

III-251 水圧破碎法・A E 法・D R 法による地圧測定

公害資源研究所 木山 保（正会員）・瀬戸政宏（正会員）
歌川 学（正会員）・勝山邦久

1. はじめに

水圧破碎法は、応力解放法等と共に広く利用されている原位置地圧測定法の1つである。また近年、原位置から採取された岩石試料を用い室内で地圧を算定するA E 法や変形率変化法（以下D R 法）が注目されている。本報では北海道T炭鉱で実施した水圧破碎法による原位置地圧測定結果と、同測定孔から採取したコアを用いたA E 法およびD R 法による地圧測定結果について報告する。

2. 水圧破碎法による原位置地圧測定

水圧破碎法による原位置地圧測定は、北海道釧路地区T炭鉱の処女区域坑道掘進現場で実施した。当現場は、海面下約-685mで岩盤は砂岩および砂質頁岩の互層である。測定孔のレイアウトを図-1に示す。坑道掘進方向をX軸、坑道掘進方向に向かって左をY軸、鉛直上向きをZ軸に座標軸をとる。また孔軸方向や主応力方向は、これとXY平面のなす角 α 、これをXY平面に投影した直線とX軸のなす角 β で表すことにする。表-1に孔軸方向および穿孔長を示す。また水圧破碎の前後に測定区間の孔壁の型取りを行い、水圧破碎で新たに造成されたき裂を調べ、き裂が孔軸に沿った縦き裂の場合は、き裂面と孔軸Z軸を含む面のなす角 θ でき裂の方向を表す。

水圧破碎で得られた水圧-時間曲線の1例を図-2に示す。1回目の注入のピークが大きく、初めてき裂が造成されたことを示している。2回目以降の注入ではこのき裂を再開口し、矢印の時点でシャットインした。き裂再開口圧（Reopen.P.）、シャットイン圧（Shutin.P.）およびき裂方向等の得られたデータを表-2に示す。これらのデータを用いて、応力成分、主応力およびその方向を計算した結果を表-3に示す。鉛直応力成分 $P_z=11.7\text{ MPa}$ は、予想されるかぶり圧 16.2 MPa よりかなり小さい値を示した。これは今回の測定でき裂方向の測定精度がよくなかったことに起因すると考えられる。

3. A E 法およびD R 法による地圧測定

A E 法およびD R 法に使用したコアはNo.1孔の孔底部から採取し、試料整形後室内試験により地圧を求めた。載荷方向は孔軸に一致させ、 2.5 MPa まで5回繰り返して軸圧縮試験した。図-3に2回目載荷時のA E のカウント累積数を示す。カウント累積数-時間曲線は 9 MPa および 17 MPa で明瞭な変曲点を示している。3回目以降の載荷では、 9 MPa 近傍の変曲点は不明瞭となるのに対し 17 MPa 近傍の変曲点は明瞭なままであった。このことから孔軸方向の応力成分は 9 MPa であると推定される。

図-4にD R 法の測定結果の1例を示す。縦軸は2回目と1回目の載荷時の歪の差を、横軸は応力を示す。同図では 9.3 MPa で変曲点を示した。また載荷を繰り返すにつれて、この変曲点は不明瞭になり、 17 MPa 近傍に変曲点が現れた。よって孔軸方向の応力成分は 9.3 MPa であると推定される。

A E 法およびD R 法では 17 MPa 近傍に変曲点が現れたが、これは繰り返し載荷続けても不明瞭にならないことから孔軸以外の応力成分であると考えられる。

4. まとめ

A E 法、D R 法およびかぶり圧を表-3に付記した。A E 法およびD R 法による孔軸方向応力約 9 MPa は、水圧破碎法で得たX軸方向の応力成分 $P_x=10.5\text{ MPa}$ と良い一致を示した。またA E 法およびD R 法の 17 MPa 近傍の変曲点は、水圧破碎法で得た最大主応力 $\sigma_1=15.2\text{ MPa}$ に近い値を示しており、この第2の変曲点が最大主応力を示している可能性がある。

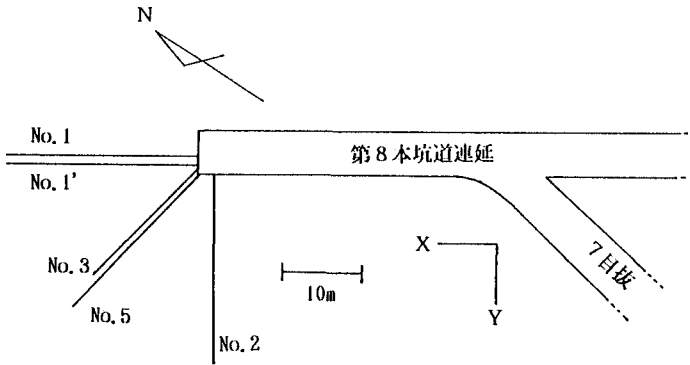


図-1 地圧測定現場および測定孔レイアウト

表-1 測定孔の方向および穿孔長

Borehole	$\alpha (^{\circ})$	$\beta (^{\circ})$	Length(m)
No. 1	0.0	0.0	25.0
No. 1'	-10.0	0.0	25.0
No. 2	0.0	90.0	25.0
No. 3	-35.0	45.0	25.0
No. 5	-7.0	45.0	25.0

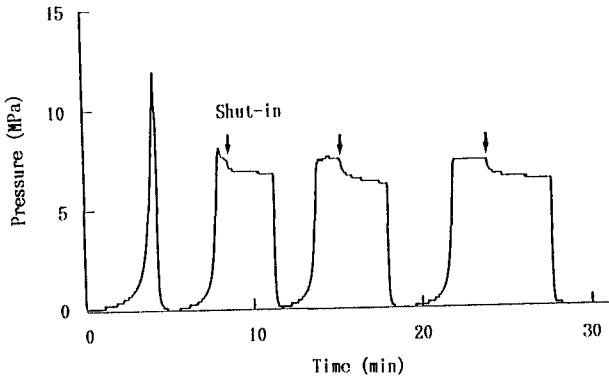


図-2 水圧-時間曲線 (Borehole No.5, Distance 11.0m)

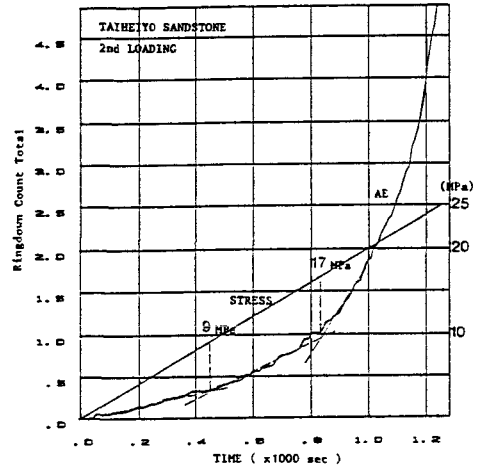


図-3 AE法による解析の一例

表-2 水圧破砕試験データ

Borehole	Distance (m)	Type	Reopen P. (MPa)	Shut-in P. (MPa)	$\alpha (^{\circ})$	$\beta (^{\circ})$	$\theta (^{\circ})$
No. 1	8.2	L	8.5	8.4	0.0	0.0	36.0
No. 1'	18.7	L	10.2	8.8	-10.0	0.0	38.0
No. 2	20.6	-	8.2	7.7	0.0	90.0	-
No. 2	16.0	-	6.4	6.3	0.0	90.0	-
No. 3	18.9	-	9.1	8.9	-35.0	45.0	-
No. 5	11.0	L	7.5	6.7	-7.0	45.0	115.0

※: "L"は縦き裂、"- "はき裂が不明瞭

表-3 地圧測定結果

	Hydrofracturing Method (MPa)		AE Method (MPa)		DR Method (MPa)	Overburden (MPa)
	$\alpha (^{\circ})$	$\beta (^{\circ})$				
P_x	10.5		9.0		9.3	
P_y	12.6					
P_z	11.7					16.2 *
P_{xy}	-3.0					
P_{yz}	-3.1					
P_{zx}	-3.4					
σ_1	15.3	38.4	-86.1	17.0 **	17.0 **	
σ_2	14.3	-32.2	-26.0			
σ_3	5.2	35.1	37.7			

※: 海水部分43m、岩盤部分642mで密度はそれぞれ1.0および2.5とした

** : 現在検討中

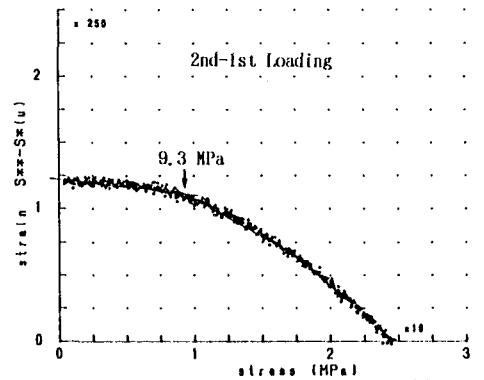


図-4 DR法による解析の一例