

### 3-2-2 地形

「バ」国は、そのほとんどが沖積世に形成されたデルタ低地からなり、北東、東及び南東の縁には丘陵群を伴っている。この沖積低地は北西-南東方向で約400kmに及び、北東端で標高90mを有し、南西に向って徐々に標高を下げ、Khulna-Narayanganj-Chandpur-Noakhaliを結ぶ線に至って標高3m以下となる。この線以南及び南東部のChittagong沿岸低地が「バ」国の沿岸地域を形成している。

この沿岸地域は次に示す地形区分に分けられ、それぞれに自然特性を有している。

#### (1) Chittagong沿岸平野

この地域は、Chittagong丘陵と海に挟まれた狭い地域であり、いくつかの氾濫原と沖合いの島を伴っている。この地域はゆるく傾斜する山麓沖積扇状地で占められ、ローム\*質のシルトからなる。一方、沖合いの島は、主に潮流によって運搬、堆積した粘土からなっている。この分布域は図3-2-1において「灰色山麓粘土」と示されている。

#### (2) 河口氾濫原

この地域は、旧メグナ河口の氾濫原に広がり、ガンジス河、ブラマプトラ河を起源とする堆積物が混合されている。起伏はほとんどなく、主にシルト質の土壌が基礎地盤を構成している。この地域は、図3-2-1において「沖積デルタのシルト」堆積物で示される。

#### (3) ガンジス潮流氾濫原

この地域は、上流のガンジス河氾濫原から連なっているが、より起伏が少なく、無数の感潮水路、河川が縦横に発達している点でガンジス河氾濫原と異なる。堆積物は主に非石灰質の粘土であるが、東部ではよりシルト質となり、西部ではピート層が認められる。この地域は、図3-2-1で「灰色氾濫原粘土」として示されている。

---

\* ローム：主に砂とシルトからなり、粘土分20%以下の粒度を示す土。日本で用いる火山灰質粘性土を意味しない。

(4) サンダーバン

サンダーバンは、マングローブ林に覆われた地域をさし、汽水または塩水を伴う潮汐による洪水の支配下にある。景観はほとんど水平で、無数の感潮河川、水路が縦横に走っている。

以上のような沿岸地形区分において、本計画におけるサイクロン・シェルター建設計画予定地は、上記(1)及び(2)に分布している。すなわち、Noakhali県に計画される4カ所は、河口氾濫原に位置し、Chittagong県の2カ所及び Cox's Bazar県の4カ所は、Chittagong沿岸平野に位置している。

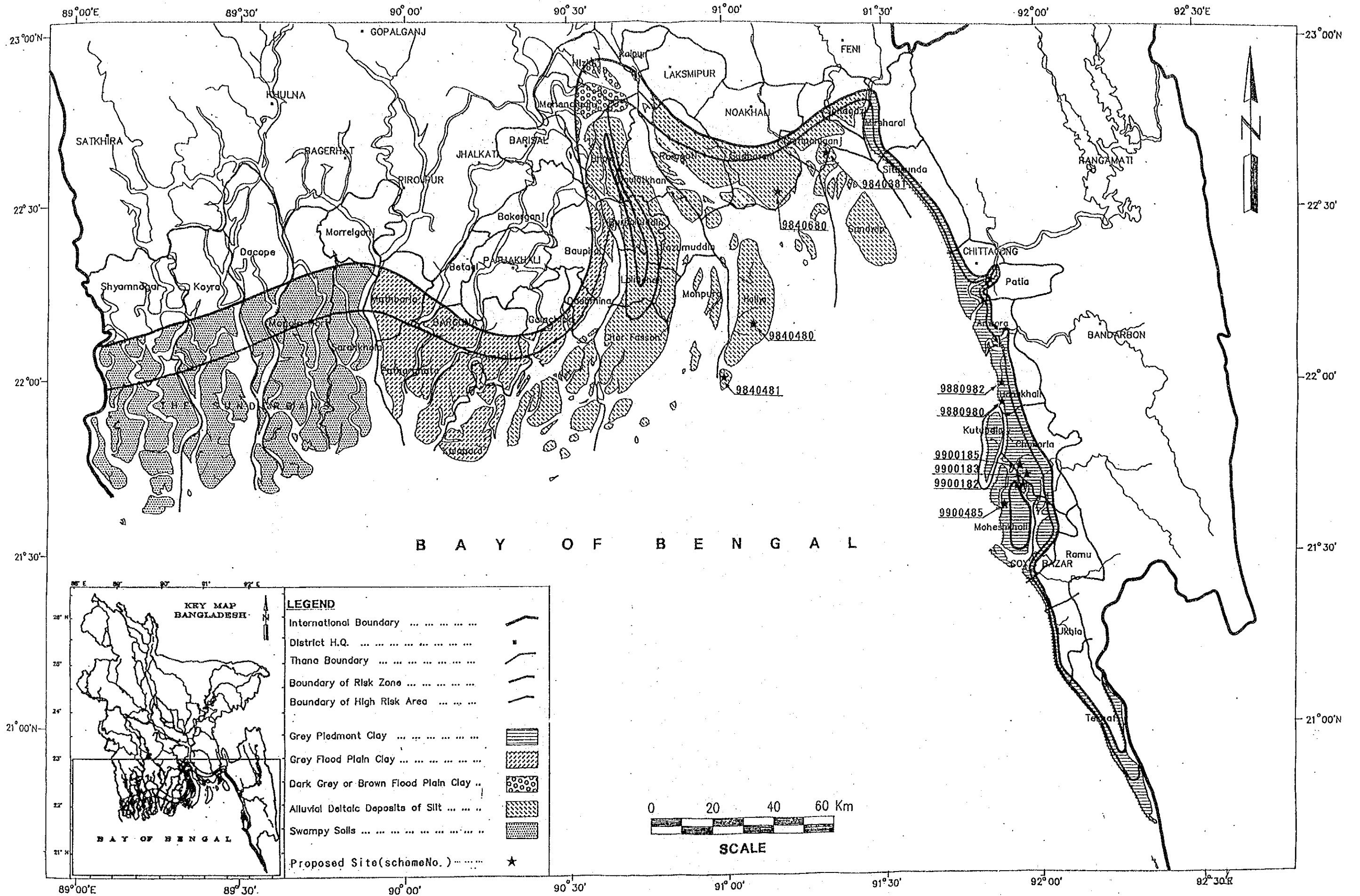


図 3-2-1 沿岸地域の土質地形区分図



### 3-2-3 地質

#### (1) 沿岸地域の地質構造

ベンガル堆積盆地は約 6,000 万年前より繰返された海進、海退と基底の深化により、北、東、西からの堆積物で埋められてきている。

ガンジス、ブラマプトラ及びメグナの各河川によって最近の地質年代に形成されたデルタや沖積平野が水平な地表面を形づくっており、その範囲は 60,000km<sup>2</sup>に達する。この巨大なデルタはベンガル扇状地と呼ばれ、世界的にも最大の扇状地堆積物からなりたっている。

このベンガル堆積盆地は沿岸地区にあたる Hatiya、Barisal、Faridpur に位置する陥没地形 (Patuakhali トラフ) において最も深くなり、その堆積物の厚さは 18,000m に達するといわれている。しかし、沿岸地域における多くの土質調査は深さ 20m 程度までの範囲にとどまっており、全沖積統のうち極く最近の堆積物を対象としている。

図 3-2-2 は、三大河川河口部の沿岸地域について、深井戸資料に基づいて作成された地質推定断面図である。地表部の地層はシルト及び粘土で覆われ、その厚さはメグナ河口で 10m 前後と薄いものの、ほとんどの範囲で 50m 前後と厚い。さらに詳細に見れば、この地層は鉛直方向、水平方向に土性の変化が激しく、粒度特性のみならず、密度やコンシステンシー\* も変化している。これは土質特性が堆積環境を反映するものであり、縦横に発達する河川、水路が流路を変化させたために生じた変化である。すなわち一般に主要河川の堆積物はより粗く、潮流による堆積物はより細くなる傾向を示す。

また、Chittagong 沿岸地域は、地表部において Chittagong 丘陵から供給される扇状地堆積物と沿岸流による堆積物がより複雑に混合し、丘陵を形成する基盤の地層も、分布深度がより浅く、変化に富むため、全体の地質構造や土質特性はより複雑なものとなっている。

#### (2) 沿岸地域の地下水

図 3-2-3 に示すように、沿岸地域の地下水は広く塩水の影響を受けている。

Chittagong 丘陵や Moheskhal 島の丘陵近くでは、塩水を避けるため 200m 以上の深井戸が掘削され、自噴井が認められる。また、その他の沿岸地域では、さらに深く掘削して淡水を得ており、全般に 300m 前後の深さを有し、Noakhali 付近では最大 400m 以上に達する深井戸も認められる。

---

\* コンシステンシー：粘性土が含水量の変化に応じて、液状、塑性状、半固体状と変化する性質。

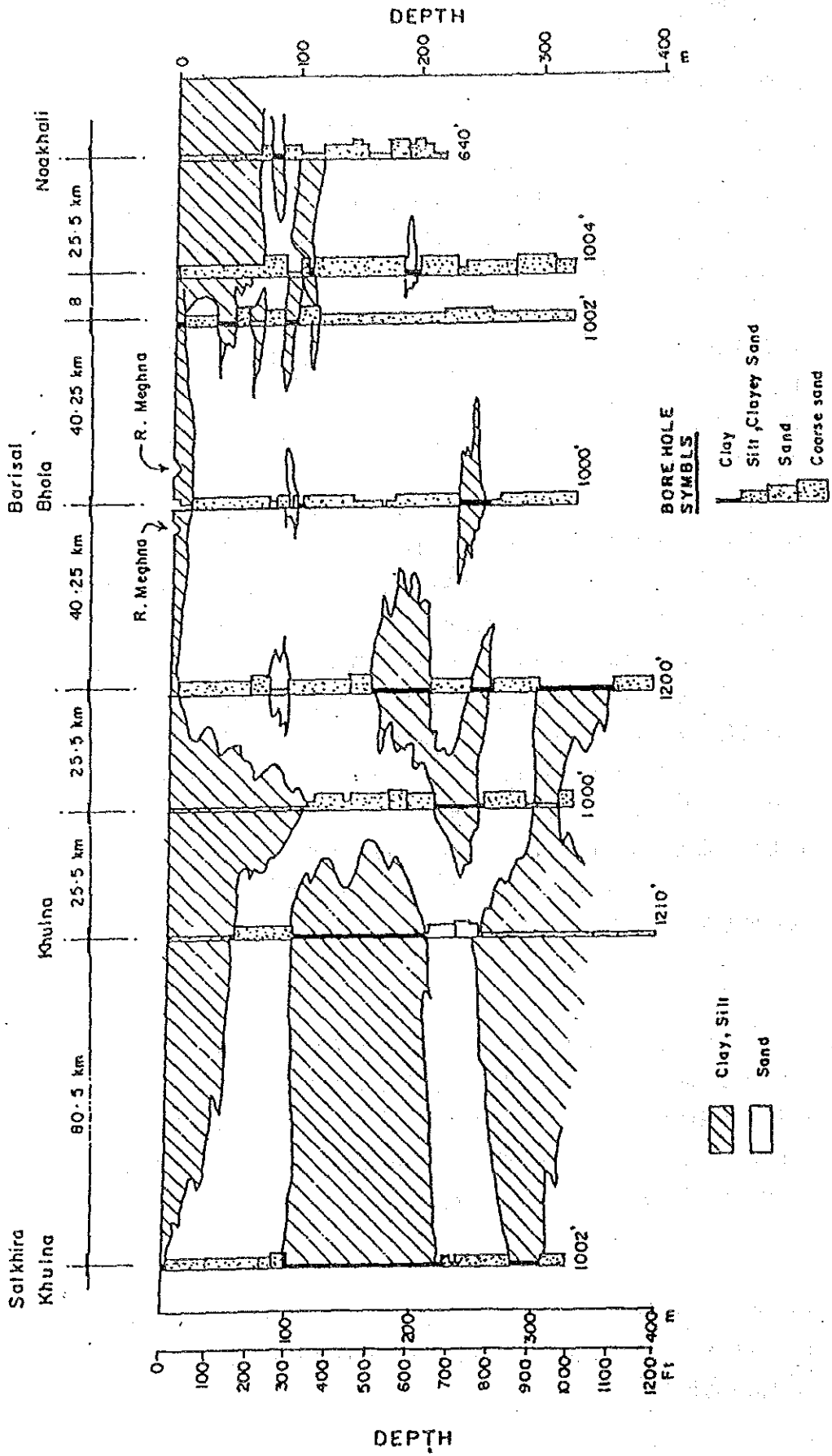


図 3-2-2 沿岸地域の地質断面図 (after, MPO, 1987)

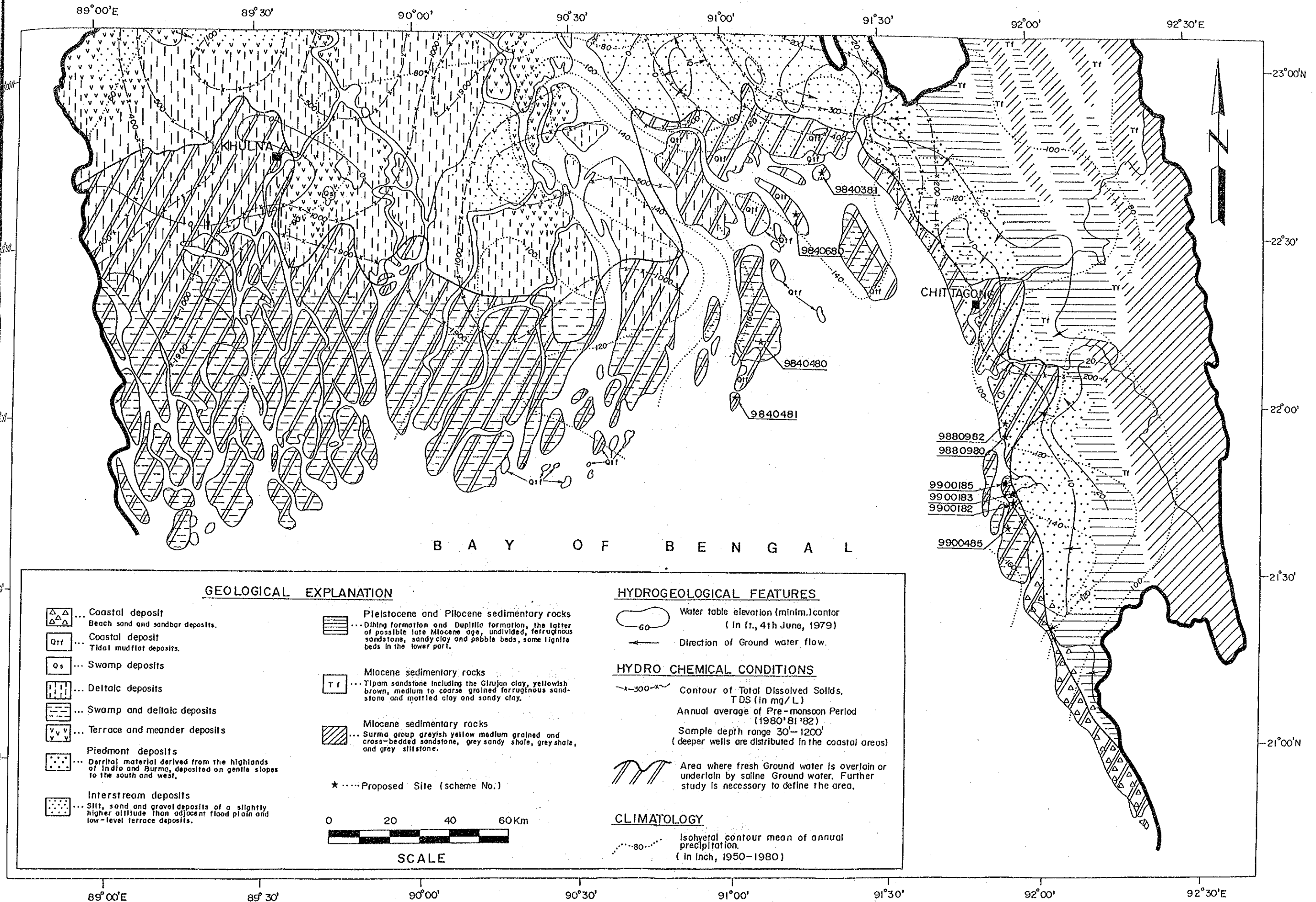


図 3-2-3 沿岸地域の水理地質図 (BWDB, 1983より)





### 3-3 社会基盤の状況

#### 3-3-1 インフラの状況

##### (1) 道路、交通

10カ所の計画対象地域に対する主要都市或いは地方都市からの距離及び車両或いは船舶でのおおよその所要時間は図3-3-1に示すとおりである。

この図より、計画対象地域は、a) 本土より車両にてアクセスが可能な地区、b) 船舶によらなければアクセスできない地区の2タイプに分類される。

a) サイト-No 3、-No 4、-No 5、-No 7、-No 10

b) サイト-No 1、-No 2、-No 6、-No 8、-No 9

##### 1) 車両にてアクセス可能な地区

車両によるアクセスが可能といえども、サイト道路事情は劣悪であり、4輪駆動車のみでのアクセスが可能である。従って、工事期間中の迅速な資材運搬或いは施設完成後の維持管理のためには道路を整備する必要がある地区がほとんどである。特に、サイト-No 7においては、シェルター地点付近で小川をわたらなければならないために、小規模ではあるが架橋の必要がある。

このような状況から、これらのどの地区に対しても、公共交通による定期的な連絡手段はない。

##### 2) 船舶によらなければアクセスできない地区

① サイト-No 1、-No 2に対しては、Banskhaliまでは定期バスが運航されているが、Banskhaliよりサイトまで及び島内における陸上交通そして、Jar Kodar Channelを渡河する水上交通には定期的なものはない。

② サイト-No 6に対しては、Cox's Bazarより島までは定期船便があるが、これは乗客の運搬のみである。島内においては、サイトまでの道路状況が悪く、ジープ、トラック等の通行しかできないために、バス等の定期運航はない。

サイトまでの道路途中の橋梁で、通行不可能なカ所もあるので施工のため或いは維持管理のためには補修の必要がある。

③ サイト-No 8、-No 9へNoakhali側よりアクセスする場合、Noakhaliより、船着き場までは公共交通の路線があるが、道路の舗装が劣悪なために大きく所要時間を必要とする。

Hatiya島内の公共交通としては、バスが1台ある程度である。道路は1991年のサイクロンにより破壊されたカ所の補修及び舗装を実施中である。

本土よりHatiyaへの海上交通としては、フェリーが定期的に運航されているが、フェリーが小型のために大型車両は2台程度しか運搬できないこと、そして接岸設備として海岸の自然法面を利用しているために潮位の関係から運航時

刻及び接岸時刻に制約がある等のために運搬能力はそれ程ない。

しかし、島へ車両を運搬できる数少ないルートである。

Hatiya島よりNijhumdwip島へのアクセスは小型船舶によるが、定期的な運航はない。

## (2) 電 気

- ① サイト-Na 1、-Na 2 地域においては、本土側は配電されているが、Jar Kodar Channelを渡る送電施設はないので、サイト周辺へは配電されていない。
- ② サイト-Na 3、-Na 4、-Na 5 地域においては、サイトより約 5 km離れた人口の密集している村落までは配電されているが、計画対象地域に対しては送電施設がないので配電されていない。
- ③ サイト-Na 6 に関しては、島の南部の Cox's Bazarに近い人口の密集している地域に対しては小規模の発電装置により電気が供給されているが、シェルター・サイトの位置する島の北部までは配電されていない。
- ④ サイト-Na 7、-Na 10 地域は、配電されている村落より遠く離れていることと地域的には住居が点在していることから、まとまった配電地域とはなり得ず、従って、配電はされていない。
- ⑤ サイト-Na 8 については島内に小規模の発電装置を有しており、電気の供給がある。但し、その発電も夜間のみであり、日中は発電装置は停止するために電気の供給はない。
- ⑥ サイト-Na 9 については全く発電施設、送電施設等の電気設備はない。

以上のような状況から、住民の夜間の照明は灯油を使用したカンテラによっている。又、情報収集源としてのラジオは、乾電池による携帯ラジオを所有している人を希に見る程度の普及率である。

## (3) 通 信

前項(2)に記載の如く、計画対象地域には電気が供給されていないので、通信設備はない。他地域との連絡には、各省庁の郡事務所の通信施設、電話施設等によることとなる。

## (4) 上水道施設

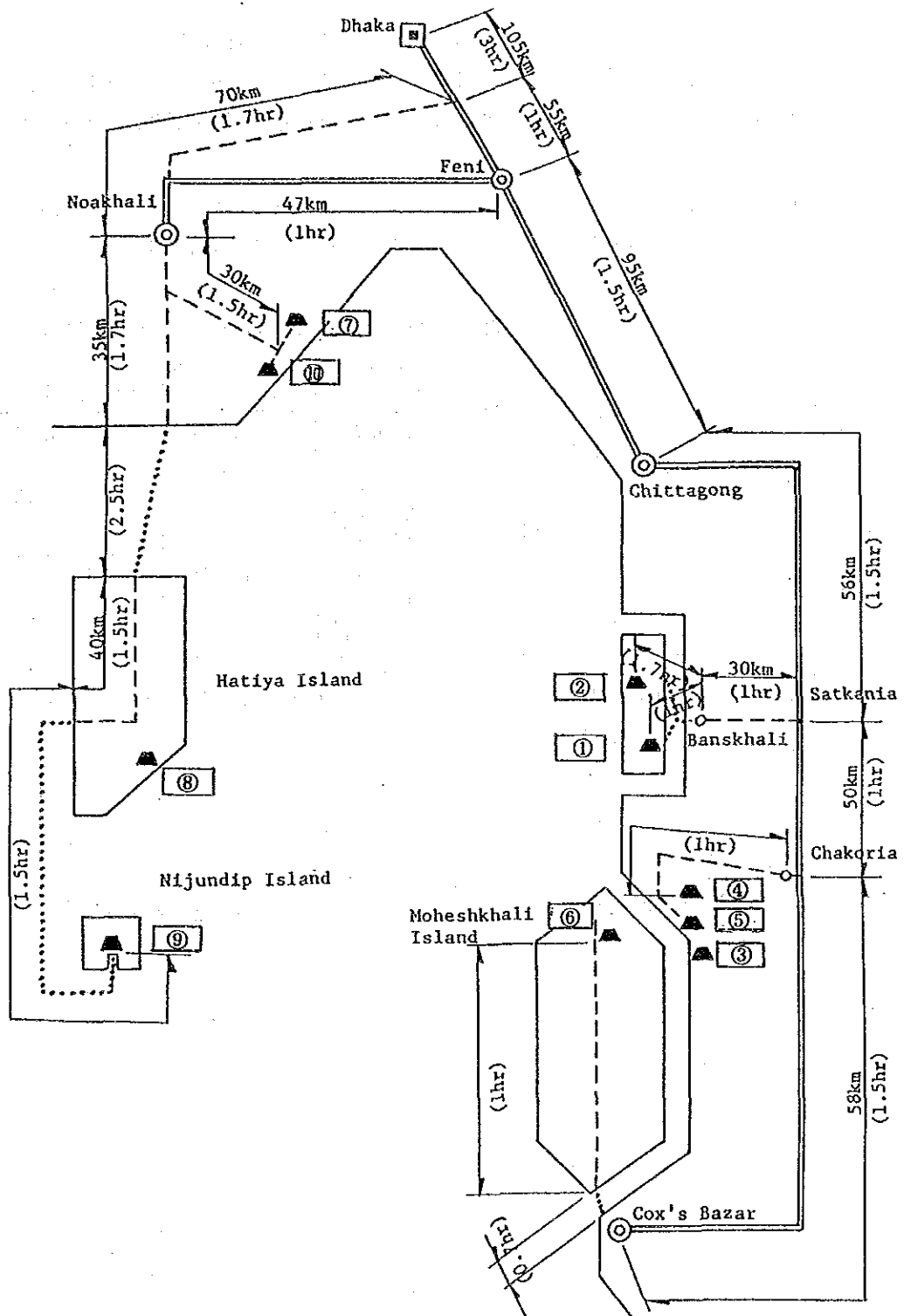
計画対象地域には共同給水施設はない。従って、周辺の住民は掘抜き井戸により地下水を手押しポンプで汲み上げて使用している。

計画対象地域は沿岸部に位置していることから、浅層地下水には塩分が含まれており、飲料水には適さないので、飲料水用としては深層地下水を汲み上げる必要がある。この場合、井戸の深さは 800~1,000ft. (240~300m) 程度が必要である。

(5) 下水道施設

計画対象地域では家屋が点在していることから、まとまった下水処理施設は見られない。ある程度しっかりした家屋ではセプティック・タンク（腐敗貯留槽）を設けているようであるが、簡素な家屋では、特に施設は設けていないようである。

図 3-3-1 サイクロン・シェルター位置図



### 3-3-2 住居、人口、家畜

#### (1) 住居

計画対象地域では、役所の建物及び若干の個人の家屋はコンクリート構造であるが、住民の家屋の大半は平屋の木造或いは編んだ竹による壁と茅葺きの屋根を有する構造である。そのために、1991年4月のサイクロンでは壊滅的な打撃を受けたが現在ではこれらのほとんどの家屋は修復を終えている。しかし、役所の建物については、塀の倒壊したカ所、住居の階段の手すりの破壊等が未修理のままで残っており、サイクロンの威力のすさまじさを物語っている。

公務員の官舎は、ほとんどが鉄筋コンクリート構造の二階建てであるので、先般のサイクロン襲来時には二階に避難して災難を免れたケースが多い。従って、RZにおいてはコンクリート構造で高層建築物の有利さ、必要性が強く感じられる。

#### (2) 人口

計画対象地域の人口、戸数及び一戸当りの家族数は次表のとおりである。

表 3-3-1 計画対象地域の人口、戸数、一戸当りの家族数

県	郡	人口	戸数	一戸当りの家族数
Chittagong	-	5,729,740	998,901	5.74
	Banskhali	239,397	-	-
Cox's Bazar	-	1,465,022	225,928	6.48
	Chakoria	280,623	-	-
	Mohekhali	128,180	-	-
Noakhali	-	2,345,713	407,321	5.76
	Noakhali-S	129,363	-	-
	Hatiya	300,277	-	-
	Companiganj	46,319	-	-

出典：-各県の数値は、Bangladesh Bureau of StatisticsによるPopulation Census, 1991 (adjusted) による。

-各郡の数値は、MCSPによる。

#### (3) 家畜の頭数

計画対象地域の住民が所有する家畜の頭数及び一人当りの所有頭数は次表のとおりである。

表 3 - 3 - 2 家畜の頭数及び一人当りの所有数

県	郡	牛	山羊 / 羊
Chittagong	—	199,491 (0.208)	134,765 (0.128)
	Banskhali	65,907 (0.275)	45,924 (0.192)
Cox's Bazar	—	160,218 (0.211)	119,278 (0.157)
	Chakoria	66,538 (0.153)	49,178 (0.175)
	Moheskhali	19,572 (0.237)	23,936 (0.187)
Noakhali	—	116,587 (0.245)	80,356 (0.169)
	Noakhali-S	32,541 (0.252)	18,851 (0.146)
	Hatiya	72,036 (0.240)	55,734 (0.186)
	Companiganj	12,010 (0.259)	5,771 (0.125)

注) ( ) 内は一人当りの家畜所有頭数である。

出典: 表中の数値は、M C S P による。

この表及び前表より、計画対象地域全体の一人当り家畜所有頭数の平均を求めると、次のとおりとなる。

牛 : 0.239頭/人

山羊/羊 : 0.177頭/人

### 3-4 サイクロン・シェルターの概要

#### 3-4-1 サイクロンシェルターの概況

計画対象地域（6郡）におけるサイクロン・シェルターの既存、工事中、建設計画の各カ所数及び収容人口は下表のとおり。

表3-4-1 計画対象地域のサイクロン・シェルターの状況  
（上段）カ所数  
 （下段）人口

郡	既 存 シェルター	工 事 中 シェルター	建 設 計 画 シェルター	計	総人口に 対する比
Banskhali	12 ( 10,040)	25 ( 32,680)	22 ( 30,320)	59 ( 73,040)	25% (292,826)
Chakoria	11 ( 10,530)	26 ( 37,520)	30 ( 40,880)	69 ( 88,930)	25% (353,645)
Moheskhali	11 ( 10,030)	22 ( 22,000)	9 ( 12,840)	42 ( 44,870)	27% (165,329)
Companiganj	11 ( 11,530)	0 ( 0)	6 ( 6,000)	17 ( 17,530)	31% ( 56,193)
Hatiya	36 ( 39,130)	18 ( 25,680)	16 ( 24,320)	70 ( 89,130)	24% (371,464)
Noakhali Sadar	19 ( 20,600)	0 ( 0)	8 ( 8,000)	27 ( 28,600)	17% (167,496)
計	102 (101,860)	91 (117,880)	91 (122,360)	284 (342,100)	24% (1,406,953)

上表でわかるとおり、最近になりシェルターの必要性が認識され、工事中或は建設計画（確定済）シェルターが既存シェルターにくらべて、ほぼ倍となっている。しかし、各郡におけるシェルターの収容人口は総人口の17～31%（平均24%）にとどまり、これに公共、民間の建築物を加味しても平均33%程度である。

なお、既存シェルター 102カ所の中でも39カ所はリハビリテーションが必要とされている。

3-4-2 キラーの概況

計画対象地域における家畜の避難場所としてのキラーの状況は次のとおりである。

表 3-4-2 計画対象地域のキラーの状況

郡	既存キラー	工事中キラー	計
Banskhali	0	3 ( 2 )	3
Chakoria	0	9 ( 3 )	9
Moheskhali	1	6 ( 1 )	7
Companiganj	0	2 ( 1 )	2
Hatiya	18	2 ( 2 )	20
Noakhali Sadar	20	2 ( 1 )	22
計	39	24 ( 10 )	63

上表の工事中キラーはLGEDが実施中のもので、このうちカッコ書きの10カ所がサイクロン・シェルターの建設予定地に関するものである。10ヶ所の概況は次表のとおりである。

表 3 - 4 - 3 シェルター建設予定地のキラーの概況

番 号	部	ユニオン	土 地 所 有	1.5km 以内の 人 口	1.5km 以内の 小 学 校	高 潮 高 m	盛 土			建 設 状 況
							計 画 高 m	出 来 高 m	盛 土 率 %	
①	Banskhali	Gandamara	政 府	2,000	450	6.0	6.09	6.09	79.0	盛土概ね完、斜面保護は未完
②	"	Saral	個 人	5,500	1,000	6.0	6.09	0	0	シェルターサイトにキラーなし
③	Chakoria	Baharkhali	組 合	4,000	1,200	5.5	6.10	2.03	43.3	土を積み上げたのみ、転圧なし
④	"	"	組 合	3,000	600	4.0	6.10	3.13	63.9	同 上
⑤	"	"	組 合	3,500	650	6.0	6.10	2.64	56.2	同 上
⑥	Moheskhali	K. M. Chara	個 人	2,500	650	3.0	6.10	2.23	25.7	同 上
⑦	Companiganj	Char-Elahi	政 府	5,500	600	3.0	6.10	6.10	100.0	斜面保護は完了、所々浸蝕
⑧	Haliya	Burir Char	政 府	3,000	600	4.0	6.10	0	0	シェルターサイトにキラーなし
⑨	"	Jahajmara	政 府	4,000	800	4.5	6.10	6.10	100.0	盛土完了、斜面保護は未完
⑩	Noakhali-S	Char Clark	政 府	6,000	1,200	3.0	6.10	5.80	81.9	斜面保護完了、法面良好

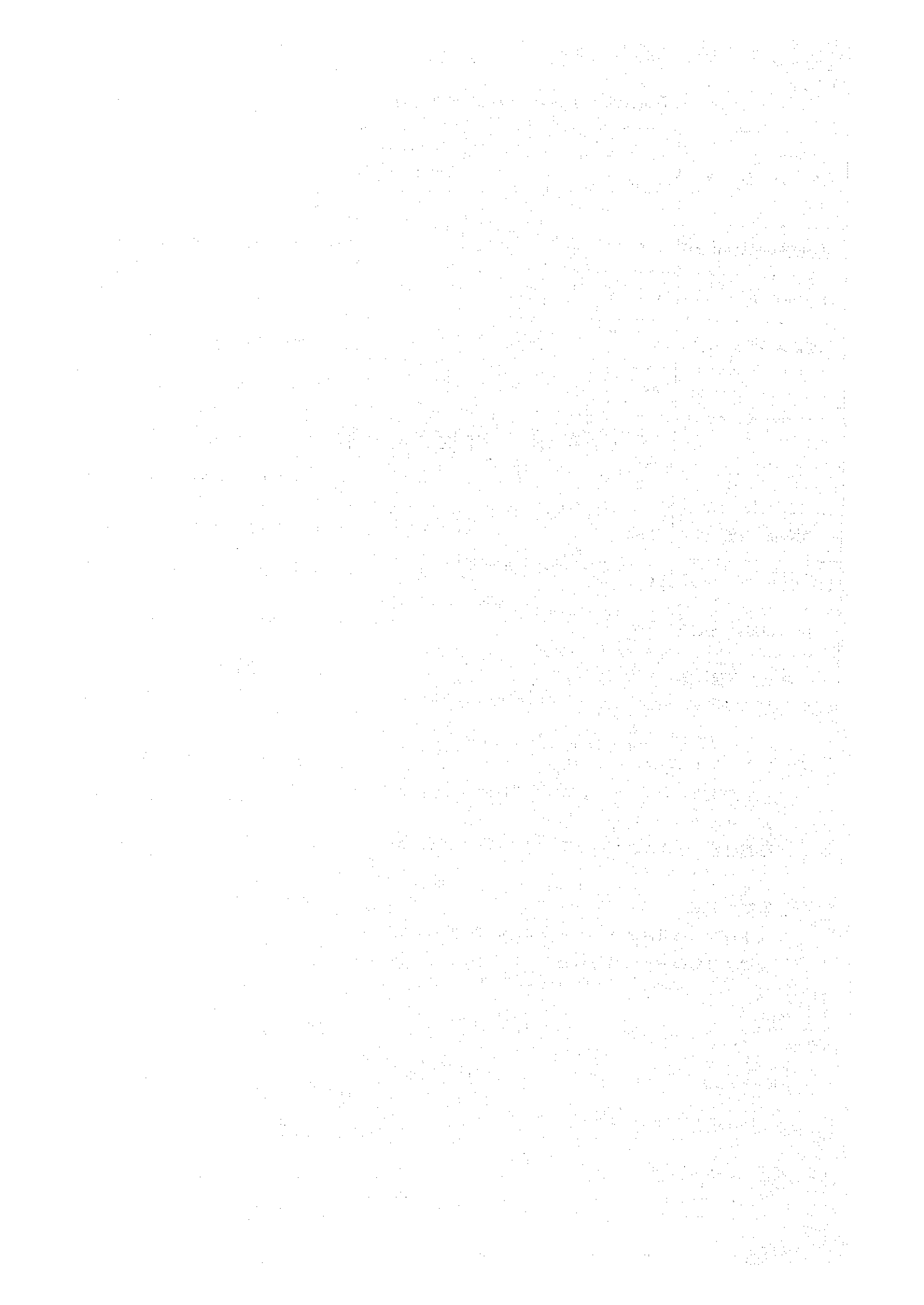
表 3 - 4 - 2 に記載のキラー数の必要数に対する充足率について検討する。

計画対象地区における既存及び工事中のシェルターによる収容人数は、表 3 - 4 - 1 より 219,740人である。避難住民の所有物（家畜及び家財）からの 1カ所のキラーが収容可能な人数は、約 1,700人程度である（4 - 3 - 2. (4)参照）。これより、前記の収容人数に対して必要なキラーの数は 130カ所となる。これに対して、既存及び工事中のキラーの数は必要数の48%である。

以上より、キラーの充足率は約 1/2 である。過日のサイクロン時に、家畜及び家財を収容するキラーがないために避難が遅れ、被災を大きくしたとも言われている。従って、今後、「バ」国により可能な限りシェルターに併設したキラーの建設を促進することが望ましい。



## 第 4 章 計画の内容



## 第4章 計画の内容

### 4-1 計画の目的

「バ」国は不可抗力の恒常的天災に見舞われる自然条件の中にあり、多くの人命が失われつつある現状から、国際協力のもとで防災対策が進められている。サイクロン対策の中で技術的、経済的に短期間で実行可能な方法は、サイクロン・シェルターであると結論づけて、少なくとも人命と家畜を守ることを最大目標に、可及的速やかに必要数のサイクロン・シェルターの建設を行うこととしている。しかし計画サイクロン・シェルターの必要数が2,500カ所という膨大な数であり、その達成には強力な国際協力を必要としている。

「バ」国政府は日本国政府に対し、まず、LEGDがWFPの協力のもとに建設している40カ所のキラーの上にサイクロン・シェルターを建設する計画を要請してきたが、JICA事前調査の結果、キラーの上は不相当と判断され、隣接地に脚柱式シェルターを建設する計画が策定された。計画は人命を守ることを目的とし、サイクロン襲来時以外の平常時は教育施設として有効利用することにして、その維持管理体制を確立することである。

## 4 - 2 要請内容の検討

### 4 - 2 - 1 計画の妥当性、必要性の検討

2 - 2 で述べたとおり、「バ」国政府により「多目的サイクロン・シェルター計画」のマスタープランが作成されている。

「バ」国政府は各援助機関に対し、サイクロン・シェルターの建設に際しては、勝手に位置を選定し、独自の理念や方法によることなくマスタープランに準拠して建設するよう申し入れている。

本計画は、このマスタープランの一環であると認識し、この指針に基づいて建設計画を進め、マスタープランとの整合性、関連性を検証し、計画の妥当性と必要性を検討する。

#### (1) 対象地域

マスタープランでは、サイクロン・シェルターの建設地を、高潮の水深が1 mに達するHRAとしており、調査対象地域はすべて、このHRA内である。

#### (2) 計画の目的

「バ」国沿岸地方のHRA内に住む5百万人以上の人命を保護するために、最も技術的・経済的に実行可能な解決策としたサイクロン・シェルター建設は、地形条件や人口密度、社会インフラ整備等のあらゆる面で、不可欠かつ人道上から妥当な計画と判断する。

又、要請では平常時の利用目的に、小学校、クリニック、コミュニティセンター等としていたが、調査結果から教育施設に限定した。その理由はマスタープランに記載されているとおり、「バ」国政府の教育政策として2000年までに「全国民に初等教育の実施」を達成する小学校就学の義務制を定めたことによる。この目標達成には、HRA内に3,000以上の小学校が必要となり、なお、同様に中学校は600校必要となる。このように、平常時の利用目的も国家の政策に対応したものである。

又、本計画が「国際防災の10年（IDNDR）」の目的に沿った案件であることから国際的にアピールする大きな意義のある事業である。

#### (3) 建設数

マスタープランによれば、HRA内の1992年の総人口は520万人で、2002年には640万人になると推測されている。マスタープランでは10年後を目標に計画策定し、対象人口は640万人である。

現在のサイクロン・シェルター（既存、建設中、計画確定済みを含む）と公共、民間建築施設（既存、新設予定を含む）の収容人員は216万人と計算され、残りの419万人に対しては新しいシェルターを建設する必要がある、1カ所の収容人数

を 1,750人程度として、2,500カ所のシェルター計画が策定された。

計画対象地域の 6 郡におけるマスタープランによるサイクロン・シェルターの建設計画数は次のとおりである。

表 4 - 2 - 1 計画対象地域のサイクロン・シェルター必要数

県	郡	マスタープランによる計画数			本計画数
		優先度 1	優先度 2	計	
Chittagong	Banskhali	54	45	99	2
Cox's Bazar	Chakoria	67	54	121	3
"	Moheskhal	25	26	51	1
Noakhali	Companiganj	16	0	16	1
"	Hatiya	131	8	139	2
"	Noakhali, -S	64	8	72	1
計		357	141	498	10

計画対象地域の 6 郡での全体必要カ所は 498カ所であり、優先度 1 は (1994~96 の 3 年間) 357カ所となっており、本計画数10カ所は全体の 2 %、優先度 1 の 2.8% である。

本件は人道上不可欠な案件で、問題の解決のためには、「バ」国政府が当初要請したサイクロン・シェルター建設数の40カ所は、無償資金協力対象案件として適格と考えられる。

#### 4 - 2 - 2 実施・運営計画の検討

##### (1) 実施・運営機関

本計画の目的はサイクロンの襲来する地域の住民に対して安全な避難施設を確保し、又、財産、家畜の保全を図ることにより住民の民生を安定させることを目的としている。この目的を達成するためには、「バ」国の政府機関の中でも地方自治・地域開発・組合省が主管官庁となり、実施及び運営は、その下部機関であり地方開発のための技術的分野の実施を担当する L G E D が行うことが適切である。

##### (2) L G E D の陣容

前項(1)に記載の如く、L G E D は地方開発を担当するために全国的組織を有している。即ち、ダッカにある本部を頂点としてその下に64の県事務所が、さらにその下に 460の郡事務所が組織されている。

L G E D 全体の職員数は約 9,700人である。各県事務所は事務所長を含めて 6 人で構成され、各郡事務所は事務所長を含め20人で構成されている。これらの職員に

よりLGEDの業務である、地方部におけるインフラ整備、道路建設、役所の建物の建設、政府管理の小学校の建設・修復等を行っている。

本計画が実施された後においては、各郡事務所は1～3カ所のサイクロン・シェルターを運営・管理することとなるが、サイクロン・シェルターはコンクリート構造であることから、本来、それ程頻繁な管理を必要とするものでもないことを判断すれば、この陣容にて運営することは十分に可能であると判断される。

(3) LGEDの予算

LGEDの、過去3年間における予算の推移は次のとおりである。

表4-2-2 LGED予算の推移  
(単位：10万タカ)

年 度	1990/91	1991/92	1992/93
LGEDの予算	6,738.0	38,188.0	43,982.0

1991/92年度に大幅な予算の伸びを示したのは、主にLEGDの開発事業に対する国家の年次開発計画(ADP)よりの配分が大幅に認められたためである。又、1992/93年度にも相当の予算の伸びを示しているのは、開発事業に対する着実な予算の伸び及び地方のインフラ施設の維持・管理の費用が認められたことそして組織の拡充による人件費の増が認められたこと等による。

以上より、「バ」国における地方自治を目指した地域開発が必須であるとの認識により、LGEDの役割は益々大きくなってきており、これに応じた予算が配分されている。

これに加えて、LGEDはIFADの資金援助を得てKutubdia島において10棟のサイクロン・シェルターを建設していること、そしてPWDより、近々、かつてPWDが建設したサイクロン・シェルターのメンテナンス業務を委託されることになっている等を考えれば、LGEDが政府管轄のサイクロン・シェルターを一元的に運営・管理する機関となる。これによりLGEDによるサイクロン・シェルターの運営が容易となり、又、必要な予算の配分を受けるための条件となり得るであろう。

#### 4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画

すでに第2章の2-1に述べた如く、多くのサイクロン・シェルターが1960年代から、国際機関やNGOの資金により400カ所程度建設されてきた。

しかし、サイクロン・シェルターの必要性は認められても、国際的な重要課題には至らず、細々と建設が進められていたが、近年の度重なるサイクロンによる死者の増加と国際世論の高まりからようやく建設のスピードアップが進められようとしていた。

そのような折、1991年4月予想以上のサイクロンが襲来し、約14万人の死者が出たことから、一挙に国際世論が高まり、現在、建設中、或いは近々完成される予定のシェルターは約200カ所にも達している。

さらに、国際赤十字、イスラム開発銀行、サウジ政府、EC、IFAD、Caritas等で計画が確定したシェルターは約340カ所、未確定分は約100カ所ある。

この他に数多くのNGOが建設の意図表明を行い、その数は150カ所以上にのぼっている。

#### 4-2-4 要請施設の内容検討

要請されたサイクロン・シェルターの施設の内容は次のとおりである。

##### (1) シェルター

キラー上に平屋建の鉄筋コンクリート構造の建築物（基礎杭付）とし、その1カ所当り建築面積は216㎡（18m×12m）で、教室3室、教員室1室、診療室1室、便所1室であり、他に屋上へ上がる階段が計画されている。

##### (2) アクセス道路

1カ所当り延長約900m程度のアクセス道路を計画し、力車や軽四輪の通行を可能とする。

この要請を検討した結果、事前調査ですでに、キラー上に建設することは不相当と判断し、隣接した土地を取得して脚柱式（自立式）シェルターを建築することを提案している。本計画はその提案のとおり2階建とし、2階部分を学校、1階部分は平常時地域住民が利用できるように開放形式を採用した。

アクセス道路については、用地収用が不確定のため協力の対象から除外し、「バ」国の負担により日本の他案件で無償供与した建設機械を使用して必要カ所について実施することとした。

その他シェルターの付帯設備として①学校としての設備（机、椅子、黒板、収納棚）、②トイレ（男女別）及び汚水処理槽、③給水設備（深井戸及び高揚程手押しポンプ）が維持管理、運営面から必要であると判断し、追加した。

#### 4-2-5 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりサイクロン・シェルターの必要性及び妥当性が立証され、人道的見地から不可欠であること、又、実施機関のLGEDが「バ」国政府内でも優秀な人材と経験を有し、実施能力を充分備えた部局であることが確認された。

これにより、本計画の効果が無償資金協力の目的に合致していることを考慮して、本件を日本の無償資金協力で実施することは妥当であると判断した。よって、日本の無償資金協力を前提として、以降において計画の概要を検討し、基本設計を実施するものとする。



## 4 - 3 計画の概要

### 4 - 3 - 1 実施機関及び運営体制

#### (1) 主管官庁

本計画は、サイクロン・シェルターの建設により、地方部、特に沿岸地域に居住する住民の民生安定を目的としていることから、先方側の実施体制としては前項4 - 2 - 2の検討結果も踏まえて、地方自治・地域開発・組合省が主管官庁となることが望ましい。その組織を図4 - 3 - 1に示す。

#### (2) 実施機関及び運営体制

本計画の実施及びその後の運営には、地方自治・地域開発・組合省の下部機関であり、地方開発のための技術的分野を担当するLGEDが携ることが望ましい。

本計画を実施・運営していくLGEDの組織を図4 - 3 - 2に示す。

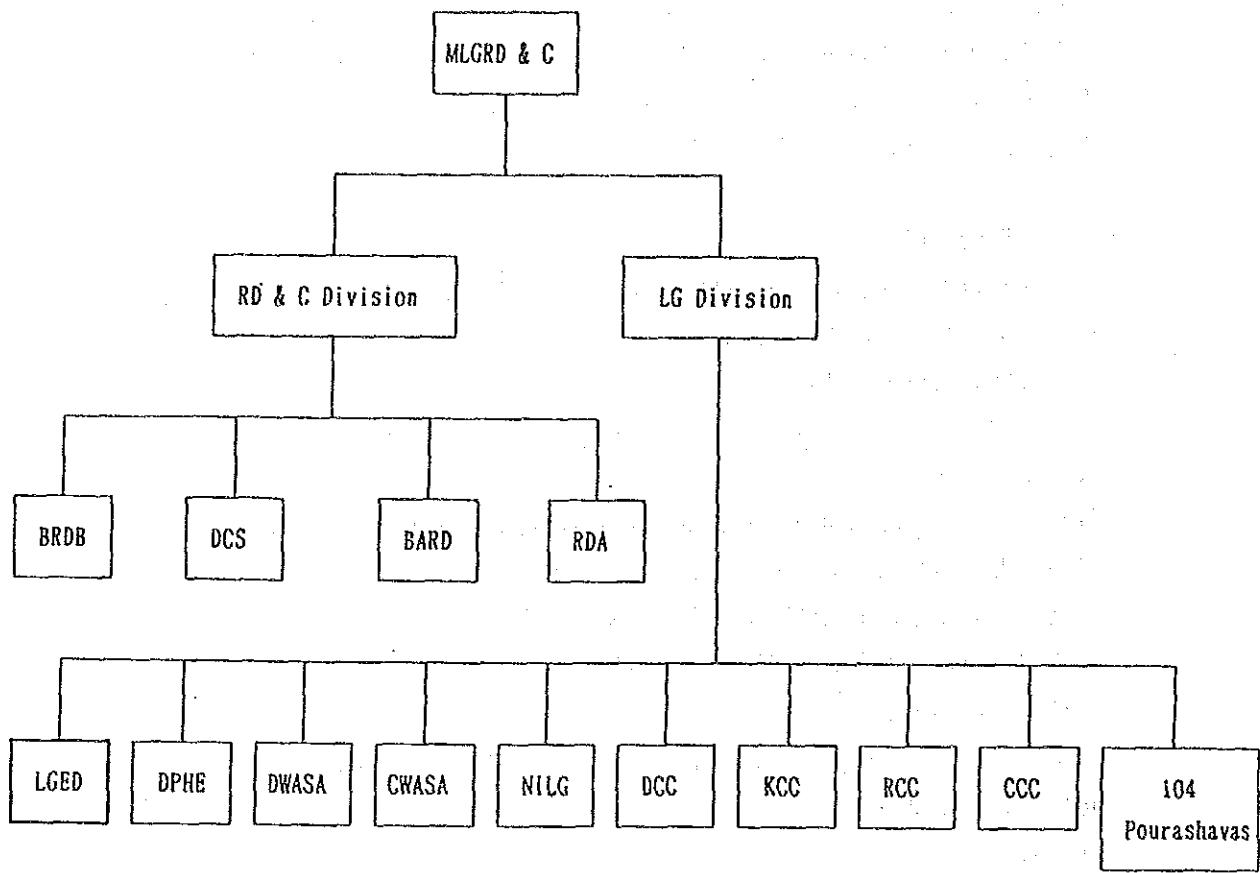
本計画ではサイクロン・シェルターのサイトが広範囲にわたっているので、これの実施・運営にあたっては、ダッカにあるLGEDの本部を中心として、Chittagong、Cox's BazarそしてNoakhaliの各県の事務所及びその地方組織である郡事務所と連絡を保ちながら実施することとする。本計画の対象地区を担当する地方事務所と本部との系統は図4 - 3 - 3のとおりである。

実際の運営は地方部の郡事務所が担当する。その郡事務所の組織を図4 - 3 - 4に示す。各郡事務所は図の如く20人のスタッフで構成されており、各種技術者も擁しているため、この陣容によりサイクロン・シェルターの運営・管理を行うことは可能であると思われ、従って、新たな組織或いはスタッフの追加は必要ないと判断される。

但し、本計画の中でサイクロン・シェルターが政府管轄の小学校として使用される場合には、PMEDが運営することとなる。PMEDの組織を図4 - 3 - 5に示す。

この政府系の小学校については、平常の運営・管理はPMEDが行い、維持・補修が必要な場合にはPMEDの予算にて実施をLGEDに委託する方式が望ましい。

図 4 - 3 - 1 地方自治・地域開発・組合省の組織図



BRDB : Bangladesh Rural Development Board.

BARD : Bangladesh Academy for Rural Development.

LGED : Local Government Engineering Department.

DWASA : Dhaka Water and Sewage Authorities.

NILG : National Institute of Local Government.

KCC : Khulna City Corporation.

DCS : Directorate of Cooperative Societies.

RDA : Rural Development Academy, Bogra.

DPHE : Department of Public Health Engineering.

CWASA : Chittagong Water and Sewage Authorities.

DCC : Dhaka City Corporation.

RCC : Rajshahi City Corporation, CCC : Chittagong City Corporation.

図 4 - 3 - 2 L G E D の組織構成

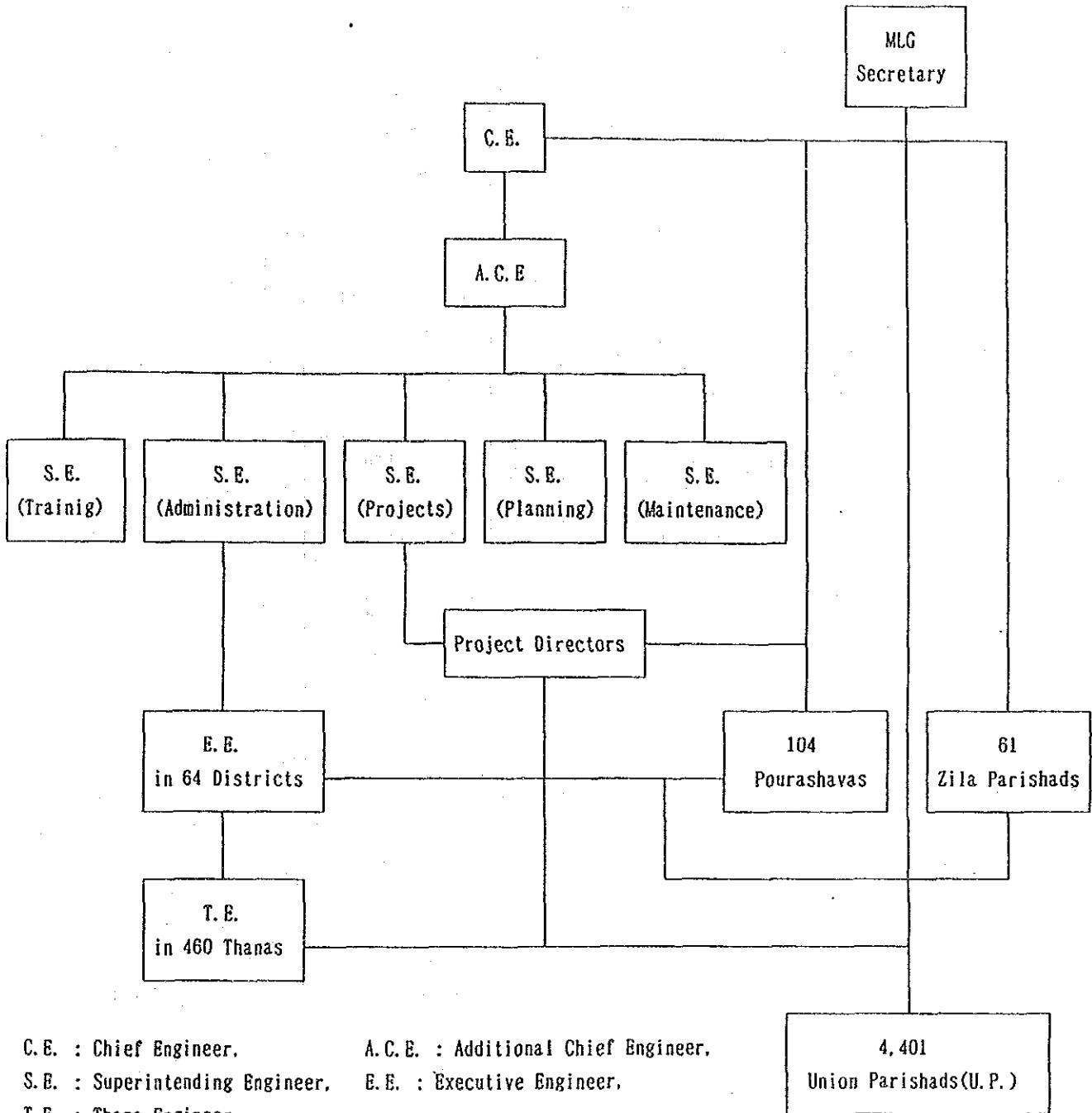


図4-3-3 本計画の運営系統図

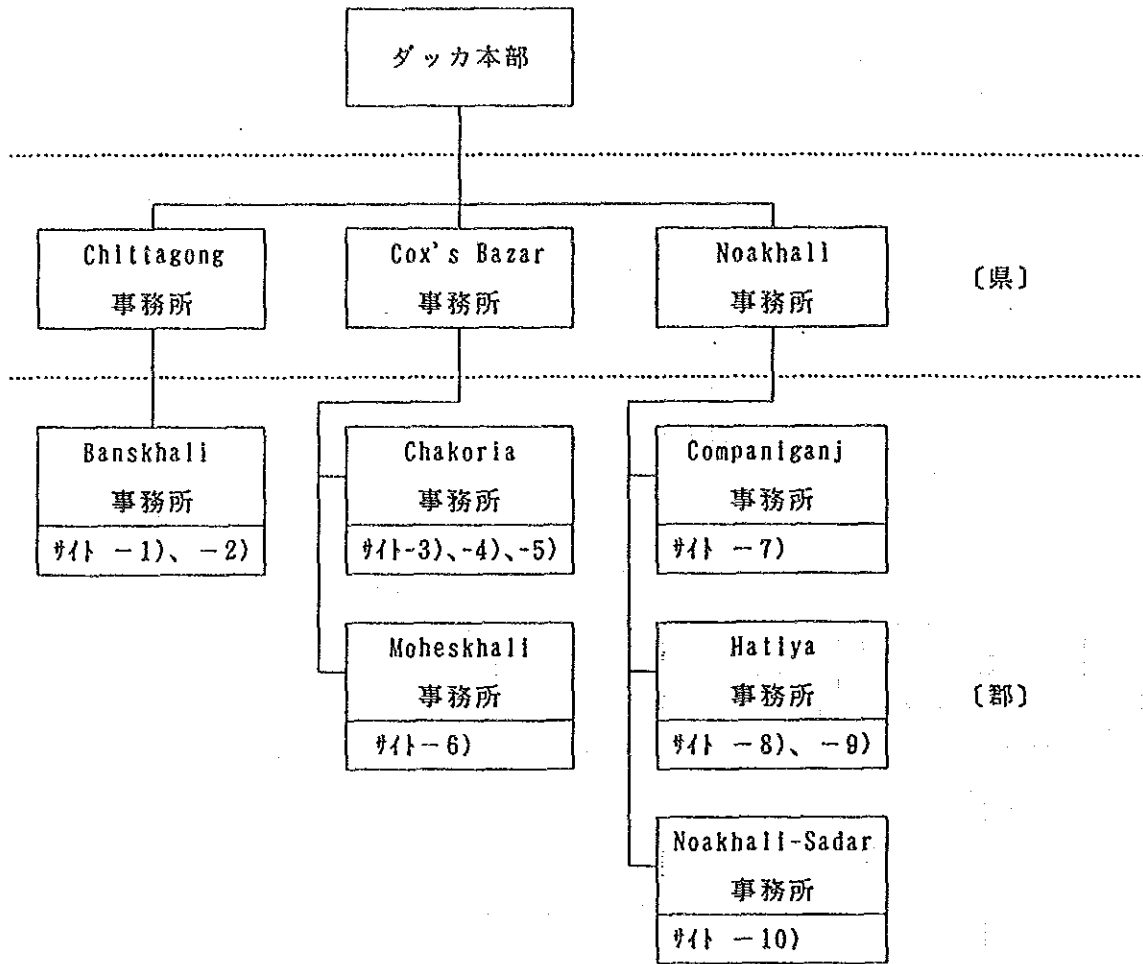
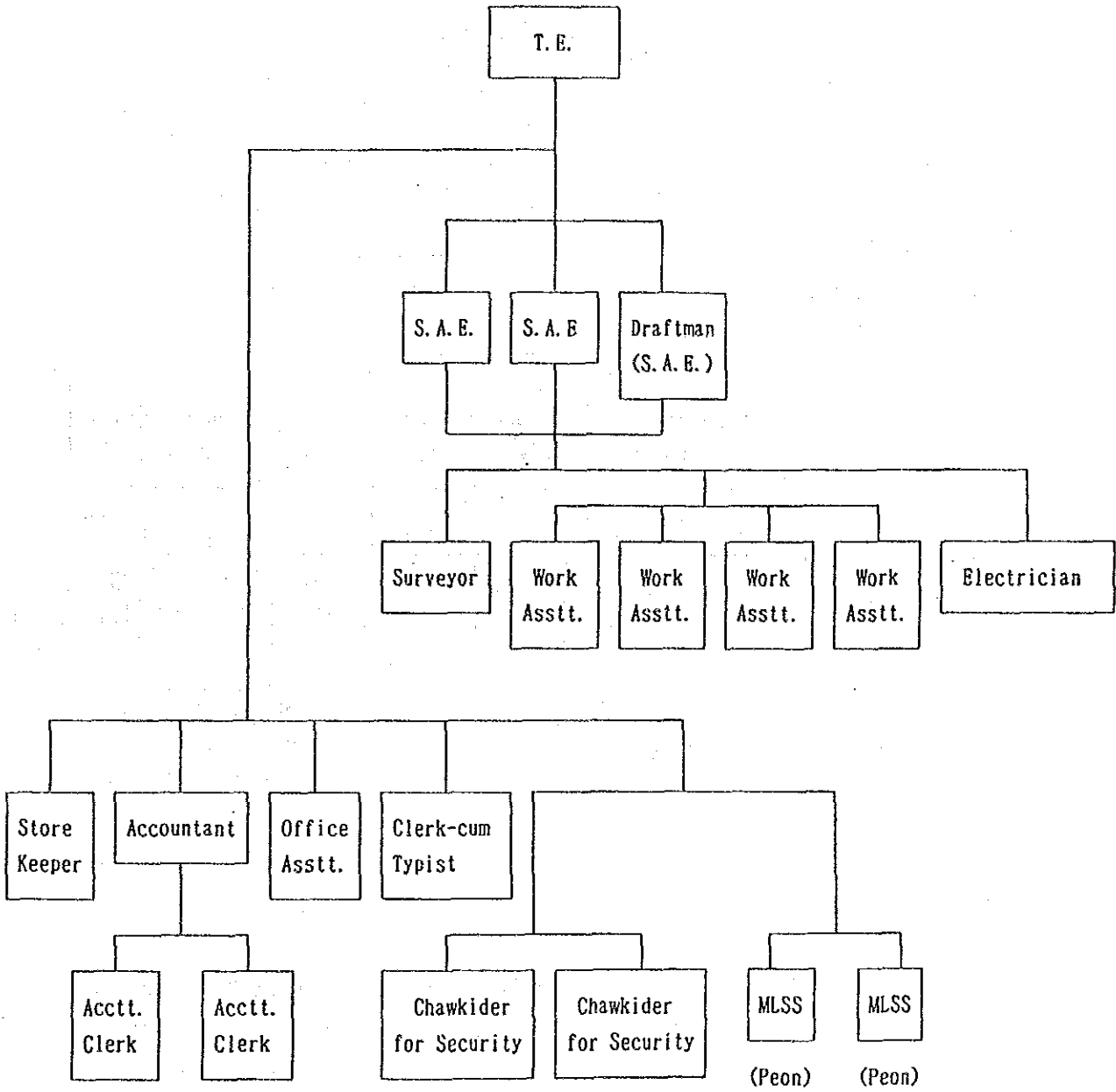
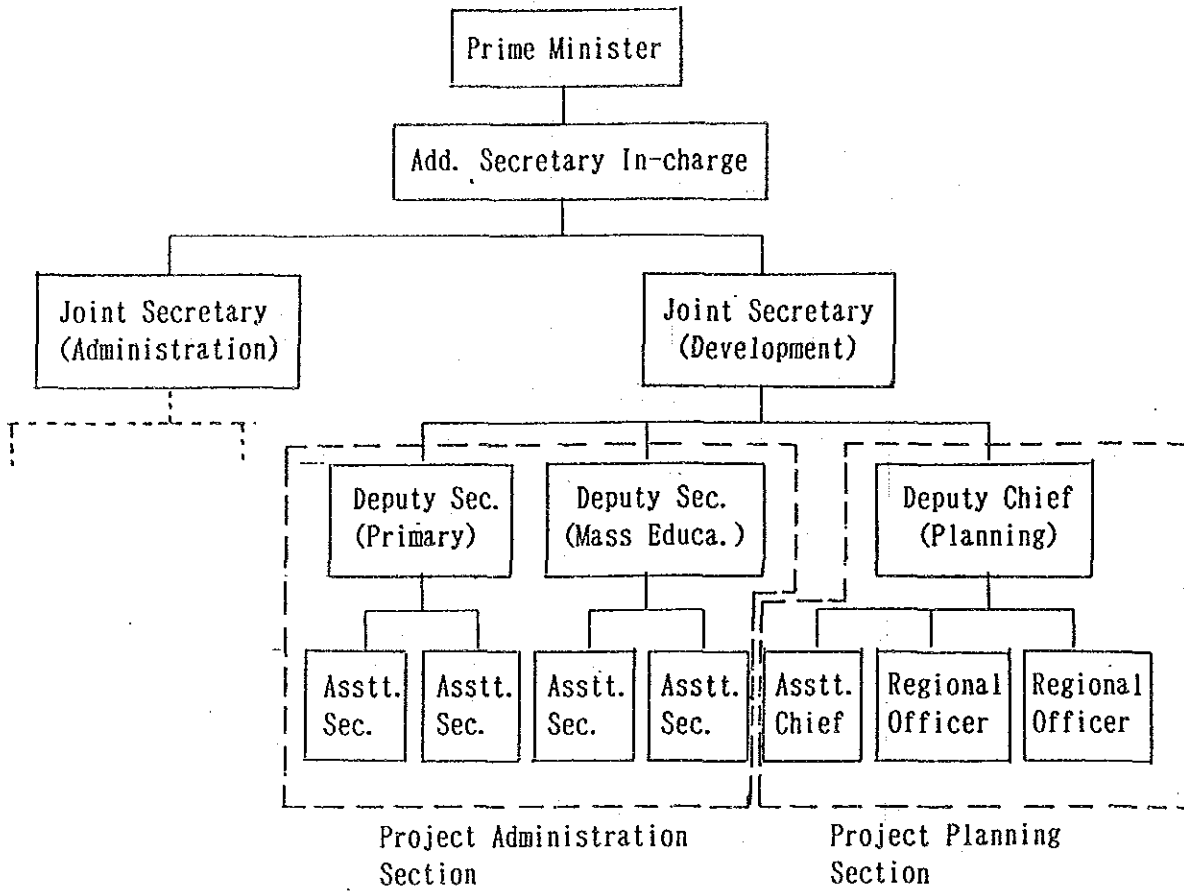


図 4 - 3 - 4 郡事務所の組織図



Total 20 persons

図 4 - 3 - 5 PMED の組織図



#### 4-3-2 事業計画

##### (1) サイクロン・シェルターの建設カ所数

2-4に記載の如く、40カ所の要請カ所に対して事前調査では優先度A地区として8カ所、優先度B地区として10カ所の合計18カ所がサイクロン・シェルター建設地として適するとの結論を下している。本計画では、現地調査の結果及び「バ」国政府の要望・協議計画等を踏まえて、サイクロン・シェルターの建設カ所として、まず優先度A地区の8カ所を採択することとした。この場合、県ごとのサイクロン・シェルターの配置がChittagong 1、Cox's Bazar 4、Noakhali 3（本土側2、島しょ部1）となり、配分に偏りが生じるので、さらに検討の結果、優先度B地区の中からChittagong 1、Noakhali 1（島しょ部）の2カ所を追加し、合計10カ所を採択することとした。

##### (2) サイクロン・シェルターの収容人員

サイクロン・シェルターの規模は、サイクロン時の収容能力をいかに設定するかにより決定される。現在、「バ」国においては、各国、各種国際機関或いはNGOによるサイクロン・シェルターの収容能力及びデザインがまちまちとなっている。

世銀/UNDPによるマスター・プランにおいては2002年までに1,750人収容規模のサイクロン・シェルターを2,500棟建設する必要があると結論付けている。そして、UNDPは、これから「バ」国においてサイクロン・シェルター建設の協力を行おうとする各種援助機関に対してこのマスター・プランをマニュアルとして活用することを期待している。従って、本計画においてもサイクロン・シェルターは、マスター・プランの方針に準拠するものとするが、建設費も考慮して収容人員を1,650人規模とする。

##### (3) 平常時の使用目的

サイクロン・シェルターが緊急時においても良好な状態で使用できるようにするためには、平常時において良好な保守・管理がなされていることが肝要である。そこで、平常時の使用形態として、毎日使用されることが好ましい、緊急時に容易に避難できるためには内部の設備は簡素なほうが良い等の条件を考慮し、小学校を主とした教育施設とすることを計画する。但し、政府系の小学校に対しては、PME Dより次のような条件が付されている。

- ① 新規の学校建設は行わない。従って、新たな教師の派遣はできない。
- ② 既存小学校の敷地において校舎の建て替えは可能である。
- ③ 若干の校舎の移転も可能であるが、これも500m以内である。
- ④ 500m以内の移転といえども、移転距離の中に交通の頻繁な道路或いは河川等がある場合、通学に支障を来すので認可できない。

以上の条件をもとに、地元のコミュニティーの運営による非政府系小学校、高等学校、NGOによる小学校或いはMadrasha等の教育施設としての使用の可能性をも判断し、計画の10カ所のサイクロン・シェルターに対して、次の使用形態を設定した。

サイトNo	使用形態(運営主体)
1)	高等学校(高等学校運営委員会)
2)	Madrasha(Madrasha運営委員会)
3)	小学校(エオン・パシフィック)
4)	同上(同上)
5)	同上(同上)
6)	政府系小学校(PMED)
7)	コミュニティセンター(エオン・パシフィック)
8)	政府系小学校(PMED)
9)	小学校(学校運営委員会)
10)	小学校(エオン・パシフィック)

教育施設としての内部設備は概略、次のとおりとする。

- 教室 3 : 1 教室生徒50人収容
- 教員室 1 : 教師4人用
- 倉庫 1 : 非常用品収納
- 便所 : 男女別
- 給水設備 : 手押しポンプ設置

#### (4) 照明設備の導入

##### 1) 夜間授業の実施

「バ」国においては、1990年2月に小学校教育を義務教育とする法律が制定され、現在、「バ」国政府においても義務教育の完全実施に向けて、鋭意努力中である。しかし、地方部においては、なお、小学校教育の適齢期児童が各戸における家計の収入源として昼間は労働に携わることが多く、教育機会が十分に生かされていないのが実情である。

そこで、検討・提唱されているのが夜間授業の実施である。夜間になれば、これらの児童は労働から解放されるので、授業への出席機会が得られる。又、夜間授業では大人も出席可能となるので、その効果は、さらに大となる。

##### 2) 照明設備の設置

前項において、夜間授業の必要性が述べられているが、夜間授業を行うには照



明設備が必要である。本計画の対象地区はどこも、周辺地域さえも電気が供給されていないので、照明用の電源を確保しなければならない。本計画地区の立地条件を考慮した電源としては、次のタイプが考えられる。

- ① 既存の配電地区よりの送電。
- ② 自家発電装置による。
- ③ ソーラー発電装置による。

本計画地区は、地方がほとんどであるために、地域住民による電力料金或いは送電・発電のためのコスト負担は困難であると思われる。そこで、初期投資がなされれば、その後の運転・管理コストのあまりかからないソーラー発電による照明設備を導入するのが有利である。

### 3) 照明設備導入サイトの選定

本計画の対象地区のなかで、照明設備を導入するサイトを、次の如く選定する。

- ① サイクロン・シェルターのキャッチメント・エリア内の小学生の数が  
多い地区では、夜間授業の必要性が高い。
- ② 夜間授業は、昼間授業の教師以外の教師により実施されることから、  
施設の利用時間・夜間教師の確保等の面で、コミュニティにより運営  
される小学校で行われることが有利である。
- ③ ソーラー発電装置では、運転・維持管理コストはそれほどかからない  
が、電気施設であるので、定期的に電気のエンジニアが管理する必  
要があることから、LGEDの郡事務所に近いサイトが有利である。

以上の条件及び前述の図3-3-1、表3-4-3を参考にして、照明設備の  
導入カ所はサイト-No.3とする。

## (5) キラー規模の評価

### 1) 家畜所有頭数

前項にて計画したサイクロン・シェルターがその機能を十分に発揮するためにはサイクロン襲来時に住民が遅滞なく避難することであり、それにはシェルターに併設されるキラーが住民の所有する家畜及び家財を収容できることである。このためにはサイクロン・シェルターの収容人員とキラーの規模が整合することが必要である。ここで、その検討を行う。

各郡における一人当りの家畜の所有頭数は前項3-3-2(3)に示す如く、計画対象地域全域では、牛 0.239頭、山羊/羊 0.177頭である。しかし、キラーは計

画地域では均一のサイズであるので、キラーの検討を行うためには、一人当りの家畜の所有頭数が一番大きい Banskhal の数値を採用する。

牛 : 0.275頭/人

山羊/羊 : 0.192頭/人

サイクロン・シェルターの一棟当りの収容能力は 1,650人であるので、これらの人々が牛及び山羊/羊を連れて避難した場合、キラー上に収容すべき家畜の頭数は、次の如く算定される。

牛 :  $0.275 \times 1,650 = 453.75 = 454$ 頭

山羊/羊 :  $0.192 \times 1,650 = 316.80 = 317$ 頭

## 2) 家畜の専有面積

家畜の専有面積を次のとおりとする。

牛 :  $1.5\text{m} \times 1.0\text{m} = 1.5\text{m}^2$

山羊/羊 :  $0.8\text{m} \times 0.5\text{m} = 0.4\text{m}^2$

従って、所定の頭数の家畜を収容するために必要な面積を次のとおり算定する。

牛 :  $454\text{頭} \times 1.5\text{m}^2 = 681\text{m}^2$

山羊/羊 :  $317\text{頭} \times 0.4\text{m}^2 = 127\text{m}^2$

---

計  $808\text{m}^2 = 810\text{m}^2$

これに、通路等として余裕を 3 割程度見込むと、家畜の専有面積は約 1,050 $\text{m}^2$ と算定される。

## 3) 家財の専有面積

避難してきた住民は家財も持参してくることを考慮して、それを収容する面積を確保する。

家財のための専有面積は、家畜を収容する面積と同程度あれば十分と考えられるので、810 $\text{m}^2$ とする。

## 4) 必要面積

以上より、家畜及び家財収容のために必要な面積は、1,860 $\text{m}^2$ と算定される。

## 5) キラーの面積

現在、LGEDにより建設中のキラーの規模は低部のサイズが 200ft.(60.6m) × 300ft.(90.9m)、高さが 20ft.(6.1m)、法面勾配は 1:2.0 である。これより頂部のサイズを算定すれば  $36.2\text{m} \times 66.5\text{m} = 2,407\text{m}^2$ となる。この面積は、

家畜及び家財を収容するために必要とする面積より3割程度大きい。しかし、キラーの頂部は全面積が利用できる訳ではなく、法肩付近は安全のために収容面積から除外しておくことが必要である。そこで、上記の面積及びキラーのサイズを考えれば、法面から約2.5mの幅で余裕が取れることとなる。

以上より、サイクロン・シェルターの収容人数とキラの規模は良く整合していると判断される。

#### 4-3-3 施設の概要

「バ」国の要請内容は前述のとおりである。現地調査及び先方政府との協議の結果、日本国政府の無償資金協力が実施される場合の施設は下記のような内容で合意された。

##### (1) サイクロン・シェルター

施設の使用目的は、住民が頻繁に襲来するサイクロンから避難するためのものであるが、援助施設を有効的に利用すること、又、施設を長期にわたり良好な状態を保つためには、常時使用することが必要であり、「バ」国側、日本国側ともに教育施設として利用することで合意された。

施設の内容	教室	3室、1室	生徒50人収容
	教員室	1室	教師4人用
	倉庫	1室	非常用品収納
	便所	男女別	
	その他	ベランダ	
施設の構造、階数	主体構造（柱、梁、床版）	鉄筋コンクリート	
	壁（外、内壁）	レンガ積	
	階数	2階建（1階ピロティー）	
施設の面積 （柱芯面積）	1階（ピロティー部）	262㎡	
	2階	262㎡	
	計	524㎡	
施設の高さ	2階高	GL+5.0m、6.0m、7.0m（3タイプ）	
	屋上	2階高+4.0m	
施設備品	生徒用机、椅子（3人掛用）	51組	
	教員用机、椅子	7組	（教室3、教員室4）
	黒板	4枚	

##### (2) 附帯設備

手動式汲上げポンプ

深井戸（GL-300m～-400m）

浄化槽

##### (3) 照明設備

サイトNo.3については夜間授業のために1教室に照明設備を設ける

#### 4-3-4 維持管理計画

##### (1) 維持管理体制

施設を長期間にわたり良好な状態に保つためには、工事中における資材管理や品質管理は勿論のことであるが、完成後の定期的な維持管理が重要である。

破損現象が表面化してから処置するようでは、その耐用年数を損う結果となる。

調査中、各所で既存のサイクロン・シュルターが著しく破損しているものが見受けられたが、これは長年にわたりメンテナンスが施されていないためと判断する。これをそのまま放置しておくことは、建物の耐用年数が縮まり、施設の目的を果せなくなることとなる。これは、この国の経済事情や地域的事情などから、維持管理費が十分に確保できなかったものと考えられる。

本計画においても、維持管理には極力負担のかからない工法や材料を採用するよう考慮する。

運営については、PMEDにより正式に小学校として承認された施設の他はNGO又は直接LGEDが行うことになるが、維持管理は、PMEDにより認められた小学校分はPMEDより委託を受けて、他の全ての施設を含め、LGEDが行うことが実質的であろう。

直接の実施はLGEDの県事務所が、さらに下部機関の郡事務所のエンジニアがその責に当る。

##### (2) 維持管理内容

本施設の維持管理項目及びその実施時期について次に示す。

外部壁の塗装替	3年以内ごと
内部壁の塗装替	3年以内ごと
柱、梁、壁のモルタル剝離補修	発生時
井戸、ポンプの点検	1カ月ごと
机、椅子の補修	
電源設備（ソーラー）	1カ月ごとの清掃
同（バッテリー）	1カ月ごとに点検・補水（蒸留水）
	3カ月ごとに蒸留水の交換

##### (3) 維持管理費（10棟）

維持管理（修理）は前述のとおり、毎年実施するものではないが、便宜上、年ごとに平均してその経費を記載することとした。

外部塗装費	6,469TK (約 20,700円) /年
内部 "	24,437TK ( 78,200" ) /年
柱、梁、壁剝離補修	6,719TK ( 21,500" ) /年
机、椅子の補修	406TK ( 1,300" ) /年
バッテリー	10,000TK ( 32,000" ) /年
計	48,031TK (約153,700 円) /年

以上の如く、維持管理費用としては多額ではなく、実施機関であるLGEDにおいても維持費の計上は、充分可能であると判断する。

#### (4) 将来の維持管理機構

シェルターの建設は今後多国間或いはNGO等の援助により増大し、マスター・プランの目標が達成された暁には約3,400カ所となり、その維持管理は大きな課題となることが予想されるので、その対策を考えておく必要がある。

マスター・プランでは、この担当機関にLGEDが当るべきであることを勧告しており、調査団としてもできるだけ統轄されることが適当であると判断する。

しかし、実施に当っては、当面、現行の維持管理体制を踏まえて政府管掌シェルターとNGO管掌シェルターの2系列とする。

政府管掌シェルターは、原則的にはすべてLGEDが管理を担当するが、現在、FDの所管となっているシェルターはFDで管理することとし、将来はLGEDに移管する。

NGO管掌シェルターは、BDRC Sの主導のもとで、当面 各NGOの援助計画にもとずき管理を行い、管理期間の終了後は政府管掌として、LGEDが担当するものとする。

## 第 5 章 基本設計





# 第 5 章 基本設計

## 5 - 1 設計方針

### 5 - 1 - 1 自然条件に対する方針

本計画に必要な自然条件について、その設計方針を述べる。

#### (1) 風 速

3 - 2 で過去のサイクロンの風速及び確率風速について記したが、その解析結果から設計風速として、50年確率（マスタープランの基準）を使用することにする。

即ち  $260\text{km}/\text{時} \approx 72.0\text{m}/\text{s}$

#### (2) 地 震

この国において建築計画上細かい基準は特にないが、全国を3つのゾーンに区分して、標準地震係数（F）を定めている。

即ち、Z - 1（北部）は  $F = 0.08$ 、Z - 2（中部及び東部）は  $F = 0.05$ 、Z - 3（中部及び南部）は  $F = 0.04$

これによればChittagong及び Cox's Bazar県は  $F = 0.05$ 、Noakali県は  $F = 0.04$  であり、湾岸地方程低い値を示している。

#### (3) 潮 位

高潮による波力は、本設計は脚柱式建築であり、波浪の影響は少ないので省略し、シェルターの床面高の決定に必要な潮位について検討する。

暴風津波の解析については「多目的サイクロン・シェルター計画」のマスタープランの方法を準用し、50年確率の水位を採用する。

サイクロン・シェルター建設地における暴風津波高は次の2式が提案されている。

$$H_1 = h_{50} - (x - 1) K + h_w \dots\dots\dots 5 - 1 - 1 \text{ 式}$$

$h_{50}$  ……Design Surge Height, 50-year return period (m)

(表 3 - 2 - 7)

x ……Disdance of Shelter from sea-beach (km)

K ……Rate of decrease in surge height (m/km)

$h_w$  ……Amplitude of local wave in m from mean water level

$$h_w = (h_{50} - (x - 1) K) 1/4 \quad h_w = 1 \text{ if } h_w < 1$$

$$H_2 = Y_{50} - Y_s + h_l \dots\dots\dots 5-1-2 \text{式}$$

$Y_{50}$  ……50-year extreme surface water level (m) (表3-2-8)

$Y_s$  ……elevation of ground level at shelter

$h_l$  ……Allowance for local wave lm

上記2式の計算結果から大きい値を採用する。

マスタープランより、各対象地の  $h_{50}$  及び  $Y_{50}$  の値は表3-2-7と3-2-8から次表のとおりで、上記2式の計算結果は表5-1-2に示すとおりである。

表5-1-1 計画対象地域における  $h_{50}$  及び  $Y_{50}$  の値

No	県	郡	$h_{50}$ (m)	$Y_{50}$
1	Chittagong	Banskhali	5.8±1.3	5.05
2	"	"	"	"
3	Cox's Bazar	Chakoria	"	4.67
4	"	"	"	"
5	"	"	"	"
6	"	Moheskhali	"	"
7	Noakhali	Companiganj	6.5±1.4	7.53
8	"	Hatiya	"	5.55
9	"	"	"	"
10	"	Noakhali-S	"	7.53

表5-1-2 調査対象地の潮位

(1) 5-1-1式による潮位 (H<sub>1</sub>)

号 No	Thana	h <sub>50</sub> m	x km	K m/km	h <sub>50</sub> -(x-1)K m	h <sub>w</sub> m	H <sub>1</sub> m	地 盤 高			H <sub>1</sub>
								沿岸部	建設地	差	
1	Banskhali	5.8	2.5	0.50	5.05	1.26	6.31	1.60	2.90	1.30	5.01
2	"	"	1.5	"	5.25	1.31	6.56	1.60	3.10	1.50	5.06
3	Chakoria	"	0.6	"	5.80	1.45	7.25	0	1.70	1.70	5.55
4	"	"	1.5	"	5.25	1.31	6.56	0	1.40	1.40	5.16
5	"	"	0.8	"	5.80	1.45	7.25	0	1.30	1.30	5.95
6	Moheskhali	"	2.2	0.33	5.40	1.35	6.75	1.50	4.00	2.50	4.25
7	Companiganj	6.5	1.5	"	6.34	1.59	7.93	2.50	4.10	1.60	6.33
8	Hatiya	"	3.0	"	5.84	1.46	7.30	1.00	2.10	1.10	6.20
9	"	"	1.0	"	6.50	1.63	8.13	1.00	2.50	1.50	6.63
10	Noakhali-S	"	4.5	"	5.35	1.34	6.69	2.50	3.90	1.40	5.29

(2) 5-1-2式による潮位 (H<sub>2</sub>)

号 No	Thana	Y <sub>50</sub> m	Y <sub>c</sub> m	h <sub>1</sub> m	H <sub>2</sub> m
1	Banskhali	5.05	2.90	1.0	3.15
2	"	"	3.10	"	2.95
3	Chakoria	4.67	1.70	"	3.97
4	"	"	1.40	"	4.27
5	"	"	1.30	"	4.37
6	Moheskhali	"	4.00	"	1.67
7	Companiganj	7.53	4.10	"	4.43
8	Hatiya	5.55	2.10	"	4.45
9	"	"	2.50	"	4.05
10	Noakhali-S	7.53	3.90	"	4.63

図 5 - 1 - 1 暴風津波高算定模式図 ( 5 - 1 - 1 式に対応 )

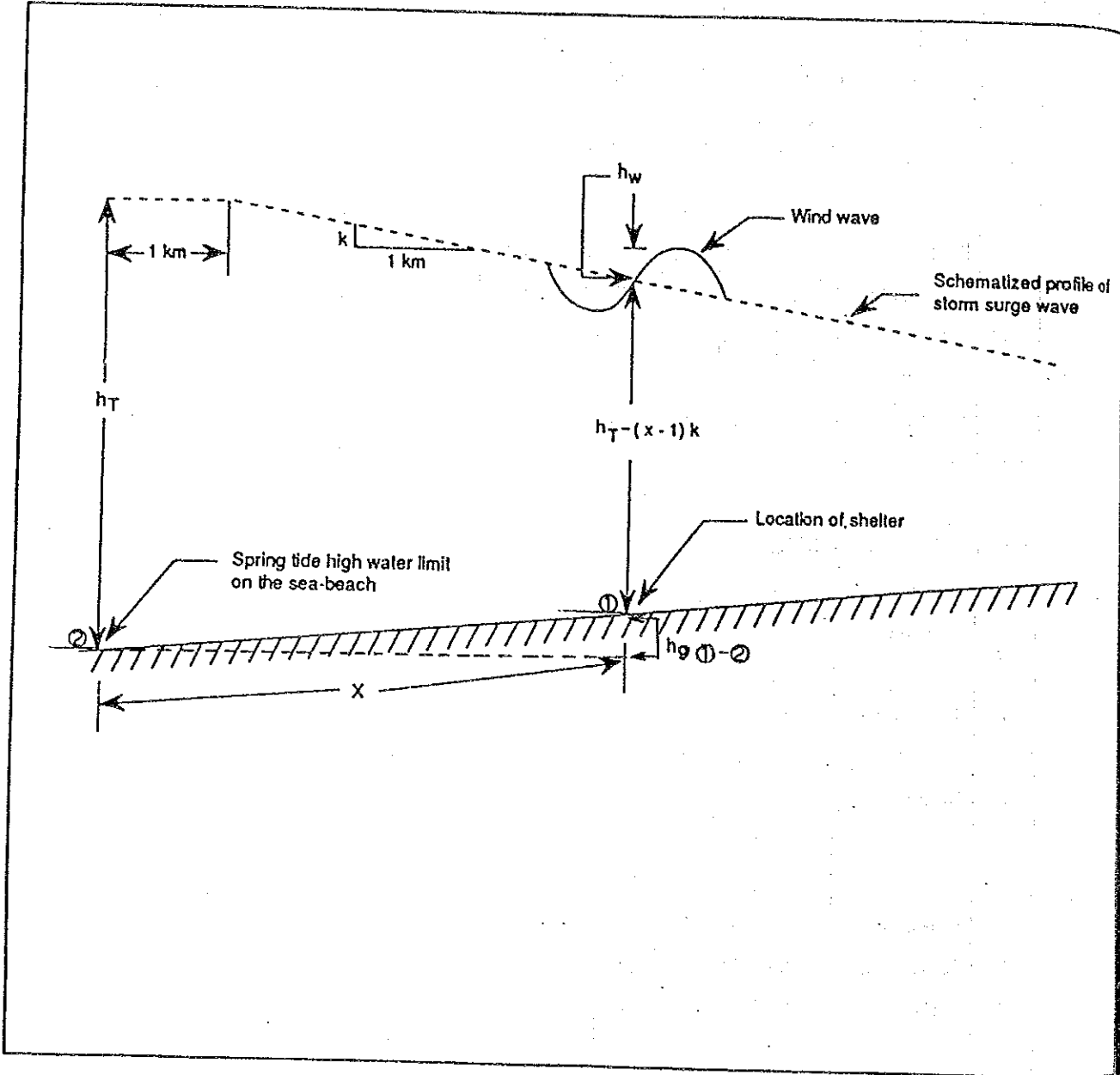


表5-1-2のとおり、各計画対象地で暴風津波の高さは、それぞれ異なるが、設計床面までの高さは、他の計算値及び実施例等も参考にして、現地盤より5m、6m及び7mの3タイプに決定した。5mのサイトはCox's Bazar県のMoheskhali (No.6)、7mサイトはNoakhali県のCompaniganj (No.7)、Hatiya (No.8、No.9)の3カ所で、その他6カ所は6mとする。

#### (4) 温度及び照明

各対象地区ともに最高気温は35℃以上となるが、機械等による強制的な冷房、換気調整方式は採用しない。

又、屋内照明も考慮しないのでできるだけ窓を多くして換気、照明に配慮する。ただし、サイトNo.3においては夜間授業を行う必要があるので、照明電源としてソーラシステムの導入を計画する。

#### (5) 地 質

##### 1) 地質土質条件

調査対象：表5-1-3に示すように各サイト2地点、計20地点でボーリング調査を行い、各ボーリング孔から採取された土質試料について室内土質試験を実施した。

調査結果：各ボーリング地点における調査結果は付属資料2に土質柱状図として示したとおりである。又、土質試験結果についても、付属資料2にデータシート及び一覧表を示した。

これらの調査結果に基づき、各サイトの地質状況を推定して、図5-1-2の地質推定断面図にまとめて示した。

基礎設計に対する地盤条件：

サイクロン・シェルターの基礎構造は、まず独立フーチングによる直接基礎について、各サイトの地盤条件を整理して地盤の長期許容支持力を検討し、荷重条件を満足しないサイトについて杭基礎等の検討を行う。又、直接基礎では、長期間にわたる圧密沈下量が大きく、不等沈下の危険性が高い場合にも杭基礎を検討する。

表 5 - 1 - 3 地質調査位置及び数量

サイトNo		県*	郡	ユニオン	ボーリング No	調査深度 m	サンプリング	摘 要
1)	9880980	C T G	Banskhali	Gandamara	A1-1	32	3	2次調査
					A1-2	30	3	
2)	9880982	C T G	Banskhali	Saral	B1-1	30	2	2次調査
					B1-2	30	2	
3)	9900182	C X B	Chakoria	Badarkhali	A2-1	30	2	2次調査
					A2-2	30	2	
4)	9900183	C X B	Chakoria	Badarkhali	A3-1	23	2	1次調査
					A3-2	28	2	
5)	8800185	C X B	Chakoria	Badarkhali	A4-1	21	2	1次調査
					A4-2	22	2	
6)	9900485	C X B	Moheskhali	K. M. Chara	A5-1	30	2	2次調査
					A5-2	30	1	
7)	9840381	N K L	Companiganj	Char-Elahi	A6-1	10	0	1次調査
					A6-2	10	0	
8)	9840480	N K L	Hatiya	Brir Char	B9-1	30	3	2次調査
					B9-2	30	3	
9)	9840481	N K L	Hatiya	Jahajimara (Nijhumdwip)	A7-1	30	3	2次調査
					A7-2	30	3	
10)	9840680	N K L	Noakhali-S	Char Clark	A8-1	13	2	1次調査
					A8-2	12	2	
1次調査計						139	12	
2次調査計						362	29	
合 計						401	41	

\* C T G : Chittagong、C X B : Cox's Bazar N K L : Noakhali

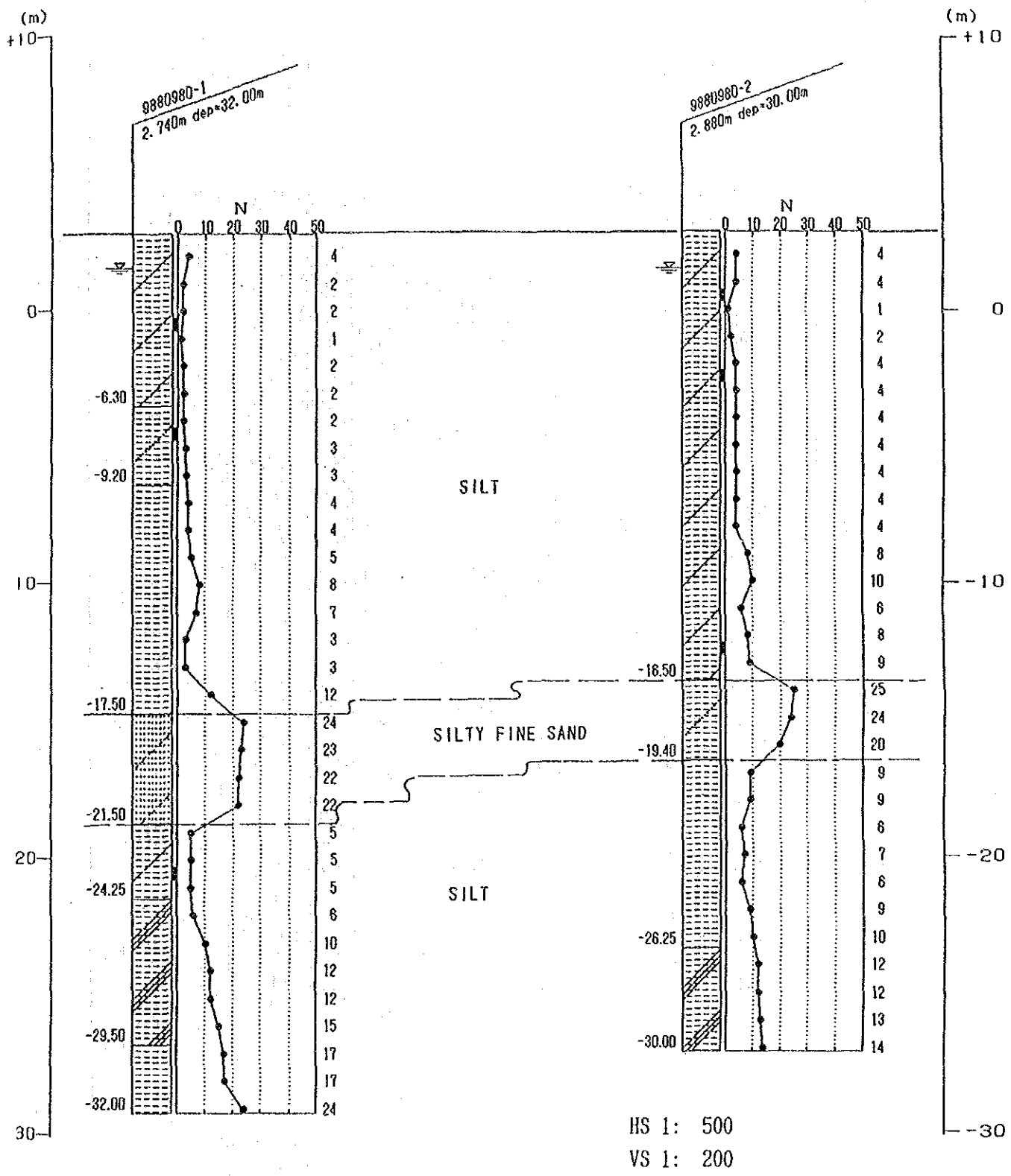


图 5-1-2(1) 地質推定断面图 (No.9880980)

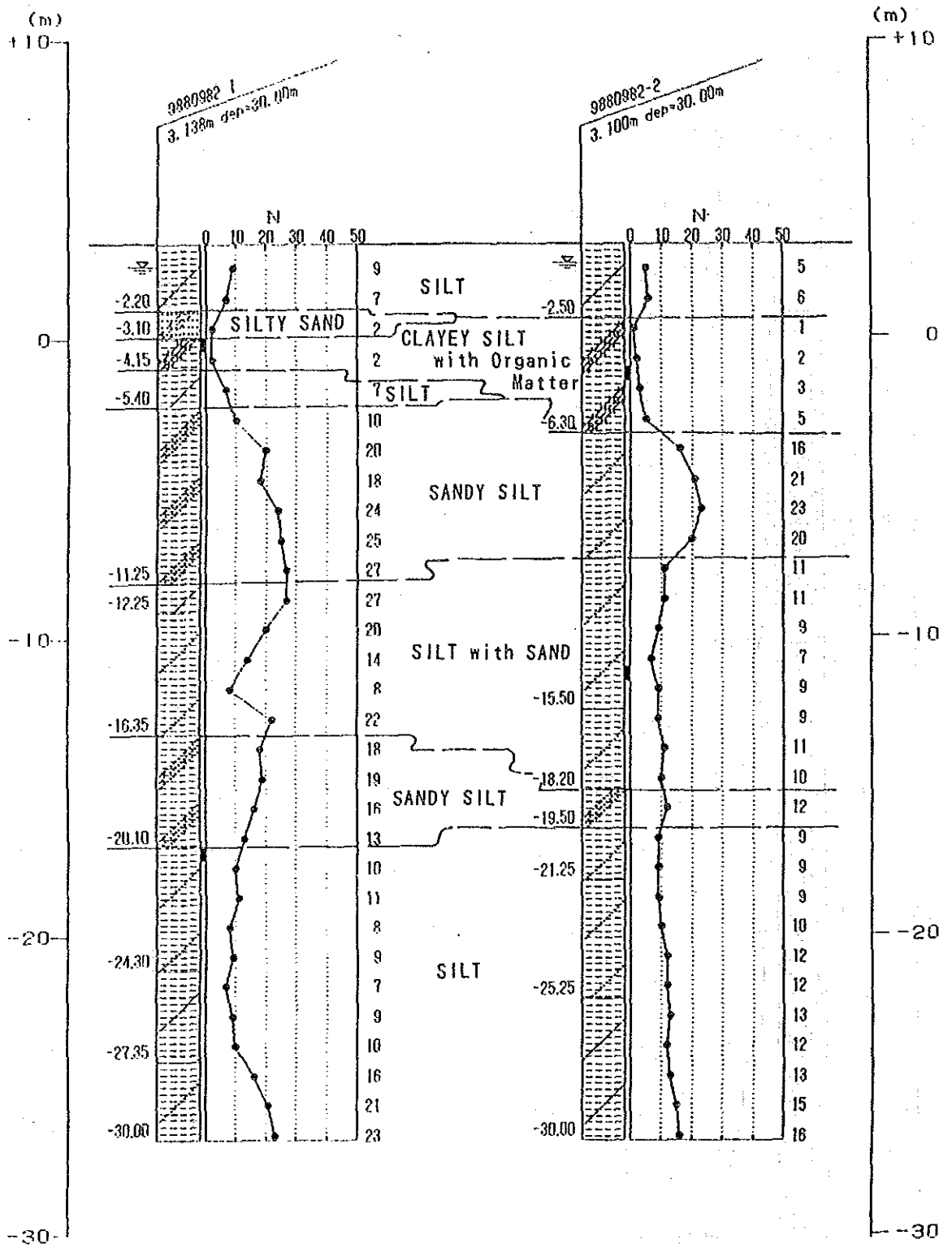
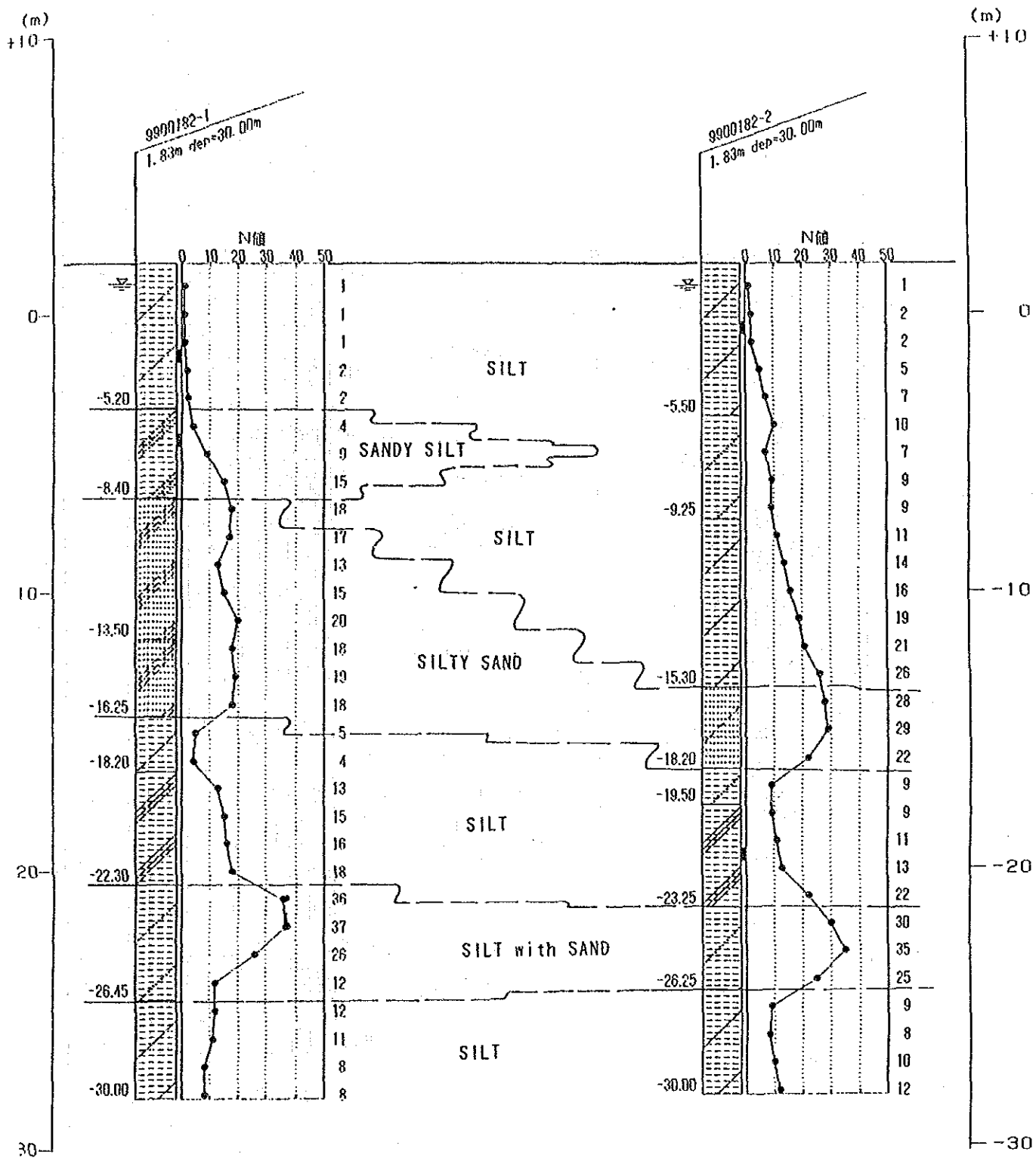


图 5-1-2(2) 地質推定断面图 (No.9880982)





HS 1: 500

VS 1: 200

图 5-1-2(3) 地质推定断面图 (No.9900182)

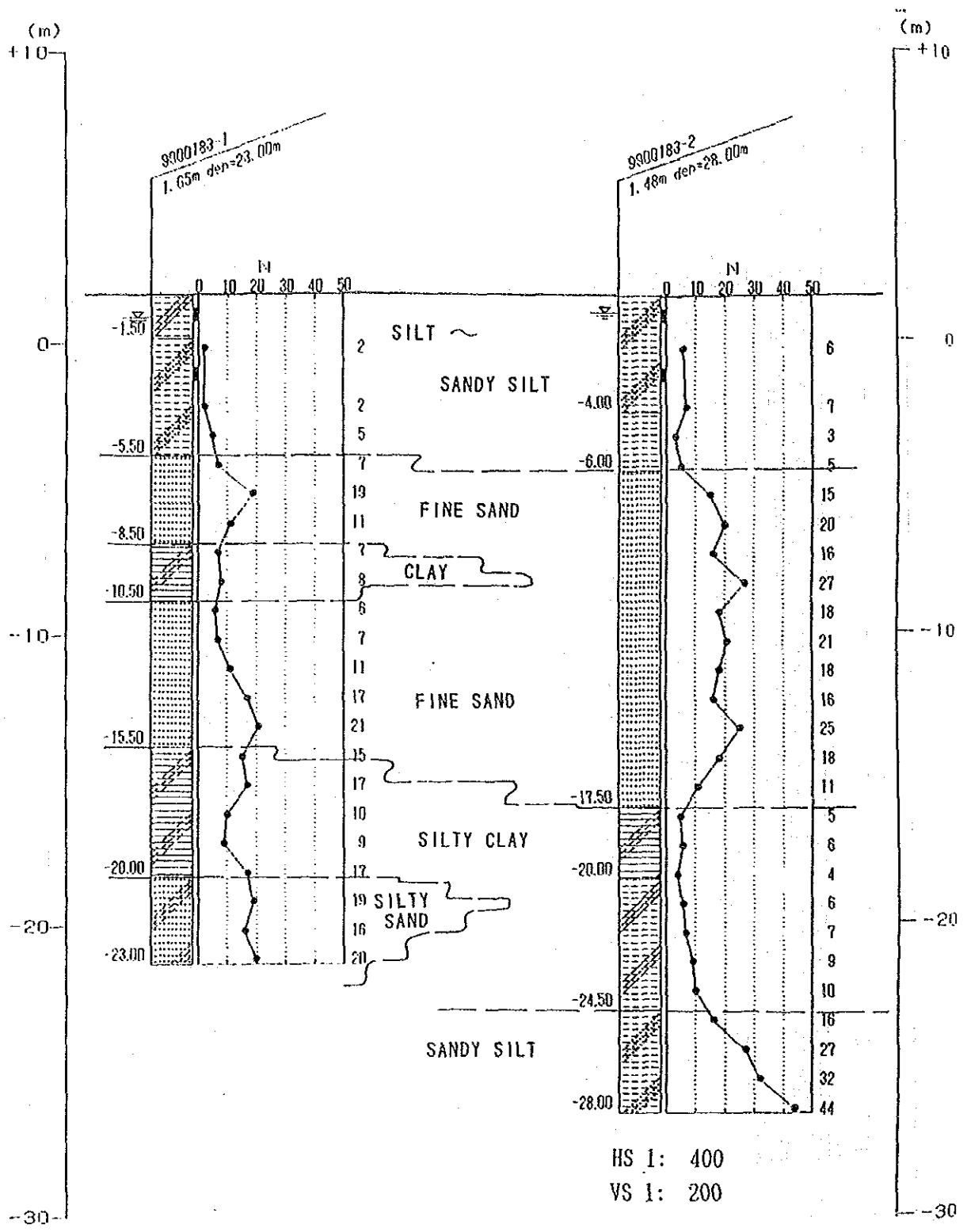


图 5-1-2(4) 地質推定断面图 (No.9900183)

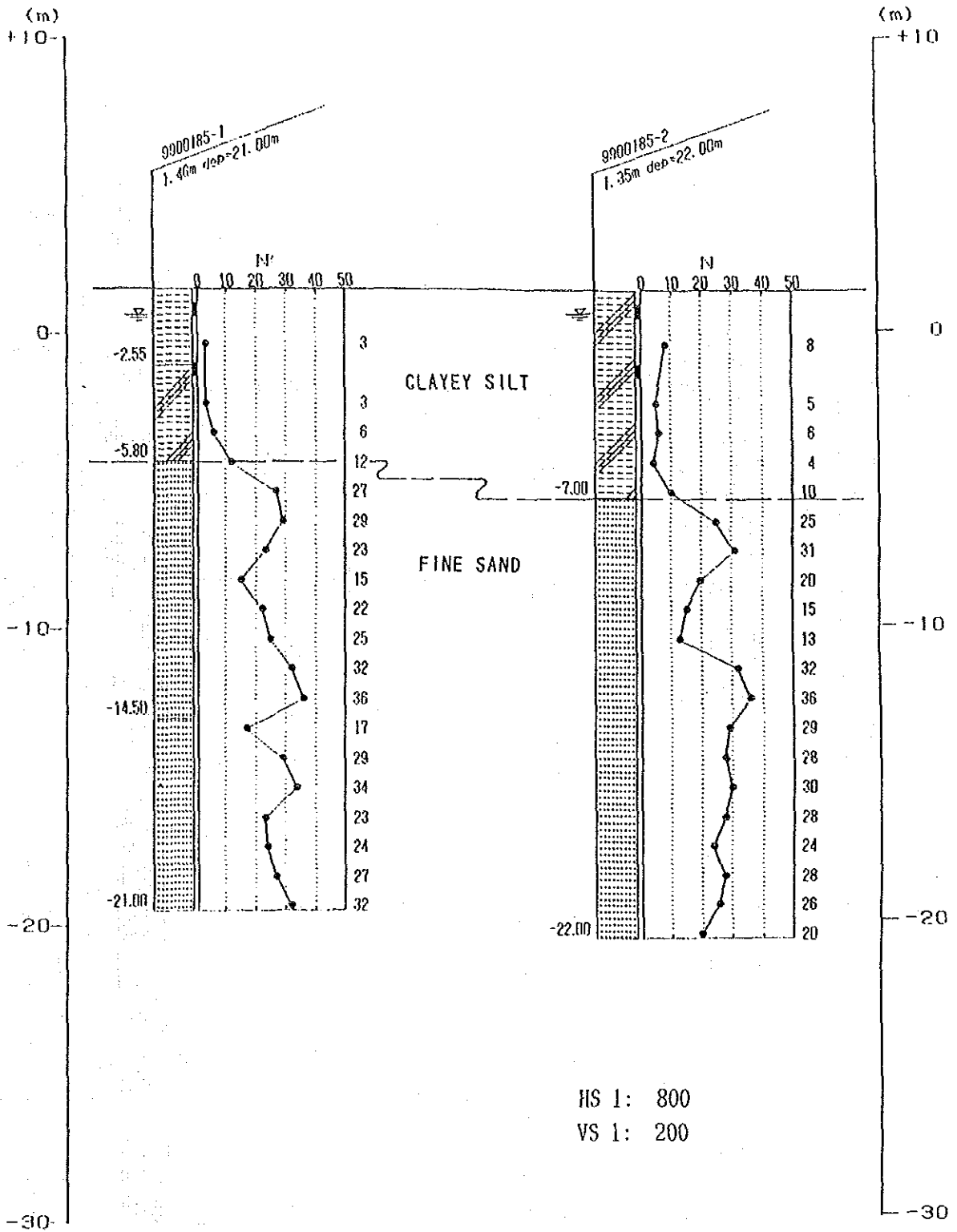


图 5-1-2(5) 地质推定断面图 (No.9900185)

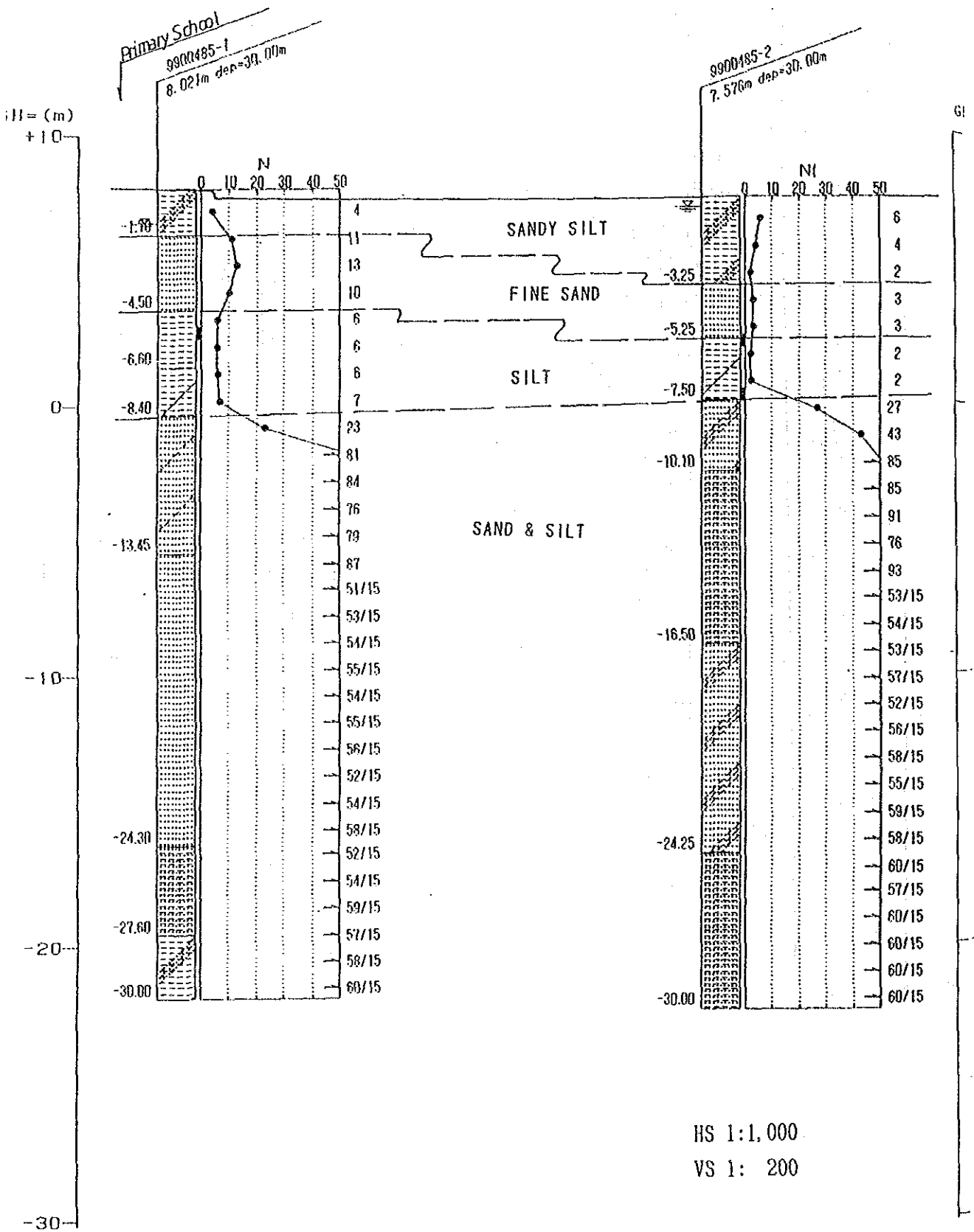


图 5-1-2 (6) 地質推定断面图 (No.9900485)

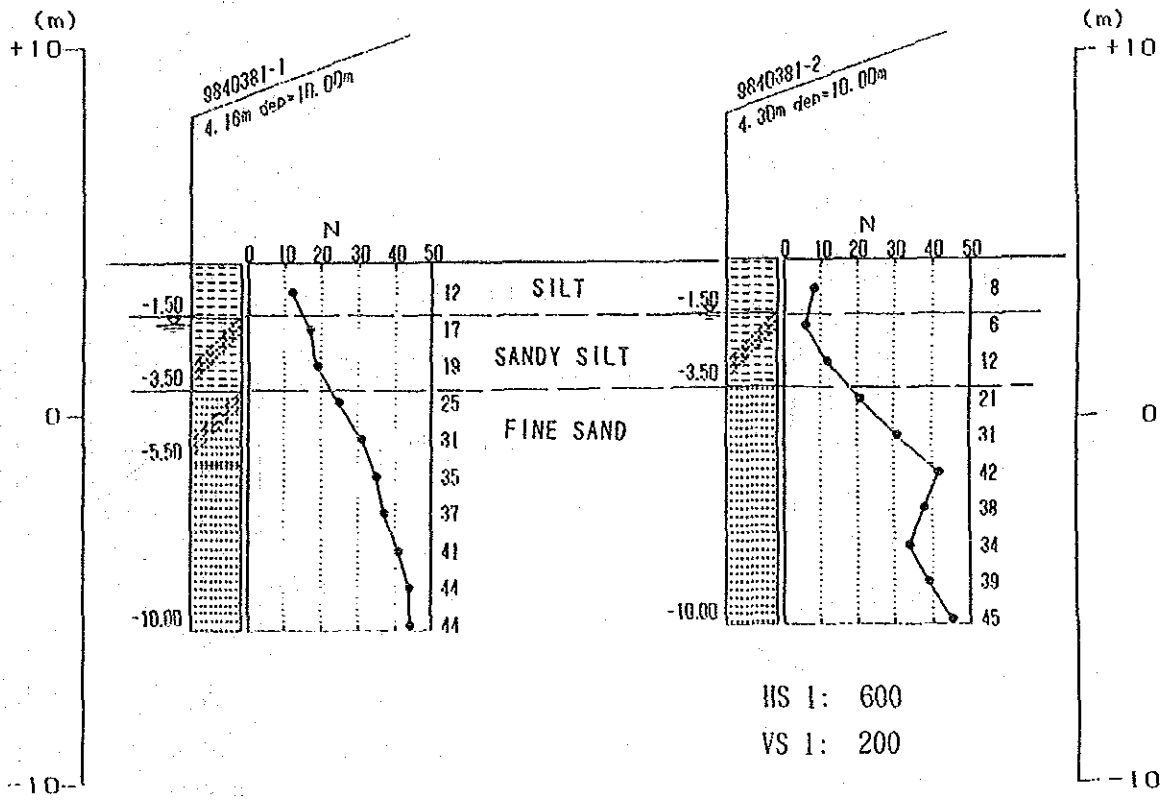


图 5-1-2(7) 地質推定断面图 (No.9840381)

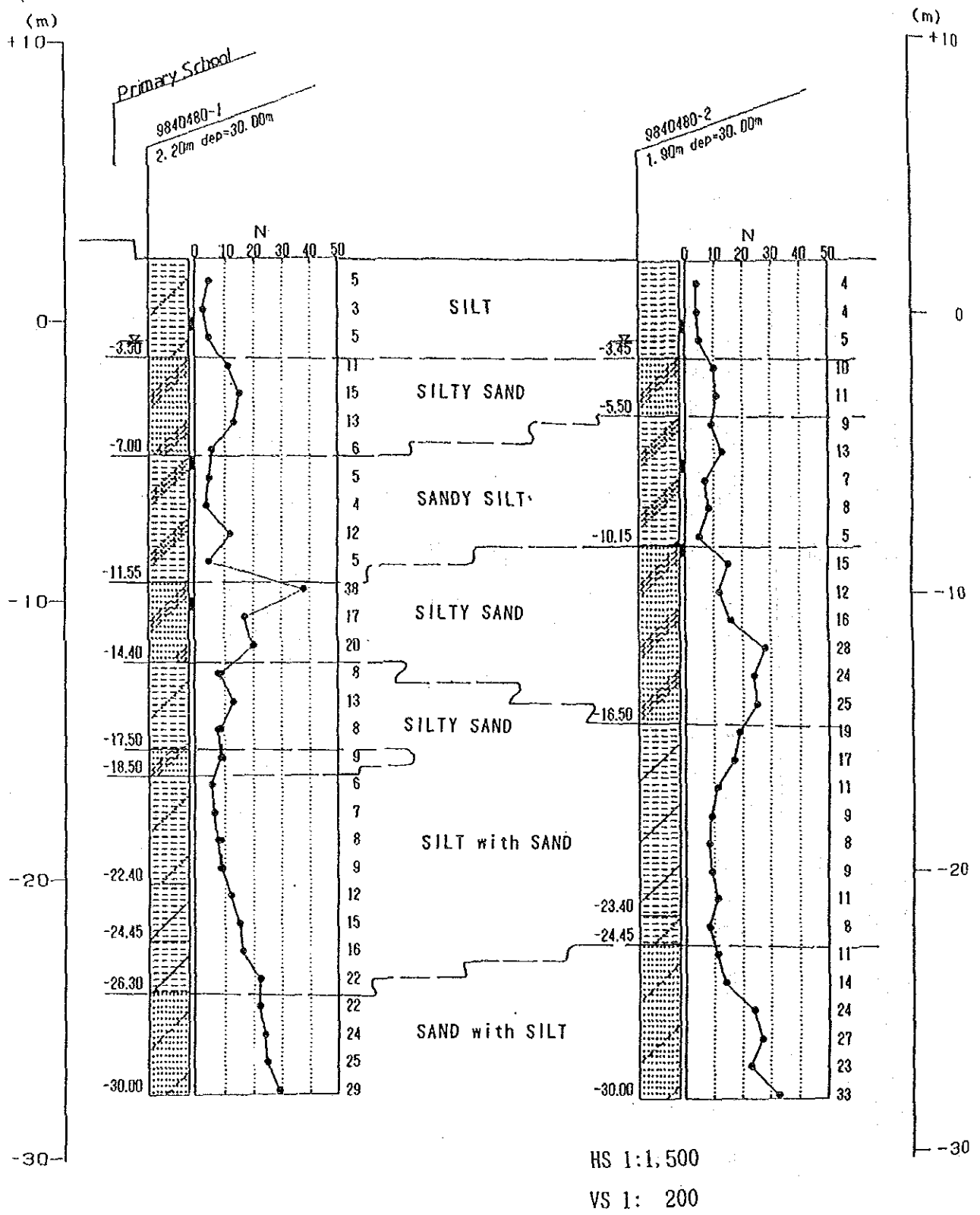


图 5-1-2(8) 地质推定断面图 (No.9840480)

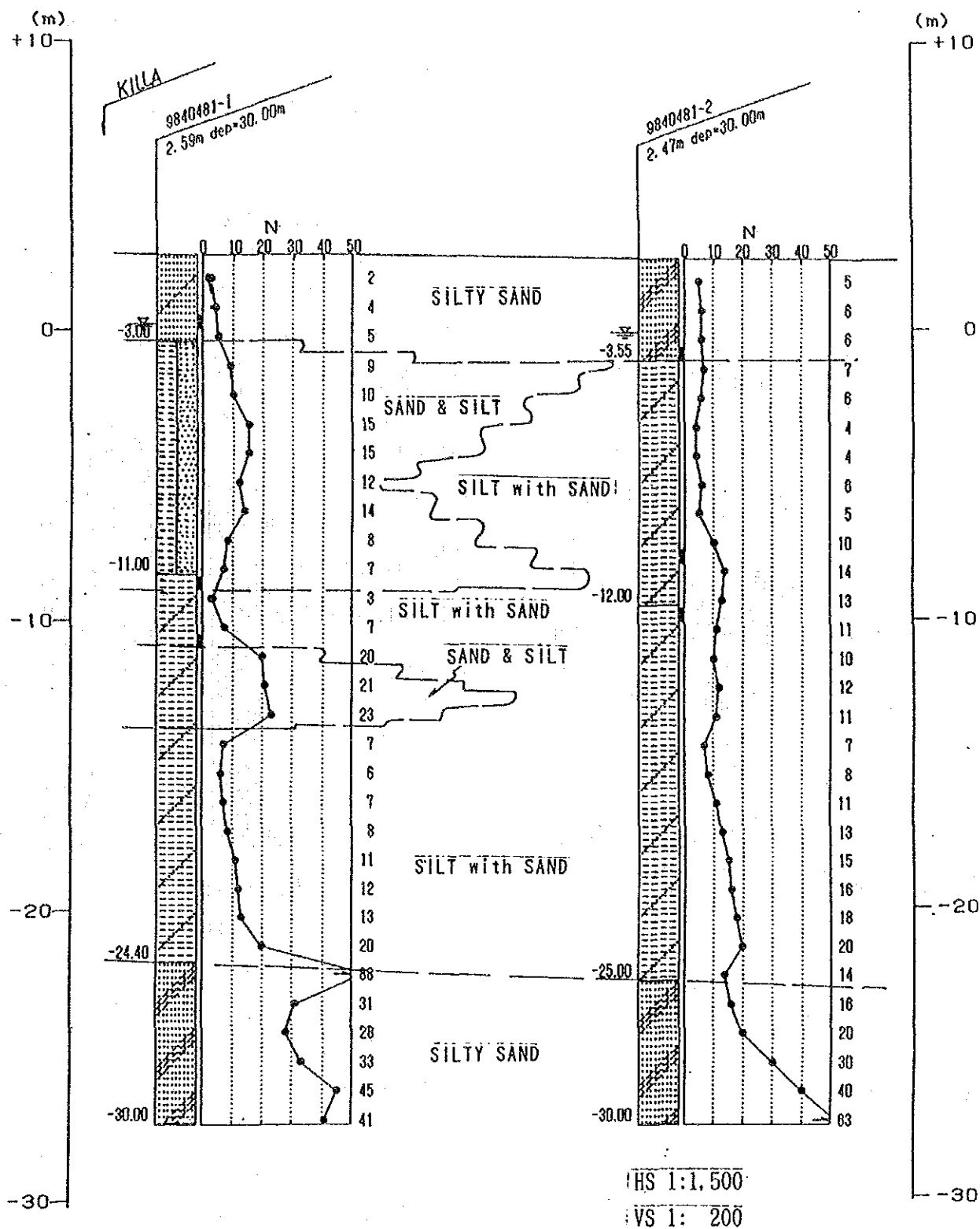


图 5-1-2(9) 地质推定断面图 (No.9840481)

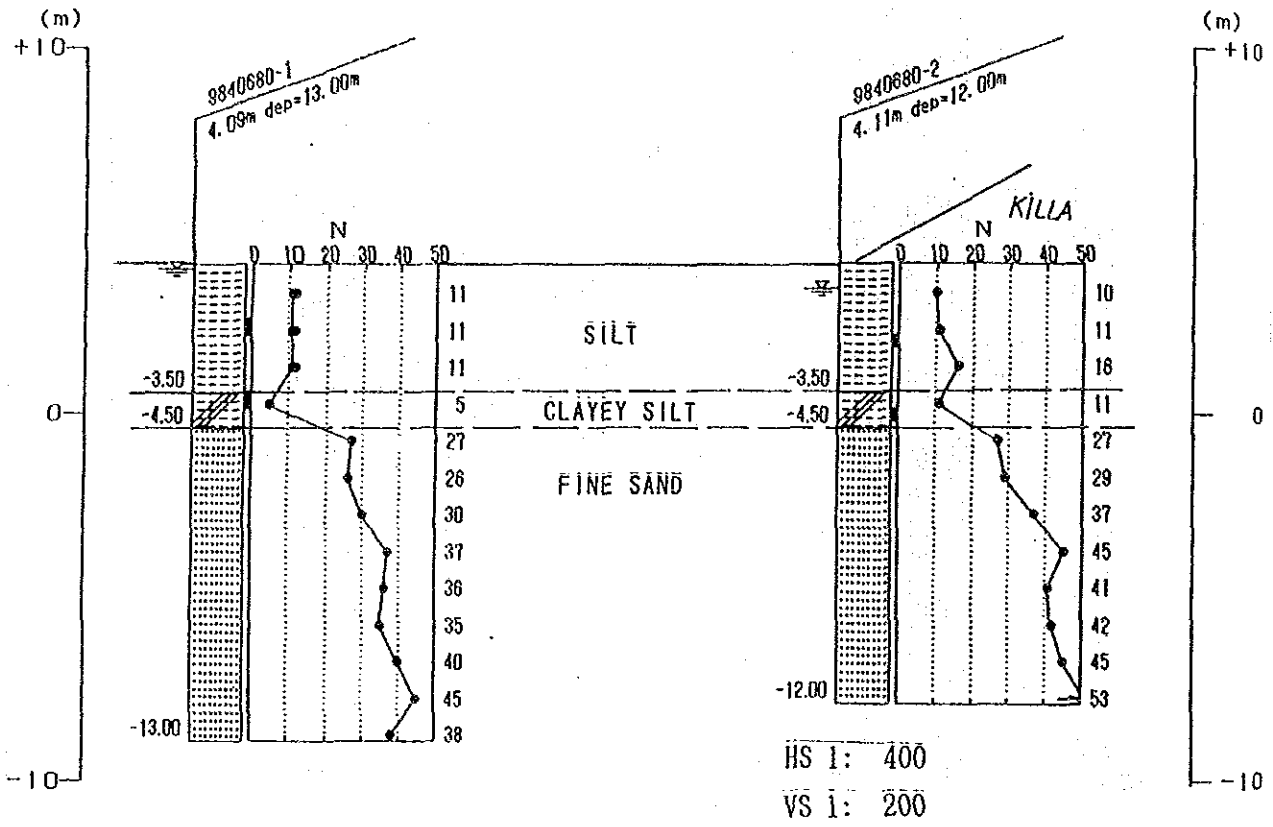


图 5-1-2(10) 地質推定断面图 (No.9840680)



2) 直接基礎の検討

独立フーチングを考えた場合の長期許容支持力度をTerzaghiの提案に基づいて以下のような式で設定する。

$$q_s = \frac{1}{3} (\alpha C N_c + \beta \gamma_1 B N_r + \gamma_2 D_f N_d) \dots\dots\dots 5-1-3 \text{式}$$

$q_s$  : 地盤の長期許容支持力 (tf/m<sup>2</sup>)

$C$  : 基礎地盤の粘着力 (tf/m<sup>2</sup>)

$\gamma_1$  : 基礎底面以下の地盤の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

地下水位以下では水中重量

$\gamma_2$  : 基礎底面以上の地盤の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

地下の水位以下では水中重量

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数 (正方形:  $\alpha=1.3, \beta=0.4$ )

$N_c, N_r, N_d$  : 地盤の内部摩擦角  $\phi$  で決まる支持力係数 (表 5-1-4)

$D_f$  : 根入れ深さ (m)

$B$  : 基礎幅の最小値 (m)

表 5-1-4 支持力係数

$\phi$	$N_c$	$N_r$	$N_d$
0°	5.3	0	3.0
5°	5.3	0	3.4
10°	5.3	0	3.9
15°	6.5	1.2	4.7
20°	7.9	2.0	5.9
25°	9.9	3.3	7.6
28°	11.4	4.4	9.1
32°	20.9	10.6	16.1
36°	42.2	30.5	33.6
40° 以上	95.7	114.0	83.2

① サイトNo.9880980

土質試験結果より根入れ $D_f=3.0$  mの場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_u = (1/2) \times 3.0 = 1.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \text{ より } N_c = 5.3; N_r = 0; N_d = 3.0$$

ここに、 $\gamma_s$  : 土の湿潤重量

$q_u$  : 一軸圧縮強度

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 1.5 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.65 \times 3 \times 3) \\ = 5.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 2.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 4.7 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

$D_f = 1.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 4.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$  となる。

② サイト No.9880982

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0\text{m}$  の場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_s = (1/2) \times 4.0 = 2.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_s = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 2.0 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.65 \times 3 \times 3) \\ = 6.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 2.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 5.8 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

$D_f = 1.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 5.2 \text{ (tf/m}^2\text{)}$  となる。

③ サイト No.9900182

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0\text{m}$  の場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.64 - 1.0 = 0.64 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_s = (1/2) \times 3.0 = 1.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_s = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 1.50 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.64 \times 3 \times 3) \\ = 5.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 2.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 4.7 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

$D_f = 1.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 4.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$  となる。

④ サイト No.9900183

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0\text{m}$  の場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_s = (1/2) \times 2.0 = 1.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_s = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 1.00 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.65 \times 3 \times 3) \\ = 4.2 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 2.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 3.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$

$D_f = 1.0\text{m}$  に対しては  $q_s = 2.9 \text{ (tf/m}^2\text{)}$  となる。

⑤ サイト No.9900185

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0\text{m}$  の場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_u = (1/2) \times 1.8 = 0.9 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_q = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 0.90 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.65 \times 3 \times 3)$$

$$= 4.1 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\text{同様に } D_f = 2.0 \text{ m に対しては } q_u = 3.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$D_f = 1.0 \text{ m に対しては } q_u = 2.7 \text{ (tf/m}^2\text{)} \text{ となる。}$$

⑥ サイト No.9900485

基礎地盤は地表面下 3.0~3.5 m で粘性土から砂質土に変化する。

そこで、許容支持力は砂質土を支持地盤とする根入れ 3.5 m の場合と、粘性土中に基礎底面を設定する根入れ 2.0 m、1.0 m の場合に分けて検討する。

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0 \text{ m}$  の場合について以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_s - 1.0 = 1.75 - 1.0 = 0.75 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.70 - 1.0 = 0.70 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = 0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = \sqrt{12N + 15} = \sqrt{12 \times 7 + 15} = 24^\circ \text{ より}$$

$$N_c = 9.6; N_r = 3.0; N_q = 7.3$$

5-1-3 式より基礎幅  $B = 2.0 \text{ m}$  について検討すれば、

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 0 \times 9.6 + 0.4 \times 0.80 \times 2 \times 3.0 + 0.70 \times 3.5 \times 7.3)$$

$$= 6.6 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

このサイトでは、上部の粘性土については力学的土質試験は実施していないが、 $N$  値及び他の土質試験結果より根入れ  $D_f = 2.0 \text{ m}$  の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.70 - 1.0 = 0.70 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_u = (1/2) \times 3.0 = 1.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_q = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 1.50 \times 5.3 + 0.4 \times 0.70 \times B \times 0 + 0.70 \times 2 \times 3)$$

$$= 4.8 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\text{同様に } D_f = 1.0 \text{ m に対しては } q_u = 4.1 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

⑦ サイト No.9840381

基礎地盤は地表面下 3.0~3.5 m で粘性土から砂質土に変化する。

そこで、許容支持力は砂質土を支持地盤とする根入れ 3.5 m の場合と、粘性土中に基礎底面を設定する根入れ 2.0 m、1.0 m の場合に分けて検討する。

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.5 \text{ m}$  の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_s - 1.0 = 1.80 - 1.0 = 0.80 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = 0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = \sqrt{12N} + 15 = \sqrt{12 \times 21} + 15 = 30 \text{ より } N_c = 15; N_r = 6.8; N_q = 12$$

5-1-3 式より基礎幅  $B = 2.0\text{m}$  について検討すれば、

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 0 \times 15 + 0.4 \times 0.80 \times 2 \times 6.8 + 0.65 \times 3.5 \times 12) \\ = 10.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

このサイトでは、粘性土が比較的硬質であるため力学的土質試験は実施していないが、 $N$  値及び他の土質試験結果より根入れ  $D_f = 2.0\text{m}$  の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_1 - 1.0 = 1.65 - 1.0 = 0.65 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2)q_u = (1/2) \times 7.0 = 3.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \text{ より } N_c = 5.3; N_r = 0; N_q = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 3.50 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.65 \times 2 \times 3) \\ = 9.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\text{同様に } D_f = 1.0\text{m} \text{ に対しては } q_s = 8.6 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

#### ⑧ サイト No.9840480

基礎地盤は地表面下  $3.0 \sim 3.5 \text{ m}$  で粘性土から砂質土に変化する。

そこで、許容支持力は砂質土を支持地盤とする根入れ  $3.5\text{m}$  の場合と、粘性土中に基礎底面を設定する根入れ  $2.0\text{m}$ 、 $1.0\text{m}$  の場合に分けて検討する。

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.5\text{m}$  の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 - 1.0 = 1.95 - 1.0 = 0.95 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 - 1.0 = 1.90 - 1.0 = 0.90 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = 0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = \sqrt{12N} + 15 = \sqrt{12 \times 10} + 15 = 25^\circ \text{ より}$$

$$N_c = 9.9; N_r = 3.3; N_q = 7.6$$

5-1-3 式より基礎幅  $B = 2.0\text{m}$  について検討すれば、

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 0 \times 9.9 + 0.4 \times 0.95 \times 2 \times 3.3 + 0.9 \times 3.5 \times 7.6) \\ = 8.8 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$N$  値及び他の土質試験結果より根入れ  $D_f = 2.0\text{m}$  の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_1 - 1.0 = 1.90 - 1.0 = 0.90 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2)q_u = (1/2) \times 4.0 = 2.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \text{ より } N_c = 5.3; N_r = 0; N_q = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_s = (1/3)(1.3 \times 2.00 \times 5.3 + 0.4 \times 0.65 \times B \times 0 + 0.90 \times 2 \times 3) \\ = 6.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 1.0$  m に対しては  $q_u = 5.4$  (tf/m<sup>2</sup>)

⑨ サイト No.9840481

基礎地盤は地表面下 3.0~3.5 m でシルト混じり砂から一部砂混じり粘性土に変化する。

そこで、許容支持力は粘性土中に基礎底面を設定する根入れ 3.5 m の場合と、砂質土中に基礎底面を設定する根入れ 2.0 m の場合に分けて検討する。なお、1 m 付近までは N 値 2 と非常に緩い砂からなるため支持層とすべきではない。

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.5$  m の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.80 - 1.0 = 0.80 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.90 - 1.0 = 0.90 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_u = (1/2) \times 4.0 = 2.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_u = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 2.0 \times 5.3 + 0.4 \times 0.80 \times B \times 0 + 0.9 \times 3.5 \times 3.0) \\ = 7.7 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

N 値及び他の土質試験結果より根入れ  $D_f = 2.0$  m の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.90 - 1.0 = 0.90 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = 0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = \sqrt{12N + 15} = \sqrt{12 \times 4 + 15} = 21^\circ \text{ より}$$

$$N_c = 8.3; N_r = 2.2; N_u = 7.3$$

5-1-3 式より基礎幅  $B = 2.0$  m について検討すれば、

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 0 \times 8.3 + 0.4 \times 0.90 \times 2 \times 2.2 + 0.90 \times 2 \times 6.3) \\ = 4.3 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

⑩ サイト No.9840680

土質試験結果より根入れ  $D_f = 3.0$  m の場合は以下のように設定する。

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_s - 1.0 = 1.85 - 1.0 = 0.85 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$C = (1/2) q_u = (1/2) \times 6.0 = 3.0 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 0 \quad \text{より} \quad N_c = 5.3; N_r = 0; N_u = 3.0$$

5-1-3 式より

$$q_u = (1/3)(1.3 \times 3.00 \times 5.3 + 0.4 \times 0.85 \times B \times 0 + 0.85 \times 3 \times 3) \\ = 9.4 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

同様に  $D_f = 2.0$  m に対しては  $q_u = 8.5$  (tf/m<sup>2</sup>)

$D_f = 1.0$  m に対しては  $q_u = 7.7$  (tf/m<sup>2</sup>) となる。

以上の検討は正方形 (2.0 m × 2.0 m) の独立フーチングについて行ったが、この他に長方形 (2.0 m × 4.6 m 及び 2.8 m × 5.6 m) も考えられている。これらについては、それぞれの基礎幅及び形状係数に基づいて同様に計算できる。

次表に以上の計算結果をまとめて示す。

表 5 - 1 - 5 基礎形状及び根入れごとの長期許容支持力度

サイトNo	部 ユニオン	根入れ (m)	基礎底面の 土層	許容支持力 (tf/m <sup>2</sup> ) B × L			
				2.0 × 2.0 $\alpha = 1.3$ $\beta = 0.4$	2.0 × 4.6 $\alpha = 1.13$ $\beta = 0.45$	2.8 × 5.6 $\alpha = 1.15$ $\beta = 0.45$	
1)	9880980	Banskhali, Gandamara	1.0	粘性土	4.0	3.6	3.6
			2.0	粘性土	4.7	4.2	4.3
			3.0	粘性土	5.3	4.9	4.9
2)	9880982	Banskhali, Saral	1.0	粘性土	5.2	4.6	4.7
			2.0	粘性土	5.8	5.2	5.3
			3.0	有機質土	6.5	6.0	6.0
3)	9900182	Chakoria, Badarkhali	1.0	粘性土	4.0	3.6	3.6
			2.0	粘性土	4.7	4.2	4.3
			3.0	粘性土	5.3	4.9	4.9
4)	9900183	Chakoria, Badarkhali	1.0	粘性土	2.9	2.6	2.6
			2.0	粘性土	3.5	3.2	3.3
			3.0	粘性土	4.2	3.9	3.9
5)	9900185	Chakoria, Badarkhali	1.0	粘性土	2.7	2.4	2.4
			2.0	粘性土	3.3	3.0	3.1
			3.0	粘性土	4.1	3.7	3.7
6)	9900485	Moheskhali, K. M. Chara	1.0	砂混粘性土	4.1	3.6	3.7
			2.0	粘性土・砂	4.8	4.3	4.4
			3.5	砂	6.6	6.6	6.8
7)	9840381	Companiganj Char-Elahi	1.0	粘性土	8.6	7.6	7.7
			2.0	砂質粘性土	9.3	8.2	8.4
			3.5	砂質土	10.5	10.7	11.3
8)	9840480	Haliya, Brir Char	1.0	粘性土	5.4	4.8	4.9
			2.0	粘性土	6.3	5.7	5.8
			3.5	シルト質砂	8.8	8.9	9.2
9)	9840481	Haliya, Jahajmara (Nijhundwip)	2.0	シルト質砂	4.3	4.3	4.7
			3.5	砂混粘性土	7.7	7.1	7.2
10)	9840680	Noakhali-S, Char Clark	1.0	粘性土	7.7	6.8	6.9
			2.0	粘性土	8.5	7.6	7.7
			3.0	粘性土	9.4	8.5	8.6

### 3) 圧密沈下の検討

直接基礎の底面や杭の支持層の下に圧縮性の高い粘性土が厚く分布すると、構造物や盛土の荷重により圧密沈下が長期間にわたり発生する可能性がある。その沈下量は地盤の変化に伴って変化し、構造物に対して不等沈下を与える。この不等沈下量が躯体の耐力を越えるほど大きくなると、クラックが発生するなど構造物に損傷を与えることとなる。

不等沈下量を正確に求めることは難しいが、その量は全沈下量が大きくなればそれだけ大きくなるとされている（多目的サイクロン・シェルター計画 Vol. VII 参照）。

全沈下量の検討方法は、土の圧密特性に基づいていくつか提案されているが、このうち次に示す圧縮指数（ $C_c$ ）を用いる方法は、多少過大な圧密量が計算される傾向があるものの、 $C_c$ が液性限界（ $W_L$ ）と比較的よい相関を示すことから、圧密試験を行っていない地層についても検討可能であるためよく用いられる。

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{P_1 + \Delta P}{P_1} \dots\dots\dots 5-1-4 \text{ 式}$$

- ここに  $S_c$  : 圧密沈下量  
 $e_0$  : 原地盤の初期間隙比  
 $H$  : 圧密層厚  
 $C_c$  : 圧縮指数  
 $P_1$  : 原地盤の有効土被り圧  
 $\Delta P$  : 増加鉛直応力

多目的サイクロン・シェルター計画で行った圧密試験の結果、 $C_c$ は $W_L$ と図5-1-3及び次式に示すような相関があるとされている。

$$\frac{C_c}{1 + e_0} = -0.076 + 0.0049W_L \dots\dots\dots 5-1-5 \text{ 式}$$

上記2式及び各サイトの土質試験結果で得られた液性限界 $W_L$ 等の土質特性を基に圧密沈下量の検討を行い、その結果を表5-1-6に示す。

なお、構造物による増加荷重はフーチングの外側を結んだ14m×22mの範囲に平均して3.0tf/m<sup>2</sup>を設定した。

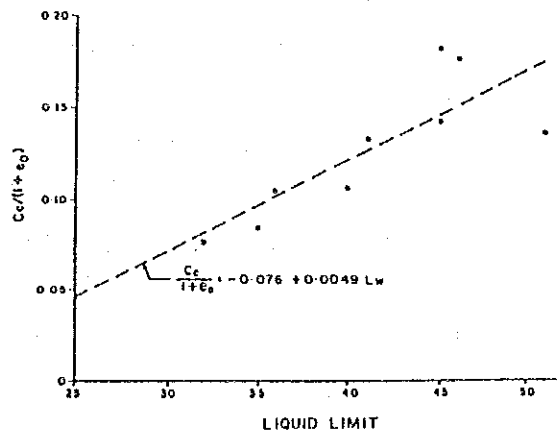


図5-1-3  
 圧縮指数（ $C_c$ ）と  
 液性限界（ $W_L$ ）の関係

表5-1-6 圧密沈下検討結果

サイトNo		基礎形式	根入れ Df(m)	支持層	圧密層厚 (m)	圧密沈下量 (cm)	摘 要
1)	9880980	杭	3.0	粘性土	9.50	14.4	不等沈下大
2)	9880982	杭	2.0	粘性土	4.00	16.8	不等沈下大
			3.0	有機土	3.00	11.8	不等沈下大
3)	9900182	直接	3.0	粘性土	2.20	7.2	
4)	9900183	杭		砂	—		圧密対象層なし
5)	9900185	杭		砂	—		圧密対象層なし
6)	9900485	直接	3.5	砂質土	2.25	1.5	砂層で応力分散
7)	9840381	直接	1.0	粘性土	—		圧密対象層なし
8)	9840480	直接	2.0	粘性土	1.50	2.7	
			3.5	砂質土	—		圧密対象層なし
9)	9840481	直接	3.5	粘性土	2.5	1.4	
			2.0	砂質土	2.5	<1.4	砂層で応力分散
10)	9900185	直接	1.0	粘性土	—		圧密対象層なし

サイトNo.1、No.2については、地耐力は充分であるので、直接基礎とすることは可能であるが、圧密沈下が大きく不等沈下の恐れが十分考えられる。又、圧密沈下の恐れのある地層が厚く地盤改良に要する費用が多くなるために、杭基礎とする。

サイトNo.4、No.5については、直接基礎では地耐力が不十分であるために、杭基礎を前提にして支持層以下の圧密沈下を検討した。



各サイトの基礎工法を表5-1-7に示す。

表5-1-7 計画対象地域ごとの基礎工法

サイトNo.		タナ ユニオン	基 礎 工 法
1)	9880980	Banskhali, Gandamara	杭 基 礎
2)	9880982	Banskhali, Saral	同 上
3)	9900182	Chakoria, Badarkhali	直 接 独 立 基 礎
4)	9900183	Chakoria, Badarkhali	杭 基 礎
5)	9900185	Chakoria, Badarkhali	同 上
6)	9900485	Moheskhali, K. M. Chara	直 接 独 立 基 礎
7)	9840381	Companiganj Char-Elahi	同 上
8)	9840480	Hatiya, Brir Char	同 上
9)	9840481	Hatiya, Jahajmara (Nijhumdwip)	同 上
10)	9840680	Noakhali-S, Char Clark	同 上

#### 5-1-2 社会条件に対する方針

本計画は、サイクロン・シェルター兼教育施設という人と社会の基本的ニーズを満たす建築物であり、どのような生活習慣・文化的伝統にも合致するものである。

もし、住民の要求で、他の目的に一部利用されることが生じた場合は、間仕切りを少し変更する程度である。

#### 5-1-3 建設事情に対する方針

##### (1) 建物の工法

「バ」国における建築物は低層のものはレンガの組積造とし、少し規模が大きくなると、鉄筋コンクリートラーメン構造とし壁をレンガ積としているものが一般的

である。これは、建設資機材及び技術が現地で比較的容易に調達できること、他の資機材（鉄骨、木材など）は生産量がないため輸入に頼らざるを得なくコストアップとなること、又その技術を持たないことなどが要因として上げられる。

本調査にて、他の援助機関及び「バ」国自身により建設された、或いは、計画中のサイクロン・シェルターは全て鉄筋コンクリート造であることが確認された。

本計画においても上記を踏まえ、主体構造を鉄筋コンクリートラーメン構造とする。

## (2) 事業実施に係る許認可の制度

「バ」国では特に制度を設けていない。

## (3) 関連法規、基準

「バ」国では建築設計における法規、基準は定めていないが、わずか地震力について次のように規定がされている。

水平方向慣性力  $F = 0.05 \sim 0.1$ （日本基準の標準せん断力係数）

その他、構造設計に関連する事項はマスタープランの基準に準ずる他、日本における基準も一部採用する。

床積載荷重	0.48 t / m <sup>2</sup>
風荷重	平均風速 72m / sec（50年確率）
水力荷重	回転係数 1.5 慣性係数 2.5
コンクリート設計強度	210kg / cm <sup>2</sup>
鉄筋引張応力	2,100kg / cm <sup>2</sup>

## (4) 現地建設会社の水準

首都圏においての現地業者の技術水準は一般的な在来工法においては、特に問題はない。本プロジェクトを遂行するに現地業者の協力なしでは不可能である。幸い、現地では、これまでに実施された、日本国政府の援助によるプロジェクトに対して、多くの業者がサブコンとしての実績をつんでいる。本計画も、現地業者を下請業者として使うことを前提とする。

## (5) 労働力の水準、量

本施設の建設に必要な労務職種のうちで、特殊な技術を必要とするものはほとんどなく、現地の技術力で充分実施可能である。本計画も実施に当っては、全て現地の労務で賄える工法を採用することとする。労働者の量については、熟練工は首都圏より調達するが、一般労働力は現地で充分確保が可能である。

(6) 現地資機材の質、調達

建設コストをできるだけ安価に押えるため、建設資機材は、品質、仕様の許す範囲で現地産のもので賄うことが必要である。幸い、本計画の施設に必要な資機材は、全て、現地にて調達が可能であり、地元の経済効果にも期待が持たれる。

しかし、本計画の建設予定地はベンガル湾岸に接近した、資機材運搬車輛の通行可能な場所より遠距離にあること、又、島にも位置しており、立地条件としては非常に困難なところにある。ほとんどの建設予定地は資機材の搬入に人力（ブッシュカーなど）に頼らなければならない、建設費に及ぼす影響も大きい。

主な資機材及び調達地は下記のとおり。

<u>資機材</u>	<u>調達地</u>
セメント	Chittagong、 Dhaka
砂	北部 (Sylhet) 地方
山 砂	同 上
玉 石	同 上
鉄 筋	Chittagong、 Dhaka
レンガ	Chittagong、 Noakhali、 Cox's Bazar
型枠 (木材)	同 上
ペンキ	Chittagong、 Dhaka
建 具	同 上
ポンプ	同 上
備 品	同 上

5-1-4 実施機関の維持管理能力に対する方針

(1) 施設の維持管理

施設の運営管理は、使用目的が学校として正式に PMED に承認された場合は PMED の管轄となり維持管理も PMED が行うこととなる。他の目的に使用される場合は実施機関である LGED が管轄することとなる。いずれにしても、建物完工後の維持管理には極力維持費のかからないものとしなければならない。そのためにも、建設資機材は現地で調達できるもの、良質なものを採用し、さらに工事における品質管理には充分、留意しなければならない。

5-1-5 施設の範囲、レベルに対する方針

(1) 施設の範囲

サイクロン・シェルター建設について本調査団と「バ」国側で協議した結果は次のとおりである。

- ① サイクロン・シェルターはサイクロン時の避難施設の他に平常時は、小学校等の教育施設として利用する。

- ② 本基本設計調査は、10カ所を対象とする。
- ③ 各シェルターに、教室3室、教員室1室、物置1室、便所2室（男、女）を配置する。
- ④ 各シェルターに給水施設（深井戸及び人力ポンプ）を設ける。
- ⑤ 連絡道路の必要性があるカ所はLGEDで建設する。

本計画も上記協議結果に基づくものとする。その他、サイクロン・シェルターのマスタープラン「バ」国及び他援助機関により実施された内容等を分析し、本計画に反映させる。

#### 本計画の範囲

- ・災害時、1棟当り収容人員 1,650名程度のサイクロン・シェルター10棟
- ・平常時は小学校等の教育施設に利用できる規模及び設備の設置（机、椅子、黒板など）
- ・深井戸による給水施設の設置
- ・災害時にも使用可能な便所及び浄化槽の設置
- ・電気設備は設置しない。但し、サイトNo.3には1教室にソーラー発電による照明設備を設置する。
- ・連絡道路は工事用仮設道路を本設用に残す。
- ・キラーがシェルターの近くにないサイトにおけるキラーの建設

#### (2) 施設のレベル

前述のとおり、建設資機材は現地にて調達可能なものを用いることを原則とするため、構造は鉄筋コンクリート構造の一般的なものとする。又、自国及び他援助機関で実施しているものと同程度の施設を計画する。さらに、維持管理費が少なくすむように、仕上材料等には、特殊なものは極力使用しないこととする。

#### (3) 照明設備

4-3-2(4)項で照明設備の必要性が述べられているが、その設置については、次のような方針による。

- ① 計画対象地域の電気事情より、運転・管理コストが比較的安価なソーラー発電による設備とする。
- ② 全ての部屋に照明設備を設置すれば設備費が高くなるので、1教室、教員室、廊下の一部、及び階段部分についてのみ設置する。
- ③ 照度は、次のとおりとする。
  - ・教室：100-150ルクス（我が国JIS規格の1/2程度）
  - ・教員室：同上
  - ・廊下：10ルクス（我が国建築基準法の規定程度）

(但し、教室の照度1/2とした理由は、ソーラー発電の設備費を低く抑えるためであるが、教室としての照度に不足はない。)

#### 5-1-6 工期に対する方針

実施工期の設定にあたっては、「バ」国の建設事情、労務事情、資機材供給事情、気象条件等を充分考慮して行わなければならない。工期は上記条件の他に、建物自身の構造や工法によっても、大きく左右される。又、本計画の建設予定地が、建物の性質上から数カ所に点在する。工期設定には、この点も充分考慮に入れなければならない。

上記の事情、条件等を検討すると、工期として8カ月から10カ月を見込む必要がある。しかも、着工時期を乾期の初め(10月又は11月)とすることが絶対に必要である。

## 5 - 2 設計条件

### 5 - 2 - 1 施設構成

前述のとおり、本施設はサイクロンの襲来に備えて避難のためのシェルターとして使用されるが、平常時には教育施設特に学校として利用されることが両国間で合意された。本計画はその学校を目的とした施設の計画とする。

#### 施設の内容

教室	3室	1室当り50人収容	37.6㎡
教員室	1室	3～4人	18.8㎡
倉庫	1室		12.7㎡
便所	男子、女子用		各 9.4㎡
その他	廊下、階段室、ベランダ		

(PMEDの小学校としての基準は、教室3室、教員室1室を設けることとしている)

### 5 - 2 - 2 施設規模の算定

マスタープランでは、サイクロン・シェルターの1階の床面積を262㎡～285㎡としている。本計画では、サイクロン・シェルター1棟当りの建設費も考慮して、マスタープランの最少面積を採用した。

収容に必要な1人当りの面積は、各々次のとおりである。

室内 2 ft<sup>2</sup> (0.185㎡)

屋上 8 ft<sup>2</sup> (0.74㎡)

本計画もマスタープランの基準に添って計画し、次のとおり決定する。

床面積 (2階床面積)	240.0㎡
階段面積	22.0㎡
計	262.0㎡
屋上面積	298.0㎡

サイクロン襲来時にシェルターへの収容人数は次のとおり算定される。

#### 収容面積及び収容人数

床面積	221.0㎡ (便所面積を控除)
階段面積	11.0㎡ (上記の 1/2 を計上)
	232.0㎡ → 1,254人
屋上	298.0㎡ → 402人
合計	1,656人

従って、収容人数は 1,650人とする。

## 5 - 3 基本計画

### 5 - 3 - 1 敷地・配置計画

事前調査報告書には、サイクロン時、住民は家畜や家財などを守るため、ぎりぎりまで避難しなかったり、又、避難が遅れたために生命を落したケースがかなり多いと報告されている。

住民はシェルターだけが建設されても必ずしも避難するとは限らず、近くに家畜など避難させるような施設（キラーなど）が必要であることが明らかにされている。

本計画中、2カ所を除き建設中のキラーに接して、シェルター建設用地がプロポーザされている。建設予定地へのアクセス道路が、はっきりと存在するのは、10サイトの内4サイトで、あと6サイトについては、田の畦道などを歩かなければならない場所にあるが、アクセス道路を建設することによってサイクロン・シェルターの用地として適地化することができる。

配置計画は、基本的には既存キラーに極力近づけ、避難した住民がキラーへ避難させた家畜などを監視できるような配置とする。敷地面積としては 2,000㎡程度あれば充分であろうと思われる。

周囲にはできるだけ植栽を施す。これによってサイクロン時の風や波浪の防御にも大いに役立つと考えられる。

### 5 - 3 - 2 建築計画

施設の内容については前述のように「バ」国側と日本政府との協議で合意された内容及びP M E Dの規準に基づき計画を行う。

#### (1) 施設内容（必要な室及び室数）

教室 3室  
教員室 1室  
倉庫 1室  
便所 男女各1室  
その他、供用部（廊下、階段、ベランダ）

#### (2) 各室の面積

教室 生徒1人当り必要面積  $8 \text{ ft}^2$  ( $\approx 0.743 \text{ m}^2$ )  
収容生徒 1教室 50人  
1教室面積  $50 \times 0.743 = 37.15 \text{ m}^2$   
教員室 教員1人当り必要面積  $50 \text{ ft}^2$  ( $4.65 \text{ m}^2$ )  
教員4人とする。  
教員室面積  $4 \times 4.65 = 18.6 \text{ m}^2$