

したり、腐蝕生成成分を除去するか否か、或は除去の方法、程度の差異、更に又金属の純度等の相違によつても、試験期間の長短、温度条件、有害ガスの種類濃度等複雑多岐の環境諸条件によつて、重量の変化にも差異を生ずるものと推定されるので、上記の短期実験を以つて俄に結論し得ないが、亜鉛引鉄板が廉價で耐蝕性も大なること。反面、普通鉄板が耐蝕性少く煤塵並に含有ガスによつて腐蝕され易いことを特徴とする。

5. 結 言

(1) 宇部市に於ける金属の腐蝕度(重量の変化率)は地域的に差異があり、工業地帯最も甚しく、商業地帯之に次ぎ、住宅地帯と郊外地帯は腐蝕度少し。

(2) 金属の腐蝕度の地域的差違は降下煤塵量と煤塵中に含有される SO_2 , Cl , NH_3 等の有害ガスの多寡と密接な関係がある。

(3) 金属板としては、普通鉄板最も腐蝕され易く錫引鉄板、アルミニウム板之に次ぎ亜鉛引

鉄板と銅板は比較的腐蝕されない。

稿を終るに臨み、種々有益なる御助言と御援助を賜つた田中工學部長に深甚の謝意を表す。尚又実験材料を頂いた神鋼金属工業株式会社並に東洋鋼板工業株式会社に謝意を表し、併せて本研究に協力下さつた宇部興産本社増野節雄氏並に教室員一同に感謝す。

本研究の費用の一部は宇部市煤塵対策依託研究費による。

主要参考文献

- (1) 野瀬善勝: 宇部市の降下煤塵量と市民の保健状態について (未発表)
- (2) 野瀬善勝
林 米治
増野節雄 } 宇部市に於ける金属板の腐蝕に関する実験的研究 (未発表)
- (3) 山本洋一: 金属の腐蝕及防蝕下巻 599頁
- (4) " : " 下巻 588頁
- (5) 庄司 光 } 日本衛生化学会誌 第11巻 227頁
田中新吾 } (昭和14年)
- (6) 米井太郎: 国民衛生 第11巻 903頁
(昭和9年)

坑内岩盤の歪測定について

樋 口 誠 一 ・ 荻 野 正 二

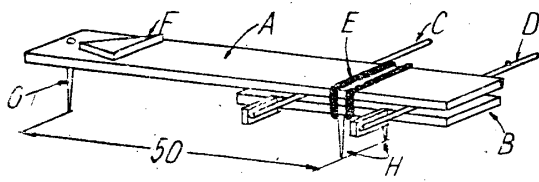
1. 緒 言

地下の岩盤は重力に基ずく圧縮を受けた状態にありこの中に坑道その他の空洞を開き出した場合にはその大きさ、形状等に依りて圧縮状態が変化するが、この圧縮状態すなわち岩盤中の応力を明かにすることは坑内盤圧研究の上の基本的問題であると考えられる。これに関して従来若干の人々によつて弾性学による解析、模型実験が行われており、また最近では抵抗線歪計¹⁾あるいは鋼紐共鳴型歪計²⁾を用いた測定結果が発表せられている。前者は平面に研磨した岩盤表面に電気抵抗線型歪計を接着剤を用いて張付けその周囲をさく岩機によつて透し、その際の岩石の伸びを抵抗線の抵抗変化により測定する方法であり、後者は岩盤表面に数 cm の間

隔を置いて2本の鋼釘を埋込みその間に張つた鋼線の固有振動数が張力の変化に伴つて変化する現象を利用して岩石の歪を測定するものである。しかしながらこれ等の方法によつて得られた実験結果にはなおかなり大きな偏差があり未だ信頼度の高い測定方法ではないように思われる。筆者等は上記の目的に対してこれを有する機械的歪計を用いることを試み坑内の岩盤表面に取付けて歪を測定し坑道壁面の応力と、壁面に正方形の透しを行つた場合その周囲に生ずる応力変化とを検討した。

2. 実験器具および実験方法

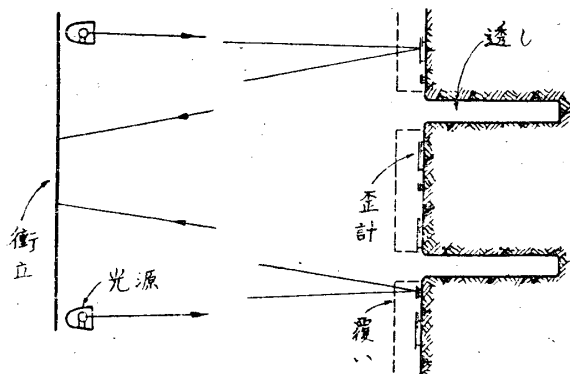
使用した歪測定器は第1図に示すようなころ式歪計であつてすべて自作した。A, Bは一面を研磨した真鍮板C, Dはころであつてゴム



第1図 歪計

バンド E によつて A, B 間に軽く挟まれている。ころとしては縫針を使用しなるべく正しい円筒面を有するものを選んだ。C, D の一端には幅 3mm, 長さ 8mm, 厚さ 1.5mm 程度の矩形の平面鏡が接着されている。鏡 F は歪計全体が振動その他の原因によつて動いた場合その発見と補正を行うためのものである。G, H は蓄音機用の針であつて真鍮板にろう付されている。鏡は平面度のよい平面鏡を選び、ころの軸のまわりのモーメントを少なくする目的で上記のように小さく切断して使用した。歪計を岩盤や岩石試験片に取付けるには頭部に突起を有する 2 本の蓄音機針を 4cm 程度の間隔で岩石表面に打込みその間にゴムバンドを張つて A の中央部を軽く岩石に対して押付ける方法をとつた。宇部地区の岩石ではほとんどこの事が可能であつたが、硬質の岩石の場合には岩石に直径 5mm, 深さ 20mm 程度の穿孔を行い、真鍮の小ねじをセメントでこの孔に埋込んだ。

歪計は G, H の先端において岩石に接し規長 GH は 50mm とした。岩石が歪み規長が変化すれば真鍮板 A, B に挟まれたころ C, D が転がり鏡が回転するが、この回転角を光てこの方法で測定した。観察方法は、実験室では望遠鏡、尺度を使用した。坑内ではこれの取扱に不便である点および凹面鏡を用いる場合には尺度の位



第2図 坑内実験の概要

置が規定せられる点を考慮して次に述べるような方法をとつた。すなわち第2図に示すように光源を一定位置に固定し、歪計の平面鏡で反射した光線が鏡の前方 1~2m の位置に立てた衝立と交る点すなわち光点の位置を記録しその移動距離から歪を計算した。

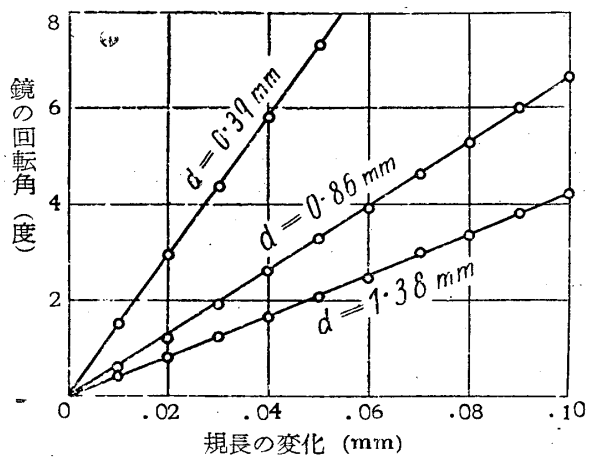
光源は保安の目的で携帯用安全電燈を使用し、光点の明るさと鮮明度を増すため 8W の電球を用い、反射鏡を取除いた。すべての光点を同一衝立上に収めるため光源を数個置きた光点の識別を容易にするための工夫を行つた。歪計 1 個には 3 つの鏡があるが、ころ C, D に接着した 2 つの鏡による測定値はその平均をとりまた鏡 E に対する光点が動いた場合その動きが僅かであればころに取付けた鏡に対する光点の動きをこの分だけ補正した。岩石の歪 ϵ は次式によつて求めた。

$$\epsilon = d\theta S / lD \tan 2\theta \quad (1)$$

ここに θ は鏡の回転角、S は光点の移動距離、l は歪計の規長、D は鏡面と衝立との距離である。 θ が十分小であるならば

$$\epsilon = dS / 2lD \quad (2)$$

主として $d=0.86$ mm のころを用いたから $D=2$ m の場合の拡大率は 4660 倍である。本歪計の較正を行うため真鍮板 B を固定し A をねじマイクロメーターの送りねじで徐々に押し規長の変化と鏡の回転角との関係を求めた結果第3図



第3図 歪計の補正曲線

に示すような直線的関係が得られ (1) 式による計算値とよく一致した。また測定された歪から応力の概略値を求めるため測定箇所

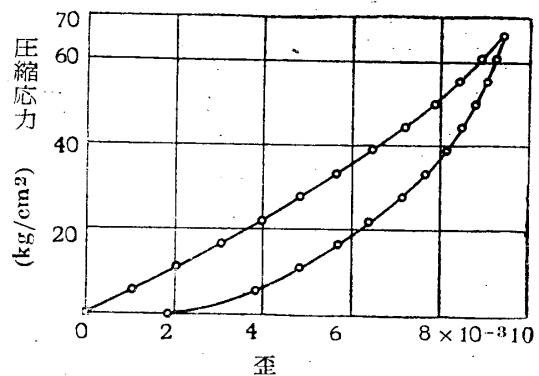
試料として圧縮試験を行い縦弾性係数およびポアソン比を求めることを試みた。

実験箇所は坑道のなるべく凹凸の少ない壁面で亀裂が少なく均質弾性体に近いと考えられる岩石で湿り気のない所を選んだ。歪計取付箇所は予め80 cm平方程度を出来るだけ平面に近くなるようにピック、ハンマおよび砥石で整形した。透しは大抵辺長30~40 cmの正方形に近い形で行い、深さは30 cm程度とした。先ずオーガーを用いて約5 cmの間隔に穿孔を行い、次にこの孔の拡大の目的で作成した錐で切り拡げ連続した透しとした。さく孔の際の振動による影響をピック、ジャックハンマおよびオーガーについて検討した結果前二者の場合には影響を受け後者の場合にはほとんどこれが認められなかつたのでさく孔には専らオーガーを使用した。したがって実験を行つた箇所はオーガーによるさく孔の可能な比較的軟質の岩盤の所に限定された。宇部地区の炭鉱では大抵の場合オーガーを使用出来たが、九州の炭鉱ではこれが困難であつて、そのために実験は不成功に終つた。さく孔の際排出される練粉や圧縮空気によつて歪計が動くことや鏡面が曇ることを防ぐために歪計には一区劃毎に布の覆いを施した。

坑内の測定には種々の不利な条件を伴い、特に歪測定のような精密実験では言うまでもなく計測器自体十分の信頼性を有しておらねばならないが多数の歪計を同時に使用し、また破損等の消耗が多くて市販の高價なエクステンソメータを使用し難いため上記のような簡単なものを自作して用いたのである。坑内は暗黒であつて光てこの実験に便利であること、温度、湿度の影響を受けないことなどは本実験方法の特長である。

3. 理論的考察

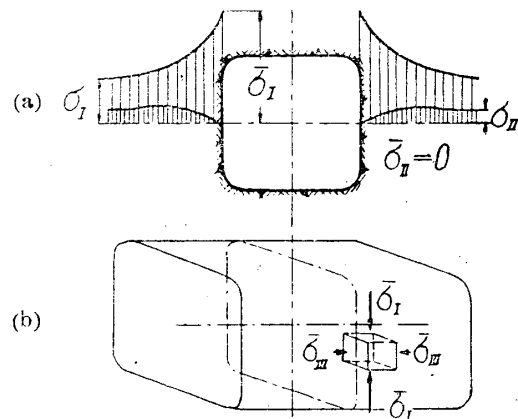
本実験は主として宇部地区の軟質岩盤中の坑道で行つたもので岩石はかなり可塑性を有し完全弾性体ではない。1例として4の実験1, 2を行つた東見初鉱業所二坑道四尺大通で採取した岩石について圧縮試験により求めた応力歪線図を示すと第4図のようであつて弾性係数は応



第4図 軟質砂岩(実験1)の応力と歪の関係

力によつて異なることが認められる。しかしながら坑道周囲の応力に関する概念を得る上に岩盤を弾性体と仮定して理論を進めて行くことは差支ないと考えられるので、この見地から本実験の意義を考察する。

未採掘弾性岩盤中の一点における鉛直方向の応力を σ_v 、互に直交する2方向の応力を σ_n 、 σ_m とすると $\sigma_v = \gamma h$ 、 $\sigma_n = \sigma_m = \gamma h / (m - 1)$ の関係がある。ここに γ は岩石の比重、 h は地表からの深さ、 m は岩石のポアソン数である。このような応力状態にある岩盤中に坑道その他の空洞を開さくすればその周囲には深さ、空洞の形状および岩石の力学的性質によつて異なる一定の応力変化が生ずる。第5図(a)は正方形水平坑



第5図 坑道両側の応力分布

道の坑道軸に直角な水平の中心線上における鉛直および水平方向の応力分布を示し、同図(b)は坑道側壁上の鉛直および水平方向の応力分布を示したものであつて、図の σ_v 、 σ_n には次の関係がある。

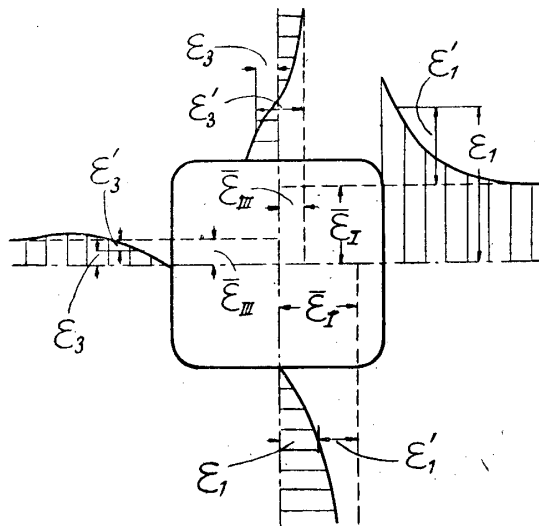
$$\bar{\sigma}_m = \bar{\sigma}_r / m \quad (3)$$

岩石の縦弾性係数を E とすると $\bar{\sigma}_r = E \bar{\epsilon}_r$, $\bar{\sigma}_m = E \bar{\epsilon}_m$ の関係があるが、ここに $\bar{\epsilon}_r$, $\bar{\epsilon}_m$ は坑道側壁における縦横の歪であつて本実験では透しの内部の岩石は圧縮から完全に解放されるのでこの部分で測定される縦、横の歪が ϵ_1 , ϵ_m に相当する。

次に透しの外部の歪について考えると、前記のような透しを行うことは周囲の岩石に対しては坑道を掘さくしたのと同様の効果を有するものと考えることが出来るが、透しを行つた後のその外部の任意の点における縦、横方向の歪を ϵ_1 , ϵ_3 とすれば歪の変化量は縦方向、横方向についてそれぞれ

$$\epsilon'_1 = \epsilon_1 - \bar{\epsilon}_1, \quad \epsilon'_3 = \epsilon_3 - \bar{\epsilon}_m \quad (4)$$

で表され、これらは歪計によつて測定される。正方形類似断面の坑道壁面の応力分布に関してはすでに弾性理論による計算⁽³⁾が行われているがその周囲の岩盤中の応力分布は未だ求められていない。しかしその分布の様子は坑道模型についての光弾性実験⁽⁴⁾や円形坑道の場合の計算結果⁽⁵⁾等から類推することが出来る。



第6図 透しの周囲における歪の変化

第6図は正方形類似断面の坑道開さく前後における鉛直、水平中心線上歪の分布を比較したものである。 $\bar{\epsilon}_1$, $\bar{\epsilon}_m$, ϵ_1 , ϵ_3 はそれぞれ坑道開さく前後における縦、横の歪である。図より明らかなように弾性体の場合には透しの開さくに

より透しに直角の方向にはすべて伸びが現れ、また両側部では鉛直方向に縮み、水平方向に伸びが現れることになる。これ等の伸びおよび縮みはその部分に取付けた歪計によつて測定されるから、上記のような結果を予想して本実験を行つた。

以上は岩盤の歪のみについて述べたが応力で表す場合には次の関係式を用いればよい。坑道壁面において平面応力の状態にあるものと考えらるならば縦、横の方向の応力を σ_1 , σ_3 とすると

$$\sigma_1 = \frac{mE}{m^2 - 1} (m\epsilon_1 + \epsilon_3), \quad \sigma_3 = \frac{mE}{m^2 - 1} (m\epsilon_3 + \epsilon_1) \quad (5)$$

すなわち E, m の値が判明すれば σ_1, σ_3 を求めることが出来る。しかし前述のように E の値は応力の函数でありまた測定方法によつてかなり広範囲の変化を示す。文献⁽⁶⁾によれば花崗片麻岩(圧縮強さ 800 kg/cm^2) について求められた縦弾性係数は次のようである。

圧縮試験による値 $2.5 \sim 3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

振動法による値 $2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, 弾性波

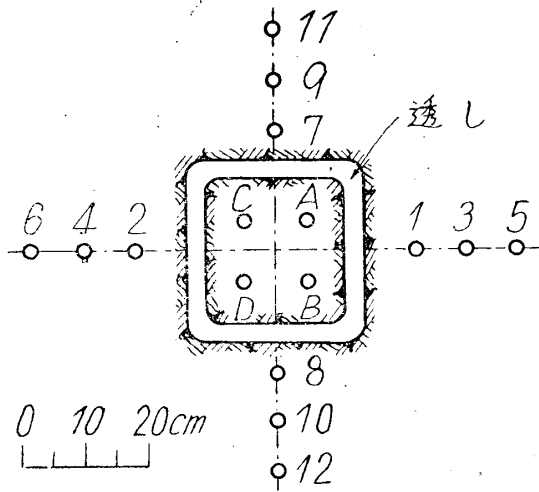
傳播速度より求めた値 $7 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

以上のように E の数値を決定することは困難であるので実験結果には歪を記すに留め応力を求めることは行わなかつた。なお応力を求める場合には透しの中に平いジャツキを挿入し空隙を充填した後液圧を加え、一度圧力から解放された岩石を再び加圧する方法⁽²⁾が適当であると思われる。

なお以上は簡単のため坑道壁面において平面応力状態を仮定し、三次元の問題として取扱つたが透しを行つた場合にはその周囲の応力は厳密には三次元の問題として取扱うべきであり、その場合結果はさらに複雑となる。

4. 実験結果

実験は宇部、大嶺、筑豊炭田の10箇所の炭鉱で約20回にわたり行うことが出来たが、種々の原因で十分の成果を得なかつた場合も少なくなかつた。以下比較的良好と思われる測定結果を示す。表中測点の位置は透しの中心を原点とする直角座標で表した。1例として第7図に実験1の場合の測点の位置を示す。A, B, C等は透し



第7図 実験1の測点位置

の内部における測点である。歪の符号は伸びを正、縮みを負とした。

実験1：東見初鉱業所二坑道四尺層斜排気坑道延先 海底よりの深さ：147m 海深：7m 岩石：軟質砂岩 透しの大きさ：縦30cm横28cm透しの内部、外部の歪測定結果を第1表、第2表に示す。

実験2 場所、深さ、岩石は実験1と同じ透しの大きさ、縦26cm、横32cm、透しの内部外部の歪測定結果を第3表、第4表に示す。

実験3 場所：沖ノ山鉱業所袴腰右8片坑道側壁海底からの深さ：140m 海深：8m 岩石：軟質砂岩 透しの大きさ：縦33cm、横32cm 透しの内部における測定結果を第5表、第6表に示す。

第1表

歪の方向	光点の移動距離 cm					歪の変化
	A	B	C	D	平均	
鉛直	36.3	25.0	34.2	37.2	33.2	1.3×10^{-3}
水平	17.3	25.3	34.0	—	24.6	1.0

第2表

測点番号	測点の座標 cm		光点の移動距離 cm		歪の変化	
	縦	横	鉛直	水平	鉛直	水平
1	0	22	-10.6	18.2	-4.2×10^{-4}	7.1×10^{-4}
2	0	-22	-3.2	21.4	-1.2	8.3

測点番号	測点の座標 cm		光点の移動距離 cm		歪の変化	
	縦	横	鉛直	水平	鉛直	水平
3	0	30	-16.0	14.0	-6.2	5.4
4	0	-30	-4.0	12.9	-1.6	5.0
5	0	38	-7.3	5.3	-2.8	2.1
6	0	-38	-3.9	6.2	-1.5	2.4
7	20	0	-8.0	-3.0	-3.1	-1.2
8	-20	0	14.0	-2.0	5.5	-0.8
9	28	0	5.8	-6.0	2.3	-2.3
10	-28	0	19.6	-4.0	7.7	-1.6
11	36	0	—	-0.8	—	-0.3
12	-36	0	7.9	-2.8	3.1	-1.0

第3表

歪の方向	光点の移動距離 cm			歪の変化
	A	B	平均	
鉛直	58.0	52.4	55.2	2.1×10^{-3}
水平	13.8	14.9	14.4	0.6

第4表

測点番号	測点の座標 cm		光点の移動距離 cm		歪の変化	
	縦	横	鉛直	水平	鉛直	水平
1	0	23	-6.5	8.4	-2.5×10^{-4}	3.2×10^{-4}
2	0	-23	-4.2	1.8	-1.6	0.7
3	0	31	-1.2	0.4	-0.5	0.2
4	0	-30	-0.7	2.1	-0.3	0.8
5	0	39	-0.8	1.5	-0.3	0.6
6	0	-37	-1.0	0.3	-0.4	0.1
7	21	0	9.0	-1.6	3.4	-0.6
8	-20	0	16.8	-9.8	6.4	-3.8
9	29	0	5.0	-0.7	1.9	-0.3

第5表

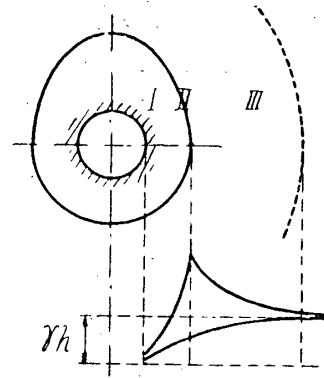
歪の方向	光点の移動距離 cm				歪の変化
	A	B	C	平均	
鉛直	72.0	67.0	—	69.5	4.4×10^{-3}
水平	41.4	17.8	78.0	45.7	2.8

第6表

測点 番号	測点の座標 cm		光点の移動 距離 cm		歪の変化	
	縦	横	鉛直	水平	鉛直	水平
1	0	-20	-7.6	-5.3	-4.8×10^{-4}	-3.2×10^{-4}
2	0	-28	-46.0	-5.8	-28.8	-3.6
3	0	-16	-0.8	-22.0	0.5	-13.7
4	0	-44	-0.2	-4.0	0.1	-2.5
5	22	0	59.0	45.5	36.9	28.4
6	29	0	38.0	-8.3	23.8	-5.2
7	36	0	21.0	-6.7	13.1	-4.2
8	43	0	6.5	-3.5	4.1	-2.2
9	50	0	6.0	1.0	3.8	0.6
10	22	-16	1.8	3.6	1.1	2.2
11	29	-18	1.3	7.0	0.8	4.4
12	36	-20	-2.2	1.3	-1.4	0.8

5. 実験結果の考察

坑道側壁における応力の概略値を1例として実験1の場合について求めると岩石の圧縮試験により求めた縦弾性係数を 3.5×10^{-4} として $\sigma_v = 45.5 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_m = 35.0 \text{ kg/cm}^2$ となる。測定地点の深度は海底下147m海深7mであるから岩石の比重を2.5とすれば $\sigma_v = 37.5 \text{ kg/cm}^2$ となり坑道壁面の応力 σ_v は岩盤が均質弾性体ならば 100 kg/cm^2 程度になるものと想像される。しかるに実測値から求めた応力はこれよりもかなり小さい値である。この理由として次の事が考えられる。1. 実験箇所が完全弾性体でなくかなりの可塑性を有すること。2. 歪計取付部分は概ね平面に整形したが全体として見ればなおかなりの凹凸があること。3. 実験箇所はなるべく亀裂のない所を選んだが坑道の周壁には外部から判然とした亀裂が認められなくても浮いている可能性があること。4. 透しの内部は周囲を数時間にわたつてさく孔するため振動その他の原因による誤差を生じ易いこと。3. の問題は主として坑道開さく以前から存在した亀裂、坑道開さくによつて生じた応力と岩石の力学的性質との相対関係によつて定まるのであるが、これに関連して Labasse⁽⁷⁾ は応力が岩石強度を超える場合には一般に第8図Iのような低



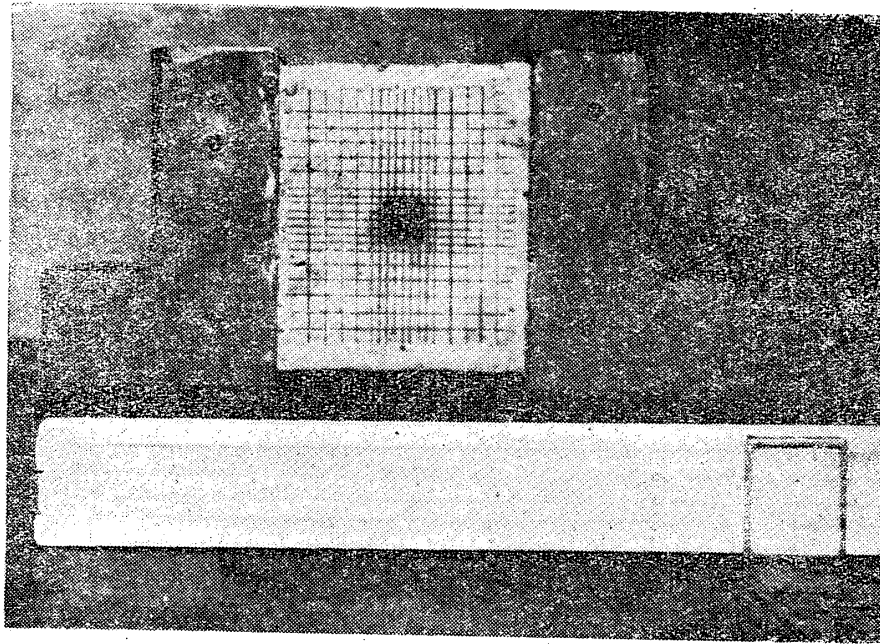
第8図 Labasseの概念図

I 低圧圏, II 高圧圏, III 影響圏

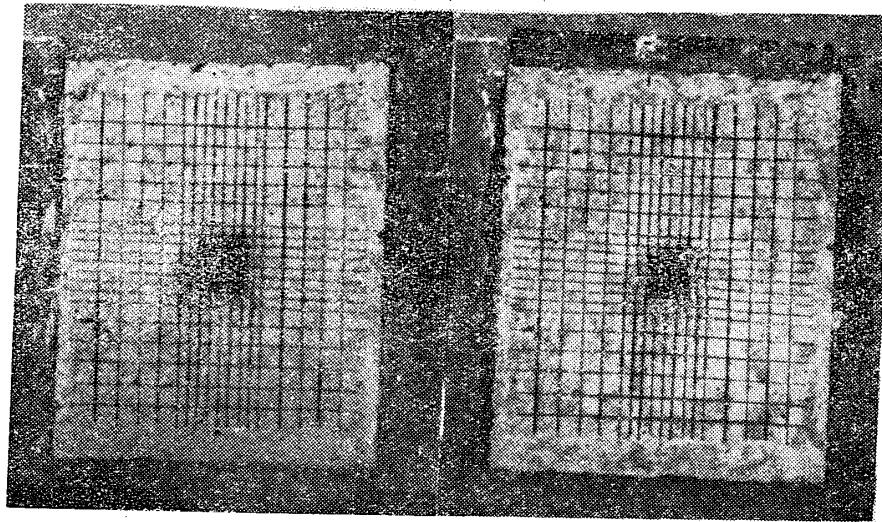
圧圏すなわち免圧帯が生成されると述べている。宇部地区の比較的軟質の岩盤中に坑道を開さくした場合はこのような状態になっている可能性が多いと考えられる。

次に透しの内部の歪変化に関して考察すれば3において述べたように透しの左右では縦方向に負、横方向に正の歪が、また上下では縦横何れ方向にも正の歪が生ずることが予想され、実際実験結果は大部分これらの方向の歪が生じたことを示している。ただ上下部において水平方向に伸びではなく僅かながら縮みが現れている。最初これを測定誤差と考えていたが数回の実験において常に同様の結果が得られたのでこれを岩石の可塑性に基ずく現象ではないかと考え、粘土を用いて模形実験を試みた。すなわち正方形の坑道を穿つた $8 \times 8 \times 10 \text{ cm}^3$ の直方体の粘土の4側面を固定して上下から加圧し坑道周囲の諸点の移動を網目罫線法により観察した。第9図は試験に用いた鑄鉄製容器を示し、第10図(a), (b)は加圧前後における坑道模型の状態を示すものであつて(a), (b)を拡大して比較すると坑道上下において水平方向の変位はほとんど見られなかつた。従来行われているこの種の実験においてもほぼこれと同様の結果が得られている。

上記のように歪の方向は概ね理論的に予想された方向と一致したがその大きさはかなりの偏差を示した。これは歪計取付箇所附近の岩石の凹凸、歪計の不安定性等に基ずくものと思われるが、現在の段階では抵抗線歪計、綱紐共鳴型



第9図 粘土中の模型坑道の圧縮
試験に用いた容器



(a) (b)

第10図 加圧前後の模型坑道の状態
(a) 加圧前 (b) 加圧後

歪計等を使用してもこの程度の偏差は避け難いものと想像される。

6. 結 言

筆者等は自作したころ式歪計を用い坑道壁面に正方形の透しを行つてその内部と外部における歪の変化すなわち壁面に最初存在していた歪と透しを行うことによるそれに变化とを測定した。測定は坑道側壁または延先において行つたが、実験結果は数量的にはかなりの偏差を示し

地表からの深さ、坑道の形状等との関連性を見出すことは出来なかつた。これの最大原因は使用した歪計が振動等に対する不安定性を有することにあると考えられるがたとえ極めて安定な歪計を使用しても5. に述べた理由により、坑道壁面において実測された歪と深度、坑道の形との関係を求めることは困難であると思考される。

しかしながら歪の正負に関しては概ね予想通

りの結果が得られ坑道周囲の岩盤の歪変化についての大体の傾向を実測によつて知ることが出来た。この事は他の方法による測定と並んで坑内岩盤の応力について従来発表されている理論に対する一つの裏付として興味ある事実であると思われる。

本実験は山口大学工学部鉱山学科第4学年学生野見山優君の協力を得て行つたものである。また坑内測定を行つた沖ノ山、東見初、山陽無煙、沖宇部、常盤、東神原、松浜、神原、高松、山野の各鉱業所では所員各位に多大の御援助を賜つた。ここに附記して厚く御禮申上げ

る次第である。

文 献

- (1) 鈴木, 昭26-4日本鉱業会講演
- (2) Tincelin, International Conference about Rock Pressure and Support in the Workings, Liège 1951, English Text P. 158.
- (3) 杉原, 日本鉱業会誌, 49巻 581号, 711頁 (昭8-9)
- (4) Dorstewitz, Archiv f. Bergbauforschung, Bd. 1, S. 192 (1940).
- (5) Yamaguti, 土木学会誌, 15巻 4号, 291頁 (昭4-4).
- (6) Spackeler, (2) と同じ, P. 179.
- (7) Labasse, (2) と同じ, P. 45.

電気接触抵抗 (平面接触子を用いた場合の 電気接触抵抗の一性質)

山 岡 義 人

1. 緒 言

電気接触抵抗とは相接触している二つの導体の境界面間を電流が横切の際に受ける電気抵抗のことをいい、普通の導体内部における電導抵抗とは全く異なつた性質を有し、オームの法則に従わないことは従来の幾多の報告から見ても明らかである。この問題を研究するに当つては次の如き極めて多数の因子について考慮を払う必要がある。すなわち、接触子の材料、その硬軟、弾性、また接触子の形状、接触面の仕上程度すなわち粗滑、表面の皮膜、接触圧力、電流電圧等、及びこの他に接触抵抗に直接関係はないが、測定に当つては Volta 効果、Peltier 効果、Seebeck 効果、Thomson 効果、特にコヒラ作用等による影響を充分考慮する必要がある。このように電気接触抵抗は非常に広汎な問題であるので、その性質の解明は仲々容易ではない。しかも現在電気接触を利用している電気機器並びに電気回路は殆んど無数といつてもよい程で、

それらの故障の原因もまた直接電気接触によるものが甚だ多い現状である。それにも拘らず、電気接触抵抗の性質が未だに満足のゆく程度解明されていないとゆう理由の一つは結局上述したように極めて多数の因子が入り乱れて電気接触抵抗を左右する点にある。すなわち個々の測定結果が甚だまちまちで規則正しい一般的法則が仲々見出し難いのである。

従来電気接触抵抗は高抵抗の材料の方が低抵抗の材料よりも高いといわれている。これは二物体が接触している場合にはその表面における無数の凹凸の内の幾つかが確率的に接触し、その接触点で電流の流線がしぼられるとゆう考え方からすれば当然のことであろう。またその接触点における接触面積は接触圧力並びに材料の弾性に關係し、接触圧力が大きくて弾性が小さい程接触面積が大きくなり、結局電気接触抵抗が小さくなるとゆうことは考えられることである。そのような考えのもとに接触圧力が電気接