7－2－3　中継基地

輸送費及び車両台数の低減の点で、輸送距離が直送限界距離を越える場合には、中継を行うことが有利となる。

最も長い直送限界距離は、マスタープラン（4－2－3）で検討した通り約17kmであり、これは江東区から蘭芝島及び仁川への輸送距離より短いため、本プロジェクトにおいても中継基地を設けることとした。

中継基地は、焼却施設用地と同一敷地内に設置することとした。

(2)　仕　様

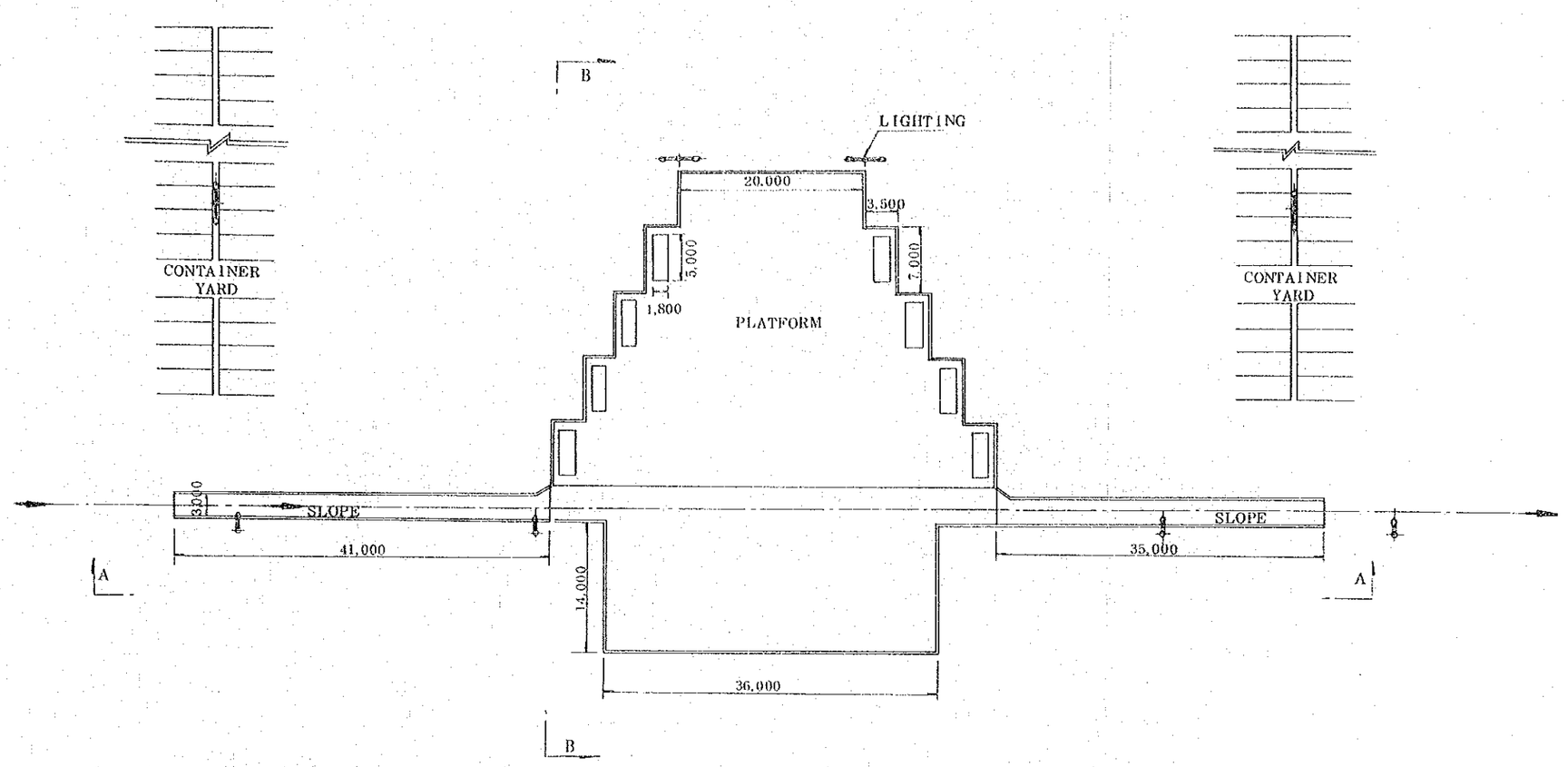
Fig.7－2－3に示す、平面式ホッパータイプの中継基地を設けるものとし、その基地の仕様をTable 7－2－13に、また、基地配置図をFig.7－3－4に示す。

Table 7-2-13　Item and Quantity for Transfer Station

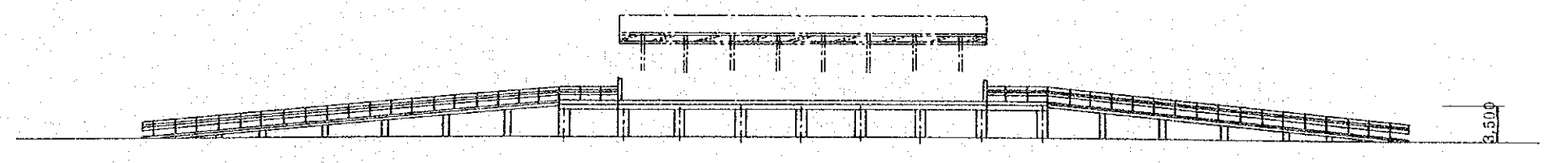
	Item	Unit	Quantity
Civil Work	Platform	m^2	1,900
	Slope for vehicles	m^2	250
	Roof	m^2	500
	Office*	-	-
	Weighbridge room	m^2	40
	Workshop	m^2	160
	Pavement	m^2	48,400
	Fence and Gate	m	1,400
Facility	Truck scale	Each	4
	Car washing machine	Each	2
	Work shop	LS	1
	Guide chute	Each	8
	Power supply	LS	1
	Lighting	Each	30
	Wheel loader	Each	2

Note,　Office is concurrent with incinerator

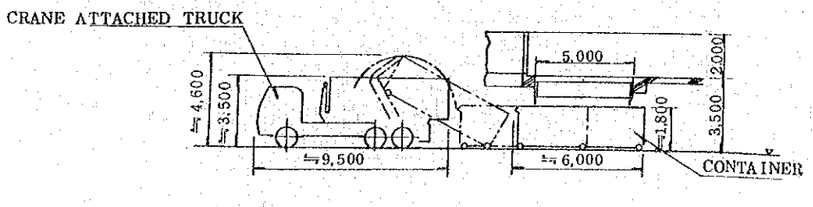
Fig. 7-2-3 Mechanical Transfer Station

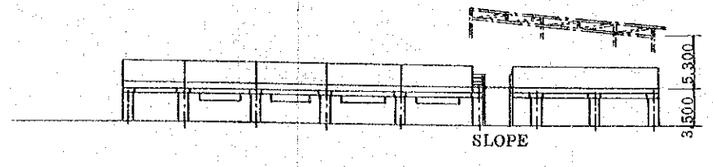


SECTION A-A



SECTION B-B





(2) トラックスケール数

1) 焼却場

日当り 600 t のごみが焼却される。焼却用のトラックスケールの数は、下式によって求まる。トラックスケールの重量積算能力を、1基当り3分/トラックと仮定する。

$$N = \left(\frac{Q_1}{q_1} + \frac{Q_2}{q_2}\right) \times \frac{T}{Te} = \left(\frac{240}{1.4} + \frac{360}{2.8}\right) \times \frac{3}{420} \fallingdotseq 2 \text{〔基〕}$$

ここで Q_1 ： 2トン車による収集ごみ量 〔 240 t / day 〕

Q_2 ： 4 〃 〃 〔 360 t / day 〕

q_1 ： 2トン車の有効積載能力 〔 1.4 t /台〕

q_2 ： 4 〃 〃 〔 2.8 t /台〕

T ： トラックスケールカウント能力 〔 3 min /台 〕

Te ： 日当り実労働時間 〔 420 min / day 〕

従って、必要トラックスケール台数は2基となる。

2) 中継基地

中継基地のトラックスケールは同様に

$$N = \left(\frac{Q_1}{q_1} + \frac{Q_2}{q_2} + \frac{Q_3}{q_3} + \frac{Q_4}{q_4} + \frac{Q_5}{q_5} + \frac{Q_6}{q_6}\right) \times \frac{T}{Te}$$

$$= \left(\frac{106}{1.4} + \frac{158}{28} + \frac{66}{1.2} + \frac{99}{2.1} + \frac{283}{2.0} + \frac{425}{3.5}\right) \times \frac{3}{420} \fallingdotseq 4 \text{〔基〕}$$

ここで Q_1 ： 2トン車による非焼却可燃ごみ収集量〔 106 t / day 〕

Q_2 ： 4 〃 〃 〔 158 t / day 〕

Q_3 ： 2 〃 一般不燃ごみ収集量 〔 66 t / day 〕

Q_4 ： 4 〃 〃 〔 99 t / day 〕

Q_5 ： 2 〃 煉炭灰収集量 〔 283 t / day 〕

Q_6 ： 4 〃 〃 〔 425 t / day 〕

q_1 ： 2トン車の非焼却可燃ごみ有効積載量〔 1.4 t / 台 〕

q_2 ： 4 〃 〃 〃 〔 2.8 t / 台 〕

q_3 ： 2 〃 一般不燃ごみ 〃 〔 1.2 t / 台 〕

q_4 ： 4 〃 〃 〃 〔 2.1 t / 台 〕

q_5 :	2トン車の煉炭灰有効積載量	〔 2.0 t / 台 〕
q_6 :	4 〃 〃	〔 3.5 t / 台 〕
T :	トラックスケールカウント能力	〔 3 min / 台 〕
Te :	日当り実働時間	〔 420 min / day 〕

従って、中継基地に要するトラックスケールは4基となる。

(3) 場内道路

ピーク時にはトラックスケールの前に収集車が長い列を作ることが予想される。今、この車の列が場外道路まで続いたとすれば、容易に交通渋滞を引き起こすことが十分考えられる。

これを避けるため、ウェイティングレーンを検討する必要がある。
ウェイティングレーンの長さは、集中する車の数、トラックスケール数、重量測定に要する時間によって定まる。
焼却場及び中継基地における車両の集中度をそれぞれFig.7－2－4、7－2－5に示す。
なお、車両は、同時に施設用地を出発すると仮定した。

Fig. 7-2-5 Concentration of Trucks for Transfer Station

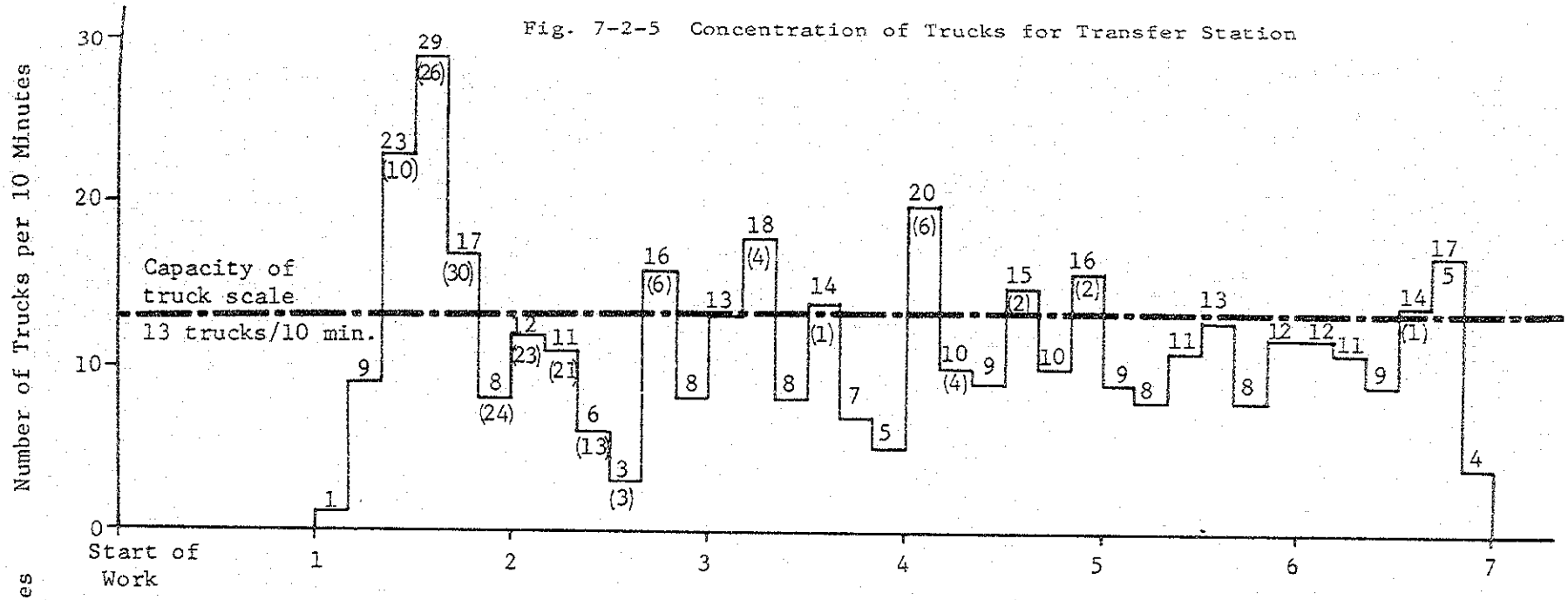
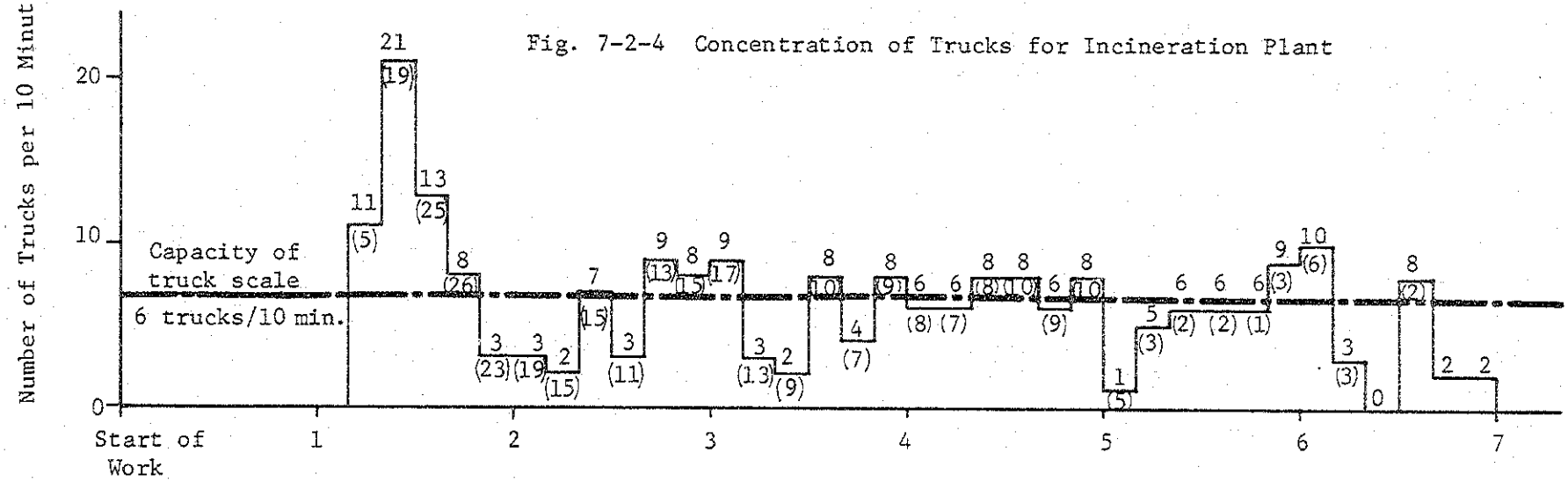


Fig. 7-2-4 Concentration of Trucks for Incineration Plant



Note: ( ) shows the number of trucks expected to make a queue.

以上のデータからつぎの事項が求められた。

－最大ピークは、作業開始後１時間～２時間の間に生ずる。

－集中する車の台数は、焼却場で最高２６台、中継基地で３０台となる。

従って、ウェイティングレーンの必要長は、下記により求まる。

－焼却場

$$L = \frac{n \times \ell}{N}$$

ここで　L：ウェイティングレーン必要長

n：最大集中台数（＝２６台）

ℓ：車両長（＝７ｍ：車両間隔を含む）

N：レーン数

N	L [m]
1	182
2	91
3	61

焼却場の、トラックスケールから入口までの利用可能なレーン長は、Fig.7－3－4からのスケールアップにより８０ｍであるため、３レーンを要する。

－中継基地

中継基地のトラックスケールは４基であるため、１本当りのレーン長は焼却場の場合と同様に、

$$L = \frac{n \times \ell}{N} = \frac{30 \times 7}{4} = 52.5 \ (m)$$

中継基地の、トラックスケールから入口までの利用可能なレーン長は７０ｍであるため、４レーンで満足する。

7－2－4　費用算定

(1)　投資コスト

収集・輸送車両及び、中継基地に対する投資額（全てローカルポーション）は Table 7－2－14、7－2－15の通りである。

Table 7-2-14　Investment Cost of Operation Vehicles

Item	Unit	Quantity	Unit Price	Cost (₩1,000)
2t Compactor	Each	37	18,600	688,200
4t Compactor	Each	46	21,900	1,007,400
2t Dump truck	Each	33	12,300	405,900
4t Dump truck	Each	45	17,600	792,000
10t Container	Each	55	38,400	2,112,000
Container Box	Each	102	3,750	382,500
Total				5,388,000

Table 7-2-15　Investment Cost of Transfer Station

Item	Unit	Quantity	Unit Price	Cost (₩1,000)
Civil and Building	L.S.	1	-	551,700
Mechanical Equipment	L.S.	1	-	205,200
Wheel Loader	Each	2	48,300	96,600
Total				853,500

(2) 運転及び維持管理費

年間O/M費を、Table7－2－16～7－2－18に示す。

Table 7-2-16 Operation and Maintenance Cost of Transfer Station

Item	Operation and Maintenance Cost (₩1,000)
Overhaul and Utilities	3,414
Personnel Expense	181,900
Depreciation	55,010
Total	240,324

Notes : Overhaul Cost = Investment Cost x 0.4 %/year

Depreciation Cost (civil work) = Investment Cost / Economic Life (30 years)

Depreciation Cost (Facility) = Investment Cost / Economic Life (10 years)

人件費の内訳は、下表の通りである。

Table 7-2-17 Personnel Expenses

Personnel	Number	Unit	Cost (₩1,000)
Manager*	1	--	-
Office worker	5	W300,000/Mon x 17 Mon	25,500
Mechanic	7	W250,000/Mon x 17 Mon	29,750
Driver	9	W250,000/Mon x 17 Mon	38,250
Field worker	26	W200,000/Mon x 17 Mon	88,400
Total			181,900

* Manager is concurrent with incinerator.
Personnel expense of manager is estimated for incinerator.

Table 7-2-18 Operation and Maintenance Cost of Vehicle

Item			Operation and Maintenance				Depreciation (₩1,000/year)	O/M + Depreciation (₩1,000/year)
			L (km)	Q (t/day)	Cunit (₩/t/km)	C=LxQxCunitx365 (₩1,000/year)		
Collection	2t Compactor	(C)	8.90	346	536	602,454	114,700	717,154
	4t Compactor	(C)	14.91	518	290	817,520	167,900	985,420
	2t Dump Truck	(B)	9.32	283	360	346,576	51,250	397,826
	4t Dump Truck	(B)	15.29	425	217	514,694	102,667	617,361
	2t Dump Truck	(NC)	8.79	66	513	108,629	16,400	125,029
	4t Dump Truck	(NC)	14.39	99	308	160,155	29,333	189,488
	Subtotal		-	1,737	-	2,550,028	482,250	3,032,278
Transportation	10t Container	(B.A)	53.00	798	36	555,743	172,800	728,543
	10t Container	(C.NC)	53.00	429	60	497,940	153,600	651,540
	10t Container	(T/S)*	-	-	-	-	25,600	25,600
	Container Box		-	-	-	-	63,750	63,750
	Subtotal		-	-	-	1,053,683	415,750	1,469,433
	Total		-	-	--	3,603,711	898,000	4,501,711

Notes:
C = Combustibles
NC = Non-combustibles
B = Briquet ash
A = Ash from incinerator
L = Round trip distance
T/S= Transfer station

* Operation maintenance cost (without depreciation) of 10t container used at T/S is included in that of T/S.

(3) 二次輸送車両の投資コスト及びO/M費（１９９５年）

１９９５年には、蘭芝島から仁川へ、最終処分場が移行するため、二次輸送車両数が増加することになる。

従って、１９９５年以降における投資コスト及びO/M費を、以下に求める。

計算条件

中間施設から仁川への輸送距離	４９ km
輸送速度	４５ km / hr
トリップ数	２
二次輸送ごみ量	
可燃物及び一般不燃物	４２９ t / day
煉炭灰	７０８ t / day
焼却灰	９０ t / day
	1,２２７ t / day

二次輸送車両数

１０ｔコンテナー車	８０ 台
２０ m^3 コンテナーボックス	１５２ 個

投資コスト及びO／M費を、それぞれTable ７－２－１９、７－２－２０に示す。

Table 7-2-19 Investment Costs in 1995

Item	Unit	Quantity	Unit Price	Cost (₩1,000)
10t Truck	Each	80 - 55 = 25	38,400	960,000
20 m^3 Container	Each	152 - 102 = 50	3,750	187,500
Total				1,147,500

Table 7-2-20 Operation and Maintenance Cost of Vehicle (in 1995)

Item			Operation and Maintenance				Depreciation (₩1,000/year)	O/M + Depreciation (₩1,000/year)
			L (km)	Q (t/day)	Cunit (₩/t/km)	C=LxQxCunitx365 (₩1,000/year)		
Trans-porta-tion	10t Container	(B.A)	98.0	798	34	970,512	256,000	1,226,512
	10t Container	(C.NC)	98.0	429	57	874,684	230,400	1,105,084
	10t Container	(T/S)*	-	-	-	-	25,600	25,600
	Container Box		-	-	-	-	95,000	95,000
	Total		-	-	--	1,845,196	607,000	2,452,196

Notes:
C = Combustibles
NC = Non-combustibles
B = Briquet ash
A = Ash from incinerator
L = Round trip distance
T/S= Transfer station

* Operation maintenance cost (without depreciation) of 10t container used at T/S is included in that of T/S.

7－3　中間処理

7－3－1　プラントの規模と焼却対象ごみの収集区域

(1)　焼却プラントの規模

月変動係数を現状値1.16として江東区の可燃ごみの最大発生量を求めると下記のようになる。

可燃ごみの発生量（ton／day）		
年　度	平　均	最　高
1988	864	1,000
1991	1,057	1,230
1996	1,319	1,530
2001	1,609	1,870
2005	1,799	2,090

可燃ごみを全量焼却する場合には、予測処理量、稼動率、炉の数、季節変動などを考えてプラントの規模を決定しなければならない。しかし、このプラントは6－3－2で述べたように発電施設を伴なう焼却プラントのモデルケースという位置づけであるので、下記の理由から、プラントの規模を600t／dayとする。

1. 処理効率を高めるため、大容量のものがよい。
2. 電力回収を行うため、投資効果の観点から200～300t/day以上の規模が必要である。
3. 発電を行う焼却プラントのモデルケースとして技術者の養成、焼却技術の確立およびごみ質データの収集などが行うのに適した規模である。
4. 施設の拡張が600t/day単位で行える。
5. 資金調達のため、適切な規模を考えなければならない（ソウル市清掃課の年間予算は340億ウォンである）。

(2)　焼却対象ごみの収集区域

Table 7－1－3に示すように、江東区の1988年の可燃性ごみの平均発熱量は864t/dayと比較的小さく夏場の低質ごみ時には発熱量が更に小さくなる事が懸念される。したがって提案した焼却プラントの容量は600t/dayに見合った高カロリーのごみを排出する区域を設定し、その区域内のごみを優先的に焼却する事が望ましい。この意味で、中央暖房アパートからのごみは、煉炭灰の混入がないので燃えやすいと考えられるから、収集地区としては最適であろう。

したがってTable 7－1－2およびTable 7－1－3から判断して、最適な焼却地区として中央暖房のアパートを含む地区を設定した（Fig. 7－3－1）。この地区からの可燃物および煉炭灰の発生量はそれぞれ561 t/day、11 t/day、38 t/day と計算される。

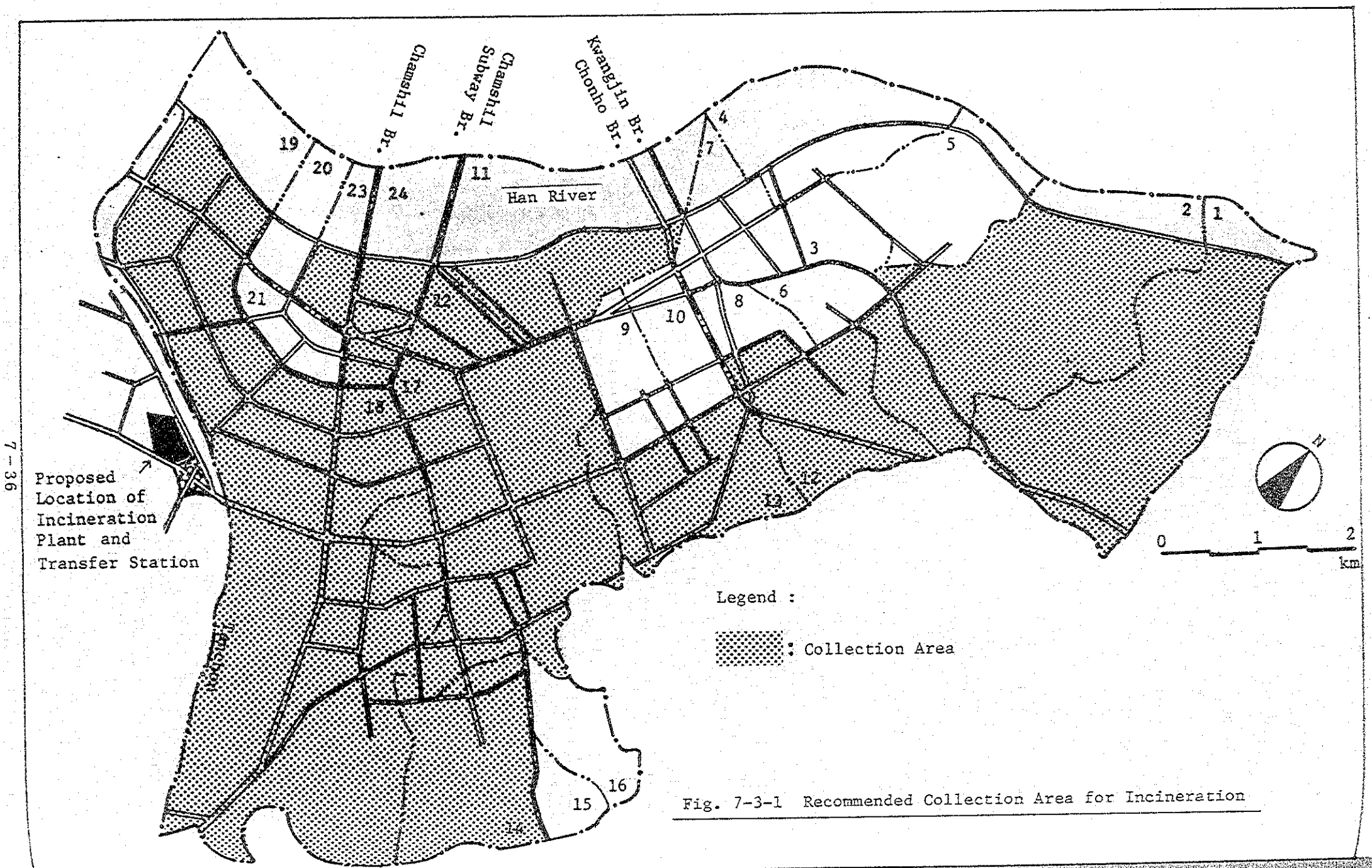


Fig. 7-3-1 Recommended Collection Area for Incineration

7－3－2　焼却方法

(1)　炉のタイプ

一般的に１００t/day 以下の小規模な炉ではコストの安価なものはバッチ炉でも処理可能であるが、本計画のように大規模な焼却を行う場合は連続炉が妥当である。

ソウル市に最も適した炉型式を選ぶため、次の２タイプの連続炉を比較した。

1.　ストーカー炉

2.　流動床炉

オーバーホール時に炉を止めるため、炉の数は複数にする必要がある。本スタディでは２００t／day の炉を３基建設することを提案する。上記の２タイプの１炉あたりの経験的な適切規模と最大規模とを次に示し２タイプの長所および短所をTable ７－３－１に示す。

タイプ	適切規模 (t/day/炉)	最大規模 (t/day/炉)
ストーカー炉	40−300	500
流動層炉	50−100	150

Table 7-3-1　Advantages and Disadvantages of Furnace Types

Type	Advantage	Disadvantage
Stoker	- Demonstrated extensively - No preprocessing Required - Power consumption is small	- Waste containing more than 20% plastics is difficult to process - Time for start-up and shutdown is long - Not suitable for powdered waste
Fluidized Bed	- Operation is simpler than stoker type - Complete combustion is possible - Can process waste containing up to 30% plastics - Can be started and stopped in shorter time	- Unproven on a large scale - Power consumption is high - Requires preprocessing - Requires special gas particulate collectors

ごみ量、ごみ質から判断して、ソウル市のごみを適切に処理するための焼却炉型式が満たすべき要件はつぎのとおりであり、ストーカー炉は、下記のすべての条件を満たすので、ソウル市に適した処理法であると考えられる。

1. 大都市で大規模なプラントの稼動実績があること。
2. 1炉あたり200t/day 以上の規模の炉の稼動実績があること。
3. 廃熱をエネルギーとして回収している実績があること。

(2) 熱回収

焼却炉からの発熱は、蒸気供給や発電に利用される。一般的な利用法は、発生した熱を場内電力として利用したり、余剰電力の売電などである。一方、廃熱を地域暖房、給湯、温水プール、温室、道路の解凍などに用いることは周辺地域から歓迎される。

本プロジェクトの場合、熱需要がある地域が特定出来ない事や、低位発熱量に代表されるごみ質の安定性に疑問があるので場内発電のみに利用する事を提案する。200t／day 炉からの発生ガス量・蒸気発生量および発電量をTable 7－3－2に示す。

Table 7-3-2

Flue Gas and Steam Product in 200 ton/day Furnace

Parameter	Unit	Low	Average	High
Lower Heating Value	kcal/kg	800	1,200	2,000
Air Volume	1000 Nm^3/hr	19.2	26.6	36.7
Air Temperature	^oC	250	200	20
Flue Gas Volume	1000 Nm^3/hr	29.6	35.8	51.9
Furnace Exit Gas Temperature	^oC	750	900	950
Boiler Exit Gas Temperature	^oC	280	280	280
Steam Production Rate	t/hr	8.5	13.7	19.5
Power Generation Rate*	kW	1,200	1,800	2,700

*Refer to Fig. 4-3-1

7－3－3　焼却炉の予備設計

(1)　設計条件

a.　ごみ組成

江東区では、他地区に比べて煉炭灰の発生量が少なく、分別ごみ中への混入量も少ないと考えられるので、ごみ質は全市平均と異なるものと考えられる。ごみ質の大略を次に示す。

－三成分および低位発熱量

Separation Type	Component	1988 Low Quality	1988 Medium Quality	1988 High Quality
3 Components	Volatile (%)	27.1	33.6	46.0
	Ash (%)	10.8	15.3	14.0
	Moisture Content (%)	62.1	51.1	40.0
	Lower Heating Value (Kcal/kg)	850	1,210	2,000

－可燃分の化学組成

Element	Weight (%)
C	51.22
H	6.81
O	38.45
N	2.98
S	0.18
Cl	0.36
Total	100

b. 公害防止基準

－排出ガス規制

Indicator	Standard
Particulate	0.05 g/Nm^3
Sulfur Oxides (SOx)	50 ppm
Hydrogen Chloride (HCl)	200 ppm
Nitrogen Oxides (NOx)	150 ppm

－排水規制

Indicator	Standard	Indicator	Standard
pH	5.8 - 8.6	Mercury (mg/ℓ)	0.05
COD (mg/ℓ)	50	Org.-Phosphorus (mg/ℓ)	1
BOD (mg/ℓ)	20 (200*)	Arsenic (mg/ℓ)	0.5
SS (mg/ℓ)	50	Lead (mg/ℓ)	1
n-Hexane (mg/ℓ)	5	Hexachromium (mg/ℓ)	0.5
Phenol (mg/ℓ)	5	Soluble Manganese (mg/ℓ)	10
Cyanide (mg/ℓ)	1	Fluorine (mg/ℓ)	15
Chromium (mg/ℓ)	2	PCB (mg/ℓ)	0.003
Zinc (mg/ℓ)	5	Coliform (MPN/100 mℓ)	3,000
Copper (mg/ℓ)	3	Color (°)	400
Cadmium (mg/ℓ)	0.1	Temperature (°C)	40

* When treated in Tanchon Sewage Treatment Plant

c. 焼却灰中の揮発性物質

焼却残渣の３％以下。

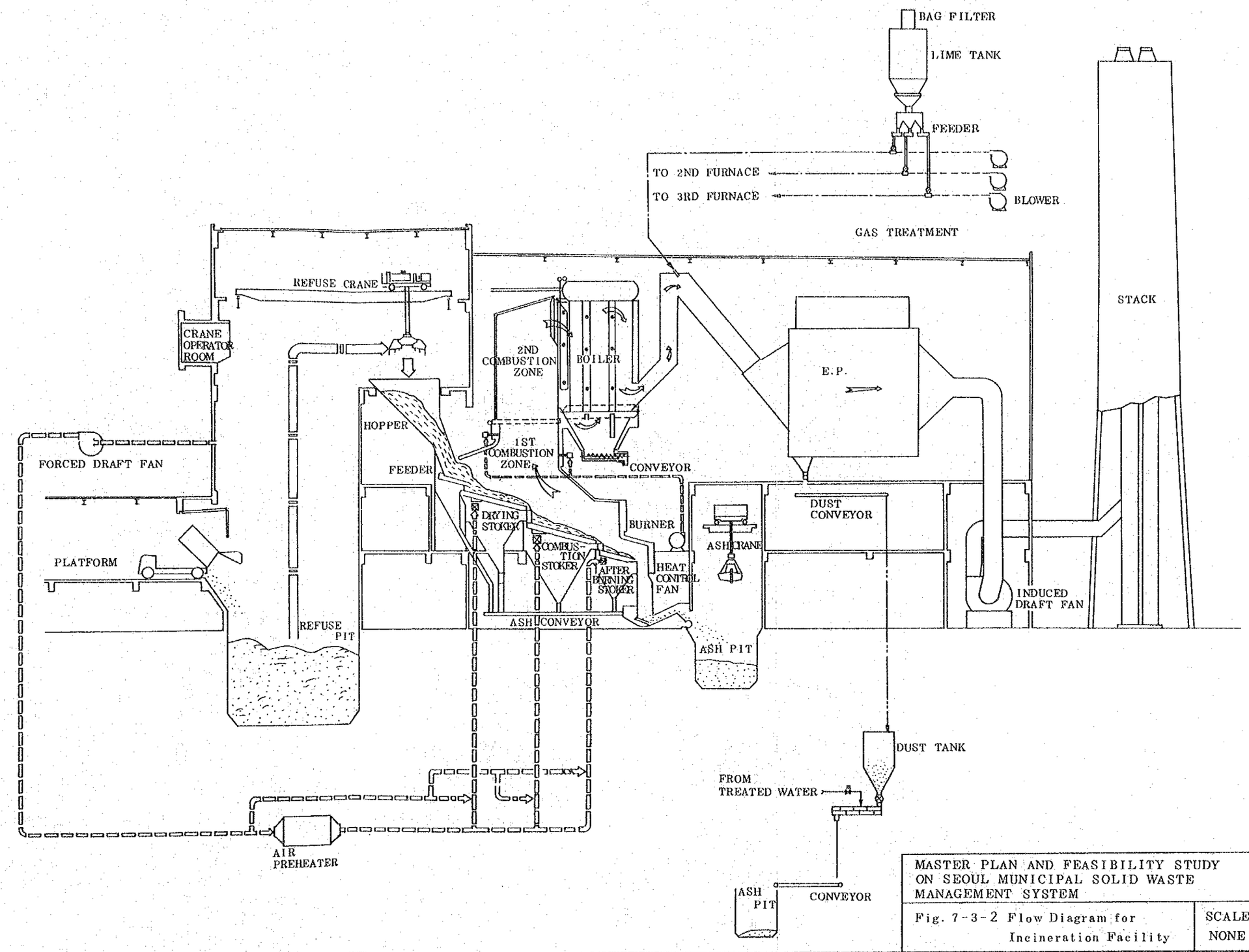
(2) 焼却プロセス

a. 処理手順

可燃物は次のような流れで焼却される（ Fig. 7－3－2 ）。

1. 重量測定

焼却プラントは中継基地に隣接して建設されるので、収集車輌が両方の



MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY ON SEOUL MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Fig. 7-3-2 Flow Diagram for Incineration Facility

SCALE NONE

施設に効率よく通行できるように工夫する必要があると同時に処理場内で収集車が渋滞することのないよう、待ちスペースを設ける必要がある。ごみを積載した収集車両は、トラックスケールで重量測定し、収集したごみ量を調べた後それぞれのプラットホームに入る。

2. 受入れおよび供給

収集車中のごみは、焼却プラントのプラットフォームからごみピットに落とされる。ピット中のごみはクレーンでつり上げられ、焼却炉のホッパーに落とされた後にフィーダーで除々に炉内に送り込まれる。

3. 燃　焼

炉に投入されたごみは、まず乾燥ストーカーで乾燥させられる。燃焼ストーカーでは、乾燥したごみを燃やし、後燃焼ストーカーで完全に燃焼させ、残渣の量を減少させる。この3段階の燃焼がスムーズに行えるように連続的に空気が送られる。

4. ガスの冷却と処理

焼却炉から発生したガスは、ボイラーを通過する際に冷却された後電気集じん機に入り、ばいじんがとり除かれる。処理されたガスは、ドラフトで吸いこみ、煙突に送られる。

5. 熱 回 収

炉内で発生した熱を用いて蒸気を発生する。その蒸気でタービンを回し、発電を行う。

6. 灰 出 し

ストーカーから落下した灰、ガス処略過程から発生した灰は水洗され、灰ピットに運ばれる。灰ピットからクレーンで出された灰は埋立地に運ばれる。

7. 廃水処理

洗灰廃水は炉内に散布され、蒸発させられる。プラント内で排出

る廃水は、有機物を含むものと含まないものとに分けられる。無機の廃水は、凝集、沈澱、沪過のような物理的手段で処理されるが有機物を含む廃水は、適切な生物処理が必要である。焼却プラントは炭川下水処理場の隣に建設中であるので、廃水をこの下水処理場が受け入れる事が可能なら、廃水処理の負担が軽減されるものと考えられる。

b. 熱 収 支

基準ごみに対する焼却炉の熱収支をFig. 7－3－3に示す。

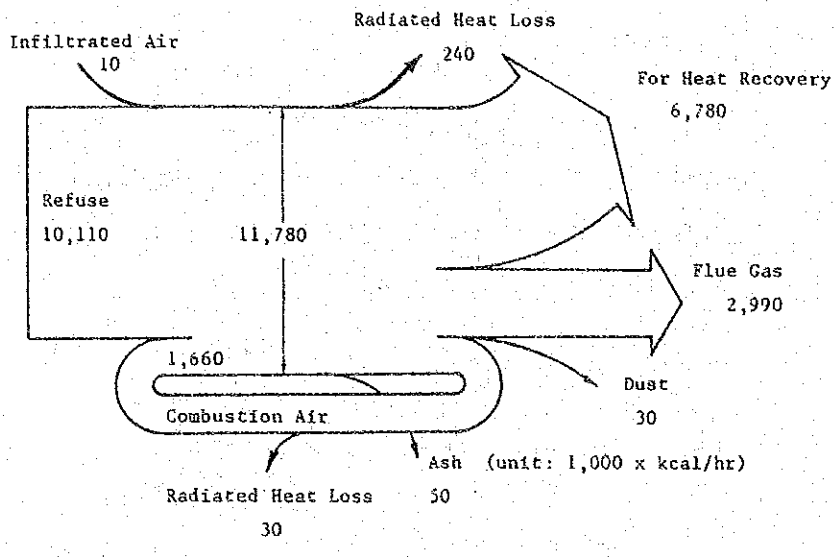


Fig. 7-3-3　Heat Balance of 200 t/day Furnace

(3) 施設配置

施設配置を考えるにあたって、プラントの操作条件の他に収集車が焼却プラントや中継基地に出入りする時の動線を考慮した。施設配置図をFig.7－3－4～Fig. 7－3－6に示す。

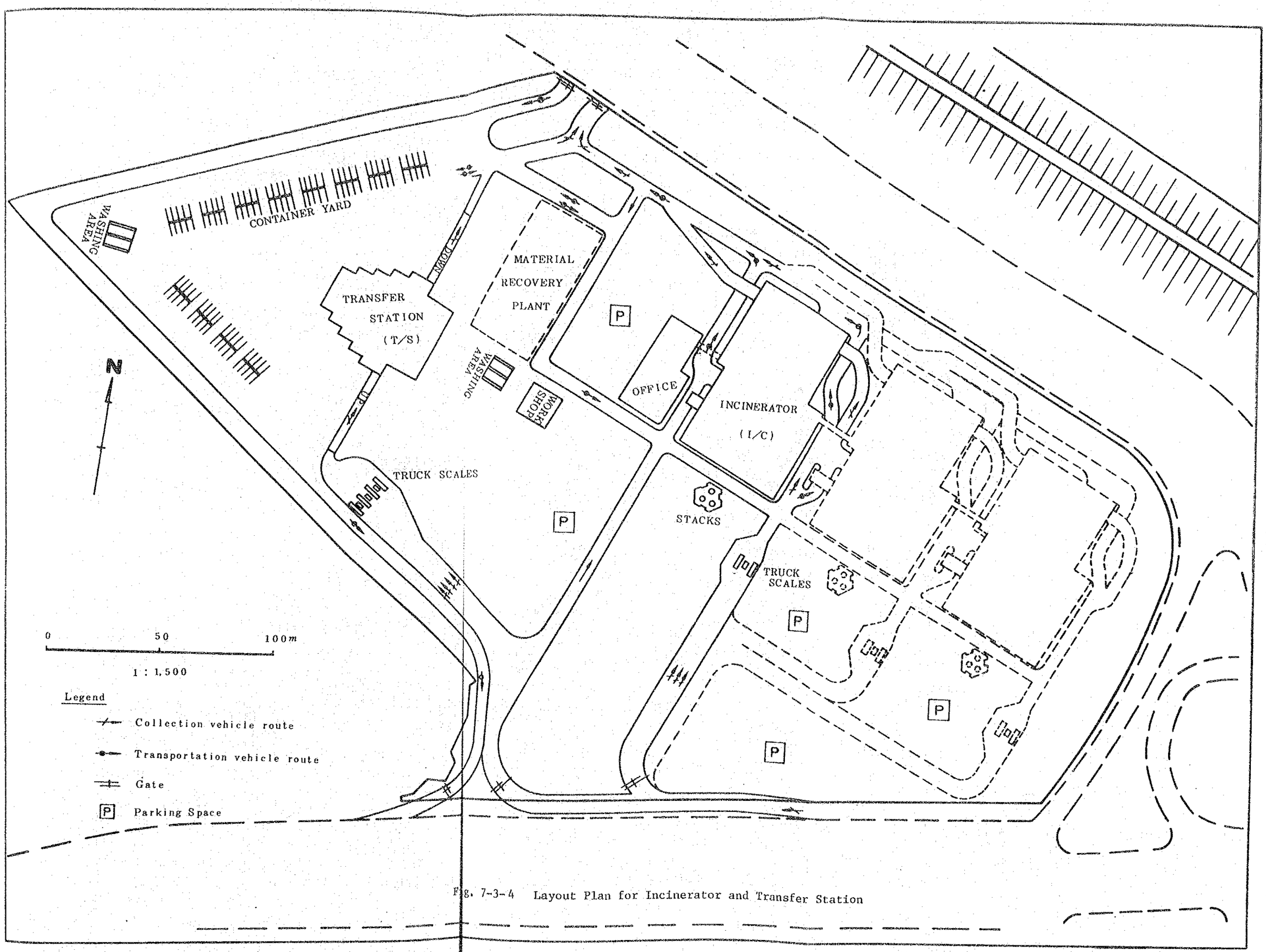
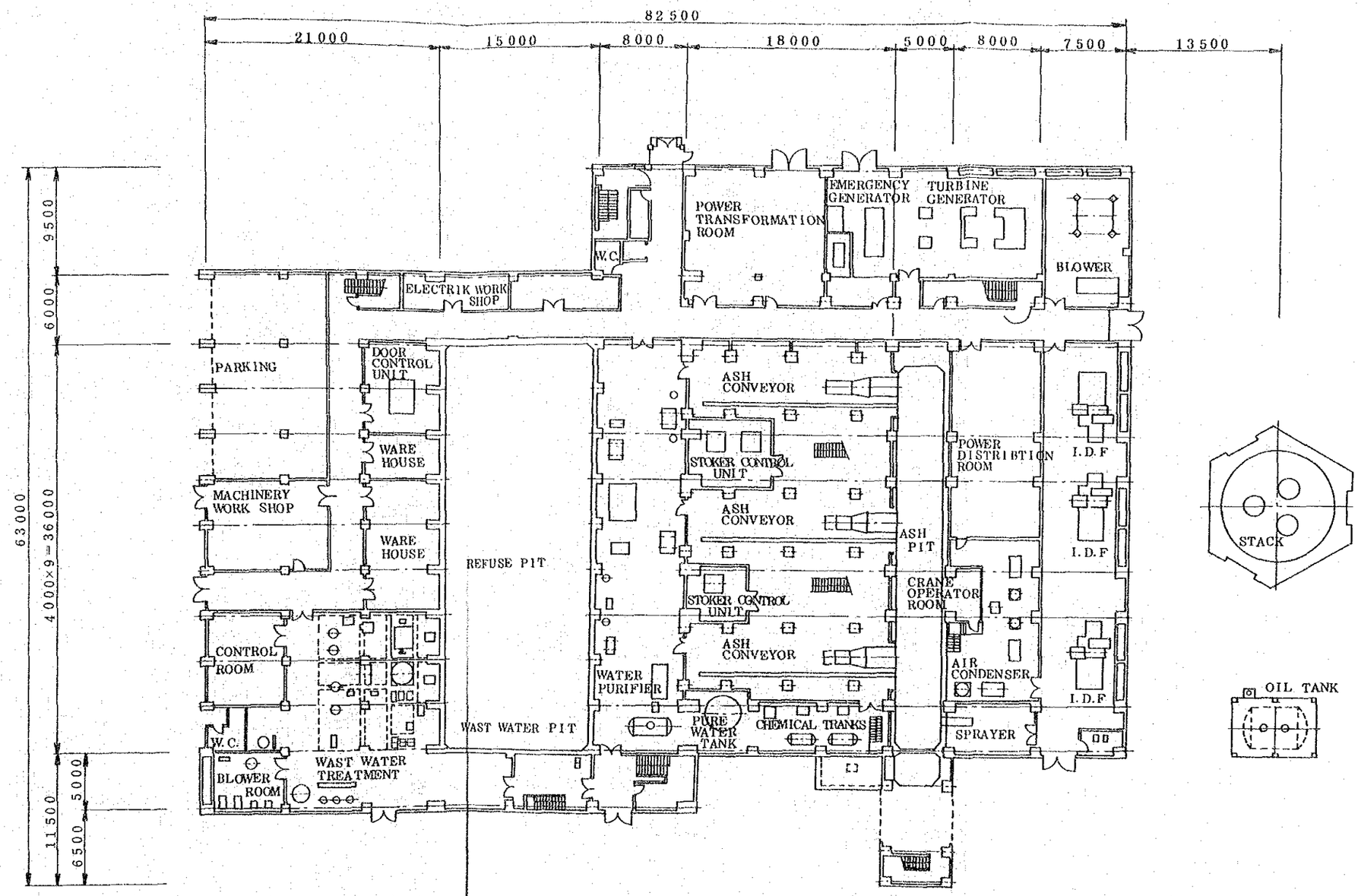


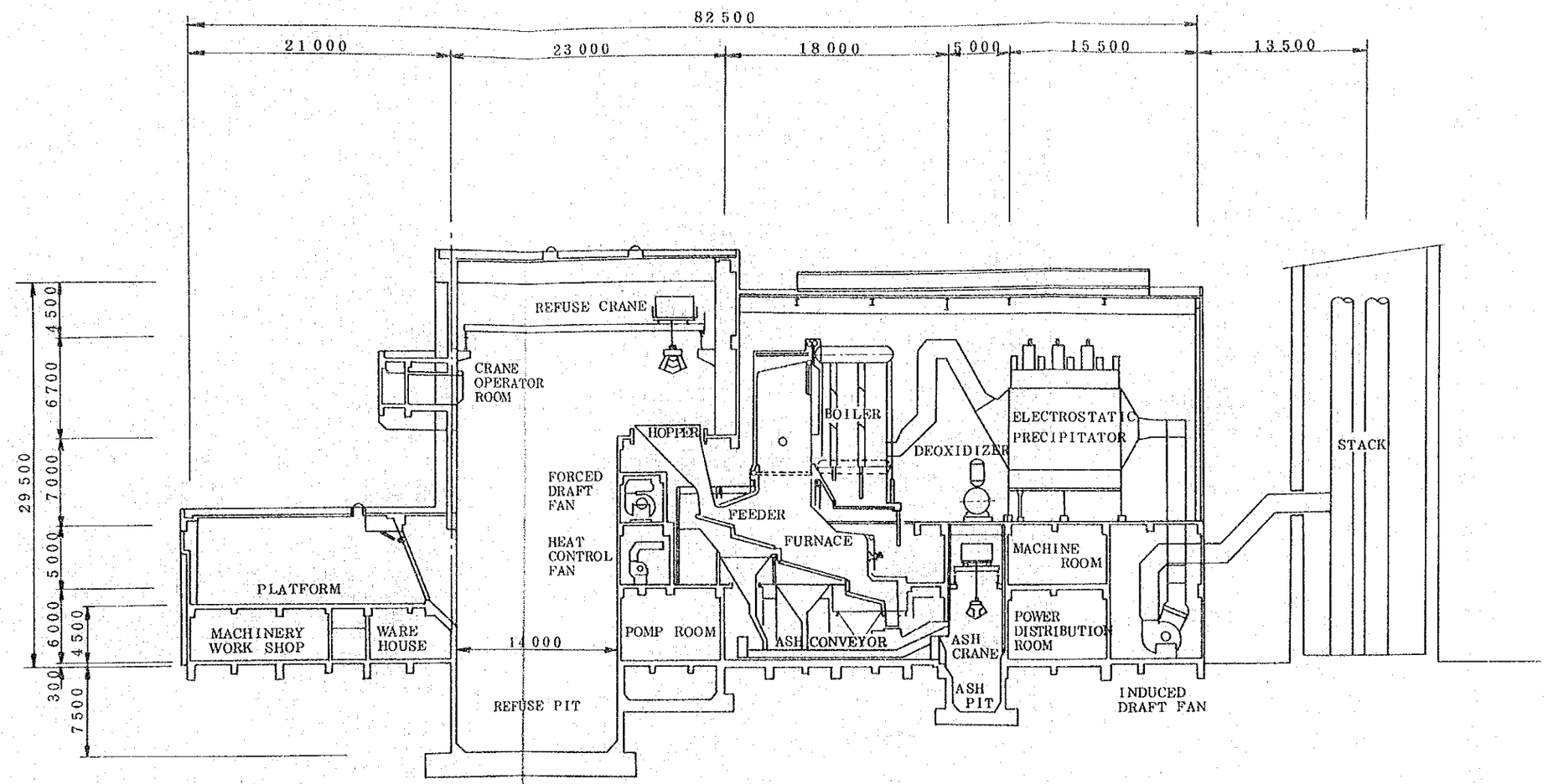
Fig. 7-3-4 Layout Plan for Incinerator and Transfer Station



MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY
ON SEOUL MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Fig. 7-3-5 Layout Plan for Incineration Facility

SCALE 1/400



MASTER PLAN AND FEASIBILITY STUDY
ON SEOUL MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Fig. 7-3-6 Cross Section for Incinerator

SCALE 1/400

(4) 運営人員

プラントの維持管理のための組織をFig.7－3－7に示す。焼却炉の稼動は２４時間であるから、操作人員は４グループに分けて考えた。

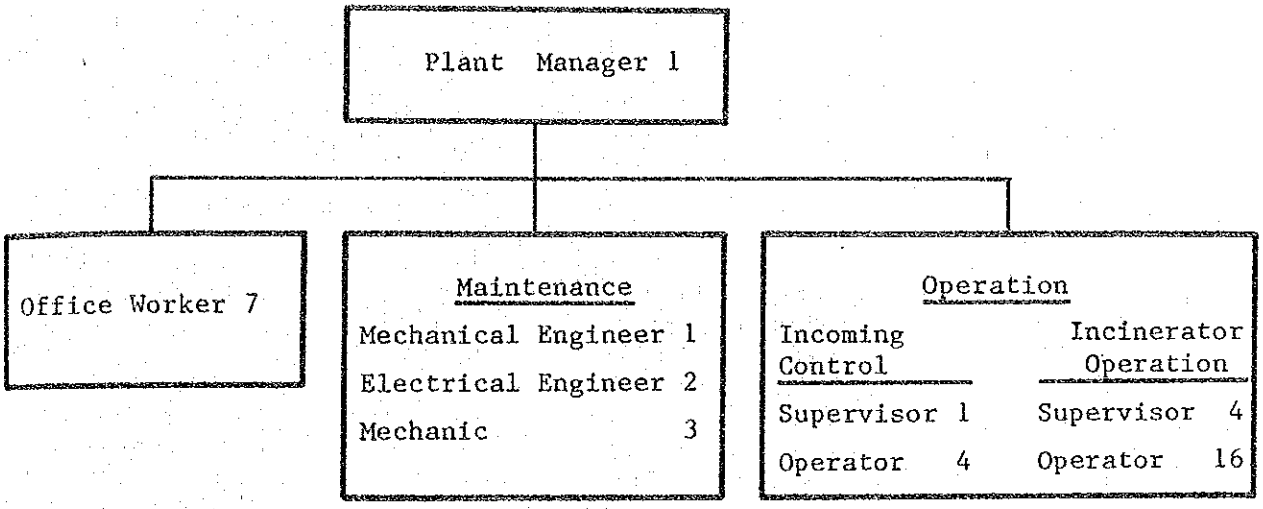


Fig. 7-3-7 Organization Chart for 600 t/day Incinerator

7－3－4 仕　様

(1) 処理能力

200t/d×3基　　計600t/d

(2) 稼動期間

－稼動時間　：　24hr/d

－稼動日数　：　330d/year

(3) 処理方式

－ガス冷却　：　ボイラー

－受入施設　：　ピットおよびクレーン

－灰出し　：　ピットおよびクレーン

－集じん　：　電気集じん機

－汚染物質除去　：　乾式アルカリ法

－廃水処理

どみピット内　：　炉内噴霧

プラント排水　：　有機物……生物処理

無機物……物理処理

(4) 受入設備

Equipment	Specification	No.of Units
Weighbridge	max. 20 ton	2
Platform	reinforced concrete, 1000 m^2	1
Refuse Pit	water-tight reinforced concrete, 6000 m^2	1
Refuse Crane	grab bucket	2
Hopper	steel structure, 35 m^3	3

Equipment	Specification	No. of Units
Grate	Stoker type	3
Furnance	Steel structure	3
Burner	heavy oil	3

(6) ガス冷却設備

Equipment	Specification	No. of Units
Boiler	max.pressure : 23 kg/cm^{2}G min.pressure : 3 kg/cm^{2}G Steam temperature : 250°C	3
Condensed Water		
- High Pressure	Forced air cooling	3
- Low Pressure	Forced air cooling	3
Condensed Water Tank	Steel structure, 30 m^2	2
Pure Water Processing	2 stages and 3 columns	1

(7) ガス浄化設備

Equipment	Specification	No. of Units
Electrostatic Precipitator	dry type, outlet dust: 0.05 mg/Nm^3	3
Pollutants Removal	dry alkali type	3

(8) 廃水処理設備

Equipment	Specification	No.of Units
Organic Wastewater	Contact stabilization + Coagulating sedimentation + filter	1
Inorganic Wastewater	Coagulating sedimentation + filter	1

(9) 熱回収設備

Equipment	Specification	No.of Units
Turbine		1
Electric Generator	Output : 1800 Kw	1
Hot Water Tank	with heat exchanger	
- Heater		1
- Supply		1

(10) 換気設備

Equipment	Specification	No. of Units
Forced Draft Fan	turbo type	3
Air Heater	bare tube type	3
Air Duct	steel structure	3
Smoke Duct	steel structure	3
Induced Draft Fan	turbo type	3
Stack	steel structure	1

Equipment	Specification	No. of Units
Ash Pusher	semi-wet type	3
Ash conveyor	Flight Conveyor	3
Ash Pit	reinforced concrete, 500m^3	1
Ash Crane	grab bucket	1

(12) その他の設備

- 電気設備　1式
- 計測設備　1式
- 洗車設備　1式
- その他の設備　1式

7－3－5　費用計算

(1)　投資コスト

600t/d の焼却炉の投資コストを内貨・外貨に分けたものを次に示す。

Table 7-3-3　Investment Cost for 600 t/day Incinerator

Work	Local Portion (W1,000)	Foreign Portion (W1,000)	Total (W1,000)
Civil and Building	6,973,000	-	6,973,000
Mechanical Equipment*	1,148,000	11,174,000	12,322,000
Receiving/Feeding Equipment	1,148,000	-	1,148,000
Combustion Equipment	-	3,623,000	3,623,000
Gas Cooling Equipment	-	3,934,000	3,934,000
Gas Treatment Equipment	-	760,000	760,000
Heat Recovery Equipment	-	831,000	831,000
Ventilation Equipment	-	878,000	878,000
Ash Removal Equipment	-	762,000	762,000
Wastewater Treatment Equipment	-	386,000	386,000
Piping	776,000	-	776,000
Electrical Equipment	1,368,000	1,611,000	2,979,000
Power	1,368,000	-	1,368,000
Control	-	1,611,000	1,611,000
Total	10,265,000	12,785,000	23,050,000

* All the equipment excluding Receiving/Feeding is considered to be assembly and constructed with foreign portion.

(2)　O/M コスト

年間の O/M コストを次に示す。人件費およびユーティリティの費用については、それぞれ Table 7－3－4 および Table 7－3－5 に示すとおりである。

Item	Operation and Maintenance Cost (W)
Overhaul	345,750,000
Utilities	384,190,000
Personnel Expense	194,650,000
Depreciation	1,152,500,000
Total	2,077,090,000

. Overhaul Cost = Investment Cost X 1.5%

. Depreciation Cost = Investment Cost ÷ Economic Life (=20years)

Table 7-3-4 Personnel Expenses

Personnel	No.	Unit	Total (W)
Manager	1	W400,000/Mon x 17 Mon	6,800,000
Mechanical Engineer	1	W350,000/Mon x 17 Mon	5,950,000
Electrical Engineer	1	W350,000/Mon x 17 Mon	5,950,000
Office Worker	7	W300,000/Mon x 17 Mon	35,700,000
Supervisor	5	W300,000/Mon x 17 Mon	25,500,000
Mechanic	3	W250,000/Mon x 17 Mon	12,750,000
Operator	24	W250,000/Mon x 17 Mon	102,000,000
Total	42		194,650,000

Table 7-3-5 Annual Utilities Cost

		Consumption Ratio	Unit Cost	Cost
Power		200 kW	W50/kWh	W79,200,000
Water		150 m^3/day	W170/m^3	W 8,420,000
Heavy Oil		40.5kℓ/year	W230/ℓ	W 9,315,000
Gas Treatment	Lime	6,000kg/day	W60,500/t	W119,790,000
Pure Water Processing	Sodium Sulfite	0.2kg/day	W500/kg	W33,000
	Hydrochloric Acid	40kg/day	W60/kg	W792,000
	Sodium Hydroxide	60kg/day	W130,000/t	W2,574,000
Boiler	Cleaner	3kg/day	W3,000/kg	W2,970,000
	Deoxidizer	2kg/day	W3,000/kg	W1,980,000
Wastewater Treatment	Sodium Hydroxide	65kg/day	W130,000/t	W2,789,000
	Sulfuric Acid	15kg/day	W 500/kg	W2,475,000
	Ferric Chloride	70kg/day	W 180/kg	W4,158,000
	Disinfectant	1kg/day	W330,000/t	W108,900,000
Oils	Pneumatic Oil	7kg/day	W150,000/180kg	W1,925,000
	Lubricating Oil	10kg/day	W150,000/180kg	W2,750,000
	Grease	1kg/day	W250,000/180kg	W458,000
	Turbine Oil	2kg/day	W200,000/180kg	W733,000
Subtotal				W 349,262,000
Others		Subtotal x 0.1		W 34,926,000
Total		-		W 384,188,000

第 8 章　環境評価

第8章　環境評価

8－1　環境保全上の法規制

8－1－1　公害防止規制

環境保全法によれば、排出施設を設置しようとする者に対して、排出物質を排出基準値以下に抑えるため、公害防止施設の設置を規定している（第１５条）。ごみ処理施設は環境影響評価を要するプロジェクトリストには含まれていない（第５条）が、排出物質は基準に照し合せてチェックする必要がある。さらに、主な要素に関しては排出物質の拡散後の影響を環境基準と比較してその適合性を検討する必要がある。

この章では環境保全の観点から施設の重要要素の検討を行った。工場及び関連する交通による大気質及び騒音の影響に関しては、基準に対する適合性を検討するために、定性的な予測を行った。

8－1－2　許容排出基準

(1)　排出ガス

当事業に係わる重要な汚染物質の排出基準をTable 8－1－1に示す。

Table 8-1-1　Permissible Discharge Standard (Emission Gas)

Pollutant	Permissible Discharge Standard
Sulfur Oxide (as SO_2)	1,000 ppm
Nitrogen Oxide (as NO_2)	250 ppm
Ammonia	250 ppm
Carbon Monoxide (CO)	400 ppm
Hydrogen Chloride (HCl)	25 ppm
Hydrogen Sulfide (H_2S)	30 ppm
Dust	300 mg/Nm^3

Source:　Environmental Preservation Law (EPL), 1983
Office of Environment, Republic of Korea

煙の視覚基準としてはリンゲルマンチャートの２度を規定しているが、これはダストの６００mg／Nm³に相当し、表８－１－１に示すダストの許容排出基準値（３００mg／Nm³）よりも少ない。

(2) 排　水

当事業に適用される地域としては、土地利用状況を考慮し「B」地域を選定した（Table ８－１－２）。B地域は環境局が指定する環境基準（水質）の２級、又は３級のレベルが維持されるべき水域とされているが、当事業施設からの排水は漢江に放出されるので、その水質保全のため３級を選定した。このクラスは水道３級、水産２級、工業用水１級に適用され、内容は次のとおりである。

水　道　３級　：　前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの

水　産　２級　：　中栄養型の水域の水産生物用

工業用水　１級　：　沈殿等による通常の浄水操作を行なうもの

Table 8-1-2　Permissible Discharge Standard (Wastewater), Area B

Pollutant	Hydrogen Ion Concentration (pH)	Chemical Oxygen Demand (mg/l)	Biochemical Oxygen Demand (mg/l)	Suspended Solids (mg/l)	Content of Normal Hexane Extractable Substances: Mineral Oil (mg/l)	Content of Normal Hexane Extractable Substances: Animal & Vegetable Fat or Oil (mg/l)	Phenol (mg/l)
Standard	5.8-8.6	150 or less	150 or less	150 or less	5 or less	30 or less	5 or less

Pollutant	Cyanide (mg/l)	Chrome (mg/l)	Zinc (mg/l)	Copper (mg/l)	Cadmium (mg/l)	Mercury (mg/l)	Organic Phosphorus (mg/l)	Arsenic (mg/l)
Standard	1 or less	2 or less	5 or less	3 or less	0.1 or less	0.05 or less	1 or less	0.5 or less

Pollutant	Lead (mg/l)	Hexa-chrome (mg/l)	Soluble Manganese (mg/l)	Fluorine (mg/l)	PCB (mg/l)	Coliform Group (MPN/100 ml)	Chromaticity (Degree)	Temperature (C)
Standard	1 or less	0.5 or less	10 or less	15 or less	0.003 or less	3,000 or less	400 or less	40 or less

Source : EPL, 1983

(3) 騒　音

用地境界における騒音レベルは当該地域の状況に応じて、Table 8－1－3に示す値以下とすべきことが規定されている。

Table 8-1-3　Permissible Noise Level Standard

(Unit:　dB(A))

Area	Time Zone		
	Day (6:00-18:00)	Evening (18:00-24:00)	Night (24:00-6:00)
Area other than the rsidential area within a community area, fisheries resources preservation area, arable land area, development promotion area and reserved area.	60	55	50
Residential area, semi-residential area	55	50	45
Commercial area, semi-industrial area	65	60	55
Industrial area, exclusive industrial area	70	65	60

Source:　EPL, 1983

(4) 悪　臭

悪臭レベルは臭気テストによる臭気強度2以下とするよう規定されている。臭気テストによる基準はTable 8－1－4に示す悪臭物質濃度に相当する。また、臭気強度に対応する臭覚の程度を表8－1－5に示す。

Table 8-1-4 Sensory Degree and Concentration of Odor Sources

(Unit: ppm)

Odor Source	Sensory Degree					
	0	1	2	3	4	5
Hydrogen Sulfile	-	0.0005	0.006	0.06	0.7	8.0
Methyl Sulfide	-	0.0001	0.002	0.04	0.8	2
Methyl Mercaptan	-	0.0001	0.0007	0.004	0.03	0.2
Methyl Disulfide	-	0.0003	0.003	0.03	0.3	3
Trimethylamine	-	0.0001	0.001	0.02	0.2	3
Acetoaldehyde	-	0.002	0.01	0.1	1	10
Styrene	-	0.03	0.2	0.8	4	20
Ammonia	-	0.1	0.6	2	10	40
	Acceptable				Unacceptable	

Source: Control of Rank Odor, Bureau of Pollution Control, Tokyo Metropolitan Government (TMG), 1978

Note: The odor sources are those prescribed by the rank odor protection law of Japan

Table 8-1-5 Sensory Degrees and Human Sense

	Sensory Degree	Human Sense
Acceptable	0	Not perceivable
	1	Slightly perceived (Detective threshold)
	2	Identifiable odor (identifiable threshold)
Unacceptable	3	Easy to identify
	4	Strong odor
	5	Intensive odor

Source: Control of Rank Odor, TMG, 1978

8－1－3　環境基準

(1)　大 気 質

SO_2 基準に追加して1983年に新たに5物質の環境基準が設定された（Table 8－1－6）。

Table 8-1-6　Environmental Quality Standard (Air)

Item	Standard
Sulfur dioxide (SO_2)	Average annual concentration: 0.05 ppm or less Average 24-hour concentration: 0.15 ppm or less (not to be exceeded 3 or more times per year)
Carbon monoxide (CO)	Average concentration: 8 ppm or less Average 8-hour concentration: 20 ppm or less (not to be exceeded 3 or more times per year)
Nitrogen oxide (NO_2)	Average annual concentration: 0.05 ppm or less Average 1-hour concentration: 0.15 ppm or less (not to be exceeded 3 or more times per year)
Total suspended particulates (TSP)	Average annual concentration: 150 ug/m^3 or less Average 24-hour concentration: 300 ug/m^3 or less (not to be exceeded 3 or more times per year)
Oxidants (as O_3)	Average annual concentration: 0.02 ppm or less Average 1-hour concentration: 0.1 ppm or less (not to be exceeded 3 or more times per year)
Hydrocarbons (HC)	Average annual concentration: 3 ppm or less Average 1-hour concentration: 10 ppm or less (not to be exceeded 3 or more times per year)

(2)　水　　質

当事業用地についての水質基準にはTable 8－1－7に示す基準のうちからクラスⅢが適用される。

Table 8-1-7 Environmental Quality Standard (Water quality of rivers, lakes and marshes)

CATEGORY	CLASS	Application by Use	STANDARD					
			Hydrogen Ion Concentration (pH)	Biochemical Oxygen Demand (BOD)mg/l	Chemical Oxygen Demand (COD)mg/l	Suspended Solids (SS)mg/l	Dissolved Oxygen (DO)mg/l	Coliform (MPN/100 ml)
LIVING ENVIRONMENT	I	Potable supply-Class I Natural environment preservation	6.5-8.5	1 or less	1 or less	25 or less (1)	7.5 or more	50 or less
	II	Potable supply-Class II Natural environment preservation	"	3 or less	3 or less	" (5)	5 or more	1,000 or less
	III	Potable supply-Class III Fisheries-Class II Ind supply- " I	"	6 or less	6 or less	" (15)	"	5,000 or less
	IV	Industry supply-Class II Agriculture	6.0-8.5	8 or less	8 or less	100 or less (15)	2 or more	-
	V	Industry supply-Class III Living environment preservation	"	10 or less	10 or less	No refuse, etc. floating on surface	2 or more	-
HUMAN HEALTH PROTECTION	ALL WATERS	Cadmium: 0.01 mg/l or less Cyanide (CN): not detectable Lead (Pb): 0.1 mg/l or less Hexachrome (Cr^{+6}): 0.05 mg/l or less Arsenic (As): 0.05 mg/l or less Mercury (Hg): Not detectable Polychlorinated biphenyl (PCB): Not detectable						

(Notes)

1. For lakes and marshes, no BOD standards shall apply; the SS standards shown in the parentheses shall apply.

2. Fisheries supply-Class I: For aquatic organisms living in waters of low eutrophy

3. Fisheries supply-Class II: For aquatic organisms living in waters of medium eutrophy

4. Natural environment preservation: Preservation of such natural environment as natural sight

5. Potable supply-Class I: Fit for use after filtering or any other simple treatment

6. Potable supply-Class II: Fit for use after conventional treatment such as sedimentation, filtering, etc.

7. Potable supply-Class III: Fit for use after sophisticated treatment together with primary treatment

8. Industry supply-Class I: Fit for use after conventional treatment including sedimentation.

9. Industry supply-Class II: Fit for use after sophisticated treatment including chemical treatment

10. Industry supply-Class III: Fit for use after special treatment.

11. Living environment preservation: To cause no discomfort to daily life of people

(3) 騒　音

当事業用地にはTable 8－1－8に示す地域のうち「B」地域が適用されよう。

Table 8-1-8 Environmental Quality Standard (Noise)

in Leq dB(A)

Area Classification	Subject Area	Standards	
		Day (06:00-22:00)	Night (22:00-06:00)
Ordinary Area	Area "A"	50	40
	Area "B"	55	45
	Area "C"	65	55
	Area "D"	70	65
Road Vicinity	Areas "A" and "B"	65	55
	Area "C"	70	60
	Area "D"	75	70

(Notes) 1. Areas and subject areas shall be classified as follows:

(1) Area "A"

Residential area within the natural environment preservation area, tourist and recreational area and community area pursuant to the provision of Article 6 of the National Land Use and Management Law

Green area pursuant to the provision of Article 17 of the Urban Planning Law

Exclusive residential area pursuant to the provision of Article 15 of the Enforcement Decree for the National Land Use and Management Law

Area within 50 meters from the boundary of a general hospital site pursuant to the provision of Article 3 of the Medical Law

Area within 50 meters from the boundary of a school site pursuant to the provision of Article 81 of the Education Law

(2) Area "B"

Area other than the residential area included in the community area pursuant to the provision of Article 6 of the National Land Use and Management Law

Residential area and the semi-residential area pursuant to the provision of Article 15 of the Enforcement Decree for the Urban Planning Law

(3) Area "C"

Commercial area pursuant to the provision of Article 17 of the Urban Planning Law

Semi-industrial area pursuant to the provision of the Enforcement Decree for the Urban Planning Law

(4) Area "D"

Industrial area and the exclusive industrial area pursuant to the provision of the Enforcement Decree for the Urban Planning Law

Industrial area pursuant to the provision of Article 6 of the National Land Use and Management Law

2. The "road" shall mean one with 2 or more lanes.

3. These standards for noise shall not apply to the noise produced by the aircraft, railroad or construction work.

8－2　環境汚染要素の抽出

8－2－1　ごみ処理事業における環境要素

ごみ処理は、一面では、ごみ密度を変換するプロセスである。すなわち発生源では低密度で道路上等に散乱しているごみが収集され、埋立地に積まれ、均されて圧縮されるプロセスといえる。このプロセスを通じて市街地はきれいになり、衛生的にも美観的にも良好に保たれ、併せてごみによる悪臭、浸出汚水、ネズミやハエの発生源は除去され、特定地点に集められる。このように考えれば、埋立てはごみとそれに伴う公害を集めるプロセスといえる。それ故に結果として埋立地は高密度の公害の原因となる可能性がある（Fig.8－2－1）。

近年、埋立用地の確保が困難になったため、ごみ容量を減少する方策が検討されているが、焼却はその中でも従来から行われている方法である。焼却量が少い場合には著しい害はないが多量の場合にはその影響について検討しておく必要がある。というのはごみの性質は焼却により大きく変わり、残渣の成分も元の状態とは大きく異なるからである。このようなごみ処理事業のプロセスの中で生じるこれらの公害について検討することがここでの課題である。

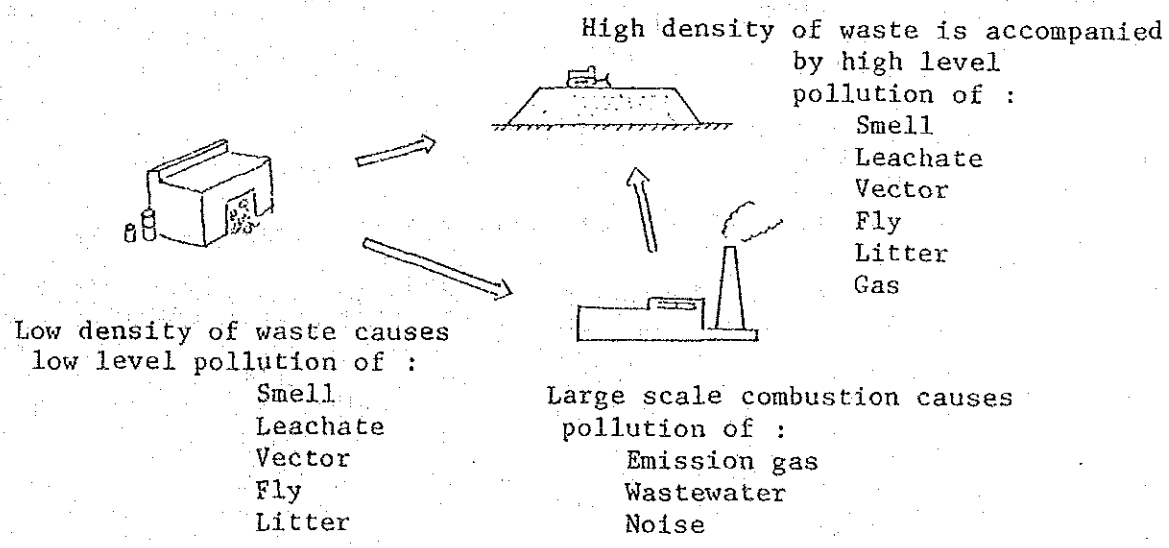


Fig. 8-2-1　Environmental Factors in Solid Waste Management

8－2－2　焼却工場

焼却工場の施設に関連する公害要素をTable 8－2－1に示す。

Table 8-2-1　Pollution Factors of Incineration Plant

Equipment	Pollution Factor					
	Waste-water	Emission Gas	Odor	Noise	Vibration	Transpor-tation
Stack		x				
Gas Washer	x					
Ash Remover	x					
Refuse Pit	x		o			
Pit Crane				o		
Fan				x		
Electric Generator				o		
Truck Washer	o					
Toilet & Kitchen	o					
Vehicle		x	o	x	o	x

Legend:　x = Important factor
　　o = General factor

上記のうち重要な要素の一般的な性質についてはサブセクション4－5－1で扱い、予測及び評価は8－3－1で行う。

8－2－3　埋立地

埋立地に関連する公害要素をTable 8－2－2に示す。

Table 8-2-2　Pollution Factors of Landfill Site

	Landfill	Wastewater Treatment Facility
Effluent		x
Leachate	x	
Rank Odor	o	
Gas	o	
Vector	o	
Flies	o	
Litter	o	
Fire	o	

Legend:　x = Important factor
　　o = General factor

公害要素の一般的な性質についてはサブセクション4－5－2で扱い、追加コメントを8－3－2に記述する。

8－3　環境影響予測及び評価

8－3－1　焼却工場

(1)　大気質（排出ガス濃度）

焼却工場に関連する公害要素のうち、ここではこの調査で得られたごみの特性に基づいて排出ガス濃度の予測を行う。拡散濃度については次のステップで予測を行う。

a．予測条件

－ごみの平均化学組成をTable 8－3－1に示す。

Table 8-3-1　Chemical Composition of Waste

Component		Quality of Waste	
		Low	Average
Volatile mater	(%)	27.10	33.60
C	(%)	13.88	17.21
H	(%)	1.85	2.29
O	(%)	10.42	12.92
N	(%)	0.80	1.00
S	(%)	0.05	0.06
Cl	(%)	0.10	0.12
Moisture content	(%)	62.10	51.10
Ash	(%)	10.80	15.30

－Table 8－3－2に示す数字は物質の化学平衡の計算及び操業状況を考慮して求めたものである。

Table 8-3-2 Conditions for Forecast of Emission Gas

Item		Quality of Waste	
		Low	Average
Theoretical air	(Nm^3/kg)	1.4	1.7
Air excess ratio		1.6	1.7
Unit emission gas			
Wet base	(Nm^3/kg)	3.17	3.77
Dry base	(Nm^3/kg)	2.19	2.88
Plant capacity	(t/day)	600	600
Emission gas			
Wet base	(Nm^3/h)	79,200 (=22.0 Nm^3/s)	94,400 (=26.2 Nm^3/s)
Dry base	(Nm^3/h)	54,800 (=15.2 Nm^3/s)	72,100 (=20.0 Nm^3/s)

b. 予測の結果

－二酸化硫黄（SO_2）

硫黄分及び二酸化硫黄の量及び濃度の予測結果をTable 8－3－3に示す。

Table 8-3-3 Forecast of Sulfur Dioxide

Discharge Level	Quality of Waste	
	Low	Average
Volume of sulfur, kg/h	12.50	15.00
Volume of SO_2, Nm^3/h	8.75	10.50
Concentration (Dry base), ppm	160	146

－塩化水素（HCℓ）

排出濃度は次に示す平山の式により算出した。

$$HC\ell\ (ppm) = 2.5 \times 10^5 (1 - w)(Xp/Vb) + 200$$

ここで　w ：水分

Xp：〔ごみ中のプラスチック量（乾ベース）〕× 0.15

Vd：排出ガス量（乾ベース）、N m^3/Kg・ごみ

ごみ質別のHCℓ濃度の予測結果をTable 8－3－4に示す。

Table 8-3-4　Forecast of Hydrogen Chloride

Discharge Level	Quality of Waste	
	Low (w=0.62　Vd=2.19)	Average (w=0.51　Vc=2.88)
Concentration (dry base), ppm	850	840

Note:　X_p = 0.1

－ダスト及び窒素酸化物（NOx）

ダスト及び窒素酸化物の一般的性質はサブセクション4－5－1に、対策はセクション8－4に記述した。

c．評　価

SO_2の排出濃度の予測結果は排出ガス基準よりも低く、無害であると考えられる。HCℓに関しては基準はまだ無いが、予測値は高く、プラスチックの混入率が高まれば更に高まると考えられる。ダストの排出濃度は既にサブセクション4－5－1で述べたように、対策がない場合には一般的には基準値内にはおさまらない場合が多い。よって、これらに関する対策が必要と考えられる。

(2)　大気汚染（拡散値）

a．予 測 式

排出ガスの拡散は多くの条件に左右される。その中には風の状況、大気安定度、ガスの量と温度、及び煙突の形状等がある。

大気質の保全のためには、排出ガスの地上における濃度を計算する必要がある。ここでは、汚染物質の最大濃度及び排出源からの距離を求めるため、次のサットン式を用いる。

$$C_{max} = \frac{2q}{\pi e U He^2} \left(\frac{Cz}{Cy}\right)$$

$$L = \left(\frac{He}{Cz}\right)^{2/(2-n)}$$

ここで、 C_{max} ： 最大地上濃度、（ m^3/m^3 ）

L ： 発生源からCmaxまでの距離、（ m ）

q ： 汚染物質排出量、（ m^3/s ）

U ： 風速、（ m/s ）

Cz, Cy ： 拡散係数、Cz ：垂直方向、Cy ：水平方向

He ： 有効煙突高、（ m ）（実煙突高＋煙の上昇による高さ）

n ： 大気安定度による係数

π ： 3.142

e ： 2.718

有効煙突高はボサンケ式により計算した。

$$He = Ho + 0.65(Hm + Ht)$$

ここで、

$$Hm = \frac{\frac{4.77}{U}\sqrt{Q \times V}}{1 + \frac{0.43 \times U}{V}}$$

$$Ht = 6.37 \times 9.8 \frac{Q(T - Ta)}{U^3 \cdot Ta} \times 2 \times \left(2.30 \log J + \frac{1}{J} - 1\right)$$

$$J = \frac{U^2}{\sqrt{Q \times V}}\left(0.43\sqrt{\frac{Ta}{9.8 \times Z}} - 0.28 \times \frac{V}{9.8} \times \frac{Ta}{T - Ta}\right) + 1$$

$$V = \frac{B \cdot Vw \cdot T}{273 \times 3{,}600F}$$

Ho ： 実煙突高、（ m ）

Q ： 湿ベースガス量、（ m^3/s ）

V ： ガス排出速度、（ m/s ）

T ： 煙突出口におけるガス温度、（°K）

Ta ： 大気の平均温度、（°K）

B ： 焼却容量、（ Kg/h ）

Vw ： 単位ガス量、（ Nm^3/Kg ）

F ： 煙突出口面積、（ m^2 ）

Z ： 大気の温度勾配、（ ℃/m ）

b．予測条件

最大拡散濃度の予測条件を次に示す。

Table 8-3-5 Conditions for forecast of Air Pollution

Item	Conditions			
Pollutant	SOx	HCl	NOx	Particulate
Emission rate	50 ppm	200 ppm	150 ppm	0.05 g/Mm^3
Emission volume	94,400 Nm^3/h = 26.2 Nm^3/s			
Parameter	Cz = 0.07	Cy = 0.47	n = 0.25	
Temperature	Gas: 200°C		Air: 15°C (70 m, 0.0033 °C/m)	
Stack	Height: 70 m		Diameter: 2.0 m	
Climate	Wind speed: 6 m/s		Direction: Westerly	

c．予測の結果

予測の結果、汚染物質濃度は排出濃度の１／８０,０００に低減することが分った（Table ８－３－６）。

Table 8-3-6 Forecast of Dispersed Level of Air pollution

Forecast Item	Pollutant			
	SOx	HCl	NOx	Particulate
Concentration	0.0006ppm	0.002ppm	0.002ppm	0.0006mg/Nm^3
Distance, km	4.1	4.1	4.1	4.1

d．評　価

拡散濃度は環境大気質基準に比べて非常に小さい（Table ８－３－７）。従って、ごみの焼却による大気汚染への影響は著しくないものと考えられる。

Table 8-3-7 Comparison of Forecast Air Pollution Level and Quality Standard

	Pollutant		
	SOx	NOx	Particulate
Forecasted Level	0.0006ppm	0.002ppm	0.6 ug/Nm^3
Standard Level	0.05ppm	0.05ppm	150 ug/Nm^3
Evaluation	Cleared	Cleared	Cleared

Note: 1. Air quality standard of HCl is not established.

e．今後の検討

焼却施設の操業による大気汚染の概略検討によれば影響は少いという結果が出たが、詳細設計の段階ではより詳細な検討をする必要がある。ここでは予想される詳細検討の結果をイメージするために一例を示す（Fig 8－3－1）。

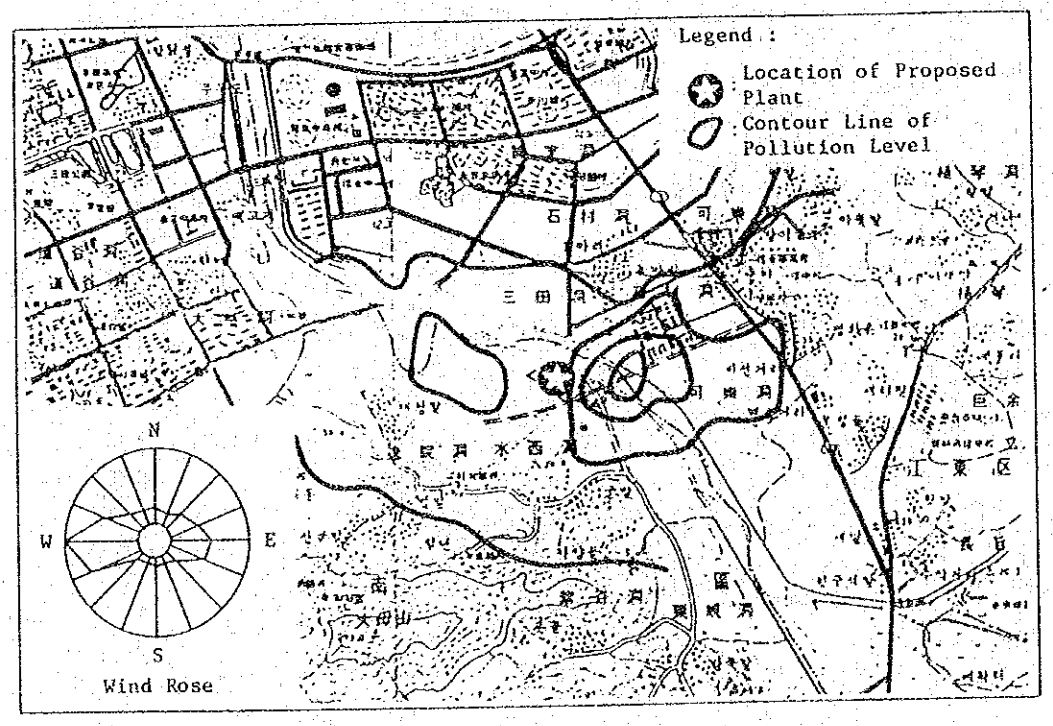


Fig. 8-3-1 Example of Air Pollution by Emission Gas of Stack

図中のコンターラインは、有風時についてはプルームモデル、無風時についてはパフモデルを用いてシミュレーションにより求めた。この場合の最大値は排出濃度の1/100,000であり、概略検討の計算結果よりも小さくなっている。

この例によれば、工場の南における汚染濃度は、煙突の風下に現れる最大濃度よりも小さい。従って、排出ガスの影響はこの地域においても著しくないものと考えられる。

(3) 水質汚濁

ガス洗浄、又はガス冷却に使用した排水の一般的性質についてはサブセクション4－5－1で述べた。ここでは、灰洗浄水及びピット内汚水について検討する。

a. 灰洗浄水

灰洗浄水の量は通常、冷却水の2～3％である。水質の例をTable 8－3－8に示す。

Table 8-3-8 Quality of Water Used for Removing Ash

Item	Quality	Item	Quality
pH	6 - 12	Pb	10 - 30 ppm
BOD	600 - 800 ppm	Cr^{6+}	0.5 - 1.0 ppm
COD	300 - 400 ppm	Hg	Undetected
SS	400 - 1000 ppm	Zn	20 - 60 ppm
N-hexane	10 - 40 ppm	Cu	0.5 - 1.0 ppm
Cd	0.5 - 1.0 ppm	Fe	40 - 100 ppm

Source: Guideline for Construction of Incineration Facility, Japan

排水は高濃度の重金属を含有しているので、蒸発法その他の方法により敷地内で処理するべきである。

b. ごみピット内の浸出汚水

ごみピット内の浸出汚水の量はごみ重量の3～5％である。水質の例をTable 8－3－9に示す。

Table 8-3-9 Quality of Leachate in Refuse Pit

Item	Quality	Item	Quality
pH	4 - 6	Total - N	180 - 1,350 ppm
BOD	20,000 - 50,000 ppm	NH_4 - N	40 - 630 ppm
COD	5,000 - 20,000 ppm	P	40 - 620
SS	1,000 - 3,000 ppm		

Source: Guideline for Construction of Incineration Facility, Japan

浸出水は原則的には焼却室に吹き込み、施設内で処理されるが、その他に下水処理場で処理されることもある。

(4) 騒　音（ファン）

焼却施設内の騒音発生源の中では、送風用のファンが典型的な発生源である。騒音は用地選定の際にその隣接地域に及ぼす影響が問題となるため、工場内ではなく敷地境界上でのレベルを予測するものとする。

a. 予測条件

－騒音発生源（送風機）のパワーレベルをTable 8－3－10に示す。

Table 8-3-10 Power Level of Noise Source

Noise Source	Frequency (Hz)							Power Level
	63	125	250	500	1000	2000	4000	
Blower	60	64	77	77	74	65	52	81

－騒音レベルは次式により計算する。

$L = Lw - 20 \log r - TL$

ここで、L ： 工場からrmの点における騒音レベル、dB（A）

Lw ： パワーレベル、81 dB（A）

r ： 工場から受音点までの距離、m

TL ： 壁による透過損失、15 dB（A）

b．予測の結果

送風機の運転による騒音レベルはTable 8－3－11に示すように予測された。

Table 8-3-11 Forecast of Noise Level

	Distance from Wall, (m)				
	5	7	10	20	30
Noise Level [dB(A)]	52	49	46	40	36

c．評　価

空地における夜間の敷地上の騒音基準は50dB(A) であり、予測値は工場から7mの地点で49dB(A)である。従って、工場と敷地の間を7m以上とれば、工場の運転に伴う騒音は基準値以下になると考えられる。

(5) 輸　送

1) 交　通

工場の建設により収集輸送車両が工場用地周辺に集中する。工場はインターチェンジ近くの幹線道路沿いに計画されているので、ここでは車両の影響について検討する。

a．予測条件

収集車両が工場に入る際に、道路に進入してくる車と交差するため織り込み区間が生ずる。必要車線数の計算に通常使われる次式により、車両走行の影響について検討する。

$$N = \frac{V_1 + KV_2 + V_3}{C}$$

ここで、N ：円滑な車両走行のために必要とされる車線数

V_1, V_2, V_3：Fig 8－3－2に示す交通流の時間交通量（乗用車換算）

K ：織り込み影響係数

C ：一車線当りの設計交通容量

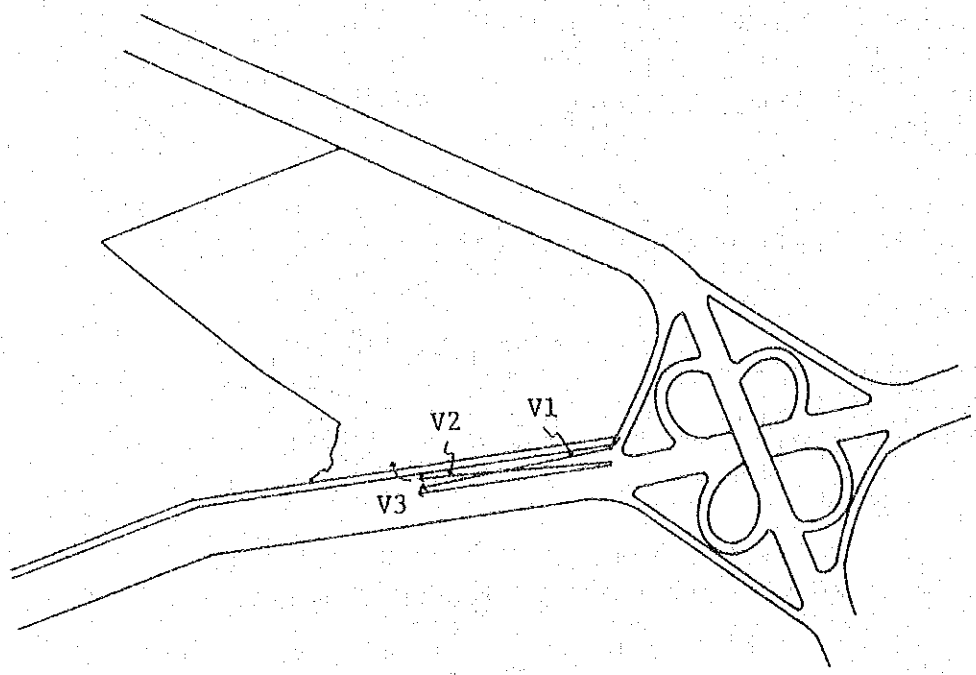


Fig. 8-3-2 Traffic Flow in Front of the Plant

－予測に用いた交通条件

V_1： 500 vph

V_2： 20～100 vph（トラックの乗用車換算係数は2）

V_3： 1,000 vph

K ： 3.0

C ： 1,000 vph

L ： 織り込み長、100m（100mの織り込み長に対する容量の限度は2,500台／時である。ここでは$V_1 + V_2$ の合計交通量は520から700台／時の間である。）

b．予測の結果

交通走行に要する車線数をTable 8－3－12に示す。

Table 8-3-12 Waste Collection Vehicles and Number of Lanes

Vehicle	20	40	60	80	100
Lane	1.56	1.62	1.68	1.78	1.80

c．評　価

予測の結果によればトラック台数が５０台（乗用車換算１００台）に増加したとしても、車両走行に必要とされる車線数は２以下である。この道路の車線数は一方向で４～５車線となり、そのうち２車線が関連交通で使用可能と考えられる。従って、収集車両による影響は許容範囲以内になるものと判断される。

d．円滑な交通確保のための方策

交通走行予測によれば収集車両は交通の妨げとはならないが、安全確保のために屈折車線を付加することを提案する（Fig ８－３－３）。車線長は日本の道路設計基準に基づいて設計した。

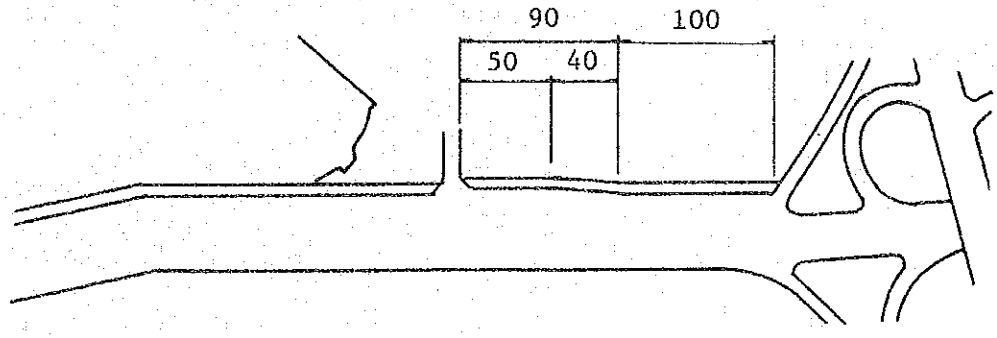


Fig. 8-3-3　Recommended Shape of Turning Lane

2）交通騒音

このプロジェクトが沿道環境に及ぼす影響を知るために、通常交通による騒音と収集車両によって追加される騒音を計算した。詳細な影響を知るためには、詳細設計の際に検討を加える必要がある。

a．計 算 式

単純平均（Ｌ５０）を使用する。次に示すＬ５０の予測式は１９７５年に日本音響学会により作成されたもので、建設省が交通騒音予測に用いているものである。

$$L50 = Lw - 8 - 20\log_{10}\ell + 10\log_{10}\left(\pi\frac{\ell}{d}\tanh 2\pi\frac{\ell}{d}\right) + \alpha_d + \alpha_i$$

ここで、 L50：平均騒音レベル、dB(A)

Lw ：車両の平均パワーレベル、dB(A)

ℓ ：発生源から受音点までの距離、m

d ：平均車頭間隔、m，d＝1,000v/N

v ：平均走行速度、km/h

N ：交通量、台/時

α_d ：しゃ音壁による減衰量、dB(A)

α_i ：道路構造及び受音点の高さによる補正、dB(A)

―パワーレベル、Lw

車両の平均パワーレベルは走行速度と車種構成により異り、次式によって算出することができる。

$$Lw = 86 + 0.2v + 10\log_{10}(a_1 + 8a_2)$$

ここで、 Lw ：車両の平均パワーレベル、dB(A)

v ：平均走行速度、km/h

a_1 ：小型車の割合

a_2 ：大型車の割合、ここで $a_1 + a_2 = 1.0$

b．予測条件

車両による平均騒音レベルの予測条件は次のとおりである。

Table 8-3-13 Conditions for Forecast of Traffic Noise Level

Item	Conditions
Ordinary traffic volume	N = 1,000 veh/h
Composition of large vehicles	a_2 = 0.3 (a_1 = 0.7)
Average running speed	v = 60 km/h
Distance from noise source	ℓ = 10 m
Adjustment values	αd = -5 dB(A)
	αi = -2.5 dB(A)
Number of waste collection vehicls at peak hour	100 veh/h

c．予測の結果

通常交通及び収集車両による騒音レベルをTable 8－3－14に示す。

Table 8-3-14　Forecast of Traffic Noise

Item		Waste Collection Vehicle		Comparison
		Without	With	
Power level, Lw	dB(A)	103	104	+1
Noise level, L50	dB(A)	64	65	+1

d．評　価

予測の結果によれば収集車両による騒音レベル増加量は1 dB（A）である。この結果により、プロジェクト工場の操業に伴う収集車両の影響は著しいとは考えられない。

3）車両の排出ガス

ごみ収集車による大気汚染のうち主なものは一酸化炭素（CO）および窒素酸化物（NOx）である。COは、空気比が少いときに燃料の不完全燃焼によって生ずる。NOxは燃料及び空気中の窒素の酸化により、燃焼温度が高いときに生じる。このようにして生じるNOxの大半はNOであり、排出後は酸化されてNO_2になる。

現段階では予測に必要な基礎データが不足しているので、ここでは車両による大気汚染の概観を示すために例をあげる。

a．計算の手順

排出ガスによる大気汚染予測のプロセスをFig.8－3－4に示す。

b．計算式

有風時についてはプルームモデル、無風時についてはパフモデルを用いて算出し、これらの計算結果を合計してNOx の年平均濃度を求めた。

i）プルームモデル

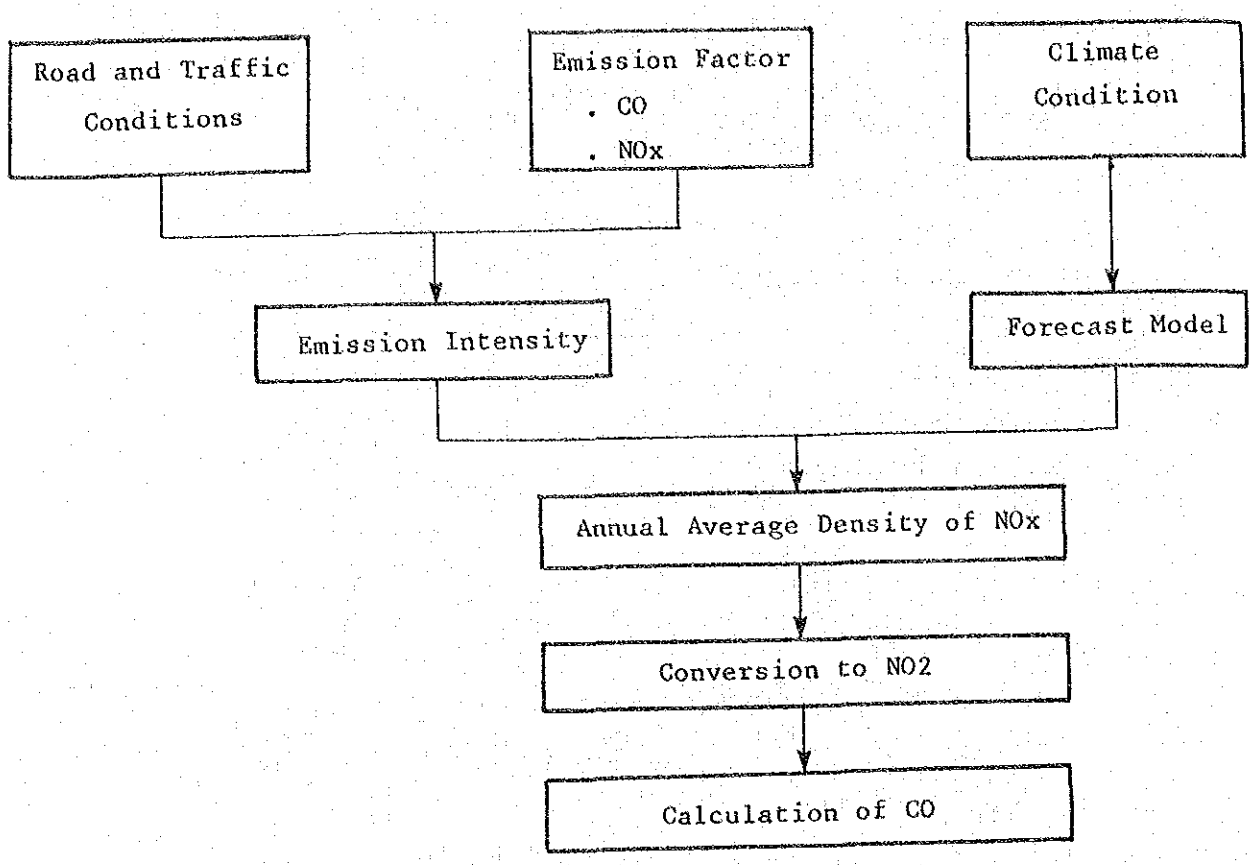


Fig. 8-3-4 Forecast Process of Traffic Air Pollution

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u\ SySz} \exp\left(-\frac{y^2}{2\ Sy^2}\right) \left[\exp\left\{-\frac{(H+Z)^2}{2\ Sz^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(H-Z)^2}{2\ Sz^2}\right\}\right]$$

ここで、C(x,y,z)：地点(x,y,z)における濃度(ppm)

x ：排出源から風下への距離(m)

y ：x軸から直角方向への水平距離(m)

z ：x軸からの垂直方向への距離(m)

Q ：排出ガス強度(cc／s)

U ：風速(m／s)

H ：排出源の高さ(m)

Sy ：水平方向の拡散巾(m)

Sz ：垂直方向の拡散巾(m)

ii) パフモデル

$$C(x, y, z, T) = \int_0^T \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \cdot Sy^2(t) \cdot Sx(t)} \cdot \exp\left\{-\frac{x^2+y^2}{2Sy^2(t)}\right\}$$

$$\left[\exp\left\{-\frac{(H+Z)^2}{2Sz^2(t)}\right\} + \exp\left\{-\frac{(H-Z)^2}{2Sy^2(t)}\right\}\right]$$

ここで、C(x,y,z,T)：排出からT時間後の地点(x,y,z)における濃度(ppm)

Q：排出ガス強度(cc／s)

Sy：排出からT時間後の水平拡散巾(m)

Sz：排出からT時間後の垂直拡散巾(m)

H：排出源の高さ(m)

c. 予測条件

交通による大気汚染の計算条件をTable 8－3－15に示すように設定した。

Table 8-3-15 Conditions for Forecast of Traffic Air Pollution

Item	Conditions	
Ordinary traffic volume	10,000 veh/day*2	
Composition of large vehicles	30 %	
Average running speed	60 km/h	
Number of waste collection vehicles	1,000 veh/day	
Emission factor (g/km.veh)*1	CO	NOx
Large vehicle	1.54	4.58
Small vehicle	2.07	1.57

*1 Source: Emission Factors of Vehicle Exhaust Gas for Use of Environmental Impact Prediction (Draft), Ministry of Construction, Japan 1978

*2 Peak hour traffic volume is about 1,000 vhe/h.

予測のために日本で設定された一連の排出強度の中から、ここでは一例として1975年の値を使用することとした。これらの値は新旧各種車両の運転テストに基づいて決定されたものである。参照のため韓国における車両排出ガス基準をTable 8－3－16に示す。

Table 8-3-16 Emission Standards for Vehicles in Korea

Vehicle Type	CO	NOx
Passenger cars (LPG and gasoline), g/km	18.0	2.5
Large vehicles (Diesel), ppm	980	1,000*1 590*2

*1 Direct jet type
*2 Buoyancy chamber type

d. 予測の結果

排出ガスの拡散状況をFig.8－3－5に示す。

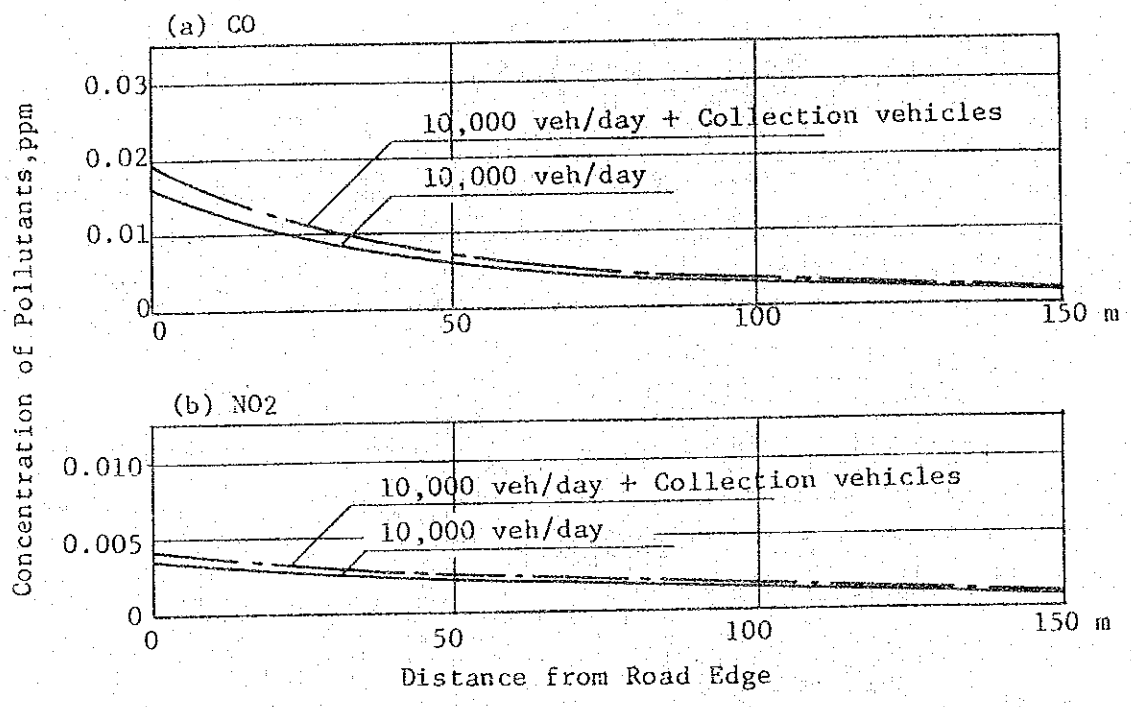


Fig. 8-3-5 Example of Traffic Air Pollution

この例によればＣＯ濃度の最大値は道路端に現れ（交通量が１０,０００台／日のとき0.016㎎）、道路から離れるに従い徐々に低減している。同じ条件によるNO_2の道路端における濃度は0.0035㎎であり、やはり道路から遠ざかるに従い減少している。

NO_2 の値は次式によりNOxを変換して求めた。

$$y = 0.016x + 0.0389\sqrt{x}$$

ここで、y：NO_2 濃度（ppm）

x：NOx 濃度（ppm）

c．評　価

現在、CO及びNO_2の環境濃度が不明なため、東京におけるデータをバックグラウンド濃度として使用した。

ＣＯの年平均値：3.3 ppm

NO_2の年平均値：0.041 ppm

（出典：道路付近における大気汚染の現況、環境庁１９８４。千代田、新宿、墨田、世田谷の４地点における１９８３年の平均値）

ＣＯの大気質基準は月平均で定められている。これを予測値と比較するために次式により年平均値7.3 ppmに変換した。

$$y = 0.862x + 0.441$$

ここで、y：ＣＯの年平均値，ppm

x：ＣＯの月平均値，8 ppm

上式は、東京の４地点の月平均値を用いて回帰分析により求めた（Fig. 8－3－6）。

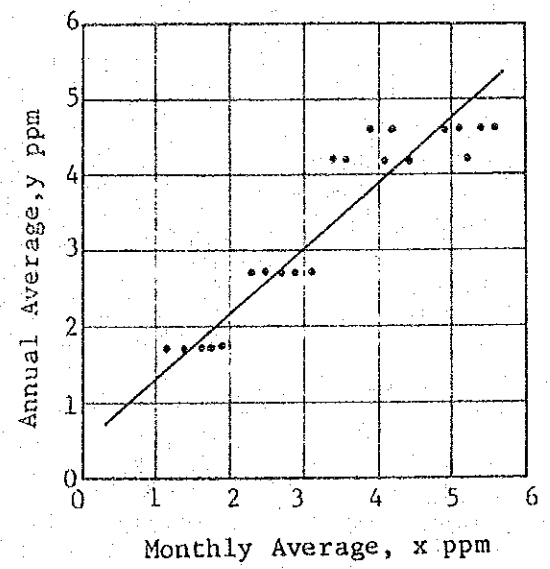


Fig. 8-3-6　Relation between Monthly Average and Annual Average

予測結果（拡散値＋バックグラウンド濃度）と大気質基準との比較によれば、交通による大気汚染は許容限度以内にある（Table 8－3－17）。

Table 8-3-17 Evaluation of Traffic Air Pollution

Pollutant	Waste Collection Vehciel		Background	Forecast	Standard	Evaluation
	Without	With				
CO, ppm	0.016	0.019	3.300 *1	3.319	7.3 *3	Cleared
NO_2, ppm	0.004	0.004	0.041 *2	0.045	0.05	Cleared

Notes: *1, *2 Survey data obtained in Tokyo.
*3 Converted from monthly average standard to annual average standard.

従って、交通による大気汚染の影響は著しくないものと考えられる。また、ごみ収集車を含む交通によるＣＯ及びNO_2濃度は、収集車がない場合に比べて著しく大きくなることはないと判断される。

8－3－2 埋立地

セクション４－５で述べたように、埋立地で発生しやすい公害問題の多くは適切な対応により解決することが可能である。準好気性埋立てに使われる覆土は悪臭、ネズミやハエの発生、ごみの飛散、自然発火及び雨水浸出等の防止に有効である。さらに良好な環境を保全するためにはガス抜き施設及び浸出水処理施設等が必要である。

8－4　対策の提案

8－4－1　焼却工場

焼却工場の操業に伴う公害の低減に必要とされる対策をTable 8－4－1に示す。

Table 8-4-1 Measures to Prevent Pollution of Incineration Plant

Pollution	Measures
Air Pollution	
Hydrogen Chloride (HCl)	Wet alkali gas washing method is recommended. NaOH mist is used to absorb HCl gas. The absorption effectiveness is 90-98%. Treatment of vapour (white smoke) is required.
Dust	An electrostatic precipitator is recommended to collect the small particulates (0.01-100 μm) which are most harmful for humans.
Water Pollution	Drainage system of a plant should be studied carefully considering location, topography, provided facility and utilities. In principle, a circuit or closed system within the site is recommended.
Gas Washing Water	General treatment methods are pH adjustment, coagulation, sedimentation, and neutralization. The sludge should be dewatered by a drying bed.
Ash Removal Water	Blow and evaporation method is recommended to treat the water within the site. The water is generally treated by pH adjustment, coagulation, sedimentation, neutralization and filtration. The sludge is dewatered by a drying bed.

/ .... cont'd

Pollution	Measures
Refuse Pit Leachate	The treatment method should be studied carefully, because the quantity and quality of leachate vary widely. It should be treated, in principle, by an evaporation-oxidization method in the plant.

8－4－2　埋立地

埋立地による公害を低減するために必要とされる対策をTable 8－4－2に示す。

Table 8-4-2　Measures to Prevent Pollution of Landfill

Pollution	Measures
Water Pollution	The leachate from landfill should be treated properly taking into consideration, the volume and characteristics of the waste. The general methods are activated sludge, trickling filter, aerated lagoon, and coagulation-sedimentation methods.
Other Pollution Odor, Gas, Vector, Flies, Litter and Fire	Semi-aerobic landfill is recommended to control generation of the accompanied pollution. Daily cover using briquet ash is appropriate to prevent these problems. The material for the final cover should be suitable for planting and later beneficial use of the land.

第９章　プロジェクト実施計画

第9章　プロジェクト実施計画

9－1　実施計画

江東区における、プロジェクト実施スケジュールをTable 9－1－1に示す。
本スケジュールは1985～1988年までの実施計画であり、マスタープランの実施スケジュールと整合したものである。

本プロジェクトの目標年次は1988年であるが、これはオリンピック開催までにソウル市の近代化を目指したものである。

プロジェクト実施に当って本報告書（F／S）に引き続き、3つの大きな段階を必要とする。即ち、詳細設計、用地確保、資金調達（自己資金で賄えない場合には金融機関との協議を含む）である。Table 9－1－1は、プロジェクト実施までに、時間的余裕が殆んどないことを示している。
従って、この計画の実施に際しては、本スケジュールに従い早急に行動を起こす必要がある。

中継基地は、プロジェクトとしては、焼却と同時に行うものであるが工期的には、焼却施設より早く建設される計画となっている。これはプロジェクト実施に先立ち、分別収集の準備や、予行演習を行う意味も含まれている。また、その期間は機械（車両等）の購入期間にも当てられる。

9－2　投資計画

プロジェクト実施計画に基づいた、投資計画をTable 9－2－1に示す。

Table 9-1-1 Implementation Schedule for Short Term Project

Programs	1985	1986	1987	1988
1. Loan Negotiation	2			
2. Land Acquisition		▼		
3. Tender for Detail Design		2		
4. Soil/ Topographic Survey		2		
5. Review of Feasibility Study		4		
6. Detail Design			6	
7. Tender for Construction			2	
8. Construction			15	
a. Incineration				
- Civil/Building			10	
- Equipment/Installation			6	
- Test Run				3
b. Transfer Station			10	
9. Purchase of Operation Vehicles				▼

Table 9-2-1 Investment Schedule for Short Term Project

(Unit thousand Won)

	1986			1987			1988			89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	04
	Local	Foreign	Subtotal	Local	Foreign	Subtotal	Local	Foreign	Subtotal	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Land Acquisition	1,845,000	-	1,845,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Engineering Service	119,160	447,440	566,600	116,280	271,470	387,750	45,560	185,990	231,550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Detail Design	119,160	447,440	566,600	47,940	191,760	239,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Supervision	-	-	-	68,340	79,710	148,050	45,560	185,990	231,550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construction	-	-	-	5,941,750	2,234,800	8,176,550	5,176,750	10,550,200	15,726,950	-	-	-	-	-	96,600	-	-	-	205,200	-	96,600	-	-	-	-
a. Incinerator	-	-	-	5,459,350	2,234,800	7,694,150	4,805,650	10,550,200	15,355,850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Civil and Building	-	-	-	5,229,750	-	5,229,750	1,743,250	-	1,743,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Mechanical Equipment	-	-	-	229,600	2,234,800	2,464,400	918,400	8,939,200	9,857,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Piping	-	-	-	-	-	-	776,000	-	776,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Electrical Equipment	-	-	-	-	-	-	1,368,000	1,611,000	2,979,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b. Transfer Station	-	-	-	482,400	-	482,400	371,100	-	371,100	-	-	-	-	-	96,600	-	-	-	205,200	-	96,600	-	-	-	-
- Civil and Building	-	-	-	441,360	-	441,360	110,340	-	110,340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Equipment	-	-	-	41,040	-	41,040	260,760	-	260,760	-	-	-	-	-	96,600	-	-	-	205,200	-	96,600	-	-	-	-
Operation Vehicles	-	-	-	-	-	-	5,388,000	-	5,338,000	-	-	-	-	-	5,388,000	1,147,500	-	-	-	-	5,388,000	1,147,500	-	-	-
a. Collection	-	-	-	-	-	-	2,893,500	-	2,893,500	-	-	-	-	-	2,893,500	-	-	-	-	-	2,893,500	-	-	-	-
b. Transfer	-	-	-	-	-	-	2,494,500	-	2,494,500	-	-	-	-	-	2,494,500	1,147,500	-	-	-	-	2,494,500	1,147,500	-	-	-
Landfill	198,320	-	198,320	75,010	-	75,010	75,010	-	75,010	74,950	50,320	50,320	23,680	290,020	967,030	2,359,420	53,280	53,220	138,230	53,220	53,220	602,300	53,220	53,220	66,660
a. Nanjido	198,320	-	198,320	75,010	-	75,010	75,010	-	75,010	74,950	50320	50,320	23,680	23,680	23,680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b. Incheon I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266,340	943,350	2,359,420	53,280	53,220	138,230	53,220	53,220	602,300	53,220	53,220	66,666
c. Incheon II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	2,162,480	447,440	2,609,920	6,133,040	2,506,270	8,639,310	10,685,320	10,736,190	21,421,510	74,950	50,320	50,320	23,680	290,020	6,451,630	3,506,920	53,280	53,220	343,430	53,220	5,537,820	1,749,800	53,220	53,220	66,660
Physical Contingency	216,250	44,740	260,990	613,300	250,630	863,930	1,068,530	1,073,620	2,142,150	7,500	5,030	5,030	2,370	29,000	645,160	350,690	5,330	5,320	34,340	5,320	553,780	174,980	5,320	5,320	6,670
Total	2,378,730	492,180	2,870,910	6,746,340	2,756,900	9,503,240	11,753,850	11,809,810	23,563,660	82,450	55,350	55,350	26,050	319,020	7,096,790	3,857,610	58,610	58,540	377,770	58,540	6,091,600	1,924,780	58,540	58,540	73,330

	05	06	07	08	Total		
	L	L	L	L	Local	Foreign	Total
Land Acquisition	-	-	-	-	1,845,000	-	1,845,000
Engineering Service	-	-	-	-	281,000	904,900	1,185,900
Detail Design	-	-	-	-	167,100	639,200	806,300
Supervision	-	-	-	-	113,900	265,700	379,600
Construction	-	96,600	-	-	11,613,500	12,785,000	24,398,500
a. Incinerator	-	-	-	-	10,265,000	12,785,000	23,050,000
- Civil and Building	-	-	-	-	6,973,000	-	6,973,000
- Mechanical Equipment	-	-	-	-	1,148,000	11,174,000	12,322,000
- Piping	-	-	-	-	776,000	-	776,000
- Electrical Equipment	-	-	-	-	1,368,000	1,611,000	2,979,000
b. Transfer Station	-	96,600	-	-	1,348,500	-	1,348,500
- Civil and Building	-	-	-	-	551,700	-	551,700
- Equipment	-	96,600	-	-	796,800	-	796,800
Operation Vehicles	-	5,388,000	1,147,500	-	24,994,500	-	24,994,500
a. Collection	-	2,893,500	-	-	11,574,000	-	11,574,000
b. Transfer	-	2,494,500	1,147,500	-	13,420,500	-	13,420,500
Landfill	53,220	266,340	943,350	2,359,420	8,912,980	-	8,912,980
a. Nanjido	-	-	-	-	594,970	-	594,970
b. Incheon I	53,220	-	-	-	4,748,900	-	4,748,900
c. Incheon II	-	266,340	943,350	2,359,420	3,569,110	-	3,569,110
Subtotal	53,220	5,250,940	2,090,850	2,359,420	47,646,980	13,689,900	61,336,880
Physical Contingency	5,320	575,090	209,090	235,940	4,764,700	1,368,990	6,133,670
Total	58,540	6,326,030	2,299,940	2,595,360	52,411,680	15,058,890	67,470,550

- Remarks -

(1) Incinerator

1) Of the investment cost of civil and building, 75% is disbursed in 1987 and 25% in 1988.
2) Of the investment cost of mechanical equipments, 20% is disbursed in 1987 and 80% in 1988.
3) Investment cost of piping and electrical equipments are disbursed in 1988.
4) Economic life is 20 years.

(2) Transfer Station

1) Of the investment cost of civil and building, 80% is disbursed in 1987 and 20% in 1988.
2) Of the investment cost of equipments excluding wheel loader, 20% is disversed in 1987 and 80% in 1988.
3) Wheel loader is purchased in 1988 and this cost (96,000 x 10^3 Won) is involved in the cost of equipments.
4) Economic life of civil and building is 30 years. 10 years for equipment and 6 years for wheel loader.

(3) Operation Vehicles

1) Economic life is 6 years.

(4) Landfill

1) Investment costs and disbursement schedule of landfill both Nanjido and Incheon complised with Seoul side studies.
2) Project cost to be invested is shared in proportion to landfill volume of the projects.

(5) Renewal costs for vehicles and equipment except incinerator are disbursed at the interval of their economic life.

(6) Operation/maintenance and depreciation cost is excluded in this Table.

第１０章　プロジェクトの評価

第10章　プロジェクトの評価

10－1　財務評価

10－1－1　方法論

経済評価は、あるプロジェクトが経済全体の発展に重要な貢献度をなすかどうかを判定するものであり、そのプロジェクトの貢献、必要となる稀少な資源の使用を正当化するほど大きいかどうかを決めるためのものである。費用－便益分析はこうした目的をはたす有益な手段のひとつであろう。しかし費用－便益分析は、金銭もしくは支払い意志によって価値付けするのが不適当な無形の便益のみか、もしくはほとんど無形の便益しかもたらさないプロジェクトには適用できない。

固形廃棄物整備計画によってもたらせられる便益のほとんどは、無形のものである。健康な社会生活、あるいは美観上の効果を、どのように支払い意志という概念で評価できるか。ある無形の便益を間接的に価値付ける色々な試みは賞讃に価いするが、時として滑けいな場合もある。しかしながら、多くの場合、費用－便益分析を行なわず、常にプロジェクトの財務的健全性を立証するため、なんらかの現実的分析を行なうことが望ましい。こうした意味から、フィージビリティ・スタディで提案されたプロジェクトを財務面から分析する方向に努力を傾けた。経済分析に関しては、フィージビリティ・スタディの計画期間中の固形廃棄物整備の投資規模を、サブセクション５－５－５で、将来の資本の潜在的入手可能性の評価を通して、簡単にふれた。

提案されたマスター・プラン、および、ソウル市の進行中のごみ処理プロジェクトを考慮して、フィージビリティ・スタディの候補地として、江東区が選ばれた。財務評価は、この区に対するプロジェクトの財務上の健全性、および自立度の観点から行なわれた。プロジェクトの財務的実現可能性は、プロジェクトの実施によって発生する費用の増加を、収集料金支払い者、および政府が吸収する能力があるかどうかに、大きくかかわってくる。従ってまず料金支払い者の能力を、人口、一人当りごみ発生量および建物の形態などの、将来の変化を考慮して評価した。財務内部収益率を、いくつかの収集料金の水準を設定して計算した。

次に、運営維持費および返済をカバーし、将来の投資に備えられるだけの収入の必要額を検討するために、財務諸表を作成した。計算は、返済額に対するインフレ効果をみるために、経常価格で行なった。借款条件を変えて感度分析も行った。

プロジェクトの財務分析の作業フローをFig.10－1－1に示す。

10－1－2　財務的実現可能性

(1)　将来の収集料金

江東区についての収集料金からの将来の収入を、サブセクション5－5－6で述べた方法で推定した。建物の形態別平均的ごみ収集料金は、ソウル市のものと同じと仮定した。推定した収集料金と計算の基礎となる社会構造に関する資料を、Table 10－1－1及び10－1－2に示した。

江東区におけるごみ収集料金からの収入は、1988年の27億2,230万ウオンから、2005年の41億6,120万ウオンまで、年率2.5％で増加するものと予想される。しかし単位収集料金は、独立家屋より、高い料金を払うアパートの数の将来の伸び率が低いために、1988年の4,280ウオンから、2005年の4,140ウオンへとわずかに下っている。

ソウル市全体と比較すると、江東区の単位収集料金は、ソウル市の平均より、1988年には40％も高くなっているが、2005年には14％高までに下るものと思われる。

将来の家族収入は、一人当りGNPの伸びに従って増加するであろう。KDIの予測によれば、韓国の一人当りGNPは1984年価格で、1983年の1,962米ドルから2000年には5,103米ドルと2.6倍となる。こうしたことから、家計も、高い生活水準にふさわしいごみ処理に対して現在より高い収集料金を支払う余裕が出てくるであろう。

(2)　財務内部収益率（FIRR）

国際融資機関で一般的に行われている例に従って提案されたプロジェクトの財務的実現可能性を検討するために、財務内部収益率を計算した。FIRRは、ごみ処理の自立度および収集料金を変化させて、そのいくつかのケースについて計算を行った。

第9章で提案されたプロジェクトの実施スケジュールに合せて、江東区でのプロジェクトの各年別支出額を算定した。運営維持費は、Table 10－1－3に示すように推計された。プロジェクト・ライフは、焼却プラントの耐用年数を考慮して、プラントの運転開始から20年とした。収入は、収集料金とソウル市からの補助

Fig. 10-1-1 Work Flow for Financial Analysis

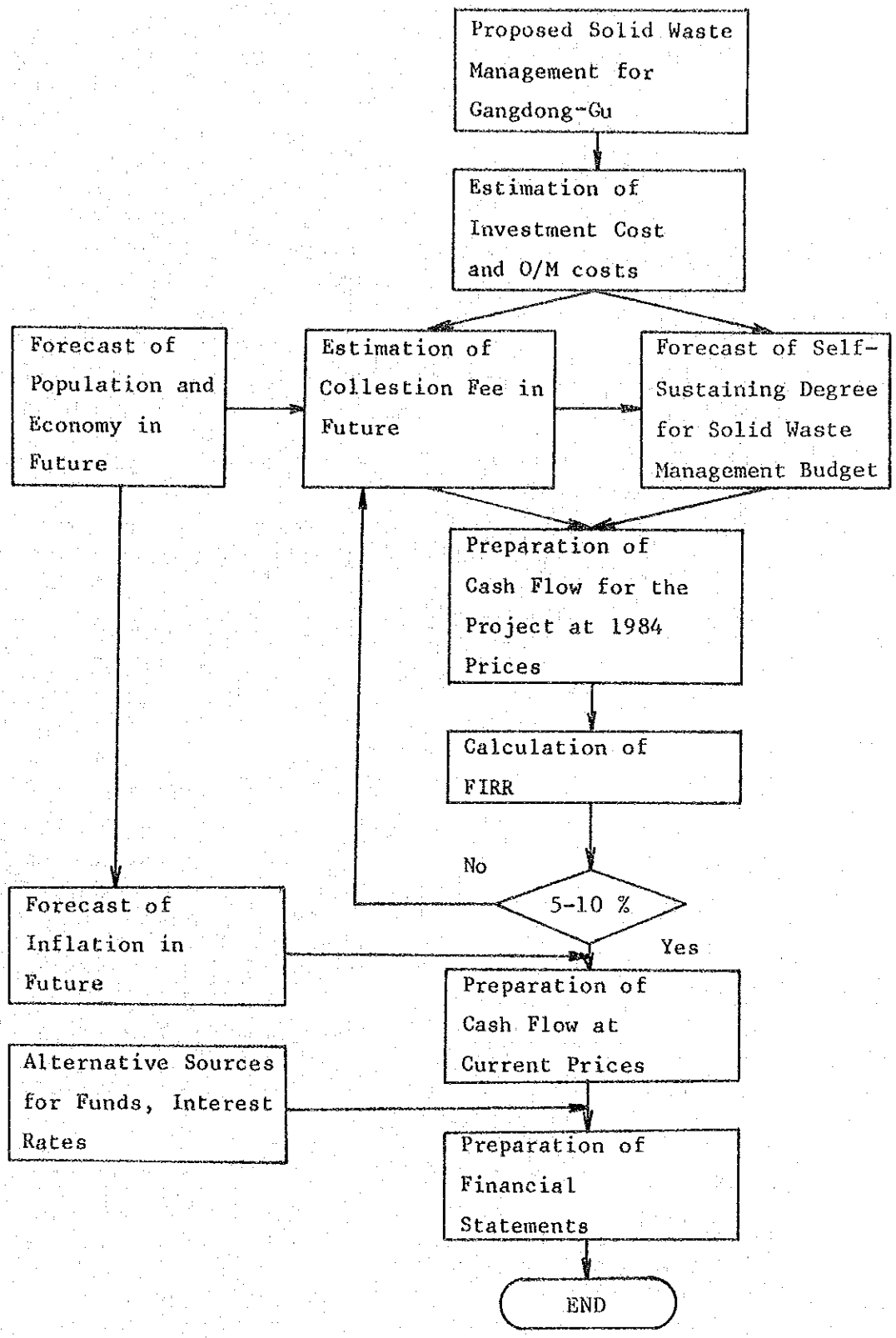


Table 10-1-1 Estimated Collection Fee of Gangdong-Gu

(Unit: million Won)

Category	Unit Fee (W/yr)	1988	1991	1996	2001	2005
Independent House	5,500	635.8	672.1	708.4	744.7	761.8
Apartment	11,100	1,404.2	1,698.3	1,990.2	2,286.6	2,422.0
Commercial	20,400	199.9	228.5	255.0	283.6	295.8
Large Amount Source	4,000	482.4	506.0	576.8	635.6	681.6
Total	-	2,722.3	3,104.9	3,530.4	3,950.5	4,161.2
Unit Collection Fee (W/t)	-	4,280	4,280	4,230	4,180	4,140

Table 10-1-2 Social Structure Information of Gangdong-Gu

	1984	1988	1991	1996	2001	2005
Population	727,500	950,000	1,080,000	1,210,000	1,340,000	1,400,000
No. of Independent Houses	104,225	115,600	122,200	128,800	135,400	138,500
No. of Housing Complexes	81,143	126,500	153,000	179,500	206,000	218,200
No. of Commercial Establishments	7,529	9,800	11,200	12,500	13,900	14,500
Generation Rate from Large Amount Sources (t/yr)	108,655	120,600	126,500	144,200	158,900	170,400

Table 10-1-3 Operation/Maintenance Cost of Project in Gangdong-Gu

(Unit:Thousand Won)

	Collection			Transportation			Transfer Station		
	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal
1988	1,275,014	241,125	1,516,139	526,842	207,875	734,717	92,657	27,505	120,162
1989	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,430	185,314	55,010	240,324
1990	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,433	185,314	55,010	240,324
1991	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,433	185,314	55,010	240,324
1992	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,433	185,314	55,010	240,324
1993	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,433	185,314	55,010	240,324
1994	2,550,028	482,250	3,032,278	1,053,683	415,750	1,469,433	185,314	55,010	240,324
1995	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
1996	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
1997	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
1998	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
1999	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2000	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2001	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2002	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2003	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2004	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2005	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2006	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2007	2,550,028	482,250	3,032,278	1,845,196	607,000	2,452,196	185,314	55,010	240,324
2008	1,275,014	241,125	1,516,139	922,598	303,500	1,226,098	92,657	27,505	120,162
	(-1,929,000)			(-2,523,625)			(-248,300)		

	Incineration			Landfill			Total		
	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal	Without Depreciation	Depreciation	Subtotal
1988	280,179	349,242	629,421	40,493	4,381	44,874	2,215,185	830,128	3,045,313
1989	924,590	1,152,500	2,077,090	86,965	10,774	97,739	4,800,580	2,116,284	6,916,864
1990	924,590	1,152,500	2,077,090	90,990	12,077	103,067	4,804,605	2,117,587	6,922,192
1991	924,590	1,152,500	2,077,090	95,016	13,379	108,395	4,808,631	2,118,889	6,927,520
1992	924,590	1,152,500	2,077,090	95,726	13,734	109,460	4,809,341	2,119,244	6,928,585
1993	924,590	1,152,500	2,077,090	95,726	14,090	109,816	4,809,341	2,119,600	6,928,941
1994	924,590	1,152,500	2,077,090	95,726	14,386	110,112	4,809,341	2,119,896	6,929,237
1995	924,590	1,152,500	2,077,090	272,019	387,796	659,815	5,777,147	2,684,556	8,461,703
1996	924,590	1,152,500	2,077,090	265,927	376,737	642,664	5,771,055	2,673,496	8,444,552
1997	924,590	1,152,500	2,077,090	269,150	382,561	651,711	5,774,278	2,679,321	8,453,599
1998	924,590	1,152,500	2,077,090	273,090	389,737	662,827	5,778,218	2,686,497	8,464,715
1999	924,590	1,152,500	2,077,090	265,927	376,737	642,664	5,771,055	2,673,497	8,444,552
2000	924,590	1,152,500	2,077,090	270,032	383,377	653,409	5,775,160	2,680,137	8,455,297
2001	924,590	1,152,500	2,077,090	274,522	390,135	664,657	5,779,650	2,686,895	8,466,545
2002	924,590	1,152,500	2,077,090	260,554	363,716	624,270	5,765,682	2,660,476	8,426,158
2003	924,590	1,152,500	2,077,090	263,419	367,768	631,187	5,768,547	2,664,528	8,433,075
2004	924,590	1,152,500	2,077,090	268,076	375,114	643,190	5,773,204	2,671,874	8,445,078
2005	924,590	1,152,500	2,077,090	229,942	346,698	576,640	5,735,070	2,643,458	8,378,528
2006	924,590	1,152,500	2,077,090	229,942	346,106	576,048	5,735,070	2,642,866	8,377,936
2007	924,590	1,152,500	2,077,090	229,942	346,106	576,048	5,735,070	2,642,866	8,377,936
2008	462,295	576,250	1,038,545	129,422	342,258	471,680	2,881,986	1,490,638	4,372,624
				(-3,399,905)			(-64,820,720)		

金からなる。各代替案のキャッシュ・フローは、1984年価格で表示してある。Table 10-1-4に、FIRRの計算結果を示した。

ここでのFIRR計算の根拠は、次のように概説されよう。この固形廃棄物整備計画は、利潤追求のために行われるのではなく、社会の欠くことのできないニーズから実施されるものである。この種の計画は、たとえ財務的見返りが、商業ベースのものに比べて低いとしても、社会に対して、高い社会-経済的便益をもたらしてくれる。したがって、各ケースのFIRRが、そのプロジェクトに使用できる資金源の利子率より高ければ、財務的にみて実現可能といえるであろう。韓国における、政府に対する融資の利子は年5%である。さらに、二国間融資も、4.5から4.75%の利子率で利用可能である。こうしたことから、プロジェクトの選択基準として、5%のFIRRを採用することは妥当と思われる。参考のために、国際融資機関の利子に相当する10%より高いFIRRを得るためには、自立度がどれだけ下るかも計算した。

FIRRは、7つの代替案について計算した。ケース1からケース3までは、収集料金を現在の水準に固定し、自立度を27から34%まで変化させてみたものである。現在の収集料金の水準では、自立度を34%にすれば、プロジェクトは財務的に実現可能である。ケース4から7までは収集料金を現在の水準より高めた場合のものである。もし収集料金を30%上げれば、自立度は40%以上に高まる。またFIRRを10%以上にした場合には、自立度は35%まで下がることになる。

Table 10-1-4 FIRR for Short Term Project in Gangdong Gu

Case	Collection Fee	Self-Sustaining Degree (%)	FIRR (%)
1	At present level	30	8.0
2	do.	34	5.1
3	do.	27	10.8
4	30% up	35	10.9
5	do.	45	4.7
6	1988-1995 30% up	45	6.2
7	1996-2008 50% up	45	6.2