

## 2 - 3 調査井 (CJZK3001 井) 掘削

## 2-3 調査井 (CJZK3001 井) 掘削

### 2-3-1 工事の概要

調査井掘削工事はチベット自治区地質鉱産調査開発局地熱地質大隊に再委託して実施した。調査井 CJZK3001 掘削工事の実績工程を表 2-3-1 に示す。

#### (i) 2001 年度工事の概要 (掘削資材準備)

調査井掘削準備工事として、深度 0~1,505 m までの掘削に要する資材の一部を準備した。

#### (ii) 2002 年度工事の概要 (深度 0 m~403.2 m 掘削)

17-1/2" 坑掘削時、深度 235 m から複数の全量逸泥層に遭遇し、逸泥掘で深度 488.9 m まで掘削した。逸泥対策としてセメンチングを実施したが、セメント浚渫中に 17-1/2" 坑浚渫編成が抑留した。採揚作業を実施したが難航したため採揚を断念し、サイドトラックを実施することとした。深度 333.5 m よりサイドトラックを行った。深度 382.5 m で全量逸泥が発生し、深度 403.2 m まで逸泥掘後、逸泥対策セメンチングを実施した。冬季に入り気象条件が厳しくなったため、坑内を保全した状態で、掘削深度 403.2 m にて坑内作業を中断した。

#### (iii) 2003 年度工事の概要 (深度 403.2m~1,903.93m 掘削)

17-1/2" 坑は深度 443 m から全量逸泥が頻発したため、深度 630.02 m まで逸泥掘を行い、13-3/8" ケーシングを深度 622.31 m に設置した。12-1/4" 坑では深度 674 m から全量逸泥層に遭遇したが、新規逸泥対策材料を使用して逸泥を閉塞しながら、深度 1,532.6 m まで掘進を続け、9-5/8" ケーシングを深度 1,523.65 m に設置した。

8-1/2" 坑掘削では、高温のためビット寿命が短くなり多数のビットを使用した。深度 1,903.93 m まで掘削した時点で、冬季の気候が厳しくなってきたため、坑内を保全し、坑内作業を中断した。8-1/2" 坑掘削区間では大規模な逸泥は発生しなかった。

#### (iv) 2004 年度工事の概要 (深度 1,903.93 m~2,254.5 m 及びサイドトラック坑深度 877 m~1,109.14 m 掘削)

8-1/2" 坑を深度 2,254.5 m 掘削時に 5" 掘管が破断し、遺留事故が発生した。採揚作業は難航した。また、深度 2,247.85 m で採取したコアの観察等から深度 2,254.5 m から予定深度 2,500 m まで掘削しても大規模な地熱貯留層に遭遇する可能性が小さいと評価された。従って、深度 2,254.5 m 以深の掘削を断念し、深度 981~1,263 m の逸泥層を再度生かすサイドトラックを実施することとした。9-5/8" ケーシングに窓を開け、深度 877 m からサイドトラックを開始した。深度 1,051 m で無荷重区間に遭遇し、埋没の増加により掘削ツールの抑留事故の危険が大きくなったため、深度 1,109.14 m にて掘止めとした。

### 2-3-2 2001 年度調査井掘削工事 (掘削資材準備)

調査井掘削準備工事として、深度 0~1,505 m までの掘削に要する資材の一部を準備した。準備した掘削資材は、17-1/2" ビット、12-1/4" ビット、8" NDC、17-1/2" スタビライザー、泥水材料、20" ケーシング、13-3/8" ケーシング、セメント、8" ダウンホールモーター、ポンプ部品及び発電機部品等である。

表2-3-1 CJZK3001掘削工事工程

工事項目	2001年度				2002年度				2003年度				2004年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
2001年度																								
(1)掘削資材準備																								
2002年度																								
(1)基礎盤工事																								
(2)26"坑掘削																								
(3)17-1/2"坑掘削																								
(4)越冬準備																								
2003年度																								
(1)再開準備																								
(2)17-1/2"坑掘削																								
(3)12-1/4"坑掘削																								
(4)8-1/2"坑掘削																								
(5)越冬準備																								
2004年度																								
(1)再開準備																								
(2)8-1/2"坑掘削																								
(3)サイドトラック準備																								
(4)サイドトラック坑掘削																								

## 2-3-3 2002年度調査井掘削工事

### (i) 作業経過

2002年度掘削工事のドリリングチャートを図2-3-1に、ケーシングプログラムを図2-3-2に示す。

#### (1) 26" 坑掘削 (深度 0~58.66 m)

羊八井地域では、これまでの実績から、浅部の掘削ではスタビライザーを未使用でも坑井をほぼ垂直に掘削できるので、スタビライザーなしの掘削編成 26" ビット×7" DC2 本×5" 掘管にて深度 58.66 m まで掘削し、20" ケーシングを深度 50.47 m に設置した。

#### (2) 17-1/2" 坑掘削 (深度 58.66~488.7 m)

沿角編成 17-1/2" ビット×17-1/2" スタビライザー×8" DC×17-1/2" スタビライザー×8" DC2 本×5" 掘管にてキックオフ深度 180 m まで掘削した。傾斜角は、1°未満であり、ほぼ垂直を維持できた。次のダウンホールモーター(DHM)編成にて、深度 180 m からキックオフし傾斜掘削を開始した。17-1/2" ビット×8" DHM×8" ベントサブ(2.25°)×8" NDC×8" DC3 本×5" DP 新規にウェイトインジケーターを設置したが正常に作動しないため、低めに設定した掘進率 45 分/m を目安として、DHM 掘進を実施した。途中、深度 235 m にて全量逸泥が発生したが、全量逸泥のまま深度 294.8 m まで DHM 掘進を行った。DHM 掘進後、深度 235 m 逸泥層を閉塞し、次の掘削編成で掘削を再開した。17-1/2" ビット×17-1/2" スタビライザー×8" DC3 本×7" DC5 本×5" 掘管途中、深度 340 m と 390 m で逸泥が発生したが、閉塞しながら掘削を続けた。その後、深度 442 m から複数の逸泥層に遭遇し、逸泥掘にて深度 488.7 m まで掘削した。深度 442 m 以深の逸泥対策としてセメンチングを実施し、このセメント浚渫中に浚渫編成 17-1/2" ビット×8" DC×7" DC2 本×5" 掘管が抑留された。採揚作業を実施したが難航したため、17-1/2" ビットとビットサブ等の採揚を断念し、サイドトラックを実施することとした。

#### (3) サイドトラック坑掘削 (17-1/2" 坑; 深度 333.5~403.2 m)

再発した深度 235 m 逸泥層を含めて、セメンチングにより逸泥対策を実施し、セメント頭部 217m からセメント浚渫を行った。セメント浚渫中の深度 330 m 付近からセメント片に地質カッティングスが入り混入し坑替わりの傾向が発生したので深度 333.5 m にてセメント浚渫を中断した。この時の浚渫編成は、17-1/2" ビット×5" 掘管であったので、元坑から自然に傾斜角が減角して垂れ下がり、坑替わりしたと想定された。坑替わりを確実なものとするため、引き続いて、DHM 編成 17-1/2" ビット×8" DHM×8" ベントサブ×8" NDC×8" DC2 本×7" DC4 本×5" 掘管にて、坑跡をコントロールしながら掘削した。DHM 掘進区間は深度 333.5~364.3 m までとした。これより、キックオフポイント (KOP) 深度を 333.5 m とした。深度 364.3 m からは掘削編成 17-1/2" ビット×17-1/2" スタビライザー×8" NDC×8" DC2 本×7" DC3 本×5" 掘管にて掘削した。途中、深度 382.5 m にて全量逸泥が発生し、深度 403.2 m まで清水で逸水掘を実施した。逸泥対策セメンチングを繰り返したが、深度 200 m 台の逸泥層が再発し、セメント頭部が 142m に達した時点で逸泥が止ま

中国チベット羊八井 CJZK3001

坑内作業：2002年7月29日～11月13日、108日間

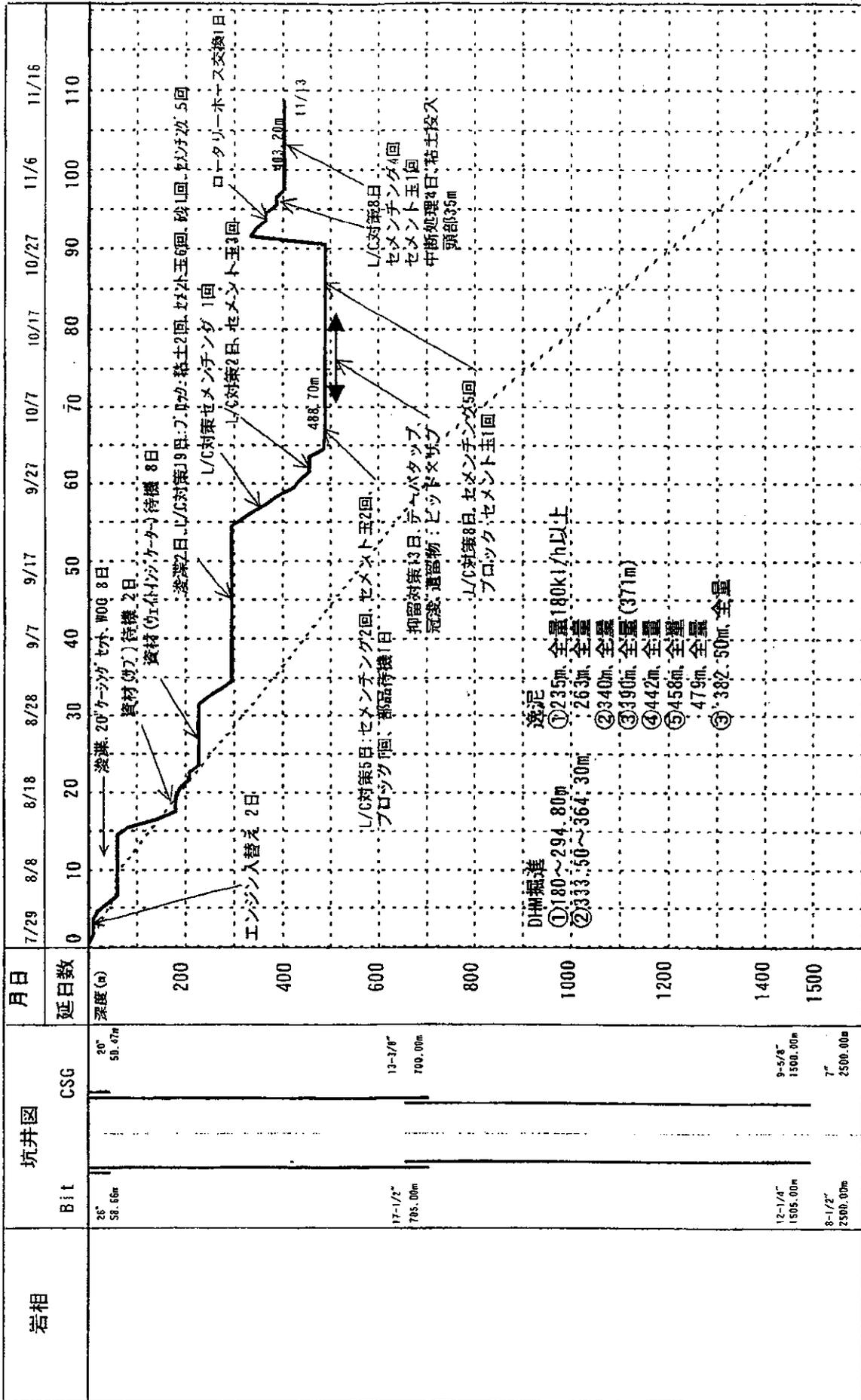


図2-3-1 2002年度CJZK3001ドリリングチャート

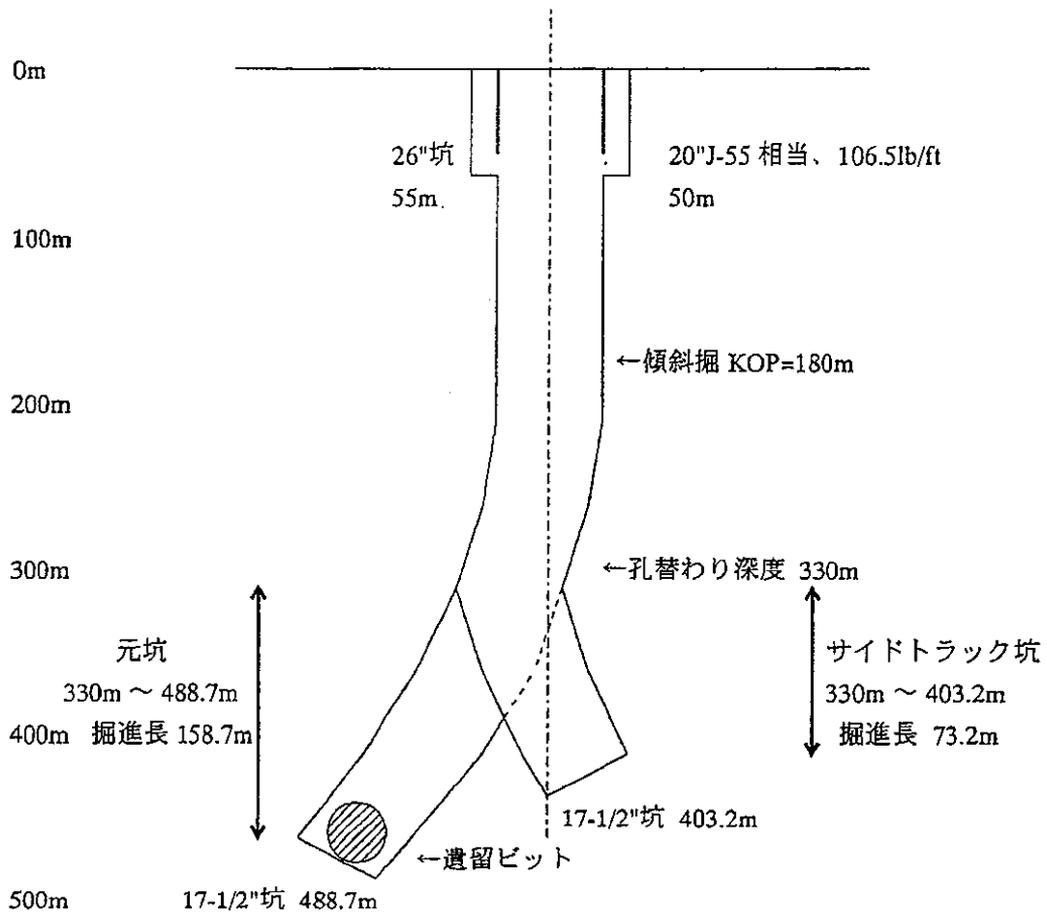


図2-3-2 2002年度 CJZK3001 ケーシングプログラム

った。掘削現場の気候が厳しくなったため、2002年度はこの坑内状態のまま掘削工事を中断する方針とした。セメント頭部 142 m の上に、粘土を 20” ケーシング内 35m まで積み上げ、坑井を保全した状態で中断した。

#### (ii) 現場敷地及び主要機械設備

掘削リグは深度 3,200 m 程度まで掘削できる仕様である。しかし、掘削敷地の標高が高く（海拔約 4,370 m）、酸素が希薄であるため、ディーゼルエンジンの効率が大きく低下すること、掘削設備が老朽化していること等のため、実際の掘削リグ能力は深度 2,700 m 程度までの掘削に限定されると見積もられている。また、掘削設備・機器の不備があるため、日本側から指摘し改善を指導した。表 2-3-2 に主要掘削設備を、図 2-3-3 に掘削設備配置を示す。

#### (iii) ケーシング及びケーシングセメンチング

17-1/2” 坑を深度 58.66 m まで掘削後、20” ケーシングを挿入したが、深度 39 m でつかえた。拡張（660mm→760mm）を行った後、再度、20” ケーシングを深度 50.47 m まで挿入し、ケーシングセメンチングを行った。セメンチングでは、地表へのセメントスラリーの回帰があった。

#### (iv) 逸泥状況と対策

##### (1) 大規模逸泥の頻発

掘削作業中に深度 235 m、263 m、340 m、390 m、442 m、458 m、479 m 等で亀裂に遭遇し逸泥が発生した。特に深度 235～280 m、340 m 及び 442～488 m に位置する 3 個所の逸泥層群は、逸泥規模が大きく地層が大規模に破碎されていると想定された。そのため、亀裂を閉塞させる逸泥対策にセメンチング 17 回、セメント玉投入 12 回、レンガ投入 4 回、砂投入 1 回を実施、合計 42 日を要した。

##### (2) 深度 235～280 m の逸泥対策

深度 235～280 m 逸泥層は、既設地熱発電所で蒸気を採取している浅部貯留層に相当する。地熱地質大隊は、セメント玉投入や逸泥防止剤使用により小規模な逸泥層を閉塞した経験を持つが、浅部貯留層に相当する本逸泥層を閉塞した経験が無く、以前掘削した ZK4001 及び ZK4002 では亀裂を閉塞せずに逸泥掘にて掘削工事を実施している。日本側から、大規模な逸泥層に対してはセメンチングにより亀裂中にセメントスラリーを充填させ閉塞させるべきことを指導した。その結果、対策に 19 日を要したが逸泥層の閉塞に成功した。但し、その後、下部逸泥層の出現により逸泥が再発した。

##### (3) 深度 442～488 m の逸泥対策及び上部逸泥層の再発

深度 442 m から逸泥が発生し、特に深度 458～488 m 区間は掘進率が 7～8 m/hr と高く、大規模に地層が破碎された亀裂が続く破碎帯と想定された。この破碎帯の底を掘り抜いた時点で 13-3/8” ケーシングを設置する見通しで逸泥対策を実施したが、セメンチング後のセメント浚渫中に掘削編成が抑留された。抑留対策後、セメンチングによる逸泥対策を再開したが、深度 449 m から 217 m までセメント充填しても逸泥状況が続き、深度 200 m 台の上部逸泥層の再発を確認したが、これは逸泥防止剤で閉塞できた。また、上部を含めた逸泥対策後、サイドトラックに移行したが、深度 382 m 掘進中に逸泥に遭遇し、同時に深度 200 m 台の上部逸泥層が再び再発し

表2-3-2 主要掘削設備

	品名	型式	数量	仕様	メーカー
1.	掘削設備				
(1)	掘削リグ	ZJ32J-5	1台	3,200m	蘭州石油化学工業機械工場
(2)	マスト	JJ225-43	1機	高さ43m	蘭州石油化学工業機械工場
(3)	ドローワークス	ZJ-32	1台	1,500馬力	蘭州石油化学工業機械工場
(4)	クラウンブロック	TC-225	1台		蘭州石油化学工業機械工場
(5)	トラベリングブロック	YC-250	1台		蘭州石油化学工業機械工場
(6)	ロータリーテーブル	ZP-205	1組	φ502	蘭州石油化学工業機械工場
(7)	泥水ポンプ	3NB-1300C	2台	1,300 l/min	蘭州石油化学工業機械工場
(8)	ディーゼルエンジン	12V-190B	3台	1,200馬力	済南ディーゼルエンジン株式会社
(9)	エア・コンプレッサー	2V5A-5.5	2台		瀋陽エアコンプレッサー工場
(10)	暴噴防止装置 (BOP)	13-5/8" ダブル	1台	API 5000	北京石油化学機械工場
(11)	アキュームレーター	FK240	1台		HYDRIL
2.	掘削機材				
(1)	ケリー	6"	11.8m		
(2)	掘管	5"	2,500m		
(3)	ドリルカラー	φ178	50m		
(4)	ドリルカラー	φ203	30m		
(5)	非磁性ドリルカラー		30m		勝利油田
(6)	スタビライザー		6丁		勝利油田

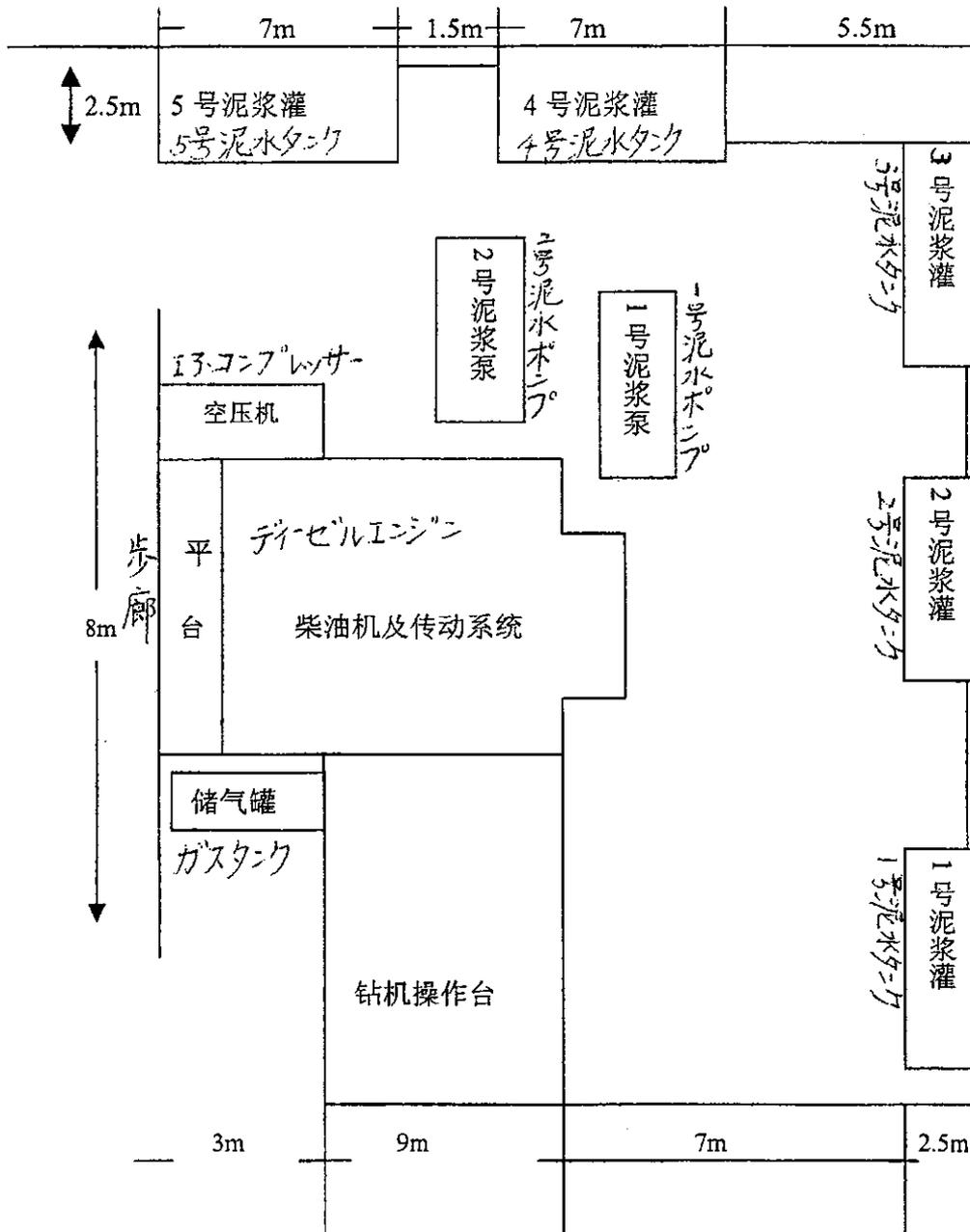


図2-3-3 2002年度掘削設備配置図

た。この対策として深度 403 m（坑底）から 142 m までセメンチングを実施し逸泥を閉塞した。下部逸泥層の発生に伴い、閉塞済みである深度 200 m 台の上部逸泥層が再発する現象が発生し、逸泥対策を複雑にした。

(v) ビット記録

26” ツースタイプ・トリコーンビット 2 丁及び 17-1/2” インサートタイプ・トリコーンビット 6 丁を使用した。表 2-3-3 にビット記録を示す。

(vii) 傾斜掘記録

(1) 掘削目標

本調査井の最終的な掘削目標は、次表のとおりである。

項目	ターゲット	最終掘削地点
掘削深度	2,000 m	2,500 m
方位（磁北基準）	MN20° W	MN20° W
垂直深度	1,900 m	2,370 m
偏距	560 m	740 m
方位の許容範囲	±20°	—

(2) 傾斜掘計画

掘削目標に到達するための傾斜掘計画計算表を表 2-3-4 に示す。傾斜掘手順は次のとおりとした。

- ① 17-1/2” 坑の深度 180 m 付近にてキックオフを行う。
- ② 坑井方位は MN20° W（磁北基準）に向ける。
- ③ 増角率は 1.5° /30m を目安とする。
- ④ 深度 550 m 付近まで増角掘進を行い、傾斜角を約 30° まで増角する。
- ⑤ 以深は沿角掘進を行う。

(3) 傾斜掘実績

元坑（17-1/2” 坑）において、深度 180 m から傾斜掘を開始し、深度 488.7 m まで掘削した。DHM 掘削区間は深度 180~294.8 m である。傾斜方位計算結果を表 2-3-5 に、坑跡平面図及び坑跡断面図を図 2-3-4 と図 2-3-5 に示す。元坑の傾斜角はほぼ計画通りであり、坑井方位は西側からターゲット許容範囲に入り、さらにターゲット中心寄りに向かう坑跡を取った。サイドトラック坑（17-1/2” 坑）は深度 333.5 m からキックオフし、深度 403.2 m まで掘削した。傾斜方位計算結果を表 2-3-6 に、坑跡平面図及び断面図を図 2-3-6 と図 2-3-7 に示す。サイドトラック坑は元坑から傾斜角が大きく減角しており、垂れ下がりにより穴替わりに成功した。深度 379 m 時点で、傾斜角は計画より約 3° 不足している。坑井方位は西側からターゲット許容範囲に入り、さらにターゲット中心寄りに向かう坑跡となった。元坑と比較すると、傾斜角が減角しているが、坑井方位はターゲット



Wellname: CJZK3001

Projection: N W 20.00

表2-3-4 CJZK3001傾斜掘計画計算表

坑井名: CJZK3001

No	MD m	INC dd.mm		AZM dd.mm	TVD(GL) m	N-S m	W-E m		CLO dd.mm	THD m	DLS deg/30m	PHD m
1	0.00	0.00	NW	20.00	0.00	0.00	0.00	NW	90.00	0.00	0.00	0.00
2	180.00	0.00	NW	20.00	180.00	0.00	0.00	NW	90.00	0.00	0.00	0.00
3	210.00	3.00	NW	20.00	209.99	0.74	-0.27	NW	20.00	0.79	3.00	0.79
4	240.00	4.30	NW	20.00	239.92	2.58	-0.94	NW	20.00	2.75	1.50	2.75
5	270.00	6.00	NW	20.00	269.79	5.16	-1.88	NW	20.00	5.49	1.50	5.49
6	300.00	7.30	NW	20.00	299.59	8.47	-3.08	NW	20.00	9.02	1.50	9.02
7	330.00	9.00	NW	20.00	329.27	12.52	-4.56	NW	20.00	13.32	1.50	13.32
8	360.00	10.30	NW	20.00	358.84	17.29	-6.29	NW	20.00	18.40	1.50	18.40
9	390.00	12.00	NW	20.00	388.26	22.79	-8.30	NW	20.00	24.26	1.50	24.26
10	420.00	13.30	NW	20.00	417.52	29.01	-10.56	NW	20.00	30.88	1.50	30.88
11	450.00	15.00	NW	20.00	446.60	35.95	-13.09	NW	20.00	38.26	1.50	38.26
12	480.00	16.30	NW	20.00	475.47	43.61	-15.87	NW	20.00	46.40	1.50	46.40
13	510.00	18.00	NW	20.00	504.12	51.96	-18.91	NW	20.00	55.30	1.50	55.30
14	540.00	19.30	NW	20.00	532.53	61.03	-22.21	NW	20.00	64.94	1.50	64.94
15	550.00	20.00	NW	20.00	541.94	64.20	-23.37	NW	20.00	68.32	1.50	68.32
16	600.00	20.00	NW	20.00	588.92	80.27	-29.22	NW	20.00	85.42	0.00	85.42
17	700.00	20.00	NW	20.00	682.89	112.41	-40.91	NW	20.00	119.62	0.00	119.62
18	800.00	20.00	NW	20.00	776.86	144.55	-52.61	NW	20.00	153.83	0.00	153.83
19	900.00	20.00	NW	20.00	870.83	176.69	-64.31	NW	20.00	188.03	0.00	188.03
20	1000.00	20.00	NW	20.00	964.80	208.83	-76.01	NW	20.00	222.23	0.00	222.23
21	1100.00	20.00	NW	20.00	1058.77	240.97	-87.71	NW	20.00	256.43	0.00	256.43
22	1200.00	20.00	NW	20.00	1152.74	273.11	-99.40	NW	20.00	290.64	0.00	290.64
23	1300.00	20.00	NW	20.00	1246.71	305.25	-111.10	NW	20.00	324.84	0.00	324.84
24	1400.00	20.00	NW	20.00	1340.68	337.39	-122.80	NW	20.00	359.04	0.00	359.04
25	1500.00	20.00	NW	20.00	1434.65	369.53	-134.50	NW	20.00	393.24	0.00	393.24
26	1600.00	20.00	NW	20.00	1528.62	401.67	-146.19	NW	20.00	427.44	0.00	427.44
27	1700.00	20.00	NW	20.00	1622.59	433.80	-157.89	NW	20.00	461.65	0.00	461.65
28	1800.00	20.00	NW	20.00	1716.56	465.94	-169.59	NW	20.00	495.85	0.00	495.85
29	1900.00	20.00	NW	20.00	1810.52	498.08	-181.29	NW	20.00	530.05	0.00	530.05
30	2000.00	20.00	NW	20.00	1904.49	530.22	-192.99	NW	20.00	564.25	0.00	564.25
31	2100.00	20.00	NW	20.00	1998.46	562.36	-204.68	NW	20.00	598.45	0.00	598.45
32	2200.00	20.00	NW	20.00	2092.43	594.50	-216.38	NW	20.00	632.66	0.00	632.66
33	2300.00	20.00	NW	20.00	2186.40	626.64	-228.08	NW	20.00	666.86	0.00	666.86
34	2400.00	20.00	NW	20.00	2280.37	658.78	-239.78	NW	20.00	701.06	0.00	701.06
35	2500.00	20.00	NW	20.00	2374.34	690.92	-251.47	NW	20.00	735.26	0.00	735.26

K. O. P

増角掘進

沿角掘進

ターゲット

沿角掘進

Wellname: CJZK3001 元坑

Projection: N W 20.00

表2-3-5 2002年度CJZK3001方位傾斜計算結果 (元坑)

No	測深 m	傾斜 dd. mm		方位 dd. mm	垂直深度 m	南北偏距 m	東西偏距 m		坑底方位 dd. mm	偏距 m	DLS deg/30m	PHD m
1	0.00	0.00	N W	39.32	0.00	0.00	0.00	S W	90.00	0.00	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N W	39.32	32.73	0.10	-0.08	S W	39.32	0.13	0.41	0.12
3	58.38	0.28	N W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N W	41.03	0.33	0.05	0.31
4	86.60	0.32	N W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N W	45.16	0.58	0.15	0.52
5	115.14	0.34	N W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N W	53.18	0.83	0.28	0.69
6	143.38	0.11	N W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N W	54.03	1.01	0.42	0.84
7	172.03	0.13	N W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N W	51.05	1.09	0.11	0.94
8	186.00	1.19	N W	52.45	185.99	0.84	-0.94	N W	48.08	1.26	4.50	1.11
9	196.68	2.03	S W	76.49	196.67	0.91	-1.24	N W	53.47	1.53	6.51	1.28
10	205.18	2.53	S W	80.01	205.16	0.83	-1.60	N W	62.26	1.80	3.02	1.33
11	215.74	2.33	S W	73.47	215.71	0.72	-2.08	N W	70.56	2.20	1.20	1.39
12	230.75	3.12	N W	85.32	230.70	0.64	-2.83	N W	77.11	2.90	2.88	1.57
13	240.21	3.00	N W	74.59	240.15	0.73	-3.33	N W	77.39	3.41	1.81	1.83
14	249.69	3.59	N W	62.11	249.61	0.94	-3.87	N W	76.20	3.98	4.47	2.21
15	259.25	4.36	N W	64.37	259.14	1.26	-4.51	N W	74.23	4.68	2.04	2.73
16	268.70	5.25	N W	43.43	268.56	1.74	-5.17	N W	71.24	5.46	7.25	3.41
17	287.81	5.46	N W	33.33	287.58	3.19	-6.33	N W	63.15	7.09	1.74	5.17
18	306.80	6.49	N W	30.39	306.45	4.96	-7.44	N W	56.20	8.94	1.76	7.20
19	324.90	7.51	N W	30.52	324.40	6.94	-8.62	N W	51.10	11.07	1.71	9.47
20	344.90	8.37	N W	33.05	344.20	9.37	-10.14	N W	47.15	13.81	1.26	12.27
21	363.81	10.01	N W	33.45	362.86	11.93	-11.82	N W	44.45	16.79	2.23	15.25
22	382.55	10.53	N W	31.29	381.28	14.79	-13.66	N W	42.43	20.13	1.56	18.57
23	401.11	11.40	N W	31.55	399.49	17.88	-15.56	N W	41.03	23.70	1.27	22.12
24	420.24	12.11	N W	30.14	418.20	21.26	-17.60	N W	39.37	27.60	0.99	26.00
25	439.16	13.21	N W	33.00	436.66	24.82	-19.79	N W	38.34	31.75	2.13	30.09
26	461.94	14.28	N W	30.19	458.77	29.48	-22.67	N W	37.33	37.19	1.73	35.46
27	488.70	14.28	N W	30.19	484.68	35.25	-26.04	N W	36.27	43.83	0.00	42.03

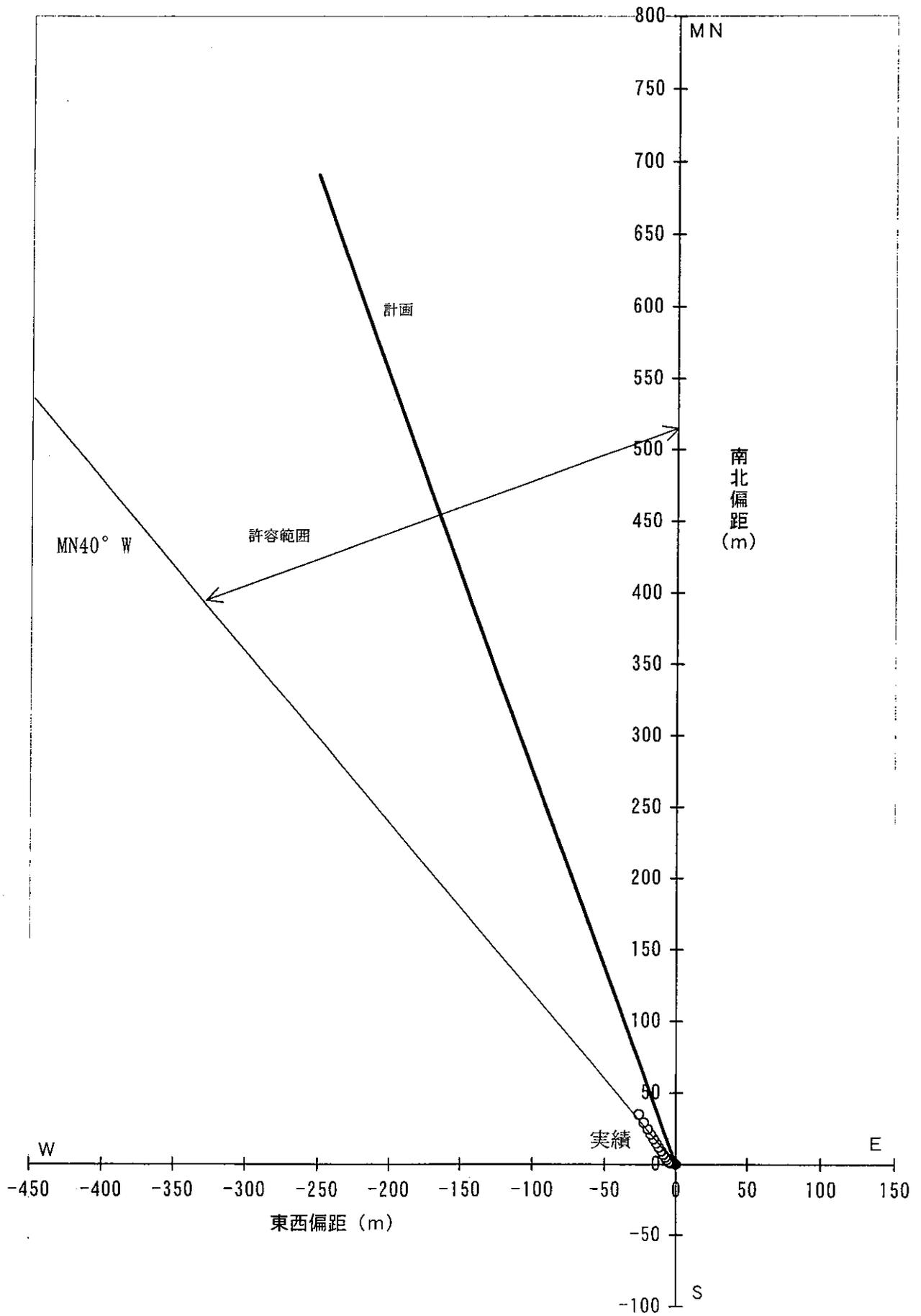


図2-3-4 2002年度CJZK3001坑跡平面図 (元坑)

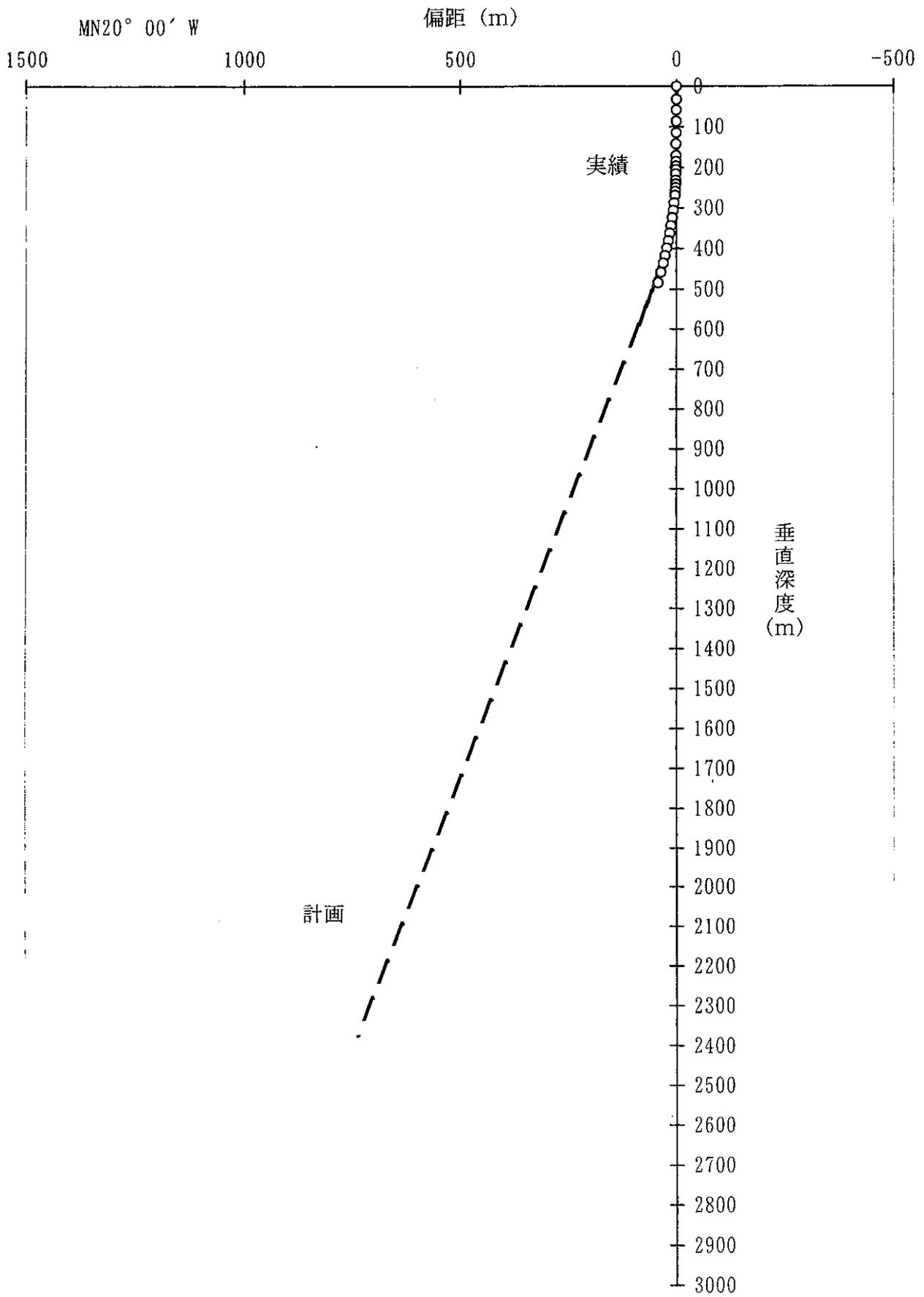


図2-3-5 2002年度CJZK3001坑跡断面図 (元坑)

Wellname: CJZK3001 Sidetrack

Projection: N W 20.00

表2-3-6 2002年度CJZK3001方位傾斜計算結果 (サイドトラック坑)

No	測深 m	傾斜 dd.mm		方位 dd.mm	垂直深度 m	南北偏距 m	東西偏距 m		坑底方位 dd.mm	偏距 m	DLS deg/30m	PHD m
1	0.00	0.00	N W	39.32	0.00	0.00	0.00	S W	90.00	0.00	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N W	39.32	32.73	0.10	-0.08	S W	39.32	0.13	0.41	0.12
3	58.38	0.28	N W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N W	41.03	0.33	0.05	0.31
4	86.60	0.32	N W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N W	45.16	0.58	0.15	0.52
5	115.14	0.34	N W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N W	53.18	0.83	0.28	0.69
6	143.38	0.11	N W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N W	54.03	1.01	0.42	0.84
7	172.03	0.13	N W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N W	51.05	1.09	0.11	0.94
8	186.00	1.19	N W	52.45	185.99	0.84	-0.94	N W	48.08	1.26	4.50	1.11
9	196.68	2.03	S W	76.49	196.67	0.91	-1.24	N W	53.47	1.53	6.51	1.28
10	205.18	2.53	S W	80.01	205.16	0.83	-1.60	N W	62.26	1.80	3.02	1.33
11	215.74	2.33	S W	73.47	215.71	0.72	-2.08	N W	70.56	2.20	1.20	1.39
12	230.75	3.12	N W	85.32	230.70	0.64	-2.83	N W	77.11	2.90	2.88	1.57
13	240.21	3.00	N W	74.59	240.15	0.73	-3.33	N W	77.39	3.41	1.81	1.83
14	249.69	3.59	N W	62.11	249.61	0.94	-3.87	N W	76.20	3.98	4.47	2.21
15	259.25	4.36	N W	64.37	259.14	1.26	-4.51	N W	74.23	4.68	2.04	2.73
16	268.70	5.25	N W	43.43	268.56	1.74	-5.17	N W	71.24	5.46	7.25	3.41
17	287.81	5.46	N W	33.33	287.58	3.19	-6.33	N W	63.15	7.09	1.74	5.17
18	306.80	6.49	N W	30.39	306.45	4.96	-7.44	N W	56.20	8.94	1.76	7.20
19	324.90	7.51	N W	30.52	324.40	6.94	-8.62	N W	51.10	11.07	1.71	9.47
20	339.20	4.56	N W	32.58	338.61	8.29	-9.46	N W	48.46	12.58	6.13	11.03
21	348.97	5.43	N W	26.27	348.34	9.08	-9.91	N W	47.31	13.44	3.22	11.92
22	359.83	7.02	N W	25.25	359.13	10.16	-10.44	N W	45.46	14.57	3.66	13.12
23	379.37	8.46	N W	25.48	378.49	12.59	-11.60	N W	42.40	17.12	2.66	15.79
24	403.20	8.46	N W	25.48	402.04	15.86	-13.18	N W	39.44	20.62	0.00	19.41

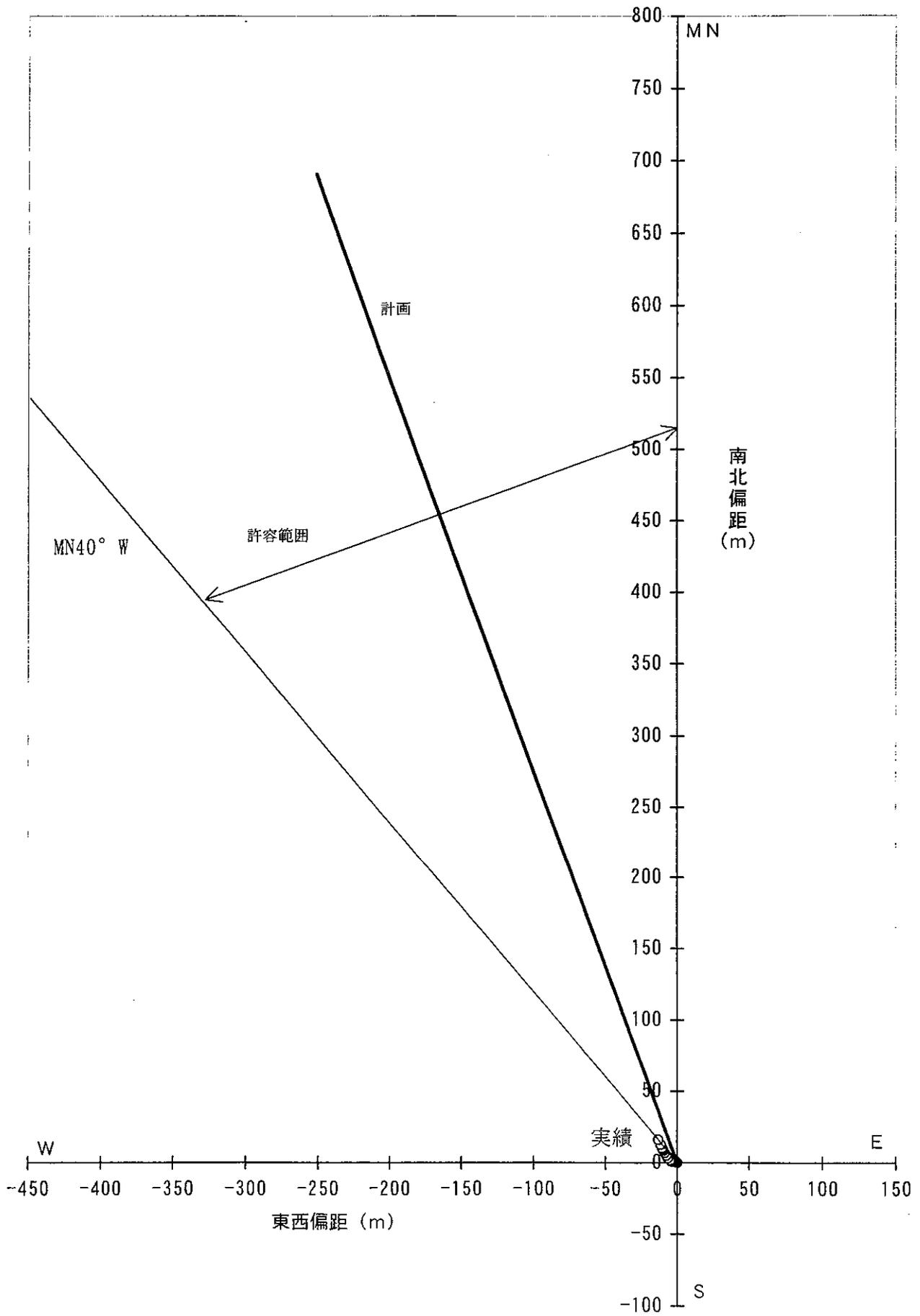


図2-3-6 CJZK3001坑跡平面図 (サイドトラック坑)

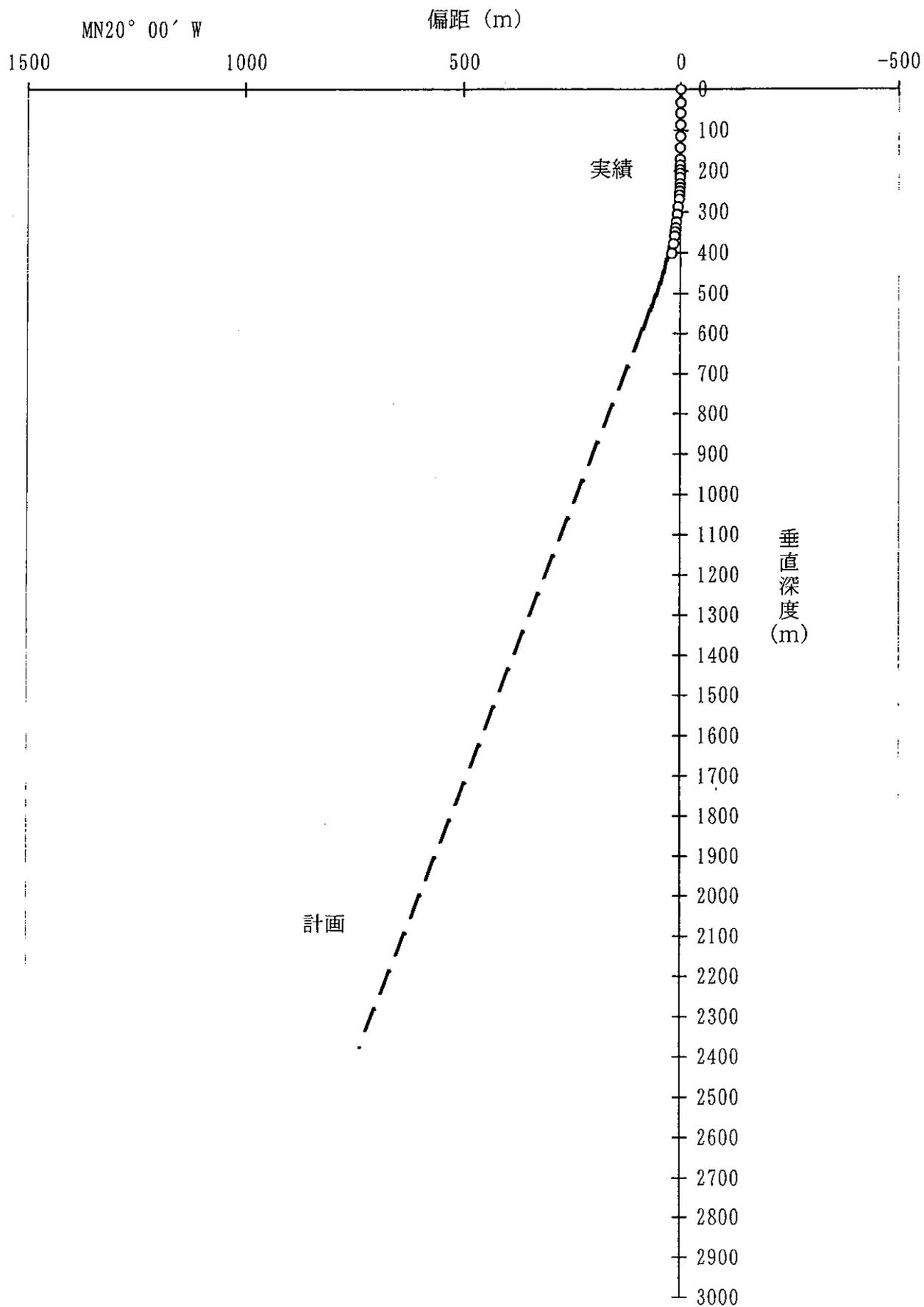


図2-3-7 CJZK3001坑跡断面図 (サイドトラック坑)

中心に更に近づく坑跡である。

(vii) 坑口装置

20” ケーシング上部にベルニップルを取り付け、17-1/2” 掘削用坑口装置とした。また、坑井の保全を図るため、日本側の指導でベルニップルに補給ラインを加工・設置した。

(viii) 遺留・抑留事故及び対策

(1) 17-1/2” 坑での抑留事故

① 浅部地層崩壊による抑留事故

深度 442～488 m の逸泥対策を実施後、セメント浚渫中に抑留事故が発生し掘削編成が動かなくなった。これは浅部の軟弱地層（深度 50～90 m 付近）が崩壊、落下し、崩壊岩片がビットの肩にはまり込んだためと考えられる。抑留事故を解除する採揚作業により 5” 掘管、7” DC 及び 8” DC 等を採揚したが、17-1/2” ビット及びビットサブの採揚は日数を要する困難な作業が想定されたので、これらの採揚を断念した。採揚作業には 13 日を要した。採揚作業を断念し逸泥対策を実施後、抑留事故対策としてサイドトラック作業を行い、深度 333.5 m から新しいサイドトラック坑に分岐し、深度 403.2 m まで掘削した。

2-3-4 2003 年度調査井掘削工事

(i) 作業経過

2003 年度掘削工事のドリリングチャートを図 2-3-8 に、ケーシングプログラムを図 2-3-9 に示す。

(1) 粘土・セメント浚渫（深度 35～403.2 m）

2003 年 7 月 21 日より坑内作業を開始し、前年度坑内に積み上げた粘土及びセメントの浚渫を行った。深度 327 m でセメント浚渫中のカッティングスに地質カッティングス混入が確認されたため、適時状況確認を行い穴替わりに注意しながら、深度 403.2 m までセメント浚渫を継続した。カッティングスの観察及び傾斜方位測定結果等から、既存坑の下側を削りながら垂れ下がり気味にセメントを浚渫していったことによる地質の混入であったと推定され、穴替わりはしなかった。浚渫終了後、本年度の掘削を開始した。

(2) 17-1/2” 坑掘削（深度 403.2～630.02 m）

2003 年 7 月 26 日、深度 403.2 m より 17-1/2” 坑掘削を再開した。深度 443 m 以深では全量逸泥が頻発し、LCM 泥水や逸泥対策セメンチング（セメント玉を多用）で対応したが、セメント浚渫及び掘進に入ると全量逸泥が再発する状態を繰り返していた。そのため、浅部の崩壊層に注意しながら、逸泥掘を継続することとした。深度 527.50 m まで掘削終了後、17-1/2” 掘削編成を揚管したところ、178mmDC と 5” 掘管接続部のピンが切断していた。その際の坑内遺留物は、17-1/2” ビット×17-1/2” スタビライザー×8” NDC×203mmDC②×178mmDC②であり、遺留頭部は深度 481.70 m であった。タップ編成にて計 3 回の採揚操作にて、遺留物を全回収した。その後、同様に逸泥掘進を継続し、深度 578.49 m にて増角編成を揚管し、沿角編成に切り替えて掘進を継続した。深度 630.02 m にて 17-1/2” 坑を掘止とし、8 月 13

坑内作業：2003年7月21日～12月3日、136日間

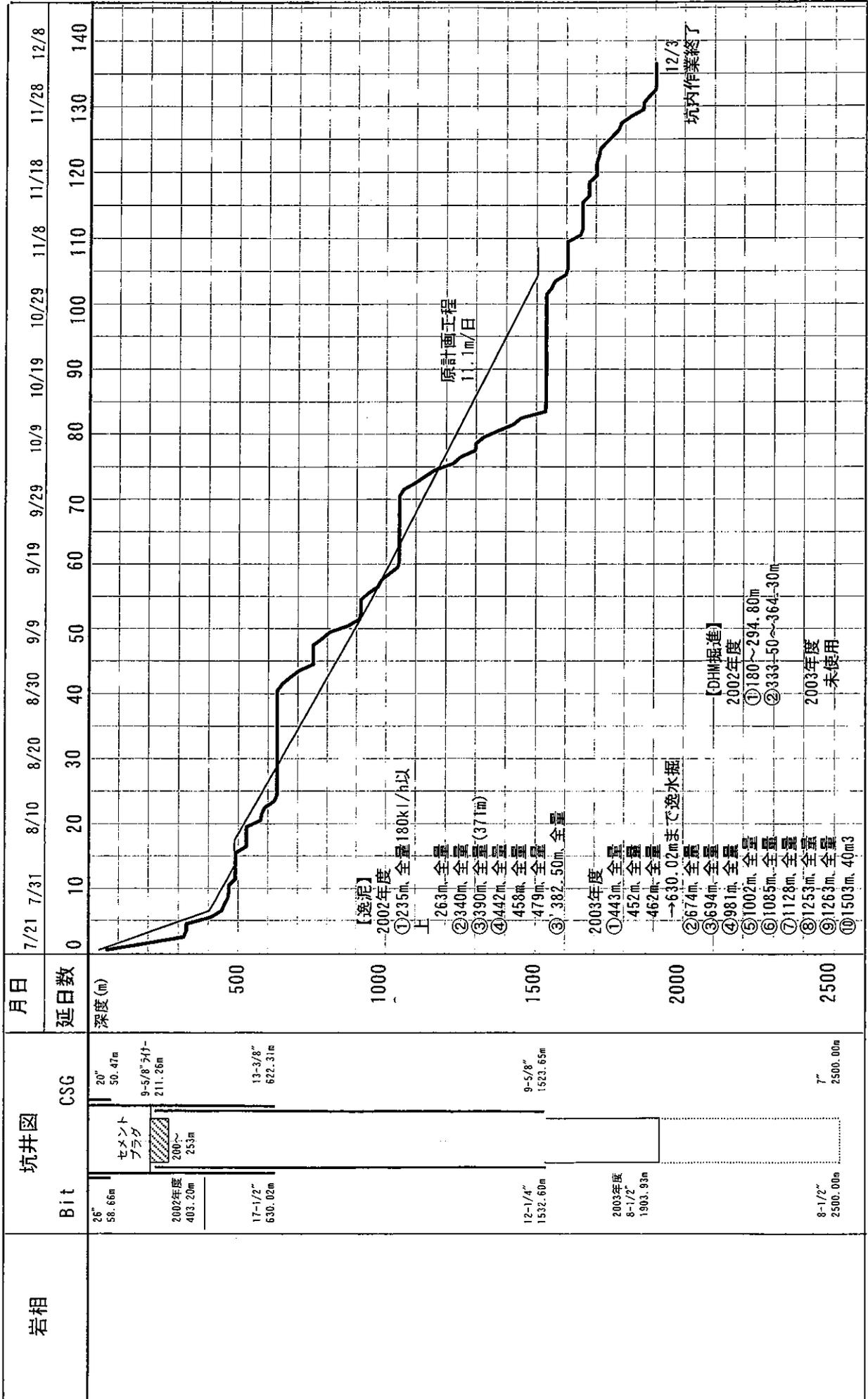


図2-3-8 2003年度CJZK3001ドリリングチャート

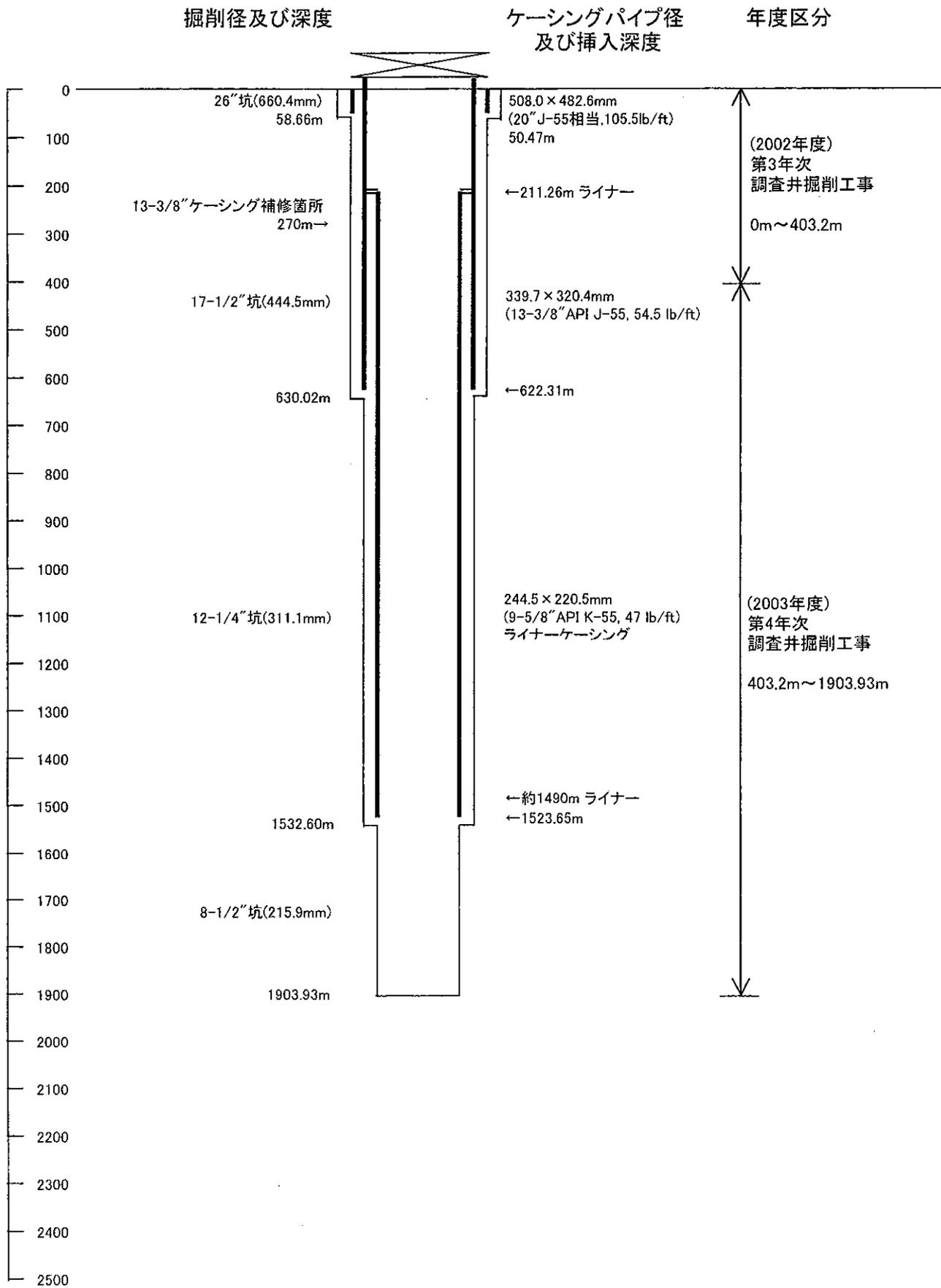


図2-3-9 2003年度CJZK3001ケーシングプログラム

日より 13-3/8” ケーシングを深度 622.31 m まで挿入、セメンチングを実施し、同段の施工を終了した。

(3) 12-1/4” 坑掘削 (深度 630.02~1,532.6 m)

2003 年 8 月 21 日より、13-3/8” ケーシング内のセメント浚渫を開始した。ケーシング内のセメント浚渫終了後、13-3/8” ケーシングシュー尻セメンチング及び間隙処理セメンチングを実施した。ケーシング内の PTS 検層終了後、12-1/4” 坑の掘削を開始した。深度 674 m, 694 m, 994 m, 981 m, 1,002 m にて全量逸泥が発生し、前段と同様に逸泥対策に多くの期間を費やした。深度 1,044 m まで掘削後、深度 270 m 付近のケーシングトラブル (破断によるガメ違い) が確認され、その対策に 10 日間を費やした。対策終了後、掘進を再開したが、深度 1,085 m にて再度全量逸泥となった。逸泥対策を実施しながら掘進したが、深度 1,128 m, 1,253 m, 1,263 m で一時全量逸泥に遭遇した。深度 1,503 m にて逸泥量 40 m<sup>3</sup> の逸泥があったが、深度 1,532.6 m にて 12-1/4” 坑掘削を終了し、10 月 18 日より 9-5/8” ケーシングを深度 1,523.65 m まで挿入、セメンチングを実施し、同段の施工を終了した。

(4) 8-1/2” 坑掘削 (深度 1,532.6~1,903.93 m)

2003 年 10 月 27 日より、9-5/8” ケーシング内のセメント浚渫を開始し、10 月 30 日より 8-1/2” 坑掘進を開始した。深度 1,539 m 付近から 1,605 m 付近まで少量の逸泥があったが、掘削に支障がない範囲であり、掘削を継続する中で自然に閉塞された。遺留事故が 5 回発生し、採揚作業に多くの日数を費やした。また、使用機材 (ロータリーテーブル、ドロークスブレイキ、マッドポンプ、発動機等) の不調、ロータリーホースの破損等、多くのトラブルに見舞われたため、その修理にも多くの時間を費やした。2003 年 11 月 30 日に、深度 1,903.93 m まで掘削した時点で、気候が厳しくなってきたため、同日で本年度の掘削を終了した。掘削終了した段階で逸泥はなかった。掘削終了後、傾斜方位測定用ウィンチを用いて PTS 検層を実施した。ウィンチのスリックラインの強度に懸念があったので、5” 掘管を深度 1,891.48 m まで降管し、PTS 検層器を 5” 掘管内に降下させたが、深度 1,543 m 付近でつかえて降下不能となった。泥水のゲル化が進んだためと考えられる。PTS 検層終了後、ノズル位置約深度 200 m にてブリッジセメンチングを行い、越冬期間の安全対策とし、坑内作業を終了した。

(ii) 現場敷地及び主要機械設備

主要機械設備は 2002 年度掘削工事と同じである。

(iii) ケーシング及びケーシングセメンチング

(1) 13-3/8” ケーシングの設置

① 深度 443 m 以深の大規模逸泥層の閉塞が困難を極めたので、逸泥層を閉塞せず逸泥掘にて 630.02 m まで掘進し、13-3/8” ケーシングを 622.31 m に設置した。

② 13-3/8” ケーシングのケーシングセメンチングを逸泥状況下で行ったので、フルホールセメンチングを実施できなかった。後日、シュー尻 (深度 622.31 m) 補強のセメンチング、及び 13-3/8” ケーシングと 20” ケーシング間隙部分への地表からのセメント充填によって 13-3/8” ケーシングを固定した。セメント硬化後のセメント浚渫では逸泥は発生していない。

(2) 深度 270m での 13-3/8” ケーシング破損

- ① 13-3/8” ケーシング設置後の 12-1/4” 掘削中に 13-3/8” ケーシングの破損が発生し、逸泥が再発した。深度 1,044 m まで掘削後、インプレッションブロックにて、13-3/8” ケーシングが深度 270 m で破断し、芯が約 2 cm ずれていることを確認した。
- ② 対策として、12-1/4” スタビライザーにて破損部分を矯正し、セメンチングを行い、ケーシングを固定した。
- ③ ケーシング破断の原因は、次の様に考えられる。17-1/2” 坑では逸泥状態のまま逸水掘し、13-3/8” ケーシングセメンチングを実施した。そのため、13-3/8” ケーシングと 17-1/2” 坑のアニュラス部にセメントスラリーが充填されていない部分があると想定される。深度 270 m 付近の地層温度は 170～180℃程度であると想定され、12-1/4” 坑掘削の逸泥対策によりケーシングには加熱と冷却が繰り返されている。そのため、セメントが充填されていないケーシング部分には温度変化による引っ張り力と圧縮の応力が繰り返し直接かかり、ケーシングの破断に至ったと想定される。
- ④ 今後の噴気試験時に 13-3/8” ケーシングの深度 270 m 個所が再度破損することを防止するため、9-5/8” ケーシング頭部深度を当初計画深度 483 m から 211.26 m に変更した。

(iii) 9-5/8” ケーシングの設置

- ① 12-1/4” 坑を深度 1,532.6 m まで掘削後、コア採取を行い、9-5/8” ケーシングを深度 211.26～1,523.65 m まで挿入した。
- ② ケーシングセメンチングでは泥水のリターンがあった。
- ③ セメント硬化後、セメント頭部 1,049.03 m からセメント浚渫を行った。浚渫中に深度 1,435 m にて逸泥が発生したが、逸泥防止剤を泥水に混合することで逸泥は止まった。9-5/8” ケーシング頭部（深度 211 m）での逸泥が懸念されたが、逸泥防止剤で簡単に止まったことから小規模なものだと判断された。

(iv) 逸泥状況と対策

(1) 17-1/2” 坑掘削時の逸泥状況と対策

- ① 17-1/2” 坑掘削では深度 443 m, 452 m, 462 m にて大規模な逸泥に遭遇した。これら逸泥層の対策に逸泥防止剤 28.9 t, セメント 33 t 等を使用したが発完全には閉塞できなかった。
- ② 深度 443 m 以深の大規模逸泥層の閉塞が困難を極めたので、逸泥層を閉塞せず逸泥掘にて深度 630.02 m まで掘進し、13-3/8” ケーシングを設置した。
- ③ 13-3/8” ケーシングのケーシングセメンチングを逸泥状況下で行ったので、フルホールセメンチングを実施できなかった。シュー尻の補強とトップジョブにてケーシングを固定した。

(2) 12-1/4” 坑掘削時の逸泥状況と対策

① 逸泥対策材料の追加調達

深度 630.02～1532.6 m までの 12-1/4” 坑掘削では、17-1/2” 坑掘削と同様な大規模逸泥の多発が想定されたが、発生する逸泥をすべて閉塞することで、地

熱蒸気の通路である 9-5/8” ケーシングをフルホールセメンチングで仕上げる必要があった。

日本での最新の逸泥対策技術に加え、日本製と同等の中国製逸泥対策材料を使用することで大規模逸泥層を閉塞することとし、勝利油田において開発された逸泥対策材料を調達し使用することとした。

## ② 新規逸泥対策材料

中国山東省の勝利油田にある、東営市維科特石油科技有限責任公司において開発された逸泥対策材料である。複合型加固剤、複合型填充剤を主体にして、逸泥状況により、通常の複合型堵漏剤（逸泥防止剤）及びセメントを混合し、更にこれらの材料が泥水中に均一に分散するよう調整剤を添加し泥水を調整するものである。複合型加固剤にはセメント成分が含まれており、逸泥防止剤による亀裂の閉塞をより強固にできることに特徴がある。

## ③ 逸泥対策状況

12-1/4” 坑掘削では、深度 674 m, 694 m, 981 m, 1,002 m, 1,085 m, 1,128 m, 1,253 m, 1,263 m, 1,503 m にて全量逸泥が発生し、大規模逸泥が多発した。

新規に調達した逸泥対策材料を使用することで大規模な全量逸泥層の閉塞に効果が上がったため、この新規逸泥対策材料を重点的に継続して使用し大規模逸泥層の閉塞に成功した。その結果、深度 1,532.6 m までほぼ予定工期通りに掘削工事を進めることができた。

通常の逸泥対策材料である逸泥防止剤、セメント等に加え、複合型加固剤、複合型填充剤等の新規逸泥対策材料を合計 77.08 t 使用した。12-1/4” 坑で使用した逸泥対策材料を表 2-3-7 に示す。

### (v) ビット記録

8-1/2” 坑掘削のビット記録を表 2-3-8 に示す。インサートタイプのトリコンビットを主に使用したが、掘削深度が深くなるに伴い地層温度が上昇したため、ビット寿命が短くなる傾向があった。トリコンビットのコーン脱落事故が 2 回発生したので、深度 1,680 m 以深では 20 m 程度の掘進長を目安に、掘進状況を確認しながら、ビット寿命を判断した。深度 1,680 m 以深でのビット寿命の実績は、19~42 m/丁であった。また、回転部分のない一体型の PDC ビット×1 丁を使用した。これはチベット電力工業局から無償提供されたものである。PDC ビットは回転部分が無いため高温に強いので、ビット寿命を延ばす事でビット交換作業を減少させ、工事工程を短縮する目的として使用した。しかし、PDC ビットではほとんど掘進できず、0.9 m 区間を掘進しただけで中止した。チップが細かいタイプであったため、地層に適合しなかったと考えられる。また、準備した掘削リグでは PDC ビットに高速回転を与えることができなかったため、PDC ビットの性能が発揮できなかったためと考えられる。

### (vi) 傾斜掘記録

本年度の掘削終了時点での深度は 1903.93 m であり、ターゲット掘削深度 2,000 m には未達であった。17-1/2” 坑においては、逸泥が多発し逸泥対策を優先せざるをえず、計画通りの増角率を維持することは困難であったため、傾斜角は計画より不足していた。しかし、12-1/4” 坑区間での増角掘進が成功し、ほぼ計画坑跡まで回復させ

表2-3-7 2003年度 12-1/4"坑逸泥对策材料使用量

材料名	記号	使用量 (kg)	単価 (元/kg)	金額 (人民币元)
1 抗高温提粘剂	SD-LHV	6,975	31.30	218,318
2 高温流型調節剂	SD-R	1,930	23.002	44,394
3 高温密度調節剂	VT-D	4,310	30.20	130,162
4 抗高温降濾失剂	SD-LFST	5,480	32.30	177,004
5 抗高温降粘剂	VT-HX	1,200	30.80	36,960
6 複合型提粘剂	VT-I	6,550	18.50	121,175
7 複合型降濾失剂	VT-II	6,355	17.30	109,942
8 複合型填充剂	VF-I	17,105	11.46	196,023
9 複合型加固剂	VF-II	20,975	10.32	216,462
10 多功能流型調節剂	SF-II	5,200	20.037	104,192
11 可変型高効連接剂	VTL-I	1,000	4.96	4,960
小計		77,080		
12 複合型堵漏剂	I型、II型	61,650	10.00	616,500
13 ベントナイト		148,110	1.60	236,976
14 セメント		40,500	1.80	72,900
15 Polyacrylamide		2,880	9.50	27,360
16 ソーダ灰	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5,280	3.85	20,328
17 消石灰	Ca(OH) <sub>2</sub>	600	3.45	2,070
18 石灰	CaO	18,000	1.10	19,800
合計				2,355,526

表2-3-8 2003年度CJZK3001ビット記録 (8-1/2"坑)

No.	ビット径	深 度 (m)	掘進長 (m)	ビット荷重 (t)	ビット種類	備 考
		自	至			
		<8-1/2"坑>				
1	8-1/2"	1,049.03	~	1,464.34	インサート	セメント浚渫
2	8-1/2"	1,464.34	~	1,552.60	インサート	セメント浚渫
"	8-1/2"	1,552.60	~	1,555.40	インサート	
3	8-1/2"	1,555.40	~	1,605.06	インサート	サブのピン部が折損・脱落し掘削中断
4	8-1/2"	1,605.06	~	1,655.70	インサート	ビットコーン3個脱落
5	8-1/2"	1,650.00	~	1,654.80	ソリッド	矯正浚渫中にビット・ピン部ネジが摩耗し脱落
6	8-1/2"	1,655.70	~	1,677.50	インサート	5"掘管破断、ビットコーン3個脱落
7	8-1/2"	1,677.50	~	1,678.40	PDC	子ペット電力工業局が無償提供、掘進率低い
8	8-1/2"	1,678.40	~	1,702.99	インサート	
9	8-1/2"	1,702.99	~	1,710.00	インサート	
10	8-1/2"	1,710.00	~	1,729.00	インサート	抑留され掘削中断 (差圧抑留)
11	8-1/2"	1,729.00	~	1,756.80	インサート	
12	8-1/2"	1,756.80	~	1,779.00	インサート	
13	8-1/2"	1,779.00	~	1,820.00	インサート	
14	8-1/2"	1,820.00	~	1,862.49	インサート	
15	8-1/2"	1,862.49	~	1,884.93	インサート	
16	8-1/2"	1,884.93	~	1,903.93	インサート	

ている。また、沿角掘進区間においても約 20° の傾斜角維持ができており、本年度掘削終了時点の坑跡断面は、ほぼ計画通りに推移したといえる。また、方位については、17-1/2” 坑ではWの方位に振れていた。しかし、12-1/4” 及び 8-1/2” 坑掘削の際にアップ廻りで坑跡が振れており、掘削終了時点の坑跡平面もほぼ計画通りで掘削を終了している。総合すると本年度掘削分については、許容範囲に十分に収まる坑跡を維持できたといえる。本年度掘削終了時点での方位傾斜計算結果を表 2-3-9 に坑跡平面・断面図をそれぞれ図 2-3-10, 図 2-3-11 に示す。坑底(深度 1903.93 m)での方位傾斜及び 8-1/2” 坑での掘削状況から判断すると、来年度掘削再開時より微増角もしくは沿角編成にて掘削を行えば、ほぼターゲットの中心をとらえることが可能と考えられた。

#### (vii) コア採取

計画コア採取深度 1,200 m 近傍に達し、深度 1,222~1,222.8 m 間でコア掘を行い、約 0.2 m 長のコアを採取した。また、12-1/4” 坑掘止め時の亀裂発達状況を確認するため、深度 1,700 m でのコア採取予定の代替として、深度 1,532.6~1,533.3 m 区間でコア掘を行い、約 0.2 m 長のコアを採取した。

#### (viii) 坑口装置

図 2-3-12 に 13-3/8” ケーシング設置後の掘削用坑口装置を示す。チベット地熱地質大隊は、地熱流体の暴噴を防ぐラムタイプ暴噴防止装置(BOP)を所有していたが、操作方法が分からず、今まで使用したことが無いとのことであった。BOPを駆動する高圧流体を供給するアキュムレーターを準備させ、チベットでは初めてBOPを使用した。地熱流体の暴噴事故は発生しなかったが、作業の安全と坑井の保全に効果があった。

#### (ix) 遺留事故及び対策

##### (1) 17-1/2” 坑での遺留事故

###### ① 5” 掘管のネジ部折損

深度 527.5 m まで掘削終了後、17-1/2” 掘削編成を揚管したところ、178 mmDC と 5” 掘管接続部のピンが切断していた。その際の坑内遺留物は、17-1/2” ピット×17-1/2” スタビライザー×8” NDC×203 mmDC②×178 mmDC②であり、遺留頭部は深度 481.70 m であった。テーパタップ編成にて計 3 回の採揚操作を行い、遺留物を全回収した。

##### (2) 12-1/4” 坑での遺留事故

12-1/4” 坑では、次に記載した遺留・抑留事故以外にも、金属片の坑内落下、傾斜方位測定用ウィンチのスリックライン破断、傾斜方位測定中の差圧抑留が発生したが、短時間で回復できたので詳細は省略する。

###### ① 12-1/4” スタビライザー編成の抑留

深度 1,044 m まで掘進後、深度 270 m 付近の 13-3/8” ケーシングの破損(破断によるガメ違い)が確認された。この対策として、12-1/4” スタビライザー編成にて 13-3/8” ケーシングを芯出し後、ケーシングを固定するためセメンチングを行ったが、12-1/4” スタビライザー編成が 13-3/8” ケーシング破損部(深度 270 m)に引っ掛かり、揚管できなくなった。盲戻しにて 5” 掘管 220 m 分

表2-3-9 2003年度CJZK3001方位傾斜計算結果

No	掘進長	傾斜	方位		垂直深度	南北偏距	東西偏距	坑底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm	dd.mm	dd.mm	m	m	m	dd.mm	m	dg/30m			
1	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N	W	39.32	32.73	0.10	-0.08	N	W	39.32	0.13	0.41
3	58.38	0.28	N	W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N	W	41.03	0.33	0.05
4	86.60	0.32	N	W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N	W	45.16	0.58	0.15
5	115.14	0.34	N	W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N	W	53.18	0.83	0.28
6	143.38	0.11	N	W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N	W	54.03	1.01	0.42
7	172.03	0.13	N	W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N	W	51.05	1.09	0.11
8	217.53	2.58	S	W	72.13	217.50	1.28	-1.79	N	W	54.24	2.20	6.63
9	246.11	3.39	N	W	74.08	246.04	1.25	-3.41	N	W	69.51	3.63	2.58
10	274.68	4.28	N	W	58.29	274.53	2.06	-5.26	N	W	68.35	5.65	1.65
11	303.36	6.42	N	W	34.02	303.08	3.98	-7.26	N	W	61.17	8.28	4.27
12	332.02	5.29	N	W	32.22	331.57	6.52	-8.92	N	W	53.50	11.05	1.28
13	360.66	7.25	N	W	30.29	360.03	9.27	-10.60	N	W	48.51	14.08	2.05
14	389.31	9.19	N	W	28.22	388.37	12.90	-12.65	N	W	44.27	18.06	2.03
15	417.89	11.29	N	W	29.22	416.48	17.41	-15.14	N	W	41.00	23.08	2.29
16	446.52	13.40	N	W	30.43	444.43	22.81	-18.26	N	W	38.41	29.22	2.32
17	475.14	13.50	N	W	29.34	472.23	28.69	-21.68	N	W	37.04	35.96	0.34
18	503.78	15.40	N	W	26.35	499.92	35.13	-25.11	N	W	35.33	43.18	2.12
19	532.34	17.41	N	W	29.26	527.28	42.36	-28.95	N	W	34.21	51.31	2.33
20	560.91	17.51	N	W	27.09	554.49	50.04	-33.09	N	W	33.28	59.99	0.76
21	570.49	18.21	N	W	27.21	563.59	52.68	-34.45	N	W	33.11	62.94	1.58
22	638.33	20.18	N	W	24.54	627.61	72.84	-44.33	N	W	31.20	85.27	0.95
23	666.88	21.04	N	W	24.15	654.32	82.01	-48.53	N	W	30.37	95.29	0.84
24	695.45	21.58	N	W	23.16	680.89	91.60	-52.75	N	W	29.56	105.70	1.02
25	724.08	22.34	N	W	23.40	707.39	101.55	-57.07	N	W	29.20	116.48	0.65
26	752.85	22.29	N	W	23.41	733.96	111.64	-61.49	N	W	28.51	127.46	0.09
27	781.27	23.08	N	W	23.19	760.16	121.74	-65.89	N	W	28.25	138.43	0.70
28	809.81	22.32	N	W	21.41	786.47	131.98	-70.12	N	W	27.99	149.45	0.91
29	838.38	21.25	N	W	20.54	812.96	141.94	-74.01	N	W	27.32	160.07	1.21
30	866.93	19.49	N	W	21.02	839.68	151.32	-77.60	N	W	27.09	170.06	1.68
31	895.56	19.55	N	W	22.02	866.61	160.37	-81.17	N	W	26.51	179.75	0.37
32	924.19	20.21	N	W	21.55	893.49	169.51	-84.86	N	W	26.36	189.57	0.46
33	952.73	20.22	N	W	22.35	920.24	178.70	-88.62	N	W	26.23	199.47	0.24
34	981.34	20.52	N	W	22.41	947.02	188.00	-92.50	N	W	26.12	209.52	0.53
35	1009.87	21.10	N	W	22.26	973.65	197.45	-96.42	N	W	26.02	219.74	0.33
36	1038.52	21.44	N	W	22.34	1000.32	207.13	-100.43	N	W	25.52	230.19	0.60
37	1067.09	21.38	N	W	23.41	1026.87	216.84	-104.58	N	W	25.45	240.74	0.44
38	1095.61	20.29	N	W	24.11	1053.48	226.20	-108.74	N	W	25.40	250.98	1.22
39	1124.18	19.19	N	W	23.59	1080.35	235.08	-112.70	N	W	25.37	260.70	1.23
40	1152.81	19.35	N	W	24.18	1107.34	243.78	-116.60	N	W	25.34	270.23	0.30
41	1181.38	19.13	N	W	22.24	1134.29	252.49	-120.36	N	W	25.29	279.71	0.76
42	1209.91	19.25	N	W	23.41	1161.21	261.18	-124.06	N	W	25.24	289.14	0.50
43	1238.52	19.39	N	W	23.07	1188.18	269.96	-127.86	N	W	25.21	298.70	0.32
44	1267.09	17.59	N	W	21.25	1215.22	278.48	-131.35	N	W	25.15	307.91	1.83
45	1295.62	17.02	N	W	19.56	1242.43	286.51	-134.38	N	W	25.08	316.46	1.09
46	1324.25	16.20	N	W	17.28	1269.85	294.30	-137.01	N	W	24.58	324.63	1.02
47	1352.82	16.35	N	W	16.26	1297.25	302.04	-139.37	N	W	24.46	332.65	0.41
48	1371.45	17.32	N	W	15.57	1315.06	307.29	-140.90	N	W	24.38	338.05	1.55
49	1400.03	18.50	N	W	15.58	1342.21	315.86	-143.35	N	W	24.25	346.87	1.36
50	1428.59	19.37	N	W	15.43	1369.18	324.91	-145.92	N	W	24.11	356.17	0.83
51	1459.22	19.46	N	W	15.38	1398.02	334.85	-148.71	N	W	23.57	366.38	0.15
52	1487.75	19.34	N	W	16.00	1424.88	344.09	-151.32	N	W	23.44	375.89	0.25

Wellname:CJZK3001 (Sidetrack)  
 Projection:N W 20.00

表2-3-9 2003年度CJZK3001方位傾斜計算結果

No	掘進長	傾斜	方位		垂直深度	南北偏距	東西偏距	坑底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm	dd.mm	dd.mm	m	m	m	dd.mm	m	dg/30m			
53	1497.28	19.46	N	W	16.43	1433.86	347.16	-152.23	N	W	23.41	379.07	0.99
54	1515.26	19.32	N	W	16.40	1450.79	352.95	-153.96	N	W	23.34	385.07	0.39
55	1543.89	19.46	N	W	16.29	1477.75	362.18	-156.71	N	W	23.24	394.63	0.25
56	1572.48	19.05	N	W	19.03	1504.72	371.24	-159.61	N	W	23.16	404.09	1.12
57	1601.02	18.34	N	W	19.50	1531.73	379.92	-162.67	N	W	23.11	413.28	0.60
58	1629.64	15.52	N	W	15.47	1559.07	387.98	-165.26	N	W	23.04	421.71	3.03
59	1658.21	16.36	N	W	16.39	1586.50	395.65	-167.50	N	W	22.57	429.65	0.81
60	1686.74	17.59	N	W	12.19	1613.74	403.86	-169.62	N	W	22.47	438.03	2.06
61	1715.35	18.23	N	W	12.22	1640.92	412.58	-171.52	N	W	22.34	446.82	0.42
62	1743.92	18.56	N	W	12.59	1667.99	421.50	-173.53	N	W	22.23	455.82	0.62
63	1772.54	19.02	N	W	14.26	1695.05	430.54	-175.74	N	W	22.12	465.03	0.51
64	1801.12	20.14	N	W	13.23	1721.97	439.86	-178.04	N	W	22.02	474.53	1.32
65	1829.75	20.31	N	W	14.45	1748.81	449.53	-180.47	N	W	21.52	484.41	0.59
66	1858.32	20.46	N	W	14.22	1775.54	459.28	-183.00	N	W	21.43	494.40	0.30
67	1866.31	20.45	N	W	12.44	1783.01	462.03	-183.66	N	W	21.41	497.20	2.17
68	1894.93	20.56	N	W	14.20	1809.76	471.93	-186.04	N	W	21.31	507.28	0.63
69	1903.93	20.49	N	W	13.38	1818.17	475.05	-186.82	N	W	21.28	510.46	0.91

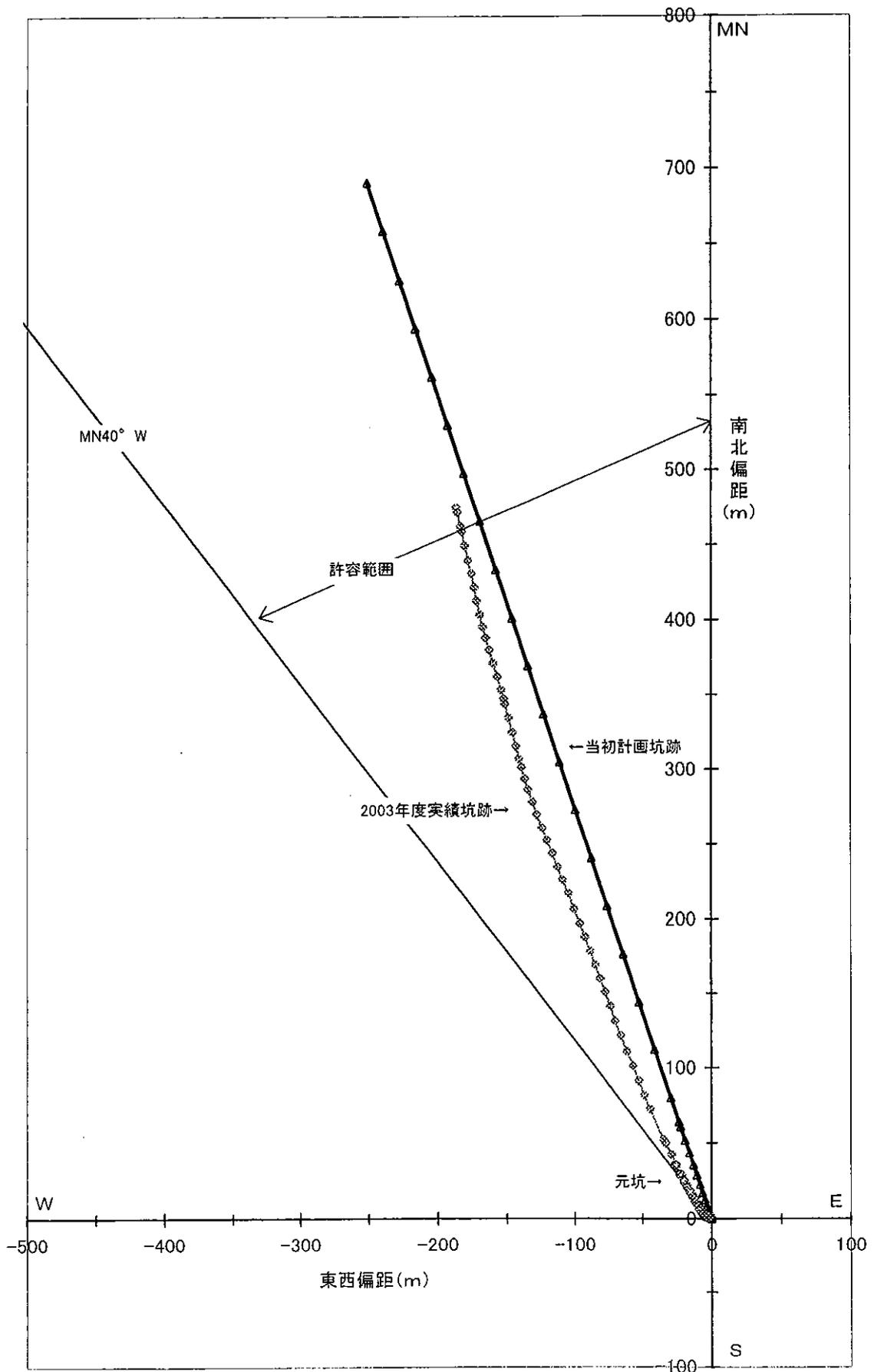


図2-3-10 2003年度CJZK3001坑跡平面図

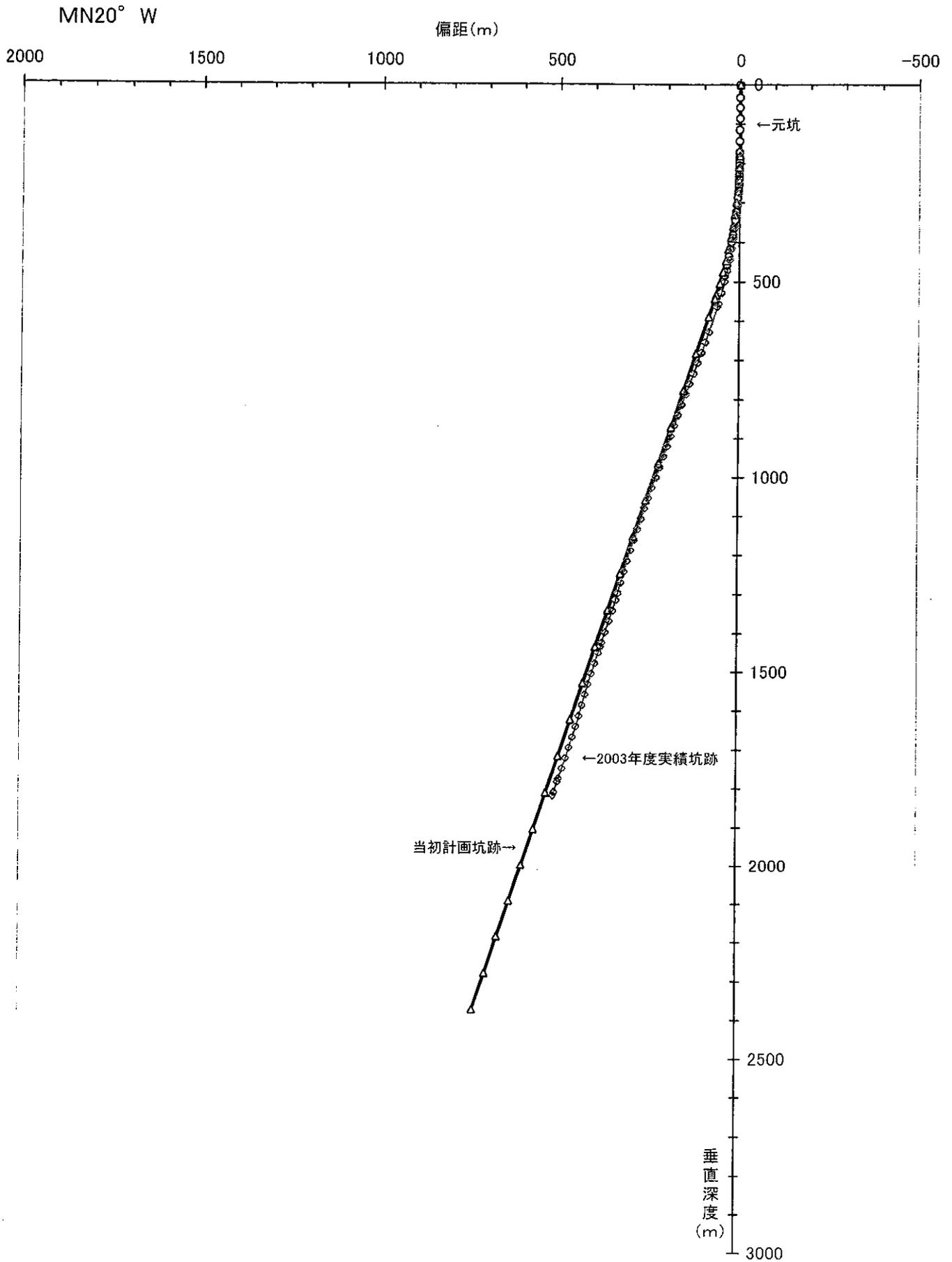
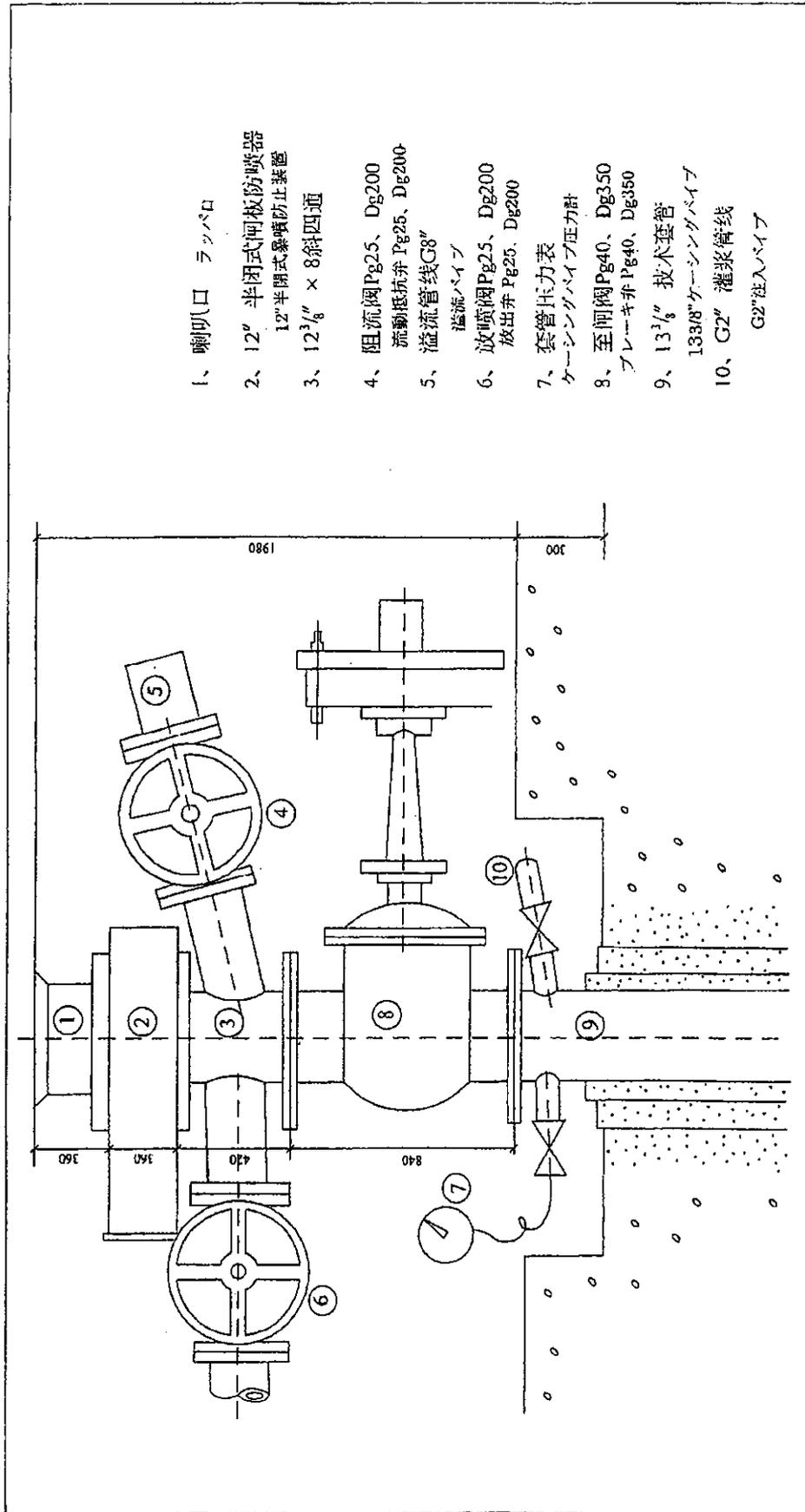


図2-3-11 2003年度CJZK3001坑跡断面図



- 1、喇叭口 ラッパロ
- 2、12" 半閉式開板防噴器  
12" 半閉式暴噴防止装置
- 3、12<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" × 8斜四通
- 4、阻流閥Pg25、Dg200  
流動抵抗弁 Pg25、Dg200
- 5、溢流管線G8"  
溢流パイプ
- 6、放噴閥Pg25、Dg200  
放出弁 Pg25、Dg200
- 7、套管压力表  
ケーシングパイプ圧力計
- 8、至開閥Pg40、Dg350  
ブレーキ弁 Pg40、Dg350
- 9、1.3<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" 技術套管  
133/8"ケーシングパイプ
- 10、G2" 灌漿管線  
G2" 注入パイプ

図2-3-12 掘削用坑口装置

を回収したが、12-1/4”スタビライザー×178 mmDC×5”掘管5本を遺留した。テーパタップ（左ネジ）にて5”掘管4本を回収後、テーパタップにて遺留物を深度270 m以深に押し下げ、フラットミル及びテーパミルにて13-3/8”ケーシング破損部を矯正ミリングした。引き続き、9-5/8”ケーシング11.13 m長のガイドを付けた呼継ツールにて採揚操作を行い、遺留物をすべて回収した。

## ② 差圧抑留

深度1,532.6 mにて12-1/4”坑を停掘し、深度1,533.3 mまでコア掘を行った後、8-1/2”ビットにて埋没対策の捨て穴を掘削する目的で8-1/2”ビット編成を降管した。深度1,470 mまで矯正浚渫した時点で、ディーゼルエンジン修理を行い、この間泥水ポンプの運転を停止した。矯正浚渫を再開しようとしたが、8-1/2”ビット編成はビット位置深度1,460 mで抑留された。泥水循環を実施後、清水循環を行いながらジャールスの打ち下げを繰り返し、抑留を解除した。軽油を調達しオイルスポットの準備をしたが、オイルスポットは実施しなかった。また、8-1/2”坑捨て穴掘削は、抑留発生の懸念があるので取り止めた。トラブルの原因は、泥水ポンプ停止に伴う178 mmDC部分の差圧抑留と考えられる。

## (3) 8-1/2”坑での遺留事故

### ① クロスオーバーサブのピン部折損

深度1,605.06 m掘進中に178 mmDC上のクロスオーバーサブのピン部が折損し、40.46 m分を遺留した。テーパタップ×ジャールスで遺留頭部1,564.6 mに接続したが、強引（160 t）するとテーパタップが外れ、遺留物は抑留状態であると考えられた。フラットミルにて遺留頭部を約0.26 m切削し、178 mmドリルカラーの肉厚が薄いネジ部を除去した。テーパタップ×ジャールスで遺留頭部1,564.6 mに接続すると、遺留物が下へ進行し抑留が解除され、採揚できた。

### ② ビットコーン脱落

深度1,655.7 m掘進中に、8-1/2”トリコンビットのコーン3個が脱落し遺留した。現場製作バスケットにてビットコーン2個を採揚し、マグネットにて1個を採揚した。フラットミルを使用してビットコーン破片をミリングした。

### ③ ビットのネジ摩耗

深度1,655.7 mでのビットコーン脱落事故を回復し、回転部分がなく一体型の8-1/2”ソリッドビットを降管し深度1,650～1,654.8 m区間を矯正浚渫中に、ビットのピン部ネジが摩耗しビットが脱落・遺留した。テーパタップにて遺留頭部1,654.12 mでビットに接続させ、ビットを採揚した。ソリッドビットとビットサブのネジ種が適合していなかったため、ネジが急速に摩耗したと考えられる。

### ④ 5”掘管の破断

深度1,676.2 m掘進中に、深度930.75 m個所で5”掘管が破断した。テーパタップにて遺留物と接続し採揚した。

### ⑤ ビットコーン脱落

深度1,676.2 mでの5”掘管の破断事故を回復し、破断した5”掘管を入れ替え後に、同一ビットで掘進を続行したが、深度1,677.5 m掘進中に8-1/2”トリ

コンビットのコーン3個が脱落し遺留した。マグネットによる採揚作業を3回実施し、ビットコーン3個を採揚した。

## 2-3-5 2004年度調査井掘削工事

### (i) 8-1/2" 坑掘削 (深度 1,903.93~2,254.5 m)

2004年度掘削工事のドリリングチャートを図2-3-13に、8-1/2" 坑掘削のケーシングプログラムを図2-3-14に示す。

#### (1) 作業経過

##### ① セメント浚渫

前年度に実施したセメントブリッジを、深度 171.92 m から 191.26 m まで浚渫し、引き続いて浚渫編成を 1,902.81 m まで降管した。途中、深度 1,045 m, 1,359 m, 1,556 m, 1,682 m, 1,824 m, 1,852 m, 1,870 m にて坑内泥水循環を実施し、ゲル化した泥水の入れ替えおよび坑内冷却を行った。

##### ② 掘削開始前のカスター温度検層

深度 1,500 m 以深の地層温度を測定する目的で、坑内泥水循環を実施後、スタンディングタイムを 24 時間取り、チベット地熱地質大隊が所有するカスター検層器にて温度検層を試みた。カスター検層器が深度 220 m にてつかえて降下不能となったため、温度データを取得できなかった。チベット地熱地質大隊はカスター検層器用のセントライザー及びシンカーバーを所有していないので、温度ゾンデのみを降下したため、9-5/8" ケーシング頭部を通過できなかったと考えられる。

##### ③ 8-1/2" 坑掘削

深度 1,903.93 m から 8-1/2" トリコンビットにて掘削を開始した。深度 1,989 m 及び 2,025.76 m にてコア掘を行ったがコアを採取できなかった。深度 2,037.75 m 掘進中に 5" 掘管の管体部が破断した。遺留頭部 1,422.49 m にてテーパタップで遺留物 (615.26 m 分) と接続し、採揚に成功した。深度 2,063.80 m から、ビットライフを長くする目的で中国製 PDC ビットを使用した。掘進長 6.70 m で掘進率が低下し不十分な結果であった。深度 2,118.96 m 掘進中に、5" 掘管下のクロスオーバーサブのボックス部ネジが摩耗し脱落した。遺留頭部 2,104.57 m にてテーパタップで遺留物 (14.39 m 長) と接続し採揚した。

深度 2,155.47 m 掘進後の揚降管時に掘削編成が 9-5/8" ケーシング頭部 211 m 付近でつかえる状況が見られた。特に、揚管時に 8-1/2" スタピライザーが引っ掛かり強引して、9-5/8" ケーシング頭部を通過させる状況であった。深度 2,186.8 m 掘進中に、8-1/2" トリコンビットのコーン3個が脱落し遺留した。マグネットにてコーン3個の主体部分を採揚後、フラットミルにてビットコーン破片を破碎した。また、ビットコーン採揚作業でマグネット編成の降管時に、9-5/8" ケーシング頭部 211 m 付近でつかえて降管不能となったので、9-5/8" ケーシング頭部をミリング整形した。

深度 2,247.85 m にてコア掘を行い、約 0.25 m のコア (黒雲母花崗岩) を採取した。採取したコアは、かなり新鮮で割れ目の少ない岩相であることが確認さ

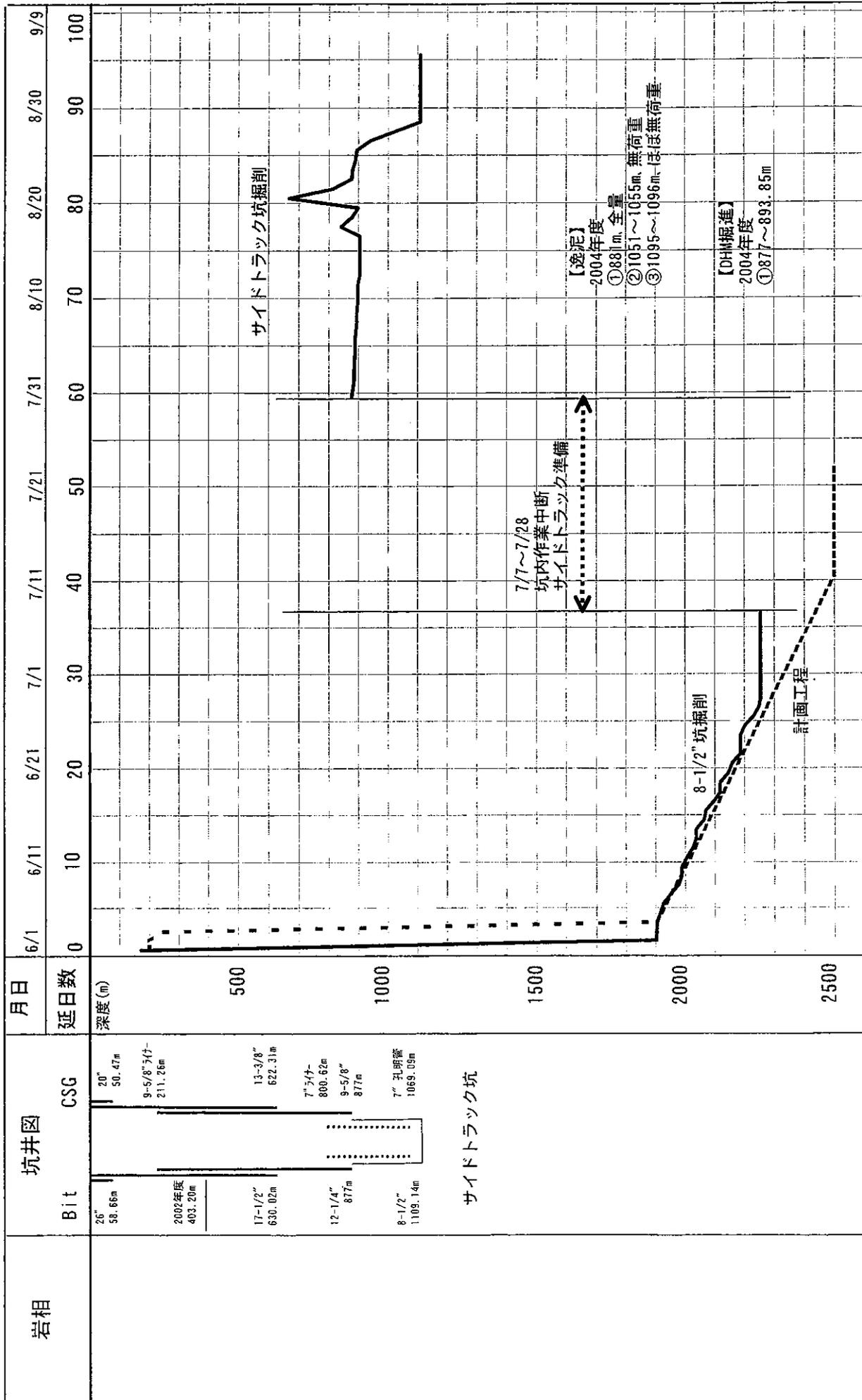


図2-3-13 2004年度CJZK3001ドリリングチャート

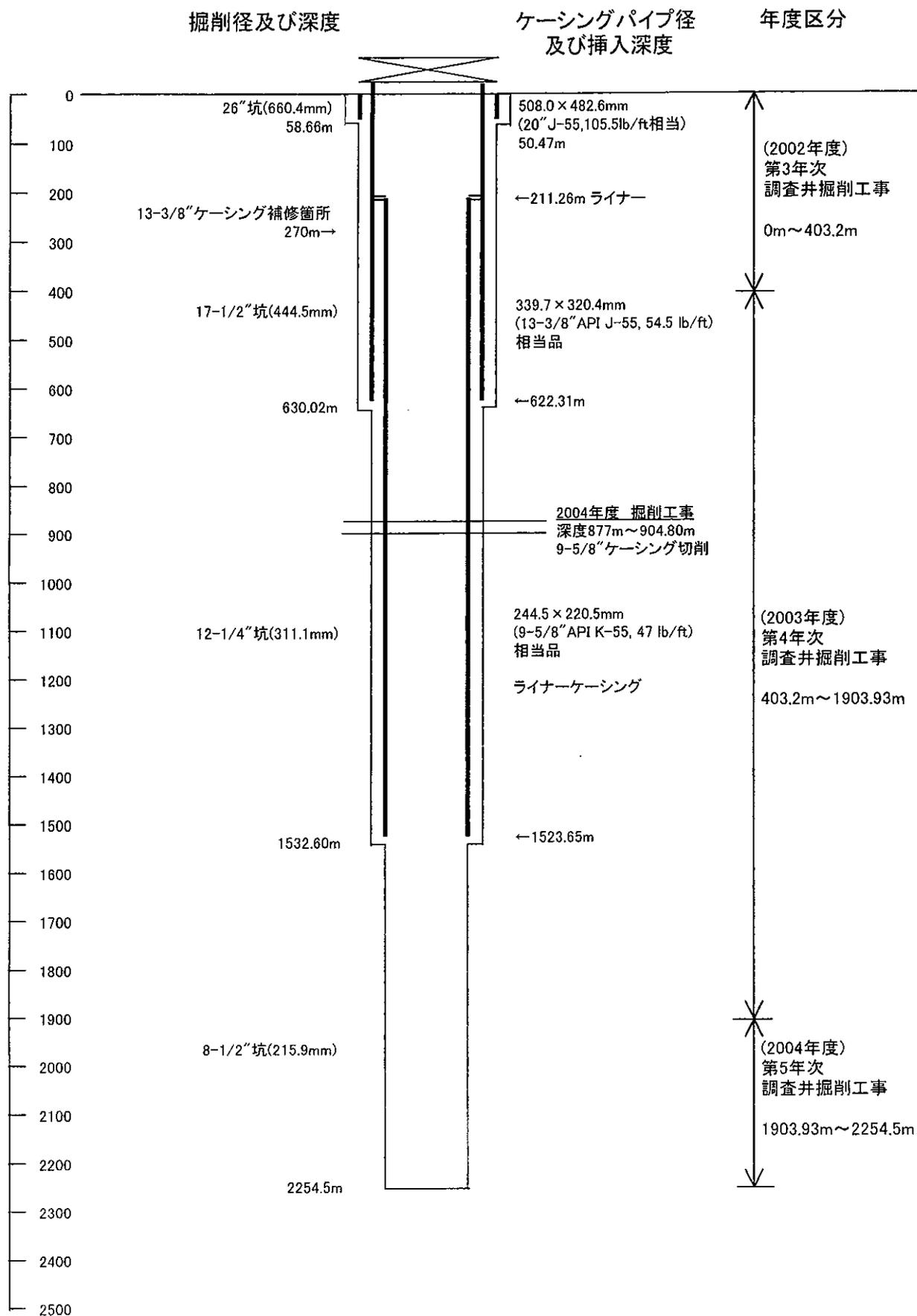


図2-3-14 2004年度CJZK3001ケーシングプログラム(元坑)

れた。深度 2,254.5 m 掘進中に 5" 掘管の管体部が破断した。遺留頭部 1,819.7 m, 遺留長 434.8 m であったが、ダイカラーにて 5" 掘管を約 18.5 m 分回収した。

坑内状況は、遺留頭部の変形、あるいは坑底にある 8-1/2" ビットの周囲へのカッティングスの沈積が想定され、遺留物と採揚器との接続が困難になり、また、遺留物と接続できた場合でも遺留物を引き上げられない事態が予想され、作業を継続しても採揚作業が成功する見込みが少ない状況となった。深度 1,903.93~2,254.5 m の掘削では逸泥層に遭遇していない。また、深度 2,247.85 m で採取したコアの観察等から、深度 2,254.5 m から掘削予定深度 2,500 m まで掘削しても大規模な地熱貯留層に遭遇する可能性が小さいと評価された。従って、深度 2,254.5 m 以深の掘削を断念し、深度 981~1,263 m で遭遇した逸泥層を再度生かすサイドトラックに移行することとした。

#### (2) 現場敷地及び主要機械設備

地層温度が高温になることが予想されたので、泥水冷却設備として、泥水タンクの外側に泥水ピット造成した。循環泥水温度が高温になった場合は、坑内からのリターン泥水を泥水ピットに送泥し、泥水ピットに滞留させることで自然冷却させた後、坑内へ循環させることとした。図 2-3-15 に泥水ピットの位置を示す。

#### (3) ビット記録

地層温度が高温 (250℃程度) であると予想されたので、ビットコーンの脱落を防止するため、ビット 1 丁あたり掘進長 20~30 m を目処に掘進することとして作業を進めた。8-1/2" ビットを 15 丁使用し、そのうち 14 丁がインサートタイプのトリコンビットである。表 2-3-10 の 2004 年度 CJZK3001 ビット記録に示すとおり、寿命まで使用したトリコンビットの 1 丁あたり平均掘進長は 29.11 m であった。

回転部分が無いので高温に強いとされる PDC ビットを使用することで、ビット寿命を長くしビット 1 丁にて掘進長 200~400 m を掘削する試みを行った。山東省勝利油田において製作した中国製 PDC ビットを使用し深度 2,063.8 m から掘削を開始した。掘削開始時は掘進率 8.6 m/hr であったが、急激に 0.7 m/hr まで低下したので、深度 2,070.5 m にて寿命と判断し掘削を中断した。ビットライフは 6.7 m に過ぎず、トリコンビットより短い寿命に終わり、不満足な結果であった。使用した PDC ビットが掘削対象の地層に適合しなかった事と、掘削リグ能力の制約から PDC ビットに高速回転と高ビット荷重を加える事ができなかったためと考えられる。

#### (4) 傾斜掘記録

傾斜掘は、8-1/2" ビットと 8-1/2" スタビライザーの離隔距離を調節することで行った。坑跡を適切にコントロールできたので、ダウンホールモーター (DHM) による坑跡修正は実施しなかった。また、深度 1,912 m における方位傾斜測定時にウインチのスリックラインが切断したので、8-1/2" 坑掘削における方位傾斜測定は、ビット交換のための揚管時に投げ込みにて実施した。表 2-3-11 に 8-1/2" 坑傾斜掘における坑跡計算結果を、図 2-3-16 に坑跡平面図、図 2-3-17 に坑跡断面図を示す。深度 2,007.65 m における坑底方位は N20° 53' W, 坑底 2,254.5 m での坑底方位は N19° 55' W であり、ほぼ掘削目標 N20° W 通りであった。

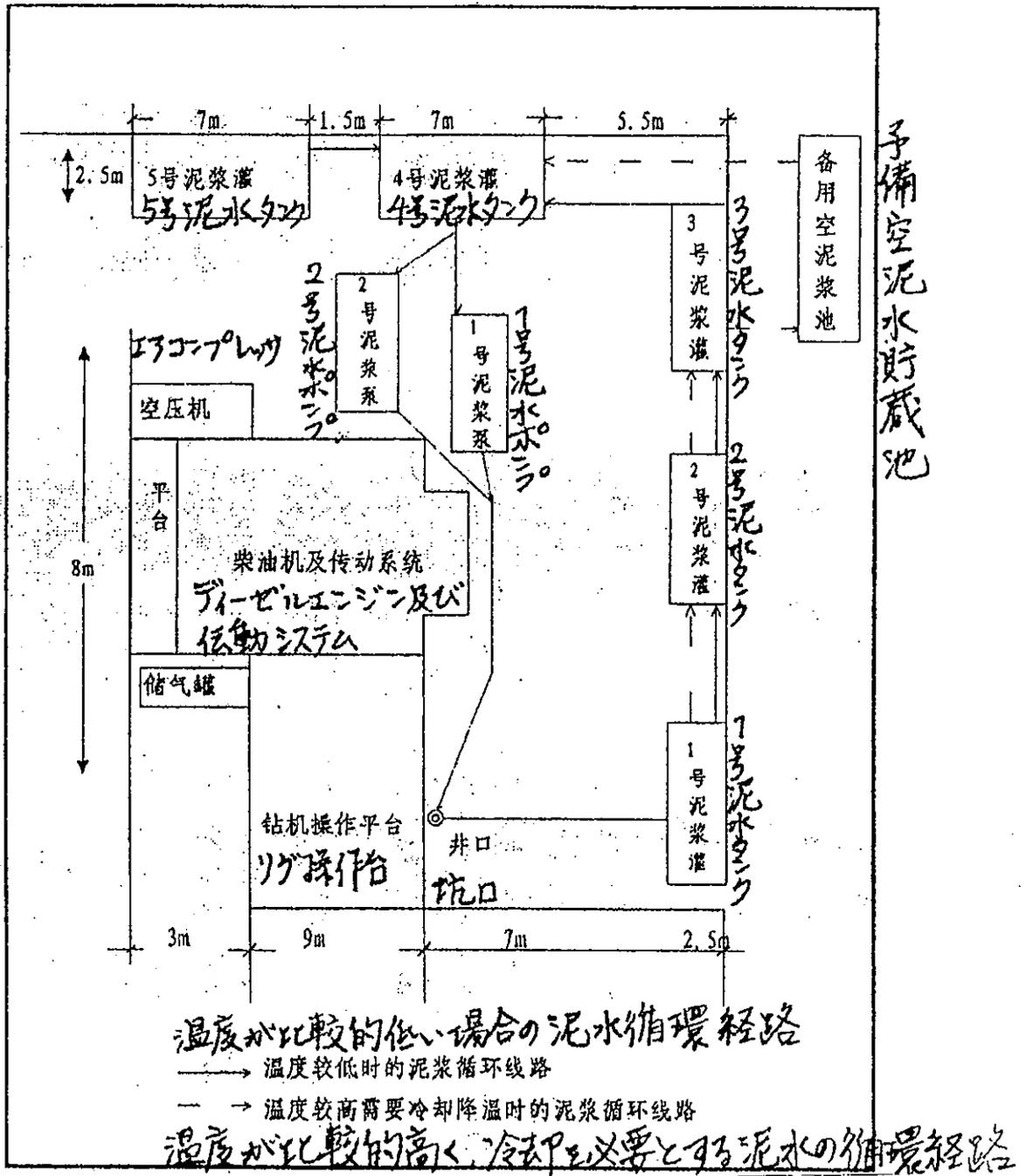


図2-3-15 2004年度掘削設備配置図

表2-3-10 2004年度 CJZK3001ビット記録

No.	ビット径	深 度 (m)	掘進長 (m)	ビット荷重 (t)	ビット種類	備 考
		自 至				
		<8-1/2"坑>				
1	8-1/2"	1,903.93 ~	1,926.40		インサート	
2	8-1/2"	1,926.40 ~	1,951.76		インサート	
3	8-1/2"	1,951.76 ~	1,978.24		インサート	
4	8-1/2"	1,978.24 ~	1,989.00		インサート	掘削編成重量が減少傾向のため掘削中断し揚管
コア	5"	1,989.00 ~	1,989.15		コア	コア掘、採取なし
5	8-1/2"	1,989.15 ~	2,025.76		インサート	
コア	5"	2,025.76 ~	2,025.91		コア	コア掘、採取なし
6	8-1/2"	2,025.91 ~	2,037.75		インサート	5'掘管の管体部破断し掘削中断
7	8-1/2"	2,037.75 ~	2,063.80		インサート	
8	8-1/2"	2,063.80 ~	2,070.50		PDC	PDCビット
9	8-1/2"	2,070.50 ~	2,098.00		インサート	
10	8-1/2"	2,098.00 ~	2,118.96		インサート	5'掘管接続サブボックス部ネジが摩耗・脱落し掘削中断
11	8-1/2"	2,118.96 ~	2,155.47		インサート	
12	8-1/2"	2,155.47 ~	2,186.80		インサート	
13	8-1/2"	2,186.80 ~	2,208.03		インサート	
14	8-1/2"	2,208.03 ~	2,247.85		インサート	
コア	5"	2,247.85 ~	2,248.30		コア	コア掘、採取0.25m
15	8-1/2"	2,248.30 ~	2,254.50		インサート	5'掘管の管体部破断し掘削中断
		合計掘進長	262.03			No.1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14(9丁)の合計掘進長
		平均掘進長	29.11			No.1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14(9丁)の平均掘進長
		<サイドトラック坑 (8-1/2"坑)>				
16	8-1/2"	877.00 ~	893.85		インサート	DHM掘進
17	8-1/2"	893.85 ~	915.00	4	PDC	PDCビット
18	8-1/2"	915.00 ~	978.87	8	インサート	
19	8-1/2"	978.87 ~	1,061.45	8	インサート	
20	8-1/2"	1,061.45 ~	1,109.14	8	インサート	埋没を排除できず掘止め
		合計掘進長	146.45			No.18, 19 (2丁)の合計掘進長
		平均掘進長	73.23			No.18, 19 (2丁)の平均掘進長

表2-3-11 2004年度CJZK3001方位傾斜計算結果  
(元坑)

No	掘進長	傾斜	方位		垂直深度	南北偏距	東西偏距	坑底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm	dd.mm	dd.mm	m	m	m	dd.mm	m	dg/30m			
57	1601.02	18.34	N	W	19.50	1531.73	379.92	-162.67	N	W	23.11	413.28	0.60
58	1629.64	15.52	N	W	15.47	1559.07	387.98	-165.26	N	W	23.04	421.71	3.03
59	1658.21	16.36	N	W	16.39	1586.50	395.65	-167.50	N	W	22.57	429.65	0.81
60	1686.74	17.59	N	W	12.19	1613.74	403.86	-169.62	N	W	22.47	438.03	2.06
61	1715.35	18.23	N	W	12.22	1640.92	412.58	-171.52	N	W	22.34	446.82	0.42
62	1743.92	18.56	N	W	12.59	1667.99	421.50	-173.53	N	W	22.23	455.82	0.62
63	1772.54	19.02	N	W	14.26	1695.05	430.54	-175.74	N	W	22.12	465.03	0.51
64	1801.12	20.14	N	W	13.23	1721.97	439.86	-178.04	N	W	22.02	474.53	1.32
65	1829.75	20.31	N	W	14.45	1748.81	449.53	-180.47	N	W	21.52	484.41	0.59
66	1858.32	20.46	N	W	14.22	1775.54	459.28	-183.00	N	W	21.43	494.40	0.30
67	1866.31	20.45	N	W	12.44	1783.01	462.03	-183.66	N	W	21.41	497.20	2.17
68	1894.93	20.56	N	W	14.20	1809.76	471.93	-186.04	N	W	21.31	507.28	0.63
69	1903.93	20.49	N	W	13.38	1818.17	475.05	-186.82	N	W	21.28	510.46	0.91
70	1927.76	20.48	N	W	06.00	1840.45	483.38	-188.26	N	W	21.17	518.75	3.41
71	1958.23	21.34	N	W	16.02	1868.86	494.18	-190.36	N	W	21.04	529.57	3.77
72	2007.65	22.53	N	W	15.08	1914.60	512.18	-195.38	N	W	20.53	548.18	0.83
73	2044.34	21.23	N	W	12.30	1948.59	525.60	-198.69	N	W	20.42	561.90	1.44
74	2086.73	20.58	N	W	14.14	1988.12	540.50	-202.22	N	W	20.31	577.09	0.53
75	2137.54	20.38	N	W	14.13	2035.61	557.99	-206.66	N	W	20.19	595.03	0.20
76	2185.43	20.32	N	W	13.53	2080.45	574.32	-210.75	N	W	20.09	611.77	0.10
77	2233.45	20.25	N	W	14.08	2125.43	590.62	-214.81	N	W	19.99	628.47	0.09
78	2254.50	20.00	N	W	14.08	2145.19	597.67	-216.59	N	W	19.55	635.70	0.59

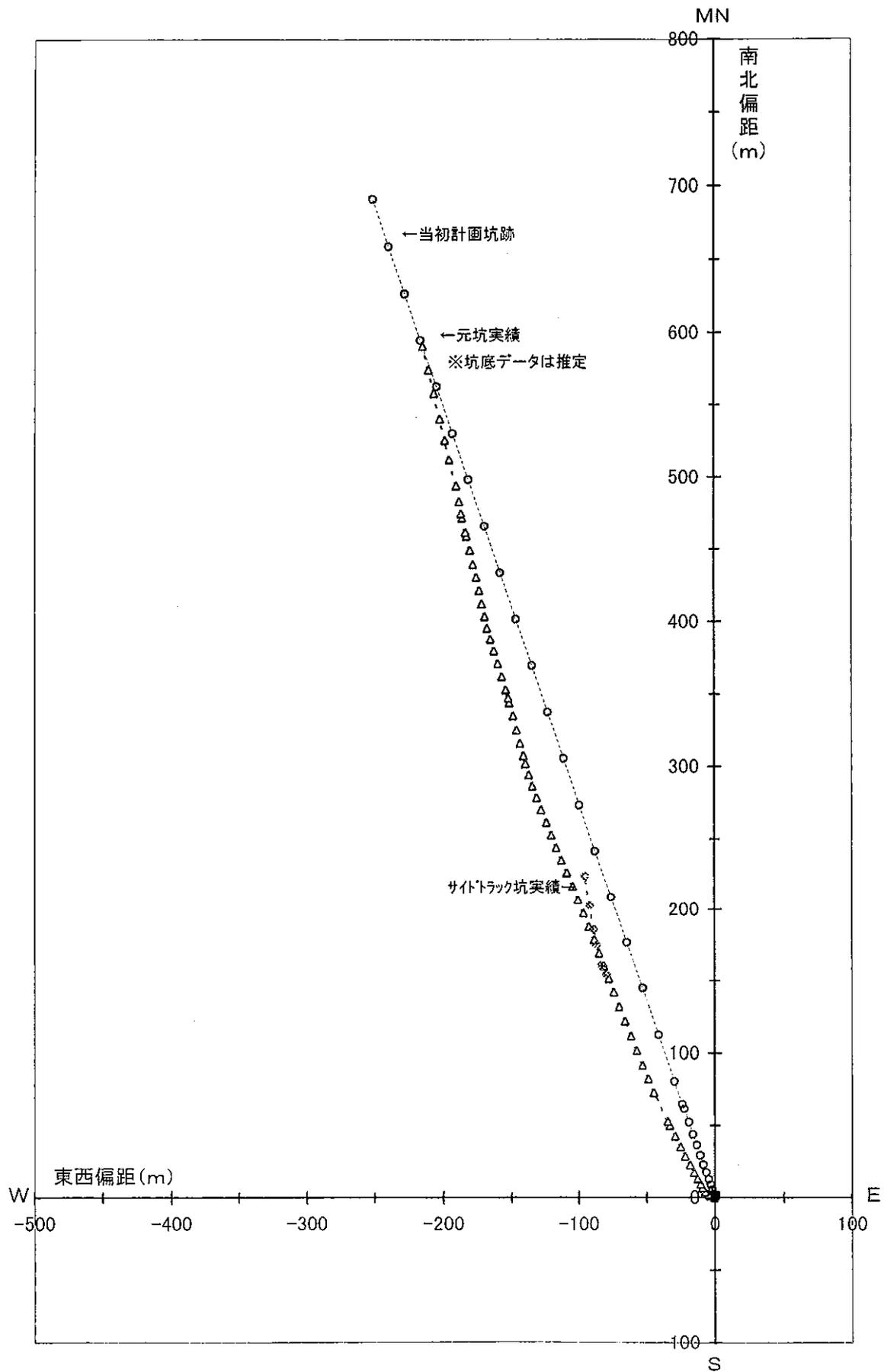


図2-3-16 2004年度CJZK3001坑跡平面図

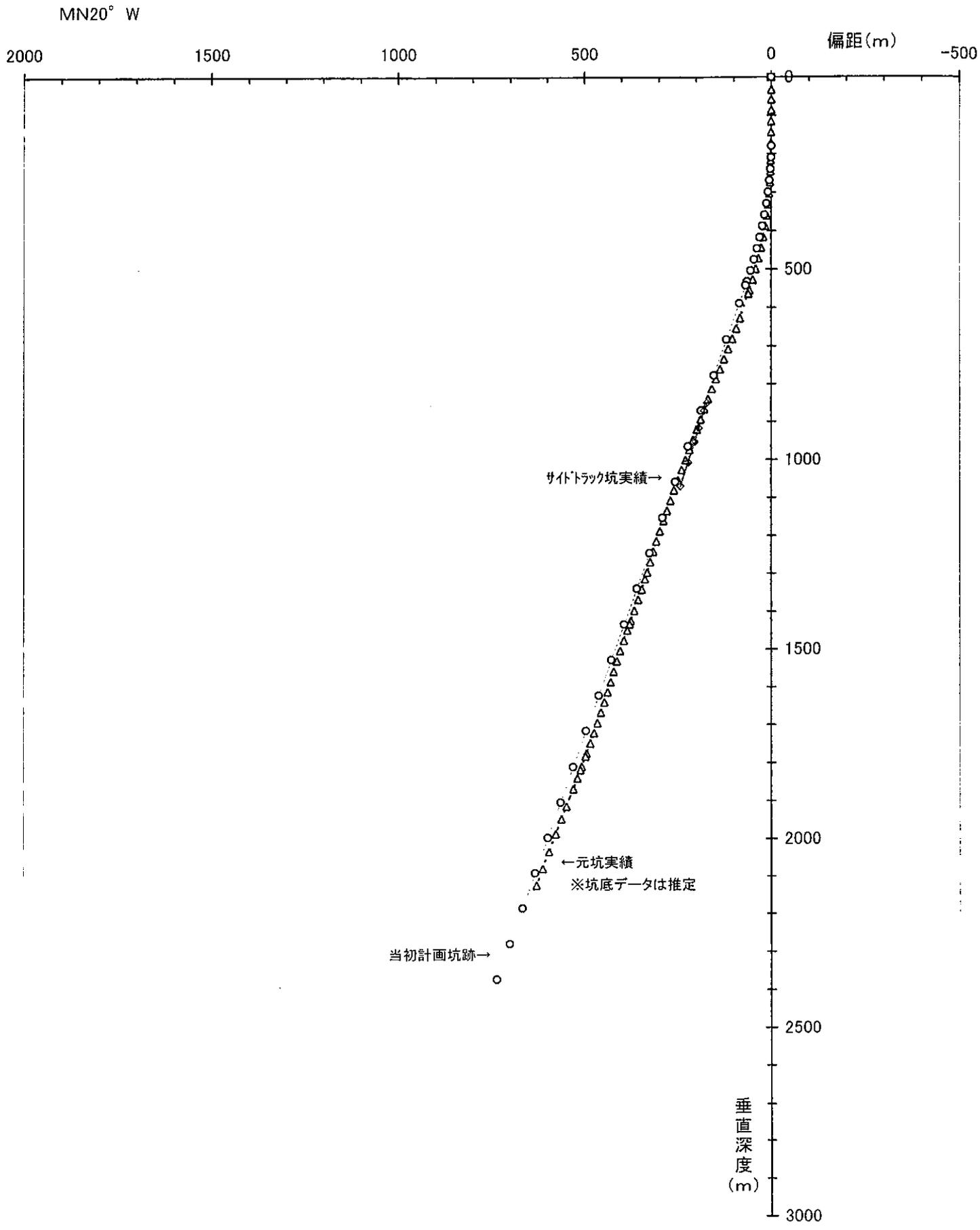


図2-3-17 2004年度CJZK3001坑跡断面図

また、坑井傾斜 20° の沿角掘進を目標としたが、傾斜 20° ～22° 53′ を維持して掘削することができたので、図 2-3-17 坑跡断面図に示すようにほぼ目標通りであった。

#### (5) コア採取

計画コア採取深度 2,000 m 近傍に達し、深度 1,989～1,989.15 m 間でコア掘を行ったがコアを採取できなかつた。連続して再度、コア掘を行っても同様にコア未採取で終わる懸念があったので、8-1/2” トリコンビットにて深度 2,025.76 m まで掘削した。

引き続き、深度 2,025.76～2,025.91 m 間で再度、コア掘りを実施したが、コアを採取できなかつた。コア器は 5” 掘管を切断して先端に超硬合金を肉盛りし刃先としたものであったので、コア掘後の揚管時に、採取コアが脱落したものと考えられる。

計画コア採取深度 2,250 m 近傍に達し、新の 2,247.85～2,248.3 m 間でコア掘を行い、約 25 cm のコアを採取した。コア器には、採取コアの脱落を防止するキャッチャーを内側に加工した。また、採取したコアは、白雲母含有黒雲母花崗岩であり新鮮で割れ目の少ないことが確認された。

#### (6) 坑口装置

掘削用坑口装置は、2003 年度と同様のものを使用した。

#### (7) 遺留事故及び対策

遺留事故は 4 回発生し、そのうち 3 回については遺留物の採揚に成功したが、4 回目の遺留事故は採揚作業を断念した。作業経過は次の通りである。

##### ① 5” 掘管の破断

深度 2,037.75 m 掘進中に、5” 掘管の管体部が破断した。フラットミルを使用して遺留頭部 (1,422.49 m) をミリング整形後、テーパタップにて遺留物 (615.26 m 分) と接続し採揚に成功した。採揚作業に 1 日を要した。

##### ② クロスオーバーサブのネジ摩耗

深度 2,118.96 m 掘進中に、5” 掘管下のクロスオーバーサブのボックス部ネジが摩耗し脱落した。遺留頭部 2,104.57m にてテーパタップで遺留物 (14.39m 長) と接続し採揚した。採揚作業に 1 日を要した。

##### ③ ビットコーン脱落

2,186.8m 掘進中に 8-1/2” トリコンビットのコーン 3 個が脱落し遺留した。マグネットによる採揚作業を 2 回行い、ビットコーン 3 個の主体部分を採揚後、フラットミルにてビットコーン破片を破砕した。また、ビットコーン採揚作業でマグネット編成の降管時に、9-5/8” ケーシング頭部 211 m 付近でつかえて降管不能となったので、テーパミルにて 9-5/8” ケーシング頭部をミリング整形した。採揚作業に 2 日を要した。

##### ④ 5” 掘管の破断

6 月 28 日に、深度 2,254.5 m まで掘削した時点で、5” 掘管が深度 1,819.7 m で破断し、8-1/2” ビット、非磁性ドリルカラー、5” 掘管等 (遺留長 434.8 m) を坑内に遺留した。ダイカラー等にて採揚作業を実施し、5” 掘管を約 18.5 m

分回収した。坑内状況は、遺留頭部の変形あるいは坑底にある 8-1/2” ビットの周囲へのカッティングスの沈積が想定され、遺留物と採揚器との接続が困難になり、また、遺留物と接続できた場合でも遺留物を引き上げられない事態が予想され、作業を継続しても採揚作業が成功する見込みが少ない状況となった。

1,903.93～2,254.5m の掘削では逸泥層に遭遇していない。また、深度 2,247.85 m で採取したコアの観察等から、深度 2,254.5 m から掘削予定深度 2,500 m まで掘削しても大規模な地熱貯留層に遭遇する可能性が小さいと評価された。従って、深度 2,254.50 m 以深の掘削を断念し、深度 981～1,263 m で遭遇した逸泥層を再度生かすサイドトラックに移行することとした。採揚作業は、遺留物 416.3 m を残して断念した。採揚作業を 9 日間行い、経過は次の通りである。

6 月 28 日：深度 2,254.5 m まで掘削した時点で、掘削異常が発生し、8-1/2” ビット掘削編成を揚管。5” 掘管が深度 1,819.7 m で破断していることを確認。遺留頭部は 1,819.7 m、遺留長 434.8 m である。

6 月 29 日：フラットミルにて遺留頭部をミリング整形。

6 月 30 日：ダイカラーにて 5” 掘管 17.94 m 分を回収。5” 掘管が深度 1,836.85 m で破断していることを確認（22 箇所目の破断箇所）。遺留頭部 1,836.85 m、遺留長 416.86 m である。フラットミルにて、遺留頭部をミリング整形。

7 月 1 日：ダイカラーにて接続操作を試みたが、遺留物と接続できなかった。

7 月 2 日：ガイド付きダイカラーにて遺留物と深度 1,836.85 m で接続する。泥水循環を試みたが、圧力が上昇し循環できなかった。100 t にて強引し、5” 掘管の断片約 0.5 m 分回収。

7 月 03 日：ガイド付きダイカラーにて遺留物と深度 1,839.57 m で接続操作を試みたが、接続できなかった（ダイカラーが遺留頭部を通過し、遺留頭部を捕らえていなかったと想定）。

7 月 04 日：ガイド付きフラットミルにて遺留頭部をミリング整形。深度 1,839.57 m から 1,840.97 m まで進行（遺留物の側面をミリングしたと想定）。

7 月 05 日：ガイド付きダイカラーにて遺留物と深度 1,840.97 m で接続操作をするが接続できず（ダイカラーが遺留頭部を通過し、遺留頭部を捕らえていなかったと想定）。インプレッションブロックにて遺留頭部形状の確認を試みるが、揚管中にアルミ部分が脱落したため遺留頭部形状を確認できなかった。ガイド付きフラットミルにて遺留頭部をミリング整形。深度 1,838.83 m から 1,841.87 m までミリング。（深度 1,838.83 m が真の遺留頭部と想定）。

7 月 06 日：ガイド付きダイカラーにて遺留物と深度 1,841.87 m で接続操作をするが接続できず。

7 月 07 日：インプレッションブロックを現場にて製作。採揚作業の中止を指示。

(ii) サイドトラック坑掘削（深度 877～1,109.14 m）

2003年度掘削工事において遭遇した深度981～1,263 mの逸泥層を再度生かすため、サイドトラック坑を掘削した。2004年度掘削工事のドリリングチャートを図2-3-13に、サイドトラック坑掘削のケーシングプログラムを図2-3-18に示す。

#### (1) サイドトラック計画

##### ① 逸泥層の評価

深度981 m, 1,002 m, 1,085 m, 1,128 m, 1,253 m及び1,263 mで遭遇した逸泥層について、掘削状況、岩相、検層温度等を検討し、評価した。表2-3-12に評価結果を示す。深度が深くなるほど地層温度は上昇するが、特に規模が大きい断裂は、深度981 m, 1,002 m, 1,085 mで遭遇した逸泥層である。サイドトラックのターゲットとして、深度981 m, 1,002 m, 1,085 mの断裂を優先して掘り抜き、次に1,128 m, 1,253 m, 1,263 mの断裂に到達することが効果的であるとした。

##### ② 掘削工法

サイドトラックの掘削工法は、9-5/8" ケーシングをセクションミルで切削することで窓を開け、このケーシングの窓からダウンホールモーターを使用して坑替わりさせることとした。中国勝利油田等の油井掘削では、セクションミルを使用したサイドトラックの経験があるので、中国の油井掘削技術をチベットでの地熱調査井掘削に応用できると判断した。また、基本的な掘削手順を次の様に定め、坑内状況を判断して適宜、修正することとした。

- ・坑内埋立セメンチング：深度1,000～1,100 m,セメントスラリー比重1.80。
- ・セメント硬化待：1日
- ・9-5/8" ケーシング切削：深度875～905 m (30 m 区間)  
ケーシング切削が難航した場合、深度875～895 m (20 m 区間)  
切削開始はケーシング・カップリングを避け、カップリング上3～4 m からとする。カップリング位置：深度868.97 m, 879.22 m, 889.78 m, 898.41 m, 908.85 m, 917.37。カッティングス（ケーシング鉄片）のリターンを観察。
- ・セメントブリッジ：深度825～925 m, セメントスラリー比重1.85。強固なセメントブリッジを作る事が重要。
- ・セメント硬化待：1.5日（十分に硬化させる）
- ・セメント浚渫：深度82m～875 m
- ・DHM掘進：深度875 mから適切な深度まで行う。掘進長15～16 m程度で坑替わり、早ければ10～12 m程度で坑替わりする見込みである。元坑から距離10 m程度を離し、元坑と平行に掘削する。カッティングスを観察し、セメントと地質の割合を確認する。  
坑替わりが不成功の場合は、④～⑦を繰り返す。
- ・コントロール掘進：適切な深度から深度1,300 mまでの区間。逸泥層（深度981 m, 1,002 m, 1,085 m, 1,253 m, 1,263 m）を掘り抜く。逸泥防止剤は使用しない。

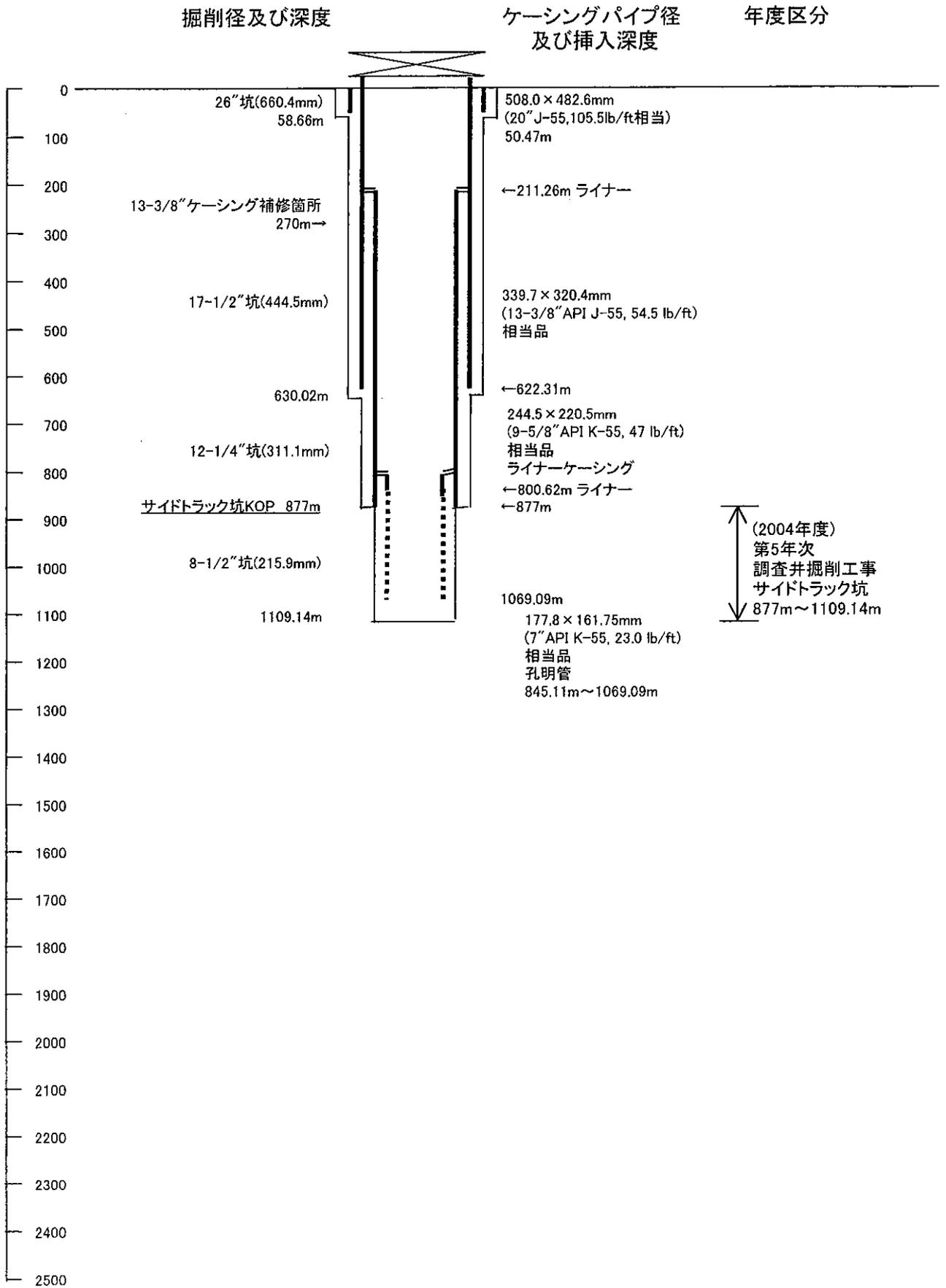


図2-3-18 2004年度CJZK3001ケーシングプログラム(サイドトラック坑)

表2-3-12 CJZK3001の逸泥一覽表 (深度981~1,263m)

深度	逸泥量	断裂状況		温度・流体流動	
		断裂規模 (逸泥状況から判 断)	熱水変質・断層	検層温度 (静止時間73h24m)	流体包有物 均質化温度
981m	全量	大	緑泥石、絹云母、方解石が中量生成。 970-1,155m:斜長石完全変質。	約210°C 温度曲線:上に凸 (上昇流)	最低温度:160°C 最頻値:200°C (≒検層温度)
1002m	全量	大			
1085m	全量	大	緑泥石、絹云母、方解石が多量生成。 970-1,155m:斜長石完全変質。	約220-230°C 温度曲線:上に凸 (上昇流)	最低温度:約210°C 最頻値:約230°C (≒検層温度)
1128m (1085m再発生の可能性あり)	一時全量	中			
1253m	一時全量	中	緑泥石、絹云母、方解石が多量生成。 1,222-1,250m:斜長石完全変質。 1245m:断層粘土(暗灰色)に付随して 水晶・螢石生成。→開口性断層 1250m、1255m、1260-1262.5m:断層 粘土混在。	約240°C 温度曲線:上に緩く凸 (上昇流~対流域)	最低温度:約230°C 最頻値:約240°C (≒検層温度)
1263m	一時全量	中			

### ③ 必要資材

サイドトラックに必要な、次の掘削資材を準備することとした。これらのうち、6-1/4”ダウンホールモーター及び6-1/2”非磁性ドリルカラーは、カウンタート部分であるチベット電力工業局が無償で提供した。また、6-1/4”ドリルカラーは必ず必要数を準備すること、5”掘管はサイドトラック開始前に必ず点検及び検査を実施し、肉厚が減少したものを廃棄することとした。

- ・ セクションミル本体及びカッター×5組
- ・ 8-1/2”ビット×17丁
- ・ 6-1/4”DHM×1本
- ・ 2.5°ベントサブ×2個
- ・ 6-1/2”非磁性ドリルカラー×1本
- ・ 8-1/2”スタビライザー×1～4本（必要数）
- ・ 6-1/4”ショートドリルカラー×1本
- ・ 6-1/4”ドリルカラー×10本（必要数）
- ・ 5”掘管（検査済みを必要数）

#### (2) 9-5/8”ケーシングのミリング

中国製セクションミルを使用して、9-5/8”ケーシングの深度877 mから904.8 mまで区間長27.8 mをミリング（切削）した。全般的にはミリング作業は順調に推移したが、次のような遺留事故、セクションミルの不具合、ケーシング鉄片の滞留が発生した。

深度882.93 mまでミリングした時点で、セクションミルのカッターが閉じなくなり、強引しても揚管できない状況になった。カッターを閉じさせようとロータリーテーブルを逆回転させたため、セクションミル及び178 mmDC2本が脱落し遺留した。178 mmDC編成で呼び継ぎを行ったが、遺留物と接続できなかった。

引き続いて実施したテーパタップで遺留頭部1,488.77 mに接続し、セクションミル等の遺留物を採揚した。カッターが閉じないため、セクションミルを分解点検し、内部ピストンの外径をグラインダーで削り、ピストンが滑らかに動作するように調整した。地熱井の高温によりピストンが熱膨張し外径が膨らみ、ピストンの上下動ができなくなったためであると考えられる。

また、深度888.43 mまでミリング後、セクションミルの上部ボックスネジが破損し、ネジ部を補修した。深度898.39 mまでミリング後、カッターを交換して降管したが、深度894 mでつかえて降下不能となった。揚管したカッターは変形していたので、整形し再度使用できるようにした。

また、セクションミルの降下不能は、ミリングしたケーシング鉄片が坑内に滞留しているためと考え、テーパタップ及びフラットミルにて深度895.2～900.3 m間を浚渫し、滞留鉄片を排除した。引き続いて、セクションミルにて深度894～898.39 m間を浚渫した後、深度904.8 mまでミリングした。準備したカッター5組をすべて使用して区間長27.8 mをミリングし、ほぼ目標通りの窓開けに成功した。次に示すとおり、カッター1組当たり5.56 mをミリングし、日数は13日を要した。

No.1カッター：深度877.00～882.93 m（4.07 m長）

No.2 カッター：深度 882.93～888.43 m (5.50 m 長)

No.3 カッター：深度 888.43～894.39 m (5.96 m 長)

No.4 カッター：深度 894.39～898.39 m (4.00 m 長)

No.5 カッター：深度 898.39～904.80 m (6.41 m 長)

合 計：深度 887.00～904.80 m (27.80 m 長；平均 5.56 m 長)

### (3) ブリッジセメンチング及びセメント浚渫

次に示すとおり、ブリッジセメンチング作業を3回実施し、10日を要した。

#### ① No.1 ブリッジセメンチング

ノズル位置 910 m にてセメント 7 t を使用しブリッジセメンチングを実施したが、セメントスラリーを送入中に 5" DP 内でセメントスラリーが固化し、セメントスラリーを送入できなくなったので、セメンチング作業を中止した。セメントスラリーが送入途中で固化したのは、中国製普通セメントの品質に問題があったためと想定される。

#### ② No.2 ブリッジセメンチング

ノズル位置 909.9 m にて、セメント 8 t を使用して実施した。セメントスラリーの地表サンプルの固化状況を確認して、3日間の WOC を取り、セメント頭部 853 m から 878 m までセメントを浚渫した。セメントの固化状況は不十分であった。キックオフ前に坑内冷却泥水循環を行ったが、循環開始後 7 時間経過した時点で泥水がノーリターンとなった。深度 877～878 m 間の裸後部あるいは 9-5/8" ケーシング頭部 (211 m) からの逸泥が想定された。No.3 セメンチングを実施することとして、坑内にあるセメントの固化不良部分 878～898.34 m を浚渫し除去した。セメントの固化不良は、中国製普通セメントの品質に問題があったためである。

#### ③ No.3 ブリッジセメンチング

逸泥対策及びブリッジセメンチングの目的で3回目のセメンチングを、セメント 10 t を使用して実施した。セメントスラリーの地表サンプルの固化状況が良好であったので、28 時間後にセメント浚渫を開始した。セメント頭部 668 m から浚渫を開始、15 分後に逸泥が発生し、深度 877 m まで少量逸泥のままセメントを浚渫した。

### (4) キックオフ

チベット電力工業局から 6-1/2" ダウンホールモーター及び 6-1/2" 非磁性ドリルカラーの無償提供を受け、キックオフ作業を行った。キックオフ作業前に坑内冷却循環を行うべく 5" 掘管編成を降管したが、9-5/8" ケーシング頭部 (211 m) にてつかえ、降管不能となった。フラットミル編成で 9-5/8" ケーシング頭部をミリング整形した後、深度 877 m まで降管し、坑内冷却循環を行った。

引き続き、サイドトラック坑を形成するため、深度 877 m から少量逸水状況で DHM 掘進を開始し、深度 881 m で全量逸水が発生したが、全量逸水のまま深度 893.85 m まで区間長 16.85 m を DHM 掘進した。3日を要した。元坑から坑井傾斜を減角し、元坑からサイドトラック坑への坑替わりに成功した。

### (5) コントロール掘進

深度 893.85 m から、全量逸水のまま減角編成でコントロール掘進を開始した。昨年度の掘削実績から想定した逸泥層 981 m 及び 1,002 m では全量逸水のまま掘り抜いたので、掘削パラメーターの大きな変化はなかった。しかし、深度 1,051～1,055 m でビット荷重が無荷重となり、大規模な亀裂群が想定された。

また、深度 1,095～1,096 m で無荷重に近い区間があった。全量逸水個所に飲み込ませていたカッティングスは、無荷重区間を通過後、揚がりが悪くなり、坑底の埋没が次第に増加していった（深度 1,109.14m 掘削時で埋没 12 m）。無荷重区間の坑径が拡大しているため、この部分でカッティングスが滞留しているためと想定された。そのため、掘削作業が進捗する毎に掘管 1 本を追加接続する掘管付け替え作業が難航し、カッティングスがビット上部に堆積する危険な坑内状況となった。

埋没の増加から掘削ツールの抑留事故の危険が大きくなったので、本サイドトラック坑を深度 1,109.14 m にて掘止めとした。要した日数は 4 日である。また、元坑との位置関係は、深度 1,042 m 近傍で元坑 21° 44' からサイドトラック坑 18° 16' へ約 3.5° 減角させ、坑底 1,109.14 m では元坑からの離隔距離が約 16 m である。表 2-3-13 にサイドトラック坑傾斜掘削における坑跡計算結果を、図 2-3-16 に坑跡平面図、図 2-3-17 に坑跡断面図を示す。

#### (6) 7" ケーシング設置

坑内水位測定、カスター温度検層、7" ケーシングの設置に 6 日を要した。

##### ① 坑内水位

8 月 31 日：深度 108 m

9 月 01 日：深度 107.7 m

##### ② カスター温度検層

7" ケーシング挿入前に、地熱地質大隊がカスター温度検層を 3 回実施したが、温度センサー部あるいは記録部が不調のため、温度データを取得できなかった。カスター検層は 5" 掘管を深度 220 m まで降管し、9-5/8" ケーシング頭部で検層器がつかえないよう工夫をして実施した。また、2 回目の検層器の降下では、9-5/8" ケーシングのミリング個所深度 877 m で一時つかえた。3 回目の検層では巻き上げ中に、深度 877 m で引っ掛かり危険な状況になったが、なんとか通過した。

##### ③ 7" ケーシング設置

81-1/2" ビットによるゲージ通しを行い、埋没 15 m を確認後、2004 年 9 月 3 日に 7" ケーシングを深度 800.62～1,069.09 m に挿入した。サイドトラック坑はほとんどの区間を全量逸水のまま掘進したので無荷重区間を除き、亀裂の位置が定かでないため、裸坑部分はすべて孔明管とした。7" ケーシングの挿入状況は次のとおりである。

- ・ 7" ケーシング頭部 : 深度 800.62 m
- ・ 7" ケーシングシュー尻 : 深度 1,069.09 m
- ・ 7" ケーシング全長 : 268.47 m 長
- ・ 上部盲管長さ : 44.49 m 長
- ・ 下部孔明管長さ : 223.98 m 長

表2-3-13 2004年度CJZK3001方位傾斜計算結果  
(サイドトラック坑)

No	掘進長	傾斜	方位		垂直深度	南北偏距	東西偏距	坑底方位		偏距	DLS		
	m	dd.mm	N	W	dd.mm	m	m	m	dd.mm	m	dg/30m		
1	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00	0.00	N	W	39.32	0.00	0.00
2	32.73	0.27	N	W	39.32	32.73	0.10	-0.08	N	W	39.32	0.13	0.41
3	58.38	0.28	N	W	44.29	58.38	0.25	-0.22	N	W	41.03	0.33	0.05
4	86.60	0.32	N	W	57.29	86.60	0.41	-0.41	N	W	45.16	0.58	0.15
5	115.14	0.34	N	W	83.43	115.14	0.50	-0.67	N	W	53.18	0.83	0.28
6	143.38	0.11	N	W	31.15	143.38	0.59	-0.82	N	W	54.03	1.01	0.42
7	172.03	0.13	N	W	07.32	172.03	0.69	-0.85	N	W	51.05	1.09	0.11
8	217.53	2.58	S	W	72.13	217.50	1.28	-1.79	N	W	54.24	2.20	6.63
9	246.11	3.39	N	W	74.08	246.04	1.25	-3.41	N	W	69.51	3.63	2.58
10	274.68	4.28	N	W	58.29	274.53	2.06	-5.26	N	W	68.35	5.65	1.65
11	303.36	6.42	N	W	34.02	303.08	3.98	-7.26	N	W	61.17	8.28	4.27
12	332.02	5.29	N	W	32.22	331.57	6.52	-8.92	N	W	53.50	11.05	1.28
13	360.66	7.25	N	W	30.29	360.03	9.27	-10.60	N	W	48.51	14.08	2.05
14	389.31	9.19	N	W	28.22	388.37	12.90	-12.65	N	W	44.27	18.06	2.03
15	417.89	11.29	N	W	29.22	416.48	17.41	-15.14	N	W	41.00	23.08	2.29
16	446.52	13.40	N	W	30.43	444.43	22.81	-18.26	N	W	38.41	29.22	2.32
17	475.14	13.50	N	W	29.34	472.23	28.69	-21.68	N	W	37.04	35.96	0.34
18	503.78	15.40	N	W	26.35	499.92	35.13	-25.11	N	W	35.33	43.18	2.12
19	532.34	17.41	N	W	29.26	527.28	42.36	-28.95	N	W	34.21	51.31	2.33
20	560.91	17.51	N	W	27.09	554.49	50.04	-33.09	N	W	33.28	59.99	0.76
21	570.49	18.21	N	W	27.21	563.59	52.68	-34.45	N	W	33.11	62.94	1.58
22	638.33	20.18	N	W	24.54	627.61	72.84	-44.33	N	W	31.20	85.27	0.95
23	666.88	21.04	N	W	24.15	654.32	82.01	-48.53	N	W	30.37	95.29	0.84
24	695.45	21.58	N	W	23.16	680.89	91.60	-52.75	N	W	29.56	105.70	1.02
25	724.08	22.34	N	W	23.40	707.39	101.55	-57.07	N	W	29.20	116.48	0.65
26	752.85	22.29	N	W	23.41	733.96	111.64	-61.49	N	W	28.51	127.46	0.09
27	781.27	23.08	N	W	23.19	760.16	121.74	-65.89	N	W	28.25	138.43	0.70
28	809.81	22.32	N	W	21.41	786.47	131.98	-70.12	N	W	27.99	149.45	0.91
29	838.38	21.25	N	W	20.54	812.96	141.94	-74.01	N	W	27.32	160.07	1.21
30	866.93	19.49	N	W	21.02	839.68	151.32	-77.60	N	W	27.09	170.06	1.68
31	878.00	20.53	N	W	43.13	850.06	154.56	-79.64	N	W	27.16	173.87	22.16
32	900.10	18.08	N	W	16.37	870.89	160.90	-83.29	N	W	27.22	181.18	11.12
33	947.60	17.04	N	W	11.43	916.16	174.82	-86.80	N	W	26.24	195.19	1.11
34	985.60	16.87	N	W	09.11	952.45	185.91	-88.84	N	W	25.33	206.05	0.68
35	1042.60	18.16	N	W	10.14	1006.71	203.14	-91.79	N	W	24.19	222.92	0.46
36	1109.14	18.40	N	W	10.14	1069.82	223.88	-95.54	N	W	23.07	243.41	0.18

7” ケーシングを挿入後，掘削作業用主弁を密閉し，CJZK3001 調査井掘削工事を完了した。

## 2-4 坑井調查

## 2-4 坑井調査

### 2-4-1 坑井地質

新掘調査井 CJZK3001（掘削深度 2,254.5m）及び既存井 ZK4002（掘削深度 2,006.8m）の岩石試料を用いて、岩石薄片顕微鏡観察、X線回折分析、流体包有物測定及びコア物性試験を実施した。

#### (i) 岩石薄片顕微鏡観察

岩石名及び変質状況を明らかにすることを目的とする。

##### (1) CJZK3001

CJZK3001 の顕微鏡観察結果を表 2-4-1 に示す。

###### ① 岩石分布

肉眼観察及び薄片観察結果から、CJZK3001 の岩石区分は以下のようになる。

深度 0～140m：第四系の砂礫層

深度 140～190m, 195～242.5m：石英岩

深度 190～195m, 295～814m, 1,350～2,254.5m：花崗岩

(442～632.5m は逸泥のため欠如)

深度 814～1,350m：花崗斑岩

(1,002～1,044m, 1,127～1,150m は逸泥のため欠如)

花崗岩分布箇所のうち、深度 1,350～1,417m 及び 1,710～1,820m はカタクラサイト化、深度 1,417～1,710m はマイロナイト化を被る。深度 1,420～1,500m は 20～30vol.% の固結した黒色の断層粘土を含む。

###### ② 変質状況

深度 180m 及び 210m は珪化変質が著しく、原岩が不明である。基質には開口幅 0.3mm 以下の晶洞や孔隙が形成されている。深度 1,300～1,600m 及び 2,097.5m には、幅 0.1～1.5mm 以上の鉱物脈（方解石、石英、螢石）が分布する。深度 1,532.60m は水晶が認められる。薄片観察結果から、変質が強い箇所は深度 110～760m 及び 1,400～1,600m である。

##### (2) ZK4002

ZK4002 の顕微鏡観察結果を表 2-4-2 に示す。

###### ① 岩石分布

肉眼観察及び薄片観察結果から、ZK4002 の岩石区分は以下のようになる。

深度 0～16m：第四系の砂礫層

深度 489～616m：花崗斑岩

深度 16～489m, 616～2,006.8m：花崗岩

花崗岩分布箇所のうち、深度 904～1,075m, 1,525～1,625m 及び 1,975～2,006.8m はカタクラサイト化、深度 1,075～1,525m はマイロナイト化を被る。なお、深度 1,625～1,975m は部分的にカタクラサイト化を被る。

###### ② 変質状況

深度 100m は基質に孔隙が形成されている。深度 900～1,050m は破碎作用と変質により原岩組織が不明である。深度 1,650～2,000m は破碎作用を受けてい





るものの比較的新鮮である。

(ii) X線分析

本地域の熱水による変質状況を明らかにすることを目的とする。

(1) CJZK3001

CJZK3001 のX線分析結果一覧表を表2-4-3に、変質分帯における変質鉱物組合せを表2-4-4に、変質分帯図を図2-4-1に示す。

X線分析で同定された鉱物を以下に示す。

粘土鉱物：カオリナイト，スメクタイト，緑泥石／スメクタイト混合層  
          鉱物，緑泥石，セリサイト／スメクタイト混合層鉱物，セリ  
          サイト

シリカ鉱物：鱗珪石，石英

珪酸塩鉱物：斜長石，カリ長石，白雲母

炭酸塩鉱物：方解石，苦灰石

硫酸塩鉱物：明ばん石

硫化鉱物：黄鉄鉱

酸化鉱物：銳錐石

調査結果から，CJZK3001 を以下のように変質分帯した。

明ばん石帯：深度0～130m

カオリナイト帯：深度130～242.5m 及び 295～315m

混合層粘土鉱物帯：深度315～442m, 632.5～1,002m 及び 1,175～1,211m

緑泥石-セリサイト帯：深度 1,044～1,127m, 1,150～1,175m 及び 1,211～  
2,254.5m

斜長石斑晶がほぼ完全に消失する熱水変質の強い部分は，深度60～375m, 442m, 635m, 850～910m, 970～1,155m 及び 1,222～1,300m に分布する。

(2) ZK4002

ZK4002 のX線分析結果一覧表を表2-4-5に，変質分帯における変質鉱物組合せを表2-4-6に，変質分帯図を図2-4-2に示す。

X線分析で同定された鉱物を以下に示す。

粘土鉱物：カオリナイト，スメクタイト，緑泥石，セリサイト／スメク  
          タイト混合層鉱物，セリサイト

シリカ鉱物：石英

珪酸塩鉱物：斜長石，カリ長石，黒雲母，白雲母

炭酸塩鉱物：方解石

硫酸塩鉱物：明ばん石，重晶石

硫化鉱物：黄鉄鉱

酸化鉱物：銳錐石

調査結果から，ZK4002 を以下のように変質分帯した。

明ばん石帯：深度0～175m

カオリナイト帯：深度175～275m

混合層粘土鉱物帯：深度275～300m

表2-4-3 CJZK3001のX線回折分析結果

Minerals Samples	Clay minerals						Silica minerals		Silicates			Carbonates		Sulfates Sulfides		Oxides
	Smectite	C/S*	Chlorite	S/S*	Sericite (Muscovite)	Kaolinite	Quartz	Tridymite	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Calcite	Dolomite	Alunite	Pyrite	Anatase
60m	0.0			0.3		1.7	31.2	4.8	0.7	1.3		1.3		2.7		
110m						18.3	65.4							0.3		
150m	0.0					25.8	34.3			1.1						
190m		3.3				0.8	49.2			0.5						0.5
210m		0.6		0.3		0.5	44.7			0.5		0.5				
235m		1.2		0.0		0.3	59.2								1.2	
300m		1.4		0.2		0.3	54.9		0.4	2.0		0.6				
330m		0.5	0.9	0.3			44.4			8.4		0.6				0.7
375m		0.3	1.0	0.7			49.7			7.2		0.7				
400m		1.3	0.6	0.7			32.9		2.6	16.6		0.6				
442m		1.3	1.3	0.6			34.0		0.9	17.7		1.2			0.3	
635m		2.9	1.3	0.4			35.9			20.7		1.7				
670m		3.0	1.7	0.5			34.3		1.8	42.2		1.3				
700m		2.7	1.2	0.4			35.0		4.7	18.3		1.4				
730m		2.3	1.6	0.7			28.1		1.0	18.7		1.0				
760m	0.0	1.8	0.8	0.4			28.9		2.1	12.9		1.4				
790m		0.9	1.4	0.6			42.4		3.7	9.0		1.2				
820m			4.0	1.4	2.9		32.1		2.5	7.3		1.4				
850m			0.7	0.9	2.6		44.6			4.2					0.3	
880m			3.4	1.1	4.1		44.6			5.4		0.8				
910m			4.0	0.8	2.7		41.1			9.2						
940m			3.9	0.5	1.4		43.8		1.5	7.6		1.5				
970m			1.9	0.1	1.1		40.5			14.8		1.5				
1,000m	0.6		1.5	0.7	1.7		46.8			6.5		1.2				
1,050m	0.0		0.8		1.3		32.2			3.7		1.8	1.2			
1,100m			1.6		2.5		43.0			4.9		1.6				
1,155m			1.3		2.7		48.9			9.4		1.9				
1,200m			2.2	0.6	1.4		43.2		9.2	1.4		1.6				
1,222.00m			2.6		3.2		40.9			7.1		1.9				
1,250m			1.9		2.5		41.6			9.3		1.6				
1,300m			1.8		2.8		39.5		0.5	6.7		1.6				
1,350m			3.0		3.7		34.8		3.0	11.1		2.7				
1,400m			2.3		3.4		32.0		1.9	6.6		3.4				
1,450m			2.5		3.9		38.9		1.3	5.6		2.3				
1,500m			2.1		2.2		34.6		5.6	5.1		3.6				
1,532.60m			1.7		4.3		25.7		9.0	6.8		1.6				
1,550m			0.6		0.7		13.2		3.8	3.0		1.1				
1,600m			1.2		1.3		24.4		9.9	9.2		1.2				
1,650m			1.0		0.5		27.8		10.3	6.9		0.5				
1,700m			0.5		1.4		29.1		13.6	13.2		1.1				
1,750m			0.6		1.0		31.9		13.9	15.6		0.6				
1,800m			0.7		1.2		30.9		17.2	17.5		0.8				
1,850m			1.8		3.2		35.2		17.5	19.2		0.7				
1,900m			0.8		2.4		37.2		11.8	13.8		1.0				
1,950m			1.2		1.7		36.7		20.7	13.7	2.2	0.9				
2,000m			1.5		2.0		53.2		30.4	35.1	6.1	0.8				
2,067.5m			0.8		6.2		47.6		13.4	14.0	0.8	0.9				
2,097.5m			1.8		2.1		35.4		14.1	16.2	0.7	1.2				
2,135m			1.2		1.6		37.6		22.3	22.9	2.2	0.6				
2,175m			1.3		1.4		40.3		16.9	18.4	1.0	0.8				
2,210m			1.6		1.8		39.0		20.5	26.8	2.9	0.7				
2,247.85m			1.1		1.5		35.6		24.7	46.1	3.1					

\* C/S : Interstratified mineral of Chlorite and Smectite, S/S : Interstratified mineral of Sericite and Smectite.

The values in this table show Quartz Index (QI).  $QI = I_m / I_q \times 100$ ,

$I_m$  : The strongest X-ray intensity of a mineral in the examined sample

$I_q$  : The strongest X-ray intensity of pure Quartz.



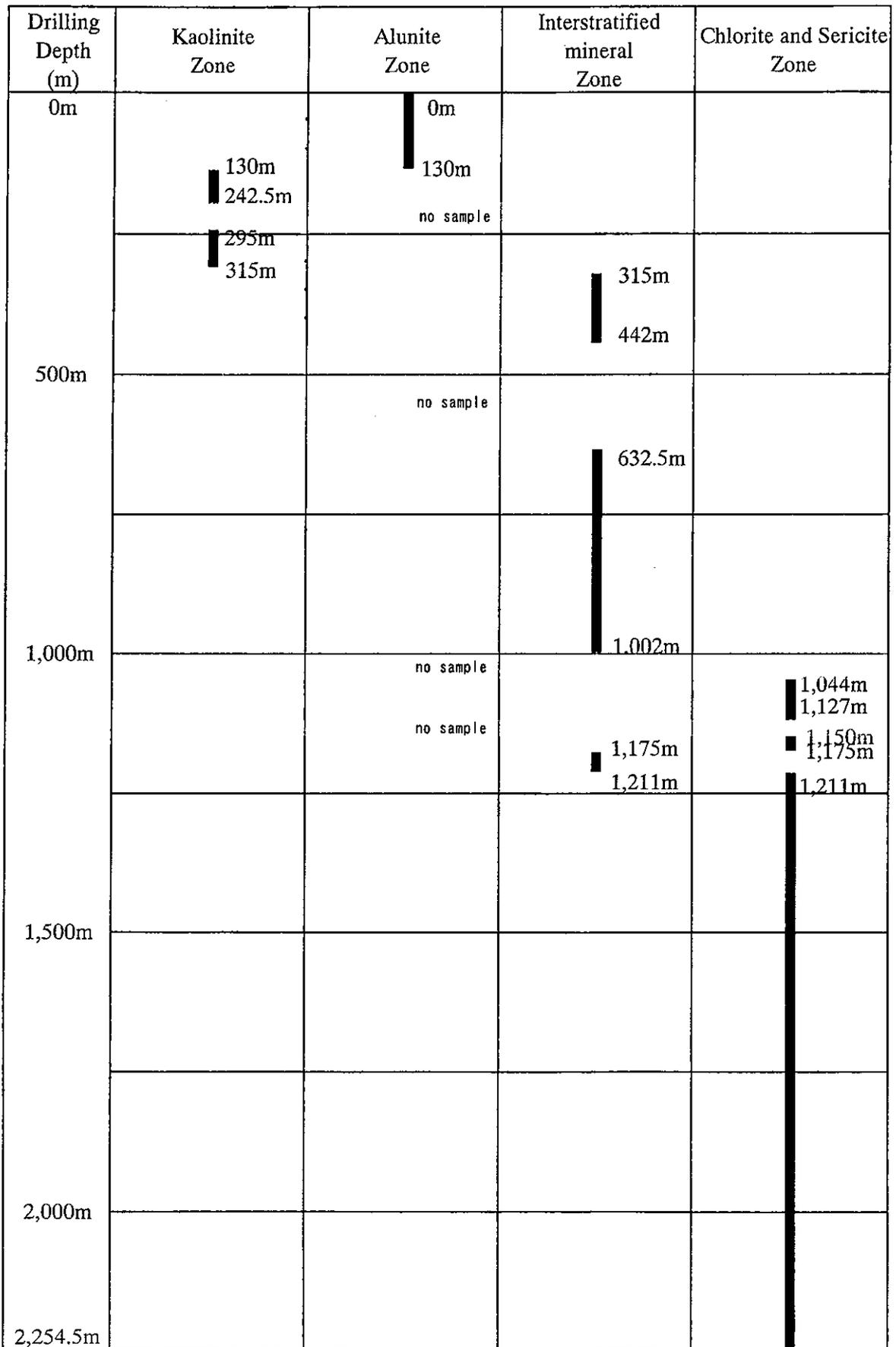


图2-4-1 CJZK3001 变质分带图

表2-4-5 ZK4002のX線回折分析結果

Minerals Samples	Clay minerals					Silica minerals	Silicates			Carbonates	Sulfates		Sulfides	Oxides
	Smectite	Chlorite	S/S*	Sericite (Muscovite)	Kaolinite	Quartz	Plagioclase	K-feldspar	Biotite	Calcite	Alunite	Barite	Pyrite	Anatase
100m	0.1			0.8	10.6	64.0		1.9			2.6		0.2	
150m			0.5	0.7	0.3	39.9	0.6	12.0		1.6	1.7		0.3	0.5
200m			0.6	0.9	5.3	45.9	0.6	5.9		0.9			1.0	0.5
250m		1.0	0.3	0.6	0.0	55.9	8.2	20.8		0.8			0.2	
300m		1.4	0.8	0.9		36.9	4.6	23.6		0.7				
900m		1.1		2.6	0.2	38.5	1.0	1.7		3.0				
925m		0.9		2.2		30.8	9.2	7.6		2.0			0.4	
950m	0.0	1.5		1.2		19.3	11.7	7.8		2.8				
975m		2.2		1.5		21.5	10.1	8.7		2.5				
1,000m		1.4		1.5		42.8	5.3	6.2		1.9			7.2	
1,025m		0.5		2.4		19.8	4.6	3.0	0.0	1.6		0.6	0.0	
1,050m		0.8		1.5		45.9	4.6	4.4		1.8			0.4	
1,075m		0.4		3.1		39.4	2.8	3.8	0.0	2.2			0.2	
1,100m		0.4		3.6		41.3	2.5	4.3		1.9				
1,150m		0.4		5.1		33.3	4.5	4.3		2.3			0.4	
1,200m		0.4		2.7		35.2	7.0	4.8		1.5				
1,250m		0.6		1.8		33.1	6.2	2.8	0.0	1.4		0.5		
1,300m		0.8		1.5	0.0	23.0	7.1	6.4	0.1	0.9		2.1		
1,350m		1.1		1.5		21.5	13.8	6.9	0.2	0.5				
1,398m		1.4		1.7		36.4	13.3	14.0	1.2	0.8			1.6	
1,450m		1.0		1.0		23.2	9.9	9.7	0.8	0.7				
1,500m		1.4		2.2		38.6	13.1	17.4	1.2	1.0				
1,550m	0.0	1.3		1.9		27.2	10.1	7.3	0.6	0.9				
1,600m	0.0	1.3		1.7		33.9	10.9	16.0	0.9	0.8				
1,650m	0.0	1.2		1.1		27.1	13.0	14.6	2.5					
1,700m		1.0		1.2		29.7	13.3	13.3	4.6					
1,725m	0.0	1.0		1.7		25.2	14.3	14.0	4.2					
1,750m	0.0	0.8		1.0		26.1	11.1	15.6	2.8					
1,775m	0.0	1.0		1.6		24.8	15.0	13.3	3.7					
1,800m	0.0	0.8		2.1		31.3	17.2	20.8	3.5	0.5				
1,825m		0.9		1.3		24.0	19.4	13.1	7.0					
1,850m	0.0	1.0		1.2		26.7	16.7	21.0	4.2					
1,875m	0.0	0.8		0.8		20.1	10.4	22.7	6.4	0.3				
1,900m		1.7		1.2		34.2	14.2	29.1	3.4	0.5			0.4	
1,925m	0.0	1.5		1.7		25.9	17.9	23.2	5.0	0.4				
1,950m	0.0	1.4		2.5		23.8	11.8	18.5	1.1	0.8				
1,975m		1.3		2.7		21.4	18.7	25.9	2.0					
2,000m		1.7		2.5		27.5	15.1	27.9	2.2	0.5				

\* C/S : Interstratified mineral of Chlorite and Smectite, S/S : Interstratified mineral of Sericite and Smectite.

The values in this table show Quartz Index (QI).  $QI = I_m / I_q \times 100$ ,

$I_m$  : The strongest X-ray intensity of a mineral in the examined sample

$I_q$  : The strongest X-ray intensity of pure Quartz.



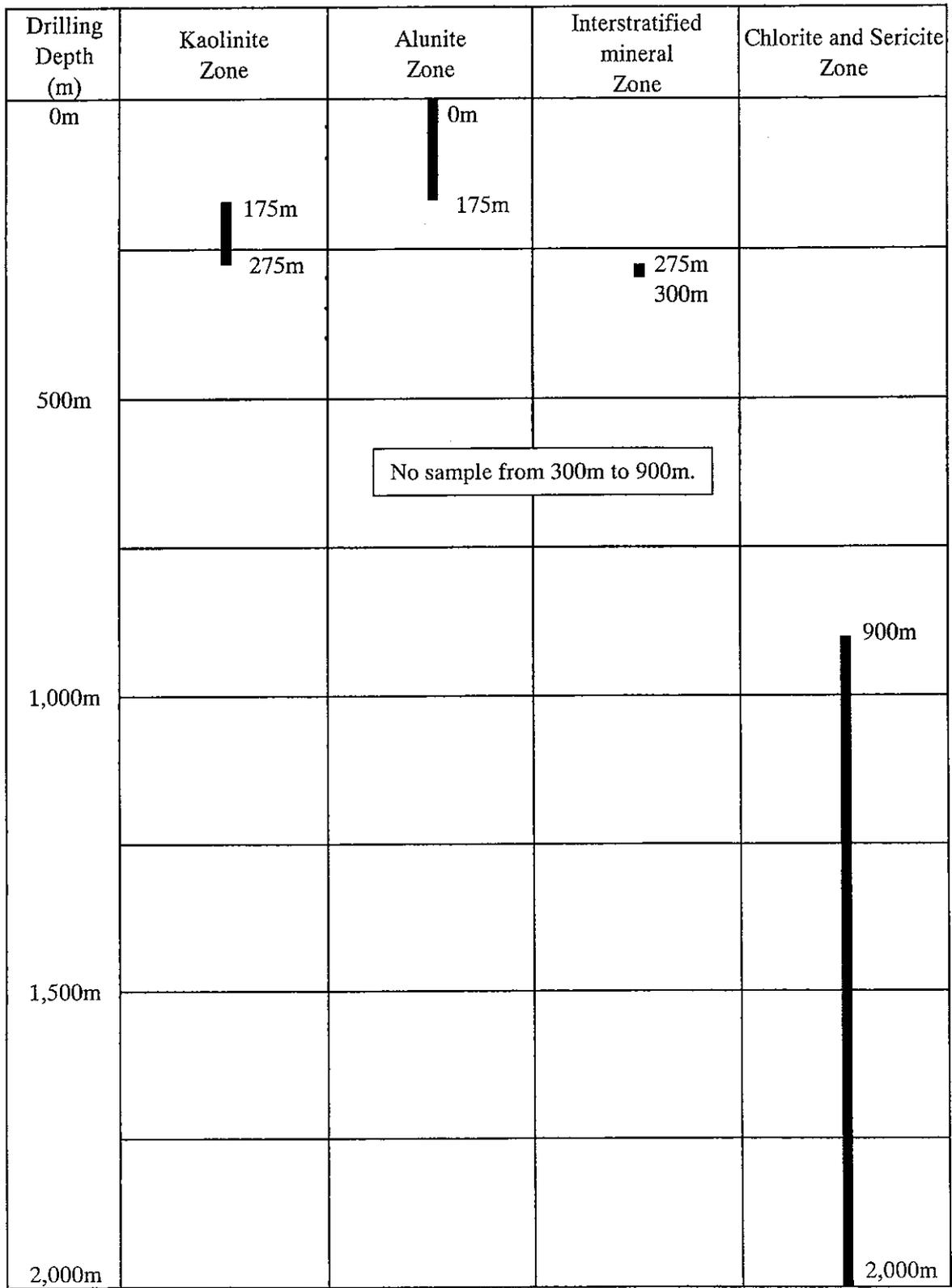


图2-4-2 ZK4002变质分带图

緑泥石-セリサイト帯：深度 900~2,000m

斜長石斑晶がほぼ完全に消失する熱水変質の強い部分は、深度 100~200m 及び 900m 付近で、深度 1,075~1,100m では斜長石の大部分が変質している。

(iii) 流体包有物測定

地層中の流体温度及び塩濃度を明らかにすることを目的とする。

(1) CJZK3001

CJZK3001 の流体包有物測定結果一覧表を表 2-4-7 に、深度-均質化温度分布図を図 2-4-3 に、均質化温度と塩濃度の相関図を図 2-4-4 に示す。

① 流体包有物の特徴

深度 60~150m は液単相包有物を主とし、一部に液相包有物が認められる。

深度 190~2,247.85m は液相包有物を主とし、そのうち深度 880m, 1,155m, 1,200m, 1,350m 及び 1,750~1,850m に液相 CO<sub>2</sub> を含む包有物が認められる。深度 1,750~1,850m には少量の気相包有物が認められる。

② 深度-均質化温度分布

図 2-4-3 から以下のことが判明した。

深度 60~190m にかけて、最低均質化温度が急激に温度上昇する (87→154℃)。

深度 190~1,000m の最低均質化温度はほぼ一定温度 (160℃前後) を示す。

深度 1,000~1,100m にかけては、急激に温度上昇する (158→211℃)。

深度 1,100~1,750m の最低均質化温度は、深くなるにつれ上昇する傾向が認められ、それ以深の深度 2,247.85m までは 270℃程度でほぼ一定値を示す。

③ 均質化温度と塩濃度の関係

図 2-4-4 から以下のことが判明した。

深度 635m, 1,050m, 1,100m, 2,097.5m 及び 2,247.85m で 4 wt%以上の流体包有物が分布する。それ以外の深度ではおおむね均質化温度にかかわらず塩濃度は約 0~3 wt%の範囲内に集中する。

(2) ZK4002

流体包有物測定結果一覧表を表 2-4-8 に、深度-均質化温度分布図を図 2-4-5 に、均質化温度と塩濃度の相関図を図 2-4-6 に示す。

① 包有物の特徴

深度 100~200m は液相包有物と液単相包有物が認められる。

深度 250~2,000m は液相包有物を主とし、そのうち深度 1,250m, 1,300m, 1,398m 及び 1,500m に液相 CO<sub>2</sub> を含む包有物が認められる。

② 深度-均質化温度分布

図 2-4-5 から、以下のことがわかる。

深度 200~250m にかけて、最低均質化温度が急激に温度上昇する (104→157℃)。

深度 250~300m 及び 900m の最低均質化温度はほぼ一定温度 (約 160℃) を示す。

深度 900m 以深の均質化温度は、深くなるに従いおおむね上昇傾向を示す。深度 1,500m 以深では最低均質化温度は約 250℃以上を示す。ただし、深度

表2-4-7 CJZK3001の流体包有物試験結果一覧

depth (m)	mineral	occurrence	Th (L-V)			Tm (ice)			Salinity			remarks			
			N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N		Min	Max	Av
60	Quartz	phenocryst	20	87	275	163	7	-0.6	-0.3	-0.6	7	0.5	1.1	1.0	Monophase liquid inclusions are observed.
110	Quartz	phenocryst	20	87	250	137	6	-2.2	-0.5	-1.2	6	0.9	3.7	2.1	Monophase liquid inclusions are observed.
130	Quartz	phenocryst	24	116	196	130	3	0.0	0.0	0.0	3	0.0	0.0	0.0	Monophase liquid inclusions are observed.
190	Quartz	phenocryst	27	154	188	158	14	-1.2	-0.5	-0.7	14	0.9	2.1	1.3	
235	Quartz	phenocryst	21	138	243	179	21	-0.5	-0.1	-0.3	21	0.2	0.9	0.5	
300	Quartz	phenocryst	21	155	181	163	20	-1.2	-0.5	-0.8	20	0.9	2.1	1.4	
375	Quartz	phenocryst	20	161	239	188	20	-0.6	-0.5	-0.6	20	0.9	1.1	1.0	
400	Quartz	phenocryst	22	158	183	162	22	-0.8	-0.6	-0.7	22	1.1	1.4	1.2	
442	Quartz	phenocryst	26	156	238	186	25	-0.8	0.0	-0.5	25	0.0	1.4	0.9	
635	Quartz	phenocryst	20	154	170	157	20	-3.7	-0.1	-0.7	20	0.2	6.0	1.3	
730	Quartz	phenocryst	21	156	252	184	21	-1.5	-0.6	-1.0	21	1.1	2.6	1.7	
820	Quartz	phenocryst	21	153	251	193	17	-0.6	0.0	-0.4	17	0.0	1.1	0.6	
880	Quartz	phenocryst	24	163	238	208	11	-1.9	0.0	-0.5	11	0.0	3.2	0.9	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
940	Quartz	phenocryst	20	169	216	199	19	-1.5	-0.6	-0.8	19	1.1	2.6	1.5	
1000	Quartz	phenocryst	20	158	210	197	20	-1.1	-0.2	-0.6	20	0.4	1.9	1.0	
1050	Quartz	phenocryst	21	174	226	197	21	-3.9	-0.7	-2.4	21	1.2	6.3	4.1	
1100	Quartz	phenocryst	23	211	236	222	22	-3.3	0.0	-0.5	22	0.0	5.4	0.9	
1155	Quartz	phenocryst	21	220	264	241	21	-0.9	-0.2	-0.5	21	0.4	1.6	0.9	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1200	Quartz	phenocryst	20	216	263	234	20	-0.3	0.0	-0.2	20	0.0	0.5	0.3	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and a liquid CO <sub>2</sub> -halite-bearing inclusion are observed in this depth.
1222	calcite	vein	20	246	265	255	18	-1.6	-0.9	-1.2	18	1.6	2.7	2.0	
1250	Quartz	phenocryst	17	236	251	245	17	-1.1	-1.0	-1.1	17	1.7	1.9	1.9	
	calcite	vein	3	245	253	250	3	-1.0	-0.7	-0.9	3	1.2	1.7	1.5	
1300	Quartz	phenocryst	15	151	261	243	15	-1.4	-0.1	-0.5	15	0.2	2.4	0.9	
	calcite	vein	6	201	258	219	6	-0.8	-0.7	-0.7	6	1.2	1.4	1.3	
1350	Quartz	phenocryst	23	226	270	246	10	-0.6	0.0	-0.3	10	0.0	1.1	0.5	
1400	Quartz	phenocryst	20	244	260	251	19	-0.8	-0.2	-0.4	19	0.4	1.4	0.6	
1450	Quartz	phenocryst	20	236	274	253	16	-1.4	-0.2	-0.9	16	0.4	2.4	1.6	
	calcite	vein or druse	13	259	303	274	13	-0.7	-0.3	-0.5	13	0.5	1.2	0.9	
1500	Quartz	phenocryst	8	225	243	235	8	-0.3	-0.3	-0.3	8	0.5	0.5	0.5	
	vein	vein	17	207	242	232	14	-0.1	0.0	-0.1	14	0.0	0.2	0.1	
1522.6	Fluorite	vein	5	274	276	275	4	-0.3	-0.2	-0.3	4	0.4	0.5	0.4	
	Quartz	vein or druse	14	273	293	283	14	-1.1	-0.7	-0.9	14	1.2	1.9	1.6	
1550	Quartz	phenocryst	6	241	304	266	2	-0.9	-0.9	-0.9	2	1.6	1.6	1.6	
1600	Quartz	phenocryst	20	261	273	268	15	-1.5	-1.2	-1.4	15	2.1	2.6	2.4	
1650	Quartz	phenocryst	23	275	306	282	20	-2.1	-0.3	-0.5	20	0.5	3.5	0.9	
1700	Quartz	phenocryst	21	277	287	284	15	-0.5	-0.2	-0.4	15	0.4	0.9	0.8	
1750	Quartz	phenocryst	13	287	294	291	8	-2.3	-1.2	-1.9	8	2.1	3.9	3.2	Many liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor rich inclusions are observed in this depth. 7 inclusions show Th>340°C.
1800	Quartz	phenocryst	22	245	280	256	22	-1.3	0.0	-0.8	22	0.0	2.2	1.5	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor-rich inclusions are observed in this depth.
1850	Quartz	phenocryst	21	267	306	279	10	-1.9	-0.3	-0.9	10	0.5	3.2	1.6	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions and vapor-rich inclusions are observed in this depth.
1900	Quartz	phenocryst	21	270	323	292	11	-1.2	-0.7	-1.1	11	1.2	2.1	1.9	
1950	Quartz	phenocryst	25	263	299	289	4	-1.6	-1.4	-1.5	4	2.4	2.7	2.6	
2000	Quartz	phenocryst	20	265	293	270	10	-0.9	-0.7	-0.8	10	1.2	1.6	1.4	
2067.5	Quartz	phenocryst	20	284	294	291	20	-1.7	-0.3	-1.0	20	0.5	2.9	1.8	
2097.5	Quartz	phenocryst	20	270	296	281	11	-2.8	-1.4	-1.7	11	2.4	4.6	2.9	
2135	Quartz	phenocryst	20	275	298	291	19	-2.1	-0.5	-1.2	19	0.9	3.5	2.1	
2175	Quartz	phenocryst	24	270	291	282	24	-1.2	-0.7	-0.9	24	1.2	2.1	1.5	
2210	Quartz	phenocryst	21	274	287	279	21	-1.0	-0.9	-1.0	21	1.6	1.7	1.7	
2247.85	Quartz	phenocryst	20	277	299	287	20	-3.2	-0.4	-1.3	20	0.7	5.3	2.2	

N: number, Min: minimum, Max: maximum, Av: average

Th (L-V): disappearance temperature of bubble in liquid-rich inclusion

Tm (ice): final melting temperature of ice

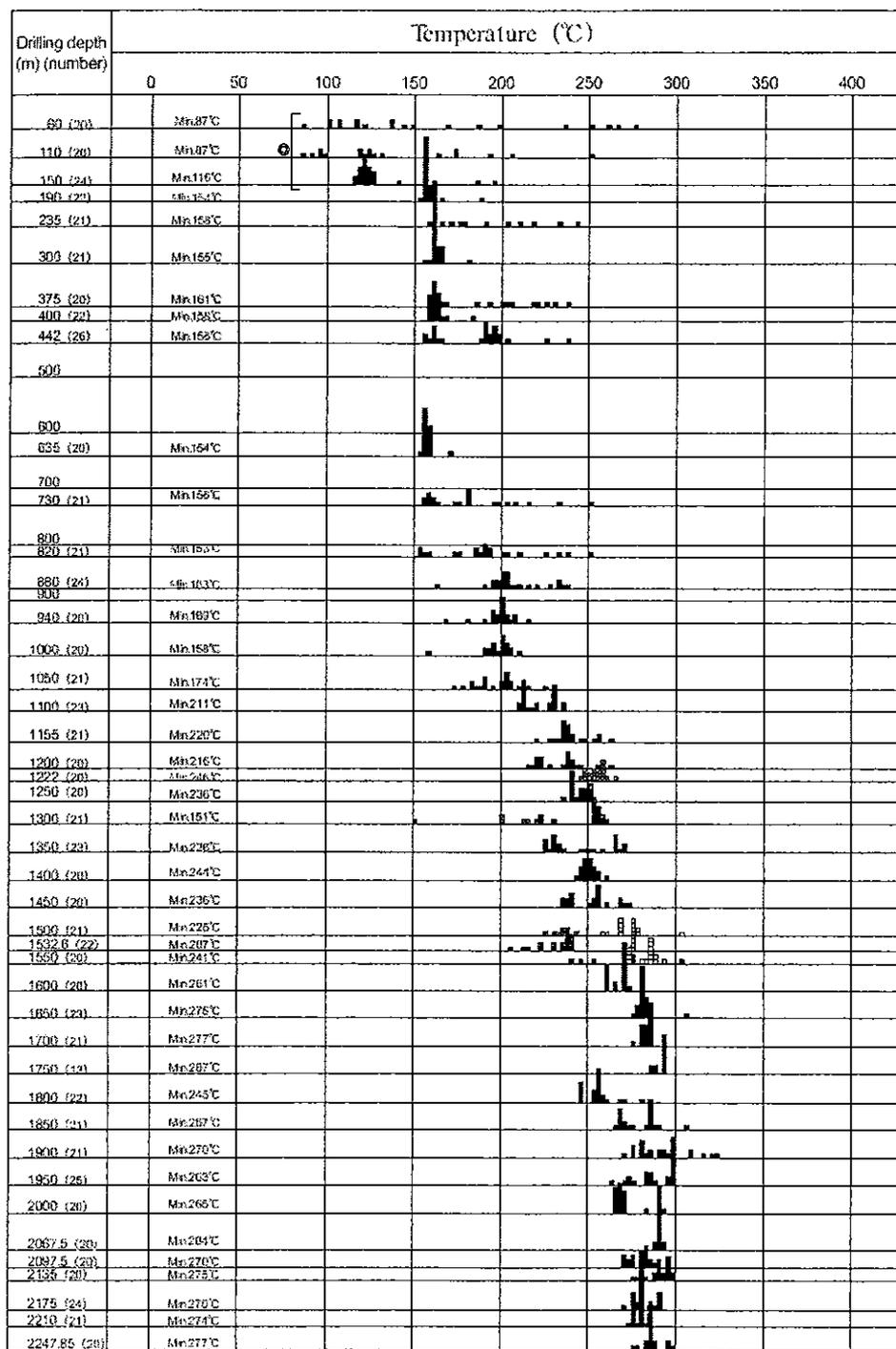
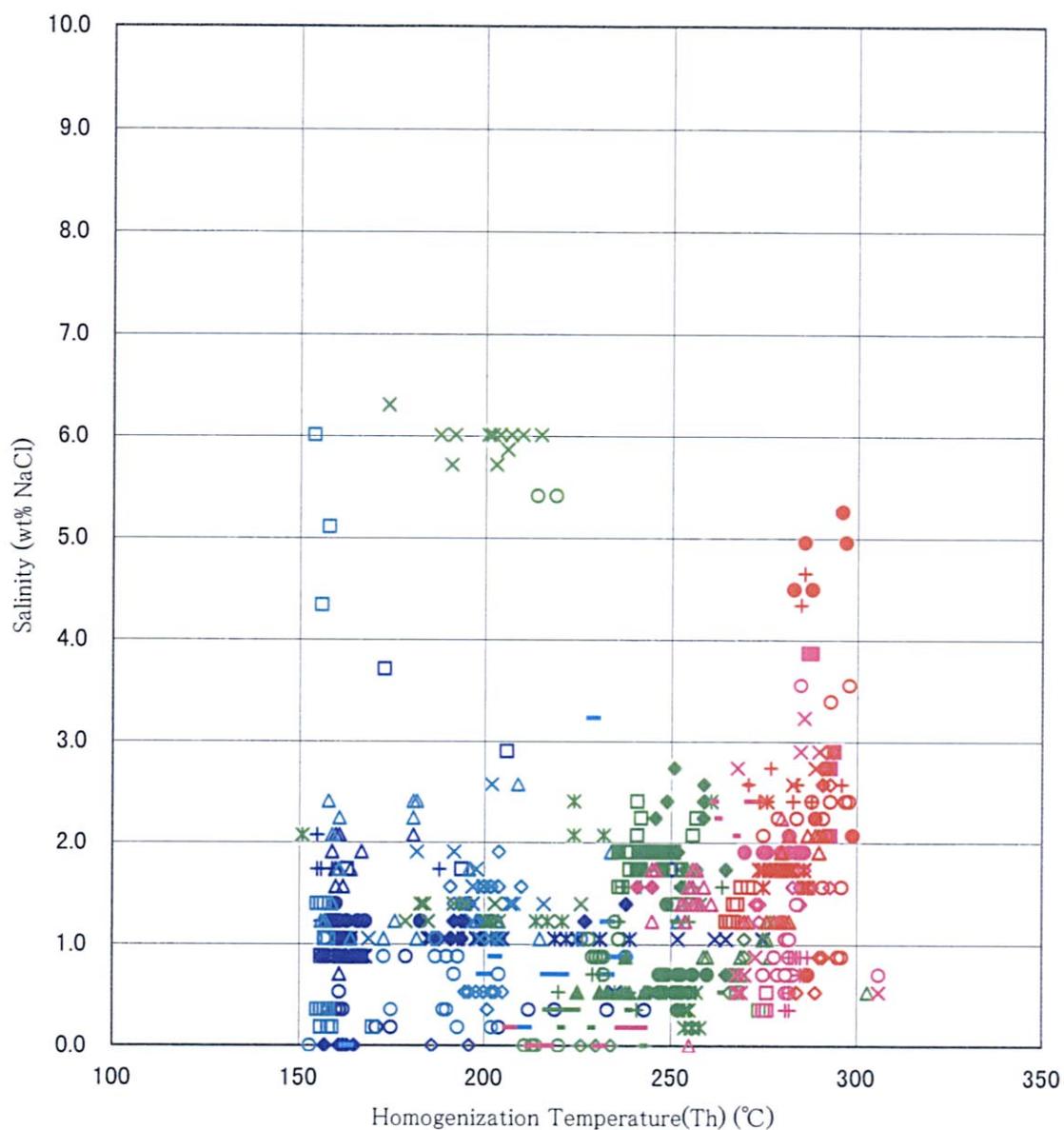


图2-4-3 CJZK3001 深度-均质化温度分布图



×60m	□110m	◇150m	+190m	○235m	△300m	×375m	●400m
◆442m	□635m	△730m	○820m	-880m	×940m	◇1000m	×1050m
○1100m	+1155m	-1200m	◆1222mC	■1250m	-1250mC	×1300m	◇1350m
●1400m	□1450m	△1500m	▲1500mC	-1532.6mF	□1532.6mR	◆1550m	◇1550mR
-1600m	○1650m	+1700m	■1750m	△1800m	×1850m	●1900m	×1950m
□2000m	◇2067.5m	+2097.5m	○2135m	△2175m	×2210m	●2247.85m	

1250mC:calcite, 1500mC:calcite, 1550mR:rock crystal  
 1532.6mF:Fluorite, 1532.6mR:Rock crystal, 1550mR:Rock crystal

図 2 - 4 - 4 CJZK3001の流体包有物の均質化温度と塩濃度の相関図

表 2-4-8 ZK4002の流体包有物試験結果一覧

Depth (m)	Mineral	Occurrence	Th (L-V)			Tm (ice)			Th (CO <sub>2</sub> )			Tm (CO <sub>2</sub> )			Tm (Clath)			Salinity N Min Max Av	Remarks			
			N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N	Min	Max	Av	N	Min	Max			Av		
100	Quartz	phenocryst	20	137	222	180	18	-0.3	0.0	-0.3								18	0.0	0.5	0.4	Monophase liquid inclusions are observed.
150	Quartz	phenocryst	20	131	279	144	1	0.0	0.0	0.0								1	0.0	0.0	0.0	Monophase liquid inclusions are observed.
200	Quartz	phenocryst	20	104	207	158	13	-0.1	0.0	0.0								13	0.0	0.2	0.0	Monophase liquid inclusions are observed.
250	Quartz	phenocryst	20	157	206	177	20	-2.5	0.0	-0.4								20	0.0	4.2	0.7	Monophase liquid inclusions are observed.
300	Quartz	phenocryst	20	157	191	168	20	-0.8	0.0	-0.5								20	0.0	1.4	0.9	
900	Quartz	phenocryst	20	162	236	199	20	-1.5	-0.6	-0.8								20	1.1	2.6	1.3	
925	Quartz	phenocryst	20	226	278	249	20	-1.7	-0.5	-1.2								20	0.9	2.9	2.0	
950	Quartz	phenocryst	25	220	264	241	22	-1.8	0.0	-0.5								22	0.1	3.1	0.9	
975	Quartz	phenocryst	26	225	267	239	27	-1.3	-0.2	-0.3								27	0.4	2.2	0.6	
1000	Quartz	phenocryst	20	146	223	177	9	-1.4	-0.9	-1.2								9	1.6	2.4	2.0	
1025	Quartz	phenocryst	21	209	235	218	23	-1.0	-0.4	-0.6								23	0.7	1.7	1.1	
1050	Quartz	phenocryst	21	201	239	215	21	-0.3	0.0	-0.1								18	0.0	0.5	0.2	
1075	Quartz	phenocryst	21	214	230	230	24	-2.5	0.0	-0.8								24	0.0	4.2	1.4	
1100	Quartz	phenocryst	20	162	232	213	20	-1.6	-0.9	-1.2								18	1.6	2.7	2.1	
1150	Quartz	phenocryst	21	197	226	215	21	-0.3	-0.1	-0.2								18	0.2	0.5	0.3	
1200	Quartz	phenocryst	20	201	236	222	20	-0.3	-0.1	-0.2								18	0.2	0.5	0.4	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1250	Quartz	phenocryst	22	241	282	251	25	-2.6	-0.4	-0.9								25	0.7	4.3	1.5	Salinity is calculated from Tm(ice) which is less than zero.
1300	Quartz	phenocryst	18	194	260	215	15	-0.5	0.4	-								8	0.2	0.9	0.4	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1350	Quartz	phenocryst	4	242	317	293												3	-57.5	-57.4	-57.5	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions
1398	Quartz	phenocryst	22	246	282	264	13	-2.4	-0.1	-0.8								19	0.9	3.4	2.3	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions are observed in this depth.
1450	Quartz	phenocryst	20	215	266	231	19	-2.4	-1.0	-1.5								19	1.7	4.0	2.6	
1500	Quartz	phenocryst	19	256	282	265	11	-2.5	-1.4	-1.8								11	2.4	4.2	3.1	Five fluid inclusions have a solid which doesn't dissolve less than 350°C.
1550	Quartz	phenocryst	3	272	302	286												2	2.4	3.2	2.8	Liquid CO <sub>2</sub> -bearing inclusions
1600	Quartz	phenocryst	20	233	306	271	13	-3.1	-0.6	-1.8								13	1.1	5.1	3.1	
1650	Quartz	phenocryst	20	252	307	279	13	-3.5	-0.5	-1.3								15	0.9	5.7	2.2	
1700	Quartz	phenocryst	21	263	307	279	14	-5.6	-2.6	-3.3								14	4.3	8.7	5.5	
1725	Quartz	phenocryst	20	267	305	284	11	-4.9	-1.0	-3.0								11	1.7	7.7	5.0	
1750	Quartz	phenocryst	22	247	286	260	22	-4.1	-1.1	-1.6								22	1.9	16.6	2.7	
1775	Quartz	phenocryst	23	266	303	277	18	-0.6	-0.4	-0.5								18	0.7	1.1	0.9	
1800	Quartz	phenocryst	21	262	331	272	20	-1.9	-0.7	-1.0								20	1.2	3.2	1.8	
1825	Quartz	phenocryst	20	270	297	279	18	-3.1	-2.1	-2.9								18	3.5	5.1	4.7	
1850	Quartz	phenocryst	13	246	299	259	13	-3.8	-0.6	-1.9								13	1.1	16.2	3.2	
1925	Quartz	phenocryst	9	282	288	286	9	-0.3	-0.2	-0.2								9	0.4	0.5	0.4	
1975	Quartz	vein or druse	11	264	287	270	11	-2.7	0.2	-1.3								11	0.4	4.8	2.2	
1975	Quartz	vein or druse	12	200	241	220	12	-2.1	-1.2	-1.6								12	2.1	3.5	2.7	
1975	Quartz	phenocryst	21	267	293	288	21	-3.0	-2.1	-2.6								21	3.5	5.0	4.4	
1950	Calcite	vein	20	259	347	289	19	-1.3	-0.8	-1.0								19	1.4	2.2	1.7	
1975	Quartz	phenocryst	23	263	289	282	22	-0.6	-0.1	-0.3								22	0.2	1.1	0.5	
2000	Quartz	phenocryst	21	287	299	292	8	-2.5	-0.8	-1.4								8	1.4	4.2	2.4	

-from determined N: number, Min: minimum, Max: maximum, Av: average

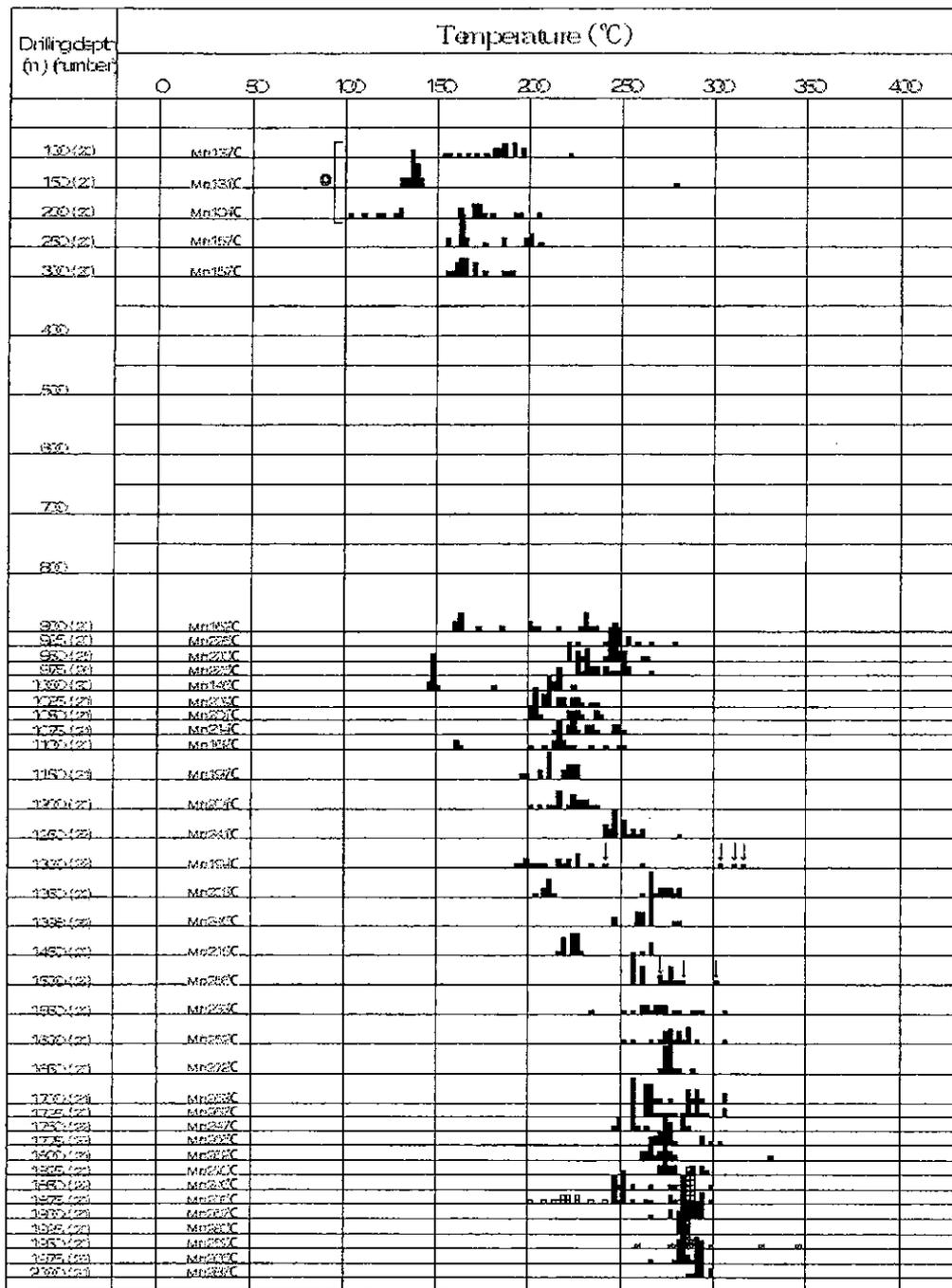
Th (L-V): disappearance temperature of vapor phase in liquid-rich inclusion

Tm(ice): final melting temperature of ice

Th (CO<sub>2</sub>): homogenization temperature into CO<sub>2</sub> liquid phase or vapor phase

Tm (CO<sub>2</sub>): CO<sub>2</sub> solid melting temperature

Tm (clath): CO<sub>2</sub> clathrate melting temperature



- Quartz phenocryst    ▣ relict    □ Quartz (rock crystal)
- ⊙ : coexistence with monophasic liquid inclusion
- | : liquid CO<sub>2</sub>-bearing inclusion

図2-4-5 ZK4002 深度-均質化温度分布図

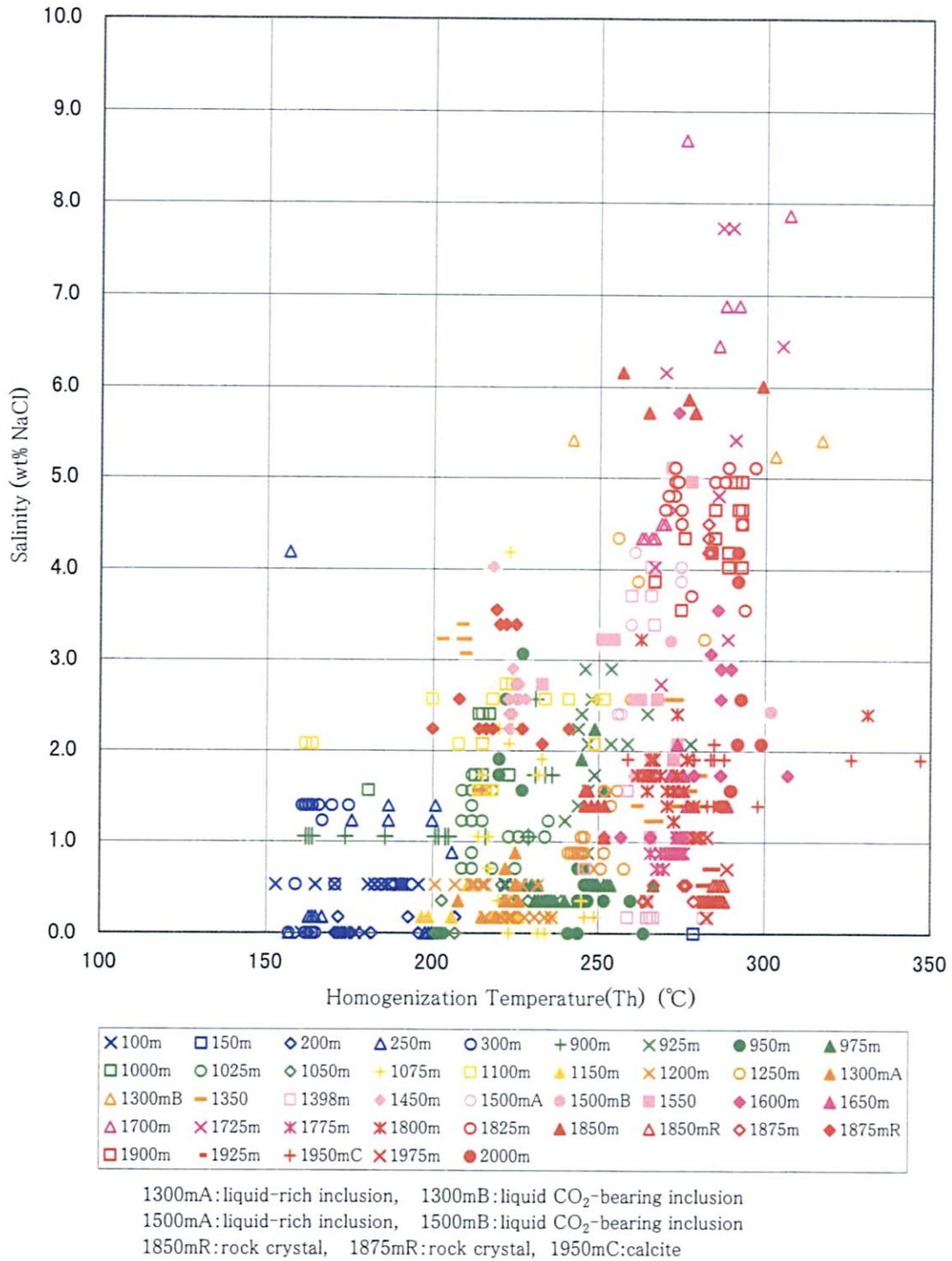


図 2 - 4 - 6 ZK4002の流体包有物の均質化温度と塩濃度の相関図

1,875m では、200～241℃の低い均質化温度を示す石英（水晶）が認められる。

### ③ 均質化温度と塩濃度の関係

図2-4-6から、以下のことがわかる。

全体的に見ると、深度が深くなるにつれて高塩濃度の流体包有物を含む。均質化温度と塩濃度の関係を見ると、均質化温度が200℃以下では塩濃度はおおよそ0～2 wt%，200～250℃では約0～4 wt%，250～300℃では約0～9 wt%，300℃以上では約1～8 wt%となっている。

### (iv) コア物性試験

CJZK3001で採取したコア（No.1～3）について、①密度・孔隙率測定、②熱伝導率測定、③比熱測定を実施した。①は建設省土木試験基準「岩石の密度・含水比・飽和度・有効孔隙率・吸水率の試験方法（KDK S 0501-1968）」に、②は「非定常法（JIS R 2616 耐火断熱レンガの熱線法による熱伝導率の試験方法）」に、③は青木豊松著「アルミ合金の溶融前後の比熱測定」（1997）に準じて実施した。浸透率測定は試験に適した供試体を得ることができないため測定していない。

密度・孔隙率、熱伝導率及び比熱の測定結果をそれぞれ表2-4-9～11に示す。

#### (1) 密度

密度（強制湿潤状態）は、コア No.1（深度 1222.2-1222.8m：花崗斑岩）で2.58g/cm<sup>3</sup>、コア No.2（深度 1532.6-1533.3：花崗岩マイロナイト）で2.59g/cm<sup>3</sup>、コア No.3（深度 2247.85-2248.3m：花崗岩）で2.59g/cm<sup>3</sup>であり、深度によらずほぼ同じ値を示す。密度（自然状態）はコア No.1で2.55g/cm<sup>3</sup>、コア No.2で2.57g/cm<sup>3</sup>、コア No.3で2.58g/cm<sup>3</sup>、密度（強制湿潤状態）はコア No.1で2.53g/cm<sup>3</sup>、コア No.2で2.57g/cm<sup>3</sup>、コア No.3で2.58g/cm<sup>3</sup>であり、深部でやや大きいと顕著な違いはない。これはコアがいずれも花崗岩質岩石で、主要造岩鉱物がほぼ同じ比重を持つためと考える（表2-4-12）。

#### (2) 孔隙率

有効空隙率はコア No.1～3でそれぞれ4.66%、2.74%、1.14%であり、深部ほど小さい。表2-4-12から、コア No.1は熱水変質が強く、付近では全量逸泥が発生していることから、内部に断層運動による微細亀裂が形成したり、熱水変質による鉱物の溶脱が関与し、有効空隙率が大きくなっていると考える。コア No.3は新鮮な岩石であり、有効空隙率が小さいことと整合する。コア No.2は熱水変質はコア No.1に比べ弱いと、顕微鏡スケールで開口性亀裂が確認できるため、コア No.3に比べ有効空隙率は大きいと考える。

#### (3) 熱伝導率

熱伝導率はコア No.1で7.914cal/cm·s·℃、コア No.2で6.482cal/cm·s·℃、コア No.3で5.967cal/cm·s·℃である。一般的に、空隙率が大きいほど、また結晶粒径が小さいほど熱伝導率は低下することから、コア No.1の熱伝導率が最小と予想されるが、実際は粗粒結晶の割合が多く、有効空隙率の小さいコア No.3で最小値を示した。図2-4-7の下段に示したように、コアを構成する鉱物のうち、石英の熱伝導率が他の鉱物の2倍以上と数値が大きい。各コアの構成鉱物の相対比率（石英指数換算）を見ると、コア No.1は石英の相対比率が73%、コア No.2では52%、

表2-4-9 密度・孔隙率測定結果

No	試料名	重量 (g)				重量差 (g)		密度 (g/cm <sup>3</sup> )			有効 空隙率 (%)
		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub> -W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub> -W <sub>4</sub>	自然状態	強制湿潤	強制乾燥	
1	① CJZK3001 コア No.1 (1222-1222.8m)	57.00	34.91	56.28	55.97	22.09	1.03	2.55	2.58	2.53	4.66
2	② CJZK3001 コア No.2 (1532.6-1533.3m)	51.22	31.48	50.78	50.68	19.74	0.54	2.57	2.59	2.57	2.74
3	③ CJZK3001 コア No.3 (2247.85-2248.3m)	54.80	33.66	54.57	54.56	21.14	0.24	2.58	2.59	2.58	1.14

W1:強制湿潤状態の空中重量, W2:強制湿潤状態の水中重量, W3:自然状態の空中重量, W4:強制乾燥状態の空中重量

表2-4-10 熱伝導率測定結果

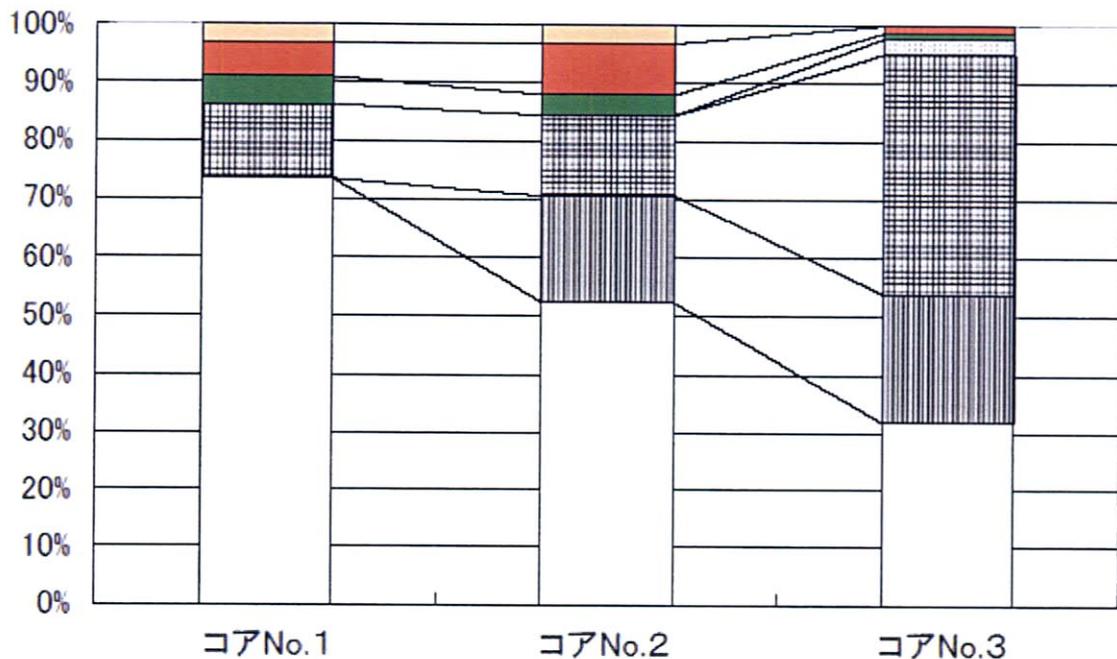
No	試料名	熱伝導率測定値 (kcal/m·h·°C)					平均	標準誤差
		1	2	3	4	5		
1	①CJZK3001 ㊦ No.1 (1222-1222.8m)	2.834	2.858	2.842	2.895	2.816	2.849	± 0.013
2	②CJZK3001 ㊦ No.2 (1532.6-1533.3m)	2.299	2.302	2.349	2.349	2.369	2.334	± 0.014
3	③CJZK3001 ㊦ No.3 (2247.85-2248.3m)	2.139	2.265	2.075	2.158	2.104	2.148	± 0.033

表2-4-11 比熱測定結果

温度 (°C)	比熱 (J/g·K)		
	①CJZK3001 コア No.1 (1222-1222.8m)	②CJZK3001 コア No.2 (1532.6-1533.3m)	③CJZK3001 コア No.3 (2247.85-2248.3m)
20	0.76	0.75	0.76
30	0.78	0.77	0.78
40	0.79	0.78	0.80
50	0.81	0.80	0.81
60	0.82	0.81	0.82
70	0.84	0.83	0.83
80	0.86	0.84	0.85
90	0.88	0.86	0.86
100	0.90	0.87	0.87
110	0.92	0.88	0.89
120	0.94	0.89	0.90
130	0.95	0.91	0.92
140	0.96	0.92	0.93
150	0.96	0.93	0.94
160	0.95	0.94	0.95
170	0.95	0.94	0.96
180	0.96	0.95	0.97
190	0.97	0.96	0.97
200	0.98	0.97	0.98
210	0.99	0.98	0.99
220	1.00	0.98	1.00
230	1.00	0.99	1.01
240	1.01	1.00	1.02
250	1.01	1.00	1.02
260	1.02	1.01	1.03
270	1.02	1.02	1.03
280	1.03	1.02	1.04
290	1.03	1.03	1.04
300	1.04	1.03	1.05

表 2 - 4 - 12 物性試験用コアの特徴一覧表

コア	No. 1	No. 2	No. 3
深度 (m)	1222.0-1222.8	1532.6-1533.3	2247.85-2248.3
岩石名	花崗斑岩	花崗岩 (マイロナイト化)	白雲母黒雲母含有 花崗岩
組織	斑状組織 (半深成岩組織)	マイロナイト組織	花崗岩状組織 (等粒状組織)
平均 粒径 (mm)	斑晶：1 石基：0.1	残斑晶：1-2 基質：0.01-0.1 * 基質は主として破砕した斑 晶からなる。	斑晶：2
主要 造岩 鉱物 (比重)	石英(2.65) カリ長石(2.55-2.63) 白雲母(2.77-2.88) 黒雲母(2.7-3.3)	石英(2.65) カリ長石(2.55-2.63) 斜長石(2.63-2.76)	カリ長石(2.55-2.63) 石英(2.65) 斜長石(2.63-2.76) 黒雲母(2.7-3.3) 白雲母(2.77-2.88)
変質状況・ 変質鉱物の 比重	斜長石がほぼ完全にセ リサイトに変質。黒雲 母がほぼ完全に緑泥石 に変質。  <変質鉱物の比重> セリサイト(2.6-2.9) 緑泥石(2.6-3.3)	斜長石などの破砕部に 方解石脈が多数形成。 斜長石全体に微細なセ リサイトが生成。 鉱物脈として螢石+石 英脈を含む。鉱物脈と 母岩との間は水晶とセ リサイト、黄鉄鉱から なる珪化帯と、微細な 二次石英、セリサイト、 方解石、マイロナイト 礫からなる固結した断 層ガウジが形成。  <変質鉱物の比重> 方解石(2.7) セリサイト(2.6-2.9) 緑泥石(2.6-3.3) 螢石(3.18) 黄鉄鉱(4.95-5.03)	変質鉱物は斜長石及び 黒雲母に微量生成。
周辺 状況	全量逸泥発生深度 (1253m, 1263m) に近 い。	逸泥発生深度(1503m) に近い。	



□石英 ▨斜長石 ▩カリ長石 □黒雲母 ■緑泥石 ■セリサイト(白雲母) □方解石

各鉱物の熱伝導率 (kcal/m・h・°C)

石英(6.61) > 方解石(3.09) > 緑泥石(2.17) > 白雲母(2.02)  
 > カリ長石(2.00) > 黒雲母(1.74) > 斜長石(1.64)

引用

([http://www.earth.monash.edu.au/heat/flow/table4\\_1.html](http://www.earth.monash.edu.au/heat/flow/table4_1.html))  
 ([http://www.earth.monash.edu.au/heat/flow/table4\\_5.html](http://www.earth.monash.edu.au/heat/flow/table4_5.html))

図2-4-7 各コア試料のX線分析による鉱物相対強度(石英指数換算)