

4.4.2 最終処分システム基本計画代替案

(1) 最終処分の前提条件

最終処分では、環境の保全に対し十分な対応を講じてもおかつ、環境悪化の要因となることを避けることができない。従って、最終処分に先立ち、あらかじめ可能な中間処理を施し、廃棄物の減量化、無害化、埋立材料化を図ることが必要である。

(2) 最終処分システム基本条件

i) 計画対象期間

本プロジェクトの計画目標年は2000年であるが、ごみ処理システムの信頼性を保つため、最終処分場の計画対象期間を2010年とする。

ii) 最終処分場の水準

- ・最終処分場が周辺環境に与える悪影響を抑制するため、管理型の最終処分場（貯留設備、浸出水集排水設備および浸出水処理設備、しゃ水設備、雨水排水設備、飛散防止設備などを設ける処分場）とする。
- ・埋立構造は、バンコック市の気象条件を配慮し、改良型衛生埋立構造を採用する。

iii) 前処理システム

- ・埋立処分の前処理として破碎処理を行なう利点が多いが、Appendix 4.9, (3), (4) で述べるとおり、経済性に劣り、維持管理が困難であるので前処理システムは採用しない。

iv) 埋立形状

- ・既処分場の埋立高、処分容量の確保、跡地利用面を考慮し、標準埋立高を15m（一層の厚さ3m×5層）とする。
ただし、埋立作業中の沈下分の積増は行わないものとする。
なお、施設の建設が予定されている区域は現地盤より3mの高さを標準とする。
- ・埋立の斜面勾配は1：3を標準とする。

v) 既埋立区域の対応

- ・既埋立区域の埋立計画に際しては、現状の埋立形状を前提とし、既埋立廃棄物の再移動を極力さける計画とする。
- ・埋立後の埋立地に対しても必要に応じ実施可能な設備（雨水集排水、浸出水処理、ガス処理設備など）を設置し、周辺環境の保全を図る。

vi) 区画埋立

- ・On-nooch 処分場のように容量が大きく余命の長い処分場においては、1層の埋立が1年程度で完了するよう埋立地を分轄する区画埋立を行い、ブロック

毎に埋立形状を完成させる。

- ・この区画埋立によって、各設備の段階的建設および浸出水処理量の削減が可能となり、かつ、埋立作業の管理が容易となる。

VII) 浸出水処理施設

- ・バンコック市の場合、廃棄物処理施設からの排水は、工場法の排水規制対象となっていない。しかし、周辺環境への悪影響を防ぐため、工場法の規制値を満足する浸出水処理施設を設ける。

(3) 埋立計画

1) 築堤先行型区画埋立工法と築堤形状

新埋立区域においては、あらかじめ、埋立区域周囲に築堤をもうけた後埋立作業を行う。

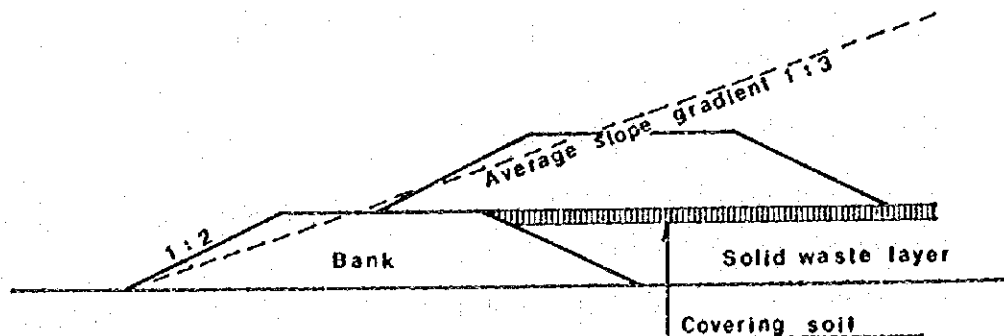
この築堤により、埋立区域を外部とシャ断することができるので以下のような利点がある。

- ・作業管理が容易
- ・美観の保持
- ・悪臭およびごみの飛散防止
- ・浸出水の区域外流出防止

a. 形状

- ・形状は下記に示す理由から、法面勾配平均1:3、堤高3mを標準とし、埋立の進行にあわせ順次築造する。このモデルをFig. 4.9に示す。

Fig. 4.9 Model shape of embankment section (Average shape gradient 1:3)



- ・On-Nooch 処分場の一軸圧縮試験結果によれば地表より3.0~5.0mの層で0.93~1.95 t/m²と粘着力に換算すれば0.5 t/m²と小さい値を示している。このような地盤に急激な荷重をかけると地盤の側方流動や滑動を生ずることがある。

そこで、築堤を段階的に造成し、時間の経過によって生ずる地層の強度増加を期待する。

・堤体巾はアクセス道路として利用することおよび汚水の浸透を防止することを配慮した。

b. 築堤の造成は、埋立地内の粘性土を掘削して使用するが、築堤の内部に余剰コンポストを利用する。

ii) 埋立厚と覆土

・ごみの埋立厚さは覆土を含み一層の標準厚さを3.0 mとする。

・覆土の標準厚さは30 cmとする。

・覆土は1日の作業終了時に行うことが望ましい。

埋立が進む状況、その他の理由により、作業当日覆土が行えない場合であっても1週間以内には完全に覆土を行うことが必要である。

・覆土材は、余剰コンポスト、コンポストガラ、焼却灰等を使用する。これらの材料に対し、未埋立区域を掘削した土砂を混合して使用すれば、さらに覆土の効果が高まる。

・最終覆土は不同沈下、雨水の浸透防止を図るため1.0 m以上の厚さとする。土質は粘性土が望ましい。

(4) 施設計画

最終処分場の基本条件および埋立処分計画にもとづく施設計画を以下に示す。

i) 貯留構造物

築堤を埋立の進捗にあわせ設ける。(4.4.2.(3)参照)

ii) 浸出水集排水設備

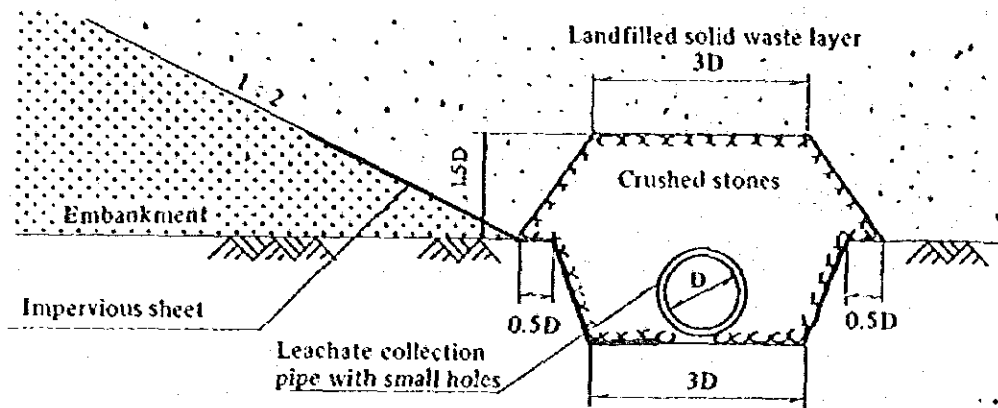
雨期に集中する降雨の急増量がある期間、埋立地内に貯留することは、さけられない。埋立地のあり方としては必ずしも望ましいとはいえないが、経済的見地より、埋立地底面の集水設備は設けない。従って浸出水集水設備は築堤のごみ埋立側法尻部のみに設ける。

a. 構造

集水設備は有孔管を砕石で被覆した構造とする。

形状のモデルをFig. 4.10に示すが、沈下、目づまりなどを考慮し十分な管径とする。

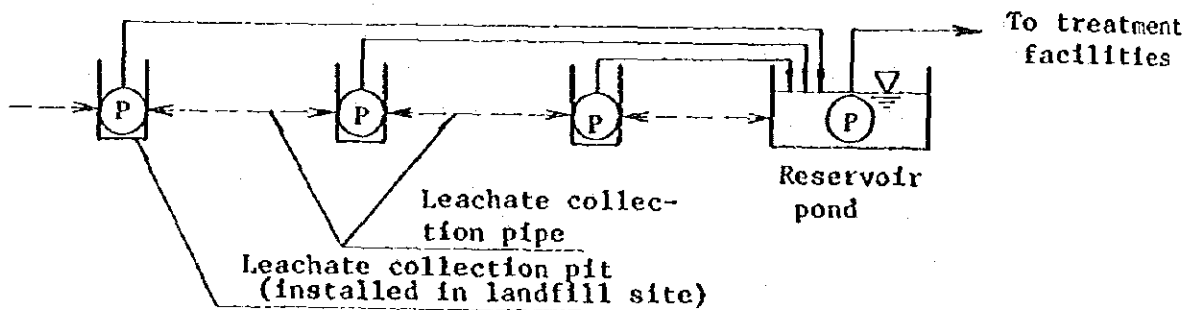
Fig. 4.10 Model structure of leachate drainage (for new landfill site)



b. 送水方式

集水された浸出汚水は築堤外の排水ピットに集水し調整池へポンプにて圧送する。構造は維持管理の容易さを重視しポンプ毎に送水できる個別圧送方式が良い。Fig. 4.11にモデル図を示す。

Fig. 4.11 Leachate pumping system



III) 調整池

浸出水処理施設の安定した運転を確保するため調整池を設ける。この調整池は量的な安定だけでなく、質的な安全と処理性の向上に効果がある。構造はしゃ水構造とする。

容量は、雨期の平均降雨量から処理量および蒸発量を差引いた量とする。しかし、埋立面積が大きい場合には、調整池の容量も非常に大きくなり不経済になるので、埋立地内に浸出水を一定期間貯留することも考慮し、調整池容量が過大とならないようにする。

IV) しゃ水設備

On-Nooch 最終処分場の土質調査結果から判断する限り、透水係数は $10^{-7} \sim 10^{-8}$ cm/s であり、底部しゃ水の必要性はないと判断する。

側面のしゃ水対策としては以下とする。

- ・ 浸出水集排水管の設置レベルをごみ埋立層より低いところに設置する。
- ・ 築堤は不透性の粘性土によって造成する。

しかし、バンコッククレイ層はきわめて薄い砂層をはさんでおり、水平方向の透水性は比較的大きいとの調査結果もある。

従って、実施に当っては十分な調査を行い、透水性が高い場合は周囲に止水矢板を打ち込む等の配慮が必要である。

V) 雨水集排水設備

a. 埋立完了区域

埋立が完了した区域の雨水集排水設備は不同沈下対策およびごみ層への浸透率を少なくするために可能な限り密にもうける。

b. 周辺部洪水対策

主として洪水期に埋立地内へ流入する雨水を阻止するため処分場境界附近にしゃス録地もかねて小規模の築堤を設ける。

VI) ガス処理設備

埋立作業の安全と埋立層の早期安定のため、埋立地から発生するメタン、硫化水素などのガスを積極的に排除する必要があり、埋立作業中からガス抜き設備を設ける。

VII) 飛散防止

築堤先行型埋立方式と即日覆土を行うことにより飛散防止を図る。

VIII) 管理施設

以下の設備を設ける。特に計量、記録設備は軽視されやすいが、埋立地の適正な管理のために必ず設ける。

搬入関連設備……搬入路、誘導設備、受付設備、洗車設備

管理設備……事務所、休けい所、修理所、倉庫、車庫、消火・消毒設備など

浸出水処理施設……(IX) 参照

IX) 浸出水処理施設

a. 計画処理水量

浸出水は通常の工場排水に比較すると水質・水量ともに時間変動・日変動だけでなく、季節および年単位にも大きく変動する。

計画処理水量は降雨量の多い時期の平均的な浸出量を処理出来るよう定めるのが一般的である。しかし、バンコック市の場合、この考えにもとずくと施設規模が大きくなり、乾期には処理する浸出水がないということになる。そこで以下のように計画処理水量を定める。処分場の水収支は Fig. 4.12 に示すモデル図をもとに次のように表わすことができる。

$$R = Es + Q_0 + Q$$

$$q = q_1 + q_2, \quad Q = Q_1 + Q_2$$

今、 $q = 0$ 、 $Q_0 = 0$ 、 $Q_2 = 0$ 、すなわち、埋立作業中で表面流出を認めず、埋立地への流入水も地下浸透水もないものとするれば、処理対象の浸出水量(Q_1)は

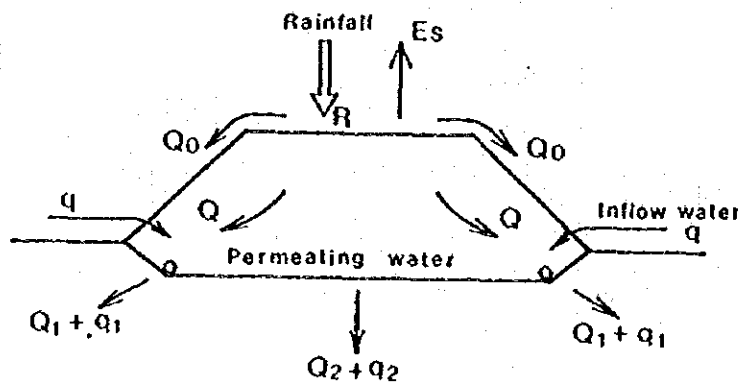
$$Q_1 = R - Es$$

埋立が完了し表流水(Q_0)を埋立地外に排出している区域の処理対象浸出水量(Q_1)は

$$Q_1 = R - (Es + Q_0)$$

となる。

Fig. 4.12 Water balance model



- Where,
- R : Rainfall (mm)
 - Es : Evaporation (mm)
 - Q₀ : Surface water flow (mm)
 - Q : Permeating water (mm)
 - Q₁ : Leachate (Rainfall treating volume) (mm)
 - Q₂ : Permeating water to the underground (Rainfall) (mm)
 - q : Inflow water to the landfill site (Flood and underground water) (mm)
 - q₁ : Leachate (Inflow water treating volume) (mm)
 - q₂ : Permeating water to the underground (Inflow water permeating volume) (mm)

バンコック市における降雨量および蒸発量を Table 4.2 に示す (詳細については、Appendix 4.10、Table AP 4.23 参照)。

Table 4.2 Average rainfall and evaporation volumes in Bangkok
(Average of the years from 1951 to 1975)

(Unit : mm)

Period	Rainfall	Evaporation
Per annum	1,543.9	995.9
Rainy season	1,349.9	438.3
Dry season	194.0	557.6

上表からわかるように、乾期においては蒸発量が降雨量を大きく上まわっているため浸出水量としては乾期の降雨量を無視することができる。

そこで、計画処理水量は次式で求められる。

$$Q_Y = \frac{1}{1,000} \cdot (C_1 A_1 + C_2 A_2) \cdot I$$

ここに Q_Y : 計画処理水量 (m³/year)

C_1 : 埋立作業中の区域における浸出係数

C_2 : 埋立作業完了後の区域における浸出係数

A_1 : 埋立作業中の区域の集水面積 (m²)

A_2 : 埋立作業完了後の区域の集水面積 (m²)

I : 雨期の降雨量(μ) - 雨期の蒸発量 (Es) (mm/year)

浸出係数は埋立地の形状、降雨状況によって異なるが、 $C_1 = 1.0$ 、 $C_2 = 0.4$ とすることが妥当である。

b. 計画原水水質

On-nooch 処分場における法尻およびごみ山から採水した浸出水の水質分析結果と、雨期・乾期の浸出水性状を考慮し、計画原水水質を次のように定める。

BOD : 200 ppm

SS : 200 ppm

c. 計画処理水質

工場法に定める排水規制値を処理目標として次のように定める。

BOD : 20 ppm

SS : 30 ppm

pH : 5 ~ 9

d. 処理方式

排水処理施設の処理方式は、BOD、SSの処理が必要なケースでは、「生物処理施設+凝集沈殿処理施設」を基本とする処理方式がよい。凝集沈殿処理施設が後置されていることにより、BOD除去率を補強し、同時にSS分のほか

COD も平均的に 40～50 %程度は除去される。

また、重金属除去効率も向上する。

ただし、生物処理施設の選定に当っては、負荷変動に対する対応性、維持管理の容易性について十分検討することが必要である。

とりわけ、活性汚泥法を採用した場合は、低負荷対策が考慮されなければならないと同時に運転管理に細心の注意と熟練が必要となる。

雨期・乾期の水量・水質の変動が激しい場合は、特に運転が難しい。

これらの点を考慮し、バンコック市の浸出水処理設備の処理フローは Fig.4.13 に示す二法が、建設費用および維持管理の上からも有利である。

また、水量変動に対応するため同一システムを 2～3 系列分割配置することも得策である。

(5) 既存埋立処分場の残存埋立容量と埋立可能年数

現在の 6 処分場における残存埋立容量を次の 3 ケースについて試算した。結果を Appendix 4.1.1 に示す。

- a. ケース 1 主要区域を埋立高 3.0 m とする跡地利用優先のケース。
- b. ケース 2 埋立容量増を図るため管理施設およびコンポスト施設用地以外を埋立高 15.0 m とするケース。
- c. ケース 3 既存コンポスト用地も埋立高 15.0 m とするケース。

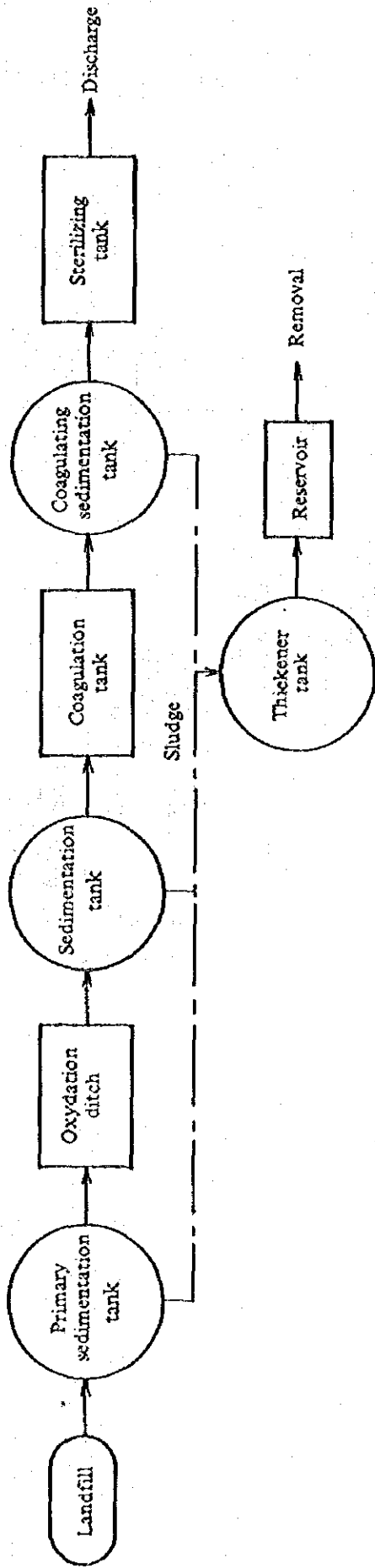
この残存埋立容量に対する埋立可能年数を次の代表的な 4 ケースの中間処理システムをモデルケースとして試算した。

- ケース A 全量衛生的埋立方式により埋立る。
(全量埋立型)
- ケース B 1,120 t/d の既存コンポスト施設を継続使用する。
(現状維持型)
- ケース C ケース A のほか 800 t/d のコンポスト施設を 2000 年度までに増設する。
(コンポスト増設型)
- ケース D ケース B のほか 1,200 t/d の焼却工場を 2000 年度までに増設する。
(コンポスト+焼却+埋立型)

この結果を次の Fig.4.1.4 に示す。

Fig. 4.13 Leachate treatment process flow

① Oxidation ditch method



② Contact oxidation method

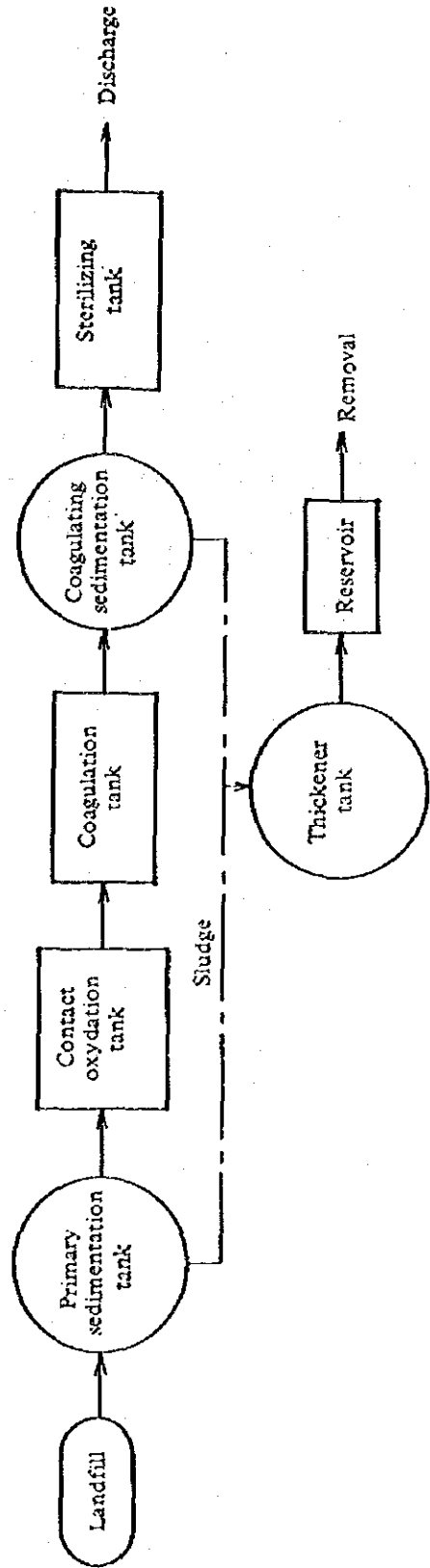


Fig. 4.14 Evaluation of life expectancy of the existing landfill sites

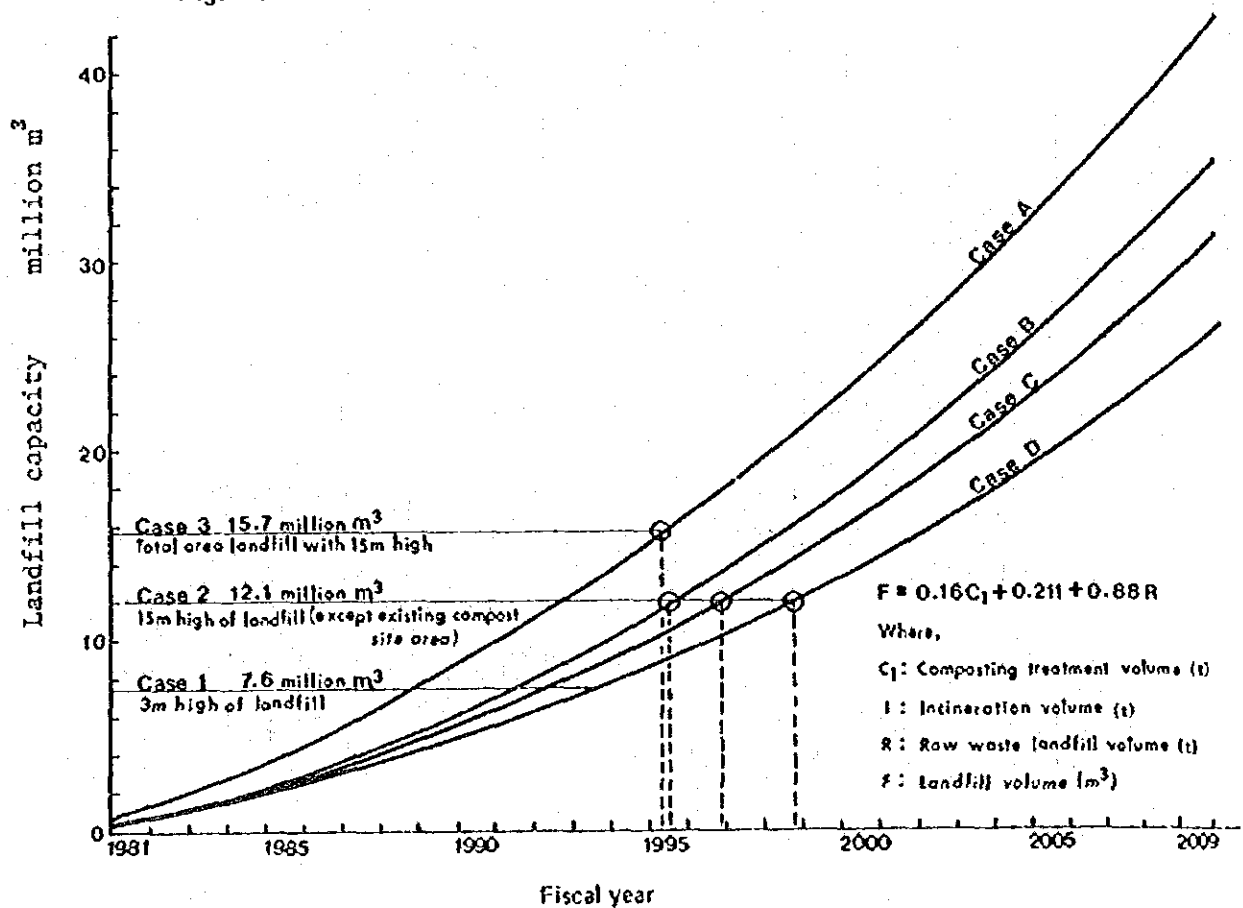


Fig. よりケース A、B、C の最大残存容量はケース 2 であり、ケース D はケース 3 となる。いずれのケースも 2000 年度以前に既存埋立処分場の残存容量が不足することが判る。

(6) 最終処分場の確保

(5)において述べたように既存最終処分場だけではいずれのケースにおいても 2000 年以前に埋立容量が不足する。

将来における最終処分場の確保に際して、既処分場の取扱いおよび新処分場の設置の考え方を以下に示す。

1) 既存処分場の取扱い

既存埋立地を存続させることは、既存施設の継続使用が可能であり、既存埋立地を中心に埋立規模を拡大することも容易となり、運営計画および維持管理上も望ましく経済的にも有利となる。

従って最終処分計画は既存埋立地を活用してゆくことを基本とする。

埋立用地が不足するケースでは支障のない限り現埋立地の隣接地を買収する計画とする。

しかし、Tung Kru 処分場は 2000 年の土地利用計画において低密度住居・商業混在地域に指定されているので将来の候補地としては除外する。

ii) 新規処分場の配置と規模

既存埋立地の隣接地の買収だけで不足する場合は、新規に埋立処分場を設ける必要がある。

a. 配置上考慮すべき条件

・ 輸送条件

清掃事業においては、廃棄物の輸送コストが大きなウェイトを占めるため、立地選定に当っては、高い輸送効率の確保できる地域を考慮する。

・ 土地利用条件

最終処分場の性格を考慮し、住居地域、商業地域、あるいは、高密度の人口分布地区はさけ、将来の土地利用計画との適合性を図ることが望ましい。

・ 経済的条件

輸送コスト、処分場建設費、維持管理費等の経済的要因を総合的に検討して適地を選定する。

・ 環境保全条件

住民に与える影響の少ない地域、農業、水産等の利水に与える影響の少ない地域、景観を著しく損わない地域などが望ましい。

・ その他

地形、地質、防災条件など。

b. 候補地の選定

aに示した適地の条件は、いずれもコンポスト工場の立地条件と共通する面が多い。

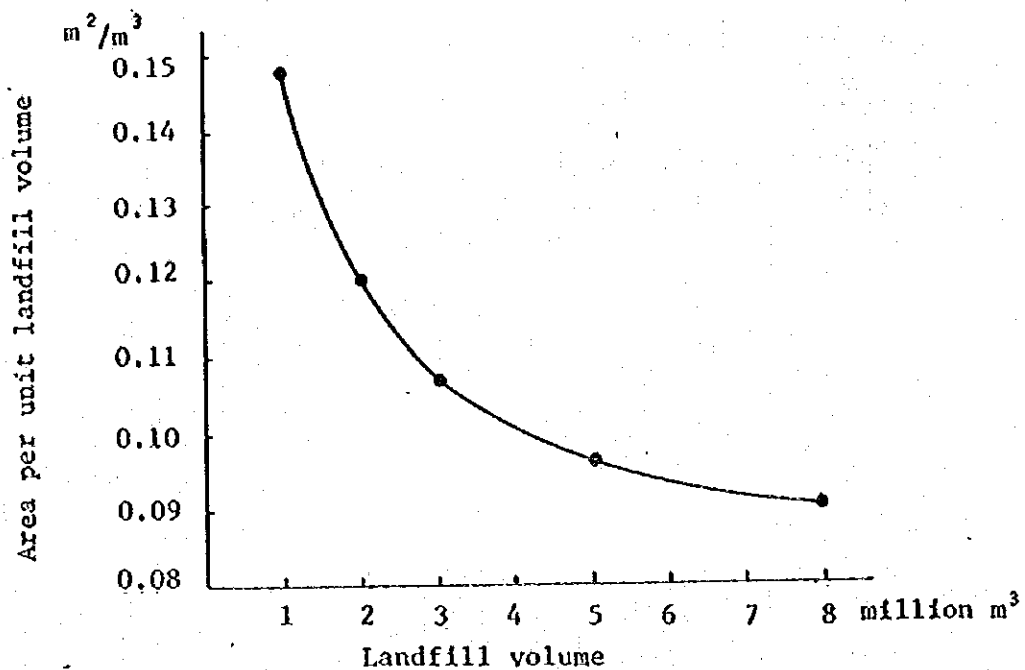
したがって、コンポスト工場新設候補予定地を既設最終処分場が拡張できない場合の、最終処分場新設の候補地とする。

c. 規 模

処分場の適正規模はごみの対象収集エリア、埋立処分量、使用期間、採用される埋立工法などにより決定されるが、最終処分場には、埋立施設、管理施設など多額の資金を要することになり、短期間の利用では不経済であり、最低10年は使用できる規模が望ましい。

埋立地の概略所要面積を求めるための原単位をFig. 4.15に示す。

Fig. 4.15 Landfill volume and unit area
($h = 15.0$ m square site)



4.4.3 最終処分コスト

(1) 施設建設コスト

4.4.2に示した水準に基づき、浸出水処理施設、ガス処理設備、最終覆土などの環境保全施設および管理施設を備えた最終処分場を建設した場合の施設建設コストは生ごみ1t当り900円となる。

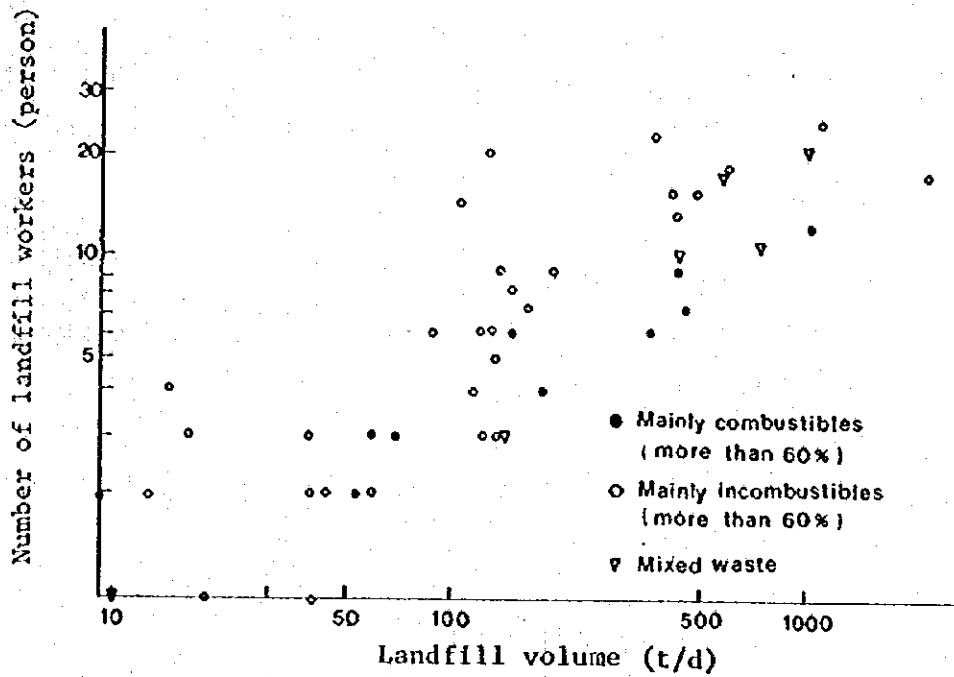
このコストをバンコックの実情にあわせて換算すると、生ごみ埋立が50 Baht / t、焼却灰等が42 Baht / tとなる。

(2) 管理運営・コスト

i) 埋立作業人員

最終処分場における規模別作業人員および1人当りの作業量をFig. 4.16と4.17に示す。図よりごみ処分量1t当りの所要人員を0.03人(50t/d以上の処分場)とする。

Fig. 4.16 Landfill volume and number of workers

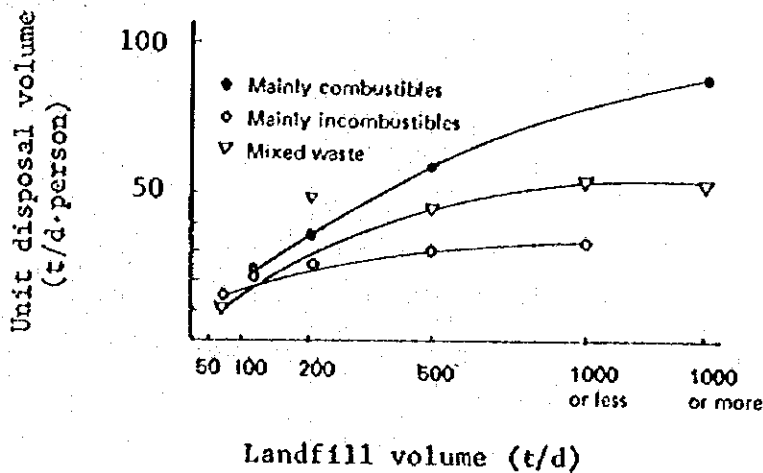


Note 1. Incl. receptionists and controllers

2. Excl. operators of leachate treatment facilities

Source : 1980 report by Japan Waste Management Association

Fig. 4.17 Work volume per worker



Source: 1980 report by Japan Waste Management Association

II) 埋立用機材

最も一般的なブルドーザによる1時間当りの埋立処分作業量を以下のように求めた。ごみ層3m毎に覆土を行う場合、

ブルドーザ	11 / t 級 (湿地型)	7.6 m ³ / h
ブルドーザ	21 / t 級 (湿地型)	10.4 m ³ / h
バックホウ	0.6 m ³ 級	4.5 m ³ / h (覆土材場内掘削)

その他の主要な機材としては、ダンプトラック、パトロール車、消火消毒・散水車等が必要である。

iii) 維持管理費

維持管理費の概算を Table 4.3 に示す。

このコストをバンコックの実情に合わせて換算すると、生ごみの場合 70 Baht/t、焼却灰の場合 57 Baht/t となる。

Table 4.3 Operation and maintenance costs (per ton of solid waste)

Item	Amount (yen)	Content
1. Landfill work cost	1,700	Wages for landfill and overlay work, equipment, pollution prevention, and others
2. Facilities operation and maintenance cost	364	Landfill facilities (leachate collection and drain, etc.), office, reception, electricity, water, etc.
3. Leachate treatment facilities operation cost	36	
Total	2,100	

4.5 ごみ処理システム基本計画選択案

4.5.1 処理システム基本計画代替案の作成

(1) 処理システム構成要素

ごみの発生から最終処分までの処理システム基本計画を作成するうえで基本となる構成要素はごみの流れに応じて収集、輸送、中間処理、最終処分に分けられる。各要素の代替案のうち、処理システムの基本計画選択案の作成に当り、本調査で採用される各システムの代替案は以下に要約される。

i) 収集(排出)

- ・混合排出、混合収集を原則とする。
- ・ステーション収集を原則とするが、地域の特性に合わせて一部各戸収集を運用する。

ii) 輸送 次の2案を検討する。

- ・収集車による処理、処分場への直送
- ・中継施設(陸送および水上輸送)の設置

iii) 中間処理 次の2案を検討する。

- ・地中コンポスト工場の新設
- ・焼却工場の新設

iv) 最終処分

- ・改良型衛生埋立法

(2) 代替案の基本的組み合わせ

処理システム構成要素を基に考えられるすべての代替案をリストする。基本となる組み合わせは中間処理(2方式)および最終処分方法(1方法)により7通りのタイプとなり(4.3.2(1)参照)このタイプを基に輸送形態(中継の有無)、コンポスト工場処理能力(現状維持とコンポスト潜在需要追従のケース)の違いにより、組み合わせはTable 4.4の20ケースとなった。

4.5.2 処理施設配置計画

この項では、収集、輸送、中間処理、最終処分の工程が最も速く経済的に、しかも生活環境をそと害せず円滑に行われる処理施設の配置を検討した。

(1) 配置検討項目

ごみ処理施設は広範な地域からごみを収集し、処理する施設であるから、各地域別ごみ収集量を勘案して位置選定しなければならない(2.2.3、(2)に示した収集量分布を用いた)。また、「4.3.2、(4)中間処理施設の配置方針」等で記述した配置に当たっての検

Table 4.4 Master Plan alternatives (20 cases)

Alternative type	Case No.	Collection	Transport		Intermediate treatment			Landfill ^{#3}		Remarks
			Direct	Transfer	Composting ^{#1} Existing capacity	Expanded capacity	Incineration ^{#2}	Solid waste	Processed waste	
A	1	○	○					○		
	2	○	○					○		
B	3 ^{#4}	○		○					○	
	4	○	○			○			○	
C	5	○	○						○	
	6	○	○						○	
D	7	○	○	○		○		○		The same case as the existing system.
	8	○	○	○		○		○		
	9	○	○	○			○	○		
	10	○	○	○			○	○		
E	11	○	○	○		○			○	
	12	○	○	○		○			○	
	13	○	○	○			○	○		
	14	○	○	○			○	○		
F	15	○	○	○				○		Solid waste from central area shall mainly be incinerated.
	16	○	○	○				○		
G	17	○	○	○		○			○	Solid waste from central area shall mainly be incinerated.
	18	○	○	○		○		○		
	19	○	○	○			○	○		
	20	○	○	○			○	○		

^{#1} Existing capacity = 1,120 t. Expanded capacity = 1,920 t.

^{#2} Incineration will be made by the waste heat boiler-attached incinerator for the purpose of thermal energy recovery.

^{#3} Alternative landfill sources are raw waste landfill and rejected waste or residue landfill, which are discharged from intermediate treatment process.

^{#4} The residues after the processing are disposed of at landfill sites.

討事項を考慮して、施設配置を計画した。

(2) 配置計画

i) 中間処理施設配置計画

(1)の配置検討項目に基づき、中間処理施設の建設候補地を以下の方針で決めた。

a. 中間処理施設建設不可地域

2000年土地利用計画図からみて、高密度住商混在地域となる地域(都心から半径およそ5kmの範囲)は、交通事情、環境事情を考慮して、中間処理施設建設不可地域とした。

b. 焼却工場の建設候補地

一般的に中間処理施設は、輸送効率の面からみて可能なかぎり、ごみ収集地の近くに建設されることが望ましい。焼却工場は、周辺環境への影響も少なく、用地さえ確保できれば都心部近くに建設することも可能である。したがって、中間処理施設建設が困難と考えられる都心の高密度住・商混在地域のすぐ外側の地域を建設可能地域とし、主要幹線道路(将来道路を含む)または河川からの接近が可能で、市街化がまだ十分に行われておらず用地の確保が可能な地点を焼却工場建設候補地とした。

シミュレーションの都合上、建設可能地域の各ゾーン毎に1箇所ずつの候補地を決めた。この結果、Fig.4.1.8に示すように都心部周辺に12の焼却工場候補地が設定された。ちなみにこれら12の工場を結ぶ線で囲まれる地域からの将来ごみ発生量と、この地域の外側の地域から発生する将来ごみ発生量はほぼ等しく、この意味で、設定された候補地は輸送効率の良い位置にあると言える。

c. コンポスト工場

コンポスト工場は臭気等の周辺環境への悪影響を考慮して、市街地立地を避ける。また、コンポスト製品の供給先に近い方が有利ということ考慮し、2000年土地利用計画による緑地地域を建設可能地域とし、放射方向の主要幹線道路(将来道路を含む)、既存コンポストの位置、Outer Ring Roadの活用を留意して、対象各ゾーン毎に1箇所ずつの候補地を決めた。この結果、Fig.4.1.8に示すようにバンコックと首都圏の郊外部(バンコック地区では都心からおよそ20~30km、トンブリ地区ではおよそ15km)に9箇所のコンポスト工場候補地が設定された。

これらの方針をふまえて、中間処理施設建設候補地選定のために、都心部周辺の空地調査を行った。この結果を、Appendix 4.1.2に示す。

ii) 最終処分場配置計画

4.4.2、(6)で記述した最終処分場配置方針に基づきTung Kruを除く以下の5つの処分場を活用する事とした。Ram Intraは現在最終処分場にはなっていないが

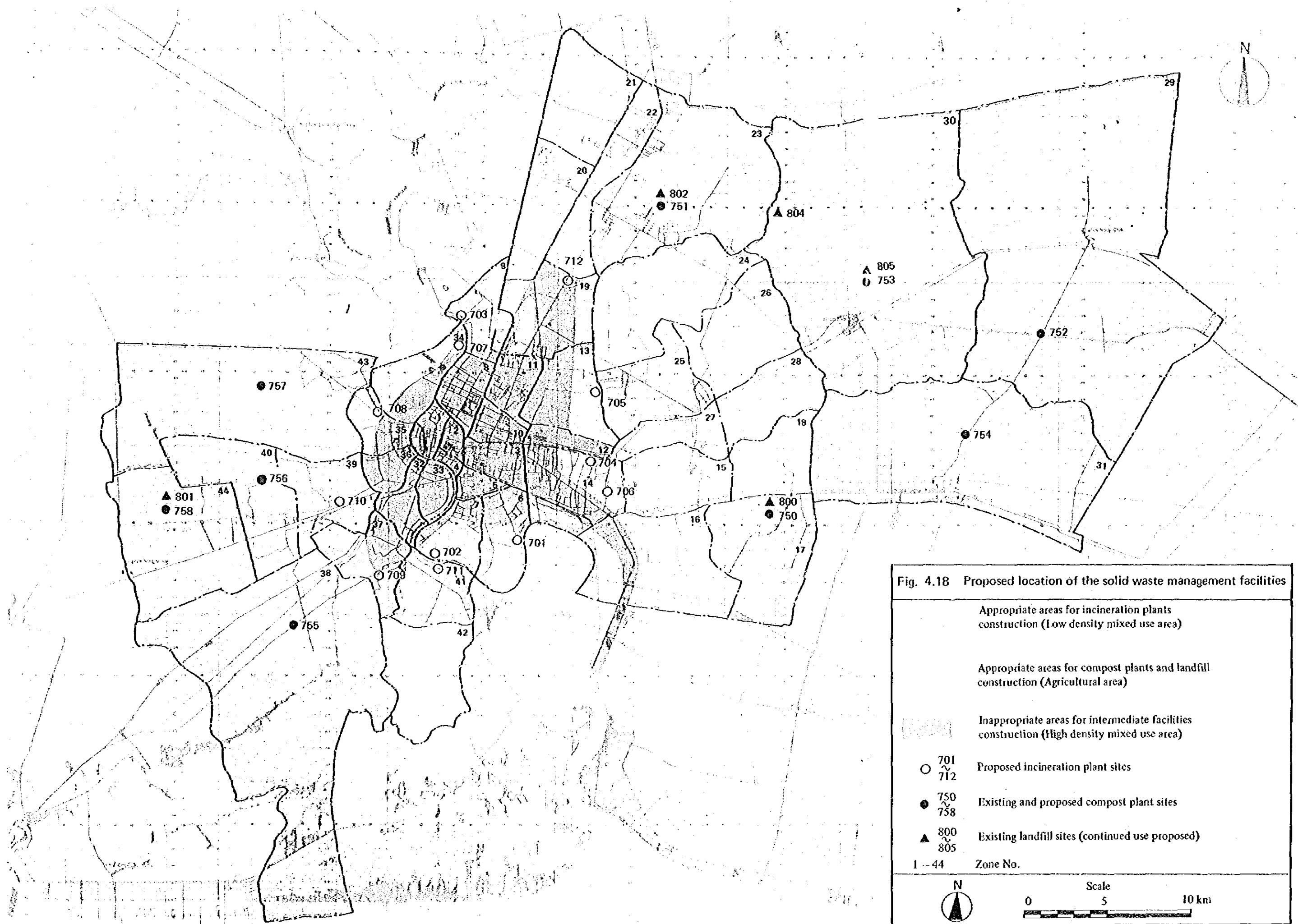


Fig. 4.18 Proposed location of the solid waste management facilities

	Appropriate areas for incineration plants construction (Low density mixed use area)
	Appropriate areas for compost plants and landfill construction (Agricultural area)
	Inappropriate areas for intermediate facilities construction (High density mixed use area)
	701 712 Proposed incineration plant sites
	750 758 Existing and proposed compost plant sites
	800 805 Existing landfill sites (continued use proposed)
1 - 44	Zone No.

隣接地の用地買収により、埋立処分場としての機能を持たせることとした。

- a. On-Nooch
- b. Nong Khaem
- c. Ram Intra
- d. Bung Tanode
- e. Bung Phrayasalum

ii) 中継施設配置計画

a. 河川利用（陸～河中継）

河川利用の中継の目的は都心部における発生ごみをチャオプラヤ川を利用して効率よく河川沿いの焼却工場へ搬入することにある。

ここでは収集輸送分割ゾーン44ゾーンのうちZone Ⅱ1、2、4、5の各ゾーンの河岸の空地調査からZone Ⅱ1とⅡ5のそれぞれに1箇所ずつのチャオプラヤ川沿いの中継施設建設可能地を設定した。他の地域はチャオプラヤ川沿い（バンコック側）が既に開発されつくしており、建設が不可と思われる。

b. 陸上輸送（陸～陸中継）

ごみを中継施設で収集車から輸送車に積み替えて目的地まで輸送する方式と収集車により目的地まで直送する方式の費用比較をしたところ、ごみ収集地点から目的地までの距離がおよそ12km以上離れないと中継の効果は無いとの結論が出ている。したがって原則として郊外部に立地したコンポスト工場または最終処分場へゴミを輸送する場合に中継輸送方式を検討する。陸～陸の中継施設の配置は無限に考えられるが、ここでは各ゾーンのごみ排出中心に配置して次項で述べる収集輸送システムシミュレーションの設定条件とした。

4.5.3 収集・輸送システムシミュレーション

収集・輸送シミュレーションの目的はごみの収集・輸送に要するコスト、処理、処分に要するコストの合計を最小にするような最適システムを数学モデルを用いて導き出し、これにより収集車、輸送車のごみ搬入先の選択、中間および最終処分場の最適な位置、規模、数の決定を行い、ごみ処理システム基本計画代替案を立案することにある。この意味でごみ処理システムシミュレーションとも位置づけられる。ここで用いられる処理・処分コストは基本計画策定のために設定される概略コストであり、第5章のゴミ処理施設計画においてさらに詳細に検討される。

(i) 方法論

1) モデル式

モデル式の設定に当たり、以下のような仮定を設ける。

- a. 各ゾーンのごみは、ゾーン中心点より発生するものとする。
- b. 中間処理施設候補地と中継施設の候補地は4.5.2で設定した各ゾーンに立地する。

c. 最終処分場の位置は原則として現在の位置が将来も存続するものとする(4.2、(6)参照)。

d. 輸送費用および施設の維持費、管理費、減価償却費はごみ量と線型とする(4.2.4、4.3.3、4.4.3参照)

これらの仮定に基づき以下のモデルを設定した。

$$C = \sum_{ij} d_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{ij} (C_{oj} + C_{tj}) x_{ij} + \sum_j y_j f_j$$

$$\text{subject to } \sum_j x_{ij} = q_i$$

$$\sum_i x_{ij} \leq b \cdot y_j$$

$$y_j = \begin{cases} 1: & \text{if } \sum_i x_{ij} > 0, \\ 0: & \text{if } \sum_i x_{ij} = 0 \end{cases}$$

Where, C: Total cost (Baht/d)

x_{ij} : Solid waste volume transported from i-zone to j-facility (t/d)

d_{ij} : Unit transport cost from i-zone to j-facility (Baht/t)

C_{oj} : Linearly proportional costs to solid waste volume, such as maintenance cost, operation cost, depreciation cost, etc.

C_{tj} : Secondary transport cost from j-facility to final disposal sites (Baht/t)

f_j : Fixed charge of j-facility (Baht)

q_i : Solid waste generation volume in i-zone (t/d)

b: Volume limitation (t/d) (treatment capacity)

上式の第1項は収集・輸送費であり、第2項、第3項は施設費用で、第2項はごみ量と線型な費用、第3項はごみ量と無関係に一定な固定費である。

ii) 演算方法

モデルに基づく演算の概略フローをFig.4.19に示す。演算のstepを以下に概述する。

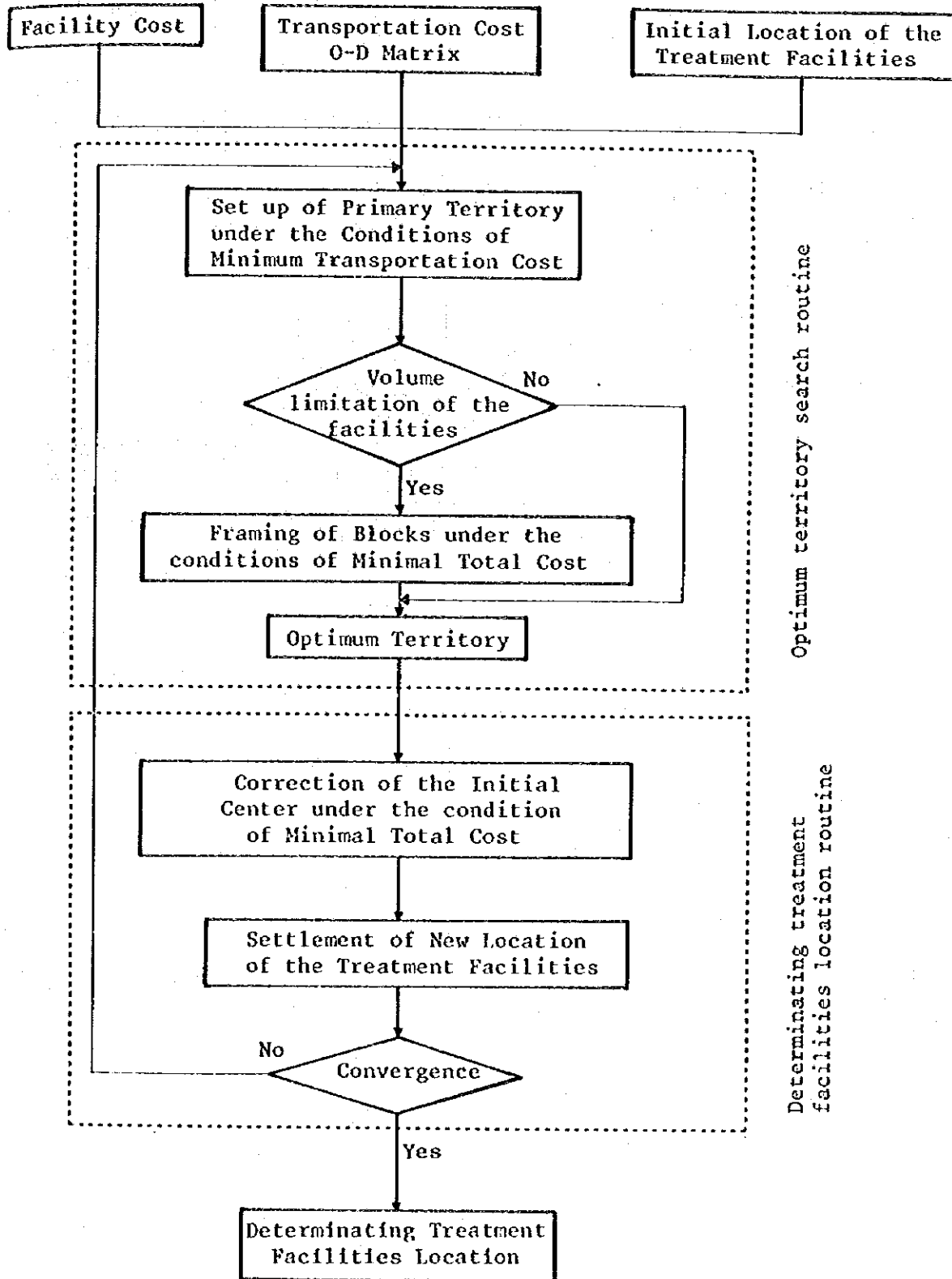
step 1. データインプット

a. 輸送費OD表(宛ゾーン～施設)

b. 施設関連費用

c. 初期施設位置

Fig. 4.19 Simulation work flow to determine location



step 2. 一次テリトリーの設定

各処理施設と発ゾーンの接続（ゾーン番号順に輸送費の小さい処理処分場と結ぶ。こうして設定された各処理施設の影響圏を一次テリトリーとする。）

step 3. ブロッキング

総輸送費を最小にするように容量制限を考慮して一次テリトリーを変更する。（Linear Programming）

step 4. 初期施設位置の変更

同一のテリトリー（ブロック）内で総費用（輸送費、処理費、固定費）が最小になる位置を探す。

step 5. 繰り返し計算

step 1 から step 4 の作業を施設位置が変更しなくなるまで続ける。

(2) 演算条件

収集・輸送シミュレーションを実施するにあたり、必要となる演算条件を以下のごとく設定した。これらの条件は土地および道路・河川の現状と将来計画、BOSの清掃事業の現況、さらに日本における実績を基に設定した。

i) 施設規模

4.3.2に記述したところにしたがって、施設規模は次のように決めた。

a. 焼却工場

	Capacity (t/d)		Rate of operation (%)
	Facility scale basis	Disposal capacity basis	
Lower limit	600	480	80
Upper limit	1,500	1,200	

b. コンポスト工場

	Capacity (t/d)		Rate of operation (%)
	Facility scale basis	Disposal capacity basis	
Lower limit	300	255	85
Upper limit	600	510	

c. 中継施設

land-to-river	500 t/d
land-to-land	180 t/d

ii) 建設必要敷地面積

各施設の必要敷地面積は、4.2.2、(2)、4.3.2、(4)、4.4.2に示すところにしたがって、次のように決めた。

- a. 焼却工場 : 50 m³・d/t (施設規模 1 t/d 当り)
- b. コンポスト工場 : 350 m³・d/t (地中コンポスト)(施設規模 1 t/d 当り)
- c. 中継施設
 - 陸～陸 : 5 m³・d/t (コンテナプッシャー方式)(施設規模 1 t/d 当り)
 - 陸～河 : 10 m³・d/t (")
- d. 最終処分量

Landfill materials	Cubic volume required (Cubic volume conversion rate) m ³ /t	Areas required m ³ /t
Solid waste (Open dump method)	0.80	-
Solid waste (Sanitary landfill)	0.88	0.085
Incineration residue (Ash)	1.0	0.097
Compost residue	1.0	0.097
Surplus compost	1.0	-

iii) 物資収支

Type of treatment facilities	Generation volume of residue (kg per ton of solid waste)
Incineration Incineration residue	200
Existing compost Compost product Trommel residue Incineration residue of unsuitable materials for composting	150 120 60
Aerated compost Compost product Unsuitable materials for composting Trommel residue	150 150 200

iv) 道路網および河川

BMA内の将来道路網についてはDTCPおよびDOHおよび運輸省の道路の資料を
 基に2000年の道路網を設定し、将来の道路車線数、都心地域の道路混雑を考慮し
 て各リンク毎の条件を設定した。河川についてはチャオプラヤ川を対象とし、中
 継施設の建設可能地からの制限およびチャオプラヤ川沿いの焼却工場建設可能地と
 の兼ね合いで、Fig.4.20に示すおよそ27kmの区間を河川輸送対象ルートとした。

v) 収集・輸送車、輸送船の形態、容量

中継を考えないケースでは収集・輸送車は現況と同じ7.5m³のコンパクトとし、
 陸～陸の中継では中継基地までは7.5m³のコンパクト、中継地から処理・処分場ま
 では10トンコンテナ(陸～陸中継)または200トン輸送船(陸～河中継)を使う。

vi) 土地価格 (Land Acquisition Cost)

ごみ処理、処分施設を建設するのに必要とされる土地の購入費を算出するため、
 各ゾーン別の土地価格を調べた。土地価格は、入手可能な最新データが1974年公
 示価格であったため、各ゾーン平均値をバンコックのGPPの伸び率(1980/1974=
 1.8)により1980年価格に修正して施設関連費価格年次と合わせた。この結果各
 ゾーン別の土地購入費のTable 4.5のようになった。

Table 4.5 Land acquisition cost (1980)

(Unit: Baht/m²)

Zone No.	Acquisition Cost	Zone No.	Acquisition Cost	Zone No.	Acquisition Cost
1	2,130	16	740	31	20
2	3,580	17	200	32	370
3	2,640	18	350	33	410
4	4,670	19	860	34	230
5	3,040	20	80	35	260
6	870	21	20	36	300
7	1,000	22	170	37	70
8	1,450	23	90	38	10
9	1,400	24	110	39	90
10	1,870	25	340	40	60
11	1,130	26	120	41	430
12	1,040	27	350	42	130
13	500	28	140	43	10
14	1,220	29	10	44	50
15	410	30	20		

Estimated by the Study team on the basis of the published land cost
 by Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand.

vii) 施設関連費用

4.2.2、4.3.2と4.4.2に示した各施設の関連概略費用の内貨、外貨の比率を
 Table 4.6に示す。

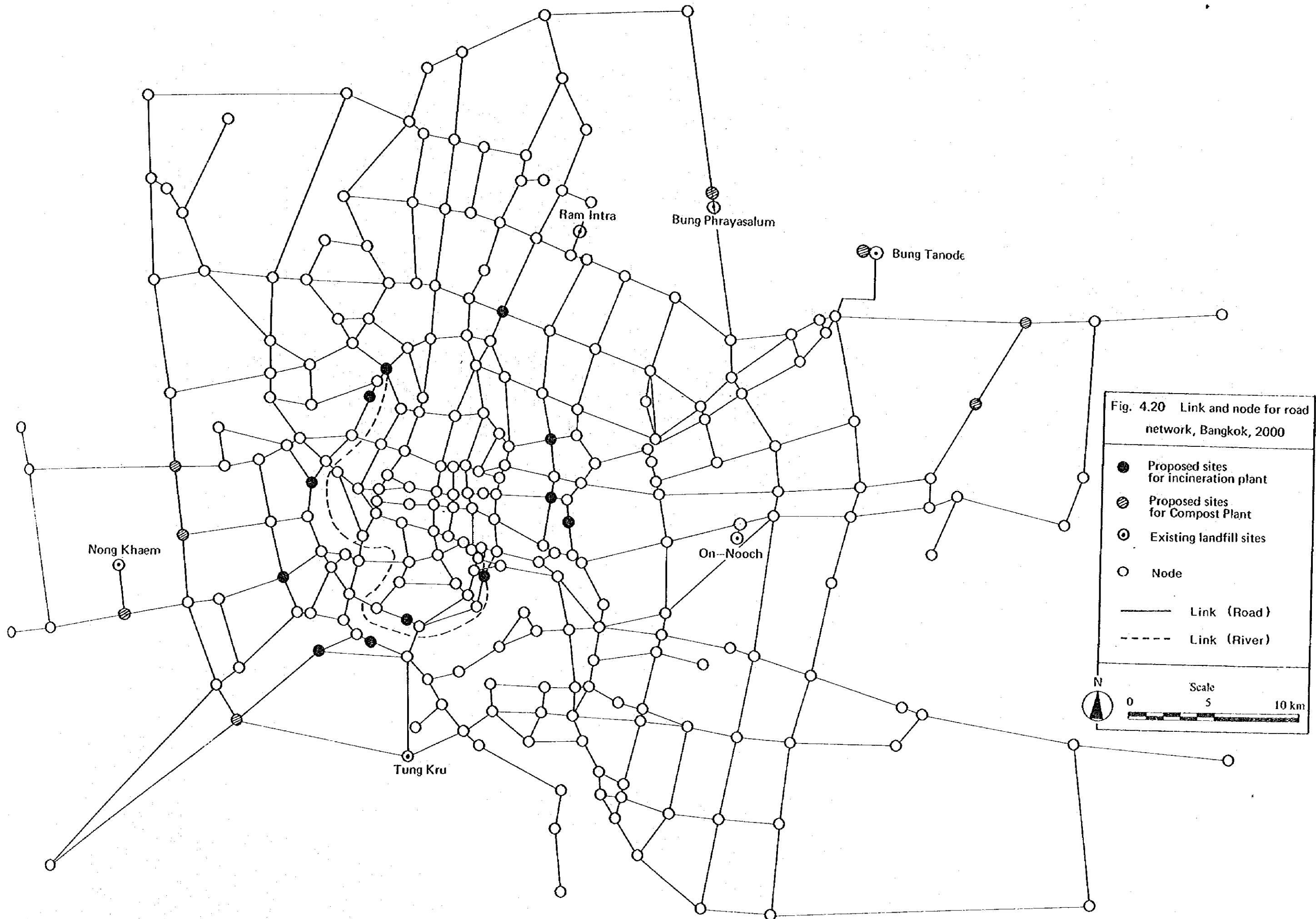


Table 4.6 Composition of local and foreign currencies for the facilities

Facilities		Foreign currency (%)	Local currency (%)
Incineration	Plant	80	20
	Buildings	-	100
Composting	Plant	80	20
	Buildings	-	100
Land-fill	Facilities	-	100
	Severage	30	70
Transfer	Open dump method (land-to-land)	-	100
	Container method (land-to-land) Building Trucks	- 100	100 -

価格は1980年価格とし、外貨分についてはCIF価格とした。

a. 焼却工場およびコンポスト工場

(a) 減価償却費

Fig.4.6 と Fig.4.7 の図から、施設能力と建設費の関係を次式のように線形近似した。

$$\text{(焼却工場)} \quad C = 971,000X + 85,500,000$$

$$\text{(地中コンポスト工場)} \quad C = 403,000X + 8,790,000$$

ここに、C：建設費 Baht

X：施設能力 t/d

施設の耐用年数を20年とし、残存価値0%とした定額法により工場の稼働率を考慮して、減価償却費を計算すると次式のようになる。

$$\text{(焼却工場)} \quad D = 166X + 14,640$$

$$\text{(コンポスト工場)} \quad D = 65X + 1,416$$

ここに、D：減価償却費 Baht/d

X：処理量 t/d

上式右辺定数項が、いわゆる固定費である。

(b) 維持管理費

4.3.3(2)の維持管理費を、タイ国内価格に換算すると、処理量1トン当り、焼却工場は130 Baht/t、地中コンポスト工場の場合は149 Baht/tとなった。

b. 中継施設

4.2.2で述べた日本価格による中継施設の建設費および維持管理費をタイ国内価格に換算すると、次のようになった。

Transfer type	Depreciation cost (Baht/t)	Operation and maintenance cost (Baht/t)
Land-to-river	5	45
Land-to-land	10	10

c. 最終処分場

4.4.3 で述べた日本価格による最終処分場の建設費および維持管理費を、タイ国内価格に換算すると、次表のようになった。

	Depreciation expense (Baht/t)	Operation and maintenance cost (Baht/t)
Raw waste	50	70
Incineration residue	58	80
Compost residue	58	80

a～cの演算条件を整理してTable 4.7の総括表に示す。

(3) 演算結果

i) 演算ケース

7タイプ20ケースのシステム代替案の組み合わせをもとに電算の入力条件を変更して、およそ50ケースについて演算を行い、この中から、30ケースの基本計画代替案を作成した。作成された基本計画代替案の概要および作成理由をTable 4.8に示す。

演算および代替案作成の対象年次は、基本計画作成対象年次に合わせ2000年とする。

ii) 演算結果

基本計画代替案の演算結果をTable 4.9に示す。ここでは1979年のごみ処理原価315 Baht/tとの比較を指数表示した。処理処分場別処理処分量内訳、収集輸送費と施設関連費用の内訳についてはAppendix 4.13に示す。なお、これらの演算には、清掃局本局にかかる諸費用、道路・河川清掃費は含んでいない。

演算結果を要約すると以下のとおりとなる。

- a. 検討した各ケース毎の中間処理量に対する割合は、中間処理施設の配置数との兼ね合いで変化するが、およそ40～90%となる。
- b. 焼却工場の数を変えずにコンポスト工場の数および処理規模を3箇所(1,120 t/d)から5箇所(1,920 t/d)に増加すると、コンポスト工場関連の費用は、およそ50%増加するが、埋立て関連の費用がおよそ20%ないし30%減少することにより、総費用はほとんど変化しない(総費用でおよそ2%増加)。
- c. コンポスト工場の数および処理量を変えずに、焼却工場を1箇所から2箇所に増加すると、焼却関連費用はおよそ100%増加するが、埋立て関連費用がおよそ40%ないし50%減少し、総費用はケースに応じて8%ないし11%増加する。

Table 4.7 Summary of the basis for computation

Sub System	Method	Criteria of Sub-system Facilities Location	Number of Facilities	Capacity		Required Area	Treatment Cost (Thailand 1980 Prices)			
				Collection Truck	Compactor (7.5 m ³)		Depreciation Cost	Operation and Maintenance Cost	Total Cost	
Collection and Transport	Direct transport	-	-			-	-	-	-	
	Transfer	CBD and its surrounding area	44*	Facility	180 t/d	5 m ² /t/d	5 Baht/t	45 Baht/t	50 Baht/t	
				Transport truck	10 t					
Intermediate Treatment	Land-to-river	Along Chao Phraya river	2	Facility	500 t/d	10 m ² /t/d	10 Baht/t	10 Baht/t	20 Baht/t	
				Barge	200 t/ship					
	Incineration (Waste heat boiler attached)	Low density (Mixed-use area the periphery of CBD)	12	Max.	1,500 t/d	50 m ² /t/d	** 166x + 14,640 Baht/t	130 Baht/t	-	
Min.				600 t/d						
Compost	Agricultural area	9	Max.	600 t/d	350 m ² /t/d	** 65x + 1,416 Baht/t	149 Baht/t	-		
			Min.	300 t/d						
Final Disposal	Sanitary Landfill	Existing landfill sites (Except the Tung Kru landfill site)	5	On-Nooch	5,643,000 m ³	Raw waste	0.085 m ² /t	50 Baht/t	70 Baht/t	120 Baht/t
				Nong Khaem	5,278,000 m ³					
				Ram Intra	697,000 m ³	Ash, Residue	0.097 m ² /t	58 Baht/t	80 Baht/t	138 Baht/t
				Bung Tanode	33,000 m ³					
				Bung Parayasalum	24,000 m ³					

* For the computation, possible location of land-to-land transfer station are assumed to be in each zone.

** "x" indicates the disposal volume.

Table 4.8 The Master Plan alternatives (30 cases)

Alternative Treatment and Disposal System	Case number	Number of treatment and disposal facilities				Outline of features of the Master Plan alternative	Purposes
		Incineration plant	Compost plant	Final disposal site	Transfer station		
Landfill only	1-(1)			5		Five disposal sites excluding Tung Kru. No limitation of incoming solid waste volume to each disposal site.	To find out suitable destinations of solid waste and to obtain appropriate incoming waste volume to the destination, under limitation of minimum transport cost.
	1-(2)			5		Five disposal sites excluding Tung Kru. Acceptable waste volume is determined according to the disposable volume in each final disposal site.	The appropriate destination and incoming volume to the destination are determined on the basis of disposable volume.
	2-(1)			5	19	The same as case 1-(1), but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
	2-(2)			5	19	The same as case 1-(2), but transport transfer is made.	- do -
Composting only	3-(1)		9			The existing 3 plants (1,120 t/d) plus additional 6 plants (each 765 t/d).	The existing plants will cope with solid waste with same capacity as present: the rest of the solid waste will be treated evenly by the six new plants.
	3-(2)		5			As to the plants with capacity of 300 t/d or larger, no limitation of incoming volume is made.	To find out suitable destinations and appropriate incoming volume.
	4-(1)		9		17	The same as case 3-(1), but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
	4-(2)		5		14	The same as case 3-(2), but transport transfer is made.	- do -
Incineration only	5	5				Treatment capacity (possibly acquiring the site area) of each plant is taken into consideration.	Combination to determine cost minimum is sought. In terms of capacity constraints, minimum number of sites will be 5.
	6	5			3	The same as case 5, but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
Composting + landfill	7		3	5		The existing three compost plants cope with 1,120 t/d: the other volume is landfilled.	Continuation of the existing system.
	8		3	5	19	The same as case 7, but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
	9		5	5		Demand for compost is assumed 1,920 t/d. The existing plants are utilized. Surplus waste for composting is landfilled.	Formulation of number, location and capacity of additional plants to satisfy the increased compost demand.
	10		5	5	17	The same as case 9, but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
Incineration + composting	11	4	3			Total volume of solid waste other than treated in the existing compost plants is incinerated. Therefore, 4 incineration plants are required.	Study of incineration treatment utilizing the existing compost plants.
	12	4	3		6	The same as case 11, but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
	13	4	5			Compost demand 1,920 ton/day. The existing compost plants are used. Surplus solid waste is incinerated.	To examine establishment of incineration plants and additional compost plants to satisfy increasing compost demand.
	14	4	5		5(1)*	The same as case 13, but transport transfer is made. (One land-to-river transfer station is required.)	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
Incineration + landfill	15	1		5		Only one incineration plant with capacity of 1,500 t/d is established at the most suitable place, and excessive waste for incineration is landfilled.	Study of total minimum cost with incineration + landfill. If number of incineration plants becomes two or more, the total cost also increases.
	16	1		5	16	The same as case 15, but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
Incineration + composting + landfill	17-(1)	1	3	5		Only one incineration plant is established at the most suitable place. The existing compost plants are used. Excessive solid waste for treatment is landfilled.	Combination of the three minimum cost sub-systems (without transfer).
	17-(2)	2	3	5		The same as case 17-(1), but one more incineration plant is added.	Examination of a balance between collection/transport cost and expanded facilities cost from addition of incineration plant. Study of the total cost.
	18-(1)	1	3	5	14	The same as case 17-(1), but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.
	18-(2)	2	3	5	8	The same as case 17-(2), but transport transfer is made.	- do -
	19-(1)	1	5	5		One incineration plant at the most suitable place. Compost demand 1,920 t/d. Use of the existing compost plants.	Combination of the minimum cost with increased compost demand.
	19-(2)	2	5	5		The same as case 19-(1), but one more incineration plant is added.	Examination of a balance between collection/transport cost and expanded facilities cost from addition of incineration plant. Study of the total cost.
	19-(3)	2	4	3		Increase of capacity of Nong Khaem compost plant. Close down On-Nooch final disposal site.	New compost plant near to Nong Khaem is affiliated with Nong Khaem compost plant. The future land-use on On-Nooch area is considered.
	19-(4)	3	4	3		Incineration plants at three sites. Compost demand 1,920 t/d. Use of the existing compost plants.	Reduction of landfill disposal volume by increasing disposal capacity of intermediate treatment facilities.
20-(1)	1	5	5	12	The same as case 19-(1), but transport transfer is made.	Evaluation of the effect of transport transfer is attempted.	
20-(2)	2	5	5	4	The same as case 19-(2), but transport transfer is made.	- do -	

* Figure in () shows number of land-to-river stations.

Table 4.9 Results of collection and transport simulation
(Year 2000)

(1980 prices)

Alternative treatment and disposal system	Case No.	Number of treatment and disposal site				Collection and transport cost (Baht/d)	Facilities cost (Baht/d)	Total cost (Baht/d)	Unit treatment and disposal cost		
		Incineration plant	Compost plant	Final disposal site	Transfer station*				Cost (Baht/t)	Rank	Index 315=100 (Base year 1979)
Landfill only	1-(1)			5		942,039	819,392	1,761,431	318	3	101
	1-(2)			5		958,781	866,462	1,825,243	329	5	104
	2-1			5	19	681,523	996,064	1,677,590	303	1	96
	2-(2)			5	19	685,747	1,043,134	1,728,881	312	2	99
Composting only	3-(1)		9			1,039,624	1,227,282	2,266,906	409	21	130
	3-(2)		5			873,037	1,256,208	2,129,245	384	17	122
	4-(1)		9		17	720,101	1,370,437	2,090,538	377	16	120
	4-(2)		5		14	705,504	1,380,482	2,085,986	377	15	120
Incineration only	5	5				701,830	2,014,464	2,716,294	490	29	156
	6	5			3	681,285	2,039,859	2,721,144	491	30	156
Composting + landfill	7		3	5		960,073	920,704	1,880,777	339	8	108
	8		3	5	19	765,238	1,077,350	1,842,588	333	6	106
	9		5	5		913,751	953,890	1,867,641	337	7	107
	10		5	5	17	716,302	1,095,228	1,811,530	327	4	104
Incineration + composting	11	4	3			751,758	1,879,402	2,631,160	475	28	151
	12	4	3		6	721,820	1,899,450	2,621,270	473	27	150
	13	4	5			724,284	1,794,428	2,518,712	455	26	144
	14	4	5		5(1) [*]	697,875	1,810,665	2,508,540	453	25	144
Incineration + landfill	15	1		5		857,963	1,110,848	1,968,811	355	10	113
	16	1		5	16	673,585	1,234,876	1,908,461	344	9	109
Incineration + Composting + landfill	17-(1)	1	3	5		870,459	1,178,662	2,049,121	370	13	117
	17-(2)	2	3	5		804,122	1,399,712	2,203,834	398	19	126
	18-(1)	1	3	5	14	721,012	1,281,869	2,002,881	362	11	115
	18-(2)	2	3	5	8	730,387	1,466,983	2,197,370	397	18	126
	19-(1)	1	5	5		827,562	1,230,310	2,057,872	371	14	118
	19-(2)	2	5	5		753,728	1,520,816	2,274,544	411	23	130
	19-(3)	2	4	3		774,671	1,492,072	2,266,743	409	20	130
	19-(4)	3	4	5		732,033	1,720,922	2,452,955	443	24	141
	20-(1)	1	5	5	12	702,545	1,317,263	2,019,808	365	12	116
	20-(2)	2	5	5	4	731,239	1,542,759	2,273,998	410	22	130

* Figure in () shows number of land-to-river transfer stations.

d. 施設費が増加（4%～24%）すると、それに対し、収集輸送費は減少（5%～9%）するが、ほとんどのケースで収集輸送費の減少より、施設費の増加の方が大きい。この傾向は焼却工場の数が増えるほど顕著である。

e. 中継輸送について

各ケース別に中継輸送の導入による総費用の減少割合を求めた結果を Table 4.10 に示す。

Table 4.10 Change of cost from adoption of transport transfer

(Unit: %)

Alternative systems	Ratio of cost change: with / without				Note No. below
	Compared Case Nos. (A / B)	Collection & transport	Facilities	Total	
Landfill only	2-(1)/1	72	122	95	1)
	2-(2)/1	72	120	95	2)
Composting only	4-(1)/3	69	112	92	3)
	4-(2)/3	81	110	98	1)
Incineration only	6/5	97	101	100	
Composting + landfill	8/7	80	117	98	4)
	10/9	78	115	97	5)
Incineration + composting	12/11	96	101	100	4)
	* 14/13	96	101	100	5)
Incineration + landfill	16/15	79	111	97	6)
Incineration + composting + landfill	18-(1)/17	83	109	98	7)
	18-(2)/17	91	105	100	8)
	20-(1)/19	85	107	98	9)
	20-(2)/19	97	101	100	10)

* Includes effect of land to river transfer (35) t/d

- Note :
- 1) No limit on incoming solid waste volume is made.
 - 2) The incoming volume is limited.
 - 3) The existing plant + new plant of 750 t/d.
 - 4) Composting 1,120 t/d.
 - 5) Composting 1,920 t/d.
 - 6) One incineration plant.
 - 7) Composting 1,120 t/d + one incineration plant.
 - 8) Composting 1,120 t/d + two incineration plants.
 - 9) Composting 1,920 t/d + one incineration plant.
 - 10) Composting 1,920 t/d + two incineration plants.

この表より、中継システムの導入による変化は以下に要約される。

- a. 収集輸送費はすべてのケースで減少する。（減少割合3%～31%）
- b. 施設関連費用はすべてのケースで増加する。（増加割合1%～22%）
- c. 合計費用はほとんどのケースで減少するが、ケースによっては、土地借用料の兼ね合いで増加するケースもある（ケース5、6）。
- d. 全量埋立て、全量コンポスト等、郊外立地のサブシステムによる処理ケースは、中継導入の効果が大きい。
- e. 都心周辺部立地の焼却工場の入った組み合わせでは中継の効果が少ない。さらにこの組み合わせについては以下のことが言える。

- 全量焼却の場合、中継施設を設けると総費用は設けないケースよりもかかる。この場合の中継施設は、郊外部から都心周辺部の焼却工場へのゴミ搬入のため郊外部に設けられる。
- 焼却+コンポストの組み合わせについては、中継の効果は認められない。
- 焼却工場が1個所のみ建設のケース(ケース版15、16および17、18-(II)、19、20-(II))については容量が1,200 t/dであり、2000年の全発生量5,540 t/dのわずか22%である。よって残りの4,340 t/d(78%)郊外部立地のコンポスト工場、最終処分場へ搬入する事となる。この場合の中継による効果はおよそ2~3%である。
- 焼却工場が2個所以上のケースについては中継施設建設の効果はほとんど認められない。

以上により、全量埋立て、全量コンポスト処理等の郊外部立地型のシステムを導入する場合は陸~陸の中継システムの導入を検討する必要があるが、都心周辺部立地の焼却工場による処理の場合は、その処理割合が高まれば高まる程必要性が薄いものと思われる。

また、陸~河の中継はケース版14を除く他のすべてのケースでその有効性が認められず、ごみ輸送のモードとしての船舶利用は河沿いの広大な中継施設建設の取得の困難性とも合わせ考えると、実現性が薄いものと考えられる。

iii) 資源回収費による収入の検討

検討されたタイプ30ケースの代替案毎に、各処理システムからの副産物による資源回収費(概略見込み収入)を計上する。各システム毎の資源回収対象および費用を現状と同様に以下のごとく設定し、各代替案別の資源回収による収入を考慮した総費用を算出する。

- a. 埋立て……………生ごみを土地造成材として使用する事による土地の価値の変化を計上する。

バンコックにおける1㎡当り造成に必要とされる土砂の値段(120パーツ)に造成に必要とされる人工の費用(30パーツ)を加え150パーツとする。生ごみ1トン当り埋立必要面積は0.085㎡であるので、1トン当り造成費は $150 \times 0.085 = 12.75$ パーツとなる。

- b. コンポスト工場…下表により既存・新設コンポスト別にトン当り費用を求める。

Material	Weight of recovered material from one ton of solid waste (kg) (A)	Price (Baht/t) (B)	Revenue from resource recovery (Baht/t) (A) x (B)
Ferrous metal	80	440*	35.2
Compost	150	469*	70.4
Trommel residue			
e. CP	120	14.55**	1.7
n. CP	200	14.55**	2.9
Ash (e. CP)	60	14.55**	0.9
Unsuitable materials for composting (n. CP)	150	12.75	1.9
Total			
e. CP			108.2
n. CP			110.4

Note: * The current sales price. (Compost price is the mean value of types No. 1 and No. 2)

** Necessary area for landfill of 1 ton of ash is 150 Baht/m² x 0.047 m²/t = 14.55 Baht/t.

e. CP and n. CP mean existing compost plant and new compost plant respectively.

焼却工場……発電設備付焼却工場による発電および焼却残灰の土地造成材としての評価を行う。

発電：電力単価	1.14 Baht/kW·h
バンコックにおけるごみ発熱量 (AD2000年)	1,500 kcal とする。
ゴミ1トン当り発電量	270 kW·h/t
発電機稼働率	0.85
稼働率を考慮した発電量	230 kW·h/t
自家使用電力	60 kW·h/t
販売可能電力	170 kW·h/t
割引率 (販売電力に対し)	50%

よって1トン当りの収入は以下により求める。

$$(60 \times 1.14) + (170 \times 1.14 \times 0.5) = 165.3 \text{ Baht/t}$$

焼却残灰：ごみ1トン当りの焼却残灰の発生量は200kgであるので

$$200 \text{ kg} \times 14.55 \text{ Baht/t} = 2.91 \text{ Baht/t}$$

$$\text{合計 } 168.2 \text{ Baht/t}$$

以上の条件を各処理・処分ケースにあてはめ、資源回収による見込み収入を考慮した総費用を算出して、Table 4.1.1 に示す。

Fig. 4.21 に各ケース毎のトン当り処理費用の資源回収による収入を考慮した場合としない場合の変化を表示した。これによると、資源回収による見込み収入を考慮するといずれのケースも300 Baht/t 前後の処理費用となり、ケースによるトン当り処理費用の差は最高と最低で61 Baht/t となり、見込み収入を考慮しない場合の差188 Baht/t のおよそ1/3 に縮まることが判明した。

Table 4.11 Total cost, taking revenue from resource recovery into account (Year 2000)

Treatment and Disposal Type	Case No.	① The expected revenue from resource recovery (Baht/d)				Total	② Total Cost (Baht/t)	② - ① Total net cost (Baht/t)	Unit treatment and disposal cost		
		Landfill Site (2.8 Baht/t)	The Existing Compost Plant (108.0 Baht/t)	Additional Compost Plant (110.9 Baht/t)	Incineration Plant (168.2 Baht/t)				Unit cost (Baht/t)	Rank	Index 35=100 (Base year 1979)
Landfill only	1-(1)	70,912				70,912	1,761,431	1,690,519	305	17	97
	1-(2)	70,912				70,912	1,825,243	1,754,331	317	25	101
	2-(1)	70,912				70,912	1,677,590	1,606,678	290	3	92
	2-(2)	70,912				70,912	1,728,881	1,657,969	299	8	95
Composting only	3-(1)		102,600	242,369		344,969	2,266,906	1,921,937	347	30	110
	3-(2)		102,600	242,369		344,969	2,129,245	1,784,276	322	27	102
	4-1		102,600	242,369		344,969	2,090,538	1,745,569	315	23	100
	4-(2)		102,600	242,369		344,969	2,085,986	1,741,017	314	22	100
Incineration only	5				931,828	931,828	2,716,294	1,784,466	322	28	102
	6				931,828	931,828	2,721,144	1,789,316	323	29	103
Composting + landfill	7	58,752	102,600			161,352	1,880,777	1,719,425	310	21	98
	8	58,752	102,600			161,352	1,842,588	1,681,236	303	15	96
	9	50,048	84,024	94,487		228,559	1,867,641	1,639,082	296	4	94
	10	50,048	84,024	94,487		228,559	1,811,530	1,582,971	286	1	91
Incineration + composting	11		102,600		772,038	874,638	2,631,160	1,756,522	317	26	101
	12		102,600		772,038	874,638	2,621,270	1,746,632	315	24	100
	13		84,024	94,487	657,662	836,173	2,518,712	1,682,539	304	16	97
	14		84,024	94,487	657,662	836,173	2,508,540	1,672,367	302	12	96
Incineration + landfill	15	55,552			201,840	257,392	1,968,811	1,711,419	309	20	98
	16	55,552			201,840	257,392	1,908,461	1,651,069	298	6	95
Incineration + Composting + Landfill	17-(1)	43,392	102,600		201,840	347,832	2,049,121	1,701,289	307	18	97
	17-(2)	28,032	102,600		403,680	534,312	2,203,834	1,669,522	301	11	96
	18-(1)	43,392	102,600		201,840	347,832	2,002,881	1,655,049	299	7	95
	18-(2)	28,032	102,600		403,680	534,312	2,197,370	1,663,058	300	9	95
	19-(1)	34,688	84,024	94,487	201,840	415,039	2,057,872	1,642,833	297	5	94
	19-(2)	19,328	84,024	94,487	403,680	601,519	2,274,544	1,673,025	302	14	96
	19-(3)	19,328	74,844	103,913	403,680	601,765	2,266,743	1,664,978	301	10	96
	19-(4)	7,219	74,844	103,913	562,797	748,773	2,452,955	1,704,182	308	19	98
	20-(1)	34,688	84,024	94,487	201,840	415,039	2,019,808	1,604,769	290	2	92
	20-(2)	19,328	84,024	94,487	403,680	601,519	2,273,998	1,672,479	302	13	96

Fig. 4.21 Change of unit treatment and disposal cost

Treatment and disposal type	Case No.	Treatment and disposal cost per ton of solid waste												
		280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500 (Baht/t)	
Landfill only	1-(1)			○	●									
	1-(2)			○	●									
	2-(1)		○	●										
	2-(2)		○	●										
Composting only	3-(1)					○		●						
	3-(2)					○		●						
	4-(1)					○		●						
	4-(2)					○		●						
Incineration only	5					○							●	
	6					○							●	
Composting + landfill	7					○		●						
	8					○		●						
	9					○		●						
	10		○			○		●						
Incineration + composting	11					○							●	
	12					○							●	
	13					○						●		
	14					○						●		
Incineration + landfill	15					○		●						
	16					○		●						
Incineration + composting + landfill	17-(1)					○		●						
	17-(2)					○		●						
	18-(1)					○		●						
	18-(2)					○		●						
	19-(1)					○		●						
	19-(2)					○		●						
	19-(3)					○		●						
	19-(4)					○		●						
20-(1)		○					●							
20-(2)							○							

Remark ● Total cost without revenue.
○ Total net cost (with revenue)

iv) 演算結果のまとめ

以上の演算結果をまとめると以下のごとくとなる。

- a. 2000年のごみ処理総費用は、ごみの増加量に合わせ現況の3倍程度必要となる。
- b. トン当たり処理費用は、1979年現況値315 Baht/tに比べ、全量埋立ての一部のケースで安くなるが他のすべてのケースで割高となる。トン当たり処理費用が最も高いのは全量焼却のケースで491 Baht/tであり、現況のおよそ1.6倍となる。(但し、システムによる資源回収費を含まず。)また、全ケースの単純平均で387 Baht/tである。
- c. 資源回収による見込み収入を考慮すると各処理・処分ケースの総費用の差は考慮しない場合に比べ小さくなり、およそ300 Baht/t前後の値になる。(全ケース単純平均で307 Baht/t)
- d. コンポスト施設処理量が1,120トン/日から1,920トン/日に増加しても、全体の処理費用は大きく変化しない。(コンポスト+埋立て、焼却+コンポスト、焼却+コンポスト+埋立ての各ケースの平均値でおよそ1%減少)
- e. 焼却工場数の増加は総費用の増加に影響を与える。焼却+コンポスト+埋立てのケースで焼却工場数を1箇所づつ増加すると総処理費用はおよそ10%づつ増加する。
- f. 陸～陸の中継輸送は郊外処理型の基本計画代替案、すなわち全量埋立て、全量コンポストに於て2%ないし8%程度の総費用減少効果が認められるが、都心周辺部立地の焼却工場のある基本計画代替案においては、その効果が認められない。
- g. 陸～河の中継輸送は、焼却+コンポストの組み合わせのうちの1ケース(ケースNo.14)のみ有効で、他のケースではその有効性が認められない。

4.5.4 基本計画選択案の選定

(1) 評価体系

多数の基本計画代替案から限定された数の基本計画選択案を選出するのに必要な評価項目は、それらの案を作成する者とその案を実現し運営する者の両方が納得できる価値基準をもつ必要がある。ここで採用する評価要因は、すでに言及した本プロジェクトの作業を進める基本条件として設定した4つの計画策定指針である経済性、環境保全、資源再利用、行政事情と、これらの評価要因で評価された基本計画代替案を総合的な見地からまとめ上げる評価要因として技術的見地を加える。

また、選択案選定の条件として、現在提示されている7つの処理処分タイプのうち同一タイプから複数の選択案を選定しないようにする。この理由は同一の処理処分タイプから類似のタイプの選択案を選定しないことによって、最終的に決める処理システムの

基本計画最適案のケース選択の自由度を拡大しておくこと、また、選択案設定後に行う各種の調査が類似した重複作業となることを回避しようとするものである。

i) 評価法と評価項目

評価項目を形作る評価要因は、前述の5要因を設定する。次にこれらの評価要因の中味に具体性をもたせるために各評価要因をブレイクダウンした評価要素を選定する。評価要素の選定は評価要因に良く適合して、本プロジェクトの性格と目的にかなった要素を選定することが大切である。

多くのディスカッションを経て、評価項目はTable 4.12に示す内容を採用することにした。また、評価法は、最も一般的で理解の容易な決定論的評価法を採用する。参考として評価法についての一般論をAppendix 4.14に紹介した。

Table 4.12 Evaluation items

Evaluation factor		Evaluation element		Explanation
V	Technology	V1	Reliability of the system.	Flexibility, applicability and adaptability of the system. Technical standard and size of organization required for the operation. Possibility of the facilities site acquisition and appropriateness of facilities location
		V2	Ease of operation	
		V3	Practicability of the Plan	
W	Economy	W1	Unit treatment and disposal net cost	Amount after subtracting revenue from resource recovery from treatment and disposal cost. (permission of solid waste).
X	Environmental protection	X1	Adaptability to natural environmental cycles.	Reduction of burden to environment. Grade of solid waste stability and volume-reducibility. Facility of operation and maintenance of equipment according to quality and quantity of pollutant to be treated.
		X2	Ease to pass anti-pollution standards.	
		X3	Reliability of operation of pollution prevention equipment	
Y	Resource recovery	Y1	Significance of resource recovery.	Saving of virgin resources. Social requirement. Ease of sales and market development. Balance between demand and supply.
		Y2	Marketability of recovered resources.	
		Y3	Stability of supply to the market	
Z	Administrative situation	Z1	Coordination with the existing system.	Sufficiency of the improvement. Utilization of the existing compost plants. Minimizing rise of overheads. Modification of the organization. Necessity to secure competent personnel. Appropriateness of the system to Bangkok in the year 2000. Availability of urban transportation system, sewer system, water supply, power supply, telecommunication system, etc.
		Z2	Reasonableness for budgeting.	
		Z3	Adaptability to the administrative organization.	
		Z4	Adequacy of solid waste management system.	
		Z5	Balance with the other urban institutions	

Note: In selection of the appropriate Master Plan alternatives from the prospective alternatives, not more than one alternative should be selected from the same treatment and disposal type.

ii) 格づけ法

格づけ法は記号評点として、a、b、cの3段階法を主体として採用する。3段階法を採用したのは、良く採用される5段階法や10段階法よりも評価の開きが大きくなり感度が高くなると共に簡明であり、再現性が高いと考えられるためである。また、評価要素が費用に関するものを除いて、定性的評価を行うものが多く、細かい格づけは困難であるためである。

a. 評価要素の格づけ

被評価案に対して評価要素に対する評価が良いものにa、普通のものにb、良くないものにcをつける。評価要素の種類によっては、良い、普通、良くないといった評価が適切でない場合もあるが、いずれにしても、評価要素に照して被評価案が有利な格づけとなるものにa、普通なものにb、不利なものにcを格づけする。

b. 定性的評価要素と定量的評価要素の格づけ

定性的な評価要素の格づけは相対評価法で行う。格づけは成績点的な方法で行うので、多数の被評価案の当該格づけが全部aである場合も生じ得る。

本評価についての定量的な評価要素は費用の高低について評価するW1の単位トン当り合計処理費用とZ2の予算的対応の2要素だけである。これらの格づけは経済性の有利なものから不利なものへと分布軸を作って一定の領域を設定して、有利なゾーンに入るものに高い格づけを与えるという方法を採用する。

(2) 評価の方法

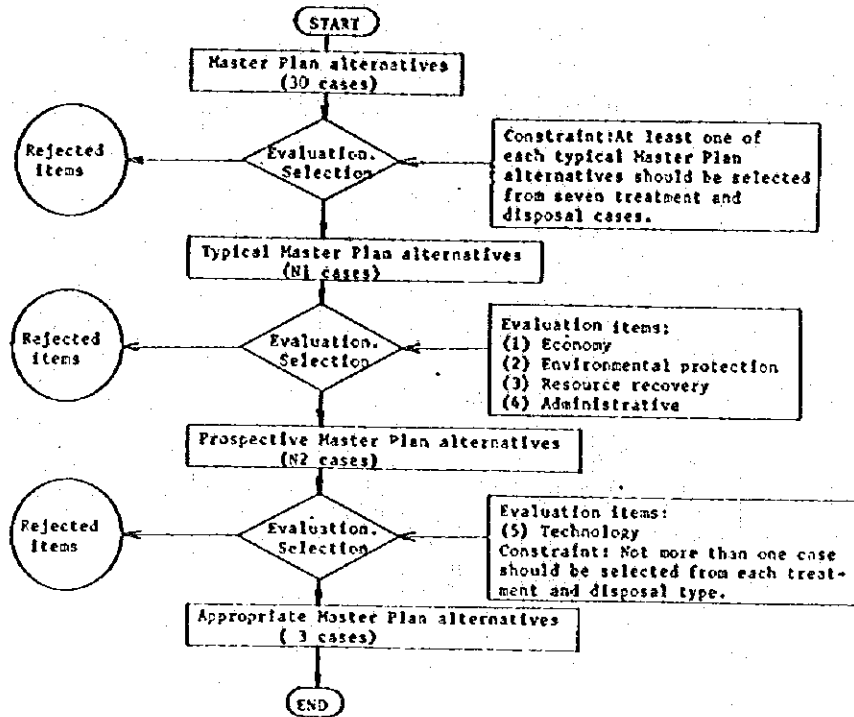
ここでは4.5.3から与えられた30通りの基本計画代替案について評価と選定を行って基本計画選択案を選定する方法および条件について述べる。

i) 評価のプロセス

評価のプロセスはFig.4.22に示す順序に従って行う。30通りの基本計画代替案は3回の選定と評価を受けて順次絞り込みを行い、最終的に3通りの基本計画選択案を選定する。何回もの選定・評価を行う理由は、評価する代替案が多数であるために、選定作業の効率を上げるためと、順次絞り込まれてくる有力案について、各評価段階で十分に精度を上げた評価を行おうとする意図によるものである。

基本計画選択案を選定する評価のプロセスは30通りの代替案から7つの処理処分タイプ毎に典型的な基本計画代替案を選定し典型的な基本計画代替案を N_1 通り選出する。次にこの N_1 通りの基本計画代替案を経済性W、環境保全X、資源再利用Y、行政事情Zの4つの評価要因に照らして評価を行う。ここで一定のレベル以上の評価を受けた N_2 通りの有力な基本計画代替案を選出する。次に技術的見地から最終的な評価を行い、評価の高い順に3つの基本計画選択案を選出するという方法をとる。ただし、三つの選択案は同一の処理・処分タイプから選出されないようにし、各処理・処分ケース別に最も評価の良い代替案が選択案として選出されるようにする。

Fig. 4.22 The process of evaluation



ii) 選択案の選定

評価の順位づけは格づけcがなく、aの多いもの順に有力案として選出するという選定法を採用する。技術的見地から行い最終的な評価を行う段階では、全体の評価要因の格づけの結果も尊重して、評価を行うことにする。

iii) 各評価要素の格づけ法

Table 4.12 評価項目に示したように評価に使用する評価要因は5項目、評価要素は15項目である。各基本計画代替案に対して行い評価要点の格づけは、Appendix 4.15 評価要素の格づけ方法に掲げる方法で行う。格づけは既述したように、a、b、cの3段階法を採用するが、一部要素についてはa、bの2段階法を採用する。

(3) 評価

i) 30通り代替案から典型的基本計画代替案の選定

4.5.3によって与えられた30通りの代替案から7タイプの処理・処分ケース別

にN₁通りの典型的代替案を次の基準で選定する。

- a. 7タイプの処理・処分ケース別に最も典型的な代替案を一つ以上選出する。
- b. なるべく処理・処分施設の配置は均衡のとれた代替案を選出する。
- c. なるべく既存システムとの斉合性がとれる代替案を選出する。
- d. なるべく経済的な代替案を選出する。

以上の選定基準で選出した基本計画代替案はTable 4.13に示すような15通りの代替案となった。

ii) 有力基本計画代替案の選定

7タイプの処理処分ケース別に選定されたTable 4.13に示された15通りの典型的な基本計画代替案に対して2回目の評価選定作業を行い、有力基本計画代替案の選定を行う。評価基準は経済性W、環境保全X、資源再利用Yおよび行政事情Zの4つの評価要因とこれらに付随する12の評価要素である。代替案に対する格づけはAppendix 4.15で決めた方法によって行う。

以上、述べた方法によって評価作業を行った結果、各代替案の評価内容と有力基本計画代替案として選定した案はTable 4.14のようになった。

選出された有力基本計画代替案は処理・処分タイプ、コンポスト+埋立のケースNo.9、10、コンポスト+焼却のケースNo.13、14、コンポスト+焼却+埋立のケースNo.17-②、18-②、19-②、19-③、20-②の9通りとなった。この評価によって除外された基本計画代替案は、格づけCをつけられたもので、既設システムとの斉合性Z1に抵触するものと、回収資源の市場性Y2が不利なものである。

iii) 基本計画選択案の選定

2回目の評価作業で選出された9通りの有力代替案に3回目の評価を行って3通りの基本計画選択案を選出する。これらの案を選出する評価基準は評価要因を技術的見地Vとし、評価要素はシステムの信頼性V1、運営の容易性V2、計画の実現性V3の3項である。この評価基準によって評価を行い、評価の高い代替案を基本計画選択案として選定する。また、同一の処理・処分ケースから複数の選択案が選定されることのないように選別作業を行って基本計画選択案を決定する。

3回目の評価の結果および選定した基本計画選択案はTable 4.15の通りとなった。

選択案として選定した基本計画代替案はコンポスト+埋立のケースNo.9、コンポスト+焼却のケースNo.13およびコンポスト+焼却+埋立のケースNo.19-②である。基本計画選択案の共通な特徴は、いずれも中継輸送が採用されなかったことである。本調査団の試算によればパンコック市の場合中継輸送を行って経済的に引き合う輸送距離は道路距離で約12km以上であると算定されている。選外となった中継輸送を有するケースを検討してみる。ケースNo.10は都心部に17箇所の中継施設を設けることになっており、トン当たり合計処理費用がケースNo.9に比べて、10パーセント節約されるという案があるが、中継施設を設ける予定位置がいずれも現在の都心過密地域であるの

で用地確保の実現性がうすく基本計画選択案として適切でない。ケース版14、18-②、20-②については、いずれも中継施設の用地確保がケース版10と同様に困難であるし、また中継を行う費用的メリットがほとんど無い。以上のような理由のために選択案はいずれも中継無しのケースが選定されたものである。コンポスト+焼却+埋立の処理・処分ケースにおいてケース版17-②と19-②が同じグレードの格づけ順位を得ているが、版19-②が選択案として選定された理由は、ケース版19-②の方が、第2回目の評価で高い格づけを得ていること、経常経費、収集輸送費用が安価であること、中間処理量が多く、より安定した処理システムといえるためである。

(4) 基本計画選択案の選定

選定した3通りの選択案の概要は次に述べる内容のものである。

- a. 処理・処分タイプは策定した7つのタイプのうちコンポスト+埋立、コンポスト+焼却、コンポスト+焼却+埋立の3つのタイプとなった。
- b. いずれのタイプについてもコンポストは、市場調査の結果を反映させて既存施設の他に更に施設規模260 t/dと540 t/dの2つの施設を設け、一日平均1,630 t/dのごみを中間処理し、245 t/dのコンポストを生産する。新たに設けるコンポスト工場の形式は現在の高速堆肥化法より稼働の安定性が良く、運営費用が経済的な地中コンポスト法を採用する。物質回数を目論む場合は、この新工場に選別装置を組み入れることによって達成できる。
- c. 焼却はケース版13で4工場(1,500 t/d×1、1,200 t/d×1、1,100 t/d×2)を設け、一日平均3,910 t/dのごみを中間処理する。ケース版19-②では2工場(1,500 t/d×2)を設けて一日平均2,400 t/dのごみを中間処理する。焼却工場には焼熱ボイラ付の焼却炉を設置し蒸気を回収し、発電を行う。ごみ1トン当たりから回収できる電力量は150から270 kW・hと見込まれる。
- d. 最終処分
ケース版9では3,910 t/dの生ごみを5個所の埋立処分場に直送する。ケース版13は埋立処分場に生ごみを直接搬入する必要のない全量中間処理を行うケースである。ケース版19-②は1,510 t/dの生ごみを5個所の埋立処分場に直送するケースである。埋立方法はいずれも管理型衛生埋立を採用する。
- e. 中継施設
提示する3つの基本計画選択案は、いずれも中継施設の設置を含んでいない。この理由は、経済的なメリットが少いこと、中継施設を設ける候補地が人口過密地区に予定されているため、用地の取得の可能性が薄くなり、基本計画選択案そのものの実現性が困難となるためである。しかし、中継施設は単に輸送費節減という他に対象搬入先施設が故障や定期整備の場合に非ルーチンな輸送ルーティングを確保できて、収集機能をそこなりことなく輸送機能に弾力性を持たせられるという機能を持つ。幸なことに3通りのうちの2通りの基本計画選択案は都心と

Table 4.13 N1 Master Plan alternatives (15 cases)

Alternative treatment and disposal system	Case No.	Treatment & disposal volume, Number of facility sites.						Cost per ton of solid waste (Baht/τ)						
		Incineration		Composting		Final disposal		Transfer facilities t/d	No. of sites	Treatment cost	Collection & transport cost	Revenue from resource recovery	Ordinary expenses and disposal net cost #1	Total treatment and disposal net cost #2
		t/d	No. of sites	t/d	No. of sites	t/d	No. of sites							
Landfill only	1-(2) 2-(2)					5,540 5,540	5 5	3,098 19		329 312	173 123	13 13	243 218	316 299
Composting only	3-(2) 4-(2)			5,540 5,540	5 5			2,168 14		384 377	157 127	62 62	299 287	322 315
Incineration only	5	5,540	5							490	126	168	256	322
Composting + landfill	9 10			1,630 1,630	5 5	3,910 3,910	5 5	2,412 17		337 327	164 129	41 41	255 239	296 286
Incineration + composting	13 14	3,910 3,910	4 4	1,630 1,630	5 5			516 (357)		455 453	130 125	151 151	263 260	304 302
Incineration + landfill	16	1,200	1			4,340	5	2,280	16	344	121	47	221	297
Incineration + composting + landfill	17-(2) 18-(2) 19-(2) 19-(4) 20-(2)	2,400 2,400 2,400 3,346 2,400	2 2 2 3 2	950 950 1,630 1,630	3 3 5 4 5	2,190 2,190 1,510 564 1,510	5 5 5 3 5	771 8		398 397 411 443 470	145 131 136 132 131	96 96 109 135 109	253 247 253 259 250	302 301 302 308 301
								Average		391	137	86	254	305

Note. #1. Ordinary expense is the sum of collection, transport, operation and maintenance cost of the facilities.

#2. The net cost was obtained by subtracting revenue from resource recovery from treatment cost. (cf. Appendix 4.15)

Figures in () show number of land-to-river transfer facilities and solid waste volume handled at the facilities.

The final landfill volume is landfilled raw waste volume which does not include rejected compost, compost residue, and incineration residue.

Each cost per ton of solid waste is the net cost and does not include overheads (ordinary expenses) of the head office.

Treatment costs do not include costs of collecting solid waste from roads, rivers and Khlongs.

Table 4.14 Selection of prospective N₂ Master Plan alternatives

Alternative treatment and disposal systems	Case No.	Economy (W)	Environmental (X)			Resource (Y)			Administrative (Z)					Total ranking			Selection results
			X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	a	b	c	
Landfill only	1-(2)	b	b	b	b	b	a	b	c	a	a	a	b	3	8	1	
	2-(2)	a	b	b	b	b	b	a	c	a	a	b	b	4	7	1	
Composting only	3-(2)	b	a	a	b	a	c	a	b	b	a	a	a	7	4	1	
	4-(2)	b	a	a	b	a	c	a	b	b	a	a	b	6	5	1	
Incineration only	5	b	a	a	a	a	a	b	c	b	b	a	a	7	4	1	
Composting + landfill	9	a	b	b	b	b	a	b	a	b	a	b	b	4	8		○
	10	a	b	b	b	b	b	a	a	a	a	b	b	5	7		○
Incineration + composting	13	a	a	a	a	a	a	b	a	b	b	a	a	9	2		○
	14	a	a	a	a	a	a	b	a	b	b	a	a	9	2		○
Incineration + landfill	16	a	b	b	b	b	a	a	c	a	a	b	b	4	7	1	
Incineration + composting + landfill	17-(2)	a	a	a	b	b	a	b	a	a	a	a	a	9	3		○
	18-(2)	a	a	a	b	b	a	b	a	a	a	a	a	9	3		○
	19-(2)	a	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a	a	10	2		○
	19-(4)	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	10	2		○
	20-(2)	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	10	2		○

Table 4.15 Selection of the appropriate Master Plan alternatives

Treatment and disposal type	Case No.	Technological viewpoint (V)			Selection Results	Unit treatment and disposal net cost per ton of solid waste (Baht/t)	Incineration (t/d)	Composting (t/d)	Landfill (t/d)	Transfer (t/d)
		V1	V2	V3						
Composting + landfill	9	b	a	a	O	296		1,630(5)	3,910(5)	
	10	b	a	b		286		1,630(5)	3,910(5)	2,412(17)
Incineration + composting	13	a	b	a	O	304	3,910(4)	1,630(5)		
	14	a	b	b		302	3,920(4)	2,630(5)		516(5) (351)(1)
Incineration + composting + landfill	17-(2)	a	a	a	O	302	2,400(2)	950(3)	2,190(5)	
	18-(2)	a	a	b		300	2,400(2)	950(3)	2,190(5)	
	19-(2)	a	a	a		302	2,400(2)	1,630(5)	1,510(5)	
	19-(4)	a	b	a		308	3,346(3)	1,630(4)	564(3)	
20-(2)	a	a	b	302	2,400(2)	1,630(5)	1,510(5)		297(4)	

Note 1) Unit treatment and disposal net cost (Baht per ton of solid waste) is the cost from which the expected revenue from resource recovery was reduced. It does not contain headoffice overheads and costs for collection of solid waste from roads, rivers and khlongs.

2) Figures in parentheses show number of plants and stations.

3) Example: In case No. 14, (357)(1) indicates solid waste volume 357 t/d to be handled at 1 transfer station.

と郊外との中間地域に焼却工場が設置されるので、これらの工場内に中継機能を併設して搬入先施設が非定常な場合も、輸送機能に弾力性をもたせることが可能である。

基本計画選択案を実施する場合の必要投資費用およびその他の必要費用の設定をTable 4.16に掲げる。また、施設の配置と規模をTable 4.17に、ごみ搬入先および施設配置図をAppendix 4.16に掲げる。

(5) 結 語

30通りの基本計画代替案から3通りの基本計画選択案を選出できた。2000年においては毎日5,500余トンという膨大な量のごみが市域から収集されることになる。この膨大なごみを手際よく処理することはまったくの大事業であることを良く認識しておかなくてはならない。

20年後のバンコック市のごみ処理システムとして選定した3通りの基本計画選択案について講評を行ってみる。

- a. いずれの基本計画選択案も運営管理費（本社経費）、河川および道路清掃費を含む単位トン当たり処理費は383バーツを越えない。この額は2000年のバンコック市のGPPから清掃事業に分配できる額として社会・経済的見地からみて妥当な範囲である。
- b. 基本計画選択案No.9は現状の処理システムの形態を踏襲する案、No.13はごみを全量中間処理する案、No.19-②は両案の折衷案である。以上のように、ごみ処理システムのタイプの選択の自由度が大きい基本計画選択案を選定できた。
- c. 中間処理施設を設ける優先順位として、コンポスト工場建設は既設コンポスト工場の製品の品質向上と販路の開拓が終了してから着手すべきである。
- d. 焼却工場を建設する場合は、工場内に中継機能を付随させて設け輸送機能に弾力性を確保するのが良策である。

Table 4.16 Costs of the appropriate Master Plan alternatives

Alternative treatment and disposal system	Case No.	Number of plants			Unit cost (Baht/t)*2					Facilities investment cost*1 (million Baht)
		Incineration	Composting	Landfill	*3 Total cost	Treatment & disposal cost	Collection & transport cost	Revenue from resource recovery	*4 Ordinary expenses	
Composting + landfill	9	-	5	5	296	337	164	41	255	2,252
Incineration + composting	13	4	5	-	304	455	130	15	263	6,322
Incineration + composting+ landfill	19-(2)	2	5	5	302	411	136	10	253	4,702

*1 Excluding land acquisition, and maintenance and operation cost

*2 Unit treatment and disposal cost does not contain headoffice overheads and costs for collecting solid waste from roads and khlongs.

*3 Revenue by resource recovery subtract from total required investment cost.

*4 Ordinary expenses are expressed as a sum of collection, transport, operation and maintenance cost included in investment for the facilities.

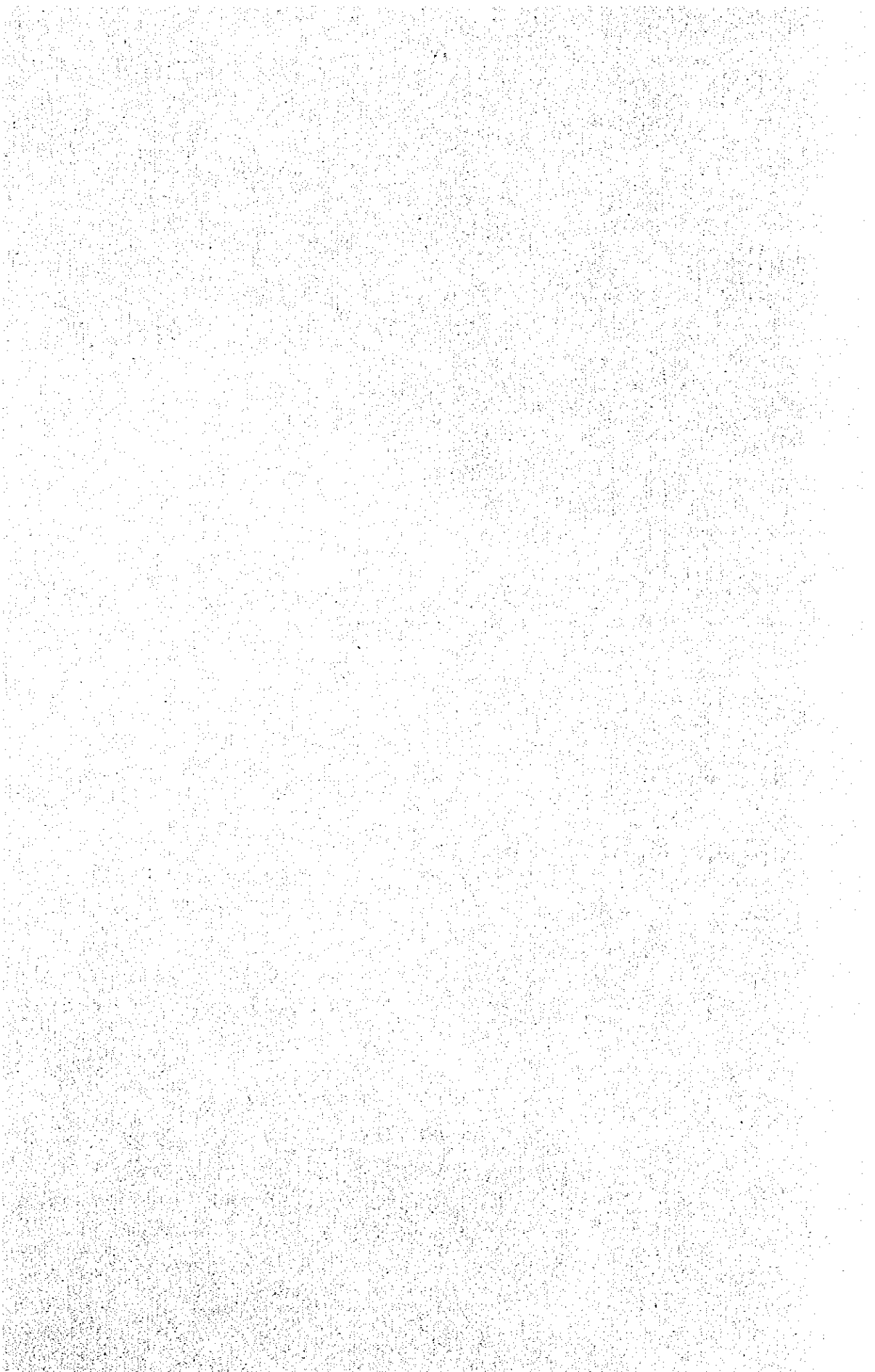
Table 4.17 Location and capacity of the facilities planned in the appropriate Master Plan alternatives

Alternative treatment and disposal System	Case No.	Facilities	Treatment or disposal volume (t/d)	Capacity (t/d)	Location	Remark
Compost- ing + Landfill	9	Compost plant(1)	540	640	On-Nooch	The existing plant
		" (2)	270	320	Ram Intra	-do-
		" (3)	217	260	Bang Khun Tian	
		" (4)	463	540	Taling Chan	
		" (5)	140	160	Nong Khaem	The existing plant
		Landfill (1)	1,558		On-Nooch	-do-
		" (2)	2,072		Nong Khaem	-do-
		" (3)	255		Ram Intra	-do-
		" (4)	15		Bung Phrayasalum	-do-
		" (5)	10		Bung Tanode	-do-
Incineration + Compost- ing	13	Compost plant(1)	540	640	On-Nooch	The existing plant
		" (2)	270	320	Ram Intra	-do-
		" (3)	217	260	Bang Khun Tian	
		" (4)	463	540	Taling Chan	
		" (5)	140	160	Nong Khaem	The existing plant
		Incineration plant(1)	1,200	1,500	Yannawa	Residue is land- filled at On-Nooch
		" (2)	932	1,200	Bang Kapi	-do-
		" (3)	881	1,100	Bangkok Noi	Residue is land- filled at Nong Khaem
" (4)	897	1,100	Phasi Charoen	-do-		
Incineration + Compost- ing + Landfill	19-(2)	Compost plant(1)	540	640	On-Nooch	The existing plant
		" (2)	270	320	Ram Intra	-do-
		" (3)	217	260	Bang Khun Tian	
		" (4)	463	540	Taling Chan	
		" (5)	140	160	Nong Khaem	The existing plant
		Incineration (1)	1,200	1,500	Yannawa	Residue is landfilled at On-Nooch
		" (2)	1,200	1,500	Dusit	Residue is landfilled at Nong Khaem
		Landfill site(1)	500		On-Nooch	The existing plant
		" (2)	941		Nong Khaem	-do-
		" (3)	44		Ram Intra	
		" (4)	15		Bung Phrayasalum	The existing plant
" (5)	10		Bung Tanode	-do-		

Note. The operation rates are; 0.85 for each compost plant, and 0.80 for each incineration plant.

第5章 ごみ処理施設計画および 費用算定

	ページ
5.1 はじめに	5-1
5.2 施設計画	5-1
5.2.1 焼却工場	5-1
5.2.2 新コンポスト工場	5-8
5.2.3 最終処分場	5-12
5.2.4 車庫計画	5-14
5.2.5 既存コンポスト工場改修計画	5-17
5.2.6 器材調達計画	5-17
5.2.7 人員補充計画	5-17
5.3 ごみ処理施設施工計画	5-21
5.3.1 中間処理施設の施工計画	5-21
5.3.2 最終処分場施工計画	5-22
5.4 費用算定	5-26
5.4.1 費用の範囲と算定方法	5-26
5.4.2 施設の建設費	5-26
5.4.3 施設の用地費	5-37
5.4.4 施設の運営維持管理費	5-40
5.4.5 車両購入費	5-44
5.4.6 施設建設費の要約	5-44



第5章 ごみ処理施設計画および費用算定

5.1 はじめに

第4章で提案した基本計画選択案を基にそれぞれの案を構成する要素（中間処理施設、最終処分場等）の施設計画を立案しその概略費用を見積もる。

施設計画の策定および費用の算定に当って実施した概略作業フローは のとおりである。

施設計画の立案とともにシステムを構成するその他の要素すなわち駐車場建設計画、既存コンポスト工場改修計画、車両等器材調達計画、人員補充計画についても言及する。

5.2 施設計画

基本計画選択案に盛り込まれた新規施設すなわち焼却工場、新設コンポスト工場および最終処分場についてそれぞれの施設概要および計画策定の基準を明らかにする。

5.2.1 焼却工場

(1) 計画概要

焼却工場の施設計画概要は Table 5.1 のとおりである。

焼却工場の炉形式はすべて連続燃焼式焼却炉とし、主要な設計条件および計画概要は Appendix 5.1 と 5.2 に示すとおりである。また、施設の設計程度は最新式のプラントを前提として計画した。

なお、炉規模・炉系列の設定に当っては、検討の結果 1,500 トン/日規模の場合 500 トン/日×3 基、1,200 トン/日、1,100 トン/日規模の場合 400 トン/日×3 基および 370 トン/日×3 基とした。

Fig. 5.1 Facility plan formulation works flow

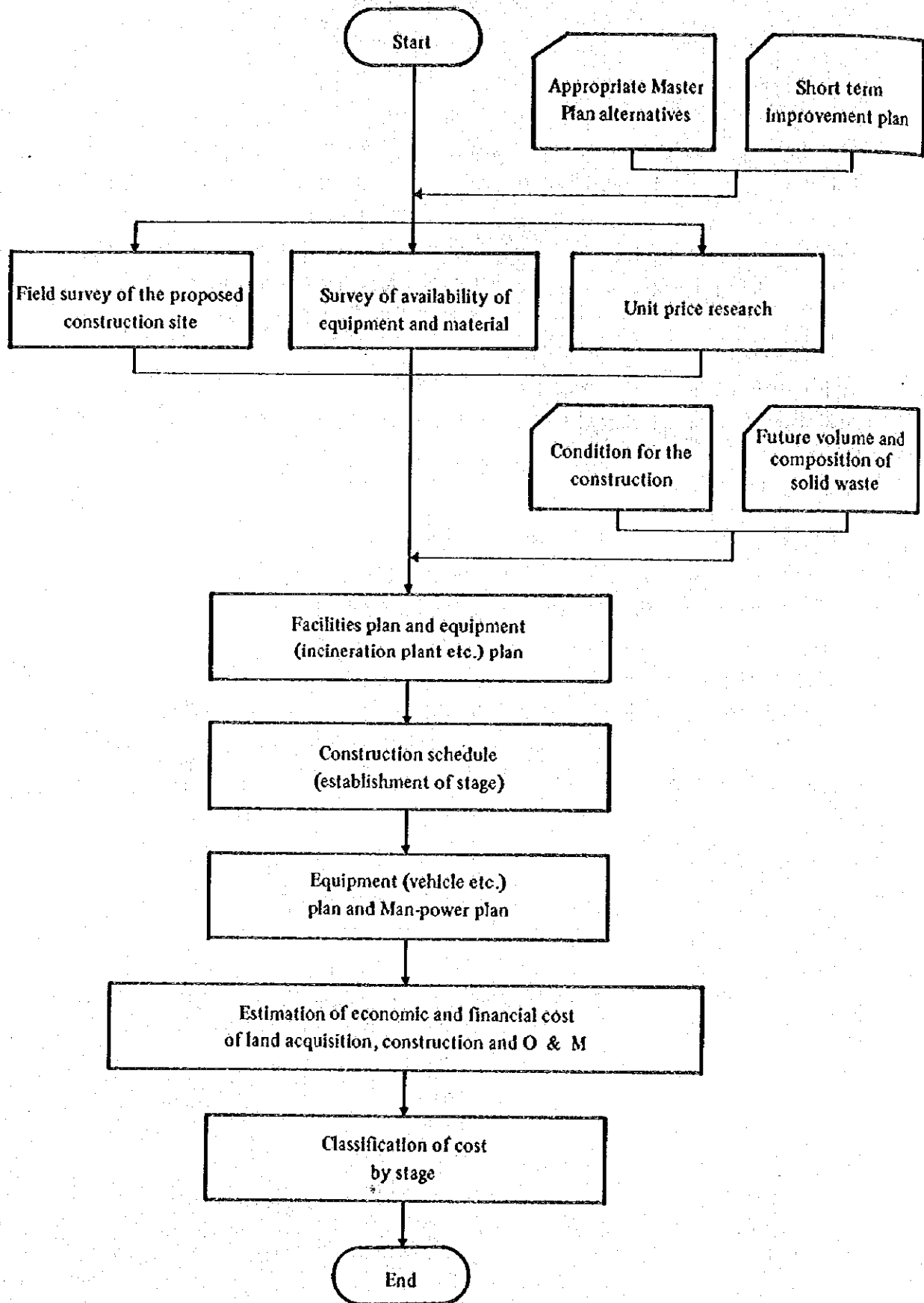


Table 5.1 Outline of incineration plant facility plan

< 1 > Capacity and site area of the plant

Case No.	The plant name	Treatment capacity (t/d)	Number of incinerators (t/d x unit)	Site area (m ²)	Floor area (Gross floor area) (m ²)	Electricity generation capacity (kW)
13 or 19-(2)	Yannawa	1,500	500 x 3	79,700	15,000 (37,500)	11,000
13	Bang Kapi	1,200	400 x 3	67,000	12,000 (30,000)	9,000
13	Bangkok Noi	1,100	370 x 3	63,400	11,000 (27,500)	8,000
13	Phasi Charoen	1,100	-do-	58,800	11,000 (27,500)	8,000
19-(2)	Dusit	1,500	500 x 3	77,200	15,000 (37,500)	11,000

< 2 > Main facilities (common to all plants)

Item	Detail
1. Incinerator	Continuous firing mechanical incinerator
2. Exhaust gas cooling	Waste heat boiler type
3. Dust collection	Electric precipitator
4. Waste water treatment	Closed system
5. Waste heat utilization	Steam turbine power generation, air conditioning, and hot water supply
6. Operation and control	Integrated remote control system, data processing system
7. Stack	Steel-made concentration type. Height 60 m
8. Bulk waste pulverizer	50 t/8 h
9. Bldg. and external structure	Plant facilities are accommodated in building
a. Main plant building	One, made of steel reinforced concrete. Height approx. 31 m above ground level with basement (5 m deep). Office building attached
b. Other buildings	One bldg. each for ash weighing, solid waste weighing, vehicle washing, and hazardous material storage
c. External structure	Parking lot, access road, open space, plantation
10. Architectural facilities	Ventilator, fire extinguisher, electrical equipment
11. Plant facilities	An assortment. Ref. Appendix 5.2

(2) 配置計画（構内）

次に焼却工場の配置計画について概述する。

焼却工場の配置計画に際しては、操作性、経費性、周辺環境への影響等を考慮し、次の項目について検討した。

a. 動線計画

動線計画は焼却工場に出入する車両の主流である収集車を基準に計画した。動線計画で考慮した点は、動線の交差を極力避けること、滞車スペースを十分とること、各関連施設とのかね合いを図ることの3点である。

b. 周辺地域への影響

焼却工場からの周辺地域への影響としては、収集車等による車の騒音、振動、ごみピットからの悪臭、煙突からのばいじん、各施設からの騒音、汚水問題等が考えられる。したがって、焼却工場内各施設の配置はこれらを可能な限り抑制することを考慮して計画した。施設の配置計画においては、各施設は可能な限り敷地境界より離して計画し、さらに敷地境界にはグリーンベルトを配するものとした。

策定した配置計画を Fig. 5.2、5.3、Appendix 5.3 に示す。

建設用地周辺図は Appendix 5.4 に、工場内部断面図は Fig. 5.4 に収録する。

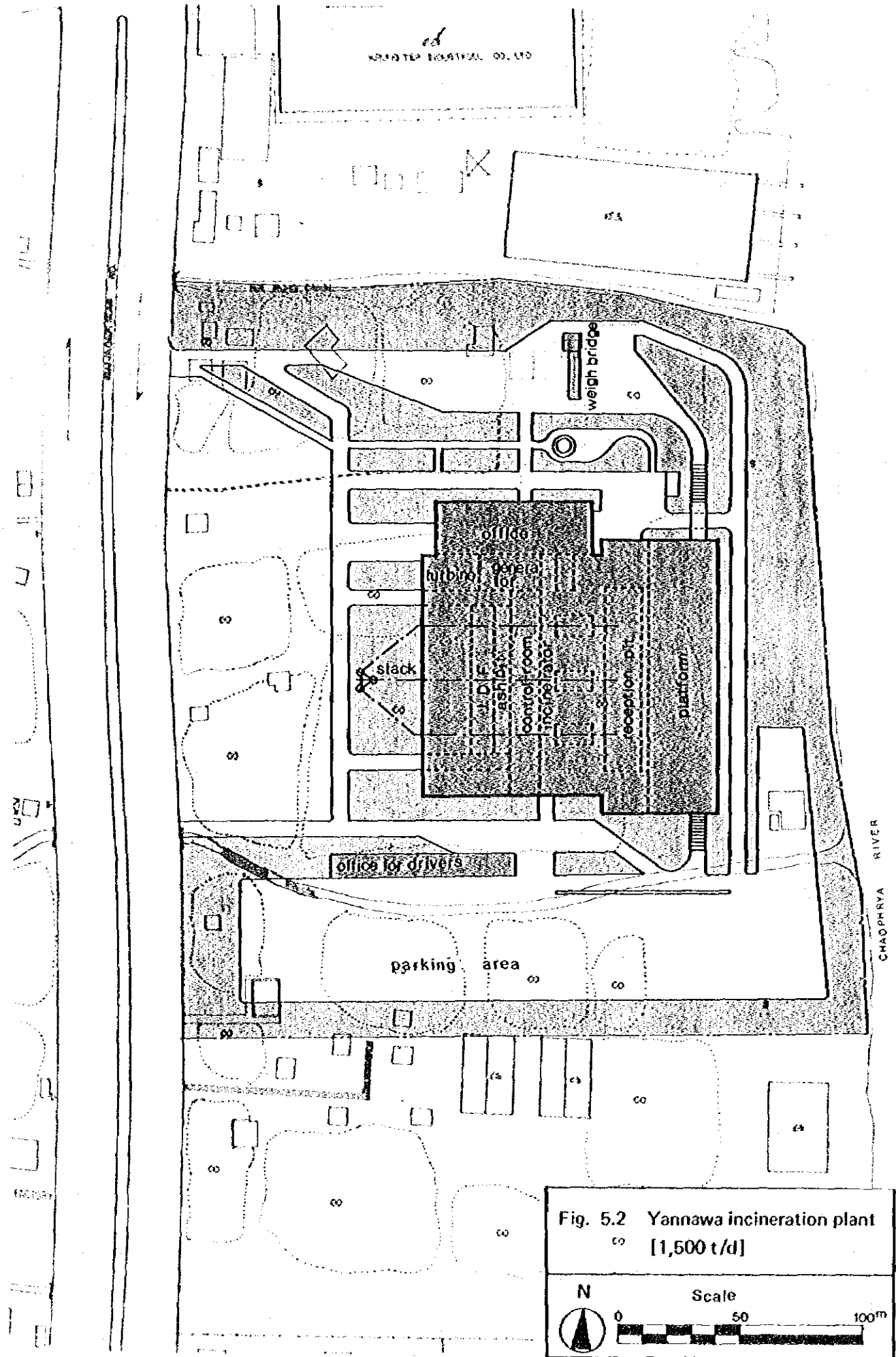
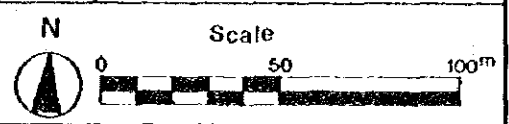


Fig. 5.2 Yannawa incineration plant
[1,500 t/d]



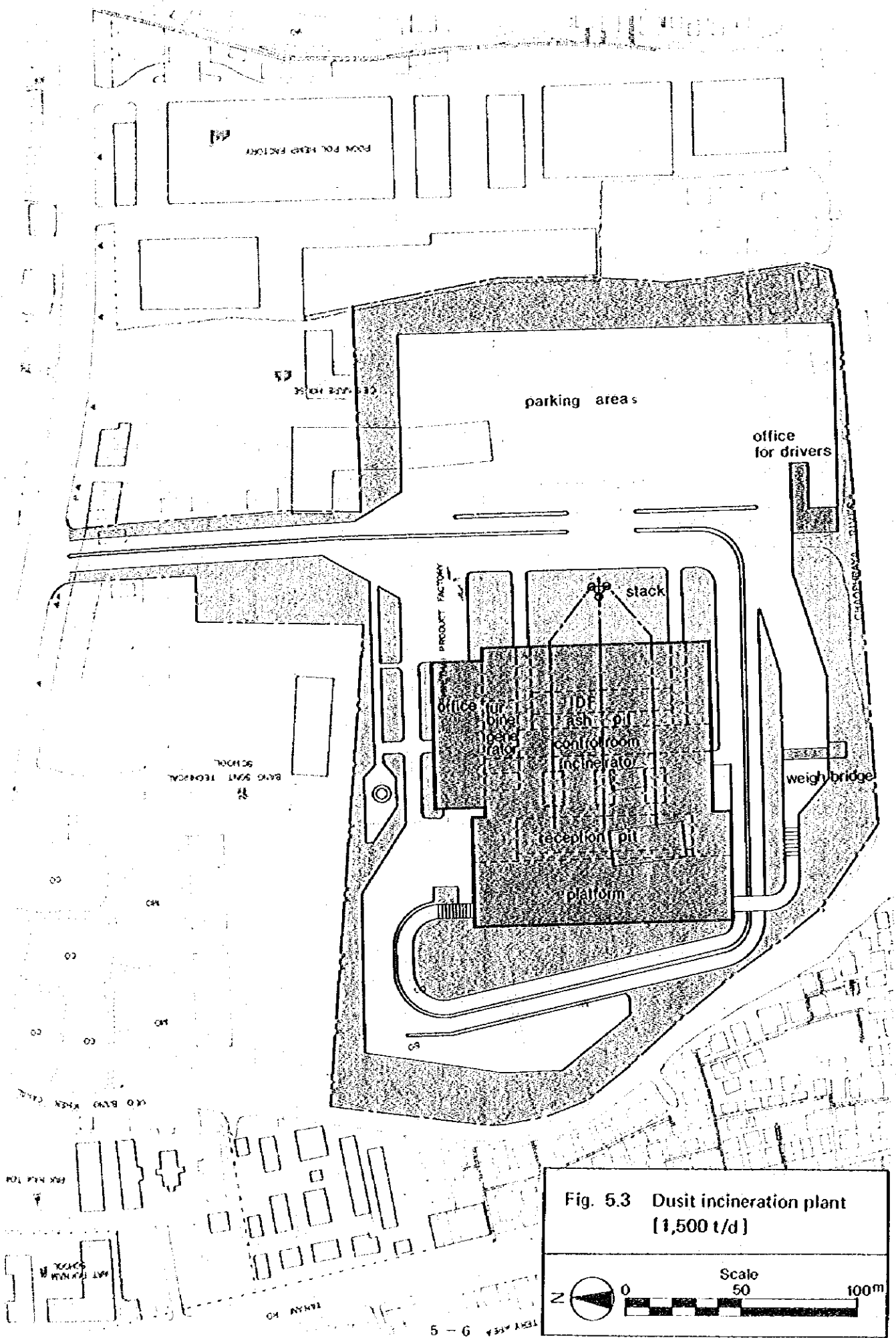
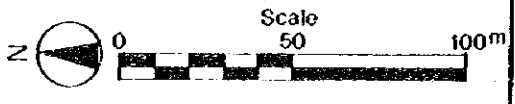


Fig. 5.3 Dusit incineration plant [1,500 t/d]



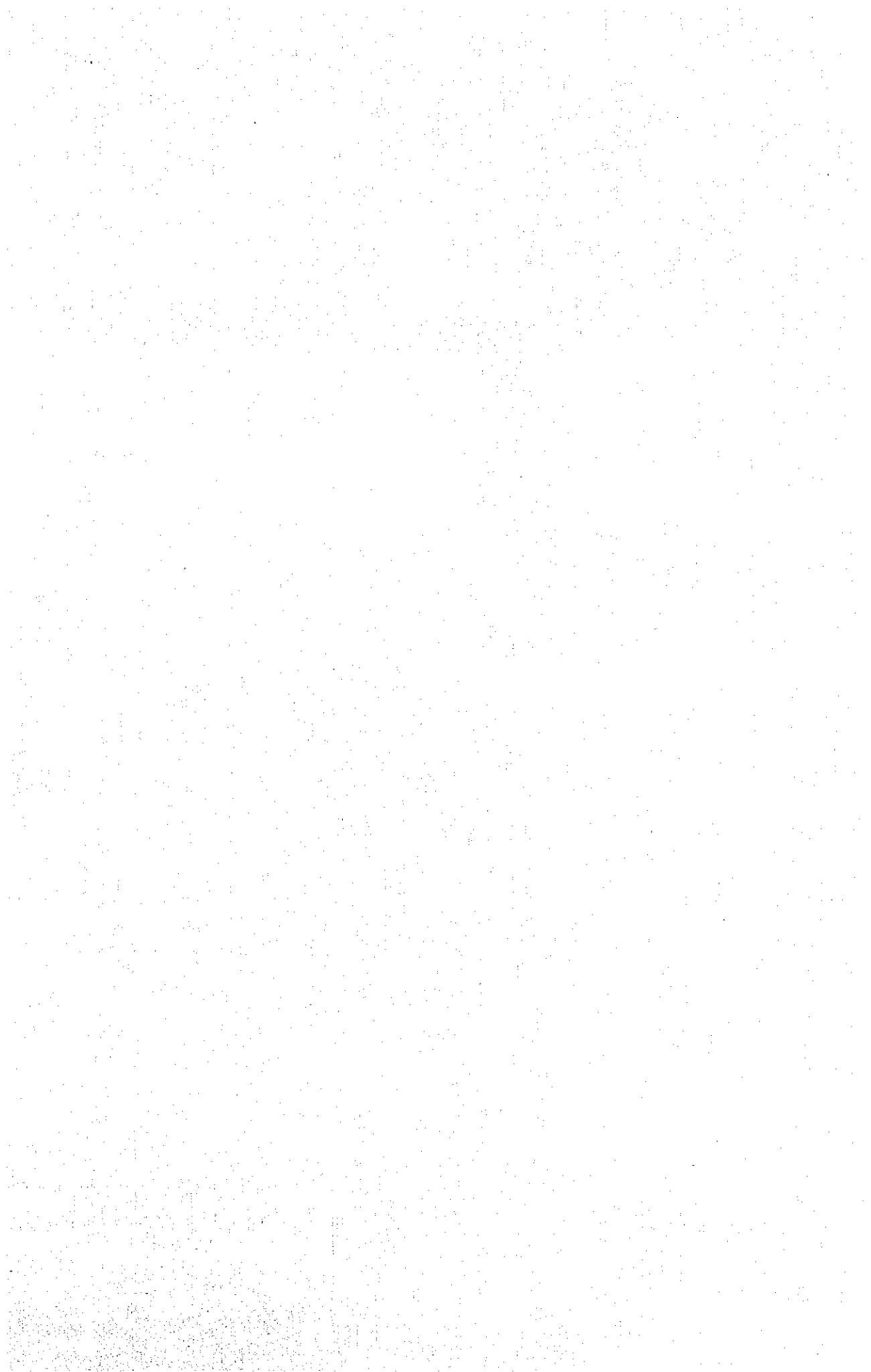
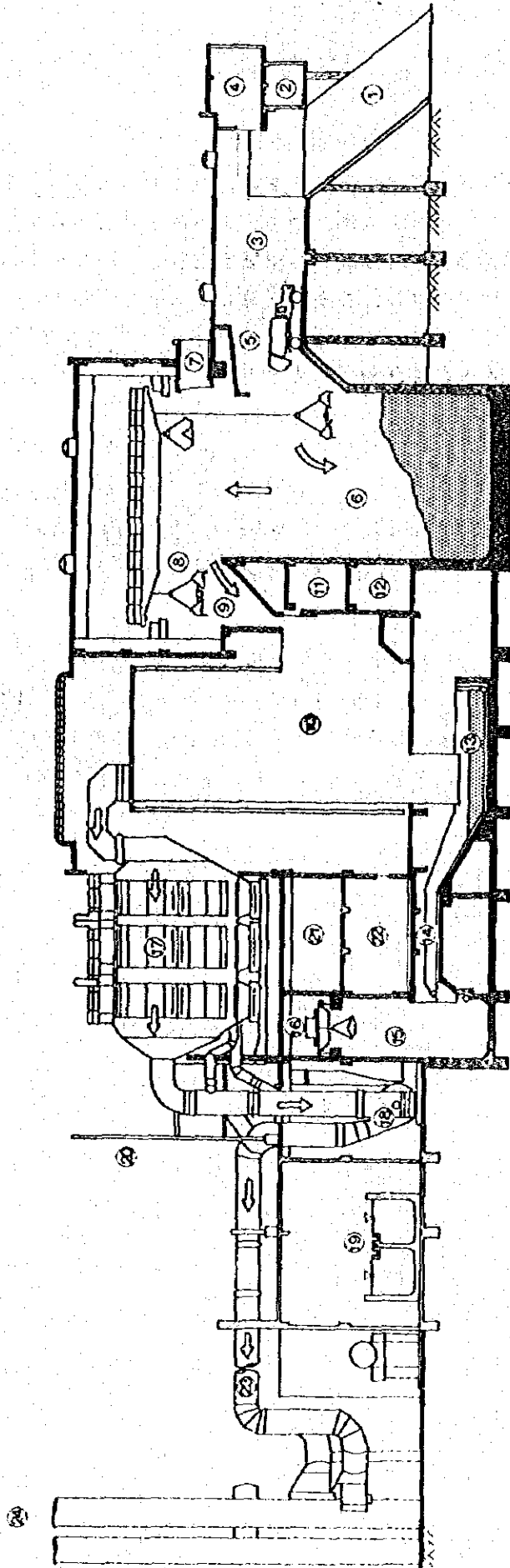


Fig. 5.4 Sectional view of incineration plant



Legend

Symbol	Name of facilities and equipments	Symbol	Name of facilities and equipments	Symbol	Name of facilities and equipments	Symbol	Name of facilities and equipments
①	Ramp	⑦	Crane operation room	⑬	Ash quenching trough	⑲	Sewage treatment equipments
②	Room of air-curtain equipment	⑧	Refuse crane	⑭	Ash conveyor	⑳	Noise shelter
③	Platform	⑨	Refuse charging hopper	⑮	Ash pit	㉑	Room: transformers and breakers
④	Operation center of pit gates	⑩	Incinerator	⑯	Ash removal crane	㉒	Control center
⑤	Pit gate	⑪	Incinerator-cooling fan	⑰	Electric precipitator	㉓	Flue
⑥	Reception pit	⑫	Forced-draft fan	⑱	Induced-draft fan	㉔	Stack

5.2.2 新コンポスト工場

(1) 計画概要

新設するコンポスト工場の計画概要は Table 5.2 のとおりである。

本計画において採用したコンポスト方式は、地中コンポスト処理方式で三方を壁で囲いこんだ発酵槽に2.5mのごみを積上げ、槽底から空気を強制的に送風する方式である。発酵期間は二次発酵まで2ヶ月で計画し、ごみの切返しは必要最小限にとどめるようにしている。

新コンポスト工場の施設フローおよび物質収支は Fig. 4.4、4.5 に示したとおりである。

本方式においては、施設フローからもわかるように、搬入されたごみをベルトコンベヤで流しコンポスト不適ごみ(プラスチック、金属くず、ガラスくず等)は人力により選別する。この施設が260 t/d 処理工場である Bang Khun Tian では5基必要となり、これをベースとしてごみピット容量等の施設規模を決定している。

(2) 配置計画(構内)

上記のコンポスト工場は2工場とも農業地域に立地しており、周辺地域への影響は検討した結果それ程ないものと思われる。したがって、新コンポスト工場の配置計画に際しては、作業性を最優先に計画した。各施設の配置計画を Fig. 5.5 および Fig. 5.6 に示す。

なお、両工場の建設用地周辺図を Appendix 5.5 に、また、場内設計図を Appendix 5.6 に示す。

Table 5.2 Outline of new compost plant facility plan

< 1 > Capacity, method and site area of the plant

Case No.	The plant name	Treatment capacity (t/d)	Treatment method	Site area (m ²)	Fermentation yard area (m ²)	Compost production capacity (t/d)
9 13 19-(2)	Bang Khun Tian	260	2 months aerobic fermentation. Treatment on ground surface	173,700 (incl. final disposal site)	16,800	32.6
	Taling Chan	540		291,600 (incl. final disposal site)	33,600	69.5

< 2 > Main facilities

Facility and equipment	Bang Khun Tian	Taling Chan
Reception pit (5m x 7m x 28m) D W L	1 unit	2 units
Handsorting (belt conveyor)	5 units	5 units x 2
Fermentation trough (20m x 13m)	30 units x 2	30 units x 4
Final separation (Trommel) 1 t/h	14 units	14 units x 2
Weighing scale	1 unit	2 units
Blower 2,200 mmAq 100Nm ³ /min	2 units	4 units
Office building	1 bldg.(400m ²)	1 bldg.(700m ²)

< 3 > Outline of landfill site attached to compost plant

The plant name	Bang Khun Tian	Taling Chan
Planned total landfill volume	564,000 m ³	1,172,000 m ³
Landfill site area	64,000 m ²	121,000 m ²
Landfill life span	20 years	20 years
Landfill height	10 m	10 m
Leachate treatment capacity	200 m ³ /d	260 m ³ /d

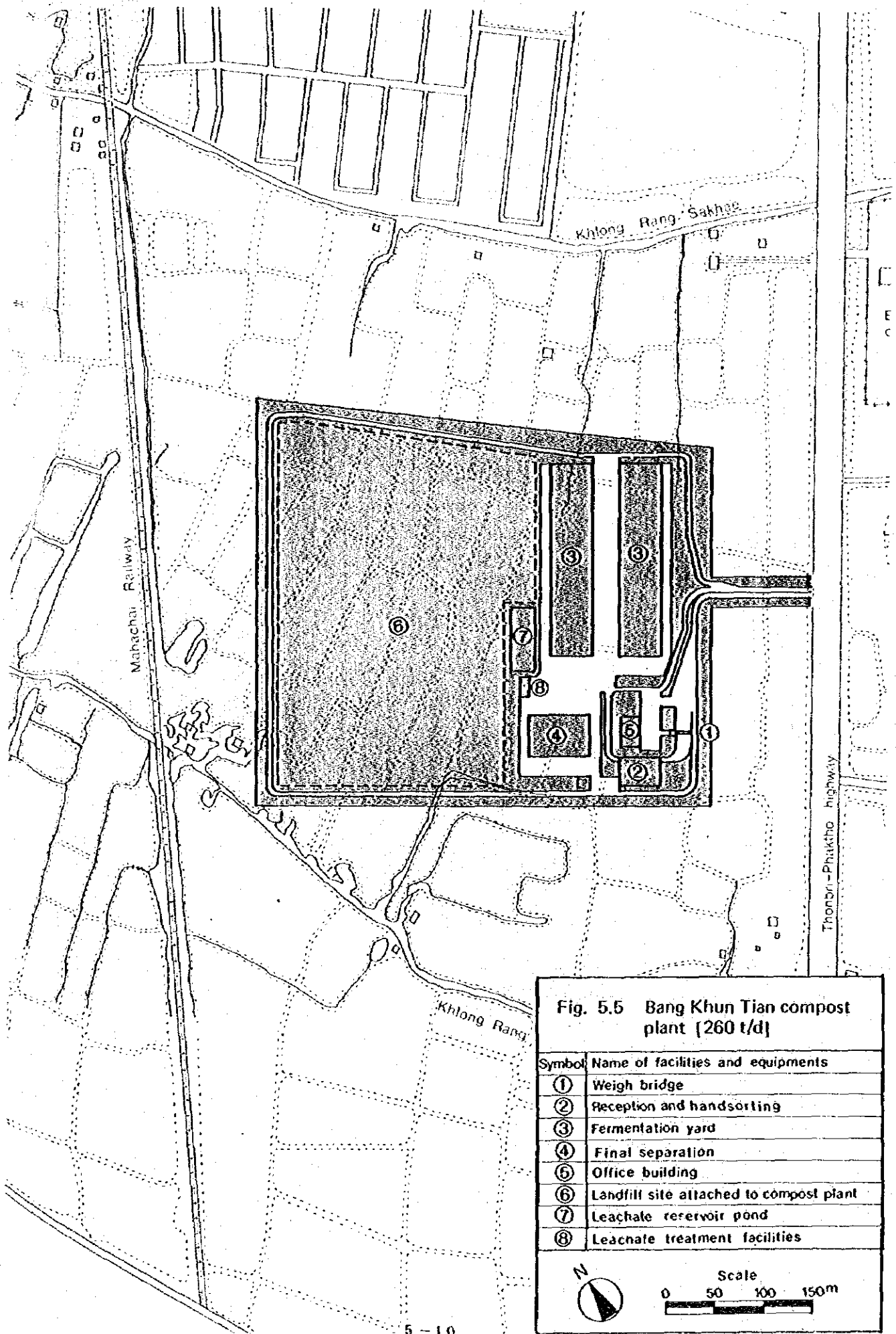
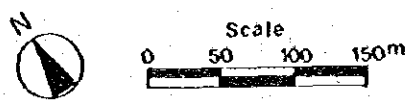


Fig. 5.5 Bang Khun Tian compost plant (260 t/d)

Symbol	Name of facilities and equipments
①	Weigh bridge
②	Reception and hand-sorting
③	Fermentation yard
④	Final separation
⑤	Office building
⑥	Landfill site attached to compost plant
⑦	Leachate rerervoir pond
⑧	Leachate treatment facilities



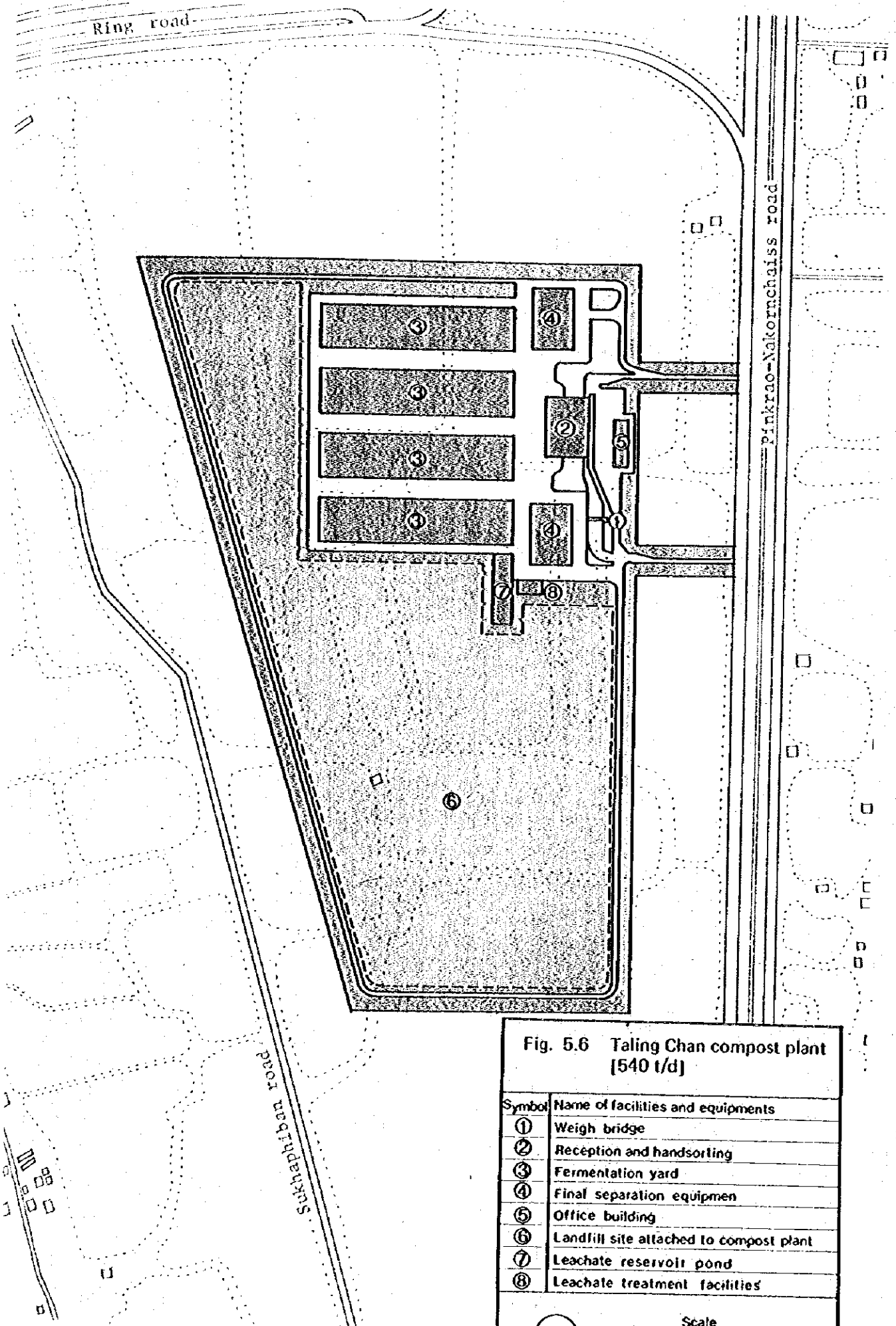
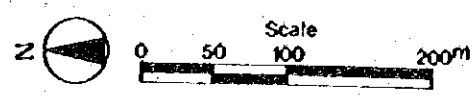


Fig. 5.6 Taling Chan compost plant [540 t/d]

Symbol	Name of facilities and equipments
①	Weigh bridge
②	Reception and handsorting
③	Fermentation yard
④	Final separation equipmen
⑤	Office building
⑥	Landfill site attached to compost plant
⑦	Leachate reservoir pond
⑧	Leachate treatment facilities



5.2.3 最終処分場

(i) 計画概要

1) 最終処分場の規模

基本計画選択案別、処分場別埋立可能容量および処分場面積を Table 5.3 に示す。これらは、いずれも改良型嫌氣的衛生埋立構造、築堤先行型区画埋工法によるものとした。埋立層厚は、わずかな区域を除き 3 m (ごみ層厚 2.7 m、覆土厚 0.3 m) × 5 層、すなわち 15 m である。

Table 5.3 Capacity and area of final disposal site

Case No.	Landfill site	Landfill capacity 1,000 m ³	Landfill site area (1,000 m ²)	
			Total area	Newly required area
9	On-Nooch	14,672	1,679.8	750.2
	Nong Khaem	13,825	1,296.5	707.7
	Ram Intra	3,991	551.8	462.2
13	On-Nooch	6,222	929.6	0
	Nong Khaem	7,169	756.1	167.3
	Ram Intra	1,993	317.3	227.7
19-(2)	On-Nooch	8,296	1,093.9	164.3
	Nong Khaem	9,478	976.7	387.9
	Ram Intra	2,466	352.9	263.3

Note 1. Landfill capacity satisfies the planned landfill volume until the year 2010. In the case of On-Nooch and Nong Khaem landfill sites, the already landfilled volume is included.

2. Landfill site area includes compost plant site area.

3. Newly required area is the area needed to meet the planned landfill capacity

ii) 計画埋立処分量

計画埋立処分量を Table 5.4 に示す。

Table 5.4 The planned landfill volume (fiscal 1983 ~ 2010)

(Unit : 1,000 m³)

Case No.	Total volume	Landfill volume by material			
		Solid waste	Compost plant waste		Ash from incineration plant
			Compost residue	Incineration ash	
9	28,911	27,116	1,212	583	0
13	12,453	10,470	1,212	583	188
19-(2)	18,003	15,773	1,212	583	435

この計画書は次の前提にもとずき計画した。

- a. 埋立処分対象ごみは収集地点から至近距離の処分場に搬入するものとした。ただし、Ram Intra 処分場は1987年度より生ごみを受け入れるものとし、さらに、周囲の状況を考慮して総埋立量を制限した。
- b. Bung Phrayasuren, Bung Tanode 処分場は1987年度、Tung Kru 処分場は1991年度まで従来通り使用する。
- c. 焼却工場の焼却灰は覆土材として必要となる量のみ受入れ、余剰量は低地埋立材として活用する。

なお、各選択案別、年度別計画処分量を Appendix 5.7 に示した。

iii) 最終処分場主要設備概要

基本計画選択案別、処分場別主要設備概要を Table 5.5 に示す。このほか場内道路、受入れ計量設備、管理棟、修理棟などの管理施設を設置する。

既存の管理施設はできる限り活用してゆくものとする。

Table 5.5 Main facilities of final disposal site

Facility	Case No.								
	9			13			19-(2)		
	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	On-Nooch	Nong Khaem	Ram Intra	On-Nooch	Nong Khaem	Ram-Intra
Leachate collection facilities (m)	10,600	9,000	4,500	6,100	5,900	2,740	8,000	7,100	3,000
Pumping facility (unit)	23	21	14	15	17	9	17	17	11
Block bank (1st layer) (m)	10,400	8,000	4,300	5,800	5,000	2,600	6,800	6,100	2,900
Block bank (2nd - 5th layer) (m)	35,200	26,700	14,400	15,000	15,300	8,800	19,100	19,500	10,100
Final soil covering (ha)	126	109	38	53	51	20	71	73	25
Gas discharge facilities (unit)	107	92	30	47	55	16	63	70	18
Rainwater drain facilities (m)	26,200	19,200	8,700	14,800	12,300	4,700	17,000	14,600	5,800
Leachate treatment facilities (m ³ /d)	1,500	1,300	450	500	800	300	700	900	300

(2) 施設配置計画

i) 用地の選定

2010年までの計画埋立処分量に対してケースNo.13のOn-Nooch 処分場を除きいずれも新たに処分場用地を確保する必要がある。この場合の必要面積は既処分場に隣接し、かつ、移設対象となる住宅などの建造物が少ない区域を優先して選定

した。敷地境界から埋立区域までの管理用地は周辺環境の悪化を防止する目的から十分な巾を確保し、周囲道路、グリーンベルト、洪水防止堤を配置する計画とした。

ii) 区画の大きさ

区画埋立のための区画の大きさは1層を1年、すなわち1区画を5年間で埋立てる面積を目途に既存施設および敷地形状を勘案して決定した。

各区画ごとの埋立容量および埋立工程の概要をAppendix 5.8に示す。

iii) 埋立形状と施設配置

埋立形状と施設配置の例をFig. 5.7、5.8およびAppendix 5.9に、また用地周辺図をAppendix 5.10に示す。

iv) 浸出水処理施設と調整池

a. 計画処理水量の決定にさいし、埋立終了後の区域から浸出する汚水をいつまで処理する必要があるかを予測することは極めて困難であるが、本計画では、埋立終了後直ちに最終覆土を行うことを前提に埋立終了後5年を経過した区域については処理対象外として計画した。

b. 調整池は埋立地内の一時貯留もやむをえないものとして1年確率日最大降雨による浸出量を貯留できる容量とした。

各処分場別区画埋立計画にもとづく浸出水処理設備規模および調整池容量ならびに処理設備の概要をAppendix 5.11に示す。

5.2.4 車庫（駐車場）計画

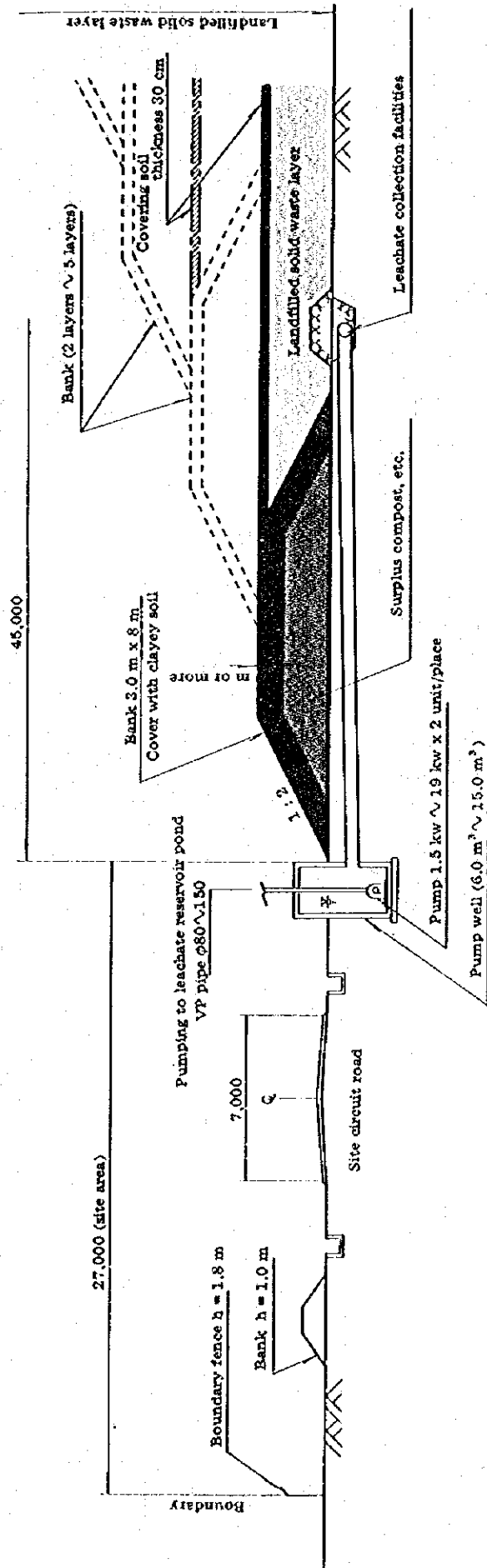
焼却工場の建設を含む基本計画選択案No.13、No.19-(2)にあつては、各焼却工場のオーブンスペースを利用した駐車場を計画する。

焼却工場の建設を含まない基本計画選択案No.9の場合はYannwa, Bangkok Noiの南北2ヶ所の工場建設用地を駐車場に転用する。

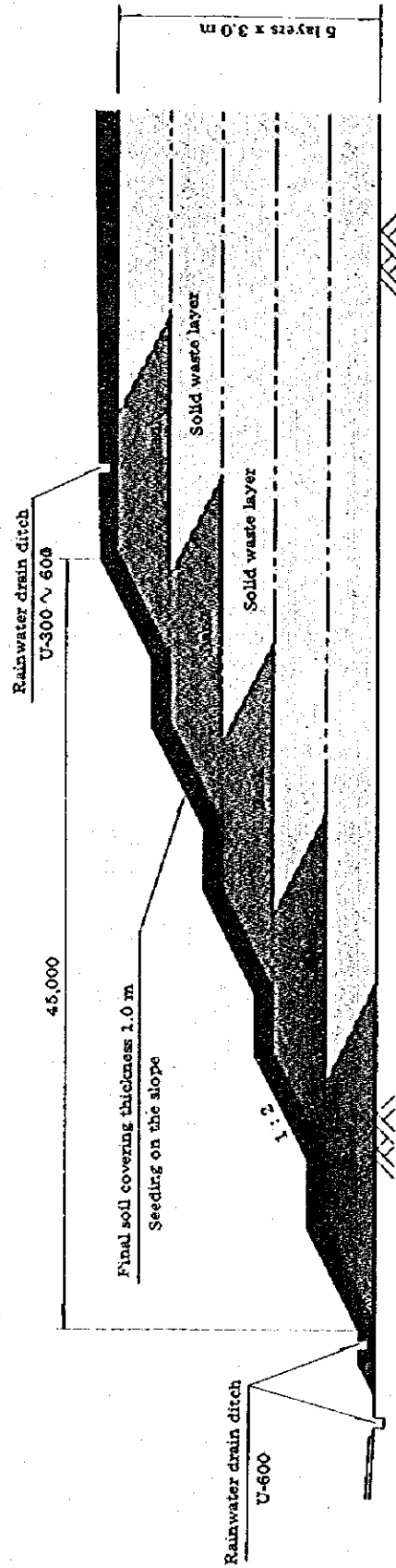
この車庫（駐車場）の建設計画概要をTable 5.6に示す。

Fig. 5.7 Standard shape of landfill site (section)

(1) At the beginning of landfill



(2) At the completion of landfill



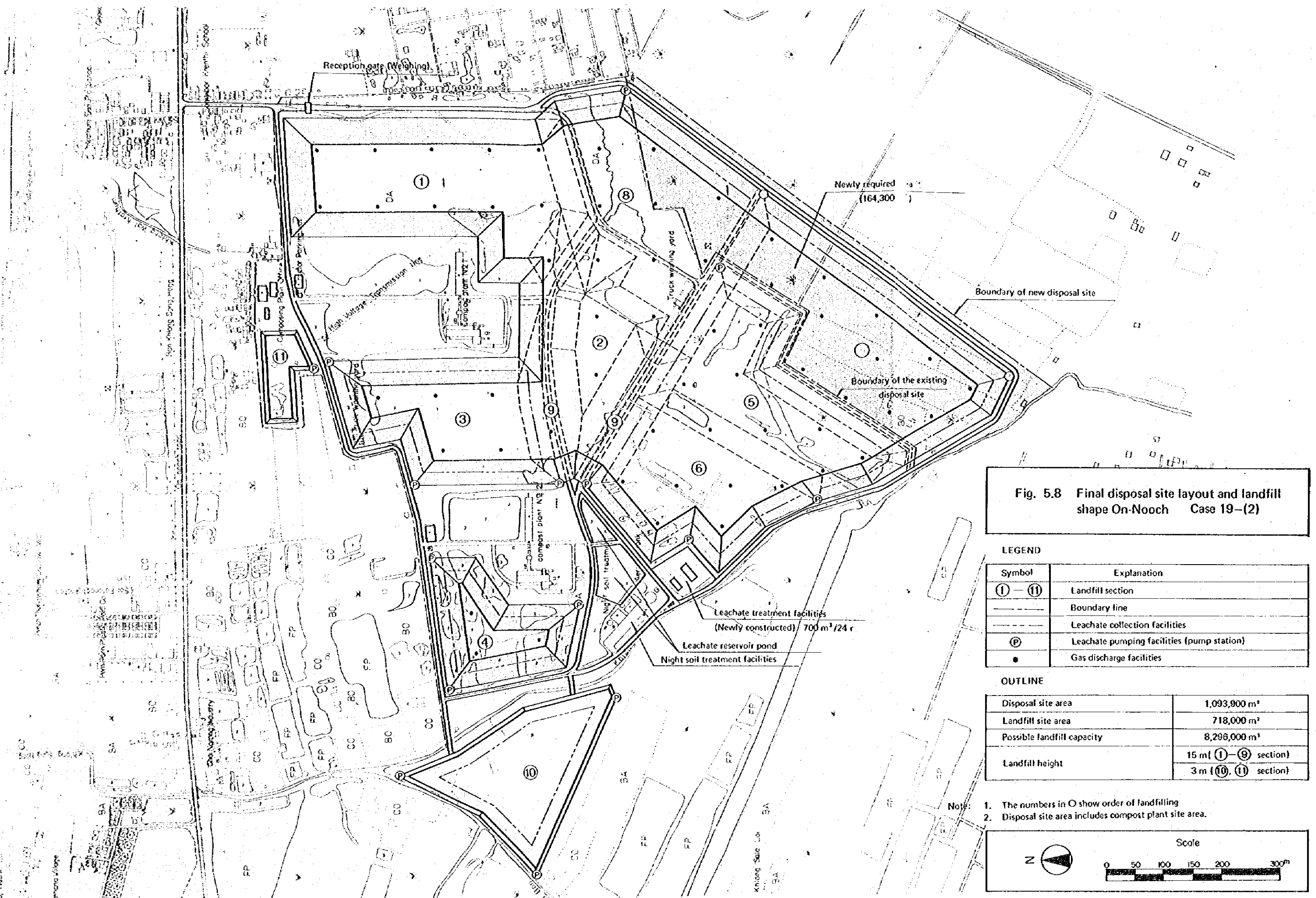


Fig. 5.8 Final disposal site layout and landfill shape On-Nooch Case 19-(2)

LEGEND

Symbol	Explanation
① — ⑪	Landfill section
—	Boundary line
—	Leachate collection facilities
Ⓟ	Leachate pumping facilities (pump station)
●	Gas discharge facilities

OUTLINE

Disposal site area	1,093,900 m ²
Landfill site area	718,000 m ²
Possible landfill capacity	8,296,000 m ³
Landfill height	15 m (①—⑨ section)
	3 m (⑩, ⑪ section)

- Note:
- The numbers in O show order of landfilling
 - Disposal site area includes compost plant site area.

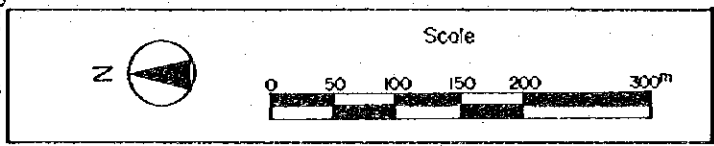


Table 5.6 Outline of parking lot construction plan

Case No.	Site	Parking area (m ²)	Parking capacity	Building area (m ²)	Remark
9	Yannawa	14,400	400 trucks	560	Each site has 16,000 m ² area. Building area is for office and repair shop.
	Bangkok Noi	14,400	400 trucks	560	
13	Yannawa	11,200	300 trucks	-	Parking lot is attached to incineration plant.
	Bangkok Noi	12,350	300 trucks	-	
19-(2)	Yannawa	11,200	300 trucks	-	-do-
	Dusit	9,600	300 trucks	-	

5.2.5 既存コンポスト工場改修計画

既存コンポスト工場については、本プロジェクトのライフスパン内で施設機能が現状どおり維持しうるよう、全工場とも1990年および2000年時点において大修理を行うものとする。

修理内容は、摩耗・腐食等の理由により性能劣化が予想される部分の補修・交換（予防保全を含む）である。したがって、建築関係の部分は少なく機器関係の部分が大部分である。主な修理機器は、クレーン、ホッパー、各種コンベヤ、各種破砕機、発酵トラフ、焼却炉レンガ、煙道、ガス冷却洗浄設備、煙突、トロンメルである。

5.2.6 器材調達計画

基本計画選択案に伴い必要となる機材（収集車両、道路清掃車、埋立機材、河川クローン清掃船）につき、その新規調達計画を5年単位にまとめTable 5.7に示す。これら機材の車種別、作業種別内訳はAppendix 5.12を参照のこと。

なお2001年から2010年までの調達計画は経済財務分析のために設定した。

5.2.7 人員補充計画

人員補充計画については、清掃、収集運搬関係と処理処分関係に分離してTable 5.8、5.9に示す。

清掃、収集運搬関係の管理要員は現場要員の3.8～5.0%を見込んだ。処理処分関係の管

Table 5.7 Movable equipment acquisition plan

(Unit: person)

Case No.	Equipment	Fiscal year						Total
		1983 2) 1985	1986 2) 1990	1991 2) 1995	1996 2) 2000	2001 ³⁾ 2) 2005	2006 ³⁾ 2) 2010	
9	Collection truck	142	255	535	660	607	820	3,019
	Mech. road sweeper	2	17	38	38	28	61	184
	Compost plant equipment	1	32	14	14	29	4	94
	Landfill equipment	2	29	7	26	15	13	92
	Other vehicle ¹⁾	0	1	17	7	6	117	48
	River cleaning boat	5	11	56	42	11	56	181
	Total	152	345	667	787	696	971	3,618
13	Collection truck	142	223	449	541	465	637	2,457
	Mech. road sweeper	2	17	38	38	28	61	184
	Compost plant equipment	1	21	12	27	10	23	94
	Landfill equipment	2	28	6	22	9	12	79
	Other vehicle ¹⁾	0	14	36	17	19	36	122
	River cleaning boat	5	11	56	42	11	56	181
	Total	152	314	597	687	542	825	3,117
19-(2)	Collection truck	142	223	449	521	552	684	2,571
	Mech. road sweeper	2	17	38	38	28	61	184
	Compost plant equipment	1	21	12	27	10	23	94
	Landfill equipment	2	29	5	23	13	11	83
	Other vehicle ¹⁾	0	14	30	7	19	30	100
	River cleaning boat	5	11	56	42	11	56	181
	Total	152	315	590	658	633	865	3,213
²⁾ without-project	Collection truck	142	255	536	693	619	841	3,086
	Mech. road sweeper	2	17	38	38	28	61	184
	Compost plant equipment	1	21	2	14	9	1	48
	Landfill equipment	0	8	4	8	7	0	27
	Other vehicle ¹⁾	0	1	17	7	6	17	48
	River cleaning boat	5	11	56	42	11	56	181
	Total	150	313	653	802	680	976	3,574

Note * Other vehicles are dump trucks to transport solid waste collected from rivers, khlongs and incineration residue.

** Refer to the definition of "Without project" in Chapter 6.

*** The figures after the year 2001 were calculated as a reference for economic and financial analyses.

理要員は施設別に算定した。

なお、これら人員の作業別、施設別内訳を Appendix 5.13、5.14 に示す。

Table 5.8 Man power for collection transportation work

(Unit: person)

Case No.	Type of worker	Fiscal year						Total
		1983	1986	1991	1996	*2001*	*2006*	
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	
9	Driver, worker, etc.	463	770	1,349	2,078	1,202	1,093	6,955
	Officer	17	31	57	94	57	55	311
	Total	480	801	1,406	2,172	1,259	1,148	7,266
13	Driver, worker, etc.	463	784	1,031	1,407	783	900	5,368
	Officer	17	31	44	64	37	45	238
	Total	480	815	1,075	1,476	820	945	5,606
19-(2)	Driver, worker, etc.	463	284	1,023	1,377	1,077	941	5,653
	Officer	17	31	44	62	51	47	252
	Total	480	815	1,067	1,439	1,128	988	5,905
Without-project case	Driver worker etc.	463	784	1,384	2,193	1,231	2,353	8,408
	Officer	17	31	59	100	58	118	383
	Total	480	805	1,443	2,293	1,289	2,471	8,791

Note: * The figures after the year 2001 were calculated as a reference for economic and financial analyses.

Table 5.9 Man power for intermediate treatment and final disposal

(Unit: person)

Case No.	Facilities	Fiscal year						Total
		1983 1985	1986 1990	1991 1995	1996 2000	2001* 2005	2006* 2010	
9	Incineration plant	-	-	-	-	-	-	-
	New compost plant	0	0	96	171	0	0	267
	Landfill sites	20	42	25	28	35	30	180
	Total	20	42	121	199	35	30	447
13	Incineration plant	0	0	98	168	84	0	350
	New compost plant	0	0	0	96	171	0	267
	Landfill site	20	35	1	18	13	13	48
	Total	20	35	99	246	252	13	665
19-(2)	Incineration plant	0	0	98	98	0	0	196
	New compost plant	0	0	0	96	171	0	267
	Landfill site	20	36	1	19	15	24	87
	Total	20	36	99	185	186	24	550
without-project	Incineration plant	-	-	-	-	-	-	-
	New compost plant	-	-	-	-	-	-	-
	Landfill site	9	10	29	26	23	30	127
	Total	9	10	29	26	23	30	127

Note: * The figures after the year 2001 were calculated as a reference for economic and financial analyses.

5.3 ごみ処理施設施工計画

5.3.1 中間処理施設の施工計画

焼却工場およびコンポスト工場の建設標準工程はFig 5.9のとおりであり、この工程を基本に最も実現の可能性が高い建設施工計画を検討した。なお、計画に当って配慮した条件は次のとおり。

I) 施設のプライオリティ

- a. ごみ処理ニーズの度合（排出密度の高い地区に近い場所の優先）
- b. 収集輸送コストの有利性（フェーズIスタディで行った収集・輸送シミュレーション結果の反映）
- c. 用地確保上の妥当性（候補地の現況、市街化傾向、用地取得の難易）
- d. 既存コンポストとのかね合い
- e. 環境負荷軽減効果等

II) 施設の建設工事プロセスと所要期間

- a. 日本での工事实績
- b. 現地工事事情

III) 施設建設費用の均衡化・最小化

- a. 年度毎財政負担の最小化、均等化
- b. 各個別プロジェクトのラップ回避
- c. 総コストの最小化

IV) 資金調達の便宜性

- a. プロジェクトステージの分割（3～5年以内）
- b. 世銀等融資援助システムとの斉合性
- c. 会計年度との斉合性
- d. 資金の分割調達、分割支出の必要性
- e. 融資条件、傾向とのかね合い

V) プロジェクト組織上の負担最小

- a. 計画準備、建設工事両面にわたる組織能力
- b. 要員動員能力（現地労務者、技術者等）