

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

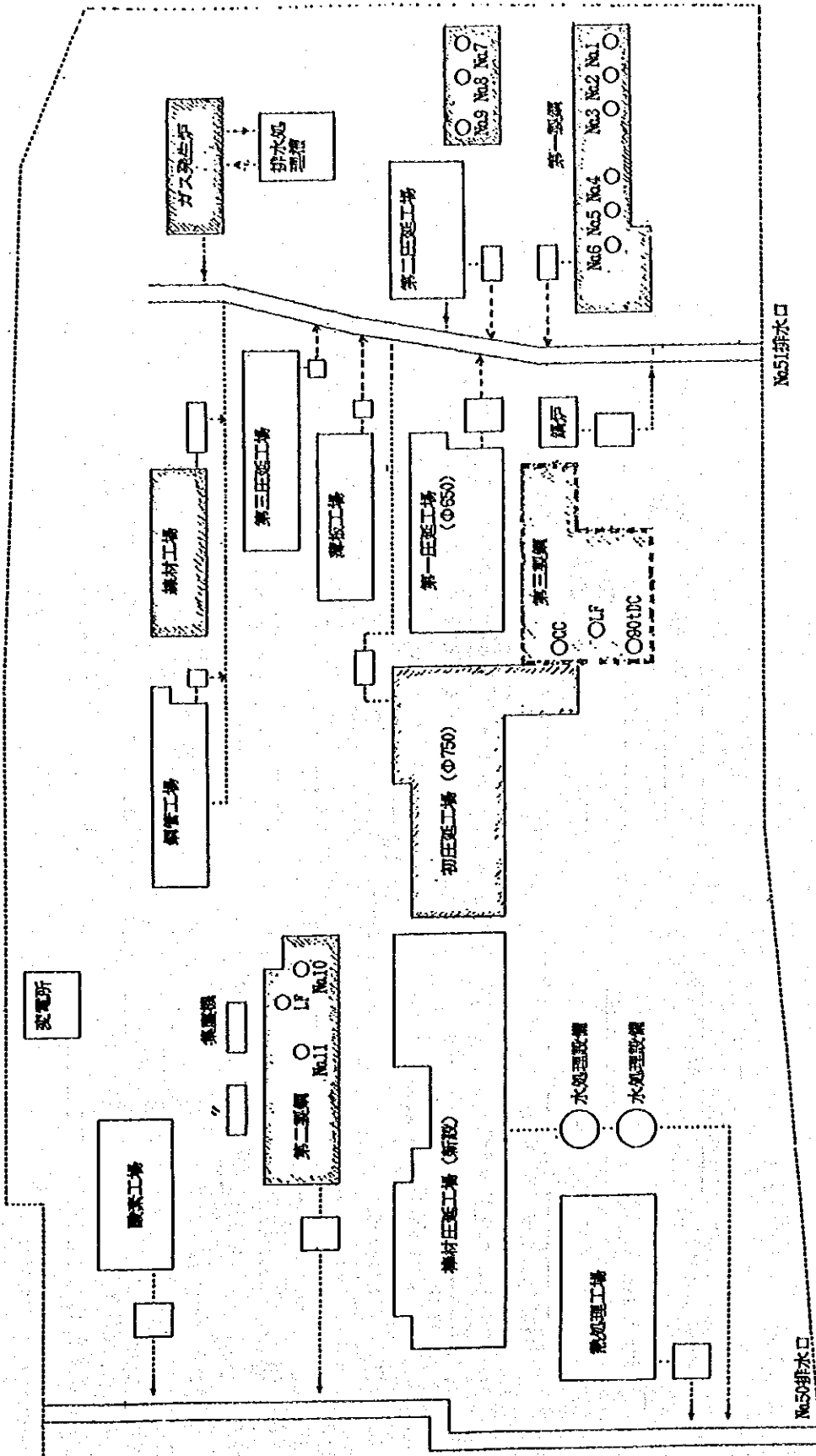
表Ⅲ-4-2-1-1(2) 工場改善後の製品生産量

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 污水燃焼処理炉設置



図III-4-2-1-1(1) 工場配置図

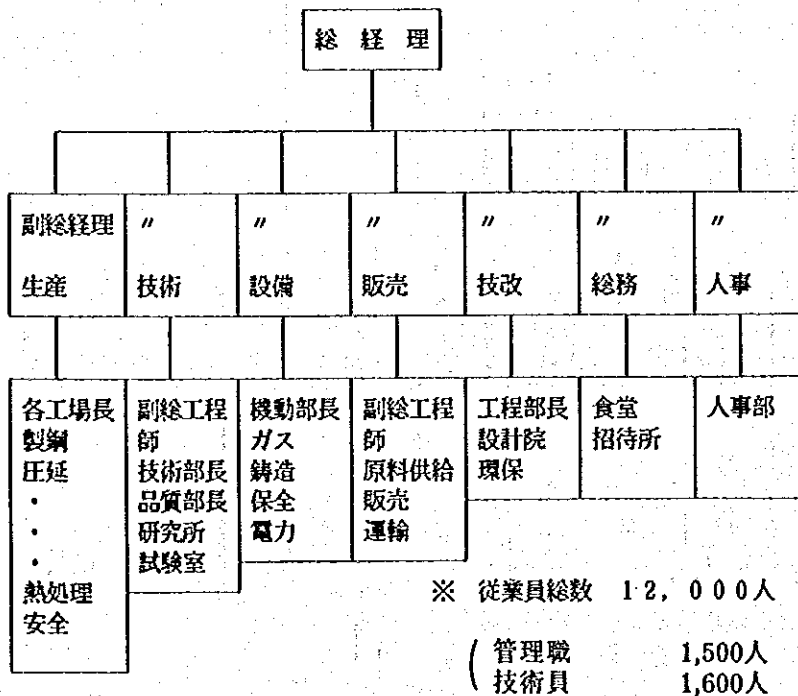
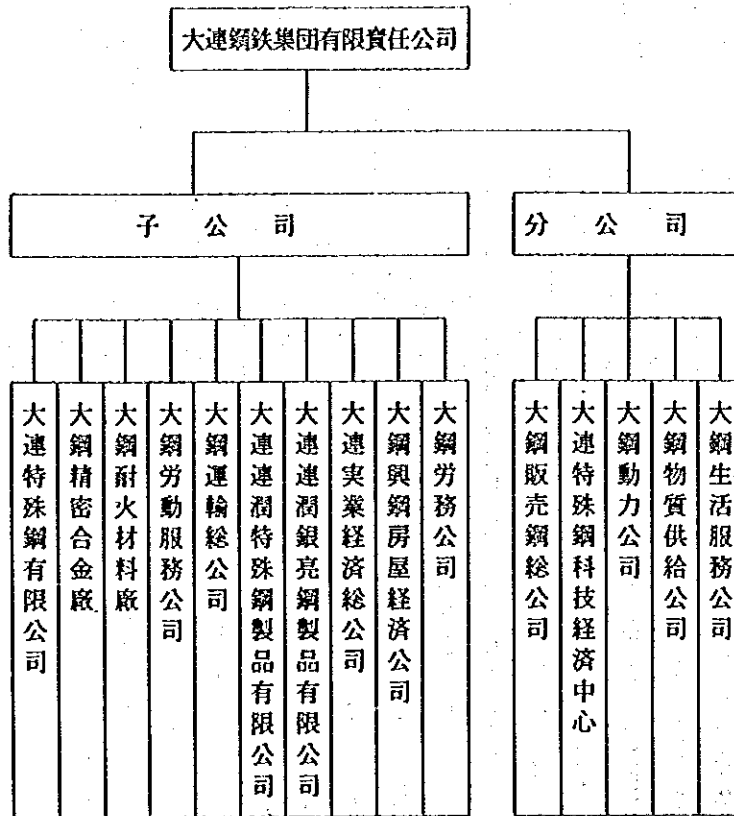
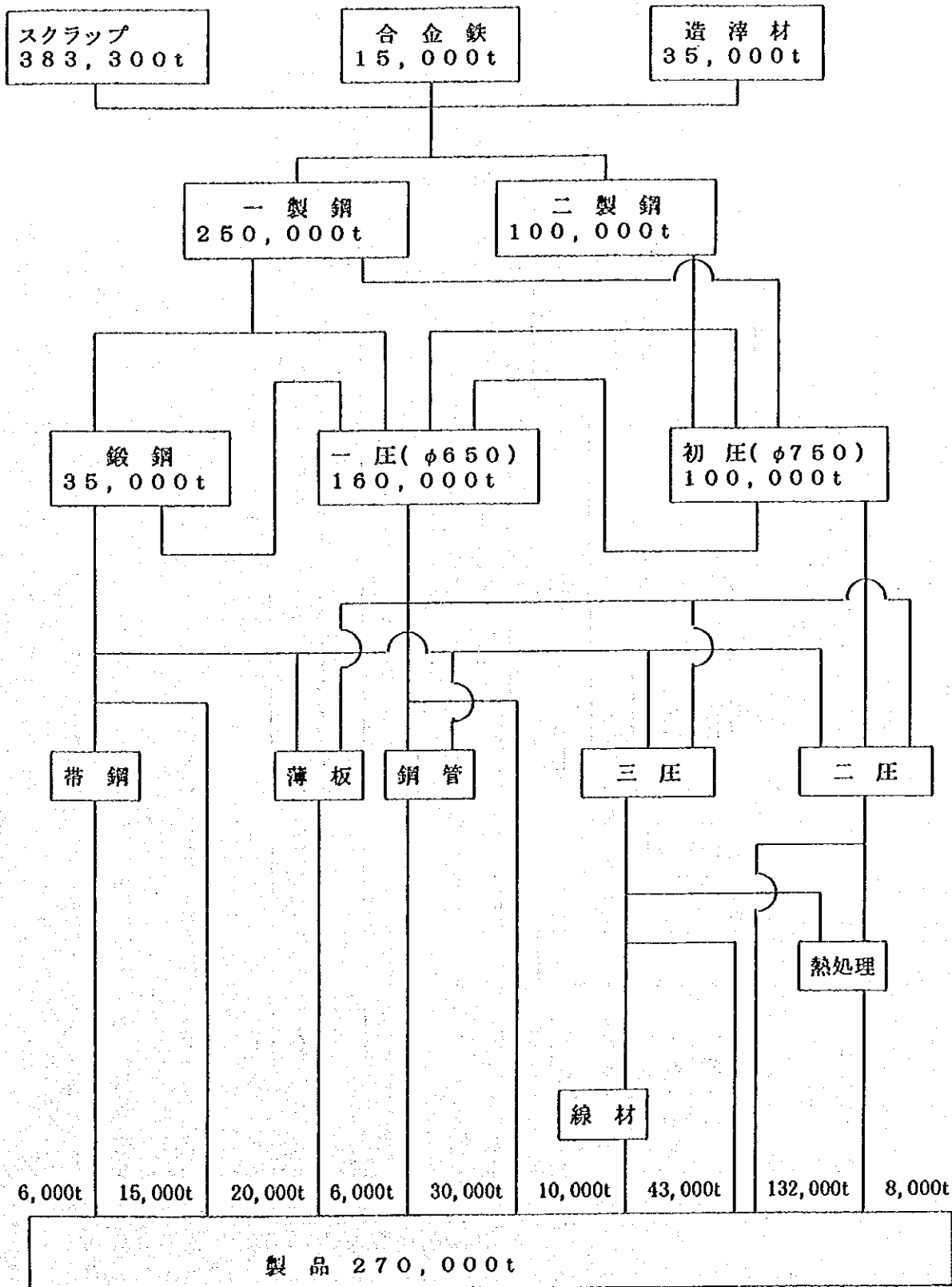
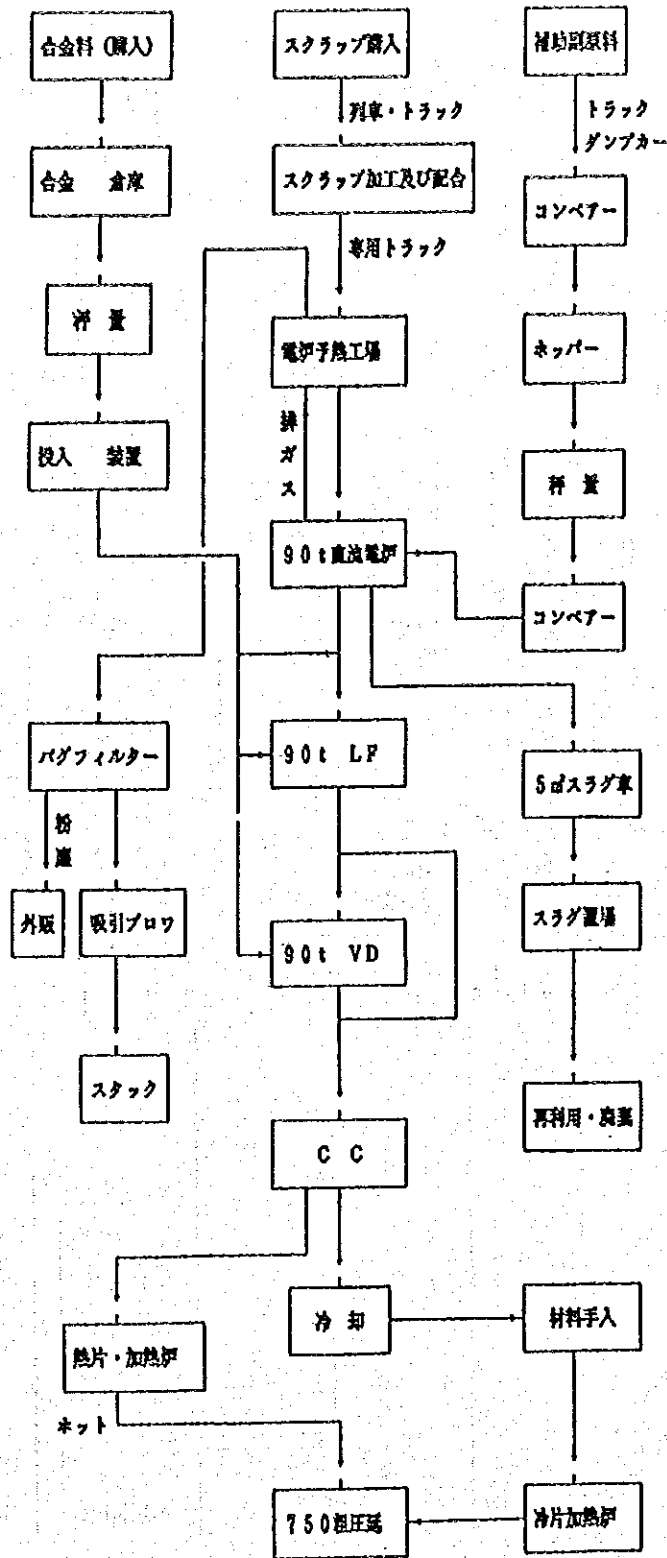


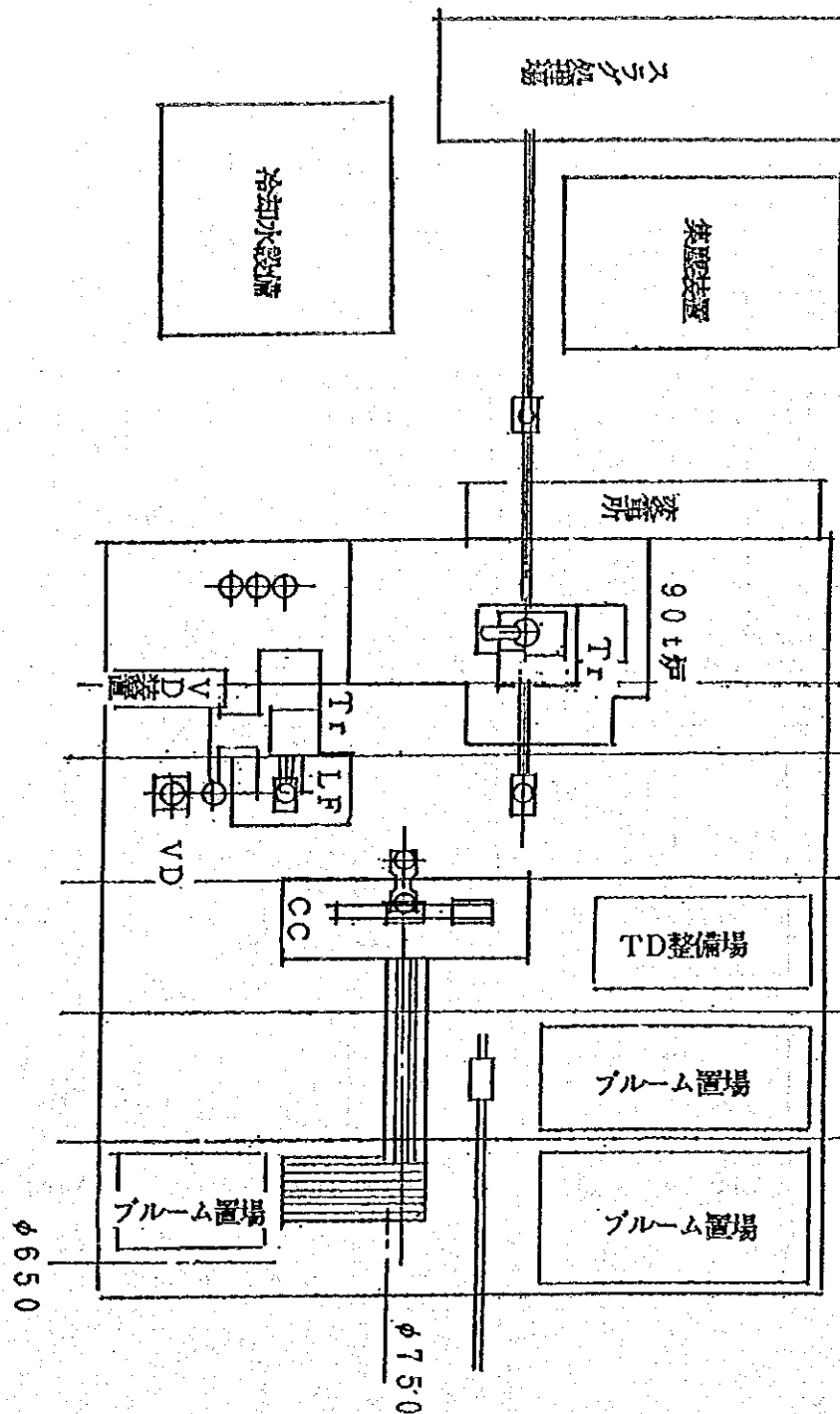
圖 III-4-2-1-1(2) 組織圖



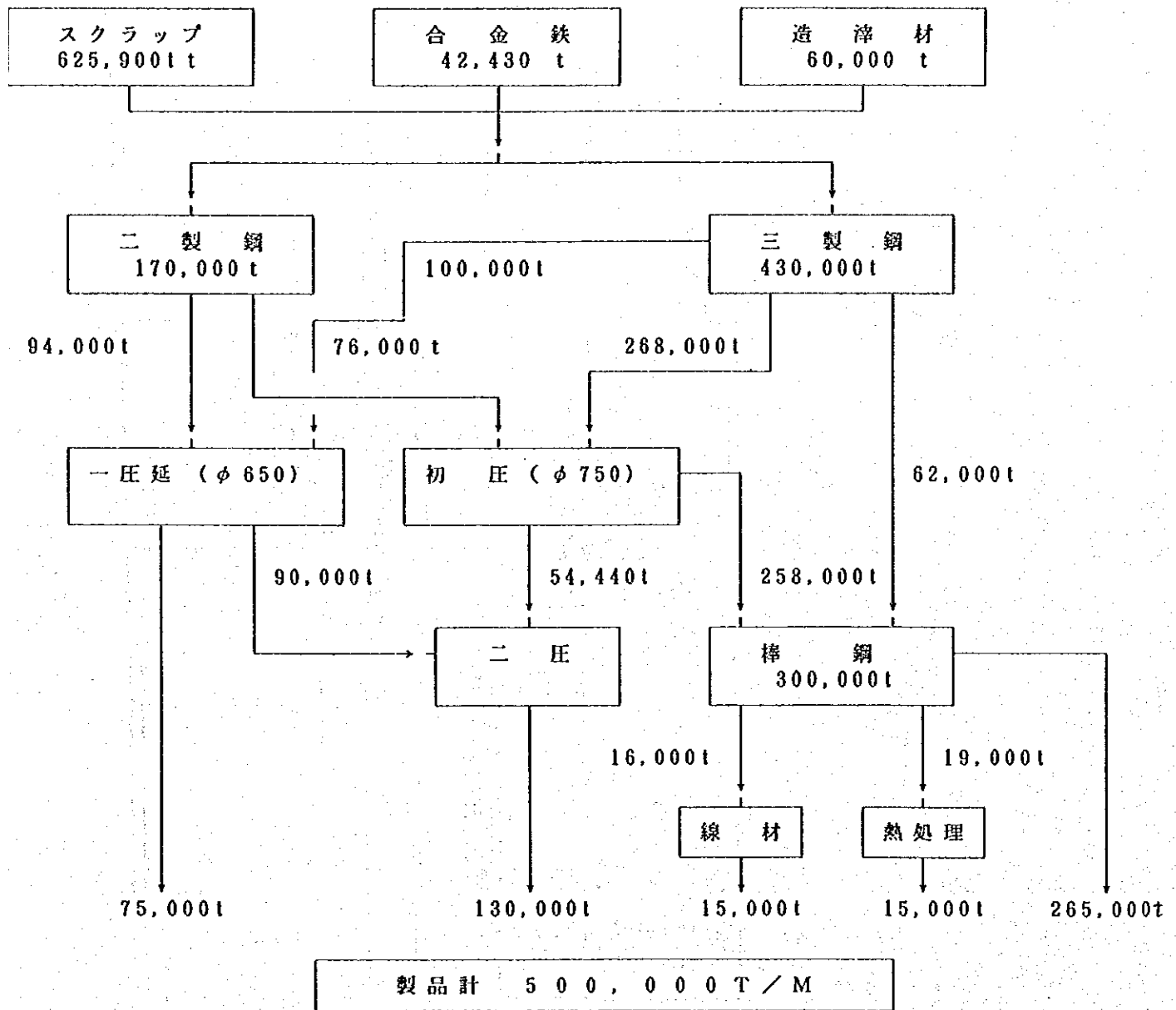
図III-4-2-1-1(3) 製品製造プロセス



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気ガス、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時間当り年総排出量 (万kg/a)	ばいじん排出係数 (t)	燃料消費量 (kg/m ³) 排出基準 (150kg/m ³)	排出係数・濃度・排出基準					
		経度			緯度							SO ₂ 年排出量 (t)	SO ₂ 排出基準 (kg)	SO ₂ 排出基準 (kg)	NOx 年排出量 (t)	NOx 排出基準 (kg)	NOx 排出基準 (kg)
		度	分	秒	度	分	秒					年排出量 (t)	年排出量 (t)	年排出量 (t)	年排出量 (t)	年排出量 (t)	年排出量 (t)
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	26.40	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

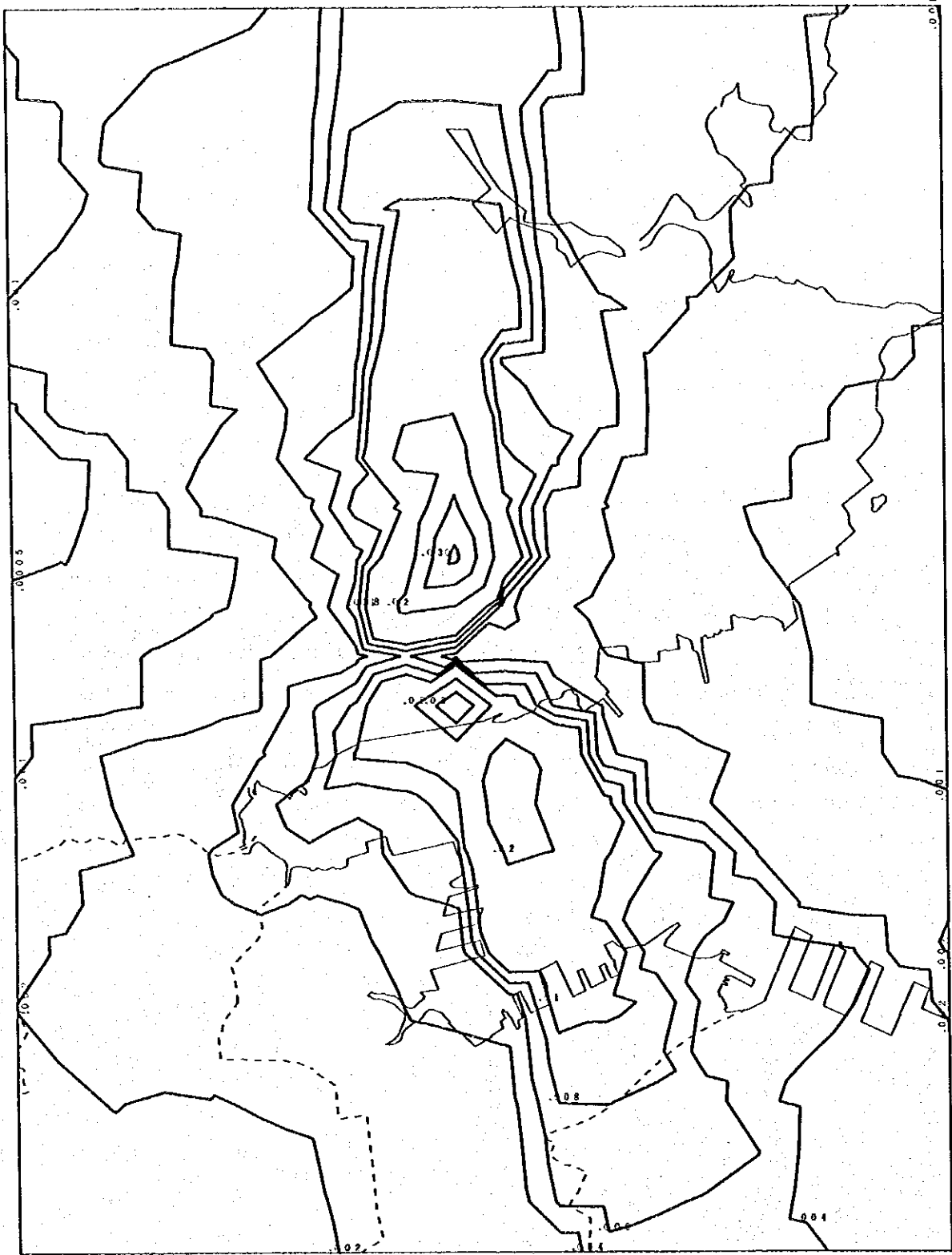
短期的な影響を考慮するため、30分平均値と1日平均値を推定した。工場に複数本の煙突がある場合、濃度プロファイルは、すべての煙突が同一地点に存在すると仮定した計算を行った。気象条件は最も頻度の多い風速2m/s、安定度はDとした。図Ⅲ-4-2-1(5)にPM10の1次粒子のみの計算結果(DUST)、とガス状物質からの変質も考慮した計算結果(SPM)を示す。濃度プロファイルによると、PM10は日平均の2級基準 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を大幅に超えている。また、図Ⅲ-4-2-1(6)にSO₂、NO_x、NO₂の濃度プロファイルを示す。SO₂に関しては日平均値の環境基準 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 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)



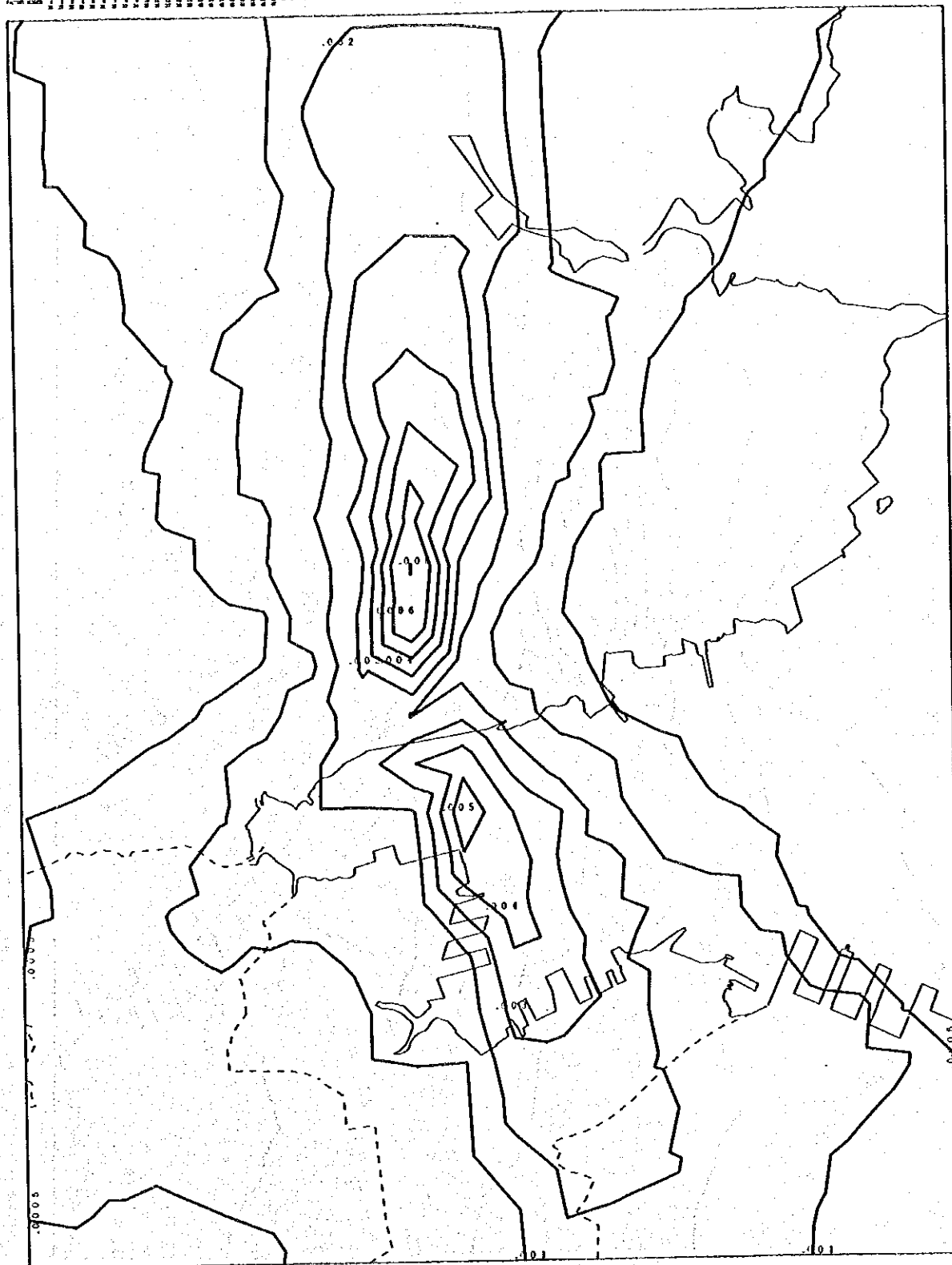
図III-4-2-1(1) PM10年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF SO₂ CONCENTRATION

大連製鋼 現状



0 1 2 3 ¹⁰⁰ (mg/m³)



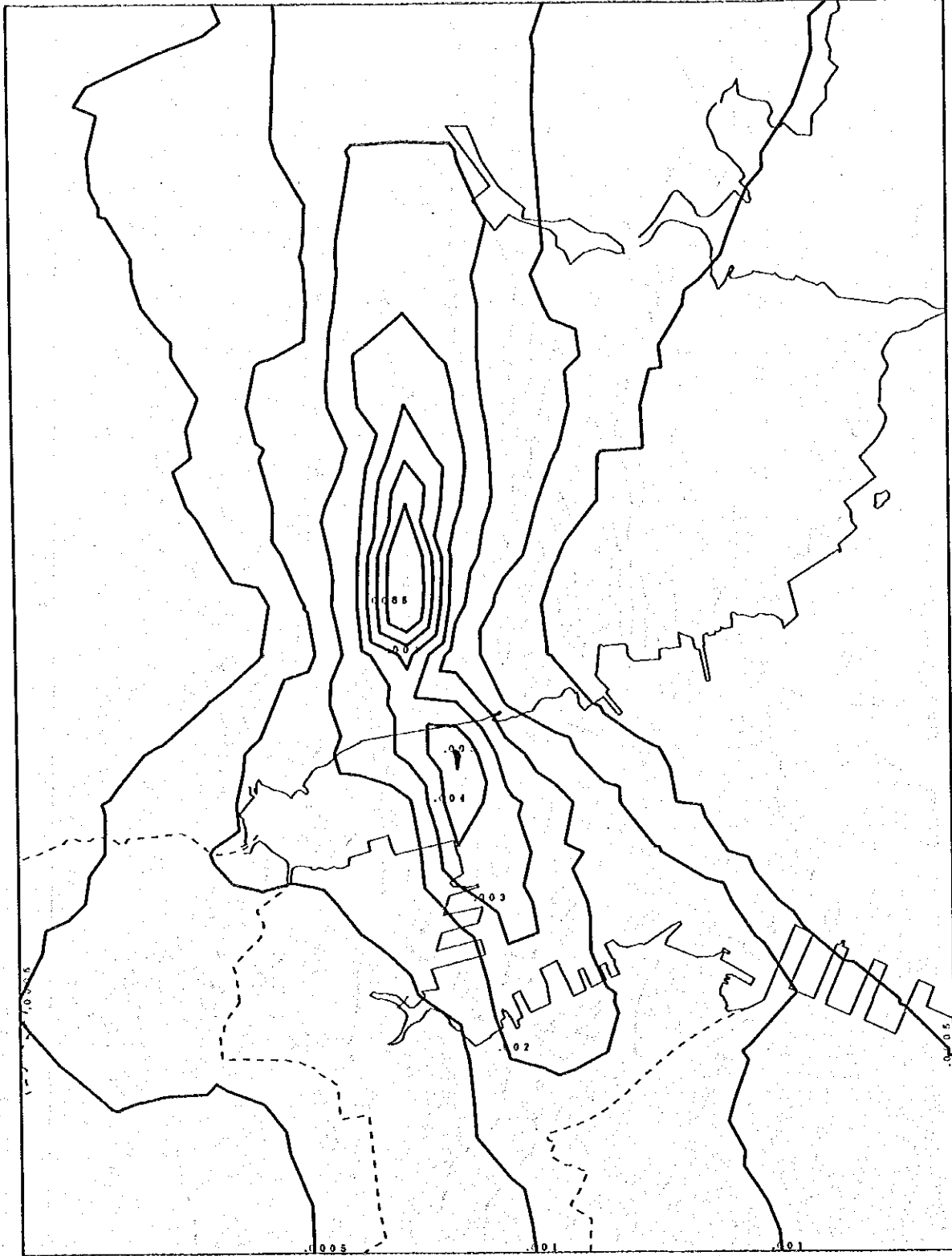
图III-4-2-1(2) SO₂年平均濃度图(現状)

CONTOUR CURVE OF NO_x CONCENTRATION

大連製鋼 現状



0 1 2 3 (μg/m³)



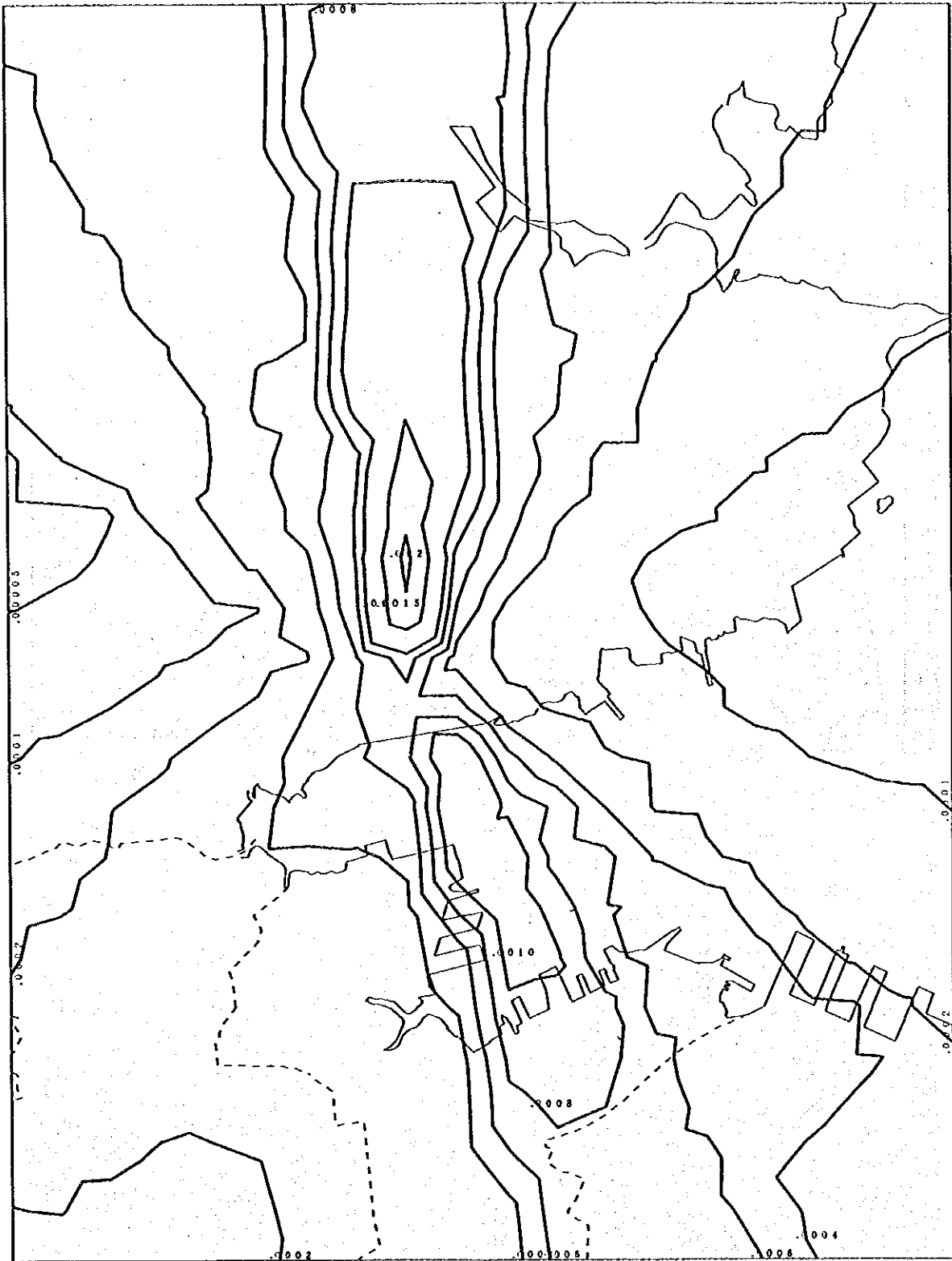
図III-4-2-1(3) NO_x年平均濃度図(現状)

CONTOUR CURVE OF NO₂ CONCENTRATION

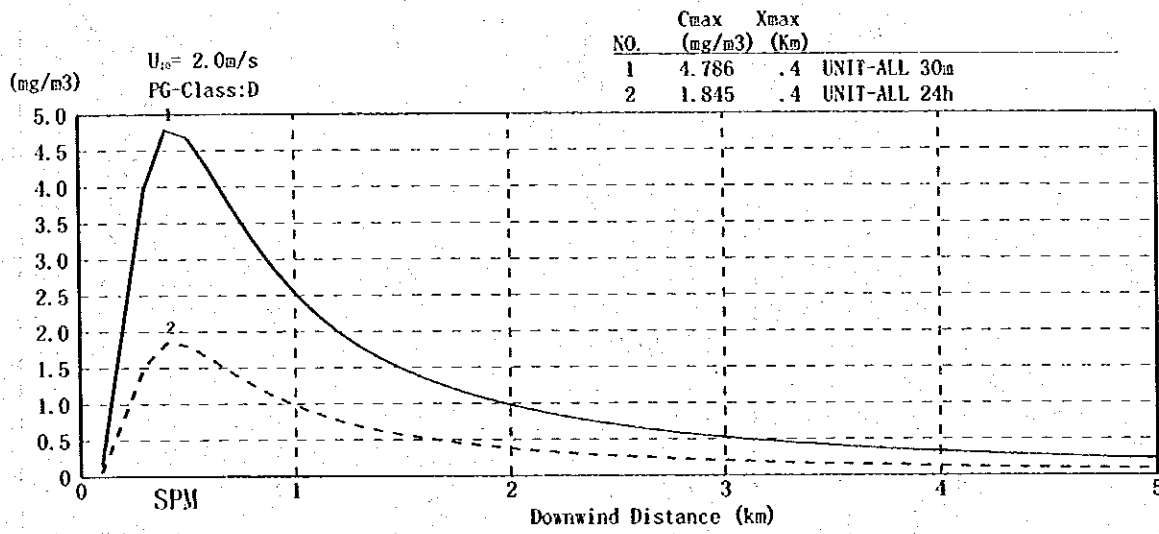
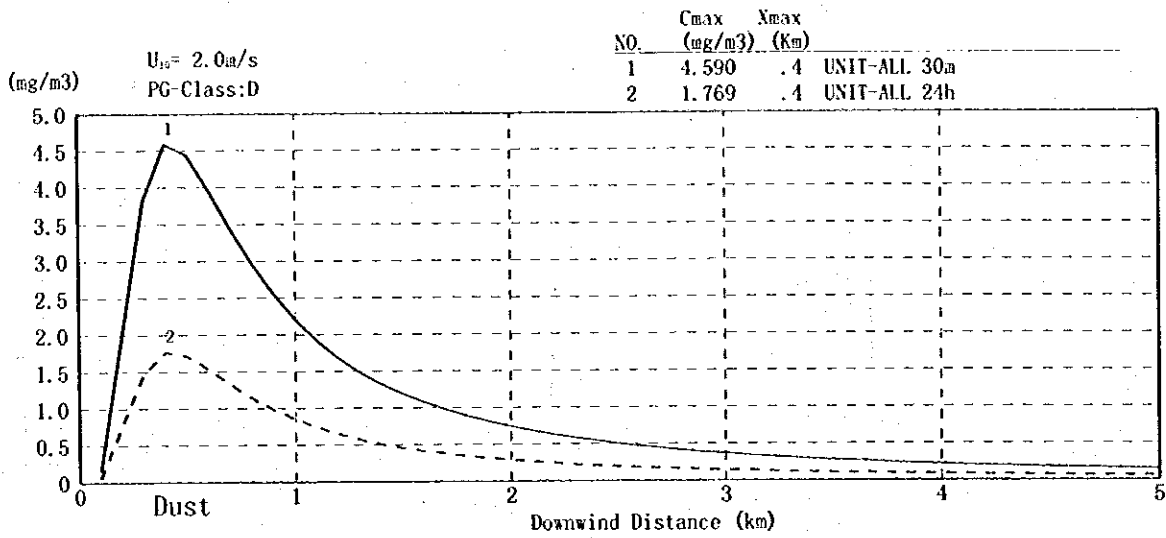
大連製鋼 現状



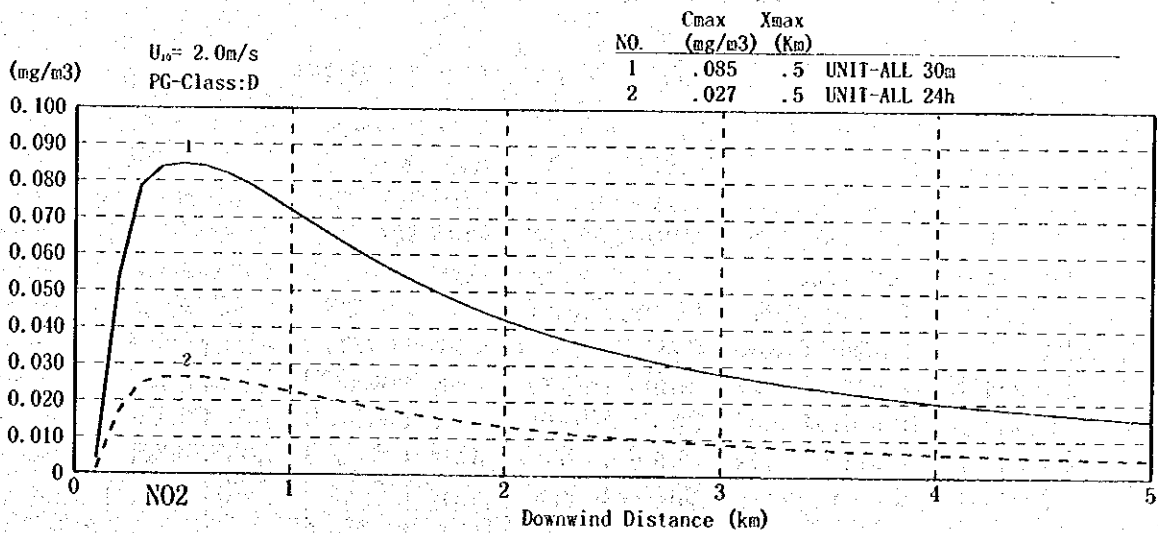
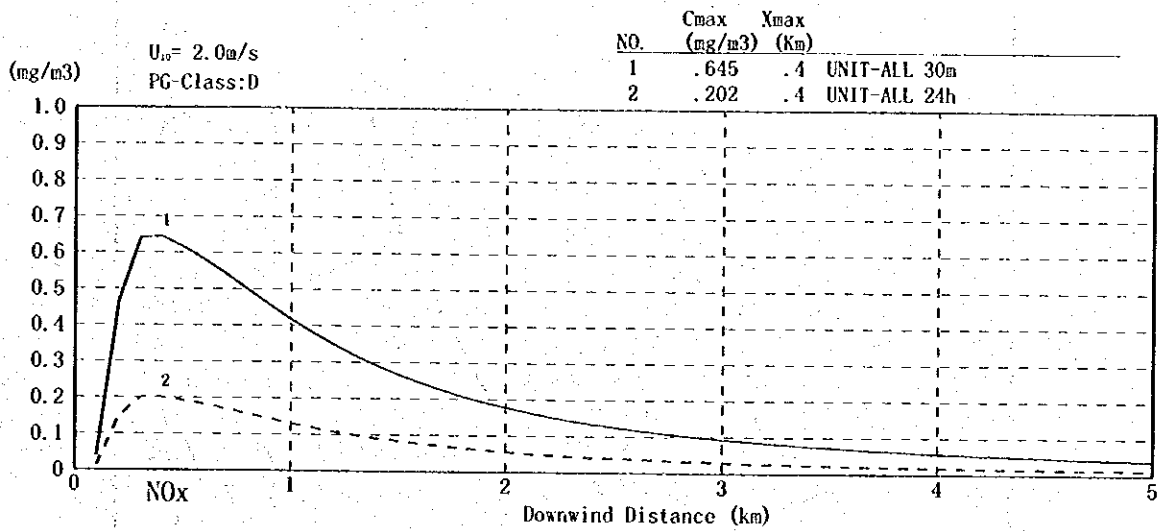
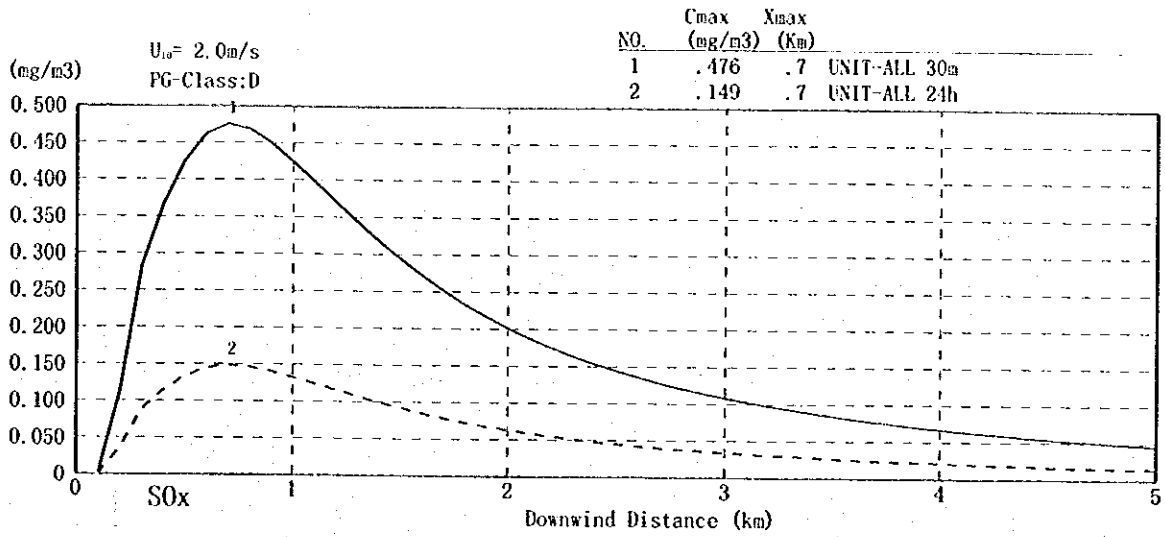
0 1 2 3 (mg/m³)



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)

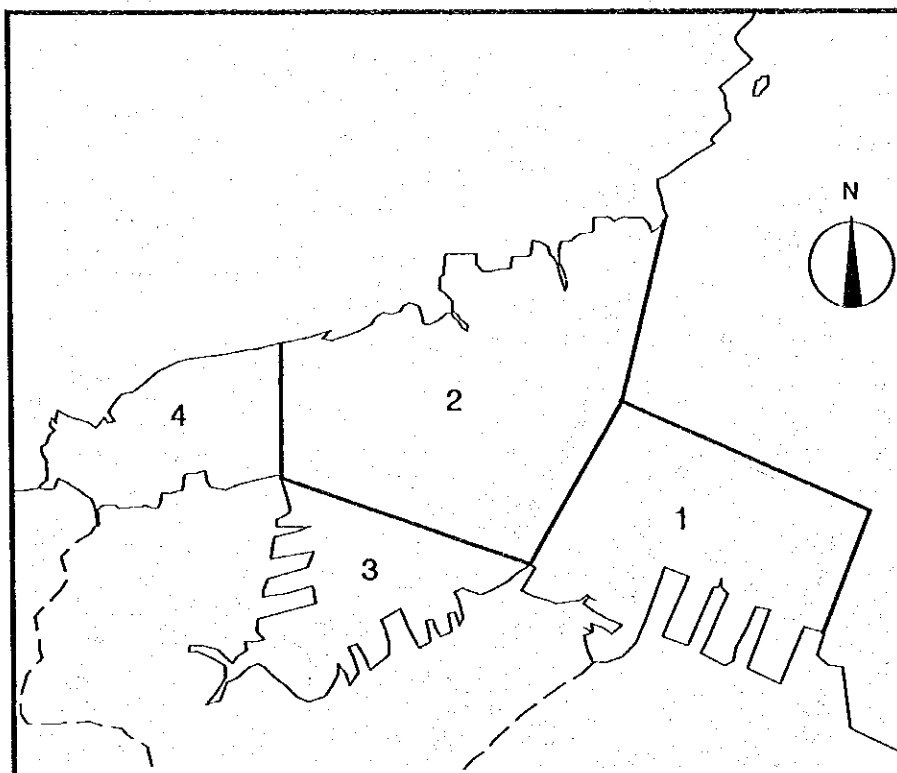


CONCAWE & Plume
 図III-4-2-1(6) 大連製鋼(現状)(短時間値)

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)	燃焼工程毎の年間排出量(万t)	粉塵(t)	粉塵濃度(mg/m ³) 排出基準 ※基準値は0.05mg/m ³	排出量・濃度・排出基準値					
							SO ₂ 年間排出量(t)	SO ₂ 時排出量(t/h)	SO ₂ 排出基準(t/h)	NO _x 年間排出量(t)	NO _x 時排出量(t/h)	NO _x 排出基準(t/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

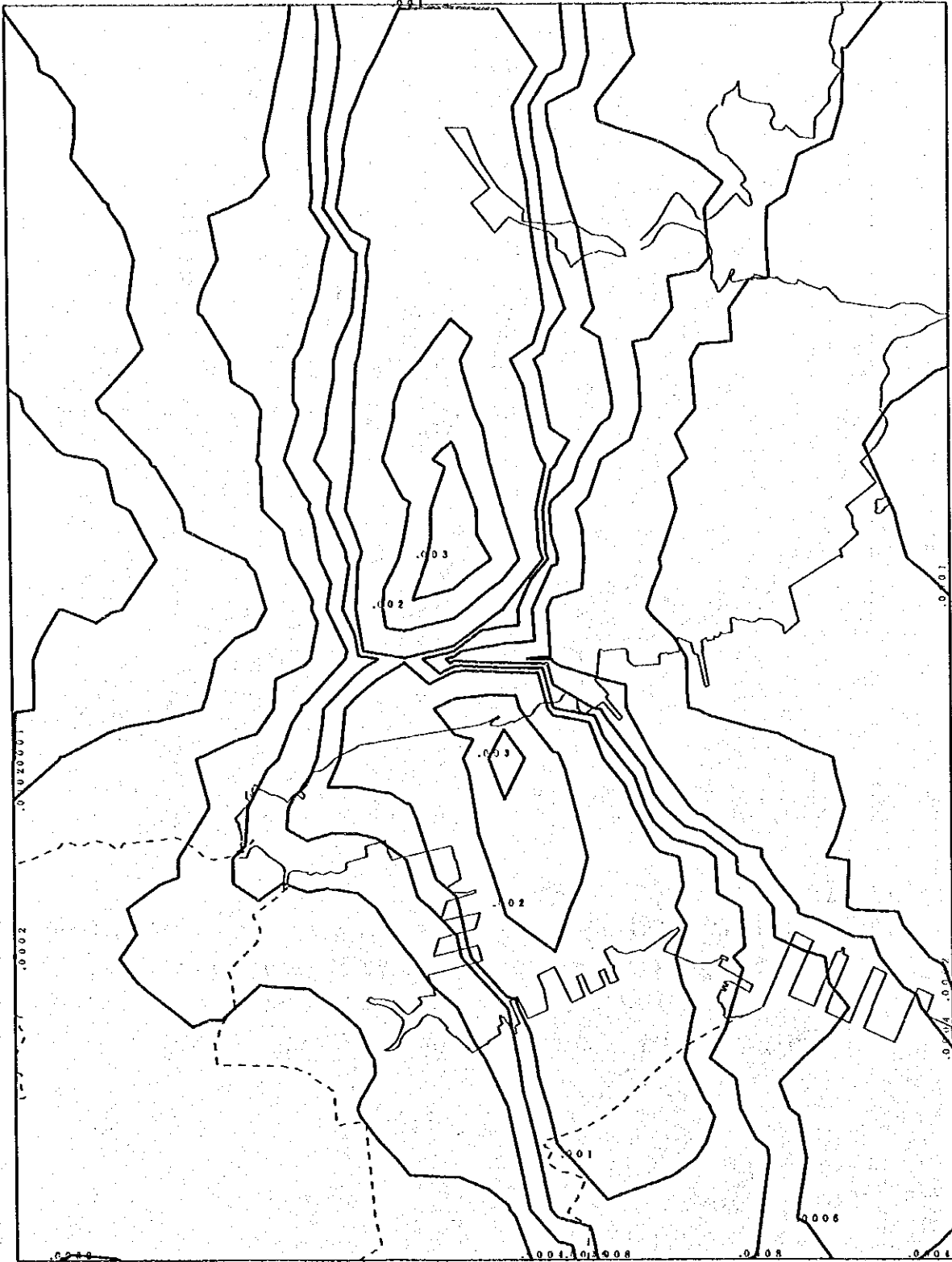
図Ⅲ-4-2-1(8)~(11)に対策後の長期平均濃度を示す。粉塵対策を行うとPM10の環境濃度は現状の約1/10程度となり、最大濃度曲線も0.003mg/m³と大幅な環境改善となる。従って、大連製鋼における環境基準に対する寄与率は7.5%と大きく低減する。SO₂及びNO_xは若干の改善が見られるが、大きな変化はない。

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)

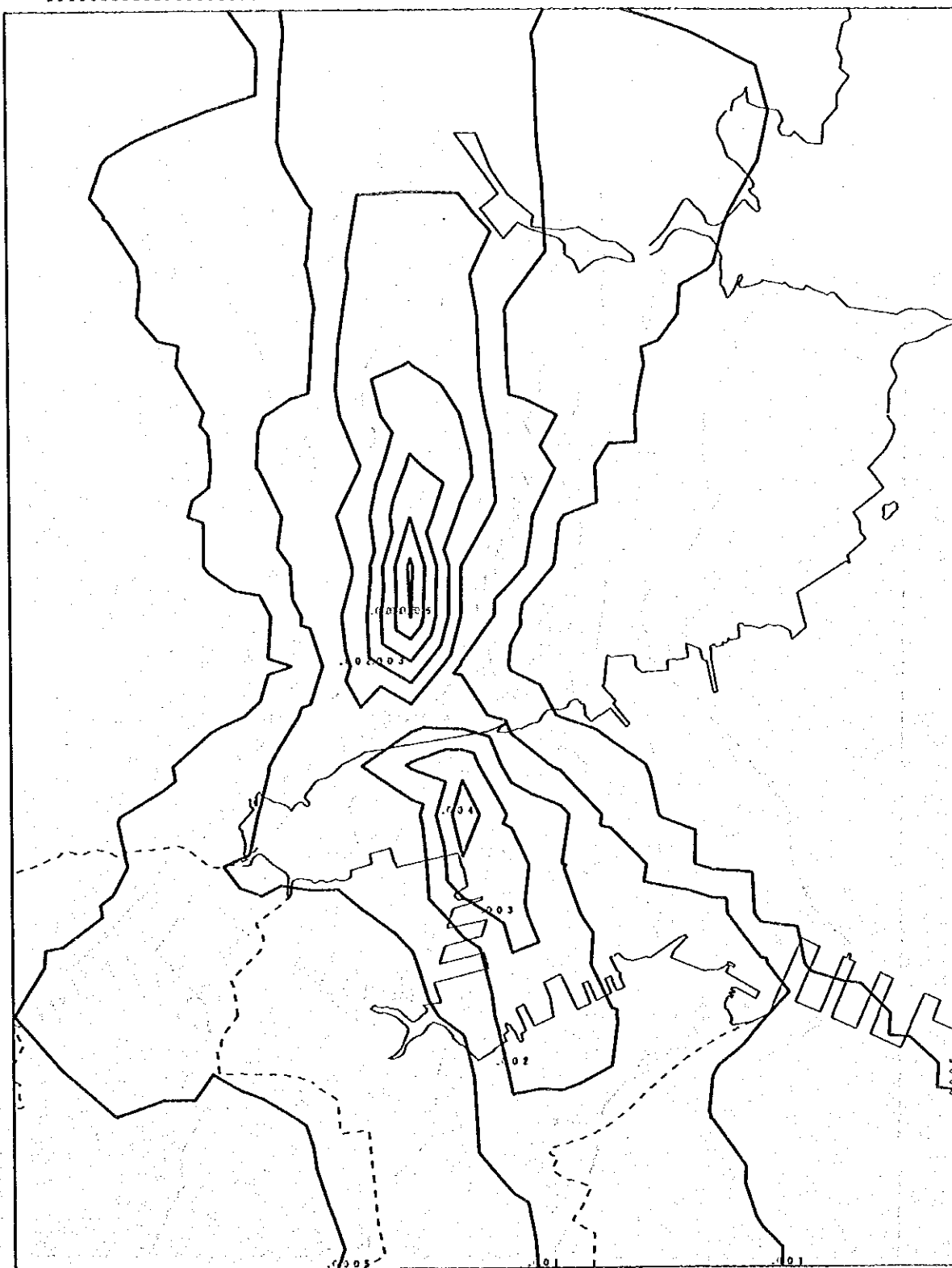


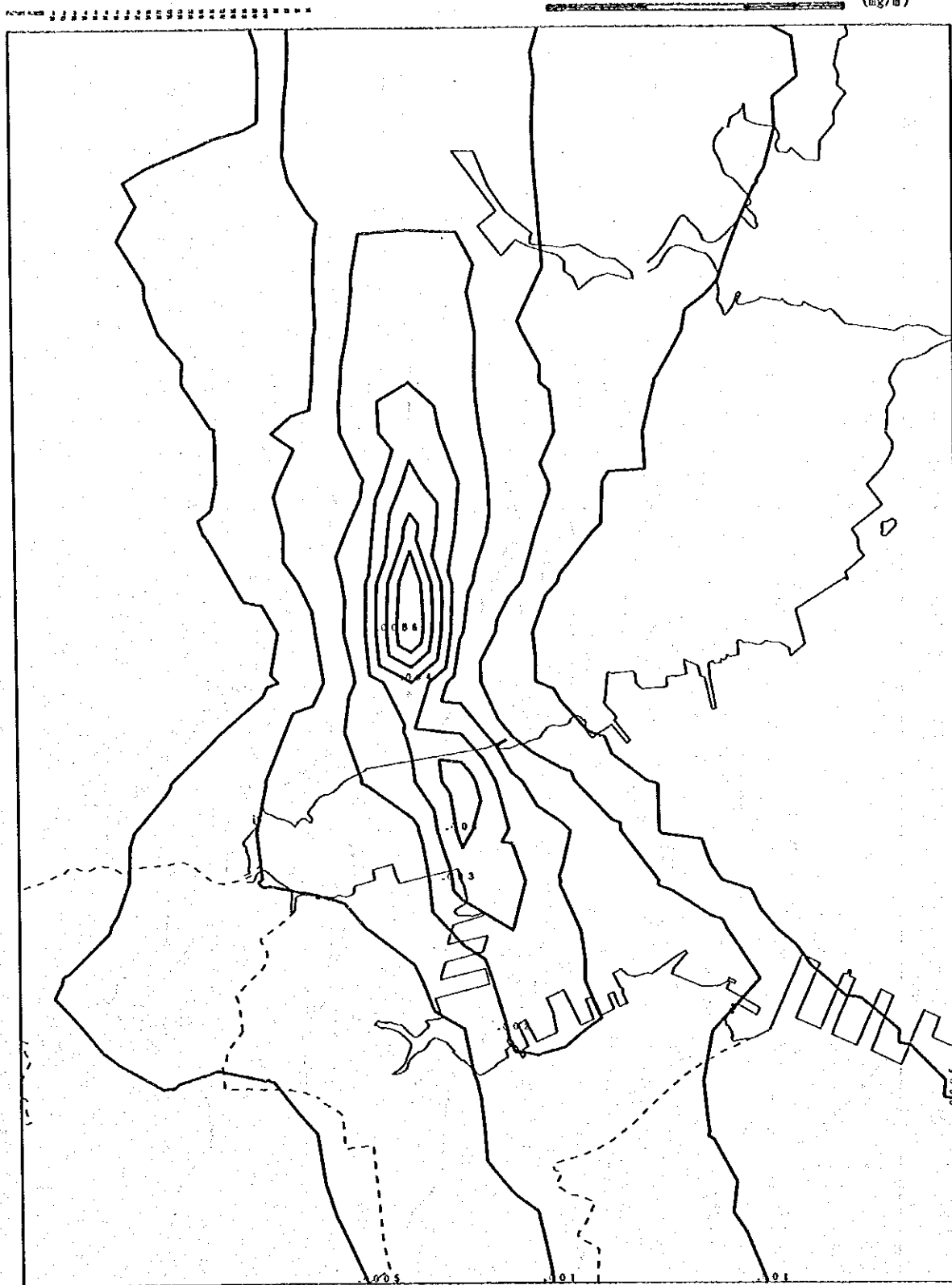
图 III-4-2-1(9) SO₂年平均濃度图 (将来)

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)

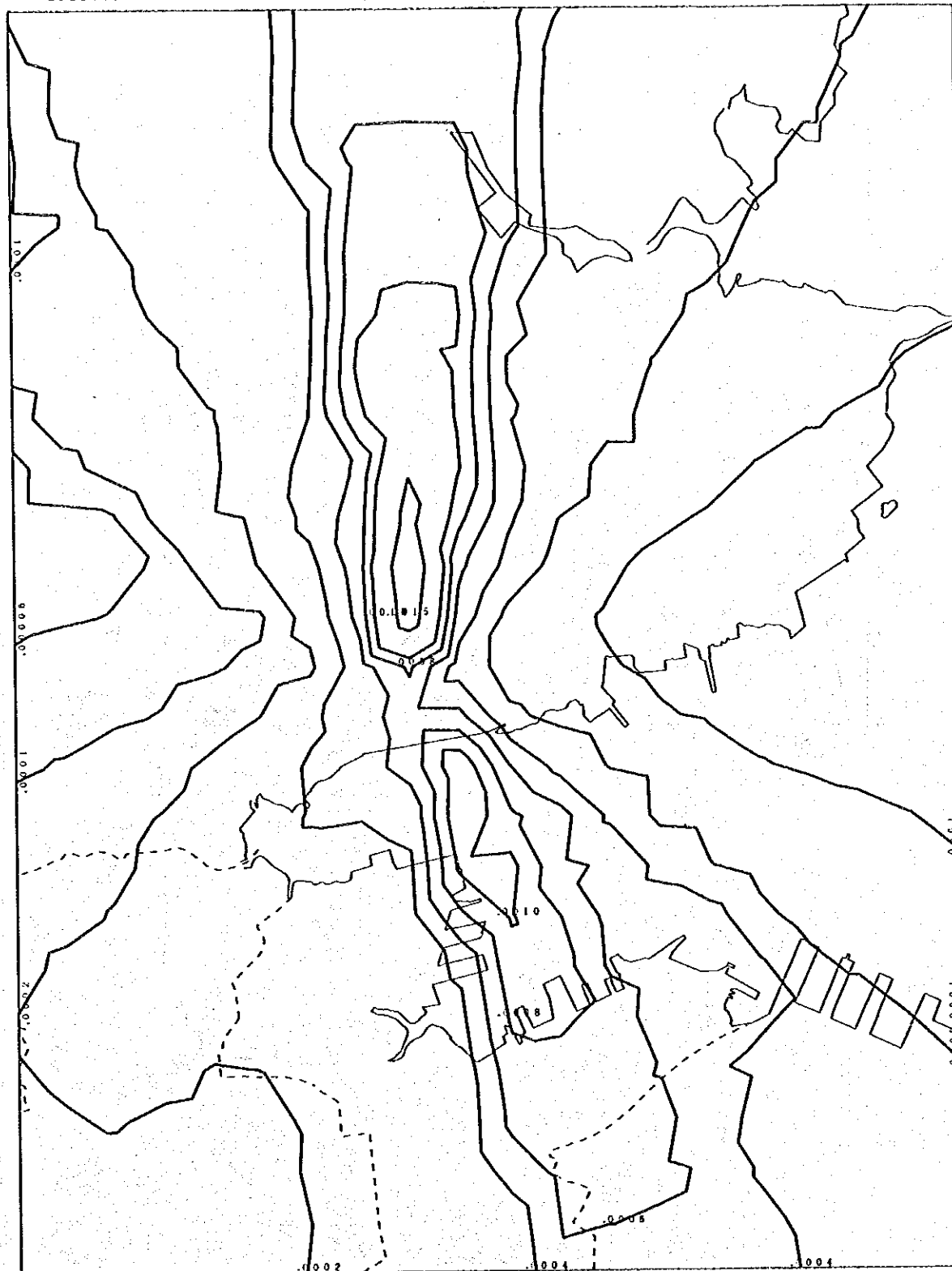
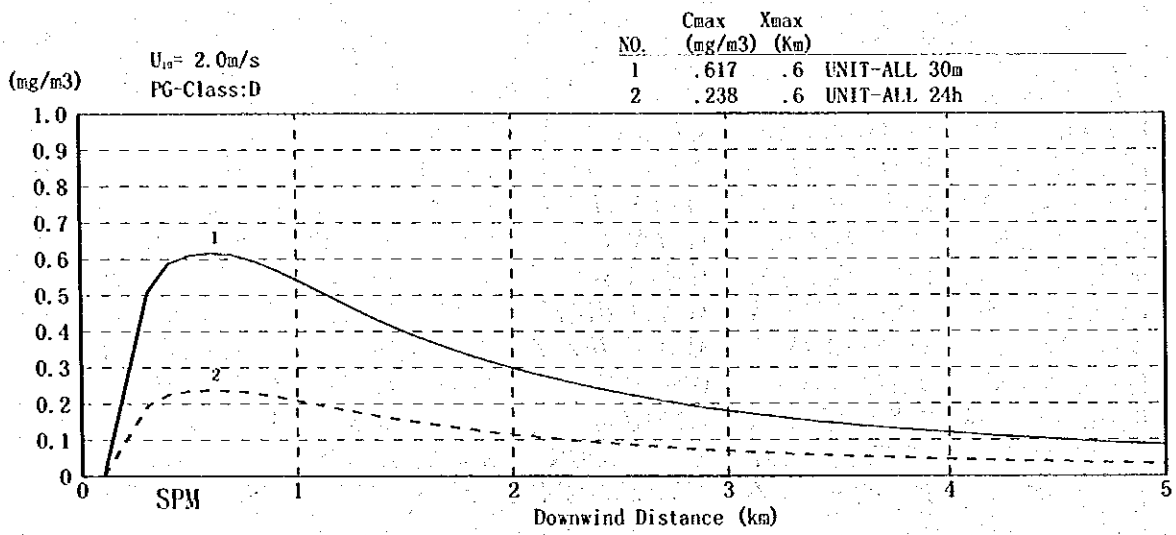
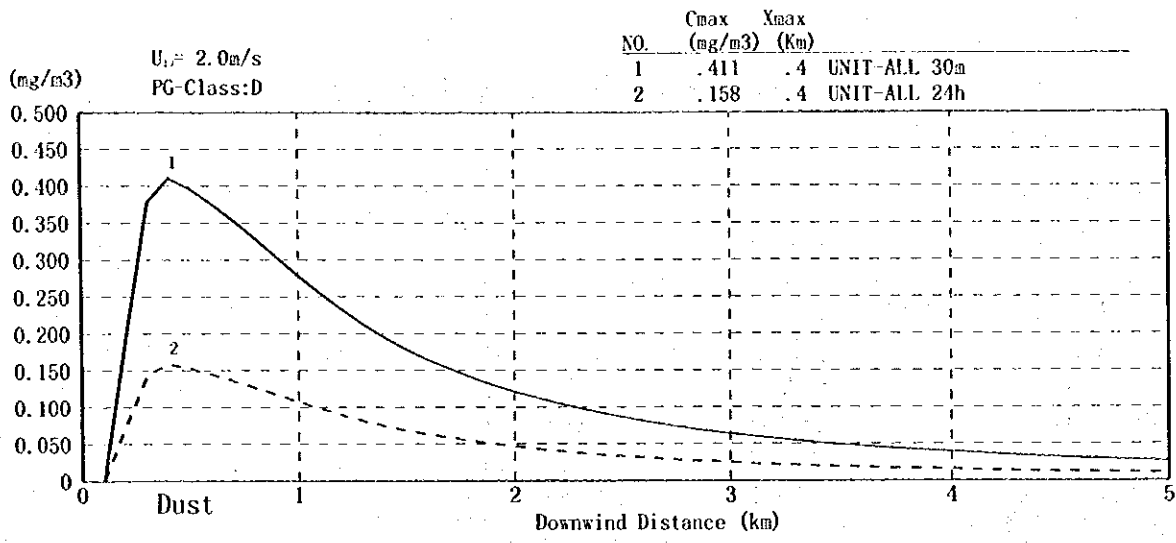
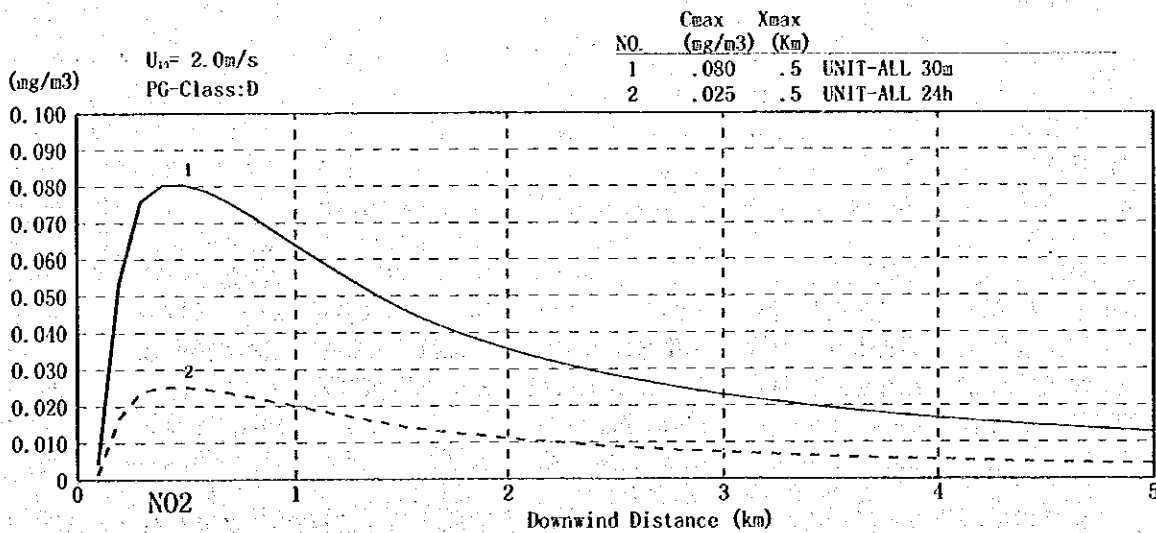
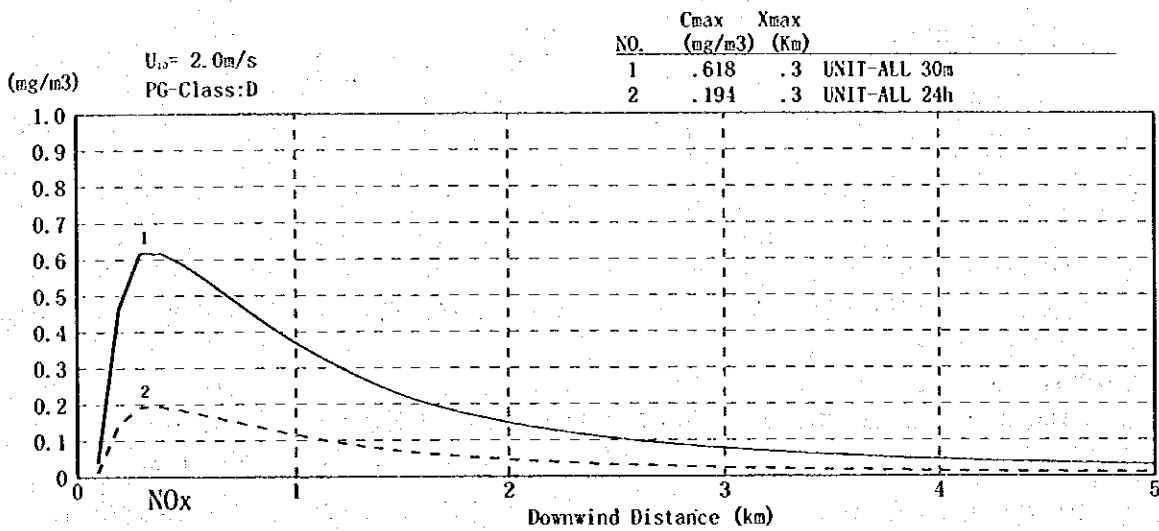
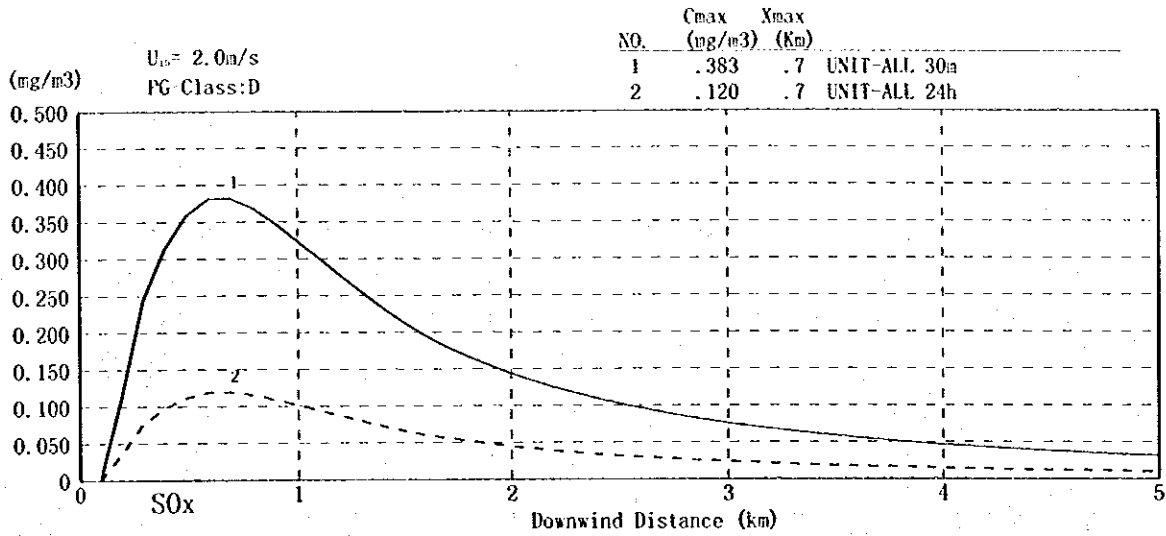


図 III-4-2-1(11) NO₂年平均濃度図 (将来)



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みることができる。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鋼廠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

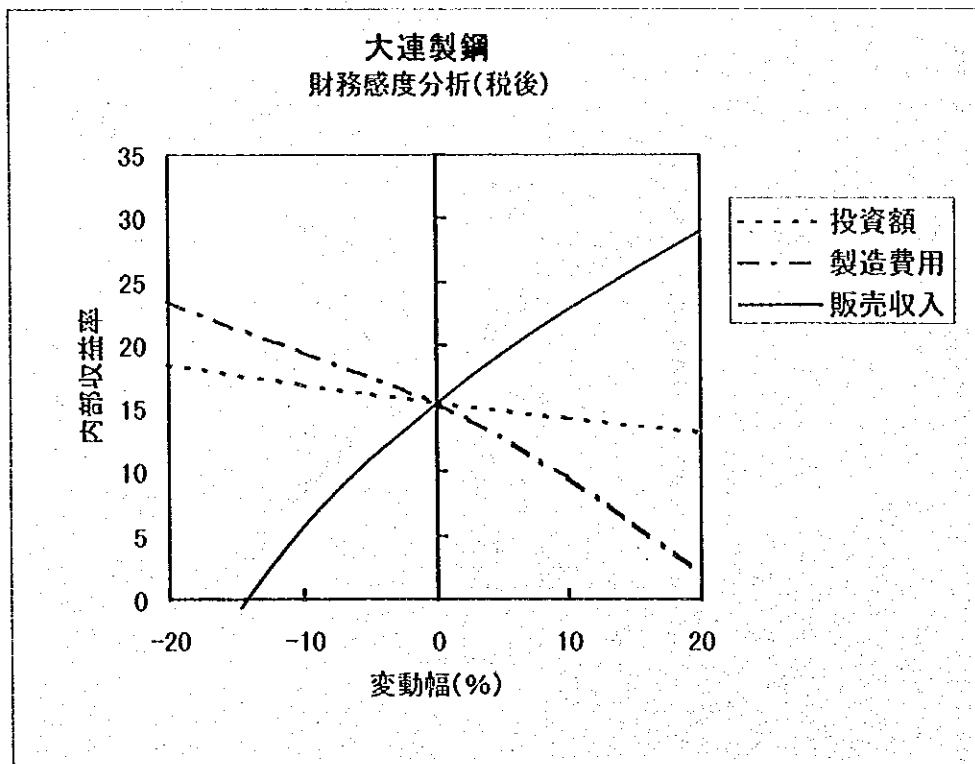
(3) 計算結果

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

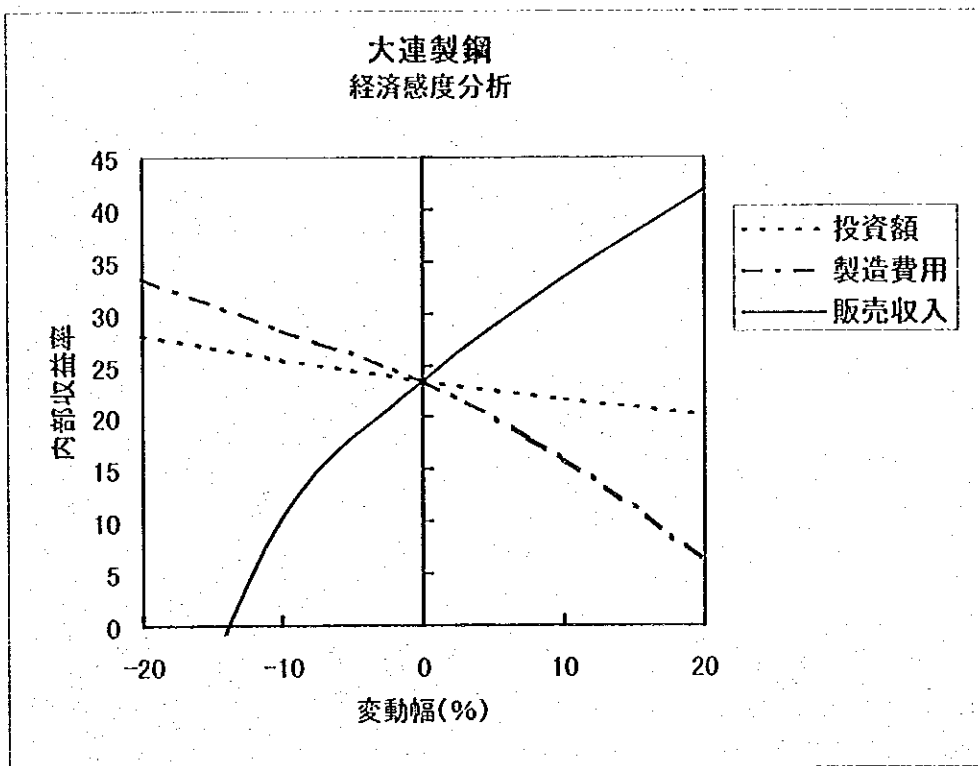
2) 經濟計算

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

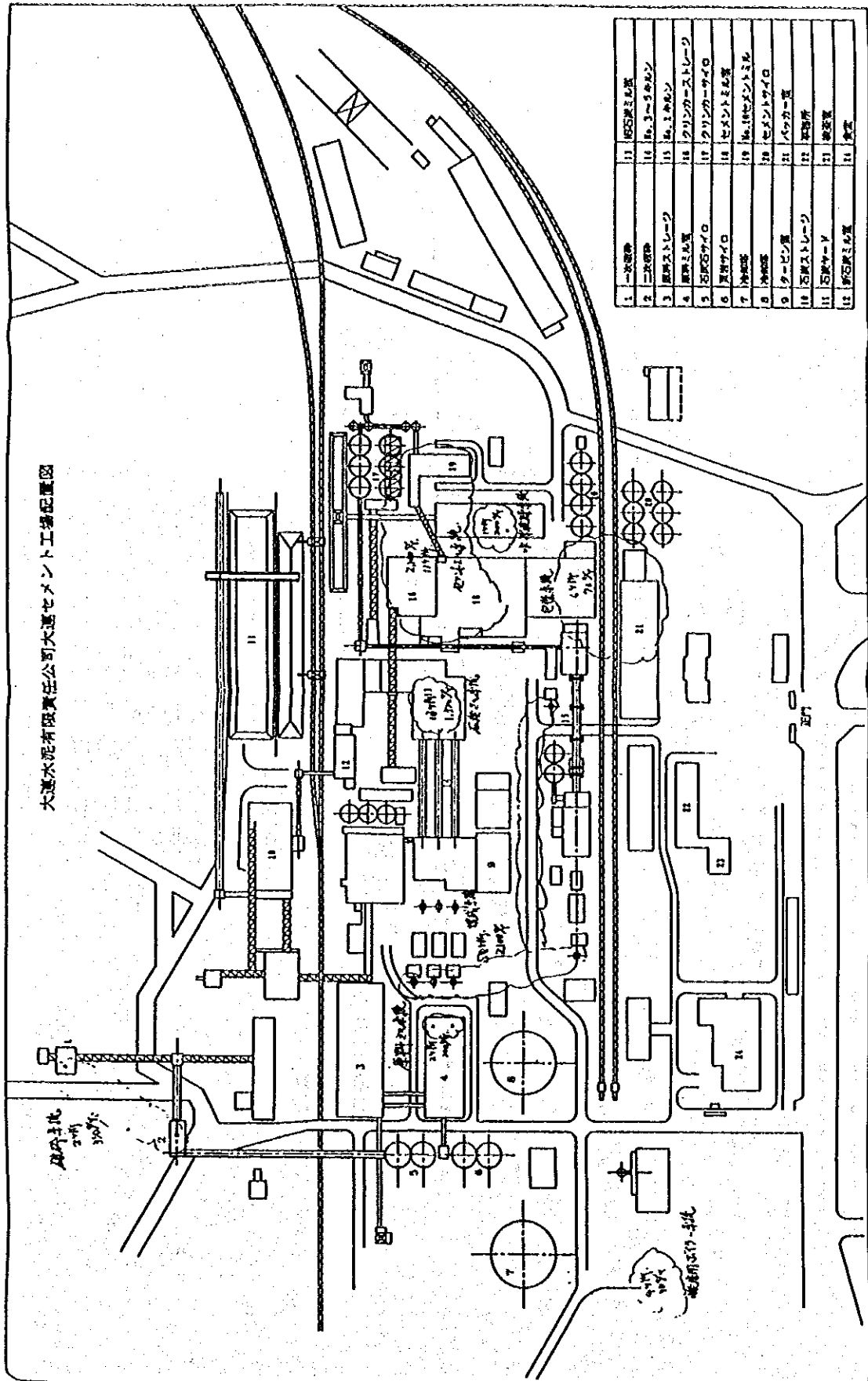
No.	項目	現有設備	改善計画
1	石炭ミル系	石炭ミルに集塵機が設置されていないので発塵が多い。また、セメント生産量73万t/年に対しては能力不足である。	現有石炭ミル3基を廃止して、集塵機を備えたボールミル1基を新設し、粉塵排出量を削減させると共に生産力を増強する。
2	セメントミル系	集塵機の容量不足及び集塵機が設置されていない箇所が多く発塵が多い。また、設備の老朽化が進んで、73万t/年のセメント粉砕は困難である。	合計80t/hの現有小径セメントミル5基を廃止して、85t/hの大径セメントミル1基を新設する。また、セメントミル周辺に設置されている11基のバグフィルターを代替・増強する。
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	原料ストレージ	13	16.3号倉庫
4	原料ミル室	14	クリンカー-ストレージ
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	185tストレージ	20	研究所
11	16.3号倉庫	21	検査室
12	16.3号倉庫	22	倉庫

図III-4-2-2-1(1) 工場配置図

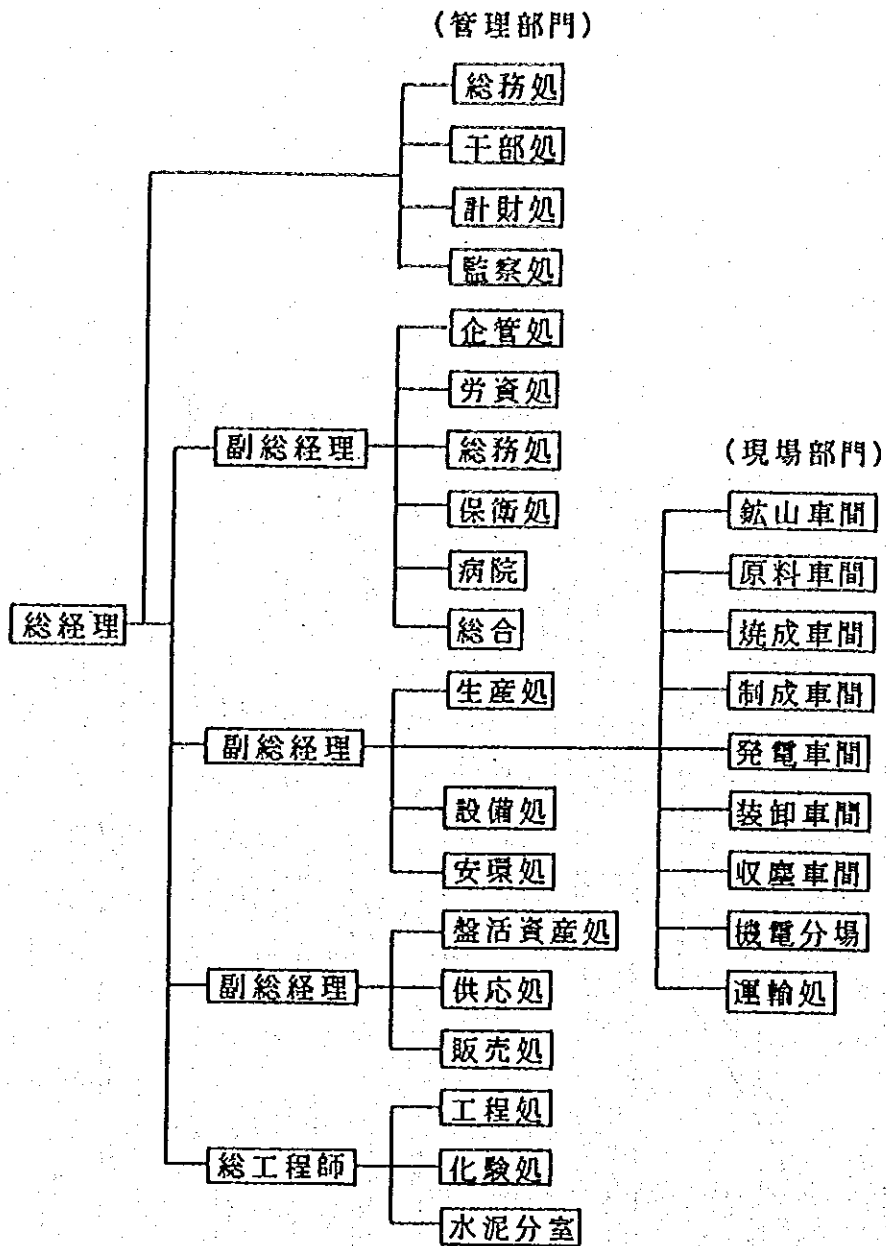
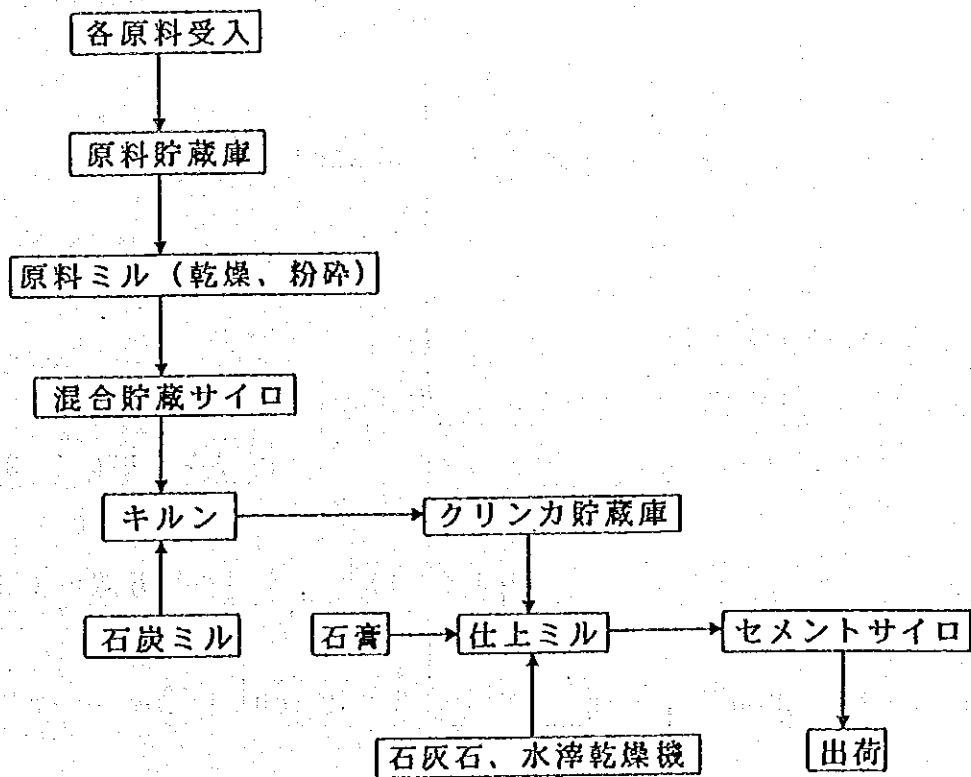
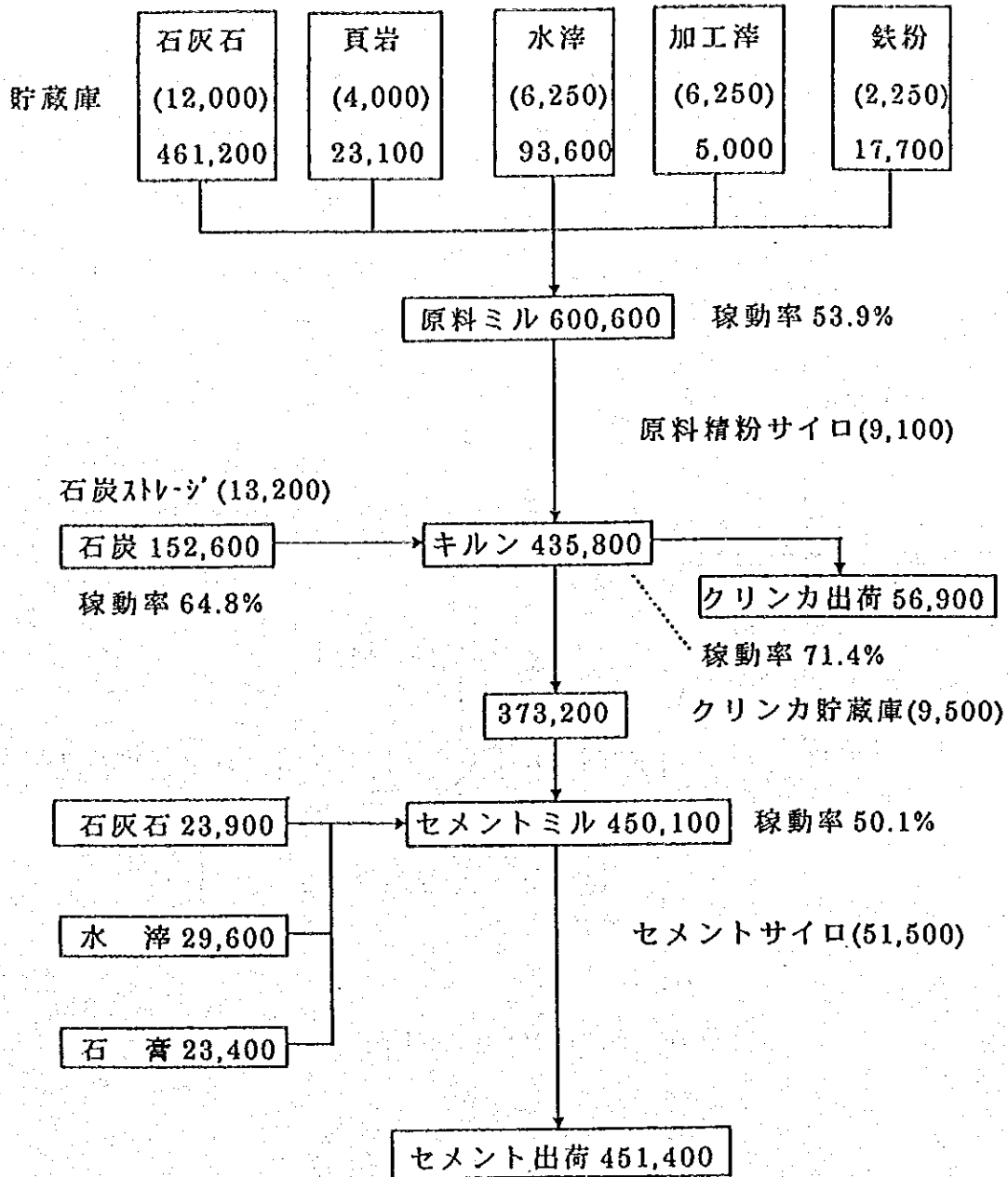


圖 III-4-2-2-1(2) 工場組織圖



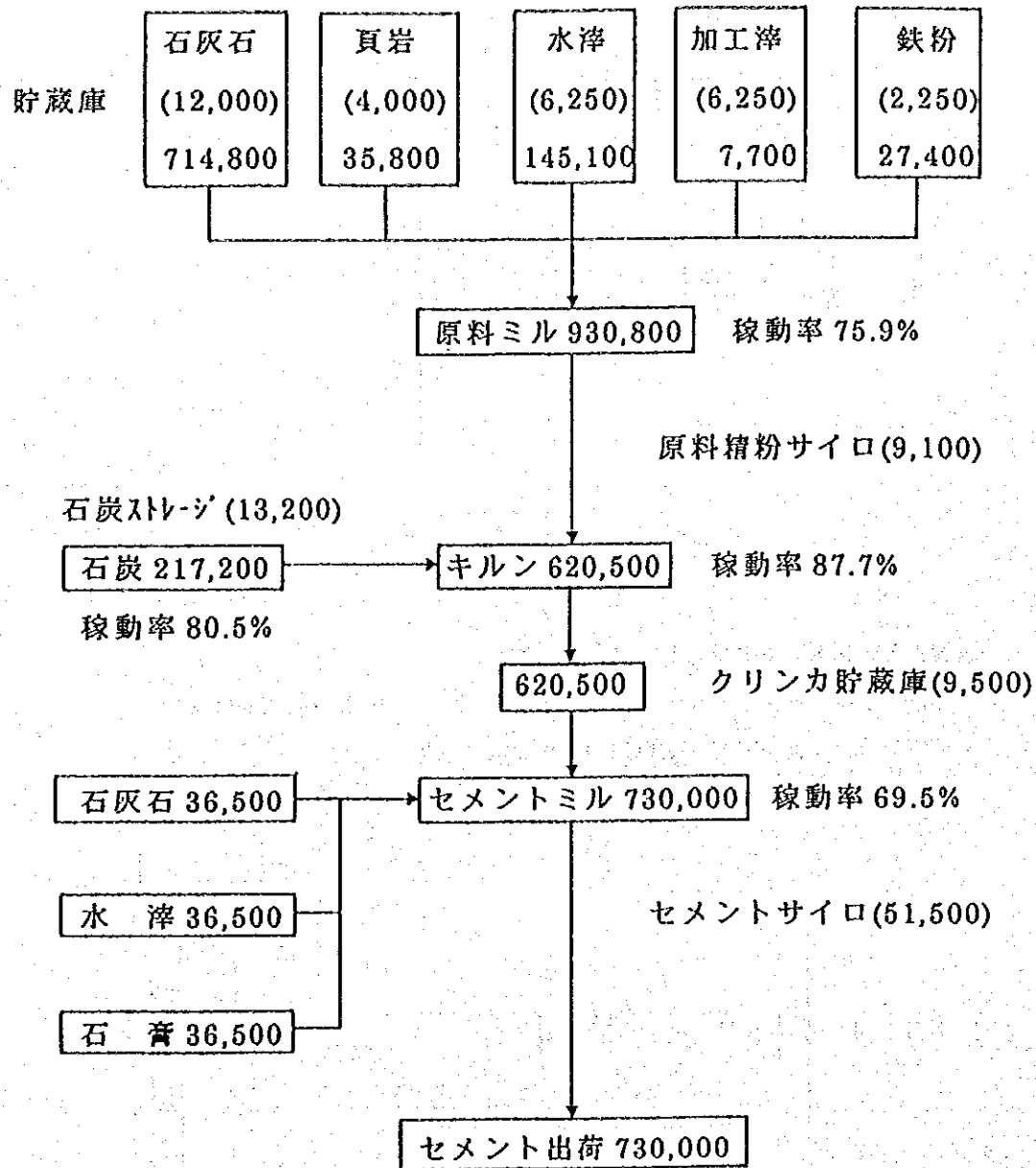
図Ⅲ-4-2-2-1(3)セメント製造フロー

(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)

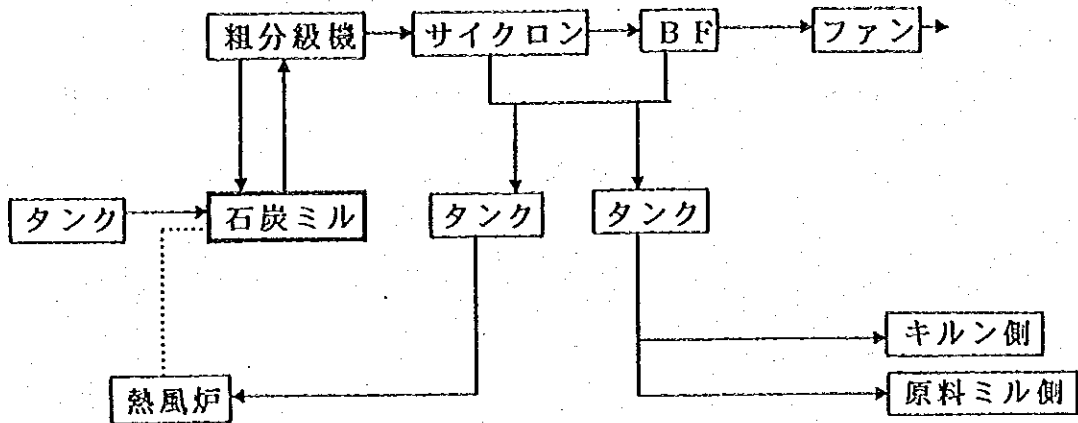


図III-4-2-2-1(5) 工場改善後の物質収支

石炭ミル

石炭ミルスベック：15.4t/h (80%残分12%)

ミルモータ480kw



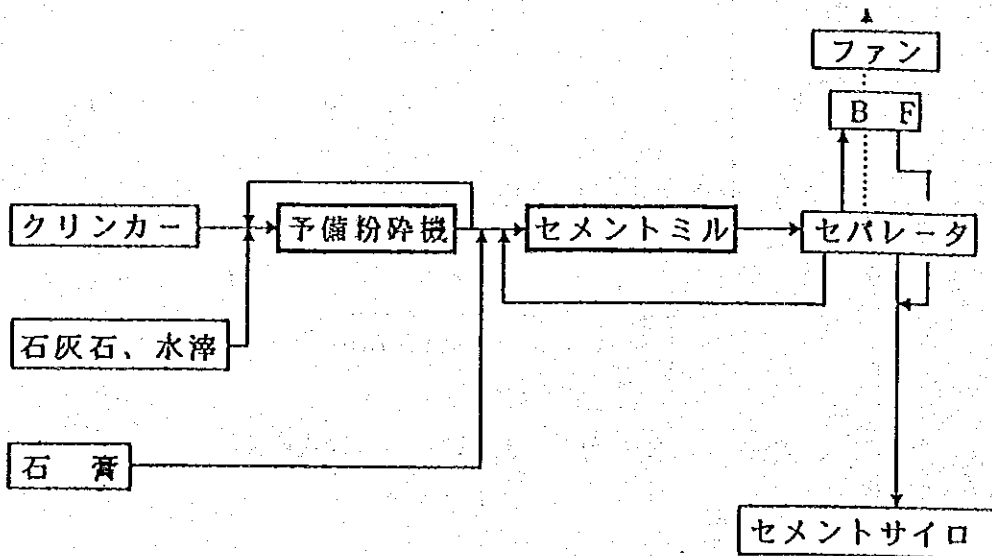
セメントミル

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)

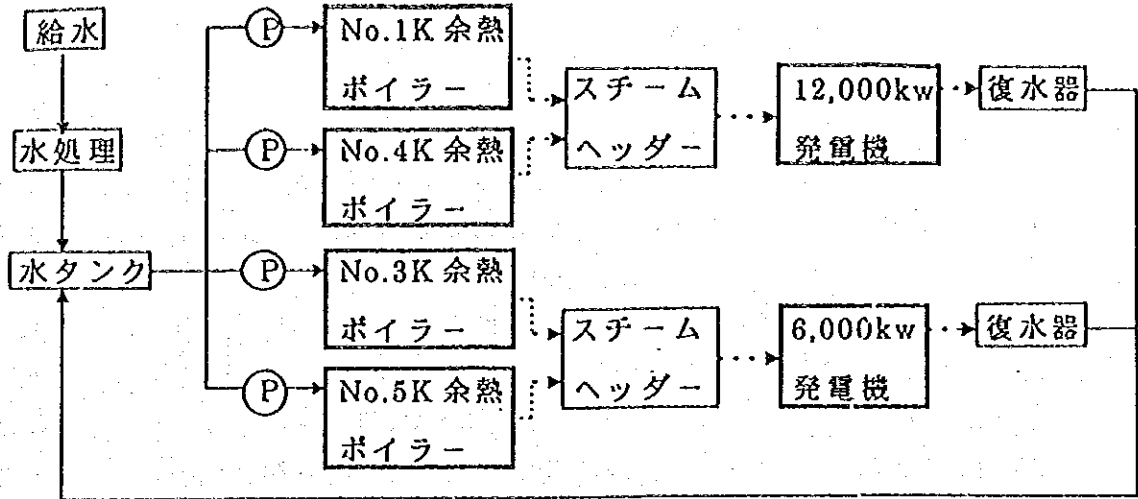
予備粉碎機 川崎重工社CKP 90t/h、650kw

セパレータ O-セバ (高効率セパレータ)



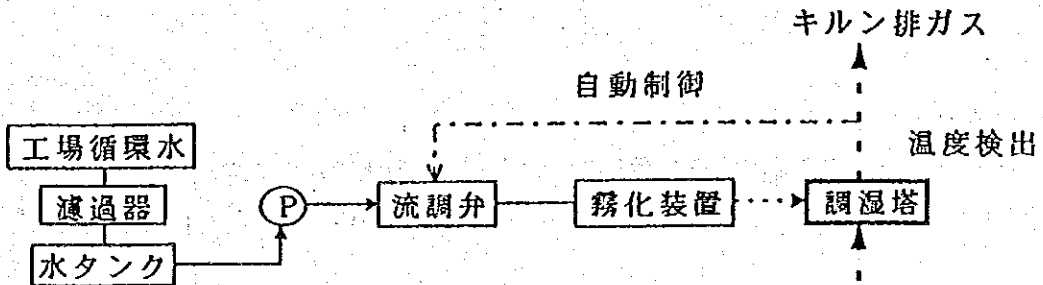
図III-4-2-2-1(6) 工場改善後の設備フロー (a)

余熱ボイラー

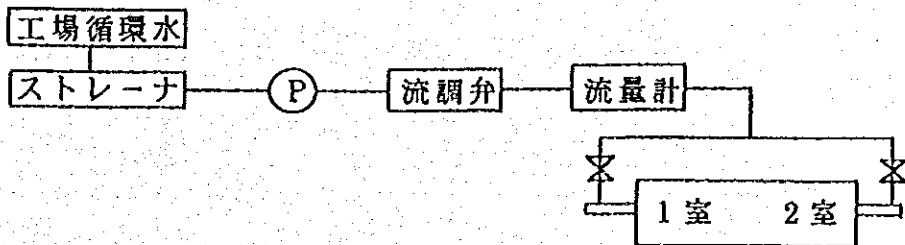


キルン排ガス調湿塔装置

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)