

第5章 処分場安全閉鎖アクションプラン

5.1 目的

埋立処分された廃棄物の分解・安定化には長期間を要する。全ての埋立処分場は安全に閉鎖される必要があり、閉鎖後の跡地管理は廃棄物の安全な保管を確保し、環境汚染を防止する目的で実施されなければならない。

閉鎖工事及び跡地管理を実施するためには、処分場登録制度の確立が極めて重要である。また、財源の確保及び人材開発のための訓練プログラムを実施しなければならない。

アクションプランの目的は、2010年を目標年次とし、選定された優先度の高い処分場について安全閉鎖の実施、必要な制度と財政支援の枠組みを構築することである。必要なアクションを以下に示す。

アクション1：安全閉鎖ガイドラインの制度化

アクション2：閉鎖工事及び跡地管理の実施（社会配慮を含む）

アクション3：処分場登録制度の構築

アクション4：連邦政府及び州政府組織（委員会）の設立

アクション5：安全閉鎖基金の設立

アクション6：人材の育成

図 5.1.1にアクション1から6の関連を示す。また、表 5.1.1にアクションプランの実施スケジュールを示す。

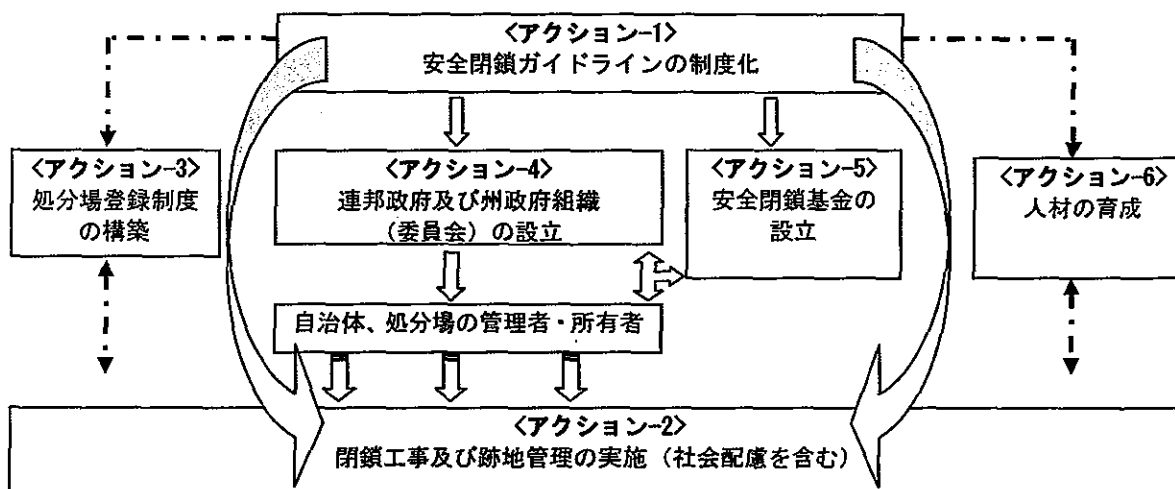


図 5.1.1 アクション1から6の関連図

表 5.1.1 アクションプランの実施スケジュール

実施項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
処分場安全閉鎖に係る JICA 調査	+++++						
I 閉鎖工事及び跡地管理		+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
- 閉鎖処分場 (高位の閉鎖レベル - 7 処分場)		+++++					
- 閉鎖処分場 (中位の閉鎖レベル - 9 処分場)			+++++				
- 閉鎖処分場 (中低位の閉鎖レベル - 17 処分場)				+++++			
- 供用中処分場 (高・中・中低位の閉鎖レベル - 39 処分場)			+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
II 安全閉鎖ガイドラインの制定	+++++						
III 処分場登録システムの構築 (州政府における委員会の設立)	+++++						
IV 処分場リストの完成 (追加)	+++++						
V 処分場安全閉鎖のための財政システムの構築	+++++	+++++					
VI 人材開発の実施	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

5.1.1 アクションプランの目標年次及び対象とする処分場

インベントリー調査の結果、2010年までに閉鎖予定の処分場は、55箇所の供用終了済みの処分場、及び56箇所の供用中の処分場（合計111箇所）である。アクションプランでは、これらのうち優先度の高い処分場としてグループA、B、Cに分類される72箇所を対象としている。グループDに分類される39箇所の処分場については、優先度が低いいため、アクションプランからは除外している。

アクションプランの目標年及び対象処分場は以下のとおりである。

目標年：2010年

対象処分場：グループA、B、Cの72箇所の処分場

グループ別の処分場数の内訳を表 5.1.2に示す。

表 5.1.2 アクションプランの対象処分場

項目	対象となる処分場				グループ D	合計
	グループ A	グループ B	グループ C	小計		
供用終了済みの処分場	7	9	17	33	22	55
供用中の処分場	13	18	8	39	17	56
合計	20	27	25	72	39	111

注：2010年までに閉鎖される処分場111箇所のうち、環境リスクポテンシャル及び土地利用ポテンシャルの見地から優先サイトとして認識された72箇所がアクションプランの対象となる。

アクションプランの対象となる処分場のリストを、供用終了済みの処分場については表 5.1.3 (i)に、供用中の処分場については表 5.3.2 (ii)に工事費及び維持管理費を含めて示す。

表 5.1.3 (i) アクションプランで対象とする供用済の処分場リスト (2005-2010年)

No.	State	No.	Name of LA	Name of Site	Closure Level	Group	Year end	Area (ha)	CAPEX RM	OPEX RM/yr
Closed Sites - 2005										
1	Johor	JH-09	MD Kota Tinggi	Bandar Kota Tinggi	C3	CL-A	1988	1.62	612,532	86,476
2	Johor	JH-26	MD Simpang Renggam	TPS Simpang Renggam	C3	CL-A	1995	0.50	231,216	58,020
3	Kelantan	KL-09	MD Bachok	Kg. Hujung Repek	C4	CL-A	1995	2.53	2,909,658	190,255
4	Selangor	SL-07	MD Kuala Langat	TPS Banting	C4	CL-A	1998	3.00	3,248,768	219,016
5	Melaka	ML-08	MD Jasin	Kesang Pajak*	C4	CL-A	2002	9.16	7,119,527	479,989
6	DBKL	DB-06	DB Kuala Lumpur	Paka 1	C3	CL-A	1994	6.50	1,482,991	167,230
7	DBKL	DB-07	DB Kuala Lumpur	Kp. Semarak (Brickfield)	C3	CL-A	2003	5.00	1,146,036	135,138
								28.31	16,750,728	1,336,124
Closed Sites - 2006										
1	Perak	PR-03	MD Kinta Selatan	Taman Sri Kampar	C4	CL-B	1970	4.00	3,982,662	267,321
2	Johor	JH-24	MD Simpang Renggam	TPS Machap	C3	CL-B	1996	3.00	1,078,622	120,777
3	Kelantan	KL-13	MD Tanah Merah	KG.Cat Rimau	C4	CL-B	1999	5.80	5,133,048	342,142
4	Johor	JH-01	MD Tangkak	Chohong	C4	CL-B	2000	1.01	1,675,381	132,233
5	Melaka	ML-06	MD Jasin	Lipat Kajang	C3	CL-B	2000	3.24	748,359	97,104
6	Melaka	ML-02	MD Alor Gajah	Pulau Sebang	C2	CL-B	2002	0.81	124,070	33,395
7	Pahang	PH-08	MD Bentong	Sungai Sematut	C4	CL-B	2002	2.00	2,236,372	147,517
8	N.Sembilan	NS-02	MP Nilai	Kuala Sawah	C3	CL-B	2003	10.12	2,294,631	244,213
9	Selangor	SL-12	MP Kajang	Ampang Jaya	C3	CL-B	1997	10.00	2,268,032	241,699
								39.98	19,541,177	1,626,401
Closed Sites - 2007										
1	Melaka	ML-05	MB Melaka	Kota Laksamana	C2	CL-C	1973	5.80	1,259,919	131,744
2	Terengganu	TR-01	MP Kemaman	Fikri	C2	CL-C	1985	2.02	416,405	57,605
3	Terengganu	TR-06	MP K.Terengganu	Wakaf Tok Keh	C2	CL-C	1985	4.05	883,066	96,252
4	Pahang	PH-03	MP Kuantan	Taman Bandar	C2	CL-C	1986	2.02	416,405	57,605
5	Perak	PR-05	MB Ipoh	Buntong	C2	CL-C	1986	20.00	4,296,114	378,906
6	Kelantan	KL-01	MP Kota Baru	Panji	C2	CL-C	1987	4.05	883,066	96,252
7	Pahang	PH-05	MP Kuantan	Indera Mahkota	C1	CL-C	1993	50.00	5,155,896	450,109
8	Terengganu	TR-05	MP K.Terengganu	Tok Jembal	C2	CL-C	1994	8.09	1,751,188	168,146
9	Melaka	ML-04	MB Melaka	Krubong A*	C2	CL-C	1994	5.80	1,259,919	127,461
10	Pahang	PH-14	MD Jerantut	TPS Batu 57	C2	CL-C	1996	2.00	411,754	57,220
11	Selangor	SL-01	MP Petaling Jaya	Kelana Jaya	C2	CL-C	1996	8.09	1,050,713	110,136
12	Perak	PR-07	MB Taiping	Tekkah Jaya	C3	CL-C	1999	40.00	8,557,008	731,775
13	Pahang	PH-12	MD Cameron Highlands	TPS Sisa Pepejal MDCH	C2	CL-C	2001	0.40	76,125	29,424
14	Perak	PR-02	MD Kinta Selatan	Kg. Batu Putih	C2	CL-C	2002	2.00	411,754	57,220
15	DBKL	DB-03	DB Kuala Lumpur	Sri Petaling	C3	CL-C	1991	21.00	4,725,485	473,592
16	DBKL	DB-04	DB Kuala Lumpur	Sugai Bersi	C3	CL-C	1995	14.00	3,162,753	326,281
17	DBKL	DB-05	DB Kuala Lumpur	Paka 2	C3	CL-C	1994	6.50	1,482,991	167,230
								195.83	36,200,562	3,516,956
Total					33 sites			264.11	72,492,467	6,479,481

表 5.3.2(ii) アクションプランで対象とする供用中の処分場リスト
(2005-2010年)

No.	State	No.	Name of LA	Name of Site	Closure Level	Group	Year end	Area (ha)	CAPEX RM	OPEX RM/yr
Operating Sites - 2005										
1	Penang	PP-01	MP Pulau Pinang	Jeti Jelutong	C3	OP-A	2003	20.00	4,502,733	452,614
2	Perak	PR-19	MD Kerian	TPS Jin Dnistown	C4	OP-A	2003	0.81	1,470,537	112,222
3	Perlis	PL-01	MP Kangar	Kuala Perlis	C3	OP-A	2003	8.00	2,921,250	279,363
4	Johor	JH-22	MD Tangkak	TPS Batu 16 Sengkang	C3	OP-A	2004	7.00	2,559,972	248,407
5	DBKL	DB-01	DB Kuala Lumpur	Taman Beringin	C3	OP-A	2004	12.00	3,063,887	294,899
6	Terengganu	TR-07	MP K.Terengganu	Kubang Ikan	C3	OP-A	2004	13.30	4,823,821	441,755
7	Perak	PR-08	MD Tapah	Pekan Getah	C3	OP-A	2004	21.50	4,836,842	484,076
8	Kedah	KD-09	MD Padang Terap	TPS MDPT	C3	OP-A	2004	2.02	747,925	96,320
9	Perak	PR-23	MP Manjung	TPS Sungai Wangi	C4	OP-B	2003	10.12	6,265,429	407,801
10	Johor	JH-16	MD Pontian	TPS Rimba Terjun	C3	OP-B	2003	12.00	4,357,896	402,064
11	Johor	JH-03	MP JB Tengah	Ulu Tiram	C3	OP-B	2003	17.40	4,421,718	411,712
12	Kelantan	KL-02	MP Kota Baru	Tebing Tinggi	C3	OP-B	2003	19.00	6,863,738	615,144
13	Johor	JH-07	MD Kota Tinggi	Batu Empat	C3	OP-B	2004	6.00	2,200,072	217,506
14	N.Sembilan	NS-03	MP Seremban	Sikamat	C3	OP-C	2003	5.26	1,204,132	140,686
15	Penang	PP-02	MP Seberang Perai	Ampang Jajar	C3	OP-C	2003	17.00	2,675,112	307,051
								171.41	52,915,064	
Operating Sites - 2006										
1	Perak	PR-20	MD Kerian	TPS Alor Pongsu	C4	OP-A	2005	2.43	2,839,279	186,378
2	Pahang	PH-13	MD Jerantut	TPS Kg.Mat Lilau	C3	OP-B	2005	4.37	1,135,517	127,385
3	Kedah	KD-07	MD Kubang Pasu	Paya Kemunting	C3	OP-B	2005	5.03	1,303,017	142,081
4	Melaka	ML-03	MB Melaka	Krubong	C3	OP-B	2005	27.70	7,005,647	632,886
5	Perak	PR-24	MP Manjung	TPS Teluk Cempedak	C3	OP-C	2005	2.02	581,364	82,526
6	Johor	JH-02	MP Muar	Bakri	C3	OP-C	2005	14.57	3,290,416	338,327
								56.12	16,155,240	1,509,582
Operating Sites - 2007										
1	DBKL	DB-02	DB Kuala Lumpur	Jinjang Utara	C3	OP-A	2006	10.00	2,268,032	241,699
2	Johor	JH-17	MD Pontian	TPS Sanglang	C4	OP-B	2006	1.21	1,862,544	142,203
3	Pahang	PH-09	MD Bentong	Chamang	C4	OP-B	2006	3.00	3,248,768	209,856
4	Perak	PR-13	MD Kuala Kangsar	TPS MDKK	C4	OP-B	2006	13.42	9,435,589	642,868
5	Terengganu	TR-04	MP Kemaman	Mak Cili Paya	C2	OP-C	2006	5.00	1,088,099	113,232
6	Pahang	PH-10	MP Temerloh	TPS Ulu Tualang	C2	OP-C	2006	7.28	630,932	75,371
7	Terengganu	TR-03	MP Kemaman	Gelugor	C2	OP-C	2006	10.00	2,159,387	201,951
								49.92	20,693,350	1,627,180
Operating Sites - 2008										
1	Perak	PR-04	MB Ipoh	Bercham	C3	OP-A	2007	50.00	11,179,310	1,079,558
2	Selangor	SL-05	MD Kuala Langat	TPS	C3	OP-B	2007	6.07	2,224,521	219,610
3	Johor	JH-27	MD Yong Peng	TPS MDYP	C4	OP-B	2007	0.40	1,006,086	88,180
								56.47	14,409,917	1,387,348
Operating Sites - 2009										
1	Perak	PR-17	MD Selama	TPS MDS	C3	OP-A	2008	4.04	1,492,479	156,517
2	Perak	PR-06	MB Taiping	Jebong	C4	OP-A	2008	20.00	12,797,470	884,770
3	Pahang	PH-11	MD Cameron Highlands	TPS Sisa Pepejal MDCH	C4	OP-B	2008	0.40	998,191	87,286
4	N.Sembilan	NS-07	MP Port Dickson	Sua Betong	C3	OP-B	2008	3.24	1,201,656	131,318
5	Selangor	SL-03	MP Kajang	Sungai Kenbong	C3	OP-B	2008	16.19	5,858,364	529,757
6	Pahang	PH-18	MD Raub	TPS Cheroh	C3	OP-C	2008	4.85	775,619	106,963
								48.72	23,123,778	1,896,611
Operating Sites - 2010										
1	Perak	PR-16	MD Pengkalan Hulu	TPS Sisa Pepejal	C4	OP-B	2009	8.40	6,684,102	449,819
2	Kedah	KD-06	MP Kota Setar	Bukit Tok Bertandok	C3	OP-B	2009	9.70	2,483,716	244,781
								18.10	9,167,818	694,600
Total								400.74	136,465,167	7,115,320

5.1.2 アクションプランの基本方針

安全閉鎖プロセスには長期間の跡地管理が必要となるため、適切な制度構築及び財政的措置が必要となる。アクションプランは、以下の基本方針に基づいて策定されている。

- 処分場の管理者及び所有者は、地方自治体、州政府、連邦政府の支援を受けて安全閉鎖及び跡地管理を実施する責務を負う。
- 州政府は州内のすべての処分場の登録と管理、処分場の跡地利用の責務を負う。処分場の登録及び安全閉鎖管理は、「閉鎖ガイドライン」に従って州政府の管理下で実施する。
- 原則として、安全閉鎖のための主要財源は追加的な処分料金とする。また、連邦政府からの補助金は、処分場の安全閉鎖の目的で設立する基金の当初の財源として充当する。
- 連邦政府は処分場安全閉鎖のための新たな基金を設立・管理し、州政府からの要請に基づいて資金配分をおこなう。
- 連邦政府は、安全閉鎖に係わる技術支援、能力向上・人材開発の責務を負う。

5.2 アクションー1：安全閉鎖ガイドラインの制度化

廃棄物埋立処分場の安全閉鎖を適切に実施していくためには、処分場の計画・設計段階、建設段階、供用段階、供用後の段階のそれぞれにおいて安全閉鎖の必要性を考慮する必要がある。本調査で策定した「安全閉鎖ガイドライン」は、前述のように、供用済みの処分場に対する必要な対策を含め、処分場を安全に閉鎖するためのメカニズムを規定している。また、本ガイドラインは処分場の跡地利用についても提言している。

新規処分場、供用中の処分場及び供用済みの処分場の全てについて安全閉鎖を実施していくためには、「安全閉鎖ガイドライン」を公式なガイドラインとして「マ」国政府が制度化する必要がある。

5.3 アクションー2：閉鎖工事及び跡地管理の実施（社会配慮を含む）

安全閉鎖ガイドラインに基づき、処分場の安全閉鎖の手順（閉鎖事業および跡地管理）は図 5.3.1に示すとおりである。

5.3.1 閉鎖事業計画

(1) 閉鎖事業計画

アクションプランでは2010年までに安全閉鎖が必要である72箇所の処分場を対象とし、それぞれをグループA、B、Cに分類した。閉鎖事業（閉鎖工事及び跡地管理）の実施は、閉鎖ガイドラインの制度化を含む必要なメカニズム構築後の2005年から開始することとしている。閉鎖事業の実施スケジュールは表 5.3.1に示すとおりである。表には、2005年から2010年までに閉鎖される処分場数、閉鎖レベル、優先度グループ

の各年の内訳を示している。また、各年次の建設コスト(CAPEX)及び維持管理コスト(OPEX)も掲載している。

閉鎖事業内容の策定にあたっては、「閉鎖ガイドライン」に示されているとおり、それぞれの処分場について地形測量、土質調査を行う等、個別の対応が必要となる。

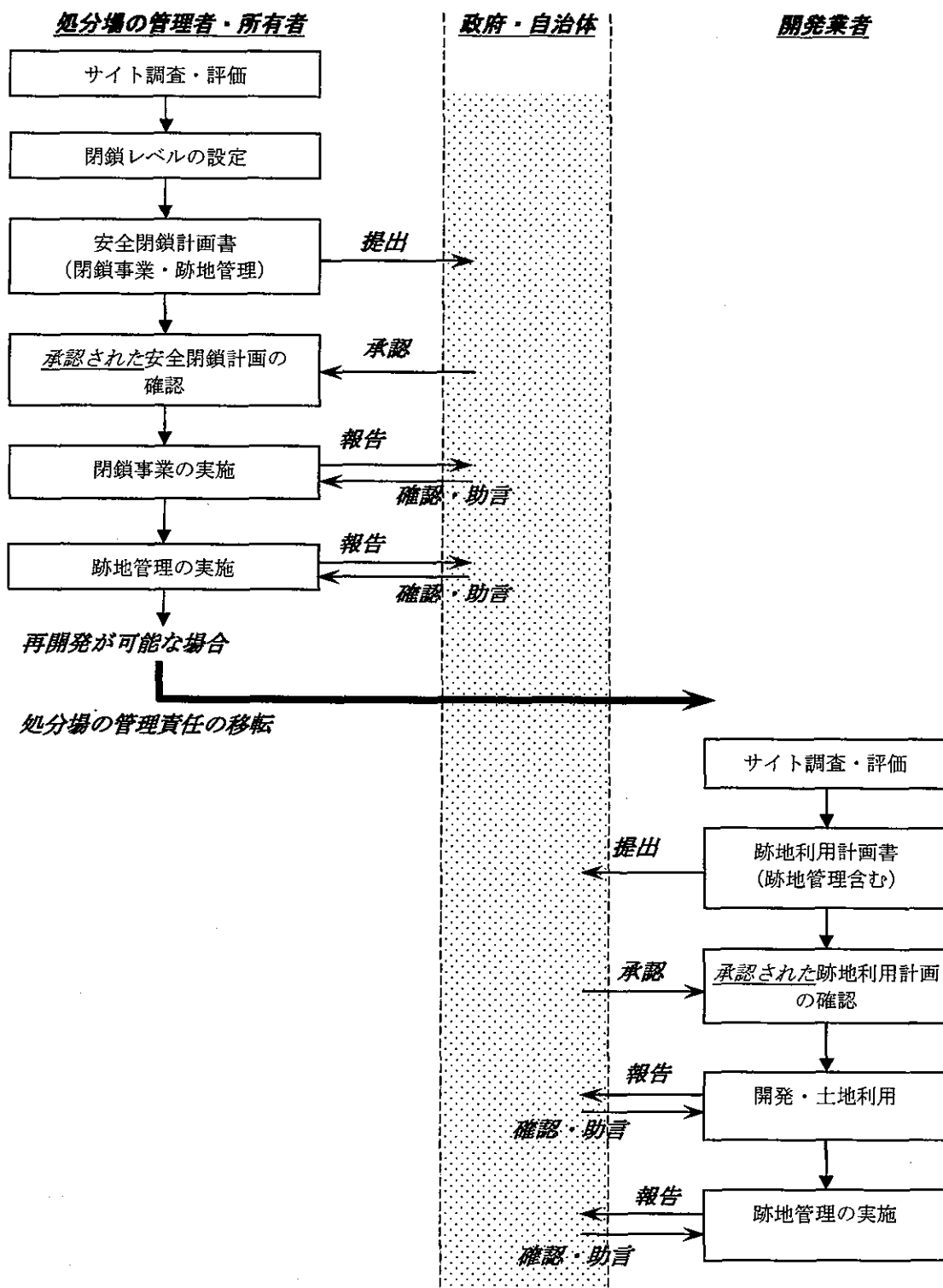


図 5.3.1 処分場安全閉鎖の手順

(2) 2010年までの安全閉鎖事業費

2010年までの各年度のグループごとの安全閉鎖事業費は表 5.3.2に示すとおりである。建設費 (CAPEX) は約209百万RM、維持管理費 (OPEX) は約66.5百万RMと試算している。アクションプラン全体の総費用は約275.5百万RMとなっている。

表 5.3.2 2010年までの安全閉鎖事業費

単位：RM

項目	2005	2006	2007	2008	2009	2010	合計
1. 建設費 (CAPEX)							
A. 供用終了後の処分場							
a) グループ A	16,750,000	-	-	-	-	-	16,750,000
b) グループ B	-	19,541,000	-	-	-	-	19,541,000
c) グループ C	-	-	36,200,000	-	-	-	36,200,000
小計	16,750,000	19,541,000	36,200,000	-	-	-	72,491,000
B. 供用中の処分場							
a) グループ A	24,926,000	2,839,000	2,268,000	11,179,000	14,289,000	-	55,501,000
b) グループ B	24,108,000	9,444,000	14,546,000	3,230,000	8,058,000	9,167,000	68,553,000
c) グループ C	3,879,000	3,871,000	3,878,000	-	775,000	-	12,403,000
小計	52,913,000	16,154,000	20,692,000	14,409,000	23,122,000	9,167,000	136,457,000
建設費合計 (年間)	69,663,000	35,695,000	56,892,000	14,409,000	23,122,000	9,167,000	208,948,000
2. 維持管理費 (OPEX)							
A. 供用終了後の処分場							
a) グループ A	-	1,278,000	1,278,000	1,278,000	1,278,000	1,278,000	6,390,000
b) グループ B	-	-	1,626,000	1,626,000	1,626,000	1,626,000	6,504,000
c) グループ C	-	-	-	3,574,000	3,574,000	3,574,000	10,722,000
小計	-	1,278,000	2,904,000	6,478,000	6,478,000	6,478,000	23,616,000
B. 供用中の処分場							
a) グループ A	-	2,409,000	2,596,000	2,837,000	3,917,000	4,958,000	16,717,000
b) グループ B	-	2,421,000	3,580,000	4,575,000	4,883,000	5,544,000	21,003,000
c) グループ C	-	447,000	868,000	1,259,000	1,259,000	1,366,000	5,199,000
小計	-	5,277,000	7,044,000	8,671,000	10,059,000	11,868,000	42,919,000
維持管理費合計 (年間)	-	6,555,000	9,948,000	15,149,000	16,537,000	18,346,000	66,535,000
総事業費	69,663,000	42,250,000	66,840,000	29,558,000	39,659,000	27,513,000	275,483,000

5.3.2 跡地管理

安全閉鎖に係わる処分場施設 (貯留施設、環境汚染防止施設、安定化促進施設等) は、閉鎖処分場が安定化するまで適正に運転、維持管理されなければならない。また、環境及びごみ層安定化のモニタリングは継続的に実施する必要がある。

跡地管理には、浸出水処理施設、ガス抜き施設、覆土、雨水排水施設、地下水観測井、その他の関連施設 (場内搬入道路、植生など) 等の処分場施設の運転・維持管理が含まれる。

跡地管理に係わる処分場施設の維持管理項目を表 5.3.3に示す。

表 5.3.3 処分場施設の維持管理項目

施設	項目	手法	規模・頻度
最終覆土及び堰	表面の亀裂、水溜まり、浸食、植生の状態	定期的な目視検査	処分場全体・毎週
処分場頂上部・斜面の雨水集排水溝	土や草木による目詰まり、堆積物による損傷	定期的な目視検査	処分場全体・毎週(雨季にはさらに頻繁に行う)
処分場周辺の雨水集排水溝	土や草木による目詰まり、車両による損傷	定期的な目視検査	処分場全体・毎週(雨季にはさらに頻繁に行う)
ガス抜き管	目詰まり、管の損傷・腐食	定期的な目視検査	すべての管・毎週
浸出水集排水管	目詰まり、管の損傷・腐食	定期的な目視検査及び流出量データの比較	毎日
浸出水処理施設	処理水の水質	毎日の目視検査(処理水の色) 定期的な処理水量計測	毎日
モニタリング施設	モニタリング井戸の状況	定期的な目視検査	すべての井戸・毎週

跡地管理の一環として、環境モニタリング及びごみ層安定化のモニタリングも実施する必要がある。モニタリングの項目を表 5.3.4に示す。

表 5.3.4 モニタリング項目

モニタリング項目	分析項目	頻度	位置
予備調査	1) 周辺環境 2) 処分場施設の状況 3) その他特記事項	1回(モニタリング前)	-
浸出水	<ul style="list-style-type: none"> ● pH ● BOD ● COD ● 窒素 (アモニア, 硝酸塩, 亜硝酸塩) ● ORP ● EC ● TOC 	年4回	各浸出水貯留池で1箇所
処分場ガス	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素 (O₂) ● 窒素 (N₂) ● メタン (CH₄) ● 二酸化炭素 (CO₂) ● 硫化水素 (H₂S) ● 温度 	年2回	処分場で2箇所
地盤沈下	処分場頂上部のレベル	年1回	処分場1区画に1箇所
地下水	地下水基準項目	年1回	3箇所
表流水	排出基準項目	年1回	各排出経路で2箇所

5.3.3 社会配慮

スカベンジャーや近隣住民に関する社会的問題については、処分場の閉鎖前、閉鎖中・後の各段階で配慮し、対策を講じる必要がある。主な内容は次のとおりである。

(1) スカベンジャー

1) 閉鎖前の対策

- 実態調査：閉鎖される予定の処分場におけるスカベンジャーの活動に関する実態調査の実施
- スカベンジャーの立ち退き計画：安全確保の観点から、関係者以外（特にスカベンジャー）は処分場で作業を行ってはいけない。地方自治体もしくは処分場の運営者は処分場からのスカベンジャーの立ち退き計画を策定する。
- 閉鎖の通知：閉鎖に関連する情報を準備する。
- 閉鎖に関するスカベンジャーへの説明：地方自治体は、印刷物による通知に加え、現場での説明を行う。説明には立ち退きの理由、健康及び安全面での問題などを含める。

2) 閉鎖中・閉鎖後の対策

- 警告：閉鎖中及び閉鎖後の段階では、スカベンジャーが処分場へ再度入る可能性があるため、処分場の周辺に閉鎖を知らせる看板を設置する。
- フェンスの設置：処分場内への侵入を防止するために、処分場周辺にフェンス等を設置する。
- 定期的な巡視：スカベンジャーが立ち退いた後に、彼らの活動の再開を防止するため、地方自治体もしくは処分場の運営者は定期的な巡視を行なう。

(2) 近隣住民

1) 閉鎖前の対策

- 実態調査：処分場周辺の建物の数・種類、居住人口の調査を実施する。調査には住民への聞き取り調査を含める。
- 閉鎖の通知：閉鎖に関連する情報を準備する。通知にはスカベンジャーに対して使用されるものと同様に、標識や閉鎖に関する印刷物を含む。
- 閉鎖に関する住民説明：閉鎖予定の処分場の周辺住民に対して、住民説明を実施しなければならない。説明には処分場に関連する環境問題、健康・安全問題、処分場の跡地利用予定に関する事項を含める。
- 情報デスクの設置：住民による苦情への対応や情報提供のために、地方自治体に情報デスクを設置する。

2) 閉鎖中・閉鎖後の対策

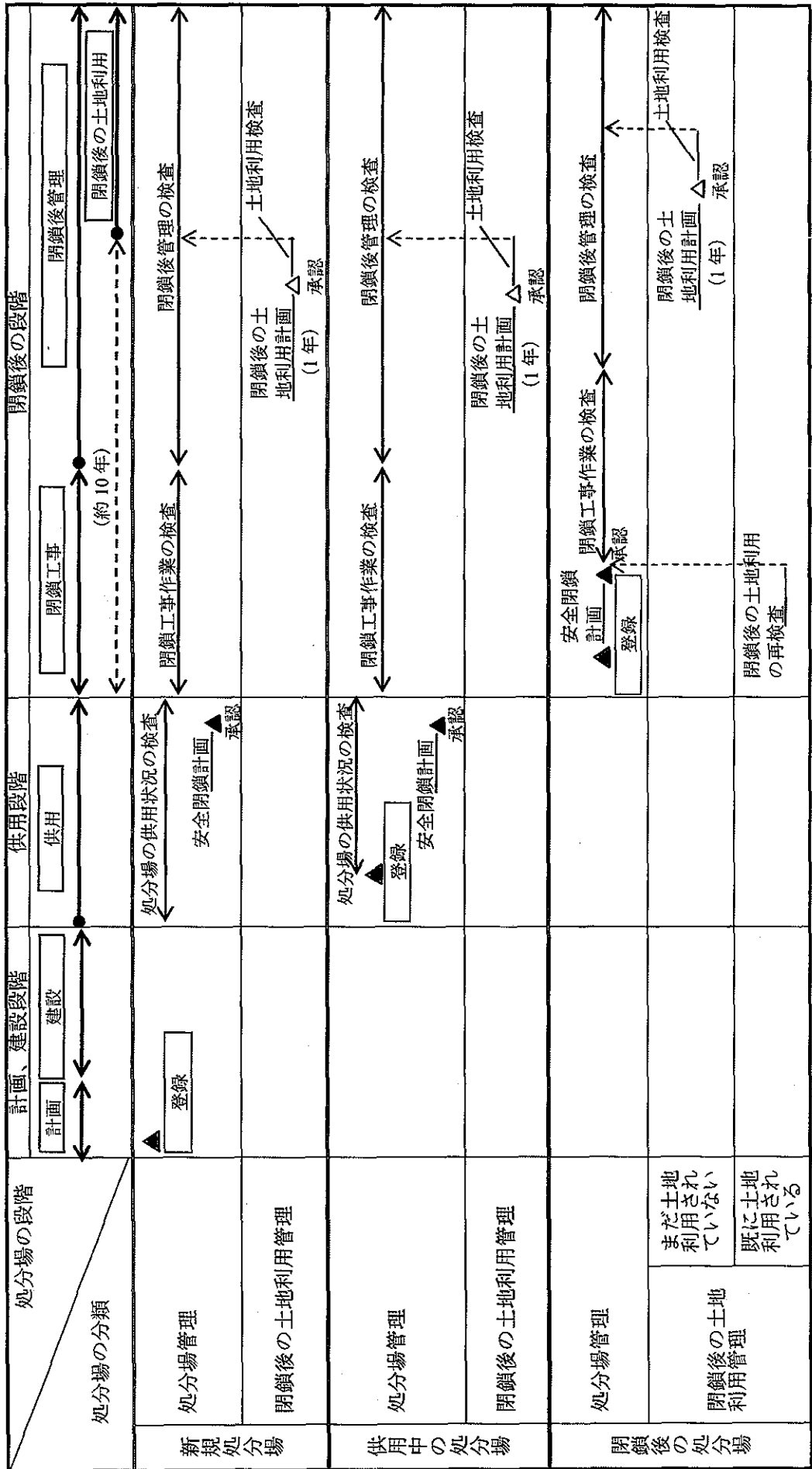
- 警告：スカベンジャーに対するものと同様に警告板等を設置する。
- フェンスの設置：処分場内への侵入を防ぐためにフェンスを設置する。
- 定期的な巡視：処分場への子供等の侵入を防ぐために、地方自治体もしくは処分場の運営者により定期的な巡視が行われなければならない。
- 住民説明：地方自治体により、閉鎖後の跡地利用の予定に関する住民への説明を行う。

5.4 アクション3：処分場登録制度の構築

処分場の登録制度は、廃棄物埋立処分場の適正な管理及び規制のために必要である。登録制度には、供用開始から閉鎖段階、閉鎖後の管理期間に至る処分場の情報を盛り込む必要がある。処分場登録制度の導入は、廃棄物の違法投棄を防ぐための第一段階にも位置付けられる。加えて、登録制度は、閉鎖後の跡地利用を監視すべく、処分場に不適切な目的での開発を防止するためにも有用である。

処分場登録制度は連邦政府の指導の下、州政府によって実施及び管理されなければならない。処分場管理者・所有者及び地方自治体は州政府に対して、処分場の情報を提供する責務を負う。処分場登録及び管理システムのフローは表 5.4.1に示すとおりである。

表 5.4.1 処分場登録及び管理システムのフローチャート



5.5 アクション4：連邦政府及び州政府組織（委員会）の設立

5.5.1 処分場管理委員会 (LSMC)

土地に関する事項は州政府の管理下にあるため、州政府の関係当局が処分場登録制度の実施及び管理の責務を負うことが妥当であると判断される。処分場の運営・管理が民営化された場合においても、特に閉鎖済みの処分場或いは管理者不明の閉鎖処分場については責任を有する特定の機関はないのが現状である。従って、土地の管理を司る州政府がこのような処分場の管理責任を有するべきである。

処分場の安全閉鎖管理の役割を担う「処分場管理委員会 (LSMC)」を州政府内に設置する。委員会の主要な役割は以下のとおりである。

- 処分場登録の実施
- 閉鎖工事及び閉鎖後の跡地管理を含めた安全閉鎖計画の承認権限
- 処分場管理者及び所有者の安全閉鎖事業の管理・モニタリング。また、処分場の跡地利用に係わる「閉鎖処分場の開発計画」（開発計画内容、跡地管理計画、安全管理計画を含む）に対する承認権限、管理・モニタリングの責務を負う。

「処分場管理委員会 (LSMC)」は以下の部局から構成される。

- The Local Government Unit, State
- The State Land Office
- The State Planning Unit (UPEN)
- The State Department of Environment
- The State Health Department
- The State Land and Country Planning Department

多くの州政府はこれらの職務を実施するための専門的技術要員及び人材が不足している。従って、MHLGは、州政府に対して人材開発と技術アドバイスを提供する必要がある。また、連邦政府レベルでも安全閉鎖に係わる技術委員会を設置し、州政府に対して技術支援を実施する必要がある。

5.5.2 処分場管理技術委員会(TCMLS)

「処分場管理技術委員会 (TCMLS)」は連邦政府内に設置することとする。本委員会の主な役割は州政府、地方自治体、処分場管理者・所有者などに技術的アドバイスをを行うことである。委員会は、閉鎖工事、跡地管理、跡地再開発を含む処分場管理について協議及び評価を行う必要がある場合に召集される。

委員会のメンバーは処分場管理に関連する組織や学識者から構成される。メンバーにはMHLG（議長）、MOH、DOE、EPU、学識者、民間処分場の代表者等が含まれる。

5.5.3 処分場安全閉鎖に係わる主な関係者の責務

処分場安全閉鎖に係わる主な機関である、連邦政府、州政府及び地方自治体の責務を図 5.5.1に示す。

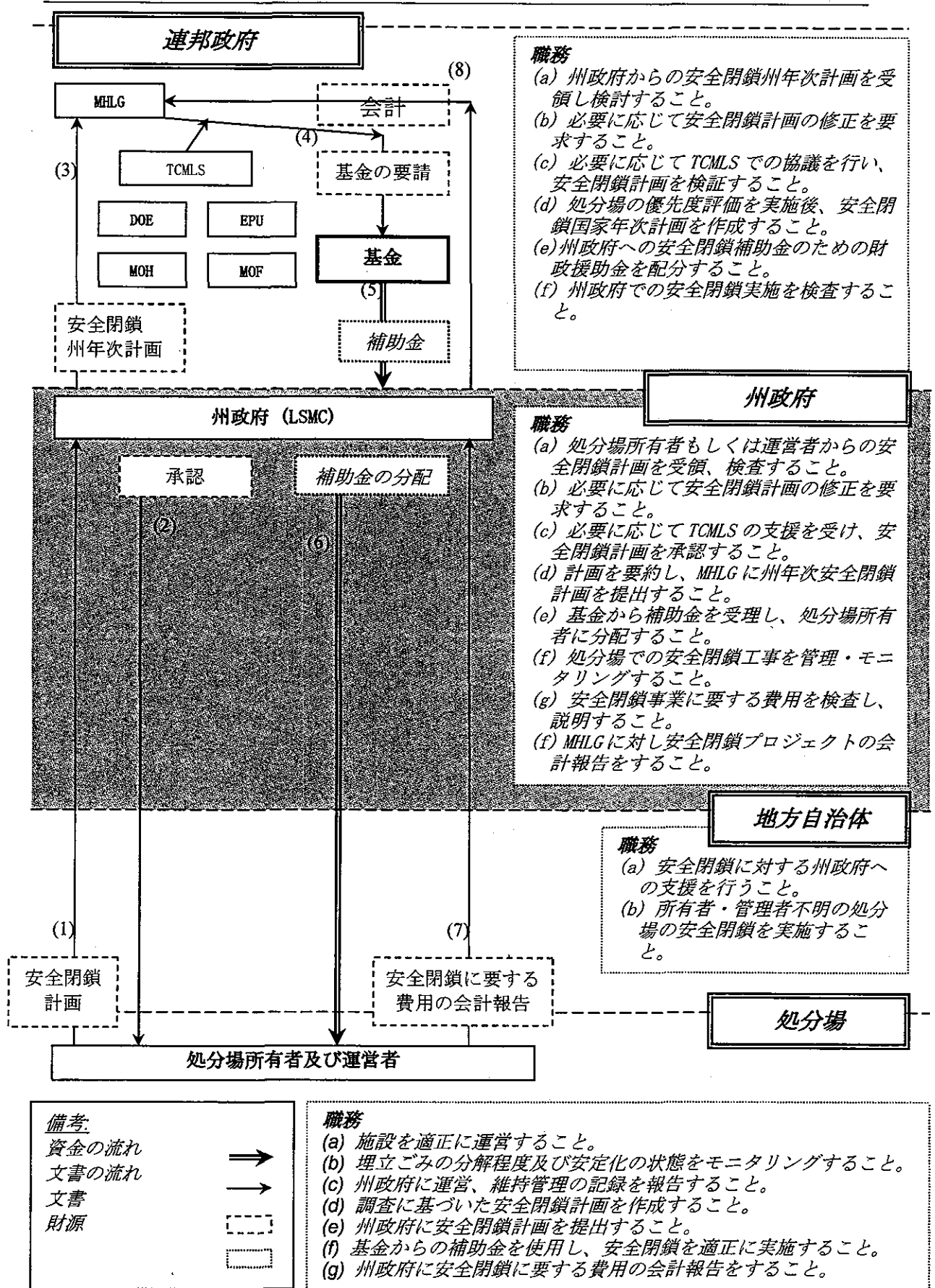


図 5.5.1 処分場安全閉鎖プロセスにおける関係者の役割

5.6 アクション5：安全閉鎖基金の設立

本調査では、2005年から2020年までの処分場安全閉鎖に関する長期計画の予備的検討を行っている。本節では2020年までの長期展望に基づいた目標年次を2010年とするアクションプラン実施のための財政システムの構築について記載する。

(1) 処分場安全閉鎖財源の基本原則

処分場安全閉鎖は処分場運営の一部と位置づけられるため、安全閉鎖のための費用は処分場運営費用から賄われるべきである。

マレーシアにおけるごみ収集事業は民営化されつつあり、幾つかの自治体では民間企業への委託契約で実施している。同様に、幾つかの自治体では中継輸送基地や埋立処分場等の運営に関しても民間企業との委託契約で実施している。

連邦政府は、ごみ処理事業の補助金（BP500）を既存の処分場の改善のために毎年地方自治体へ配分している。MHLGの年次報告書によると、廃棄物管理に計上された予算の総額は2001年でおよそ264百万RMであり、これはMHLGの年間総予算の約10%に相当する。一方、これまで「マ」国においては、処分場閉鎖に対しての予算は実質上配分されていなかったのが事実である。

「廃棄物管理国家戦略計画（案）」では、一般廃棄物の管理費用は汚染者負担原則に従って廃棄物の排出者が負担するべきであるとしている。また、同計画（案）では、廃棄物管理費用について、将来的には一般家庭もしくは事業所等からの徴収を前提として費用を算定している。しかしながら、処分場閉鎖にかかる費用に関しては、同計画（案）でも十分には検討されていない。

(2) 安全閉鎖のための財源確保オプション

安全閉鎖のための財源確保のオプションとして、いくつかの先進国の事例から学び、適用することも必要である。日本やオランダでは閉鎖及び跡地管理のための基金が設立されており、また、アメリカ合衆国では、処分場の所有者及び運営者が各自（当該処分場）の財源確保の責任を有している。財源確保には先進国の経験を考慮しつつ、「マ」国の状況に合わせて適用する必要がある。

(3) 処分場安全閉鎖基金の設立

処分場安全閉鎖のための主な財源は国家予算の割当てと処分場での追加処分料金の徴収から構成される。それらを財源とする安全閉鎖及び跡地管理のための連邦基金を設立することとする。

処分場閉鎖のための「基金」は、次の項目から構成される。

- 処分場閉鎖のための国家予算からの補助金
- 収集業者から徴収する処分料金（上乘せ分）

上記財源の基金への配分額については、国家予算の利用可能性及びに廃棄物収集業者の支払い能力に基づいて決定される必要がある。

さらに、二次的な資金源として想定されるものに以下のようなものが考えられる。

- 「気候変動枠組条約（UNFCCC）」の「京都議定書」に基づくクリーン開発メカニズム（CDM）の活用による「温室効果ガス削減クレジット」の獲得。

- 処分場安全閉鎖を実施することによる「土地資本」としての価値の上昇

しかしながら、これらについてはアクションプランの期間内での実現は難しいと判断されるため、基金の財源からは除外している。

(4)財源確保計画

基金の主な財源は国家予算の追加割り当てと追加処分料金である。追加処分料金については、その徴収方法とともに、追加費用を国民が受入れるかどうか、支払う意思があるかどうかを考慮しなければならない。本調査では、段階的に徴収区域を拡大する、つまり廃棄物量が多く一部の処分場で実際処分料金の徴収を行っている首都地域から開始し、続いて地方都市部、最終的に残りの地域に拡大していく段階的徴収計画を提案する。安全閉鎖事業導入の初期の段階では、追加料金の徴収は困難であると考えられるため、国家予算の割り当てがアクションプランの実施に特に必要とされる。

追加処分料金の徴収予定は表 5.6.1に示すとおりである。

表 5.6.1 追加処分料金の徴収予定

2005-2006	2007-2009	2010-
クアラルンプールで追加料金徴収を実施する。	追加料金徴収を次第に地方都市部に拡大する。	追加料金徴収を半島マレーシア全体に拡大する。

- 2005年から2010年の期間にアクションプランを実施するための財源が不足する分については、国家予算の追加措置によって補填する。
- 2010年以降は、処分場安全閉鎖の財源は追加料金の徴収によって賄う。

表 5.6.2は、アクションプランに従って処分場の安全閉鎖を実施すべく、処分料金の追加徴収と国家予算の追加措置の資金源別の調達額の推移を示したものである。

表 5.6.2 2005-2010年の処分場安全閉鎖に要する費用と財源 (72 処分場)

単位: RM

項目	2005	2006	2007	2008	2009	2010
必要な国家予算	55,750,000	55,750,000	29,610,000	29,610,000	NIL	NIL
処分料金徴収	3,602,000	3,795,000	12,199,000	24,988,000	39,348,000	40,760,000
閉鎖に要する費用	69,663,000	42,250,000	66,840,000	29,558,000	39,659,000	27,513,000
収支	-10,311,000	17,295,000	-25,031,000	25,040,000	-311,000	13,247,000

図 5.6.2 はアクションプランで想定した処分場の安全閉鎖を実施するための建設費及び維持管理費の推移、及び資金源別の調達額の推移を示したものである。

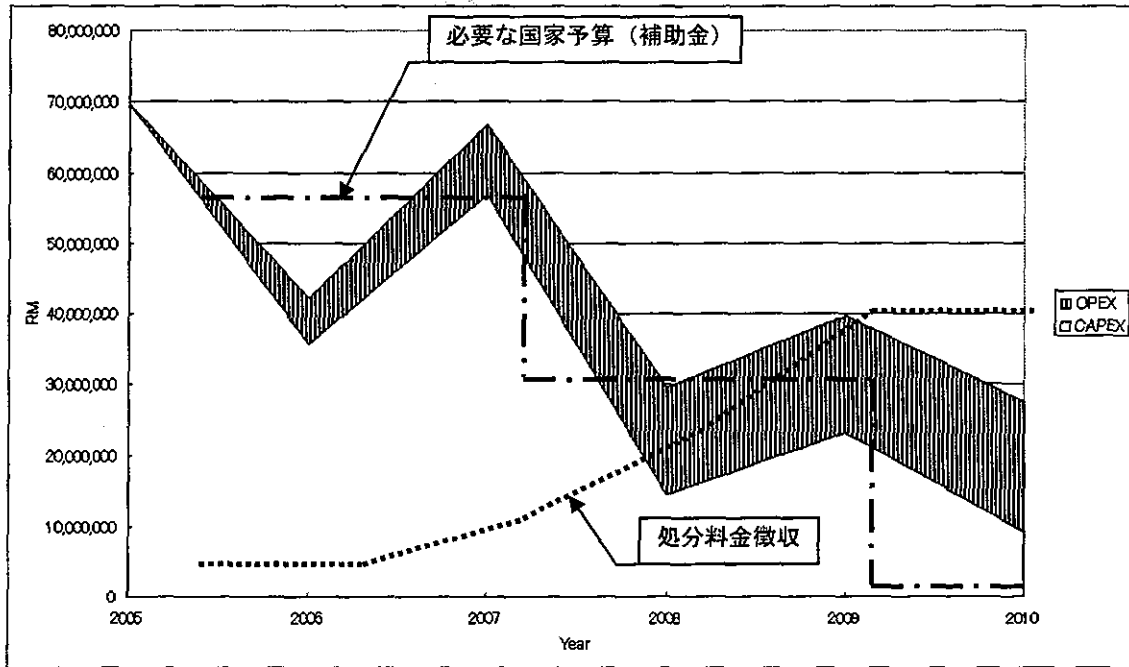


図 5.6.2 処分場の安全閉鎖費用と資金源別資金調達額の推移 (2005-2010年)

(5) 国家基金の設立のために取り組むべき課題

国家基金の予算割当てはすべて連邦政府の政策的な決定事項である。一方、追加処分料金の徴収については、ごみ処理料金の設定、ごみ処理事業の民営化、現存する処分場の供用形態等に関連しており、複雑な課題を伴っている。追加料金の徴収を実施するためには、特別法や法の改正が必要であると想定されるが、その際にも一般家庭及び事業者の支払い意思や支払い能力に関する慎重な検討が必要である。また、追加処分料金の徴収については、民間の収集業者或いは運搬業者の現行契約を変更する必要がある。

基金の配分については、地方自治体の財政能力に応じて、必要資金の50%から100%の割合で分配することをオプションとして提案する。

基金の運用については、連邦政府、即ちMHLGによって管理されることが望ましい。また、基金に積み立てられる資金の運用については、政府系金融機関による運用が望ましい。

5.7 アクション6：人材の育成

埋立処分場の安全閉鎖を適正に実施していくためには、安全閉鎖事業を管理または実施する機関、管理者を確保する必要がある。しかしながら、現在のマレーシアにおいては、廃棄物管理に携わる人材が不足していることから、連邦政府は人材育成プログラムと技術支援を実施する必要がある。

人材開発を行うためには、適正な教育プログラムを策定、実施しなければならない。連邦政府は、州政府、地方自治体、関連する民間企業の職員等を教育することを目的として、年2回の1週間程度のプログラムを実施する。人材育成プログラムの内容は表 5.7.1に示すとおりである。

表 5.7.1 処分場安全閉鎖のための人材育成プログラムの提案内容

	教育コース	州政府 職員	地方 自治体	運営者 所有者
1	運営、管理、財政	+++	+	+
2	ガイドライン	+++	+++	+++
3	法律、施行	+++	++	+
4	処分場登録	+++	+	+
5	インベントリー調査、優先度と閉鎖レベルの設定	+++	++	+
6	閉鎖工事、閉鎖後の管理（跡地管理）	++	++	+++
7	環境リスク、モニタリング	++	+	+++
8	閉鎖処分場の跡地利用	++	+	+++

注：+ 必要に応じて参加、++ 必要である、+++ 必修

5.8 アクションプランのスケジュール

処分場安全閉鎖を実施するためには、安全閉鎖ガイドラインの制度化、アクションプランの承認及び予算割り当てを早急に完了させる必要がある。本調査では2004年までに安全閉鎖ガイドラインとアクションプランを「マ」側が承認することを提案している。また、処分場管理のための関連組織の設立と処分場安全閉鎖のための財源確保をこの期間中におこなう必要がある。

アクションプランの実施スケジュールは表 5.8.1に示すとおりである。アクションプラン実施のための活動は以下のとおりである。

- 閉鎖工事と跡地管理の実施
- 安全閉鎖ガイドラインの制度化
- 処分場登録制度の構築
- 処分場リストの完成
- 財政システムの構築
- 人材開発の実施

表 5.8.1 アクションプランの実施スケジュール

実施項目		責任官庁	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I	処分場安全閉鎖に係る JICA 調査									
	1. ガイドラインの策定	JICA, MHLG, TWG								
	2. アクションプランの策定	JICA, MHLG, TWG								
	3. パイロットプロジェクト、モニタリング	JICA, MHLG, 自治体								
II	4. 人材育成	JICA, MHLG, TWG, 州政府, 自治体								
	閉鎖工事及び跡地管理の実施									
	1. 処分場閉鎖プロジェクト実施の公示	州政府								
	2. 安全閉鎖計画の策定	管理者, 土地所有者, 契約者								
	3. 安全閉鎖計画の承認	州政府 (MHLG)								
III	4. 閉鎖工事	管理者, 土地所有者, 契約者								
	5. 跡地管理 (維持管理とモニタリング)	管理者, 土地所有者, 契約者								
	安全閉鎖ガイドラインの制度化									
	1. ガイドラインの承認	連邦政府, (MHLG, DOE)								
	2. ガイドラインの公示	MHLG								
	処分場登録制度の構築									
IV	1. 処分場登録制度の構築	MHLG								
	2. 処分場登録制度の公示	MHLG								
	3. 州政府による処分場登録制度の構築	州政府								
	4. 処分場の登録	州政府, 自治体 (MHLG)								
V	処分場リストの完成 (追加)									
	1. 現存する処分場のデータ収集と調査	州政府, 自治体								
	2. 優先度と閉鎖レベルの設定	州政府, 自治体								
VI	3. 追加処分場のデータベース化	MHLG, 州政府								
	財政システムの構築									
	1. 財政システムの構築	連邦政府 (EPU, MHLG)								
	2. 財政システムの制度化	連邦政府 (EPU, MHLG)								
	3. 国家予算割当てによる財源確保	連邦政府 (EPU, MHLG)								
	4. 処分料金徴収システムの構築	MHLG, 州政府								
VII	5. 処分料金徴収システムの実施	MHLG, 州政府, 自治体								
	6. 処分場安全閉鎖及び跡地管理のための予算配分	連邦政府 (EPU, MHLG)								
VIII	人材開発の実施									
	1. 教育プログラムの構築	MHLG								
IX	2. プログラムの実施	MHLG								

5.9 アクションプランの評価

本節では、アクションプランの実施に伴う費用及び便益の分析に基づき、アクションプランの実施が及ぼす財務的・経済的インパクトについて評価を行う。

(1) ごみ処理費用に占める処分場の安全閉鎖費用の比率

本調査での概算によれば、処分場の安全閉鎖に要する費用は表 5.9.1のように算定されている。

表 5.9.1 処分場の安全閉鎖に係るアクションプランの実施費用

項目	単位	費用 (RM)
1. 供用終了済み処分場の安全閉鎖	処分1トン当たり	1.50
2. 供用中の処分場の安全閉鎖	処分1トン当たり	4.10
<処分場安全閉鎖の総費用>	処分1トン当たり	5.60
<都市部世帯の費用負担>	1世帯の月額負担	0.77
<非都市部世帯の費用負担>	1世帯の月額負担	0.38

注:

- 上記の算定に使用したごみ量は2005～2010年の総量である。
- 1世帯当たりのごみ発生量は、都市部で1.5トン/年、非都市部で0.75トン/年と想定している。

一方、「国家廃棄物管理戦略計画(案)」では、現在市民から徴収しているごみ処理費用及び戦略計画の実施に要する費用をの表 5.9.2のように算定している。

表 5.9.2 現在のごみ料金徴収費用及び戦略計画の実施費用

項目	単位	費用 (RM)
1. 現在のごみ料金徴収費用	収集トン当たり	60-120
	1世帯の月額負担	7.5-15
2. 戦略計画の実施費用	収集トン当たり	227
	1世帯の月額負担	28

出展: MHLG, 2003

上記の算定によれば、2020年までの処分場の安全閉鎖の実施に要する費用は、現在地方税を通じて徴収しているごみ処理費用のわずか5%に過ぎず、また、戦略計画の実施に要する費用で見ると、2.5%を占めるに過ぎないものとなっている。これらのことから、処分場の安全閉鎖に要する費用は、ごみ処理全体の費用の中に十分吸収可能なものと推定される。

(2) 一般家庭の支払い意思と支払い能力

一般家庭の処分場安全閉鎖に対する支払意思に関する調査の例は無いが、1998年にEPU-DANCEDがクアラルンプール及びペタリン・ジャヤの世帯を対象に実施したごみ処理サービスに対する支払い意思調査によれば、一般世帯の月平均支払い意思額はRM15.57と見積られ、これは同世帯平均収入の0.45%に該当するものとなっている。

処分場の安全閉鎖に必要な一世帯あたりの平均月負担額は、地方部の低所得者層を除いても平均世帯収入の0.1%に満たず、これら低所得者層でも約0.1%と試算されている。これを見る限り、0.1%未満の負担額を増加することは、マレーシア一般世帯にとって充分可能な額であると推定される。

(3) アクションプランの実施による経済便益

処分場の安全閉鎖によって得られる便益の中には、一般市民の健康・衛生や環境保全、持続可能な発展の面から重視すべきものが多く含まれている。

- a. 処分場の安全閉鎖による人々の健康及び環境リスクの発生防止及び最小化
- 処分場安全閉鎖の目的は、将来起こる可能性のある人々の健康や環境へのリスクの発生を防止・最小化することにある。そのようなリスクには次のようなものがある。
- 閉鎖処分場からの浸出水の漏洩による表流水/地下水の汚染
 - 閉鎖処分場からの埋立て廃棄物の流出による汚染
 - 埋立てガスの発生による周辺地域への影響
- b. 閉鎖後の処分場跡地の土地利用/開発ポテンシャルの向上

一般的には、処分場の閉鎖がより高度なレベルで実施されれば、その将来的な土地利用/開発ポテンシャルは、向上するものと推定される。土地の利用/開発ポテンシャルは、土地の市場価格すなわち地価で表すことが可能であるが、地価は土地利用や開発ポテンシャルの種類によって異なる。

土地の利用価値は、不適切な閉鎖及び閉鎖後の管理による健康・環境リスクが存在する場合土地の用途が限定され、その価値は著しく低下する可能性がある。従って、処分場安全閉鎖と跡地管理の実施は、閉鎖処分場の将来の土地利用及び開発ポテンシャルに重要な意味を有するものである。

第6章 パイロットプロジェクト

6.1 目的

処分場安全閉鎖に係るパイロットプロジェクトはAmpang Jajar処分場、Pekan Nenası 処分場、Ampang Jaya閉鎖処分場の3ヶ所において実施された。パイロットプロジェクトの目的及び作業範囲は次のとおりである。

- 処分場安全閉鎖ガイドライン（案）に規定されている技術的要件の3箇所の異なる状況下での実証
- 建設方法及び資材調達を持続可能性の検証
- 事業費の積算の検証
- 事業計画及びプロジェクト実施に関する課題の明確化
- 設計、建設、モニタリングに関する現地コンサルタント及びコントラクターの能力の確認
- 処分場の安全閉鎖及び改善の工事及び結果からの知見の提示
- 安全閉鎖後のモニタリング及び維持管理の基準の検証
- 処分場安全閉鎖の実施事例の提供

パイロットプロジェクトの事業概要は表 6.1.1に示すとおりである。

表 6.1.1 パイロットプロジェクトの概要

項目	Ampang Jajar PP	Pekan Nenas PP	Ampang Jaya PP
1. 処分場の現況	閉鎖直前の処分場	供用中の処分場	供用終了後の処分場
2. 安全閉鎖実施のためのポイント	衛生埋立処分場における安全閉鎖モデル	湿地帯に立地する処分場の改善モデル 処分場の供用終了後に容易に安全閉鎖を実施するためのモデル	立地条件が悪く、適切な運営がなされていなかった処分場の安全閉鎖モデル
3. 安全閉鎖レベルの目標	安全閉鎖レベル C3 景観の改善	安全閉鎖レベル C3	安全閉鎖レベル C2
4. パイロットプロジェクトの概要	法面の改良、雨水排水施設の設置、浸出水集排水管及びガス抜き管の埋設	準好気性埋立処分場への改善：浸出水集排水管・ガス抜き管の埋設、循環処理設備の設置	浸出水集排水管・ガス抜き管の埋設、雨水集排水施設の設置、搬入道路の改修
5. パイロットプロジェクトの詳細	<ul style="list-style-type: none"> 地形測量、土質調査 法面の改良：延長250m、法面高3.2mから7m 覆土施工：面積8,000m²（厚さ150mm） 芝生 11,400m²、植木 240本 浸出水集排水管理設（本管）：延長275m、直径450mm ガス抜き/浸出水排水管理設（枝管）：延長600m、直径150mm プレキャスト雨水排水施設設置：延長900m 	<ul style="list-style-type: none"> 地形測量、土質調査 浸出水集排水管理設（本管）：延長84m、直径450mm 浸出水集排水管理設（枝管）：延長330m、直径225mm 浸出水貯留池の設置：100m x 10m x 2m（深さ） エアレータの設置：7.5kw 再循環ポンプの設置（配管・制御盤含む）：5kw 	<ul style="list-style-type: none"> 地形測量、土質調査 搬入道路の改修：延長1km、幅員7m 搬入道路沿いの雨水排水施設の設置：延長1km 浸出水集排水管理設の埋設：延長126m、直径450mm、有孔コンクリート管 ガス抜き/浸出水集排水管理設：延長500m、直径100mm 雨水排水施設の設置：延長500m 浸出水貯留池の設置：湿地帯の掘削
環境モニタリング	パイロット実施前後のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> 表流水・地下水 浸出水 処分場ガス 	パイロット実施前後のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> 表流水・地下水 浸出水 処分場ガス 	パイロット実施前後のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> 表流水・地下水 浸出水 処分場ガス

6.2 パイロットプロジェクトサイトの選定

処分場の現地踏査に基づいて得られた供用中及び閉鎖済み処分場のデータを基に、パイロットプロジェクトサイトを選定した。パイロットプロジェクトの候補地として、半島マレーシアで合計19箇所が選定された。

パイロットプロジェクト処分場の選定手順は図 6.2.1に示すとおりである。

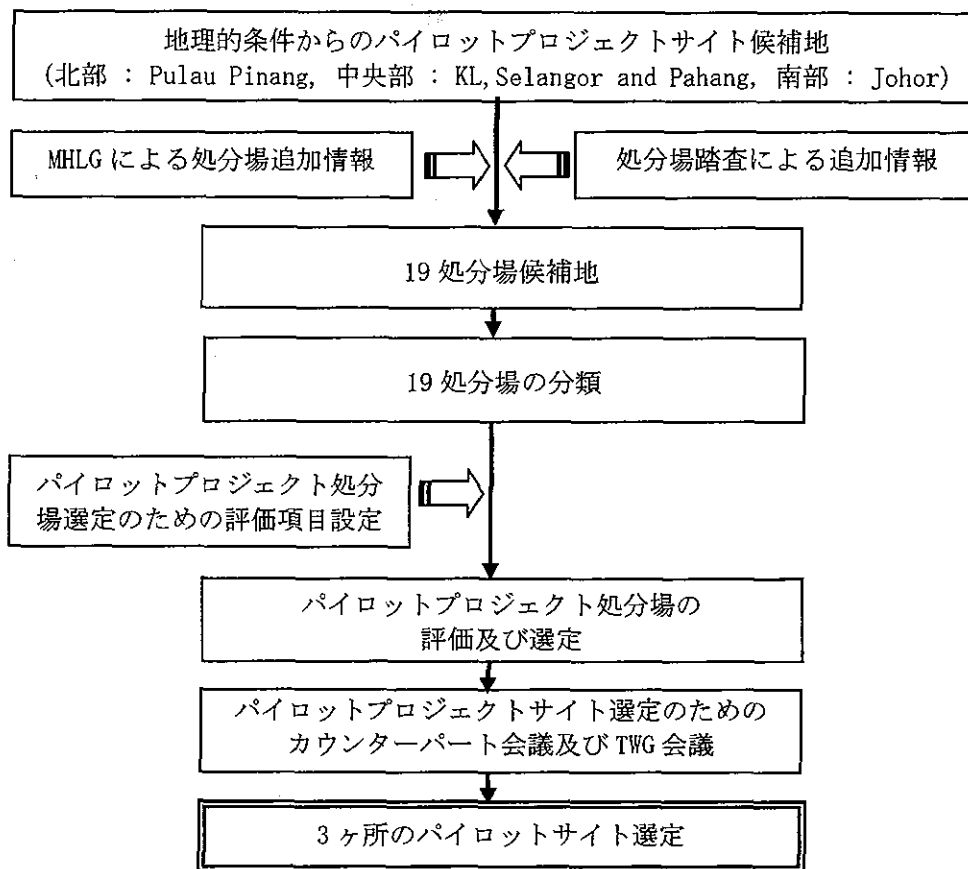


図 6.2.1 パイロットプロジェクトサイトの選定手順

19箇所のパイロットプロジェクト候補地を評価するための指標として以下の4項目を設定した。

- 処分場の閉鎖段階
- 環境リスク
- 閉鎖後の土地利用可能性
- 処分場の施設レベル

テクニカルワーキンググループ (TWG) での協議の結果、以下の3箇所のパイロットプロジェクトサイトが選定された。

- Ampang Jajar 処分場 (Pulau Pinang 州)
- Pekan Nenas 処分場 (Pahang 州)
- Ampang Jaya 閉鎖処分場 (Selangor 州)

6.3 プロジェクト実施プロセス

6.3.1 実施フローチャート

パイロットプロジェクトの実施フローは図 6.3.1に示すとおりである。

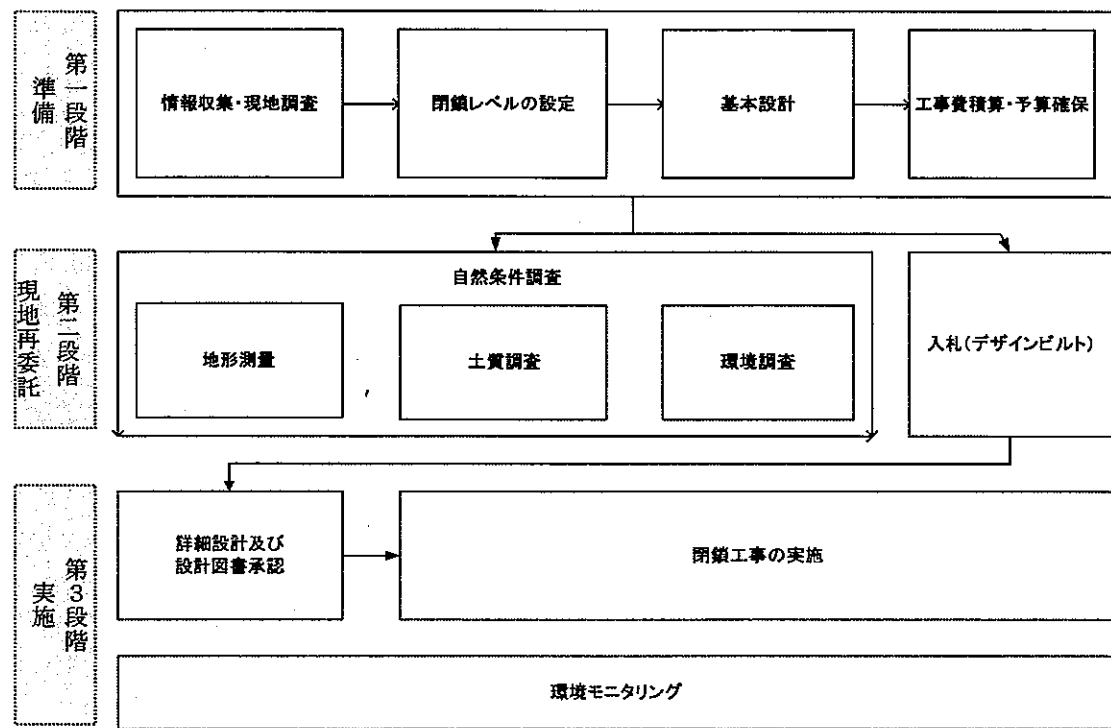


図 6.3.1 実施フロー

選定された3箇所のパイロットプロジェクトサイトについて、第一段階としてそれぞれの処分場の現況把握の目的で情報収集・現地踏査を実施した。収集データの一例は以下のとおりである。

- 過去の運営記録や改善計画の記録
- 過去の浸出水分析結果の記録
- 処分場周辺の土地利用及び開発状況
- 処分場に隣接する中継基地の稼働状況 (Ampang Jajar)
- パイロットプロジェクト実施前の環境状況の把握の目的で、表流水、地下水、浸出水、処分場ガスのモニタリング実施
- 沼地や海岸付近に位置する処分場の干満状況についての情報 (Pekan Nenas)

第2段階として、パイロットプロジェクトの実施前に自然条件把握の目的で地形測量及び土質調査を実施した。

委託業者から提出された設計図書が調査団によって承認された後、第3段階として、3箇所の処分場についてパイロットプロジェクトの工事に着手した。

6.3.2 パイロットプロジェクトのモニタリング計画

環境モニタリングの主な目的は、パイロットプロジェクトによる処分場改善の効果を検証することである。しかしながら、浸出水質、処分場ガス組成などの効果の検証には長期的なモニタリングが必要とされるため、パイロットプロジェクトの短期間においては、こうした成分の改善効果の検証は難しいと考えられる。従って、調査期間内でのモニタリングの短期的な効果の把握は実施するが、処分場の安定化が完了するま

での長期的なモニタリングについては、MHLGや地方自治体によって継続すべき事項として位置付ける。

浸出水、表流水、地下水の水質モニタリング項目は基本的には「マ」国の排出基準Bによる。水質とガスの分析項目および分析手法を表 6.3.1に示す。

表 6.3.1 環境モニタリングでの分析項目

(a) 水質

水質分析		単位	分析手法
1	水温	°C	APHA 2550B
2	水素イオン濃度	-	APHA 4500 H+ B
3	電気伝導度	mS/cm	APHA 2510 B
4	溶存酸素	mg/l	APHA 4500-O G
5	濁度	NTU	APHA 2130B
6	酸化還元電位	mV	APHA 2580B
7	BOD5 20 度	mg/l	APHA 5210 B
8	COD	mg/l	APHA 5220 D
9	浮遊物質	mg/l	APHA 2540 D
10	全窒素	mg/l	APHA 4500
11	水銀	mg/l	APHA 3112 B
12	カドミウム	mg/l	APHA 3112 B
13	六価クロム	mg/l	APHA 3500- Cr D
14	砒素	mg/l	APHA 3120 B
15	シアン	mg/l	APHA 4500 CN C
16	鉛	mg/l	APHA 3120 B
17	三価クロム	mg/l	APHA 3500 Cr D & 3120 B
18	銅	mg/l	APHA 3120 B
19	マンガン	mg/l	APHA 3120 B
20	ニッケル	mg/l	APHA 3120 B
21	スズ	mg/l	APHA 3120 B
22	亜鉛	mg/l	APHA 3120 B
23	ホウ素	mg/l	APHA 3120 B
24	鉄	mg/l	APHA 3120 B
25	フェノール	mg/l	APHA 5530 D
26	塩素イオン	mg/l	APHA 4500 Cl G
27	硫化物	mg/l	APHA 4500 S2- D
28	油脂	mg/l	APHA 5520 B
29	アンモニア性窒素	mg/l	APHA 4500 NH3 G
30	硝酸性窒素	mg/l	APHA 4500 NO3- H
31	亜硝酸性窒素	mg/l	APHA 4500 NO2- B

注： APHA = American Public Health Association)

(b) ガス

ガス分析		単位	分析方法
1	酸素 (O ₂)	%	赤外線吸収
2	窒素 (N ₂)	%	赤外線吸収
3	メタン (CH ₄)	%	赤外線吸収
4	二酸化炭素 (CO ₂)	%	赤外線吸収

表 6.3.2に示すモニタリング計画に従って（◎はサンプリング時期を示す）、パイロットプロジェクト実施前に1回、実施後に3回の合計4回サンプリング及び分析を実施した。

表 6.3.2 サンプリング計画

項目	2003					2004							
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
表流水	◎						◎			◎		◎	
浸出水	◎						◎			◎		◎	
地下水	◎						◎			◎		◎	
処分場ガス	◎						◎			◎		◎	

6.4 パイロットプロジェクト AMPANG JAJAR 処分場 (PULAU PINANG)

6.4.1 処分場の概要

Ampang Jajar処分場はPerai川沿いの湿地帯に立地し、1980年代に供用が開始された。処分場はオープンダンプング処分場として供用されていたが、JICA専門家の助言と協力により1988年にレベル3の衛生埋立処分場に改良された。改良工事内容として、浸出水集排水管、ガス抜き管、浸出水貯留池、浸出水再循環システムが設置された。浸出水再循環システムの導入により、当処分場は準好気性埋立処分場として生まれ変わった。当該処分場は地方自治体（MP Seberang Perai）により運営され、マレーシアではレベルの高い処分場のひとつとされている。日量約400tの都市ごみが処分場で処分されており、過去15年間で2.2百万t以上の廃棄物が処分された。

処分場は約17haの面積を有し、最終的な廃棄物層の高さは約20mである。2003年11月に閉鎖されたが、その後、廃棄物は隣接する中継基地に搬入され、Ampang Jajarの南方約40kmにあるPulau Burung処分場に搬送されている。MP Seberang Peraiは安全閉鎖事業の一環として、最終覆土を施している。

Ampang Jajar処分場は市役所庁舎から約5kmにあり、西側は河川公園、東側は南北縦断高速道路に面している。南側の隣接地には宅地開発が計画されている。当該処分場は、閉鎖後の跡地利用として都市森林公園としての開発計画がある。

Ampang Jajar処分場の運営状況とサイト特性の概要を表 6.4.1に示す。

表 6.4.1 Ampang Jajar 処分場の運営とサイトの特性

運営状況	サイトの特性
<ul style="list-style-type: none"> 1980年代に供用を開始し、2003年11月に閉鎖。 1988年に浸出水集排水管、浸出水貯留池、再循環システム、ガス抜き管を導入し、レベル3処分場に改良。 改良後、準好気性処分場として供用。 約2.2百万tの廃棄物が処分場に廃棄（約400t/日）。 	<ul style="list-style-type: none"> 湿地帯に立地。 処分場面積は約17ha、廃棄物層高さは約20m。 処分場の西側を河川公園として開発。 南北縦断高速道路が西側に隣接。

6.4.2 Ampang Jajar パイロットプロジェクトの実施

パイロットプロジェクトの対象地域は延長約250mの南側斜面の一部を含む東側斜面に沿った区画とした。当該区画は南北縦断高速道路に面しており、全体の1/5程度の斜面をカバーしている。

Ampang Jajarパイロットプロジェクトの主な実施項目は以下のとおりである。

- 斜面の改良、斜面に沿った覆土及び芝生・植生
- 表面排水施設及び浸出水集排水管の設置による斜面に沿った集排水システムの改良
- ガス抜き管の設置
- 搬入道路の改良

パイロットプロジェクトの実施項目と概要を表 6.4.2に示す。

表 6.4.2 Ampang Jajar パイロットプロジェクトの実施内容及び数量

No.	項目・内容	数量
1	法面改良及び最終覆土	
	第1層法面の改良及び最終覆土 第1層法面勾配を1:2に改良、また、法面を不浸透性の粘性土で覆土し、圧密。法面高さは3.2mから7.1m。	1,580m ³
	第2層から上部の法面及び層への覆土施工(厚さ300mm) 現在の法面を改良するために、法面及び廃棄物層を厚さ300mmの粘性土で覆土し、圧密。第2層上部の廃棄物層は2段から5段。	8,000m ²
	植生のための覆土(厚さ150mm) 有機質に富む土壌で覆土。	11,385m ²
	芝生(法面保護) 法面保護のために芝生敷設。	11,385m ²
	植木(1本/25m ²) 処分場で生育可能な木を選定。	240本
2	浸出水集排水管(主管)	
	浸出水集排水管(直径450mm) クラスH、直径450mmの有孔コンクリート管を設置。管の保護材としてまくら木、厚さ200mmのクラッシャーランを置き、また、フィルター材として管周りに砂利を敷設。	275m
3	ガス抜き管	
	縦形ガス抜き管(直径150mm) 直径150mm、深さ3.5mの有孔高密度ポリエチレン縦形ガス抜き管を設置。フィルター材として管周りに砂(厚さ50~150mm)を敷設。管の大部分は法面の中段に設置。地上高さ約1.5mに接続管を設置。	6ユニット
	法面ガス抜き管(高密度ポリエチレン、直径150mm) ガス抜きと浸出水集排水のための法面ガス抜き管を設置(直径150mmの高密度ポリエチレン有孔管)。管は法面に沿って4箇所を設置し、浸出水とガスのための縦形管と底部管を接続。地中の50×50cm溝に管を埋設し、周りに砂を敷設。	185m
	底部ガス抜き及び浸出水集排水管(直径150mm) 有孔高密度ポリエチレン底部ガス抜き管を設置。500×500mm溝に直径150mm管を埋設し、周りに粒径25mmの砂を敷設。これらの管は上述の縦形、法面ガス抜き管に沿って敷設。	600m

No.	項目・内容	数量
4	周辺道路の改良	
	クラッシャーラン舗装(厚さ 200mm) 幅 3.5m、厚さ 200mm の管理用道路にクラッシャーランを敷設、圧密。	192.5m ³
5	法面雨水集排水溝	
	埋立地内排水溝 300×300mm のプレキャスト RC 排水溝を埋立地内に設置。	700m
	法面排水溝 法面に沿って 5 箇所に階段状の 600×600mm プレキャスト RC 排水溝を設置。	190m
	周辺道路及び埋立地内排水管(直径 300mm) 埋立地内及び周辺道路脇に直径 300mm のコンクリート排水管を設置。	50m
	素掘り排水溝(幅 300 及び幅 900) 法面の頂部に沿って 300×300mm の素掘り排水溝を設置。	214m
	埋立地内及び周辺道路の排水ピット 750×750mm と 900×900mm の四角型のレンガ排水ピットを浸出水集排水主管と枝管の交点及び埋立地内の階段状排水溝と排水主管の交点に設置。	14 ユニット
	セメントモルタルによる捨石基礎(3000mm×2500mm×深さ 900mm) 雨水を既存の素掘り排水溝に排水するための素掘り排水溝とコンクリート排水管が接続する 5 箇所に捨石基礎を設置。	5 ユニット
	周辺部排水溝(600×450mmU 型排水溝) 600×450mm のプレキャスト RC 排水溝を法尻に沿って設置。	275m

図 6.4.1 及び図 6.4.2 にパイロットプロジェクトの平面図及び標準断面図を、写真 6.4.1 及び写真 6.4.2 に撮影記録を示す。

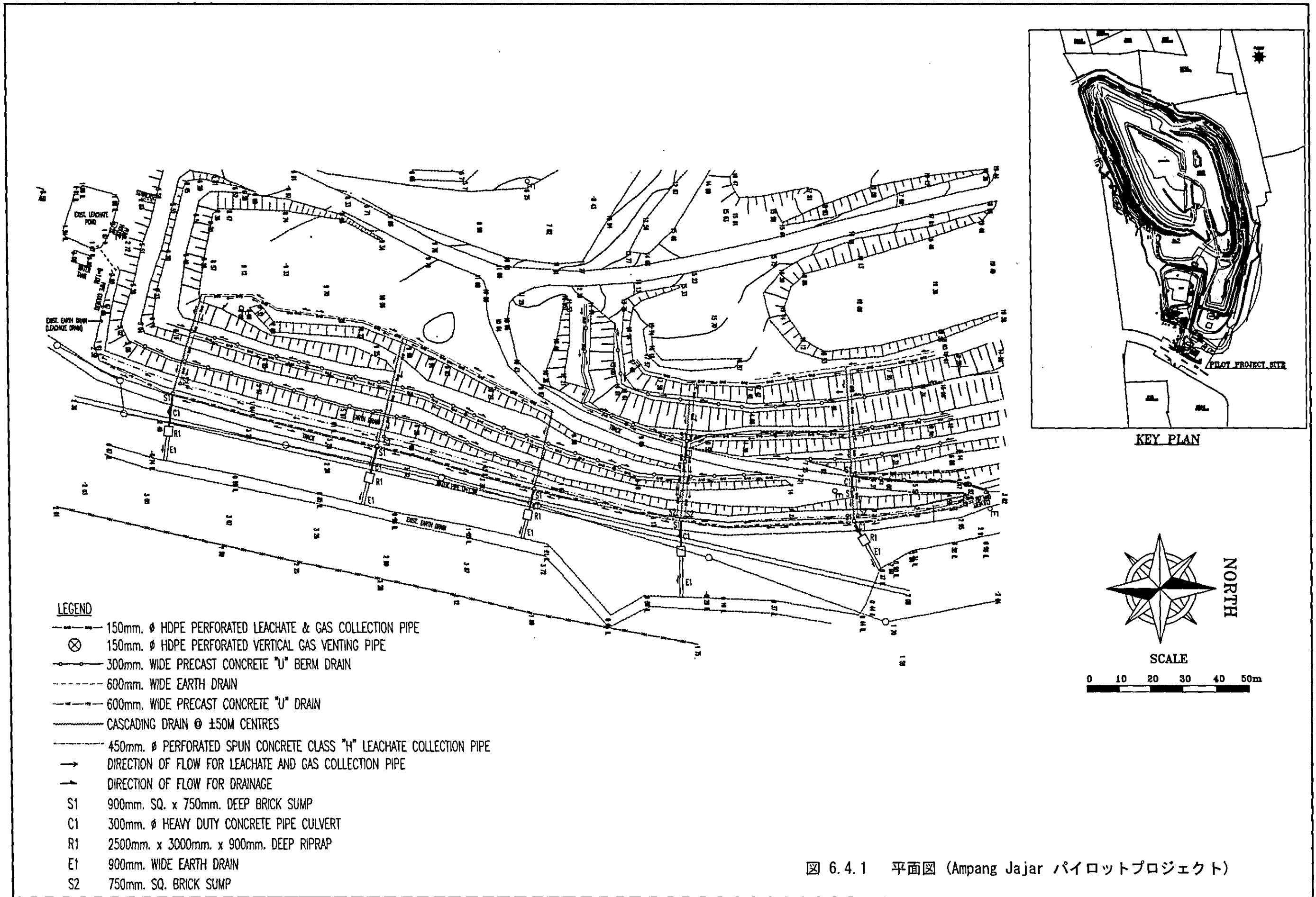


図 6.4.1 平面図 (Ampang Jajar パイロットプロジェクト)

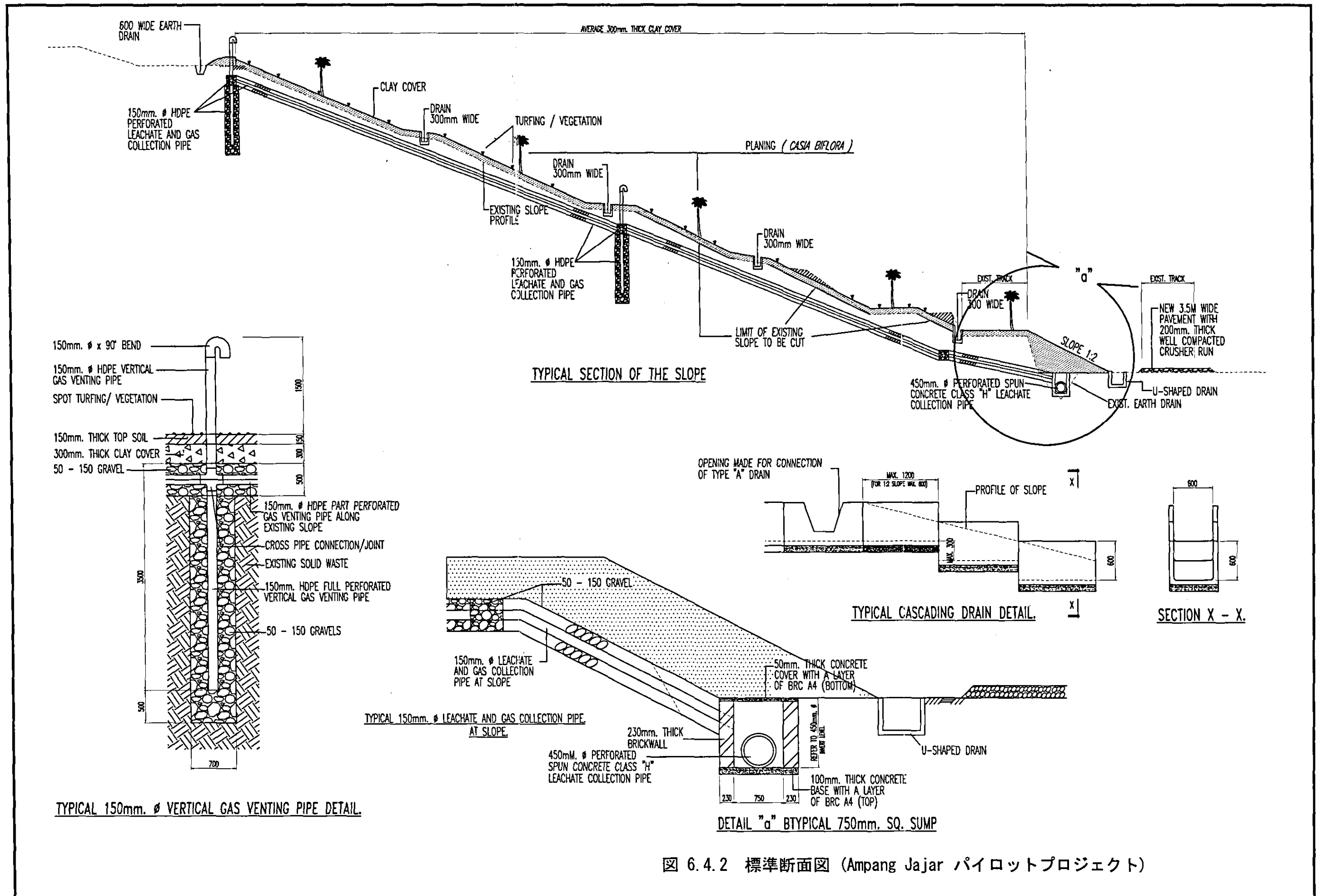


図 6.4.2 標準断面図 (Ampang Jajar パイロットプロジェクト)

写真 6.4.1 Ampang Jajar パイロットプロジェクト 1

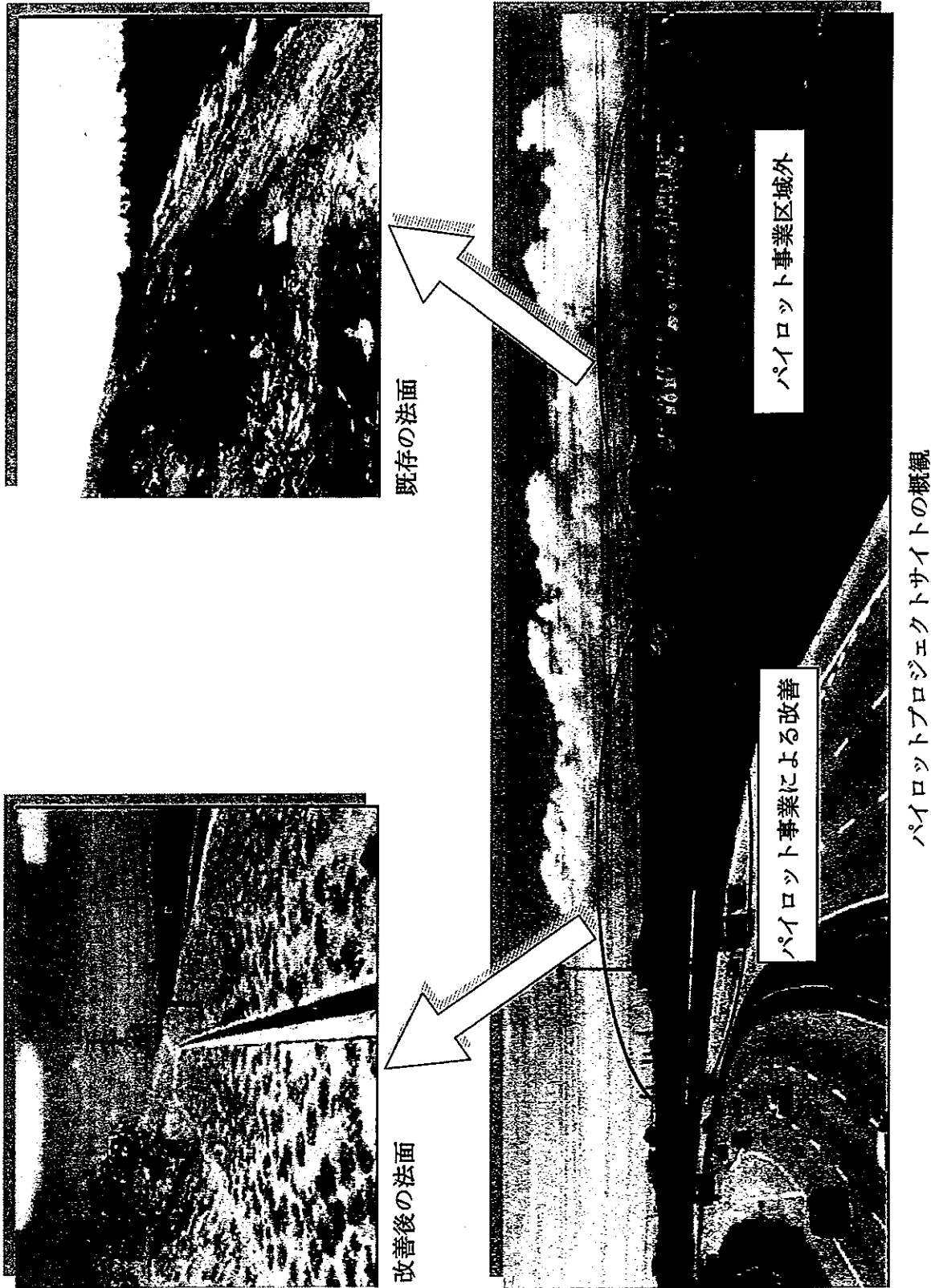
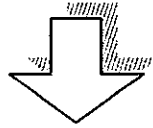


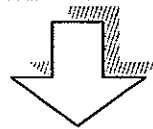
写真 6.4.2 Ampang Jajar パイロットプロジェクト 2



事業実施前



事業実施中



事業実施後
①法面の改善
②雨水排水溝
③浸出水集排水管(地下)
④管理用道路

6.4.3 環境モニタリング - Ampang Jajar PP

表 6.4.3にモニタリングのサンプル数を示す。

表 6.4.3 Ampang Jajar パイロットプロジェクトにおけるサンプル数

サンプル	Ampang Jajar (箇所数)
表流水	2
浸出水	2
地下水	3
ガス	2

各箇所について、サンプリングは4回実施した（1回目はパイロットプロジェクトによる改良前、他の3回はプロジェクト終了後）。モニタリング結果は6.7.2.節にまとめられた。

6.5 パイロットプロジェクト PEKAN NENASI 処分場 (PAHANG)

6.5.1 処分場の概要

Pekan Nenasi処分場は、Pekan市の南、東沿岸幹線道路脇の湿地帯に位置している。当該処分場は1988年に供用を開始し、地方自治体 (MD Pekan) によって運営されていた。その後、固形廃棄物管理サービスが民営化されるまでの暫定的なコンセッション契約に基づき、Alam Flora社が処分場を運営している。日量約30tの廃棄物が処分場に廃棄されている。

当該処分場は、幹線道路側の前方区画（東側）と後方区画（西側）の2つの区画から構成されており、小川で隔てられている。前方区画の面積が約2.8haで、後方区画が約19haである。処分場に隣接して、下水処理会社 (Indah Water Konsortium) が所有する約1.5haの下水スラッジ処分場がある。2003年4月に前方区画を閉鎖しており、現在は西側の後方区画の一部に廃棄物を搬入している。

2002年にMHLGの財政支援を受け、MD PekanはAlam Flora社の協力を得て処分場の入口に計量棟、管理棟、車両メンテナンス場を建設するなど、処分場の改良工事を実施した。また、家畜が処分場に侵入するのを防ぐためのフェンスの設置、搬入道路の改良なども行われている。また、2003年にはMHLGからの追加財政支援が行われ、後方区画においてJICAパイロットプロジェクトの事業内容と同様の浸出水集排水システムを設置するとともに、閉鎖された東側の前方区画に最終覆土を施した。

Pekan Nenasi処分場の運営状況とサイトの特性を表 6.5.1に示す。

表 6.5.1 Pekan Nenasi 処分場の運営とサイトの特性

運営状況	サイトの特性
<ul style="list-style-type: none"> 1988年に供用を開始。 日量約30tの廃棄物が処分場に廃棄。 2002年、管理棟、メンテナンス場、計量棟を設置するなどの改良工事を実施。現在は西側後方区画の第一セルで供用中。 予定期間より長く使用することが期待されている。 	<ul style="list-style-type: none"> Pekan市の南、東沿岸幹線道路沿いに立地。 湿地帯に立地。 処分場総面積は約22ha。

6.5.2 Pekan Nenası パイロットプロジェクトの実施

パイロットプロジェクトによって、処分場の後方区画の第1セルは浸出水再循環システムを有するレベル3の準好気性の埋立処分場に改良された。処分場周辺の土壌の改修、浸出水集排水システム、ガス抜き管、浸出水曝気用貯留池、モニタリング井戸の設置等をパイロットで実施した。

パイロットプロジェクトの実施概要は表 6.5.2に示すとおりである。

表 6.5.2 Pekan Nenasi パイロットプロジェクトの実施内容と数量

No.	項目・内容	数量
1	浸出水集排水システム	
	廃棄物層の掘削 浸出水集排水システムを設置するために、現在供用している区画の廃棄物層を掘削。	500m ³
	2系列の浸出水集排水本管の設置(直径 450mm) クラス H、直径 450mm の有孔コンクリート管を長さ 30m×2 系列で設置し、保護材としてまくら木と厚さ 200mm のクラッシャーランを敷設。管の周りにはフィルター材として砂を敷設。また、クラス H、直径 450mm の無孔コンクリート管を長さ 12m×2 系列で管理用道路下に設置。	84m
	4 系列の浸出水集排水枝管の設置(直径 225mm) 直径 225mm の有孔コンクリート管を最小勾配 1:200 で、延長 290m 設置。圧密したクラッシャーランの上に管を設置し、管の周りには砂を敷設。	331m
2	ガス抜きシステム	
	整形ガス抜き管 クラス D、直径 160mm、高さ 2.5m の塩ビガス抜き管を 4 本設置。外径 1.65 × 1.65m、高さ 0.9m の接続用ボックスを本管と枝管の交点に設置。	4 ユニット
3	浸出水貯留池	
	浸出水貯留池のための掘削 浸出水貯留池の寸法は長さ 100m×幅 10m×深さ 2m で、現在の貯留池を拡張するため 2,600 m ³ 分を掘削。	1,400m ³
	浸出水貯留池外周の土堰(高さ 1.0m、長さ 145m) 現在の地上レベルから高さ 1m の土堰を設置するために、不透水性の粘性土を設置。土堰は斜面部勾配 1:2、上面の幅 1m。	145m
	処分場と浸出水貯留池間の管理用道路 平均厚さ 200mm のクラッシャーランを路床として敷設。最小幅 3m の管理用道路を建設。	2,250m ²
	管理用道路のクラッシャーラン舗装 厚さ 300mm のクラッシャーランを敷設、圧密。	180m ³
	曝気設備(7.5 kw) 低速度表層曝気設備、ギアモーター、電気計装付属装置、長さ 300m の架線を設置。曝気設備は貯留池の中心部に設置。	1 基
	再循環ポンプ(5 kw) 付属品及び長さ 300m 架線付を含む直径 80mm の吸引ポンプを設置。ポンプは廃棄物処分区画と貯留池の間の管理用道路付近に設置。ガス抜き管の頂部に設置した 4 つのスプリンクラーとポンプを接続。	1 基

図 6.5.1 及び図 6.5.2 にパイロットプロジェクトの平面図及び標準断面図を、写真 6.5.1 に撮影記録を示す。

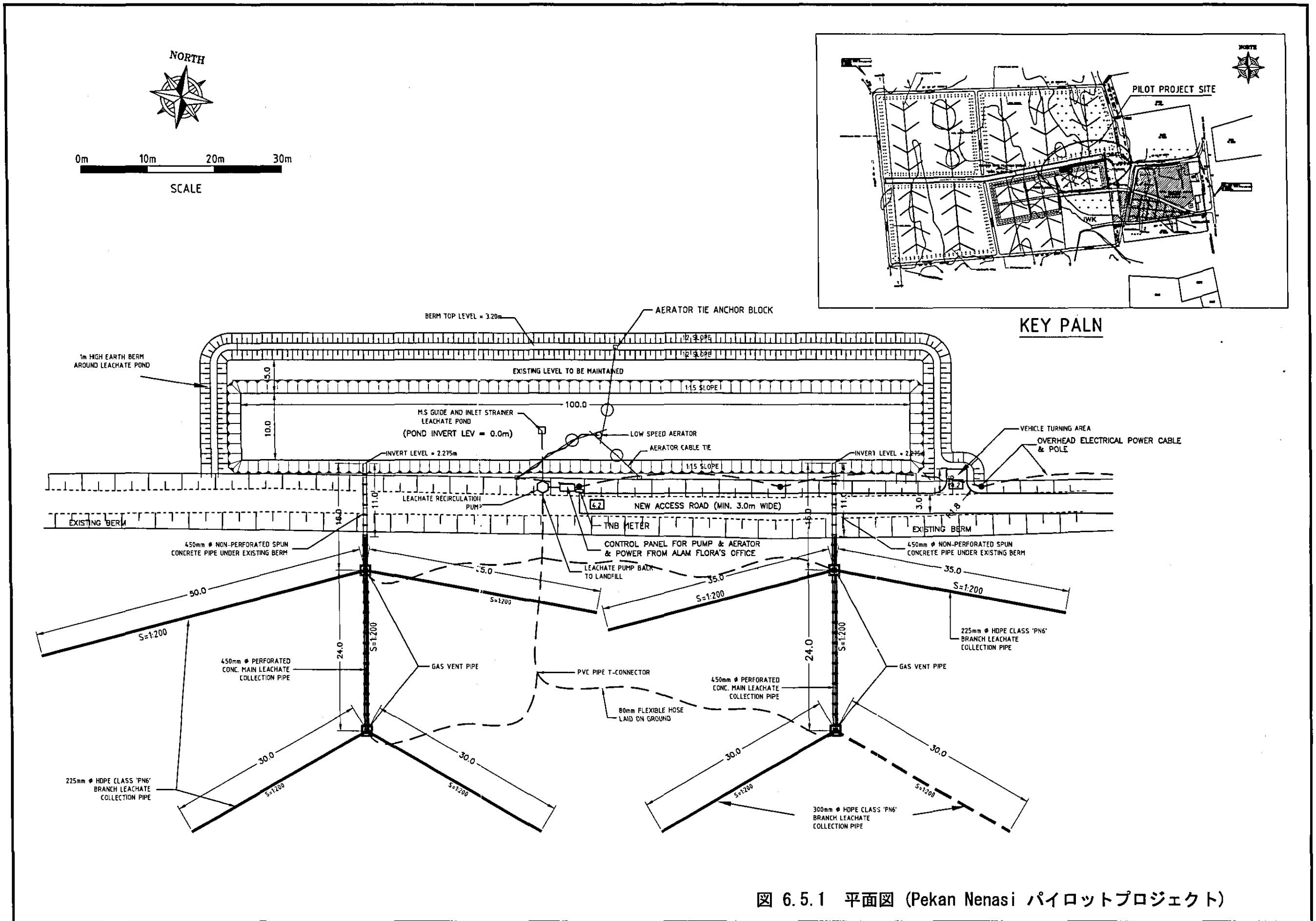
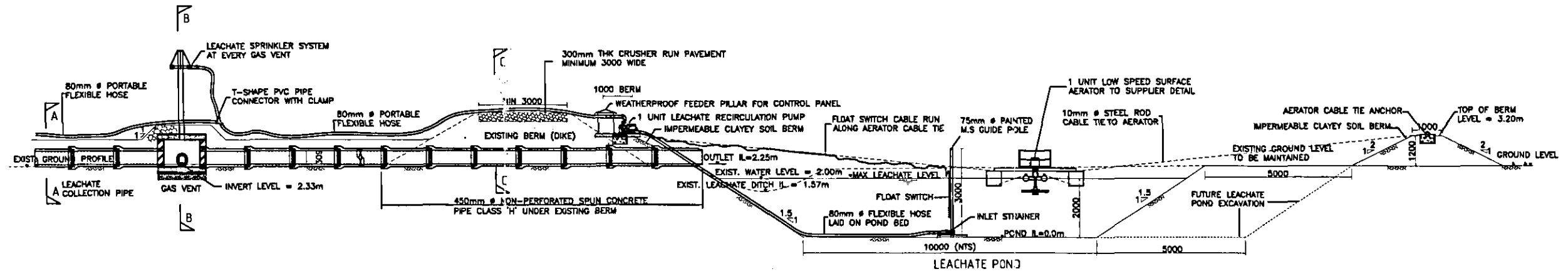
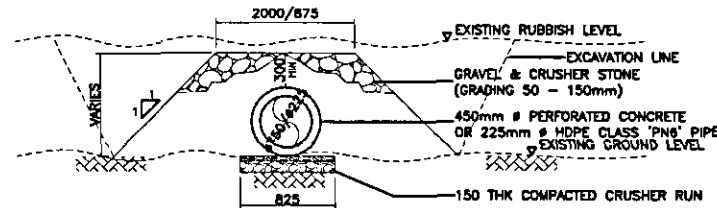


図 6.5.1 平面図 (Pekan Nenası パイロットプロジェクト)



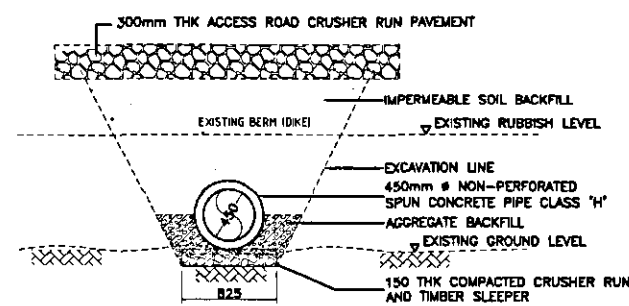
LEACHATE COLLECTION PIPE LONG-SECTION

100 250 500
 SCALE (mm)



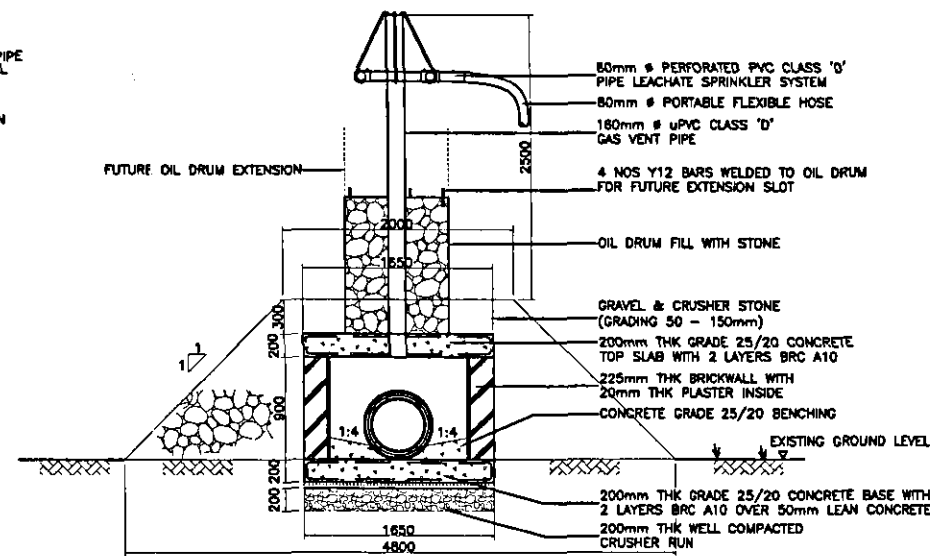
SECTION A-A
 PIPE ABOVE EXIST. GROUND LEVEL

100 500 1000
 SCALE (mm)



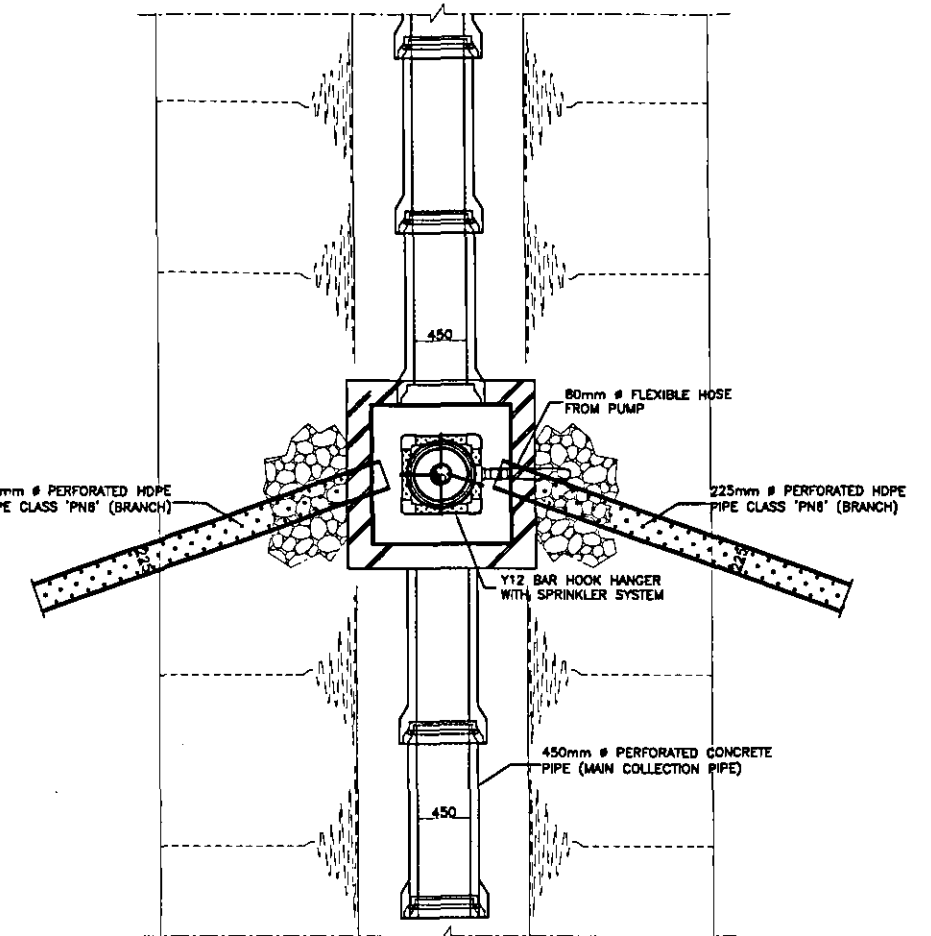
SECTION C-C
 PIPE BELOW ACCESS ROAD & BERM

100 500 1000
 SCALE (mm)



SECTION B-B
 GAS VENT SYSTEM

100 500 1000
 SCALE (mm)



GAS VENT PLAN

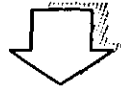
100 500 1000
 SCALE (mm)

図 6.5.2 標準断面図 (Pekan Nenası パイロットプロジェクト)

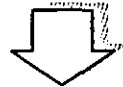
写真6.5.1 Pekan Nenasパイロットプロジェクト



事業実施前



事業実施中



事業実施後

(浸出水集排水管・ガス抜き管の設置)

6.5.3 環境モニタリング - Pekan Nenas PP

表 6.5.3にモニタリングのサンプル数を示す。

表 6.5.3 Pekan Nenas パイロットプロジェクトにおけるサンプル数

サンプル	Pekan Nenas (箇所数)
表流水	2
浸出水	1
地下水	3
ガス	2

各箇所に関して、サンプリングは4回実施した（1回目はパイロットプロジェクトによる改良前、他の3回はプロジェクト開始後）。モニタリング結果は6.7.2.節にまとめた。

6.6 パイロットプロジェクト AMPANG JAYA 処分場 (SELANGOR)

6.6.1 処分場の概要

Ampang Jaya処分場は1992年から1998年まで供用されていた。処分場は地方自治体 (MP Ampang Jaya) によって運営されていたが、供用終了後、行政区域の見直しに伴って処分場とともにその土地はMP Kajangの管理下となった。

処分場はAmpang Jayaの中心から東に約3km、Langat川流域の丘陵地に位置している。Hulu Langat取水口は処分場の約8km下流に位置している。

日量約400tの廃棄物が当該処分場に廃棄されていた（合計で約100万t）。廃棄物は丘陵地の頂上部から斜面下方に廃棄されており、西側斜面、東側斜面、西側谷底部を埋め尽くしている。1998年に西側斜面の崩壊により2人の処分場作業員が死亡したため、緊急に供用を停止した。

処分場供用中に、傾斜の改良、覆土、ガス抜き管の設置、浸出水処理施設、浸出水貯留池の導入、仮設道路などの改良工事が実施された。しかしながら、上述の理由による処分場の早期閉鎖のため、浸出水処理施設工事は完了せず、処分場全体が放棄された状態になってしまった。

2003年半ばの調査団による現地踏査の結果、浸出水が斜面から漏出し、付近の小川に流れ出ていることが判明した。斜面に植生や低木が観察されたが、覆土は十分でなかった。現在は、この処分場の丘陵地頂上部及び谷底部の一部が果樹園として使用されている。

丘陵地頂上部のガス抜き管で観察されている処分場ガスには約22%のメタンガスと硫化水素が含まれている。丘陵地東斜面の小川はきれいに見えるが、約40ppmの硝酸塩化合物が含まれている。谷部には、浸出水が連続的に漏れ出しており、谷の中心に位置する湿地帯に主に流出している。浸出水量は約100m³/日と推計される。

1998年の斜面崩壊後、処分場は放置されており、斜面は不安定な状態のままで、現在もリスクが潜在している。搬入道路と低地は、不十分な表流水集排水や維持管理の欠如により、ひどく侵食されている。

Ampang Jaya処分場の供用当時の運営及びサイト特性の概要を表 6.6.1に示す。

表 6.6.1 Ampang Jaya 閉鎖処分場の運営及びサイトの特性

運営特性	サイトの特性
<ul style="list-style-type: none"> 1992年に供用を開始し、1998年の処分場事故に伴い供用を終了。 約400t/日の廃棄物が処分場に廃棄（合計約100万t）。 丘陵地頂上部から谷部に向かって廃棄物が廃棄されており、西側斜面、東側斜面、西側谷底部が埋め尽くされている。 	<ul style="list-style-type: none"> MP Ampang Jaya東部、Sungai Langat流域の丘陵地に立地。 Hulu Langat取水口が処分場の約8km下流に立地。

6.6.2 Ampang Jaya パイロットプロジェクトの実施

Ampang Jaya閉鎖処分場は供用終了後に放棄されたままの状態であるため、適正に閉鎖されなければならない。安全閉鎖計画には、この処分場を適切に閉鎖し、斜面を安全に維持し、侵食や水質汚濁を防ぐために、適正な表流水集排水システム、浸出水集排水システム、ガス抜きシステムの導入が含まれている。

パイロットプロジェクトの実施概要は表 6.6.2に示すとおりである。

表 6.6.2 Ampang Jaya パイロットプロジェクトの実施内容及び数量

No.	項目・内容	数量
1	処分場へのアクセス方法	
	谷底部へ続く現在の搬入道路、すなわち処分場入口の高度 187.980 (基点 1) から排水管が交差する高度 105.800 までの道路を改良した。道路延長は 1,032m。	
	掘削と盛土作業 縦断勾配を改良するために掘削と盛土を実施。	4,500m ³
	搬入道路建設 (幅 7.0m) 地面凹凸の改良。	7,350m ²
	クラッシャーラン舗装 (厚さ 200mm) 厚さ 200mm のクラッシャーランを敷設、圧密。	3,675m ²
	処分場入口側の搬入道路での雨水集排水施設の設置 (幅 450~600mm) 搬入道路片側に長さ約 400m の排水溝を設置。	400m
	谷底部側の搬入道路での雨水集排水施設の設置 (幅 600~900mm) 搬入道路内側に 600×600mm 及び 900×900mm、長さ約 500m のプレキャスト RC 溝を設置。	500m
接続排水管 (直径 1m) 既存の排水溝に雨水を排水させるために直径 1.0m、クラス H のコンクリート管を設置。	45m	
2	浸出水集排水本管	
	浸出水集排水本管 (直径 450mm) クラス H、直径 450mm の有孔コンクリート管を設置した。保護材として、長さ約 130m のまくら木、厚さ 200mm のクラッシャーランを置き、また、管周りに砂を敷設。勾配 1:26、1:13、1:8、1:4 で 5 箇所 RC 管を設置。沼地のレベル RL+110 及び廃棄物堆積斜面の法尻レベル RL+125 の間に設置。	126m
3	ガス抜きシステム及び浸出水集排水枝管	
	縦形ガス抜き管 (直径 150mm) 直径 150mm、高さ約 1.5m の高密度ポリエチレン有孔縦形ガス抜き管を設置。浸出水集排水本管と枝管の接合部の 4 ヶ所に縦形管を設置。	4ユニット

	浸出水集排水管及びガス抜き管(直径 100mm) 500m×350m のエリアに、直径 100mm、有孔高密度ポリエチレンガス抜き管を設置。管周りには厚さ 25mm の砂を敷設。浸出水集排水本管との接続部 7 箇所 に全長 500m の管を設置。管端末部は 豎形管に接続。	500m
4	湿地帯周辺	
	処分場の開墾 雨水集排水溝、浸出水貯留池等を建設するために工事エリアの木、低木を伐採。	6,000m ³
	雨水集排水溝(幅 600mm) 処分場外周部から場内への雨水流入を防ぐために湿地帯周辺に 600×600mm プレキャスト RC 排水溝を設置。	300m
	湿地帯の掘削 浸出水を排水する前の一時貯留池を建設するために湿地帯を掘削。	1,500m ³
5	下流域での雨水集排水溝	
	雨水集排水溝(幅 1,000mm) 雨水を雨水集排水溝に導水するために、また、浸出水を貯留池から排水溝に導水するために、搬入道路下に 3ヶ所の RC 管を設置。	200m

図 6.6.1及び図 6.6.2にパイロットプロジェクトの平面図及び標準断面図を、写真 6.6.1に撮影記録を示す。

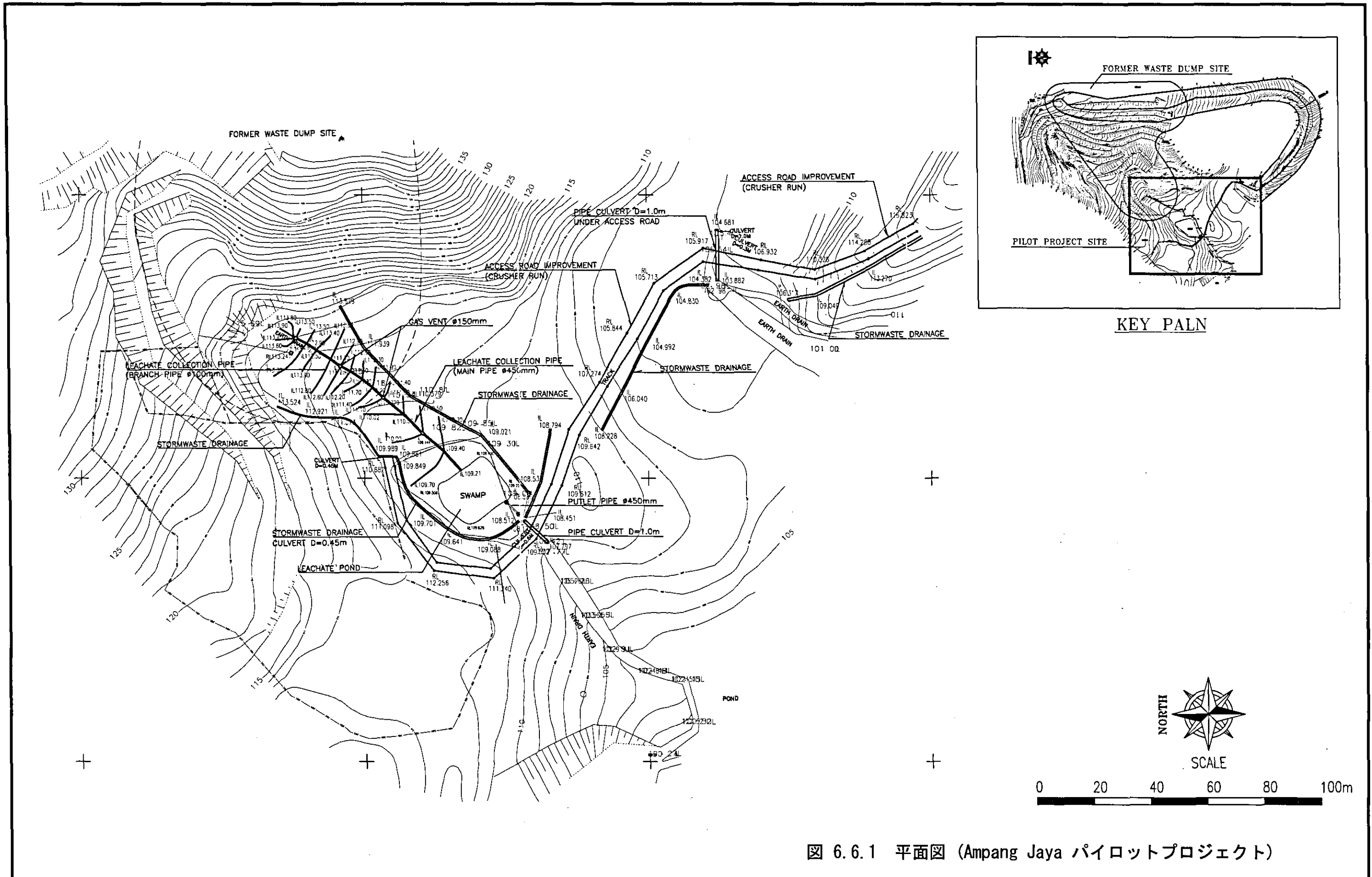
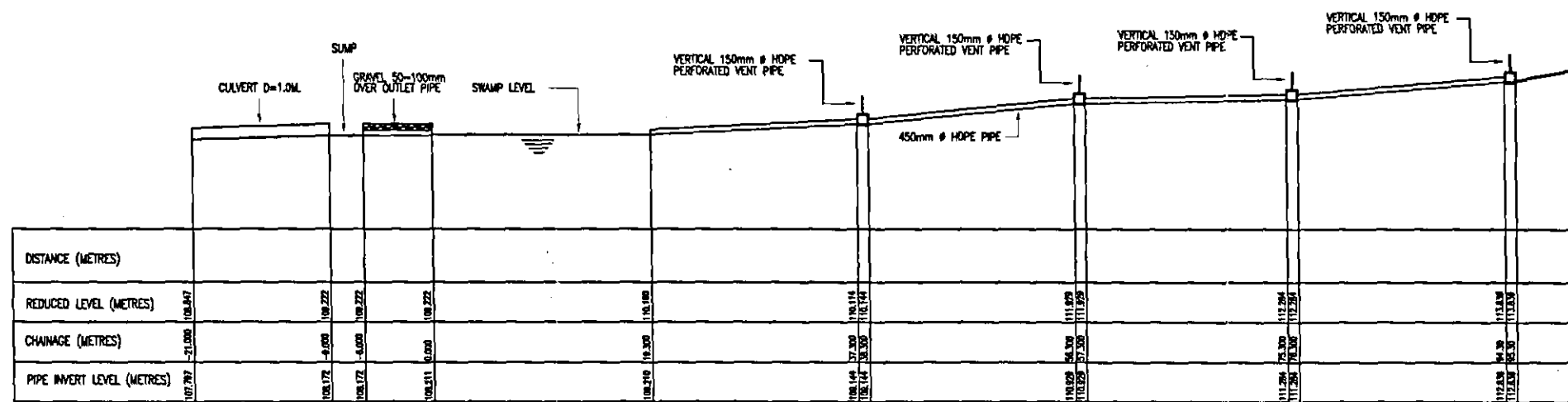
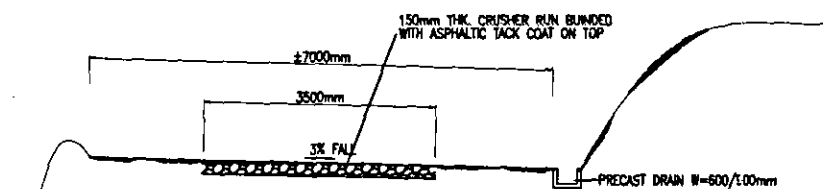


図 6.6.1 平面図 (Ampang Jaya パイロットプロジェクト)



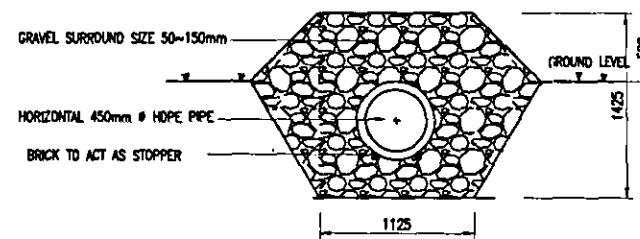
LONGITUDINAL SECTION OF 450mm Ø LEACHATE PIPE

SCALE VERTICAL 1 : 1000, HORIZONTAL 1 : 1000



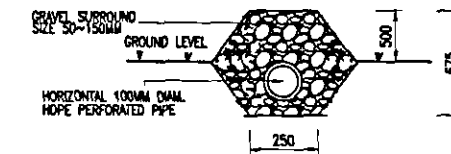
TYPICAL SECTION OF ROAD WITH U-SHAPED PRECAST DRAIN

NOT TO SCALE



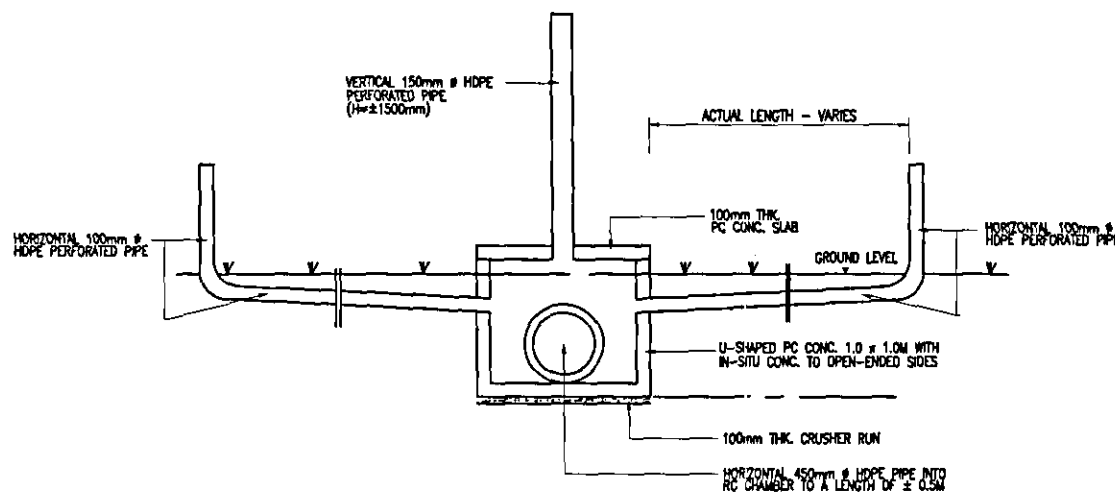
TYPICAL SECTION OF GRAVEL SURROUND FOR 450mm Ø LEACHATE PIPE

NOT TO SCALE



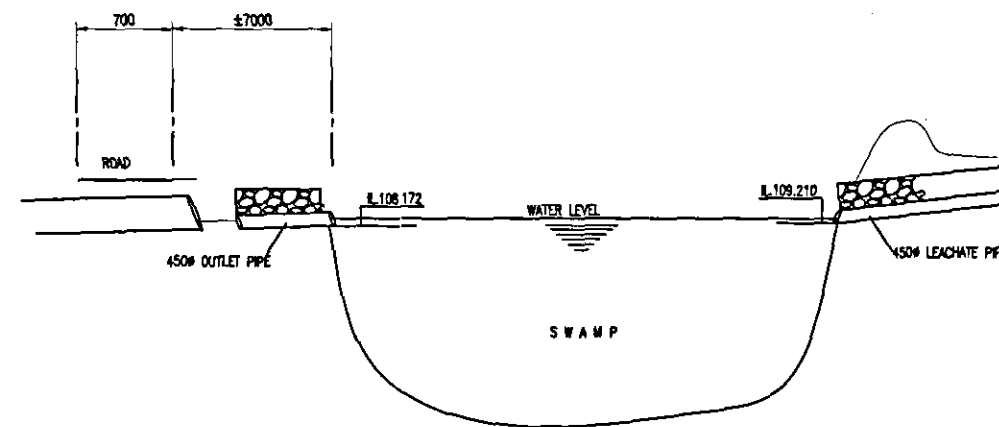
TYPICAL SECTION OF GRAVEL SURROUND FOR 100mm Ø LEACHATE PIPE

NOT TO SCALE



TYPICAL SECTION AT JUNCTION OF HORIZONTAL AND VERTICAL LEACHATE/GAS PIPES

NOT TO SCALE

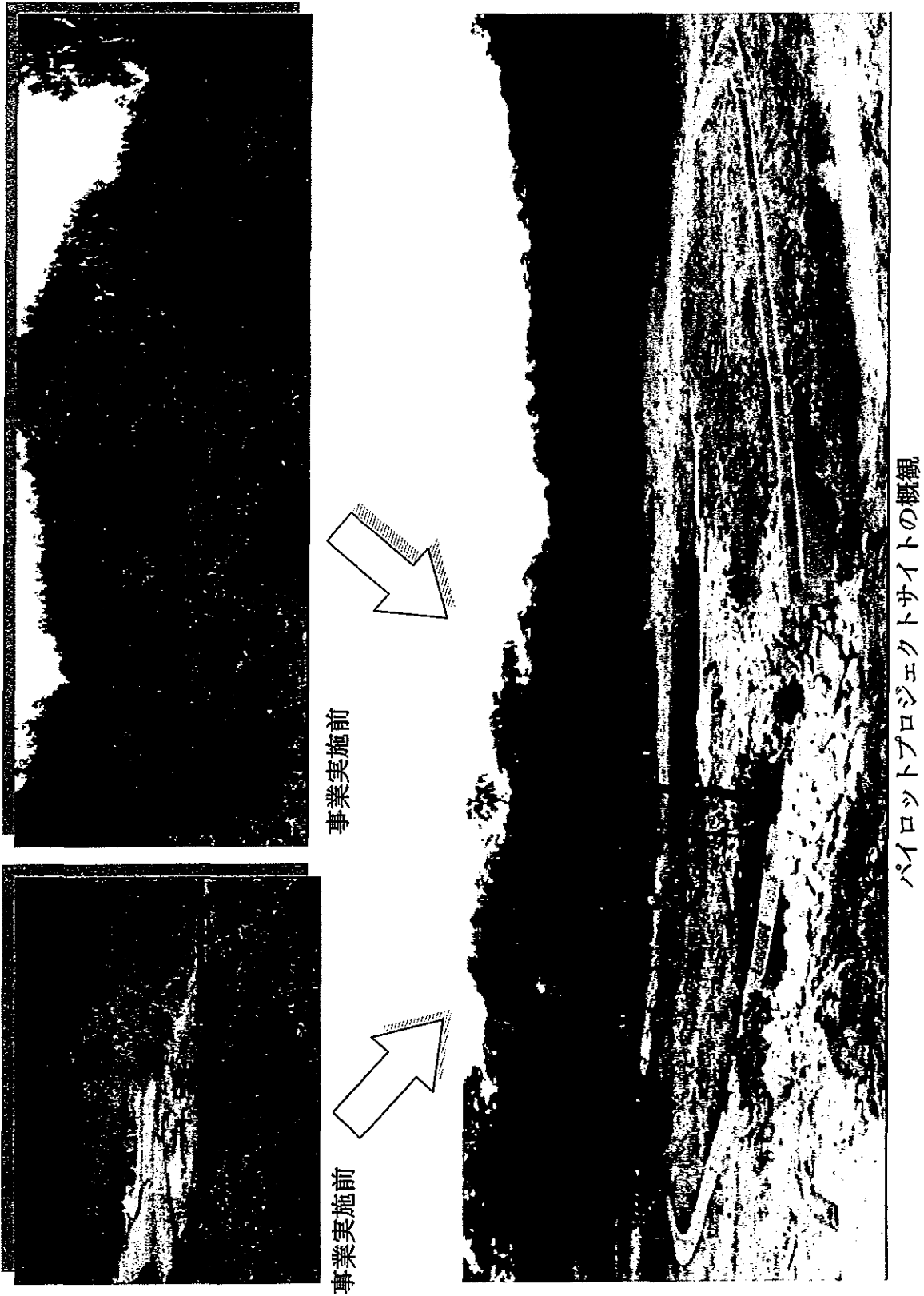


CROSS SECTION AT SWAMP AREA

NOT TO SCALE

図 6.6.2 標準断面図 (Ampang Jaya パイロットプロジェクト)

写真 6.6.1 Ampang Jayaパイロットプロジェクト



6.6.3 環境モニタリング-Ampang Jaya PP

表 6.6.3にモニタリングのサンプル数を示す。

表 6.6.3 Ampang Jaya パイロットプロジェクトにおけるサンプル数

サンプル	Ampang Jaya (箇所数)
表流水	2
浸出水	2
地下水	2
ガス	2

各箇所に関して、サンプリングは4回実施した（1回目はパイロットプロジェクトの実施前、他の3回はプロジェクト実施後）。モニタリング結果は6.7.2.節にまとめた。

6.7 パイロットプロジェクトの評価

6.7.1 技術的評価

(1) 概要

パイロットプロジェクトサイトは、異なる3つの処分場のタイプを勘案して選定した。その概要を以下に示す。

- 衛生理立処分場として運営され、最近閉鎖された処分場 (Ampang Jajar)
- 湿地帯に位置し、現在も供用中である処分場 (Pekan Nenas)
- 1998 年に閉鎖された処分場で、不適切な立地で不適切に供用されていた処分場 (Ampanj Jaya)

パイロットプロジェクトの評価には、パイロットプロジェクトの技術的課題、成果の内容、環境改善効果に加え、関係者やカウンターパート、コンサルタントなどの成果も勘案する必要がある。また、評価の基準には、技術移転の度合い、ガイドラインの適用性、「マ」国コンサルタント及びコントラクターの技術能力、安全閉鎖に関する地方自治体の理解及び評価も含む。

パイロットプロジェクトの評価の概要は表 6.7.1に示すとおりである。

表 6.7.1 パイロットプロジェクトの評価

項目	A*	B*	C*	備考
1. マレーシア側の技術水準				
(1) 詳細設計	○			調査団の指示に基づき、現地コンサルタントにより適切な詳細設計の実施。
(2) 施工・監理	○			コントラクターは適切に工事を実施。
2. 建設工事				
(1) 工期	○	○		Ampang Jaya は工期内に完了したが、Ampang Jajar と Pekan Nenas は降雨により遅延。
(2) 予算監理	○			総てのパイロットプロジェクトは予算内で完了。
(3) 資機材調達		○		「マ」国で調達できる資機材で実施。

マレーシア国廃棄物埋立処分場の安全閉鎖及び改善に係る調査
ファイナルレポート：要約

(4) 建設作業員の技量		○		コントラクターは設計どおり工事を実施。
3. ガイドラインの適用性				
(1) Ampang Jajar 処分場	○			法面改良、C3 レベル（浸出水集排水、雨水集排水、ガス抜き施設等）の適用。
(2) Pekan Nenasi 処分場	○			C3 レベル（浸出水の循環を含む準好気性埋立構造）の適用
(3) Ampang Jaya 処分場		○		浸出水・雨水の集排水施設の適用。
4. 安全閉鎖に対する理解度				
(1) MHLG		○		各パイロットにC/Pの担当を配置。ワークショップで訓練を実施。
(2) 地方自治体	○		○	Ampang Jajar 及び Pekan Nenasi は自治体が積極的に関与。Ampang Jaya のケースは自治体の協力が得られなかった。
(3) 処分場運営業者	○			運営業者の理解・協力が得られた。また、Pekan Nenasi については隣接する区画においてパイロットと同様のシステムが「マ」側の予算で建設。
(4) 一般住民	○			Ampang Jajar の一般住民に対する説明会での質問票調査の結果（約 200 名参加）、パイロットプロジェクトは住民に受け入れられた。
(5) 第 1 回ワークショップ	○			連邦・州政府及び自治体を対象に処分場の評価・パイロットの立案等についてワークショップを実施。
(6) 第 2 回ワークショップ	○			上記に加えて、民間業者を対象に詳細設計、工事、モニタリング等についてワークショップを実施。
5. 環境改善				
(1) Ampang Jajar 処分場	○			表流水・浸出水の改善 景観の改善
(2) Pekan Nenasi 処分場		○		浸出水の改善 効果の検証には継続的なモニタリングが必要
(3) Ampang Jaya 処分場		○	○	浸出水の管理が可能となった 浸出水処理施設（循環施設）の設置が必要

注：A = 優、B = 良、C = 不適切

(2) 安全閉鎖要件の達成度- パイロットプロジェクト

3箇所でのパイロットプロジェクトは、「マ」国での処分場安全閉鎖の実施可能性および持続可能性を検証する目的で実施した。パイロットプロジェクトを通じて得られた知見に基づいて、安全閉鎖ガイドラインの技術的要件を策定した。

どのパイロットプロジェクトにも共通しているが、パイロットの工事段階において、処分場での現場状況への対応等により、当初の設計内容と実際の工事は若干異なる結果となっている。

しかしながら、どのパイロットプロジェクトにおいても、当初の目的はおおむね達成された。パイロットプロジェクトの当初目的の達成度は以下のとおりである。

1) 異なる状況下での処分場閉鎖ガイドラインの適用性

パイロットプロジェクトから得られた経験及び結果から、安全閉鎖ガイドラインに示されている技術的要件は全体的として適用可能と判断された。

2) 施工方法及び建設資材

各パイロットプロジェクトは特に問題なく実施されたことから、施工方法は妥当であったと判断される。ただし、ごみ層の転圧方法等、現地の状況への対応が必要になる場合があることに留意する。また、全ての建設資材は現地で調達できた。

3) 建設コスト

建設コストの積算は調査団が行い、それに基づいて現地業者への入札が行われ、予算内で実施出来た。

4) 建設期間

3ヶ所のパイロットは当初予定の2003年9月から11月の3ヶ月でほぼ完了した。Ampang JajarとPekan Nenasは雨季の影響で若干遅れた。

5) 設計、施工に係る現地業者の技術能力・執行能力

パイロットプロジェクトは、調査団が概略設計及び仕様書を作成した。詳細設計及び施工については、地元コンサルタント及びコントラクターが作成、実施した。詳細設計作業及び施工全体の結果から、地元コンサルタント及びコントラクターの事業執行能力は十分であると考えられる。

地形測量及び土質調査についても大きな問題もなく完了した。

6) 処分場安全閉鎖及び改善の効果

3箇所でのパイロットプロジェクトは、環境改善及び修景（Ampang Jajarの場合）の観点から処分場の改善に寄与している。留意点を以下に示す。

Ampang Jajar処分場では、パイロットプロジェクトにより東側斜面の法面勾配を改良すると共に、浸出水集排水施設を設置した。外観は大きく改善され、工事終了後は高速道路からの景観が住民に受け入れられるものとなっている。処分場での植物の生育は定期的にモニタリング及び手入れする必要がある。芝生の枯れた部分は植え替え、生育し過ぎた場所は刈り込みを行うなどの維持管理が必要となる。

Pekan Nenas処分場は、供用中の処分場であり、パイロットプロジェクトを実施した短期間ではその効果を計るのは難しい。しかしながら、浸出水集排水システム及びガス抜き管を設置したことによって、埋立ごみ層の分解プロセスが加速されるといった効果が期待できる。また、処分場施設が整備されたことによって、将来の安全閉鎖事業がより容易になると考えられる。今後は施設の適正な運営や維持管理が必要とされる。エアレータや再循環用ポンプは処分場の供用期間中、連続的に運転されなければならないことの留意する必要がある。

Ampang Jaya閉鎖処分場は管理者・所有者が不明な処分場と位置づけられる。パイロットの改良工事によって浸出水が公共水域に流出する前に貯留池に集められ、貯留することが可能となった。MHLGあるいは地方自治体にはエアレータや再循環用ポンプなどの処理システムを設置し、追加的な改良工事を実施することが強く望まれる。これにより浸出水の水質を改善することができる。繰り返しになるが、Hulu Langat取水口は処分場の下流に位置しており、処分場からの浸出水がHulu Langat川の汚染源となってはならない。

(3) 処分場施設の継続的な運転及び維持管理

パイロットプロジェクトの持続性を確保するためには、パイロットで設置した処分場施設の適切な運転や維持管理に努める必要がある。それに係わる留意事項は以下のとおりである。

1) Ampang Jajar パイロットプロジェクト

地方自治体はパイロットプロジェクトで整備した区画を運営、維持管理するための人材確保と予算措置を講じる必要がある。また、処分場全体の安全閉鎖を実施するために残りの区画の改善事業を実施する必要がある。具体的内容を以下に示す。

- 定期的に、雨水排水施設及びマンホールの検査及びメンテナンスを実施する。
- 定期的に、ガス抜き管の検査及びメンテナンスを実施する。
- 定期的に、浸出水集排水本管の検査及びメンテナンスを実施する。
- 定期的に、浸出水貯留池、エアレータ、再循環システムの検査を実施する。
- 植物と芝生の生育状況を検査し、傷んでいるところは植え替える。
- 定期的に、斜面を検査し、土壌が浸食されている箇所を修復する。
- 安全閉鎖工事を継続するために、残りの区画の設計及び建設に係る予算を確保する。

2) Pekan Nenasi パイロットプロジェクト

Pekan Nenasi処分場は供用中であり、運営者であるAlam Flora社は隣接する区画にパイロットに習って同様の改良工事を実施している。今後、運営者が実施すべき事項を以下に示す。

- 準好気性埋立構造を確保するためには浸出水貯留池での浸出水レベルが浸出水集排水本管の排出口でのレベルを下回る必要がある。定期的に浸出水貯留池の浸出水レベルをモニタリングする。
- 定期的に、ガス抜き管の検査及びメンテナンスを実施する。
- エアレータを1日5時間から8時間運転する。
- 浸出水再循環システムを連続的に運転する。
- Alam Flora 社がパイロットに習って改善した隣接区画には、新たに浸出水貯留池を建設し、エアレータと再循環システムを導入する必要がある。

3) Ampang Jaya パイロットプロジェクト

Ampang Jaya閉鎖処分場は、当初はAmpang Jaya Municipal Council (MPAJ)によって運営されていたが、閉鎖後に両市の行政界の見直しに伴ってKajang Municipal Council (MPKj)に移管された。このためか、MPKjはパイロットによる処分場安全閉鎖事業に協力することに消極的であった。調査団は、MHLGに対し、今後長期に渡る維持管理を含めて、当該閉鎖処分場の改善・管理を実施するよう要請した。

- 定期的に、ガス抜き管の検査及びメンテナンスを実施する。
- 定期的に、浸出水貯留池及び浸出水集排水管の検査を実施する。
- 定期的に、雨水集排水施設の検査を実施する。

- 浸出水貯留池にエアレータを設置し、浸出水が公共水域に流出する前に再循環処理を行う計画を策定し、その改善事業を実施する。

(4) パイロットプロジェクトを実施した地方自治体の満足度

3箇所のパイロットプロジェクトサイトは、それぞれSeberang Perai Municipal Council (MPSP)、Pekan District Council (MDP)、Kajang Municipal Council (MPKj)の管理下にある。MPKjはパイロットに消極的であったが、定期的にそれぞれの自治体に対してパイロットプロジェクトの情報を提供し、協働によって実施した。

工事の情報は、テクニカルワーキンググループでの報告、各種報告書への記載、設計コンサルタント及びコントラクターとの協議、閉鎖事業内容を収めたビデオ等を通して情報公開及び共有を行った。

i. Majlis Perbandaran Seberang Perai (MPSP) – Ampang Jajar PP

MPSPはパイロットプロジェクトに対して非常に熱心であり、現在、パイロットプロジェクトで実施出来なかった残りの区画での安全閉鎖計画を策定中である。

ii. Majlis Daerah Pekan (MDP) – Pekan Nenas PP

MDPはパイロットプロジェクトに満足しており、運営者であるAlam Flora社とともに、パイロットプロジェクトと同様の方法で隣接する区画の改善工事を実施した。MDPはパイロットで整備した施設の運転管理(エアレータや再循環システムの運転)について技術支援が必要であるとしている。

iii. Majlis Perbandaran Kajang (MPKj) – Ampang Jaya PP

MPKjはパイロットプロジェクトに消極的であったため、工事全体の監督監理はMHLGのカウンターパートにより実施された。カウンターパートはパイロットプロジェクトに満足しており、今後、この処分場はパイロットプロジェクトを理解するための事例として利用したいとしている。

6.7.2 環境評価

(1) Ampang Jajar パイロットプロジェクト

1) 浸出水及び表流水

浸出水については、改善工事直後の2004年2月のモニタリングの結果では、BOD₅、CODと全窒素(T-N)の濃度が工事前のベースライン調査と比較して上昇している。これは、雨水排水を改善したことによるものと思われる。より少ない水が埋立地に浸透後、浸出水池に排水されることから、一時的に濃度が上昇したものと思われる。しかしながら、CODと全窒素(T-N)は2004年5月、7月のモニタリングで減少している。これは改善工事の長期的効果を示しているものと考えられる。雨水の分離によって埋立地内の有機物分解が促進されている可能性も考えられる。この仮定を検証するには今後も連続したモニタリングが必要である。BOD₅の結果からは、そうした改善の効果を示していないが、これは当該区画が埋立後、既にかかなりの年月が経過しており、生物分解可能な有機物は既に低濃度になっていると推定される。電気伝導度は一貫して改善している。

処分場下流での表流水モニタリング結果は浸出水とよく似た結果であったが、希釈されるため浸出水よりも低い濃度範囲であった。COD、T-N、電気伝導度はパイロットプロジェクト実施直後に直ちに減少している。これは廃棄物層に浸透する表流水が減少したことによって、浸出水濃度が一時的に上昇するものの、一方で、表流水に溢れ出る浸出水量が減少したためと考えられる。2003年8月のベースライン調査時には、CODは排水基準値Bを超過していたが、パイロットプロジェクト実施後には、CODは一貫して排水基準値Bを下回っている。

浸出水及び表流水中のホウ素濃度、鉄濃度は2003年8月のベースライン調査時には、排水基準値Bを超過していた。パイロットプロジェクト実施後、ホウ素及び鉄濃度は減少する傾向にあり、直近の2004年7月のモニタリングでは排水基準値Bを下回った。

これらはパイロットプロジェクトによる改善工事の効果と考えられる。

2) 地下水

地下水の下流方向に設置した観測井戸から地下水サンプリングを実施したところ、パイロットプロジェクト実施前後で変化が見られなかった。これは、地下水の流れが非常に遅く、処分場での水質変化が、観測井戸での水質に影響を及ぼすまでには数年かかると考えられるためである。

3) 処分場ガス

CH₄、CO₂、O₂、N₂などの主要ガスのモニタリング結果はばらついた変化を示している。有機物分解によって発生する処分場ガス、すなわち、CH₄、CO₂は、パイロットプロジェクト実施後に減少している傾向にある。しかしながら、現状のデータからパイロットプロジェクトの効果を結論付けることは時期尚早である。

(2) Pekan Nenasai パイロットプロジェクト

1) 浸出水及び表流水

浸出水のCOD、T-N、電気伝導度はパイロットプロジェクト実施後に減少傾向を示している。しかしながら、BOD₅はあまり変化が見られない。

表流水の結果については、処分場周辺の表流水が停滞しているにもかかわらず、主要な項目の濃度はすべてかなり低いレベルにあることから、表流水は処分場の浸出水による汚染は受けていないものと考えられる。

2) 地下水

処分場の中間地点、パイロットプロジェクト実施区画の南東に設置した観測井戸から地下水をサンプリングしたところ、水質に明らかな変化が見られなかった。これは地下水流の緩慢さと、処分場に隣接したし尿の処分場の影響によるものと考えられる。

(3) Ampang Jaya パイロットプロジェクト

1) 浸出水及び表流水

この処分場でのパイロットプロジェクトでは、浸出水集排水システムが設置されたが、浸出水再循環あるいは浸出水処理システムは設置されていない。そのため、浸出水質の改善は元々あまり期待されていない。浸出水貯留池出口での浸出水サンプリングでは、ほぼ一定の浸出水質となっている。貯留池から少し離れた場所でのサンプリ

ングでは、2004年2月以降COD、T-N、電気伝導度が改善傾向にある。これは、パイロットプロジェクトで浸出水集排水システムを設置したことにより、地下への浸透が低減され、下流域への流入が減少したとも考えられる。また、浸出水は貯留池から直接表流水系に放流され、このサンプリング場所への流出量が減少したとも考えられる。

表流水については、パイロットプロジェクト実施後に主要項目が上昇傾向にある。これは浸出水集排水システムによって多くの浸出水が集められ、それらが放流されているためと考えると妥当である。CODは排出基準Aを超過しており、注意が必要である。

また、ベースライン調査では、浸出水中のホウ素、鉄、マンガン濃度が高く、ホウ素については排出基準Aを下回っているが、鉄とマンガンは基準を超過しており、さらに上昇傾向にある。処分場の下流域に取水口があることを考えると、浸出水処理施設を設置することが強く求められる。

2) 地下水

処分場下流の観測井戸から取水した地下水の結果によると、さほどの変化は認められなかった。パイロットプロジェクトで浸出水集排水システムを設置したため、地下浸透は減少し、長期的には地下水質は改善されると思われる。しかしながら、本調査のモニタリング期間内では、改善は認められなかった。

3) 処分場ガス

処分場頂上部に設置した観測井戸での処分場ガスのモニタリング結果では、CH₄とCO₂のわずかな減少とN₂の上昇を示している。これは、廃棄物層への空気の循環が増えたことを示している。一方で、谷底部の観測井戸では、CH₄とCO₂の上昇とN₂の減少という逆の傾向が見られた。どちらの観測井戸でも変化は僅かであり、パイロットプロジェクト改善工事の結果と結論付けることは出来ない。

(4) 要約及び結論

パイロットプロジェクトによる改善効果がいくつかの地点で認められた。また、変化が見られないあるいは悪化が見られた箇所もあった。環境面でのパイロットプロジェクトの評価を表 6.7.2に要約した。

表 6.7.2 環境評価の概要

項目	Ampang Jajar PP	Pekan Nenasi PP	Ampang Jaya PP
浸出水	改善された。 パイロットプロジェクト実施後に、希釈の減少により水質が一時的に悪化した。その後改善効果を示した。	改善された。 全般的に水質は向上。	水質の変化はない。 浸出水集排水システムによって浸出水が管理された状態に改善。
表流水	改善された。 水質は極めてよく改善された。	変化なし。 浸出水の影響はない。	悪化の傾向。 浸出水が直接放流されているため。
地下水	変化なし。 流動が緩慢のため。	変化なし。 流動が緩慢のため。	変化なし。 流動が緩慢のため。
処分場ガス	データが大きく変動。 継続したモニタリングが必要。	変化なし。 処分場ガスなし。	わずかな変化。 継続したモニタリングが必要。
備考	—	—	早急に浸出水処理施設が必要。

パイロットプロジェクト後の処分場管理を継続するために、安全閉鎖ガイドラインに従って、表 6.7.3に示すモニタリングを実施する必要がある。

表 6.7.3 モニタリングプログラム

モニタリング項目	分析項目	頻度	位置
浸出水	<ul style="list-style-type: none"> • pH • BOD • COD • 窒素 (アンモニア, 硝酸塩, 亜硝酸塩) • ORP • EC • TOC 	年 4 回	浸出水貯留池 で 1 箇所
処分場ガス	<ul style="list-style-type: none"> • 酸素 (O₂) • 窒素 (N₂) • メタン (CH₄) • 二酸化炭素 (CO₂) • 硫化水素 (H₂S) • 温度 	年 2 回	処分場で 2 箇所
地盤沈下	処分場頂部の高さ	年 1 回	処分場で 1 箇所
地下水	地下水基準項目	年 1 回	処分場で 3 箇所
表流水	排出基準項目	年 1 回	河川で 2 箇所

6.7.3 Ampang Jajar 処分場改善についての評価

(1) 背景

Ampang Jajarパイロットプロジェクトの環境評価は、環境モニタリングを通して実施されたが、改善後のモニタリングは極めて短期間に実施されているため、現時点での定量評価は難しい部分がある。従って、環境改善プロジェクトへの住民の支払意志の観点からの定量評価を実施する目的で、仮想評価法 (CVM) の考え方に基づいて改善工事に対する住民意識調査を実施した。MPSPの協力を得て、「健康意識運動」ワークショップ実施中の2004年8月14日に調査を実施した。この運動はMPSPが地元地域組合の協力を得て開催したものである。

(2) 手法

2種類の質問票を作成し、2004年7月MPSPに発送した。ワークショップ当日に行った調査手順は以下の通りである。

- 受付時にアンケートを配布
- ローカル調査団員がパイロットプロジェクトの概要を説明
- その後質問票の内容と回答方法を説明
- 説明後、MPSP 職員がアンケートを回収
- 回答されたアンケート用紙を調査団に提出
- 調査団がアンケートを分析

本アンケート調査はパイロットプロジェクト、特に処分場改善に対する住民のコスト負担に関する意見を確認するために実施した。Ampang Jajar 処分場の跡地管理に要する期間は少なくとも10年間である。アンケートでは、処分場閉鎖プロジェクトに対する支払意志に関する質問を行い、住民に支払意志がある場合は、10年間に支払う年間額を記入してもらう形式をとった。

支払う意志がない住民については、なぜ支払う意志がないのかの理由を質問した。

(3) 調査結果

1) 出席者数と回答数

全体で216名の住民が本調査に参加した。MPSPによると出席者の多くは地域指導者や代表者である。しかしながら、回答者数は79名であり、すなわち全出席者の37%であった。これは、出席者の3分の1は中高生であり、有効回答者から除外したことも影響している。(また、会場が学校の体育館であり、入り口が四方にあるため、受付を通らずに参加した住民がいた一即ち質問票を配布できなかった住民が少なからずいた。)

2) アンケート分析

a. 支払意志

回収したアンケートの分析によると、回答者数79名のうち、49名が支払意志あり、21名が支払意志なし、9名が分からないとの回答であった。アンケートに回答した出席者の70%がプロジェクトに対して支払意志があるという分析結果であった。

支払意志がないと回答した住民は、MPSPが税金を徴収しているためMPSPがプロジェクトに資金を出すべきであるとの理由を述べているケースが多く見られた。しかしながら、支払意志がない住民のうち9名はプロジェクトを支援すると回答しているため、実際にはアンケートに回答した58名の出席者がプロジェクトを支援すると回答している。これはアンケートに回答した出席者の約73%に相当する。

b. 支払意志額

アンケートでは、プロジェクトに対して支払意志があると回答した出席者は、財政面からこのプロジェクトを支援するために、10年間、最大1世帯当たり毎年約RM6.30を支払うと回答している。

一方、支払額に関する複数選択の分析からは、住民がプロジェクトに支払い可能な額は1世帯当たり毎年約RM11.00となった。

これら2つの分析結果を総合的に判断すると、住民がプロジェクトに出資する金額は6.30RM/世帯/年に設定するのが妥当である判断された。

(4) プロジェクトコストの評価

Ampang Jajar 処分場の改良に係る費用を評価するために、本調査で得られた値を用いて住民の支払い意思額を試算した。試算結果は以下のとおりである。

- ① 70%の世帯がプロジェクトに賛成しており、支払意志がある。
- ② プロジェクトに対する支払意思額は今後10年間でRM6.30/世帯/年と試算された。

Ampang Jajar処分場のプロジェクトに対する基本条件は以下の通りである。

- ① 2003年におけるMPSPの世帯数は166,266である。
- ② ワークショップでは、プロジェクトは処分場全体の20%を改良したと説明された。従って、ワークショップの参加者はプロジェクトの規模を認識しており、この規模に基づいた費用を評価している。
- ③ ワークショップ及びアンケートでは10年間プロジェクトに出資する必要があると説明している。

以上より、プロジェクト実施に対する「住民の支払い意思額」は次のとおり推計される。

$$70\% \times 166,266 \text{ 家庭} \times \text{RM}6.30 / \text{家庭/年} \times 100/20 \times 10 \text{ 年} = \text{RM}36,662,000$$

一方、「プロジェクトコスト」は、パイロットプロジェクトの実績及び本調査による維持管理費の算定より以下のとおり推計される。

$$\text{RM}669,805 \times 100/20 + \text{RM} 241,699 \times 10 \text{ 年} = \text{RM}5,766,000$$

従って、プロジェクトコストは住民の支払い意思額で十分カバーできると想定される。

