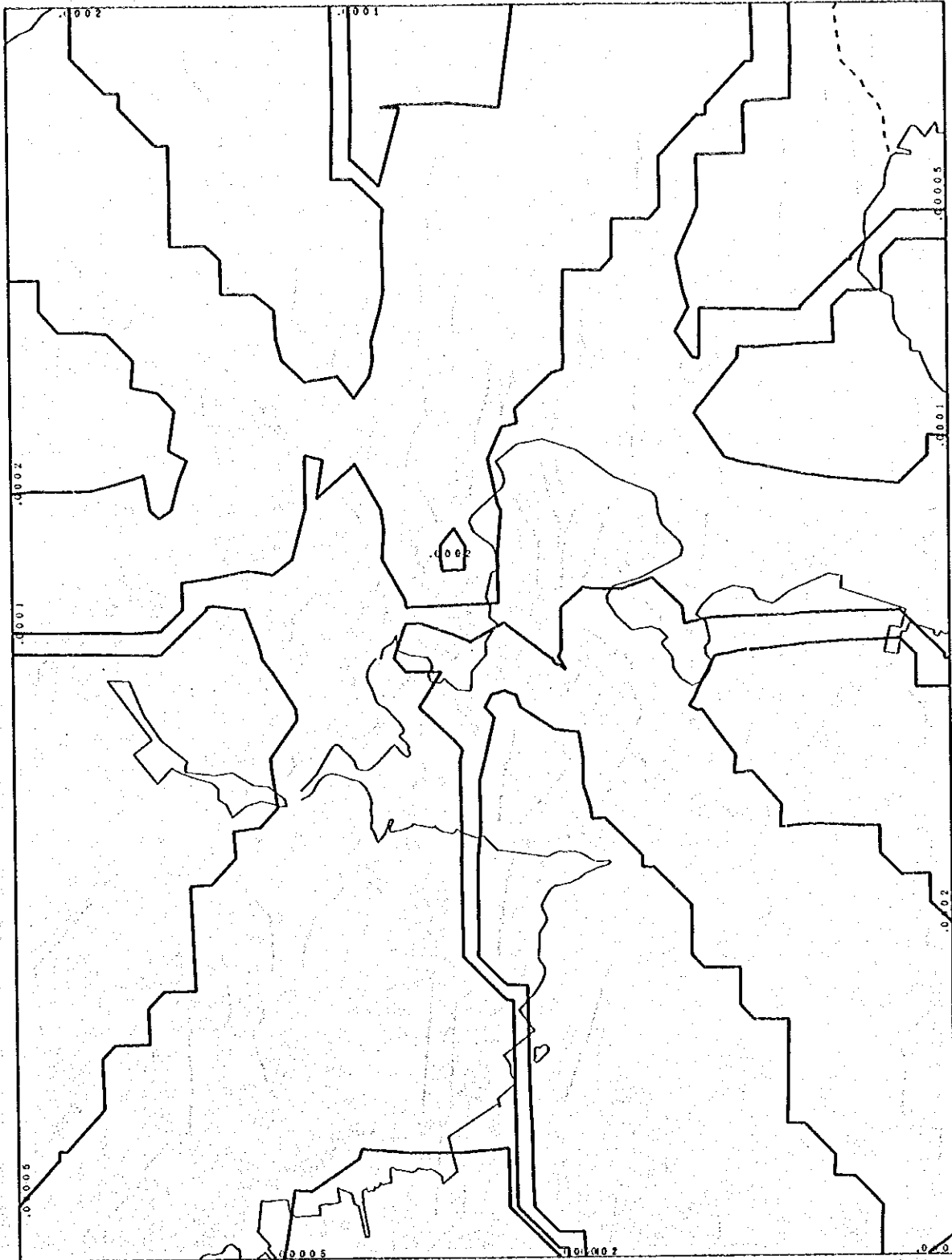


图 III-4-2-3(7) PM10 年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連染料 将来



0 1 2 3 (mg/m³)

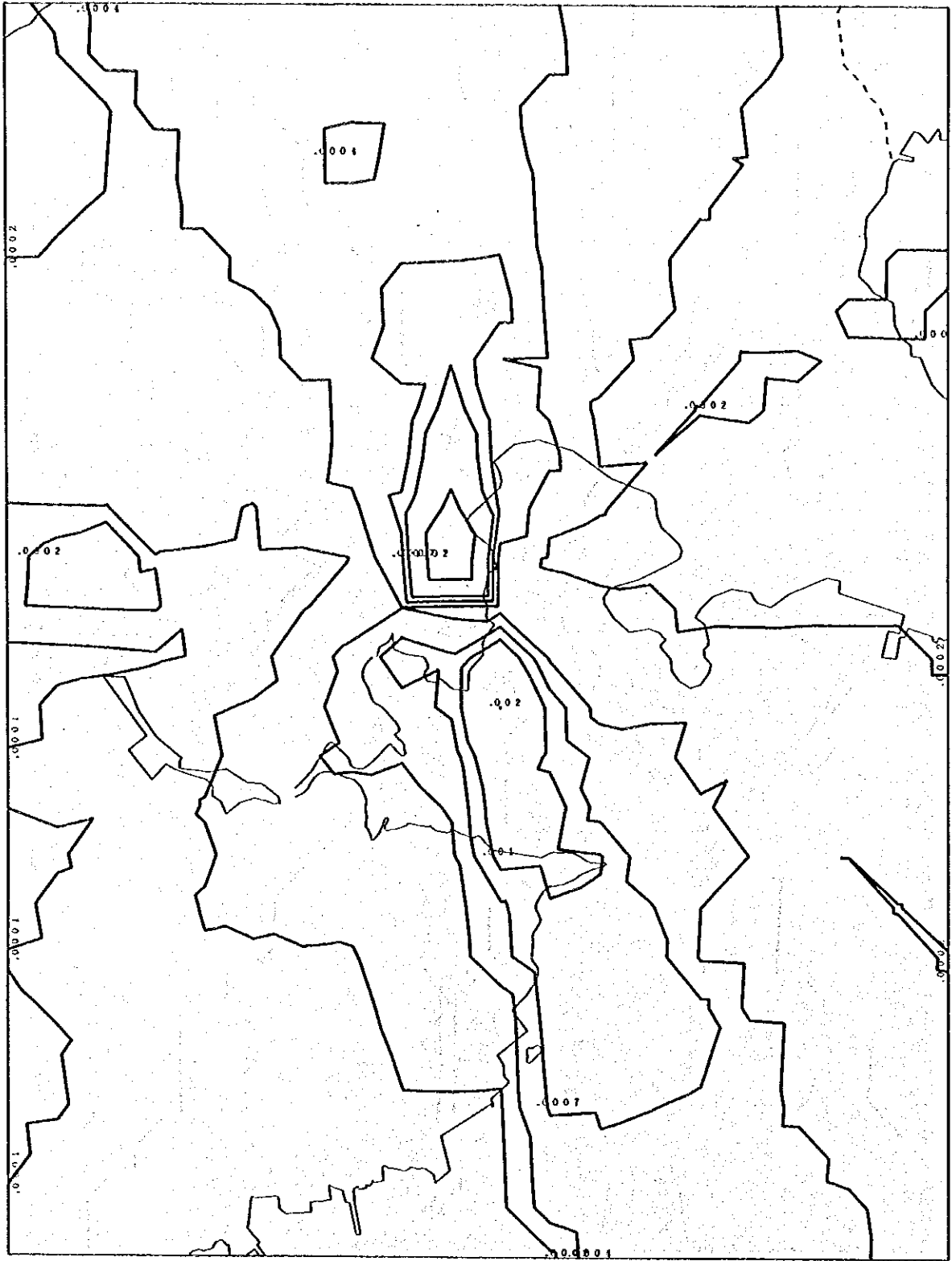


图 III-4-2-3(8) SO₂ 年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連染料 将来



0 1 2 3 (mg/m³)

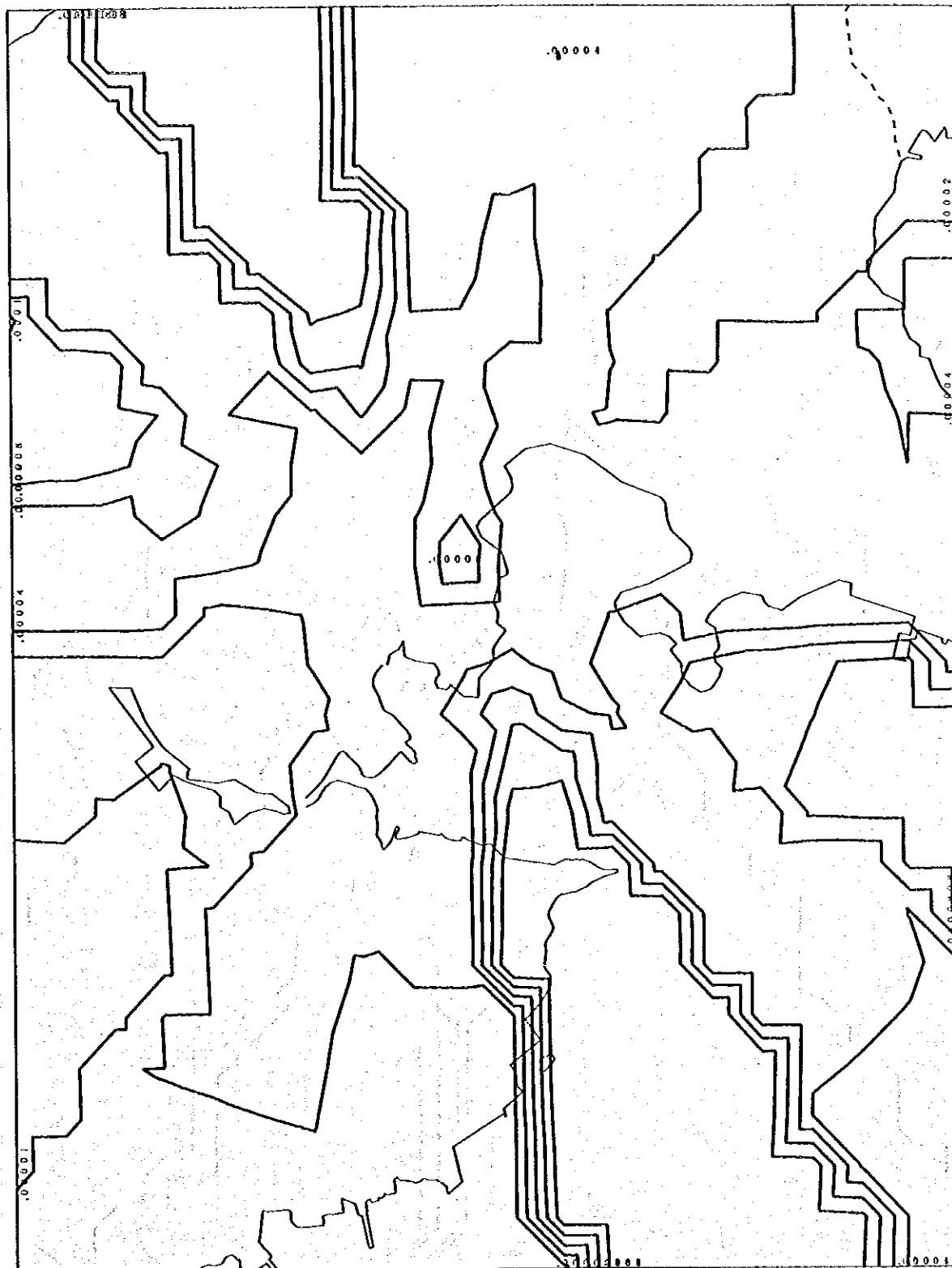


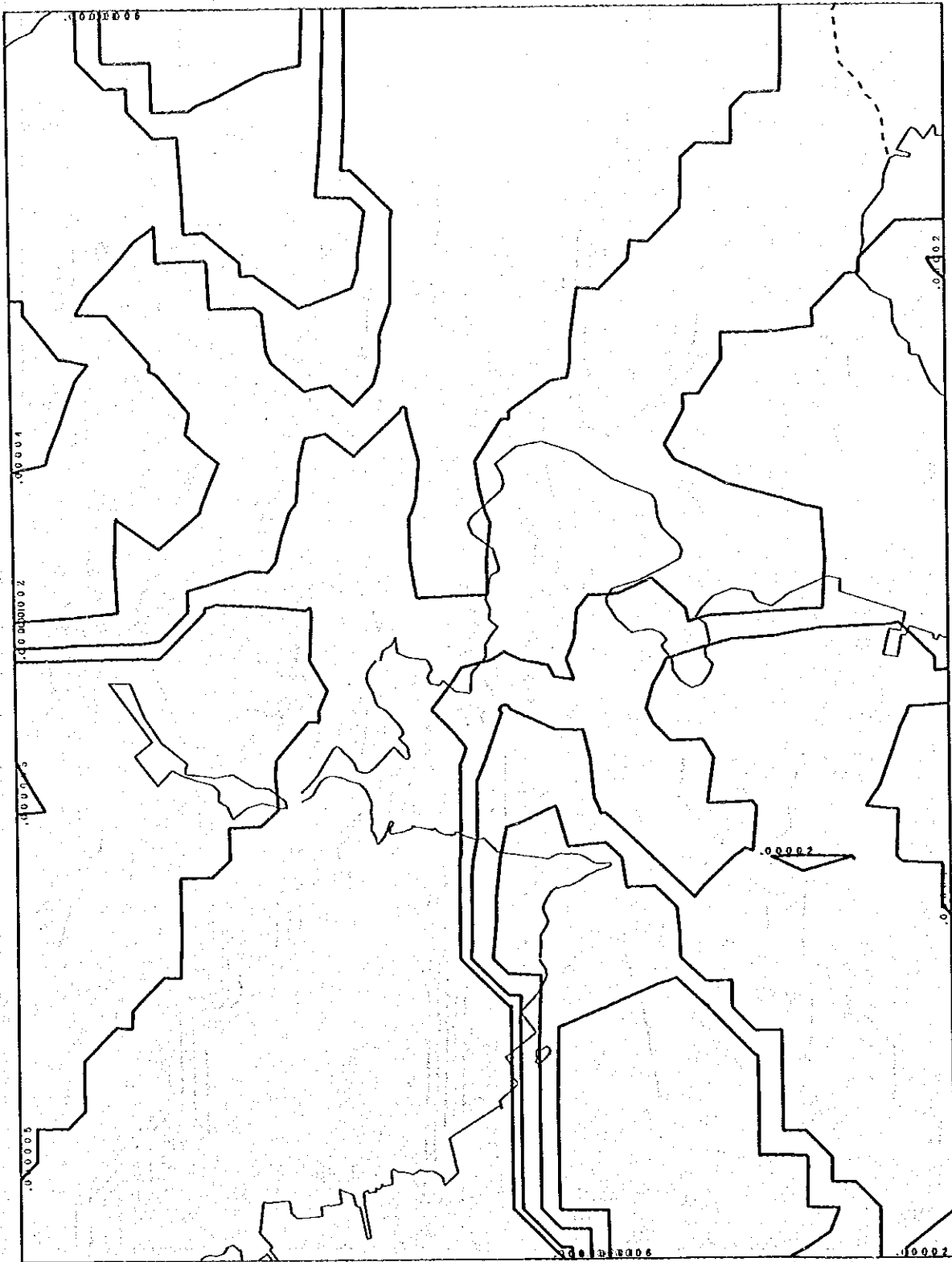
图 III-4-2-3(9) NO_x 年平均濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

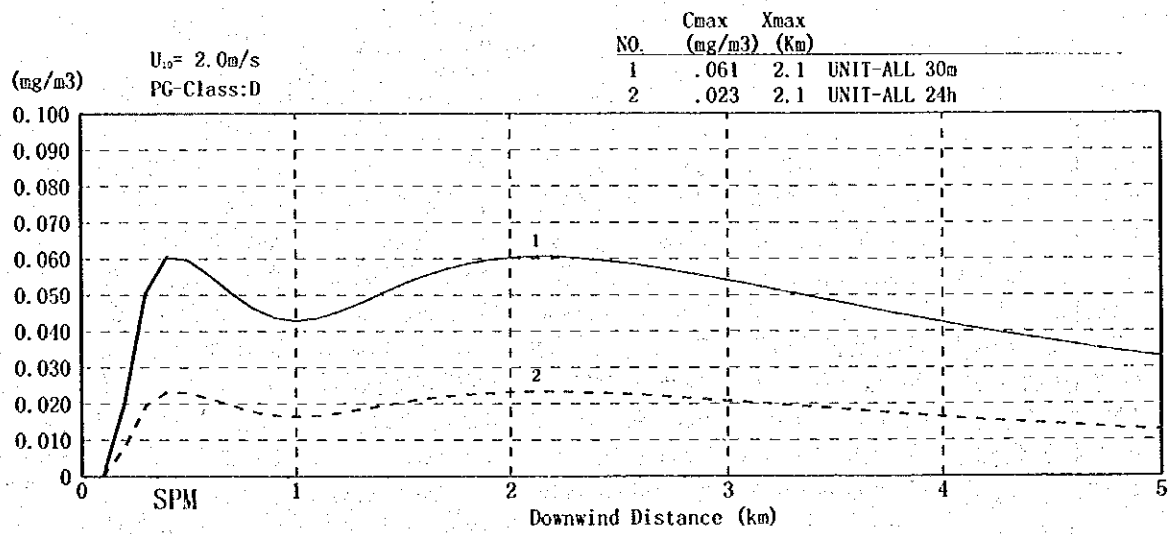
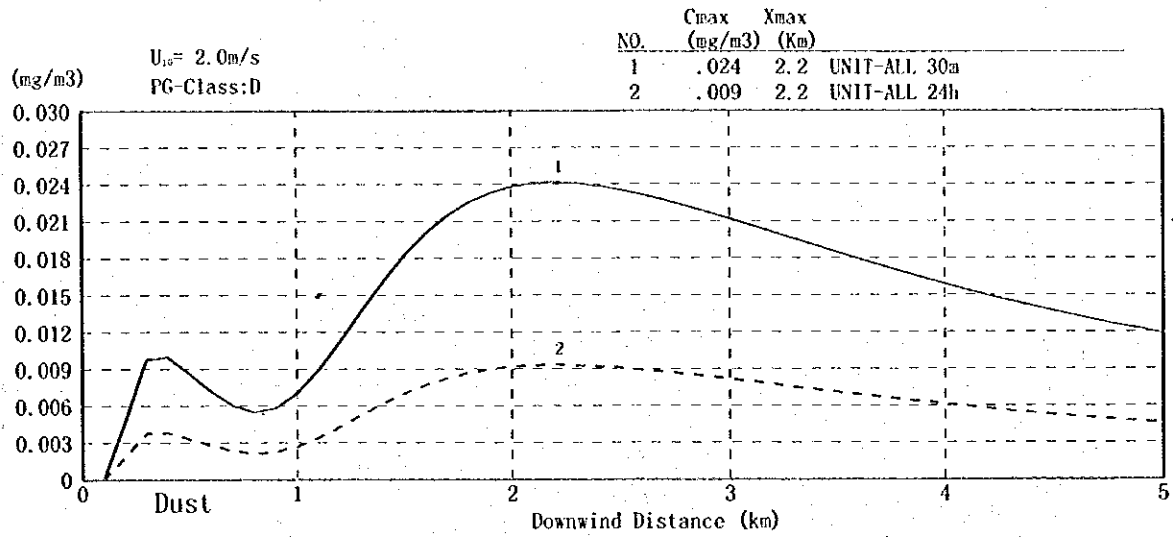
大連染料 将来



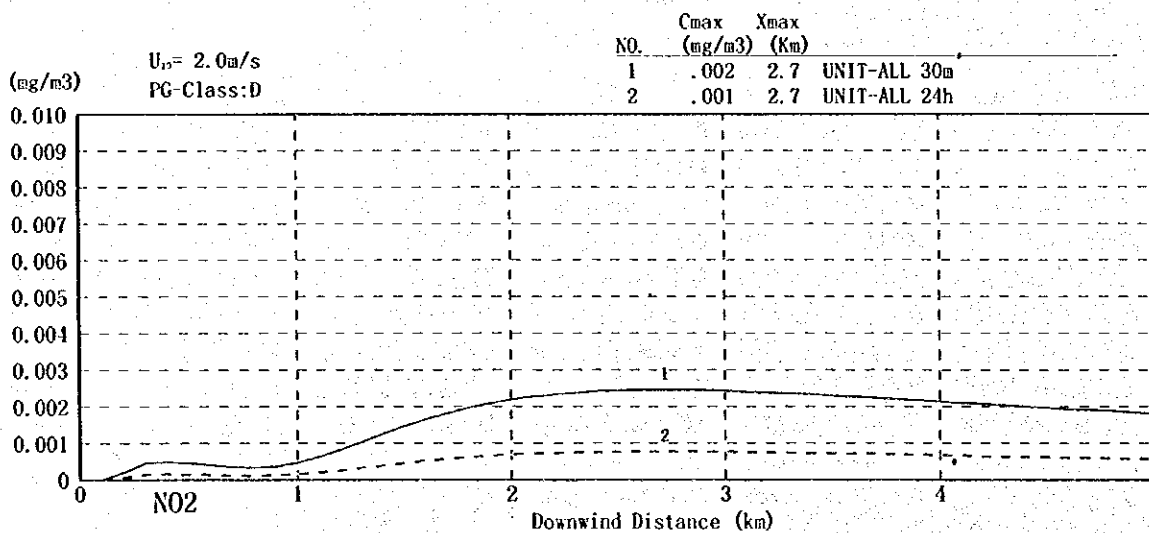
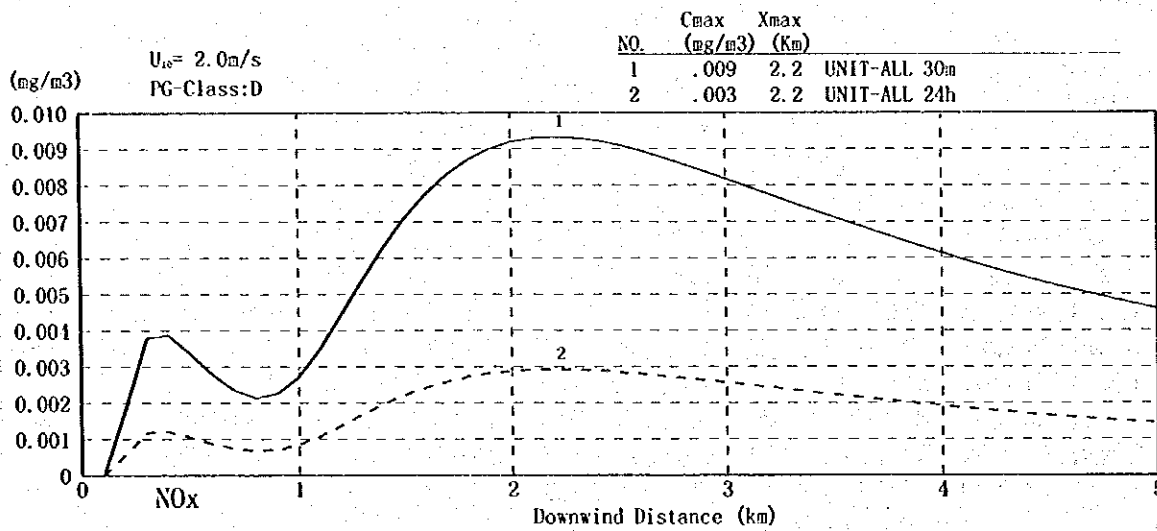
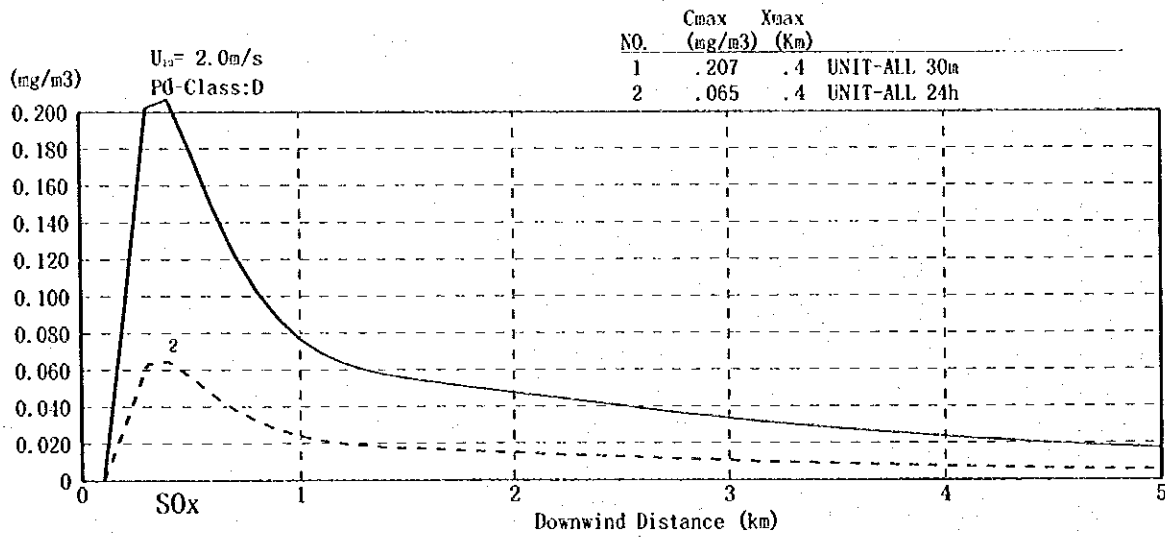
0 1 2 3 km (mg/m³)



图III-4-2-3(10) NO₂年平均濃度图 (将来)



CONCAWE & Plume
 图III-4-2-3(11) 大連染料(将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-3(12) 大連染料(将来) (短時間値)

2) 水質

(a) ジニトロ塩化ベンゼンの水洗水

ジニトロ塩化ベンゼンの水洗水は主に活性炭吸着法で処理される。水洗槽からの排水は、捕獲器に送られ下層部分にあるジニトロ塩化ベンゼンを回収し、上層水を活性炭吸着塔に送り処理する。排出基準を満足させるため吸収塔は3基設置し、その内の2基を直列に結合し処理する。残りの1台は予備とする。

(b) ジニトロフェノールの分離水と商品ピクリン酸の水洗水

この部分の排水は電気多相触媒酸化法により対策する。この方法は、中間のプロセスがなくてスラッジがないという利点がある。ジニトロフェノールの排水を貯蓄槽に引き込み、濾過、沈下処理をした後に、電気多層触媒設備のある水槽に移し、電極に通電する。通電は、適切な電圧に調整し6時間以上継続される。その後廃水は、石灰石で中和して、基準をクリアして排出することとなる。

(c) 硫酸濃縮の排ガス排水における対策

硫酸濃縮は従来の直火式の大釜式蒸発プロセスを廃棄し、タンタル材料真空蒸発プロセスに代替する。この設備の欠点は初期投資額が高いことだが、運用費用が安い長所もある。また、自動作業のレベルが高くて、操作が簡単で、管理が便利である。

(d) 生活およびその他の設備排水における対策

この部分の処理は1セット15万t/yの汚水処理装置を導入する。生活排水について、糞便処理池で自己発酵の処理を行い、格子を通過して、初期沈殿池で浮遊物を削除する。その後、生物化学池で生物化学反応を行い、二次沈殿池でさらに沈殿と濾過を行い、基準を満たしたら排出する。

以上、対策後の水質汚濁物質排出量を表Ⅲ-4-2-3(16)に示す。

表Ⅲ-4-2-3(16) 対策後の水質汚濁物質排出量

排出工程	排水量 (万 t/y)	汚染物質	排出量 (t/y)	排出濃度 (mg/l)	排出基準 (mg/l)
ジエチル塩化ベンゼン水洗水	8.640	硝基物	0.25	2.85	3
		COD	12.96	<150	150
		SS	8.99	104	150
ジエチルフェノール及びピクリン酸 の水洗水	3.884	硝基物	0.01	0.21	
		COD	4.05	<150	150
		SS	5.83	<150	150
		色度 (倍)		2	100
硫酸工程	100.8	硝基物	3.02	<3	3
		COD	151.2	<150	150
		SS	151.2	<150	150
硫化黒加硫工程	1.706	S ²⁻	0.02	<1	1
		COD	2.56	<150	150
		SS	1.71	<100	100
硫化黒濾洗	7.2(外程に排水されない)				
塩化メチル系純水工程	1.224		中和後排出		
生活排水	26.957	動植物油	0.81	3	5
		COD	40.44	<150	150
		SS	40.44	<150	150
総計	143.211	硝基物	3.28		
		COD	211.21		
		SS	209.02		
		S ²⁻	0.02		
		動植物油	0.81		

3) 廃棄物

スラッジの主要な種類として石炭燃焼炉スラッジ、クロロピクリンスラッジ、廃棄活性炭などがある。移転する前と比べて、硫化アルカリスラッジと石膏スラッジは減少する。しかし、排出総量は移転する前と比べて 53.33%増加する。主な増加量は石炭燃焼炉スラッジとクロロピクリンスラッジである。

炉からのスラッジは、建設材料・舗装材料等、可能なかぎり総合的に利用される。また、クロロピクリン渣液等は大連化学アルカリ廃液捨て場に処分される。以下に廃棄物発生量を示す。

表Ⅲ-4-2-3(17) 廃棄物発生量 (t/y)

	クロロピクリン渣液	廃活性炭	燃焼炉渣	生活ゴミ	塩泥	総計
発生量	163,338	766	46,873	359	3,672	215,008

(7) 結論

大連染料は市街地にあるため、周辺の住民に大きな影響を与えている。塩島地区への移転に関して土地の取得は終了しているので、住民の移転等に問題はない。工場移転に関しては以下の対策をとる必要がある。

①大気

- ・発電所のボイラーは循環流動床とし、炉内脱硫を行う。また、集塵効率 95%以上の集塵機を設置する。
- ・硫化水素は、アルカリ塔により処理を行う。
- ・苛性ソーダの製造方法をアスベスト隔膜法からイオン交換膜法に改造する。
- ・硫酸濃縮を間接加熱による真空蒸発濃縮法に改善する。
- ・NO_x 排ガスはアルカリとハイポの混合液体吸収法で処理をする。
- ・CL₂、HCL はアルカリ溶液吸収法で処理をする。

②水質

- ・ジニトロ塩化ベンゼンの水洗水は活性炭吸着法で処理をする。
- ・ジニトロフェノールの分離水と商品ピクリン酸の水洗水は電気多相触媒法により処理する。
- ・加硫凝縮水は、再度、硫化黒生産工程に還流する。
- ・生活排水は污水处理装置を導入する。

③廃棄物

- ・クロロピクリン・渣液は地中トンネルにより大連化学アルカリ廃液処理場に廃棄する。

④悪臭

- ・パイプ及び種々の設備等、システムの密閉性を保持する。

これらの処理を行えば、環境に与える影響は少なく、新工場建設は可能である。

4.2.3.3 プレF/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 一般条件

事業開始年：	1998年(仮設定)
建設期間：	3年
事業評価年数：	23年
減価償却費：	15年(残存価値4%)
減価償却費(発電所)：	20年(残存価値4%)
販売税率：	17%
付加価値係数：	4.5%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表III-4-2-3-3(1) 総投資額

単位：万元

No	項目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	総計	その内、外貨
I	固定資産投資	4,817	19,194	5,029	4,697	33,737	22,176
1.1	苛性ソーダ製造設備	2,786	12,638	2,374	798	18,596	22,176
1.2	廃硫酸濃縮装置	65	1,704	750	303	2,822	
1.3	発電所	1,966	4,852	1,905	3,596	12,319	
1.9	予備費						
2	建設期間中金利				1,203	1,203	624
I	建設費(1+2)	4,817	19,194	5,029	5,900	34,940	22,800
II	運転資金(1を含む)				1,443	1,443	
	総投資額(I+II)	4,817	19,194	5,029	7,343	36,383	22,800

資金計画： 自己資金 7,927 万元 + 借入金 28,456 万元

表III-4-2-3-3(2) 借入金内訳

借入金の種類	借入金額(万元)	支払猶予期間	支払年数	年利(%)
長期借入金(外国)	22,800	10	30	0.75
同上(国内銀行手数料)				1.25
長期借入金(国内)	5,656	建設期間	10	8.01
運転資金				
短期借入金				

3) 販売収入

表Ⅲ-4-2-3-3(3) 100%稼動時販売収入、販売税及び付加

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	苛性ソーダ設備	ton		40,000	13,961
2	廃硫酸濃縮装置	ton			
3	発電所 (電力)	kWh	0.4	63,357,133	2,534
4	発電所 (供熱)	GJ	35.86	1,190,280	4,268
(1)	販売収入 (含税)				20,763
(2)	販売収入 (不含税)			(1)÷1.17	17,746
(3)	付加価値税			(2)×0.045	799
(4)	都市維持建設税			(3)×0.07	56
(5)	教育費付加			(3)×0.03	24
	販売税及び付加				879

4) 変動費

表Ⅲ-4-2-3-3(4) 100%変動費

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費				
1.1	苛性ソーダ製造設備				1,440
1.1.1	原塩	ton	168.5	67,560	1,138
1.1.2	炭酸ソーダ	ton	1,352.5	40	5
1.1.3	塩酸	ton	416	1,200	50
1.1.4	苛性ソーダ	ton	512.82	3,680	189
1.1.5	硫酸	ton	452.72	1,200	54
1.1.6	天才硫酸トリム	ton	1,850	20	4
1.2	廃硫酸濃縮設備	ton	0	44,310	0
1.3	発電所	式		1	292
	計				1,732
2	燃料及び動力費				
2.1	苛性ソーダ製造設備				3,456
2.1.1	直流電力	kWh	0.35	90,000,000	3,150
2.1.2	交流電力	kWh	0.33	2,128,000	70
2.1.3	蒸気	ton	53.76	32,000	172
2.1.4	水道水	ton	2.02	260,000	53
2.1.5	海水	ton	0.11	1,000,000	11
2.2	廃硫酸濃縮設備				132
2.2.1	燃料油	ton	729.7	525	38
2.2.2	電力	kWh	0.33	385,000	13
2.2.3	海水	ton	0.11	1,155,000	13
2.2.4	水道水	ton	2.02	700	0
2.2.5	蒸気	ton	53.76	12,600	68
2.3	発電所	式		1	2,723
	計				6,311

5) 固定費

表Ⅲ-4-2-3-3(5) 固定費

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	人件費				
1.1	苛性ソーダ製造設備	式		1	173
1.2	廃硫酸濃縮装置	式		1	22
1.3	発電所	式		1	397
	計				592
2	修繕維持費				
2.1	苛性ソーダ製造設備	式		1	642
2.2	廃硫酸濃縮装置	式		1	86
2.3	発電所			1	250
	計				978
3	販売費、工場管理費				
3.1	苛性ソーダ製造設備	式		1	119
3.2	廃硫酸濃縮装置	式		1	22
3.3	発電所	式		1	87
	計				228

6) 減価償却費及び年賦償還費

表Ⅲ-4-2-3-3(6) 減価償却費及び年賦償還費

No.	項目	償却固定資産 (万元)	残存価値 (万元)	償却年数	減価償却 (万元)
1	減価償却費				
1.1	苛性ソーダ製造設備	18,350	740	15	1,174
1.2	廃硫酸濃縮設備	2,470	100	15	158
1.3	発電所	12,740	500	20	612
	計	35,560	1,340		1,944
2	年賦償還費				
2.1	苛性ソーダ製造設備	450		15	30
2.2	廃硫酸濃縮設備	430		15	29
2.3	発電所	500		15	33
	計	1,380			92

7) 製造費

表Ⅲ-4-2-3-3(7) 100%稼動時製造費

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費	式		1	1,732
2	燃料及び動力費	式		1	6,311
3	人件費	式		1	592
4	修繕維持費	式		1	978
5	減価償却費	式		1	1,944
6	年賦償還費	式		1	92
7	支払利息	式		1	773
8	販売費、工場管理費	式		1	228
9	総製造費 (1+2+3+4+5+6+7+8)				12,650
9.1	その内、固定費 (3+4+5+6+7+8)				4,607
9.2	変動費 (1+2)				8,043
10	製造原価 (9-5-6-7)				9,841

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-3-3(8) 経済評価投資額調整計算表

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	合計	
1	固定資産投資	22,176	11,561	33,737	22,176	11,561	33,737	
1.1	建築工事		4,817	4,817		4,817	4,817	
1.2	設備費	19,000	194	19,194	19,000	194	19,194	
1.3	据付工事費	3,176	1,853	5,029	3,176	1,853	5,029	
1.4	その他費用		4,697	4,697		4,697	4,697	
1.5	予備費							
2	建中金利	624	579	1,203				-1,203
I	建設費 (1+2)	22,800	12,140	34,940	22,176	11,561	33,737	-1,203
II	運転資金		1,443	1,443		1,443	1,443	
	合計 (I+II)	22,800	13,583	36,383	22,176	13,004	35,180	-1,203

2) 製造費調整

表Ⅲ-4-2-3-3(9) 経済評価製造費調整計算書 (100%稼働時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1.1	原材料費	式		1	1,732		1	1,732
1.2	燃料及び動力	式		1	6,311		1	6,311
1.3	人件費	式		1	592		1	592
1.4	修繕維持費	式		1	978		1	978
1.5	販売費、営業費	式		1	228		1	228
1.6	その他費用	式		1			1	
	合計				9,841			9,841

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-3-3(10) 経済評価販売収入調整計算書 (100%稼働時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	苛性ソーダ製造設備	ton		40,000	13,961		40,000	13,961
2	廃硫酸濃縮装置	ton						
3	発電所				6,802			6,802
3.1	-電力	kWh	0.4	63,357,133	2,534		63,357,133	2,534
3.2	-供熱	GJ	35.86	1,190,280	4,268		1,190,280	4,268
	計				20,763			20,763

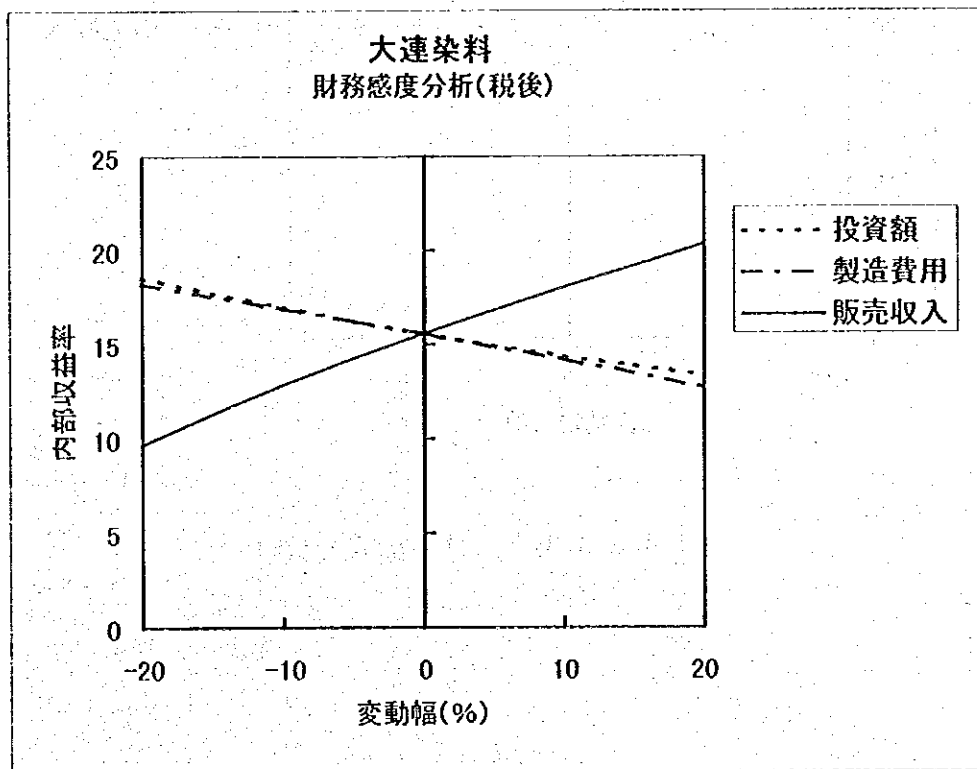
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部收益率 (FIRR) : 15.55% (所得税後) 19.47% (所得税前)
 投資回収年数 (建設開始年より) : 8.68年 (所得税後) 7.74年 (所得税前)
 安定性の検討 : 2.85 > 1.0 OK
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-3-3(11)及び図Ⅲ-4-2-3-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-3-3(11) 財務感度分析表 (税後)

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+10	-10	+10	-10	
税前	内部收益率 (%)	19.47	18.32	20.76	17.70	21.17	22.64	15.98
	投資回収年数	7.74	7.99	7.49	8.16	7.38	7.13	8.66
税後	内部收益率 (%)	15.55	14.67	16.55	14.17	16.88	18.03	12.83
	投資回収年数	8.68	8.95	8.40	9.16	8.28	7.99	9.66



図Ⅲ-4-2-3-3(1) 財務感度分析図

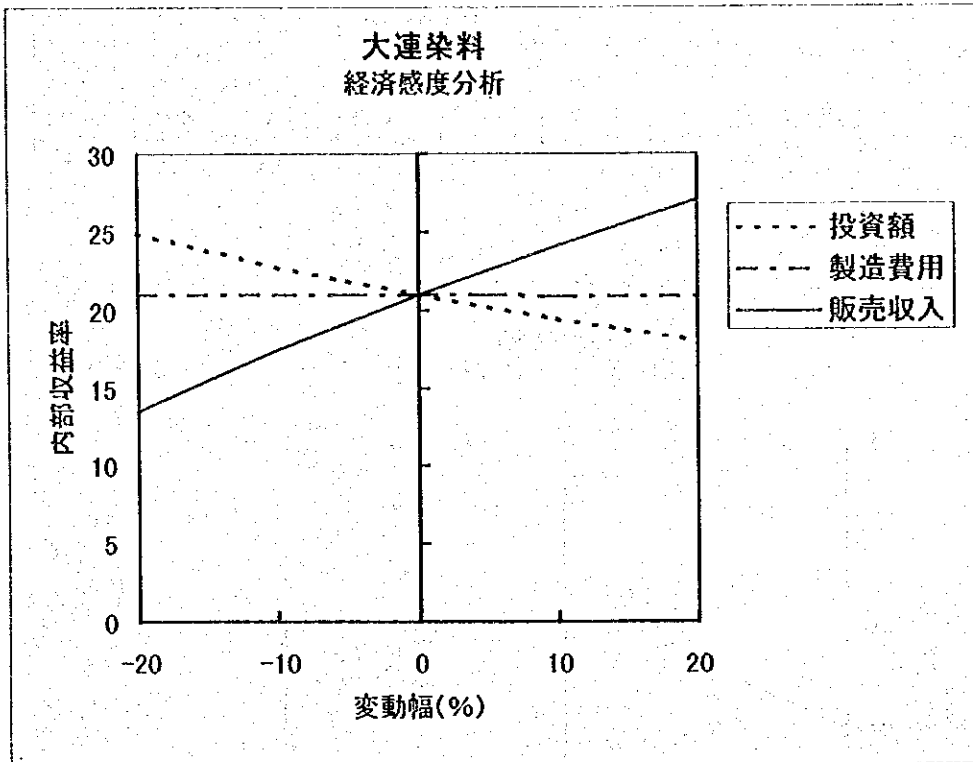
3) 經濟計算

經濟內部收益率 (EIRR) : 20.92%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-3-3(12)及び図Ⅲ-4-2-3-3(2)参照

表Ⅲ-4-2-3-3(12) 經濟感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部收益率 (%)	20.92	19.34	22.75	20.87	20.96	24.10	17.43



図Ⅲ-4-2-3-3(2) 經濟感度分析圖

4.2.4 大連製薬

4.2.4.1 概要

大連製薬は1948年に創立し、抗生物質原料と製剤を主な製品とする、中国17位の製薬会社である。1996末に資産の再構築をし大連医薬グループ傘下となり、社名を大連医薬グループ大連製薬工場と変更した。

大連製薬工場は大連市沙河口区解放広場繁華街にあり、商業繁華街の中山路と解放広場の交通の要所に隣接している。工場敷地は住宅区域にあり、住宅とは道路一本を隔てるのみである。狭い工場敷地等の原因による三廃は周辺1kmの範囲で影響を及ぼしている。

(1) 所在地

現有	大連市沙河口区迎春街	(図Ⅲ-1 参照)
新設	大連市甘井子区革鎮堡棋盤村	(図Ⅲ-1 参照)

(2) 工場規模及び従業員

敷地面積	現有	66,000m ²
	内 主工場	36,000m ²
	分工場	18,900m ²
	他占地	11,700m ²
	新設	90,000m ²
従業員数		2,909人
内、工程技術者		155人

(3) 工場配置図

現有工場(図Ⅲ-4-2-4-1(1))、新設工場(図Ⅲ-4-2-4-1(2))の通り。

(4) 生産額等(1997年)

売上げ	1.36億元
利潤	693萬元
利益(税引後)	5.4萬元

(5) 主要製品と原料

現有工場と新設工場の主要製品と生産量は表Ⅲ-4-2-4-1(1)の通り。また、現有工場での原料使用量は表Ⅲ-4-2-4-1(2)の通りである。

表Ⅲ-4-2-4-1(1) 現有工場と新設工場の主要製品と生産量

製品名称	現有装置能力 (t/年)	将来生産量 (t/年)
エリスロマイシン	50	150
ステアリン酸エリスロマイシン	20	20
ラクチン酸エリスロマイシン	30	30
ストレプトマイシン	250	500
ペニシリン原料	200	—
ペニシリンカリ工業塩	50	—
ロ・エリスロマイシン	—	30

表Ⅲ-4-2-4-1(2) 現有工場の原材料消費量

原材料名称	消費量 (t/年)	原材料名称	消費量 (t/年)
硫酸	700	葡萄糖	67
アンモニア水	135	黄豆粉	2.5
液糖	6930	硫酸アンモニウム	380
塩酸	900	硫酸亜鉛	500
アルカリ水	1370	コーンスターチ	250
ブチルアルコール	760	豆加工粉	710
でんぷん	300	炭酸カルシウム	165
ブチルアルコール	83	酢酸エチル	160
アセトン	200	酢酸ブチル	900
活性炭	94	落花生油かす粉	350

(6) 主要製品製造プロセス

図Ⅲ-4-2-4-1(3)～図Ⅲ-4-2-4-1(5)の通り。

(7) 工場改善計画

現有工場は、市内の商業繁華街に主工場があり種々の環境汚染が深刻である。、現工場でのボイラーからは SO₂、ばいじんを排出する。また、種々の有機化学物質を大気に排出し、有害性と同時に悪臭が著しい。また、COD、SS 等が排出基準を超過した工場排水は、無処理のまま下水に排水される。さらに、炉からの銹さい、菌廃棄物も殆ど下水に排出される。これらの背景から、大連製薬は大連市政府環境保護と汚染追放企画により、市外に移転することが決定している。

新設工場では、需要の高いエリスロマイシン、ロ・エリスロマイシン、エリスロマイシン半合成系列製品と製剤製品を重点的に生産する。新工場では 30t/h の循環流動床式ボイラー1 基を導入し、脱硫、集塵等 (図Ⅲ-4-2-4-1(6)) を行うことにより大気汚染物質の排出量低減をはかる。また、有機化学物質の排出はプロワーにより集められ活性炭処理をした後、大気中に放出する。廃水施設に関しては 6,000/日処理可能な処理所を建設し、50%を再利用する。廃水は排出基準以下にされ排出される (図Ⅲ-4-2-4-1(7))。また、廃水汚泥は、ボイラーにて燃焼または、肥料として利用される (図Ⅲ-4-2-4-1(8))。菌廃棄物はボイラーにて焼却され (図Ⅲ-4-2-4-1(9))、ボイラー灰はレンガ・道路舗装材料として利用される。騒音に関しては、低騒音型のコンプレッサー等を導入すると同時に、消音・隔離・吸音等の対策を行う。

新工場で採用される技術及び設備は、エリスロマイシン生産プロセスにおいて、有機溶剤の使用量を削減できる大穴樹脂を利用した乳酸塩工程。循環流動床ボイラーの導入。嫌気性・好気性を利用した生物化学分解による排水処理、原材料の消費を削減することができるエリスロマイシン優良菌種及び発酵技術の導入等である。表Ⅲ-4-2-4-1(3)に輸入を予定している設備と生産プロセス技術を示す。

表Ⅲ-4-2-4-1(3) 生産プロセス技術に係る部品表

設備部品名称	規格及び産地	数量	設備部品名称	規格及び産地	数量
高速遠心分離機	TA-60 ドイツ	10 台	錠剤製造機	ドイツ	1 台
自動排渣遠心分離機	10t/h	5 台	包衣機	100 万錠/バッチ/ドイツ	1 台
反浸透膜設備	3×30-19-5HR95	2 台	注射粉薬総動ライン	年産 6000 万本	1 ライン
遠心式噴霧乾燥塔	200~300m ³ /h	2 台	7枚包装機	120~160 板/分	1 台
回転真空乾燥機	1000t	10 台	発酵マシント制御システム		2 セット
空気膜濾過機	AB4 7枚	20 セット	インバータ式電動機	160kw	20 台
冷凍乾燥機	200kg/バッチ	1 台	空調機	日本	5 セット
コンプレッサー	500m ³ /分	2 台	高速液相加圧機	LC-4A 日本	1 台

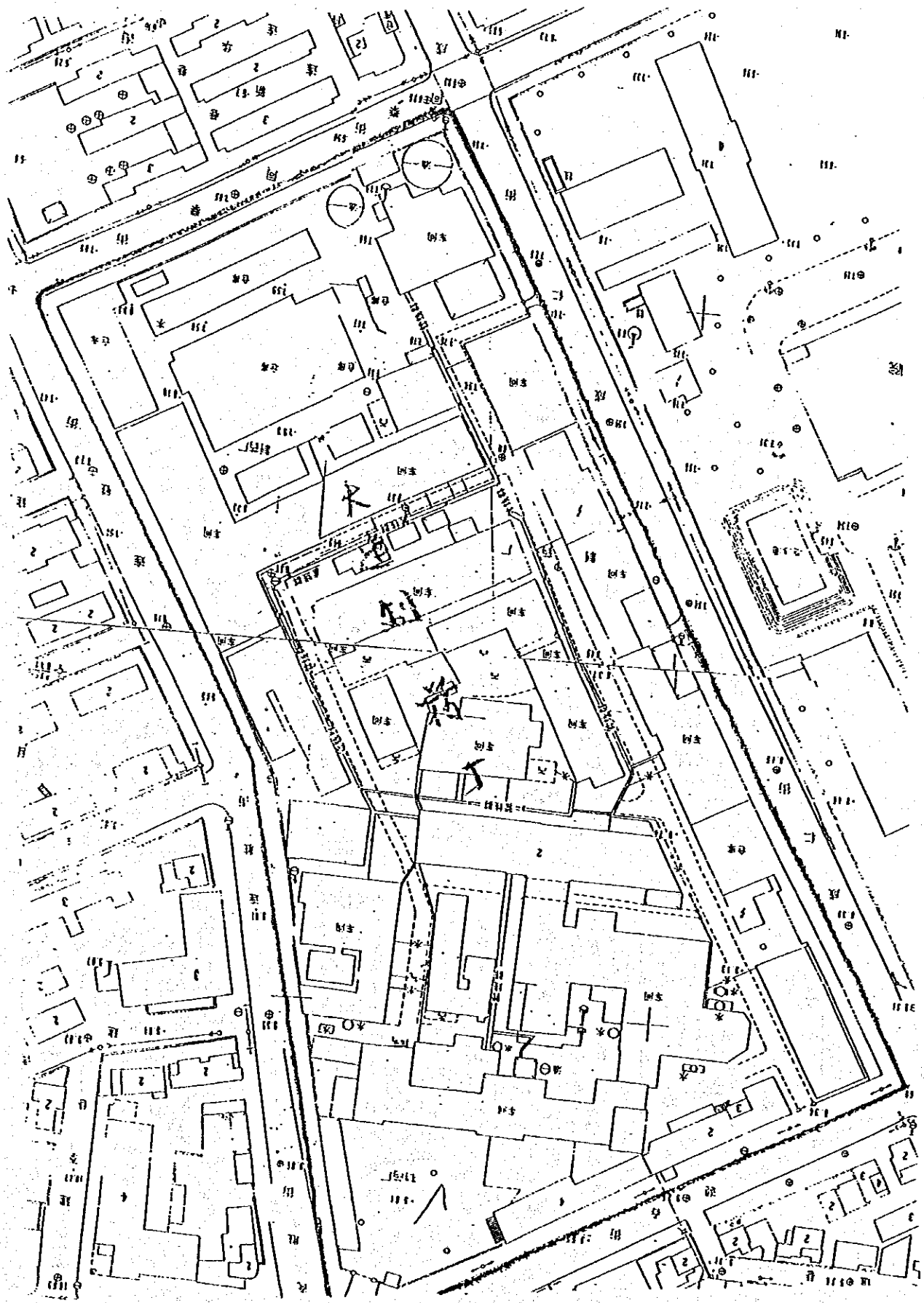


圖 III-4-2-4(1) 大連製藥現有工場配置圖

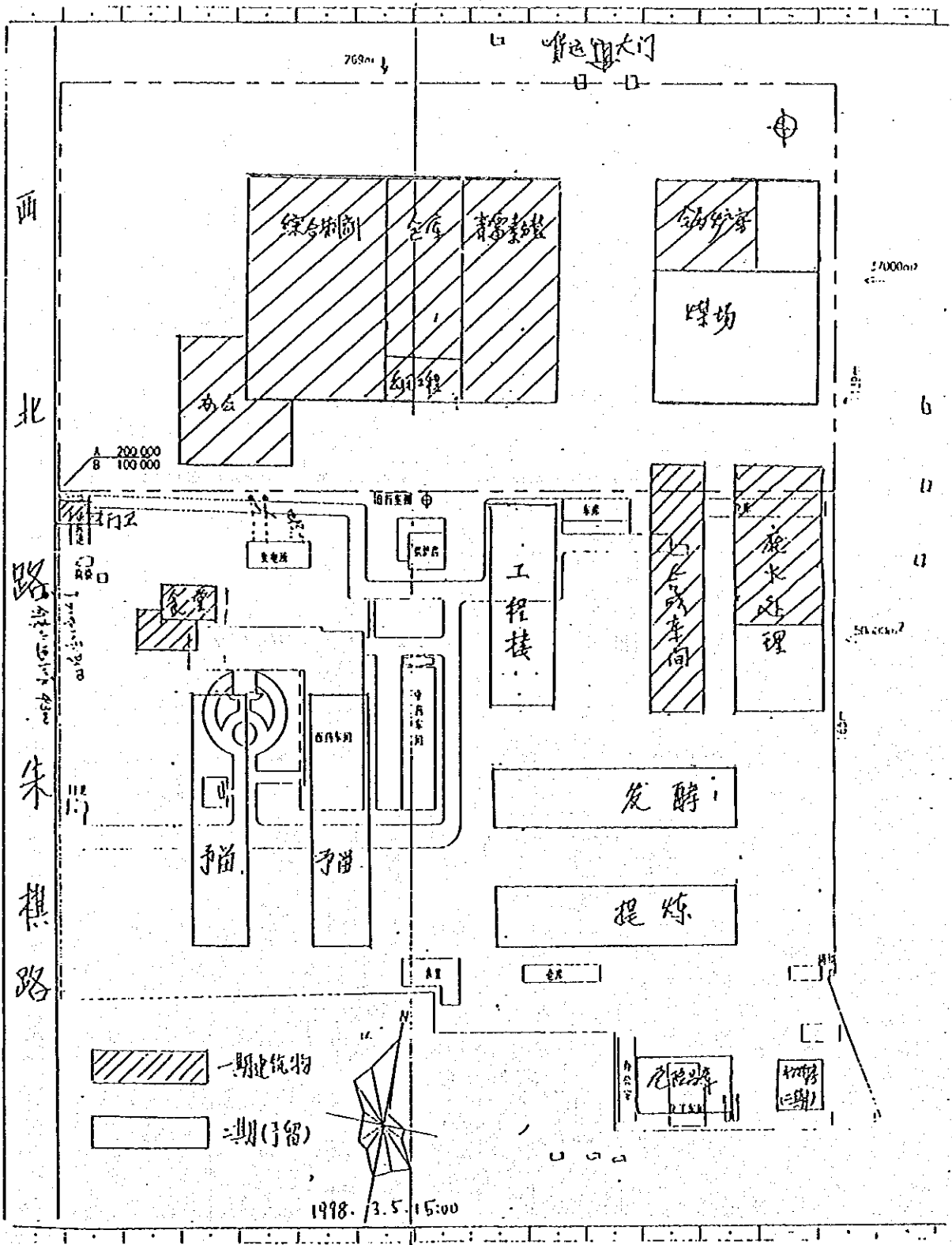
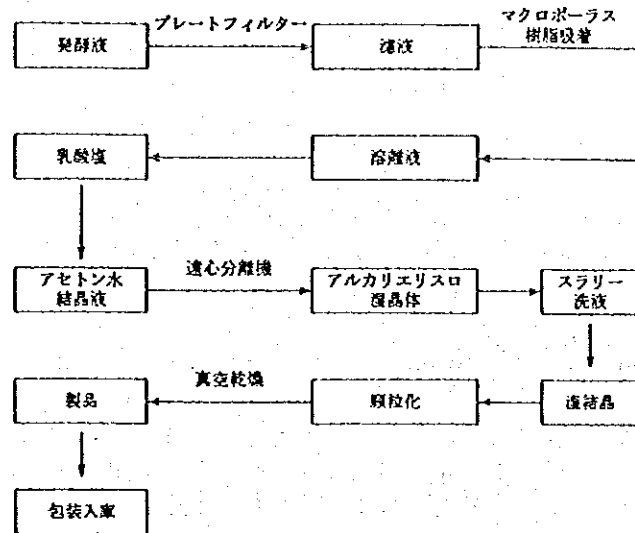
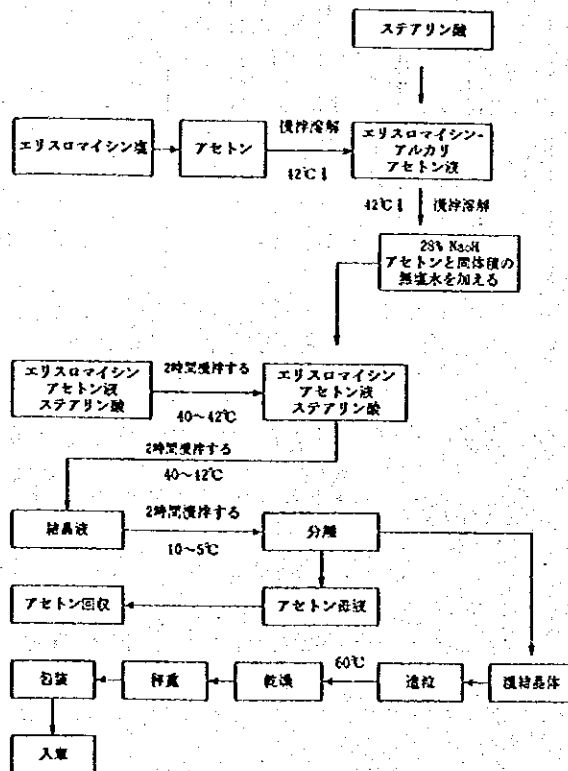


图 III-4-2-4(2) 大连製藥新工場配置図



図III-4-2-4(3) エリスロマイシン生産フロー



図III-4-2-4(4) ステアリン酸エリスロマイシン生産フロー

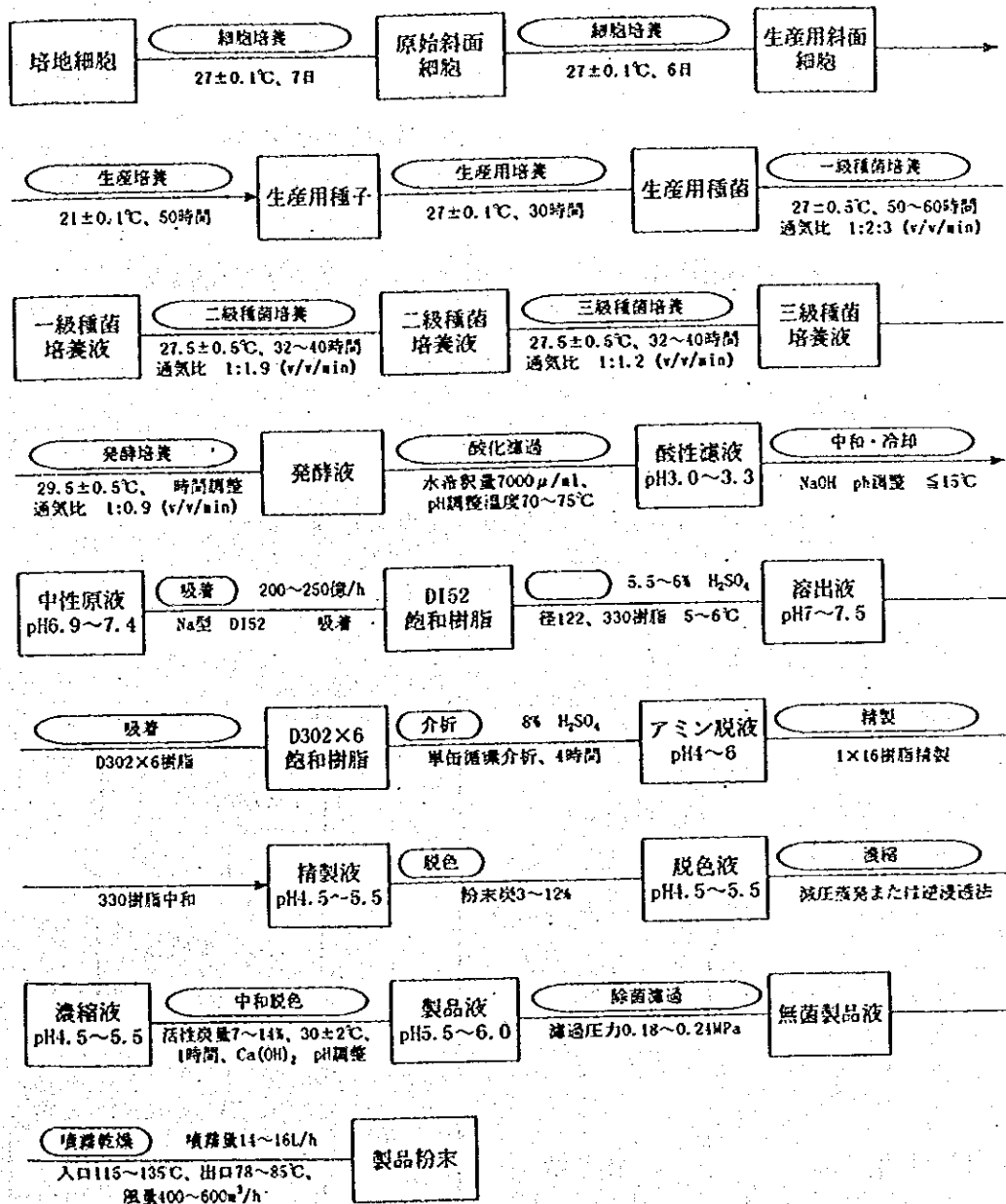
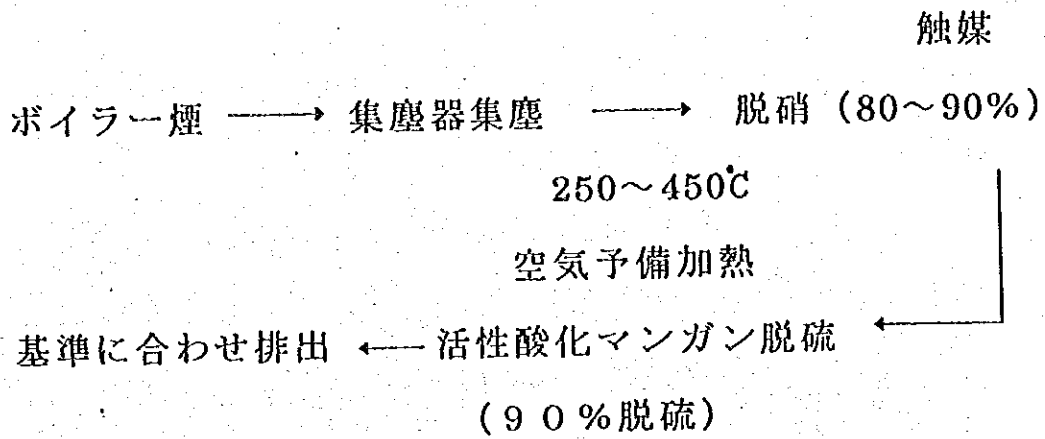
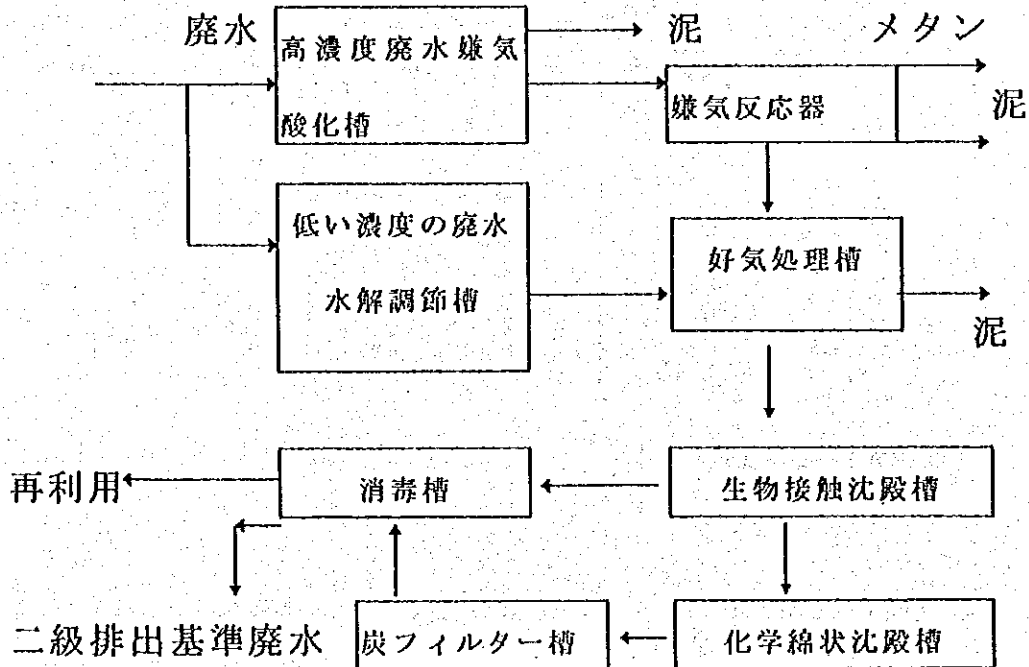


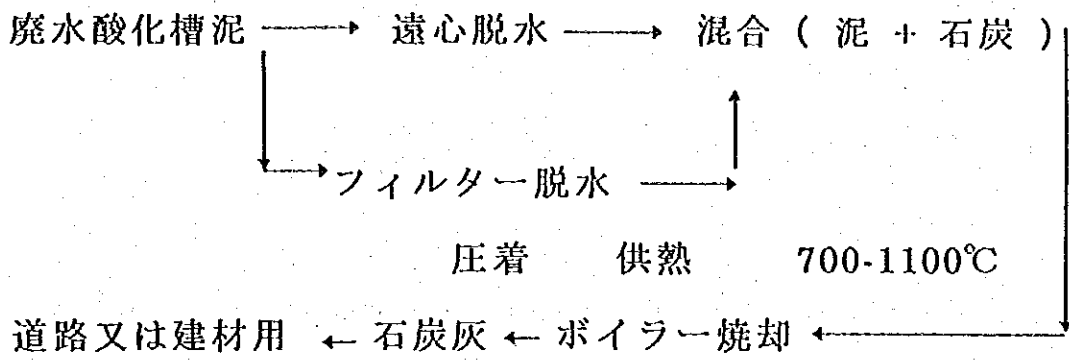
図 III-4-2-4(5) ストレプトマイシン生産フロー



図III-4-2-4(6) ボイラー排ガス処理フロー



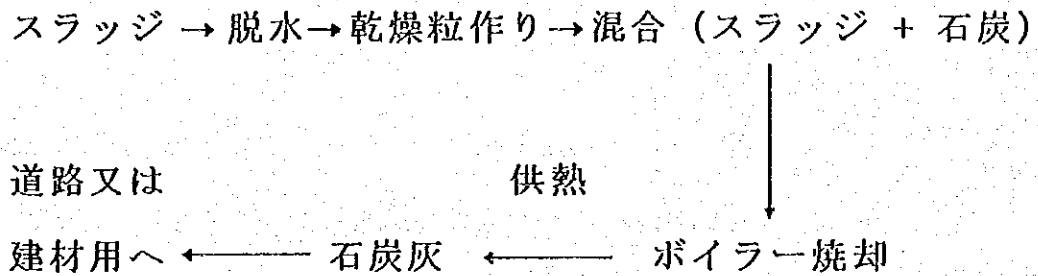
図III-4-2-4(7) 廃水処理フロー



嫌気

好気泥を消化 → 圧着、フィルター脱水 → 乾燥 → 肥料

図III-4-2-4(8) 汚泥処理フロー



図III-4-2-4(9) スラッジ処理フロー

4.2.4.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連製菓工場は大連市沙河口区解放広場繁華街にあり、商業繁華街の中山路と解放広場の交通の要所に隣接している。工場敷地は住宅区域にあり、住宅とは道路一本を隔てるのみである。狭い工場敷地等の原因による三廃は周辺 1km の範囲で影響を及ぼしている。

現有工場は、市内の商業繁華街に主工場があり種々の環境汚染が深刻である。現工場でのボイラーからは SO_2 260t/y、ばいじん 500t/y を排出する。また、アセトン 136t/y、酢酸ブチルエステル 300t/y 等の有機化学物質を大気に排出し、有害性と同時に悪臭が著しい。また、COD、SS 等が排出基準を超過した工場排水は、無処理のまま下水に排水される。さらに、炉からの鉛さい、菌廃棄物も殆ど下水に排出される。これらの背景から、大連製菓は大連市政府環境保護と汚染追放企画により、市外に移転することが決定している。

(2) スクリーニング結果

表Ⅲ-4-2-4(10) 大連製薬スクリーニングリスト

環境項目		内容	評価	備考(根拠)	
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有 無・不明	工場移転に伴う住民移転
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有 無・不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有 無・不明	工場移転による交通量増大
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有 無・不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有 無・不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有 無・不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有 無・不明	
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有 無・不明	発酵過程から生じる菌廃棄物
	9	災害(地)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有 無・不明	
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有 無・不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有 無・不明	
	12	地下水	過剰揚水等による枯渇、造成工事による汚染	有 無・不明	
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有 無・不明	
	14	海岸・海域	埋立や高潮の変化による海岸侵食や沿岸生物の変化	有 無・不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有 無・不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有 無・不明	
	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の阻害、文化財保護	有 無・不明	
公 害	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有 無・不明	ばけ及び有機化学物質
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有 無・不明	汚水処理施設がない
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有 無・不明	排水過程から周辺土壌に
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有 無・不明	
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有 無・不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有 無・不明	種々の化学物質生成過程

「住民移転」

工場移転に伴う住民移転の可能性あり。但し、工場用地は既に確保されているため住民移転問題は解決されたものとする。

「交通・生活施設」

大連製薬は工場を移転する計画である。従って、新工場の周辺では原料運搬・通勤等による交通量の増大、建設のための工事車輛の増大等による多少のインパクトがある。これらは適切な交通計画により影響を最小限に回避できる。

「保健衛生・健康状態」

大連製薬ではボイラーからの SO_x、NO の煤塵排出、精製過程におけるアセトン、酢酸ブチル等の汚染物質が大気に排出される。これらは、労働者の健康及び周辺住民の健康に少なからずインパクトを生じている。具体的な因果関係はデータ不足のため、不明確である。

「廃棄物」

ボイラーからの銻さい、菌の培養過程から発生する廃棄物がある。このうち、菌廃棄物に関しては、一部埋め立てているものの殆ど下水に流してしまっている。従って、大きなインパクトがある。

「大気汚染」

保健衛生・健康状況の項目で記述したように、大きなインパクトがあると考えられる。

「水質汚濁」

排水は無処理のまま下水に放流されており、高濃度の COD、SS 等がそのまま大連湾に放出されており、大きなインパクトがある。

「土壌汚染」

現在、排水は処理をせずそのまま下水に流されている。下水に流れるまでの過程で種々の化学物質による土壌汚染が発生している可能性がある。

「騒音・振動」

コンプレッサー稼働時に騒音が発生し、多少のインパクトが生じるが、現況での敷地境界の騒音は昼が 60~70db、夜が 55~65 と環境基準値を若干超えている。

「悪臭」

抗生物質の菌を培養・精製する過程で悪臭が発生する。工場周辺住民から苦情がよせられている。

当該工場における「住民移転」「交通・生活施設」に関しては、影響が少ないと考えられるため、対象項目から除いた。また、「保健衛生・環境状態」に関しては、大気汚染の分野から評価した。

(3) 排出量の現状

1) 大気

(a) 燃料使用量

工場ヒアリング調査によれば 1997 年現在、大連製薬で燃焼に用いられた燃料は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-4(11) 現状の燃料使用量 (t/年)

燃料種類	使用量 (万 t/年)	熱量 (kcal/kg)
石炭	0.3	5,600
重油	1.7	11,000

(b) 現状の燃焼による大気汚染物質排出量

燃焼による大気汚染物質排出量を以下に示す。

表Ⅲ-4-2-4(12) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

	排ガス量 (Nm ³ /年)	SO ₂ (t/年)	ばいじん (t/年)	NO _x (t/年)
排出量	4.0×10 ⁸	260	500	69

また、各煙突から排出される大気汚染物質排出量及び排出基準値を表Ⅲ-4-2-4(4)に示す。排出基準は遼寧省地方基準 (DB21-60-89) を基本とするが、参考のため国家標準 (GB16297-1996) とも比較した。

現状では、すべての煙突でばいじんの排出規制値 (150mg/m³) を超えている。また、石炭ポイラーからの煙突が SO₂、NO_x で国家標準 (GB16297-1996) の 2 級を超える結果となった。

表III-4-2-4(13) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

項目		主工場(重油1)	主工場(重油2)	主工場(重油3)	分工場(石炭)
煙突高さ(m)		33	23	28	35
重油使用量(t/y)		10,667	3,333	3,000	—
石炭使用量(t/y)		—	—	—	3,000
排ガス量(Nm ³ /y)		2.26×10 ⁸	7.06×10 ⁷	6.36×10 ⁷	3.95×10 ⁷
SO ₂	年間排出量(t/y)	117.96	36.86	33.18	72
	時間排出量(kg/h)	16.83	5.26	4.73	10.27
	排出基準(kg/h) ^{*1}	24.1	12.6	18.6	26.0
	排出基準(kg/h) ^{*2}	20.8	7.6	13.8	23.4
	排出濃度(mg/m ³)	522	522	522	1823
	排出基準(mg/m ³) ^{*3}	700	700	700	700
ばいじん	年間排出量(t/y)	89	28	25	358
	時間排出量(kg/h)	12.7	4.00	3.57	51.1
	排出基準(kg/h) ^{*2}	33	13	23	37
	排出濃度(mg/m ³)	394	397	393	9063
	排出基準(mg/m ³) ^{*1,*3}	150	150	150	150
NO _x	年間排出量(t/y)	25.5	7.97	7.17	28
	時間排出量(kg/h)	3.64	1.14	1.02	4.00
	排出基準(kg/h) ^{*1}	18.5	7.2	9.2	14.0
	排出基準(kg/h) ^{*2}	6.2	2.2	4.1	7.0
	排出濃度(mg/m ³)	113	113	113	709
	排出基準(mg/m ³) ^{*3}	420	420	420	420

*1:DB21-60-89

*2:GB16297-1996 (2級基準)

*3:GB16297-1996

(d) プロセスからの大気汚染物質排出量

大連製薬資料によればプロセスから大気中に排出される物質及び最大濃度は以下の通りである。すべての化学物質が業界基準である工業企業設計衛生標準を超えている。

表III-4-2-4(14) プロセスからの汚染物質排出量 (t/年)

汚染源名称	年間排出量 (t/y)	最大濃度 (mg/m ³)	排出基準*1 (mg/m ³)
アセトン	136	1986	400
酢酸アミルエステル	300	2560	300
酢酸イソamilエステル		820	300
アミルアルコール		4977	200

*1:TJ36-79

(e) 測定調査

1997にJICA調査団による測定結果は、表Ⅲ-4-2-4(5)の通りであり、すべて排出基準を満足する。

表Ⅲ-4-2-4(15) 大連製薬 12t ボイラー測定結果:1997JICA 測定

	排出量(kg/h)	濃度(mg/m ³)	排出基準	
			DB-2159-89	GB-16297-1996
排ガス量 (Nm ³ /h)	13,000			
SO ₂	2.47	190	24kg/h	21
NO _x	4.03	310	12kg/h	6
ばいじん	1.20	92	150mg/m ³	33

2) 水質

大連製薬の調査によれば、現状の排水量は6000t/dであり、汚染物質の濃度は以下のとおりである。

表Ⅲ-4-2-4(16) 水質汚染物質測定結果

	pH	COD mg/l	BOD mg/l	SS mg/l	S mg/l
西口	2.01	4,610	2,464	2,455	7.05
南口	6.03			610	6.41
排出基準	6~9	100	60	150	

その他有機化学物質としては硫酸亜鉛 500t/y、酢酸ブチルエステル 1,000t/y、アセトン 170t/y、その他揮発性を除く有機有機溶剤が下水に流入している。

3) 廃棄物

大連製薬の調査によれば、代表的な廃棄物の状況は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-4(17) 大連製薬から排出される廃棄物の種類と量 (t/y)

	炉渣	菌渣
排出量	1,000	8,000

4) 騒音

大連製薬の調査によれば、発生源（エアコンプレッサー）付近での騒音レベルは106dB(A)、工場敷地境界で昼は60~70dB(A)、夜は55~65dB(A)である。この測定結果は騒音基準値（GB-3096-93）の2類地域における昼間60db(A)、夜間50dB(A)を超えている。

5) 悪臭

大連製菓の調査によれば、悪臭強度 3~4 級である。周辺住民から悪臭の苦情がよせられている。

6) 土壌汚染

土壌汚染の定量的な観測データはない。しかし、無処理での排水は、土壌汚染を発生させている可能性がある。

(4) 環境濃度の現状

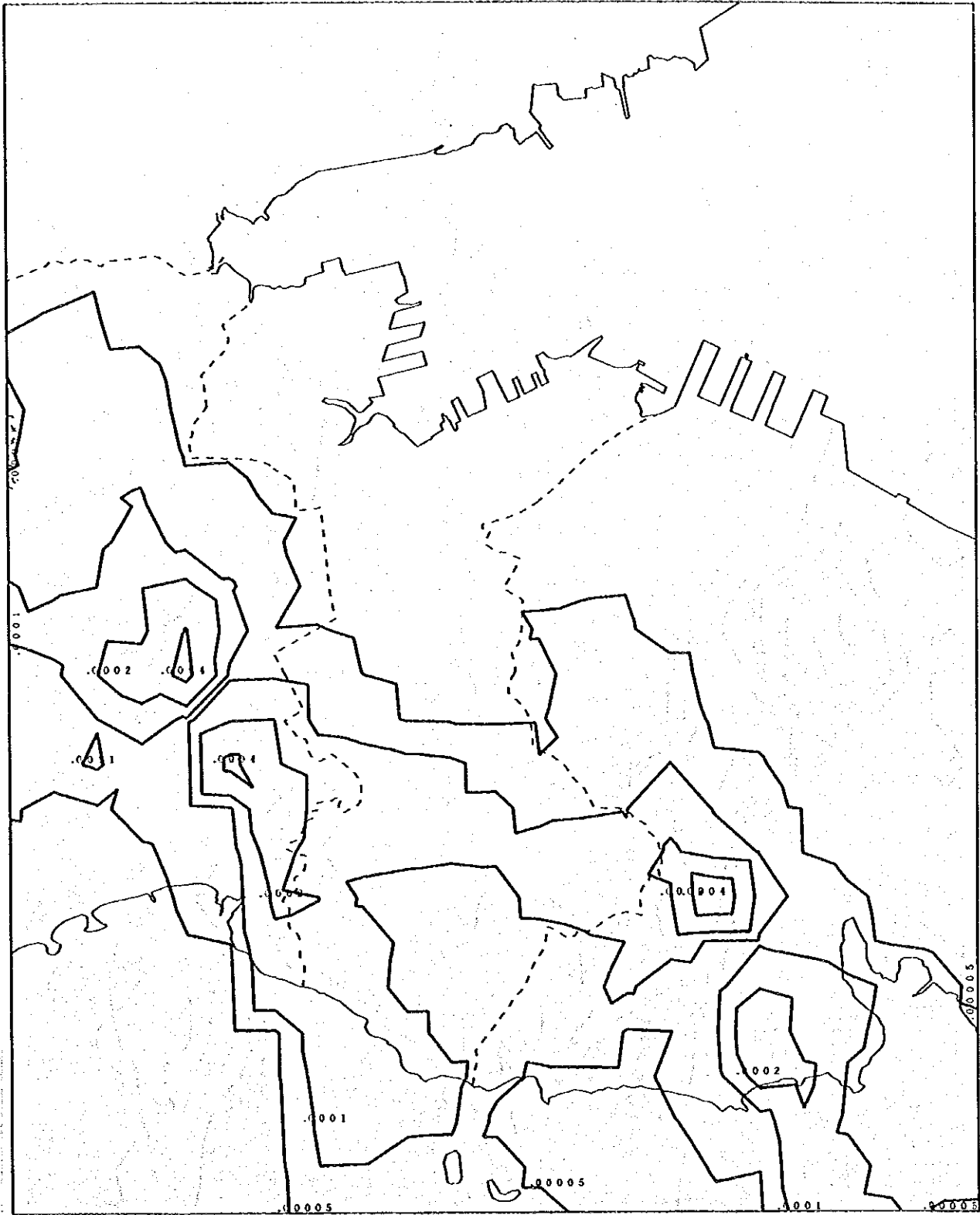
1) 大気

(a) 長時間平均濃度の推定

大連製菓から排出される大気汚染物質の影響を年平均値モデルにより推定した。大連製菓は、主工場が人民広場付近、分工場が老虎灘付近にあるため、等濃度線図は他の工場のように単純な形にならない。PM10 は 0.0004 の地域が最も高濃度なエリアであり環境基準 (0.04mg/m³) の 1%になる。また、SO₂ は最大 0.002mg/m³ のエリアが出現し、環境基準 (0.06mg/m³) の 3.3%を占める。同様に、NO_x の最大濃度エリア (0.006mg/m³) は環境基準 (0.05mg/m³) の 12%である。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

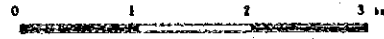
大連製薬 現状



図III-4-2-4(1) PM10年平均濃度(現状)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連製薬 現状



(mg/m³)

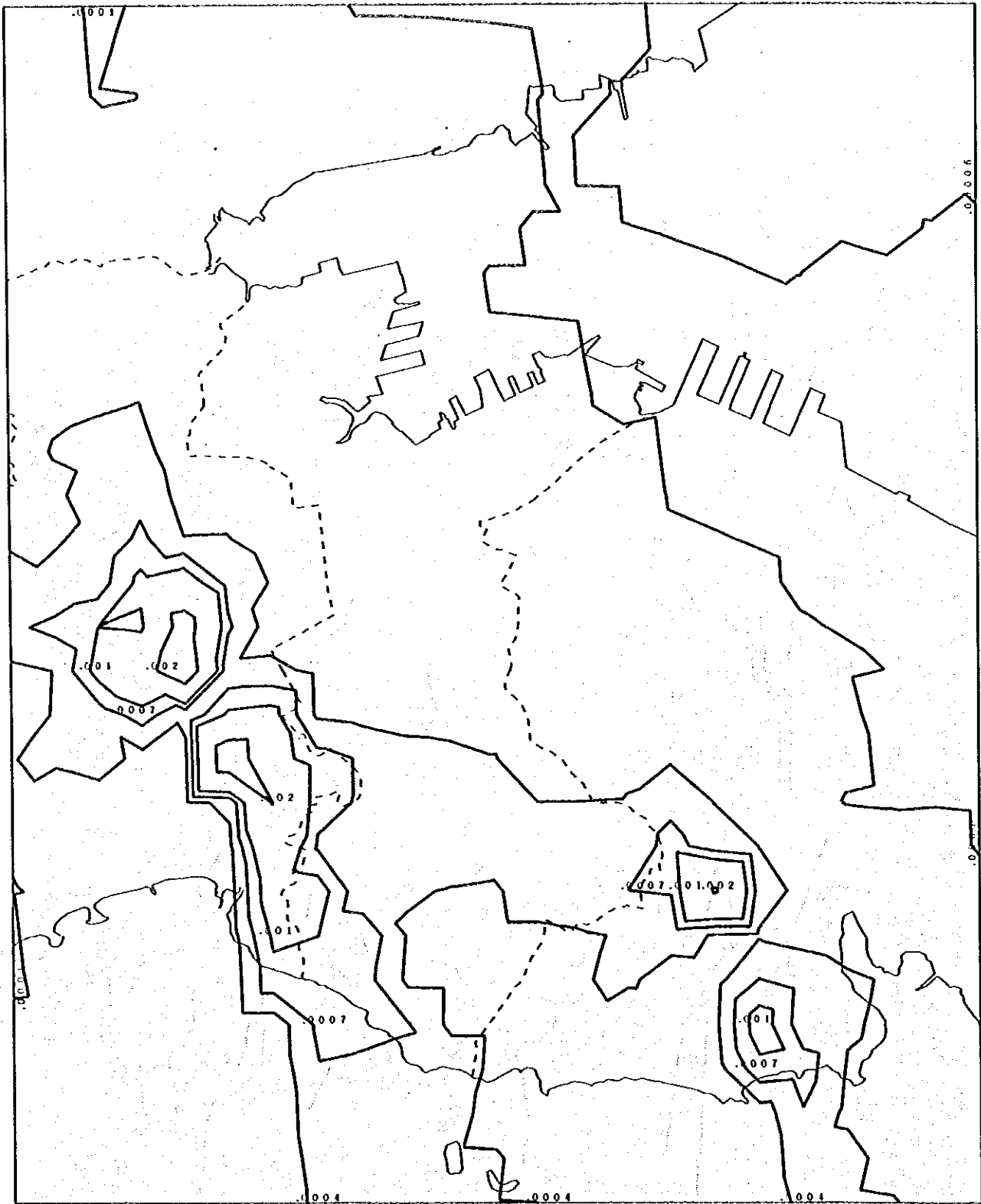
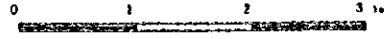
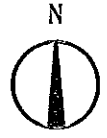


图 III-4-2-4(2) SO₂年平均濃度 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連製茶 現状



(mg/m³)

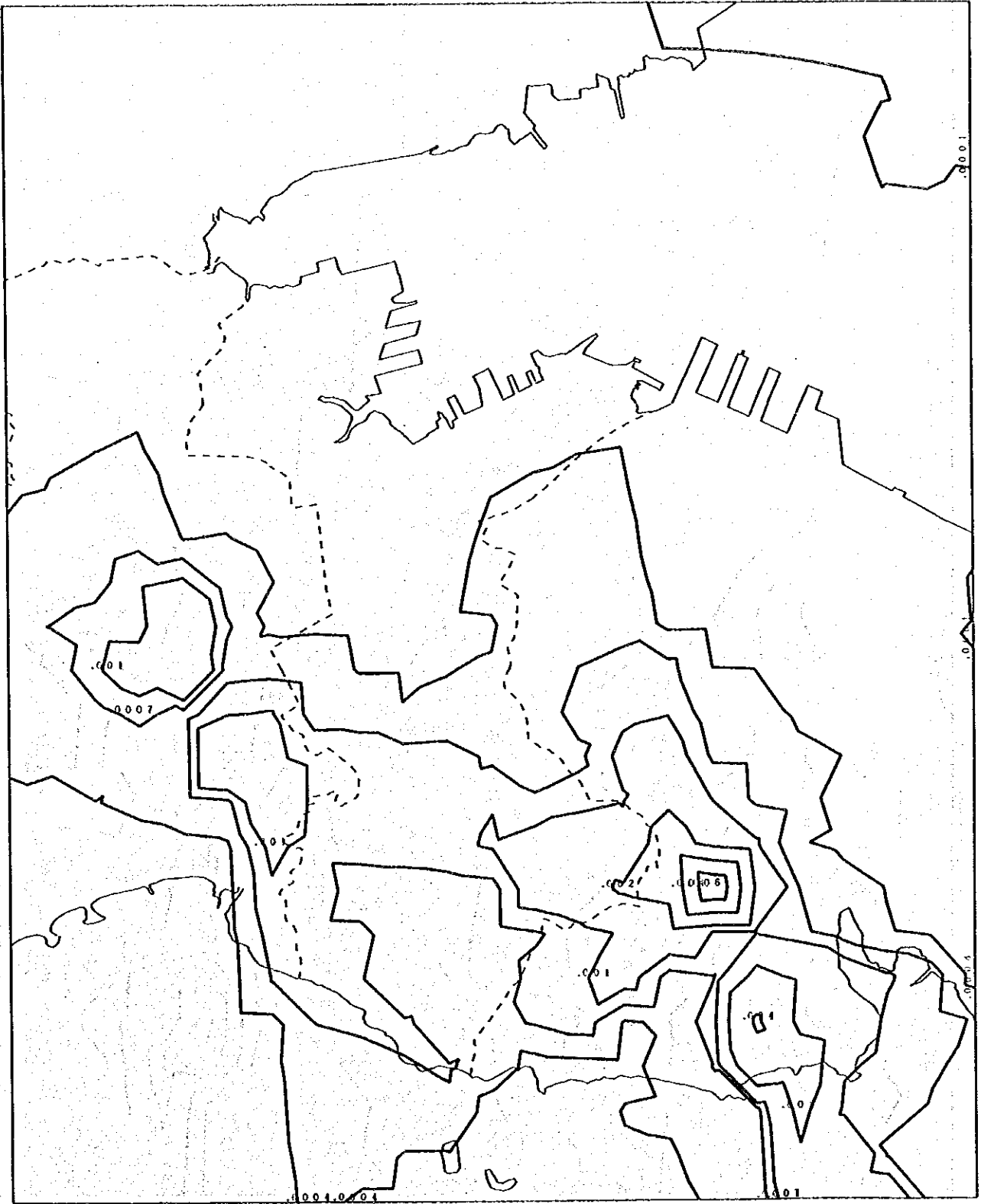
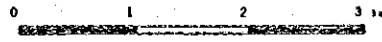


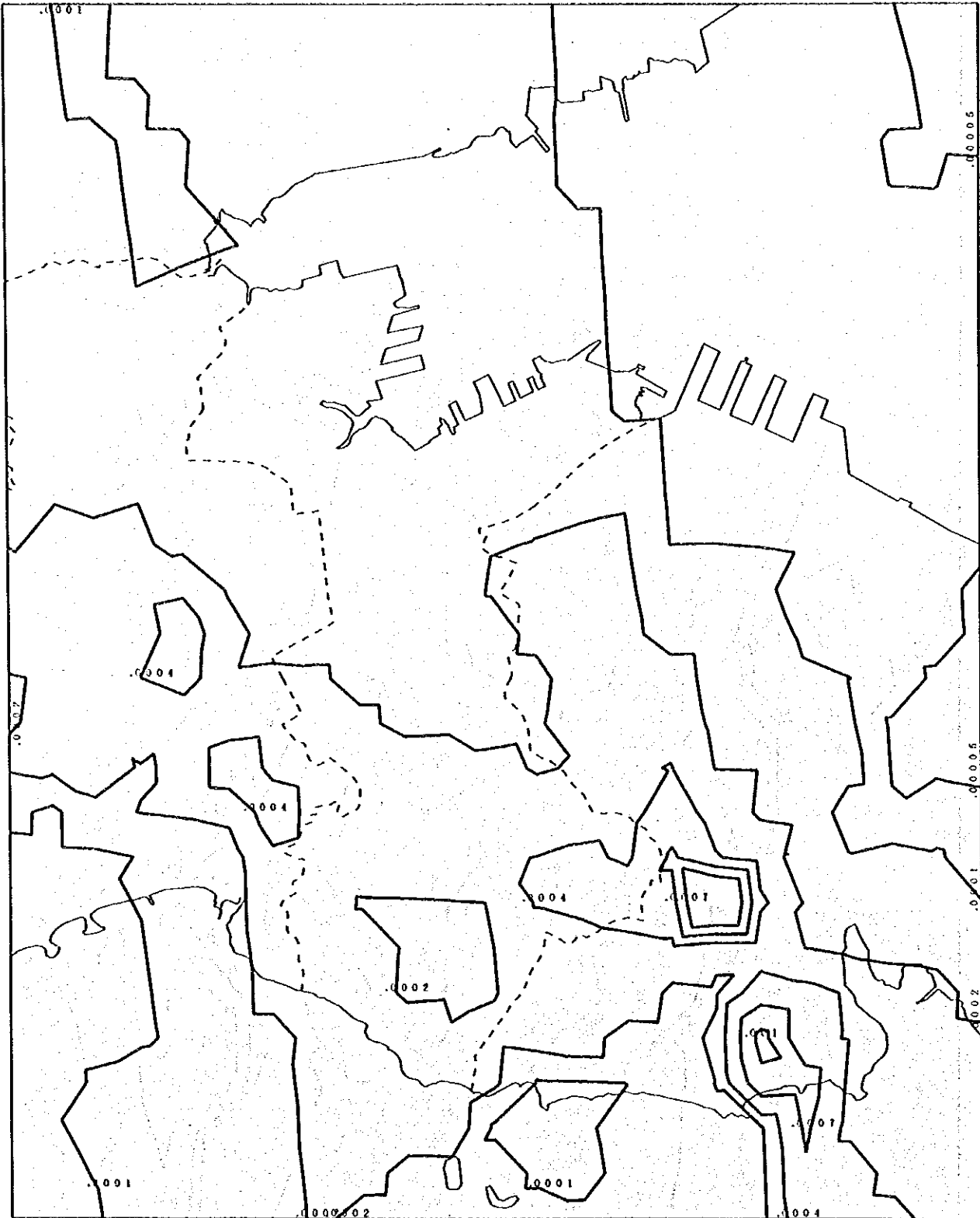
图 III-4-2-4(3) NO_x 年平均濃度 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

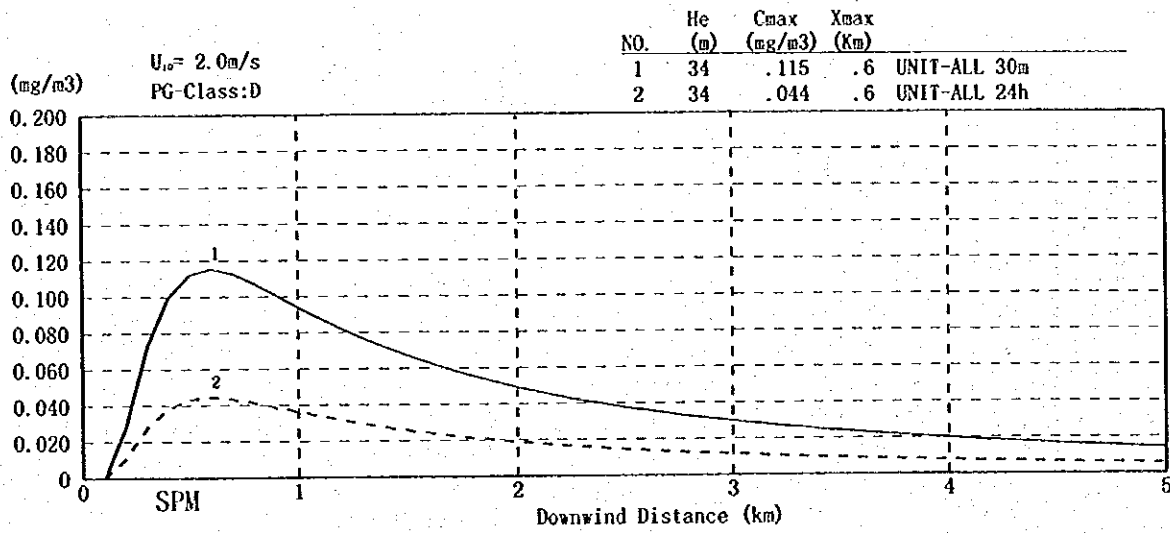
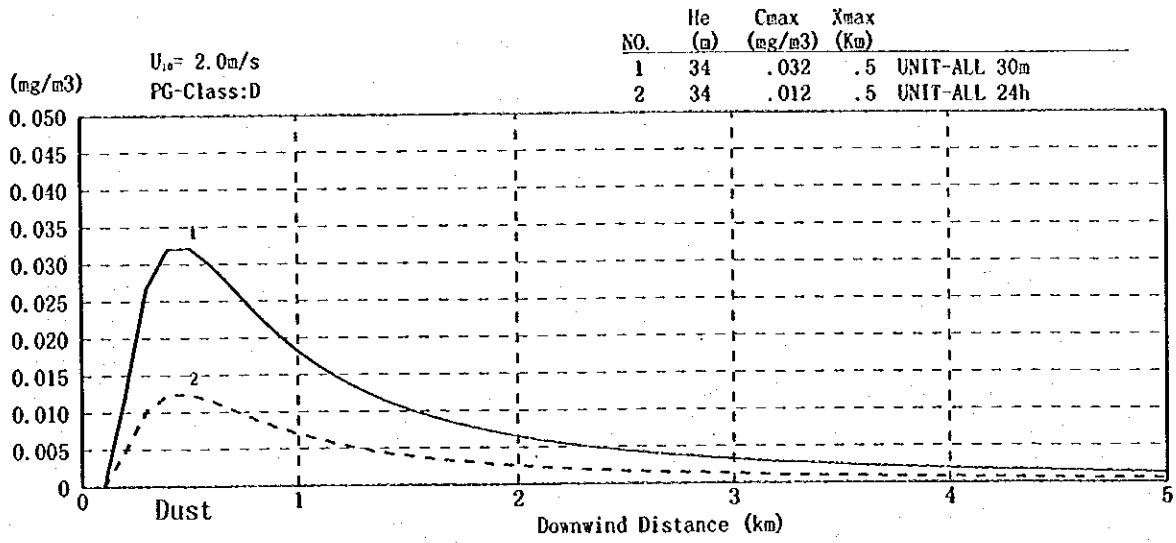
大連製薬 現状



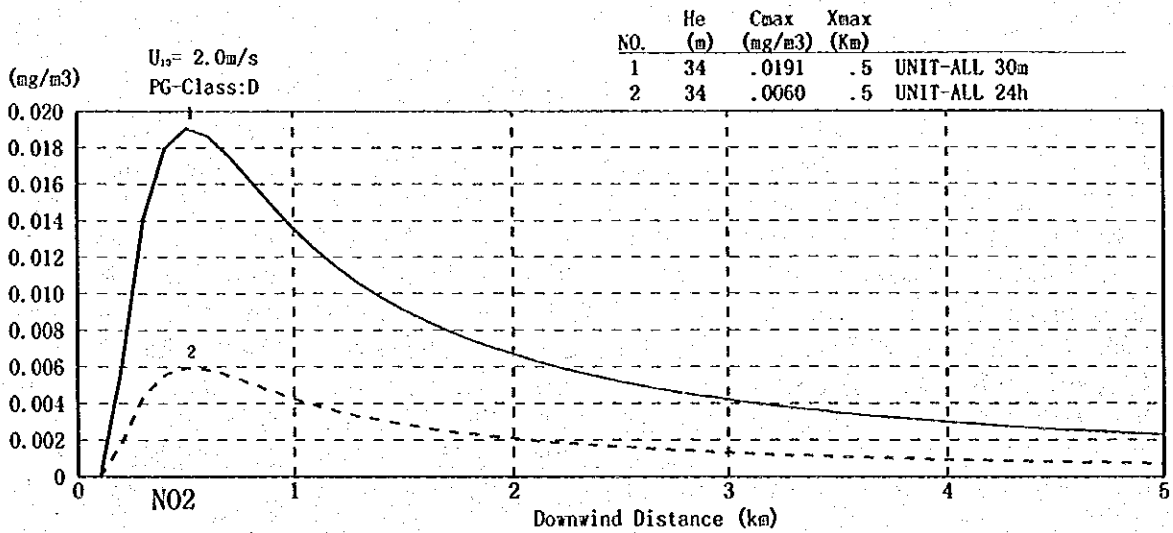
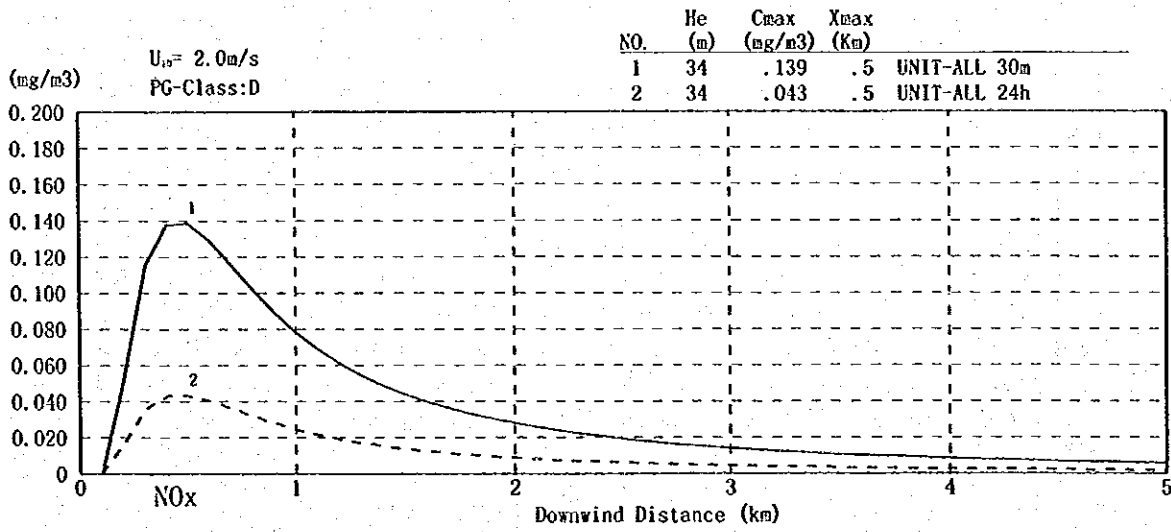
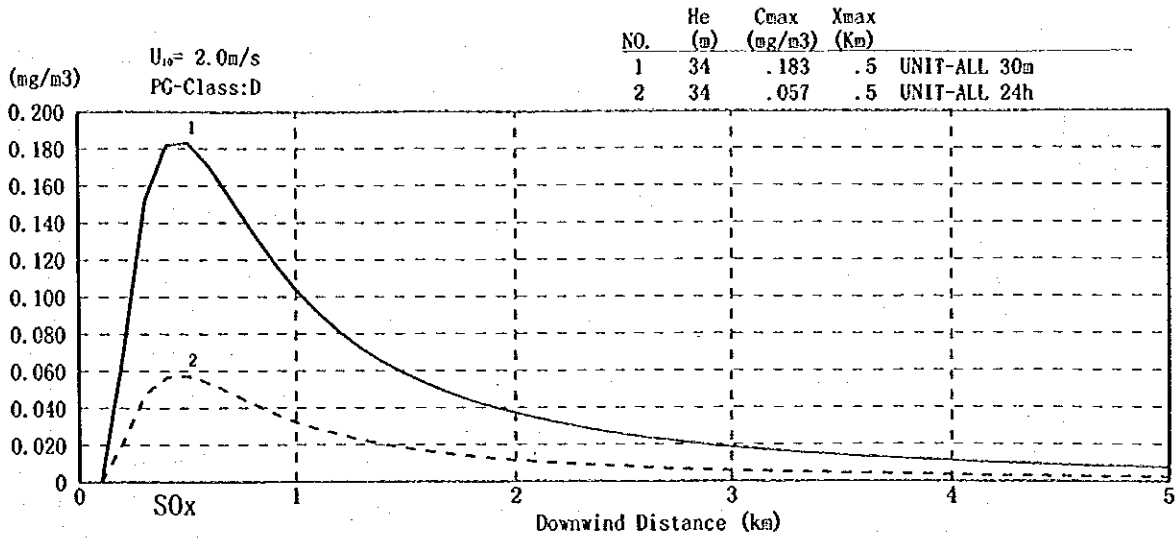
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



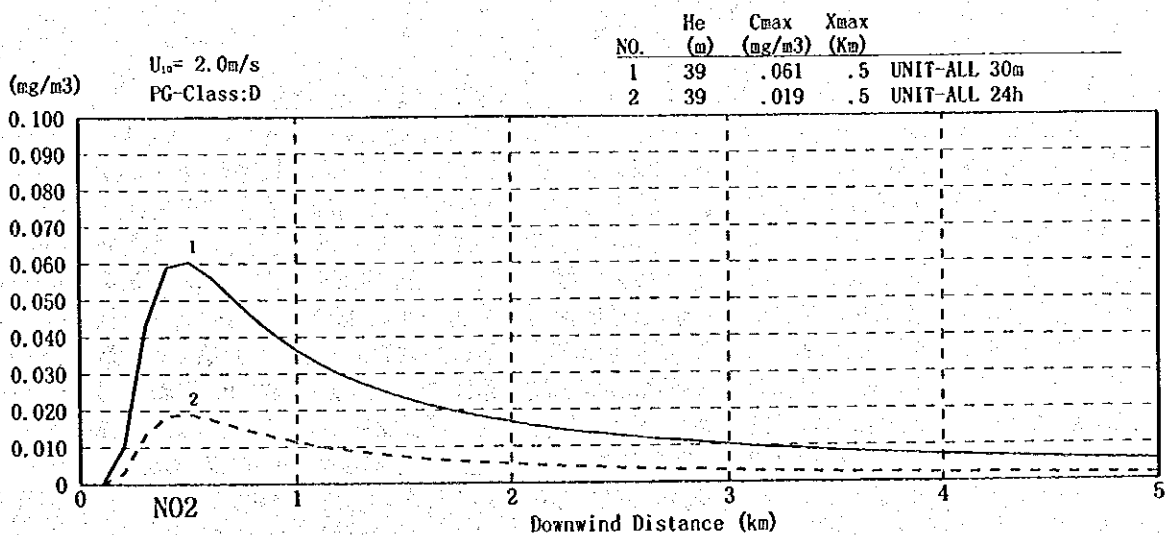
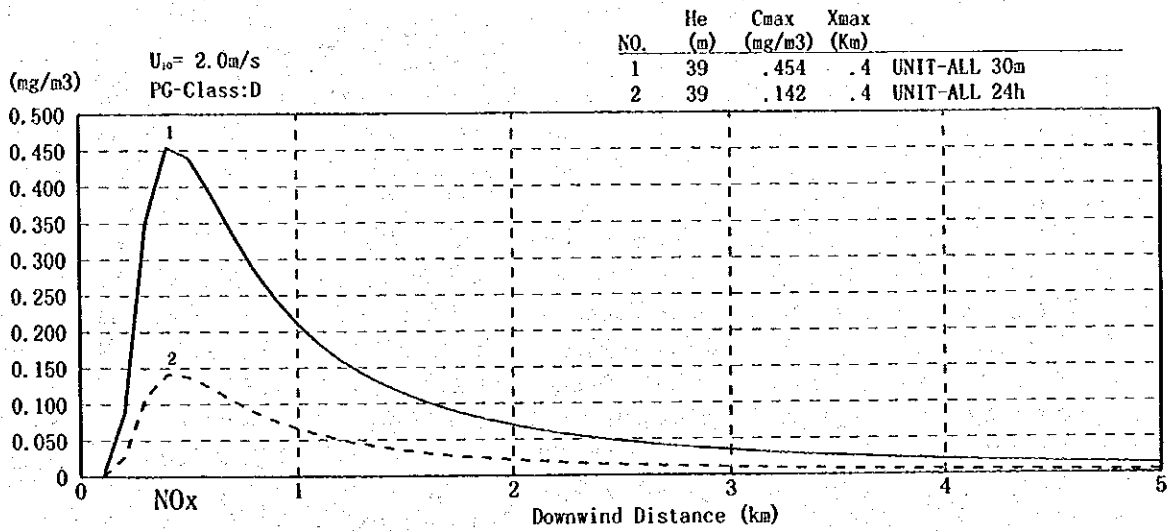
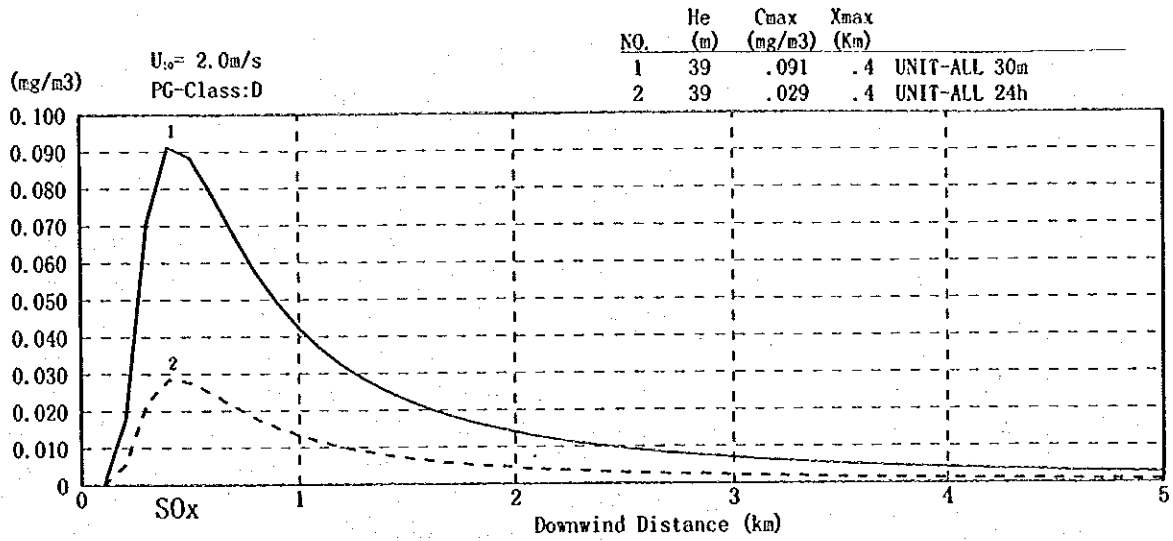
図III-4-2-4(4) NO₂年平均濃度 (現状)



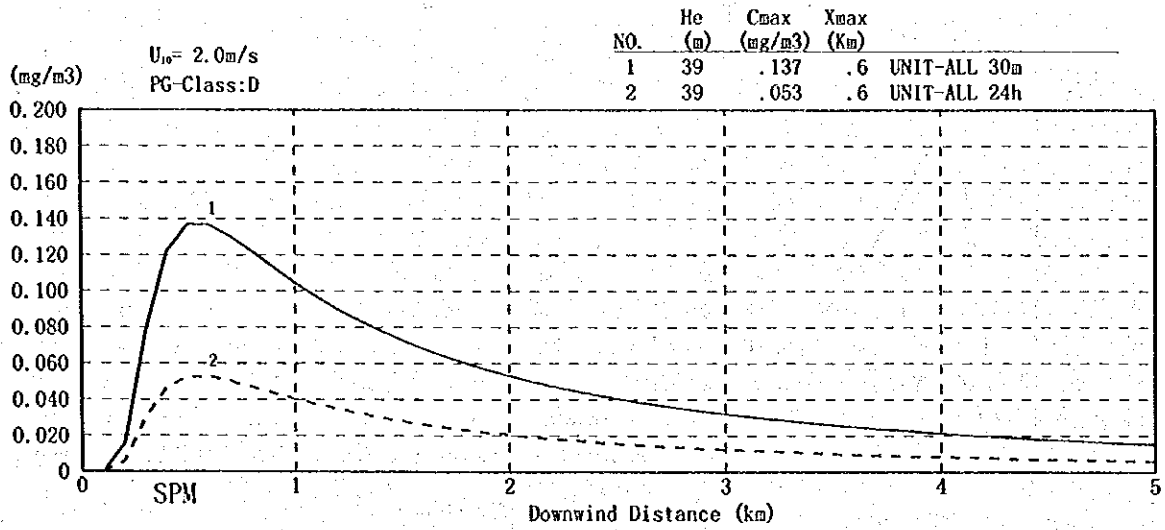
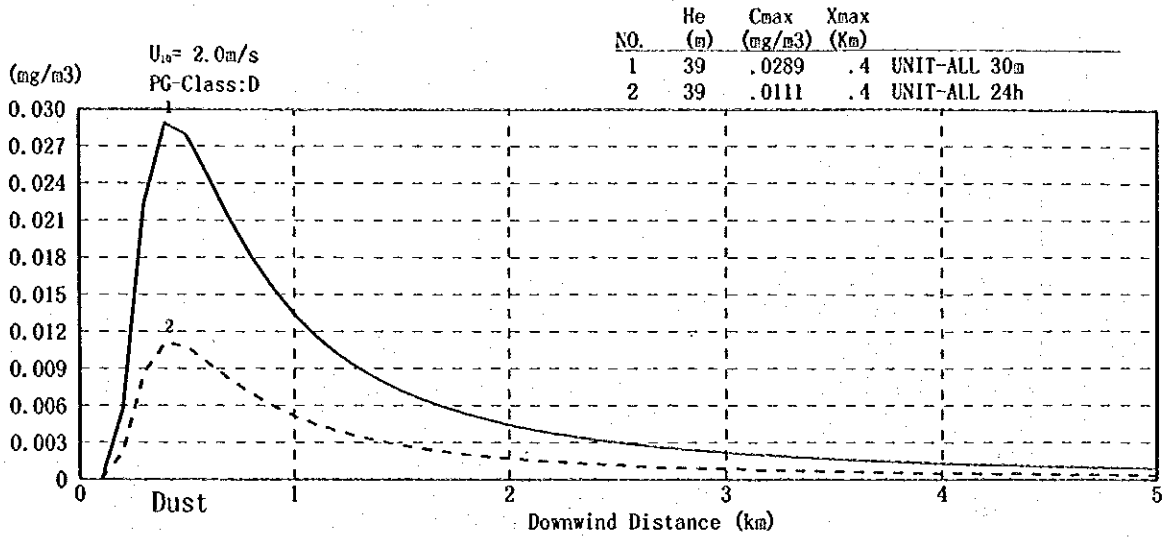
CONCAWE & Plume
 図III-4-2-4(5) 大連製薬(本工場) (現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図 III-4-2-4(6) 大連製薬 (本工場) (現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図 III-4-2-4(7) 大連製薬 (分工場) (現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-4(8) 大連製薬(分工場) (現状) (短時間値)

(5) 現状の問題点と対策

1) 問題点

大気環境では燃焼にともなう汚染物質に関しては、ばいじん濃度が排出基準を超えている。また、分工場石炭ボイラーの SO₂ 排出量が国家基準 (GB16297-1996) を超えている。プロセスから発生する有機化学物質等は、対策等が殆どとられていないため、多くの化学物質が業界基準を超えている。しかも、主工場が市街地の中心部にあるため、周辺住民に悪臭等の影響を及ぼしている。

水質環境に関しては、廃水を無処理のまま下水に流しているため、pH、COD、BOD、SS 等大幅に排出基準を超えている。また、生産プロセスから発生する種々の有機溶剤等が下水に流入しており大連湾汚染の一因となっている。

廃棄物はボイラー等からの炉渣、抗生物質の培養床である菌渣が大量に発生する。特に、菌渣は年間 8,000t 発生するが、その殆どが下水に流されている。

その他、コンプレッサーから発生する騒音も環境基準を超えている。また悪臭による周辺住民からの苦情が多くよせられている。

これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

1. 大連製薬は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。
2. 工場は老朽化し、反応釜等の施設も古く生産効率が悪く、生産工程から発生する化学物質の漏洩が大きい。
3. 大気環境はばいじんが排出基準を超えているが、生産プロセスから発生する種々の化学物質は業界標準を大きく超えており、環境への影響が大きい。
4. 水質環境は殆ど無処理のまま下水に放流されているため、pH、BOD、COD、SS 等が大きく排出基準を超えている。また、硫酸亜鉛の垂れ流し等生産過程から発生する無機・有機化学物質も大幅に環境基準を超えている。
5. 大量に発生する菌渣等の廃棄物の下水への放流も水質悪化の要因である。また、悪臭・騒音でも周辺住民から苦情がよせられている。
6. 土壌汚染の最大の原因は無処理水の排水である。

2) 対策

先の問題点を解決するために、以下の対策を考慮した。

(a) 市の中心部からの環境汚染対策

現在の大连市中心部である沙河区解放広場付近から大连市北部甘井子区西北部に移転する。本敷地は既に取得済みであり住民移転等の問題はない。

(b) 施設の更新

新工場は最新式の施設を導入することにより、設備から漏洩による大気への排出等をできるかぎり減少させる。

(c) 大気汚染対策

燃焼による大気汚染対策では、30t ボイラーに脱硫・脱硝設備を導入する。また、ばいじん対策としては集塵機を設置することにより排出基準以下にすることが可能である。生産プロセスから発生する有害化学物質は、漏洩しない設備の導入、また発生した化学物質をプロワー吸引し活性炭処理する等の対策を行う。

(d) 水質汚染対策

従来、殆ど無処理のまま下水に放水していた水質汚濁物質は処理池を設置し基準以下の濃度にしてから廃水する。

(e) その他

悪臭は、大気化学物質の対策と同様に活性炭処理することにより影響を軽減させる。騒音は出来る限り低騒音型の機器を導入し、建屋の構造に吸音・密閉性を高める等の対策を行なうとともに、工場内に植林をし外部への伝播を防ぐ。土壌汚染は水質汚染対策を行なうことにより、改善される。従って、土壌汚染に関しては、以後特に記述しない。

(6) 将来の改善効果

1) 生産規模

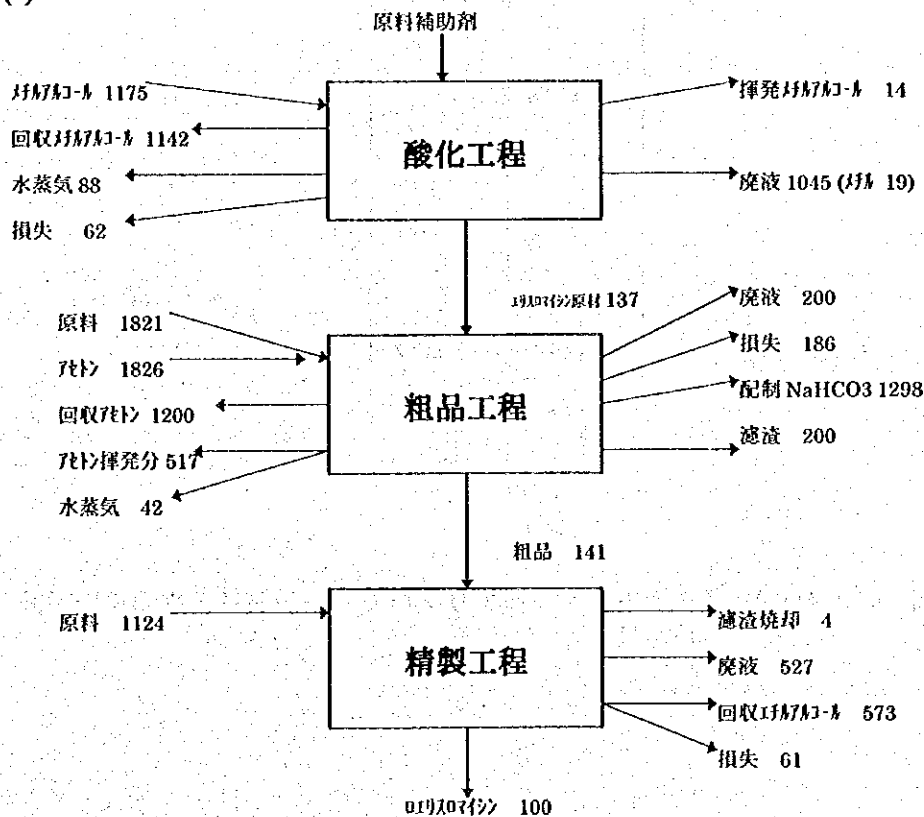
工場移転後の製品の生産規模は以下の通りである。

表III-4-2-4(18) 大連製薬の将来の製品と生産規模

生産 段階	一期工程						二期工程		
	製剤			合成			ロ・エリスロマイシン原料薬	ナリ原料薬	ナリ粉剤原料薬
	ロ・エリスロマイシン原料薬	ナリ原料薬	ナリ原料薬	錠剤	粉剤	顆粒剤			
生産能力	30 (t/y)	30 (t/y)	20 (t/y)	10億 (粒/y)	2億 (本/y)	5000万 (袋/y)	150 (t/y)	500 (t/y)	2.1億 (本/y)

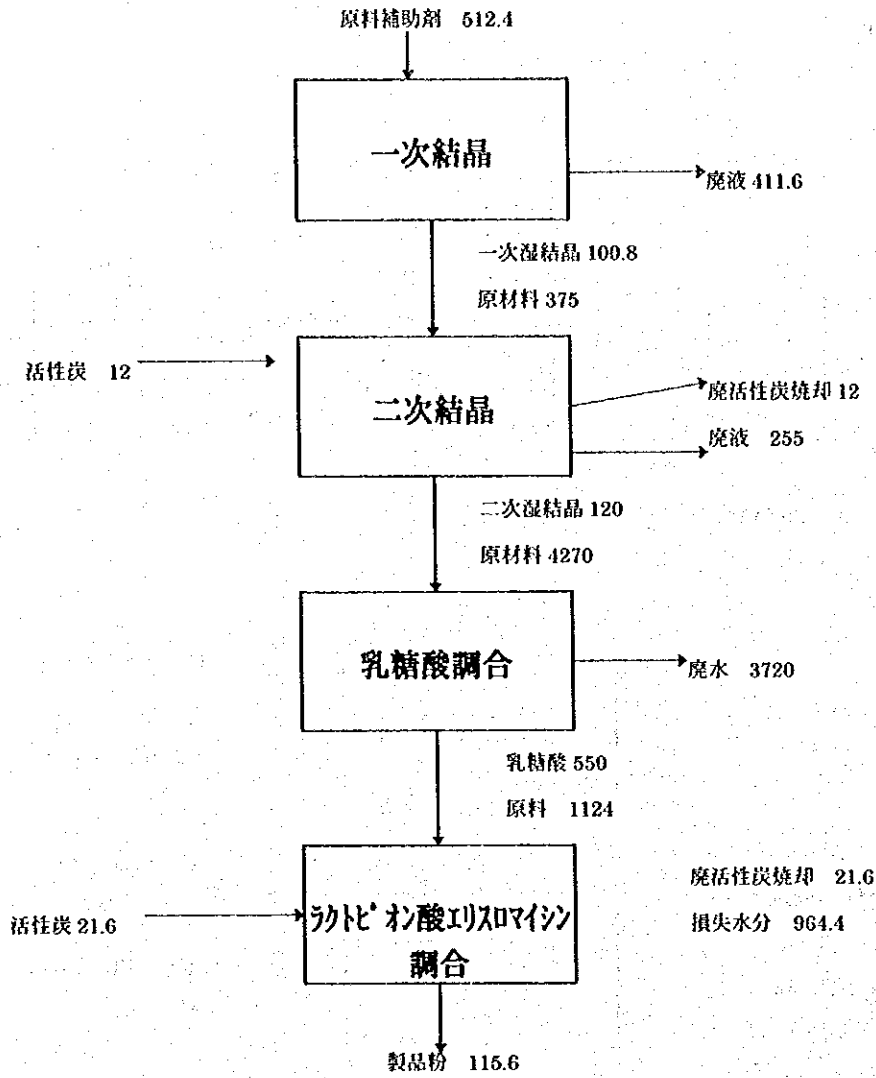
2) マテリアルバランス分析

(a) ロ・エリスロマイシン



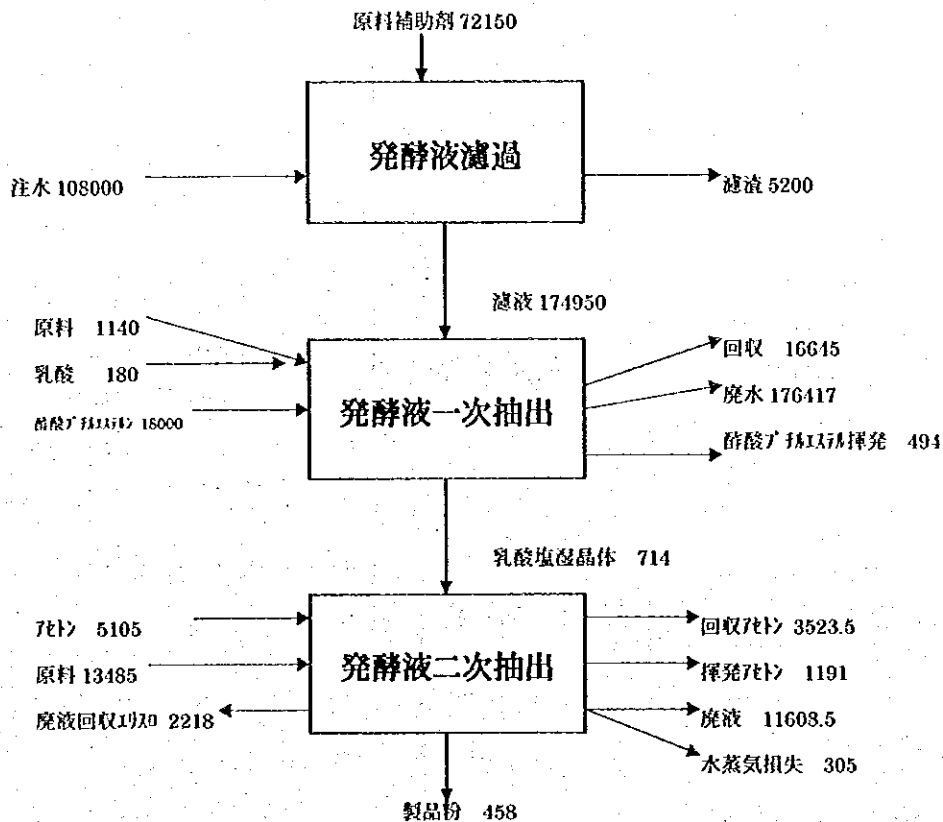
図III-4-2-4(9) ロ・エリスロマイシン製造工程物質均衡図

(b) ラクトピオン酸エリスロマイシン



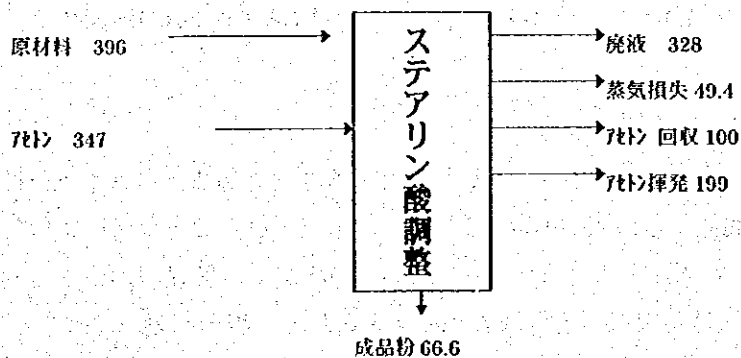
図III-4-2-4(10) ラクトピオン酸エリスロマイシン製造工程物質均衡図

(c) エリスロマイシン原料薬



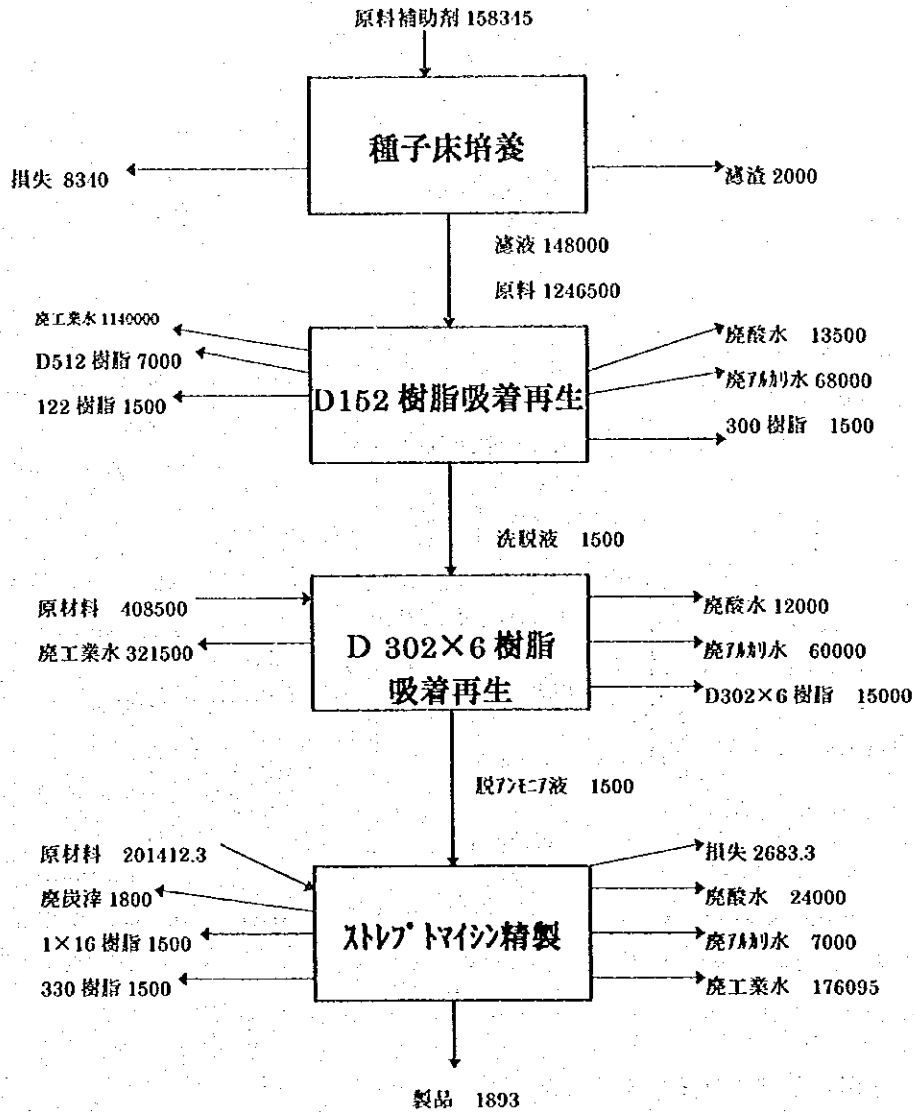
図III-4-2-4(11) エリスロマイシン製造工程物質均衡図

(d) ステアリン酸エリスロマイシン



図III-4-2-4(12) ステアリン酸エリスロマイシン製造工程物質均衡図

(e) ストレプトマイシン



図III-4-2-4(13) ストレプトマイシン製造工程物質均衡図

3) 大気

(a) 燃焼による大気汚染物質排出量

大連製薬では30t石炭ボイラー1基を設置する計画である。本ボイラーに必要な年間の燃料の時間使用量は4,640kg/hとなる。ボイラーからの排ガスは電気集塵気をとおり、効率90%、次に脱硝装置250℃～450℃の状況で、触媒（銅、クロム）より脱硝効率80%、次に石灰石しょう液の洗濯塔を通して、脱硫（効率80%）する。脱硫後413k程度に加熱して煙突から排出される。

排ガス量 $0.991 \times 10^6 \text{Nm}^3/\text{h}$ 、煙突の高さ45m石炭S分1.5%、脱硫・脱硝率80%、集塵効率90%とすると燃焼による汚染物質の排出量は以下のとおりである。

表Ⅲ-4-2-4(19) 燃焼による将来の大気汚染物質排出量

	SO ₂	ばいじん	NO _x
年間排出量 (t/y)	161.2	252.6	62.9
時間排出量 (kg/h)	22.2	34.8	8.66
排出濃度 (mg/m ³)	22.4	35.1	8.7
排出基準 (DB21-6089)	26.5kg/h	100mg/m ³	22.5kg/h
排出基準 (GB13271-1991)	1200(mg/m ³)	250(mg/m ³)	
排出基準 (GB13271-1991)	32(kg/h)	49.5(kg/h)	9.75(kg/h)

(b) 生産プロセスによる大気汚染物質排出量

大連製薬工場から排出された有機排ガスは、フロー室に引き込んで処理をした後、大気に放出する。処理方法は活性炭素ファイバーを吸着中間子にして、有機溶剤を浄化し回収する。この装置は微小穴活性物質の溶剤分子、あるいは分子団塊における吸着力を利用して、排ガスが吸着中間子を通過するときに有機溶剤が吸着され有機排ガスを浄化することとなる。また、吸着体系に熱量を加えることにより、有機溶剤分子を吸着体系から分離し、吸着中間子を再利用することができる。この装置は A と B、二組の充填式活性炭素ファイバーの吸着機があり、吸着—飽和—分離—再生の過程を循環的に行う。

生産工程からの排出量を表Ⅲ-4-2-4(20)に、さらに上記対策を行った場合の排出量を表Ⅲ-4-2-4(21)に示す。

表Ⅲ-4-2-4(20) 生産工程からの大気汚染物質排出量

	アセトン	酢酸ブチルエステル	メチルアルコール
一期工程(t/y)	169.8	-	3.3
二期工程(t/y)	308.4	142.6	-
合計(t/y)	478.2	142.6	3.3
合計(kg/h)	65.9	19.6	0.45

表Ⅲ-4-2-4(21) 対策後における生産工程からの大気汚染物質排出量

	アセトン	酢酸ブチルエステル	メチルアルコール
一期工程(t/y)	8.49	-	0.165
二期工程(t/y)	15.42	7.13	-
合計(t/y)	23.91	7.13	0.165
合計(kg/h)	3.29	0.9	0.021

(c) 対策後の環境濃度

新工場における PM10、SO₂、NO_x の環境濃度は高くなく環境基準の 0.5%、0.8%、1.2%程度にしかない。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連製菜 将来



0 1 2 3 km (mg/m³)

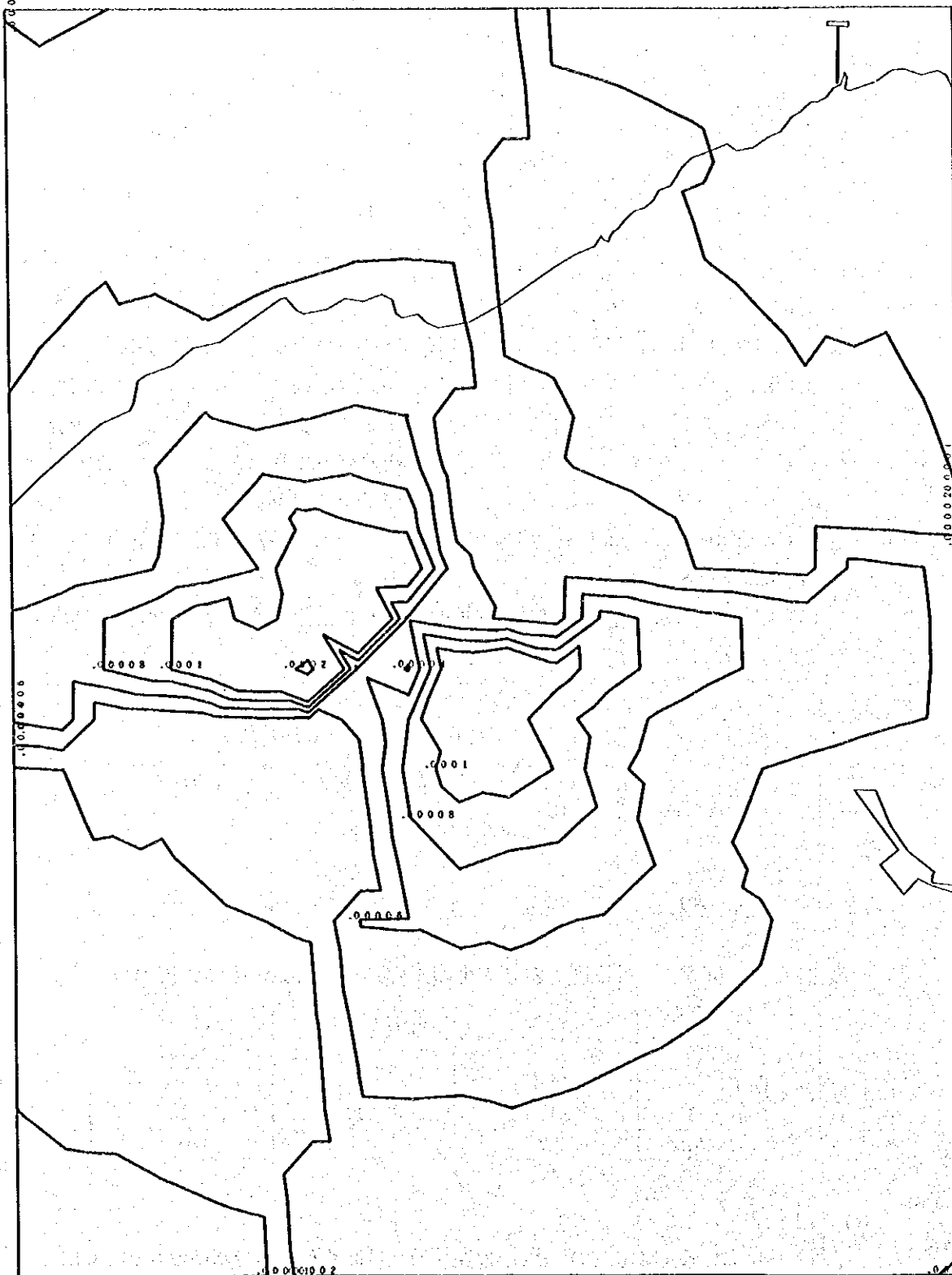


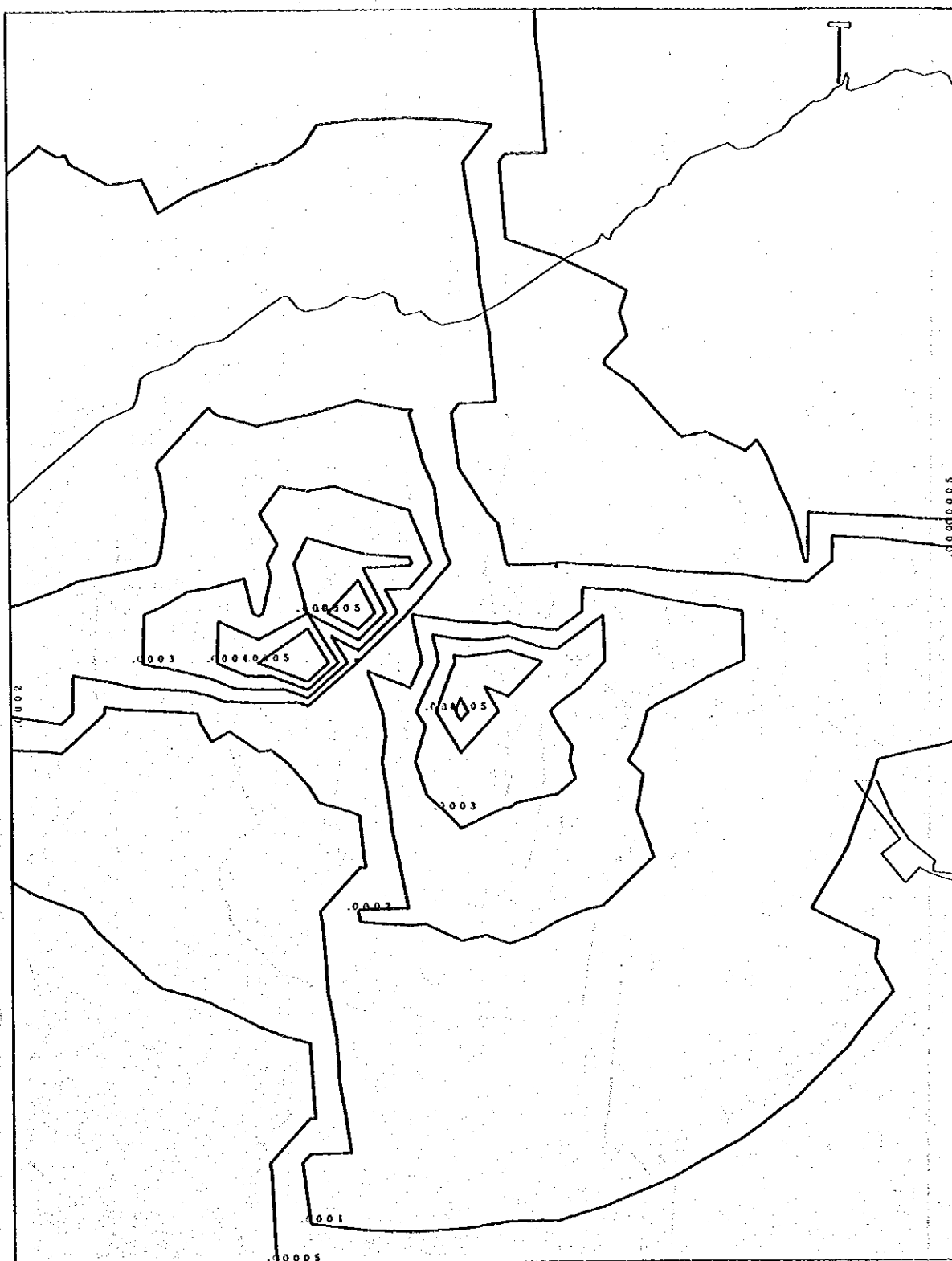
图 III-4-2-4(14) PM10 年平均値濃度図 (将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連製薬 将来



0 1 2 3 (mg/m³)



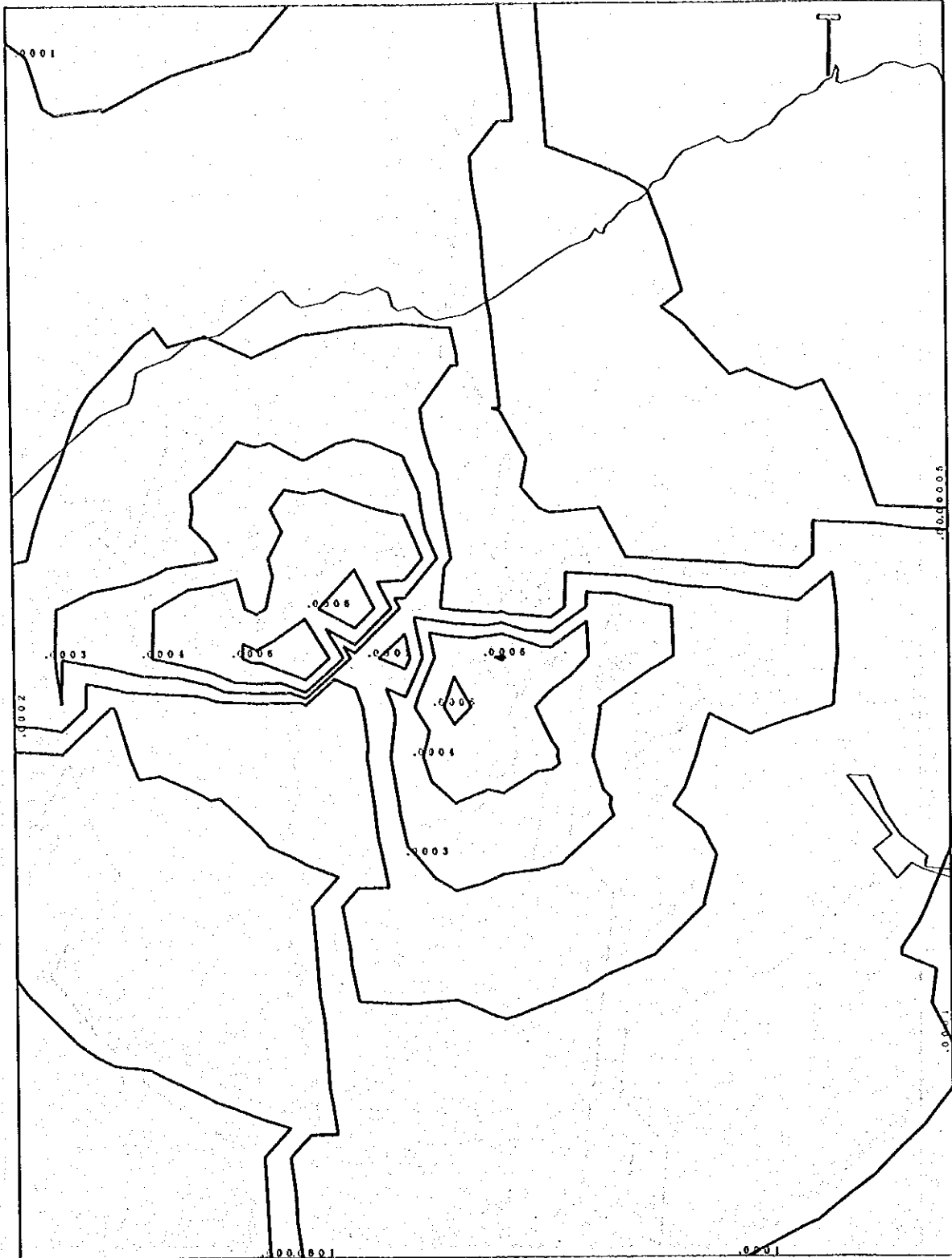
图III-4-2-4(15) SO₂年平均値濃度図(将来)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連製薬 将来



0 1 2 3 ¹⁰ (mg/m³)



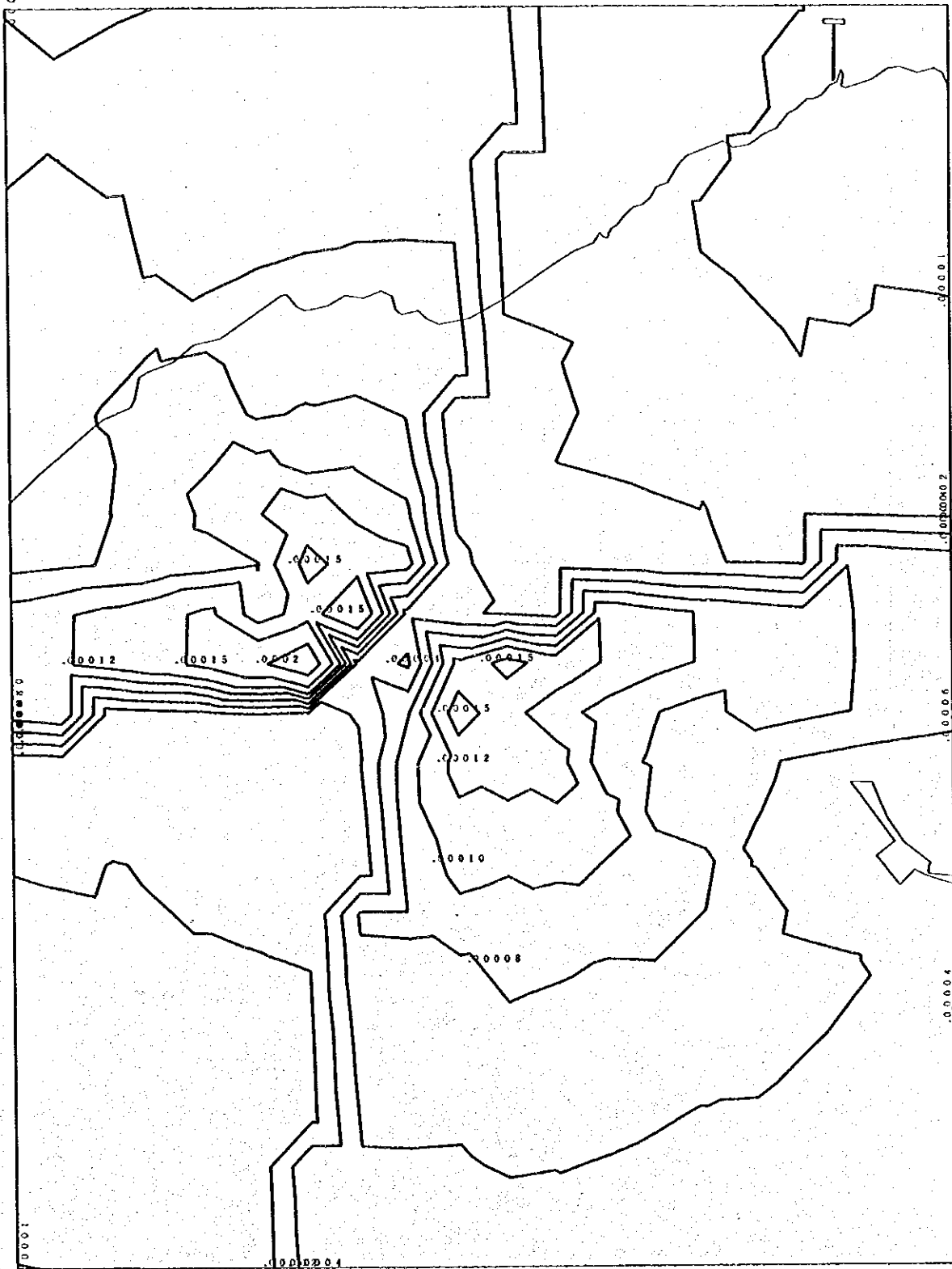
图Ⅲ-4-2-4(16) NO_x 年平均値濃度图 (将来)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

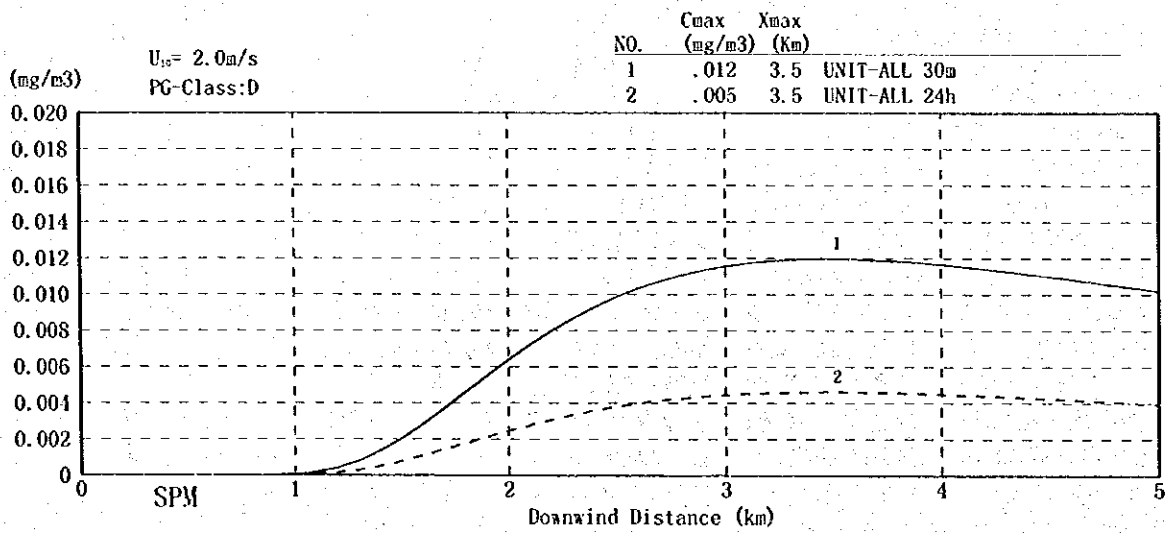
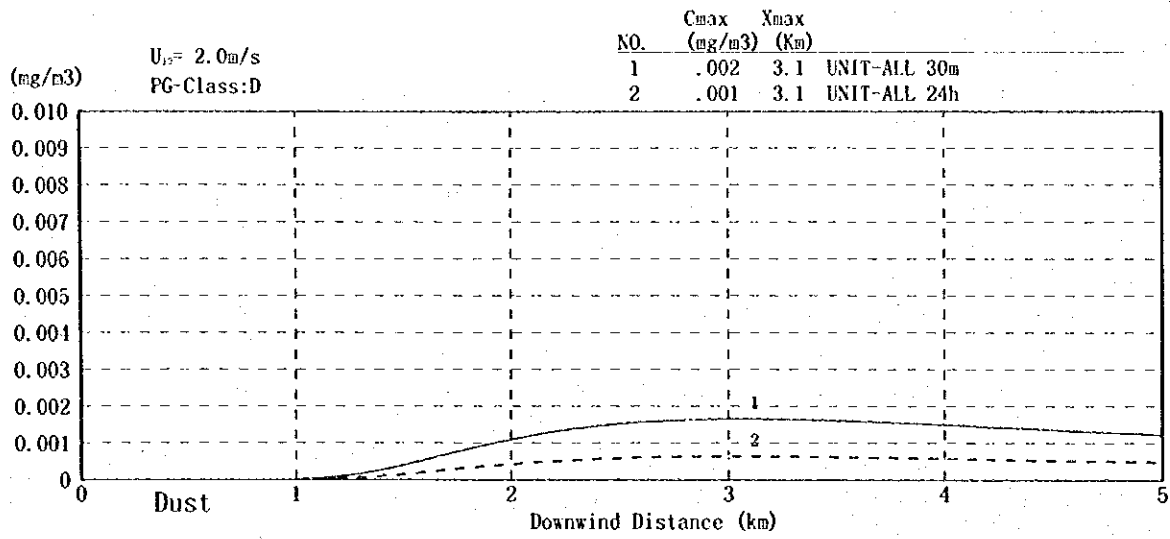


大連製薬 将来

0 1 2 3 (mg/m³)

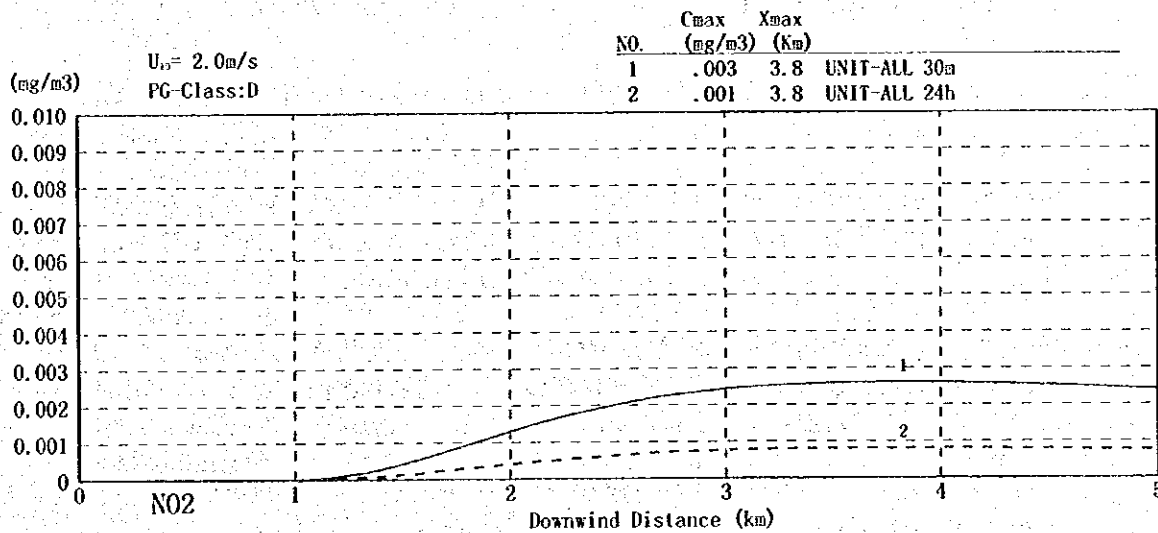
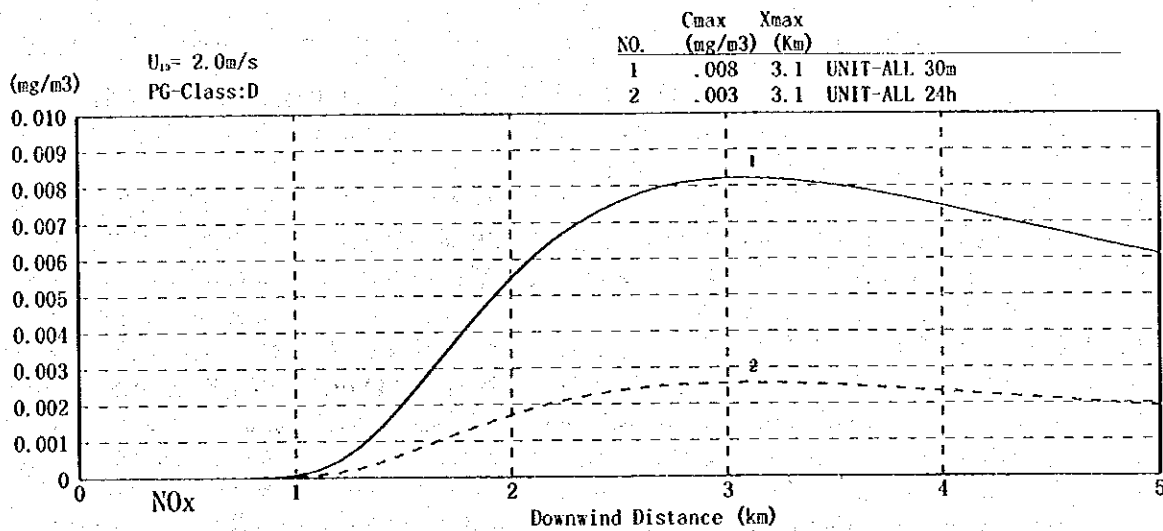
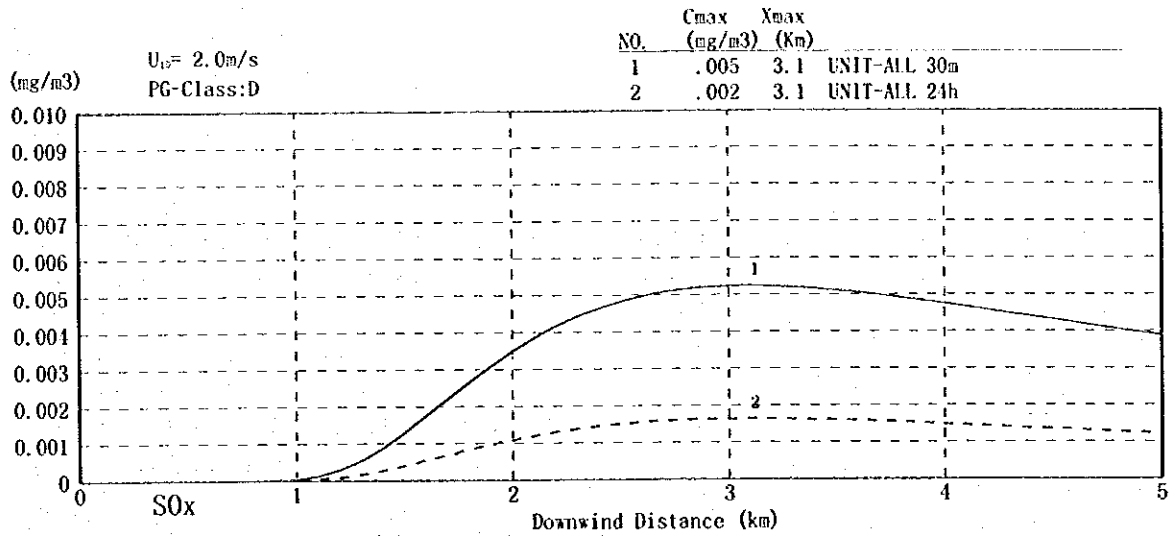


図III-4-2-4(17) NO₂年平均値濃度図(将来)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-4(18) 大連製薬(将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-4(19) 大連製薬(将来) (短時間値)

4) 水質

大連製薬から排出される水質汚濁物質には大量の有機化学物質、COD、SS等が含まれており、現状ではほぼ無処理のまま下水に排出されている。工場移転にあたり廃水対策を一期・二期工程別に計画した。

(a) 一期工事の廃水汚染対策

一期工事の排水量は、406t/日で、生産性排水は4.3t/日、容器等と工場の洗浄用水量は341.7t/日、生活排水は60t/日である。各抗生物質の生産過程で、大量の有機溶剤（アセトン、メタノール、酢酸エチルエステル等）が使われている。これらの有機溶剤の大部分は回収・再利用されるが、排水中にも含まれている。排水は有機物の含有量が高いため、二段階の接触酸化池を用いて処理する。

製薬工場から排出される生産性排水と生活排水は、まず格子で浮遊物質を除き、調節池で均一に混合した後、接触酸化池に送り込み、生物酸化を行って、一部の有機物質を除去する。この廃水には高濃度の有機物質が含まれるため、さらに次の接触酸化池に送り込み、再び生物酸化を行う。二次酸化を行った排水にはCODの削除率が65.7%、BODの削除率が79.3%であり、沈殿池を通過して、‘遼寧省沿岸域排水直接海域に排出基準’の新築、増築の二級基準を満たすことができる。

(b) 二期工事の排水汚染対策

二期工事の排水量は、5,656t/日であるが、2,828t/日は再利用する計画である。生産性排水は1,693.6t/日、洗浄排水は3,706.4t/日、生活排水は256t/日である。二期工事の排水には発酵プロセスによって水の中に大量の菌糸体（蛋白質）が含まれており、有機溶剤を含んだ廃水にはCOD、BODが多量に含まれている。さらに、エリスロマイシン生産プロセスに硫化亜鉛を補助剤として加えるため、排水の中に一定の亜鉛が含まれることになる。従って、排水処理は酸性加水分解—好気性生物処理法で処理する。

生産性排水（高濃度排水）と洗濯排水（濃度排水）をそれぞれに調節池に放流する。但し、高濃度排水は回転式濾過機で脱水し、排水中の一部汚染物を除去した後、集水池、隔油池を通じて調整池に送る。その後、均一に混合し酸性加水分解池に送り込んで酸性加水分解を行い、固体物質を溶解物質に、大分子物質を小分子物質に分解し、炭水化合物を脂肪酸に分解する。排水は酸性加水分解池で約10～12時間経過後、加圧生物接触酸化池に入り、好気酸化を行う。加圧好気反応をさせた排水に常圧で混合剤を加入して、ガス浮池に送って砂で濾過し、消毒した後、排出する。以上のプロセスで処理した廃水にはCODの削除率が92.1%、BODの削除率が94.6%である。排水に含まれる亜鉛およびほかの汚染物質の削除率も比較的良く、各種の汚染物はそれぞれの排出基準を満たすことができる。

酸性化加水分解、好気反応池および各沈殿池から定期的に排出されたスラッジは収集されて処理を行ったあと飼料として利用される。

表Ⅲ-4-2-4-(22) 対策における水質汚染物質排出量

	廃水量 (t/d)	COD (t/y)	BOD (t/y)	SS (t/y)
現状	6000	10074	4030	1314
対策後	6062	312.8	104.3	312.8

5) 騒音

騒音を発生させる工場内の設備は、空気圧縮機、遠心機、粉砕機及び各反応設備と輸送ポンプなどである。

(a) 音源の制限

騒音を制限するには、音源から考慮することが必要である。製薬工場の騒音を制限するには、各反応装置及び設備の振動を低減し、物体間の衝突と摩擦を緩和することで、騒音源を減少させる。

(b) 伝播ルート上の制限

音源から制限できない騒音は伝播ルートから騒音を制限する。例えば、室内或いは壁に吸音材料を付けて、室内の騒音を低下する。製薬工場の各生産現場での最大騒音は108dB(A)で、生産現場での最大騒音基準(85dB(A))を超えており、従業員に大きな影響を与えることとなる。これらの対策として、生産現場に吸音材料をつける。また、外部環境に対する影響を回避するため、遮音壁を設置することにより、外部への伝播を減少することができる。例えば、騒音が大きい現場では、二層の窓を設置し、騒音を低減する。

(c) 防音森林

生産現場の周辺およびオフィスビル、生活地区では積極的に防音森林を植え、騒音を遮断する役割を果たす同時に、工場を美化する。

6) 廃棄物

大連製薬工場から排出された滓は炉滓と薬滓であり、薬滓の排出量は3853.4t/年で、炉滓の排出量は12173.1t/年である。薬滓には大量の菌糸体を含むほか、一部の $Zn(OH)_2$ が含まれている。薬滓には菌糸体が存在するため、悪臭がある。当然のことながら、 $Zn(OH)_2$ が含まれるため薬滓には亜鉛の含有量が高くなる。これらの対策として、溶剤抜粋法で薬滓の亜鉛を回収し、酸化亜鉛及びその系列製品を製造する。これにより汚染が低下するほか、廃棄物を再利用することができる。

7) 悪臭

悪臭は薬品製造プロセスにおける有機化学物質の大気への漏洩、薬滓等から発生する。生産過程から大気中への漏洩に関しては、先端の設備機器の導入により最小限に抑制する事ができる。また、大気中に排出された場合もプロアした後の活性炭処理により悪臭を防ぐ事ができる。薬滓も先に示した処理を行う。

(7) 結論

大連製菓の主工場は市の中心部の人民広場近くにある。ここでは、抗生物質を主とした菓子が製造されているが、製品の発酵過程から発生する有機化学物質が大気及び水質に著しい影響を及ぼしている。また、悪臭等の苦情も多く寄せられている。このような背景から大連製菓では甘井子区の北側に移転することを決定した。新工場の土地は既に購入済みであることから、住民移転等の問題はない。

従来は水質処理等を一切行わず無処理のまま、下水等に排出してきたが、移転を機に以下に示す対策を計画している。

(a) 大気

- ・ボイラーは脱硫・脱硝設備を有し、それぞれの効率とともに 80%である。また、集塵装置を設け、集塵効率を 90%以上とする。
- ・有機化学物質はブロワーで吸引して活性炭吸着による集中処理を行う。

(b) 水質

- ・好気性生物分解を主とした廃水処理を行う。

(c) 騒音

- ・音源の制限、伝播ルート上の制限、防音林等の対策を行う。

(d) 廃棄物

- ・薬滓から溶剤抜粋法により亜鉛を回収する。

(e) 悪臭

- ・活性炭吸着による集中処理等による対策を行う。

以上の対策を行うことにより、従来排出していた汚染物質を大幅に低減すると同時に、種々の基準を満足することができる。従って、環境に影響が少ない新工場の建設が可能となる。

4.2.4.3 プレF/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 一般条件

事業開始年：	1999年 (仮設定)
建設期間：	3年
事業評価年数：	17年
減価償却費：	14年
年賦償還費：	10年 (無形資産) / 5年 (繰延資産)
販売税率：	17%
付加価値係数：	6.4%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-4-3(1) 総投資額計算書

単位：万元

No.	項目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	合計	その内、外貨
1	固定資産投資	8,400	24,574	4,100	2,600	39,674	23,674
1.1	製薬設備	5,000	2,467	2,900		10,367	23,674
1.4	用役設備	400	2,369	200		2,969	
1.5	環境保護防止	3,000	19,738	1,000		23,738	
1.6	設計費				600	600	
1.7	土地取得費				1,000	1,000	
1.8	予備費				1,000	1,000	
2	建設期間中金利				326	326	326
I	建設費 (1+2)	8,400	24,574	4,100	2,926	40,000	24,000
II	運転資金				6,750	6,750	
	総投資額 (I+II)	8,400	24,574	4,100	9,676	46,750	24,000

資金計画： 自己資金 22,750万元 + 借入金 24,000万元

表Ⅲ-4-2-4-3(2) 総投資額計算書

No.	借入金の種類	借入金額 (万元)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
1	長期借入金 (外国)	24,000	10	30	0.75
2	同上 (国内銀行手数料)				0.25
3	長期借入金 (国内)				
4	運転資金				
5	短期借入金				

3) 販売収入

表Ⅲ-4-2-4-3(3) 販売収入、販売税及び付加計算書 (100%稼働時)

No.	項目	単位	単価 (元/単位)	数量	価格 (万元)
1	第1期				
1.1	エリスロ系製薬 30T				
1.1.1	ロキサマイシン	億ヶ	1.6	1.08	17,280
1.1.2	ロキサマイシンバルク	万粒	1.9	5,000	9,500
1.1.3	ロキサマイシン原末	Kg	4,500	5,000	2,250
	小計				29,030
1.2	エリスロ原料薬				
1.2.1	50T エリスロ	十億	1,000	45,998	4,600
1.3	その他製剤				
1.3.1	エリスロ原体	万ヶ	0.14	10,000	1,400
1.3.2	ステアリン酸エリスロ	万ヶ	0.18	8,500	1,530
1.3.3	エリスロ針状結晶	万ヶ	0.12	500	60
1.3.4	プロピオン酸ゾルマインドライソフ	万代	1.28	1,000	1,280
	小計				4,270
1.4	注射用製剤				
1.4.1	ラクトビオン酸エリスロ	万代	1.05	4,000	4,200
1.4.2	ソディウムソファロスボリン	万本	2.3	500	1,150
1.4.3	ソディウムソファロスボリン	万本	2.4	200	480
1.4.4	酒石酸アルボマイシン注射用	万本	0.45	500	225
1.4.5	アミバンソパニシトリン注射用	万本	0.68	3,000	2,040
	小計				8,095
	第1期 (計)				45,995
2	第2期				
2.1	輸出向注射用原薬 50T	十億	310	35,997	1,116
2.2	輸出向内服原薬 50T	十億	300	35,997	1,080
2.3	輸出向ジヒドロストربتマイシン注射用 100T	十億	450.57	71,994	3,244
2.4	ストربتマイシン原料薬	億本	0.46	2.1	9,660
	第2期 (計)				15,100
(1)	第1,2期販売収入 (含税)				61,095
(2)	第1,2期販売収入 (不含税)			(1)÷1.17	52,218
(3)	製品付加価値税			(2)×0.06386	3,335
(4)	都市維持建設税			(3)×0.07	233
(5)	教育費付加			(3)×0.03	100
	販売税及び付加				3,668

4) 製造原価

表Ⅲ-4-2-4-3(4) 製造原価計算書

単位：万元

No.	項目	合計	原材料費	燃料/ 動力費	人件費	修理費	その他 製造費	管理費/ 販売費
1	第1期							
1.1	エリスロ系製薬 30T							
1.1.1	ロキサマイシン	13,604	10,185	870	869	248	248	1,184
1.1.2	ロキサマイシンバルク	6,846	5,813	188	125	62	62	596
1.1.3	ロキサマイシン原末	1,918	1,453	105	70	35	87	168
	小計	22,368	17,451	1,163	1,064	345	397	1,948
1.2	エリスロ原料薬							
1.2.1	50T エリスロ	4,032	1,582	1,398	331	74	295	352
1.3	その他製剤							
1.3.1	エリスロ原体	988	837	27	18	9	9	88
1.3.2	ステアリン酸エリスロ	1,116	949	31	20	10	10	96
1.3.3	エリスロ針状結晶	55	47	1	1	1	1	4
1.3.4	プロピオン酸ナトリウム注射液	1,096	930	30	20	10	10	96
	小計	3,255	2,763	89	59	30	30	284
1.4	注射用製剤							
1.4.1	ラクチオン酸エリスロ	2,408	2,046	66	44	22	22	208
1.4.2	ソディウムソファロスポリン	1,096	960	20	10	5	5	96
1.4.3	ソディウムソファロスポリン	440	384	8	4	2	2	40
1.4.4	酒石酸アルボマイシン注射用	186	157	5	5	1	2	16
1.4.5	アミカシンベニチン注射液	1,972	1,656	54	54	18	18	172
	小計	6,102	5,203	153	117	48	49	532
	第1期 (計)	35,757	26,999	2,803	1,571	497	771	3,116
2	第2期							
2.1	輸出向注射用原薬	654	257	215	54	12	60	56
2.2	輸出向内服原薬	632	248	207	52	12	57	56
2.3	輸出向注射用原料薬	1,523	598	501	125	28	139	132
2.4	注射用原料薬	7,360	6,182	202	201	67	68	640
	第2期 (計)	10,169	7,285	1,125	432	119	324	884
	合計	45,926	34,284	3,928	2,003	616	1,095	4,000

5) 減価償却費及び年賦償還費

表Ⅲ-4-2-4-3(5) 減価償却費及び年賦償還費

No.	項目	固定資産 (万元)	残存価値 (万元)	償却/償還年数	償却/償還費 (万元)
1	減価償却費				
1.1	償却固定資産	33,150	1,314	14	2,274
1.2	非償却固定資産	4,990	4,990		
	計	38,140	6,304		
2	年賦償還費				
2.1	無形資産	1,300		10	130
2.2	繰延資産	560		5	112
	計	1,860			242

6) 製造費

表Ⅲ-4-2-4-3(6) 100%稼働時製造費

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費	式		1	34,284
2	燃料及び動力費	式		1	3,928
3	人件費	式		1	2,003
4	修繕維持費	式		1	616
5	減価償却費	式		1	2,274
6	年賦償還費	式		1	242
7	支払利息	式		1	240
8	その他製造費	式		1	1,095
9	管理費/販売費	式		1	4,000
10	総製造費 (1+2+3+4+5+6+7+8)				48,682
	その内、固定費 (3+4+5+6+8)				6,230
	変動費 (1+2+7)				38,452
11	製造原価 (9-5-6-7)				45,926

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-4-3(7) 経済評価投資額調整計算表

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	合計	
1	固定資産投資	23,674	16,000	39,674	23,674	15,000	38,674	-1,000
1.1	建築工事		8,400	8,400		8,400	8,400	
1.2	設備費	23,674	900	24,574	23,674	900	24,574	
1.3	据付工事費		4,100	4,100		4,100	4,100	
1.4	その他費用		1,600	1,600		1,600	1,600	
1.5	予備費		1,000	1,000				-1,000
2	建中金利	326		326				-326
I	建設費 (1+2)	24,000	16,000	40,000	23,674	15,000	38,674	-1,326
II	運転資金		6,750	6,750		6,750	6,750	
	合計 (I+II)	24,000	22,750	46,750	23,674	21,750	45,424	-1,326

2) 製造費調整

表Ⅲ-4-2-4-3(8) 経済評価製造費調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	原材料費	式		1	3,4284		1	3,4284
2	燃料及び動力	式		1	3,928		1	3,928
3	人件費	式		1	2,003		1	2,003
4	修理費	式		1	616		1	616
5	財務費用							
6	その他製造費	式		1	1,095		1	1,095
7	管理費/販売費	式		1	4,000		1	4,000
	合計				45,926			45,926

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-4-3(9) 経済評価販売収入調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万元)
1	第1期							
1.1	エリスロ系製薬 30T	式		1	29,030		1	28,380
1.2	50T エリスロ	式		1	4,600		1	4,232
1.3	その他製剤	式		1	4,270		1	4,270
1.4	注射用	式		1	8,095		1	8,095
					45,995			44,977
2	第2期							
2.1	輸出向注射用原薬	式		1	1,116		1	1,116
2.2	輸出向内服原薬	式		1	1,080		1	1,080
2.3	輸出向ジビド注射用	式		1	3,244		1	3,244
2.4	注射用原料薬	式		1	9,660		1	9,660
	計				15,100			15,100
	合計				61,095			60,077

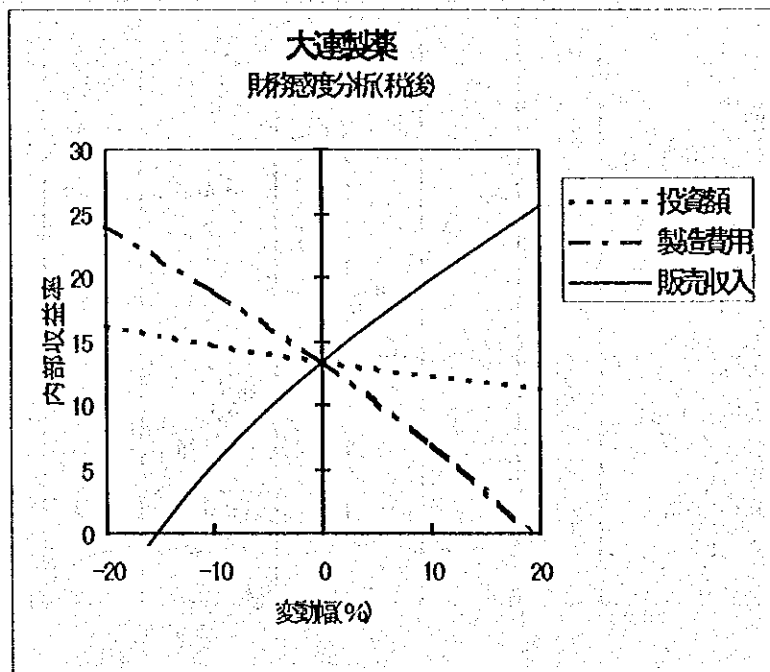
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部収益率 (FIRR) : 13.36% (所得税後) 18.10% (所得税前)
 投資回収年数 (建設開始年より) : 9.03年 (所得税後) 7.70年 (所得税前)
 安定性の検討 : 8.19 > 1.0 OK
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-4-3(10)及び 図Ⅲ-4-2-4-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-4-3(10) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+10	-10	+10	-10	
税前	内部収益率 (%)	18.10	16.60	19.83	9.68	25.27	26.57	7.49
	投資回収年数	7.70	8.05	7.36	10.71	6.42	6.27	12.00
税後	内部収益率 (%)	13.36	12.22	14.67	7.00	18.91	19.91	5.39
	投資回収年数	9.03	9.43	8.62	12.37	7.46	7.28	13.67



図Ⅲ-4-2-4-3(1) 財務感度分析図

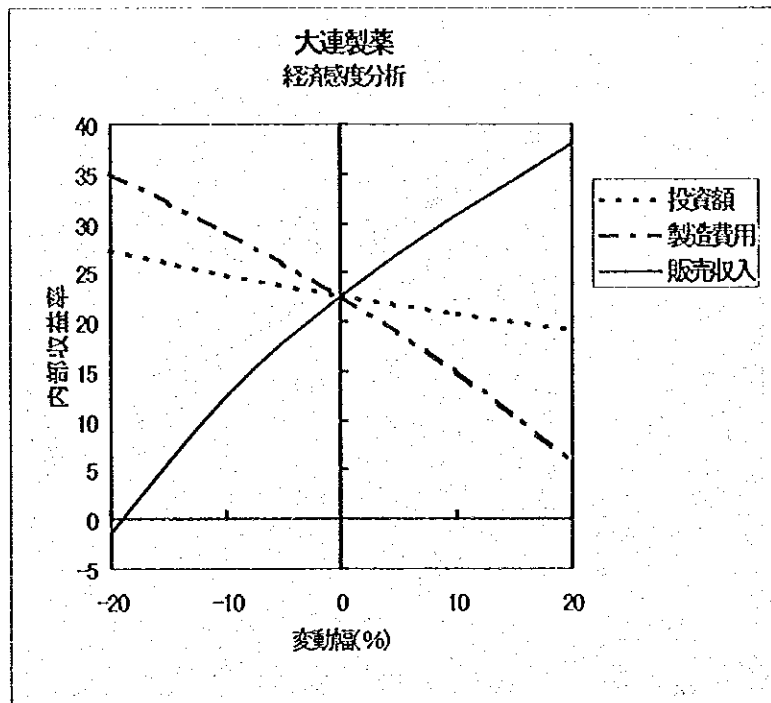
2) 經濟計算

經濟內部收益率 (EIRR) : 22.54%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-4-3(11)及び図Ⅲ-4-2-4-3(2)参照

表Ⅲ-4-2-4-3(11) 經濟感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部收益率 (%)	22.54	20.67	24.73	15.04	29.06	30.79	12.54



図Ⅲ-4-2-4-3(2) 經濟感度分析圖

4.2.5 大連春海熱電所二期工事

4.2.5.1 概要

大連春海熱電所は、大連市中山区の東側区域を熱供給範囲として、1995年11月に操業を開始し、翌1996年8月に全面的な運転を始めた。現在、75t/h 循環流動床ボイラー4基、13.9MW 発電機2基を有する集中熱供給システムにより供熱面積2.16km²に蒸気を供給している。また、同熱電所の設置により153基の小規模ボイラーを休止し、SO_x、NO_x、煤塵等の大気汚染物の排出量が大幅に削減された。

大連市は、2004年を目途に、同熱電所の供熱面積を4.35km²まで拡張する計画であるが、既設ボイラーについては、操業運転を通して出力低下、熱効率の低さなどの問題が生じており、この問題解決策を踏まえたボイラーの増設が求められている。

(1) 所在地

大連市中山区寺兒溝連興里

(図Ⅲ-4-2-5-1(1)参照)

(2) 工場規模及び従業員

敷地面積	76,000m ²
建築面積	43,000m ²
現有固定資産	50,000 万元
従業員数	370 人
内、技術者	80 人

(3) 工場レイアウト

図Ⅲ-4-2-5-1(2)参照

(4) 現有主要設備

循環式流動床ボイラー 75 T/H	4 基
蒸気タービン発電機 13.9MW	2 基 (背圧式ユニット、抽気式ユニット各1基)
供熱パイプライン延べ長さ	65km
内、埋込式高温蒸気パイプライン	12km
埋込式温水パイプライン	50km

(5) 現有設備の生産能力と供熱面積

供熱能力	344 万 GJ/年
発電能力	14.6 万 MWh/年
供熱面積	216 万 m ²
内、民生用	116 万 m ²
事業所用	100 万 m ²

(6) 現有設備設置による小規模ボイラー休止効果

休・廃止ボイラー	127 カ所、153 基、348.5ton/h 熱量； 488.686GJ/年
石炭量の変化	前； 7.03 万 ton (間欠運転) 後； 15.7 万 ton (連続運転)
環境改善効果	SO ₂ ； 3,724ton/年 NOx； 1,103ton/年 煤塵； 541ton/年

(7) 生産工程フローとボイラー概要図

生産工程フロー	図Ⅲ-4-2-5-1(3)参照
既設ボイラー概要図	図Ⅲ-4-2-5-1(4)参照

(8) 第二期工事 (改善計画)

大連市の都市整備計画及び環境保全計画では、2004 年までに春海熱電所における既設 2.16km²の供熱面積を 4.35km²に拡張するボイラーの増設 (第二期工事) が計画されている。

一方、当該地区に分散している小型ボイラーは 4,467kg/時の煤塵、1,530kg/時の SO₂ 及び 237kg/時の NOx を排出しており、大連市東部地区の大気汚染源となっているが、これら分散小型ボイラーの代わりに大型高効率ボイラーを設置すると、大気汚染物の排出量を煤塵は 4,392kg/時、SO₂ は 1,304kg/時、NOx は 89kg/時削減できるようになる。

また、大型ボイラーによる供熱は、電力の同時生産と相俟って、エネルギー転換率を高めるので石炭消費量の削減を可能にする。このように春海熱電所の第二期工事は大連市東部地区の生活環境改善、大気汚染防止、省エネルギーに寄与する改善効果を持った計画となっている。

(9) 供熱システムと配管網

供給システム

図Ⅲ-4-2-5-1(5)参照

配管網

図Ⅲ-4-2-5-1(6)参照

(10) 二期工事の主要設備と生産・供給能力

循環式流動床ボイラー 130 T/H

2 基

蒸気タービン発電機 25MW

1 基 (抽気式ユニット)

供熱能力

399GJ/h (全負荷運転時)

発電能力

25,000kW/h (全負荷運転時)

供熱面積

435 万 m²

内、民生用

267 万 m²

事業所用

168 万 m²

(11) 二期工事による改善効果

分散小型ボイラーの休止

21 カ所、27 基、119ton/h

熱量； 166,868GJ/年

石炭消費量の削減

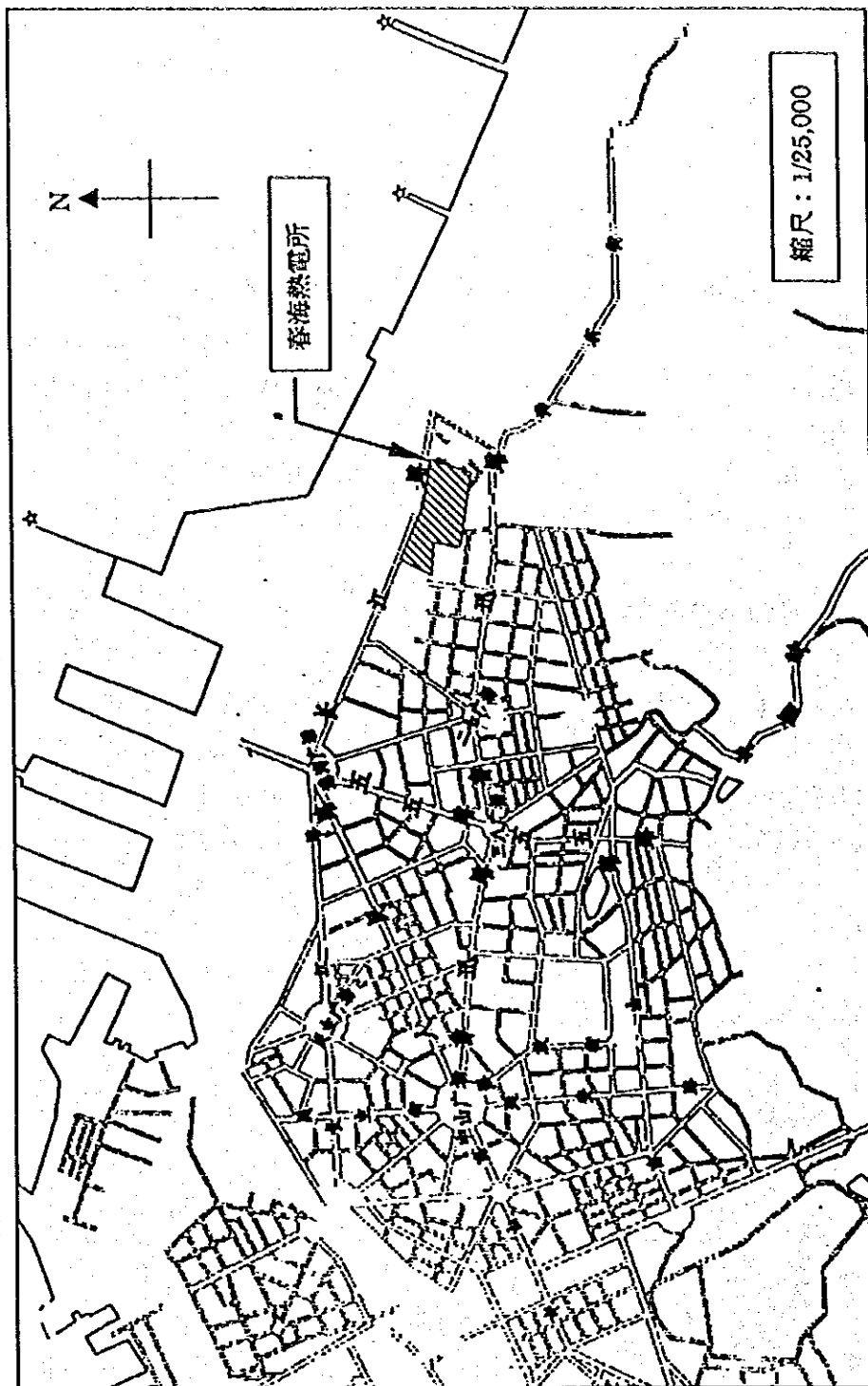
53,778ton/年 (標準石炭ベース)

大気汚染物の削減

SO₂； 1,157.86ton/年

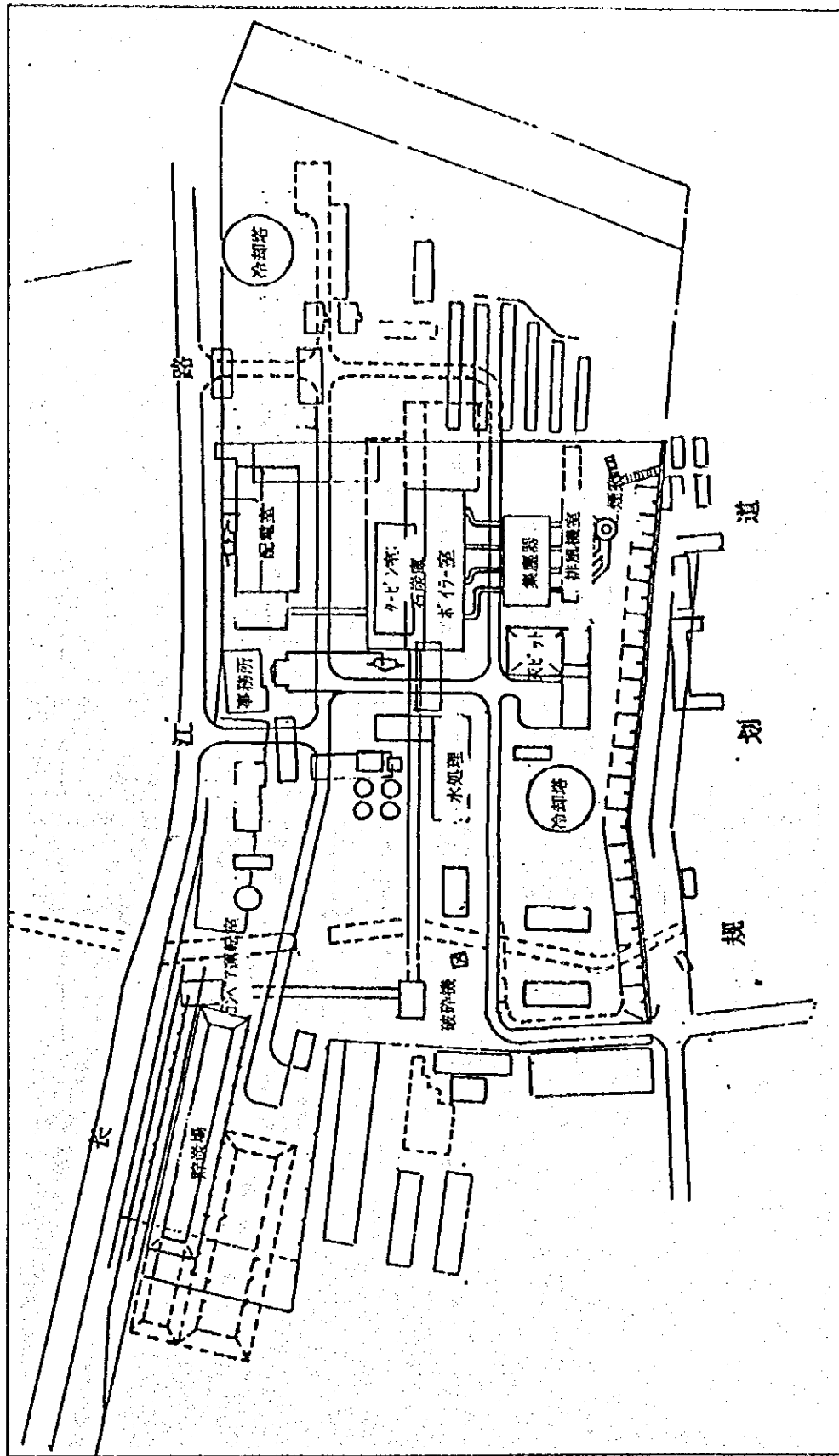
NO_x； 771.81ton/年

煤塵； 404.52ton/年

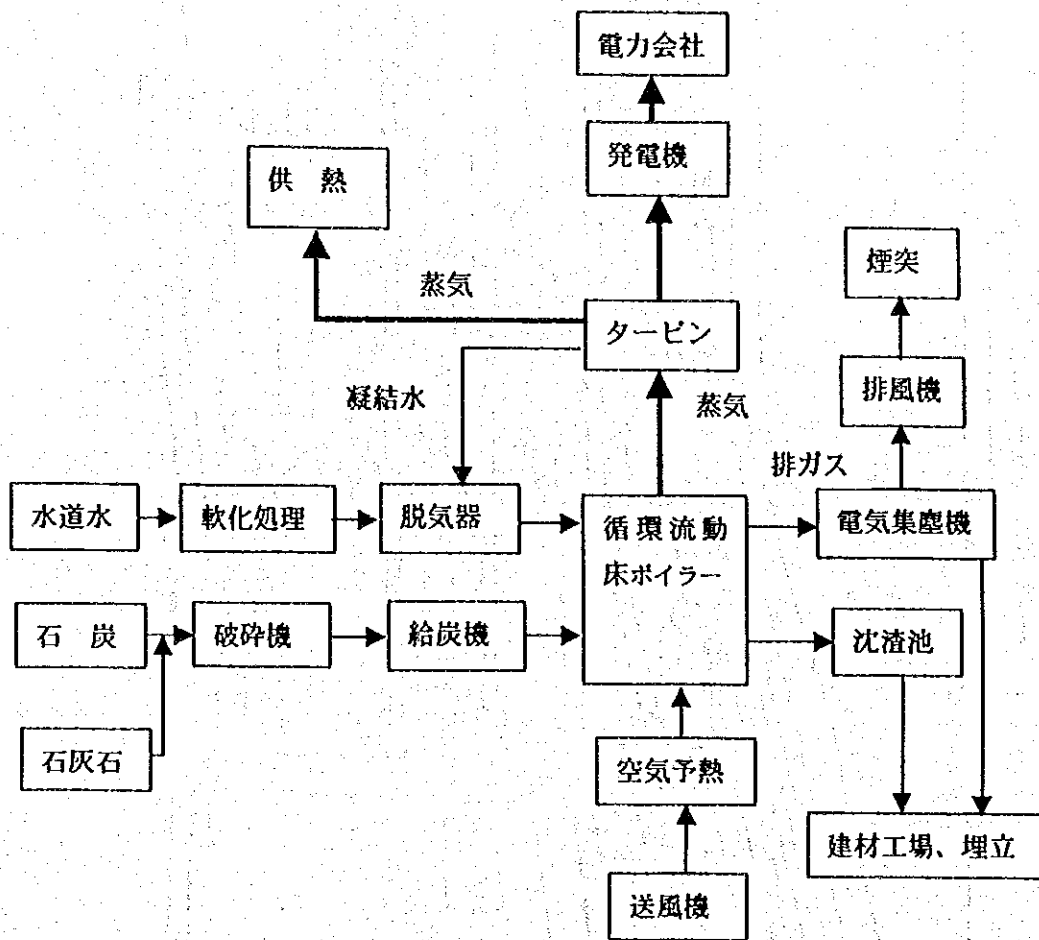


図III-4-2-5-1(1) 位置図

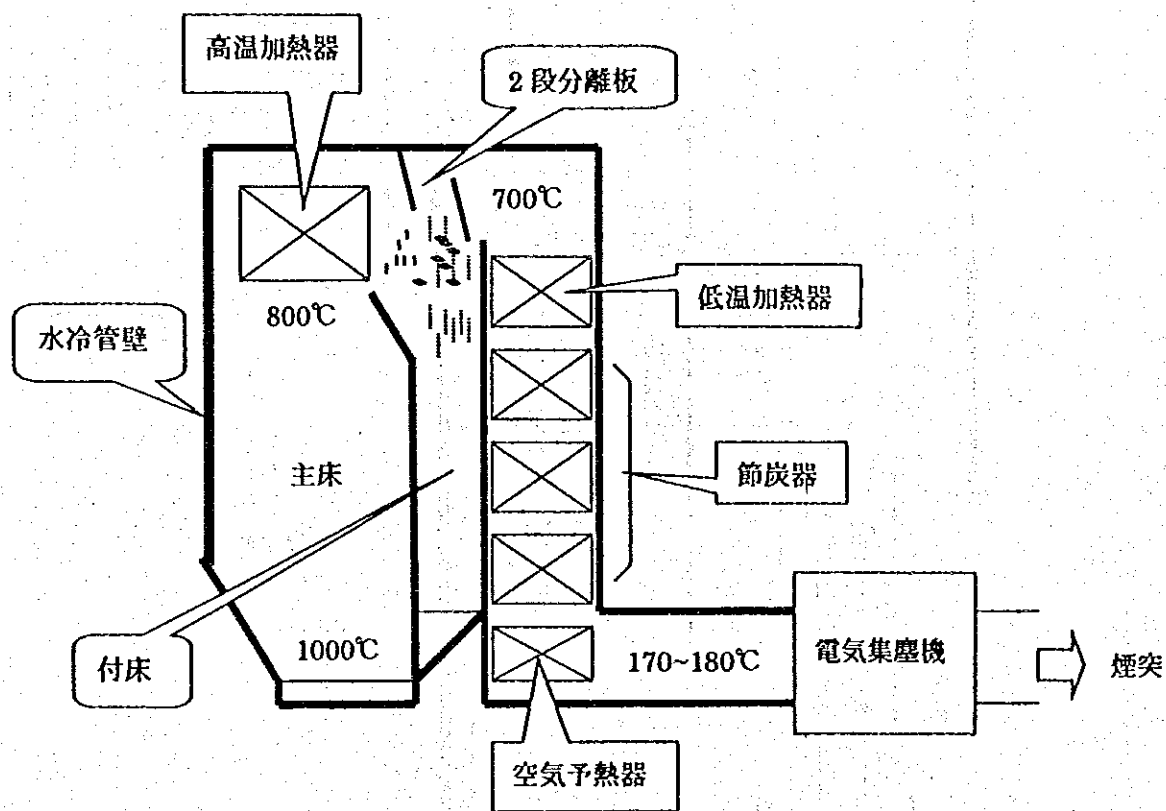
——は既設、 は2期工事



図III-4-2-5-1(2) 工場レイアウト



図III-4-2-5-1(3) 生産工程フロー



図III-4-2-5-1(4) 既設ボイラー概要図

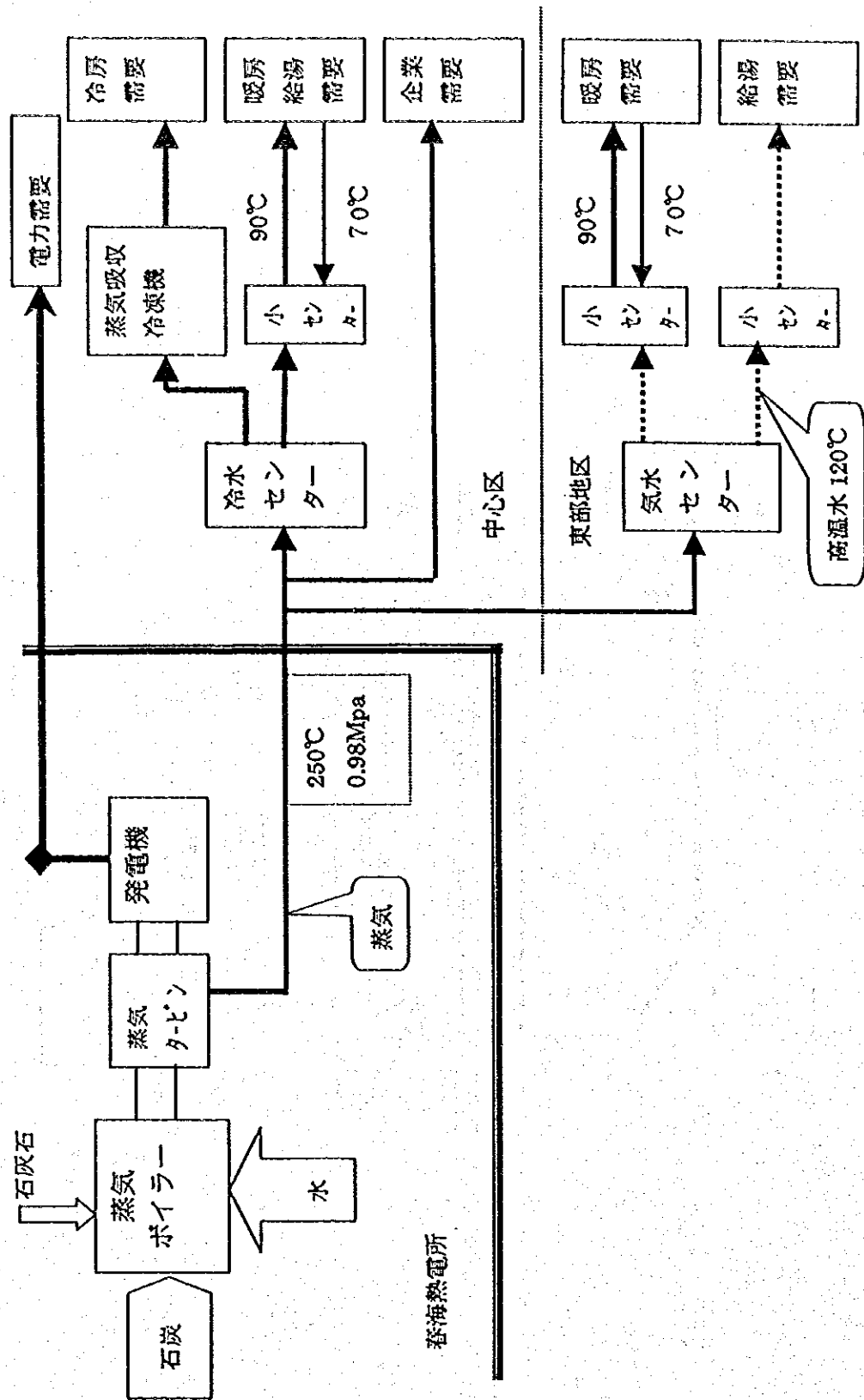
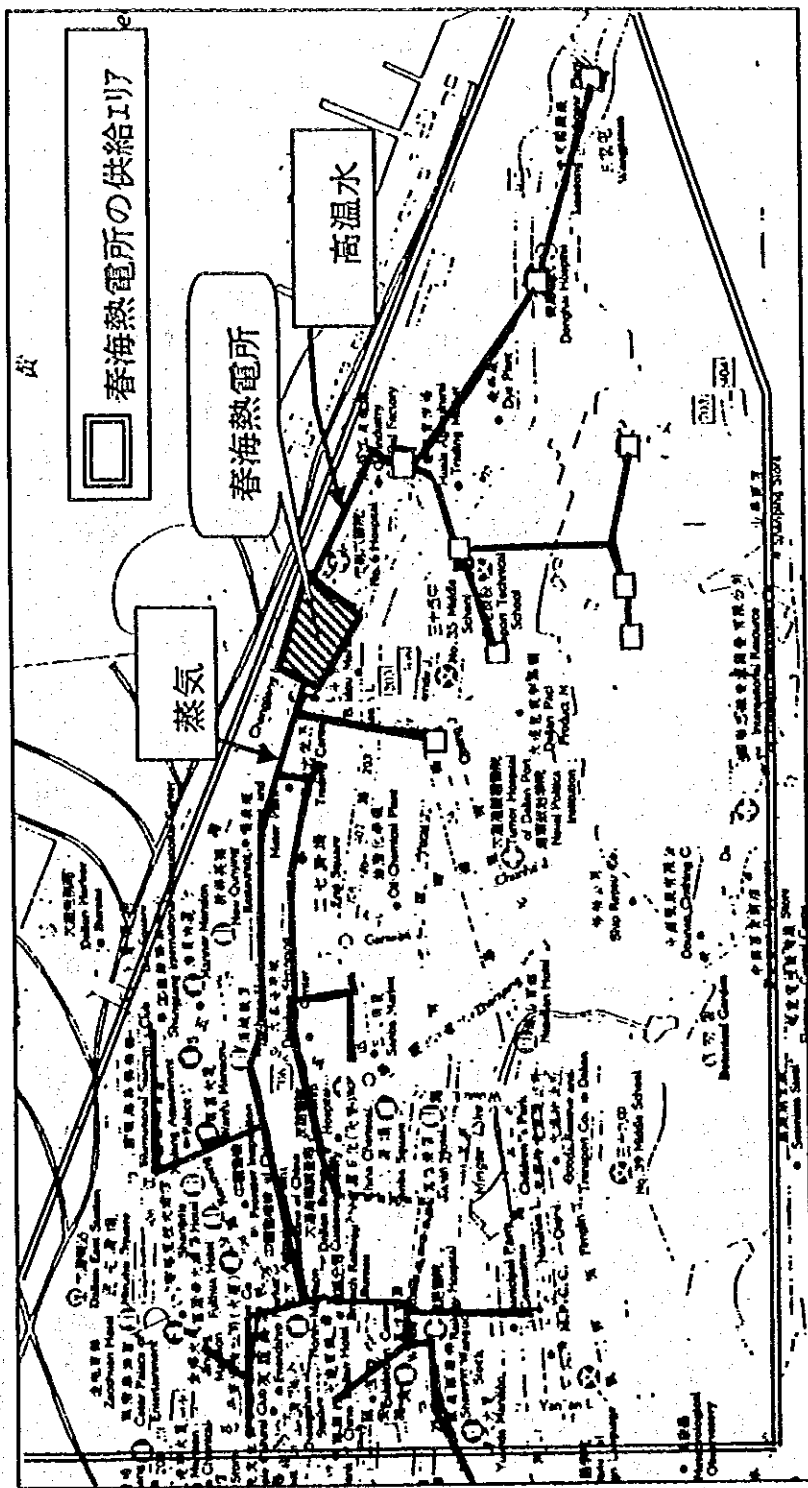


図 III-4-2-5-1(5) 供熱システム



図III-4-2-5-1(6) 配管網

4.2.5.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連春海熱電供給所は、大連市東部中山区の繁華街にある。供熱範囲は西：延安路、東：大染、南：緑山港、北：長江路であり、供熱面積は216万m²、内訳は事業用100万m²、民生116万m²となっている。春海熱電所は周辺の効率の悪い、中小ボイラーを休止し、高効率な大規模ボイラーを稼働させることにより、燃料の節約と汚染排出物の削減を目的に建設された。

現有の春海熱電所のボイラーからはSO₂3724t/y(不脱硫)、ばいじん541t/y、NO_x1103t/yを排出する。また、排水からは、COD23.25t/y、SS11.8t/y等が排出され、固形廃棄物は62845t/yが排出される。

大連市では中長期都市整備計画並びに環境保全計画を策定しており、同熱電所の供給面積を460万m²まで拡張する計画である。拡張工事(二期工事)では、130t/hボイラー2基、発電ユニット1基を設置する。また、周辺中小ボイラーも休止することにより、地域全体としての環境への負荷低減を目指している。

(2) スクリーニング結果

大連春海熱電供給所 2 期工事に伴うスクリーニング表を以下に示す。

表Ⅲ-4-2-5(1) 大連春海熱電供給所スクリーニング表

	環境項目	内容	評定	備考(根拠)	
社会 環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有・無・不明	
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・無・不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・無・不明	工事に係る交通量増大
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・無・不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・無・不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有・無・不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有・無・不明	大気汚染に伴う呼吸器疾患
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有・無・不明	石炭灰等の廃棄物
	9	災害(功)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有・無・不明	
自然 環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有・無・不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有・無・不明	
	12	地下水	過剰排水等による枯渇、造成工事による汚染	有・無・不明	
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有・無・不明	
	14	海岸・海域	埋立や海抜の変化による海岸侵食や海洋生物の変化	有・無・不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有・無・不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・無・不明	
	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の阻害、文化財保護	有・無・不明	
公害	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有・無・不明	新設ダ行からの排気
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有・無・不明	化学排水・生活排水等
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・無・不明	
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有・無・不明	石炭運、ダ行、クレーン等からの騒音
	22	地盤沈下	地盤歪状や地下水水位低下に伴う地表面の沈下	有・無・不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・無・不明	

「交通・生活施設」

第 2 期工事に伴う建築材料等の搬入、運開時の石炭等燃料の搬入・通勤等による交通量の増大、による多少のインパクトがある。これらは適切な交通計画により影響を最小限に回避できる。

「保健衛生・健康状態」

春海熱電所ではボイラーからの SO_x、NO_x・煤塵等の大気汚染物質が大気に排出される。これらは、周辺住民の健康に少なからずインパクトを生じている可能性がある。具体的な因果関係はデータ不足のため、不明確である。

「廃棄物」

燃料となる石炭の灰の廃棄物が大量に排出される。

「大気汚染」

熱電所では、大気汚染のインパクトが最も大きいと考えられる。

「水質汚濁」

排水はボイラー用水の軟水処理に伴う化学排水、洗浄等の工業排水、生活排水等が、考えられる。

「騒音・振動」

石炭ミル、ボイラー、蒸気タービン、発電機、送風機、循環ポンプ等の設備稼動騒音と、蒸気放散時の騒音がある。

当該工場における「交通・生活施設」に関しては、影響が少ないと考えられるため、対象項目から除いた。また、「保健衛生・環境状態」に関しては、大気汚染の分野から評価した。

(3) 排出量の現状

1) 大気

a) 燃料使用量

1997年現在、春海熱電所で用いられた石炭使用量及び組成は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-5(2) 現状の燃料使用量及び組成

燃料種類	使用量 (万 t/年)	熱量 (kcal/kg)	水分 (%)	灰分 (%)	酸素 (%)	水素 (%)	硫黄 (%)	窒素 (%)	炭素 (%)
石炭	22.85	4,818	6.92	26.38	7.71	3.48	1.05	0.86	53.6

b) 現状の大気汚染物質排出量

ヒアリング及び所得資料（環境影響評価書）から得られた、大気汚染物質排出量を以下に示す。

表Ⅲ-4-2-5(3) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

	排ガス量 (Nm ³ /年)	SO ₂ (t/年)	ばいじん (t/年)	NO _x (t/年)
排出量	2.63×10 ⁹	3723.8	541.2	217.5

c)現状の大気汚染物質排出量と排出基準の比較

遼寧省汚水及び排気の排出基準 (DB21-60-89) によると発電所の排出基準は以下のように規定されている。

$$q = K_1 \cdot K_d \cdot q^0$$

q 排出基準値 (kg/h)

K₁ 地区調節係数：大連市 0.9

K_d 煙突加算係数：単独煙突であるので 1

q⁰ 煙突高度毎の排出基準値(kg/h)

同基準が、1990 実施であることから、既設の施設も新設のテーブル値から二次補間により求めた数値とした。煙突高さ 132m 既存施設：SO₂;1454、煤塵;1472、NOx;822

また、火力発電所の国家標準(GB13223-96)によると排出基準は以下のように規定される。既存施設が第Ⅱ期間段階 (1992 年 8 月 1 日～199612 月 31 日に EIA レポートが承認されたもの) とし、燃料の無水ベースの灰分を 27% (設計値) とするとすると煤塵の排出基準は 350mg/m³となる。

SO₂の排出基準は以下の式による。

$$Q_{SO_2} = P \bar{U} H_g^m \times 10^{-6}$$

$$\bar{U} = \bar{U}_{10} \left(\frac{H_a}{10} \right)^{0.15}$$

Q_{SO2} : 排出基準(t/h)

P : 排出抑制係数 (第Ⅱ7.46、第Ⅲ5.802)

U : 煙突出口の平均風速(m/s)

U₁₀ : 高さ 10m での平均風速 (3.9m/s)

Ha : 煙突高さ (132m)

Hg : 有効煙突高さ(m) Ha + ΔH=(290m)

m : 1.893

また、各煙突から排出される大気汚染物質排出量及び排出基準値を表Ⅲ-4-2-4(4)に示す。排出基準は遼寧省地方基準 (DB21-60-89) を基本とするが、参考のため国家標準 (GB13223-1996) とも比較した。

現状では、すべての汚染物質が排出規制値を満足している。

表Ⅲ-4-2-5(4) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

項目		春海熱電所 既設	排出基準 1 (DB2160-89)	排出基準 2 (GB13223-96)
煙突高さ(m)		132	—	—
石炭使用 量(t)	年間	228,500	—	—
	時間最大	45.04	—	—
排ガス量 (Nm ³)	年間	2.63×10 ⁹	—	—
	時間最大	517752	—	—
S O 2	年間排出量(t/y)	3723.8	—	—
	時間排出量(kg/h)	734.0	1454	1964
	排出濃度(mg/m ³)	1417.6	—	—
ば い じ ん	年間排出量(t/y)	541.2	—	—
	時間排出量(kg/h)	106.7	1472	—
	排出濃度(mg/m ³)	206.0	—	350
N O x	年間排出量(t/y)	1103.5	—	—
	時間排出量(kg/h)	217.5	822	—
	排出濃度(mg/m ³)	487.9	—	—

d) 測定調査

1998 に大連市環境観測センターによる測定結果は、表Ⅲ-4-2-4(5)の通りである。但し、測定時は阜新炭 (3251kcal/kg) を 12.52t/h で燃焼。

測定時における空気過剰係数は 2.47 とかなり大きな値である。この空気過剰係数で補正した濃度は以下の通りとなり、国家標準における基準値を超えている。

表Ⅲ-4-2-5(5) 春海熱電所ボイラー測定結果

汚染質	排出量 (kg/h)	濃度(mg/m ³) 空気係数 1.4 換算後	排出基準	
			DB-2159-89	GB-16297-1996
排ガス量(Nm ³ /h)	155,400			
SO ₂	266.5	368.8	1454kg/h	1528kg/h
NOx	49.3	4235.4	822kg/h	—
ばいじん	23.2	783	1472kg/h	350mg/m ³

2) 水質

現状における汚染水排水量は表Ⅲ-4-2-5(6)に示す通りである。

表Ⅲ-4-2-5(6) 現況春海熱電所排水状況 (t/h)

	化学排水	工業排水	生活排水	合計
冬	26	45	5.1	46.1
夏	15	37	5.1	27.1

工程及び規模が類似した北海頭熱電所を参考とした春海熱電所の排水状況は、以下の通りである。既設工程では pH が基準を超えており、中和処理が必要になる。また、生活排水の COD は動植物油が主要因となっている。

表Ⅲ-4-2-5(7) 水質汚濁物質と排出基準

	pH	フッ化物 mg/l	フェノール mg/l	SS mg/l	油類 mg/l	COD mg/l
既設工程排水	9.55	1.64	0.05	34	0.22	81
生活排水	7.44	0.38	—	141.5	5.75	226.5
排出基準(GB8978-1996) 二級基準	6~9	10	0.5	150	10	150
排出基準(DB21-59-89)	6~9	10	0.5	200	5.0	150

3) 廃棄物

春海熱電所の調査によれば、代表的な廃棄物の状況は以下の通りである。現状では、石炭灰に未燃成分が多いため、セメント工場と石炭灰使用議定書を交わしているにもかかわらず、すべて南関臨時貯灰場に廃棄している。

表Ⅲ-4-2-5(8) 春海熱電所から排出される廃棄物の種類と量 (t/y)

	石炭灰	生活ごみ
排出量(t/y)	62,845	50

4) 騒音

春海熱電所の調査によれば、既存施設による騒音の発生強度は表Ⅲ-4-2-5(9)の通りであり、石炭ミルとボイラーからの排気が最も大きな発生源である。

表Ⅲ-4-2-5(9) 既存施設の騒音発生強度 (dBA)

施設	石炭ミル	ボイラー	発電機	送風機	引風機	排気
発生強度	102~107	84~96	92~96	96	91	106

また、工場敷地境界での騒音測定結果は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-5(10) 既存施設工場騒音測定結果と環境基準 (dBA)

	工場北側	工場東側	工場南側	環境基準 GB12348-90 I 類
昼(6:00~21:00)	63.7	71.3	66.1	55
夜(22:00~5:00)	59.8	70.0	63.4	45

(4) 環境濃度の現状

1) 大気

a) 長時間平均濃度の推定

春海熱電所から排出される大気汚染物質の影響を年平均値モデルにより推定した。南側にも高濃度地域があるが海上となるので、北側の分布を多く示した。春海熱電所からの PM10 は $0.0001\text{mg}/\text{m}^3$ の地域が最も高濃度なエリアであり環境基準 ($0.04\text{mg}/\text{m}^3$) の 0.25% になる。また、 SO_2 は最大 $0.001\text{mg}/\text{m}^3$ のエリアが出現し、環境基準 $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ の 1.7% を占める。同様に、 NO_x の最大濃度エリア $0.0002\text{mg}/\text{m}^3$ は環境基準 ($0.05\text{mg}/\text{m}^3$) の 0.4% である。従って、環境基準年平均値から推測した環境への影響は SO_2 が最も大きい。しかし、寄与割合はすくないことから、大気環境へ与える影響は大きいとは言えない。

b) 短時間平均濃度の推定

短時間モデルで、時間平均と 1 日平均値を推定した。短時間モデルでの気象条件は、最も頻度が多い大気安定度 D を設定し、平均地上を風速 $2\text{m}/\text{s}$ とした。最大濃度到達地点は煙突からおよそ 5.4km に出現する。1 時間値の最大濃度は、PM10 濃度で $0.006\text{mg}/\text{m}^3$ 、 SO_2 : $0.049\text{mg}/\text{m}^3$ (環境基準 $0.50\text{mg}/\text{m}^3$)、 NO_x : $0.014\text{mg}/\text{m}^3$ (環境基準 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$) である。また、1 日平均値での最大値は、PM10 濃度で $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ (環境基準 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$)、 SO_2 : $0.015\text{mg}/\text{m}^3$ (環境基準 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$)、 NO_x : $0.005\text{mg}/\text{m}^3$ ($0.10\text{mg}/\text{m}^3$) となった。従って、1 日平均値では PM10 で 4%、 SO_2 で 10%、 NO_x で 5% となる。また、1 時間値では SO_2 で 9.8%、 NO_x で 9.3% となる。故に、 SO_2 の 1 時間値では環境基準の 10% を占めることから、気象条件によっては環境にある程度の悪影響を及ぼすことが考えられる。

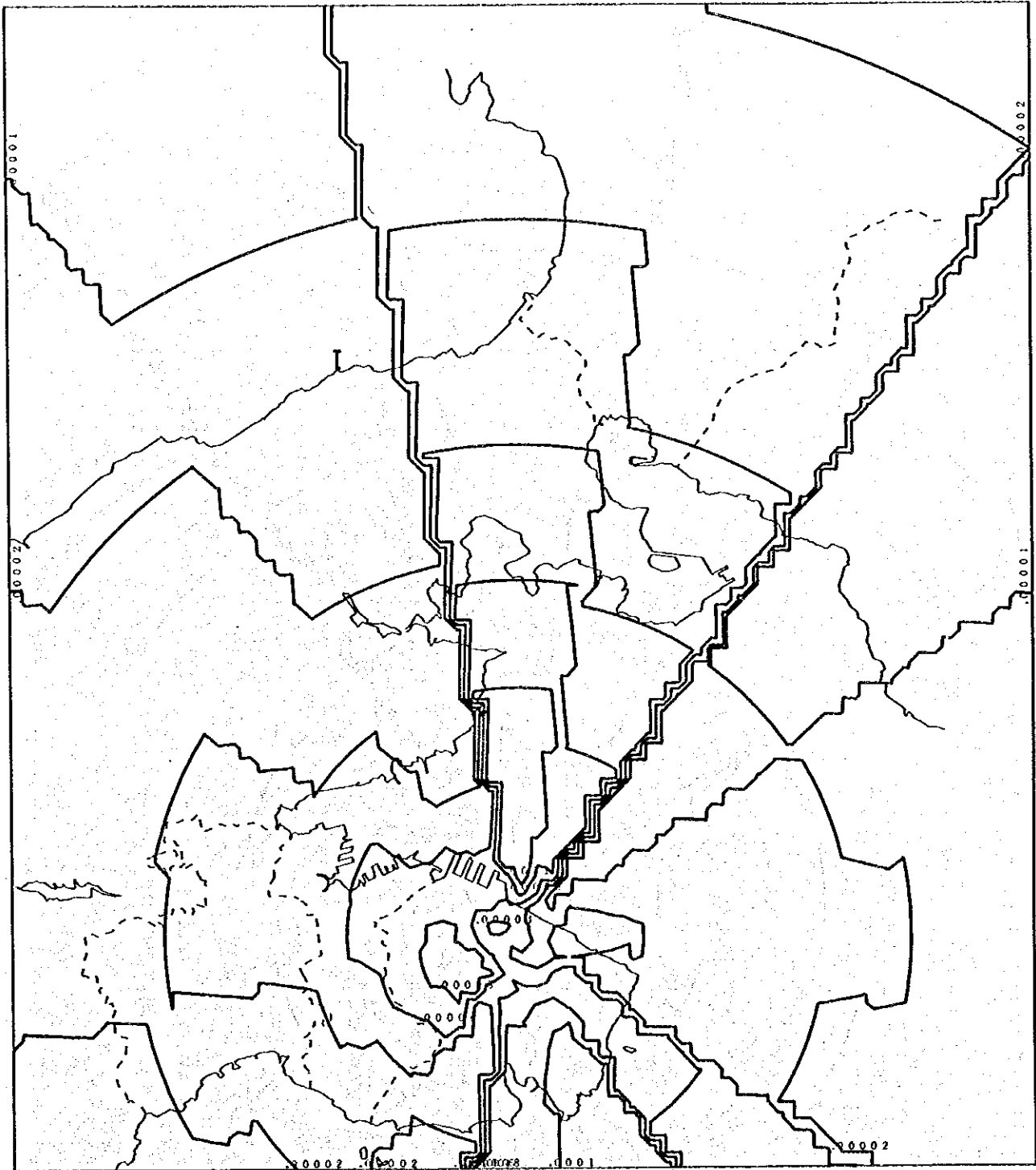
春海熱電所 現状

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION



0 1 2 3 4 5 km

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



図III-4-2-5(1) PM10年平均濃度図(現状)

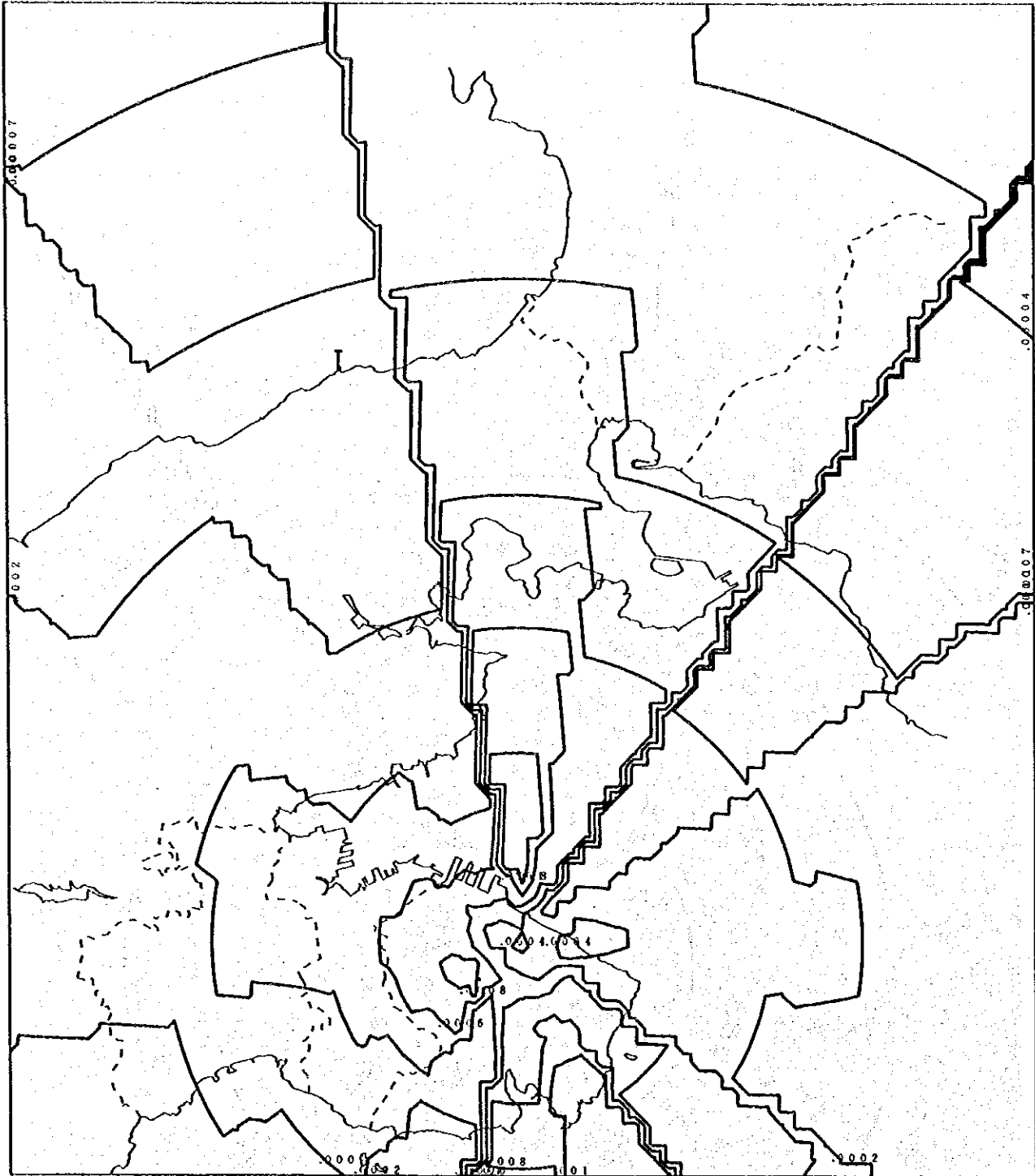
CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

春海熱電所 現状



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



図III-4-2-5(2) SO₂年平均濃度図 (現状)

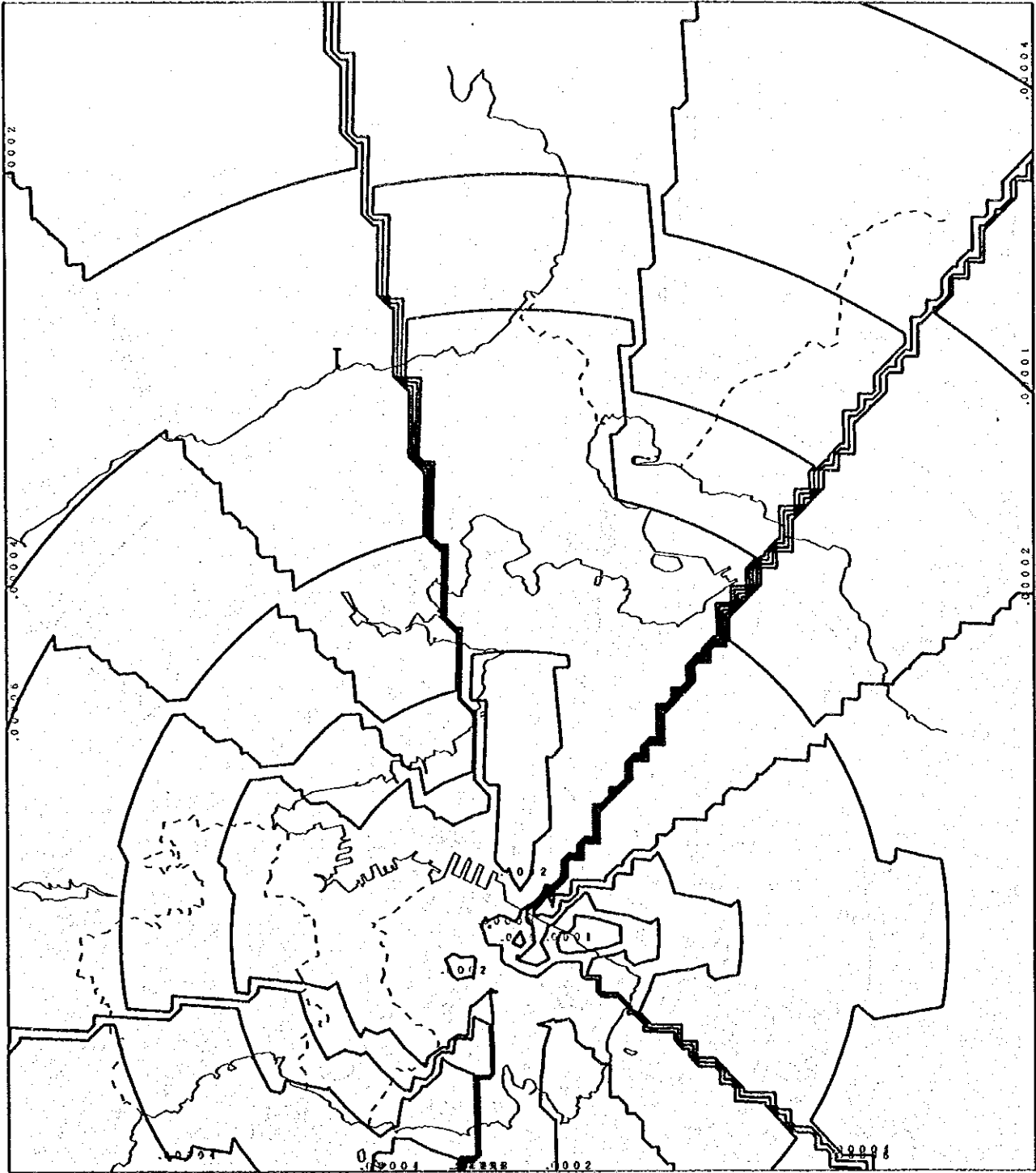
CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

春海熱電所 現状



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



図III-4-2-5(3) NO_x年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

春海熱電所 現状



(ng/m³)

0 1 2 3 4 5 km

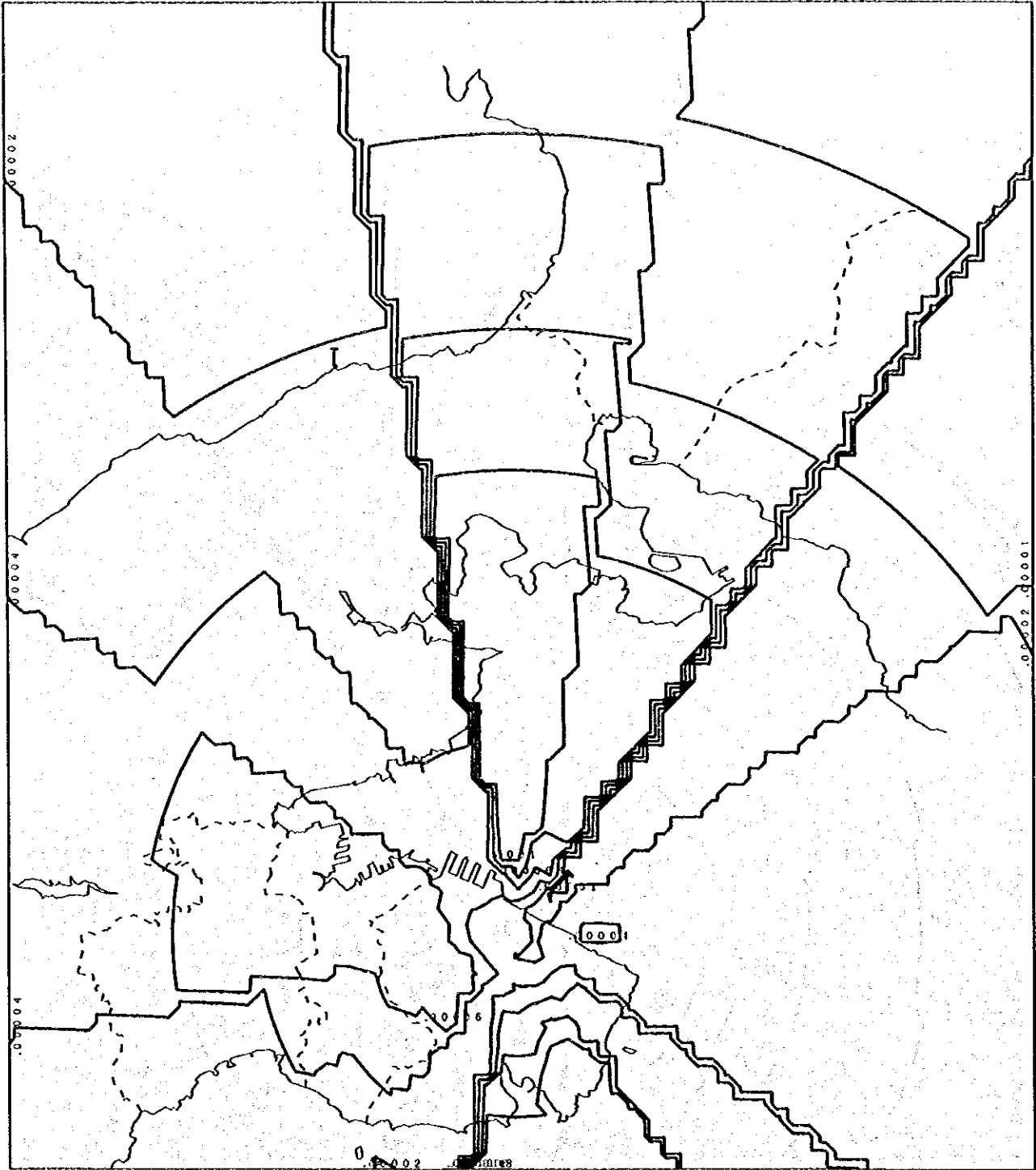
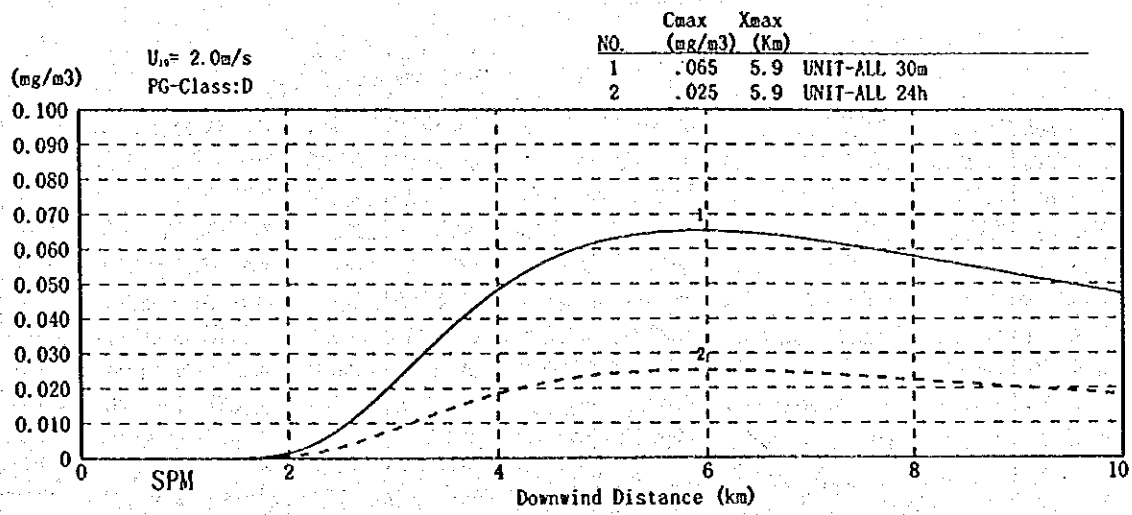
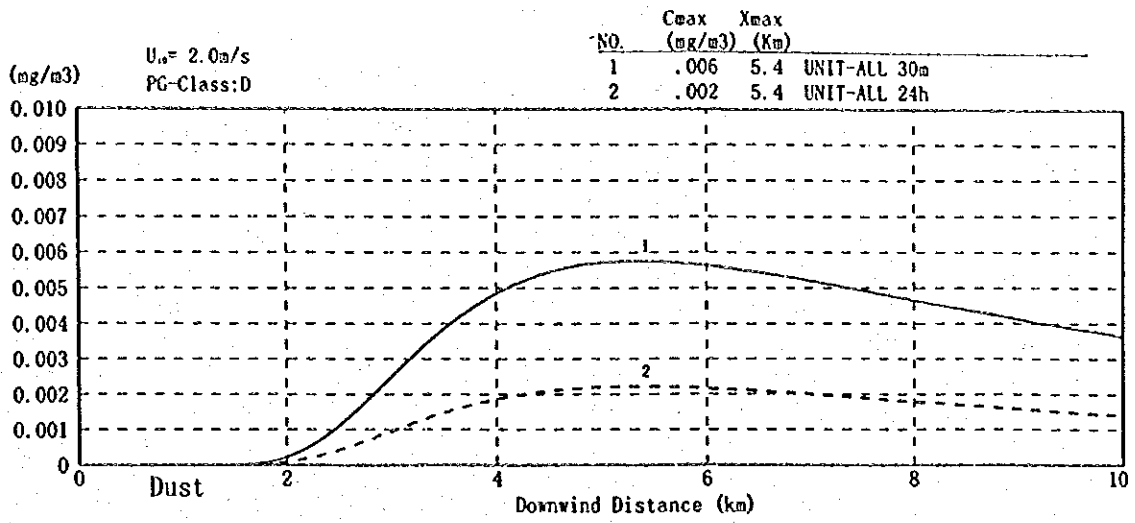
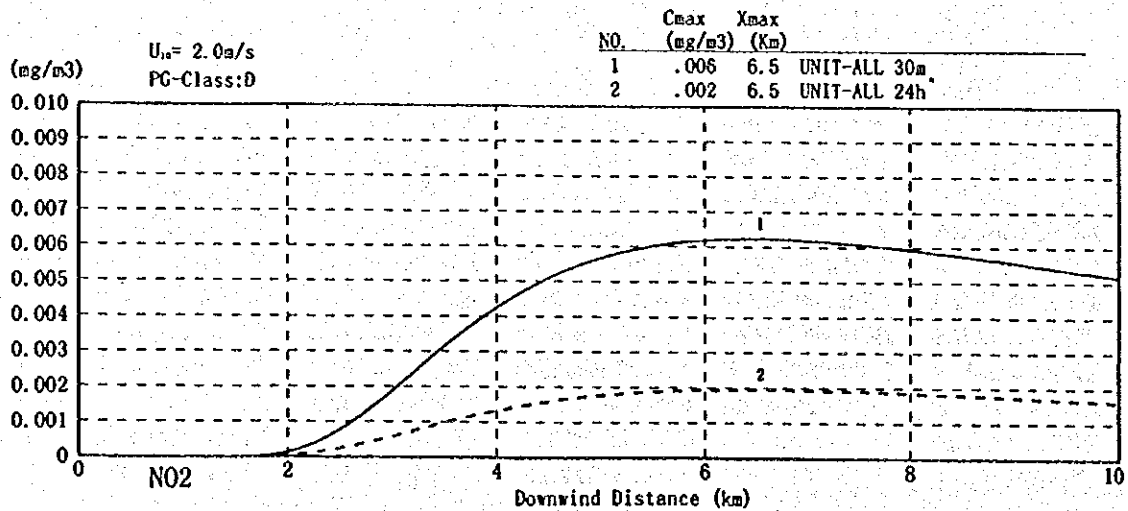
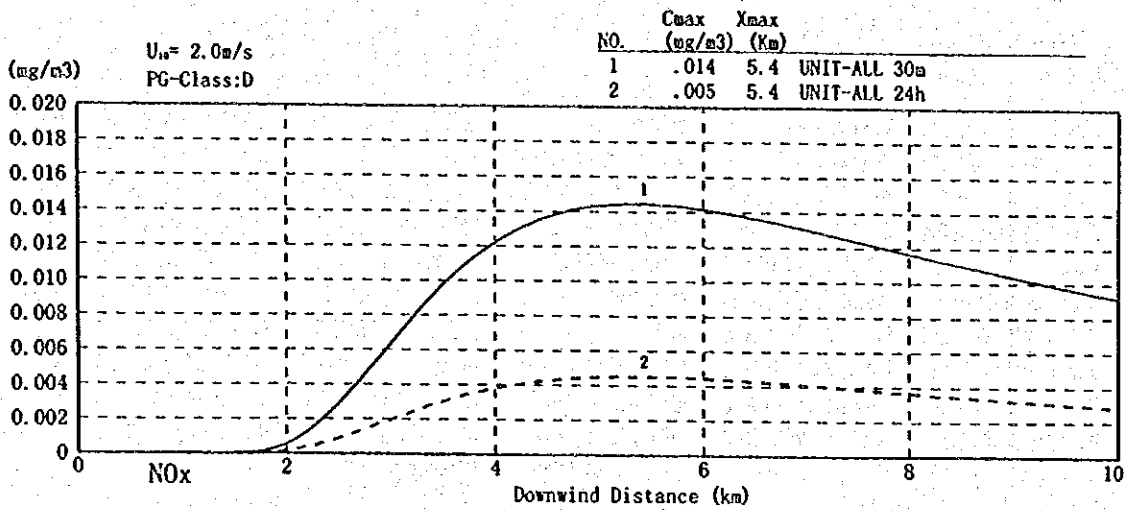
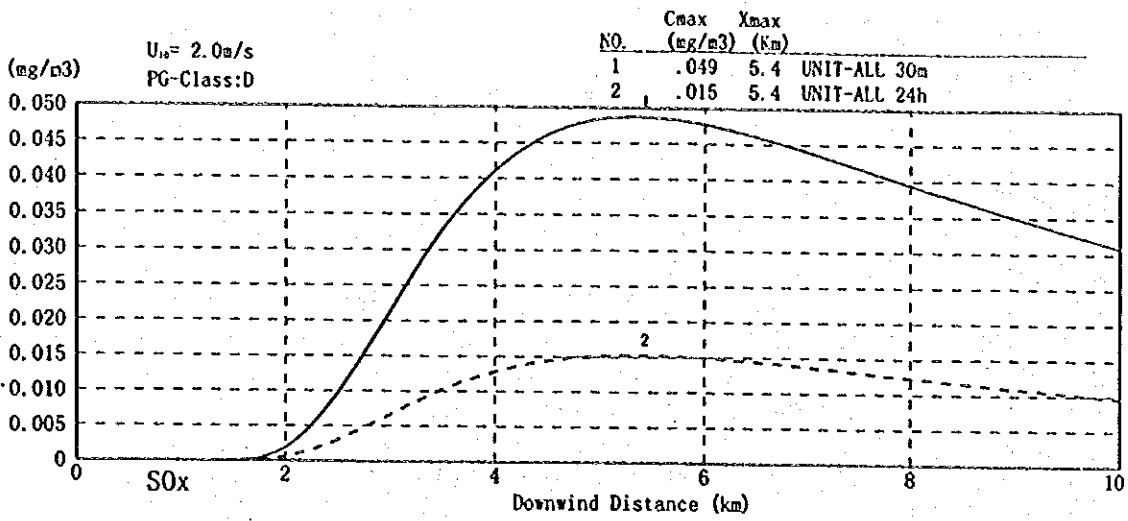


図 III-4-2-5(4) NO₂年平均濃度図 (現状)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-5(5) 春海熱電所(現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図 III-4-2-5(6) 春海熱電所 (現状) (短時間値)

(5) 既設工場の問題点

大気環境では煙道排ガス測定データで、煤塵濃度が排出基準を超えていた。また、測定時の空気過剰係数が2.47と非常に大きな値となっている。これは、低質炭を燃焼させるためと考えられ、ボイラー摩耗の原因になっているとともに、熱効率の低下を招いている。貯炭場は室内になっており、密閉式のベルトコンベアでボイラーに送られるため、飛散の影響は軽微である。

水質環境に関しては、ボイラー水を軟水化するための化学排水を海域に排出しているが、pHが排出基準を超えている。また、生活排水はCODが大幅に排出基準を超えており、大連湾汚染の一因となっている。

廃棄物はボイラーからの排渣が大量に発生し、南関嶺にある臨時の灰積み出し場に置かれている。

騒音は工場敷地境界のすべてで、環境基準を超えている。特に住宅地区に面した南側では、騒音の影響が大きい。

春海熱電所は大連中心部に建立されていることから、徹底した環境管理が求められる。これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

- ① 春海熱電所は市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。
- ② 大気では、ばいじんが排出基準を超えている。
- ③ 水質環境は工業排水で、pHが排出基準を超えており、生活排水はCODが大きく排出基準を超えている。
- ④ 騒音が環境基準を超えており、周辺住民に大きな影響を与えている
- ⑤ 廃棄物はボイラー燃焼にともない発生する石炭灰が殆どであり、現状ではすべてを廃棄処分している。

(6) 二期工事

二期工事は既設の工場に新たに 130t/h (蒸気量) の循環流動床型ボイラー2基を増設し、供熱及び発電能力を増強するとともに、周辺の中小ボイラーを廃止することにより以下の効果が得られる。

- ・エネルギー変換効率が向上し燃料 (石炭) の有効利用、すなわち省エネになる。
- ・小規模ボイラーで代替するよりも汚染物質の排出量を低減することができる。
- ・石炭や石炭灰の保管場所も減少できることから土地の有効利用がはかられる。

1) 主要経済技術指標

既設および第2期工事の発電量・燃料消費量等の仕様は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-5(11) 春海熱電所の主要経済技術指標

番号	項目	単位	指標		
			既設	2期計画	
1	年間発電量	GWh	137.49	136.93	
2	年間供熱量	GJ	3211000	2205703	
3	年間蒸気生産量	t	1522047	1221062	
4	年間標準石炭消費量	t	157313	123205	
5	年間石炭消費量	t	228510	170106	
6	供熱標準石炭消費率	kg/GJ	40.3	38.94	
7	供熱標準石炭消費量	t	129403	80049	
8	発電標準石炭消費率	g/kWh	203	315.2	
9	発電標準石炭消費量	t	27910	43156	
10	ボイラー設備年間稼働時間	h	5073	4896	
11	熱電分担比	Σ電力	%	17.7	35
		Σ熱	%	82.3	65
12	全工場熱効率	%	76.8	70.6	
13	年間標準石炭節減量	t/y	70300	53778	
14	総合工場用電力率	%	17.4	18.2	

2) 大気

春海熱電所では 130t 循環流動床型ボイラー2基を増設する計画である。計画されたボイラーに必要な年間の燃料使用量は 170106t/y となる。ボイラーでは石灰石による炉内脱硫により脱硫効率 80%、電気集塵機により集塵効率 99%の計画である。

a) 炭成分大気汚染物質排出量

既存の施設で燃焼する石炭は山西省西山炭と清河門炭を 1:1 に混合使用する設計であったが、実際には種々の産地の石炭を利用しており、成分の変化も大きい。第2期計画では、既存の施設も含めすべて阜新海州炭を採用する計画であり、8%の石灰石を混焼させる。以下に使用を計画している石炭の成分分析結果を示す。

表Ⅲ-4-2-5(12) 春海熱電所の石炭分析結果

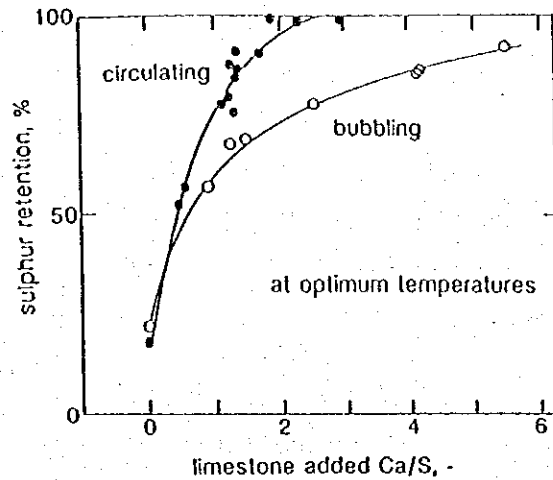
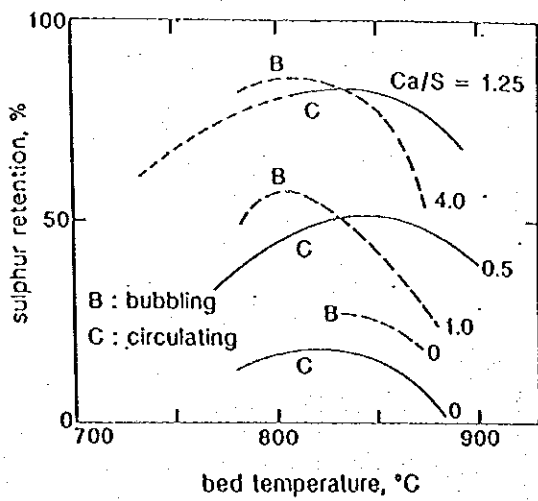
項目	単位	既設	第2期計画
水分	%	6.92	4.80
灰分	%	26.38	21.9
酸素	%	7.71	10.18
水素	%	3.48	3.86
硫黄	%	1.05	0.70
窒素	%	0.86	0.72
炭素	%	53.6	57.84
熱量	kJ/kg	20172	21200
	kcal/kg	4818	5063

b) 脱硫

循環流動床ボイラーの脱硫効率は温度と Ca/S のモル比とが関連している。Bo Lecker の実験によれば、循環流動床での効率的な温度は約 850℃である。また、Ca/S のモル比は 2 程度を確保していれば 80%程度の脱硫率は確保できる（一般的に日本ではモル比 2%程度である）。従って、設計炭（S：0.7%）を燃焼すると仮定すれば、重量比で石炭の 4.4%の石灰石を混入すれば良いことになる。必要量以上の石灰石を混入することは、廃棄物を増加させるだけでなく、炉の摩耗も加速させる。図Ⅲ-4-2-5(1)に Bo Lecker の実験による、温度と脱硫効率、Ca/S と脱硫効率の関係を示す。

最適 CaCO₃ 量 (%)

$$= \text{石炭中の S 分}(\%) \times 2 \text{ (最適脱硫 Ca/S モル比)} \times 3.125 \text{ (CaCO}_3 \text{ と S の重量比)}$$



図III-4-2-5(7) 脱硫率と燃焼温度、Ca/S モル比の関係 (Bo Lecker)

c) 大気汚染物質排出量の推定

排ガス量

$$V_0 = 0.251 \times Q_L / 1000 + 0.278$$

$$V_y = 1.04 \times Q_L / 4187 + 0.77 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

V_0 : 理論空気量 (Nm³)

V_y : 排ガス量 (Nm³/kg)

Q_L : 燃料低発熱量 (KJ/kg) (21200KJ/kg)

α : 空気過剰係数 (1.8)

硫黄酸化物排出量

$$\text{石炭} : G_{SO_2} = 2 \cdot B \cdot S \cdot (1 - \eta_s) \cdot (1 - q_4) \cdot K$$

G_{SO_2} : SO₂ 排出量 (t/y)

η : 脱硫率 (80%)

B : 燃料使用量 (t/y)

S : 硫黄含有率 (0.007)

q_4 : ボイラー機械み燃焼損失 (0.03)

窒素酸化物排出量

$$G_{NO_x} = 1.63B(\beta \cdot n + 10^6 V_y C_{NO_x}) (1 - \eta_n)$$

G_{NO_x} : NO_x 排出量 (t/y)

β : 燃料に含まれる窒素が燃焼により NO の変化率 (%) (0.24)

G_{NO_x} : 燃焼時温度により生成される NO の濃度 (mg/Nm³) : (93.8mg/Nm³)

n : N含有率 (0.0072)

η_n : 脱硝率

ばいじん排出量

$$\text{石炭} : G_d = 10^6 Q_y \cdot C(1-\eta) \times K$$

G_d : ばいじん排出量 (t/y)

Q_y : 排ガス量 (Nm³/y)

C : ボイラー出口ばいじん平均濃度 (2200mg/Nm³)

K : 不均衡係数 (1.0~2.0)

η : 集塵機効率 (0.99)

d) 汚染物質排出量

表に大気汚染物質の排出量と排出基準を示す。既設の施設も脱硫を設定した。国家基準 (GB13223-1996) では、第Ⅲ期段階として排出基準を算定した。

下記の表からすべて排出基準を満足する。

表Ⅲ-4-2-5(13) 春海熱電所の汚染物質排出量(t/年)

項目		春海熱電所 既設(脱硫)	第2期計画 (脱硫)	計	排出基準1 (DB2160-89)	排出基準2 (GB13223-96)
煙突高さ(m)		132			—	—
石炭使用 量(t)	年間	228,510	170,106	398,616	—	—
	時間最大	45.04	36.22	81.26	—	—
排ガス量 (Nm ³)	年間	2.63×10 ⁹	1.95×10 ⁹	4.58×10 ⁹	—	—
	時間最大	517752	385960	903712	—	—
S O 2	年間排出量(t/y)	744.8	396.6	1141.4	—	—
	時間排出量(kg/h)	146.8	78.7	225.5	1454	1528
	排出濃度(mg/m ³)	283.5	203.9	249.5	—	2100
ば い じ ん	年間排出量(t/y)	541.2	202.2	743.4	—	—
	時間排出量(kg/h)	106.7	43.1	149.7	1472	—
	排出濃度(mg/m ³)	206.0	111.6	165.7	—	200
N O x	年間排出量(t/y)	1103.5	710.1	1813.6	—	—
	時間排出量(kg/h)	217.5	151.2	368.7	822	—
	排出濃度(mg/m ³)	487.9	391.7	408.0	—	—

c) 二期計画終了後の環境濃度

二期工事後の環境濃度は、ボイラーの増設となることから、SO₂ 以外は現況の排出量より多くなる。しかし、排ガス量も増加することから、有効煙突高さが高くなり地表到達濃度が低濃度となる効果もある。

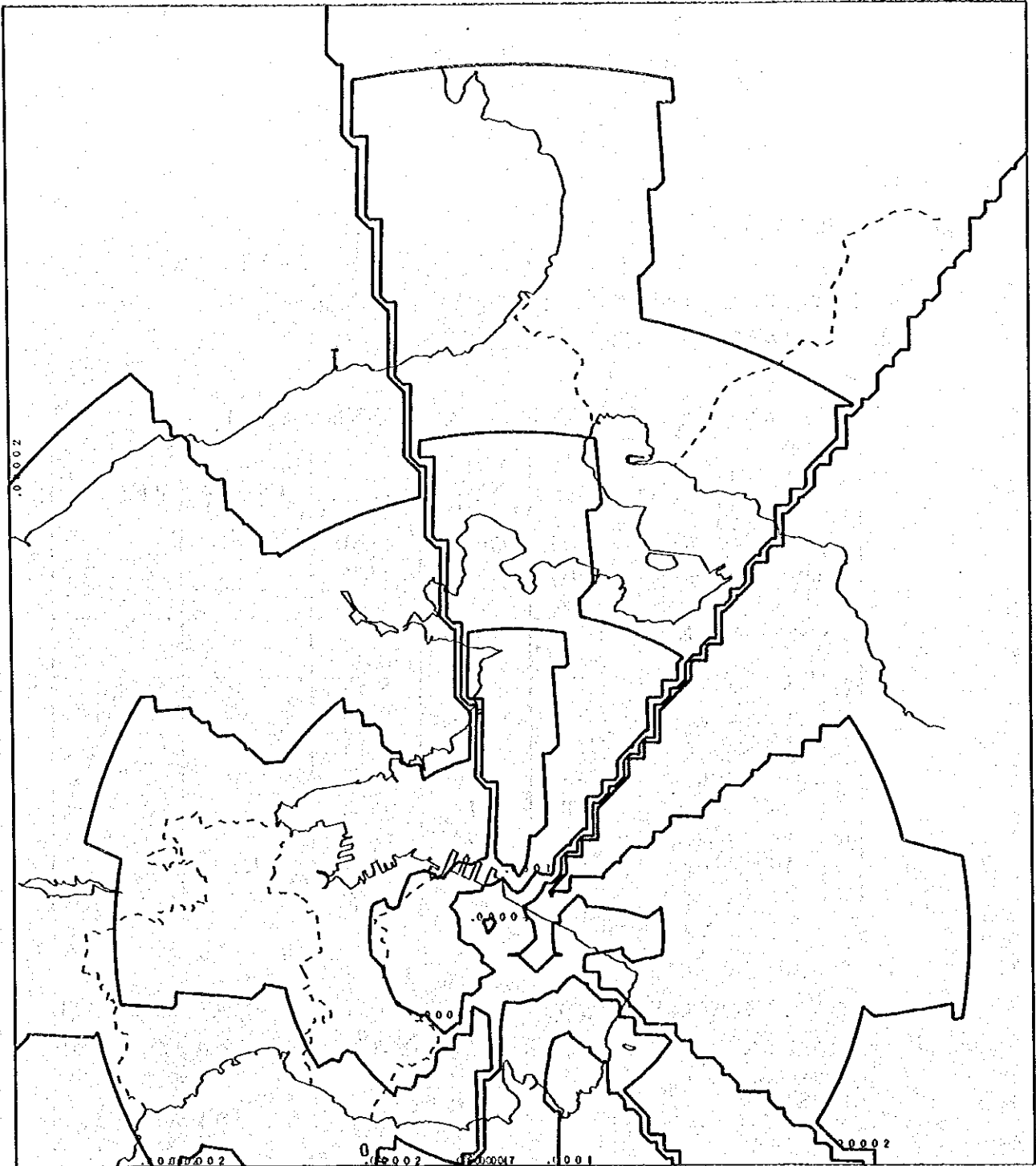
CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

春海熱電所 将来



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



図III-4-2-5(8) PM10年平均濃度図(将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

春海熱電所 将来



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)

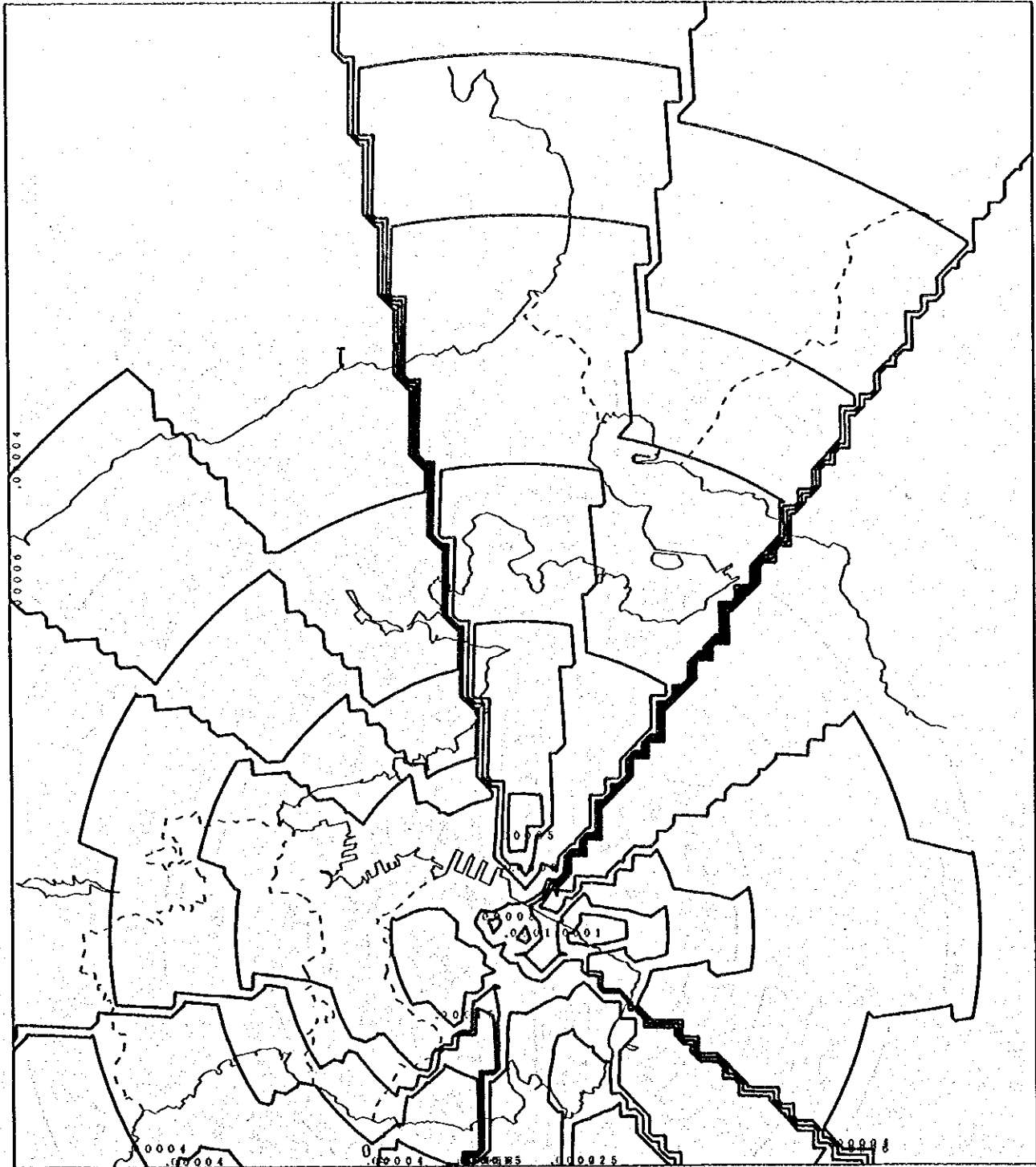


図 III-4-2-5(9) SO₂ 年平均濃度図 (将来)

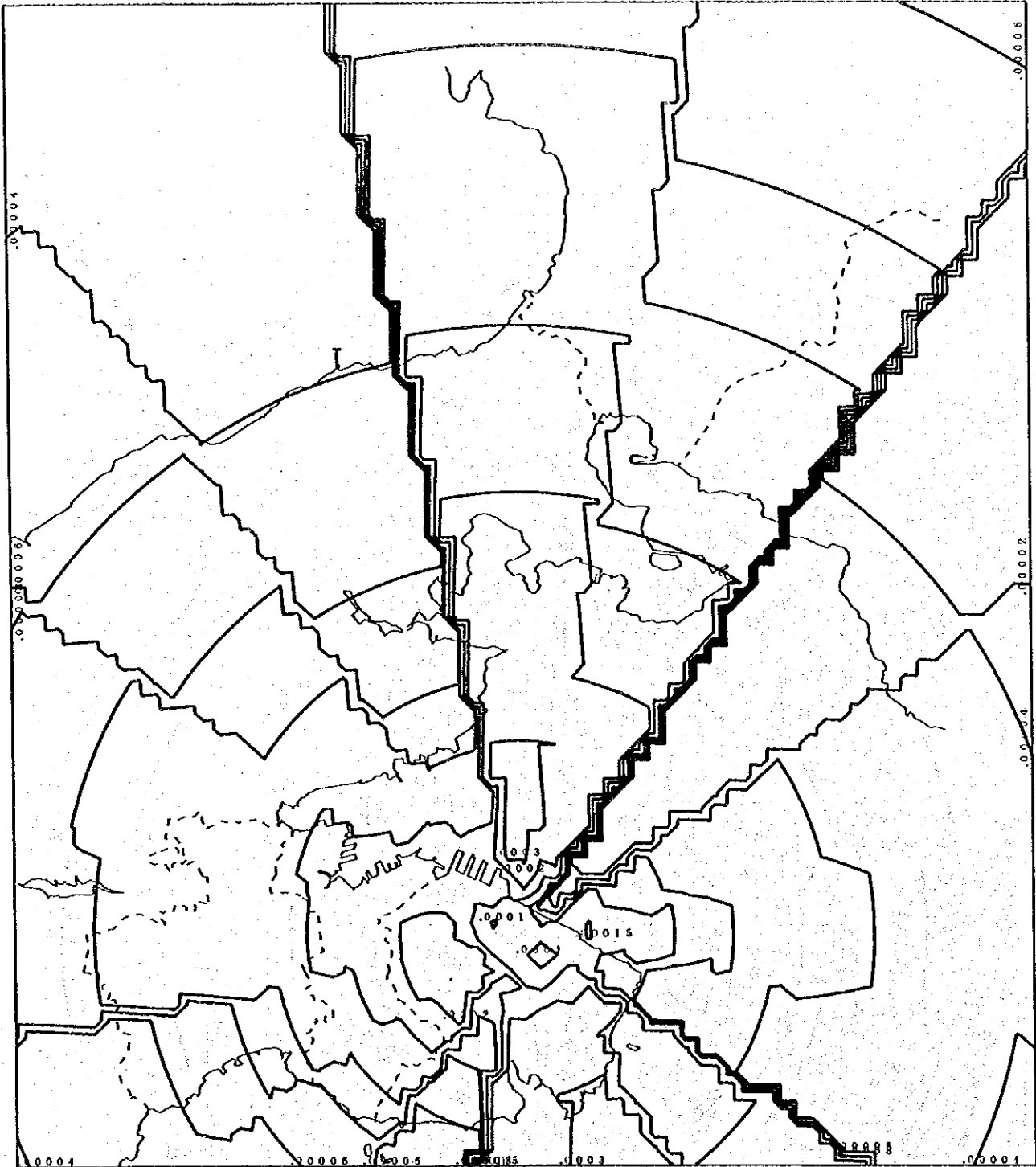
CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

春海熱電所 将来



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



图III-4-2-5(10) NO_x年平均濃度図(将来)

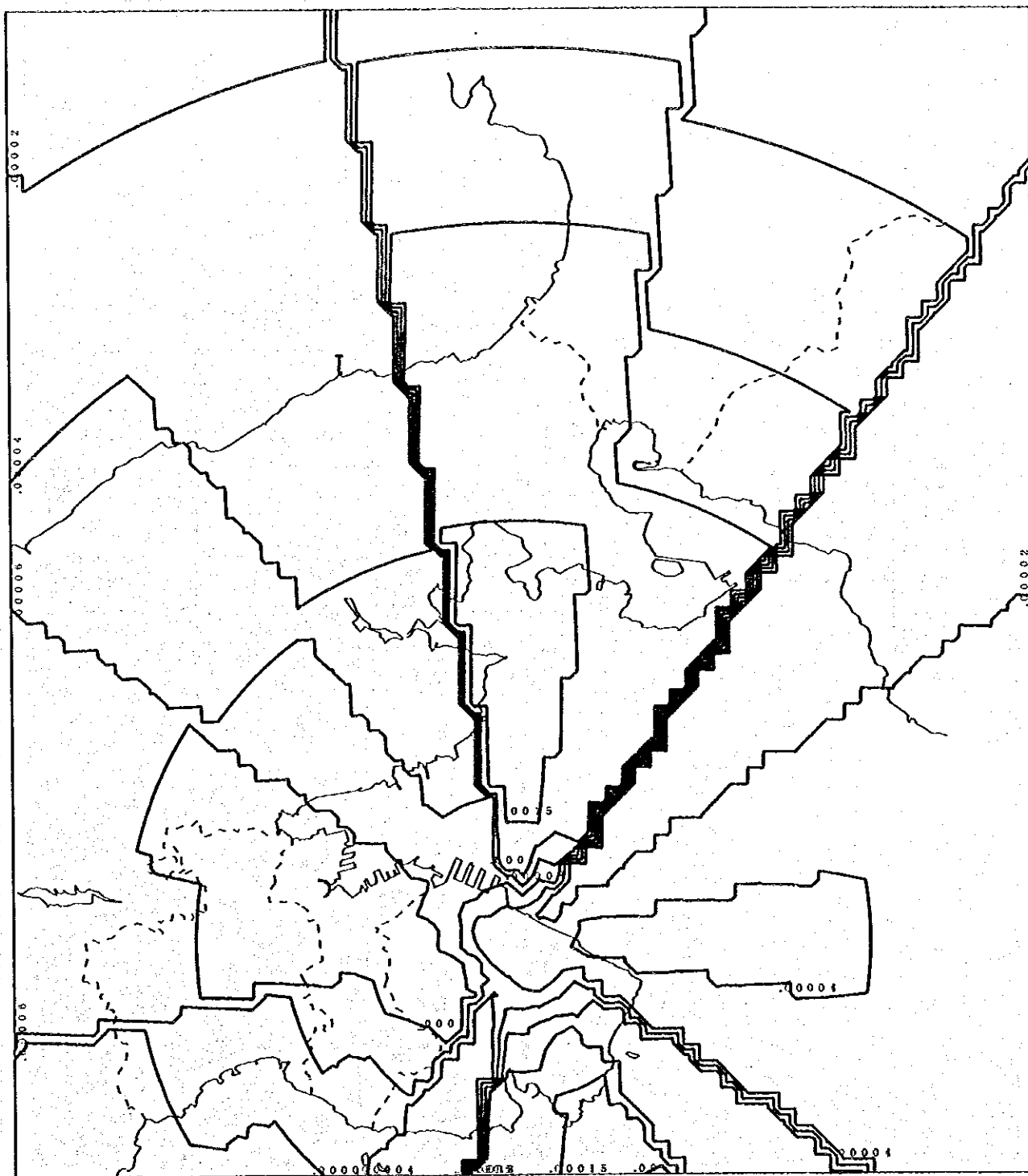
CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

春海熱電所 将来

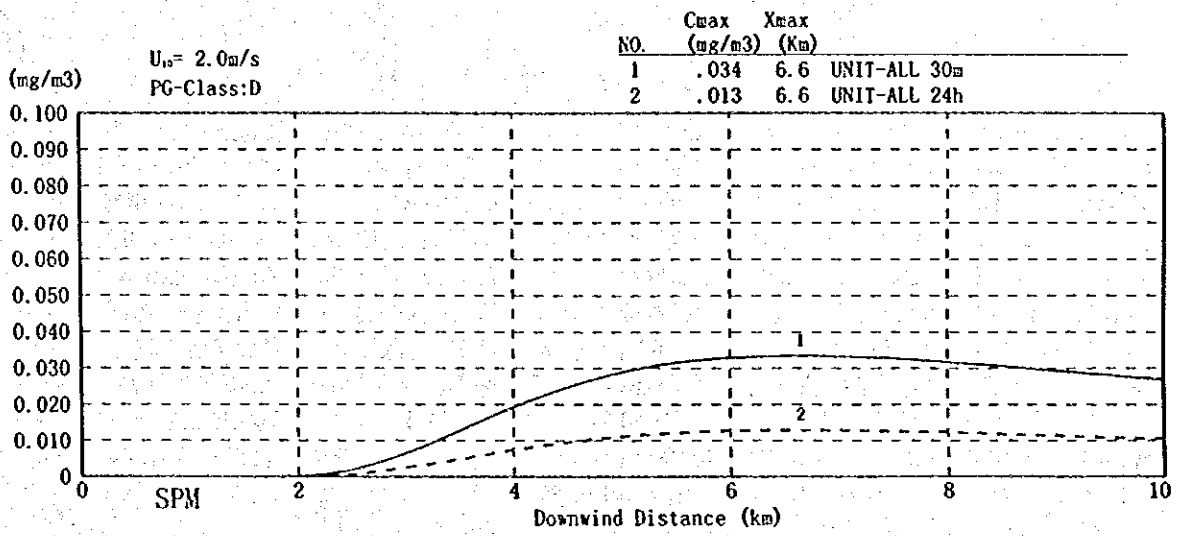
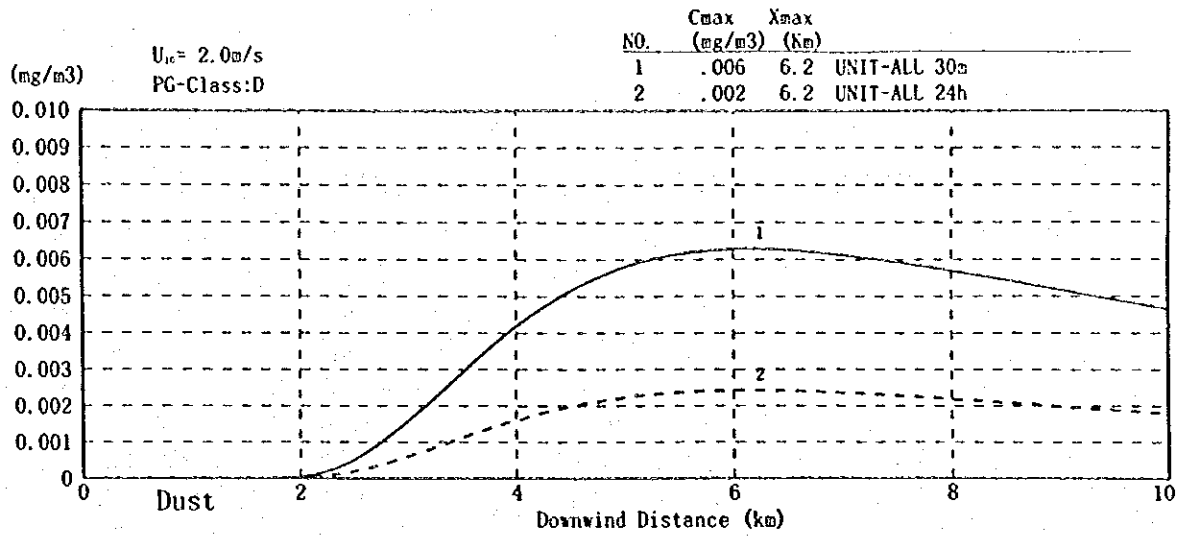


0 1 2 3 4 5 km

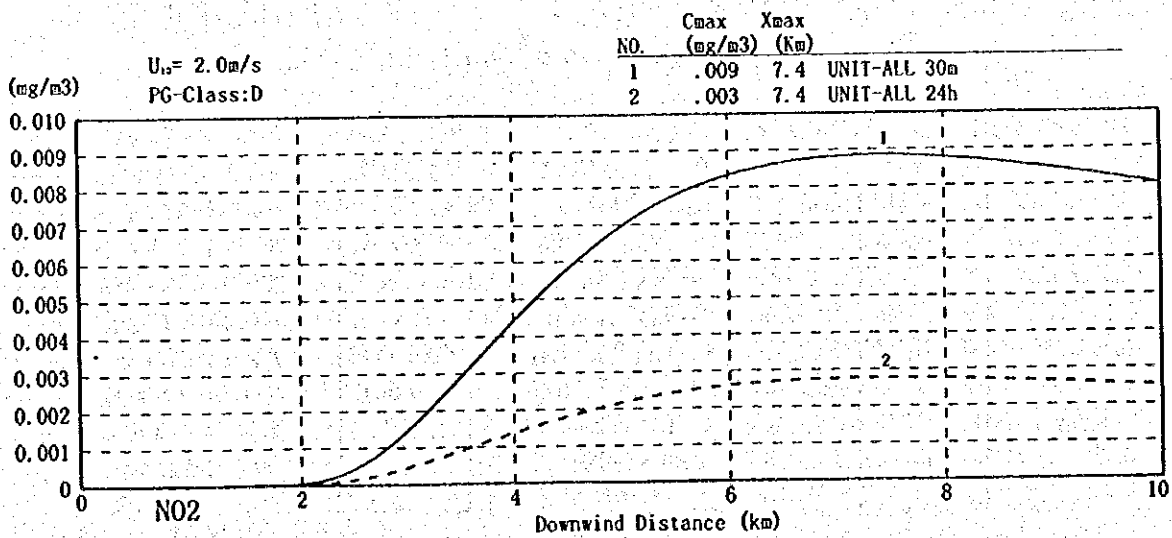
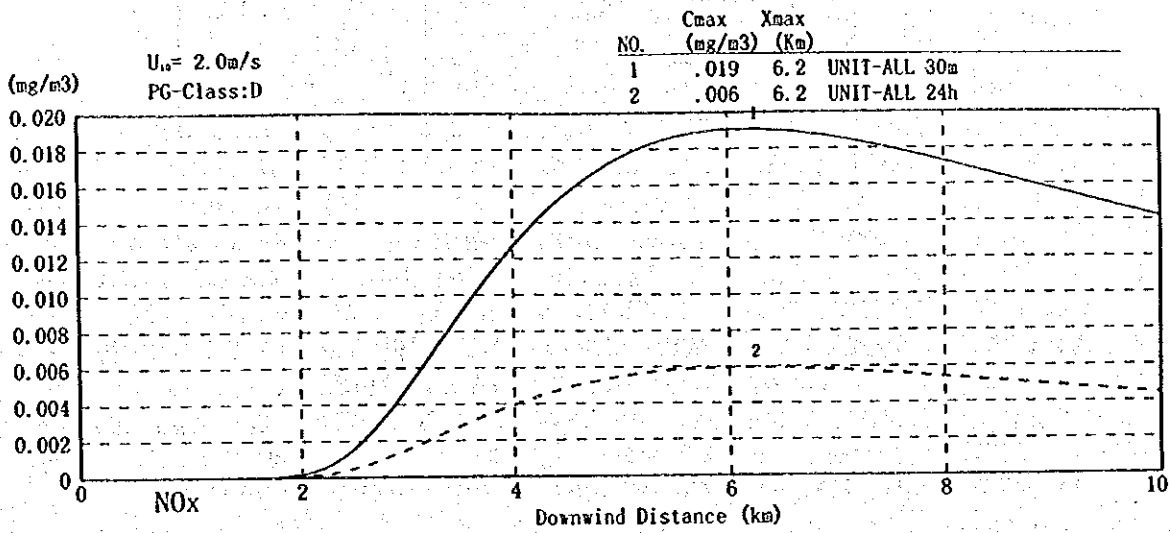
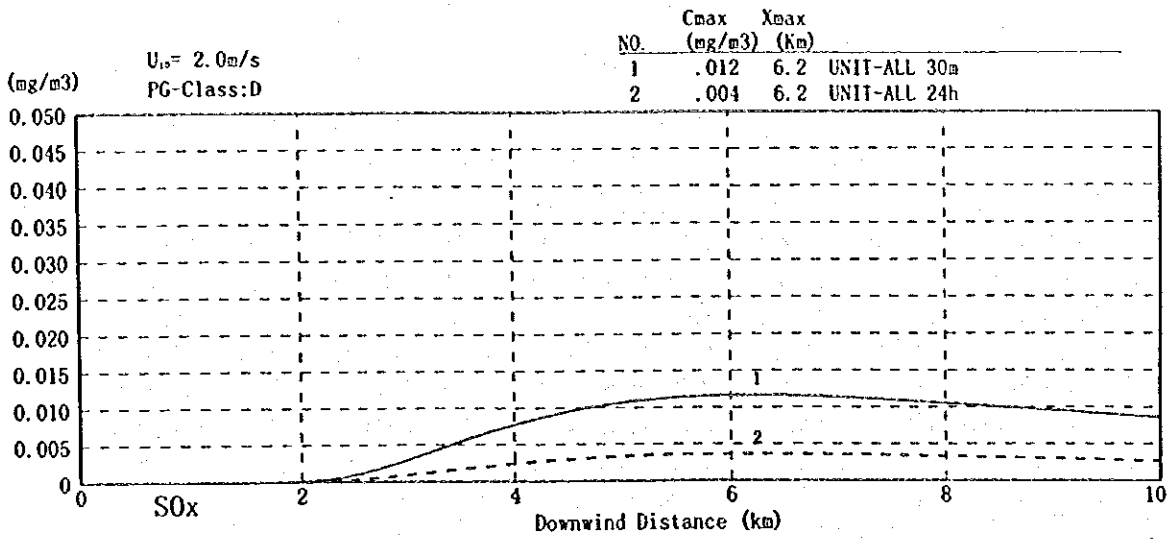
(mg/m³)



図III-4-2-5(11) NO₂年平均濃度図 (将来)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-5(12) 春海熱電(将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-5(13) 春海熱電(将来) (短時間値)

3) 水質

春海熱電所 2 基計画における排水は、ボイラー増設に伴うものなので、既設の排水とほぼ同様である。但し、排水量は増加する。従って、現状で排出基準を満足していない化学排水の pH と、生活排水の COD が問題となる。

化学排水処理系統から排出される排水は、52t/h（夏季 35t/h）である。化学排水は、ボイラー水の軟水化過程から排出されるが、現状では、pH 濃度が排出基準を超えている。ボイラー水の pH 調整方式は以下の方法が考えられる。

表 III-4-2-5(14) ボイラー水の調整方式

pH 調整方式	炭酸ナトリウム処理による調整	リン酸塩処理による調整	揮発性薬品処理による調整
使用薬品	炭酸ナトリウム 三リン酸ナトリウム	三リン酸ナトリウム 二リン酸ナトリウム	ヒドランジン及びアンモニア ヒドランジンのみ
ボイラー水の pH	10~11	9.0~10.5	8.5~9.5

このうち、ヒドランジン等毒性がないものでの調整方式ならば、単に pH 調整を行うのみで化学排水の処理は排出基準を満足すると考えられる。pH 調整を行った後は、残渣洗浄水に利用され、残りは排出される。pH 調整は、pH 自動計測装置と中和剤自動投入装置をコンピュータ制御に基づき行うこととなっている。

工業排水はボイラー、冷却塔ブロー、軸冷却水等である。これらは、硬化防止剤、腐食剤等であり、有害物質を含まない。また、残渣除去過程で利用され残りは排出される。

生活排水中の油類は主に動植物油である。これらは、排出基準を超えているが、STW-I 型の生活污水处理装置により浄化することで、遼寧省及び国の排出基準（2 級）を満足すると考えられる。以下に水汚濁物質の排出量を示す。

表 III-4-2-5(15) 水汚濁物質排出量と濃度

	排水量 (万 t/y)	pH	フッ化物 t/y	フェノール t/y	SS t/y	油類 t/y	COD t/y
既設	0.208		0.285	0.008	11.8	0.289	23.25
2 期計画	0.2		0.318	0.01	7.62	0.489	17.30
計	0.408	6~9	0.603 (1.64)	0.018 (0.05)	19.42 (47.66)	0.778 (1.91)	40.55 (99.51)
地方基準 (DB21-59-89)		6~9	10	0.5	200	5	150
国家基準 (GB8978-1996)		6~9	10	0.5	150	10	150

※ 括弧：濃度(mg/l)

4) 騒音

騒音は、既設の設備でも環境基準を超えており、2期計画を実施した場合には、さらに悪化する可能性もある。特に、熱電所敷地南側での住民に対する影響は大きい。春海熱電所は大連市の中央部にあり、敷地面積も大きくないことから騒音対策は非常に難しくなる。工場が騒音を発生させる工場内の設備は、蒸気タービン、発電機、ボイラー、ファン、ポンプ、石炭粉砕機及び蒸気排出時の騒音などである。

現状では石炭粉砕にフードの装着、粉砕機室に防音ドアや防音窓の設置等の対策を行っているが、発電機・ボイラー・ファン等の対策は行っていない。

計画としては、騒音環境基準Ⅰ類を満足することとなっているが、徹底した騒音対策が必要となる。

表Ⅲ-4-2-5(16) 騒音環境基準 (dBA)

	環境基準 GB12348-90Ⅰ類
昼 (6:00~21:00)	55
夜 (22:00~5:00)	45

a)音源の制限

騒音を制限するには、音源から考慮することが必要である。熱電所の音源を制限するには、蒸気排出時刻の考慮、各設備の振動を低減し、物体間の衝突と摩擦を緩和することで、騒音源を減少させる。

現在計画されている対策としては、蒸気排出を夜間に行わない。また、排出方向は中心区ではなく海側に排出する。ファン・ポンプ等に電磁消音機を設置する。その他、騒音発生設備に振動減少装置を設置する等である。

b) 伝播ルート of 制限

音源から制限できない騒音は伝播ルートから騒音を制限する。例えば、ボイラーは吸排気弁の開閉、空気の吸入あるいは排気等による騒音が高い。このため、運転室を密閉し防音する。一般的にボイラーからの騒音は100dB(A)にも達することから、従業員に大きな影響を与えることとなる。これらの対策として、生産現場に吸音材料をつける。室内或いは壁に吸音材料を付けて、室内の騒音を低下する必要がある。また、外部環境に対する影響を回避するため、遮音壁を設置し外部への伝播を減少することができる。

現在計画されている対策としては、ボイラー室、吸引室の南側から東側に移行する。工場内の壁に吸音板を設置する。必要な個所に防音ドア及び防音壁を設置する等である。

c)防音森林

生産現場の周辺に積極的に防音森林を植えることにより、騒音を遮断する役割を果たす同時に、工場環境を美化する必要がある。

5) 廃棄物

春海熱電所からの廃棄物はスラッグ、石炭灰が殆どであり、排出量は以下の式で予測される。

$$G_{ash} = B_q \left(A^y + (1 - A^y) \cdot \frac{q_4 Q_{DW}^y}{32784.2} \right) - M_{dust}$$

	現況	第2期計画
G_{ash} : 石炭ボイラーから排出される灰渣(t/y)		
B_q : 石炭使用量(t/y)	228510t/y	170106
A^y : 灰分	0.2638	0.219
q_4 : ボイラー未完全燃焼損失	0.03	0.03
Q_{DW}^y : 燃料発熱量(kJ/kg)	20172	21200
M_{dust} : ばいじん排出量(t/y)	541.2	202.22
脱硫石灰石投入量	18736t/y	13606

表Ⅲ-4-2-5(17) 春海熱電所から排出される石炭灰量 (t/y)

	石炭灰 (脱硫)
既存排出量	62,845 (81,538)
第2期計画	53,236
計	116,081 (134,819)

脱硫効率に関しては前述したが、脱硫に伴い過剰な石灰石を石炭と混焼することは、廃棄物の増大につながる。現状では石炭の8%程度の石灰石を混入しているが、適性な混入率に低減すべきである。

現在計画されている、石炭灰の再利用は以下の通りである。大連新建築材料、不動産管理局の建築材工場、華僑レンガ工場と石炭灰仕様書を調印し、年間石炭灰の利用量を6.5万トンとしている。そのためには、運転管理を強化して石炭灰の要求仕様を満たす必要がある。また、大連科学技術委員会の検定を受けた石炭灰耐圧中空ブリケット技術を導入する。

石炭燃焼による廃棄物は、灰分の少ない燃料を使用する等の対策はあるが、コスト増に直結するだけに、単純に導入することは困難である。従って、効率的な廃棄物利用が重要となる。循環流動床ボイラーから排出される灰は石灰石、石膏を含むため、自硬性が強い。その自硬性を活かした盛土材、路盤・路床材の利用が提案される。既存施設から排出される石灰灰は未燃分を多く含むため、セメント工場に引き取ってもらい、セメント原料として活用する方法が適切であると思われる。いずれにしても、

廃棄物から生産される 2 次産品を広く利用できるようにするためには、生産物のコストを低減する必要がある、徹底したコスト管理を推進する必要がある。

(7) 結論

春海熱電所は市の中心部近くにあり、将来には 243 万 m² に熱水等の供給を行う計画である。発電及び供熱を生産設備である石炭ボイラーからの大気汚染物質、水質汚濁物質の排出、設備稼動に伴う騒音の発生、燃料消費に伴う廃棄物等、環境に影響を及ぼす可能性がある。また、第二期工事に伴う工事車輛の増加等も考えられる。以下に環境対策を示す。

①大気

ボイラーは既存施設も第 2 期計画も循環流動床ボイラーである。従って、既存および新設ボイラーは石灰石を混入した炉内脱硫をする。脱硫率は 80% とするために、石灰石を数ミリまで粉碎する。また、ばいじんに関しては電気集塵機を設置し、既存 98%、新設 99% の除塵率を達成する。この除塵率はかなり厳しい数値のため、燃焼管理等を徹底する。さらに効率的な脱硫を実施するため、炉内温度は 850℃、既存ボイラーの熱効率を向上させるため、石炭粒度の細粒化及び低空気比燃焼等の燃焼管理も必要である。国家基準を遵守するため、煙道モニタリング設備の導入もはかる必要がある。

②水質

軟水処理過程から発生する酸・アルカリ排水は pH 調整装置によって調整する必要がある。また、生活排水は生活排水処理装置により処理しなければならない。残渣洗浄水は沈殿池等を介して出来る限り再利用する。

③騒音

騒音は現状でも環境基準を超えていることから、徹底した対策が求められる。音源の制限では、電磁消音機・振動低減装置の設置等を行う。伝播ルートでの制限では、騒音発生装置室の消音板、防音ドア及び窓の設置、防音壁の建設等が必要になる。また、防音林等の対策を徹底的に行う。

④廃棄物

廃棄物の有効利用を推進させる。そのための方策として、既存設備での石炭未燃分除去のため石炭の微粒化、2 次製品のコスト削減のための管理等を行う。脱硫材による廃棄物を減少させるために、適切な量の石灰石を混入する。

以上の対策を行うことにより、種々の基準を満足することができる。従って、環境に影響が少ない新工場の建設が可能となる。

4.2.5.3 プレ F/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 一般条件

事業開始年：	1999年
建設期間：	2年
事業評価年数：	22年
減価償却費：	20年
販売/購入税（水、熱、石炭）：	17%
販売/購入税（電力、材料）：	13%
購入税（修理）：	11.9%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

財務評価基準

基準収益率：	12%
基準投資回収年数：	10%
平均投資利潤率：	14.39%
平均投資利税率：	17.93%

2) 総投資額と資金計画

表 III-4-2-5-3(1) 総投資額

単位：万元

No.	項目	建築工事	設備費	据付工事	その他	合計	その内、外貨
1	固定資産投資	4,618	14,812	4,484	10,906	34,820	19,958
.1	抽気式発電ユニット		1,961	111		2,072	
1.2	循環式流動床ボイラー		6,699	856		7,555	
1.3	付属設備		3,652	2,717		6,369	19,958
1.4	供熱設備及びパイプライン		2,500			2,500	
1.5	土木工事その他	4,618		800	8,748	14,166	
1.6	予備費				2,158	2,158	
2	固定資産投資調節税				60	60	
3	建設期間中金利				795	795	242
I	建設費 (1+2+3)	4,618	14,812	4,484	11,761	35,675	20,200
II	運転資金				151	151	
	総投資額 (I+II)	4,618	14,812	4,484	11,912	35,826	20,200

資金計画： 自己資金 10,000 万元 + 借入金 25,826 万元

表Ⅲ-4-2-5-3(2) 借入金内訳

No.	借入金の種類	借入金額 (万円)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
1	長期借入金 (外国)	20,200	10	30	0.75
2	同上 (国内銀行手数料)				0.45
3	長期借入金 (国内)	5,475	建設期間	7	8.01
4	運転資金	151		1	8.01
5	短期借入金				

3) 販売収入

表Ⅲ-4-2-5-3(3) 販売収入、販売税及び付加計算書

単位：万円

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	価格	税率 (%)	税額	税込価格
1	販売収入							
1.1	供熱	GJ	44.07	2,056,000	9,061	13	1,178	10,239
1.2	電力	MWh	0.3932	104,000,000	4,089	17	695	4,784
	計				13,150		1,873	15,023
2	原材料及び燃料							
2.1	原材料							
2.1.1	水		1.5		195	13	25	220
2.1.2	その他 (酸、7種別、油)				299	17	51	350
	小計				494		76	570
2.2	燃料							
2.2.1	石炭		318	123,243	3,919	13	510	4,429
	小計				3,919		510	4,429
2.3	修理費				892	11.9	106	998
	計 (2.1+2.2+2.3)				5,305		692	5,997
3	販売収入税及び付加							
3.1	付加価値税 (1-2)						1,181	
3.2	都市維持建設税					7	83	
3.3	教育費付加					3	35	
	計 (3.1+3.2+3.3)						1,299	

4) 減価償却費

表Ⅲ-4-2-5-3(4) 減価償却費

No.	項目	固定資産額 (万円)	残存簿価 (万円)	償却年数	償却費 (万円/年)
1	減価償却費	35,675	1,775	20	1,695

5) 製造原価

表Ⅲ-4-2-5-3(5) 製造原価

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	価格 (万元)
1	原材料費				570
2	燃料及び動力				4,429
3	人件費				118
4	修理費				998
5	減価償却費				1,695
6	支払利息				305
7	その他費用				399
8	総原価 (1+2+3+4+5+6+7)				8,514
9	経営原価 (8-5-6)				6,514

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-5-3(6) 投資額調整計算書

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		合計	元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	
1	固定資産投資	34,820	19,958	14,862	32,662	12,704	12,704	-2,158
1.1	建築工事	4,618	2,385	2,233	4,618	2,233	2,233	
1.2	設備費	14,812	14,812		14,812			
1.3	据付工事	4,484	2,761	1,723	2,761	1,723	1,723	
1.4	その他費用	8,748		8,748		8,748	8,748	
1.5	予備費	2,158		2,158				-2,158
2	固定資産投資調節税	60		60				-60
3	建中金利	795	242	553				-795
4	運転資金	151		151		151	151	
	合計	35,826	20,200	15,626	19,958	12,855	12,855	-3,013

2) 製造費用調整

表Ⅲ-4-2-5-3(7) 製造費用調整計算書

単位：万元

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	消費量 (単位/年)	製造費用	単価 (元)	消費量 (単位/年)	製造費用
1	原材料費				570			494
2	燃料及び動力				4,429			3,919
3	人件費				118			118
4	修理費				998			892
5	減価償却費				1,695			
6	支払利息				305			
7	その他費用				399			399
	合計				8,514			5,822

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-5-3(8) 販売収入調整計算書

単位：万元

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	販売量 (単位/年)	販売価格	単価 (元)	販売量 (単位/年)	販売価格
1	原材料費							
1.1	燃料及び動力				10,239			9,061
1.2	その他費用				4,784			4,089
	合計				15,023			13,150

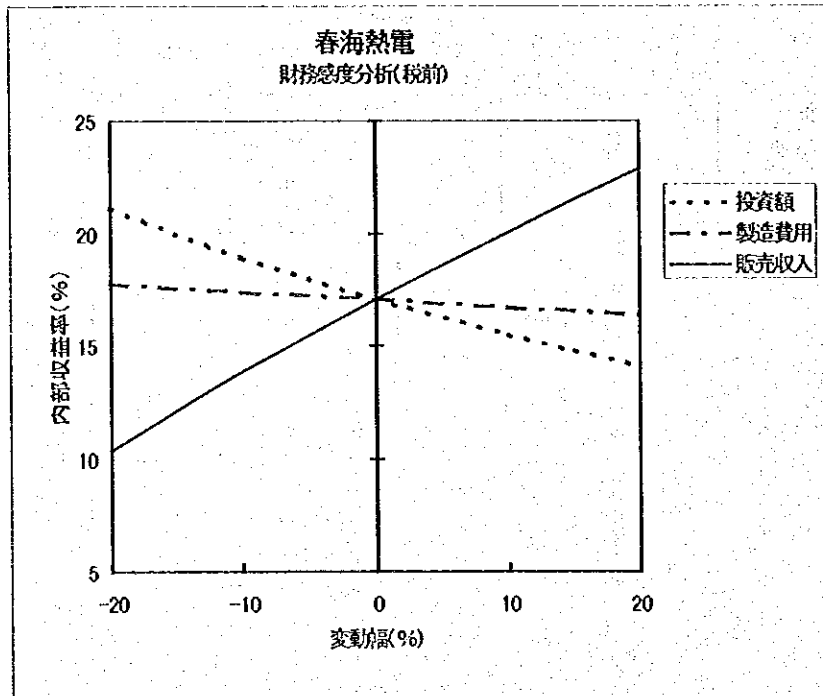
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部收益率 (FIRR) : 12.97% (所得稅後) 17.06% (所得稅前)
 投資回収年数 (建設開始年より) : 8.68年 (所得稅後) 7.29年 (所得稅前)
 借入金元本返済能力 (DSCR) : 2.78 > 1.0 OK
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-5-3(11)及び 図Ⅲ-4-2-5-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-5-3(9) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+10	-10	+10	-10	
税前	内部收益率 (%)	17.06	15.48	18.92	16.71	17.40	20.04	13.86
	投資回収年数	7.29	7.77	6.80	7.39	7.19	6.54	8.36
税後	内部收益率 (%)	12.96	11.77	14.37	12.71	13.22	15.21	10.55
	投資回収年数	8.67	9.21	8.11	8.78	8.56	7.82	9.85



図Ⅲ-4-2-5-3(1) 財務感度分析図

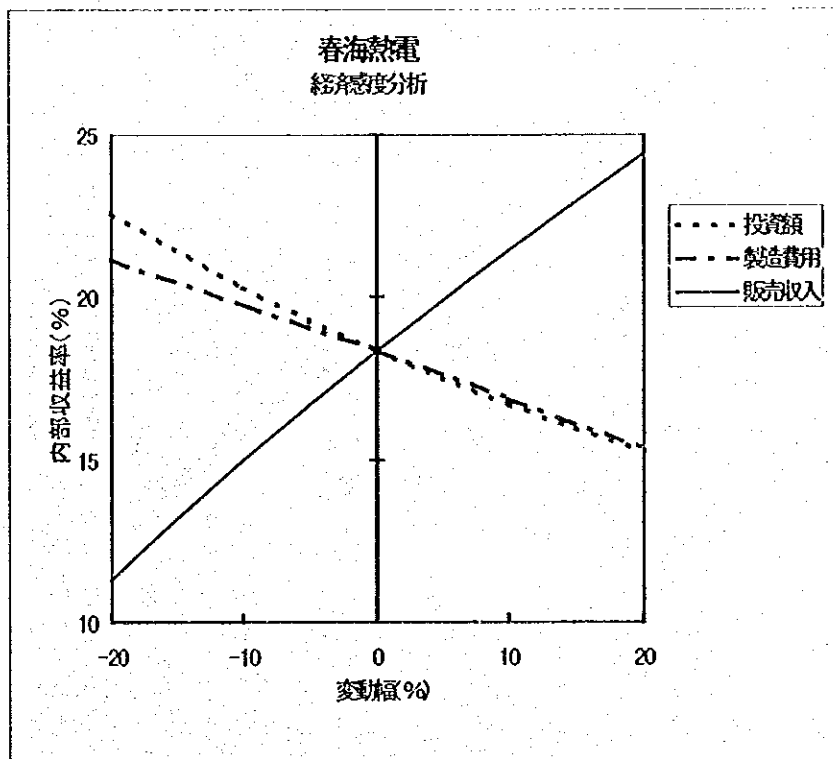
2) 經濟計算

經濟內部收益率 (EIRR) : 18.35%

感度分析: 表Ⅲ-4-2-5-3 (10)及圖Ⅲ-4-2-5-3 (2)參照

表Ⅲ-4-2-5-3(10) 經濟感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部收益率 (%)	18.35	16.70	20.28	16.87	19.78	21.47	15.00



圖Ⅲ-4-2-5-3(2) 經濟感度分析圖

4.2.6 大連ガス新工場（一、二期製造設備及び供給設備）

4.2.6.1 概要

大連ガス会社は、第一工場（1907年設立）と第二工場（1957年設立）の2工場で石炭を原料とする約56万m³/日のガスを生産し、約41万戸の需用家へ供給してきたが、新工場の一期工事が完了して、液化ガス（LPG）を原料とする都市ガス（28万m³/日）の生産・供給を始めたことにより、1999年4月22日、第一工場の営業運転を停止した。

ただし、第一工場の工場内ガスホルダーは当面使用、第二工場は生産を続ける計画となっているので、LPG容器によるおよそ15万戸の需用家への供給はそのまま継続され、また、現在行われている大連化学からの8万m³/日の石炭ガス受入れは、新工場二期工事が完了し、生産能力が70万m³/日に達して需用量を賄えるようになるまで続く予定である。

なお、第一工場は、大連駅後背地にあり、駅周辺に悪臭を放つと同時に国内外の旅行客にもよく見えて「臭い油窯」と呼ばれ、国際都市「北方の香港」のイメージを壊す存在であると言われてきたが、その操業停止によって周辺への煙害、炭塵飛散がなくなり、景観もよくなってきて、環境改善効果には著しいものがある。新工場二期工事が完了して、第二工場の操業が停止されるようになれば、大連市中央部の環境負荷はより一層軽減されるものと予想される。

(1) 所在地

第一工場	大連駅北側（図Ⅲ-4-2-6-1(2)参照）
第二工場	大連市西部車家村（図Ⅲ-4-2-6-1(2)参照）
新工場	大連市甘子区前関村（図Ⅲ-4-2-6-1(1)及び図Ⅲ-4-2-6-1(2)参照）

(2) 既設工場

1) 工場配置図

第一工場	図Ⅲ-4-2-6-1(3) 参照
第二工場	図Ⅲ-4-2-6-1(4) 参照

2) 設備能力

表Ⅲ-4-2-6-1(1) 既設工場設備能力表

	生産能力		ガス発熱量	
	通常生産	最大能力	MJ/m ³	kcal/m ³
第一工場	25万 m ³ /日	25万 m ³ /日	16.07	3,839
第二工場	24万 m ³ /日	31万 m ³ /日	16.36	3,908
既設工場 (計)	49万 m ³ /日	56万 m ³ /日	(平均値) 16.25	3,882
大連化学購入ガス	8万 m ³ /日	8万 m ³ /日	17.17	4,102
合計	56万 m ³ /日	64万 m ³ /日		
実供給ガス量	50~55万 m ³ /日	60万 m ³ /日	標準発熱量	3,600 kcal/m ³

注 1): 実供給ガス量は、市ガス公司の実績説明値

注 2): 発熱量は 98 年測定値年報による。換算は 4.186×103J/L kcal

3) 原料使用量及び生産量 (1997 年実績)

表Ⅲ-4-2-6-1(2) 既設工場原料使用料及び生産量

種別		第一工場	第二工場	合計
原材料	石炭	9.37 万 t/年	18.70 万 t/年	28.27 万 t/年
	重油	29,214 t/年	193 t/年	29,407 t/年
製品	都市ガス	9,297 万 m ³ /年	9,024 万 m ³ /年	18,321 万 m ³ /年
	コークス	5.77 万 t/年	8.97 万 t/年	14.74 万 t/年
	粗ベンゼン	0.25 万 t/年	0.14 万 t/年	0.39 万 t/年
	コールタール	0.36 万 t/年	0.48 万 t/年	0.84 万 t/年

注): 資料によって原料使用量が異なる。表は環境評価検討資料の数値である。

4) 生産工程 (フロー図)

第一工場フロー図

図Ⅲ-4-2-6-1 (5) 参照

第二工場フロー図

図Ⅲ-4-2-6-1 (6) 参照

5) 第一工場設備別能力

表III-4-2-6-1(3) 第一工場設備別能力

設備名	大きさ/基数	能力	発熱量	使用原料	建設年
直立式コークス炉 (煤焦炉)	1座・30孔 (レトルト)	25万 m ³ /日	10.21 MJ/m ³ (13.15~7.02)	石炭 212t/日	1933
水平炉 (煤焦炉)	3座・156孔 (レトルト)				1910
発生炉 (機械発生炉)	1基			石炭・ コークス	早期に 停止
水性ガス発生炉 (水煤气炉)	3基 (2260φ形)	9万 m ³ /日	7.31 MJ/m ³ (9.50~5.16)	コークス 128t/日	
接触分解油ガス炉 (油催化裂解炉)	2基	5万 m ³ /日	27.75 MJ/m ³ (34.47~21.26)	重油 80t/日	
	2基	10万 m ³ /日			
供給ガス生産能力及 び発熱量	25万 m ³ /日 (過去最大 30万 m ³ /日)		16.07 MJ/m ³ (18.87~15.70)		

注1): 各設備の発生ガスの一部は、コークス炉(煤焦炉)の加熱用燃料として消費する。

注2): コークス炉からのコークス(焦)の大部分は水性ガス発生炉用の原料として消費されている。

6) 第二工場設備別能力

表III-4-2-6-1(4) 第二工場設備別能力

設備名	大きさ/基数	能力	発熱量	使用原料	建設年
コークス炉 (焦炉)	2座・48孔	31万 m ³ /日	22.29 MJ/m ³ (25.31~18.86)	石炭 77t/日	1970
コップース式コークス炉 (考伯斯炉)	1座・18門		20.04MJ/m ³ (22.75~17.86)		1988
水性ガス発生炉 (水煤气炉)	2基 (2260φ形)	9万 m ³ /日	9.72 MJ/m ³ (11.55~8.04)	コークス t/日	
発生炉 (機械発生炉)	4基 (2260φ形)	58万 m ³ /日	5.50 MJ/m ³ (7.14~4.30)		
供給ガス生産能力及 発熱量	25万 m ³ /日 (最大 31万 m ³ /日)		16.36 MJ/m ³ (18.4~14.39)		

注1): 水性ガスは、供給ガスの熱量調整用並びに炙増用に使用される。

注2): 発生炉ガスは、コップース炉の加熱用(炙増用)燃料に使用される。

注3): コークス炉の排出コークスは、大部分が各水性ガス発生炉及び発生炉用に使用され、他は販売されている。

(3) 新工場

1) 工場配置図

新工場配置図

図Ⅲ-4-2-6-1(7) 参照

2) 設備能力

表Ⅲ-4-2-6-1(5) 新工場設備能力

区分	設備	基数	能力	ガス発熱量	使用原料	建設年月
一期工事	低圧2筒式 変成装置 (常圧改質炉)	1式	稼動28万 m ³ /日 最大35万 m ³ /日	稼動平均 3895kcal/m ³ (4090~3760)	LPG 134.3t/日	完工 1998.11
二期工事	低圧2筒式 変成装置 (常圧改質炉)	1式	最大35万 m ³ /日	設計値 16863KJ/m ³ (4028kcal/m ³)	設計値 LPG 134.3t/日	完工予定 2001.12
合計			通常56万 m ³ /日 最大70万 m ³ /日		LPG 268.6t/日	

注1): 使用原料LPGの使用量は、冬期用ボイラー分は含まず。

(ボイラー使用量は、1200t/年)

注2): 二期工事は、現計画にて未着工である。

3) 主要設備

表Ⅲ-4-2-6-1(6) 新工場主要設備

設備名	一期工事	二期工事	合計
ガス製造設備 (低圧2筒式変成装置)	35万 m ³ /日×1式	35万 m ³ /日×1式	2式・70万 m ³ /日
原料用LPG球形タンク	2000 m ³ ×4基	2000 m ³ ×4基	8基・16000 m ³
LPG加圧設備(ポンプ) (球形タンク送込用)	50 m ³ /h×4基	50 m ³ /h×4基	8基・400 m ³ /h
都市ガス用低圧ホルダー (3.0KPa・有水ホルダー)	10万 m ³ ×1基	10万 m ³ ×2基 (1基は市街内)	3基・30万 m ³
LPG圧縮機	90万 m ³ /h×4基	0	4基
ガス供給用圧縮機 (送出圧力2.0kgf/m ² G)	230 m ³ /min×4基	230 m ³ /min×2基	6基
(ユーティリティ)ボイラー	4t/h×2基	0	2基
ボイラー用純水装置	30t/h×2基	0	2基

4) 供給設備及び建物

表Ⅲ-4-2-6-1(7) 新工場供給設備及び建物

設備名	一期工事	二期工事	合計
ガス供給用中圧導管 (新工場～市内導管間)	2kgf/m ³ G×700φ×18 km	700φ×25 km	43 km
市内導管敷設	15 km	80 km	95 km
原料 LPG 輸送導管 (湾精油基地～新工場間)	0 (タンクローリー受入)	導管 24 km	24 km
LPG 輸送用ポンプ	0	80～100 m ³ /h×2 基	2 基
中央電気室 (受変電・配電室)	1 棟	(建設済)	
中央制御室	1 棟	(建設済)	
事務所	1 棟	(建設済)	

5) 生産工程 (フロー図)

新工場ガス生産フロー図

図Ⅲ-4-2-6-1 (8) 参照

(4) 環境改善効果

大連ガスの環境改善対策は、基本的にはガス製造の原料を石炭から液化ガス (LPG) に転換することと、また、ガス製造工場を郊外に移転することである。この原料転換と工場移転対策による環境改善の効果は大きい。

石炭から LPG に原料転換することで、汚染物の排出量が減少することは言うまでもないが、新工場一期工事の営業運転開始によって第一工場が停止された結果、工場から煤煙が消え、周辺の環境が改善されたことは見た目にも明らかであり、更に、新工場二期工事が完成して第二工場が停止となった場合の環境改善効果は著しいものがあるといえよう。

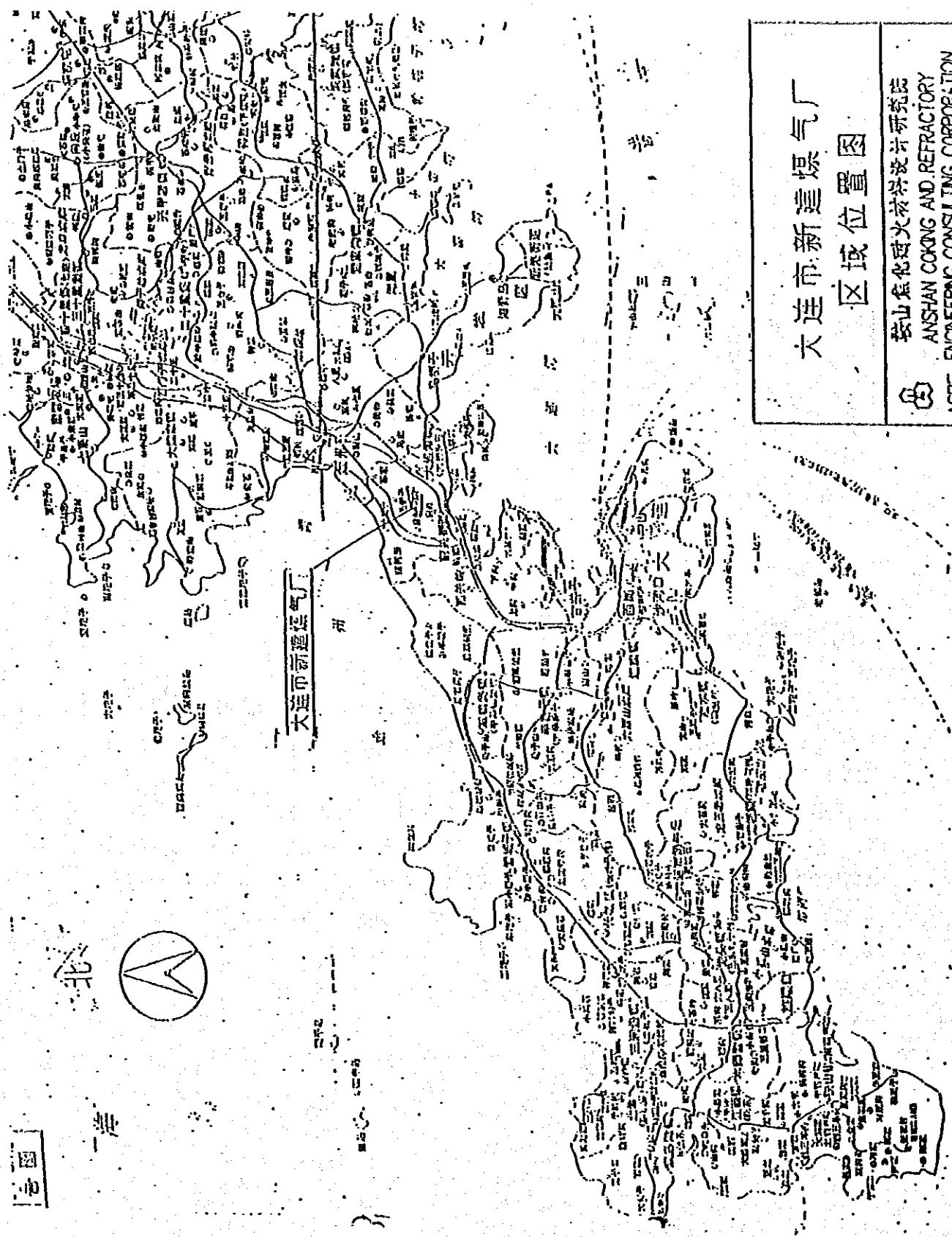


图 III-4-2-6-1(1) 大連ガス新工場区域位置図

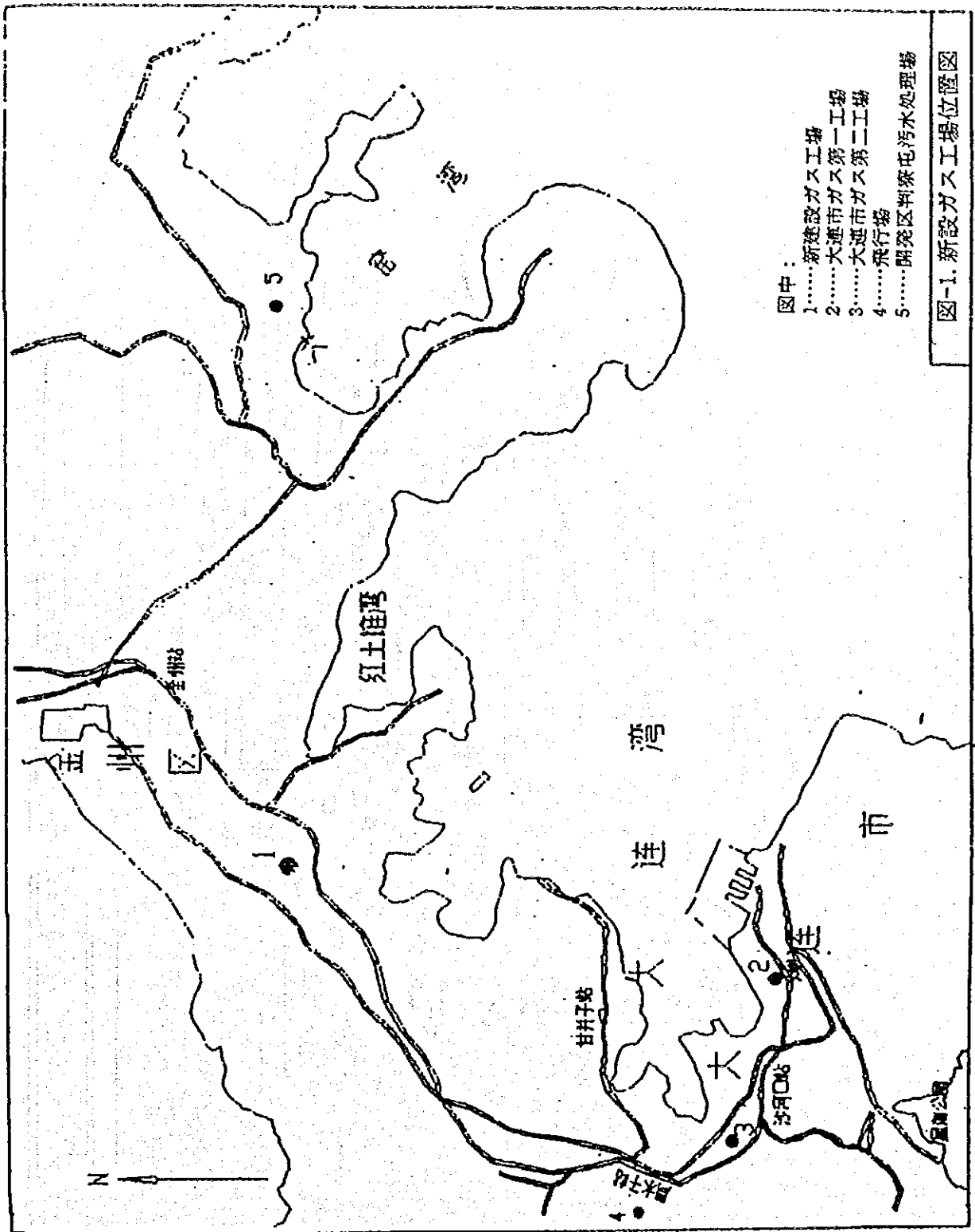
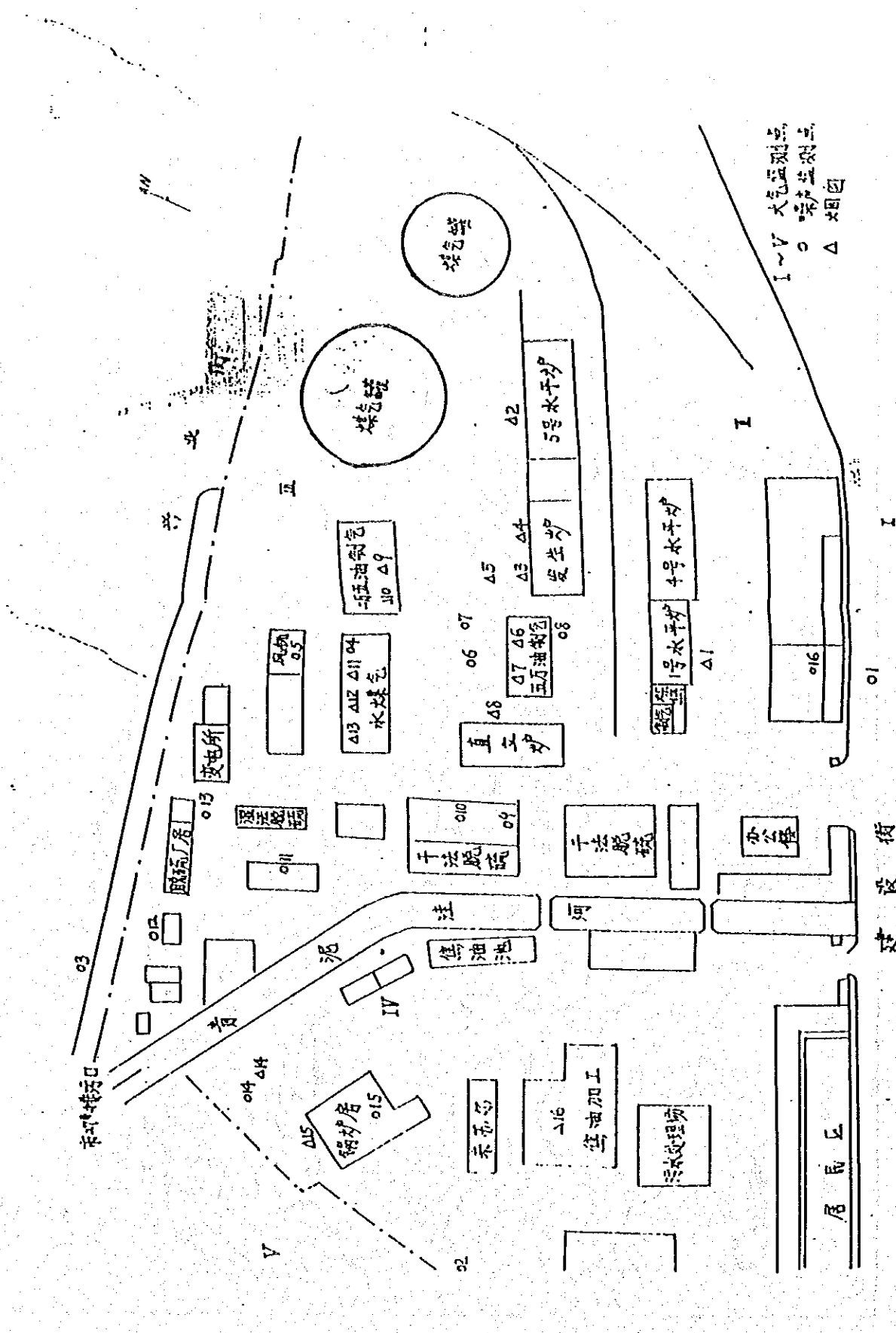


图 III-4-2-6-1(2) 大连燃气新旧工场位置图



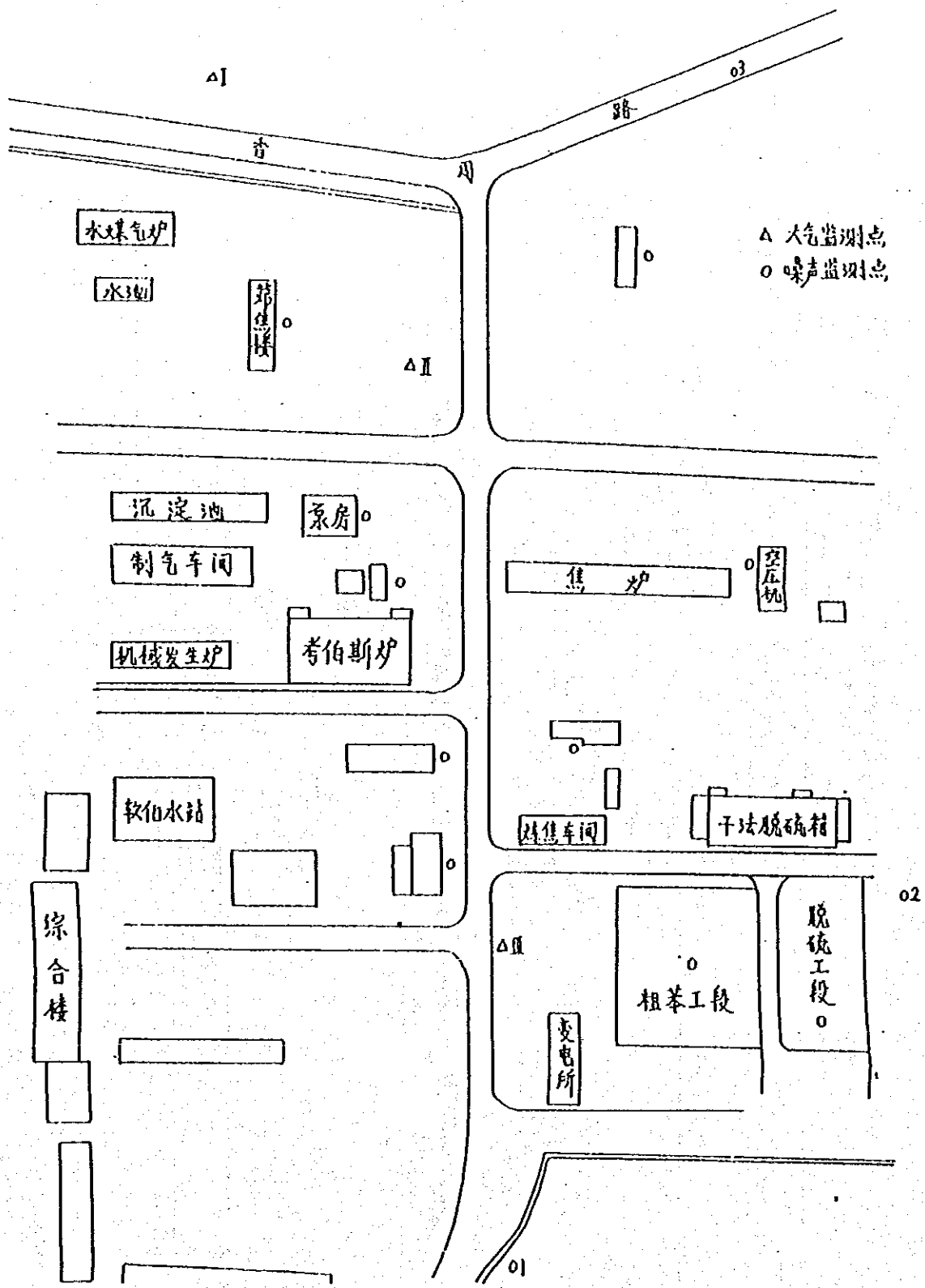
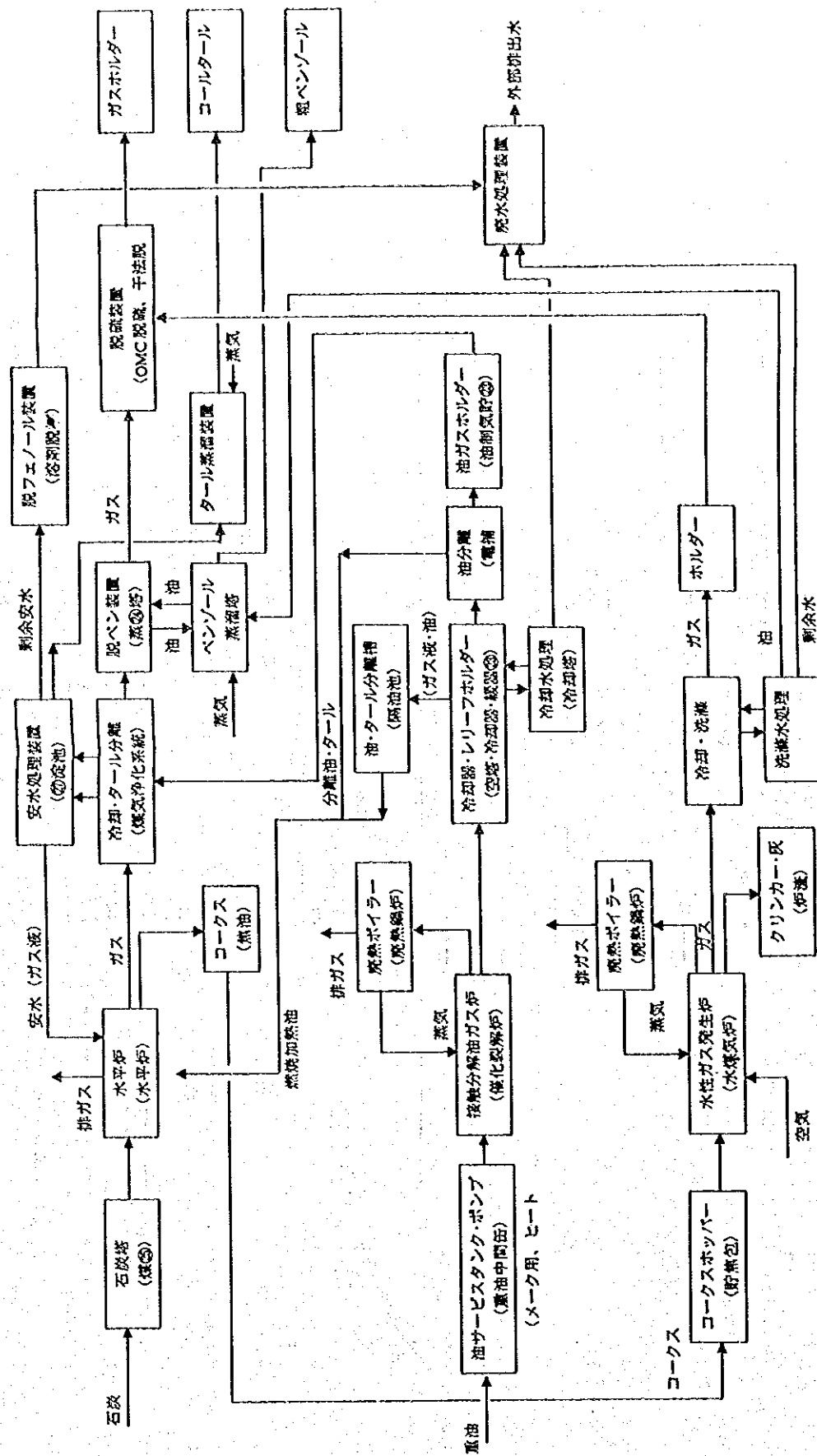


图 III-4-2-6-1(4) 大連ガス第二工場配置図



図III-4-2-6-1(5) 第一工場フロー図

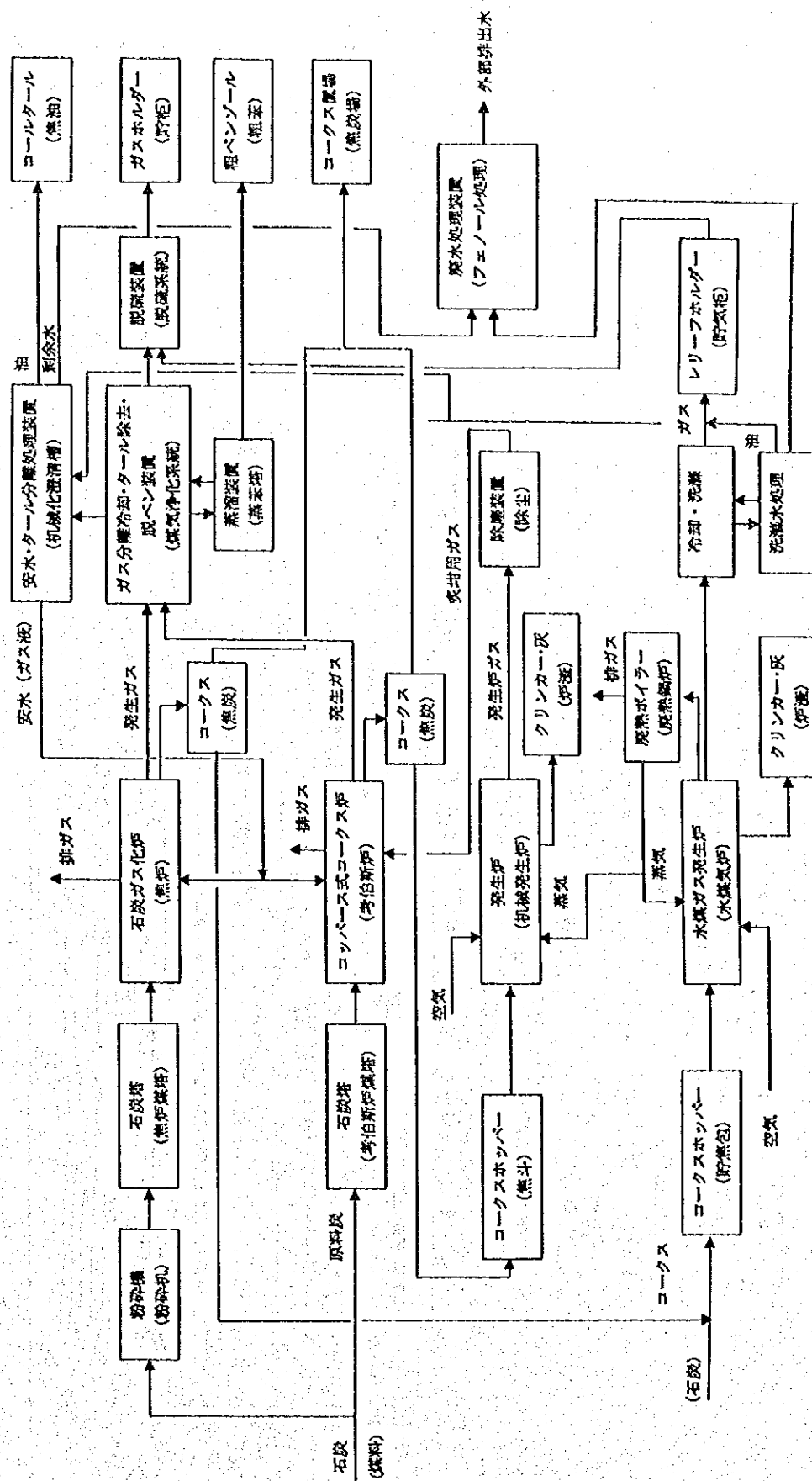
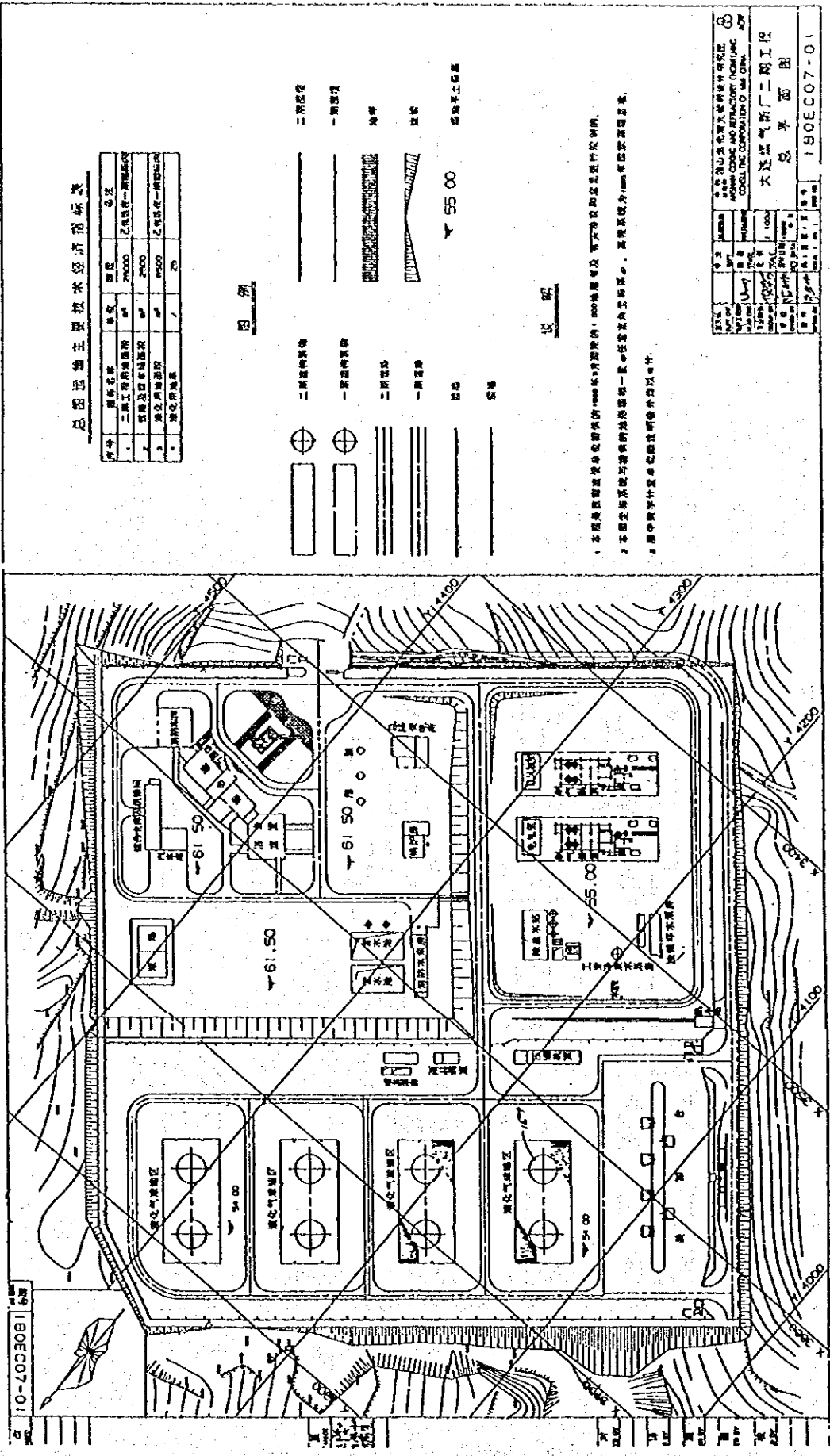


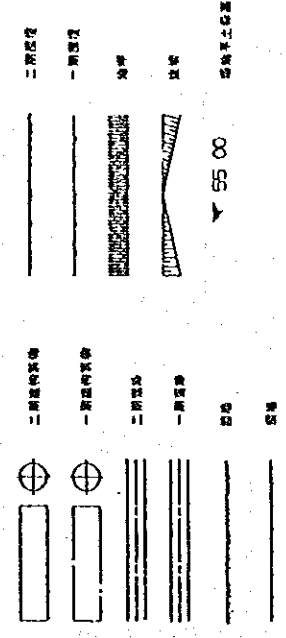
図 III-4-2-6-1(6) 第二工場フロー図



总图运输主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	二期工程用地面积	m ²	20000	乙类用地——附设绿地
2	道路及回车场面积	m ²	4000	
3	煤化气储罐区	m ²	4000	乙类用地——附设绿地
4	煤化气压缩机	台	20	

图例



说明

1. 本图是依据建设单位提供的地形图(1:500)编制的, 如有变更, 请及时通知设计单位。
2. 本图是依据建设单位提供的地形图(1:500)编制的, 如有变更, 请及时通知设计单位。
3. 图中所示计算量均按地形图(1:500)计算。

设计单位	中国有色金属工业总公司设计研究院
设计人	王明
审核人	李华
设计日期	1980.10
设计比例	1:500
设计地点	山西太原
设计内容	大同煤业公司二期工程
设计阶段	总图平面
设计编号	180EC07-01

图 III-4-2-6-1(7) 新工場配置图

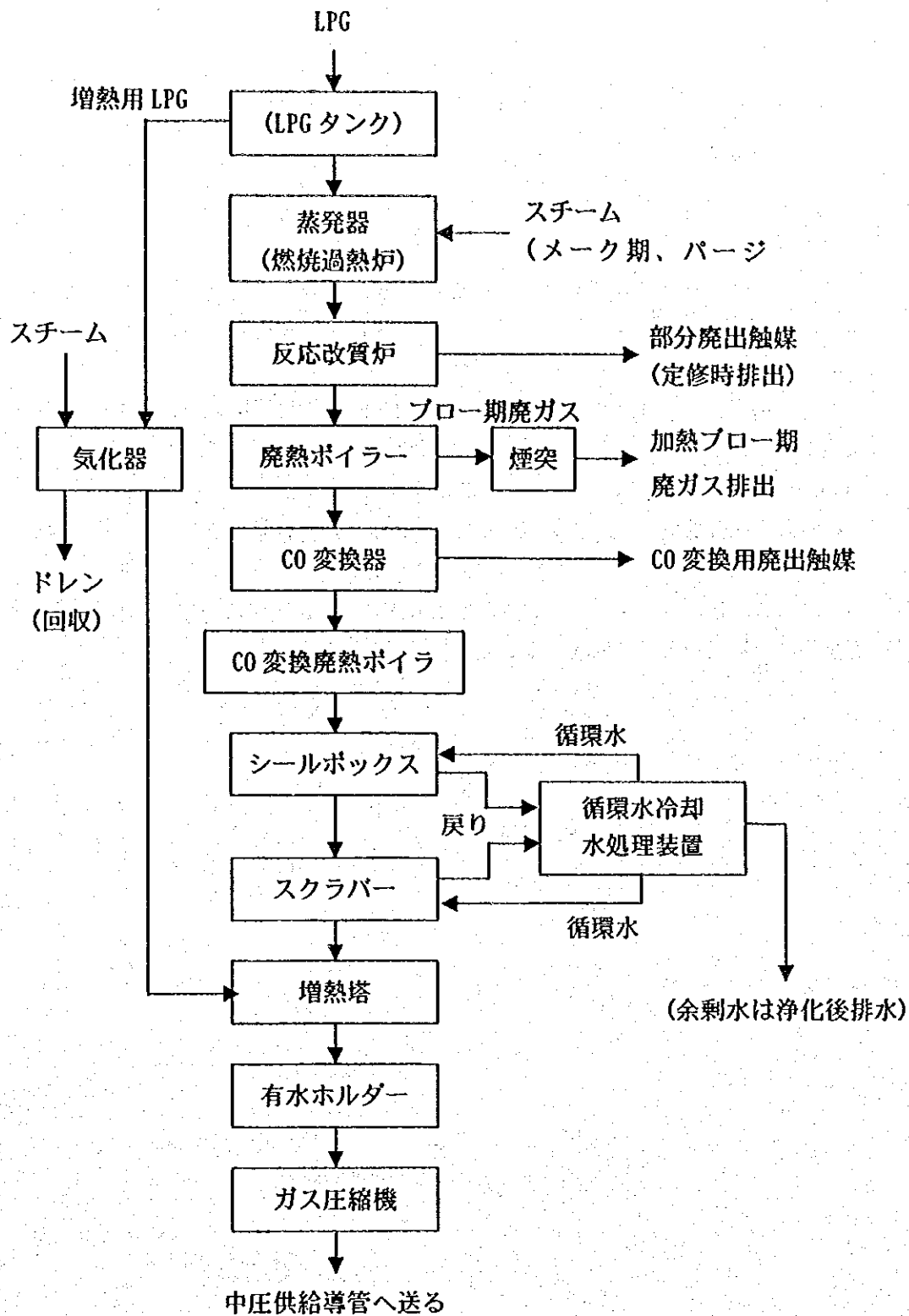


図 III-4-2-6-1(8) 新工場ガス生産フロー図

4.2.6.2 環境影響評価

(1) 環境の概況

大連ガス会社は第1工場が1907年、第2工場が1958年にガスの生産を開始した。主要ガス生産設備である貫通式水平炉・コッパース炉を90年にもわたり使用してきており、設備の老朽化が著しい。また、第1・2工場とも大連市の中心部に位置しているため、大気汚染を引き起こし、市民の健康にも悪影響を及ぼしている。第1工場・第2工場のガス生産量は56万m³/日である。

第1・2工場からはSO₂ 382t/y、ばいじん 909t/y、NO_x 423t/yを排出する。また、排水からは、COD 687t/y、SS 46t/y アンモニア性窒素 103t/y等が排出される。また、固形廃棄物は15524t/yが排出される。

第2工場周辺のNO_xの時間最大濃度は0.227mg/m³、日平均最大濃度は0.066mg/m³で環境基準の非達成率は66.7%にも達する。COの時間値はおよそ10mg/m³、日平均濃度5.0mg/m³前後である。SO₂とTSPの濃度は比較的低い。

このような背景から、大連ガス会社は、開発区の近くに新工場を建設し第1期工事が1998年10月に終了した。この工場は原料にLPGを熱分解してガスを生産する方式を採用している。最新システムによるガス生産方式により、大気汚染物質、水質汚濁物質、廃棄物等の排出を大幅に低減することができる。

(2) スクリーニング結果

大連ガス第3工場2期工事に伴うスクリーニング表を以下に示す。

表Ⅲ-4-2-6(1) 大連ガススクリーニング表

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社会 環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有(無)不明	1期工事が完成しているので解決済み
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有(無)不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	(有)無・不明	工事及び原料輸送等の交通量増大
	4	地域分断	交通の障害による地域社会の分断	有(無)不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有(無)不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の侵害	有(無)不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有(無)不明	
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有(無)不明	触媒等による廃棄物が発生
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	(有)無・不明	
自然 環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有(無)不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有(無)不明	
	12	地下水	過剰取水等による枯渇、造成工事による汚染	有(無)不明	
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有(無)不明	
	14	海岸・海域	埋立や海況の変化による海岸侵食や海岸生物の変化	有(無)不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖障害、種の絶滅	有(無)不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有(無)不明	
	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の障害、文化財保護	(有)無・不明	
公害	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有(無)不明	ダ行等からの排気
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	(有)無・不明	ダ行・輪冷却水等
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有(無)不明	
	21	騒音・振動	車輛・航空機・工場等による騒音・振動の発生	(有)無・不明	コンプレッサ・ポンプ等からの騒音
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有(無)不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有(無)不明	

「交通・生活施設」

第2期工事に伴う建築材料等の搬入、運開時の石炭等燃料の搬入・通勤及び原料輸送等による交通量の増大、による多少のインパクトがある。これらは適切な交通計画より影響を最小限に回避できる。なお、原料はパイプラインによる輸送も計画されている。

「廃棄物」

失効した触媒及び暖房用ボイラーの石炭灰等の廃棄物が排出される。

「大気汚染」

生産プロセスにおける廃熱ボイラー及び暖房用に使用されるボイラーからの大気汚染物質の排出が考えられる。

「水質汚濁」

排水はボイラー用水の軟水処理に伴う排水、冷却塔ブロー、軸冷却水洗浄等の工業排水、と従業員による生活排水が考えられる。

「騒音・振動」

ボイラーの蒸気排出時、送風機、循環ポンプ等の設備稼動騒音等が考えられる。

当該工場における「交通・生活施設」に関しては、影響が少ないと考えられるため、対象項目から除いた。

(3) 排出量の現状

1) 大気

a) 主要原料と生産量

大連ガス公司以て用いられた原料と製品は以下の通りである。

表Ⅲ-4-2-6(2) 現状の原料と製品

	項目	第1工場	第2工場	合計
原料	石炭	9.57万 t/y	18.7万 t/y	28.27万 t/y
	重油	29214t/y	193t/y	29407t/y
製品	都市ガス	9297万 m ³ /y	9024万 m ³ /y	18321万 m ³ /y
	コークス	5.77万 t/y	9024万 t/y	14.74万 t/y
	ベンゾール	0.25万 t/y	0.14万 t/y	0.39万 t/y
	コタール	0.36万 t/y	0.48万 t/y	0.84万 t/y

b) 現状の大気汚染物質排出量

大連ガス公司から排出される大気汚染物質は石炭ガス発生炉、水生ガス発生炉、廃熱ボイラーからの排ガス、及びその他の施設からの漏洩等による排出が考えられる。一般的に石炭からのSは、ガスとコークスとに38%と62%の割合で分離される。

また、ガス中の多くのS分は還元雰囲気中でH₂Sになることが予想され、触媒による乾式脱硫により除去される。また、コークスは工場内で水生ガス発生炉で使用されるが、発生したガスは脱硫され、S分が除去される。使用施設が老朽化していることから、ガス発生プロセスで漏洩する量が見込まれるが、詳細を把握することは困難である。SO₂排出量は種々の資料により値が異なるが、所得資料(環境影響評価書)の値が妥当と考えられる。以下に、環境影響評価書から得られた大気汚染物質排出量を示す。

表Ⅲ-4-2-6(3) 現状の汚染物質排出量 (t/年)

		TSP	BaP	SO ₂	H ₂ S	NOx	CO	HCN	NH ₃
第1工場	貯炭場	153.7							
	水平炉	163.34	0.1914	32.32	2.32	7.20	7.47	0.1573	8.98
	熱分解炉	8.925		20.56		76.48	2.12		
	水性ガス発生炉	7.4		34.52	5.52		1544		
	ボイラー	14.4		46.08		181.4	5.76		
	ガス浄化	0.10		0.366	7.971	1.22	0.002	0.554	8.862
	計	347.865	0.1914	133.846	15.811	266.3	1559.3	0.713	17.842
第2工場	貯炭場	306.4							
	コークス炉	200.57	0.2495	169.73	28.96	32.68	19.075	0.22	11.44
	コークス炉	9.45	0.0275	21.38	0.0368	122.16	2.032	0.0143	1.185
	水性ガス発生炉	11.12		51.77	8.28		2879		
	発生炉ガス装置	34.4		4.58		2.49	55.6		
	ガス浄化			0.324	7.05			0.489	7.84
	汚水処理				0.52			2.10	45.99
計	561.94	0.277	247.78	44.85	155.3	2955.7	2.823	66.46	
総計		909.8	0.4684	381.63	60.66	421.6	4515.0	3.535	84.30

c)大気汚染物質排出量と排出基準の比較

表Ⅲ-4-2-6(3)より年間の稼働率を80%とし、時間平均排出量を算出し、遼寧省汚水及び排気の排出基準(DB21-60-89)と比較した。なお、各施設の排出高さはヒアリング調査により設定した。表Ⅲ-4-2-6(4)に排出量と排出基準を示す。

表Ⅲ-4-2-6(4) 汚染物質排出量と排出基準の比較

工場	施設	設定高度 (m)	BaP	SO ₂	H ₂ S	NO _x	CO	HCN	NH ₃
第1工場	水平炉	30	0.0273	4.61	0.33	1.03	1.07	0.022	1.28
			—	2.0	0.6	10	150	1.2	6.0
	熱分解炉	30	—	2.93	—	10.91	0.30	—	—
			—	2.0	—	10	150	—	—
	水性ガス発生炉	30	—	4.93	0.79	—	220.3	—	—
			—	2.0	0.6	—	150	—	—
ボイラー	40	—	6.58	—	25.88	0.82	—	—	
		—	4.0	—	20	300	—	—	
ガス浄化	30	—	0.05	1.14	0.17	0.00	0.079	1.26	
		—	2.0	0.6	10	150	1.2	6.0	
第2工場	コークス炉	60	0.036	24.22	4.13	4.66	2.72	0.03	1.63
			—	9.6	3.0	48	780	6.5	45
	コークス炉	100	0.004	3.05	0.005	17.43	0.29	0.002	0.17
			—	30	7.2	150	1700	6.5	54
	水性ガス発生炉	30	—	7.39	1.18	—	410.82	—	—
			—	2.0	0.6	—	150	—	—
	発生炉ガス装置	30	—	0.65	—	0.36	7.93	—	—
			—	2.0	0.6	10	150	—	—
ガス浄化	30	—	0.05	1.01	—	—	0.07	1.12	
		—	2.0	0.6	—	—	1.2	6.0	
汚水処理	20	—	—	0.07	—	—	0.30	6.56	
		—	—	0.3	—	—	0.7	3.0	

※注 上段：排出量(kg/h)、下段：排出基準(kg/h)

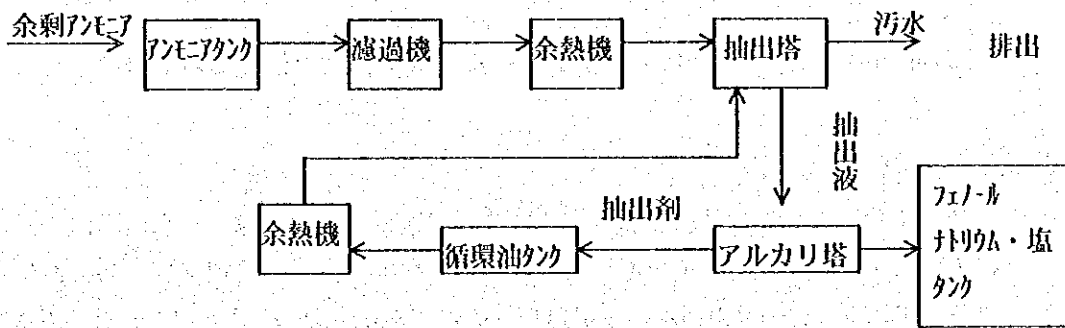
SO₂が排出基準を超えている施設は、第1工場では、水平炉、熱分解炉、水性ガス発生炉、ボイラーである。第2工場では、コークス炉、水性ガス発生炉が基準を超えている。H₂Sが排出基準を超えている施設は第1・2工場の、水性ガス発生装置、ガス浄化システムと第2工場のコークス炉である。NO_xは、第1工場の重油熱分解炉、ボイラーで排出基準を超えており、COでは、第1・第2工場ともに、水性ガス発生炉で排出基準を超えている。アンモニアは、第2工場の汚水処理システムで排出基準を超えている。このように、種々の施設で多くの項目に関して排出基準を超えており、周辺環境に悪影響を及ぼしている。特に、H₂Sとアンモニアは悪臭の観点からも悪影響を及ぼしていると考えられる。

2) 水質

水質汚染は、生産浄排水、生産汚水、生活污水に分類できる。生産浄排水は、ガス冷却システム、間接冷却水、及び地面洗浄水であり、少量の有機物とSSを含むが、その他の汚染物質は含まない。生活污水の主なものは、浴場・食堂からの排水であり少量のCODを含む。生活排水は生産浄排水と混合して直接排出する。生産汚水の主要なものは直接冷却システムを洗浄するための水と残アンモニア水、ベンゼン分離水、コークス冷却排水等である。これらにより、水質汚濁物質のフェノール、シアン化物、油類、COD等が排出される。

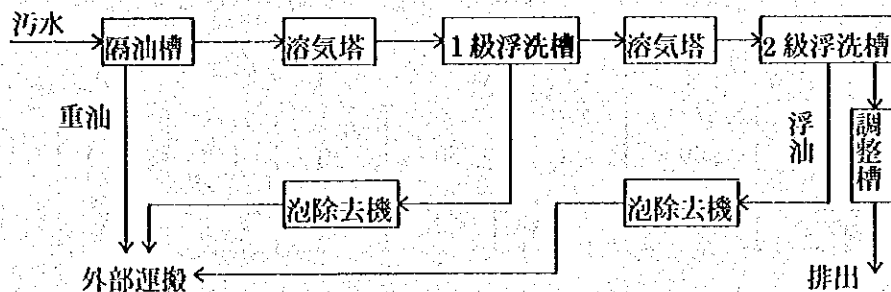
a) 第1工場

生産浄排水と生活排水は直接川に排出する。余剰アンモニア水は溶剤を用いてフェノールを抽出し排水する。図Ⅲ-4-2-6(1)にフェノール抽出プロセスを示す。



図Ⅲ-4-2-6(1) 第1工場脱フェノールプロセス

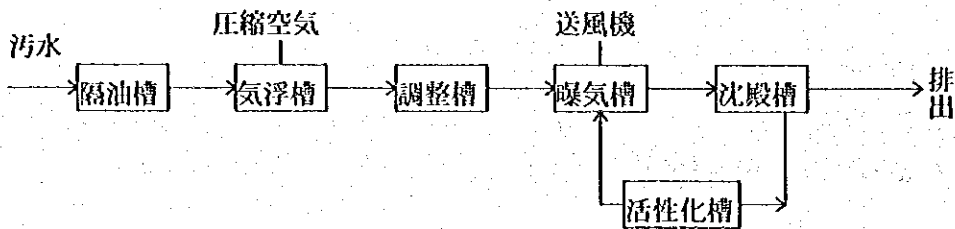
水生ガス炉直接洗浄水沈殿槽で1次油分離処理後、汚水処理場に送られる。ガス最終冷却塔の洗浄汚水とベンゼン分離水、タール蒸留システムの汚水、油ガス汚水はすべて汚水処理場に送る。コークス冷却水は循環再利用する。第1工場では油分離のみの処理をしている。図Ⅲ-4-2-6(2)に油分離のプロセスを示す。



図Ⅲ-4-2-6(2) 第1工場油分離プロセス

b) 第2工場

第2工場の主要な汚水は余剰アンモニア水、最終冷却水、コークス冷却水、コーパス炉、水性ガス発生炉から排出された汚水である。当初、アンモニア除去装置を設計したが、現在では使用されていない。従って、生物処理装置で処理できないので直接外部に排出している。これらの汚水の汚染物質濃度は非常に高く、排出基準を満足することができない。コークス冷却水は循環再利用される。その他の汚水はフェノール・シアン処理場で処理される。図III-4-2-6(3)にそのプロセスを示す。



図III-4-2-6(3) 第2工場フェノール・シアン汚水処理プロセス

c) 水質汚濁物質

汚水処理システムの効率を調査するため、大連ガス公司では、汚水処理前と処理後の水質汚濁物質の濃度を測定した。但し、すべての汚水が処理プロセスで浄化されるのではなく、一部の汚水のみが処理施設にて浄化される。表III-4-2-6(5)に汚水処理前後の濃度を示す。

表III-4-2-6(5) 第1工場汚水処理物質濃度

	単位	硫化物	SS	油類	pH
処理前	mg/l	34.3	162	171.4	7-9
処理後	mg/l	16.03	52	20	7-9
除去率	%	53.3	67.9	88.3	

表III-4-2-6(6) 第2工場汚水処理物質濃度

	単位	硫化物	シアン化物	SS	油類	フェノール	COD
処理前	mg/l	80	30	500	30	150	1000
処理後	mg/l	1	0.5	100	5.0	0.5	100
除去率	%	98.75	98.73	80	83	99.6	90

表Ⅲ-4-2-6(7)に水質汚濁物質の排出量及び濃度と排出基準との比較を示す。第1工場ではCOD、フェノール、シアン化合物、油類、硫化物で排出基準をこえている。また、第2工場でもCOD、フェノール、アンモニア性窒素、硫化物で排出基準を超えている。

表Ⅲ-4-2-6(7) 水質汚濁物質排出量

		COD	フェノール	シアン化合物	油類	アンモニア性窒素	SS	硫化物
第1工場	排出量(t/y)	797.4	52.89	0.535	4.14	135.35	69.9	2.93
	排出濃度(mg/l)	1954.0	132.46	1.34	10.4	338.97	175	7.34
第2工場	排出量(t/y)	216.8	5.21	0.09	0.91	125.99	56.6	1.45
	排出濃度(mg/l)	478.4	11.5	0.2	2.0	278	125	3.2
総排出量(t/y)		1014.2	58.1	0.625	5.05	261.34	126.5	4.38
排出基準(DB-59-89) 2級 (mg/l)		200	1.0	0.5	10	35	250	2.0

3) 廃棄物

大連ガス公司から排出される廃棄物のうち、化学プロセスから発生する廃渣と廃油渣は、貯炭場に送り、コークス製造用の石炭に混入し燃焼、炉渣は建築材料や路面舗装材として利用する。また、脱硫材等の工業廃渣は産業廃棄物処理業場に送り処理される。表Ⅲ-4-2-6(8)にガス工場から排出される廃棄物量を示す。

表Ⅲ-4-2-6(8) 大連ガス公司から排出される廃棄物の種類と量 (t/y)

	第1工場	第2工場	計
ガス発生炉渣	2206	4205	6411
化学プロセス廃渣	72	192	264
廃油渣	8427	—	8427
計	10705	4397	15102

4) 騒音

大連ガス会社の調査によれば、主な騒音発生は、空気振動によるものと機械から発生する設備がある。発生施設としては、重油熱分解装置ファン、水性ガス発生装置ファン、水生ガス吸引機、ボイラー、空気コンプレッサー、発生炉換気扇、ガス供給装置、その他種々のポンプ等である。表Ⅲ-4-2-6(9)に工場からの騒音の発生強度を示す。

表Ⅲ-4-2-6(9) 大連ガス会社の騒音発生強度 (dBA)

施設	水性ガス排 送機	2.5万油熱分解 装置ファン*1	5万油熱分 解装置ファン*1	5万油熱分解 装置ポンプ*1	ベンゼン ポンプ	石炭ガス発 生炉排送機
発生強度	97~98	92~93	97~100	85~90	95~96	66~68
施設	石炭ガス発 生炉ファン	石炭粉砕機	ガス送風機	コッパースト リッパ*2	汚水処理場 送風機	ボイラーフ ァン
発生強度	97	105	94	82	105	95
施設	各種 ポンプ					
発生強度	80~100					

※注 *1: 第1工場稼働 *2: 第2工場稼働 無印: 第1・2工場稼働

既設の工場では騒音対策として以下を実施している。

- ・石炭粉砕機は基礎部分を独立させ、部屋の天井及び床を分離している。
- ・高騒音施設には消音装置を設置している。
- ・高騒音施設がある部屋を密閉し、外部と隔離する。

以上より、現在の第1及び第2工場の敷地境界では環境基準 (GB12348-90) を満足している。

(4) 環境濃度の現状

1) 大気

a) 長時間平均濃度の推定

大連ガス公司から排出される大気汚染物質の影響を年平均値モデルにより推定した。PM10は市街地の中心部で $0.003\text{mg}/\text{m}^3$ の最大濃度を示す。この濃度レベルは、環境基準 ($0.04\text{mg}/\text{m}^3$) の7.5%になる。また、 SO_2 では最大濃度 $0.001\text{mg}/\text{m}^3$ のエリアが出現し、環境基準 ($0.06\text{mg}/\text{m}^3$) の1.7%を占める。同様に、 NO_x の最大濃度エリアは $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ であり、環境基準 ($0.05\text{mg}/\text{m}^3$) の4%となる。従って、環境基準年平均値から推定した環境への影響はPM10が最も大きい。また、大連ガス公司の第1工場は大連駅に隣接しており、第2工場も市街地にあるため、周辺住民に悪影響を及ぼしている。

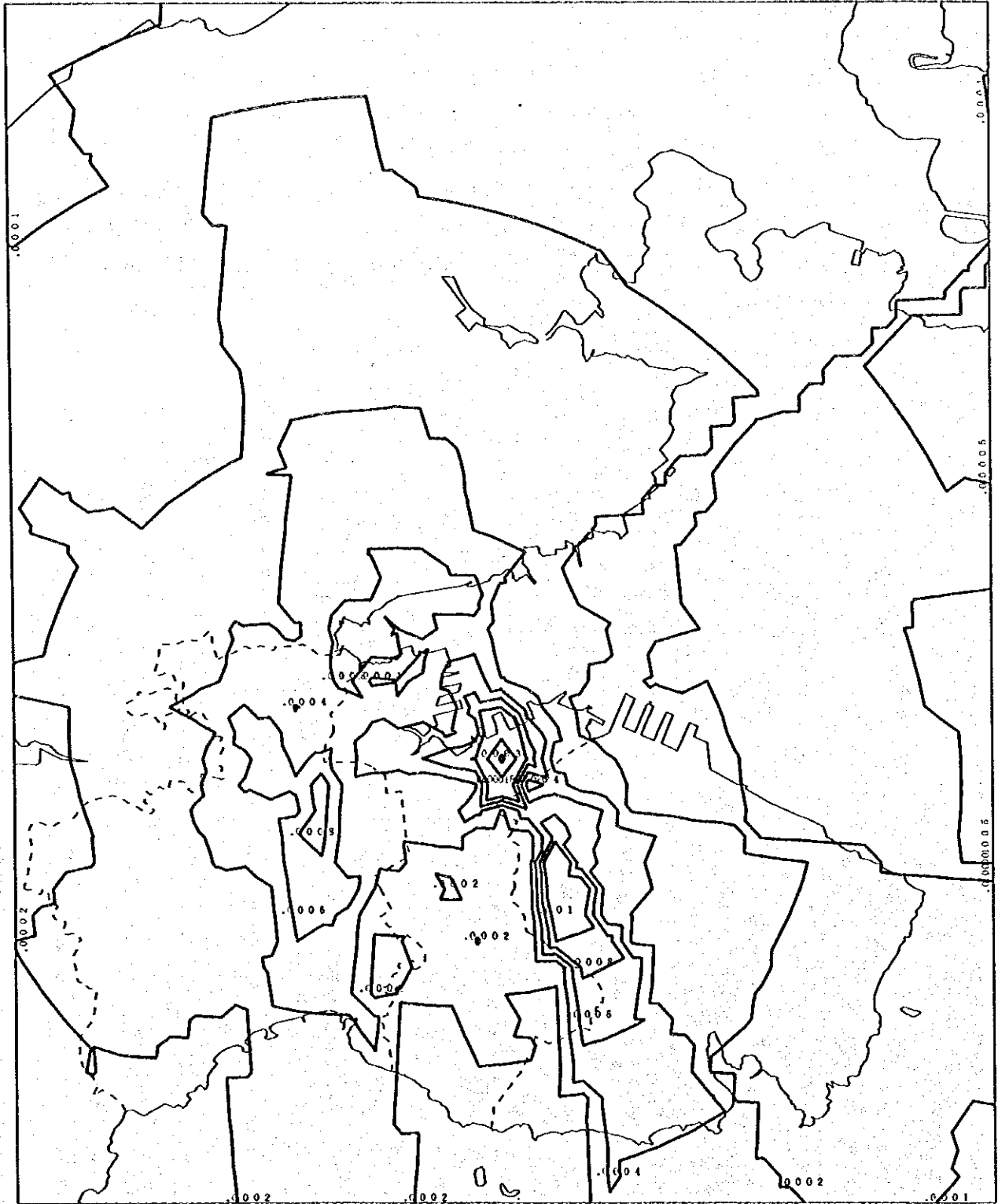
CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連ガス 現状



0 1 2 3 4 5 km

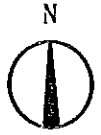
(mg/m^3)



図III-4-2-6(4) PM10年平均濃度図(現状)

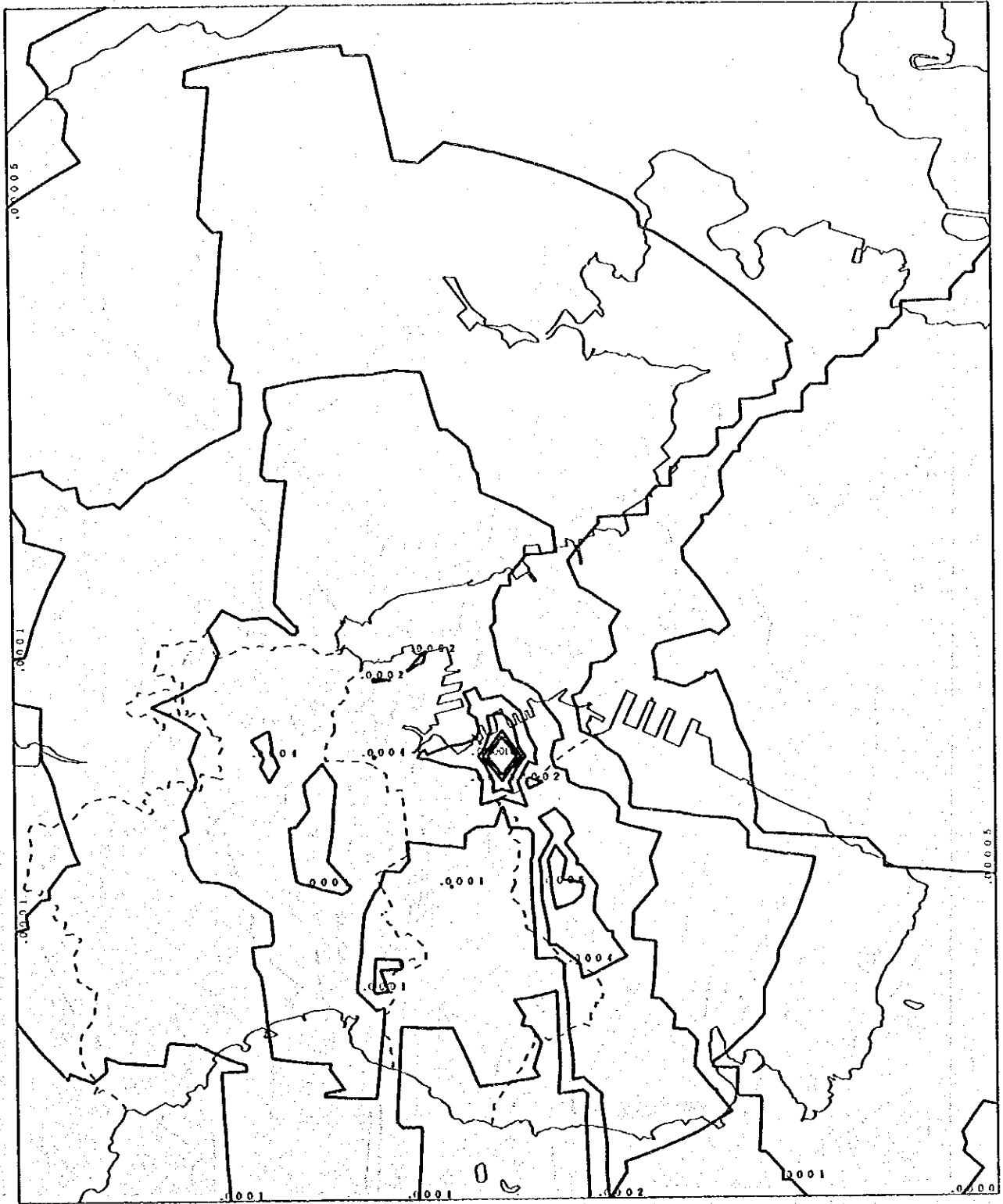
CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連ガス 現状



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



図III-4-2-6(5) SO₂年平均濃度図(現状)

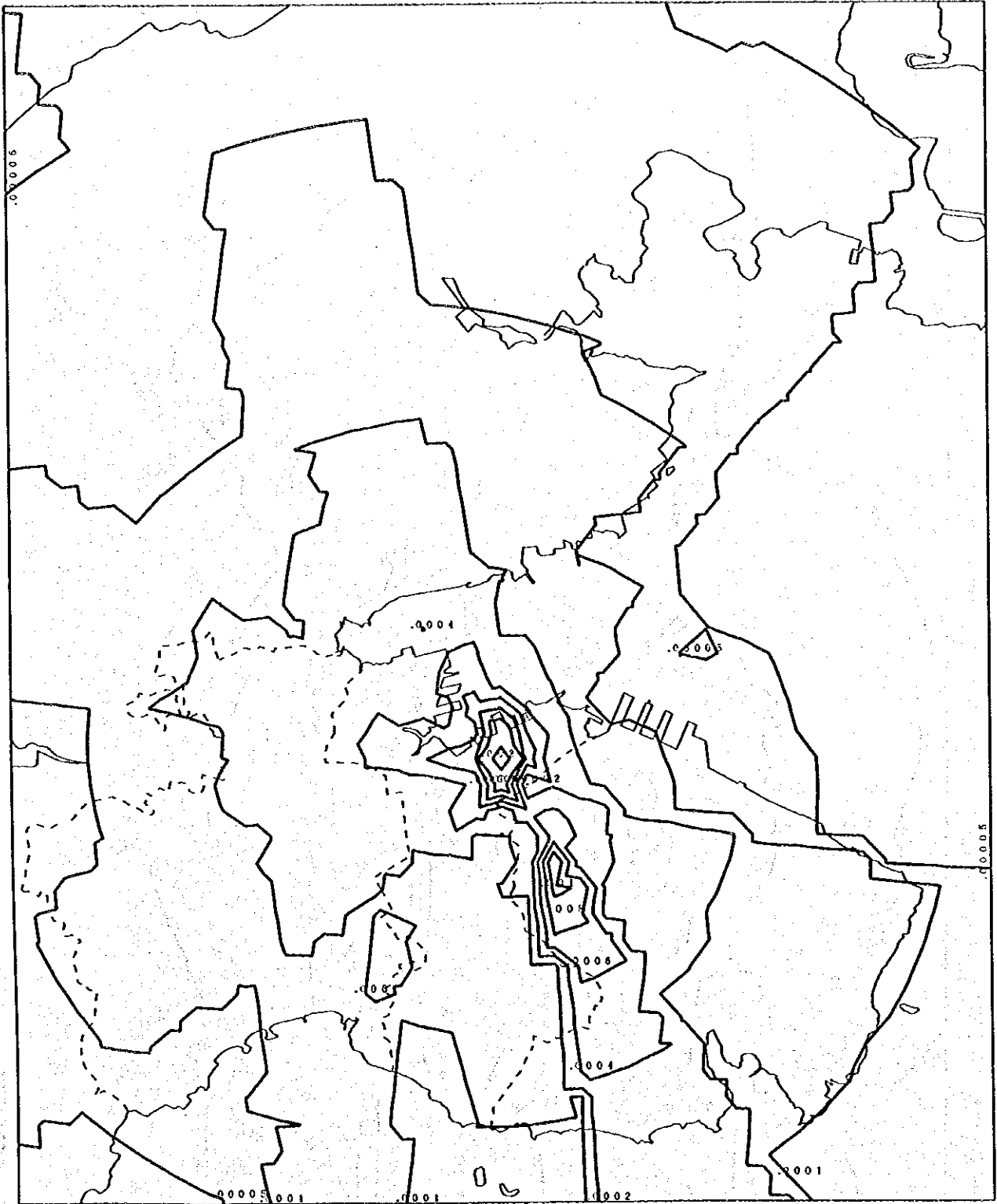
CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連ガス 現状



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



図III-4-2-6(6) NO_x年平均濃度図(現状)

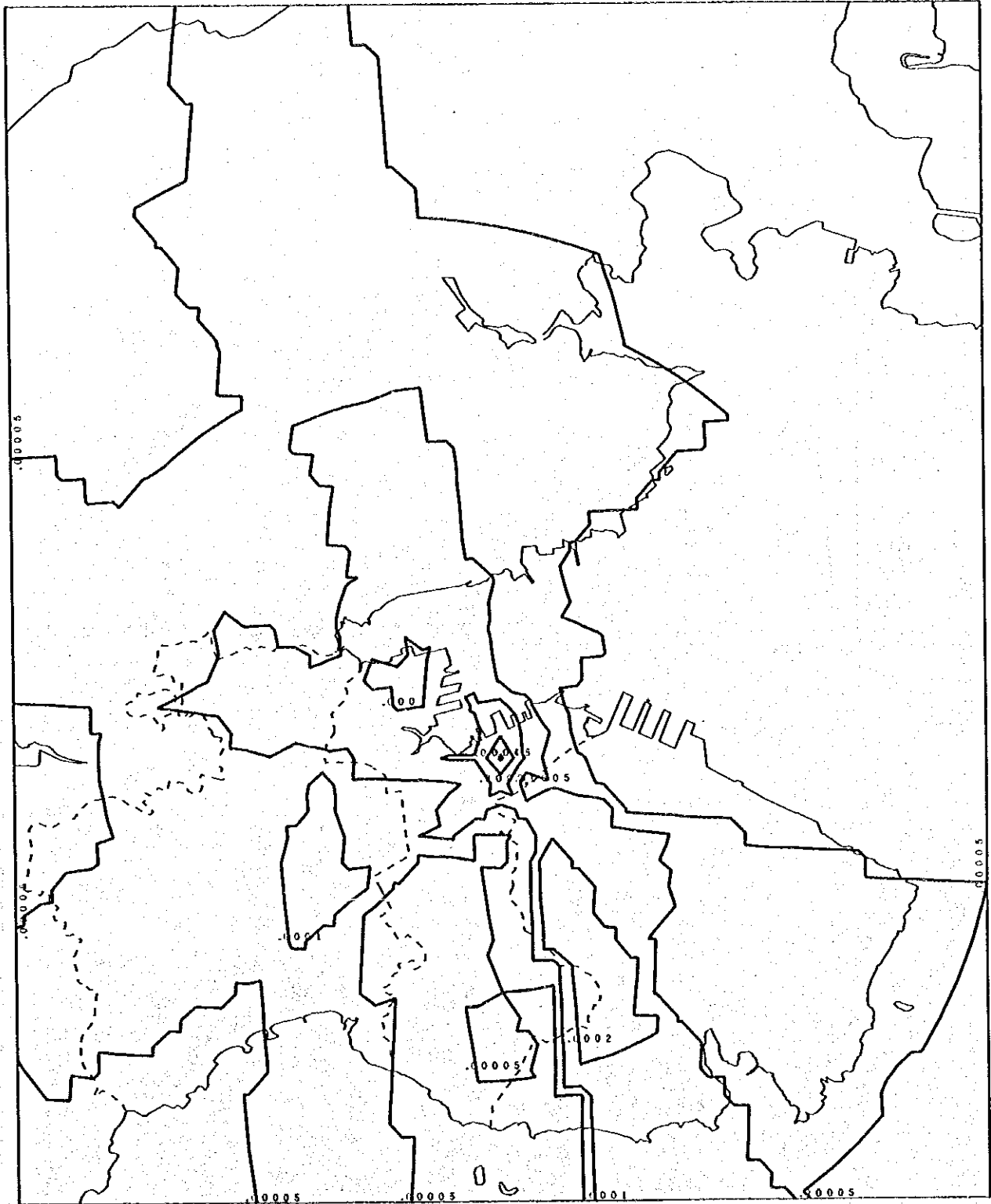
CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

大連ガス 現状

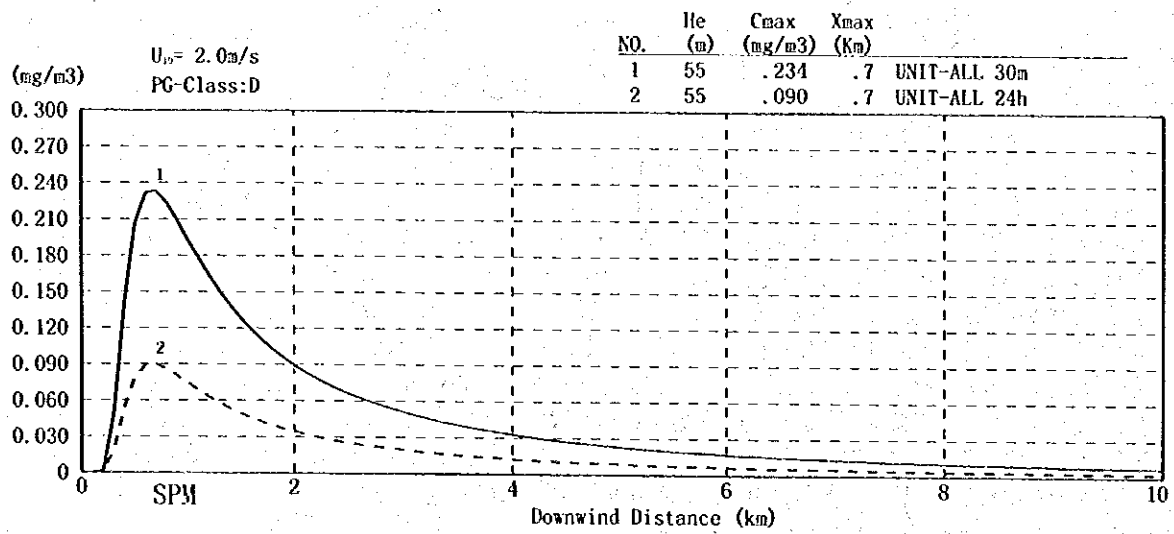
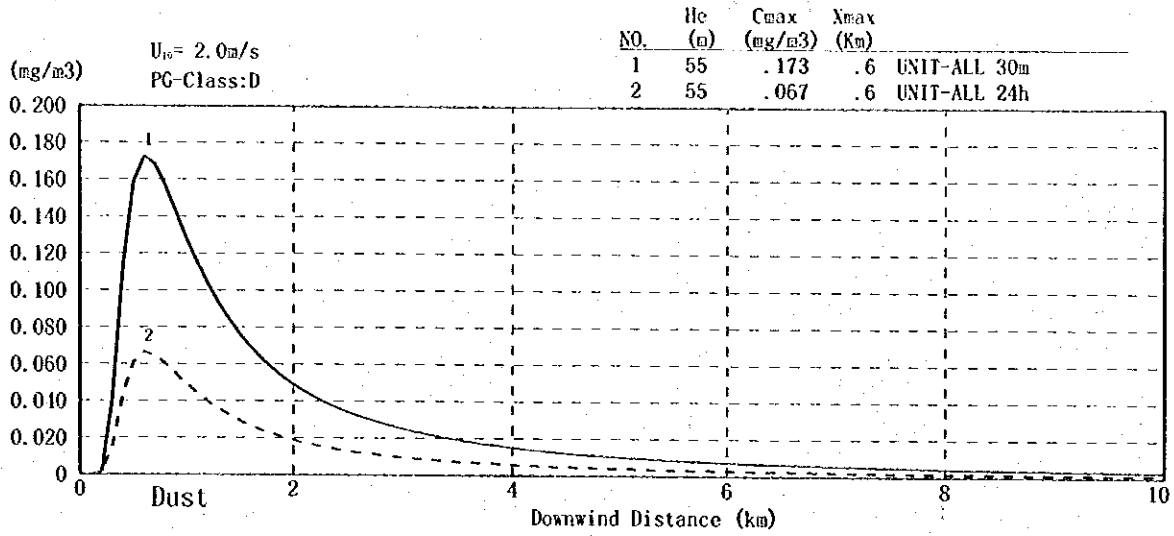


0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)

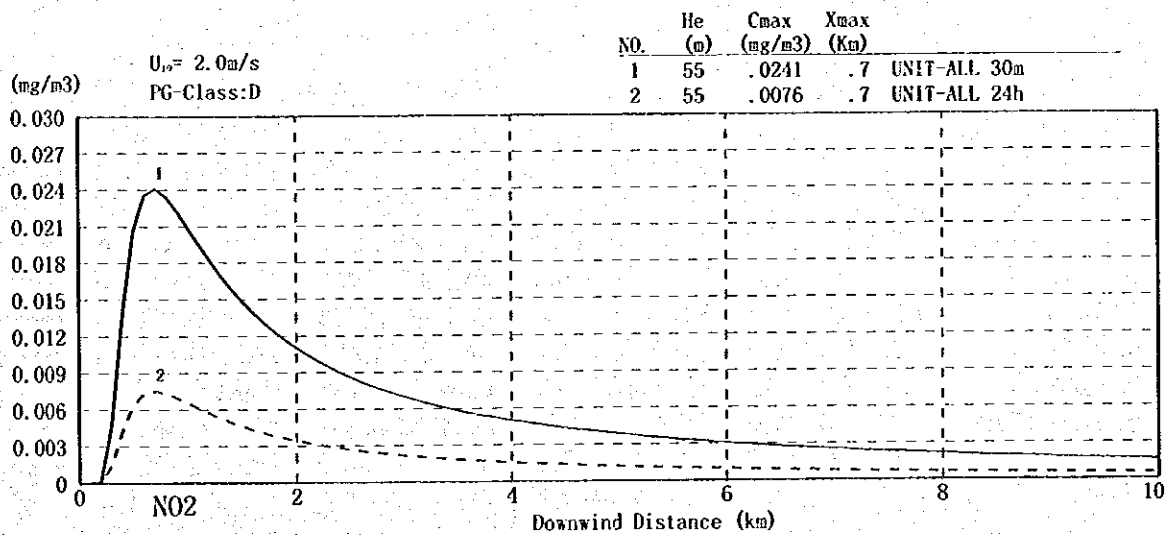
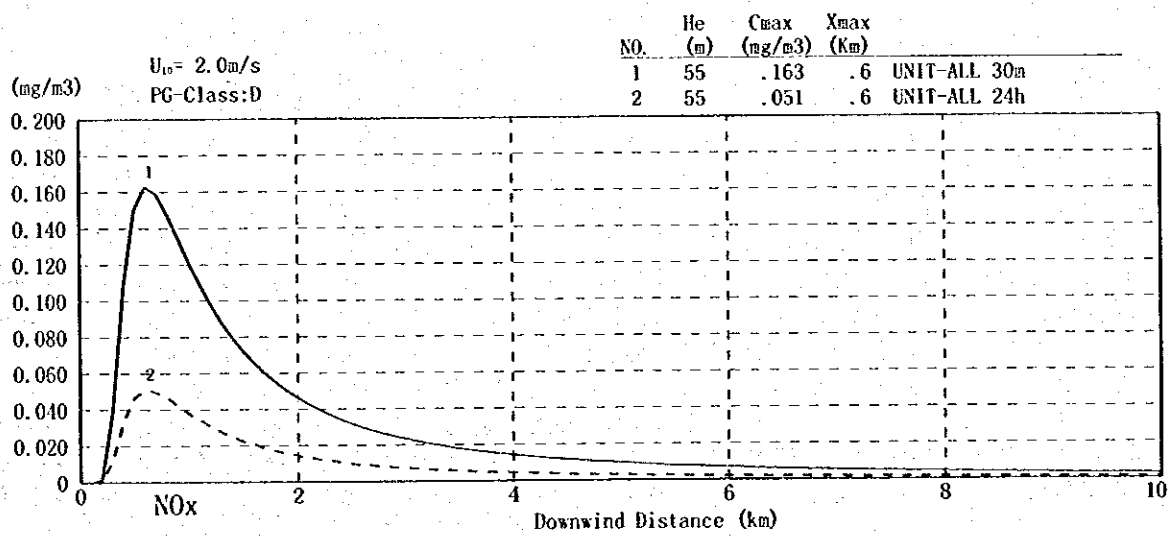
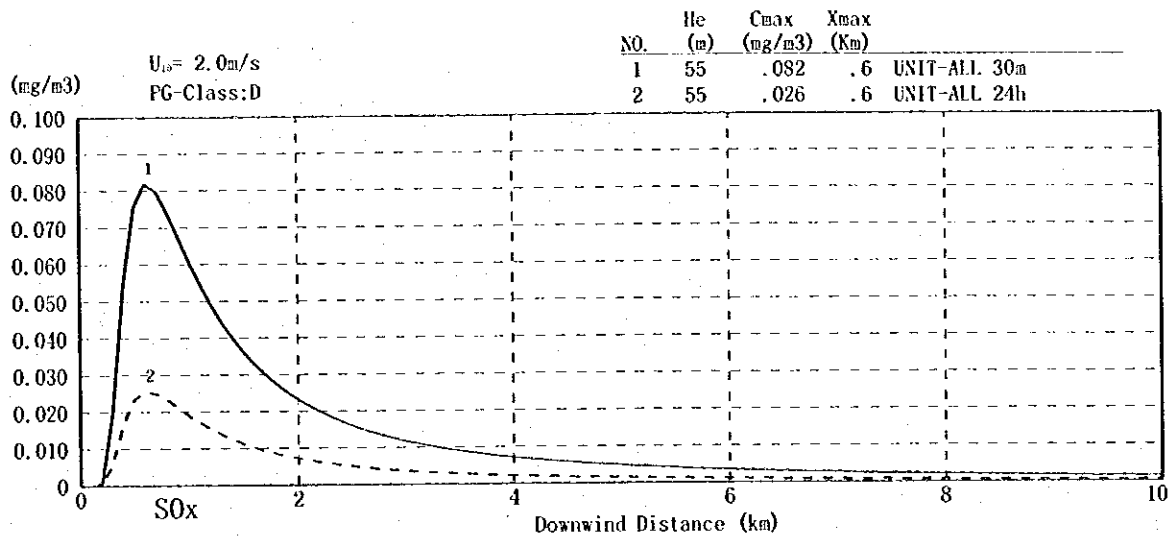


図III-4-2-6(7) NO₂年平均濃度図 (現状)

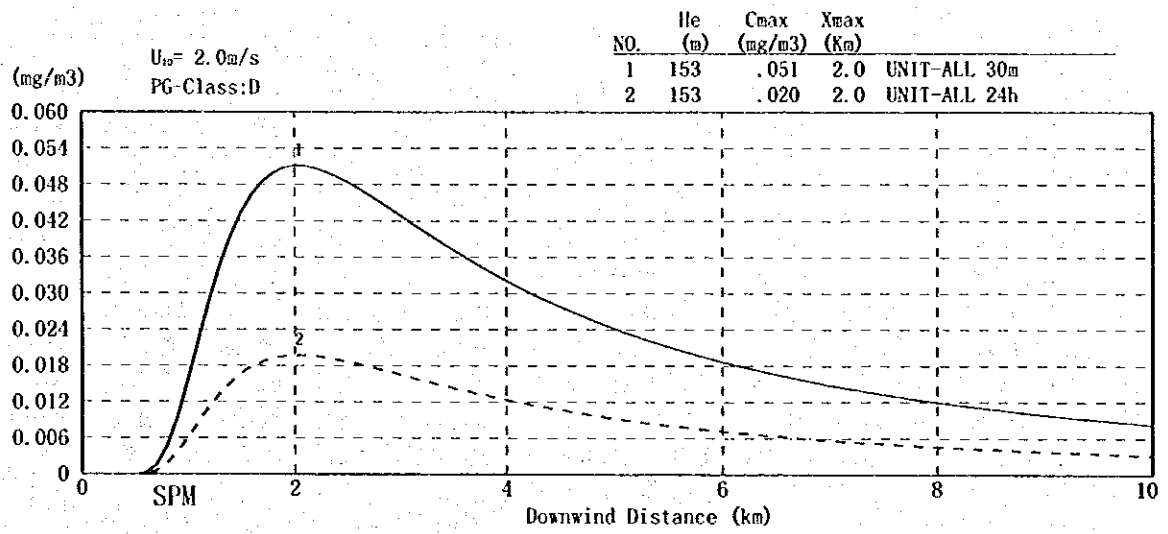
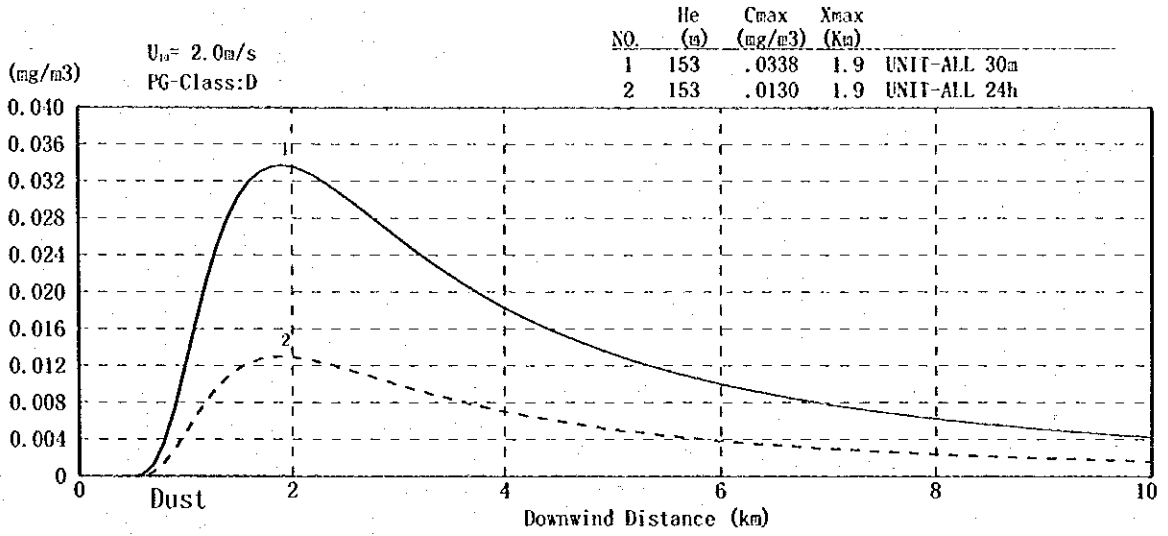


CONCAWE & Plume

図III-4-2-6(8) 大連ガス第一工場(現状) (短時間値)

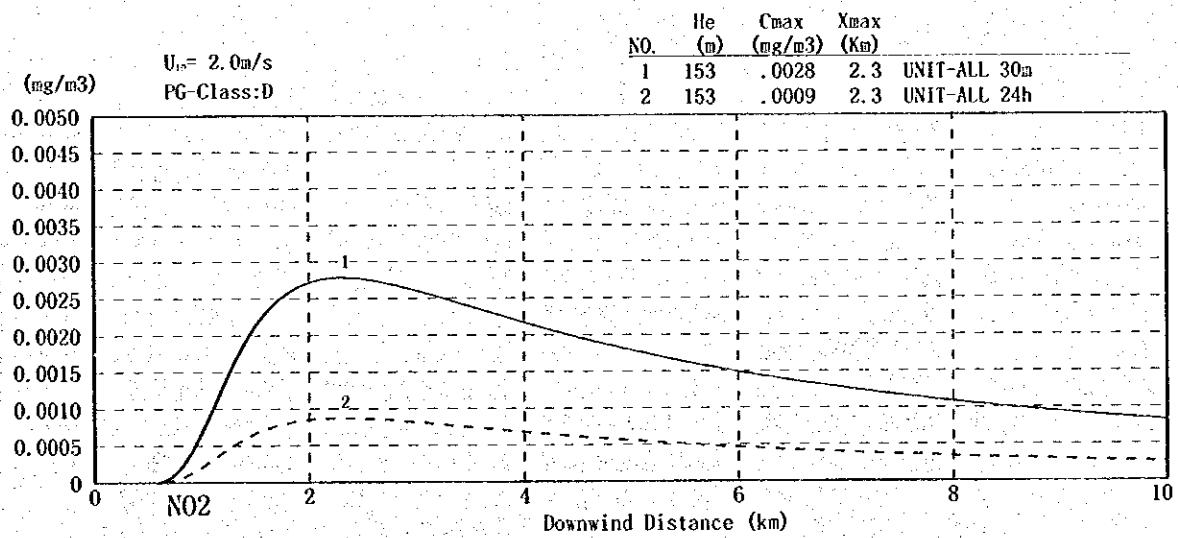
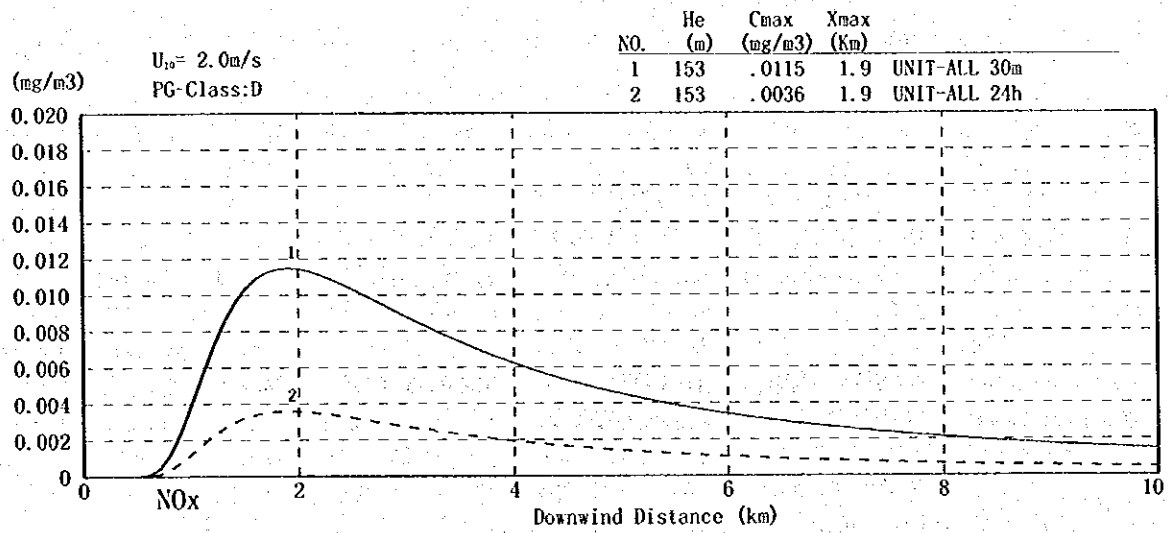
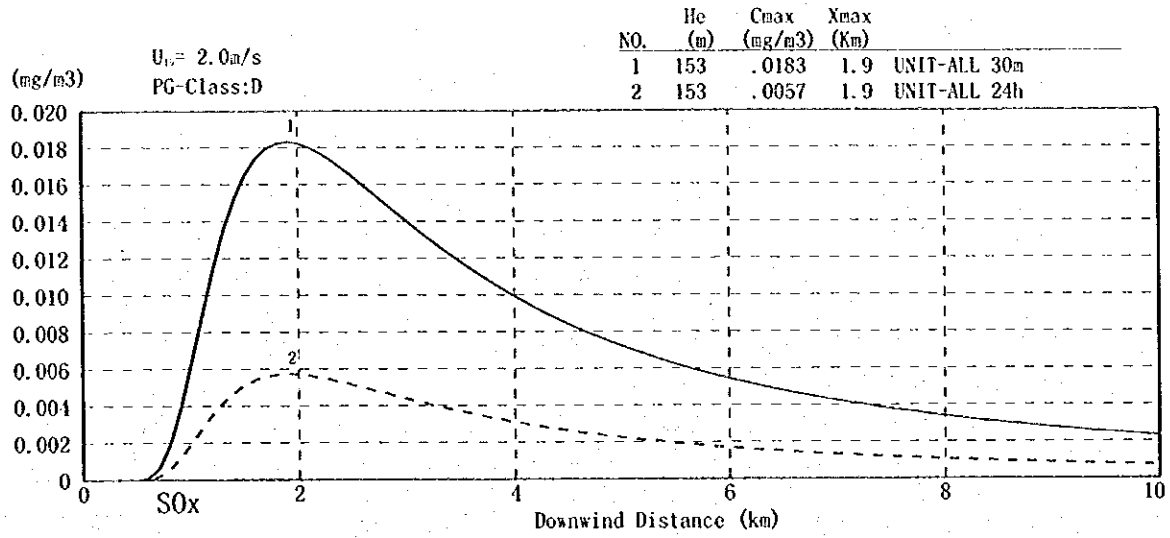


CONCAWE & Plume
 図III-4-2-6(9) 大連ガス第一工場(現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-6(10) 大連ガス第一工場(現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-6(11) 大連ガス第一工場(現状) (短時間値)

(5) 既設工場の問題点

1) 問題点

大気環境では第1工場の種々の施設から SO_2 、 H_2S 、 NO_x 、 CO が排出基準を超えていた。また、第2工場でも、 SO_2 、 H_2S 、 CO 、 NH_3 が排出基準を超えている。また、施設が老朽化していることから、漏洩等による影響も考えられる。

水質環境に関しては、排水処理されずに、排出される汚水も多いことから種々の水質汚濁物質が排出基準を超えている。第1工場ではCOD、フェノール、シアン化合物、油類、アンモニア性窒素、硫化物で遼寧省地方排出基準の2級を超えている。第2工場でも、COD、フェノール、アンモニア性窒素、硫化物で排出基準を超えている。これらは、大連湾汚染の一因となっている。

廃棄物はガス発生炉での石炭灰が第1工場で2206t/年、第2工場で4205t/年排出される。

騒音は第1・第2工場敷地境界で、環境基準を満足している。但し、工場周辺には居住区も多いことから、ある程度の影響も考えられる。

これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

- ① 大連ガス会社は第1工場・第2工場とも市中心部にあり、多くの周辺住民に影響を与えている。
- ② 大気では、 SO_2 、 H_2S 、 NO_x 、 CO 、 NH_3 が排出基準を超えている。
- ③ 水質環境はCOD、フェノール、シアン化合物、油類、アンモニア性窒素、硫化物で排出基準を超えている。
- ④ 廃棄物はガス発生炉の石炭灰が多く排出される。

(6) 大連市都市ガス新設工場分

大連ガス公司では、LPG を原料とする新工場の建設を計画している。現在、1 期工事は既に終了しており、新工場からガス供給が始まっている。それに伴い、第 1 工場は閉鎖された。2 期工事では、1 期工事と同様の規模の設備が計画されている。新工場建設に伴い環境に関し以下の効果が期待できる

- ・原料が石炭・重油から LPG への変換、新技術の導入等により、環境汚染物質・騒音・廃棄物等を従来の工場より大幅に削減できる。
- ・新工場で需要ガスを生産できることから、都市中央部で環境負荷の大きい旧工場を閉鎖できる。

1) ガス生産能力

表Ⅲ-4-2-6(10)に新設工場のガス生産能力と燃料使用量を示す。また、表Ⅲ-4-2-6(11)に主要技術経済指標を示す。

表Ⅲ-4-2-6(10) 新設工場のガス生産能力

	生産方式	基数	能力	ガス発熱量	使用原料	建設年月
1 期工事	低圧 2 筒式変成装置 (常圧改質炉)	1 式	稼働 28 万 m ³ /日 最大 35 万 m ³ /日	稼働平均 3895kcal/m ³ (4090~3760)	LPG 134.3q/日	完工 1998.11
2 期工事	低圧 2 筒式変成装置 (常圧改質炉)	1 式	最大 35 万 m ³ /日	設計値 16863kJ/m ³ (4028kcal/m ³)	LPG 134.3q/日	完工 1998.11
計		2 式	通常 56 万 m ³ /日 最大 70 万 m ³ /日		LPG 268.6q/日	

表Ⅲ-4-2-6(11) 主要技術経済指標

	名称	単位	数量
規模	供給都市ガス量	万 m ³ /d	56
	ガス発生装置	基	2
	装置毎ガス生産量	万 m ³ /d	28
製品	都市ガス量	万 m ³ /d	56
原材料	LPG	万 t/y	9.56
	触媒材	t/y	4.9
動力消費	工業用原水	m ³ /h	107
	生活用水	m ³ /h	18
	循環用水	m ³ /h	890
	電気有効出力	kw	2984
	年間電力消費量	10 ³ kwh	16672
	水蒸気 (夏季)	t/h	1
	水蒸気 (冬季)	t/h	6.24
	ボイラー用 LPG 燃料	t/y	1200
	洗浄用圧縮空気	m ³ /min	2.3
	軟水	t/h	35
その他	工場敷地面積	m ²	200,000
	工場緑化率	%	25
	従業員総数	人	180
	固定資産投資	万元	24210

燃料及びボイラーに使用される LPG の組成及び物性を以下に示す。

表Ⅲ-4-2-6(12) LPG の組成

	プロパン (vol %)	ブタン (vol %)	ペンタン 以上 (vol %)	全硫黄 (mg/kg)	メチル系 含有率 (vol %)
含有量	30~40	60~70	≤3	≤343	≤15
	密度	蒸気圧 (37.8℃)			
物性値	0.56kg/l	≤1.380 (kPa)			

2) 大気

大連ガス公司新工場からの大気汚染物質は、ガス生産地域、原料タンク、ガスタンク、その他補助施設から排出される。ガス生産過程からの大気汚染物質排出量は、蒸発器、反応器を加熱するブロー期に、廃熱ボイラーから排出される。貯蔵タンクからの排ガスは弁等設備からの漏洩によるものと考えられる。補助施設は事務所、消防署、圧縮空気所、軟水所から排出されるが、主要な汚染源は冬季暖房用ボイラーである。

a) 汚染物質排出量と排出基準

表Ⅲ-4-2-6(13)に大気汚染物質の排出量と排出基準を示す。年間排出量は取得資料（環境影響評価書）を基本とした。また、時間平均排出量は稼動時間（330日/年、22時間/日）平均とした。排出基準は遼寧省地方基準（DB21-60-89）で、廃熱ボイラー、ユーティリティボイラーの煙突高さ35m、貯蔵タンクからの排出高さを30mとして算出した。

ばいじんの排出基準は濃度で規定されている。しかし、各施設の排ガス量は不明であり、総排ガス量は $1.68 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{y}$ である。従って、排ガス総量からばいじんの平均濃度推定すると 84.88 mg/m^3 となる。この結果は、ボイラーの排出基準 300 mg/m^3 を大幅に下回る。その他の汚染物質すべてが排出基準を満足するが、廃熱ボイラーからの NO_x 排出量は排出基準 11.5 kg/h に対し、排出量 11.20 kg/h である。従って、排出基準に極めて近い数値となっている。しかし、熱分解反応における温度は 700°C であり、サーマル NO_x が発生する温度よりかなり低いことから、他の汚染物質排出量にくらべ、 NO_x だけが極めて大きくなるとは考えにくい。

表Ⅲ-4-2-6(13) 大連ガス公司の汚染物質排出量
(年間排出量：t/y、時間平均排出量：kg/h)

		排ガス量	TSP	SO ₂	NO _x	CO	C _m H _n
廃熱ボイラー	年間排出量		7.25	7.39	81.28	18.39	3.51
	時間平均排出量		1.00	1.02	11.20	2.53	0.48
	排出基準		300mg/m ³	19.5kg/h	11.5kg/h	180kg/h	103kg/h
燃料ガス貯蔵施設	年間排出量					5.5	18.99
	時間平均排出量					0.76	2.63
	排出基準					120kg/h	69kg/h
ボイラー	年間排出量		7.01	33.96	10.81	79.10	
	時間平均排出量		0.97	4.68	1.49	10.90	
	排出基準		300mg/m ³	19.5kg/h	11.5kg/h	180kg/h	103kg/h
計	年間排出量	1.68×10 ⁸	14.26	41.35	92.09	102.99	22.50
	時間平均排出量		1.96	5.70	12.68	14.19	3.10

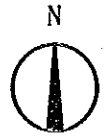
b) 新工場の影響による大気環境濃度

新工場におけるPM10、SO₂、NO_xの環境濃度は、現状の第1工場、第2工場に比べ大きく改善される。PM10は、南側の最大濃度エリアで0.00002mg/m³と現状の最大濃度エリア(0.003mg/m³)の0.7%にしかならない。この濃度は環境基準(0.04mg/m³)の0.05%にしかならず環境に与えるインパクトは大幅に低減された。同様に新工場から排出されるSO₂、NO_xは、最大濃度エリア(0.0001mg/m³、0.0002mg/m³)が環境基準(0.06mg/m³、0.05mg/m³)の0.17%、0.4%程度の寄与である。従って、大気環境PM10、SO₂、NO_xに関しては、環境に与える影響は問題ないと言えるだろう。

短時間値の予測濃度では最大濃度到達距離は煙源から約1.7kmである。最大濃度はPM10で一時間値0.0013mg/m³、一日平均値0.0005mg/m³である。PM10の環境基準は、0.05mg/m³であるから、日平均濃度は環境基準の1%となる。また、新工場からのSO₂濃度は、一時間値、日平均値でそれぞれ0.0048mg/m³、0.0014mg/m³となり、環境基準(0.50mg/m³、0.15mg/m³)の0.96%、0.93%程度である。同様にNO_xも時間値0.0105mg/m³、日平均値0.0033mg/m³であり、環境基準(0.15mg/m³、0.10mg/m³)の7%、3.3%である。

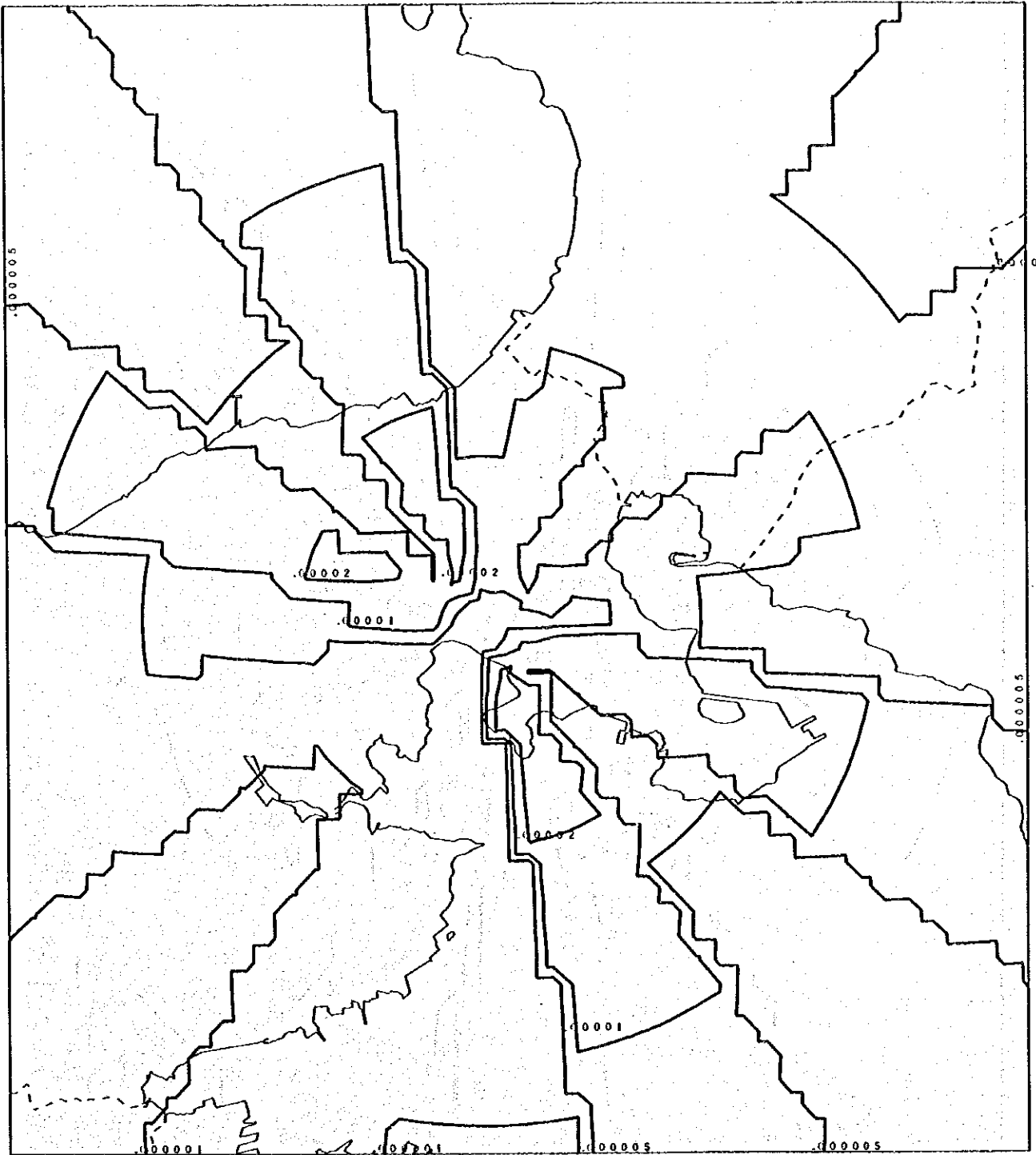
以上から、新工場からの環境濃度の予測結果では概ね低濃度であり、環境に与える影響は大きくないと言える。

CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION



($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

大連ガス 将来



図III-4-2-6(8) PM10年平均濃度図(将来)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連ガス 将来



0 1 2 3 4 5 km

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

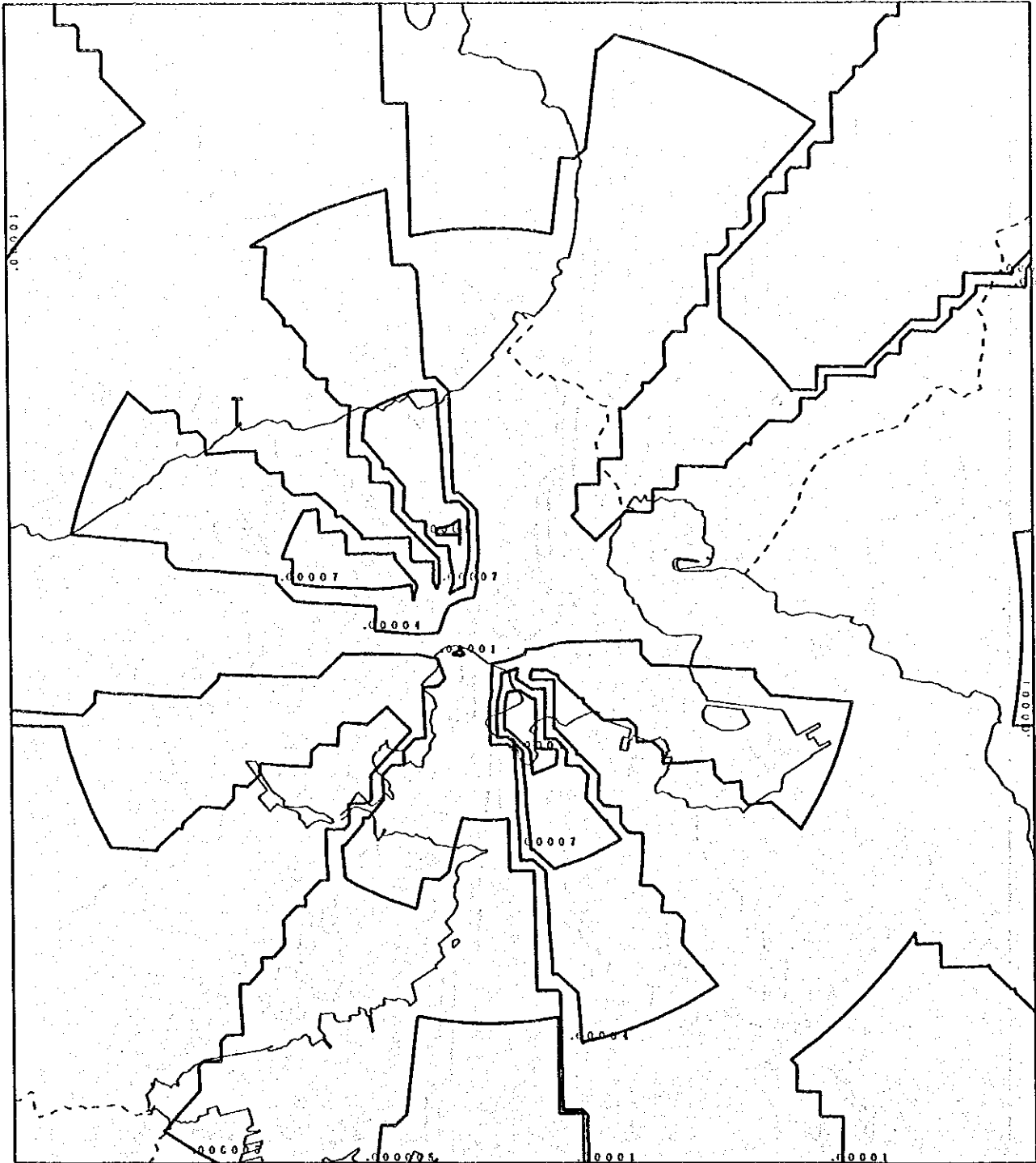
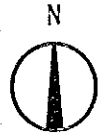


図 III-4-2-6(9) SO₂年平均濃度図 (将来)

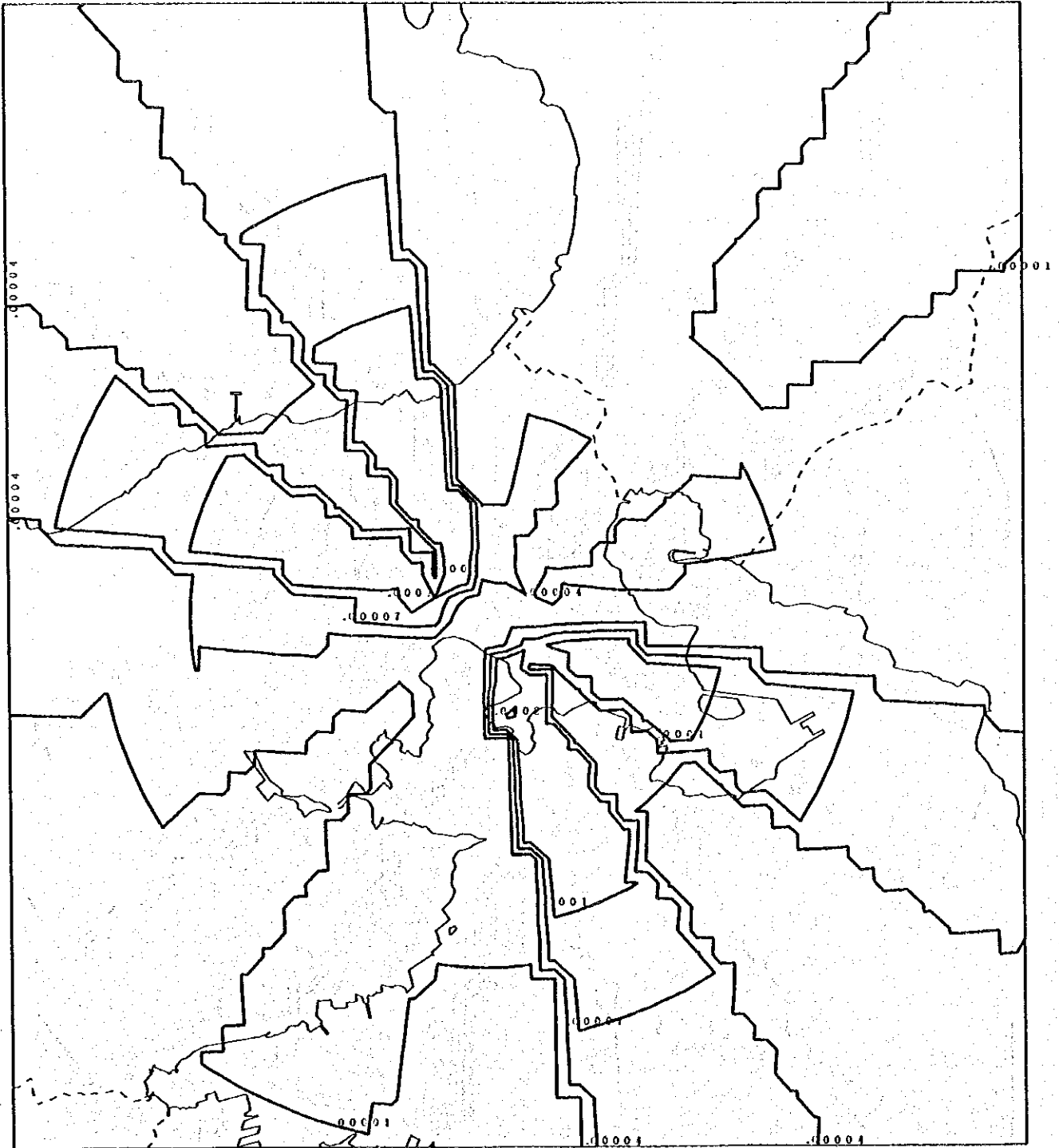
CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連ガス 将来



0 1 2 3 4 5 km

(mg/m³)



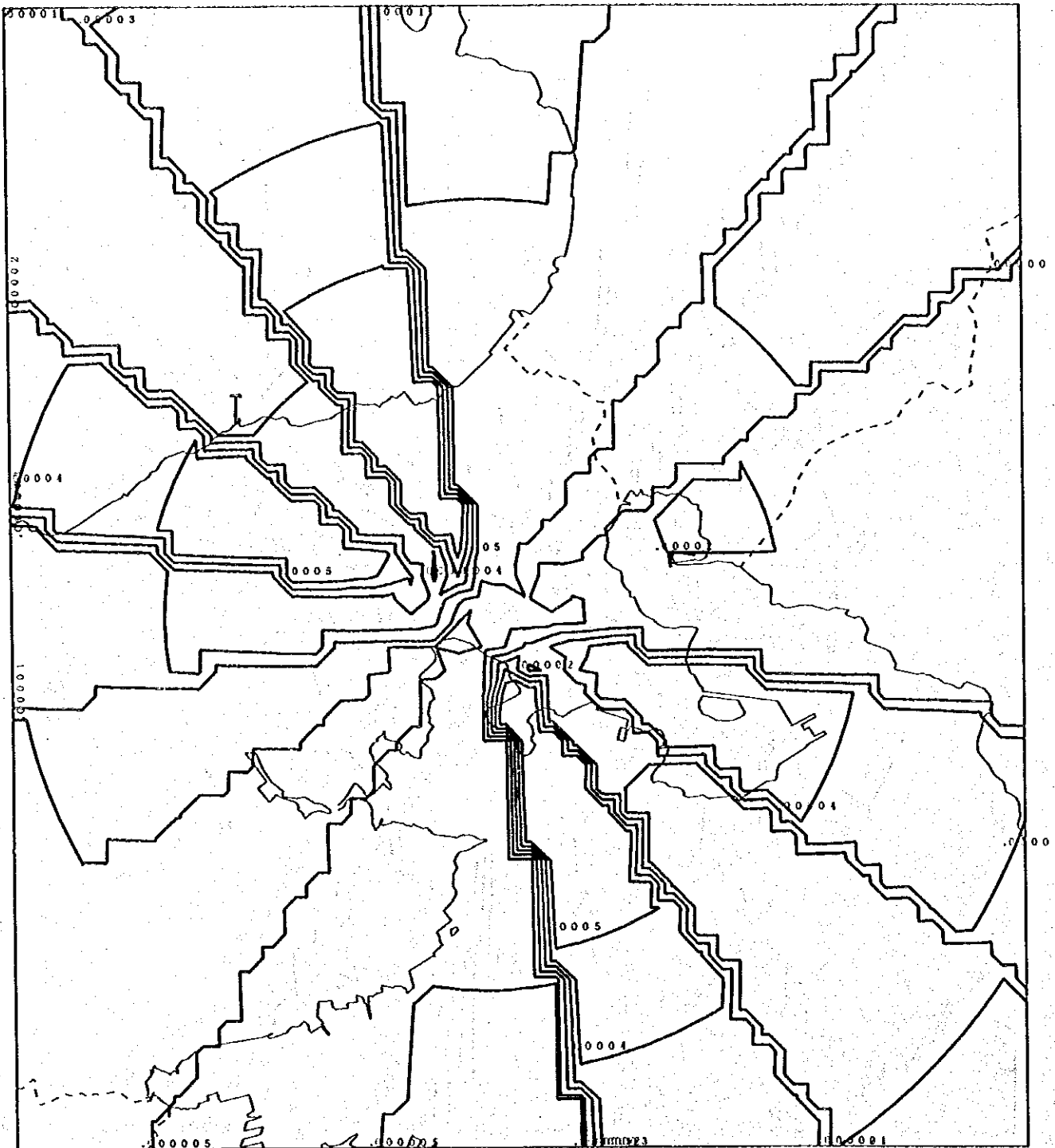
图III-4-2-6(10) NO_x年平均濃度图(将来)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

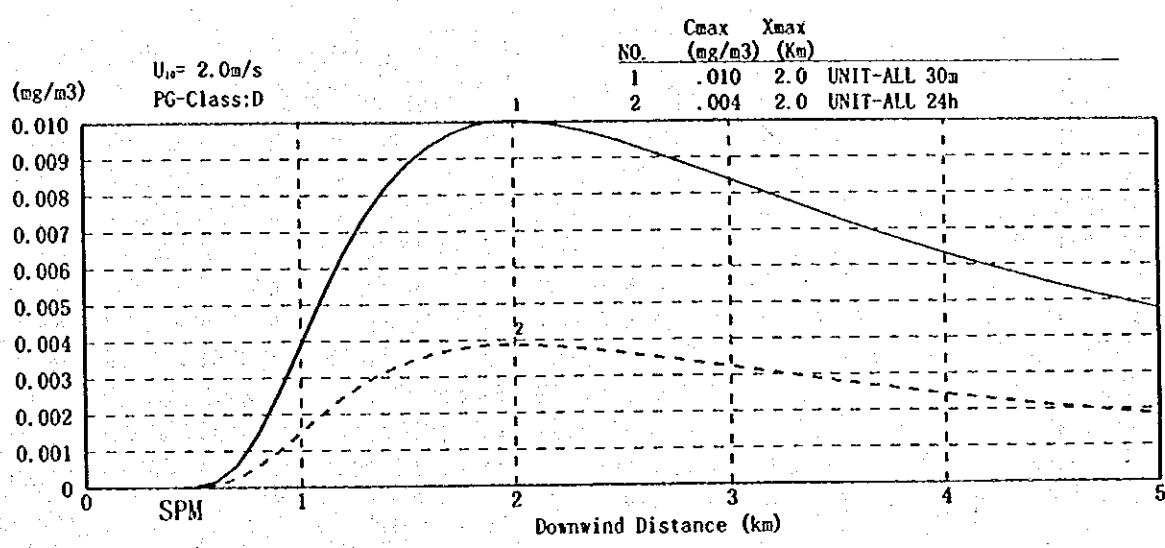
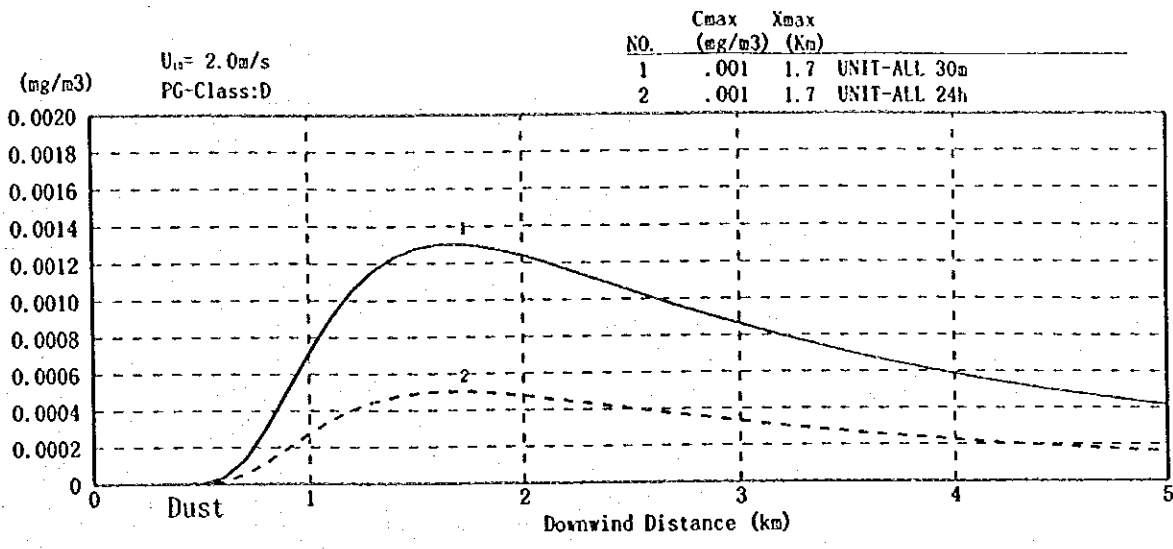
大連ガス 将来



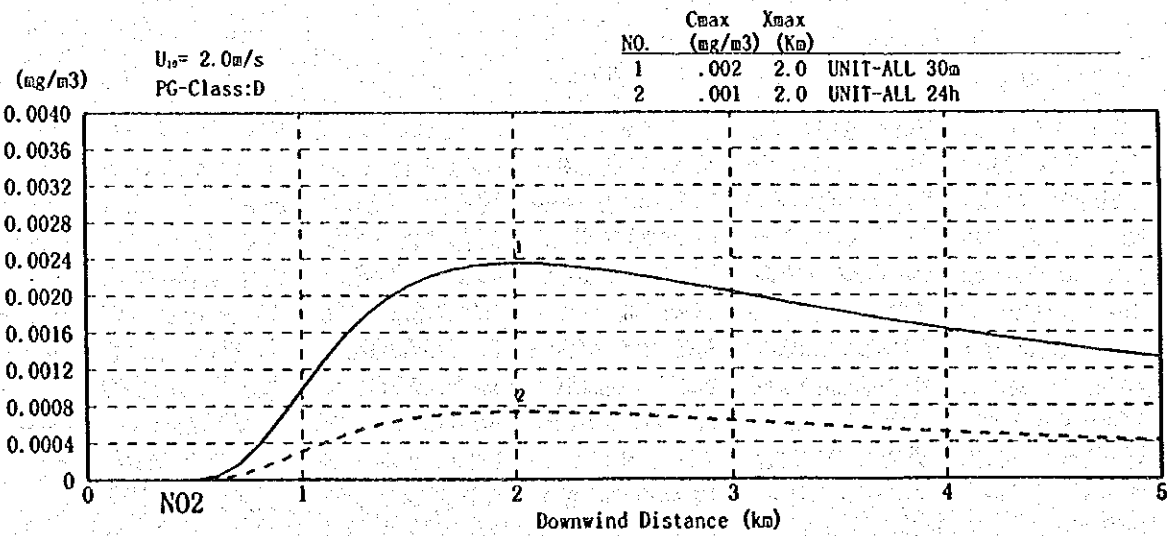
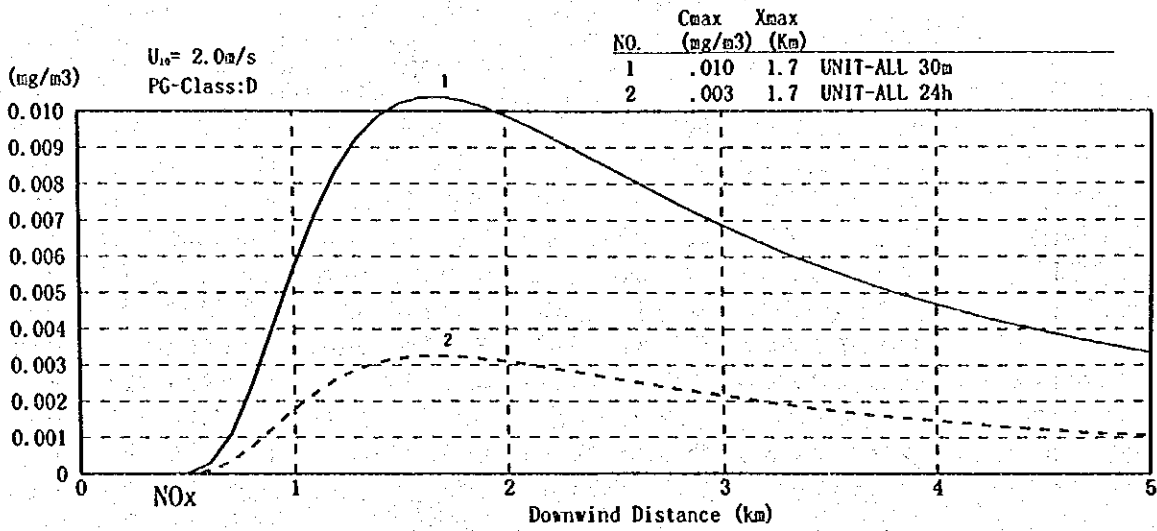
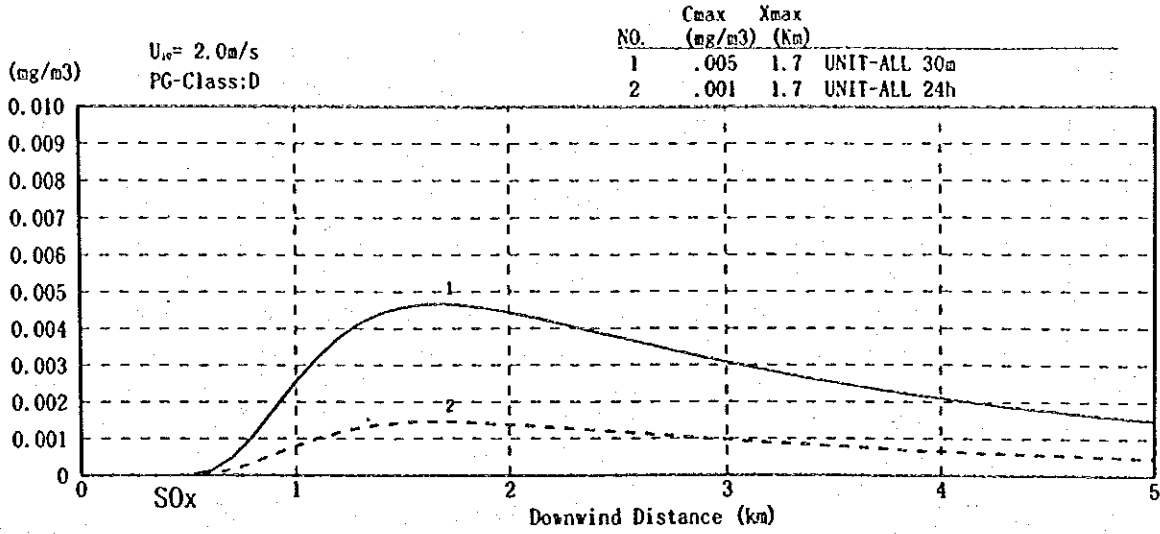
(mg/m³)



図III-4-2-6(11) NO₂年平均濃度図 (将来)



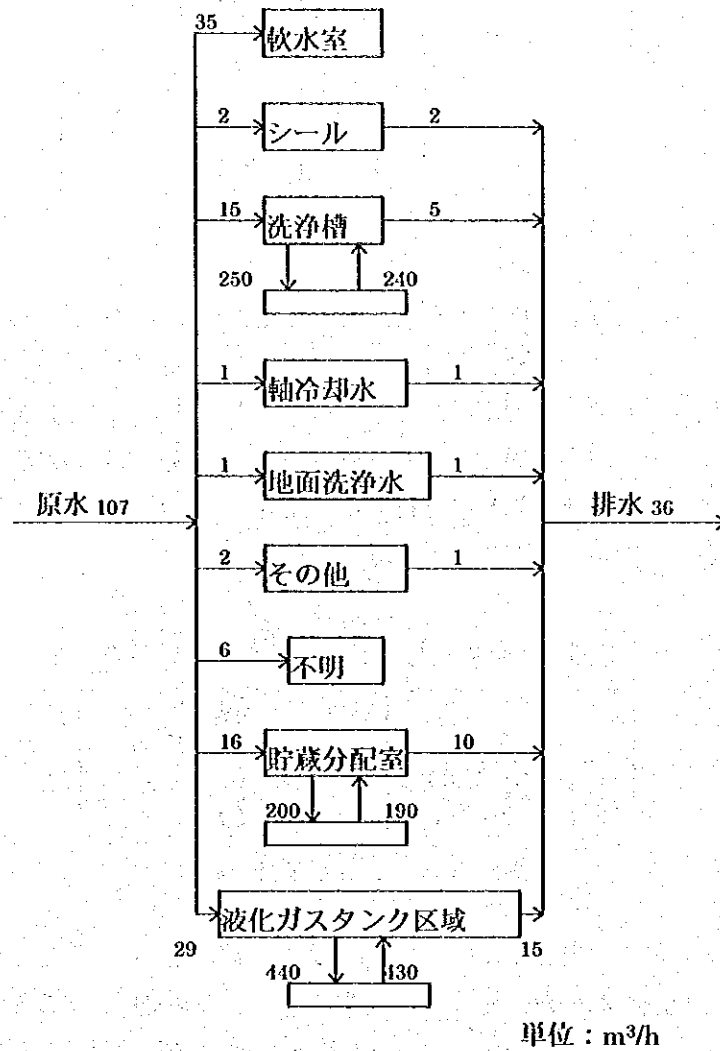
CONCAWE & Plume
 図 III-4-2-6(12) 大連ガス (将来) (短時間値)



CONCAWE & Plume
 図III-4-2-6(13) 大連ガス(将来) (短時間値)

4) 水質

大連ガス公司の水利用を以下に示す。



図Ⅲ-4-2-6(14) 大連ガス公司の水量平衡図

LPG からのガス生産方式は従来の石炭・重油からのガス生産方式に比べ、水質汚濁物質の排出が大きく低減される。また、これらの排水は遼寧省及び国の排出基準（2級）を満足する。表Ⅲ-4-2-6(14)に水汚濁物質の排出量を示す。

表Ⅲ-4-2-6(14) 大連ガス公司の水汚濁物質排出量と濃度

	廃水量 (m ³ /h)	COD (mg/l)	フェノール (mg/l)	油類 (mg/l)	SS (mg/l)
生産排水	36.0	<30	微量	微量	微量
生活污水	0.5	<70	微量	微量	微量
計	36.5	<30	微量	微量	微量
地方基準 (DB21-59-89)		150	0.5	5	150
国家基準 (GB3978-1996)		150	0.5	10	150

5) 騒音

新工場の生産プロセスにおける騒音の多くは、空気動力によるものである。主要な発生源は、燃焼ガス圧縮機、送風機、換気扇、水蒸気排出、ポンプ等である。対策としては、低騒音型の圧縮機やポンプの採用、圧縮機やポンプ類に消音機を設備する。さらに、発生源を室内に隔離し、吸音板や気密性を高め複数の音源が混同するのを防止する。また、高い建築物や壁を利用し、隔音する。このような措置に基づき工場敷地境界で騒音環境基準Ⅱ類を満足する。

表Ⅲ-4-2-6(15) 騒音環境基準 (dBA)

	環境基準 GB12348-90Ⅱ類
昼 (6:00~21:00)	60
夜 (22:00~5:00)	50

6) 廃棄物

大連ガス公司新工場の生産プロセスからは、工業用廃渣は発生しない。しかし、活性化を失った触媒が少量、約 4.9t/y 発生する。この廃触媒はアルミニウムとバナジウムと少量のニッケルを含んでいるが、その他の有害物質は含んでいない。廃触媒は、国外で行われている処理方法と同様に埋立て処理をする。また、少量の生活ごみは定期的に指定のごみ処理場に送られる。ボイラーに石炭は使用されず、LPG を燃料としているため、廃棄物は発生しない。従って廃棄物に関しては、廃触媒を適切な産業廃棄物処分場で、生活ごみを適切な一般廃棄物処分場で埋め立て等の処理をする必要がある。

第1工場と第2工場は新工場が完全に稼動すると、解体され跡地の有効利用がされることになるが、解体の際には環境に関する十分な配慮が必要となる。すなわち、廃棄物の利用方法、有害廃棄物の有無、処分される廃棄物の処分場、運搬等で必要となる自動車等の量、飛散する粉塵対策、等、に関し徹底した解体計画と環境対策を行わねばならない。これらは別途、環境影響評価として検討する必要がある。

(7) 結論

大連ガス公司の新工場は市の北側、開発区の近傍に建設される。1期工事は終了しており、すでに稼動している。燃料が石炭からLPGに代わることで、老朽化した生産設備が新設備に代わる事に伴い、環境負荷が低減されるが、以下の点に留意する必要がある。

①大気

ボイラー等から排出される大気汚染物質は大きく低減され、環境に係る影響も問題がない。従って、計画された運用が維持管理できるような体制整備が必要である。ボイラー技術者、熱反応機等プロセス技術者等の育成が重要となる。また、国家基準を遵守するため、煙道モニタリング設備の導入も検討する必要がある。

②水質

大気と同様に生産原料及びプロセスが大きく変更されたため、水質汚濁物質の排出も大きく抑制される。従って、排水計画が適切に実施されるような運用管理体制の整備が必要である。

③騒音

現在、周辺に居住している住民は多くなく、ある程度の距離もある。従って、環境に及ぼす影響も少ないと考えられるが、今後周辺地域に住居が進出する可能性も否定できないことから、さらなる低騒音型機器の導入・建物の密閉化・遮音壁の設置・構内での植樹等により騒音の発生を抑える努力が必要となる。

④廃棄物

- ・廃棄物は失効触媒や一般生活ゴミなどである。触媒の埋立て等に関しては、適切な処分場の選定が重要である。
- ・旧工場（第1・第2工場）を解体撤去する際には、徹底した環境対策が必要となる。解体計画・対策などに関し環境影響評価を別途行う必要がある。

以上の対策等を行うことにより、種々の基準を満足し、環境に影響が少ない新工場の建設が可能となる。

4.2.6.3 プレF/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 一般条件

事業開始年：	1998年
建設期間：	3年
事業評価年数：	23年
減価償却費	
建物及び建造物：	20年
機器設備：	12年
電子設備：	10年
輸送設備：	8年
無形及び繰延資産償還	
無形資産：	10年
繰延資産：	5年
販売/購入税（水、石油ガス、石炭ガス）：	13%
販売/購入税（電力、触媒、その他）：	17%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-6-3(1) 総投資額

単位：万元

No.	項目	建築工事	設備費	据付工事	その他	合計	内、外貨
I	固定資産投資	1,668.00	10,417.00	11,921.00	38,791.75	62,797.75	
1.1	一期工事				32,297.75	32,297.75	
1.2	二期工事	1,668.00	10,417.00	11,921.00	6,494.00	30,500.00	
1.2.1	ガス製造設備	218.00	7,209.00	775.00	1,236.00	9,438.00	
1.2.2	供熱設備	1,450.00	3,208.00	11,146.00	2,298.00	18,102.00	
1.2.3	予備費				2,960.00	2,960.00	
(1)	数量変動予備費				1,610.00	1,610.00	
(2)	物価変動予備費				1,350.00	1,350.00	
2	建設期間中金利				1,268.19	1,268.19	
I	建設費 (1+2)	1,668.00	10,417.00	11,921.00	40,059.94	64,095.94	
II	運転資金				2,091.20	2,091.20	
	総投資額 (I+II)	1,668.00	10,417.00	11,921.00	42,151.14	66,157.14	

資金計画： 自己資金 46,393.30 万元 + 借入金 19,763.84 万元

表Ⅲ-4-2-6-3(2) 借入金内訳

No.	借入金の種類	借入金額 (万元)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
1	長期借入金 (外国)				
2	長期借入金 (国内)	18,300.00	建設期間	10	6.93
3	運転資金	1,463.84		1	6.93
4	短期借入金				

3) 販売収入、販売税及び付加

表Ⅲ-4-2-6-3(3) 販売収入、販売税及び付加計算書

単位： 万元

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	価格	税率 (%)	税額	税込価格
1	販売収入及び販売税							
1.1	都市ガス	1,000m ³	1,061.95	234,500.00	24,902.73	13	3,237.35	28,140.08
	計			24,902.73			3,237.35	28,140.08
2	原材料及び燃料							
2.1	原材料							
2.1.1	液化石油ガス	ton	1,592.92	93,505.20	14,894.63	13	1,936.30	16,830.93
2.1.2	改質触媒	ton	11,179.48	61.37	68.61	17	11.66	80.27
2.1.3	CO 変換触媒	ton	11,179.48	31.55	35.27	17	6.00	41.27
2.1.4	その他				40.00	17	6.80	46.80
	小計				15,038.51		1,960.76	16,999.27
2.2	動力							
2.2.1	生産用水	1,000m ³	1,946.90	479.20	93.30	13	12.13	105.43
2.2.2	電力	MWh	472.65	19,880.00	939.63	17	159.74	1,099.37
2.2.3	液化石油ガス	ton	1,592.92	1,996.28	317.99	13	41.34	359.33
2.2.4	燃料ガス	1,000m ³	1,061.95	1,000.00	106.20	13	13.81	120.01
	小計				1,457.12		227.02	1,684.14
	計 (2.1+2.2)				16,495.63		2,187.78	18,683.41
3	販売収入税及び付加							
3.1	付加価値税 (1-2)						1,049.57	
3.2	都市維持建設税					7	73.47	
3.3	教育費付加					3	31.49	
	計 (3.1+3.2+3.3)						1,154.53	

4) 減価償却費及び年賦償還費

表Ⅲ-4-2-6-3(4) 減価償却費及び年賦償還費

No.	項目	固定資産額 (万元)	残存簿価 (万元)	償却年数	償却費 (万元/年)
1	減価償却				
1.1	建物及び構築物	11,620.12	580.92	20	551.96
1.2	機器設備	35,373.54	1,768.62	12	2,800.41
1.3	電子設備	2,257.36	112.86	10	214.45
1.4	輸送設備	950.64	47.52	8	112.89
	計	50,201.66	2,509.92		3,679.71
2	年賦償還				
2.1	無形資産	13,351.10		10	1,335.11
2.2	繰延資産	513.18		5	102.64
	計	13,864.28			1,437.75

5) 製造原価

表Ⅲ-4-2-6-3(5) 製造原価

No.	項目	単位	単価 (元)	数量	価格 (万元)
1	工場原価				24,518.12
1.1	原材料費				16,999.27
1.2	燃料、動力費				1,684.14
1.3	人件費				255.00
1.4	製造費用				5,579.71
1.4.1	減価償却費				3,679.71
1.4.2	その他費用				1,900.00
2	販売費用				60.00
3	管理費用				1,727.75
3.1	年賦償還費				1,437.75
3.2	その他費用				290.00
4	財務費用				989.17
5	総原価 (1+2+3+4)				27,295.04
6	その内、固定費 (1.3+1.4+2+3+4)				8,611.63
7	変動費 (1.1+1.2)				18,683.41
8	経営原価 (5-1.4.1-3.1-4)				21,188.41

(2) 経済評価

1) 投資額調整

表Ⅲ-4-2-6-3(6) 投資額調整計算書

単位：万元

No.	項目	財務評価			経済評価			経済-財務 (±)
		合計	元換算 外貨	内貨	合計	元換算 外貨	内貨	
1	固定資産投資	62,797.75		62,797.75	61,447.75		61,447.75	-1,350.00
1.1	建築工事	1,668.00		1,668.00	1,668.00		1,668.00	
1.2	設備費	10,417.00		10,417.00	10,417.00		10,417.00	
1.3	据付工事	11,921.00		11,921.00	11,921.00		11,921.00	
1.4	その他費用	35,831.75		35,831.75	35,831.75		35,831.75	
1.5	予備費	2,960.00		2,960.00	1,610.00		1,610.00	-1,350.00
1.5.1	数量変動予備費	1,610.00		1,610.00	1,610.00		1,610.00	
1.5.2	物価変動予備費	1,350.00		1,350.00				-1,350.00
3	建中金利	1,268.19		1,268.19				-1,268.19
4	運転資金	2,091.20		2,091.20	2,091.20		2,091.20	
	合計	66,157.14		66,157.14	63,538.95		63,538.95	-2,618.19

2) 製造費用調整

表Ⅲ-4-2-6-3(7) 製造費用調整計算書

単位：万元

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	消費量 (単位/年)	製造費用	単価 (元)	消費量 (単位/年)	製造費用
1	原材料費				16,999.27			15,038.51
2	燃料及び動力				1,684.14			1,457.12
3	人件費				255.00			255.00
4	製造費用				5,579.71			1,900.00
5	販売費用				60.00			60.00
6	管理費用				1,727.75			290.00
7	財務費用				608.72			
	合計				26,914.59			19,000.63

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-6-3(8) 販売収入調整計算書

単位：万元

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	販売量 (単位/年)	販売価格	単価 (元)	販売量 (単位/年)	販売価格
1	販売収入							
1.1	都市ガス				28,140.08			24,902.73
	計				28,140.08			24,902.73

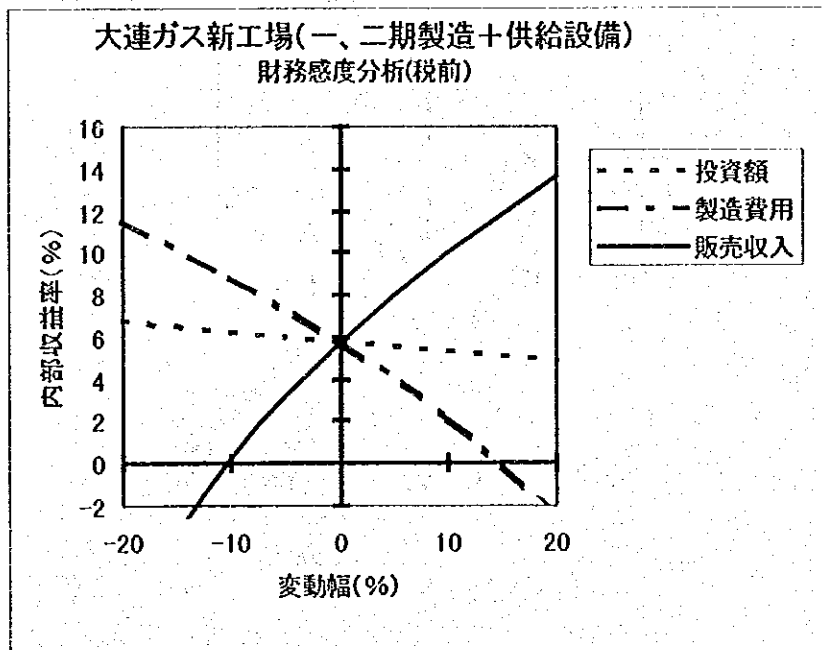
(3) 計算結果

1) 財務計算

財務内部收益率 (FIRR) : 4.72% (所得稅後) 5.73% (所得稅前)
 投資回収年数 (建設開始年より) : 14.35 年 (所得稅後) 14.19 年 (所得稅前)
 借入金元本返済能力 (DSCR) : 1.84 > 1.0 OK
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-6-3 (9)及び 図Ⅲ-4-2-6-3 (1)参照

表Ⅲ-4-2-6-3(9) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+10	-10	+10	-10	
税前	内部收益率 (%)	5.73	5.27	6.23	2.11	8.79	10.00	0.21
	投資回収年数	14.19	14.76	13.63	19.56	11.44	10.64	22.78
税後	内部收益率 (%)	4.72	4.33	5.13	1.87	7.09	8.02	0.21
	投資回収年数	14.35	14.82	13.87	19.56	12.13	11.47	22.78



図Ⅲ-4-2-6-3(1) 財務感度分析図

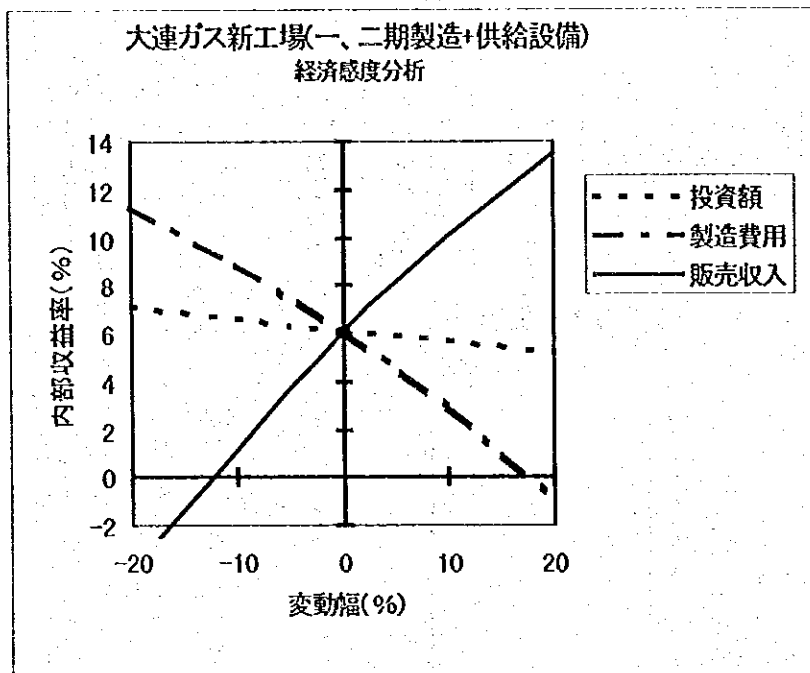
2) 經濟計算

經濟內部收益率 (EIRR) : 6.12%

感度分析 : 表III-4-2-6-3 (10)及び図III-4-2-6-3 (2)参照

表III-4-2-6-3(10) 經濟感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部收益率 (%)	6.12	5.67	6.61	2.97	8.85	10.09	1.12



図III-4-2-6-3(2) 經濟感度分析図

4.2.7 大連市環境管理近代化整備計画

4.2.7.1 概要

(1) 投資概要及び実施時期

表Ⅲ-4-2-7-1(1) 投資概要及び実施時期

(単位：万元)

No.	項目	建築費	設備費	その他	合計	投資概要及び実施時期
1	環境管理センタービル	4,650			4,650	環保局、監測センター、情報センター、宣伝教育センター、管理処、環境科学研究設計院の一部が入る総合ビルの建設。 投資時期：2001年
2	自動モニタリングデータ収集、分析、管理、環境管理指揮センター		176		176	モニタリングデータの収集、分析、管理、報告書作成等をコンピュータ処理する設備を設置。 投資時期：2001年
3	大気自動モニタリングシステムと気象自動観測システム	900	1,020		1,920	一般大気質測定局を5局から13局に増設。 投資時期：2001年
4	煙の黒さの自動監視システム	60	160		220	工場の煙突から排出される黒煙を常時自動監視する監視局を6局設置。 投資時期：2001年
5	交通騒音・振動及び自動車排ガスモニタリングシステム、移動モニタリングシステム	110	436		546	交通騒音及び自動車排ガス汚染を常時自動監視する観測局を6局設置。 投資時期：2001年
6	環境モニタリング分析センター-実験室		3,385		3,385	監測センター及び各分局の機材を拡充。 投資時期： 第1期；2001年（1,496万元） 第2期；2008年（1,889万元）
7	水質モニタリング強化		169		169	自動監視機材が増強されない水質関係のモニタリング強化を目的として1999年～2005年（中間目標達成時期）の7年間。
8	環境教育施設	450	943		1,393	環境教育基地の建設及び教育用ビデオ製作機材を増強。 投資時期：2001年
9	視察・トレーニング			1,110	1,110	先進国へ研修者を派遣し、また先進国から招聘して人材育成を図る。 研修時期： 1999年；36万元 2000年；221万元 2002年；807万元 2009年；46万元
	合計	6,170	6,289	1,110	13,569	

注）：為替交換レートは15.05円/元を使用

(2) 部署別人員計画

表Ⅲ-4-2-7-1(2) 部署別人員数

No	部署名	人員 (人)	備考
1	環境保護局本部	49	
2	環境監測センター	96	1998年は97人
3	環境設計研究院	72	
4	環境情報センター	8	
5	環境宣伝教育センター	14	
6	環境管理処	24	
7	中山分局	42	
8	西崗分局	44	
9	沙河口分局	46	1998年は50人
10	甘井子分局	52	1998年は55人
11	老鉄山管理処	26	
	合計	473	

(3) 運営費と業務収入

表Ⅲ-4-2-7-1(3) 運営費と業務収入

(単位：万元)

年度	業務収入	運営費					計	差額
		人件費	業務費	設備投資	雑費	その他		
1999	668.2	691.1	820.3	230.5	73.9	303.9	2,119.7	1,451.5
2000	728.4	740.1	875.4	239.0	77.2	315.1	2,246.8	1,518.4
2001	793.9	792.7	934.8	248.2	79.5	326.8	2,382.0	1,588.1
2002	915.4	849.0	1,013.9	257.0	82.1	338.9	2,540.9	1,625.5
2003	995.1	883.9	1,083.5	266.5	85.5	351.4	2,670.8	1,675.7
2004	1,081.9	864.1	1,158.6	276.4	88.7	364.4	2,752.2	1,670.3
2005	1,176.5	845.9	1,239.6	286.6	91.9	377.9	2,841.9	1,665.4
2006	1,217.0	829.2	1,133.8	288.8	91.9	381.5	2,725.2	1,508.2
2007	1,261.1	814.2	1,151.1	291.1	91.9	385.3	2,733.6	1,472.5
2008	1,309.1	872.0	1,169.9	293.1	91.9	389.2	2,816.1	1,507.0
2009	1,361.3	933.9	1,190.1	296.0	91.9	393.3	2,905.2	1,543.9
2010	1,418.0	1,000.2	1,212.1	298.5	91.9	397.5	3,000.2	1,582.2

4.2.7.2 プレF/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 前提条件

事業開始年：	1999年
事業実施期間：	12年
事業評価期間：	12年
減価償却費：	
機材設備 (1) (外国援助金)：	10年
機材設備 (2) (政府補助金)：	5年
建築費：	30年
増値税及び付加：	0
所得税：	0
内部収益率 (IRR)：	3% (目標値)

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-7-2(1) 総投資額

単位：万元

No	項目	建築費	機材設備費	その他	総計	その内、 元換算外貨
1	固定資産投資	6,170	6,289		12,459	5,884
1.1	環境管理センタービル	4,650			4,650	
1.2	自動モニタリングデータ収集、分析、管理、環境管理指揮センター		176		176	100
1.3	大気自動モニタリングシステムと気象自動観測システム	900	1,020		1,920	1,020
1.4	煙の黒さの自動監視システム	60	160		220	
1.5	交通騒音・振動及び自動車排ガスモニタリングシステム、振動モニタリングシステム	110	436		546	436
1.6	環境モニタリング分析センター実験室		3,385		3,385	3,385
1.7	水質モニタリング強化		169		169	
1.8	環境教育施設	450	943		1,393	943
2	視察・トレーニング			1,110	1,110	1,110
	総投資額 (1+2)	6,170	6,289	1,110	13,569	6,994

資金計画： 政府補助金 6,575 万元 + 外国援助金 6,994 万元

表Ⅲ-4-2-7-2(2) 資金内訳

単位：万元

No	項目	建築費	設備 (1)	設備 (2)	視察・ トレーニング	合計
1	自己資金					
2	政府補助金	6,170		405		6,575
3	外国援助金		5,884		1,110	6,994
	合計	6,170	5,884	405	1,110	13,569

注)：資金計画が不明なので、大連側の希望により、IV.各論の10. 環境管理近代化において日本円ベースで積算された機材設備費と視察・トレーニングの費用を外国援助金、その他を政府補助金として上表を作成した。

2) 運営収入と運営費

表Ⅲ-4-2-7-2(3) 運営収入と運営費

単位：万元

年度	運営収入			運営費					
	政府予算	業務収入	計	人件費	業務費	設備投資	雑費	その他	計
1999	1,647.8	668.2	2,316.0	691.1	820.3	230.5	73.9	303.9	2,119.7
2000	1,756.6	728.4	2,485.0	740.1	875.4	239.0	77.2	315.1	2,246.8
2001	1,872.5	793.9	2,666.4	792.7	934.8	248.2	79.5	326.8	2,382.0
2002	1,996.1	915.4	2,911.5	849.0	1,013.9	257.0	82.1	338.9	2,540.9
2003	2,127.8	995.1	3,122.9	883.9	1,083.5	266.5	85.5	351.4	2,670.8
2004	2,268.2	1,081.9	3,350.1	864.1	1,158.6	276.4	88.7	364.4	2,752.2
2005	2,417.9	1,176.5	3,594.4	845.9	1,239.6	286.6	91.9	377.9	2,841.9
2006	2,577.5	1,217.0	3,794.5	829.2	1,133.8	288.8	91.9	381.5	2,725.2
2007	2,747.6	1,261.1	4,008.7	814.2	1,151.1	291.1	91.9	385.3	2,733.6
2008	2,928.9	1,309.1	4,238.0	872.0	1,169.9	293.1	91.9	389.2	2,816.1
2009	3,122.2	1,361.3	4,483.5	933.9	1,190.1	296.0	91.9	393.3	2,905.2
2010	3,328.3	1,418.0	4,746.3	1,000.2	1,212.1	298.5	91.9	397.5	3,000.2

注)：1999年政府予算は、1992～1996年(5年間)政府予算平均1,098.56万元の1.5倍、年平均伸び率は6.6%として算定。

(2) 経済評価

経済評価投資額：	財務評価投資額 × 1.0
経済評価運営原価：	財務評価運営原価 × 1.0
経済評価運営収入：	財務評価運営収入 × 1.0

(3) 計算結果

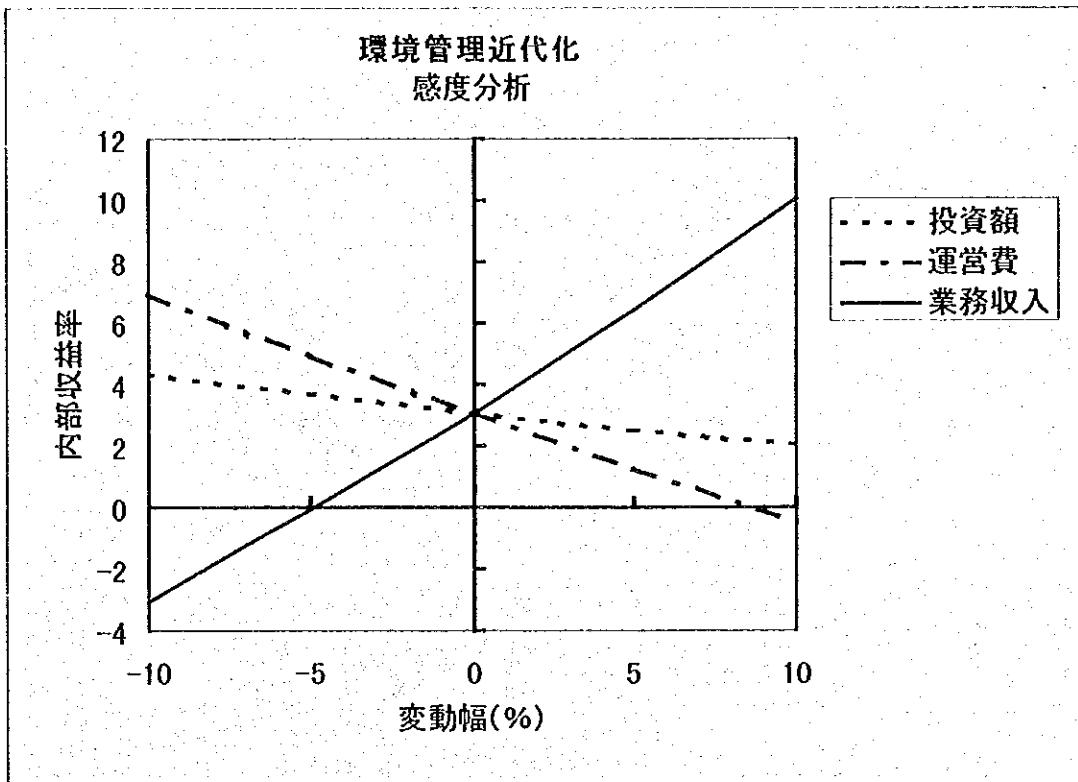
財務内部收益率 (FIRR) : 3.07% (税前/税後)

經濟内部收益率 (EIRR) : 3.07%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-7-2(4)及び図Ⅲ-4-2-7-2(1)参照

表Ⅲ-4-2-7-2(4) 感度分析表

項目	基準値 (%)	投資額		運営費		運営収入	
		変動幅		変動幅		変動幅	
		+5.0%	-5.0%	+5.0%	-5.0%	+5.0%	-5.0%
内部收益率 (IRR)	3.07	2.53	3.66	1.26	4.96	6.42	-0.07



図Ⅲ-4-2-7-2(1) 感度分析図

JICA