

# さく井工事の抑留例とその対策

日本地下水開発株式会社 中村 秀夫・安彦 宏人

## 1. はじめに

さく井工事に従事するものにとって、ジャーミング（抑留）という言葉は、大変厳しい響きがある。特に差圧抑留に関しては、突然ほんのわずかな時間の中にそれほど危険を意識する前に起きてしまうことが多々ある。ドリルパイプ（ロッド）をごく短時間静止させたにも拘わらず、急に動かなくなり、ポンプによる泥水循環も通常と大差なく行われているといったような場合は、ほとんど差圧抑留と考えられる。抑留事故の70～80%が差圧抑留であろう。

差圧抑留が起きる原因は、地層や泥水管理など色々あるが、現実起きてしまった場合の回収事例文献がほとんどないのが現状である。さく井工事では深度が300m以深にならないと、差圧抑留はほとんど発生しないことから、抑留事故に遭遇し、事故回収作業を実際経験することはそう多くはない。

そこで、回収事例と差圧抑留に関するメカニズムを、今後の参考として紹介する。

## 2. 差圧抑留の実例

### (1) 差圧抑留の発生

温泉井を掘さく中、深度859mにて送泥ポンプが故障しドリルパイプを深度770mまで引き揚げ、送泥ポンプの修理を行った。なお、掘さく地層は第三紀層の泥岩、凝灰岩、砂岩であった。

4時間30分ほどで送泥ポンプの修理をおえ、ドリルパイプを降下しようとしたが動かず抑留されてしまった。しかし、泥水は支障なく循環でき、その時の泥水状況は表-1の通りである。

### (2) 1回目の回収作業

直ちに泥水を表-1のごとく調泥し、オイルスポットを行うこととした。

表-1 泥水状況

	粘性 (sec)	比重	送泥量 ( $\ell$ /min)	送泥圧 (MPa)
抑留時	45	1.29	450	3.5
調泥後	32	1.22	450	3.0

表-2 スポットオイル数量

項目	名称	数量
スポット オイル数量	オイル（軽油）	1,000 $\ell$
	スビ <sup>®</sup> -ダ <sup>®</sup> -P (1%)	10 $\ell$
	スビ <sup>®</sup> -ダ <sup>®</sup> -X (7%)	70 $\ell$

\* 抑留からの時間： 18 時間

\* オイル送圧 : 2.0~3.0 MPa

オイルスポット後4時間放置してオイル浸透を待ち、30 tで強引と強引放置を16回繰り返したが動管しないため、ドリルパイプ（ロッド）内の残オイルを注入するなどして、強引と強引放置を27回繰り返したが動管しなかった。

### (3) 2回目の回収作業

抑留から4日経過後、表-3~表-4のごとく調泥および、スポット数量を決めて、再度オイルスポットを実施した。

表-3 調泥状況

	粘性 (sec)	比重	送泥量 ( $\ell$ /min)	送泥圧 (MPa)
調泥前	120以上	1.22	370	3.0
調泥後	26	1.18	444	2.1

表-4 調泥剤およびスポットオイル数量

項目	名称	数量
調泥剤	水	4,400 $\ell$
	テルフロー	18 $\ell$
	ポリマーH	10kg
スポット オイル数量	オイル（軽油）	1,800 $\ell$
	スビ <sup>®</sup> -ダ <sup>®</sup> -P (11%)	200 $\ell$
	スビ <sup>®</sup> -ダ <sup>®</sup> -X (6.7%)	120 $\ell$

\* 抑留からの時間： 93時間

\* オイル送圧 : 3.0~3.5 MPa

オイルスポット後10分ほど放置して、表-5に示したように僅か3回の強引と強引放置で離脱に成功した。

表-5 強引作業状況

時刻	強引 (kN)	ドリルパイプ の伸び(cm)	強引放置時間 (分)
14:00	304	79	12
14:15	309	82	12
14:30	309	82	12
14:45	離脱		

### (4) 1回目の回収作業失敗の原因

原因としては、次のようなことが考えられる。

- ・崩壊を心配するあまり、比重を下げきれなかったこと
- ・冷静さを欠き、オイルおよびオイル添加剤の適正数量を間違えたこと

### 3. 差圧抑留のメカニズム

#### (1) 差圧抑留の抑留力計算式

差圧抑留は、地層水圧力  $pf$  と泥水柱圧力  $pm$  との差によってドリリングツールが、坑壁に強く押し付けられて抑留される。

ドリルカラーと坑壁の密着している部分の面積を  $A$ 、その摩擦係数を  $f$  とすると、差圧抑留力  $F$  は次式で計算される。(図-1 参照)

$$F = f \times A \times (pm - pf)$$

$F$  : ドリリングツールが抑留されている力 (kN)

$f$  : 静止摩擦係数 (実験値  $\approx 0.07$ )

$A$  : ドリルカラーが坑壁に密着している面積 (cm<sup>2</sup>)

$pm$  : 泥水柱圧力 (MPa)

$pf$  : 地層内の水圧力 (MPa)

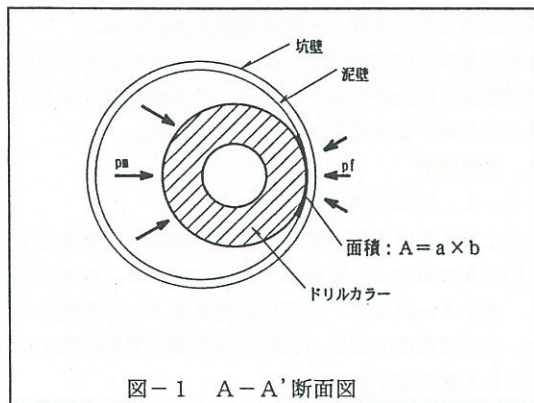


図-1 A-A' 断面図

(2) 今回の抑留事故の抑留力を計算すると

抑留深度 :  $D=770\text{m}$  (1kgf/cm<sup>2</sup>=98kPaとして)

泥水比重 :  $\rho=1.29$

泥水柱圧力 :  $pm=1.29 \times 770 \div 10$   
 $=99.33 \approx 99 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \Rightarrow 9.7\text{MPa}$

地層圧力 :  $pf=770 \div 10=77 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \Rightarrow 7.5\text{MPa}$

密着部分の幅 :  $a=13.5\text{cm}$   
 (6-3/4"ドリルカラー-外周の1/4)

密着部の長さ :  $b=3,600\text{cm}$   
 (6-3/4"ドリルカラー-長さ)

$$\begin{aligned} F &= f \times A \times (pm - pf) \\ &= 0.07 \times 13.5 \times 3,600 \times (99 - 77) \\ &= 74,844 \text{ (kgf)} \approx 74.8 \text{ (tf)} \Rightarrow 733\text{kN} \end{aligned}$$

の力になる。

従って、ドリリングツールの総質量12.5tを加算すると、ドリリングツールの見掛け上の質量は、

$$W=74.8+12.5=87.3 \text{ (t)} \Rightarrow 855 \text{ kN}$$

と強大なものになる。

水井戸や温泉用掘さく機械の巻き上げ能力は、一般にワイヤー4~6本掛けで、水井戸用は16~20t、温泉用は30~50t程度である。したがって、ツールの質量と泥水比重を常に把握・管理すべきである。

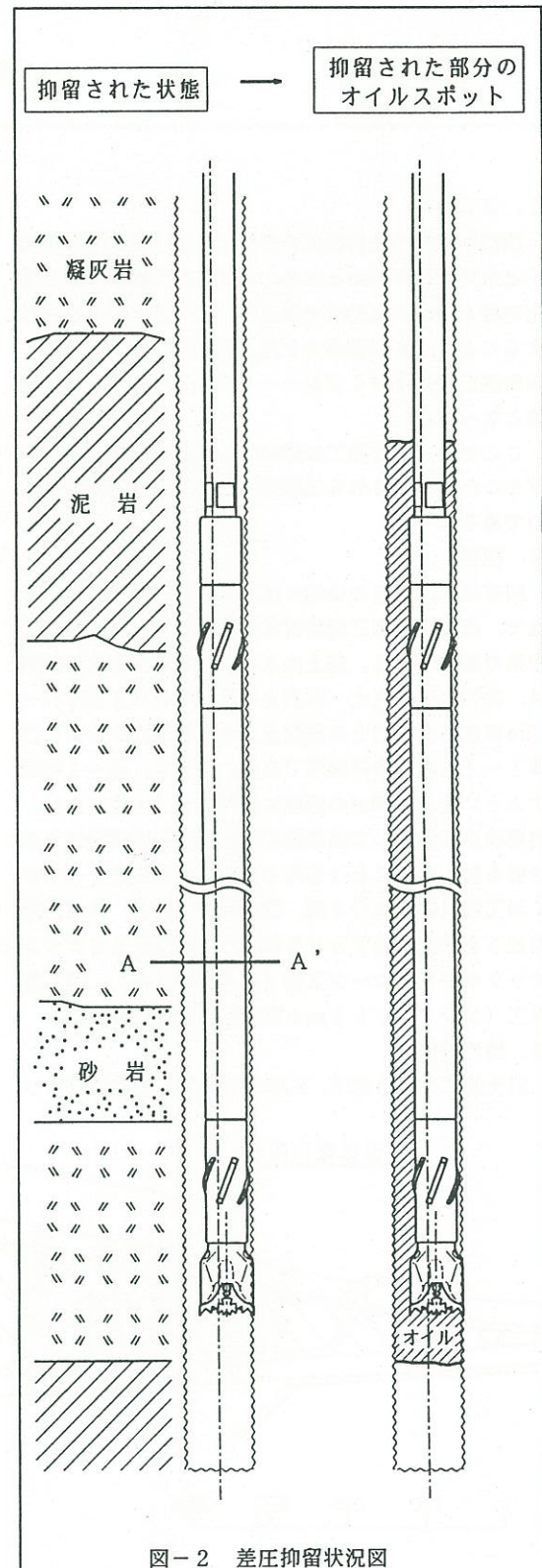


図-2 差圧抑留状況図

《引用・参考文献》

新エネルギー財団：掘削中のトラブルと対策  
 (1994年3月発行) pp. 1~4