

Appendix 4.8 中間処理システム基本計画代替案設定上の基本フレーム

中間処理システム基本計画代替案の設定作業は、本文の Fig. 4.2 にしたがって行った。

(1) 中間処理対象ごみの量と性状

1) 性状

各排出者のごみ性状を中間処理の観点から検討した結果、排出者のごみを分別して排出する必要性は認められなかった。ただし、マーケットごみはコンポスト処理に適していること、病院ごみは有害なので焼却するのが良いことのため、この二種の事業所からのごみを別途収集するシステムを採用することが良いことは、本文 4.2 に述べたとおりである。

排出源別ごみの物理的・化学的性状は、本文 Table 2.5 と 2.6 に示されているとおり、かなりの相違がある。一方、既存コンポスト工場のピットに搬入されるごみは、排出源別に異なる性状を持ったごみがピット内で混合されるので、バンコック市内から発生するごみの平均的な性状を示すものと考えられる。このため、中間処理システムの基本計画前提条件として採用するバンコック市の平均のごみ性状は、このピットごみの性状をベースにして将来予測した 2.3 ごみ性状の将来予測に示すとおりとする。

また、排出源別ごみの性状からみて、どのような中間処理が適するかを概観すると、次のようになる。

a. 世帯ごみ

紙/厨芥比、水分、C/N 比の点からみて、コンポスト処理することは適当である。ただし、プラスチック、不燃物等のコンポスト不適物がかなり含まれており、また、蛍光灯、乾電池の有害物も少し入っているため、選別前処理を十分行うことが必要であろう。

発熱量は約 1,100 kcal/kg あり、十分自燃できる。ただし、雨の日のように、ごみがたっぷり水を含むような時は助燃が必要となる場合が想定される。

b. マーケットごみ

マーケットごみは、厨芥と草木がほとんどを占め、コンポスト処理するのが最適である。ただし、水分が多過ぎるので、ピット内に 1~2 日放置して脱水してからコンポスト処理する必要がある。また、この多量の水分のため、マーケットごみのみを焼却することは得策でない。

c. 大規模商店、ホテル、事務所のごみ

大規模商店、ホテル、そして事務所のごみは、発熱量が十分高いため焼却処理するのが適当である。厨芥、草木が少ないから、コンポストにするのは得策でない。また、大規模商店と事務所のごみは紙が非常に多いから、古紙回収業者の積極的参加により、リサイクリングを図るのが良い。

d. 工場ごみ

工場からは、各工場ごとに特定の種類のごみが排出されることが多い。このような場合は、物品回収業者が回収している場合が多く、このシステムは今後も引継がれるのが良い。

しかし、混合して排出される場合、少量排出の場合は焼却処理が適している。

e. ビットごみ

ビットごみは厨芥と草木をかなり多く含んでおり、コンポスト処理しているのは適切である。コンポスト処理を更に良くするためには、マーケットごみと世帯ごみ以外のごみは受入れないようにするのが良い。

ビットごみの発熱量は約1,100kcal/kgと、自然限界を超える数値になっている。雨の日とか雨期には助燃が必要となることが想定される。確実に燃やすためには、マーケットごみを除く必要がある。

ii) 量

将来のごみ量は本文 Table 2.13 収集・処分計画で与えられている。

本計画の基本方針は、「全量適正処理」であり、収集されたごみは中間処理ないしは衛生埋立することとする。したがって、中間処理量は収集量の一部分または全量である。

全量中間処理の場合に特に問題となる二点、ごみ量の変動と稼働率についてここでふれておく。

a. ごみ量の変動

ごみ量の曜日変動と月変動が Appendix 2.9 に記述されている。中間処理施設は、ごみ量の日変動は、1週間という短かい期間であること、ごみビット容量を普通、施設能力の2～3日分以上とるために、週初めに搬入量が集中しても、平均搬入日量で設計された施設能力でもって、その週の終りまでには、十分ごみを処理できる。一方、月変動は期間が長いため、平均搬入量で施設能力を設計した場合は対応できない。したがって、収集量の全量を中間処理しようとする場合は、月変動を見込んで平均収集日量の約1割増しの施設規模とする必要がある。しかし、ごみ処理システムのなかに、直接埋立処分する部分を含めておく場合は、中間処理施設能力の決定に当って、必ずしも月変動を見込む必要はない。

b. 稼働率

中間処理施設は、故障、点検、修理のために停止する。停止日数は、普通、年間の1割から2割である。つまり、年間で平均して考えると、処理能力は、施設能力に稼働率として0.8～0.9を乗じた量となる。

したがって、収集量の全量を中間処理しようとする場合は、月変動率および稼働率を考慮した施設能力の合計は平均収集日量の22～37%増となる。

(2) 中間処理の基本方針

中間処理の四目的をバンコック市の事情に照らして、中間処理の基本方針を次のように設定した。

a. ごみの無害化に最重点を置く。

b. 資源化の推進

ごみの資源化は資源節約にとどまらず、環境保全および埋立空間の節約という三重効果を有するので、重視すべきである。なお、資源化の推進上、中間処理施設自身が消費する資源・エネルギーの節約は重要な課題である。

c. 二次公害防止のために、工場法等公害防止関係法令を遵守する。

d. 現行コンポスト処理の尊重

中間処理システムの基本計画策定において、現在 BMA がコンポスティングを採用している意義と、既存コンポスティングプラントの取り扱いについては、重要な制約条件である。

(3) バンコック市におけるコンポスト処理の将来展望と現状に対する技術評価

無機肥料は、商品としての利益率は小さいにもかかわらず年間一定の需要量があるので安定的に供給が可能となる。かつ付加価値の付与が比較的低廉に行えるので必然的に消費は進展する。反面コンポストは時期により需要量の変動があり、これに対応できる生産規模を確保せねばならず、設備が大規模になりがちである。

有機系素材の活用にも最も精力的に取り組んでいる西ドイツでも全ごみ量の1%しか農業向けに還元されていないし、日本でもこれにはるかにおよびないのが実情である。その意味ではバンコック市のコンポスト製造はその規模において国際的にも有数な存在である。

i) BMA コンポストの品質の概要

農業利用されるコンポストは、農耕地および周囲環境の汚染を招いたり、作物を通じて連鎖的に人畜の健康を損なうものであってはならない。この観点からコンポストに対する最大関心事はきょう雑物や重金属含有量である。

本編 Table 3.4、3.5 および 3.6 のほかに Table AP 4.6～4.11 に製品の熟度、肥効成分、有害物質含量、同溶出度、粒度、異物混入率を示す。

ii) コンポスト販売価格

現在、コンポストはバラ積みの場合 370 Baht/t から 740 Baht/t で売られている (Appendix 3.1、10、(6)参照)。

コンポストの市場性を考える場合、化学肥料と土壌改良剤としてのコンポストとは厳密に区別されねばならない。シティコンポストの競合品として市場に流通している品目ならびにその価格については Table AP 4.12 に示すとおりであるが何づれも牛ふんを主材として堆肥化したものである。それらの価格は BMA コンポストと同等ないしいくらか高い位で BMA コンポストにとって価格上のハンディはない。

しかし、タイ国における10アール当りの白米平均収量 111kg と白米の市場価格 600 Baht/100kg (生産者価格は更に低い) をもとにすると、農家は100パーツの売上を上げるのに75パーツを肥料代とせねばならず、その負担は大変なものである。したがって、現在の価格は非常に高価である。

Table AP 4.6 Chemical analysis of Nong Khaem compost (before trommeling)

Parameters	Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)	
<u>Ripeness (Maturity)</u>						
pH	8.36	8.65	8.05	0.246	2.9	
EC	μ mho/cm	1,240	1,380	1,130	106	8.5
COD, KMnO ₄	mg/kg	2,223	3,620	1,560	948	42.7
K ₂ Cr ₂ O ₇	mg/kg	5,220	6,120	4,230	950	18.2
C/N		18.8	24.8	16.4	4.05	21.5
C	%	19.2	19.8	18.4	0.580	3.0
CEC	mg eq/100 g	65.6	76.1	58.3	7.59	13.5
Ignition Loss	%	37.7	41.0	34.4	3.48	9.2
Appearance		-	-	-	-	-
Germination Test	%	100	100	100	0	0
<u>Fertilizing Value</u>						
Moisture Content	%	42.2	49.4	35.5	5.96	14.1
Total-N	%	1.05	1.18	0.77	0.189	18.0
NH ₄ -N	mg/100 g	24.0	33.5	18.3	6.563	27.3
NO ₂ -N	mg/100 g	1.15	1.50	0.80	0.311	27.0
NO ₃ -N	mg/100 g	6.68	10.4	3.8	3.21	48.1
Total-P ₂ O ₅	%	0.84	0.94	0.78	0.070	8.3
Total-K ₂ O	%	0.84	0.96	0.78	0.0812	9.7
Total-CaO	%	7.59	12.4	4.02	3.69	48.6
Total-MgO	%	0.468	0.74	0.18	0.232	49.6
Cu	mg/100 g	65.25	72.00	58.00	6.397	9.80
Zn	mg/100 g	76.0	166	18	64.52	84.9
Mn	mg/100 g	167.8	207	102	47.58	28.4
Mo	mg/100 g	20.8	31.5	13.3	7.677	37.0
B	mg/100 g	4.37	6.22	3.13	1.515	34.7

Table AP 4.6 (cont'd)

Parameters		Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)
<u>Hazardous Materials</u>						
Alkyl-Hg	mg/kg	ND	-	-	-	-
Hg	mg/kg	4.28	6.01	3.12	1.34	31.3
Cd	mg/kg	8.51	11.9	5.32	2.69	31.7
Pb	mg/kg	409	879	155	333.1	81.2
- Methyl dimethone						
- Methyl parathione						
- Parathione, EPN						
Cr ⁶⁺	mg/kg	ND	-	-	-	-
As	mg/kg	4.42	9.92	0.16	5.00	113.2
CN	mg/kg	0.938	1.40	0.60	0.335	35.7
PCB	mg/kg	0.403	0.67	ND	0.328	81.5

Note: ND: Not detectable.

Table AP 4.7 Elution test of Nong Khaem compost
(before trommeling)

Parameters		Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)
<u>Hazardous Material</u>						
Alkly - Hg	mg/L	ND	-	-	-	-
Hg	mg/L	0.103	0.18	0.07	0.063	51.2
Cd	mg/L	0.053	0.080	0.030	0.022	42.2
Pb	mg/L	1.00	1.50	0.73	0.350	35.0
Organic phosphorus						
Comp.,						
- Methyl dimethone						
- Methyl parathione						
- Parathione, EPN						
Cr ⁺⁶	mg/L	0.188	0.65	ND	0.312	166
As	mg/L	0.040	0.06	ND	0.028	70.7
CN	mg/L	0.024	0.05	7x10 ⁻³	0.020	82.4
PCB	mg/L	0.004	14.1x10 ⁻³	ND	0.007	200

Table AP 4.8 Chemical analysis of Nong Khaem compost (after trommeling)

Parameters	Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)	
<u>Ripeness (Maturity)</u>						
pH	8.26	8.65	7.55	0.497	6.02	
EC	μ mho/cm	1,917.5	2,930	1,440	683.4	35.6
COD, KMnO ₄	mg/kg	2,141	4,260	963	1,478	69.0
K ₂ Cr ₂ O ₇	mg/kg	5,938	8,700	2,820	2,530	42.6
C/N		76.5	256	15.7	119.7	156.4
C	%	20.1	21.5	18.7	1.20	6.0
CEC	mg eq/100 g	55.5	58.1	52.8	2.17	3.9
Ignition Loss	%	40.1	41.9	37.9	1.67	4.2
Appearance		-	-	-	-	-
Germination Test	%	100	100	100	0	0
<u>Fertilizing Value</u>						
Moisture Content	%	34.7	41.8	28.5	5.46	15.7
Total-N	%	0.918	1.32	0.08	0.567	61.8
NH ₄ -N	mg/100 g	24.3	25.2	23.1	0.885	3.6
NO ₂ -N	mg/100 g	1.15	1.50	0.9	0.30	26.1
NO ₃ -N	mg/100 g	5.15	6.3	4.2	0.975	18.9
Total-P ₂ O ₅	%	1.04	1.14	0.9	0.108	10.4
Total-K ₂ O	%	1.06	1.29	0.81	0.198	18.6
Total-CaO	%	7.74	14.2	3.41	4.60	59.4
Total-MgO	%	0.523	0.86	0.20	0.276	52.9
Cu	mg/100 g	133.2	211	97.0	52.9	39.7
Zn	mg/100 g	90.2	166	12.0	63.2	70.0
Mn	mg/100 g	139	181.0	98.0	38.9	28.0
Mo	mg/100 g	16.8	19.1	13.8	2.49	14.9
B	mg/100 g	6.25	7.25	5.57	0.711	11.4

Table AP 4.8 (cont'd)

Parameters		Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)
Hazardous Materials						
Alkyl-Hg	mg/kg	ND	-	-	-	-
Hg	mg/kg	3.50	5.32	2.80	1.22	34.9
Cd	mg/kg	14.4	21.1	9.61	4.91	34.2
Pb	mg/kg	359.5	603	242	164.7	45.8
Organic Phosphorus Compound						
- Methyl dimethone						
- Methyl parathione		ND	-	-	-	-
- Parathione, EPN		ND,ND	-	-	-	-
Cr ⁺⁶	mg/kg	ND	-	-	-	-
As	mg/kg	4.87	7.36	2.52	2.17	44.6
CN	mg/kg	1.11	1.80	0.60	0.504	45.3
PCB	mg/kg	0.433	0.81	0.23	0.258	59.6

Table AP 4.9 Elusion test of Nong Khaem compost
(after trommeling)

Parameters		Ave.	Max.	Min.	S.D	CV (%)
Hazardous Material						
Alkly - Hg	mg/L	ND	-	-	-	-
Hg	mg/L	0.050	0.070	0.030	0.018	36.5
Cd	mg/L	0.235	0.75	0.04	0.344	146
Pb	mg/L	0.830	1.25	0.46	0.340	40.9
Organic phosphorus Comp., mg/L						
- Methyl dimethone						
- Methyl parathione		ND	-	-	-	-
- Parathione, EPN		ND,ND	-	-	-	-
Cr ⁺⁶	mg/L	0.10	0.40	ND	0.200	200
As	mg/L	0.013	0.030	ND	0.015	120
CN	mg/L	0.036	0.070	0.002	0.034	97.1
PCB	mg/L	ND	-	-	-	-

Table AP 4.10 Percentage of components under 10 mm in compost

(%)

	Period	On-Nooch compost	Ram Intra compost	Nong Khaem compost*
on wet weight basis	1st	42.7	47.9	22.6
	2nd	16.4	9.4	4.4
	3rd	22.2	31.0	23.3
	4th	34.5	38.9	47.9
	Average	29.0	31.8	24.6
on dry weight basis	1st	44.0	49.3	23.6
	2nd	17.4	11.4	5.1
	3rd	24.3	29.9	24.6
	4th	34.4	38.4	47.6
	Average	30.0	32.3	25.2

Note: * means before trommeling.

Table 4.11 Percentage of impurities in compost

(%)

	Period	On-Nooch compost	Ram Intra compost	Nong Khaem compost	
				(before separation)	(after separation)
on wet weight basis	1st	6.0	5.7	14.4	1.9
	2nd	15.3	11.9	24.7	1.2
	3rd	22.6	21.3	14.0	0.8
	4th	19.5	16.2	15.6	1.0
	Average	15.9	13.8	17.2	1.2
on dry weight basis	1st	9.8	10.6	16.3	2.8
	2nd	19.3	17.5	25.3	1.4
	3rd	26.4	25.7	15.5	1.0
	4th	22.7	19.9	17.4	1.2
	Average	19.6	18.4	18.6	1.6

Table AP 4.12 Competitive Compost Products

Company Name	Product Name	Size	Wholesale Price (Baht)	Retail Price (Baht)	Composition	Suitable Plants
Wong Sawang Agriculture	Pooy Kork 222	per m ³	400	450	Grinded ox and bat excrements	Trees, Plants
	Pooy Insi 333	per m ³	520	550	Grinded ox and bat excrements, rice hulls, beans, shell	Trees, Plants
Sida Farm	Din	5 kg	3.50	5	-	Trees, Plants
	Ke Wua	5 kg	3.50	5	Ox excrement	Every kind of Plant
Tada Farm	Pooy Kork	15 kg	15	20	Ox excrement and soil	Plants
Chuchu	Pooy Kork Chutham	-	-	-	Dried ox excrement	Trees, Plants
Bangkok Tanakij Co., Ltd.	Keaw Ku	50 kg	280	310	-	Every kind of plant
Rung Watana Agriculture	Hua Wua	50 kg	315	325	Urea, (NH ₄) ₂ SO ₄	Plants
Rojana Kasikit Ltd. Part.	Pui Kaimuk	per ton	4,500 - 6,500	-		Fruit trees
Economic Chemical	Bat (Ecophos)	50 kg (pellet)	3,400 5,800 4,700 5,500 5,900	- - - - -	+21-0-0 46-0-0 26-0-0 15-15-15 15-15-21	Vegetables, all plants
Others		1 L (liquid) 1 kg (Powder)	25 - 5,500	-		

Table AP 4.13 Agricultural land-use

i) Change of agricultural land use

(unit: x 1,000 rai)

	The whole area of Thailand	The state forest area	Farmer-owned					Housing land and others
			Total	Paddy field	Plowed farm	Orchard	Forest	
1950(A)	319,960	173,188	55,697	37,375	5,039	5,769	5,366	2,148
1960(B)	321,250	167,218	61,683	38,127	6,906	6,145	5,336	5,169
1975(C)	321,250	131,663	116,282	73,226	21,507	11,395	4,743	5,411
Growth (C)/(B)	1.00	0.79	1.89	1.92	3.11	1.85	0.89	1.05

ii) Transition of planting acreage

(unit: x 1,000 rai)

	Rice	Cassava	Sugar cane	Maize	Kenaf	Green peas
1960/61(A)	37,012	447	986	1,785	877	327
1977/78(B)	53,465	6,000	3,541	7,534	1,603	2,720
Growth (B)/(A)	1.44	13.42	3.59	4.22	1.83	8.32

iii) Progress of rough rice production by regions

Region	Year				(B)/(A)		Refined rice Crop (kg per 10 a)	
	1956/57 (A)		1978/79 (B)		Area	Rice production	Thailand	Japan
	Area (1,000 rai)	Rice production (1,000 t)	Area (1,000 rai)	Rice production (1,000 t)				
North	6,738	2,411	12,901	4,983	1.91	2.07	159	-
North-east	15,517	3,130	26,654	5,148	1.71	1.64	79	-
Central	12,535	3,606	13,566	4,149	1.08	1.15	126	-
South	2,858	792	3,868	1,133	1.35	1.43	21	-
Whole Thailand	37,648	9,939	56,989	15,413	1.51	1.55	111	482

Source: Statistics of Agricultural Cooperative Association

Note : Production volume in 1978/79 does not contain the secondary crop (approx. 2 million tons).

iii) コンポストの潜在需要量推定

バンコック市が位置する中央平原の土壌は heavy clay からなり農耕地としては有機素材投入の効果は期待できる。しかし、水田へのコンポスト施用の実態や、各国におけるコンポストの水田施用の結果やコンポスト製品中の多量の異物混入を考慮するとむしろ耕地の70%以上を占める水田稲作への施用は必ずしも効果的でないと考えた方がより实际的である。事実アンケート調査の結果をみても対象作物としては果樹、観賞用花き、野菜に限られている。また農業の展開が多角化の様相を示しているのでこの傾向はますます強まるものと思われる (Table AP 4.13 参照)。

したがって、コンポストは、畑作地、果樹園等において需要を喚起していくのが良い。

コンポストの需要を推定する場合、輸送費の負担を考慮して、バンコック周辺50km圏の畑作地(588,000ライ)を対象 (Fig AP 4.8 参照) とすると、堆肥の年間最大施用量は、約940,800トンとなる。1980年に実施した、都市ごみコンポスト利用に関するアンケート調査結果 (Table AP 4.14 参照) によれば、都市ごみコンポストを積極的に使用したいと思う者は農家の17%であった。17%全部を潜在需要とみるのは多すぎるから、控えめに(0.6倍)にみることにして、畑作地の約10%は都市ごみコンポストの、潜在需要があると推定した。この結果、都市ごみコンポストの潜在需要量は、年間約90,000トンと推定され、コンポスト工場の施設規模に換算して、約1,900t/d となる。したがって、既設コンポスト工場(合計公称能力1,120t/d)のほか、約800t/d(公称能力)のコンポスト工場を新設しても、コンポスト製品をさばける可能性がある。

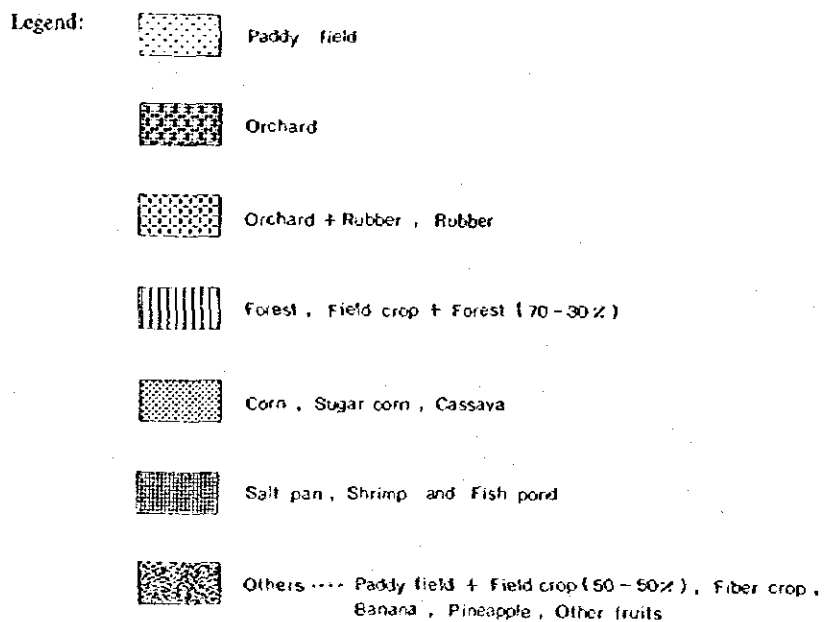
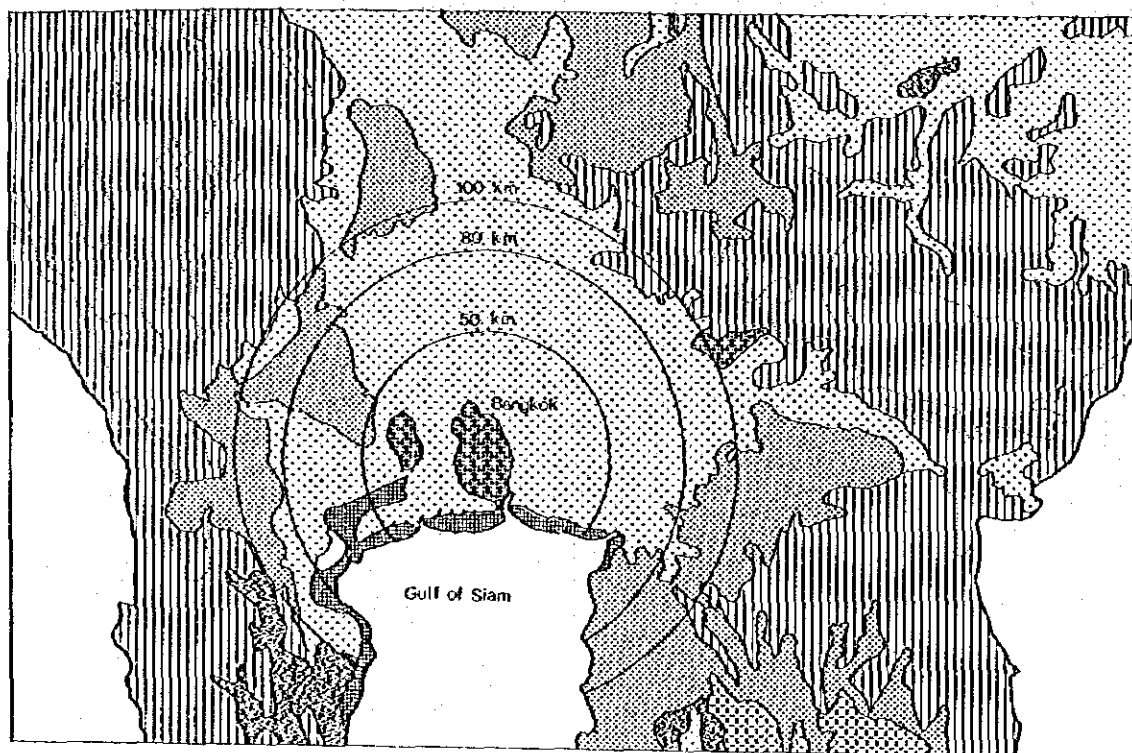
Table AP 4.14 Results of the survey of the intention of compost use

	Will definitely Use BMA Compost	Not Want to Use BMA Compost	Might Use BMA Compost		
			Use BMA Compost Now	Used BMA Compost Before	Use Other Products Now
No.	11	7	7	10	7
%	17	11	11	16	11

	Satisfied with other Products	No Comments	Total
No.	17	5	64
%	26	8	100

Source: Field Investigation Report, JICA, Jan. 1981

Fig. AP 4,8 Land use in and around Bangkok



Source : Land Use Plan Department of Land Development

IV) コンポスト市場の開拓

コンポスト品質の向上等が市場の拡大を可能にする最大のポイントであるが、この他に、最適な需要地を探すことも重要である。

タイ東北部は地質的に有機素材の施用が必要で、その土壌の改良が必要であり、行政機関ごとの調整をとることによってコンポストの貯留・輸送方法を改善すれば、大なる潜在需要を喚起することができる。

また、土地改良剤としての利用ばかりでなく、畑作地における蒸発散防止対策としての根おおいとしてもコンポストは有効でありその面での需要も積極的に開拓することが必要である。

a. コンポストの多目的利用

コンポストの二次的利用法として最終処分場の埋立柱や農地造成材としての活用も有効な手段といえる。

b. 流通に影響をおよぼす要因

コンポストの流通上の特性を次に示す。

- ・容 量：大
- ・水 分：相当量、また吸湿性がある。
- ・需要量の変動：需要期と不需要期とあつて通年供給にならない。
- ・価 格：コンポストを利用して生産する農産物価格に見合うようにコンポスト価格は十分低くなければならない。
- ・貯蔵施設：利用地に近くストックすることが有利。

これらの特性から、次のことに留意しなければならない。

- ・輸 送 面：100km前後の圏内、流通上の地域特性高い。
- ・品質の安定：流通過程における品質管理
- ・荷 姿：バック輸送は取扱い便、バラ輸送には専用自動車。
- ・施 用 面：機械散布、畜力利用。

V) 既存コンポスト工場の技術評価

既存コンポスト工場の技術的問題点は数多く列挙することができるが、ここでは主要な問題点を記述する。

a. コンポスト設備

コンポスト不適ごみを選別する機械の性能が悪いため、生産されたコンポストは、多量のプラスチック、ガラス等の異物と無視し得ない程の有害な重金属を含有している。このため、On-Nooch、Ram Intra のコンポスト設備で生産されたコンポストは品質が悪いため、売却できず、埋立地に野積されているのが現状である。ただし、Nong Khaem コンポスト工場においては、二次発酵後のコンポストを追加設置のトロンメル装置に通して精製した後、売却している。また、現在のコンポスト設備は、一次発酵期間が5日間と非常に短かく、後は

野積式により二次発酵期間を2ヶ月以上も確保することになっており、一次発酵機能の役割は非常に小さなものであると判断される。したがって、このようなコンポスティング機能であれば、現在の設備よりもっと簡単な構造で、生産コストも安く維持管理も容易な地中コンポスティング方式で十分代替が可能であったと考えられる。

b. 付属焼却炉設備

現在の焼却炉で処理しているごみは、コンポスト不適ごみとしてコンポスティング設備の選別機でリジェクトされたごみである。

リジェクトごみの低位発熱量は、調査の結果約1,150 kcal/kgであることがわかり、平均的には、ごみの自然限界を十分超えている。

しかしながら、焼却炉の燃焼状態を観察した時、実際の焼却能力は設計焼却能力を相当下回っているように推察される。事実、焼却炉内の燃焼状態が悪いため、焼却灰の熱しゃく減量(%)も多いように見受けられた。このような焼却能力の不足は、燃焼用空気を余りにも多く焼却炉内に吸込み過ぎるような運転上の原因も考えられるが、燃焼空気用加熱器の設置を考慮しなかった建設当初の焼却炉設計が不適切であったと判断せざるを得ない。

c. 公害防止の必要性

コンポスティング設備と焼却炉設備から成る現在のコンポスト工場は、現在次のような公害現象を発生している。

- ・コンポスト工場と二次発酵ヤードから発生する悪臭
- ・二次発酵ヤードから発生する滲出水による水質汚濁
- ・付属焼却炉の煙突から排出されるごみ燃焼ガスによる大気汚染

しかしながら、現在このような公害を積極的に防止するための対策は取られていない。公害防止面で不完全なコンポスト工場が現在まで運営できたのはこのプラントが立地する周辺の自然および社会環境が、かろうじてそれを容認してきたからに過ぎないと言える。今後、都市化の波が現在のプラントが立地する周辺に押し寄せるにしたがい、現状維持では、公害防止に対する住民からの強い要求の発生が予測され、プラントの円滑な運営が非常に困難になると考えられる。

VI) マスタープランにおける既設コンポストの活用

上記のとおり、現在のコンポスト工場は技術的に大きな問題を持った施設となっている。短期改善案で示した改造等のほかに、次のようなことに留意して、現在のコンポスト工場を将来も引きつづき使用する。

a. 適切な運転管理の実施

コンポスト工場の運転管理基準を設定し、極力公害の発生防止をはかりながら効率的にプラントを運転する必要がある。

b. 適切な補修工事の実施

毎年定期的に適切なオーバーホールを実施すると共に、2000年までに2回程度徹底的な大修理を実施する必要がある。

c. 隣接用地の買増しと環境管理の推進

現在のコンポスト工場の最小の改造で周辺環境を保持するためには、コンポスト工場に隣接する周辺用地を買増す必要がある。これは、将来必要となる埋立スペースを先行確保する意味もある。また、埋立工法の改善、コンポスト工場の運営管理改善によって、公害の発生を少しでも抑制する必要がある。

(4) 中間処理技術の評価選定

i) 評価体系

本論1.5調査の目標を受けてFig.AP 4.9に示す評価体系を設定し、これにより中間処理技術を、多面的・総合的に評価・選択するものとする。

選ばれた中間処理技術を構成要素として、中間処理システムの基本計画代替案を作成する。

ii) 前処理技術の選定

ごみの中間処理は、前処理（前端システム）と変換処理（後端システム）の二過程に分けられる。中間処理の主体はもちろん変換処理にある外、近年ごみの資源化をはかるうえで、前処理過程において物質回収の推進することが推奨されるようになってきた。このような観点から前処理に適用され得る技術には、Table AP 4.15に示すようなケースがある。

このような前処理技術を採用して、バンコック市におけるごみの中間処理を前処理主体で実施することは、Table AP 4.15に示すように、各前処理技術の適用性からして非常に問題があると判断せざるを得ない。このため、バンコック市のごみの中間処理に前処理技術を適用する可能性は、中間処理の主体となる変換技術をまず先に選択した後、変換技術との組合せにおいて検討するものとする。

iii) 変換技術の評価選択（第一次）

現在、変換技術については伝統的な技術である「焼却」および「コンポストイング」の以外に、各種の新しい技術が開発されつつある。

「メタン化」と「飼料化」は、次のような理由により、評価・選択の対象から除外する。

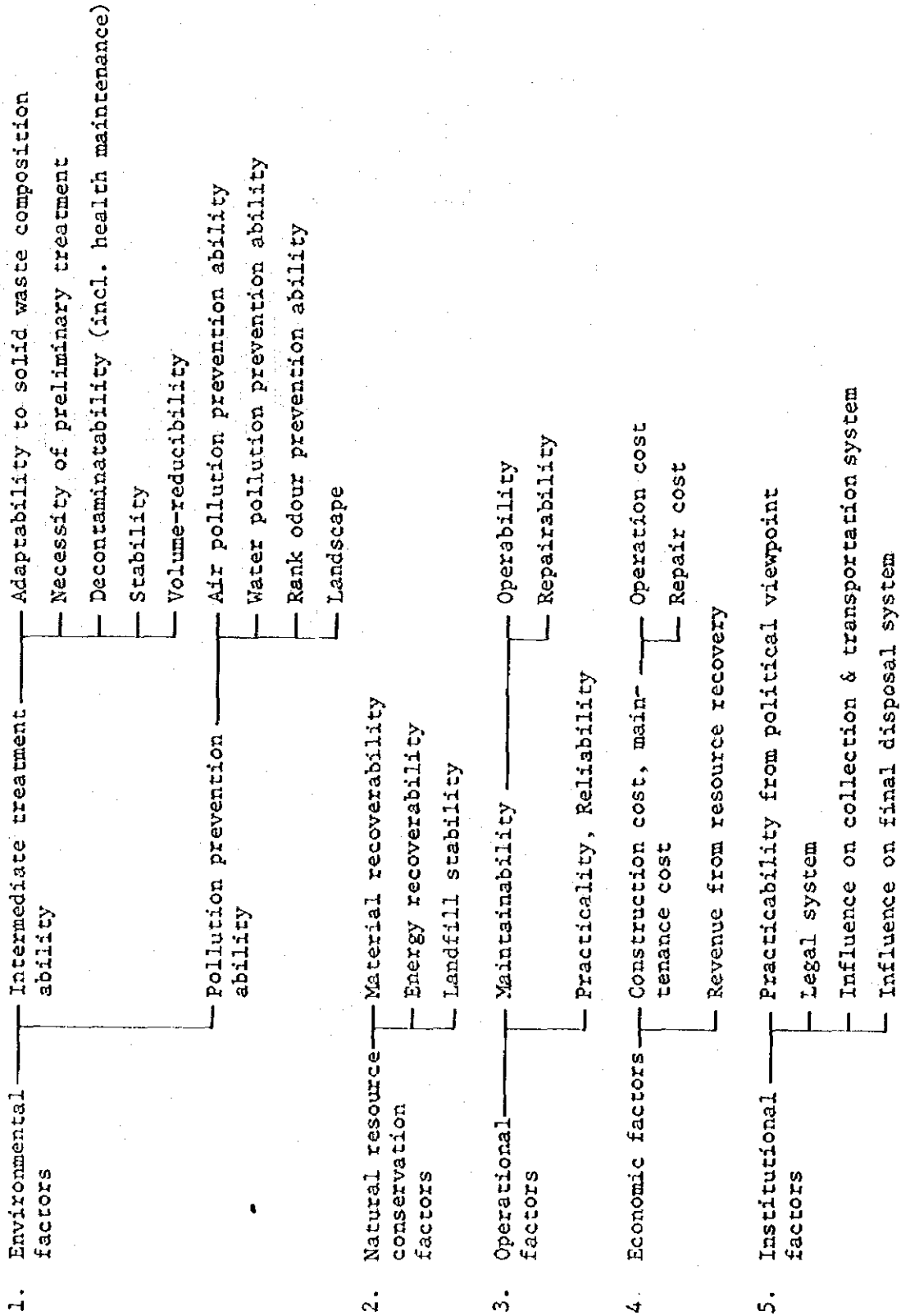
a. メタン化

この技術は、現在、開発中の技術であり、都市ごみを対象とする大型の実用施設は建設されておらず、実用性（信頼性）が確認されていない。また処理対象が有機系ごみに限定され、処理不適ごみおよび処理残渣の別途処分が必要となる。

b. 飼料化

処理対象となるごみ事業系の食料くずや厨芥に特定され、生産される飼料の販

Fig. AP 4.9 Evaluation system of intermediate treatment methods



路も特定されるので、通常民間企業（家畜飼育業者および飼料業者等）がこの技術を採用し、ごみの有効利用をはかるケースがほとんどである。

iv) 変換技術の評価・選択（第二次）

上記の変換技術の第一次評価選択により、評価・選択の対象として残された変換技術としては、焼却、熱分解、熔融熱分解、およびコンポストの4種類になる。これらの技術について、Fig. Ap4.9 中間処理技術の評価体系にもとづいて評価すれば、Table AP 4.16 に示すとおりになる。プロセス・フローをFig. Ap4.10 に示す。この評価結果を見ると各変換技術は長所ばかりでなく短所を併せ持ったものになっているが、総合的に見ると、中間処理システムの基本計画構成要素として、選択すべき中間処理技術は焼却とコンポストが妥当である判断される。

Table AP 4.15 Applicability of preliminary treatment methods

Method	Recovered Material	Applicability
1 Compression	Landfill material	<p>1. High pressure type compression is examined here. Low pressure type packing system is examined in the study of collection and transportation system.</p> <p>2. This method has the following weak points, and accordingly, application of this method to Bangkok is unrecommended.</p> <p>(1) Though transportation efficiency is improved a little, no significant space-saving effect of landfill site is expected. (The equivalent effect to raw waste being landfilled for 3-5 years is obtainable.)</p> <p>(2) Shortly after completion of landfilling, the reclaimed land could be usable as parks and playgrounds but difficult to be used as construction sites.</p> <p>(3) When compressed, considerable volume of filthy leachate is produced that requires additional leachate treatment.</p> <p>(4) Treatment cost is higher than incineration.</p> <p>(5) A recent tendency is that the number of compression facilities has been decreasing.</p>
2 Classification	Ferrous metal Non-ferrous metal Paper Glass Plastics Others	<p>1. If tremendous volumes of solid waste (approx. 5,500 t/d) forecasted to be generated in Bangkok city in the year 2000 is to be intermediately treated through classification as the main function, adoption of mechanical classifiers will be inevitable.</p> <p>2. The existing classification equipment is inferior in performance and their classification is limited to particular sorts of materials. (Recovered material is so degraded in purity that cannot be sold as it is.)</p> <p>3. If refining cost of recovered material is added, the total recovery cost often exceeds production cost from raw material resources.</p> <p>4. If many sorts of materials are to be selected for recovery purpose, several types of classification equipment are required; hence, construction cost of the mechanical classification facilities could reach as much as incineration plant construction cost.</p> <p>5. Establishment of a recovered materials market is an indispensable condition for material recovery.</p> <p>6. Usually, half the solid waste remains unselected after selection of reutilizable materials; therefore, disposal system of the remainder should be separately considered.</p> <p>7. Manual selection, which contributes to the increase in employment, is one of the possibilities. Practically, however, it will not be possible to have many workers engaged in unsanitary work. If it is only a provisional arrangement and does not last long that BOS hires people who are illegally collecting recoverable materials at landfill site and have them engaged in manual classification with intention of improving compost quality (particularly, elimination of heavy metal containing materials) as well as offering them jobs, it will be significant to provide a manual classification stage to the existing facilities.</p>
3 Pulverization + Classification	Refuse derived fuel (RDF) Ferrous metal	<p>1. Pulverized RDF is normally used in the mixed form with coal.</p> <p>2. The most capable facilities of accepting large volume of RDF and consuming it daily are, as the actual cases show, steam power stations using coal fuel.</p> <p>3. The existing power stations in Bangkok city are all using heavy oil for energy and no facilities were found which can accept volumes of RDF daily.</p> <p>4. It is impossible to apply this method to the intermediate treatment system in Bangkok.</p>
4 Pulverization	Landfill material	<p>This method is excluded from examination since this is believed to be a preliminary treatment method for the final disposal system.</p>

Table AP 4.16 Evaluation of conversion methods

Evaluation item	Incineration (I)	Pyrolysis (P)	Slagging, pyrolysis (S.P)	Composting (CP)
Environmental factor	Intermediate treatment ability A	1. Suitable for solid waste with Hu of 2,000 kcal/kg or higher. 2. Preliminary treatment (pulverization) is required. 3. Excellent in decontamination, non-decayability, stabilization and volume reduction. B	1. Suitable for solid waste with Hu of 2,000 kcal/kg and higher. 2. In general, preliminary treatment is not required except bulky waste. 3. The most excellent system in terms of decontamination, non-decayability, stabilization and volume reduction. D	1. Not suitable for waste other than garbage. 2. Preliminary treatment (pulverization and classification) is required. 3. Volumes of unsuitable waste for composting and compost residue, which are still unstable, have to be separately treated. When landfilling them, they are not much volume-reducible, therefore inferior in space saving ability.
	Pollution prevention ability B	1. Largest volume of air pollutant is generated (before treatment). 2. Treatment method (without discharge) of contaminated water is being developed. 3. Facilitates rank odour prevention. B	1. Generation volume of air pollutant (before treatment) is less than (I), (S.P). 2. Complicated process is required for treatment of the generated-gas cleaning. 3. No practical problems with rank odour prevention. A	1. 100 - 300 ppm of NH ₃ is generated in the process of fermentation. 2. In the case of open air secondary fermentation yard, treatment facilities of rainwater-mixed leachate is needed. 3. Rank odour prevention is difficult. 4. Consideration is required so as not to spoil the surrounding scenery.
Operational factor	Maintainability B	1. If large size of waste heat boiler-attached mechanical incinerator is adopted, the most effective energy recovery is realized by means of steam turbine power generation or heat (or could be cool water) supply. 2. When solid waste has Hu = 1,000 kcal/kg, sufficient electric power for the self-supporting of the plant is generated. With higher Hu, power supply to outside consumers is possible. 3. The maximum resource recovery rate with the present solid waste composition is 40% (power generation + heat supply). 4. Stable land reclamation without fear of environmental contamination is possible with application of stabilized incineration residue. D	1. Preliminary pulverization treatment is required so that power consumption of the plant increases 30-50% more than the case of grate firing furnace. 2. If solid waste Hu is less than 1,400 kcal/kg, power self-supporting system in the plant with solid waste energy alone is not realizable. With the higher Hu, surplus fuel or power is obtainable. 3. Land reclamation without fear of environmental contamination is possible with application of stabilized pyrolysis residue. C	1. Energy recovery is impossible. 2. Approximately 15% on an average (wet basis) of urban waste is recovered as compost. 3. Able to recover ferrous metal. 4. Maximum resource recovery rate is approx. 20% (compost + recovered ferrous metal). 5. In case that unsuitable waste for composting is not incinerated but landfilled together with compost residue, stable land reclamation is not possible, and precautional measures against environmental pollution are necessitated.
	Practicality A	1. Highly sophisticated knowledge and practical experience are required for the maintenance. 2. Since this technology has a long experience, standard for the maintenance are firmly established. D	1. Highly sophisticated knowledge and practical experience are required for the maintenance. 2. Combustible gases are produced, therefore, countermeasures against explosion are necessary. C	1. Neither particular knowledge nor long experience is required. A
Economic factor	1. This has a long experience, and is reliable and practical technology. 2. Presently, practical maximum capacity of a unit incinerator is said to be 500 t/d. A	1. The technology is still under development. Cases of construction of the practical plant are very few. 2. Practical maximum capacity of the plant is 200 t/d. C	1. The technology is presently under development. 2. Practical maximum capacity of the plant is 200 t/d. A	1. Same as incineration, this method also has a long history and abundant results. 2. Technically, there are few constraints to limit practical maximum capacity. A
	1. Construction cost index: 100 2. Operation and maintenance cost index: 100 3. Benefit by resource recovery: 30-40 kw/h (solid waste) of electric power can be sold. B (A)	1. Construction cost index: approx. 150 2. Maintenance cost index: approx. 160 3. Benefit by resource recovery: 0 D	1. Construction cost index: approx. 180 2. Maintenance cost index: approx. 330 3. Benefit by resource recovery: 0 (B)	1. Construction cost index: 70 (If incineration facility for treatment of the unsuitable waste are attached, the index will be higher than the case of incineration only). 2. Operation and maintenance cost index: approx. 60 (The same as the above comment in parentheses). 3. Benefit by resource recovery: 100 - 150 kg/(solid waste) of compost is producible.
Institutional factor	1. Demonstrative effects are expected. (The plant can be taken as a model of modern clear enterprise.) A	1. Development of this method was initiated aiming at recovery of fuel gas or oil. Today, however, resource recovery ability of this method is inferior to incineration. Even from a political viewpoint, this method is not attractive. C	1. Recovery of fuel gas was a target of the method development. Today, as a matter of fact, the plant cannot be operated without large volumes of auxiliary fuel. This would rather be called resource consuming technology. Politically this method is not recommendable. D	1. Continuation of this method is BMA's policy presently. 2. For improvement of compost quality, separate collection of garbage is desired. 3. Establishment of compost sale network is an indispensable condition for expansion of composting capacity. B
	Overall evaluation	A	C	B

Note 1. Importance of evaluation symbols A > B > C > D
 2. Evaluation made in column of 'Economic factor' is based on the following conditions:
 (1) Solid waste lower calorific value Hu = 1,200 kcal/kg.
 (2) Steam boiler and steam turbine power generation equipment are attached to the facilities of (I), (P) and (S.P).
 (3) The figures are derived from the cases in Japan.
 (4) The evaluation results enclosed by parentheses in the columns (I) and (CP) correspond to the column 'Economic factor' and are applicable when incineration facilities for treatment of unsuitable waste for composting are attached to the compost plants.
 3. Original evaluation from viewpoint of 'Institutional factor' was not attempted by the Study team as it was believed to be well done by BMA.

Fig. AP 4.10-(1) Process flow chart

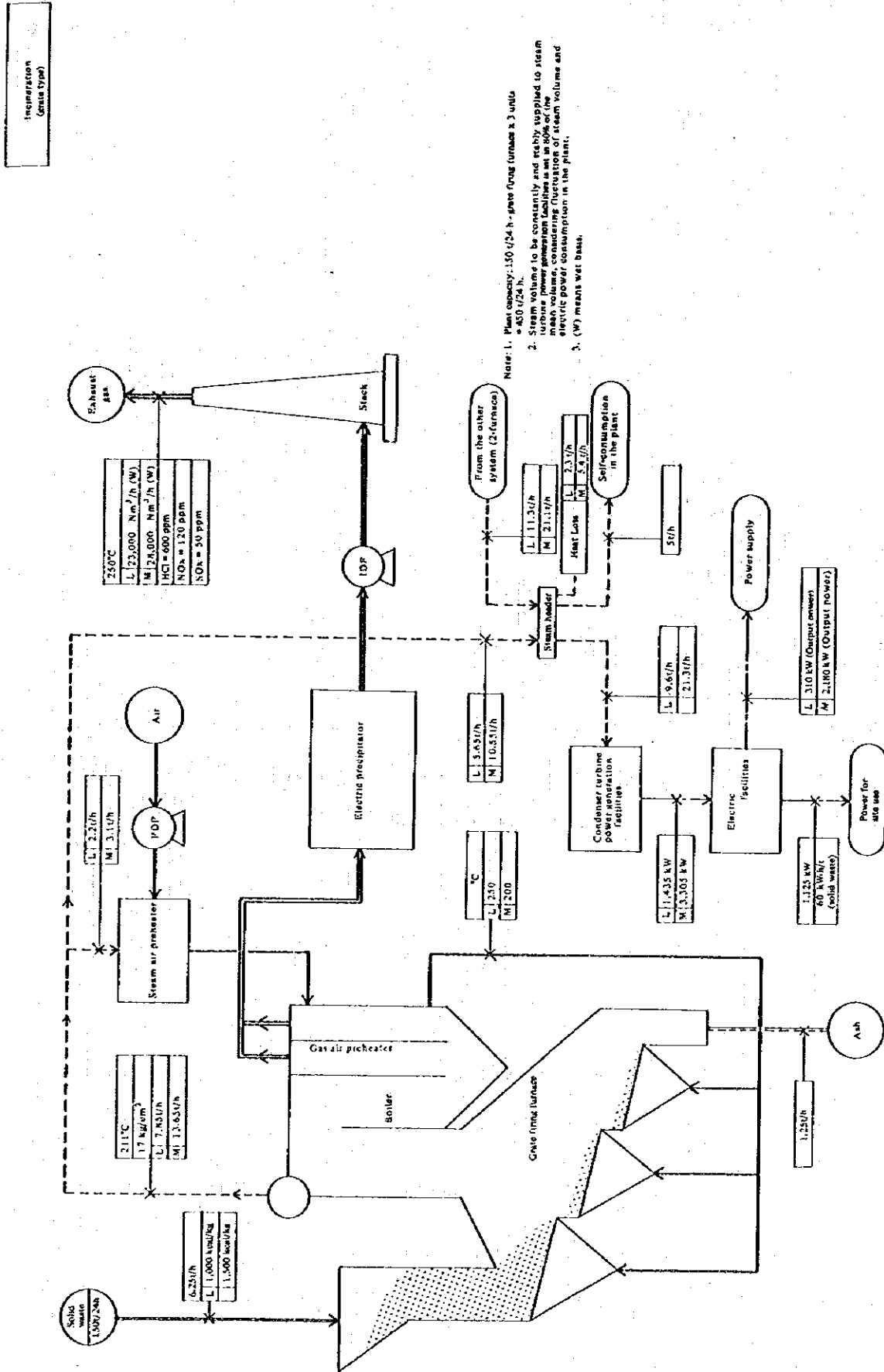
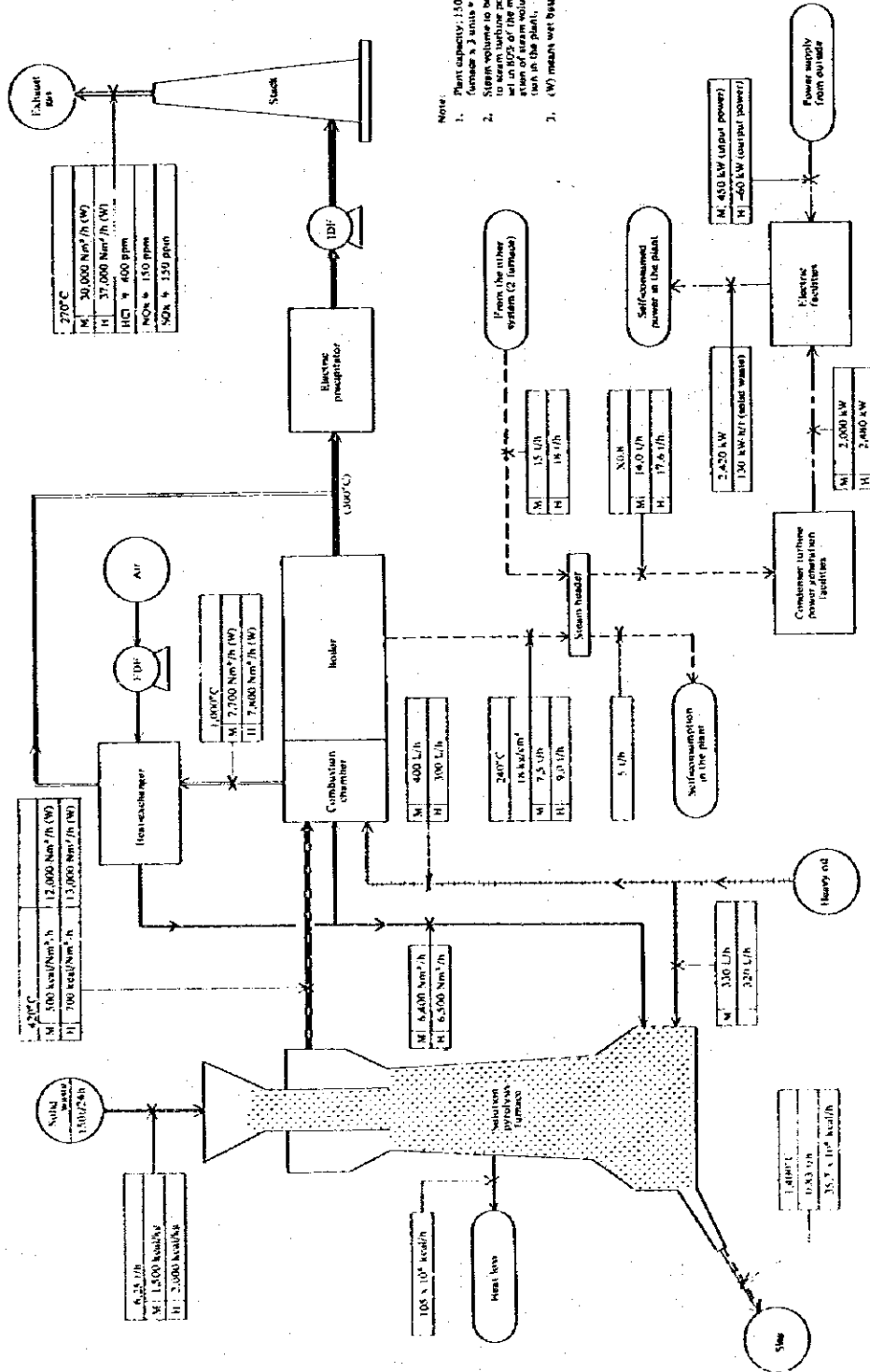


Fig. AP 4.10-(2) Process flow chart

Solution pyrolysis
(continuous slag discharge type)



Note:

- Plant capacity: 150 (24.3) - solution pyrolysis furnace $\times 3$ units = 450 (24.3)
- Slag volume to be processed each day supplied from the other system (2 turbines) facilities is set at 80% of the design value, considering fluctuation of slag volume and electric power output from the plant.
- (W) means wet basis.

Fig. AP 4.10-(3) Process flow chart

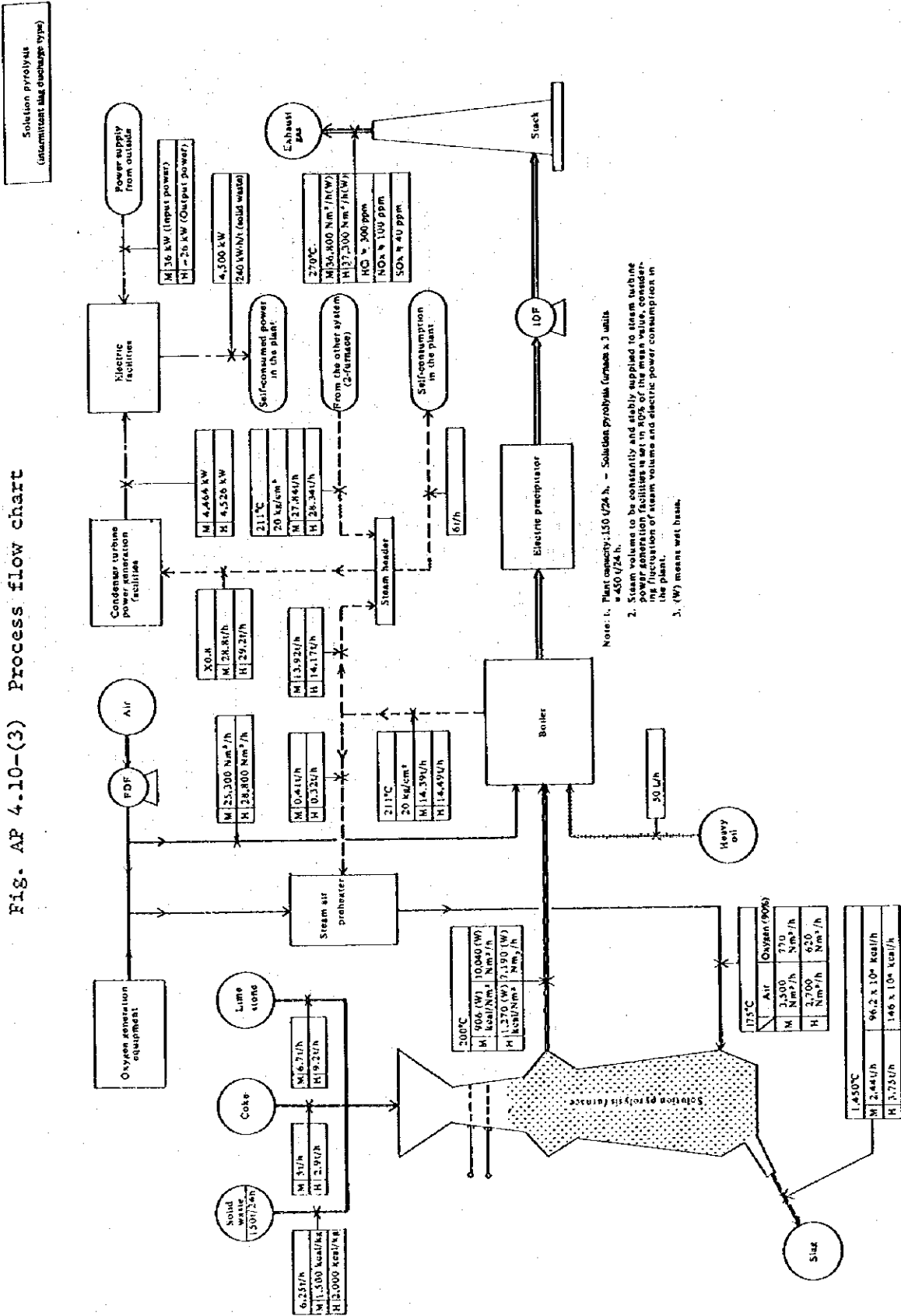
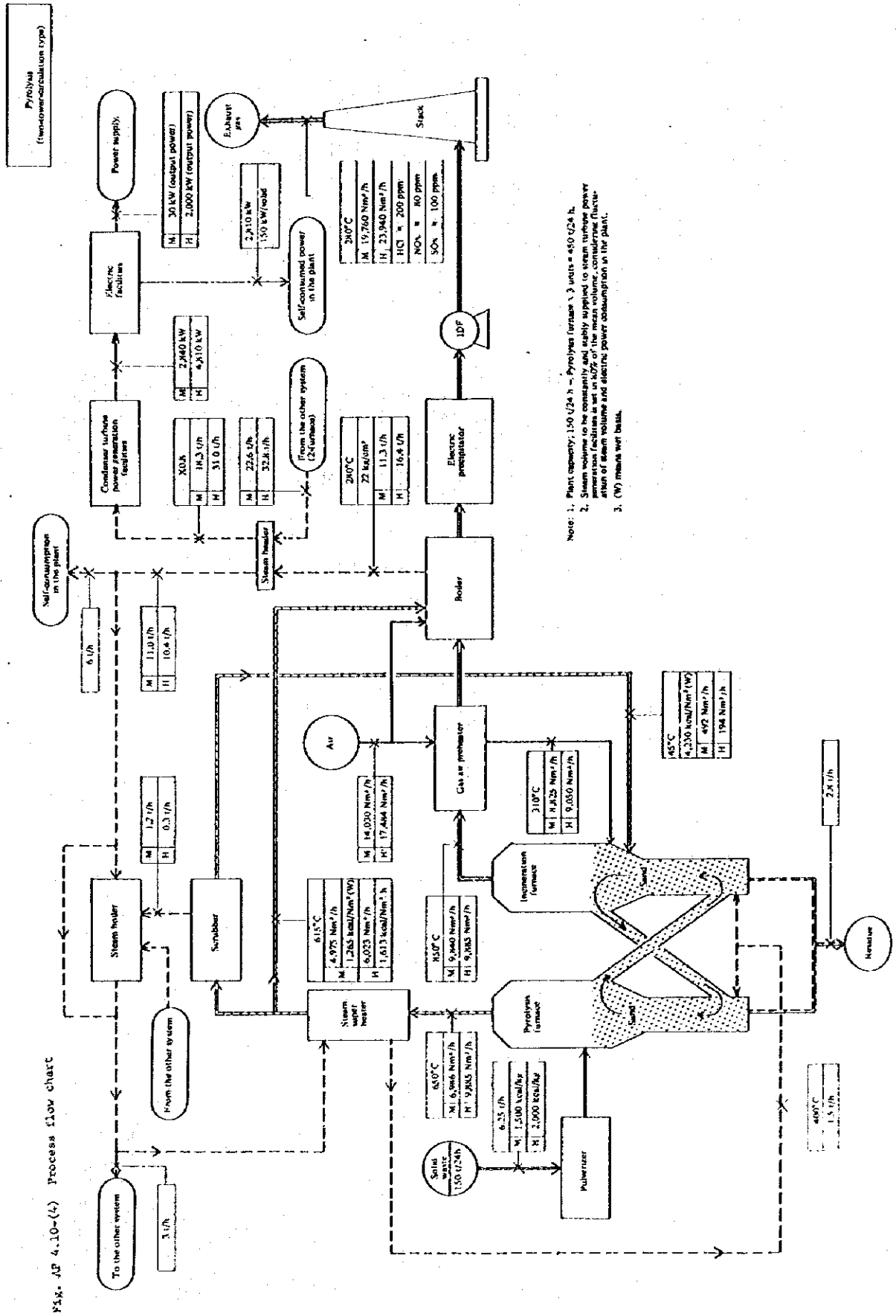


Fig. AP 4.10-(4) Process flow chart



Appendix 4.9 最終処分に関する技術調査

(i) 最終処分の一般的考察

i) 埋立処分の目的

埋立処分の目的は、生活環境の保全上支障が生じない方法で廃棄物を適切に貯留することであり、同時に貯留された廃棄物を自然界の代謝機能を利用し、安定化（土壌化）、無害化することである。

ii) 埋立処分の特性

埋立処分はごみ処理システムのうちの最終処分システムのうちの一つである。しかし、他の処分手段としての海洋投入は、現実的な処分方法とはなりえないので、埋立処分を最終処分システムといえることができる。この埋立処分は次のような特性を有している。

すなわち、物質循環の観点からみれば、人間生活に利用した後の不用物を再び自然のサイクルに還元する工程である。埋立の形態からみれば廃棄物を材料とする土地造成行為であり、同時に自然の土地を消費する行為である。一方、立地している周辺住民から見れば環境悪化を招く迷惑な行為である。

iii) 最終処分場が具備すべき機能

最終処分場は以下に示す機能が必要である。

- a. 経済的に妥当であり、かつ、必要な埋立容量が確保できること。
- b. 廃棄物の搬入が容易であり、かつ、搬入された廃棄物が円滑に処分できる良好な作業性を有すること。
- c. 埋立られた廃棄物が速やかに無害化・安定化できる構造であること。
- d. 埋立申ならびに埋立終了後を通じて二次公害源とならないこと。また、埋立終了後の公害防止管理に要する時間と経費が少ないこと。
- e. 防災上安全で、かつ、周辺環境と調和した形状であること。
- f. 跡地利用上有利な形状ならびに地盤性状を有すること。

iv) 埋立処分の基本的な考え方

埋立処分は未利用低地の活用を可能にするなどの利点がある。しかし、たとえ、万全の対策を講じて埋立処分を行ったとしても、なお、環境悪化の要因となることは明らかである。

したがって、単に処分コストが安いからといって安易に埋立処分に依存するのではなく、埋立処分が将来の周辺環境に与えるマイナス面も十分配慮し、可能なかぎり減量化、埋立材料化を図り、埋立処分に依存する割合を減らすことが必要である。

あわせて、埋立処分された廃棄物による周辺環境の悪化を可能なかぎり防止することが重要である。

このことは、単に施設的な配慮、すなわち、金をかけることのみを意味するものではない。

埋立作業の工夫などによってもある程度周辺環境の悪化を防止することができるからである。

そのためには、地域的な特性、埋立廃棄物の性状等を正確に、は握しなればならない。

(2) 埋立地における廃棄物の分解

1) 分解性廃棄物の分解機構

a. 土壌微生物による分解

炭水化物やたん白質など易分解性物質は、土壌微生物により分解され、次第に低分子化し、糖類、有機酸アルコールなど中間生成物を経て、最終的には水、ガス体、無機塩類に変る。

セルローズ、リグニンのような難分解性物質の分解は極めておそく、分解や縮重合のくり返しによって比較的安定な腐植となる。

分解に関与する微生物の種類は、埋立層内の状態により異なる。

すなわち、埋立初期およびごみ層間に空気が存在する状況では好気性細菌の働きによって酸化を受け好気性分解が行われるが、一般に埋立層は通気性も悪く微生物による酸素の消費も多いので嫌気性分解が支配的になる。とりわけ、ごみ層中に水分が多量に存在する湿地埋立等では嫌氣的界囲気の発生が早く、メタンガス、有臭ガス、腐食性浸出水が発生する。

土壌微生物により埋立廃棄物が分解される結果、埋立層内には空げきが生じる。この結果、埋立層は自重によって圧縮され、安定で密な構造に変わってゆく。また、埋立層内には雨水などが浸透する。この水に微生物分解の結果生じた物質のうち、可溶性物質を溶解し、洗い出されて浸出水を形成することになる。

b. 分解作用を促進するための条件

土壌微生物の関与により埋立廃棄物は分解されていくが、埋立層内を早期安定化させるためには、好気性・嫌気性を問わず、埋立層内が微生物の共存に適する条件であることが望ましい。このためには

- 水吐けを良くして通気性を維持する。
- 埋立廃棄物を破砕埋立して微生物との接触面積を増大する。
- 発酵熱を保持してセルローズ等高温分解に役立たせる手段が有効である。

また、これらの状態を有効に招来するため覆土の選択や覆土の方法等も大切である。

また、土壌微生物の分解作用を阻害するような物質の埋立は、好ましくないもので、層内の水分含量や PH 等に極端に影響を与えるものの埋立は、他の廃棄物との混合埋立を行うなどの配慮が必要である。

ii) 分解作用を受けにくい廃棄物の分解

土壌中で分解されにくい廃棄物は、土砂、ガレキ、プラスチック類、金属類、ガラス、焼却灰中の不燃物、スラグ類である。これらの廃棄物は主として自重による圧縮、浸透水による微細固型粒子の移動などの物理的变化を受ける。これにより、埋立層内は安定で密な構造に変わってゆく。しかし、その速度は分解性廃棄物に比べるとずっと遅い。

これらの廃棄物中の可溶性塩類（ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩素イオン等）は浸透水に溶解し、浸出水となる。しかし、一部の塩類は溶け出した後、更に、土壌粒子や腐植等イオン交換能力の大きい物質に吸着される。

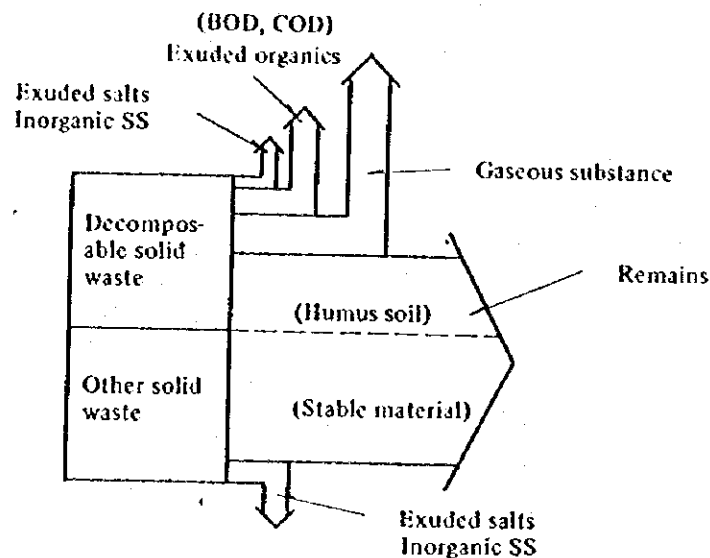
また、硫酸イオンや硝酸イオンなどは硫化水素や窒素ガスに還元されることが多い。

金属類、焼却灰などに含まれる重金属イオンは、埋立層内で水や酸素あるいは生物分解の過程で生ずる有機酸類や炭酸ガスなどによる化学作用を受けて腐食、イオン化し、解離し、浸透水に溶解することが考えられる。

しかし、埋立層内は、通常、嫌気的な状態にあるので、いったん解離した重金属イオンも硫化水素の作用を受けて安定した硫化物を形成するか、または、土壌粒子および腐植に吸着される。したがって、浸出水中に溶出する金属類は非常に少ない。

以上、i) および ii) の分解作用による物質収支の模式図を Fig.AP 4.11 に示す。

Fig. AP 4.11 Decomposition of solid waste at landfill sites



Source : 1980-report by Japan Waste Management Association

(3) 埋立工法

i) 埋立構造

埋立処分された廃棄物層の状態によって、次のように分類することが出来る。

a. 嫌気性埋立、b. 嫌気性衛生埋立、c. 改良型嫌気性衛生埋立、d. 準好気性衛生埋立、e. 好気性衛生埋立

埋立構造を準好気性、好気性と高度化するに伴い分解性廃棄物の安定化が促進され、公害事象が大幅に低減されることが立証されている。以下に埋立構造の概要を示し、その模式図をFig.AP 4.12に示す。

a. 嫌気性埋立

埋立層内の汚水がほとんど排除されず、常に嫌気的な状態にある構造である。このため浸出汚水の水質は非常に悪く、そのうえ、臭気、ハエ、ネズミの温床になりやすい無管理の埋立構造である。

b. 嫌気性衛生埋立

一定の埋立厚毎に一定の覆土を行う工法で臭気、ハエ・ネズミ等の発生や火災の問題は解決するが、浸出汚水やガスの問題は嫌気性埋立の場合と変わらない。

c. 改良型衛生埋立

覆土を行うとともに埋立地底部の汚水を埋立地外に排除し処理することのできる構造である。このため浸出水の性状は前記の二つの構造よりかなり良くなる。

d. 準好気性埋立

埋立地底部の汚水を出来るだけ速やかに埋立地外に排除し、通常は、この排水管を通して埋立層内に空気が自然に流入できる状態となっている構造である。この構造は廃棄物の分解が促進され、浸出汚水の水質も向上する。

e. 好気性埋立

埋立層へ強制的に空気を送入して埋立層内を好気性状態に保ち、廃棄物をより早く分解させ、安定化させるための構造である。浸出液の水質も非常に浄化されるが、維持管理費がかさむのが難点である。

以上のべた埋立構造による水質の経時変化の例をTable AP 4.17とFig.AP 4.13に示す。

ii) 覆土

廃棄物を衛生的、計画的に埋立て、早期に安定した地盤を得るためには、搬入された廃棄物を均一敷ならし、転圧し、覆土することが重要である。

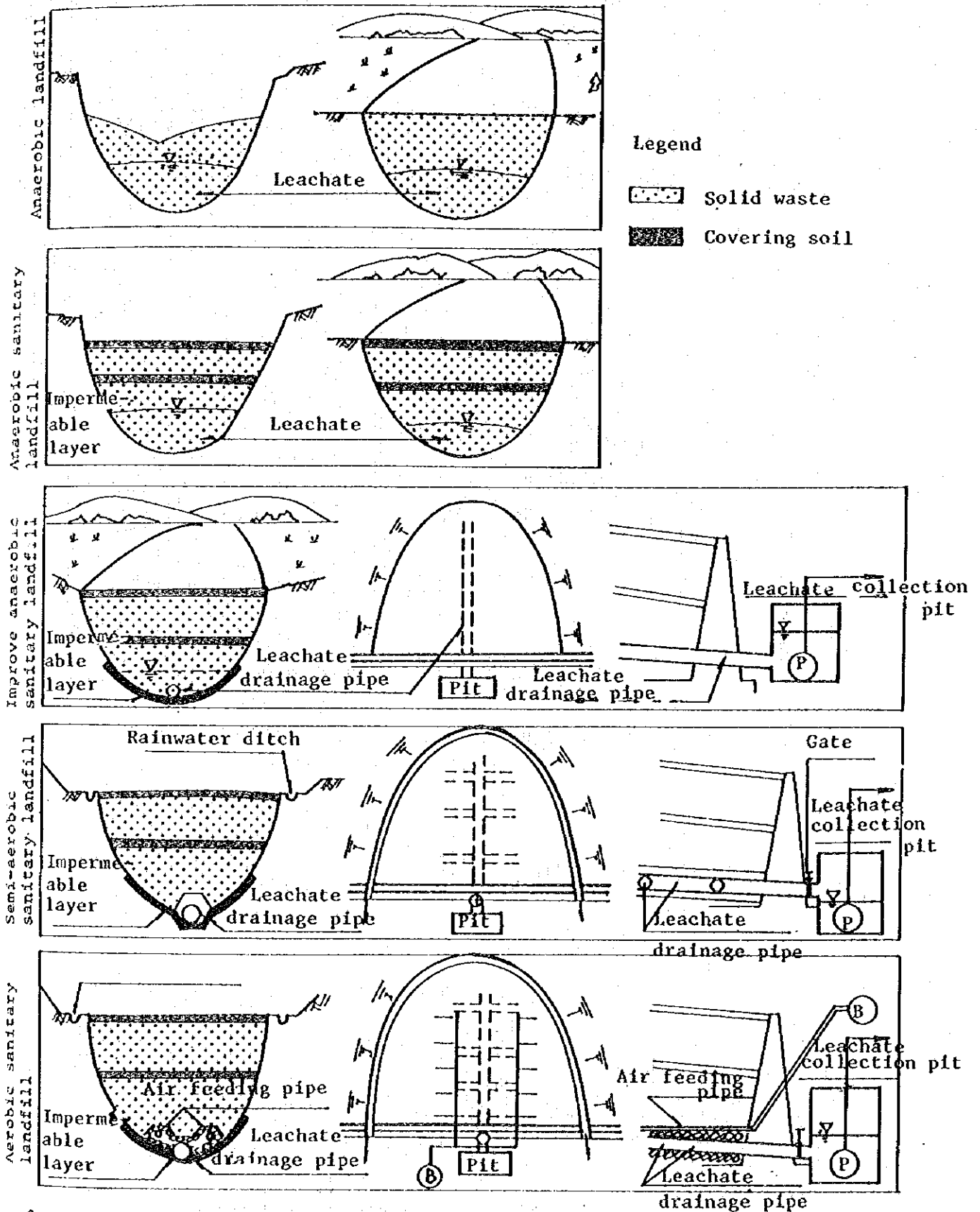
a. ごみ層厚

ごみ敷ならし層厚は、施工性、廃棄物の性状、地形、跡地利用、周辺環境などによって左右されるが、一般的には3 mが標準とされている。

b. 覆土の役割

- ・カ・ハエ・ネズミなどの発生防止
- ・ゴミの飛散防止

Fig. AP 4.12 Types of landfill structures



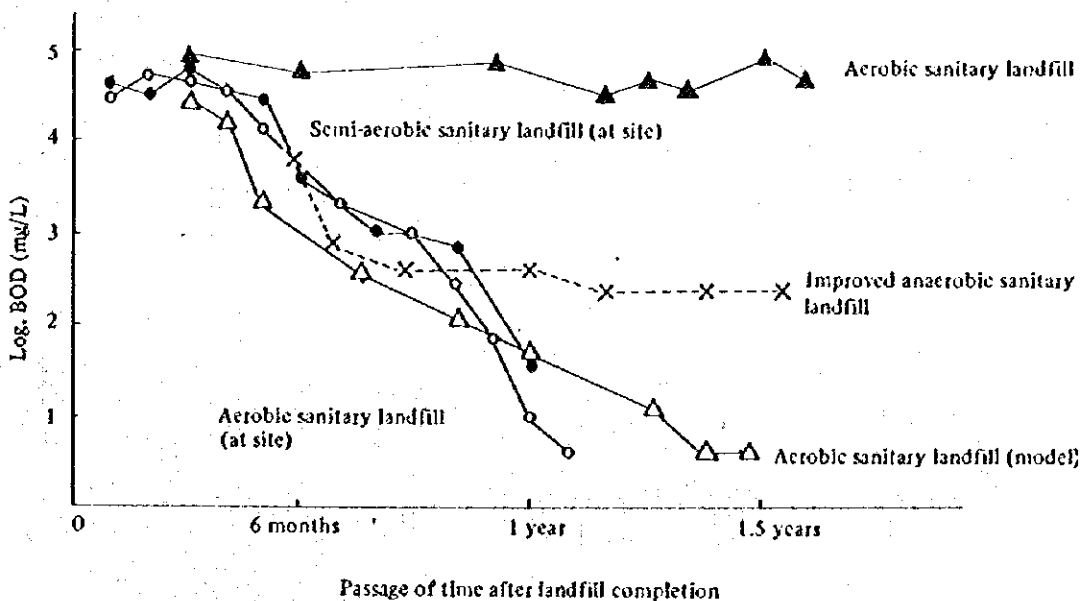
Source: Text for Japan-USA Solid Waste Conference by M. Hanajima

Table AP 4.17 Landfill structures and quality of landfill leachate

Structure	Time Item	Under landfill	6 Months after completion of landfill	1 Year after completion of landfill	2 Years after completion of landfill
Anaerobic landfill	BOD (mg/L)	40,000-50,000	40,000-50,000	30,000-40,000	10,000-20,000
	*COD (mg/L)	40,000-50,000	40,000-50,000	30,000-40,000	20,000-30,000
	NH ₃ -N(mg/L)	800- 1,000	1,000	800	600
	pH	Approx. 6.0	Approx. 6.0	Approx. 6.0	Approx. 6.0
	Transparency	0.9-1.0	1-2	2-3	2-3
Improved Anaerobic sanitary landfill	BOD (mg/L)	40,000-50,000	7,000- 8,000	300	200-300
	*COD (mg/L)	40,000-50,000	10,000-20,000	1,000- 2,000	1,000- 2,000
	NH ₃ -N (mg/L)	800- 1,000	800	500-600	500-600
	pH	Approx. 6.0	Approx. 7.0	7.0-7.5	7.0-7.5
	Transparency	0.9-1.0	1-2	1.5-2	1-2
Semi- aerobic sanitary landfill	BOD (mg/L)	40,000-50,000	5,000- 6,000	100-200	50
	*COD (mg/L)	40,000-50,000	10,000	1,000- 2,000	1,000
	NH ₃ -N (mg/L)	800- 1,000	500	100-200	100
	pH	Approx. 6.0	Approx. 8.0	Approx. 7.5	7.0-8.0
	Transparency	0.9-1.0	1-2	3-4	5-6
Aerobic sanitary landfill	BOD (mg/L)	40,000-50,000	200-300	50	10
	*COD (mg/L)	40,000-50,000	2,000	1,000	500
	NH ₃ -N (mg/L)	800- 1,000	50	10	1-2
	pH	Approx. 6.0	Approx. 8.5	7-8	Approx. 8.5
	Transparency	0.9-1.0	6-7	2-3	2-5

* Analysed by K₁Cr₂O₇ method
Source: Urban solid waste disposal guide book.

Fig. AP 4.13 Change of BOD of leachate with passage of time with each landfill structure



Source: 1979-report by Japan Waste Management Association

Table AP 4.18 Thickness of covering soil layer and its effect

Kind of effect	Effect	Thickness of covering soil			
		Thick		Thin	
		Sandy soil	Clayey soil	Sandy soil	Clayey soil
Decomposition	Increase in air inflow	Δ	X	○	Δ
Pollution	Promotion of gas diffusion	○	X	○	X
	Prevention of vermin & vector breeding	○	○	X	X
	Prevention of solid waste diffusion	○	○	○	○
	Improvement of scenic condition	○	○	○	○
	Prevention of rank odour diffusion	X	○	X	Δ
	Prevention of fire outbreak	○	○	○	○
	Prevention of rainwater penetration	X	○	X	Δ
Labour	Ease of landfill work	○	X	Δ	X
	Landfill work volume	X	X	○	Δ
	Increase of landfill capacity	X	X	○	○
Landfilling	Saving of covering soil volume	X	X	○	○
	Acquisition of covering soil	X	Δ	X	○
	Promotion of ground stabilization	○	Δ	Δ	X

Source: Tokyo Metropolitan Government

Note: ○ mark means 'superior' or 'good',

Δ mark means 'moderate' or 'fair',

X mark means 'inferior' or 'poor'.

- ・ 悪臭の防止
- ・ 火災の発生防止
- ・ 美観の保持
- ・ 地盤の早期安定化
- ・ 浸出汚水量の削減（雨水排除が可能な場合）

c. 覆土の時機

覆土は実施状況によって次のように分類することができる。

- ・ 1日の埋立作業が終了したとき、あるいは一定の厚さと面積が埋立られたとき
行う即日覆土
- ・ 一時期埋立を中止する際に行う中間覆土
- ・ 埋立が完了したときに行う最終覆土

d. 覆土の厚さ

覆土の厚さはごみの性状、施工性、二次公害防止の程度、土質などによって決めるが、即日覆土では15cm～50cm、最終覆土では50cm～100cmが一般的に採用されている厚さである。

覆土材の材質と厚さによる得失をTable AP 4.18に示す。

iii) 埋立工法

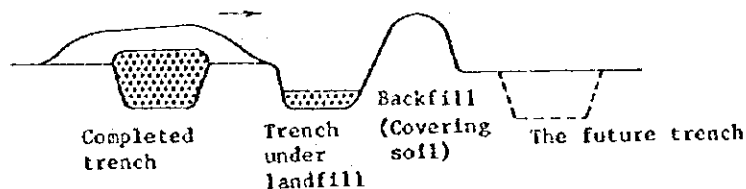
いずれの埋立工法も廃棄物を層状に敷ならし、締め固め覆土をすることによりセルを構成することは同じであるが、ごみの埋め方により3つの工法に分かれる。

a. トレンチ工法 (Fig. AP 4.14 参照)

在来地盤を溝状に掘削し、廃棄物を埋立て掘削土により覆土を行う。同じように順次溝を掘りながら埋立を行う方法である。余剰土掘削土は積増の覆土材および最終覆土に用いる。

この方法は、一般に地下水位が低い平地に適する。

Fig. AP 4.14 The trench method

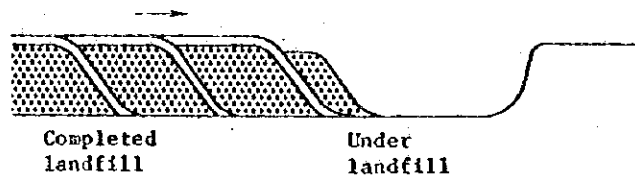


b. エリア工法 (Fig. AP 4.15 参照)

在来地盤上にそのまま廃棄物を埋立ててゆく工法である。覆土材は一般に他から入手する。

平地、傾斜地、峡谷、谷間、およびその他のくぼ地ではこの工法による例が多い。

Fig. AP 4.15 The area method



c. 複合工法

トレンチ工法とエリア工法を組合せた工法である。埋立地内の斜面などを切り取り覆土材として用いる場合もこの工法に含まれる。

これらの工法の分類のほか、埋立廃棄物の種別毎に区分して埋立てる区分埋立がある。

d. 区分埋立

跡地利用計画や地盤性状を考慮して、廃棄物の種類毎に区分埋立を行う方が適切な場合がある。

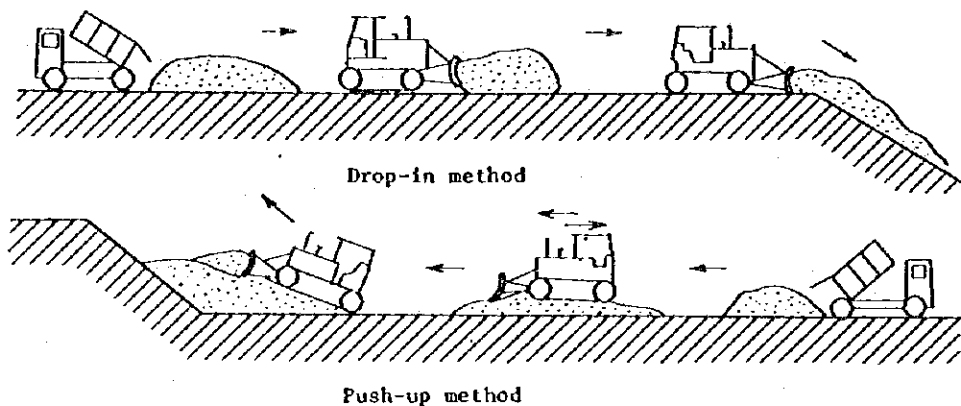
例えば埋立終了後にも大きな体積変化を生じやすい分解性廃棄物は経時的な地盤沈下がさほど問題とならない公園緑地的用途地区などに埋立てし、焼却灰、その他無機性の廃棄物は地盤沈下をきらう用途地区に限定するなどである。

不同沈下をきらう土地利用地区は、あらかじめ破碎処理を行うことが有効である。なお、区分埋立には埋立作業上のはん雑さはさけ難く、ごみ種別毎に車両を誘導するなどの実務上の配慮が必要である。

e. 埋立作業

搬入されたごみを均一に敷ならし、転圧することはごみ層の不同沈下をさけることおよび、埋立作業の効率をあげるため重要である。敷ならし方法には Fig AP 4.16 に示す二方法が一般的である。

Fig. AP 4.16 Solid waste replacement method



落とし込み方式は転圧が十分行われにくく、かつ、ごみ層厚が不均一になりやすい。押し上げ方式はこの欠点を補うことができる。しかし、作業能力は落とし込み方式に比較すると劣る。

IV) 前処理

前処理 (Auxiliary Operations (Prior to Landfilling)) とは廃棄物の減容化、無害化、埋立材料化を図るため、埋立処分に先立ち廃棄物を処理することである。代表的な方法は破砕処理と圧縮固化処理である。

a. 破砕処理

破砕の方式は回転式 (せん断型、衝撃型) と往復動式 (せん断型、圧縮せん断型) および圧縮式がある。設置例は回転衝撃式が最も多い。

破砕の利点を以下に示す。

- ・形状が均一になるので減容効果が大きい。
- ・廃棄物の表面積が大きくなるため分解が速まり跡地の早期安定が図れる。
- ・埋立作業が容易になる。
- ・ハエ・ネズミの発生、カラスの害が減る。
- ・資源回収が行いやすい。

しかし、a. 振動、騒音など公害源となりやすい。b. 爆発の危険性がある。

c. 処理費が高いなどの欠点がある。

b. 圧縮固化処理

廃棄物に圧力を加えて圧縮固化し、ほう定形のブロックに整形することにより減容化・無害化を図る方法である。廃棄物の性状と無害化の目的に応じて、ブロック表面を金網でつつんだり、アスファルトでコーティングするなどの措置をこころずる。

日本においても一時、生ごみの圧縮固化が行われたが汚水の発生を長期化させる。減容化もさほど期待出来ないなどの問題が生じ、最近では不燃性の大型ごみに、まれに見られる程度である。

(4) 埋立地における公害とその防止

廃棄物の埋立処分に伴い発生する公害としては、浸出水による水質汚濁、発生ガスによる悪臭・火災のおそれ、植生への影響、地盤沈下、ごみの飛散、カ・ハエ・ネズミ・カラス等の発生、交通阻害などがあげられる。

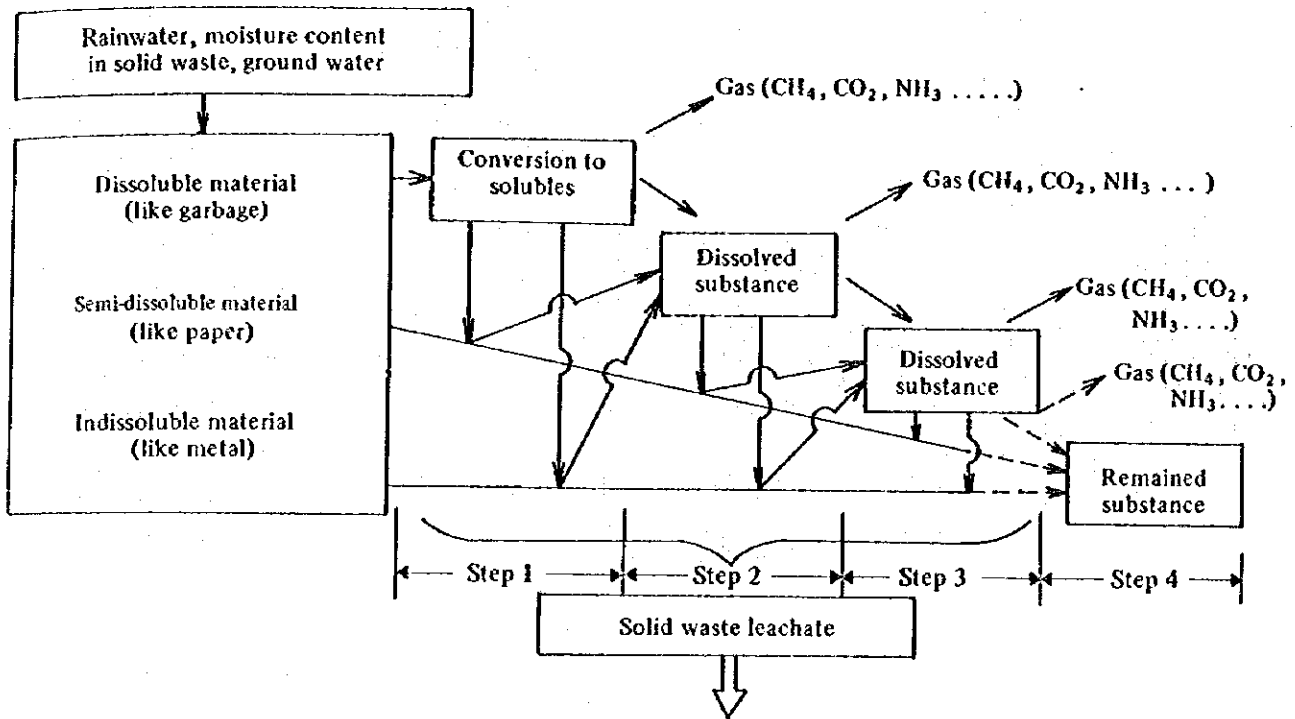
1) 浸出水

埋立層内部の分解と浸出水の概念図を Fig.AP 4.17 に示す。

埋立られた廃棄物はまずちゅう芥類が可溶化され、さらに難分解性物質も徐々に分解されてゆく。ここまでの時点では BOD ≒ COD の関係にあると考えられ、さらに分解が進行すると易分解物質が減少し、相対的に腐植のような難分解物質が増大し浸出水の性状が複雑になってゆく。

浸出水の水質は、この分解過程と埋立地に入ってくる水、すなわち、降雨、伏流水、地下水等のおよぼす希釈効果と洗い出し効果によっても大きく影響される。

Fig. AP 4.17 Concept of leachate generation process



	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4
Landfill Step	Conversion Stage to Solubles	First Conversion Stage to Inorganics	Second Conversion Stage to Inorganics	Stablization Stage
Gas	Start of gas generation. Dissolution of dissoluble substances	Gas generation activated. Dissolution of semi-dissoluble substances	Gas generation reduced. Accumulation of semi-dissoluble substances	Ceasing of gas generation. Disappearance of dissolved substances
Leachate	Increase of dissolved substances.	Decrease of dissolved substances.	Decrease of dissolved substances.	Accumulation of remaining substances.
Leachate contents: Low molecular weight substances per high molecular weight substances	Low > High	Low \approx High	Low < High	Low << High

Source : Tokyo Metropolitan Government.

ii) 発生ガス

埋立層が好氣的条件下では炭酸ガスが発生し、嫌氣的条件下では主として炭酸ガスとメタンおよび微量成分として硫化水素、アンモニアなどが発生する。

メタンガスは可燃性で混合ガス爆発の危険性がある。従って埋立物中に着火源があると火災の原因となるし、メタンガスが局所に滞留するような建造物がある時は爆発に十分注意する必要がある。また、硫化水素やアンモニアガス等の微量ガスは悪臭の原因となる。

これらのガスによって樹木の根部が酸欠状態となり枯死することがある。

iii) 地盤沈下

地盤沈下の最も大きな要因は埋立廃棄物の分解によるガス化等により生じた空間が圧縮されることによって起る。埋立時においては実害はあまりないが、長期にわたって継続することは跡地利用にも支障をきたすので早期安定化を図ることが必要である。

廃棄物の種類と公害の関係を Table AP 4.19 に、公害防止対策 Table AP 4.20 に示す。

Table AP 4.19 Solid waste and pollution

Disposed-of material	Pollution								
	Appearance	Diffusion or out flow of solid waste	Rank odour	Breeding of vector and vermin	Fire (burning of solid waste)	Oozing out of leachate	Generation of methane gas	Penetration of toxic substance into ground	Ground subsidence
Municipal solid waste	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Incombustibles	○	◎	○	△	△	△	△	○	△
Combustibles	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Incineration residue	△	△	○	△	△	○	○	○	△
Sludge	○	○	○	△	△	○	○	○	○
Sands, soil, pebbles	△	△	△	△	△	△	△	△	△

Source: Tokyo Metropolitan Government

Remark: ○ Most causative
 ○ Causative
 △ Less causative

Table AP 4.20 Pollution and preventive measures

Preventive measures	Type of pollution								
	Appearance	Diffusion or flow out of solid waste	Rank odour	Breeding of vector and vermin	Fire (burning of solid waste)	Oozing out of leachate	Generation of methane gas	Penetration of toxic substance into ground	Ground subsidence
Overlay	○	○	○	○	○	○	○		
Thickness of solid waste layer			○			○	○		○
Embankment	○	△				○			
Aeration			○	○		○	○		
Antidiffusion fence	△	○							
To make bottom impermeable						○		○	
Leachate collection facilities						○		○	○
Gas collection facilities			△				○		
Deodorant			○						
Fire extinguishing facilities					○				
Insecticide				○					
Pulverization	○		○	△	△				
Compression	○	○	○	△	○	△			○

Source: Tokyo Metropolitan Government

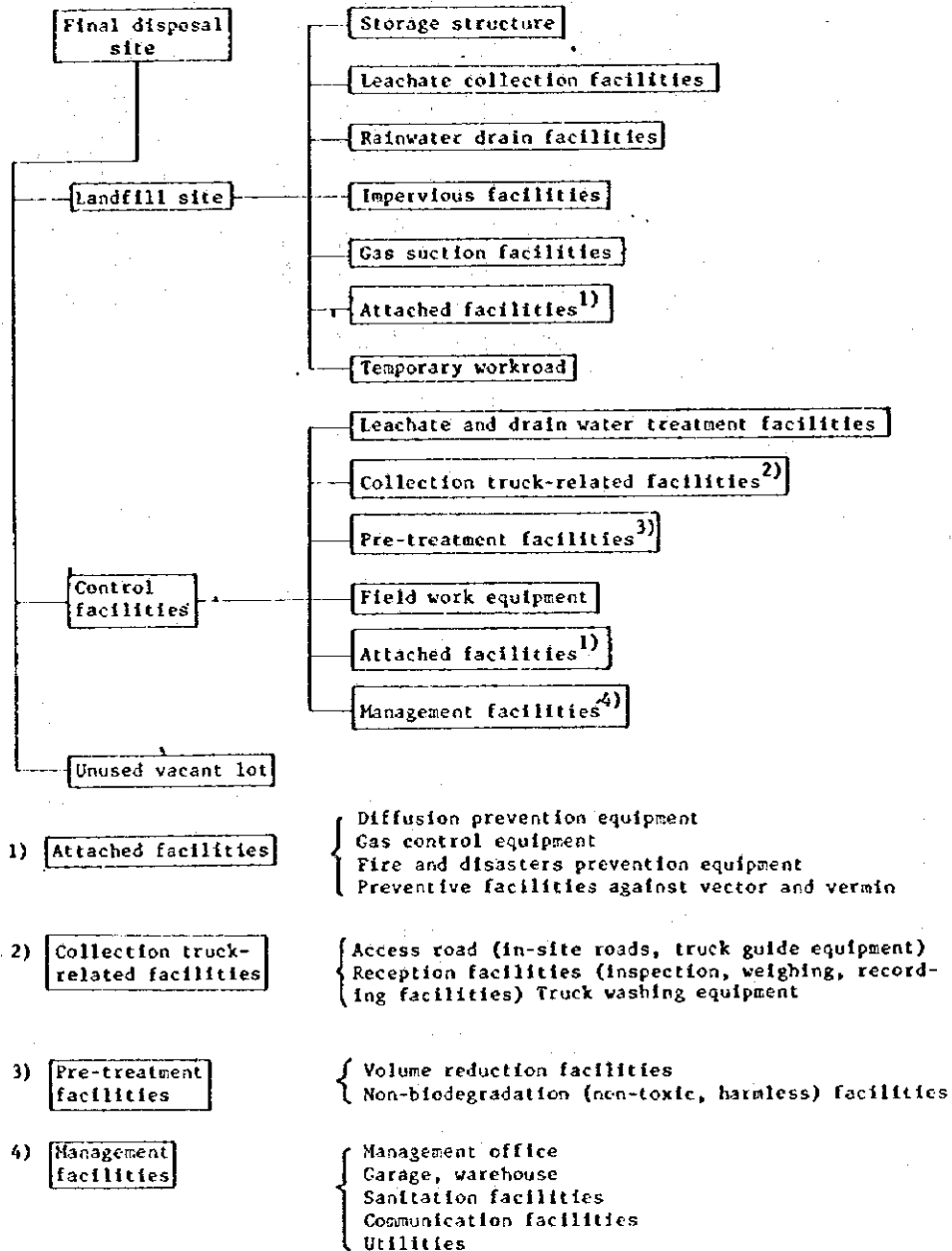
Remark: △ Auxiliary counter measures
 ○ Effective counter measures
 ● Principal counter measures

(5) 最終処分場施設構成と機材

1) 施設構成

(i)にのべた最終処分場の機能を具備するための施設構成をFig.AP 4.18に示す。

Fig. AP 4.18 Composition of final disposal site facilities



Source : Urban solid waste disposal guidebook.

ii) 埋立用機材

埋立作業用機材は次のように分けることができる。

- 土の量ならしおよび転圧用機材
- トレンチの掘削、覆土材の切取、覆土作業用機材

これらの機材の用途別適性を Table AP 4.21 に、主要作業機材を Fig.AP 4.19 に示す。

Table AP 4.21 Comparison of performance of landfill work machines

Machine Type	Solid Waste		Overlay			
	Level-ling	Pressur-izing	Trench-ing	Level-ling	Pressur-izing	Drag-ging
Grawler-dozer (Bulldozer)	Excell-ent	Good	Fair	Excell-ent	Good	Poor
Crawler-loader (Tractor shovel)	Good	Good	Excell-ent	Good	Good	Poor
Wheel-dozer	Excell-ent	Good	Fair	Good	Good	Poor
Wheel-loader	Good	Good	Fair	Good	Good	Poor
Scrape-dozer (Scraper)	Poor	Poor	Good	Excell-ent	Poor	Poor
Power shovel (Drag line)	Poor	Poor	Excell-ent	Fair	Poor	Poor
Compactor	Excell-ent	Excell-ent	Poor	Good	Excell-ent	Poor

Source: The text by Japan Environmental Sanitation Center

特にランドフィルコンパクタは破碎・圧縮効果が大きい。

(6) 跡地利用

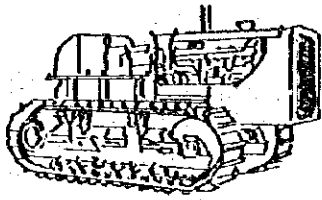
埋立られた有機物の分解が長期にわたるため、浸出水の処理施設、臭気、発生ガスの処理施設等は埋立完了後も引続き長期間運転を続ける必要がある。

このため、長期間その跡地利用が制約されることになる。具体的な跡地利用としては、公園、運動公園、ゴルフ場、モータプール、野積資材ヤード、農地（果樹園を含む）公共施設などがあげられる。

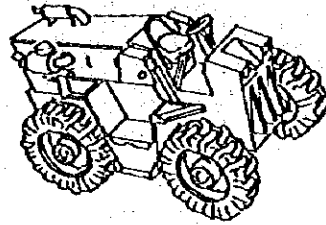
跡地利用の目的に照らして埋立方法を適切に選ぶ必要がある（(3)、iii）、d参照）。

また、跡地利用計画は地元住民に大きな期待をいだかすことと共に埋立地の受入れに協力した地元への還元としての意味も考え合せて決定する必要がある。

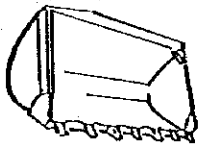
Fig. AP 4.19 Main machinery for landfill work



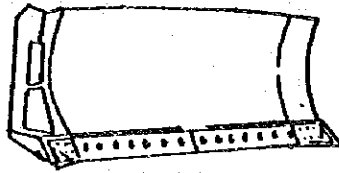
Crawler tractor



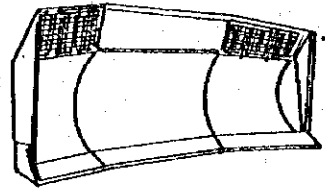
Wheel tractor



Common bucket

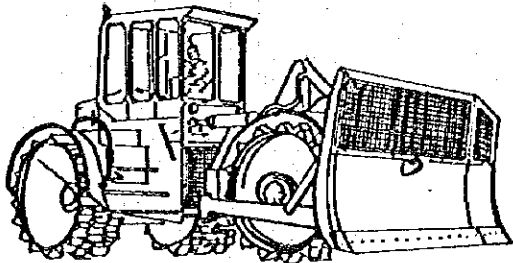


Dozer blade

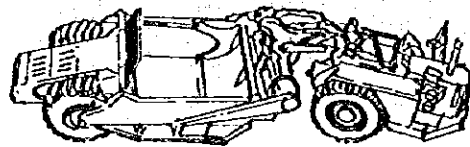


Landfill blade

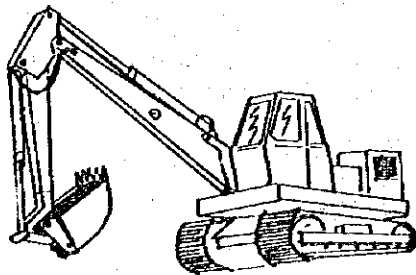
Attachment



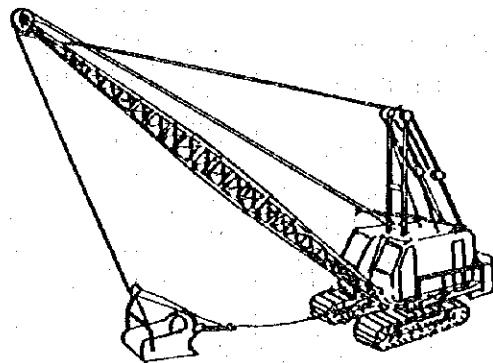
Landfill compactor



Scraper



Back-hoe



Drag-line

Appendix 4.10 最終処分システム作成のための基礎的事項

(1) 既存埋立地の現状

現在利用されている埋立地は、バンコックで随所に見受けられる低湿地であり、埋立地の周辺は、雨水が停滞し、あたかも自然池の観を呈している。

埋立方式は、簡易な築堤により埋立地を区画し、埋立を行っているが、浸出水の集排水施設の不備のため、埋立地周辺の法尻部には、高濃度の浸出水が滞留している。

埋立作業も収集ごみをそのままブルドーザ、ホイルトラクター等で敷ならすオープンダンプ方式である。このため、臭気、ハエ発生、ごみの飛散など非衛生的であり、環境保全を意図した埋立方法が急がれる現状である。

(2) 基本検討事項

最終処分システムの計画および設計に当っては、次に示す諸条件とその相互関係を明らかにすることが大切である。

- 埋立廃棄物条件
- 気象、水文、地質などの自然条件
- 環境保全条件
- 埋立作業ならびに維持管理条件
- 処分場の規模・埋立期間
- 跡地利用条件

1) 埋立廃棄物条件

中間処理技術として何を選ぶかにより、埋立物は、生ごみであったり、焼却残灰であったり、コンポスト処理残渣であったりする。

埋立物の種類の違いにより、浸出水の性状、埋立後の容積が異なる。

埋立物1トンが埋立層内で分解し、最終的に何 m^3 になるかを示す指標を体積換算係数と呼ぶ。この係数は埋立対象物の種類、性状、埋立方法、埋立形状、地域的特性などに影響される。

従って、実測例から条件の近いケースを選択するのが望ましい。しかし、既存の埋立地の体積と埋立量の適切なデータが得られないため、日本における一般的データを参考に埋立廃棄物の種類別に次のように決定する。

- | | |
|-----------------------|--------------|
| • 一般可燃主体家庭ごみ（オープンダンプ） | 0.80 m^3/t |
| • 一般可燃主体家庭ごみ（衛生的埋立） | 0.88 m^3/t |
| • コンポスト処理残渣 | 1.00 m^3/t |
| • 焼却灰 | 1.00 m^3/t |

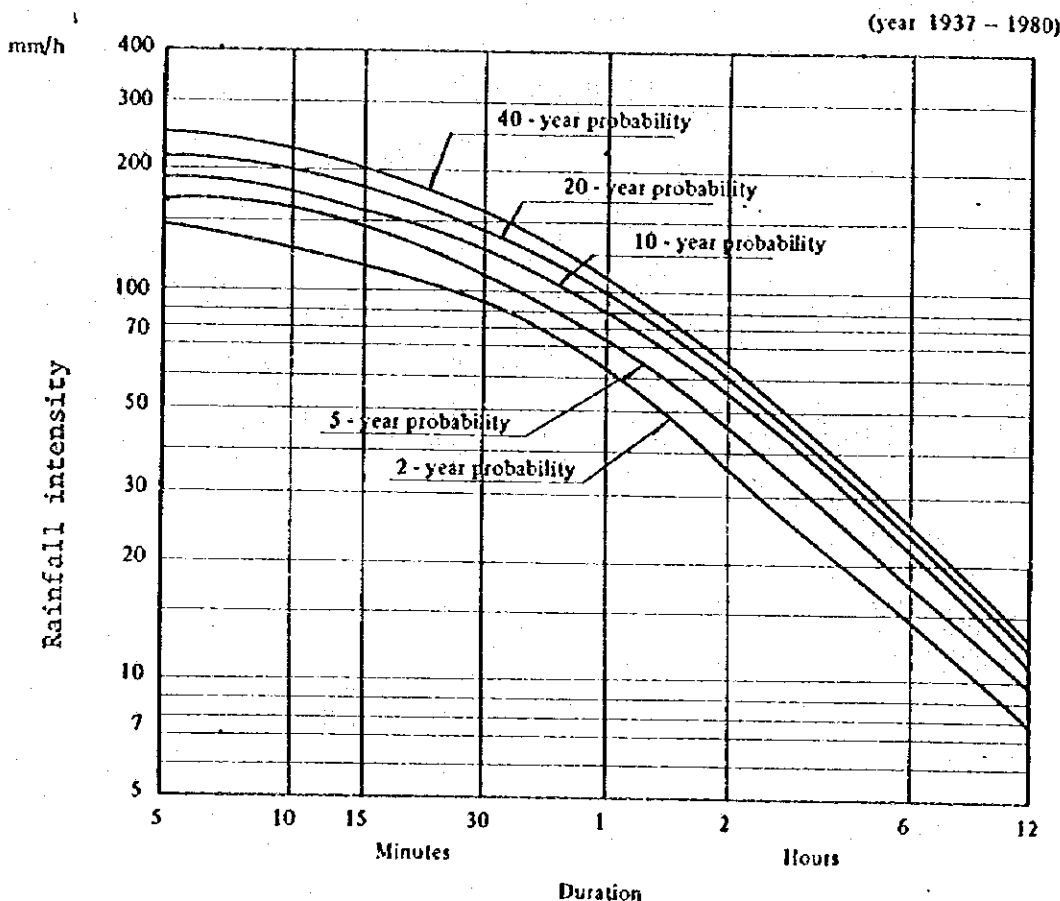
ii) 気象・地質・水文

a. 気 象

バンコック市の気候は雨期と乾期が明確にわかれ年間降雨量1500mm(1951～1975年)のうち90%弱の降雨が雨期に集中し、乾期には長時間ほとんど雨が降らない。

このため、埋立地の浸出水の水量・水質の変動が大きく、浸出水処理施設の処理方式の選定および運転管理が非常にむずかしい。計画条件としての年平均月別降雨量を Table AP 4.22 に、降雨強度時間曲線を Fig.AP 4.20 に示す。

Fig. AP 4.20 Rainfall intensity-duration curve in Bangkok



Source: Meteorological Department Ministry of Communications.

b. 地 質

バンコック市の一般的な地質は、バンコック・クレイと呼ばれる粘土層である。バンコック市の地質を具体的に知るために、On-Nooch 処分場の 2ヶ所をボーリングして地質調査した。その結果、地層は、地表から 3 m 程度まではゴミまたは粘土により人工的に形成されたものであり、3 ~ 14 m までは含水比が高く、圧密性の高い粘土層である。その下層に層厚 1 m 程度の中位の粘土層が介在し、それ以深 2.4 m までは硬い粘土または砂質粘土層である。また 2.4 m 以深 3.0 m までは非常に硬い粘土層となっている。この構成は一般的なバンコックの地層にはほぼ一致している。

調査地点間の想定地層図を Fig.AP 4.21 に示す。土質試験結果の概要を Table AP 4.23 に示す。

c. 地下水の水質

On-Nooch 処分場内の地表面下 30 m の地点におけるバンコック帯水層についての水質試験を行った。この結果、BOD、CODともに約 10 mg/L と汚染されていると考えられる。

しかし、地層の透水係数は 10^{-8} cm/s オーダであり、この粘土層は土質工学的には不透水層とみなせる。

すなわち、計算上は浸出水が 30 m まで到達するには約 350 年以上もかかることになり、埋立開始時期から判断して浸出汚水による影響とは考えられない。1ヶ所のデータから結論づけるのは無理であるが、他の地域の地下水も同程度の性状を有するものと考えられる。

試験結果を Table AP 4.24 に示す。

d. 浸出水の性状

On-Nooch における浸出水の資料を Table AP 4.25 と 4.26 に示す。

Table AP 4.26 Analysis with a level of significance of 5%

(Unit: mg/l)

Analysis Sampling point	pH	BOD	COD	Fe (soluble)	T-N
At foot of slope point-1	8.09-8.55	24.3- 65.3	0-1,173	0 -- 10.19	0-4,038
At foot of slope point-2	7.50-7.96	27.3- 68.3	54-1,342	0.34- 10.54	.0- 456
Inside mound point-1	8.22-8.68	147 --189	606-1,894	5.5 - 15.7	1,357-1,903
Inside mound point-2	8.25-8.71	354 --396	2,576-3,864	54 --642	1,467-2,013

Analysis Sampling point	NH ₃ -N	NO ₃ -N	Cl ⁻	Evaporation residue	Ignition loss
At foot of slope point-1	0-187.7	0-42.81	1,309-1,939	4,699-8,361	950-2,250
At foot of slope point-2	2-246	0-39.97	1,465-2,095	7,379-9,210	1,040-2,340
Inside mound point-1	912-1,156	6.9-82.5	2,045-2,675	10,369-14,031	1,380-2,680
Inside mound point-2	988-1,232	565-1,321	3,555-4,185	21,729-25,391	5,470-6,770

法じり (Foot of Landfill Slope) からの資料は浸出水の水質を示すものと考えられる。これらの資料は、雨水に希釈されているため、ごみ山 (Inside Mound) から採取したものに比べ、各項目とも低い数値を示しているが、CODは高く、いずれも COD > BOD の性状を示し、ある程度安定化が進み、生物処理にむかない水質になっている。また腐植物質を含んだ褐色性の浸出水である。重金属については、浸出水の特徴としてその溶出はそれほど問題とならない。

Table AP 4.22 Climatological data (1951 to 1975)

Station	Data type	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Bangkok	<u>Rainfall</u>													
	Mean	8.9	29.1	28.0	70.0	185.1	150.4	171.3	206.8	402.1	234.2	47.6	10.4	1543.9
	Mean rainy days (mm)	1.8	2.8	3.6	6.4	15.8	16.5	18.4	20.8	21.6	17.4	6.0	1.6	132.7
	Greatest in 24 h (mm)	39.3	73.0	52.8	133.5	124.2	82.9	108.8	97.8	153.7	123.2	81.2	32.0	153.7
	d/Year	31/61	11/64	24/73	23/51	15/66	6/59	30/55	26/71	23/68	5/60	2/69	8/72	23/68
Bangkok	<u>Evaporation</u>													
	Mean - Piche (mm)	98.0	88.8	108.8	105.7	90.2	81.8	78.3	71.2	58.1	58.7	69.3	87.0	995.9
	- Pan (mm)	132.8	139.2	179.8	182.6	162.6	145.8	141.6	140.3	126.2	120.7	118.8	123.9	1714.3
	<u>Wind</u>													
	Prevailing Wind	NE	S	S	S	S	S	SW	S	SW	NE	N	NE	-
Mean Wind Speed (knots)	3.8	5.2	5.8	5.7	4.6	4.9	4.6	4.6	4.6	3.9	3.5	3.7	3.5	
Max. Wind Speed (knots)	31 NNE	37 N	48 ENE	56 E	42 W	43, SSW	43 SSW	43 SSW	45 WNW	44 SSW	40 NE	45 ENE	31 SE, NNE	-
Don Muang	<u>Rainfall</u>													
	Mean (mm)	7.4	18.0	39.9	63.4	165.7	163.6	164.5	223.3	302.6	238.8	36.8	17.1	1439.1
	Mean rainy days (mm)	1.4	2.3	3.5	6.3	14.2	15.5	18.0	20.3	21.4	16.2	6.0	1.8	126.9
	Greatest 24 h (mm)	31.5	48.4	50.4	106.2	78.6	116.5	81.8	117.5	148.4	132.9	34.3	48.8	148.4
	d/Year	19/75	18/61	27/74	26/61	4/61	20/53	3/60	23/62	6/72	1/57	30/70	13/70	6/72
Don Muang	<u>Evaporation</u>													
	Mean - Piche (mm)				No Observation									
	- Pan (mm)				No Observation									
	<u>Wind</u>													
	Prevailing Wind	E	S	S	S	S	S	S	SW	S	N	N	N	-
Mean Wind Speed (knots)	5.9	7.3	8.0	7.8	7.3	7.2	6.8	7.1	6.6	6.0	6.1	3.9	-	
Max. Wind Speed (knots)	35 E, ESE	33 E	85 NE	65 SE	50 SE, NNE	55 W	60 SSW	55 WSW	60 SW	60 E, S	45 ESE	24 ENE	-	

Source: Meteorological Department
Ministry of Communications

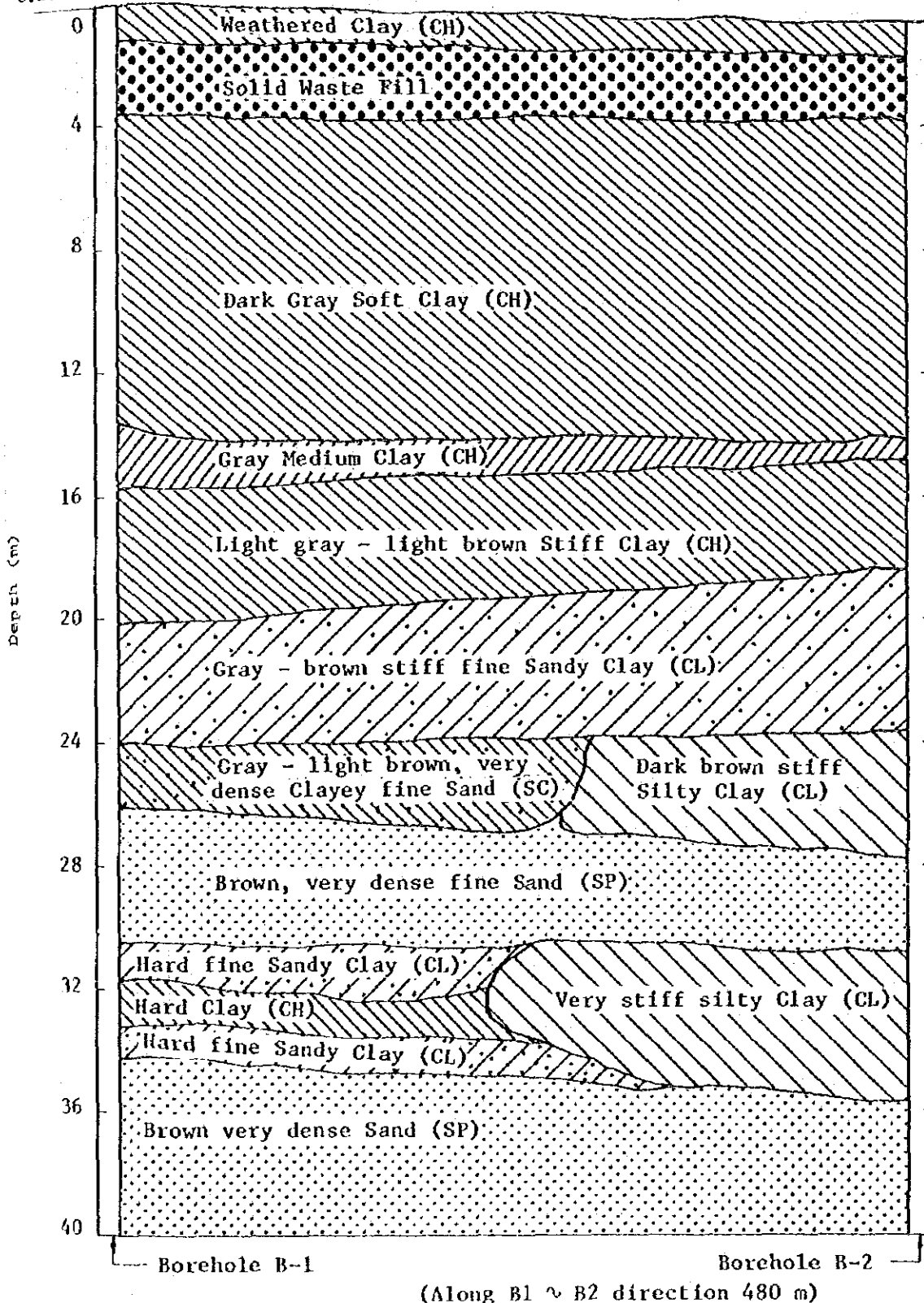
Fig. AP 4.21 Simplified soil profile

Location : On-Nooch disposal site

Date : 10 November, 1980

G.L.10.05

G.L.9.68



Source : Study team

Table AP 4.23 Physical composition of soil layer

Location On-Nooch Disposal site
 Date of sampling October 15, 1980

Depth	Moisture content (%)		Wet unit weight (t/m ³)		Dry unit weight (t/m ³)		Liquid limit (%)		Plastic limit (%)		Specific gravity		Porosity	
	B-1	B-2	B-1	B-2	B-1	B-2	B-1	B-2	B-1	B-2	B-1	B-2	B-1	B-2
3.0 - 13.5	74.3	77.1	1.66	1.60	0.97	0.92	60.8	61.0	29.5	29.0	2.69	2.71	0.74	0.72
13.5 - 15.5	29.5	22.0	1.99	1.89	1.52	1.55	64.0	63.9	31.5	28.6	-	2.70	-	0.41
15.5 - 20.0	37.2	28.4	1.86	1.91	1.36	1.51	65.0	35.3	31.7	21.6	-	-	-	-
20.0 - 24.0	21.9	17.3	1.92	2.06	1.58	1.76	36.0	-	21.6	-	-	-	-	-
24.0 - 27.0	20.3	20.7	1.94	2.01	1.61	1.67	-	43.2	-	24.8	-	-	-	-
27.0 - 30.0	17.0	14.0	1.99	2.05	1.70	1.79	-	-	-	-	-	-	-	-
30.0 - 35.0	20.8	18.0	2.06	2.05	1.70	1.74	-	42.5	-	24.0	-	-	-	-
35.0 - 40.5	14.1	13.8	2.05	2.02	1.80	1.78	-	-	-	-	2.70	2.69	-	-

Note: Figures in the table show mean value of the samples taken from each layer.
 Source: Field Investigation Report

Table AP 4.24 Quality of groundwater

Location: On-Nooch

Sampling: 30 m - deep from ground surface

Parameters	Nov 3, 80	Nov 18, 80
pH	6.45	6.30
BOD mg/L	9.22	0.00
COD		
KMnO ₄ , mg/L	11.10	9.50
K ₂ Cr ₂ O ₇ mg/L	518.00	360.00
SS, mg/L	6.00	45.00
CN ⁻ ,		
Alkyl-Hg, mg/L	0.01	0.02
Total-Hg, mg/L	0.07	0.05
Cd mg/L	ND	ND
Organic phosphorus Comp.		
- Methyl dimethone		
- Methyl parathione	ND	ND
- Parathione, EPN	ND	ND
As, mg/L	ND	0.05
Cr ⁺⁶ , mg/L	ND	ND
Pb, mg/L	0.18	0.05
PCB,	ND	ND
n-Hexane Extracted		
matter, mg/L	ND	ND
Phenols, mg/L	0.01	
Cu, mg/L	0.75	ND
Zn, mg/L	4.50	3.00
Fe (dissolved), mg/L	16.00	22.50
Mn (dissolved), mg/L	2.00	4.00
F ⁻ , mg/L		
Cr-AA, mg/L	ND	ND
- Colorimetric, mg/L	ND	ND

Source: Field investigation report

Table AP 4.25 Analysis of leachate
(average in rainy and dry seasons)

Location: On-Sooch landfill site

Analysis item	Foot of landfill slope point-1		Foot of landfill slope point-2	
	Rainy season	Dry season	Rainy season	Dry season
pH	8.25	8.33	8.00	7.55
BOD (mg/L)	39.70	48.17	47.75	47.80
COD (KMnO ₄) (mg/L)	350	648	392	902
SS (mg/L)	515	71	395	28
Pb (mg/L)	0.30	0.13	0.14	0.08
Fe (soluble) (mg/L)	4.27	5.65	2.88	7.15
T-N (mg/L)	141.5	123.7	139.6	212.7
NH ₃ -N (mg/L)	71.9	61.6	78.0	155.3
NO ₃ -N (mg/L)	8.50	2.68	1.83	2.39
Cl ⁻ (mg/L)	1,615	1,630	1,720	1,817
Sulfide (mg/L)	3.69	3.30	3.98	4.35
Coliform (N/mL)	365	651	290	368
Evaporation Residue (mg/L)	4,885	7,620	7,805	10,140
Ignition Loss (mg/L)	1,305	1,803	1,410	1,873

Source: Field investigation report by the Study team

Table AP 4.26 Analysis of leachate with a level of significance of 5%

(Unit: mg/L)

Sampling point	pH	BOD	COD	Fe (soluble)	T - N
At foot of slope point-1	8.09-8.55	24.3- 65.3	0-1,173	0 - 10.19	0-4,038
At foot of slope point-2	7.50-7.96	27.3- 68.3	54-1,342	0.34- 10.54	0- 456
Inside mound point-1	8.22-8.68	147 -189	606-1,894	5.5 - 15.7	1,357-1,903
Inside mound point-2	8.25-8.71	354 -396	2,576-3,864	54 -642	1,467-2,013

Sampling point	NH ₃ -N	NO ₃ -N	Cl ⁻	Evaporation residue	Ignition loss
At foot of slope point-1	0-187.7	0-42.81	1,309-1,939	4,699-8,361	950-2,250
At foot of slope point-2	2-246	0-39.97	1,465-2,095	7,379-9,210	1,040-2,340
Inside mound point-1	912-1,156	6.9-82.5	2,015-2,675	10,369-14,031	1,380-2,680
Inside mound point-2	988-1,232	565-1,321	3,555-4,185	21,729-25,391	5,470-6,770

Appendix 4.17 現存埋立地の残存容量算定

Table AP 4.27 Remaining capacity of the existing landfill sites

Landfill Site	Total site area	Landfill method	Remaining landfill capacity by cases.						Remark
			Case - 1		Case - 2		Case - 3		
			Zone	capacity (m ³)	Zone	capacity (m ³)	Zone	capacity (m ³)	
Om-Nooch	928,920 m ² (581 rai)	Flat land (+3.00m) Mound (+15.00m)	A + B + C	1,477,100	A + B	302,600	A + B	302,600	Ground of A-zone is under excavation, therefore, landfill ground level is assumed - 2.00m. Already disposed of volume in D-zone is estimated 694,700 m ³
			D + E	1,682,100	(D + E) + C	5,340,300	(D + E) + C + (F + G)	7,939,400	
			Total	3,159,200		5,642,900		8,242,000	
Nong Khaem	588,060 m ² (368 rai)	Flat land (+3.00m) Mound (+15.00m)	A + B + C	911,800	A + B	239,300	B	37,000	Already disposed of volume in D-zone is estimated 444,900 m ³
			D	2,283,700	D + C	5,038,700	(D + C) + A + E	6,175,400	
			Total	3,195,500		5,278,000		6,212,400	
Tung Kru	64,000 m ² (40 rai)	Flat land Mound		9,600 m ³ 460,000 m ³				Already disposed of volume is estimated 88,200 m ³ .	
Ram Intra	80,000 m ² (50 rai)	Mound (+15.00m)		696,600 m ³				Adjoining open space for site extension.	
Bung Tanode	8,000 m ² (5 rai)	Mound (+10.00m)		32,700 m ³					
Bung Phrayasalum	8,000 m ² (5 rai)	Flat land (+3.00m)		24,000 m ³					
Total			7,577,600 m ³	12,143,800 m ³			15,677,300 m ³		

Fig. AP 4.22 On-Nooch final disposal site

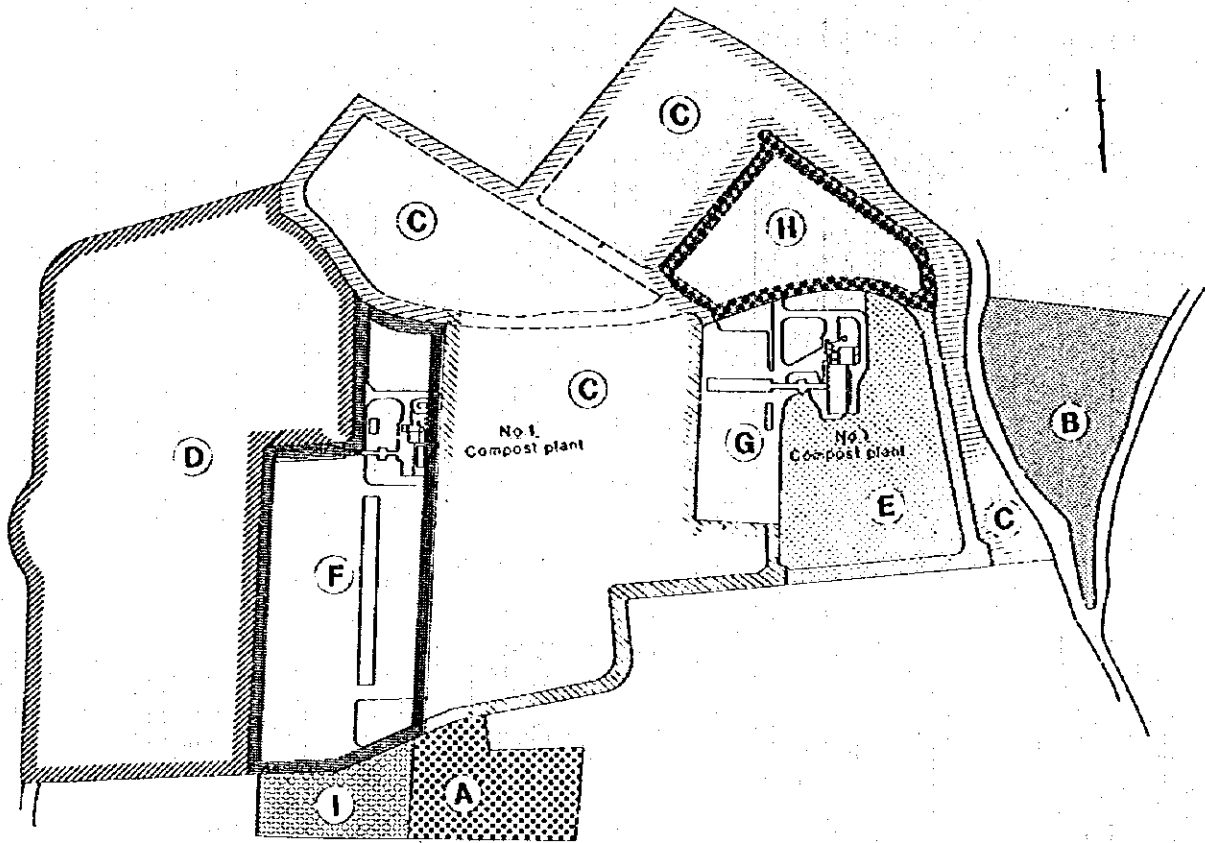
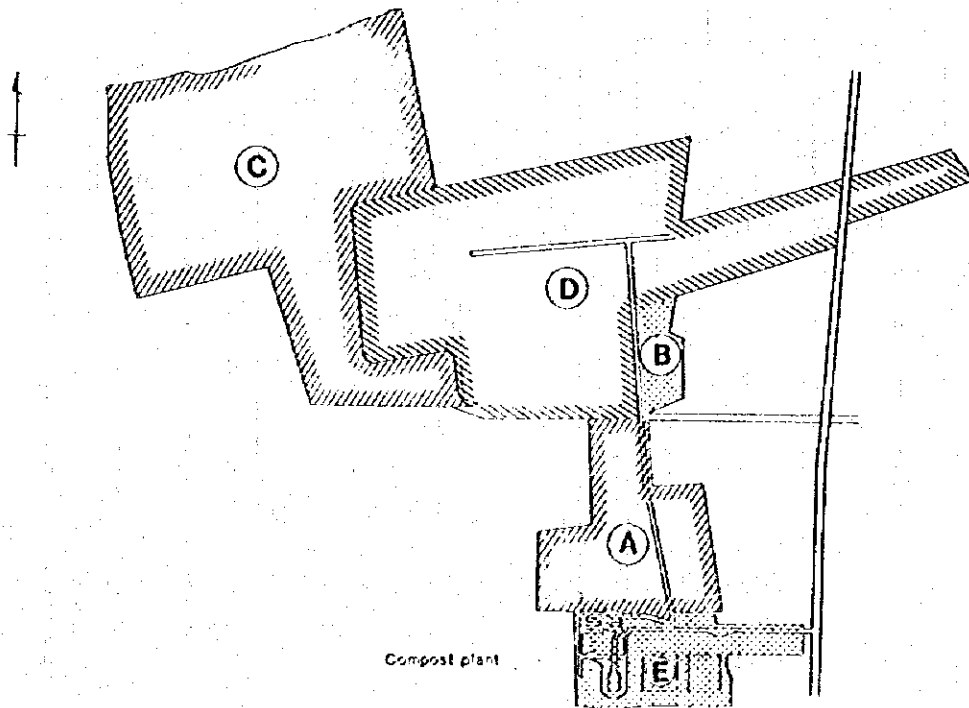


Fig. AP 4.23 Nong Khaem final disposal site



Appendix 4.12 中間処理施設の建設候補地

Fig. AP 4.24 Examined location of the intermediate treatment facilities construction sites alternatives

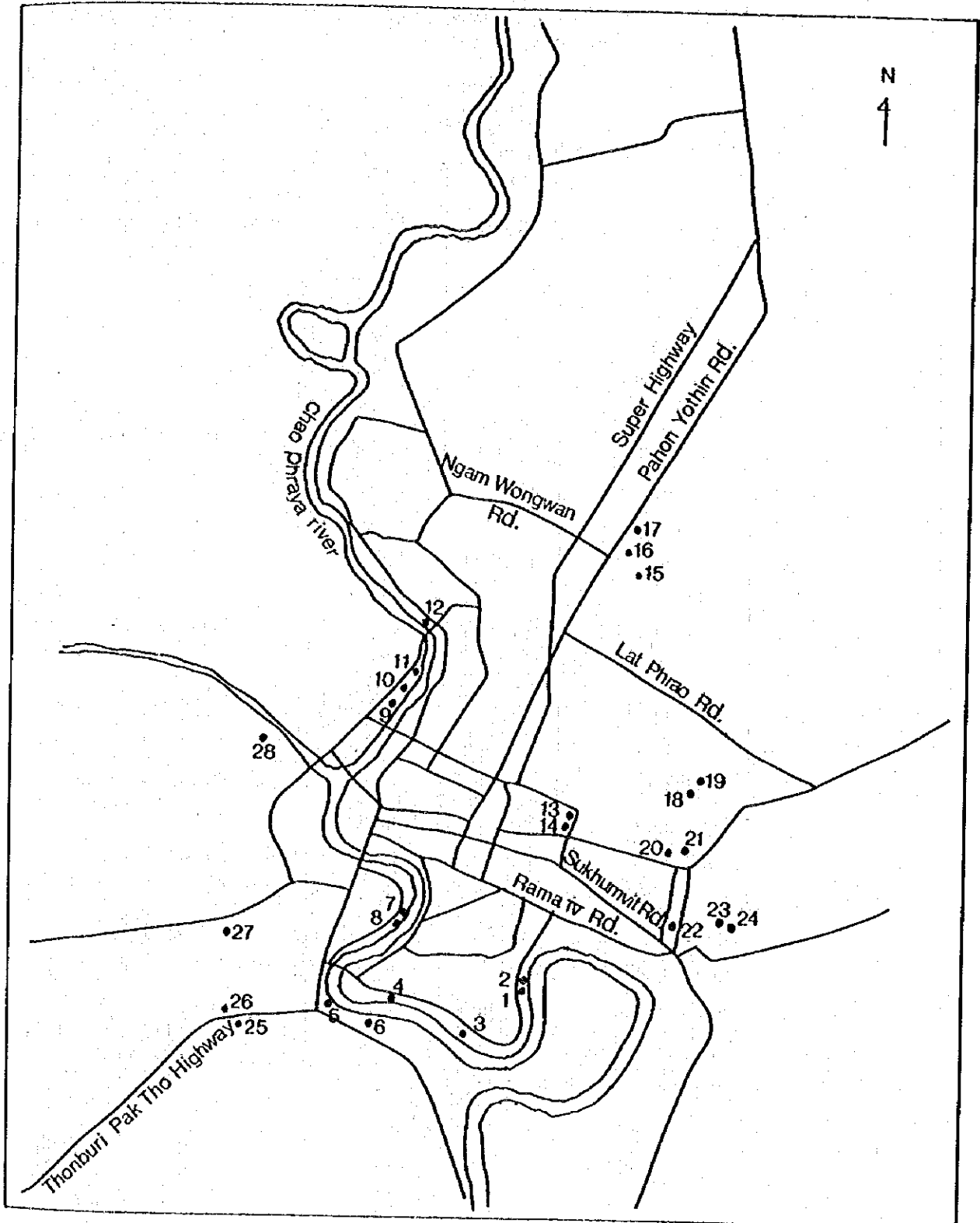


Table AP 4.28 List of examined intermediate facilities construction sites

No.	Com-puter code No.	Zone No.	District name	Vacant land area (m ²)	Possible treatment capacity (t/d)	Remark
1	701	6	Yannawa	30,000	1,200	The area will be selected among these alternatives.
2	701	6	Yannawa	38,400	1,200	
3	-	7	Yannawa	89,000	-	Developed area
4	702	7	Yannawa	120,000	1,200	In the high density mixed use area
5	-	41	Rat Burana	8,800	-	
6	711	41	Rat Burana	37,500	800	In the high density mixed use area
7	-	33	Khlong San	38,000	-	
8	-	33	Khlong San	16,000	-	"
9	-	34	Bangkok Noi	16,600	-	"
10	-	34	Bangkok Noi	14,000	-	"
11	707	34	Bangkok Noi	43,000	960	In the high density mixed use area
12	703	9	Bang Khen	59,000	1,200	
13	-	10	Phayathai	37,000	-	"
14	-	10	Phayathai	25,000	-	
15	712	19	Bang Khen	12,000	1,200	The area will be selected among these alternatives.
16	712	19	Bang Khen	22,000	1,200	
17	712	19	Bang Khen	80,000	1,200	
18	705	13	Huai Khwang	55,000	1,200	The area will be selected among these alternatives.
19	705	13	Huai Khwang	23,000	1,200	
20	704	12	Huai Khwang	85,000	1,200	The area will be selected among these alternatives.
21	704	12	Huai Khwang	200,000	1,200	
22	706	14	Phra Khanong	28,000	1,200	The area will be selected among these alternatives.
23	706	14	Phra Khanong	9,600	1,200	
24	706	14	Phra Khanong	18,000	1,200	
25	709	37	Bang Khun Tian	10,800	1,200	
26	709	37	Bang Khun Tian	15,000	1,200	
27	710	39	Phasi Charoen	12,000	1,200	
28	708	35	Bangkok Noi	25,000	1,200	

Appendix 4.13 ごみ収集輸送シミュレーションの結果

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (1/8)

(Unit: Baht/d)

Case No.	Type of facilities node	No. of node	Selected node No.					Collection and transportation cost *			Facilities related cost				Total cost
			Node No. (Treatment volume: t/d)					1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	land	Sub-total	
Type A Landfill only	1-(1) Landfill	5	800	801	802	804	805	942,039	-	942,039	277,000	387,800	154,492	819,392	1,761,431
			(2,040)	(2,891)	(552)	(57)	(0)								
	1-(2) Landfill	5	800	801	802	804	805	958,781	-	958,781	277,000	387,800	201,662	866,462	1,825,243
			(3,000)	(2,260)	(355)	(15)	(10)								
2-(1) Landfill (Transfer)	5	19	800	801	802	804	805	681,523	-	681,523	302,200	527,210	166,654	996,064	1,677,590
			(2,040)	(2,891)	(552)	(57)	(0)								
2-(2) Landfill (Transfer)	5	19	800	801	802	804	805	685,747	-	685,747	302,200	527,210	219,724	1,043,134	1,728,881
			(3,000)	(2,260)	(255)	(15)	(10)								
Type B Composting only	3-(1) Composting	9	750	751	752	753	754	2,039,624	-	2,039,624	372,844	825,460	28,978	1,227,282	2,266,906
			(540)	(270)	(765)	(765)	(765)								
	3-(2) Composting	5	750	751	755	757	758	873,037	-	873,037	367,180	825,460	63,568	1,256,208	2,129,245
			(1,466)	(422)	(1,078)	(1,957)	(617)								
4-(1) Composting (Transfer)	9	17	750	751	752	753	754	720,101	-	720,101	395,344	935,935	39,158	1,370,437	2,090,538
			(540)	(270)	(765)	(765)	(765)								
4-(2) Composting (Transfer)	5	14	750	751	755	757	758	705,504	-	705,504	385,180	973,020	72,282	1,380,482	2,085,986
			(827)	(600)	(1,484)	(2,212)	(417)								

* 1st ... Transportation cost from origin to the intermediate facilities.
 2nd ... Transportation cost from intermediate facilities to the final disposal sites.

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (2/8)

(Unit: Baht/d)

Case No.	Type of facilities node	No. of node	Selected node No.				Total	Collection and * transportation cost		Facilities related cost				Total cost	
			Node No. (Treatment volume: t/d)					1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	land		Sub-total
5	Incineration	5	701	705	710	712	(5,540)	671,760	30,670	701,830	1,057,104	808,840	148,520	2,014,464	2,716,294
			(1,200)	(1,200)	(1,167)	(777)									
6	Incineration (Transfer)	5	701	705	710	712	(5,540)	681,285	-	681,285	1,061,604	820,505	157,750	2,039,859	2,721,144
			(1,200)	(1,200)	(1,951)	(993)									
7	Composting (1,120 t)	3	750	751	758		(950)	181,746	-	181,746	65,998	141,550	17,184	224,732	406,478
			(540)	(270)	(140)										
8	Landfill	5	800	801	802	805	(4,590)	778,327	-	778,327	229,500	321,300	145,172	695,972	1,474,299
			(2,050)	(2,260)	(255)	(10)									
9	Total (Transfer)	5	750	751	758		(5,540)	960,073	-	960,073	295,498	462,850	162,356	920,704	1,880,777
			(540)	(270)	(140)										
Type D Landfill & Composting	Composting (1,920 t)	5	750	751	755	758	(1,630)	265,742	-	265,742	113,030	242,870	14,490	370,390	636,132
			(540)	(270)	(217)	(140)									
Type C Incineration only	Landfill	5	800	801	802	805	(3,910)	648,008	-	648,009	195,500	273,700	114,300	583,500	1,231,509
			(1,558)	(2,078)	(255)	(10)									
Type D Landfill & Composting	Total	5	913,751				913,751	-	913,751	308,530	516,570	128,790	952,890	1,867,641	

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (3/8)

(Unit: Baht/d)

Type	Case No.	Type of facilities	No. of node	Selected node No.			Collection and * Transportation cost			Facilities related cost				Total cost			
				Node No. (Treatment volume: t/d)			1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	Land	Sub-total				
Type D (Cont'd) Landfill & Composting	10	Composting (1,920 t)	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	757 (463)	758 (140)			235,075	113,030	242,870	14,490	370,390	605,465	
				800 (1,558)	801 (2,702)	802 (255)	804 (15)	805 (10)			481,227	217,100	382,240	125,498	724,838	1,206,065	
				Total (Transfer)			17							716,302	330,130	625,110	139,988
Type B Composting & Incineration	11	Composting (1,120 t)	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)				168,891	-	168,891	65,998	141,550	224,732	393,623	
				701 (1,200)	705 (1,200)	708 (1,138)	710 (1,052)			555,031	27,836	582,867	873,744	670,140	110,786	1,654,670	2,237,537
				Total									723,922	27,836	811,690	127,970	1,879,402
Type B Composting & Incineration	12	Composting	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)						165,238	65,998	141,550	224,732	389,970	
				701 (1,200)	705 (1,200)	708 (1,200)	710 (990)			556,582		880,044	684,630	110,044	1,674,718	2,231,300	
				Total (Transfer)			6							721,820	946,042	826,180	127,228
Type B Composting & Incineration	13	Composting (1,920 t)	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	757 (463)	758 (140)			232,999	-	232,999	113,030	242,870	371,206	640,205
				701 (1,200)	705 (1,016)	707 (864)	710 (830)			464,880	26,405	491,285	752,976	570,860	99,386	1,423,222	1,914,507
				Total										679,879	26,405	813,730	114,692

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation results (4/8)

(Unit: Baht/d)

Case Type	No. of facilities	Type of node	Selected node No.				Total	Collection and * transportation cost			Facilities related cost				Total cost	
			Node No. (Treatment volume: t/d)					1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	Land	Sub total		
Type E (Cont'd) Composting & Incineration	14	Composting (1,920 t)	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	757 (463)	758 (140)			229,202	113,030	242,870	15,306	371,206	600,408
			4	701 (1,200)	705 (911)	707 (902)	710 (897)		468,673	760,146	581,585	97,728	1,439,459	1,908,132		
		Total								697,875	873,176	824,455	113,034	1,810,665	2,508,540	
		(Transfer)		(Land-to-land) (Land-to-river)				(159) (357)				(3,600) (3,570)	7,155 3,570	120 272	10,935 7,412	
Type F Incineration & Landfill	15	Incineration	1	701 (1,200)					137,520	9,965	147,485	227,720	175,200	56,832	459,752	607,237
			5	800 (1,800)	801 (2,260)	802 (255)	804 (15)	805 (10)		710,478	-	710,478	217,000	303,800	130,296	651,096
		Total						(1,200) (4,340)	847,998	9,965	857,963	444,720	479,000	187,128	1,110,848	1,968,811
Type F Incineration & Landfill	16	Incineration	1	701 (1,200)							136,681	227,720	175,200	56,832	459,752	596,433
			5	800 (1,800)	801 (2,260)	802 (255)	804 (15)	805 (10)				536,904	234,100	403,160	137,864	75,124
		Total						(2,280)			673,585	461,820 (17,100)	578,360 99,360	194,696 7,568	1,234,876 124,028	1,908,461

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (5/8)

(Unit: Baht/d)

Type	Case No.	Type of facilities node	No. of node	Selected node No.				Collection and * Transportation cost			Facilities related cost				Total cost	
				(Treatment volume: t/d)				Total	1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	land		Sub-total
				Node No.	Node No.	Node No.	Node No.									
Type C Incineration, Composting & Incineration	17-(1)	Incineration	1	701 (1,200)				135,883	9,965	145,848	227,760	175,200	56,832	459,792	605,640	
		Composting	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)	(950)	170,106	-	170,106	65,998	141,500	17,184	224,732	394,838	
		Landfill	5	800 (1,116)	801 (1,994)	802 (255)	805 (10)	554,505	-	554,505	169,500	237,300	87,338	494,138	1,048,643	
			Total					860,494	9,965	870,459	463,258	554,050	161,354	1,178,662	2,049,121	
	17-(2)	Incineration	2	701 (1,200)	708 (1,200)			279,664	14,817	294,481	455,520	350,400	49,656	855,576	1,150,057	
		Composting	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)	(950)	172,969	-	172,969	65,998	141,550	17,184	244,732	397,701	
		Landfill	5	800 (729)	801 (1,298)	802 (138)	805 (10)	336,672	-	336,672	109,500	153,300	56,604	319,404	656,076	
			Total					789,305	14,817	804,122	631,018	645,250	123,444	1,399,712	2,203,834	
	18-(1)	Incineration	1	701 (1,200)						139,793	227,760	175,200	56,832	459,792	599,585	
		Composting	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)	(950)			170,006	65,998	141,550	17,184	224,732	394,838	
		Landfill	5	800 (1,252)	801 (1,858)	802 (255)	805 (10)	(3,190)		411,113	184,800	317,985	94,560	597,345	1,008,458	
			Total						721,012	478,558	(15,300)	634,735	168,576	1,281,869	2,002,881	
		(Transfer)	14			(1,973)					80,685	7,222	103,207			

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (6/8)

(Unit: Baht/d)

Type	Case No.	Type of facilities	No. of node	Selected node No.				Total	Collection and * Transportation cost		Facilities related cost				Total cost	
				(Treatment volume: t/d)					1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.	Land		Sub-total
Type C Landfill, Composting & Incineration	18-(2)	Incineration	2	701 (1,200)	708 (1,200)		(2,400)				278,210	455,520	350,400	49,656	855,576	1,133,786
		Composting	3	750 (540)	751 (270)	758 (140)	(950)				172,006	65,998	141,550	17,184	224,732	396,738
		Landfill (incl. Transfer cost)	5	800 (1,164)	801 (755)	802 (246)	805 (10)	(2,190)				280,171	117,600	187,995	81,080	386,675
			Total				(771)				730,387	639,945	679,945	147,920	1,466,983	2,197,370
			(Transfer)	8								(8,100)	34,695	1,556	44,351	
	19-(1)	Incineration	1	701				129,857	9,965		139,822	227,760	175,200	56,832	459,792	599,614
		Composting	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	758 (140)	243,292	-	242,292	113,030	242,870	15,306	371,206	614,498	
		Landfill	5	800 (971)	801 (1,459)	802 (255)	805 (10)	444,448	-	444,448	135,500	189,700	74,112	399,312	843,760	
			Total					817,597	9,965	827,562	476,290	607,770	146,250	1,230,310	2,057,872	
	19-(2)	Incineration	2	701 (1,200)	703 (1,200)		(2,400)	275,841	20,995	296,836	455,520	350,400	127,776	930,696	1,227,532	
		Composting	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	758 (140)	235,019	-	235,019	113,030	242,870	15,306	371,206	606,225	
		Landfill	5	800 (473)	801 (882)	802 (130)	805 (10)	221,873	-	221,873	75,900	105,700	37,714	218,914	440,787	
		Total					732,733	20,995	753,728	644,050	698,970	177,796	1,520,816	2,274,544		

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (7/8)

(Unit: Baht/d)

Type	Case No.	Type of facilities node	Selected node No.			Total	Collection and * Transportation cost		Facilities related cost			Total cost			
			(Treatment volume: t/d)	Node No.	(t/d)		1st	2nd	Sub-total	Depreciation	Maint. & Ope.		land	Sub-total	
Type C Landfill, Composting & Incineration	19-(3)	Incineration	701 (1,200)	703 (1,200)		(2,400)	282,431	20,995	303,426	455,520	350,400	124,776	930,696	1,234,122	
		Composting	750 (540)	751 (270)	757 (475)	758 (345)	237,444	-	237,444	111,614	242,870	14,406	368,890	606,334	
		Landfill	801 (847)	802 (154)	804 (509)		233,801	-	233,801	75,500	105,700	11,286	192,486	426,287	
			Total			(1,510)	753,676	20,995	774,671	642,634	698,970	150,468	1,492,072	2,266,743	
	19-(4)	Incineration	701 (1,200)	703 (1,194)	710 (932)		(3,346)	393,833	24,048	417,881	638,170	488,516	129,120	1,255,806	1,673,687
		Composting	750 (540)	751 (270)	757 (475)	758 (345)	229,516	-	229,516	111,614	242,870	14,406	368,890	598,406	
		Landfill	800 (463)	802 (55)	804 (46)	803 (0)	(564)	84,636	-	84,636	28,200	39,480	28,546	96,226	180,862
			Total				707,985	24,048	732,033	777,984	770,866	172,072	1,720,922	2,452,955	
	20-(1)	Incineration	701 (1,200)				(1,200)			138,583	175,200	56,832	459,792	598,375	
		Composting	750 (540)	751 (270)	755 (217)	757 (463)	(1,630)			235,200	242,870	15,306	371,206	606,406	
		Landfill	800 (1,049)	801 (1,381)	802 (255)	804 (15)	(2,710)			328,762	257,065	81,100	486,265	815,027	
			Total (Incl. Transfer cost)						702,545	488,890	675,135	153,238	1,317,263	2,019,808	
		(Transfer)							(12,600)	67,365	6,988	86,935			

Table AP 4.29 Solid waste collection and transportation simulation result (8/8)

(Unit: Baht/d)

Type	Case No.	Type of facilities	No. of node	Selected node No.			Total	Collection and * Transportation cost		Facilities related cost				Total cost	
				Node No. (Treatment volume: t/d)	701 (1,200)	703 (1,200)		757 (463)	758 (140)	1st	2nd	Sub-total	Depreciation		Maint. & Ope.
Type G Landfill, Composting & Incineration	20-(2)	Incineration	2	701 (1,200)	703 (1,200)	757 (463)	(2,400)			295,277	455,520	350,400	124,776	930,696	1,225,973
		Composting	5	750 (540)	751 (270)	755 (217)	(1,630)			233,828	113,030	242,870	15,306	371,206	605,034
		Landfill	5	800 (539)	801 (816)	802 (130)	(1,510)			202,134	79,100	119,065	42,692	240,857	442,991
		Total (Transfer)	4							731,239	647,650 (3,600)	712,335 13,365	182,774 1,612	1,542,759 18,577	2,273,998

Appendix 4.14 評価法概論

評価論を手法的角度から大別すると、つぎの4つに分類できる。

- ・決定論的評価法
- ・経済論的評価法
- ・オペレーションズ・リサーチ的評価法
- ・複合的評価法

(1) 決定論的評価法

決定論的評価法とは課題の価値判断をするために、いくつかの評価すべき項目と判断すべき基準とを設け、各項目について各基準にもとづき直感的比較による格づけ (rating) を行い、特定プロジェクトの採否の判断の手掛りを得たり、総合的判断から複数の課題の優先順位を決める方法である。個人の頭の中での判断、委員会などの集団の協議による判断が定性的な色彩が濃いのにくらべ、決定論的評価法では個々の評価項目ごとに、その格づけ結果を指数 (digit)、図形などで表わし、定量的な形におきかえることによって総合的判断に客観性、普遍性を付与しようとするものである。

数値で表わしにくい項目についても、一応、指数化 (Digital化)、図形化してとらえるので、定性的な判断要素の多い基礎研究から定量的な把握のしやすい企業化段階に至るまで最も広く、古くから利用されている方法である。

i) 評価項目の選び方

研究開発課題の価値を判断するためには、いろいろな角度から評価しなければならない。その評価項目は国家的、政治・経済的レベルのものから社内的なレベルのものまで広い範囲にわたる。

評価項目の細分化は、各項目間にある程度はっきりした有意差がある範囲にとどめておくことが、総合時に信頼性を保持し、評価のための手間もかからないことになる。

ii) 評価基準の設け方

評価基準としては最小単位の評価項目 (評価要素) について、

- ・何段階の格づけ区分を設けるか
- ・各格づけの表示をどうするか

という問題がある。

格付け区分数は2段階、3段階、4段階、5段階までが使われている。さらに、評価項目によっては区分数を多くしたり、少なくしたりしている例と一律に同一区分数をとっている例とがあり、必ずしも一様ではない。

格づけ表示は格づけ区分に対応する「符号と説明文」で示し、説明には記号的 (Symbolic) なもの、解説的 (Descriptive) なもの、実数的 (Numerical) なものが並用されることが多い。

iii) 総合評価の導き方

総合評価の段階で考慮しなければならないのは主としてつぎのような諸点である。

- ・評価項目間の相対的重点度
- ・格づけの出現確率
- ・格づけ担当者（専門）別ウェイト

評価項目ごとの評価結果を集大成して総合的な判定結果を導き出すのには、いろいろな方法がある。

a. 評点法

評価結果を点数で表わし、得点の大小から判断する方法である。これにも計算の仕方、ウェイトや確率の導入などによってさらに5つの方式に分けることができる。

- ・加算方式（評点の加算）
- ・連乗本式（評点の連乗）
- ・加乗方式（評点の加算と乗算の組合せ）
- ・ウェイト係数方式（評点の項目間ウェイト、研究開発段階ウェイトによる補正）
- ・確率方式（評点の項目間ウェイト、格づけ出現確率による補正）

b. プロファイル法

評価結果を図形で表わし、特性から判断する方法である。これにも図形のちがいで、さらに4つの方式に分けることができる。

- ・チャート方式（格づけを折れ線グラフで結ぶ）
- ・ブロック方式（格づけを基盤の目状に示す）
- ・スケール方式（格づけを目盛尺度式に示す）
- ・ラジアル方式（評価項目を放射状に配置する）

c. チェック・リスト法

評価項目をチェック・リスト的に編集し、設問に対する解答を埋めていく方法である。

IV) 評点法

a. 加算方式

評価項目ごとの評価点を単純に加算して得られた合計点の大小によって優先順位を決める方式である。

この方式では評価項目に配分する最高点に差を設けることによってウェイトづけをするのが一般的である。

b. 連乗方式

評価項目ごとの得点をすべてかけ合わせた合計点による方式である。評価項目が多く各評点が高いと合計点は膨大な値となるので、事実上項目を多く設けることができない。得点幅は最低1点から項目の数によっては数百点、数千点あるいは数万点にもなるので各格づけの差は小さくても連乗結果では大きく拡大されるの

ていわゆる「感度」がよい。

c. 加算方式

評価項目をいくつかに分類し、分類内での評点は加算方式をとり、分類間では連乗方式をとる方式である。

d. ウェイト係数方式

評価項目ごとの格づけ最高点は同じにしておいて別途ウェイト係数を乗ずる方式である。

この方式によれば格づけ基準は一律にしておいて、ウェイト係数を変えることによって基礎研究、応用研究、企業化などの研究開発段階に応じて使い分けることができる。

e. 確率方式

評価項目のすべて、たとえば大要因、中要因、小要因のすべてにウェイトづけを行なうとともに、各格づけのすべてにその起こりうる確率を推定し、これらの相乗積でみていく方式である。

v) プロファイル法

a. チャート方式

評価項目ごとに図表上に格づけ位置にしるしをつけることによって評価するとともにそれを直線で結び、折れ線グラフの形で各研究開発課題の描くパターンを検討する方式である。

b. ブロック方式

基盤の目状の区画を塗りつぶすことによって格づけ位置を示すとともにそれらの描くパターンを検討する方式である。

c. スケール方式

格付け位置を数値を目盛った尺度の目盛りで示すとともにその点を折れ線グラフの形や棒グラフの形で浮きぼりにしてそのパターンを検討する方式である。この方式では図形でありながらウェイトづけのできることが特長である。また評点法—加算方式の並用もできる。

d. ラジアル方式

評価項目を円形の中に放射状に配置し、中点からの高さによって格付けをするとともにそれらの点を直線で結んで描かれるパターンを検討する方式である。

vii) チェック・リスト法

a. アンケート方式

評価項目を「設問」の形で設定し、「解答」の選択とその「理由」を示すアンケート方式である。

b. フローチャート方式

評価項目の補完関係、因果関係を明らかにし、フローチャート式は Yes, No の判断によって分岐しながら最終的には総合評価の Yes に到達していく方式である。

vii) 決定論的評価法の長所と短所

Table AP 4.3 0 決定論的評価法の長所と短所

評価方法・方式	長 所	短 所
評 点 法	(1) 定性的な要素を指数化している (2) 評定によって明確な順位づけができる (3) コンピュータに乗せやすい (4) 数学的手法を導入しやすい	(1) 中間評点に向かない (2) 点数のみで最終決定できない (3) 指数化がむずかしい
加 算 方 式	(1) 評点の最高点を変えてウェイトづけをする (2) 計算が最も簡単である	
連 乗 方 式	(1) 評価点の開きが大きくなり、感度が最も高い	(1) 評価項目が多くなると計算がたいへん
加 乗 方 式	(1) 感度が高い	(1) 加算項目と乗算項目の区別が重要
ウ ェ イ ト 係 数 方 式	(1) ウェイトのつけ方に便利	(1) 計算が複雑
確 率 方 式	(1) 信頼度が高い (2) 理論的	(1) 評価項目を多くとりにくい (2) 計算が相当に複雑
プ ロ フ ァ イ ル 法	(1) 直視的、問題発見的である (2) 特性を比較しやすい	(1) 順位が明確にならない (2) 定量性に欠ける
チャート方式	(1) バラツキがはつきり出る	(1) 用紙大
ブロック方式	(1) パターンのにとらえやすい	(1) 用紙大
スケール方式	(1) ウェイトづけができる	
ラジアル方式	(1) バランス度がよくわかる	
チ ェ ッ ク ・ リ ス ト 法	(1) 要因をそのまま表現できる (2) 問題発生的に要因の追加ができる	(1) 順位が明確にならない (2) 定量性に欠ける
アンケート方式	(1) 事実の把握に向いている	

(2) 経済論的評価法

研究開発の成果を費用、あるいは支出（投資）と収益との対比においてとらえ、経済的立場から評価する方法（経済性評価法）のうち、スタティックな評価でかつ、OR的評価法に属しない狭義の経済性評価法を指す。

経済論的評価法の原理は、研究開発の経済性の指標を定量的に求め、これを尺度にして、研究評価を行なうことが基本であるといえる。

経済性指標は、通常次式で計算されるものが使用される。

$$\text{経済性指標} = \text{Output (研究成果)} / \text{Input (研究費用または支出)}$$

$$\text{経済性指標} = \text{Output (研究成果)} - \text{Input (研究費用または支出)}$$

経済論的評価法は定量的評価であるので、客観性が高く、また、理論的根拠も比較的

しっかりしているものが多い。したがって、適正なパラメータが選ばれて、正確なデータにもとづいて評価の指標が計算されれば、実用性の高い合理的な評価方法といえるであろう。

ごみ処理事業のように成果が定量的に把握しにくい場合は、この評価法を使うのがむずかしい。

(3) OR的評価

時間的、物的、資金的、人的ないしは技術的資源の制約条件下で、どのような目的に対して、どのような方法を用いれば高い効率とすぐれた成果をあげることができるかということが重要課題になる。

OR的評価法は、この課題に対して、オペレーションズ・リサーチ（略してOR）手法を用いてきたえようとするもので、事業運営で発生する諸事象を正しく数学的モデルに表現し、多次元またはダイナミックに要因を変化させ、将来を予測して事業の評価を行うものである。

ORの手法はいろいろな分野にさまざまな形で発展し、つぎのような基本的な手法が実用化されている。

- ・リニア・プログラミング（LP：線型計画法）
- ・ノンリニア・プログラミング（NLP：非線型計画法）
- ・ダイナミック・プログラミング（DP：動的計画法）
- ・待合せ理論
- ・ゲームの理論
- ・在庫管理理論
- ・最適配分理論
- ・統計的意志決定理論
- ・探索理論
- ・情報理論
- ・シミュレーション

これらの手法を具体的に適用する場合は、現実のリアル・システムをモデル化した理想システムである。

この理想システムのモデル作成にあたって一般につきの諸点を考慮しなければならない。

- ・モデルの妥当性は、そのシステムの境界条件、選定された変数の適切さ、およびパラメータの数値によって決定されること。
- ・モデルにおいて変数と考えるパラメータや構造は、リアル・システムのパラメータや構造との対応性を有すること。
- ・リアル・システムでは、観察されたシステムの動きに説明し得ない大きな“ノイズ”（雑音）あるいは“不確定部分”が存在しており、しかも、それがダイナミックに変動していること。
- ・“ノイズ”は、リアル・システムの状態の決定に強い影響をもっているので、

目標指向型的意思決定を行なう場合、目標からのずれをフィードバック・システムによって修正すること。

- ・モデルの予測性はリアル・システムの将来時点における動きをいかに予測できるかということで決定されるが、それは介在するノイズの大きさに制約され、モデルの精度に依存していること。
- ・もしモデルが十分現実性を有したものでなければ、再度システムの構造、システムの境界条件、あるいはモデルの細部について検討すること。

(4) 複合的評価法

複合的評価法は、決定論的評価(D)、経済的評価(E)およびOR的評価(O)の複合化された評価法であって、

OD (OR的アプローチと決定論的アプローチの組合せ)

OE (OR的アプローチと経済論的アプローチの組合せ)

ED (経済論的アプローチと決定論的アプローチの組合せ)

EDO (経済論的アプローチと決定論的アプローチおよびOR的アプローチの組合せ)

以上4つの種類が考えられる。

これらの複合的評価法は、決定論的評価法、経済論的評価法、OR的評価法それぞれの長所、短所を生かして、適用実体と評価法との対応関係をより密接にし、かつ、より高度な有効性をもった評価法として今後大いに期待される領域である。

以上の記述は、日本能率協会 POEM研究会編「研究開発の評価と意志決定」(1972)より転載したものである。

Appendix 4.15 評価クライテリア

Table AP 4.31 Evaluation criteria for evaluation items

Code	Evaluation elements	Rating methods	Ranks
V1	(V: Technology) Reliability of the system	Relative evaluation method. Utility and result in practical use of the system. Previous cases of practical application of the technology. Flexibility of treatment and disposal method.	a, b, c
V2	Ease of operation	Relative evaluation method. Technical level required for operation and maintenance of the system; etc.	a, b, c
V3	Practicability of the Plan	Relative evaluation method. Possibility of land acquisition. Appropriateness of the facilities location.	a, b, c
W1	(W: Economy) Unit treatment and disposal net cost per ton of solid waste	The cost is divided into 3 levels. (ref. Note 1.) $\frac{a}{310 \text{ Baht/t}} \quad \frac{b}{360 \text{ Baht/t}} \quad \frac{c}{360 \text{ Baht/t}}$	a, b, c
X1	(X: Environmental protection) Adaptability to natural environmental cycles	Relative evaluation method. Reducibility of burden to environment. Grade of stabilization and volume reduction.	a, b, c
X2	Ease to satisfy environmental restrictions	Relative evaluation. In the case of application of standard pollution prevention equipment. (ref. Note 2.)	a, b, c
X3	Reliability of operation of pollution prevention equipment.	Relative evaluation. Ease of operation and maintenance when standard pollution prevention equipment is applied.	a, b, c
Y1	(Y: Resource recovery) Utility of recovered resources	Relative evaluation method. Ability to save virgin resource. Strength of social demand.	a, b, c
Y2	Marketability of recovered resources.	Relative evaluation method. Ease of sales and market development.	a, b, c
Y3	Stability of the resource supply to the market.	Relative evaluation method. Balance between demand and supply.	a, b, c
Z1	(Z: Administrative situation) Consistency with the existing system	Relative evaluation method. Grade of the system improvement. Utilization of the existing compost plants. (ref. Note 3.)	a, b, c
Z2	Reasonableness for budgeting	Overheads are divided into 2 levels. (ref. Note 3.) $\frac{a}{255 \text{ Baht/t}} \quad \frac{b}{255 \text{ Baht/t}}$	a, b
Z3	Adaptability to the organization	Relative evaluation method. Necessity of re-organization and employment of competent personnel.	a, b, c
Z4	Adequacy of the system	Relative evaluation method. Appropriateness of the system to Bangkok in the year 2000.	a, b, c
Z5	Balance with the other urban institutions	Relative evaluation method. Availability of urban transportation system, sewer system, water supply, power supply, telecommunication system, etc.	a, b, c

* Note 1 ~ 3 are shown in the next page.

Note 1. When treatment and disposal cost per ton of solid waste is 310 Baht or less, it is ranked in 'a'. This cost, calculated as of 1980, is securable amount in the year 2000 provided that a rate between the present GPP of Bangkok city and a total expense for sanitary utility enterprises paid from the GPP does not change in the future.

From socio-economic responsibility's viewpoint also, allocation of the above amount to the future sanitary utility enterprises shall be claimable with certainty. When the cost is over 310 Baht but less than 360 Baht, it falls in rank 'b'. The figure of 360 Baht is derived, in the same manner as above, from a rate between gross expenditure of metropolitan Tokyo and a total solid waste management cost paid for sanitary activities in Tokyo 23 wards as a part of the gross expenditure. The rate is applied to GPP of Bangkok city as it is. If the cost exceeds 360 Baht, it is regarded unreasonable amount and ranked in 'c'.

Note 2. Establishment of legal restrictions against issue of pollutant is common measure of environmental protection taken in many countries. The restrictions strictly order factories and effluent-discharging facilities to suppress their issuing flue gases and effluent including rank odour and noise within the specified limits. In our evaluation also, the restrictions stipulated in environmental standards and in the Factory Act are taken as the evaluation criteria and, for some toxic substance and noise to which no restrictions are placed, the following limitations are provisionally targeted. The further details of the restrictions against pollutant will be described in "Environmental assessment" in Phase II.

- Toxic substance in flue gas
 - Nox; within 150 ppm (at 12% O₂ density in the flue gas)
 - Sox; within 100 ppm (at 12% O₂ density in the flue gas)
 - Fly ash; 0.18/Nm³
 - Noise; with 50 phon (A-characteristic range) at the facilities site.

Note 3. In the actual management of administrative activities, largeness of annual ordinary expenses should be taken as more serious obstruction for the sound management than an amount of the initial investment. Evaluation element Z₂ 'Reasonability for budgeting' is to check adequacy of amount of ordinary expenses. The sums of collection & transportation cost per ton of solid waste and operation & maintenance cost of the related facilities were calculated from each of 15 cases of the typical Master Plan alternatives being selected at the 1st step, and an average of the sums was obtained 254 Baht per ton of solid waste. Applying this figure, the expenses per ton of solid waste less than 255 Baht is ranked 'a' and the same equivalent to 255 Baht or the higher is 'b'.

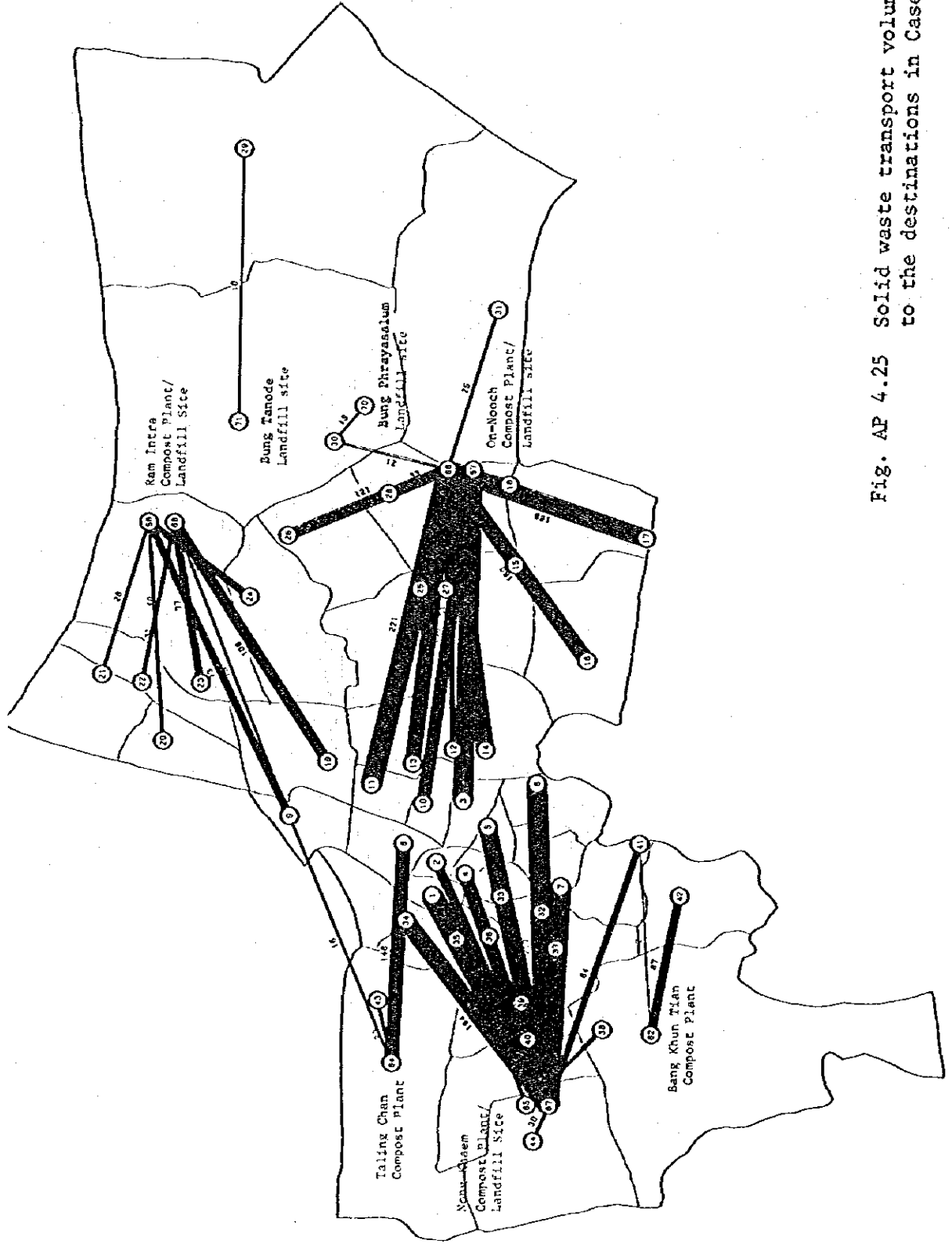


Fig. AP 4.25 Solid waste transport volume to the destinations in Case 9

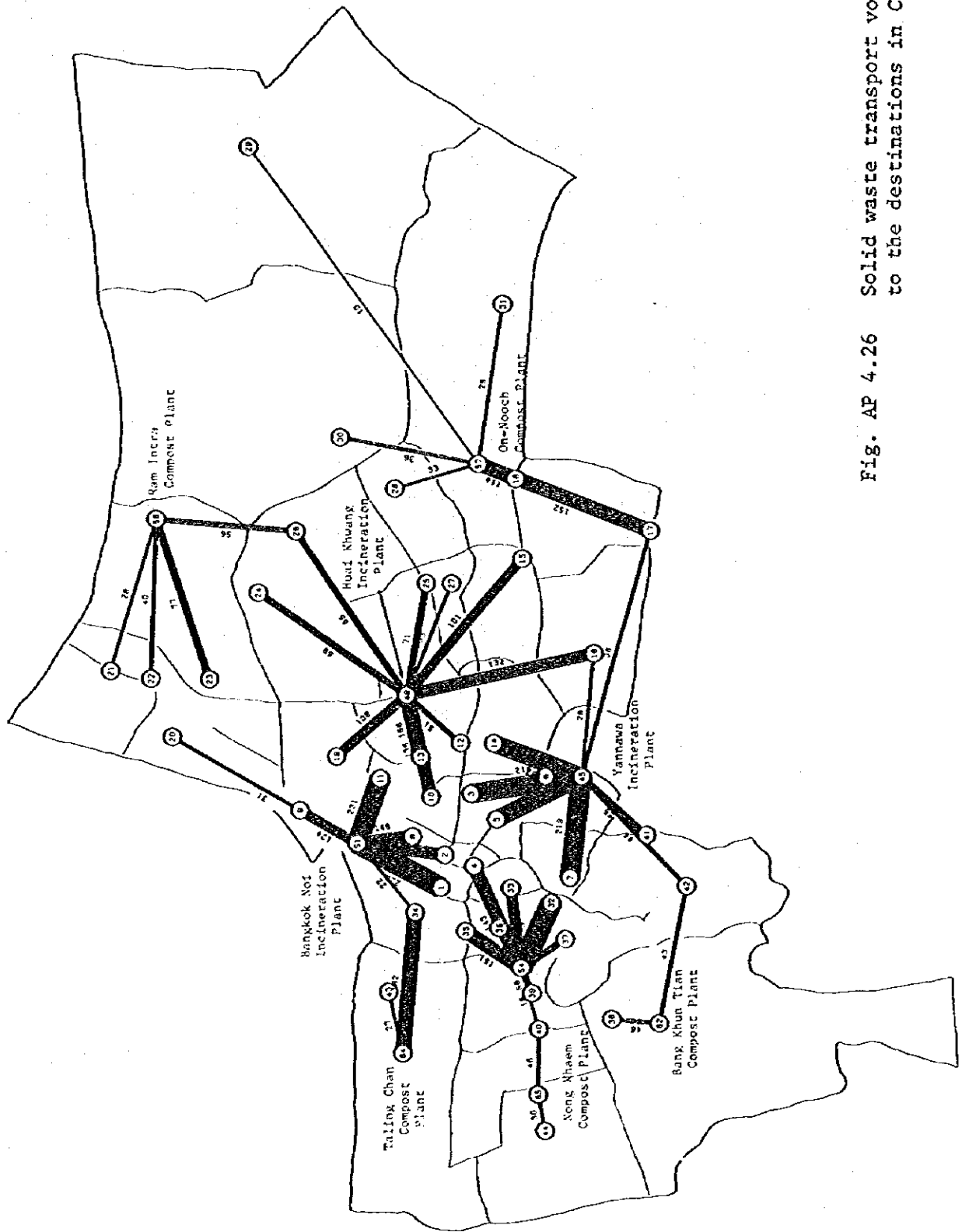


Fig. AP 4.26 Solid waste transport volume to the destinations in Case 13

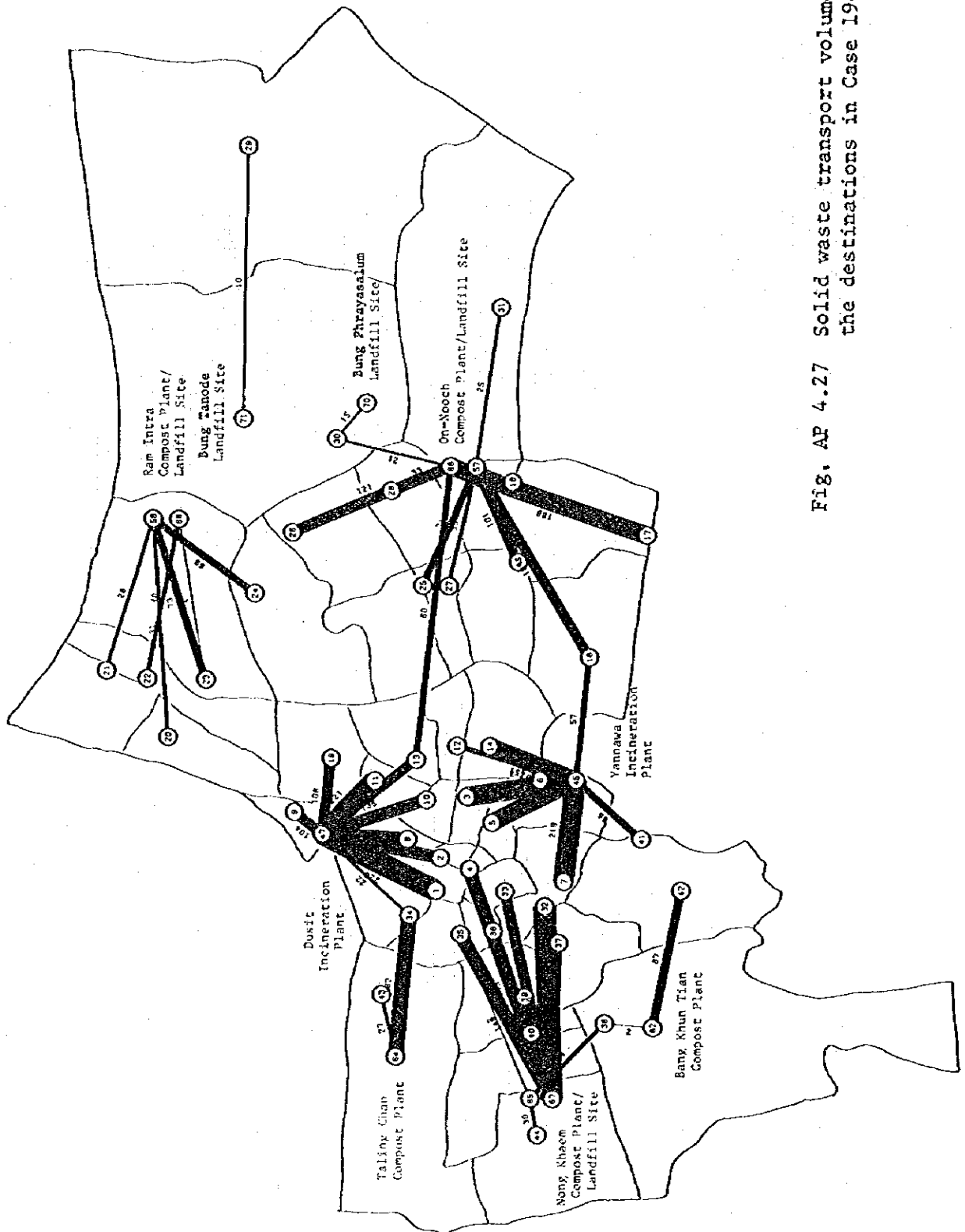


Fig. AP 4.27 Solid waste transport volume to the destinations in Case 19-(2)

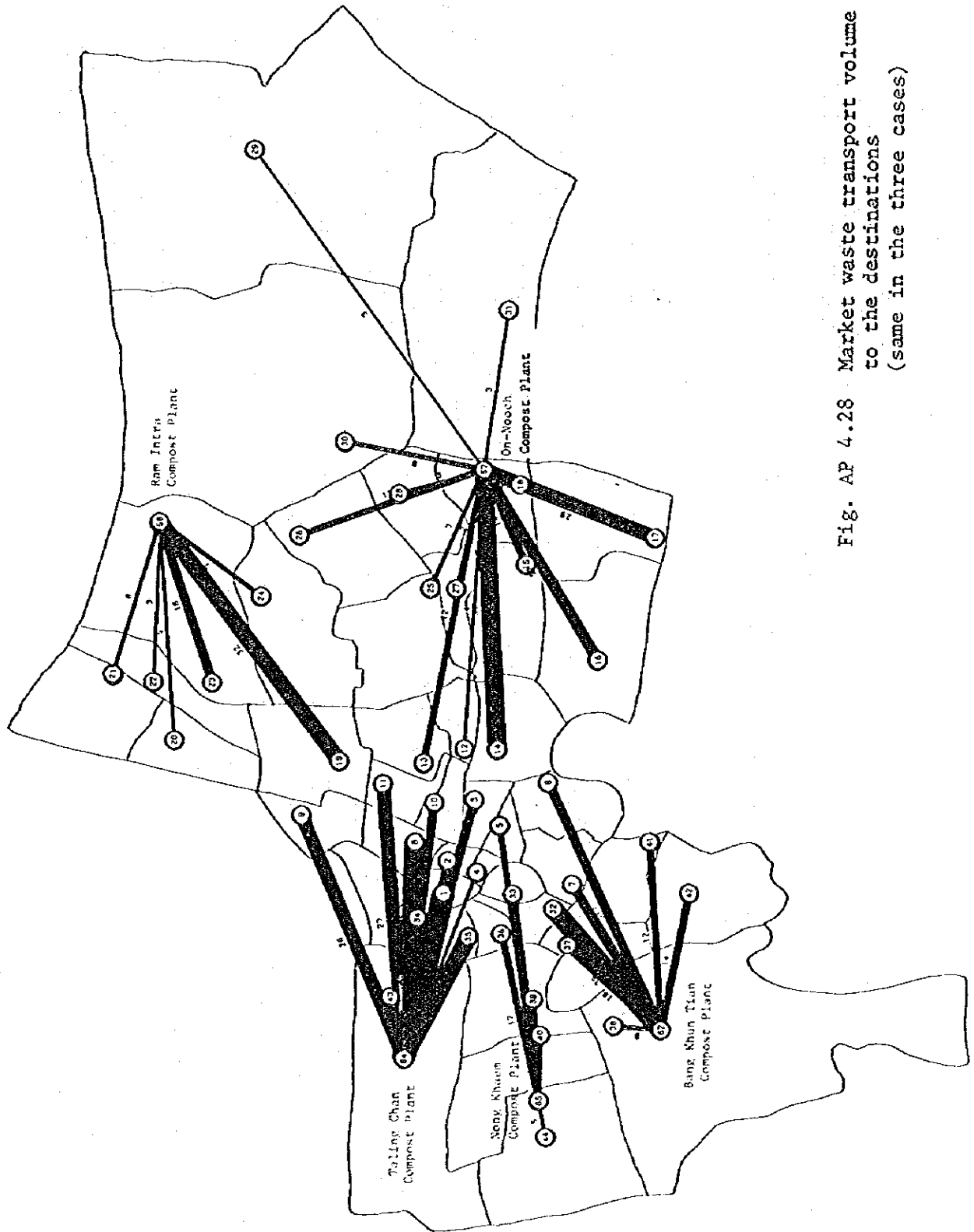
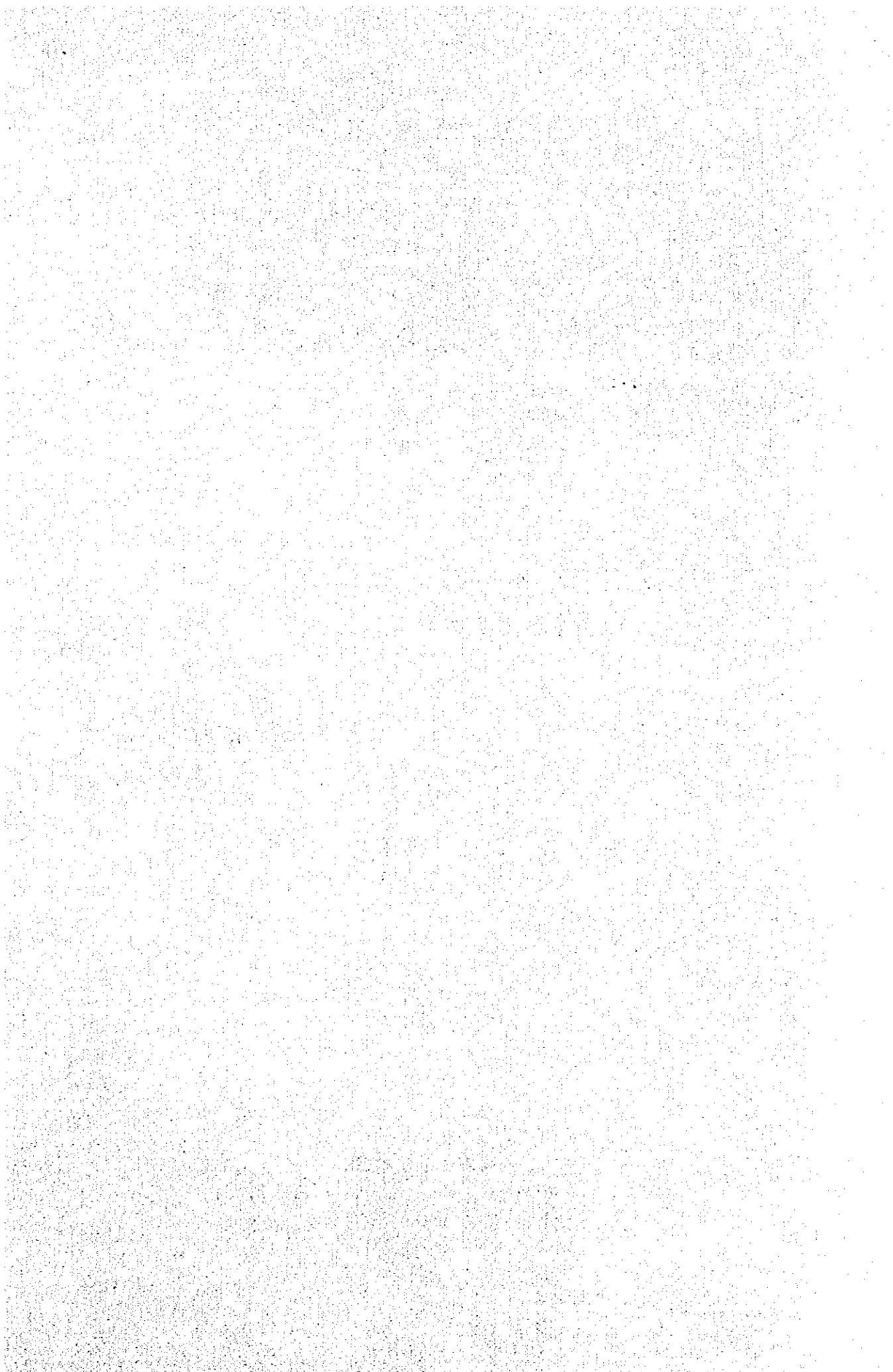


Fig. AP 4.28 Market waste transport volume to the destinations (same in the three cases)

第5章 ごみ処理施設計画および費用算定

	ページ
5.1 焼却工場の設計条件	Ap 5-1
5.2 焼却工場プラント設備概要	Ap 5-2
5.3 焼却工場の配置計画(1)、(2)、(3)	Ap 5-4
5.4 焼却工場の位置図(1)、(2)、(3)、(4)、(5)	Ap 5-7
5.5 コンポスト工場の位置図(1)、(2)	Ap 5-12
5.6 コンポスト工場計画図	Ap 5-14
5.7 年度別計画ごみ埋立量	Ap 5-17
5.8 セクション別埋立容量と埋立工程	Ap 5-21
5.9 最終処分場施設計画図(1)、(2)	Ap 5-24
5.10 最終処分場位置図(1)、(2)、(3)	Ap 5-26
5.11 浸出水処理設備の概要	Ap 5-29
5.12 作業用機材調達計画	Ap 5-33
5.13 人員補充計画	Ap 5-36
5.14 焼却工場の業務と職種別人員	Ap 5-38
5.15 最終処分場施工計画	Ap 5-39
5.16 焼却工場の工事費内訳	Ap 5-42
5.17 最終処分場の工事費内訳	Ap 5-45
5.18 駐車場の工事費内訳	Ap 5-47



Appendix 5.1 焼却工場の設計条件

(1) 対象ごみの性状 (2000年)

項目 ごみ質	低位発熱量 (H _u) kcal/kg	可燃分 %	可燃分組成%						水分 %	灰分 %
			C	H	O	N	S	Cl		
H _u 最高時	1.615	33.7	1890	289	11.09	0.38	0.08	0.32	51.1	15.2
H _u 最低時	1.028	—	—	—	—	—	—	—	58.2	—
平均	1.279	28.9	1607	245	9.74	0.34	0.06	0.26	55.4	15.7

- (2) 焼却炉内温度 750～900℃ (ボイラ入口ガス温度)
- (3) ガス冷却方式 廃熱ボイラ (ボイラ出口ガス温度 250～300℃)
- (4) 通風方式 平衡通風
- (5) ごみ投入方式 ビットアンドクレーン方式
- (6) ばい煙処理方式および処理基準 電気集じん器 (出口含じん量 0.1 g/Nm³以下)
- (7) 焼却残渣基準 熱灼減量 5%以下 (不燃物含む)
- (8) 汚水処理方式 クローズドシステム (炉内噴霧および蒸発処理) 方式
ただし、生活雑廃汚水は有機処理装置による再利用方式
- (9) 騒音限界 深夜 45 ホーン (A特性) 以下 (敷地境界)
- (10) 地盤の振動の大きさ
深夜 鉛直方向の振動 60 dB以下 (敷地境界)
水平方向の振動 70 dB以下 (敷地境界)
- (11) 受電電源 3相1回線 69,000 V 50 Hz
- (12) 発電設備 蒸気タービン (稼働率 95%)
平常運転時は EGAT と並列運転とし余剰電力は EGAT へ売電する方式とする。
- (13) 非常用発電設備 ディーゼル発電設備
- (14) 工場年間稼働率 80%

Appendix 5.2 焼却工場プラント設備概要

(1) 受入供給設備

- ・ごみ計量機 300 t / d 当り 1 基
- ・ごみパンカゲート 100 t / d 当り 1 基
- ・ごみパンカ 3 日分の貯留容量
- ・ごみクレーン 3 基

(2) 焼却炉本体設備

- ・焼却炉 3 基 (スタートバーナ付)

(3) 灰処理設備

- ・灰冷却方式 灰押し出し方式
- ・灰クレーン 2 基
- ・灰計量機 1 基
- ・灰パンカ 灰処理能力の 20% の 2 日分の容量

(4) 汚水処理設備

- ・処理方式 無放流方式

(5) 通風設備

- ・風道 3 系統
- ・ FDF 3 台 (余裕率 15%)
- ・ CDF 3 台
- ・ SAH 3 基

(6) 集じん設備

- ・ EP 3 基 (出口含じん量 $0.1 \text{ g} / \text{Nm}^3 (\text{Dry})$ 以下)

(7) 煙道設備

- ・煙道 3 系統
- ・ IDF 3 基 (余裕率 20%)

(8) 煙突設備

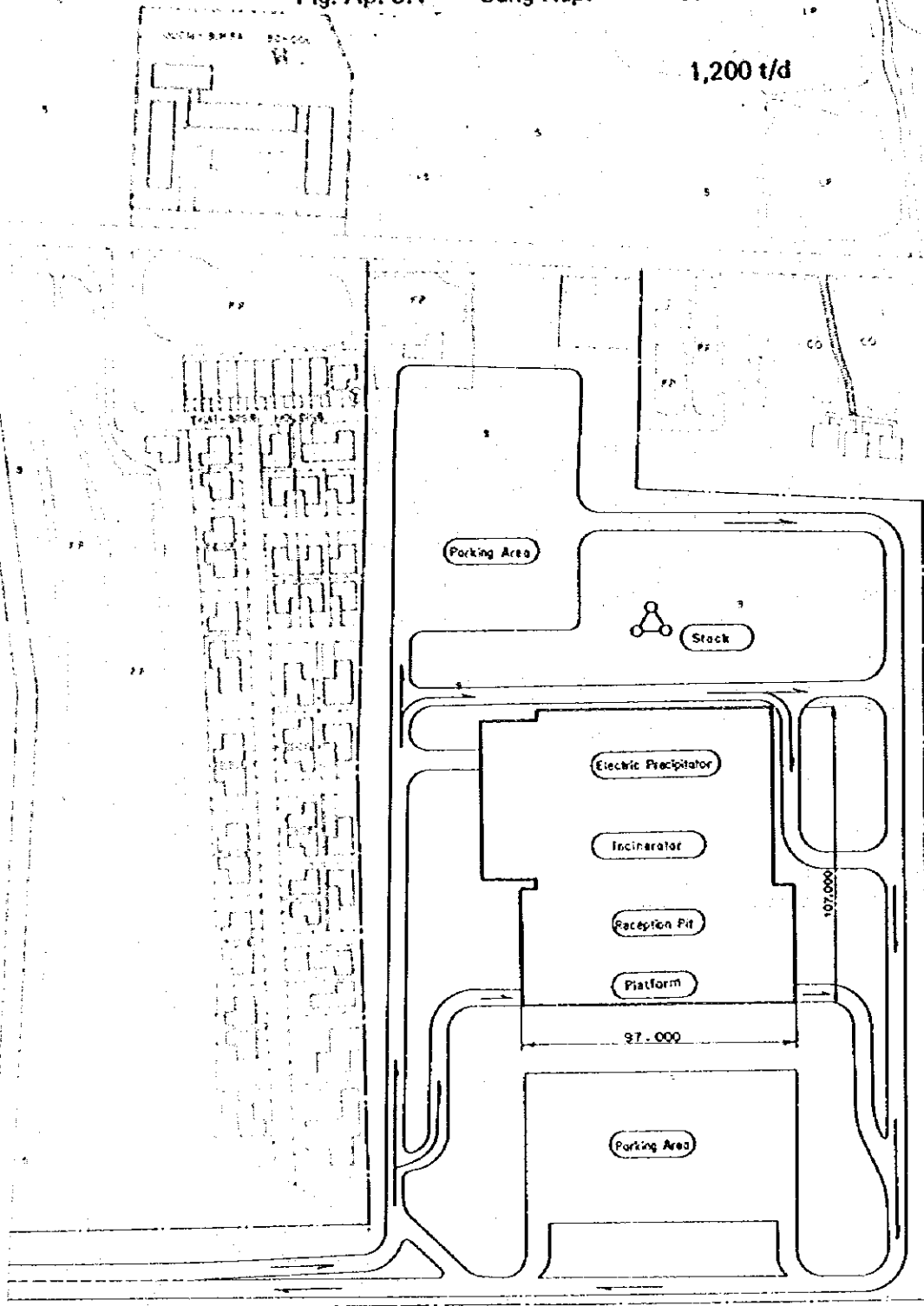
- ・鋼製集合型 (1 炉 1 基式) 高さ 60 m

(9) ボイラ設備

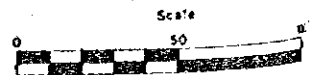
- ・ボイラ 3 基
- ・脱気器 3 基

・ 附 帯 設 備	1 式
(10) 発 電 設 備	
・ 蒸 気 ター ビ ン	1 基
・ グ ラ ン ド コ ン デ ン サ	1 基
・ 発 電 機	1 基
・ 非 常 用 発 電 機	1 基
(11) 余 熱 利 用 設 備	
・ 冷 却 設 備	1 式
(12) 蒸 気 復 水 設 備	
・ 復 水 器	水 冷 形 1 式
・ 復 水 タ ン ク	2 基 (う ち 1 基 予 備)
・ 脱 気 器 給 水 ポ ンプ	5 台 (う ち 2 台 予 備)
(13) 配 管 設 備	1 炉 1 系 列
(14) 純 水 設 備	2 系 列
(15) 電 気 設 備	1 式
(16) 計 装 設 備	1 式
(17) 給 水 設 備	1 式
(18) デ ー タ 処 理 設 備	1 式

Appendix 5.3 焼却工場の配置計画(1)
Fig. Ap. 5.1 Bang Kapi Case 13

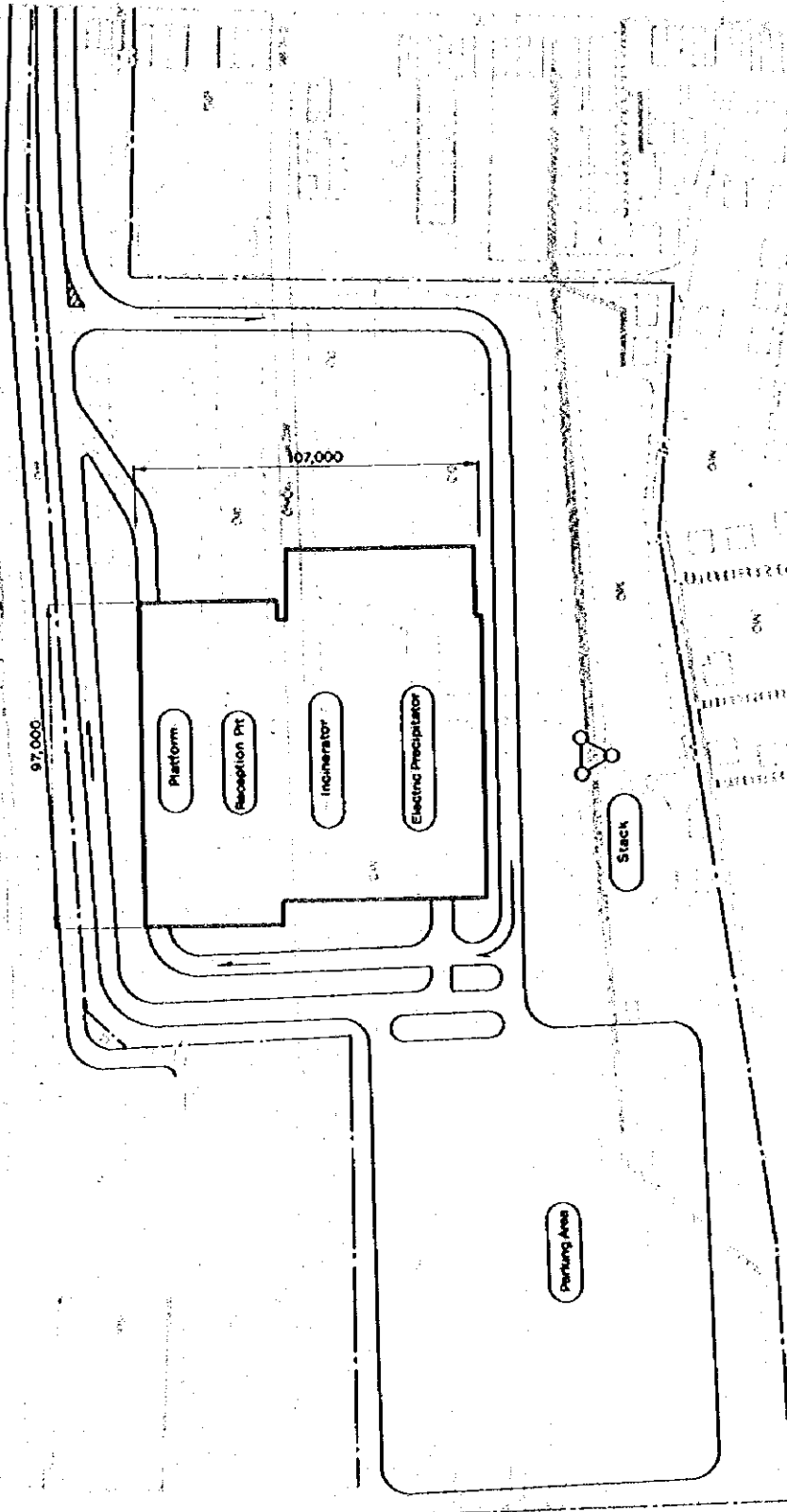


1,200 t/d



Appendix 5.3 焼却工場の配置計画(2)
Fig. Ap. 6.2 Bangkok Noi Case 13

1,100 t/d.

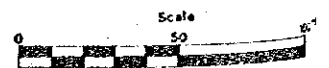
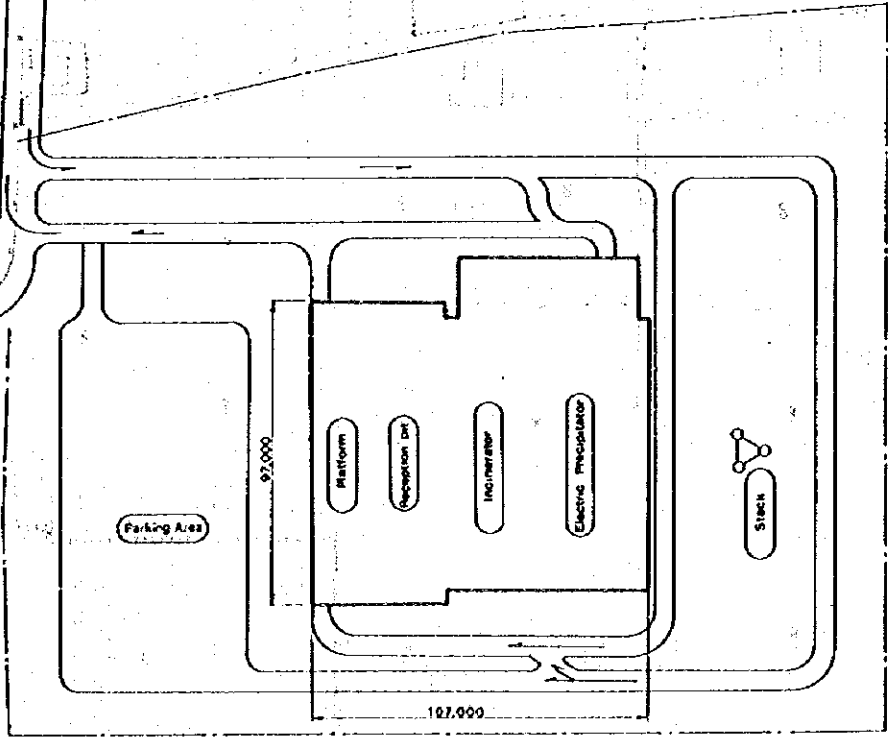


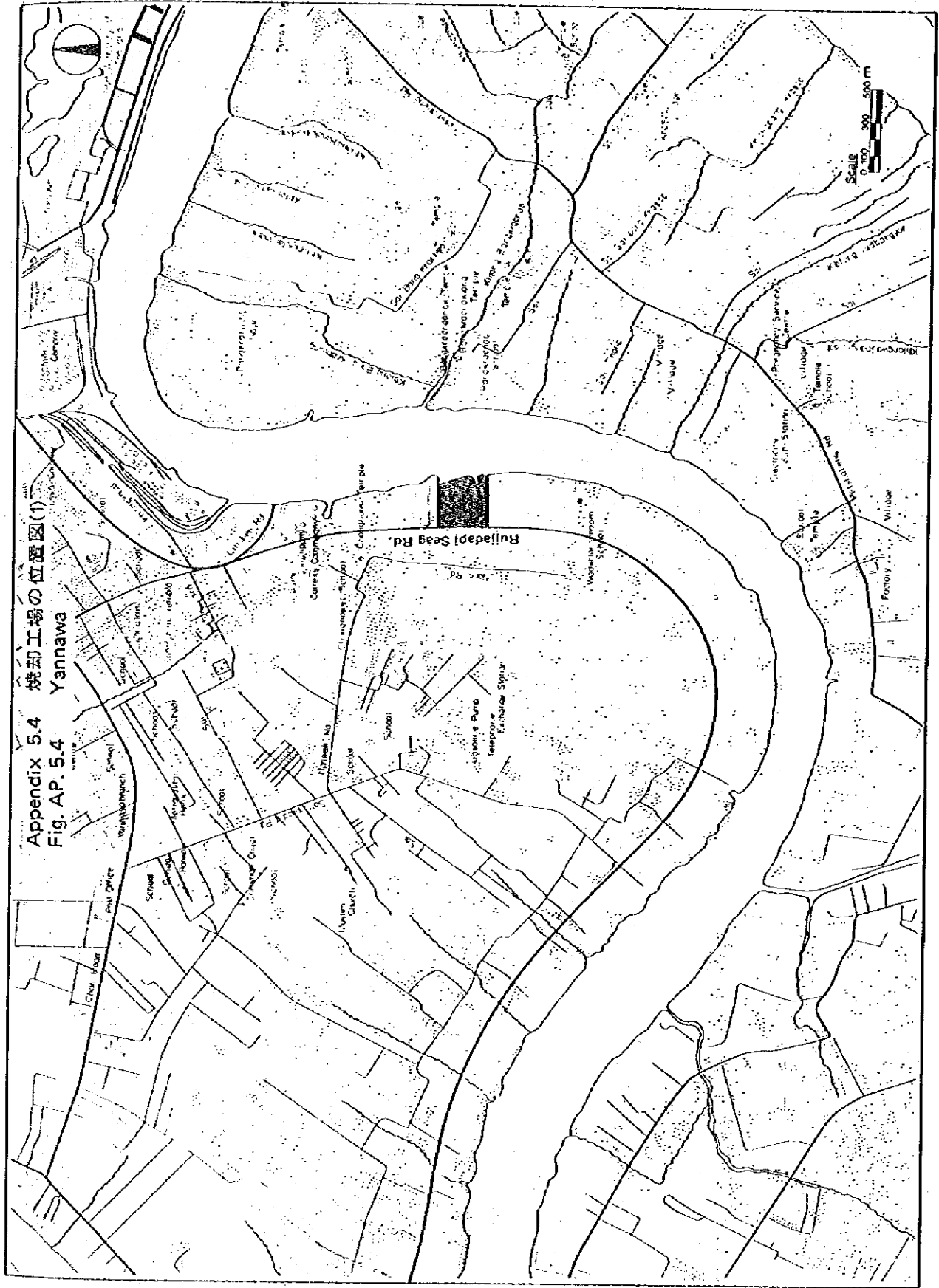
Scale

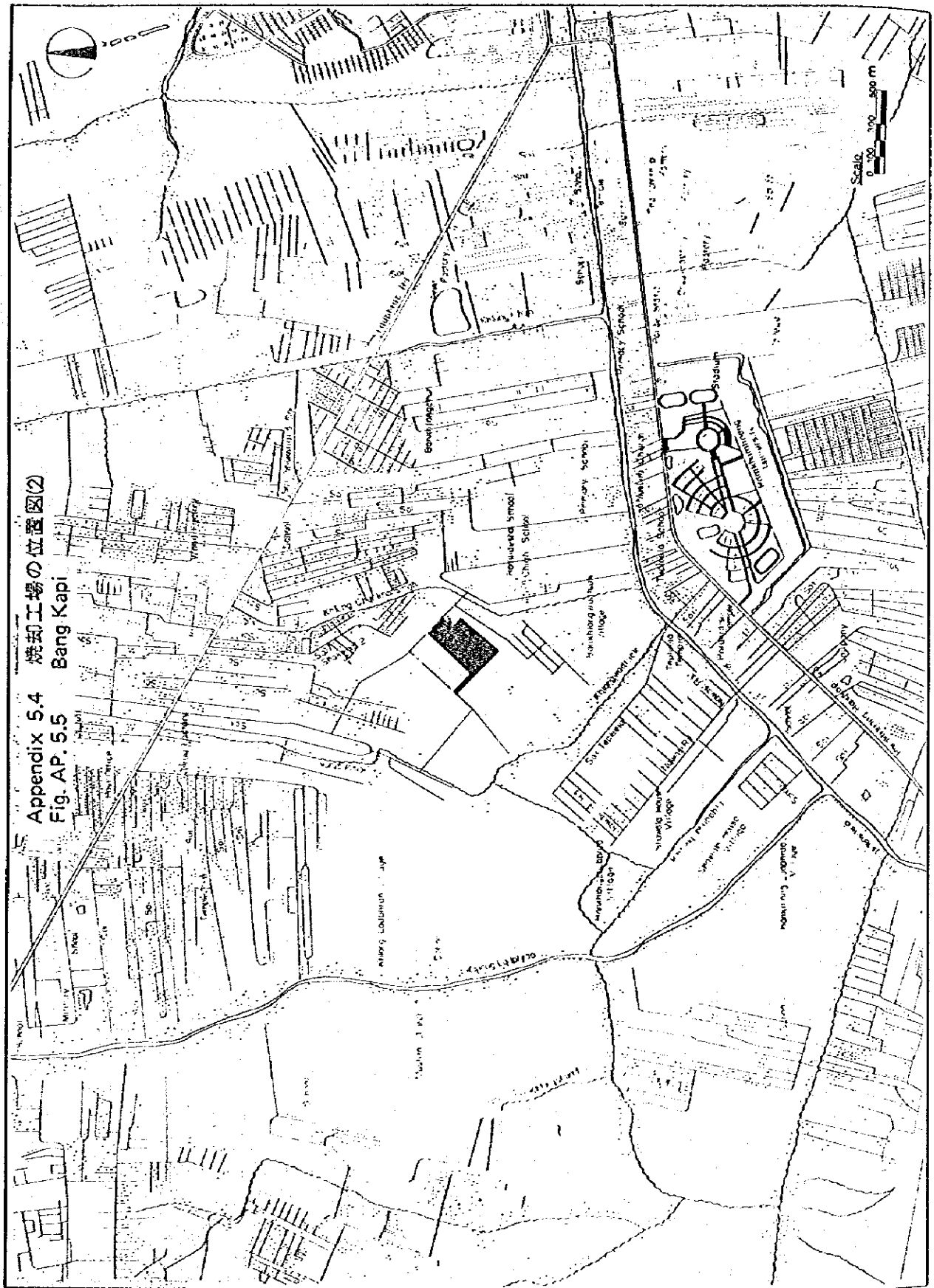


Appendix 5.3 焼却工場の配置計画(3)
Fig. Ap. 5.3 Phasi Charoen Case 13

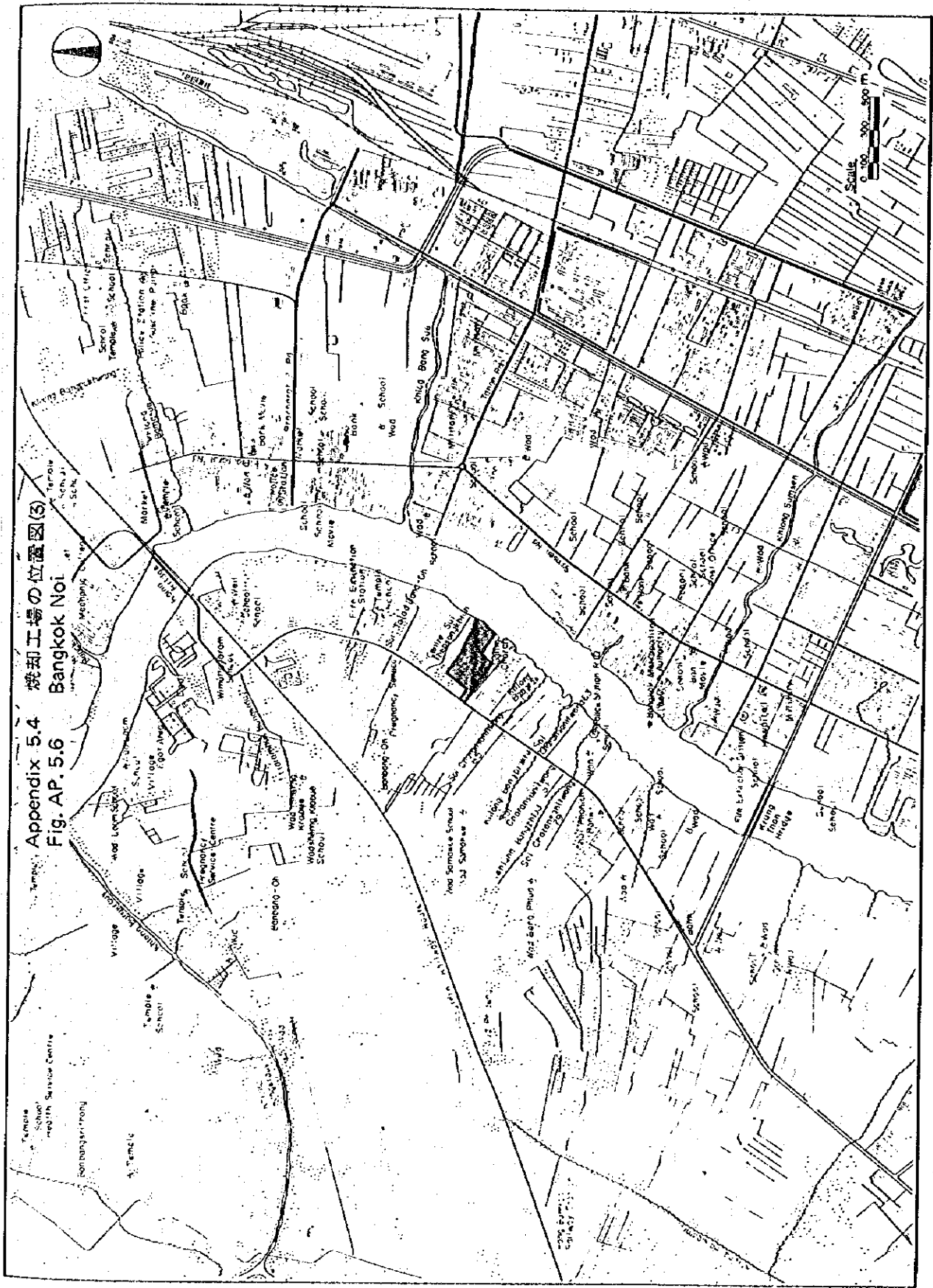
1,100 t/d



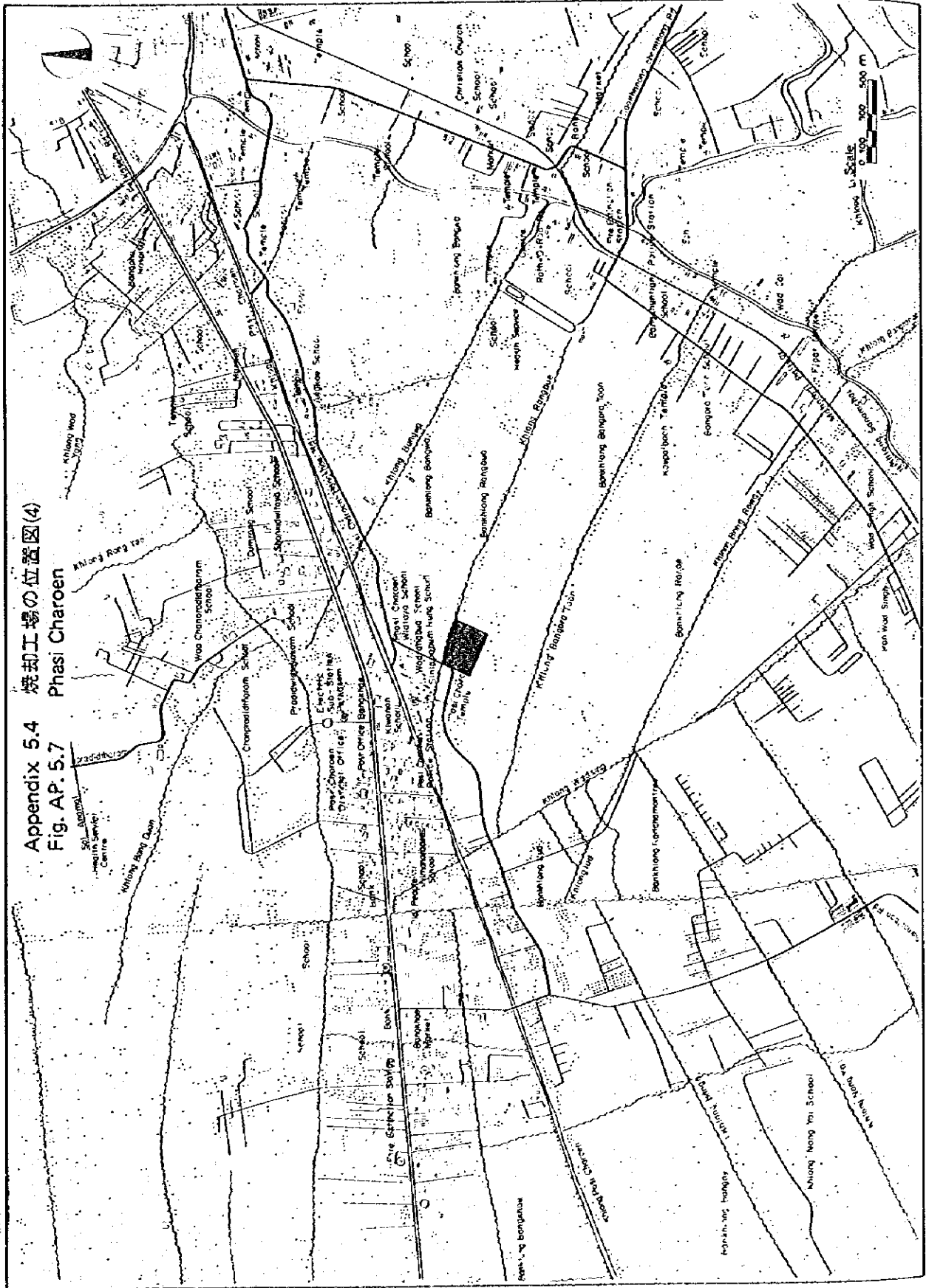




Appendix 5.4 焼却工場の位置図(2)
 Fig. AP. 5.5 Bang Kapi



Appendix 5.4 焼却工場の位置図(5)
 Fig. AP. 5.6 Bangkok Noi



Appendix 5.4 燒却工場の位置図(4)
 Fig. AP. 5.7 Phasi Charoen