

No. 8

LIBRARY

スワジランド王国ルブク石炭

開発計画調査報告書

(要約)

JICA LIBRARY



1029745[5]

1986年1月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	61. 8. 12	529
登録 No.	15155	66.7 MPN

目 次

要 旨	1
1. 調査の経緯及び目的	3
2. 調査の実施概要	5
(1) 調査工程	5
(2) 派遣技術者と現地側カウンターパート	5
(3) 調査内容	6
3. 調査結果と解析	14
3.1 地 質	14
(1) 炭層賦存状況	14
(2) 層準対比	14
(3) 地質構造	20
(4) ドレライト	20
(5) 堆積環境	23
(6) 炭質及び炭量	23
3.2 炭鉱開発	27
(1) 生産規模と開発スケジュール	27
(2) 坑内構造	27
(3) 採炭方式	29
(4) 運 搬	32
(5) 鉱山保安	32
(6) 選 炭	35
(7) 坑外設備	35
(8) 人員計画	37
(9) 初期投資額	37
(10) 山元生産原価	38
結 論	39

第 1 表	試錐工事の概要	10
第 2 表	主要炭層一覧表	16
第 1 図	位 置 図	4
第 2 図	調査工程図	7
第 3 図	試錐位置図	8
第 4 図	カルー累層群標準柱状図	15
第 5 図	炭柱図 (LD11)	18
第 6 図	累積層間距離頻度分布図	21
第 7 図	ドレライト・シル分布図	22
第 8 図	砂岩-頁岩比 (夾炭層下部)	24
第 9 図	石炭比 (夾炭層下部)	25
第 10 図	斜坑縦断面図	28
第 11 図	坑内採炭規格図	30
第 12 図	採炭切羽規格図	31
第 13 図	ベルトコンベヤ配置図	33
第 14 図	通気ネットワーク図	34
第 15 図	選炭系統図	36
附図 1	地質図 (1:25,000)	
附図 2	坑内骨格構造図 (1:25,000)	
附図 3	主要坑外設備図 (1:2,000)	

要 旨

1. スワジランド王国はエネルギー需要の約40%を輸入に依存しており、同国政府はエネルギーの自給自足達成、将来のエネルギー需要増加への対処及び輸出による外貨獲得を目的として、同国で最も重要な資源である石炭の開発に強い意欲を示し、火力発電所建設計画を現在検討中である。

2. 本調査はルブク地域北部に分布する中部エッカ累層下部夾炭層の炭層賦存状況を確認し、炭鉱開発計画の素案を作成し、将来の探査及び採炭計画の立案に資する為のものである。

現地調査は1983, 1984年度に行い、プレ・フィージビリティ・スタディは1985年度に実施した。本調査期間中の総掘削長は試錐孔20本で7,893.06mである。

3. 今回の調査で下部夾炭層中に20枚以上の炭層を確認した。主要炭層はIntermediate Marker, Main Seam 及び Footwall 3で、この内、Main Seam が最も優勢である。Main Seam の山丈は全般に2.0m以上で特に北部では3.0~5.0mに達する。

Main Seamは大部分が半無煙炭で一部が無煙炭であり、炭質はムバカ炭鉱及びナタール無煙炭に匹敵する。Main Seamの可採炭量は約6,900万トンであり、調査地域北部では3,500万トンが計上された。

炭層賦存状況、可採炭量及びドレライトの貫入状況からみて、調査地域北部のMain Seam が最も有望であり、稼行対象炭層として選定した。

4. 炭鉱開発計画の素案を、主として技術的観点から作成したが、初期投資額及び山元生産原価の概要も試算した。

生産規模は精炭51万トン/年(原炭64万トン/年)とし、開発準備期間は5年間を見込む。出炭は4年目から開始し6年目からフル生産に入る。

開発は斜坑2本(トラックレス斜坑:入気, 人員・機材運搬用、及びベルト斜坑:排気、石炭搬出用)、主幹坑道及び片盤坑道によって行い。採炭はコンテナスマイナーによる柱房式を採用する。

坑外に搬出した原炭は選炭工場で破碎、手選、篩分け及び重液選炭によって精炭を選別

する。生産される精炭は粒度によって4種類に分ける。

初期投資額は約2,690万米ドル、山元生産原価は約US\$16.00/精炭トンが予想される。

5. ワルブク地域北部における新規炭鉱の開発は国内及び輸出市場向として有望なプロジェクトである。

1. 調査の経緯及び目的

スワジランド王国は現在エネルギー需要の約40%を南アフリカ共和国からの輸入に依存しているが、同国政府はエネルギー資源の国内自給自足達成を国家開発計画の主な目標の一つにしている。特に豊富な埋蔵量が期待される石炭は同国にとって重要な国内エネルギー資源であり、将来のエネルギー需要の増加に見合う供給、輸出による外貨獲得を図り、同国の経済発展に寄与させる為に、石炭の開発を積極的に推進する意向で、国内炭を利用した火力発電所の建設を現在検討中である。

スワジランド政府はそれまで未探査であった深部に賦存する石炭資源の探査開発を決定し、深部石炭試錐計画を立案し、その実施について1979年5月に日本政府の技術協力を要請した。日本政府はこれに応じて1980~1982年度にルブク地域の試錐調査(試錐間隔2km)の実施を国際協力事業団に委託した。調査の結果、ルブク地域に1.86億トンの埋蔵炭量を確認する成果をあげた。

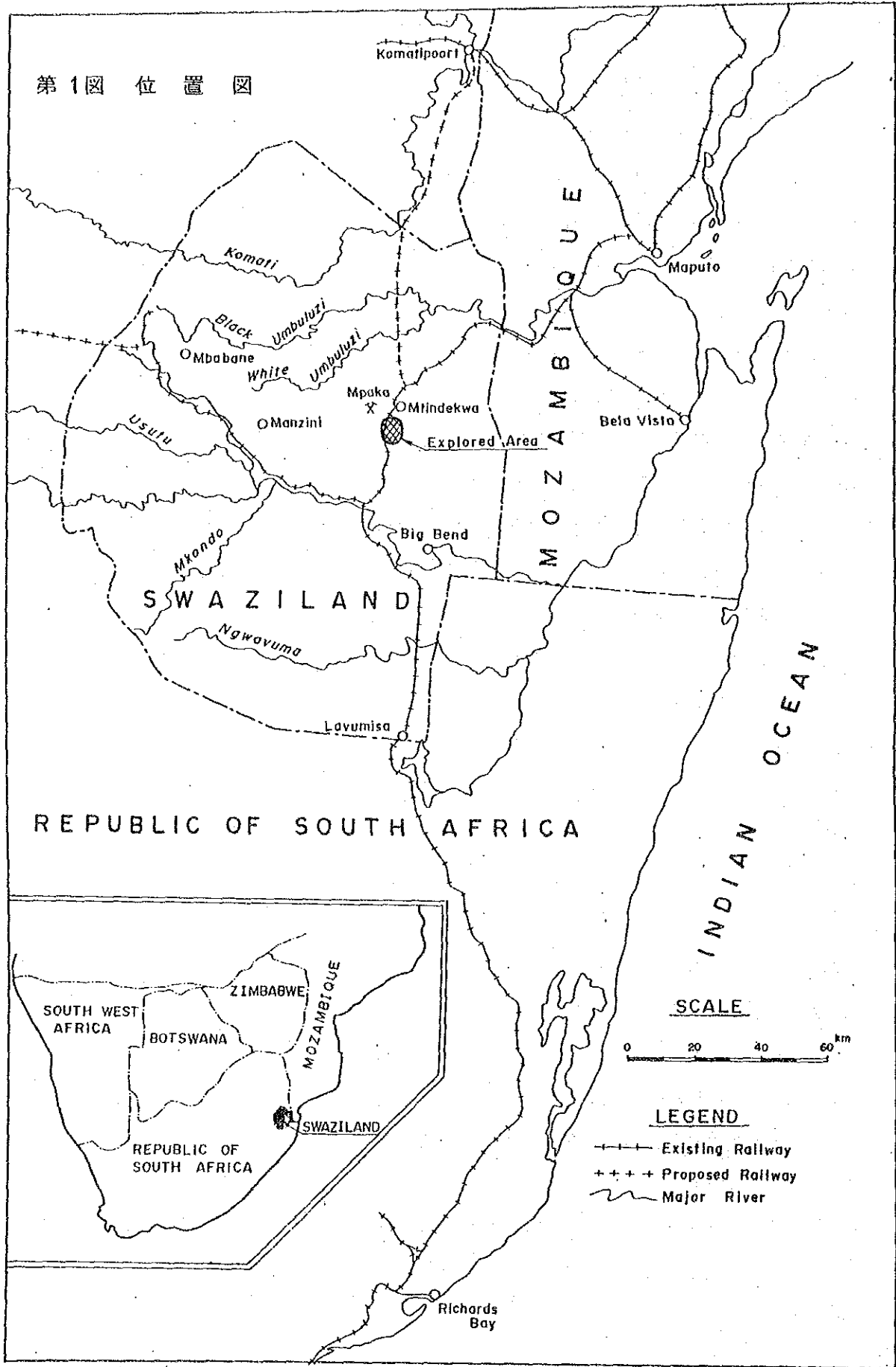
この調査でルブク地域の北部が特に有望と判断されたので、スワジランド政府は引続いて試錐調査(試錐間隔1km)を実施する事とし再び日本の技術協力を要請した。1983年6月30日に国際協力事業団とスワジランド政府との間で、プレ・フィージビリティ・スタディも含めた調査実施要領に関するScope of Workが取り交わされた。本調査を実施する為にJICAチームが編成され、1983年11月に調査を開始した。

ルブク地域北部における炭層賦存状況を調査し、その結果に基づいてプレ・フィージビリティ・スタディを行い、炭鉱開発計画の素案を作成して、将来の探査計画及び採炭計画の立案に資する事を調査の目的とする。調査の対象はカルー累層群、中部エツカ累層中の下部夾炭層のうち、主として地表から200m以深に賦存する炭層である。

ルブク地域はスワジランド王国の中央東部、首都Mbabaneの東南東約70km、東経31°50'、南緯26°30'附近に位置し、海拔300m前後の低地帯である。調査地域北端の約4km北方を主要国道が走り、西端をMaputo港及びRichards Bay港に至る鉄道が通っており、交通至便である(第1図)。

尚、スワジランド政府の調査担当機関は天然資源エネルギー省の地質調査鉱山局、国際協力の管轄機関は経済企画統計庁である。

第1圖 位置圖



2. 調査の実施概要

(1) 調査工程

調査工程は第2図に示す通りである。

(2) 派遣技術者と現地側カウンターパート

本調査実施の為に日本から派遣された技術者とスワジランド政府のカウンターパートは次の通りである。

	氏名	担当	所属	期間
日本側	鈴木治夫	代表	国際協力事業団	84.6.9～6.14
	立石勝	業務調整	国際協力事業団	83.11.22～12.9, 84.6.5～6.14
	野崎元	総括・地質	住友石炭鉱業(株)技術部主任技師	83.11.22～12.9, 84.2.18～3.9, 84.6.5～6.29, 84.11.23～12.9, 85.2.9～3.1, 85.6.29～7.7, 85.11.16～12.1
	伊藤公彦	地質	住友石炭鉱業(株)技術部主任技師	83.11.22～12.21
	石原紀夫	地質・試錐	住友石炭鉱業(株)技術部技師	83.1.22～84.3.7
	森川紳	地質・試錐 測量	住友石炭鉱業(株)技術部	83.1.22～84.3.7, 84.6.8～85.2.27
	渡部英昭	試錐・測量	住友石炭鉱業(株)技術部	84.6.8～85.2.27
	川西繁	試錐指導	住友石炭鉱業(株)技術部	84.6.8～8.5
	田中幸男	試錐指導	住友石炭鉱業(株)技術部	84.6.8～85.2.24
	江頭侃	炭鉱開発	住友石炭鉱業(株)技術部主任技師	84.10.13～11.3
	吉村俊彦	炭鉱開発	住友石炭鉱業(株)燃焼機器開発室長	84.10.13～11.3
	南坊博司	炭鉱開発	住友石炭鉱業(株)技術部技師	84.10.13～11.3
	中川洋	機材整備	住友石炭鉱業(株)技術部	85.6.29～7.20
	水町春二	機材整備	住友石炭鉱業(株)技術部	85.6.29～7.20

	氏名	担当	所 属	期 間
ス ワ ジ ラ ン ド 側	S. N. Maphanga	総括・地質	Geological Survey and Mines Department	83.11.28~84.3.5, 84. 6.8~85.2.25, 85.7.1~ 7.18
	F. Stocks	試 錐	同 上	83.1.24~84.3.5 84.6.8~85.2.25
	A. M. Vilakati	地 質	同 上	84.6.8~85.2.25
	V. Nkambule	地 質	同 上	83.1.24~84.3.5 84.6.8~85.2.25
	P. S. Mokgokong	地 質	同 上	84.6.8~85.2.25
	R. Masuku	試 錐	同 上	83.1.24~84.3.5 84.6.8~85.2.25
	熊谷勝明	業務調整	JICA 派遣専門家	83.11.28~84.3.5, 84. 6.8~85.2.25, 85.7.1~ 7.18

(3) 調査内容

現地調査は1983年度(1983年11月22日~1984年3月7日)及び1984年度(1984年6月5日~1985年3月1日)の2回に分け、スワジランド政府関係機関の協力を得て実施した。又、1985年度に調査の解析作業を行った。

i) 試錐工事

試錐は南北約7 km, 東西約5 km, 面積約35 km²のルブク地域北部で、東西方向の4ラインで1 km間隔の合計20本を掘削した(第3図)。試錐実績は次の通りである。

1983年度 試錐本数: 4, 総掘削長: 1,500.06 m

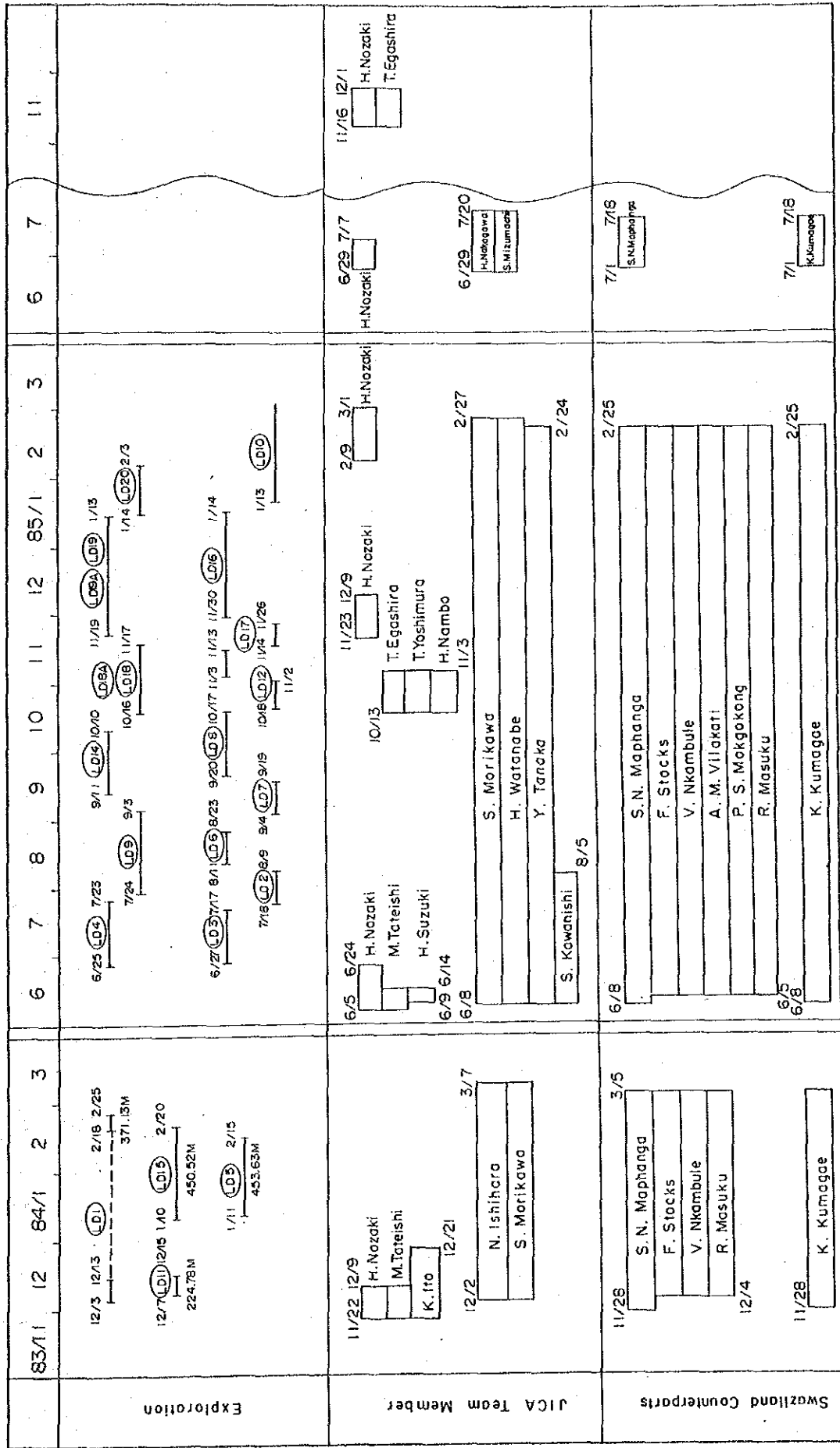
1984年度 " : 16, " : 6,393.00 m

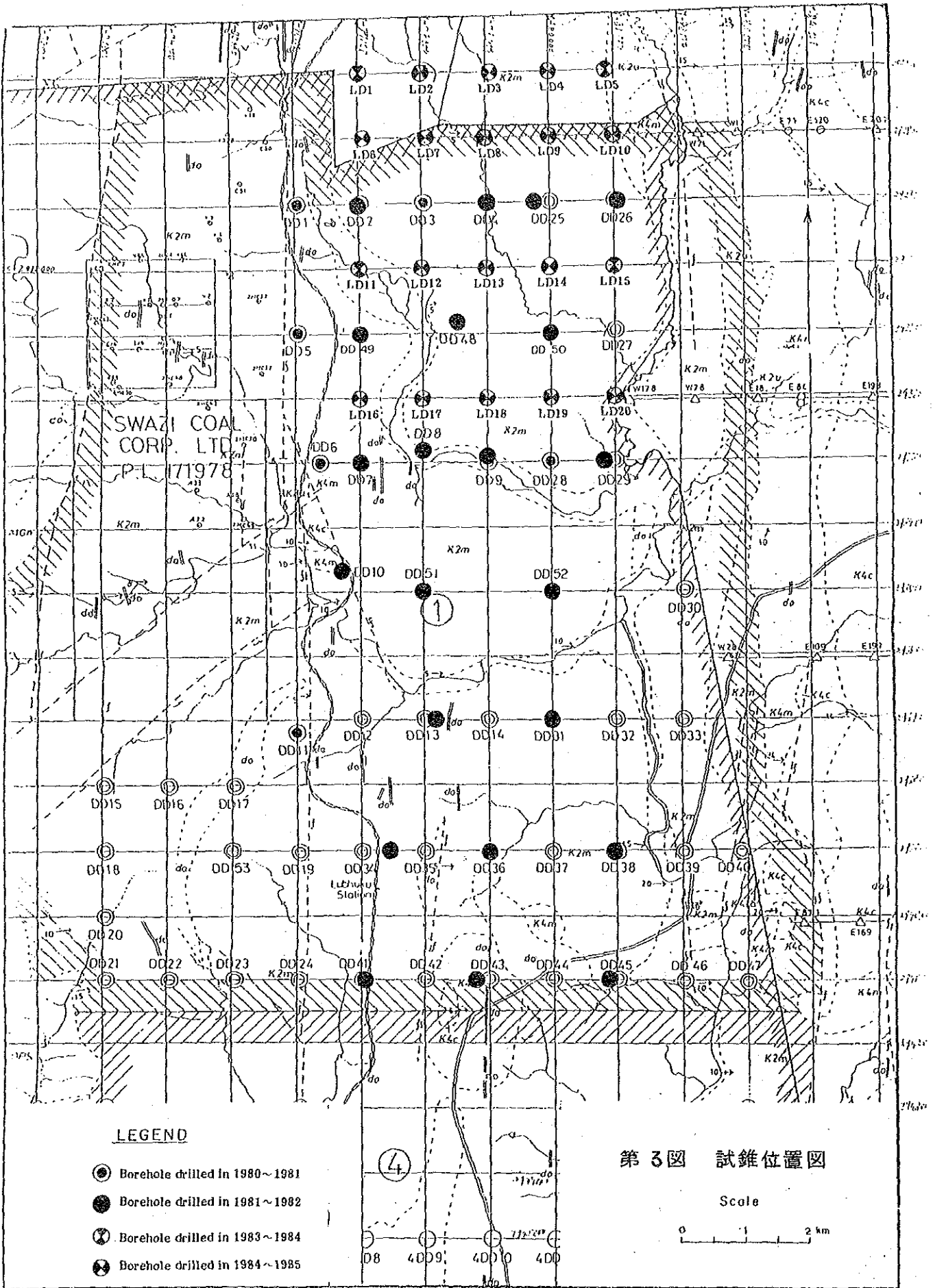
計 " : 20, " : 7,893.06 m

1980年度以降の合計は48試錐孔, 総掘削長18,553.90 mである。

1983年度の試錐工事は前回と同じく南アフリカの試錐業者が請負った。1984年度

第 2 図 調査工程図





はスワジランド政府の強い要望もあり、国際協力事業団の供与したトラック搭載型試錐機2台を使用し、日本から試錐掘削の技術移転を受けてスワジランド地質調査鉱山局が試錐工事を行った。当初の掘削能率は計画を下回ったが、後半では能率が35%も向上し、総掘削長は計画を7%も上回って、技術移転は大きな成果をあげた。

掘削能率は1983年度が13.51m/方、1984年度が9.17m/方である。

コア回収率は兩年度共に99%以上で非常に良好であった。

試錐工事の概要を第1表に示す。

ii) その他の調査

- 磁気探査： ドレライトの掘削を最少に留める様に、試錐予定位置を中心に磁気探査を実施し、実際の試錐地点を選定した。1983年度：4箇所、1984年度：16箇所。
- 物理検層： 試錐終了後に各試錐孔の物理検層を行った。測定種目は孔径、放射線、密度、比抵抗各検層である。
1983年度：3本、1984年度：2本。
- 現地調査： プレ・フィージビリティ・スタディの為、1984年度にムバカ炭鉱、電力庁、スワジランド鉄道等で関係資料及び情報の収集を行った。
- 機材整備： 供与機材整備の為に1985年度に機械技師を現地に派遣した。
- 室内試験： 石炭の工業分析、発熱量、元素分析、石炭組織、浮沈試験等の分析、試験及びドレライトの検鏡試験を行った。

上記調査のうち、磁気探査、物理検層及び石炭分析はスワジランド政府が担当した。

第1表 試錐工事の概要

a

	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
OPERATING PERIOD	3 DEC. 1983 - 13 DEC. 1983 18 FEB. 1984 - 25 FEB. 1984	18 JUL. 1984 - 9 AUG. 1984	27 JUN. 1984 - 17 JUL. 1984	25 JUN. 1984 - 23 JUL. 1984	10 JAN. 1984 - 15 FEB. 1984
ACTUAL OPERATING DAYS	17	18	21	29	23
COORDINATE X	+2,927,020	+2,927,009	+2,927,000	+2,927,000	+2,927,000
Y	-77,000	-78,000	-79,079	-80,002	-80,871
ELEVATION OF COLLAR (M)	+298	+284	+280	+297	+273
PLANNED DRILLING LENGTH (M)	240	275	330	440	440
FINAL DRILLING LENGTH (M)	371.13	355.10	349.00	423.35	453.63
HOLE DEVIATION	-	N50°E 2°-30'	S35°W 2°-50'	S45°E 3°-00'	
CORING INTERVAL (M)	17.88-371.13	6.00-355.10	3.00-349.00	8.65-26.15 30.00-39.25 45.00-423.35	26.95-453.63
CORING RECOVERY (%)	99	99	100	100	99
REMARKS	*1				

*1. This hole had been stopped at the depth of 239.98 m and continued to be drilled up to the depth of 371.13 m in response to the request of Swaziland Government.

b

	LD6	LD7	LD8	LD9	LD10
OPERATING PERIOD	11 AUG. 1984 - 23 AUG. 1984	4 SEP. 1984 - 19 SEP. 1984	20 SEP. 1984 - 17 OCT. 1984	25 JUL. 1984 - 3 SEP. 1984	18 JAN. 1985
ACTUAL OPERATING DAYS	13	16	24	35	
COORDINATE X Y	+2,928,000 -77,070	+2928,000 -78,050	+2,928,000 -79,000	+2,928,005 -80,010	+2,928,000 -81,000
ELEVATION OF COLLAR (M)	+300	+284	+267	+285	+282
PLANNED DRILLING LENGTH (M)	260	285	320	435	470
FINAL DRILLING LENGTH (M)	304.95	337.90	371.55	360.75	(439.85)
HOLE DEVIATION	N90°W 10-45'	N40°W 20-10'	N90°E 2°00'	-	
CORING INTERVAL (M)	2.40-304.95	6.00-337.90	6.00-371.55	11.0-360.75	
CORING RECOVERY (%)	100	99	100	100	
REMARKS				*1	

*1. This hole was abandoned because of jamming accident and will be redrilled by GSMD.

C

	LD11	LD12	LD13	LD14	LD15
OPERATING PERIOD	7 DEC. 1983 15 DEC. 1983	18 OCT. 1984 2 NOV. 1984	3 NOV. 1984 13 NOV. 1984	11 SEP. 1984 10 OCT. 1984	10 JAN. 1984 20 FEB. 1984
ACTUAL OPERATING DAYS	9	12	11	26	25
COORDINATE X	+2,930,023	+2,930,000	+2,930,000	+2,930,040	+2,930,000
COORDINATE Y	-76,885	-78,000	-79,000	-79,910	-81,000
ELEVATION OF COLLAR (M)	+271	+280	+264	+260	+255
PLANNED DRILLING LENGTH (M)	240	310	385	440	480
FINAL DRILLING LENGTH (M)	224.78	310.45	319.40	460.25	450.52
HOLE DEVIATION	-	N 0°-30'	S 1°-00'	S10°E 1°-40'	-
CORING INTERVAL (M)	15.88-224.78	3.40-310.45	7.25-319.40	21.35-460.25	25.74-450.52
CORING RECOVERY (%)	99	100	100	100	99
REMARKS					

d

	LD16	LD17	LD18A	LD18	LD19A	LD19	LD20
OPERATING PERIOD	28 NOV. 1984 14 JAN. 1985	14 NOV. 1984 26 NOV. 1984	12 OCT. 1984 1 NOV. 1984	2 NOV. 1984 17 NOV. 1984	19 NOV. 1984 9 DEC. 1984	10 DEC. 1984 12 JAN. 1985	13 JAN. 1985 3 FEB. 1985
ACTUAL OPERATING DAYS	33	13	17	16	21	21	18
COORDINATE X	+2,932,000	+2,932,000	+2,931,999	+2,931,999	+2,932,000	+2,932,000	+2,932,000
COORDINATE Y	-76,993	-78,000	-79,002	-79,000	-80,000	-79,998	-80,993
ELEVATION OF COLLAR (M)	+272	+277	+269	+269	+251	+251	+242
PLANNED (M) DRILLING LENGTH	295	370	415	415	450	450	500
FINAL (M) DRILLING LENGTH	382.05	358.45	225.75	382.45	222.80	432.85	483.10
HOLE DEVIATION	N85°E 10-45'	N20°E 20-00'	-	S80°W 20-00'	-	N25°E 60-50'	N35°E 20-40'
CORING INTERVAL (M)	13.05-382.05	6.50-258.45	5.0-225.75	9.0-382.45	20.1-222.80	18.0-432.85	20.10-423.35
CORING RECOVERY (%)	99	100	100	100	100	100	100
REMARKS			*1		*2	*3	

*1,*2 These holes were abandoned because drill rod was broken.

*3 Drilling work was discontinued at the depth of 342.45 m because drill rod was broken. Then this hole was re-opened from the depth of 343 m using wedge.

3. 調査結果と解析

3.1 地 質

スワジランドの石炭はカルー累層群のエッカ層群に胚胎しており、同国の東部を南北約 150 km, 東西 6 ~ 22 km の細長い帯状を成して分布している。エッカ層群は二畳紀の堆積とみられ、上部、中部、下部の3つに区分される。夾炭層は上部及び中部エッカ累層であり、上部エッカ累層の夾炭層を Upper Coal Zone, 中部エッカ累層の夾炭層を Lower Coal Zone と称し、この Lower Coal Zone が調査の対象である(第4図)。

(1) 炭層賦存状況

現在までの調査で Lower Coal Zone に 20 枚以上の炭層を確認しているが、山丈 1.0 m 以上ある主要炭層は Intermediate Marker, Main Seam, Footwall 3 で、夾炭層の下部に賦存する(第2表)。これらの炭層はいずれも部分的に緩く褶曲しているが、走向はほぼ南北、傾斜は東へ 5° 前後である。

主要炭層の内、Main Seam の賦存状況が最も良好であり、調査地域全般にわたって 2.0 m 以上の山丈を有し、安定して連続する。Main Seam は調査地域西部で山丈が最も厚く 5.0 m に達し、周辺に向って漸次薄くなるが特に調査地域の北部(後述の A 断層の北側)では山丈が殆ど 3.0 m 以上で最も優勢である。

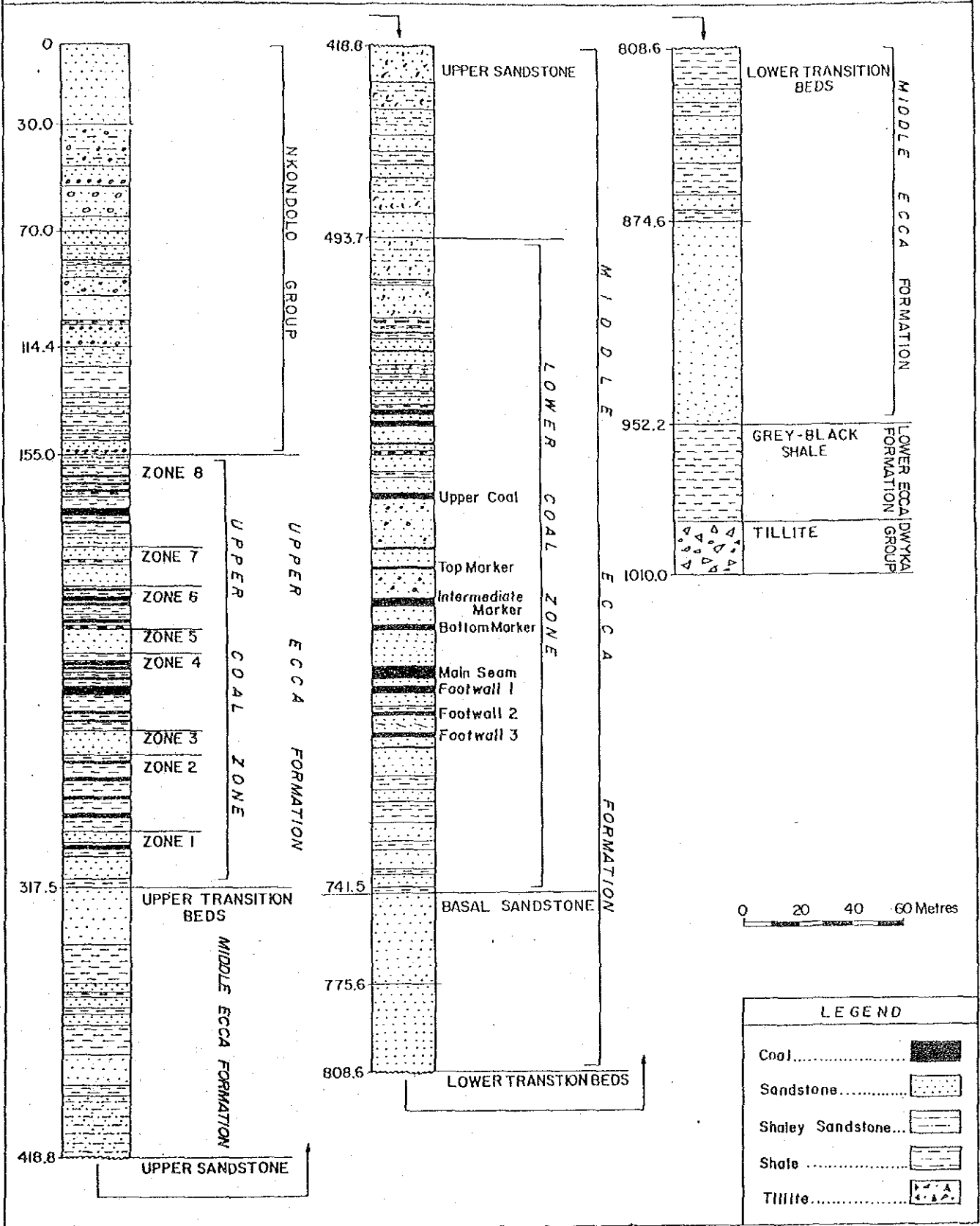
Main Seam は一般に最上部が厚さ 0.1 ~ 0.6 m の薄炭層で 0.3 ~ 0.7 m の頁岩及び炭質頁岩を夾み、下部が厚い炭層である。又、東部では炭層中の頁岩、或いは砂岩の夾みが厚くなって局部的に分層する傾向がみられる。Main Seam の上盤は殆どが厚い塊状の粗粒砂岩であり、一部に薄い頁岩層を炭層の直上に伴う事がある。下盤は頁岩~砂質頁岩で局部的に砂岩がみられる。

Intermediate Marker 及び Footwall 3 は最も厚い所でも山丈は各々 2.06 m, 2.20 m で夾みを伴う事もあり Main Seam に比べると採炭条件は著しく劣る。LD11 における主要炭層の炭柱図を第5図に示す。

(2) 層準対比

中部エッカ累層には特徴的な鍵層がみられず、ドレライトの貫入及び断層によって層

第 4 図 カル一累層群標準柱状図



第 2 表 主要炭層一覽表

a

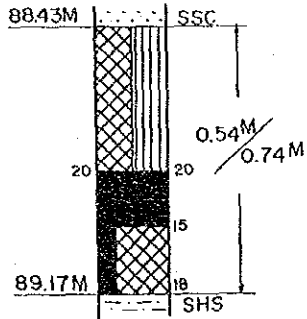
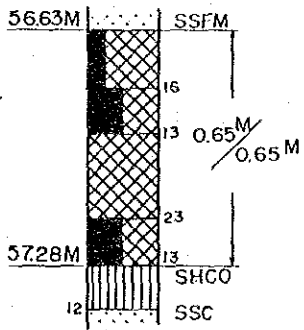
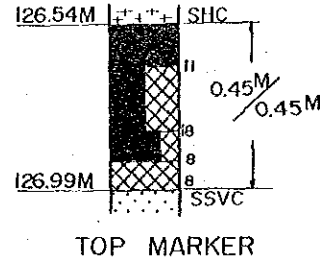
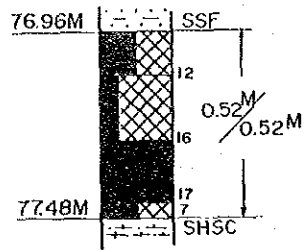
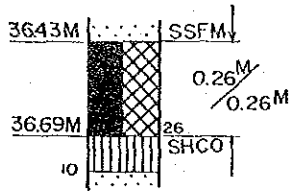
	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8	LD9	LD10
Elevation of Collar (m)	+298	+284	+280	+297	+273	+300	+284	+267	+285	+282
Depth to Seam (m)		218.95	222.12		351.47	228.75		296.87	349.55	
Seam Thickness (m)	-	1.33	1.38	-	1.23	0.87	-	1.43	1.10	-
Coal Thickness (m)		1.33	1.38		0.62	0.87		1.14	1.07	
Depth to Seam (m)		318.13	310.30	379.40	413.65	254.42		319.57		
Seam Thickness (m)	-	0.55	0.80	0.18	0.89	3.10	-	1.68		-
Coal Thickness (m)		0.36	0.77	0.18	0.89	2.97		1.50		
Depth to Seam (m)		346.82	341.22	406.98	442.41	287.67	314.12	350.74		
Seam Thickness (m)	-	0.83	1.93	1.72	1.30	1.34	1.54	1.81		-
Coal Thickness (m)		0.58	1.43	1.45	1.06	1.34	1.54	1.44		

b

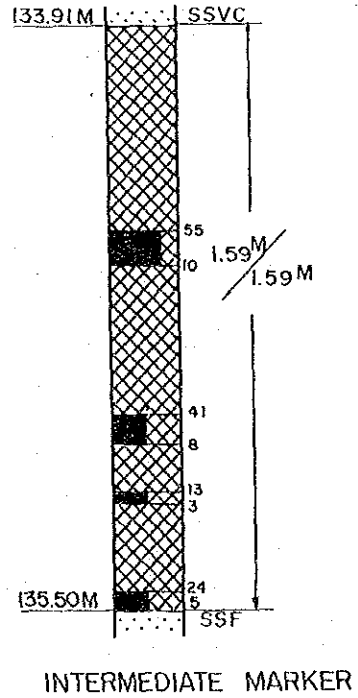
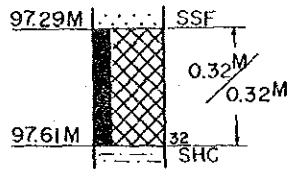
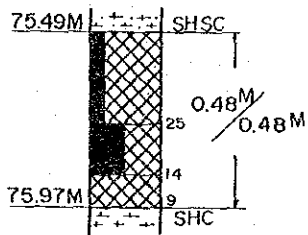
	LD11	LD12	LD13	LD14	LD15	LD16	LD17	LD18	LD19	LD20
Elevation of Collar (m)	+271	+280	+264	+260	+255	+272	+277	+269	+251	+242
Depth to Seam (m)	133.91	208.27	229.52	305.40		285.07	278.85	316.61	352.50	391.59
Seam Thickness (m)	1.59	1.70	1.08	0.90	-	1.69	1.71	1.86	1.35	1.45
Coal Thickness (m)	1.59	1.70	1.08	0.55		1.69	1.71	1.86	1.35	1.45
Depth to Seam (m)	171.33	234.90	256.51	333.75	395.86	311.78	307.56	341.89	378.91	415.86
Seam Thickness (m)	3.06	6.22	2.93	0.39	5.28	0.57	4.88	4.69	5.83	2.21
Coal Thickness (m)	2.25	2.68	2.19	0.29	3.14	0.50	4.43	3.99	3.80	0.86
Depth to Seam (m)	200.26		276.33	357.17	429.47	325.56	332.98	368.34	407.11	447.88
Seam Thickness (m)	1.37	-	1.01	1.15	1.35	0.47	1.64	1.45	1.44	1.38
Coal Thickness (m)	1.27		1.01	0.84	1.27	0.47	1.58	1.40	1.38	1.18

第 5 圖 炭柱圖 (LD11)

SCALE = 1 : 20

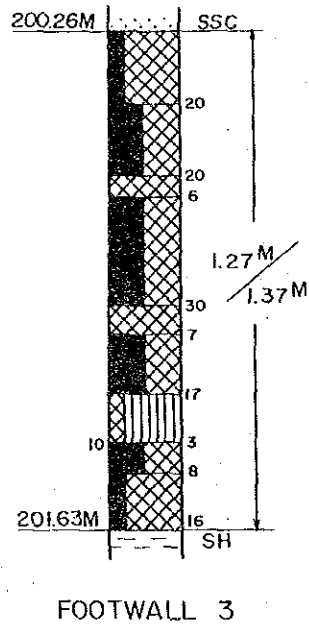
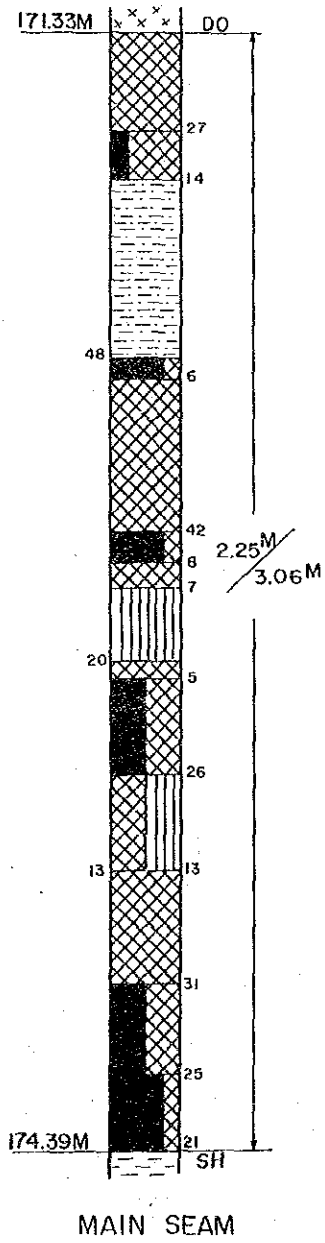
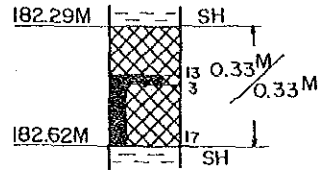
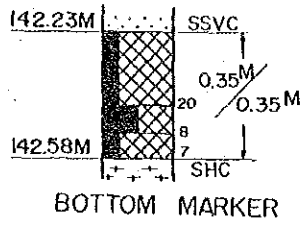


UPPER COAL



第 5 圖 炭柱圖 (LD11)

SCALE = 1 : 20



準の対比は難しい。今回の調査によって Top Marker から Bottom Marker までの層間距離は平均約 13 m で地域的な変化も少なくほぼ安定しており(第 6 図)、層間の碎屑物は殆どが粗粒砂岩である事が判明した。従って、これらの炭層は有用な鍵層として岩相層序対比に活用できる。

又、物理検層も特定の層準(Upper Transition Beds 最下部頁岩層等)で安定した特性がみられるので、層準対比方法として有用であることが分った。

(3) 地質構造

調査地域の地層は N-S 方向のルボンボ地溝帯に堆積したもので、地質構造もこれを反映して地層の走向は一般にほぼ N-S で部分的に若干変化し傾斜は緩く東へ 10° 以内で、5° 以内が殆どである。比較的緩い褶曲構造がみられ、北部には副次的褶曲を伴う背斜構造が、南部には向斜構造がみられる。

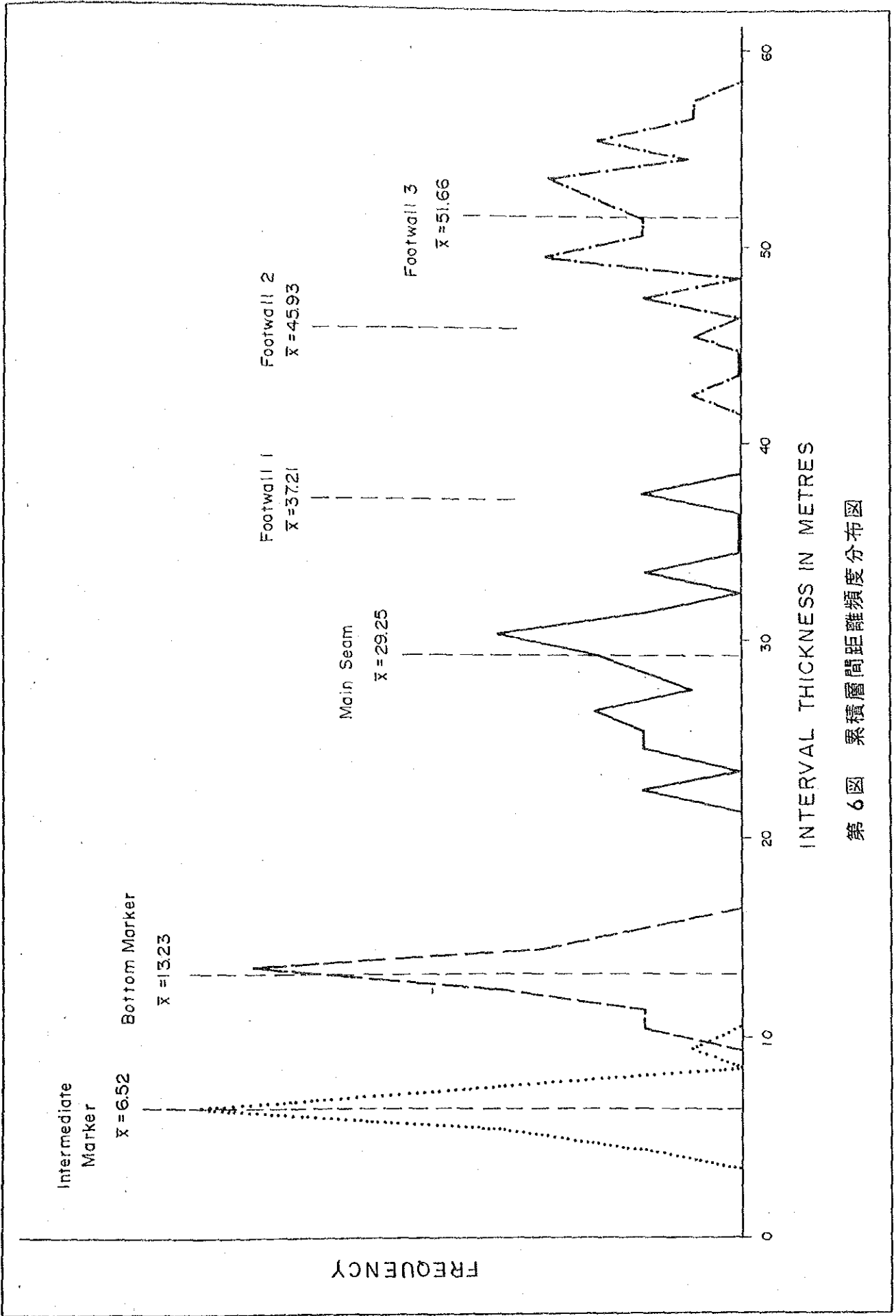
調査地域西端を N-S 方向のルブク断層が走っており、これと同系統の小断層が調査地域内に幾つかみられる。今回の試錐で調査地域のほぼ中央に NE-SW 系の A 断層を確認した(附図 1)。これらの断層はいずれも正断層で落差は 10~50 m とみられる。

(4) ドレライト

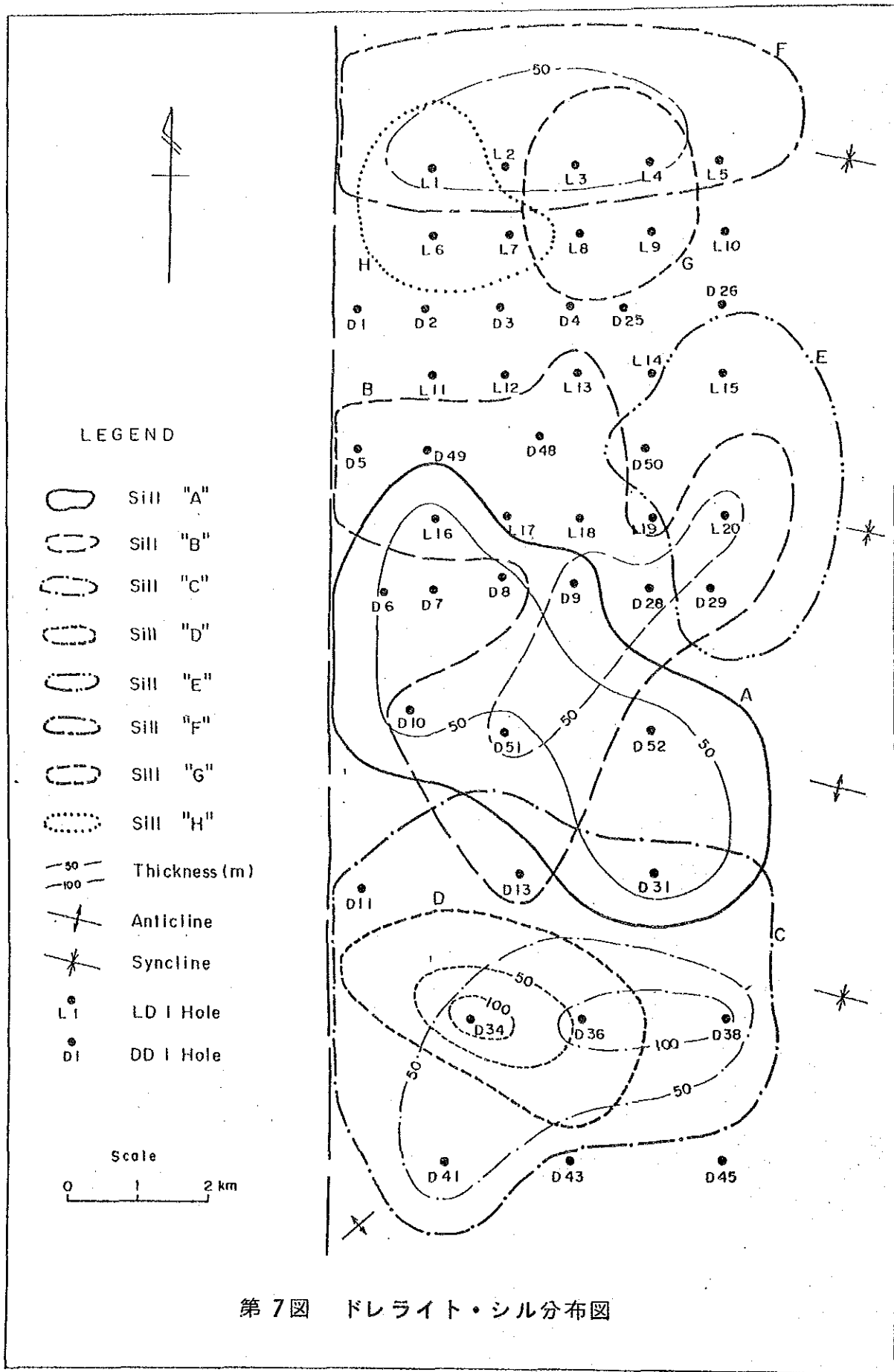
本地域にはドレライトのシル及び岩脈が広範囲にわたって貫入している。ドレライトのシルは走向・傾斜が変化し、膨縮・分岐・尖滅等の複雑な産状を呈する。主なシルは 8 層が認められ(厚さ: 10~140 m)これらは褶曲軸に沿って分布する傾向がみられ、褶曲構造がドレライト・シルの貫入に関係しているものと思われる(第 7 図)。シルの貫入頻度は調査地域では 1~25% であり、調査地域南方では 25% 以上と全般に高い。尚、ドレライト・シルの貫入する特定の層準は認められない。ドレライト岩脈は走向ほぼ N-S, 傾斜は垂直に近く、幅は一般に 1~50 m である。

ドレライトが炭層に直接与える影響は焼きつき、コークス化の熱変質とシルによる炭層の置換である。熱変質は非常に不規則で、厚いシルの近くでも殆ど影響のみられない場合もあり、逆に薄いシルが影響を与える事もある。

地表附近のドレライト岩脈は組織的磁気探査でその分布状況をほぼ把握出来るが、シルの貫入を磁気探査で予測するのは不可能である。



第 6 圖 累積層間距離頻度分布圖



第 7 図 ドレライト・シル分布図

(5) 堆積環境

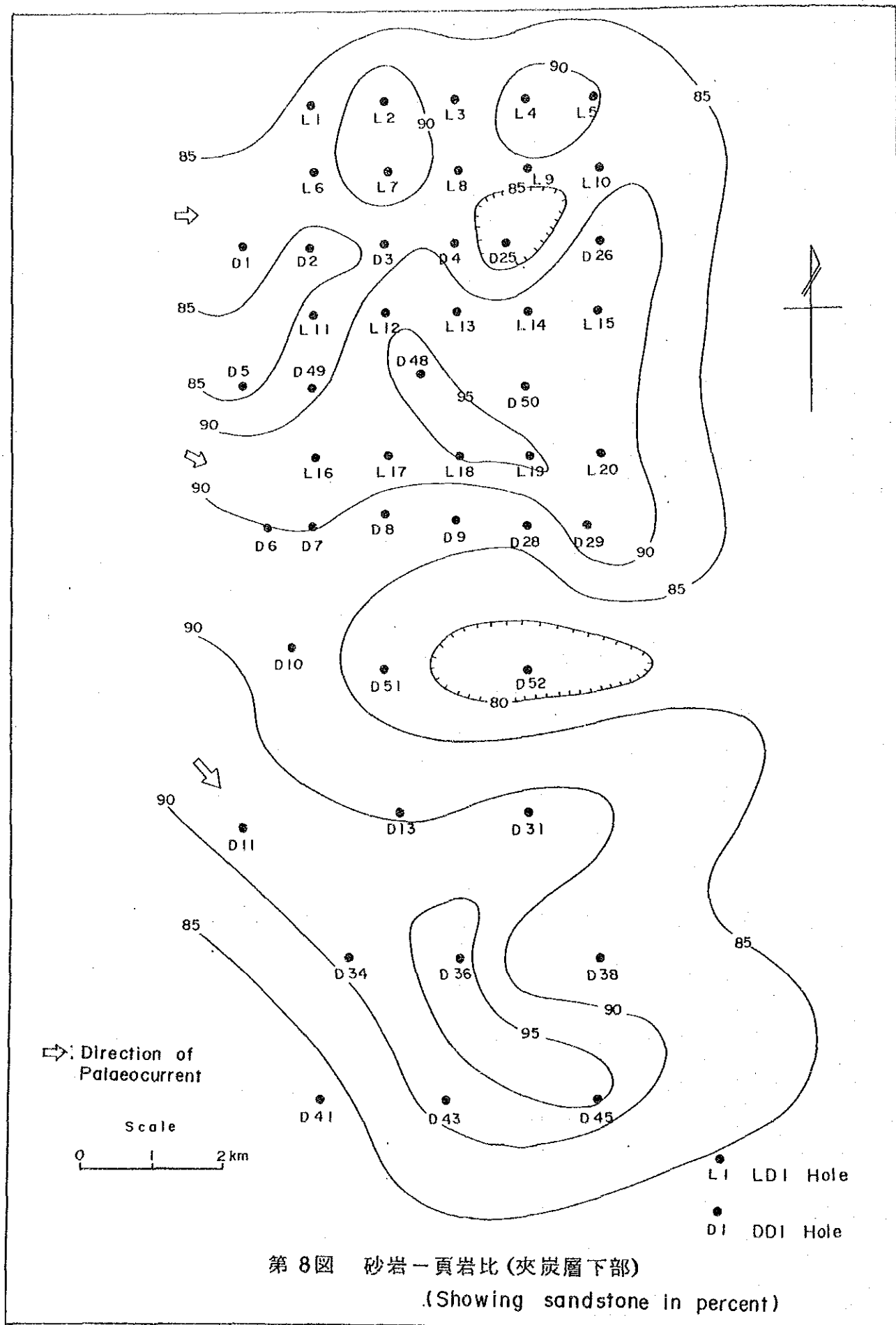
中部エッカ累層はデルタ堆積層で、夾炭層である Lower Coal Zone はデルタ頂部相及び沖積平野堆積相を代表する。Lower Coal Zone の砂岩-頁岩比をみると調査地域には安定した堆積ベースンが認められ、炭層の生成に好適な場を提供した事が分る。この堆積ベースンは Lower Coal Zone の下部の方が安定しており（第8図）、石炭比（堆積層に対する炭層の割合）も5~10%と高く、Main Seam を含む主要炭層の発達を明らかに示している（第9図）。堆積ベースンは夾炭層の上位では不規則となって消滅している。

(6) 炭質及び炭量

ルブク地域の石炭は殆どが半無煙炭で、一部が無煙炭である。稼行対象となる Main Seam の平均炭質（比重1.6で選別した場合）を、現在稼行中のムバカ炭鉱のそれと比べると次の様に遜色がなく、又、南アフリカのナタール無煙炭ともほぼ同じ炭質である。

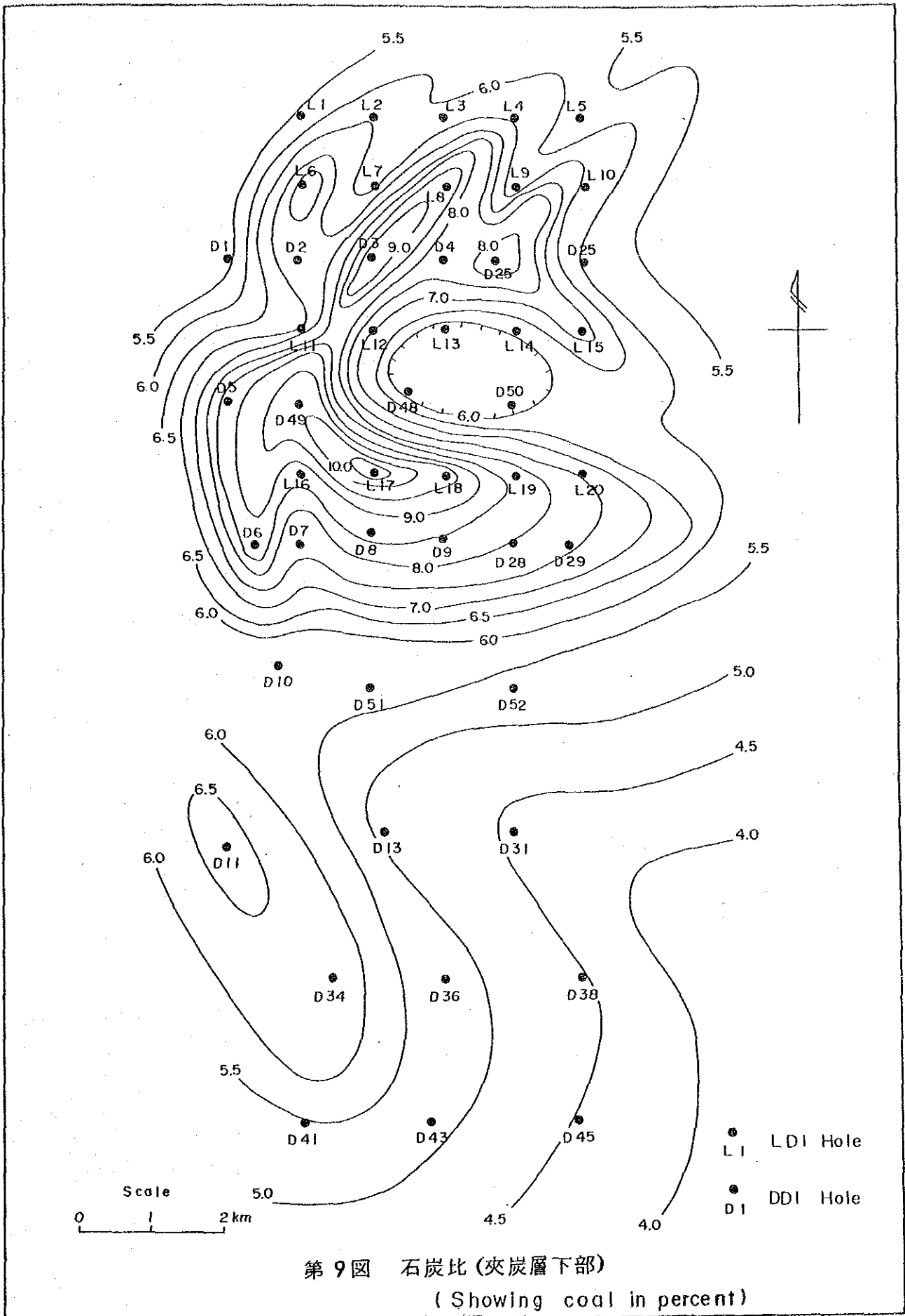
	ルブク地域	ムバカ炭鉱
水分 (%)	1.4	1.3
灰分 (%)	13.9	14.0
固定炭素 (%)	76.9	72.0
揮発分 (%)	7.7	12.7
全硫黄 (%)	0.43	0.35
発熱量 (kcal/kg)	7,108	6,745
歩留 (%)	78.0	75.0

調査地域内の主要炭層である Intermediate Marker, Main Seam 及び Footwall 3 の埋蔵炭量を計算すると次の通りである。尚、地質的安全率、ドレライト・ファクターにより、確定・推定・予想炭量の安全率を各々76%、68%、56%とした。



第 8 圖 砂岩—頁岩比 (夾炭層下部)

(Showing sandstone in percent)



第 9 圖 石炭比 (夾炭層下部)
(Showing coal in percent)

Intermediate Marker	57,373,000MT
Main Seam	115,711,000MT
Footwall 3	46,103,000MT
計	219,187,000MT

稼行対象となるMain Seamは柱房式採炭による可採率を60%として、可採炭量を計算すると下記の様になる。尚、A断層を境にして区域を2つに分け、断層の北側をI区域、南側をII区域とした。

I区域	35,346,000MT
II区域	34,078,000MT
計	69,424,000MT

Main Seamのレベル別可採炭量は次表の通りである。

Main Seamの可採炭量

(単位: $\times 10^3 t$)

区域 \ レベル	+100m以上	+100 ~±0m	±0m ~-100m	-100 ~-200m	-200m以下	計
I	5,545	17,335	8,664	3,802	0	35,346
(確定)	173	646	490	0	0	1,309
(推定)	511	1,822	1,122	56	0	3,511
(予想)	4,861	14,867	7,052	3,746	0	30,526
II	737	2,003	11,856	17,806	1,676	34,078
(確定)	0	0	667	588	0	1,255
(推定)	737	94	950	1,580	0	3,361
(予想)	0	1,909	10,239	15,638	1,676	29,462
計	6,282	19,338	20,520	21,608	1,676	69,424

炭層の賦存深度、山丈、単位面積当りの可採炭量及びドレライトの貫入からみて、Main SeamはA断層北側のI区域の方が採掘条件に恵まれている。

3.2 炭鉱開発

今回の調査はプレ・フィージビリティ・スタディであり、技術的検討を主体として将来の炭鉱開発を計画する際の基礎資料となる開発計画の素案を作成した。従って経済的評価は行わないが、現地で収集した情報等に基づいて、開発に要する初期投資額及び山元生産原価の概略を参考までに試算した。

(1) 生産規模と開発スケジュール

現在までの調査で最も有望と判断された Main Seam を開発対象とし、炭層の賦存状況、炭層厚、ドレライトの貫入状況からみて採掘条件に恵まれた A 断層北側の 1 区域約 1,700 Ha を開発区域として選定した。

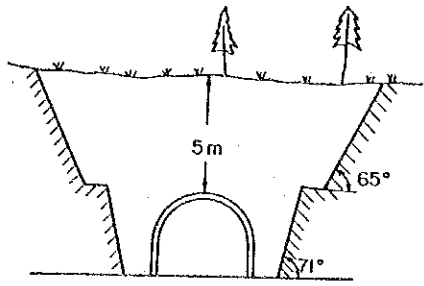
出炭規模は、将来予測される市場、可採炭量等を考慮して精炭で年産 51 万トン（原炭 64 万トン）とした。この出炭規模で鉱山寿命は 40 年以上が見込まれる。炭鉱開発に要する投資額を出来るだけ少なくし、且つ出炭開始時期を早くする為に斜坑方式を採用し、工事期間も出来るだけ短縮する様に考慮した。

開発及び生産スケジュールは次の通りである。

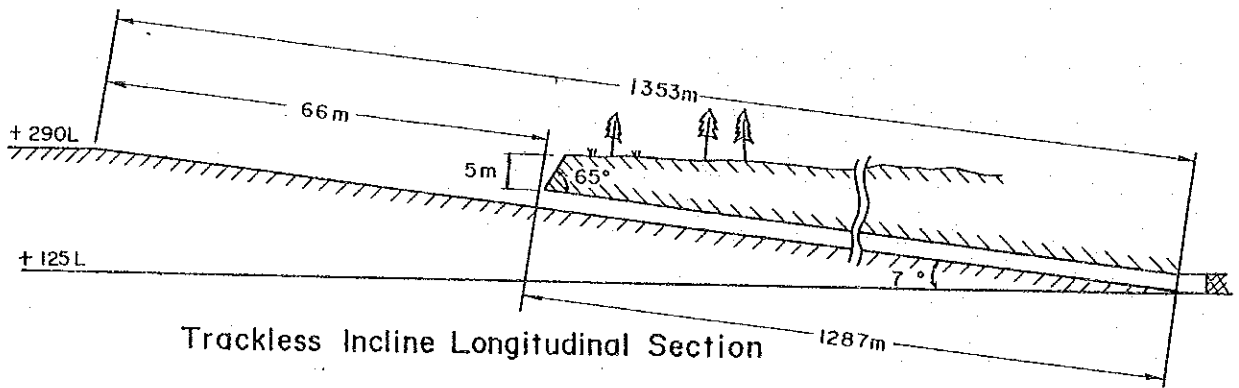
年 度	開 発 ス ケ ジ ュ ー ル	生 産 量
1 年 度	詳細設計	
2 年 度	道路，坑外設備の建設	
3 年 度	斜坑掘進，選炭設備の建設	
4 年 度	斜坑，主幹坑道，片盤坑道掘進，坑内設備 の建設	精炭 10 万トン
5 年 度	採炭切羽の設置	精炭 34 万トン
6 年 度 以 降	フル操業	精炭 51 万トン

(2) 坑内構造

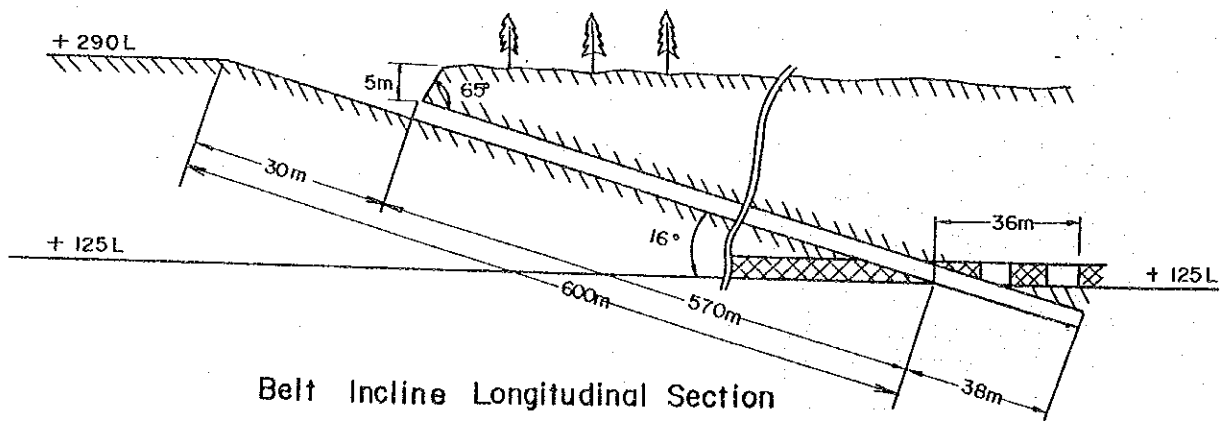
開坑は 2 本の斜坑によって行い、1 本は入気及び人員・材料搬出入に用いる為にトラックス斜坑とし、他の 1 本は排気及び揚炭ベルト斜坑として用いる（第 10 図）。



Box Cut Cross Section



Trackless Incline Longitudinal Section



Belt Incline Longitudinal Section

第10圖 斜坑縱斷面圖

坑口は既存の鉄道に近く、坑外施設の設置に有利な位置に定めた。炭層の傾斜が5°前後と緩いので坑内の人員・材料の輸送はトラックレス方式を採用し、運搬の簡便化を図った。

坑内の骨格構造は、斜坑がMain Seamに着炭した地点から、開発対象区域の略中央を北東方向に約7kmに亘って5エントリーの主幹坑道を掘進する。主幹坑道を中心に左右に1,000m間隔で片盤坑道を7エントリー方式で設ける。採炭パネルは片盤坑道の左右に500m間隔で設定する。坑内骨格構造を附図2に、坑内採炭の規格を第11図に示す。又、各坑道の規格は次の通りである。

坑道	長さ(m)	傾斜(°)	幅(m)	高さ(m)	断面積(m ²)	支保
ベルト斜坑	608	16	4.7	3.1	14.46	アーチ枠
トラックレス斜坑	1,287	7	4.7	3.1	14.46	アーチ枠
主幹及び片盤坑道	—	—	6.0	3.1	18.60	ルーフボルト

(3) 採炭方式

Main Seamの賦存状況及びドレライトの貫入を考慮して、採炭方式は柱房式を採用した。又、出炭規模に合わせて安い設備費で高い能率と操業コストを安くする為に、採掘機械は採炭にコンテナスマイナー、切羽の原炭運搬にシャトルカーを使用する。又、天盤の支保はルーフボルトを採用し簡便化を図った。

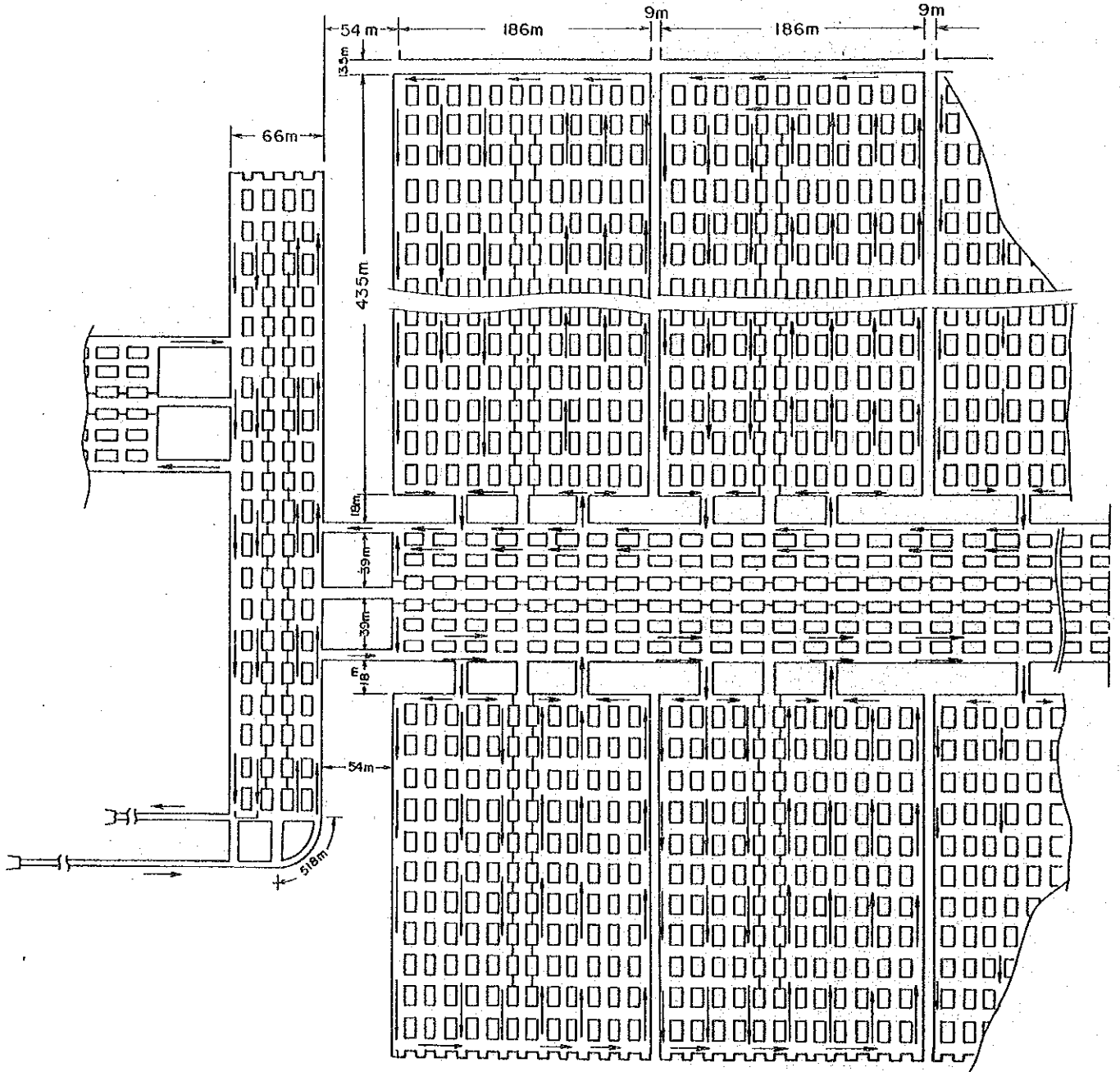
採炭パネルの規格は435m×186mとし、採炭は6m幅の坑道で13エントリーとし、掘進長は1.2m/方を計画する。炭柱の規格は13.5m×9mとした(第12図)。採炭は1次採炭(山丈3.1mまでの採炭)と2次採炭(山丈3.1m以上の場合の炭層掘下げと炭柱の回収)から成る。炭柱回収は40%を見込み実収率を引き上げる様に考慮した。

採炭切羽は常時3切羽を維持するものとし、年間操業日数240日、一日3方採炭、1方整備の4交代制とする。

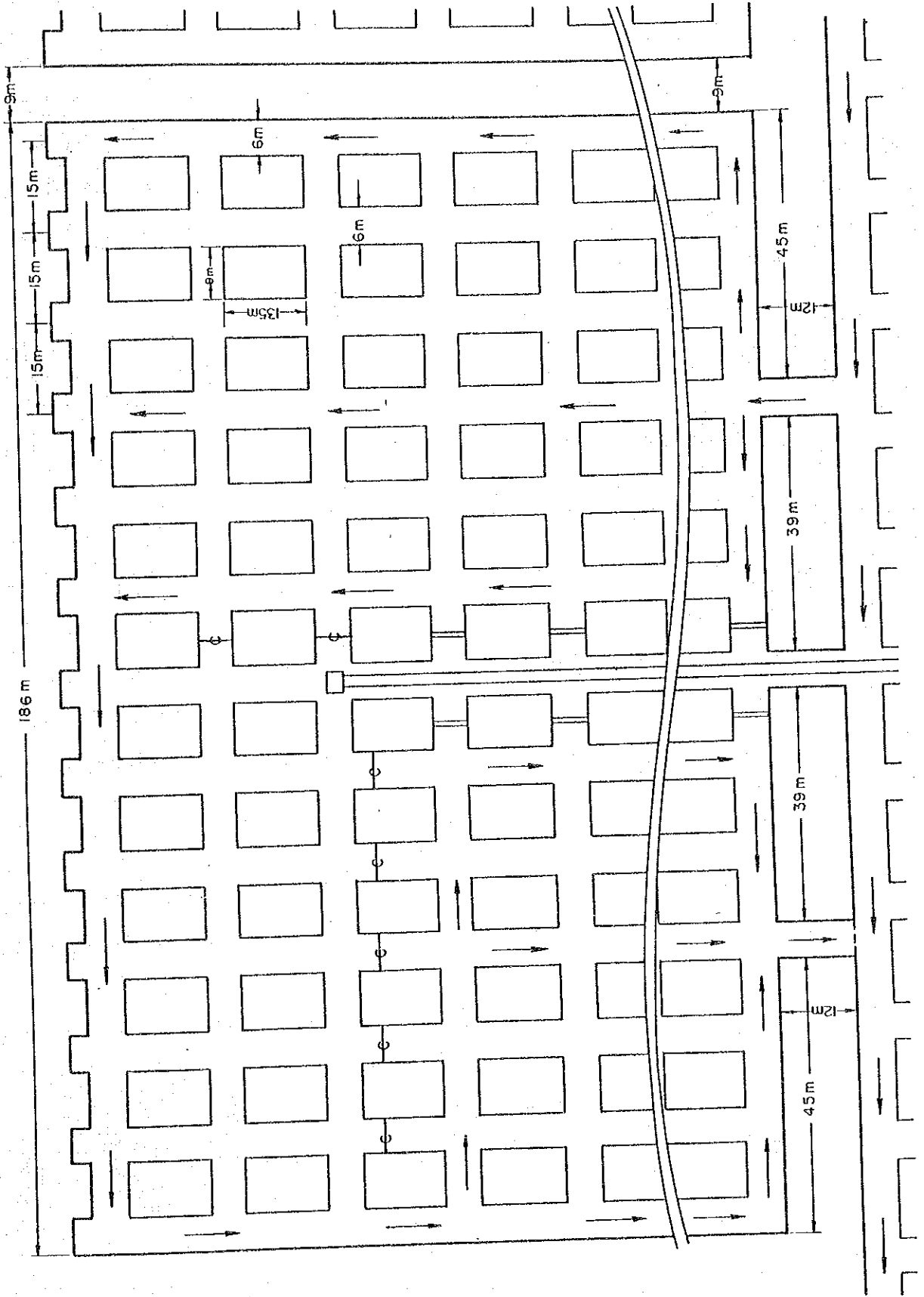
1切羽の出炭量：297トン/方×3方=891トン/日

年間出炭量：891トン/日×3切羽×240日=640,000トン

第11圖 坑內採炭規格圖



第12图 採炭切羽規格図



(4) 運 搬

原炭の運搬は安全及び経済性の両面からみて有利なベルトコンベヤ方式とし(第13図)、人員及び資材の運搬は効率化・省力化を図る為にタイヤ式車輛とした。但し、斜坑掘進にはホイストと炭車の組合せで掘進研の搬出を行う。尚、運搬時の石炭積載量を調整する為に、片盤坑道及びベルト斜坑に貯炭用バンカー(100~200トン)を設置する。

ベルトコンベヤの仕様は次の通りである。

	運搬能力	ベルト幅	所要モーター
主要ベルトコンベヤ	500 トン	900 mm	200~300 KW
切羽ベルトコンベヤ	300 トン	600 mm	30 KW

(5) 鉱山保安

i) 保 安

保安対策としては、頻発災害と重大災害とに分けて、各々の防止対策を立てると共に、集中監視装置の導入を計画した。集中監視の対象としては、坑内ガス、ベルトコンベヤ、配電設備、主要扇風機、排水ポンプ、主要箇所のテレビ監視等である。又、坑内における連絡の迅速化を図る為に誘導無線の導入も計画した。

ii) 通 気

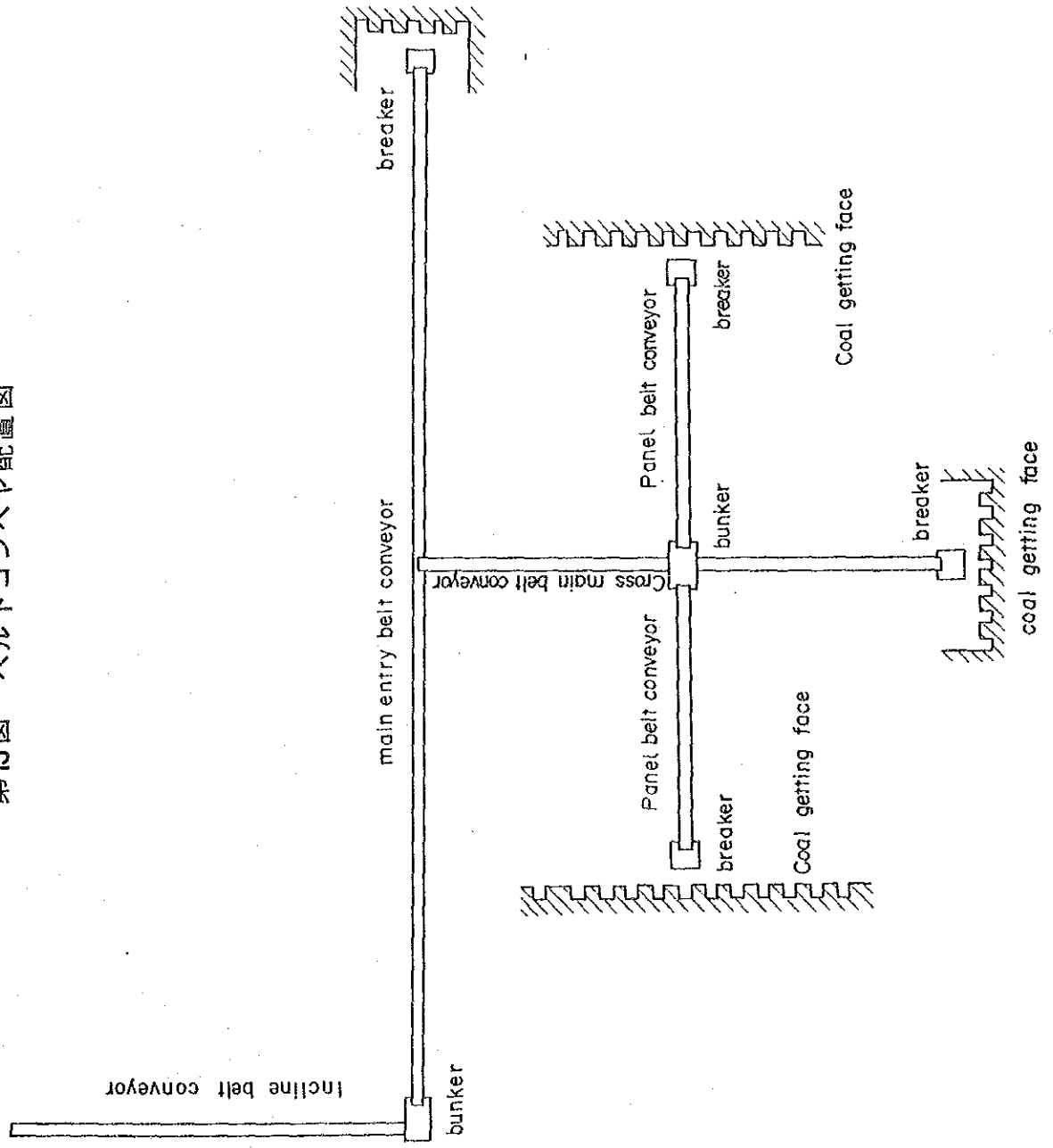
通気方法としては2本の斜坑による中央式を採用する。将来切羽が奥部に展開された時(出炭開始後20年位)には排気立坑を設けて対遇式に切り替える必要がある。通気は坑外に主要扇風機を設置して6,000 m^3 /分の通気量を確保する。

坑内の通気は、主幹坑道では5本のエントリーの内、2本づつを各々入・排気坑道として使用し、片盤坑道では7本のエントリーの内、3本づつを各々入・排気坑道とする(第14図)。切羽末端の通気は各目抜きに張り切りを行う事により切羽面は全面通気とする。又、入気坑道と排気坑道との交差部には風橋を設置して切羽内通気の独立分流を確保する。

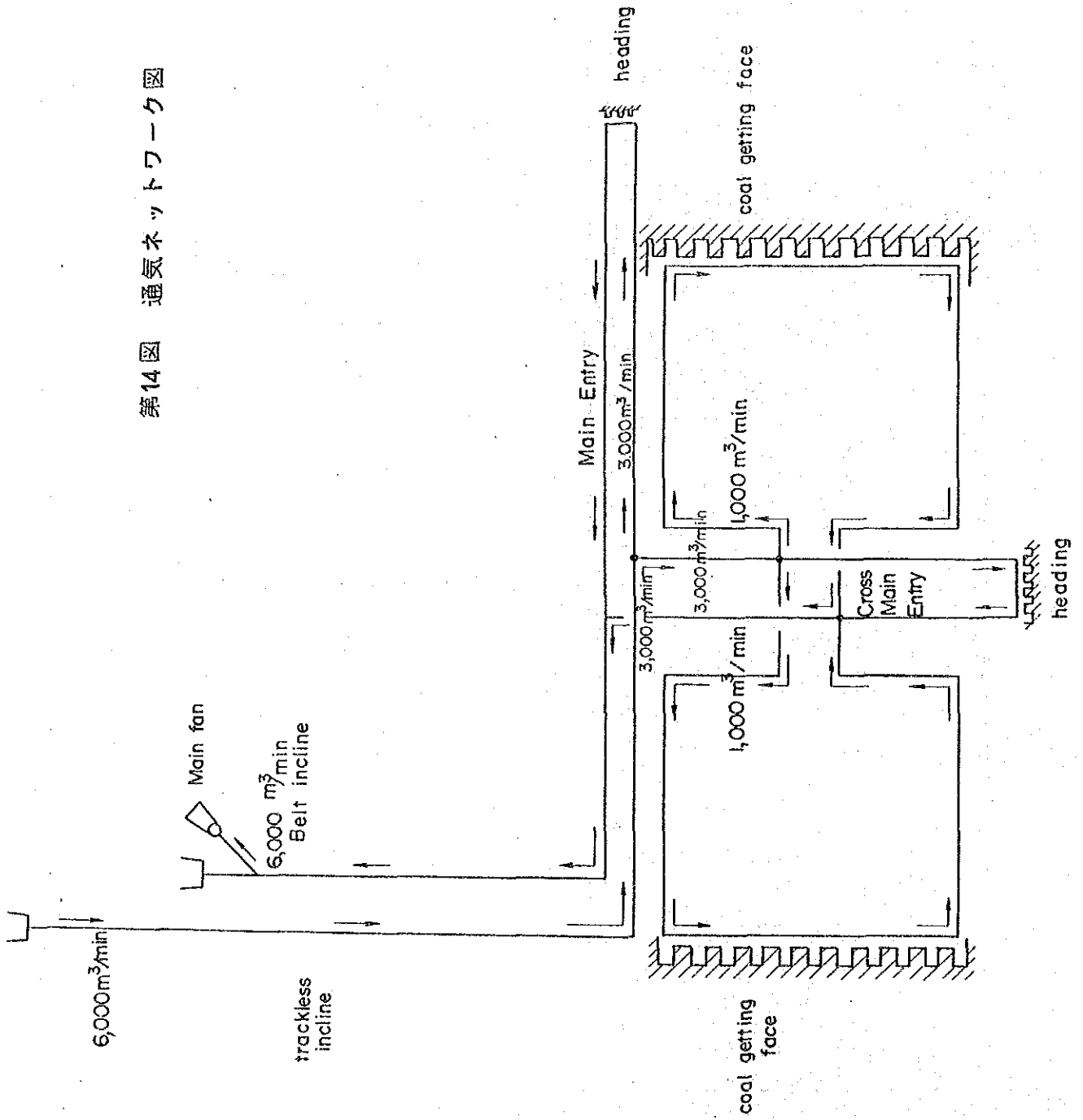
iii) 排 水

ムバカ炭鉱の実績からみると坑内の湧水量は少ないので、一応排水量を0.4 m^3 /分

第13図 ベルトコンベヤ配置図



第14図 通気ネットワーク図



として、排水ポンプ及び排水管の設計を行った。ベルト斜坑坑底に主要排水ポンプ座を設置し、その他に片盤坑道と採炭切羽近くに排水ポンプを設ける。主要排水管は4時パイプを用い、その他は3時パイプとする。

主要排水ポンプの仕様は揚水位：175 m，排水距離：600 m，排水管：105 mm，ポンプ：50 HP 1台である。

(6) 選 炭

選炭方式については原炭の粒度別可選性試験及び品位の資料が得られないので、ムバカ炭鉱の選炭方式を参考とした。年間の原炭処理量は64万トン、歩留は80%で精炭生産量は51万トン/年である。選炭は1日2方操業、1方予備・整備の3方稼働とする。設備能力は1次破碎が300トン/時、選炭が200トン/時である。

坑内から搬出された原炭は1次篩分け後に+75 mmを手選にかけてほたを除去し、1次破碎後に-75 mmと合せて原炭ビンに貯炭する。原炭ビンから引出した原炭は2次篩分け後、-22 mmは直接精炭ビンに運び22~75 mmは重液選炭によって精炭とほたとに選別する。精炭は脱液篩で重液材を除去後に3次篩分けで粒度により4産物に分けて、精炭ビンに貯炭する(第15図)。

粒度別の精炭銘柄及び時間当り生産量は、ダフ(粉炭)0~22 mm, 110トン/時; ビーズ(小塊)10~22 mm, 14.2トン/時; ナッツ(中塊)22~38 mm, 16.6トン/時; コブル(大塊)38~75 mm, 19.2トン/時である。又、ほたはダンプトラックでほた捨場へ運搬する。

(7) 坑外設備

i) 給水：使用水量は選炭、採炭機械冷却、ベルトコンベヤ散水用等の事業用水504 m³/日、及び事務所、住宅用等の生活用水120 m³/日が必要である。

給水についてはムバカ炭鉱と同じく、事業用水は坑内水を使用し、生活用水は6本の井戸から汲みあげる。

ii) 電力：既存のManzini-Siteki 主幹線(66KV, 50Hz, 3相)から分岐する送電線を山元まで9 km新設する。総消費電力は約2,900KWが見込まれるので、受電容量は3,800KW(5,000KVA)とする。配電は11KVで坑外と坑

内とに分け、設備に応じて3,000V及び380Vに降圧する。

iii) 積込設備：精炭はトラック及び鉄道で各需要先へ輸送する。

貨車積込みの為に、スワジランド鉄道の基準に基づく引込線3,000mと積込設備（貯炭能力：1,600トン）を建設する。

iv) 道路：山元から新設道路1.4kmを建設して西方の既存道路に接続させ、この既存道路がManzini-Siteki 国道につながる12kmを改良する。又、坑外設備を結ぶ所内道路を建設する。

v) 建物等：鉱山事務所、線込所、修理工場、火薬庫、倉庫、各社宅、診療所、駐車場各種厚生施設等を建設する。

vi) その他：坑内のルーフボルター用小型コンプレッサーを各切羽附近に設置する。又、自動電話を設置する。

主要な坑外設備の配置を附図3に示す。

(8) 人員計画

組織の編成と共に必要人員を試算した。坑内・外の人員は次の通りである。

	坑 外	坑 内	計
職 員	41人	34人	75人
鉱 員	74	149	223
計	115	183	298

(9) 初期投資額

開発着手よりフル操業に入る迄の5年間に要する初期投資額を試算した。土木・建設工事費及び労務費はスワジランドにおける実績、設備・資機材の価格は日本での調達価格を基にいずれも1985年ベースとした。

区 分	投 資 額
詳細エンジニアリング	US\$ 650,000
土木・建設工事	1,419,000
坑外設備	10,683,000
坑内設備	11,564,000
その他	2,586,000
計	US\$26,902,000

(10) 山元生産原価

開発着手後6年目のフル操業時における精炭トン当りの山元生産原価を試算した。労務費、消費資材費、電力費及び税金・ロイヤルティーはムバカ炭鉱並びにスワジランドの実績に基づいて計上した。減価償却費は各々の耐用年数により定額法で求めた。又、設備類の維持費はその使用状況を勘案して計上した。

山元生産原価はUS\$16.27/精炭トンが見込まれる。